

Dekompenzált aortabillentyű-szűkület: egy nem elkésett TAVI esete

Szántó Gyula, Szűcsbórus Tamás, Sasi Viktor, Nagy Viktória, Rácz Gergely, Makai Attila, Pap Róbert, Ungi Imre

Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, Belgyógyászati Klinika

Levelezési cím:

Dr. Szántó Gyula, Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ, Belgyógyászati Klinika, 6725 Szeged, Semmelweis u. 8. E-mail: szanto.gyula.tamas@med.u-szeged.hu

Közleményünkben egy 81 éves férfi beteg esetét mutatjuk be, akinél részben krónikus miokardiális iszkémia indukálta bal kamrai szisztolés diszfunkció mellett valódi súlyos fokú aortabillentyű-szűkületet diagnosztizáltunk. Koszorúér-szűkületeinek kezelését követően transzkatóteres aortabillentyű-implantációt (TAVI) indikáltunk, azonban betegségének lefolyása rapidan progresszív volt, a beavatkozás tervezett időpontjában az addigra nagyon súlyossá váló bal kamra szisztolés diszfunkció következtében heveny jobbkamra-elégtelenség is fellépett. Hemodinamikai összeomlás nem következett be, így halasztható volt az intervenció, amit végül eredményes inotróp kezelést követően már rutinszerűen, jelentős kockázat nélkül tudtunk elvégezni. Egyéves utánkövetése alapján a TAVI eredményes volt, bal és jobb kamrai szisztolés funkciója is csaknem teljesen normalizálódott.

Kulcsszavak: aortabillentyű-szűkület, szívelégtelenség, transzkatóteres aortabillentyű-implantáció

Decompensated aortic valve stenosis: case report of a TAVI performed in time

In this article, we present the case of an 81-year-old male patient having left ventricular systolic dysfunction partly due to chronic myocardial ischaemia who was diagnosed with true severe aortic valve stenosis. After treatment of coronary artery stenosis, transcatheter aortic valve implantation (TAVI) was indicated, but the course of the disease was rapidly progressive, left ventricular systolic dysfunction became very severe by the time of the planned intervention, and acute right ventricular failure developed as a consequence as well. No haemodynamic instability occurred therefore the intervention could be postponed and could be performed routinely without any significant risks after successful inotropic therapy. Based on the one-year follow-up, TAVI was successful, left and right ventricular systolic function almost completely normalized.

Keywords: aortic valve stenosis, heart failure, transcatheter aortic valve implantation

Bevezetés

Az elmúlt 15 évben a tünetes, súlyos aortabillentyű-szűkülettel élő betegek gyógyításában a katéteres aortabillentyű-implantáció (TAVI) a mindennapi rutin részévé vált és mostanra a gyarapodó tapasztalatoknak és az egyre kifinomultabbá váló eszközöknek köszönhetően már nemcsak a túlfutó magas perioperatív rizikóval

bíró betegek kezelésében alkalmazzuk, hanem létjogosultságot nyert az alacsonyabb kockázati csoportokban is, mint a sebészi aortabillentyű-csere (SAVR) alternatívája (1, 2). Mindemellett régióinkban az esetek jelentős része napjainkban is az első betegcsoportból kerül ki és ebben a jellemzően idős korosztályban a társbetegségek, valamint az előrehaladott vitium által okozott szekunder kardiológiai kórképek miatt a per-

kután beavatkozás rizikója is számottevő lehet. Közleményünkben egy súlyos aortabillentyű-szűkület okozta bal-, majd következményes heveny jobbszívfél-elégtelenségben szenvedő beteg példájával demonstráljuk, hogy a TAVI mégoly kilátástalannak tűnő helyzetben is hosszú távon eredményes oki terápiára nyújt lehetőséget.

Esetismertetés

A 81 éves férfi beteg anamnézisében számos kardiovaszkuláris esemény és invazív beavatkozás szerepelt: szignifikáns háromér-betegség miatt 1995-ben komplett műtéti revaszkularizáción esett át (bal a. mamma-ria graftot kapott a ramus descendens anteriorra és egy-egy v. saphena graftot az a. coronaria dextra posterior descendens ágára, valamint a ramus circumflexusra). 2009-ben kiújuló angina pectoris hátterében a ramus circumflexust ellátó vénagraft okklúzióját igazoltuk és 2010-ben jó eredményű bal közös törzs-ramus circumflexus-obtus marginalis perkután koronáriaintervenciót (PCI) végeztünk 2 db. gyógyszerkibocsátó stent implantációjával; még abban az évben incessant pitvari flutter miatt rádiófrekvenciás abláció vált szükségessé; 2011-ben múló látens hemiparézissel járó

bal a. cerebri media területi iszkémiás stroke-ot is elszenvedett. A kardiológiai gondozása részeként ezt követően történt képalkotó terheléses vizsgálatok nem igazoltak tranziens vagy nagy kiterjedésű perzisztens iszkémiát, transthoracalis echokardiográfiák (TTE) jó globális szisztolés balkamra-funkciót, inferobasalis hypokinesist, lassan progrediáló, de még 2019 őszén sem szignifikáns mértékű aortabillentyű-szűkületet mutat (1. táblázat a oszlop).

A beteget 2020. március elején újkeletű NYHA IV. stádiumú balszívfél-elégtelenség miatt sürgősséggel kellett hospitalizálni, proBNP-je 6500 pg/ml volt, TTE 35%-os bal kamrai ejekciós frakciót (EF), novumként kiterjedt inferior és inferoseptalis, emellett bazális inferolateralis és anterolateralis falmozgászavart igazolt, valamint szignifikánsnak imponáló aortabillentyű-szűkületet (AS) – a számított aortabillentyű-felszín (AVA) 0,7 cm², az indexált aortabillentyű-felszín (AVAI) 0,35 cm²/m² volt (1. táblázat b oszlop). Akut koronáriaszindrómát ki tudtunk zárni, viszont szívketérezéssel a posterior descendenst ellátó graft kritikus szűkületét, illetve intermedier ág szűkületet találtunk, amelyek miatt ad hoc PCI-t végeztünk 1-1 gyógyszerkibocsátó stent implantációjával, jó eredménnyel. Bár az aortabillentyű felett mért átlag szisztolés gradiens nem érte el a sarkalatos diagnosztikus kritériumnak tartott 40 Hgmm-t és így a

1. TÁBLÁZAT. A releváns echokardiográfiás paraméterek időbeni változása

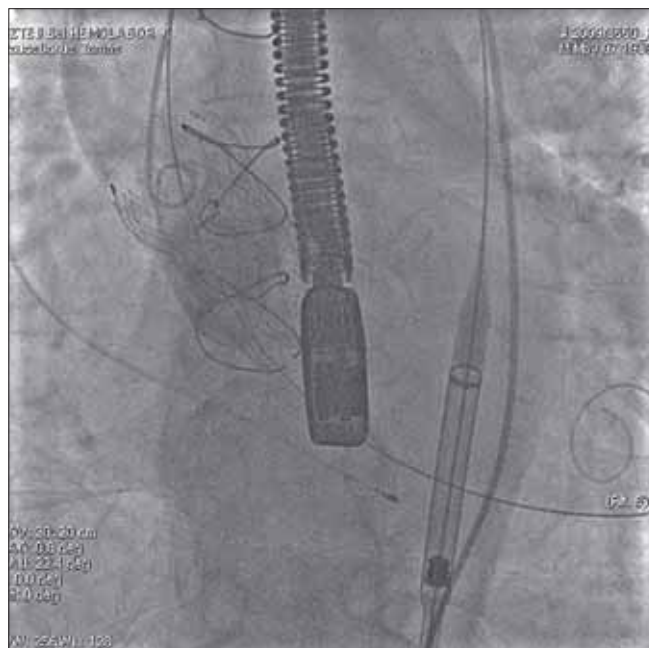
Vizsgálat ideje	2019 október (a)	2020 március (b)	2020 május (c)	2020 június (d)	2020 július (TAVI előtt) (e)	2020 július (TAVI után) (f)	2020 augusztus (1 hónapos FU) (g)	2020 szeptember (2 hónapos FU) (h)	2021 január (6 hónapos FU) (i)	2021 augusztus (1 éves FU) (j)
BP (mm)	44x49x60	56x54x71	46x52x62	62x61x79	58x56x73	58x56x73	56x54x72	61x59x70	61x59x70	61x55x69
EDD (mm)	52	59	56	63	57	59	61	60	59	60
ESD (mm)	32	45	46	52	47	47	50	50	44	45
EF (%)	66	35	38	15	29	30	22	25	49	47
SV (ml)		74		30	65	46	38	75	85	81
SVi (ml/m ²)		35		14	32	22	18	36	40	39
BK 2D GLS (%)				-5,1	-6,4		-4,5		-8,1	-10,8
AO csúcsgradiens (Hgmm)	47	63	50	30	52	7	8	12	15	16
AO átlaggradiens (Hgmm)	30	38	38	17	31					9
AVA (cm ²)		0,7		0,7	0,8					
AVAI (cm ² /m ²)		0,4		0,4	0,4					
JK (mm)		49-35-86		65-45-100	52-35-95	53-50-92	53-51-103	59-61-106	53-51-89	51-42-88
JP area (cm ²)		21		32	28	30	39	35	26	30
TAPSE (mm)		14	12	12	16	8	10	9	13	21
PP (Hgmm)	32	35	40	39	45	47	51	47	41	33
JK S' (cm/s)				4	6	6	6	8	8	10

FU: follow up; BP: bal pitvari dimenziók; EDD: végdiasztolés balkamra-átmérő; ESD: végszisztolés balkamra-átmérő; EF: bal kamrai ejekciós frakció; SV: bal kamrai stroke-volumen; SVi: indexált bal kamrai stroke-volumen; AO: aorta; AVA: számított aortabillentyű-felszín; AVAI: indexált számított aortabillentyű-felszín; BK 2D GLS: bal karma kétdimenziós globális longitudinális strain; JK: jobb kamrai dimenziók; JP area: jobb pitvari felszín; TAPSE: tricuspid annular plane systolic excursion; PP: becsült pulmonalis nyomás; JK S': jobb kamra szabad fali bázis szisztolés sebesség

csökkent szisztolés balkamra-funkció miatt – főként a koronáriastátusz progressziójának ismeretében – látványlag akár pseudo low flow low gradient (LFLG) AS gyanúja is felmerülhetett, a billentyű felett mérhető 4,0 m/s-os áramlási csúcsebesség és a 35 ml-t elérő indexált stroke-volumen (SVi) ezt a lehetőséget kizárta. Heart team konzultáció során súlyos vitiumának kezelése érdekében TAVI-t indikáltunk, nem utolsó sorban a működő graftokra tekintettel (későbbi CT igazolta anatómiai alkalmasságát). Mivel optimalizált gyógyszeres kezelés mellett panaszmentessé vált, a beavatkozást szemielektíven terveztük elvégezni.

Azonban ekkor kezdődött a COVID-19-pandémia, így az intervenciót halasztani kényszerültünk, annak ellenére, hogy néhány hetes látenciát követően kiújuló dyspnoe miatt a beteg több ízben SBO-s, majd kardiológiai osztályos kezelést is igényelt. Ez idő alatt echokardiográfiás paraméterei nem mutattak jelentős változást (1. táblázat c oszlop).

Júniusban nyílt lehetőségünk TAVI végzésére. A beteg felvételre ismét NYHA IV. stádiumú balszívfél-elégtelenségnek megfelelő panasszal érkezett. A beavatkozás tervezett napján vett laborok heveny, súlyos jobbszívfél-elégtelenségre utaló eltéréseket mutattak, a két nappal korábban még normáltartományban lévő LDH, GOT és GPT 2200, 3300, illetve 2400 U/l-es értékre, a spontán INR 2,0-re emelkedett (antikoagulálása néhány hónapja már apixabannal történt). Fizikális vizsgálattal hepatomegaliát találtunk, hasi ultrahang megerősítette a pangásos máj gyanúját. Szívultrahang magyarázatot adott a gravis progresszióra, a korábban tudottnál is súlyosabb szisztolés balkamra-diszfunkciót igazolt, mindössze 15%-os EF-et mértünk, szegmentális falmozgászavart nem láttunk, kisméretű pulmonalis regurgitáció és csökkent szisztolés jobbkamra-funkció mellett diasztolés D-jel ábrázolódt (1. táblázat d oszlop). EKG-ján normofrekvenciás pitvarfibrilláció és jobb Tawara-szár-blokk látszott 0,12 s szélességű QRS-sel. Az intervenciót halasztottuk, levisimendan kezelést és parenterális diuretikumot alkalmaztunk, amelyre a beteg jól reagált, máj- és mérsékelt beszűkült vese-funkciója rövid időn belül javult. Néhány nappal később viszont pitvarfibrillációja flutterre váltott, amelyről ismét dekompenzálttá vált. Transoesophagealis echokardiográfia (TEE) a bal fülcsét thrombusmentesnek mutatta, ezért amiodaronnal kardioverziót kíséreltünk meg, ami eredményesnek bizonyult. Ismeretlen eredetű szepszis azonban kisvártatva újfent felborította az addig elért egyensúlyi állapotot, fent részletezett laborparaméterei romlottak, átmenetileg gyógyszeres keringéstámogatást igényelt. Széles spektrumú antibiotikum hatására az infekció végül szanálódott, hemodinamikai paraméterei normalizálódtak. 17 000 pg/ml-es értéken tetőző proBNP-je nagyságrendileg ugyan nem változott, csak 12 500-ig csökkent, de TTE egyértelműen javuló, igaz továbbra is jelentősen károsodott szisztolés balkamra-funkciót igazolt (1. táblázat e oszlop).



1. ÁBRA. Röntgenfelvétel a TAVI közben a billentyű kihelyezése után

Az eredetileg tervezetthez képest csaknem három héttel később érkezett el a TAVI optimális időpontja. Intratrachealis altatásban ultrahang- és röntgenvezérelte jobb a. femoralis behatolásból ideiglenes pacemaker védelmében Confida-vezetődrót segítségével aortapozícióba Medtronic Evolut R 34 mm-es billentyűt implantáltunk 6 mm-es mélységben (1. ábra). Megfelelő hemodinamikai, angiográfiás és TEE-eredményt értünk el, a szisztolés gradiens megszűnt, kezelendő paravalvularis leak nem maradt. A koronáriák telődtek. A behatolási kaput dedikált eszközzel szövődménymentesen zártuk. Az intervenciót követően átmenetileg komplett pitvar-kamrai blokk lépett fel, pacemaker-ritmus mellett kifogástalan volt a hemodinamika, majd 3 nappal később visszatért saját ritmusa, sinusritmus és pitvari flutter váltakozott, komplett bal Tawara-szár-blokkal vezetődött. Reszinkronizációs kezelés mellett döntöttünk, a TAVI utáni 5. napon az iszkémiás szívbetegségre és a csökkent szisztolés balkamra-funkcióra tekintettel biventricularis implantábilis kardioverter-defibrillátor-beültetést végeztünk szövődménymentesen. Obszervációja ezt követően már jelentős esemény nélkül telt, jobbszívfél-elégtelenség tünetei nem tértek vissza, az elbocsátása előtt végzett TTE 30%-os bal kamrai EF-et, jó műbillentyű-funkciót igazolt és nem mutatkozott sem valvularis, sem paravalvularis aortabillentyű-regurgitáció (1. táblázat f oszlop).

A változó átvezetésű pitvari flutter definitív kezelése azonban még szükséges volt, amit az altatás esetleges szövődményét kerülendő ablációval terveztünk megoldani, az ICD-implantációra tekintettel, néhány héttel halasztva. A beavatkozást röviddel megelőző TTE ismét romló szisztolés balkamra-funkciót igazolt, amit



2. ÁBRA. Bal kamrai EF a fél éves kontroll alkalmával



3. ÁBRA. Bal kamrai EF az egy éves kontroll alkalmával

tachyarrhythmia következményének tartottunk (1. táblázat g oszlop); klinikai állapota ezúttal számottevően nem romlott. Elektroanatómiai térképezést követően sikeres jobb pitvari atípusos flutterablációt végeztünk. Újabb hónap elteltével TTE még nem mutatott érdemi változást (1. táblázat h oszlop), azonban a TAVI-t követő fél éves kontroll során a perzisztáló balkamra-dilatáció mellett is jelentős javulást tapasztaltunk, bal kamrai EF-jét a korábbi 25%-kal szemben 49%-nak mértük (1. táblázat i oszlop, 2. ábra). ProBNP-je ugyanakkor 1550 pg/ml volt, funkcionális stádiuma NYHA II. Az elért eredmény tartósnak bizonyult, az egy éves ellenőrzés alkalmával nem tapasztaltunk visszaesést sem klinikai állapotában, sem az echokardiográfiás paraméterekben, sőt, a jobbkamra-bázis szisztolés elmozdulásának (tricuspid annular plane systolic excursion, TAPSE) értéke normalizálódó jobbkamra-funkció, a növekvő két-dimenziós globális longitudinális strain (BK 2D GLS) pedig valamelyest tovább javuló balkamra-kontraktilitás mellett szólt (1. táblázat j oszlop, 3. ábra). Hospitalizációt a flutterabláció óta nem igényelt.

Megbeszélés

Noha az implantáció technikáját illetően egyre kevésbé, a társuló betegségek által megkívánt komplex perioperatív menedzsment miatt napjainkban is nagy kihívást jelenthet a súlyos aortabillentyű-szűkülettel élő betegek TAVI-val történő kezelése. Esetünkben objektív ok miatt az intervencióra nem kerülhetett sor az arra leginkább megfelelő márciusi időpontban, a beteg intézetünkbe történő ismételt, júniusi felvételekor pedig már olyannyira előrehaladott és progresszív volt a szisztolés balkamra-funkció romlása, hogy még a tervezett billentyűimplantáció előtt heveny jobbszívfél-elégtelenségbe torkollott. Nem tisztázott egyértelműen, hogy ebben a helyzetben mi az optimális terápiás stratégia, mindenesetre a dekompenzált AS miatti sürgős/sürgető TAVI vagy ballonos aortabillentyű-tágítás (BAV) a

többnyire viszonylag kis esetszámú közlések alapján járható útnak tűnik (3–6), még ha a prognózis ilyen kondíciók esetén rosszabb is, mint elektív beavatkozásoknál, és a BAV inkább csak áthidaló kezelésre alkalmas a kívánt állapotjavulásig és későbbi döntéshozatalig (billentyűimplantáció vs. gyógyszeres/palliatív terápia). Esetünkben a döntést heveny jobbszívfél-elégtelenség is befolyásolta, aminek a sürgős/sürgető TAVI rövid és hosszú távú kimenetelére gyakorolt hatása nem ismert; a jobbkamra-diszfunkció következménye elektív TAVI esetén is meglehetősen ellentmondásos (7–10). Klinikánkon a strukturális intervenciókat ez időben intratrachealis narkózisban végeztük, az ezzel járó rizikóval is számolva az azonnali TAVI-t el kellett vetnünk. A kevésbé megterhelő BAV-ot a rapid pace szélsőségesen alacsony EF és heveny jobbszívfél-elégtelenség miatti, potenciálisan kontrollálhatatlan hemodinamikai hatásától tartva szintén nem kockáztattuk, azt csak ultimium refugium, kardiogén sokk bekövetkeztekor végeztük volna el, azonban a beteg vérgáz-paraméterei – beleértve a laktátszintet is – fiziológiás tartományon belül maradtak, így számottevő globális hipoperfúzió kizárható volt. Inotróp terápiát kezdtünk azt célozva, hogy szívelégtelenségét rövidtávon kontrolláljuk, igaz, nem lehettünk benne biztosak, hogy a beteg rendelkezik még számottevő kontraktilis rezervvel, hiszen ekkor már LFLG AS állt fenn. Az ezen körkép miatt elektíven végzett TAVI hosszú távú eredményét a kontraktilis rezerv megléte vagy hiánya némileg meglepő módon összességében nem befolyásolja (11, 12), valószínűleg azért, mert az utóterhelés jelentős csökkenése mindkét esetben jótékony hatású. Az esetünknek megfelelő speciális betegcsoportban (nagyon súlyosan csökkent szisztolés balkamra-funkció, 20% alatti EF) viszont az American College of Cardiology jelenleg csak kontraktilis rezerv megléte esetén javasolja SAVR/TAVR elvégzését, anélkül az egyelőre kisszámú és kedvezőtlen eredményű, bár még a TAVI-éra előttről származó vizsgálatokra alapozva mindössze gyógyszeres kezelést, esetleg BAV-ot (13). A levosimendanterápia ez

úttal eredményesnek bizonyult, a beteg dekompenzációja jelentősen mérséklődött, EF-je látványosan nőtt, így alkalmassá vált a TAVI-ra, amely rutinszerűen, már jelentős kockázat nélkül volt elvégezhető. Rehabilitációját ugyan szívritmus- és vezetési zavar hátráltatta és az előbbi következtében szisztolés balkamra-funkciója a két hónapos kontroll idejére még nem mutatott további javulást, azonban a fél- és egyéves ellenőrzés során a bal kamrai szegmentumok az inferior fal és septum kivételével mindenütt normokinetikusak voltak. Bár a jobb kamrai szisztolés funkció a TAVI-t követő évben jellemzően nem javul (10), ez esetben öröndetes módon ennek ellenkezőjét tapasztaltuk.

Következtetések

Az optimális perioperatív ellátással kiegészülő katéteres aortabillentyű-implantáció súlyos, heveny szív-elégtelenség esetén is lehetőséget biztosít az aortabillentyű-szűkület definitív kezelésére.

Nyilatkozat

A szerzők kijelentik, hogy az esetismertetés megírásával kapcsolatban nem áll fenn velük szemben pénzügyi vagy egyéb lényeges összeütközés, összeférhetetlenségi ok, amely befolyásolhatja a közleményben bemutatott eredményeket, az abból levont következtetéseket vagy azok értelmezését.

Irodalom

1. Elmaraezy A, Ismail A, Abushouk AI, et al. Efficacy and safety of transcatheter aortic valve replacement in aortic stenosis patients at low to moderate surgical risk: a comprehensive meta-analysis. *BMC Cardiovasc Disord* 2017; 17(1): 234. Published 2017 Aug 24. <https://doi.org/10.1186/s12872-017-0668-1>
2. Al-Abdoh A, Upadhrasta S, Fashanu O, et al. Transcatheter Aortic Valve Replacement in Low-Risk Patients: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Cardiovasc Revasc Med* 2020; 21(4): 461–466. <https://doi.org/10.1016/j.carrev.2019.08.008>
3. Abdelaziz M, Khogali S, Cotton JM, et al. Transcatheter aortic valve implantation in decompensated aortic stenosis within the same hospital admission: early clinical experience *Open Heart* 2018; 5: e000827. <https://doi.org/10.1136/openhrt-2018-000827>
4. Chen K, Polcari K, Michiko T, et al. Outcomes of Urgent Transcatheter Aortic Valve Replacement in Patients With Acute Decompensated Heart Failure: A Single-Center Experience. *Cureus* 2020; 12(9): e10425. Published 2020 Sep 13. <https://doi.org/10.7759/cureus.10425>
5. Papadopoulos K, Chrissoheris M, Halapas A, et al. Emergency TAVI in a critically ill patient: A case report. *Clin Case Rep* 2020; 9(2): 1024–1026. Published 2020 Dec 31. <https://doi.org/10.1002/ccr3.3732>
6. Bouleti C, Chauvet M, Franchineau G, et al. The impact of the development of transcatheter aortic valve implantation on the management of severe aortic stenosis in high-risk patients: treatment strategies and outcome. *Eur J Cardiothorac Surg* 2017; 51(1): 80–88. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezw211>
7. Poliacikova P, Cockburn J, Pareek N, et al. Prognostic impact of pre-existing right ventricular dysfunction on the outcome of transcatheter aortic valve implantation. *J Invasive Cardiol* 2013; 25(3): 142–145
8. Ito S, Pislaru SV, Soo WM, et al. Impact of right ventricular size and function on survival following transcatheter aortic valve replacement. *Int J Cardiol* 2016; 221: 269–274. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.07.085>
9. Koifman E, Didier R, Patel N, et al. Impact of right ventricular function on outcome of severe aortic stenosis patients undergoing transcatheter aortic valve replacement. *Am Heart J* 2017; 184: 141–147. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2016.09.018>
10. Ren B, Spitzer E, Geleijnse ML, et al. Right ventricular systolic function in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2018; 257: 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.01.117>
11. Buchanan KD, Rogers T, Steinvil A, et al. Role of contractile reserve as a predictor of mortality in low-flow, low-gradient severe aortic stenosis following transcatheter aortic valve replacement. *Catheter Cardiovasc Interv* 2019; 93(4): 707–712. <https://doi.org/10.1002/ccd.27914>
12. Maes F, Lerakis S, Barbosa Ribeiro H, et al. Outcomes From Transcatheter Aortic Valve Replacement in Patients With Low-Flow, Low-Gradient Aortic Stenosis and Left Ventricular Ejection Fraction Less Than 30%: A Substudy From the TOPAS-TAVI Registry. *JAMA Cardiol* 2019; 4(1): 64–70. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2018.4320>
13. Aortic Stenosis Writing Group, Bonow RO, Brown AS, et al. ACC/AATS/AHA/ASE/EACTS/HVS/SCA/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2017 Appropriate Use Criteria for the Treatment of Patients With Severe Aortic Stenosis: A Report of the American College of Cardiology Appropriate Use Criteria Task Force, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, American Society of Echocardiography, European Association for Cardio-Thoracic Surgery, Heart Valve Society, Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Soc Echocardiogr* 2018; 31(2): 117–147. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2017.10.020>