

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.04.001
文章编号: 1005-8982 (2025) 04-0001-05

专家述评

功能性三尖瓣关闭不全的治疗现状*

祝岩, 王辉山

(中国人民解放军北部战区总医院 心胸大血管外科, 辽宁 沈阳 110016)



专家简介

祝岩, 现任北部战区总医院心脏血管外科五病区主任, 副主任医师, 副教授, 硕士研究生导师, 博士后, 亚洲心脏瓣膜学会中国分会委员, 中国研究型医院心脏瓣膜疾病专业委员会委员, 中国研究型医院房颤防治专业委员会委员, 全军器官移植协会青年委员, 辽宁省生命科学学会心血管疾病分会副主任委员, 辽宁省器官移植专业委员会委员, 辽宁省医疗事故鉴定委员会专家, 辽宁省医保局专科疾病评定专家。

从事心血管外科专业近30年, 在心脏瓣膜疾病、成人先天性心脏病、心律失常外科治疗、缩窄性心包炎的外科治疗及心脏肿瘤等方面做过大量工作, 具有较为丰富的临床经验。每年主刀各种心脏外科手术700余例, 治疗范围包括风湿和退行性瓣膜病变、感染性心内膜炎、冠心病的外科治疗, 成人先天性心脏病, 各种心脏肿瘤, 缩窄性心包炎、心脏外伤等, 疗效满意。在科研方面作为第一作者承担全军、省级科技攻关课题10项, 作为主要完成人参与国家、全军及省级课题8项。发表文章30余篇, 其中, SCI 10篇。主编专著1部, 参编专著6部, 全国研究生及专科医师培训教材2部, 心脏专科教学手术录像2部, 参与设计并建立心血管疾病专科数据库, 获辽宁省科技进步三等奖2项, 发明专利2项。

摘要: 临床对功能性的三尖瓣关闭不全(FTR)并没有足够重视, 总是期望其随着左心系统疾病的治愈而自愈。目前随着对右心系统功能、病变等认识的不断进步, FTR被认为是心脏疾病发病率和病死率升高的重要原因, 临床治疗也越来越积极和主动。该文从三尖瓣解剖结构、左心系统疾病对其的影响等方面分析了FTR产生的原因, 描述出现FTR后的临床表现, 比较FTR严重程度的判定和测量标准, 阐明FTR的预后, 并总结当前临床FTR的主要治疗手段。提出FTR是其他疾病在不断进展的过程中引发的右心系统继发性改变等综合因素, 导致三尖瓣出现一种相对独立的、新的病变。希望能引起心脏外科医生们的重视, 并尽早进行适当的外科干预。

关键词: 三尖瓣关闭不全; 三尖瓣反流; 肺动脉高压; 三尖瓣形成环

中图分类号: R654.2

文献标识码: A

Current status of treatment for functional tricuspid regurgitation*

Zhu Yan, Wang Hui-shan

(Department of Cardiothoracic and Vascular Surgery, General Hospital of Northern Theater Command of

收稿日期: 2024-04-17

* 基金项目: 国家自然科学基金(No:82170328)

[通信作者] 王辉山, E-mail: 13309888139@163.com; Tel: 13309888139

the People's Liberation Army of China, Shenyang, Liaoning 110016, China)

Abstract: Clinical attention to functional tricuspid regurgitation (FTR) has been insufficient, with a common expectation that it will resolve spontaneously following the treatment of left heart diseases. With the ongoing advancements in understanding the right heart function and pathology, FTR is now recognized as a significant contributor to increased morbidity and mortality among cardiac diseases. As a result, clinical treatment for FTR has become increasingly proactive and aggressive. This review analyzes the causes of FTR from perspectives such as the anatomical structure of the tricuspid valve and the impact of left heart diseases. It describes the clinical manifestations of FTR, compares the criteria and measurement standards for assessing its severity, clarifies its prognosis, and summarizes the main clinical treatment approaches currently available for FTR. We propose that FTR is a relatively independent and emerging pathological condition of the tricuspid valve, resulting from secondary changes in the right heart caused by the progressive development of other diseases. We hope to draw the attention of cardiac surgeons to this condition and advocate for timely and appropriate surgical intervention.

Keywords: tricuspid insufficiency; functional tricuspid regurgitation; pulmonary hypertension; tricuspid annuloplasty ring

三尖瓣关闭不全(tricuspid insufficiency, TR)是心脏外科医生经常会遇到的情况。中度以上的TR是否处理几乎无争议,但是病理形态无明显改变的TR,尤其是功能性的三尖瓣关闭不全(functional tricuspid regurgitation, FTR)术中是否需要处理、如何处理、预后及病情演变存在很多争议^[1-2]。近几年随着外科医生对三尖瓣功能和作用的认知不断加深,既往认为FTR在左心系统脏外科手术中无需处理也会随着术后左心功能改善而好转或者消失的观点,正在不断被修正^[3],处理的方式也多种多样。在此笔者介绍一下个人认识及中国人民解放军北部战区总医院心胸大血管外科对FTR的处理原则和方式。

1 FTR出现的原因

TR在分类上可以分为原发瓣叶性TR和继发非瓣叶性TR。其中继发非瓣叶性TR又可以分为心室继发性TR和心房继发性TR^[4]。然而FTR在此分类上却很难判断属于上述2种继发性TR中的哪一种。因为引起FTR的诸多病因经常是同时对右心房、右心室产生影响,最终都会导致三尖瓣环扩张、右心室扩张与右心衰竭而引发FTR。

FTR与三尖瓣环关系密切主要是因为三尖瓣的位置、构成结构与功能属性^[5]。从形态上看,三尖瓣环是一个大的、复杂的、动态变化的,类似于椭圆或者马鞍形的三维结构^[6]。巨大的体积使三尖瓣环扩张超过自身的40%,临床上就可能出现显著的三尖瓣反流。而二尖瓣环要扩张到>75%才可能出现二尖瓣反流^[7-8]。在瓣环的组织结构上,三尖瓣环并不是一个完整的骨性/纤维性环,甚至通常情况下都不

能构成一个完整环。这使三尖瓣环对附着瓣叶的限位作用下降,更不能限制瓣环自身向外扩张^[9]。而且三尖瓣的3个瓣叶所附着的每一段瓣环在向外扩张过程中,扩张程度是不一样的。三尖瓣后瓣环因为在空间上离心脏纤维骨架系统最远,自身的纤维结构又很薄弱,因而扩张最大。膈瓣环附着于室间隔上,扩张有限。前瓣叶扩张程度居中。三尖瓣环扩张还会导致空间结构扁平化。失去鞍形结构的三尖瓣环在功能上更不利于闭合^[10]。最后,三尖瓣通常有≥3个瓣叶,每个瓣叶通过不同的乳头肌把自己锚定在右心室的3个心室壁上。因而3个瓣叶的启闭状态特别容易受到右心室3个心室壁不同的运动状态影响。这样整个右心室不同区域运动状态必然会影响三尖瓣3个瓣叶的功能状态,从而影响三尖瓣闭合的严密程度^[11]。长时间三尖瓣闭合不严又会加重右心室和三尖瓣环扩张。瓣环扩张导致3个瓣叶向三尖瓣对合相反方向牵拉,对合面积减少,对合高度下降。当瓣环扩张到一定程度,对合高度消失,瓣叶间出现裂隙,三尖瓣开始出现反流。三尖瓣环扩张又会严重影响三尖瓣闭合。还有一个“乳头肌迁移”理论从右心室扩张的角度解释了FTR的机制^[11-12]。

伴随左心系统疾病出现的FTR意味着三尖瓣的闭合系统平衡被打破。TR演变成一个脱离左心系统的独立疾病。导致FTR的常见左心系统疾病包括:二尖瓣狭窄、二尖瓣关闭不全、主动脉瓣狭窄、主动脉瓣关闭不全及联合瓣膜病等。这些疾病都有一个共同特点,即都会引起肺动脉高压。肺动脉高压是导致FTR很重要的一个因素。无论什么原因引起肺动脉压力进行性升高,都会导致右心房、右

心室扩张、右心衰竭,进而影响三尖瓣环大小、形态、三维立体结构、瓣叶对合、腱索拴拽等^[13]。此外,FTR还有一个很重要的诱因就是长期心房颤动(atrial fibrillation, AF)。长期AF将导致三尖瓣瓣环扩张。而节律控制治疗可缩小左、右心房体积,从而改善TR。

2 FTR的表现、诊断与测量评价

与其他瓣膜疾病一样,FTR患病率随着年龄的增长而升高。女性FTR发病率是男性的4倍以上,女性成为TR病情严重程度和进展速度的独立预测因素^[14]。尽管FTR患者往往合并右心室功能受损,但不一定立即出现相应的症状。FTR病程较久或者重度TR患者才会表现为慢性右心衰竭的体征和症状,包括:①体液潴留,以颈静脉为代表的外周静脉压升高,周围水肿和胸水、腹水,全身水肿,肠吸收减少和消化道淤血引起的恶心;②心脏储备降低,导致运动耐受不良、呼吸困难和心脏功能下降;③心排血量减少,伴有终末器官静脉充血和灌注不足联合导致的进行性终末器官损伤^[15]。

由于右心室的顺应性大,目前还没有一种可靠的、基于右心室容积/体积与心室功能之间相互关系来判断FTR的方法。目前临床诊断FTR主要还是依赖经胸或经食道的心脏超声对TR程度的评价。超声对TR程度(定性、半定量或完全定量)判定的理论依据和经验都是来自于超声对二尖瓣反流的判定经验和标准^[16]。但这两种瓣膜无论是在瓣叶开口形状、瓣环立体结构、瓣下组织结构、连接的心室等方面都有巨大的不同。有报道称可以利用TR有效开口面积来判定瓣膜反流的严重程度^[17]。但这种方法可重复性差,最终结果容易受到呼吸、容量、心律和心率、右心室前后负荷等功能状态等的影响。心脏磁共振显像被认为是评估右心室大小和容积的参考标准之一,也可用于量化TR的严重程度。当超声心动图评估不理想或TR患者超声心动图分级与临床表现不一致时,提示应进行心脏MRI检查。一项全面的心脏MRI研究还可量化心脏重构(包括心房和心室),并有助于了解TR的机制^[18]。

笔者认为对FTR的判断和考虑,不应该仅仅关注于TR的严重程度,特别是当FTR或TR并不是那么严重的情况下,应同时关注三尖瓣环直径的大小、瓣叶对合情况、瓣环扁平化程度,瓣下腱索对瓣叶拴拽程度,和/或右心室扩张程度和右心衰竭程

度,肺动脉压力情况及心脏功能等,来考虑和处理FTR才是正确的决策体系。

3 FTR的预后

两项针对三尖瓣膜重度反流患者的研究发现,重度TR治疗与不予治疗患者1年的全因病死率分别为36%和42%^[19]。与轻度或没有TR的人相比,中度或重度TR患者在校正年龄和性别后,全因病死率死亡风险后者较前者增加了2.0~3.2倍^[14-19]。最近一项研究甚至证明中度以上的TR导致全因病死率的增加甚至高过主动脉瓣和二尖瓣疾病^[20]。

4 FTR的治疗

MURARU等^[21]认为只要是三尖瓣存在瓣环扩张就一定需要干预性治疗,外科对TR的修复主要有两种方法:三尖瓣环成形术和/或三尖瓣环缝合成形术(最常见的是Kay's和DeVega修复)。两种技术目的都是纠正和预防瓣环扩张。Kay's修复和DeVega修复或改良DeVega修复术后早期TR治疗效果满意,但几年后并不能保证手术效果的持续。其失败的原因主要是三尖瓣环会继续扩张及缝线对三尖瓣环组织的切割^[22]。人工三尖瓣环植入是目前外科处理FTR最主流的做法。其目的是通过硬性或半硬性环内缝合来重塑或永久固定三尖瓣瓣环收缩位置,矫正三尖瓣瓣环扩张,缩小环的开口面积,同时恢复三尖瓣瓣环正常的三维几何形状,纠正其不对称扩张和扁平化^[23]。与缝合瓣环成形术相比,环形瓣环成形术将三尖瓣修复的效果及持久性显著延长。三尖瓣成形环有半刚性环、全刚性环等区别。有文献表明,95%患者术后数年内将不再出现中度或重度TR^[24]。之所以引入半刚性环,是因为使用刚性环会有三尖瓣瓣环撕裂之虞,半刚性环可能降低这一并发症的风险。但后者的三尖瓣环塑性效果欠佳,也会影响长期修复效果。修复手术中要关闭大的、瓣叶间的开窗和瓣叶间的裂隙,需要辅助瓣叶修复技术。当瓣下腱索存在大量的瓣叶拴拽时,可能需要瓣叶补片增加对合面积、Gore-Tex缝线作为人工腱索等来实现合格和持久的修复^[25]。针对三尖瓣的介入治疗目前正方兴未艾。各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,其早期安全性和可行性已经得到证实。但经导管三尖瓣修复的初步可行性研究显示其疗效暂时有限。虽然经导管边缘对边缘修复可能短期缓解重度FTR,但这对于

治疗目标为治愈的患者是不够的,因为功能性TR的长期治疗效果主要取决于持久的三尖瓣环成形术。尽管在经皮治疗TR领域的证据相对有限,但经导管治疗可能比单纯药物治疗有更多的获益^[26-28]。对有临床症状,但是存在常规手术治疗禁忌证或风险高、解剖条件合适的患者,可以考虑经导管治疗^[29]。

外科医生在选择治疗策略时,应综合考虑瓣叶病理损伤和三尖瓣环扩张的严重程度、右心功能和修复的可行性。三尖瓣修复是FTR轻微患者的首选,以及那些希望通过可靠的修复技术获得良好结果的患者。相比之下,三尖瓣置换可能适用于右心室功能障碍、三尖瓣环严重扩张,以及那些即使经过复杂的修复也可能有不确定结果的患者^[30-31]。三尖瓣置换术可将>90%患者的三尖瓣反流程度减轻至轻度及以下^[32]。决定瓣膜置换后,假体瓣的选择也需要仔细考虑。相关荟萃分析显示,在TR术后生存率或再手术率方面,机械瓣和生物瓣之间无统计学意义^[33]。中国人民解放军北部战区总医院心胸大血管外科因为考虑到三尖瓣位置的机械瓣膜存在较高的瓣膜血栓形成风险,且需要进行三尖瓣置换的患者通常年老体弱,因此当患者年龄>60岁时,生物瓣可能更多地被使用。

5 术后管理

FTR术后早期是右心衰竭的高危期之一。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可能加重右心衰竭^[34-35]。右心衰竭临床表现包括全身低血压、器官功能障碍和右心室充盈压升高^[36],患者还可能出现酸中毒和混合静脉血氧饱和度下降,而肺动脉压和肺毛细血管楔压升高取决于左心室功能障碍或术前肺动脉高压的严重程度。

6 三尖瓣的再次手术

三尖瓣修复术后再次手术目前尚无明确的标准,因为需要考虑肺动脉压力、右心室功能、每搏量、肝和肾功能等。重度TR再次手术率不能被认为是TR手术研究中的一个有效终点,因为其太主观,而且取决于临床医生的观点和态度^[23]。同时其他可能导致FTR进展为重度TR的因素也应加以考虑,如未治疗或新发心房颤动、残余或复发性MR相关的毛细血管后肺动脉高压或持续性左心室功能障碍^[37]。如果三尖瓣叶存在明显的瓣叶拴拽,则建议

扩大三尖瓣前瓣叶,以确保良好的长期效果并避免TR复发。三尖瓣再手术的病死率相对较高,这可能与持续或复发性心力衰竭有关^[48-39]。

综上所述,FTR并不是一种瓣膜疾病,而是其他疾病在不断进展引起三尖瓣瓣环扩大、右心室扩张、右心室心功能衰竭,瓣叶对合不良,腱索拴拽等综合因素导致三尖瓣出现的一种畸形或者畸变。其降低了生存率,不利于心脏功能彻底恢复,并导致器官功能障碍。TR目前无有效的治疗药物,因此早期有必要进行适当的外科干预。

参考文献:

- [1] PATEL K M, KUMAR N S, NEUBURGER P J, et al. Functional tricuspid regurgitation in patients with chronic mitral regurgitation: an Evidence-Based narrative review[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2022, 36(6): 1730-1740.
- [2] DU Y, GÖSSL M, GARCIA S, et al. Natural history observations in moderate aortic stenosis[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2021, 21(1):108.
- [3] MCCARTNEY S L, TAYLOR B S, NICOARA A. Functional tricuspid regurgitation in mitral valve disease[J]. Semin Cardiothorac Vasc Anesth, 2019, 23(1): 108-122.
- [4] HAHN R T, THOMAS J D, KHALIQUE O K, et al. Imaging assessment of tricuspid regurgitation severity[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2019, 12(3): 469-490.
- [5] DAHOU A, LEVIN D, REISMAN M, et al. Anatomy and physiology of the tricuspid valve[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2019, 12(3): 458-468.
- [6] BARZIN A. Heart failure: right-sided heart failure[J]. FP Essent, 2021, 506: 27-30.
- [7] HIBINO M, DHINGRA N K, CHAN V, et al. Stage-based approach to predict left ventricular reverse remodeling after mitral repair[J]. Clin Cardiol, 2022, 45(9): 921-927.
- [8] 马云鹏, 齐胤尊, 刘瑞生. 胸腔镜辅助下右胸小切口行二尖瓣成形术同期三尖瓣成形术的疗效及安全性研究[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(14): 77-82.
- [9] HAHN R T, WECKBACH L T, NOACK T, et al. Proposal for a standard echocardiographic tricuspid valve nomenclature[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2021, 14(7): 1299-1305.
- [10] ADDETIA K, MURARU D, VERONESI F, et al. 3-Dimensional echocardiographic analysis of the tricuspid annulus provides new insights into tricuspid valve geometry and dynamics[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2019, 12(3): 401-412.
- [11] YAMANE K, TAKAHASHI Y, FUJII H, et al. Histology of the tricuspid valve annulus and right atrioventricular muscle distance[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2022, 35(2): ivac175.
- [12] HAMPEL G A, OLEWNIK Ł, IWANAGA J, et al. An unusual origin of a papillary muscle of the right ventricle[J]. Morphologie, 2023, 107(356): 147-150.
- [13] GUTA A C, BADANO L P, TOMASELLI M, et al. The

- pathophysiological link between right atrial remodeling and functional tricuspid regurgitation in patients with atrial fibrillation: a three-dimensional echocardiography study[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2021, 34(6): 585-594.e1.
- [14] OFFEN S, PLAYFORD D, STRANGE G, et al. Adverse prognostic impact of even mild or moderate tricuspid regurgitation: insights from the national echocardiography database of Australia[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2022, 35(8): 810-817.
- [15] MUTLAK D, KHALIL J, LESSICK J, et al. Risk factors for the development of functional tricuspid regurgitation and their Population-Attributable fractions[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2020, 13(8): 1643-1651.
- [16] TOPILSKY Y, MALTAIS S, MEDINA INOJOSA J, et al. Burden of tricuspid regurgitation in patients diagnosed in the community setting[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2019, 12(3): 433-442.
- [17] KONG F W, CABALLERO A, MCKAY R, et al. Finite element analysis of MitraClip procedure on a patient-specific model with functional mitral regurgitation[J]. *J Biomech*, 2020, 104: 109730.
- [18] BADANO L P, CARAVITA S, RELLA V, et al. The added value of 3-dimensional echocardiography to understand the pathophysiology of functional tricuspid regurgitation[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2021, 14(3): 683-689.
- [19] ITZHAKI BEN ZADOK O, SAGIE A, VATURI M, et al. Long-term outcomes after mitral valve replacement and tricuspid annuloplasty in rheumatic patients[J]. *Ann Thorac Surg*, 2019, 107(2): 539-545.
- [20] TUNG M, NAH G, TANG J, et al. Valvular disease burden in the modern era of percutaneous and surgical interventions: the UK biobank[J]. *Open Heart*, 2022, 9(2): e002039.
- [21] MURARU D, BADANO L P, HAHN R T, et al. Atrial secondary tricuspid regurgitation: pathophysiology, definition, diagnosis, and treatment[J]. *Eur Heart J*, 2024, 45(11): 895-911.
- [22] KIM W K, KIM S E, YOO J S, et al. Impact of valve repair on mild tricuspid insufficiency in rheumatic mitral surgery[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2023, 165(4): 1374-1383.e7.
- [23] BRESCIA A A, WARD S T, WATT T M F, et al. Outcomes of guideline-directed concomitant annuloplasty for functional tricuspid regurgitation[J]. *Ann Thorac Surg*, 2020, 109(4): 1227-1232.
- [24] HAHN R T, BADANO L P, BARTKO P E, et al. Tricuspid regurgitation: recent advances in understanding pathophysiology, severity grading and outcome[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2022, 23(7): 913-929.
- [25] 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.
- [26] WANG T K M, AKYUZ K, MENTIAS A, et al. Contemporary etiologies, outcomes, and novel risk score for isolated tricuspid regurgitation[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2022, 15(5): 731-744.
- [27] GIRGIS R E, LOYAGA-RENDON R, MURPHY E T. Transcatheter repair for patients with tricuspid regurgitation[J]. *N Engl J Med*, 2023, 389(9): 864-865.
- [28] ITELMAN E, VATURY O, KUPERSTEIN R, et al. The association of severe tricuspid regurgitation with poor survival is modified by right ventricular pressure and function: insights from SHEBAHEART big data[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2022, 35(10): 1028-1036.
- [29] DIETZ M F, PRIHADI E A, van der BIJL P, et al. Sex-specific differences in etiology and prognosis in patients with significant tricuspid regurgitation[J]. *Am J Cardiol*, 2021, 147: 109-115.
- [30] 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.
- [31] OTTO C M, NISHIMURA R A, BONOW R O, 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.
- [32] WEBB J G, CHUANG A M Y, MEIER D, et al. Transcatheter tricuspid valve replacement with the EVOQUE system: 1-year outcomes of a multicenter, first-in-human experience[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2022, 15(5): 481-491.
- [33] VIEITEZ J M, MONTEAGUDO J M, MAHIA P, et al. New insights of tricuspid regurgitation: a large-scale prospective cohort study[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2021, 22(2): 196-202.
- [34] HEIDENREICH P A, BOZKURT B, AGUILAR D, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association joint committee on clinical practice guidelines[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022, 79(17): e263-e421.
- [35] HUMBERT M, KOVACS G, HOEPER M M, et al. 2022 ESC/ERS guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension[J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(38): 3618-3731.
- [36] 马建英, 王炜璐, 解春霞, 等. 实时三维超声心动图联合 microRNA-499 水平检测对心力衰竭的诊断价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2022, 32(22): 38-43.
- [37] LURZ P, BESLER C, SCHMITZ T, et al. Short-term outcomes of tricuspid edge-to-edge repair in clinical practice[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2023, 82(4): 281-291.
- [38] AL ABRI Q, LU A J, RAMCHANDANI M K. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension: a comprehensive review and multidisciplinary approach to surgical treatment[J]. *Methodist Debakey Cardiovasc J*, 2021, 17(2): e18-e28.
- [39] DIETZ M F, PRIHADI E A, van der BIJL P, et al. Prognostic implications of staging right heart failure in patients with significant secondary tricuspid regurgitation[J]. *JACC Heart Fail*, 2020, 8(8): 627-636.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 祝岩,王辉山. 功能性三尖瓣关闭不全的治疗现状[J]. *中国现代医学杂志*, 2025, 35(4): 1-5.

Cite this article as: ZHU Y, WANG H S. Current status of treatment for functional tricuspid regurgitation[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2025, 35(4): 1-5.