

指南 · 共识 · 规范

左心瓣膜术后三尖瓣反流诊疗中国
专家共识(2022 版)

国家心血管病专家委员会微创心血管外科专业委员会

通信作者:王春生 Email: wang.chunsheng@zs-hospital.sh.cn

魏来 wei.lai@zs-hospital.sh.cn

【摘要】 左心瓣膜术后远期可发生三尖瓣反流。左心瓣膜术后单纯三尖瓣反流是指在二尖瓣和/或主动脉瓣置换或成形术后远期出现单纯三尖瓣反流,而左心瓣膜不存在需要再次干预的显著病变。由于严重的三尖瓣反流影响患者的长期预后,因此需要再次外科或介入手术治疗。然而,目前瓣膜指南中对于左心瓣膜术后单纯三尖瓣反流再次行三尖瓣手术干预的时机和方式尚无明确建议。当前多种微创外科技术和介入治疗的应用可能降低了三尖瓣手术的病死率。为进一步加深对左心瓣膜术后单纯三尖瓣反流的理解、规范治疗、改善预后、促进协作,国家心血管病专家委员会微创心血管外科专业委员会牵头从发病机制、术前评估、手术干预指证、外科手术、介入手术、围手术期管理等方面撰写了本专家共识。

DOI:10.3760/cma.j.cn112434-20230425-00097

2022 CMICS expert consensus on the management of isolated tricuspid regurgitation after left-sided valve surgery

Chinese Minimally Invasive Cardiovascular Surgery Committee

Corresponding author: Wang Chunsheng Email: wang.chunsheng@zs-hospital.sh.cn

Wei Lai wei.lai@zs-hospital.sh.cn

【Abstract】 Tricuspid regurgitation (TR) may occur late after left-sided valve surgery (LSVS). Isolated tricuspid regurgitation after left-sided valve surgery (iTR-LSVS) refers to isolated TR without significant lesions in the mitral and/or aortic position late after mitral and/or aortic replacement or repair. Severe TR has a negative impact on long-term prognosis and requires surgical or transcatheter treatment. However, there is no clear recommendation on when and how intervention should be performed for patients with iTR-LSVS in the current guidelines for the management of valvular heart disease. The historically high operative mortality may be reduced by current minimally invasive techniques and transcatheter therapy. To further understand iTR-LSVS, standardize the treatment, improve the prognosis, and promote the collaboration, the Chinese Minimally Invasive Cardiovascular Surgery Committee (CMICS) wrote this expert consensus on the management of iTR-LSVS from the aspects of etiology, preoperative evaluation, indications for intervention, surgical treatment, transcatheter therapy, and postoperative management.

DOI:10.3760/cma.j.cn112434-20230425-00097

随着心脏外科的不断发展,越来越多的左心瓣膜疾病通过手术得到了有效的治疗。研究发现,部分患者在远期随访过程中可出现三尖瓣反流(tricuspid regurgitation, TR)。左心瓣膜术后单纯三尖瓣反流(isolated tricuspid regurgitation after left-sided valve surgery, iTR-LSVS)是指在二尖瓣和/或主动脉

瓣置换或成形术后远期出现单纯三尖瓣反流,而左心瓣膜不存在需要再次干预的显著病变。由于严重的三尖瓣反流会导致右心衰竭、肝肾功能受损、体循环淤血等并发症,影响患者的长期预后,往往需要再次手术干预。

当前瓣膜指南中对于 iTR-LSVS 患者再次行三尖瓣手术干预的时机和方式尚无明确建议^[1-4]。以往单纯三尖瓣手术(isolated tricuspid valve surgery, iTVS)的病死率通常在 10% 左右^[5-13]。尽管缺乏高质量的前瞻性研究数据,多种微创外科技术的应用可能降低了手术病死率和并发症发生率^[11-19]。近

本文首次发表在《Reviews in Cardiovascular Medicine》2023 年第 24 卷第 5 期第 129 页, <https://doi.org/10.31083/j.rcm2405129>。本文是《2022 CMICS expert consensus on the management of isolated tricuspid regurgitation after left-sided valve surgery》文章的二次发表(全译)。

年来,随着介入技术的发展,经导管三尖瓣修复或置换也成为部分患者的可选方案^[20-21]。因此,为进一步加深对 iTR-LSVS 的理解、规范治疗、改善预后、促进协作,国家心血管病专家委员会微创心血管外科专业委员会牵头制订了本专家共识。

发病机制

三尖瓣曾经被称为“被遗忘”的瓣膜,因为三尖瓣反流通常是继发于左心瓣膜疾病,而非原发性疾病。曾经学术界普遍认为,纠正了左心瓣膜病之后三尖瓣反流会自行好转。然而,越来越多的证据表明,即使处理了左心瓣膜问题,部分患者的三尖瓣反流在远期仍会存在甚至进一步加重。

左心瓣膜术后发生三尖瓣反流的机制是多因素且复杂的^[22],目前尚未完全明确,推测可能的机制包括:(1)左心瓣膜手术时选择的人工瓣膜或成形环开口面积偏小造成相对性狭窄,导致左心房压增高,进一步引起肺动脉高压和右心室扩大,造成功能性三尖瓣反流^[23];(2)合并存在的持续性房颤造成右心房及三尖瓣瓣环的扩大^[24];(3)风湿性病变更累及到三尖瓣,导致三尖瓣瓣叶出现风湿性的增厚、挛缩、融合,引起器质性三尖瓣反流^[11];(4)前次左心瓣膜手术时未处理轻中度三尖瓣反流;或处理的方

法不恰当,如没有应用成形环等^[25];(5)起搏导线穿过三尖瓣,影响瓣叶闭合^[26];(6)合并存在的冠心病可能会导致三尖瓣反流^[27]。

鉴于此,对前次左心瓣膜手术提出如下建议:(1)在条件和技术允许的情况下尽可能行瓣膜修复;(2)如需行瓣膜置换,则尽可能选用大尺寸的人工瓣膜;(3)如三尖瓣存在轻中度反流或三尖瓣瓣环扩大,则同期行三尖瓣成形术;(4)如存在房颤,则同期行房颤消融术。

术前评估

建议术前常规进行经胸超声心动图检查,评估三尖瓣反流程度、右心房、右心室大小及功能、肺动脉压等^[28]。三尖瓣反流程度建议采用扩展分级(表 1)^[29-33]。其中,缩流颈宽度(vena contracta width, VCW)建议选取右心室流入道切面和心尖四腔心切面的两个垂直切面测量并取平均值^[34]。二维近端等速表面积法(proximal isovelocity surface area, PISA)建议进行速度校正。校正系数为 $V_{TRpeak}/(V_{TRpeak} - V_a)$, V_a 为 PISA 测量时的血流失真速度(aliasing velocity), V_{TRpeak} 为 TR 峰值流速^[35]。三维 PISA 法无需速度校正^[36]。

表 1 三尖瓣反流程度分级

评估指标	轻度反流	中度反流	重度反流	极重度反流	巨量反流
缩流颈宽度(双平面)	<3 mm	3~6.9 mm	7~13 mm	14~20 mm	≥21 mm
EROA(PISA)	<20 mm ²	20~39 mm ²	40~59 mm ²	60~79 mm ²	≥80 mm ²
3D VCA 或定量 EROA ^a	—	—	75~94 mm ²	95~114 mm ²	≥115 mm ²

注:EROA:有效反流口面积 PISA:近端等速表面积 3D VCA:三维缩流颈面积 ^a3D VCA 和定量 EROA 阈值可能比 PISA EROA 要大

心脏术后患者右心室长轴收缩功能存在不同程度下降,径向收缩存在代偿^[37]。单一指标难以准确评估患者右心室收缩功能^[38-39]。因此,建议同时测量三尖瓣瓣环平面收缩期位移(tricuspid annular plane systolic excursion, TAPSE)和右心室面积变化分数(fractional area change, FAC)。当 TAPSE 小于 16 mm 和/或 FAC 小于 0.35 时提示右心收缩功能降低。

右心导管检查是评估右心功能的重要辅助检查手段,能准确测量右心房压、右心室压、肺动脉压、肺毛细血管楔压、肺血管阻力、心输出量和心脏指数等重要的血流动力学参数。其中,心输出量、心脏指数和右心室舒张压可以反映右心室的功能。肺血管阻

力代表右心室的后负荷。在有条件的情况下,建议术前进行右心导管检查,尤其是对于右心功能差合并重度肺动脉高压的患者。值得注意的是,在重度三尖瓣反流时,超声心动图估测的肺动脉压与右心导管测得的肺动脉压存在一定程度的不一致,往往会低估或高估肺动脉压力^[40]。随着心脏磁共振成像技术的发展与推广,可能会有助于准确测量右心室容量及功能。术前还应常规检查患者的肝肾功能、凝血功能及血常规。

当出现肺毛细血管楔压大于 15 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa) 时,建议仔细评估左心瓣膜功能。如出现以下情况时,应根据患者整体情况综合判断是否需要同期处理左心瓣膜。对于二尖瓣

位,出现(1)因血管翳或瓣叶活动障碍导致二尖瓣有效开口面积小于 2.0 cm^2 ; (2)中度以上瓣周漏或中央性二尖瓣反流。对于主动脉瓣位,出现重度狭窄或关闭不全。

术前风险评估对于患者选择尤为重要。心脏外科常用的术前评分系统 STS Score 和 EuroScore II 对于 iTVS 并不适用。目前专门用于 iTVS 的术前风险评估系统有简易临床危险因素评分系统、TRI-SCORE 和 MELD 评分系统等^[41-43]。值得注意的是,三尖瓣反流患者具有巨大的异质性,不同的病因,预后截然不同^[5,11-12,44-45]。iTR-LSVS 是一类在中国较为常见而国外少见的疾病,是各类三尖瓣反流患者中预后较差的一种^[46]。上述风险评估系统对 iTR-LSVS 患者参考价值有待进一步研究。因此,建议术前对患者进行综合评估,并积累数据构建相应的风险评估系统,为手术风险评估提供客观依据^[47-48]。

手术干预指征

结合近年来相关研究进展,关于 iTR-LSVS 患者干预的指征建议如下。

- (1)左心瓣膜术后三尖瓣重度及以上反流;
- (2)左心功能良好,左心室射血分数 ≥ 0.50 ;
- (3)有右心衰症状,如腹水、胸水、胃纳差、下肢水肿等;无症状或症状较轻,但存在进行性的右心扩张和功能不全。

符合以下任意一条,均提示手术风险高。

- (1)严重的右心室功能不全,TAPSE 小于 10 mm 或 FAC 小于 0.25;
- (2)严重的肺动脉高压,肺动脉收缩压大于 60 mmHg 或肺血管阻力大于 4 Wood 单位;
- (3)淤血性肝硬化或血氨升高。

手术时机是影响患者预后的一个重要因素。由于缺乏相关证据,当前瓣膜指南中对于 iTR-LSVS 患者再次行三尖瓣手术的时机无明确建议^[1-4]。以往左心瓣膜术后患者再次三尖瓣手术的病死率较高,部分原因可能与干预时机太晚有关^[5-10]。手术干预偏晚可能造成患者术前已出现不可逆性右心室功能衰竭。尽管缺乏高质量的随机对照研究,在发生不可逆性右心功能衰竭之前尽早手术干预是目前较为公认的观点^[49]。

外科手术

手术方式的选择:外科手术方式包括三尖瓣成

形和三尖瓣置换。成形和置换的选择需要综合考虑瓣叶病变程度、三尖瓣环扩张程度、右心功能和成形可行性等。对于三尖瓣器质性病变不严重、预计可用成熟的成形技术进行可靠修复的,优先考虑三尖瓣成形。成形技术主要包括瓣环成形术、瓣叶扩大补片法、缘对缘技术、人工腱索置入术等技术^[13]。对于三尖瓣瓣叶存在明显的风湿性挛缩增厚、右心和瓣环明显扩大导致瓣叶显著拴系、预计成形难度大且效果不确切的情况下,建议行三尖瓣置换术^[12,50]。近年来国内多个心脏中心积累了一定数量的病例,两种术式的比较有待进一步长期随访数据的支持。

人工瓣膜的选择:对于行三尖瓣置换术的患者,人工瓣膜类型的选择目前仍有争议^[51]。尽管相关荟萃分析结果表明使用机械瓣和生物瓣行三尖瓣手术患者在术后早期和晚期生存率和再次手术率方面差异无统计学意义^[52-55]。然而,由于右心室和右心房压力低,机械瓣更易发生血栓形成,而且这类患者往往年龄较大,因此,对于 60 岁以上的患者推荐使用生物瓣^[12,56]。尽管目前欧美瓣膜指南对于生物瓣在三尖瓣瓣位的使用年龄尚无明确的推荐^[1-2],随着介入瓣中瓣技术的发展和普及,生物瓣的适应证可能会进一步放宽,但仍需要更多的数据进行评估^[57-58]。

手术入路的选择:对于右侧胸腔无明显粘连的患者,可能更适合行右胸第 4 肋间小切口入路、胸腔镜辅助或者全胸腔镜手术。由于三尖瓣手术后发生房室传导阻滞的比例较高,建议术前通过颈内静脉留置心内膜临时起搏导线。股动脉插管采用 Seldinger 技术。静脉引流管经股静脉至上腔静脉,不需分离套扎上下腔静脉。手术中升主动脉不阻断,且心脏不停搏。心包-右心房直接切开暴露三尖瓣。静脉引流管一般维持在 -40 mmHg 以内的负压引流可有效吸收大部分血液,结合体位的调整,可维持手术视野的清晰。手术区域充满二氧化碳,流量为 $0.5\sim 1.0\text{ L/min}$ 。对于有右肺或者胸腔手术病史,存在明显粘连的患者,可以采用正中开胸入路。如需同期处理左心瓣膜,则需综合考虑患者的基础情况和技术可行性来选择合适的手术入路。

介入手术

随着介入技术的不断发展,多种经导管三尖瓣修复和置换系统正在进行临床前或临床试验。在

已有的早期临床试验中,其安全性与有效性得到了初步验证。经导管三尖瓣修复系统包括 TriClip、PASCAL、FORMA、Trialign、Cardioband、K-Clip 等^[59-64]。经导管三尖瓣置换系统包括 NaviGate、LuX-Valve、Evoque 等^[20,65-66]。

尽管介入手术在三尖瓣反流治疗中的证据还比较有限,但是已有的数据表明介入治疗比药物保守治疗可能效果更好^[67-68]。近期一项前瞻性随机对照临床试验显示,对于重度三尖瓣反流且有症状的患者,经导管三尖瓣缘对缘修复是安全的,且大部分患者的三尖瓣反流在术后 1 年可以减少到中度及以下^[69]。尽管目前这些研究并不是聚焦于 iTR-LSVS 患者,且长期随访结果尚不明确,但是对于有症状的、不能耐受外科手术的且具有相应解剖条件的 iTR-LSVS 患者,可以考虑介入治疗^[70]。

围手术期管理

术后早期阶段是右心衰发生的高风险时期。术后右心室后负荷增加及围手术期低氧血症、高碳酸血症和酸中毒都可能加重右心衰。术后右心衰表现为体循环低血压和脏器功能不全,同时伴有右心充盈压升高。此外,患者可能出现酸中毒和混合静脉血氧饱和度降低。同时,肺动脉压和肺毛细血管楔压可能会有所升高,取决于左心室功能不全或术前肺动脉高压的严重程度。

处理右心衰的重要措施是确定患者是否有容量反应性。对于休克合并液体过负荷的患者应尽早启动肾脏替代治疗进行“负向的液体复苏”^[71]。对于低血压患者,首选去甲肾上腺素或垂体后叶素维持体循环压力。对于体循环阻力和灌注压能够耐受一定血管扩张的患者,多巴酚丁胺或米力农可以通过扩张肺动脉降低右心后负荷^[72]。应严格避免诱发肺高压的因素,在氧合和通气指标允许的范围内,应给予小潮气量机械通气。吸入一氧化氮是一种高效的局部肺血管扩张药物,通常作为常规前负荷优化或强心药物治疗下右心衰无改善时的下一阶段治疗^[73-74]。吸入性前列腺素类似物,如伊洛前列素和前列环素,也可作为顽固性右心衰的辅助治疗药物。

总结

左心瓣膜术后三尖瓣反流会影响患者的远期预后。再次手术的时机和方式对患者的预后有重要的影响,在发生不可逆性右心功能衰竭之前尽早手术

治疗是目前较为公认的观点。对于三尖瓣病变不严重、预计可用成熟的成形技术进行可靠修复的患者,优先考虑三尖瓣成形。反之,行三尖瓣置换术可能是更好的选择。微创外科技术可能有助于降低手术病死率和并发症发生率。经导管三尖瓣修复或置换手术可能在不久的将来成为治疗左心瓣膜术后三尖瓣反流的可选方案。本专家共识反映了当前该领域的基本共识,今后将定期对共识内容进行更新和完善。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO, et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines [J]. *Circulation*, 2021, 143(5): e72-e227. doi: 10.1161/cir.0000000000000923.
- [2] Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS guidelines for the management of valvular heart disease [J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(7): 561-632. doi: 10.1093/eurheartj/ehab395.
- [3] Izumi C, Eishi K, Ashihara K, et al. JCS/JSCS/JATS/JSVS 2020 guidelines on the management of valvular heart disease [J]. *Circ J*, 2020, 84(11): 2037-2119. doi: 10.1253/circj. CJ-20-0135.
- [4] Ricci F, Bufano G, Galusko V, et al. Tricuspid regurgitation management: a systematic review of clinical practice guidelines and recommendations [J]. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*, 2022, 8(3): 238-248. doi: 10.1093/ehjqcco/qcab081.
- [5] Chen J, Abudupataer M, Hu K, et al. Risk factors associated with perioperative morbidity and mortality following isolated tricuspid valve replacement [J]. *J Surg Res*, 2018, 221:224-231. doi: 10.1016/j.jss.2017.08.014.
- [6] Mao B, Sun L, Zhang J, et al. Perioperative factors associated with short- and long-term outcomes after tricuspid valve replacement [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2016, 23(6): 845-850. doi: 10.1093/icvts/ivw244.
- [7] Zack CJ, Fender EA, Chandrashekar P, et al. National trends and outcomes in isolated tricuspid valve surgery [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 70(24): 2953-2960. doi: 10.1016/j.jacc.2017.10.039.
- [8] Jang JY, Heo R, Lee S, et al. Comparison of results of tricuspid valve repair versus replacement for severe functional tricuspid regurgitation [J]. *Am J Cardiol*, 2017, 119(6): 905-910. doi: 10.1016/j.amjcard.2016.11.071.
- [9] Chang HW, Jeong DS, Cho YH, et al. Tricuspid valve replacement vs. repair in severe tricuspid regurgitation [J]. *Circ J*, 2017, 81(3): 330-338. doi: 10.1253/circj. CJ-16-0961.
- [10] Anselmi A, Ruggieri VG, Harmouche M, et al. Appraisal of long-term outcomes of tricuspid valve replacement in the current perspective [J]. *Ann Thorac Surg*, 2016, 101(3): 863-871. doi: 10.

- 1016/j.athoracsur.2015.09.081.
- [11] Chen J, Hu K, Ma W, et al. Isolated reoperation for tricuspid regurgitation after left-sided valve surgery: technique evolution [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2020, 57(1): 142-150. doi: 10.1093/ejcts/ezz160.
- [12] Chen J, Ma W, Ming Y, et al. Minimally invasive valve replacement for late tricuspid regurgitation after left-sided valve surgery [J]. *Ann Thorac Surg*, 2021, 111(5): e381-e383. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.08.091.
- [13] Chen Z, Ke Y, Xie X, et al. Beating-heart totally endoscopic tricuspid valvuloplasty in reoperative cardiac surgery [J]. *Ann Thorac Surg*, 2019, 107(1): e79-e82. doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.07.013.
- [14] Fang L, Li W, Zhang W, et al. Mid-term results and risks of isolated tricuspid valve reoperation following left-sided valve surgery [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2018, 53(5): 1034-1039. doi: 10.1093/ejcts/ezx453.
- [15] Chen C, Ge M, Ye J, et al. The risk and outcomes of reoperative tricuspid valve replacement surgery [J]. *Heart Surg Forum*, 2020, 23(5): E658-E664. doi: 10.1532/hsf.2981.
- [16] Yang L, Zhou K, Yang YC, et al. Outcomes of redo-isolated tricuspid valve surgery after left-sided valve surgery [J]. *J Card Surg*, 2021, 36(9): 3060-3069. doi: 10.1111/jocs.15694.
- [17] Dai X, Teng P, Miao S, et al. Minimally invasive isolated tricuspid valve repair after left-sided valve surgery: a single-center experience [J]. *Front Surg*, 2022, 9: 837148. doi: 10.3389/fsurg.2022.837148.
- [18] Wei S, Zhang L, Cui H, et al. Minimally invasive isolated tricuspid valve redo surgery has better clinical outcome: a single-center experience [J]. *Heart Surg Forum*, 2020, 23(5): E647-E651. doi: 10.1532/hsf.2931.
- [19] Chen J, Wei L, Wang C. The impact of minimally invasive technique on the outcomes of isolated tricuspid valve surgery [J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(19): 1926. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa966.
- [20] Sun Z, Li H, Zhang Z, et al. Twelve-month outcomes of the LuX-Valve for transcatheter treatment of severe tricuspid regurgitation [J]. *EuroIntervention*, 2021, 17(10): 818-826. doi: 10.4244/eij-d-21-00095.
- [21] Nickenig G, Weber M, Schueler R, et al. 6-month outcomes of tricuspid valve reconstruction for patients with severe tricuspid regurgitation [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(15): 1905-1915. doi: 10.1016/j.jacc.2019.01.062.
- [22] Shiran A, Sagie A. Tricuspid regurgitation in mitral valve disease incidence, prognostic implications, mechanism, and management [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 53(5): 401-408. doi: 10.1016/j.jacc.2008.09.048.
- [23] Angeloni E, Melina G, Benedetto U, et al. Impact of prosthesis-patient mismatch on tricuspid valve regurgitation and pulmonary hypertension following mitral valve replacement [J]. *Int J Cardiol*, 2013, 168(4): 4150-4154. doi: 10.1016/j.ijcard.2013.07.116.
- [24] Utsunomiya H, Itabashi Y, Mihara H, et al. Functional tricuspid regurgitation caused by chronic atrial fibrillation: a real-time 3-dimensional transesophageal echocardiography study [J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2017, 10(1): e004897. doi: 10.1161/circimaging.116.004897.
- [25] Chikwe J, Itagaki S, Anyanwu A, et al. Impact of concomitant tricuspid annuloplasty on tricuspid regurgitation, right ventricular function, and pulmonary artery hypertension after repair of mitral valve prolapse [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2015, 65(18): 1931-1938. doi: 10.1016/j.jacc.2015.01.059.
- [26] Addetia K, Harb SC, Hahn RT, et al. Cardiac implantable electronic device lead-induced tricuspid regurgitation [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2019, 12(4): 622-636. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.09.028.
- [27] Malinowski M, Proudfoot AG, Eberhart L, et al. Large animal model of acute right ventricular failure with functional tricuspid regurgitation [J]. *Int J Cardiol*, 2018, 264: 124-129. doi: 10.1016/j.ijcard.2018.02.072.
- [28] Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010, 23(7): 685-713; quiz 786-688. doi: 10.1016/j.echo.2010.05.010.
- [29] Hahn RT, Zamorano JL. The need for a new tricuspid regurgitation grading scheme [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2017, 18(12): 1342-1343. doi: 10.1093/ehjci/jex139.
- [30] Miura M, Alessandrini H, Alkhdair A, et al. Impact of massive or torrential tricuspid regurgitation in patients undergoing transcatheter tricuspid valve intervention [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2020, 13(17): 1999-2009. doi: 10.1016/j.jcin.2020.05.011.
- [31] Fortuni F, Dietz MF, Prihadi EA, et al. Prognostic implications of a novel algorithm to grade secondary tricuspid regurgitation [J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2021, 14(6): 1085-1095. doi: 10.1016/j.jcmg.2020.12.011.
- [32] Peri Y, Sadeh B, Sherez C, et al. Quantitative assessment of effective regurgitant orifice: impact on risk stratification, and cut-off for severe and torrential tricuspid regurgitation grade [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2020, 21(7): 768-776. doi: 10.1093/ehjci/jez267.
- [33] Santoro C, Marco Del Castillo A, González-Gómez A, et al. Mid-term outcome of severe tricuspid regurgitation: are there any differences according to mechanism and severity? [J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2019, 20(9): 1035-1042. doi: 10.1093/ehjci/jez024.
- [34] Song JM, Jang MK, Choi YS, et al. The vena contracta in functional tricuspid regurgitation: a real-time three-dimensional color Doppler echocardiography study [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2011, 24(6): 663-670. doi: 10.1016/j.echo.2011.01.005.
- [35] Rodriguez L, Anconina J, Flachskampf FA, et al. Impact of finite



- orifice size on proximal flow convergence. Implications for Doppler quantification of valvular regurgitation [J]. *Circ Res*, 1992, 70(5): 923-930. doi: 10.1161/01.res.70.5.923.
- [36] Chen B, Liu Y, Zuo W, et al. Three-dimensional transthoracic echocardiographic evaluation of tricuspid regurgitation severity using proximal isovelocity surface area; comparison with volumetric method[J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2020, 18(1): 41. doi: 10.1186/s12947-020-00225-y.
- [37] Maffessanti F, Gripari P, Tamborini G, et al. Evaluation of right ventricular systolic function after mitral valve repair: a two-dimensional Doppler, speckle-tracking, and three-dimensional echocardiographic study[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2012, 25(7): 701-708. doi: 10.1016/j.echo.2012.03.017.
- [38] Maus TM. TAPSE: a red herring after cardiac surgery[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2018, 32(2): 779-781. doi: 10.1053/j.jvca.2017.11.013.
- [39] Singh A, Huang X, Dai L, et al. Right ventricular function is reduced during cardiac surgery independent of procedural characteristics, reoperative status, or pericardiectomy[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2020, 159(4): 1430-1438 e1434. doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.04.035.
- [40] Lurz P, Orban M, Besler C, et al. Clinical characteristics, diagnosis, and risk stratification of pulmonary hypertension in severe tricuspid regurgitation and implications for transcatheter tricuspid valve repair[J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(29): 2785-2795. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa138.
- [41] Lapaar DJ, Likosky DS, Zhang M, et al. Development of a risk prediction model and clinical risk score for isolated tricuspid valve surgery[J]. *Ann Thorac Surg*, 2018, 106(1): 129-136. doi: 10.1016/j.athoracsur.2017.11.077.
- [42] Dreyfus J, Audureau E, Bohbot Y, et al. TRI-SCORE: a new risk score for in-hospital mortality prediction after isolated tricuspid valve surgery[J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(7): 654-662. doi: 10.1093/eurheartj/ehab679.
- [43] Färber G, Marx J, Scherag A, et al. Risk stratification for isolated tricuspid valve surgery assisted using the model for end-stage liver disease score[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2022, S0022-5223(22)00272-0. doi: 10.1016/j.jtcvs.2021.11.102. Online ahead of print.
- [44] Unterhuber M, Kresoja KP, Besler C, et al. Cardiac output states in patients with severe functional tricuspid regurgitation: impact on treatment success and prognosis[J]. *Eur J Heart Fail*, 2021, 23(10): 1784-1794. doi: 10.1002/ehf.2307.
- [45] Stocker TJ, Hertel H, Orban M, et al. Cardiopulmonary hemodynamic profile predicts mortality after transcatheter tricuspid valve repair in chronic heart failure[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021, 14(1): 29-38. doi: 10.1016/j.jcin.2020.09.033.
- [46] Dreyfus J, Flagiello M, Bazire B, et al. Isolated tricuspid valve surgery: impact of aetiology and clinical presentation on outcomes [J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(45): 4304-4317. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa643.
- [47] Chen J, Song W, Wei L. Risk stratification for isolated tricuspid valve surgery: Still on the way[J]. *JTCVS Open*, 2022, 11: 89-90. doi: 10.1016/j.xjon.2022.06.002.
- [48] Xu H, Wang H, Chen S, et al. Prognostic value of modified model for end-stage liver disease score in patients undergoing isolated tricuspid valve replacement [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 932142. doi: 10.3389/fcvm.2022.932142.
- [49] Sala A, Lorusso R, Alfieri O. Isolated tricuspid regurgitation: a plea for early correction[J]. *Int J Cardiol*, 2022, 353: 80-85. doi: 10.1016/j.ijcard.2022.01.069.
- [50] Xie XJ, Yang L, Zhou K, et al. Endoscopic repeat isolated tricuspid valve surgery after left-sided valve replacement; valvuloplasty or replacement[J]. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2021, 62(5): 515-522. doi: 10.23736/s0021-9509.21.11722-7.
- [51] Zhu X, Luo Y, Zhang E, et al. Ten-year experience of tricuspid valve replacement with the St. Jude medical valve [J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1): 16654. doi: 10.1038/s41598-018-35142-8.
- [52] Rizzoli G, Vendramin I, Nesseris G, et al. Biological or mechanical prostheses in tricuspid position? A meta-analysis of intra-institutional results[J]. *Ann Thorac Surg*, 2004, 77(5): 1607-1614. doi: 10.1016/j.athoracsur.2003.10.015.
- [53] Liu P, Qiao WH, Sun FQ, et al. Should a mechanical or biological prosthesis be used for a tricuspid valve replacement? A meta-analysis[J]. *J Card Surg*, 2016, 31(5): 294-302. doi: 10.1111/jocs.12730.
- [54] Cheng Z, Fang T, Wang D, et al. Tricuspid valve replacement: mechanical or biological prostheses? A systematic review and meta-analysis[J]. *Heart Surg Forum*, 2021, 24(2): E209-E214. doi: 10.1532/hsf.3531.
- [55] Patlolla SH, Saran N, Schaff HV, et al. Prosthesis choice for tricuspid valve replacement: Comparison of clinical and echocardiographic outcomes [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2022, S0022-5223(22)00719-X. doi: 10.1016/j.jtcvs.2022.07.003. Online ahead of print.
- [56] Liu P, Xia DS, Qiao WH, et al. Which is the best prosthesis in an isolated or combined tricuspid valve replacement? [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2021, 59(1): 170-179. doi: 10.1093/ejcts/ezaa273.
- [57] Sanon S, Cabalka AK, Babaliaros V, et al. Transcatheter tricuspid valve-in-valve and valve-in-ring implantation for degenerated surgical prosthesis[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2019, 12(15): 1403-1412. doi: 10.1016/j.jcin.2019.05.029.
- [58] Chen J, Yang Y, Song W, et al. Transcatheter tricuspid valve-in-valve implantation for degenerated surgical bioprosthesis[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2023. doi: 10.1002/ccd.30554. Online ahead of print.
- [59] Lurz P, Stephan Von Bardeleben R, Weber M, et al. Transcatheter edge-to-edge repair for treatment of tricuspid regurgitation [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 77(3): 229-239. doi: 10.1016/j.jacc.2020.11.038.
- [60] Kodali S, Hahn RT, Eleid MF, et al. Feasibility study of the tran-



- scatheter valve repair system for severe tricuspid regurgitation[J]. J Am Coll Cardiol, 2021, 77(4): 345-356. doi: 10.1016/j.jacc.2020.11.047.
- [61] Asmarats L, Perlman G, Praz F, et al. Long-term outcomes of the FORMA transcatheter tricuspid valve repair system for the treatment of severe tricuspid regurgitation: insights from the first-in-human experience[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2019, 12(15): 1438-1447. doi: 10.1016/j.jcin.2019.04.038.
- [62] Hahn RT, Meduri CU, Davidson CJ, et al. Early feasibility study of a transcatheter tricuspid valve annuloplasty: SCOUT trial 30-day results[J]. J Am Coll Cardiol, 2017, 69(14): 1795-1806. doi: 10.1016/j.jacc.2017.01.054.
- [63] Gray WA, Abramson SV, Lim S, et al. 1-year outcomes of cardioband tricuspid valve reconstruction system early feasibility study [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2022, 15(19): 1921-1932. doi: 10.1016/j.jcin.2022.07.006.
- [64] Pan W, Long Y, Zhang X, et al. Feasibility study of a novel transcatheter tricuspid annuloplasty system in a porcine model [J]. JACC Basic Transl Sci, 2022, 7(6): 600-607. doi: 10.1016/j.jacbs.2022.02.022.
- [65] Hahn RT, Kodali S, Fam N, et al. Early multinational experience of transcatheter tricuspid valve replacement for treating severe tricuspid regurgitation [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2020, 13(21): 2482-2493. doi: 10.1016/j.jcin.2020.07.008.
- [66] Fam NP, Von Bardeleben RS, Hensey M, et al. Transfemoral transcatheter tricuspid valve replacement with the EVOQUE system: a multicenter, observational, first-in-human experience [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2021, 14(5): 501-511. doi: 10.1016/j.jcin.2020.11.045.
- [67] Taramasso M, Benfari G, Van Der Bijl P, et al. Transcatheter versus medical treatment of patients with symptomatic severe tricuspid regurgitation [J]. J Am Coll Cardiol, 2019, 74(24): 2998-3008. doi: 10.1016/j.jacc.2019.09.028.
- [68] Scotti A, Coisne A, Taramasso M, et al. Sex-related characteristics and short-term outcomes of patients undergoing transcatheter tricuspid valve intervention for tricuspid regurgitation [J]. Eur Heart J, 2023, 44(10): 822-832. doi: 10.1093/eurheartj/ehac735.
- [69] Sorajja P, Whisenant B, Hamid N, et al. Transcatheter repair for patients with tricuspid regurgitation [J]. N Engl J Med, 2023. doi: 10.1056/NEJMoa2300525. Online ahead of print.
- [70] Russo G, Taramasso M, Pedicino D, et al. Challenges and future perspectives of transcatheter tricuspid valve interventions; adopt old strategies or adapt to new opportunities? [J]. Eur J Heart Fail, 2022, 24(3): 442-454. doi: 10.1002/ejhf.2398.
- [71] Tu GW, Xu JR, Liu L, et al. Preemptive renal replacement therapy in post-cardiotomy cardiogenic shock patients: a historically controlled cohort study [J]. Ann Transl Med, 2019, 7(20): 534. doi: 10.21037/atm.2019.09.140.
- [72] Arrigo M, Huber LC, Winnik S, et al. Right ventricular failure: pathophysiology, diagnosis and treatment [J]. Card Fail Rev, 2019, 5(3): 140-146. doi: 10.15420/cfr.2019.15.2.
- [73] King C, May CW, Williams J, et al. Management of right heart failure in the critically ill [J]. Crit Care Clin, 2014, 30(3): 475-498. doi: 10.1016/j.ccc.2014.03.003.
- [74] Granton J, Teijeiro-Paradis R. Management of the critically ill patient with pulmonary arterial hypertension and right heart failure [J]. Clin Chest Med, 2022, 43(3): 425-439. doi: 10.1016/j.ccm.2022.04.005.

(收稿日期:2022-04-25)

(本文编辑:刘群力)

《左心瓣膜术后三尖瓣反流诊疗中国专家共识(2022版)》编审专家名单

共识组织者:王春生(复旦大学附属中山医院) 魏来(复旦大学附属中山医院) 郑哲(中国医学科学院阜外医院) 郭惠明(南方医科大学广东省人民医院)

共识起草者(按姓氏拼音顺序排列):陈金森(复旦大学附属中山医院) 程兆云(阜外华中心血管病医院) 董丽莉(复旦大学附属中山医院) 董念国(华中科技大学同济医学院附属协和医院) 郭惠明(南方医科大学广东省人民医院) 郭克芳(复旦大学附属中山医院) 郭应强(四川大学华西医院) 黄焕雷(南方医科大学广东省人民医院) 姜胜利(中国人民解放军总医院) 李飞(华中科技大学同济医学院附属协和医院) 李欣(复旦大学附属中山医院) 刘金平(武汉大学中南医院) 刘立明(中南大学湘雅二医院) 柳克祥(吉林大学第二医院) 陆方林(上海市第一人民医院) 马量(浙江大学医学院附属第一医院) 马增山(山东大学齐鲁医院) 梅举(上海交通大学医学院附属新华医院) 乔晨晖(郑州大学第一附属医院) 孙立忠(上海德达医院) 陶凉(武汉亚洲心血管病医院) 屠国伟(复旦大学附属中山医院) 万松(香港威尔斯亲王医院) 王春生(复旦大学附属中山医院) 王东进(南京鼓楼医院) 王辉山(中国人民解放军北部战区总医院) 魏来(复旦大学附属中山医院) 魏民新(香港大学深圳医院) 徐建军(南昌大学第二附属医院) 徐学增(空军军医大学西京医院) 薛松(上海交通大学医学院附属仁济医

院) 郑哲(中国医学科学院阜外医院)

共识专家组(按姓氏拼音顺序排列):陈保富(台州市中心医院) 陈寄梅(南方医科大学附属广东省人民医院) 陈金森(复旦大学附属中山医院) 陈良万(福建医科大学附属协和医院) 陈鑫(南京市第一医院) 陈彧(北京大学人民医院) 程兆云(阜外华中心血管病医院) 董爱强(浙江大学医学院附属第二医院) 董丽莉(复旦大学附属中山医院) 董念国(华中科技大学同济医学院附属协和医院) 符伟国(复旦大学附属中山医院) 高峰(徐州市第三人民医院) 葛建军(中国科学技术大学附属第一医院) 葛圣林(安徽医科大学第一附属医院) 谷天祥(中国医科大学附属第一医院) 郭惠明(南方医科大学附属广东省人民医院) 郭克芳(复旦大学附属中山医院) 郭应强(四川大学华西医院) 韩涛(福建省立医院) 黄焕雷(南方医科大学附属广东省人民医院) 姜楠(天津市胸科医院)

姜胜利(中国人民解放军总医院) 蒋树林(哈尔滨医科大学附属第二医院) 孔烨(上海市胸科医院) 李飞(华中科技大学同济医学院附属协和医院) 李守军(中国医学科学院阜外医院) 李欣(复旦大学附属中山医院) 李亚雄(昆明市延安医院) 梁贵友(遵义医科大学附属医院) 凌云鹏(北京大学第三医院) 刘季春(南昌大学第二附属医院) 刘金平(武汉大学中南医院) 刘立明(中南大学湘雅二医院) 刘盛(中国医学科学院阜外医院) 刘苏(河北医科大学第二医院) 柳德斌(海南省人民医院)

柳克祥(吉林大学第二医院) 陆方林(上海市第一人民医院) 马量(浙江大学医学院附属第一医院) 马增山(山东大学齐鲁医院) 梅举(上海交通大学医学院附属新华医院) 孟旭(首都医科大学附属北京安贞医院) 倪一鸣(浙江大学医学院附属第一医院) 潘湘斌(中国医学科学院阜外医院) 乔晨晖(郑州大学第一附属医院) 邵国丰(宁波市医疗中心李惠利医院) 邵永丰(江苏省人民医院) 沈振亚(苏州大学附属第一医院) 舒畅(中国医学科学院阜外医院) 孙立忠(上海德达医院) 陶凉(武汉亚洲心血管病医院) 屠国伟(复旦大学附属中山医院) 万松(香港威尔斯亲王医院)

王春生(复旦大学附属中山医院) 王东进(南京鼓楼医院) 王辉山(中国人民解放军北部战区总医院) 王平凡(河南省胸科医院) 王嵘(中国人民解放军总医院) 王巍(中国医学科学院阜外医院) 魏来(复旦大学附属中山医院) 魏民新(香港大学深圳医院) 魏翔(华中科技大学同济医学院附属同济医院) 翁国星(福建省立医院)

吴起才(南昌大学第一附属医院) 肖颖彬(陆军军医大学第二附属医院) 谢斌(南方医科大学附属广东省人民医院) 谢琦(福建省立医院) 邢泉生(青岛妇女儿童医院) 徐建军(南昌大学第二附属医院) 徐学增(空军军医大学西京医院) 徐志云(海军军医大学第一附属医院) 薛松(上海交通大学医学院附属仁济医院) 杨苏民(青岛大学附属医院) 尤斌(首都医科大学附属北京安贞医院) 俞世强(空军军医大学西京医院) 张海波(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心) 张希全(山东大学齐鲁医院) 张晓慎(暨南大学附属第一医院) 张泽伟(浙江大学医学院附属儿童医院)

赵强(上海交通大学医学院附属瑞金医院) 郑哲(中国医学科学院阜外医院)

钟前进(陆军特色医学中心)

