

• 专家共识 •

先天性心脏病外科治疗中国专家共识（五）： 再次开胸手术



孙国成¹, 李守军²代表国家心血管病专家委员会先天性心脏病专业委员会

1. 空军军医大学西京医院 心血管外科 (西安 710032)

2. 中国医学科学院阜外医院 小儿外科中心 (北京 100037)

【关键词】 先天性心脏病；外科手术；再次开胸；治疗；专家共识

随着先天性心脏病(先心病)外科手术的广泛开展,先心病手术愈加复杂化、小龄化及多元化,患者术后生存率和生活质量也越来越高,85%的先心病婴幼儿经手术治疗后能生存至成年期,这一群体近年来呈快速增长趋势^[1]。而不少复杂先心病分期治疗和/或术后相关并发症需要再次甚至多次手术治疗,再次开胸手术数量正在逐年增加。有文献^[2]报道北美地区再次手术占全部先心病手术量近 1/3。

再次开胸手术可分为计划性和非计划性,计划性再次手术主要针对婴幼儿及复杂先心病有计划地分期治疗,非计划性再次手术主要处理残留或新发心脏畸形,包括需要治疗的术后短期并发症(如出血)、长期并发症(如缺损残余分流、反流或继发病变等)。可以预见,我国婴幼儿心脏病术后及成人先心病的人数会越来越多,各种原因导致的再次或多次开胸手术治疗数量也会不断增加,因此,特制定此专家共识,以期为临床治疗提供借鉴和指导。

1 方法与证据

本共识采用国际通用的 Delphi 程序,检索 MEDLINE、The Cochrane Library、万方数据库及 NCCN 指南等,回顾性分析 1984 年 1 月至 2019 年 2 月关于再次开胸手术文献,通过专家讨论结果筛选存在争议的调查项目,根据文献提供的循证资料和专家讨论意见,最终达成以下共识。

共识采用的推荐级别为: I 类: 已证实和/或一致公认有效,专家组有统一认识; II a 类: 有关证据/观点倾向于有用或有效,应用这些操作或治

疗是合理的,专家组有小争议; II b 类: 有关证据/观点尚不能被充分证明有用或有效,但可以考虑使用,专家组有一定争议; III 类: 已证实和/或公认无用或无效,不推荐使用。

共识采用的证据水平为: A: 数据来源于多中心随机对照试验或 Meta 分析或大型注册数据库; B: 数据来源于单个随机对照试验或非随机研究; C: 数据仅来源于专家共识或病例报告。

2 风险因素与再次手术的时机

再次开胸手术与围术期发病率及死亡率相关的重要因素包括: 年龄偏大或偏小、早产儿、低出生体重儿、女性、术前有心力衰竭或心源性休克及肾功能衰竭等,成人患者有卒中病史、肥胖及冠状动脉旁路移植病史及其它突发情况^[3-6],其它因素还包括接触辐射史等(I A)。如再次手术开胸及心脏剥离过程中出现大出血,则死亡率将从 6.5% 显著增至 25.0%^[7](II a B)。

再次手术次数是影响术后早期死亡的重要因素,第一次和第二次再次手术会增加手术死亡率,第三次及以后再次手术的死亡率会显著增加^[8](I B)。纵隔粘连程度对手术风险影响重大,其主要取决于初次手术至二次手术的间隔时间。初次手术后 6~12 个月内行再次手术,往往由于血管和组织粘连严重增加正中开胸难度,影响预后^[9-10]。一般来说,再次手术距前次手术间隔时间越久(不包括计划性二次手术),组织及血管粘连的程度越轻,手术过程中的出血风险和并发症的发病率也相对较低(II a C)。除了两次手术间隔时间外,再次手术应该在严重的心室功能障碍出现之前进行,这样能降低围术期的死亡率和发病率,特别是当存在反流性瓣膜病变导致心室持续性扩大和功

DOI: 10.7507/1007-4848.202003087

通信作者: 孙国成, Email: sunguoch@fmmu.edu.cn; 李守军, Email: drlishoujun@yahoo.com



能损害的情况下^[11] (II a C)。

3 术前评估

详细了解前次手术情况,包括诊断、决策制定、手术具体步骤和术中探查情况;了解术中有无应用特殊材料(各种补片、人工血管、同种瓣、牛颈静脉及防粘连材料等);有无冠状动脉畸形;明确关胸时固定胸骨的材料、数量;清楚既往有无胸壁切口感染、清创病史;查看术前切口位置,有无胸壁畸形(鸡胸、舟状胸等)。

3.1 胸部 X 线片

简单实用,能够查看胸部骨骼状态、心脏大小、前次术后胸骨固定情况、钢丝数量等,侧位片可显示前纵隔及胸骨后间隙大小,评估粘连程度,有助于再次开胸(II b C)。

3.2 超声心动图

超声心动图对于了解心脏解剖结构和心室功能非常重要。除了评估心内解剖畸形,还应注意以下内容(I A):(1)评估心室功能,因为心肌功能减退是早期死亡和最终预后不佳的独立风险因素^[12];(2)有无心内分流或残余房、室间隔缺损,再次手术在尚未阻断主动脉心脏停跳情况下,心脏撕裂或破口,极易增加空气栓塞的风险;(3)是否存在主动脉瓣反流,当主动脉瓣反流时,左心室减压对于避免心室张力过大导致的心内膜下心肌缺血及诱发室性心律失常至关重要^[13];(4)经食管超声能够在体外循环转机后持续观察心室的收缩和舒张状况,并能持续监测心腔内的空气气泡。还可以通过超声造影的方法,再次确认心房间是否存在交通。

3.3 计算机断层扫描 (computed tomography, CT)

再次手术之前,了解心脏结构(心腔和大血管)及与胸壁的相互位置关系非常重要,特别是冠状动脉、外管道、扩张的升主动脉、扩张的右房和右室可能会靠近或紧贴于胸骨或胸壁下方,这会大大增加再次开胸的难度及风险^[14-15] (I A)。近年来3D重建技术的应用为外科医师提供了心脏和纵隔结构的解剖模型,更有利于术前方案的制定^[16] (II a B)。

3.4 磁共振成像

磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)和CT类似,能够提供出色的横断面成像,更有助于了解心腔大小和心室功能(尤其是超声难以评估的右心室大小和功能)。MRI和CT相比具

有无辐射的特点,因此更适合长时间系列观察^[17] (II a A)。

3.5 心导管、造影检查

依据患者具体情况,可以选择性进行心导管和/或造影检查。心导管检查可用于评估复杂先天性心脏病婴幼儿当前血流动力学情况,如压力测定、肺血管阻力测定等,了解患者病理生理状态,帮助制定手术策略。选择性造影可了解冠状动脉解剖位置、侧枝建立情况、心内解剖情况、肺血管发育情况以及分流、反流、梗阻的病理生理特点(II a A)。

3.6 外周血管路径评估

提前了解外周血管结构非常重要,因为多种侵入性诊断和/或治疗可造成颈部、腹股沟等部位的外周动脉、静脉出现疤痕、狭窄或梗阻。再次高风险开胸有可能选择外周血管插管建立体外循环,可通过超声或其它断层扫描成像技术对血管粗细、走行变异、管腔有无狭窄等进行评估^[18]。根据年龄、体重及外周血管情况选择以下插管位点(II a B):(1)股动脉或股静脉;(2)髂动脉或髂静脉;(3)腋动脉;(4)颈内静脉(通常右侧);(5)右房或升主动脉(右侧开胸路径);(6)左心室尖(左侧开胸路径);(7)肺动脉(左侧开胸路径);(8)腹主动脉。

4 再次开胸手术策略及技巧

4.1 准确的术前评估

包括前次术后胸骨及胸骨后血管组织的粘连情况、是否瘢痕体质、术前准备清单(摇摆锯、备血等),胸壁垫适度抬高胸部,以保持心脏和胸骨之间的间隙。安装永久起搏器患者程控为强制起搏模式,防止使用电刀导致心室颤动(室颤)。预置胸壁外侧除颤电极板可有利于开胸过程中突发室颤的及时有效纠治。术前消毒时注意保留股动静脉等可能的外周插管位点。团队成员间(心外科医生、麻醉医生、体外循环灌注师、手术台上及巡回护士等)充分沟通对于再次手术的成功非常重要(II a C)。

4.2 再次开胸风险评估

如果再次开胸过程中存在心脏或大血管损伤的高风险,包括极度扩大的右房和右室、增粗的主动脉紧邻胸骨后、胸骨后有外管道走行、胸骨后有冠状动脉走行,可以直接选择外周插管,如股动静脉或腋动静脉。虽然这一方式并不能完全保护重要的心脏结构,但其优势包括:能够充分右心减压,调控血流动力学状况,减少损伤出血,降低心

室张力,降低电刀游离时出现室颤的几率。需在术前准备好体外除颤电极和除颤器(II a B)。

4.3 额外的静脉引流

额外的静脉引流可以在再次开胸之前,经右侧颈内静脉穿刺插管完成,这对于计划进行双腔插管的情况更为有利(II a C)。

4.4 选择性使用负压静脉引流

选择性使用负压静脉引流,但在有心内残余分流,特别是开胸过程中出现右侧心腔损伤的情况下避免使用,以免发生空气栓塞。如出现上述情况,除避免使用负压吸引外,还应维持中心静脉压范围大于 6~8 mm Hg,避免空气进入低压的右心继而通过分流引起动脉栓塞(II b C)。

4.5 降低空气栓塞风险的措施

其它有助于降低空气栓塞风险的措施包括:积极应用主动脉根部排气、头低脚高位、常规二氧化碳充盈手术部位等。如果主动脉、冠状动脉、左心房或其他左心结构出现损伤,通过深低温停循环或主动脉阻断下修复损伤更安全(II a A)。

4.6 计划性再次手术

需要计划性再次手术的患者,前次手术后使用 0.1 mm Gore-Tex 心包膜补片保护心脏,减轻粘连(II a C)。有研究^[19]报道,如果前次手术相对完整地保留自体心包,再次开胸时出现损伤的几率明显降低(II a C)。其它的心包替代物如高分子聚合物是否能减轻炎性粘连还需进一步证实^[20-22](II a C)。

4.7 劈开胸骨

劈开胸骨可采用小型摇摆锯或微型头线锯自下而上进行,胸骨后组织应在直视下采用锐性或钝性分离,由中间向两侧、由下向上逐渐拓展术野。有时需要打开双侧胸膜腔,这样有利于胸骨后组织的扩张和分离,也便于安全地放置胸骨撑开器,对于局限性的操作界面非常重要,能够降低心脏血管组织损伤风险^[23-24](II a B)。

5 外周插管的策略及技巧

外周插管是复杂再次手术顺利进行胸骨切开和降低胸骨后心血管组织损伤风险的重要方法。但外周插管(特别是下肢血管)也会带来相关问题,包括下肢缺血、筋膜室综合征等(II a C)。

应采用以下 5 种方法减少外周插管相关并发症的发生。(1)术前通过超声或断层扫描成像对外周血管进行合理评估,尤其是有过多次手术史或股动静脉介入史的患者,再次股动静脉插管时可能出现困难(I A)。

(2)右侧股动静脉插管更加方便术者,理想的外周插管能够对下肢行顺行性灌注和良好的静脉引流。股静脉插管尺寸不能过大,否则会造成股静脉引流不畅同时会压迫股动脉造成泵压升高。下肢顺行性灌注而静脉引流不充分会导致筋膜室综合征,股动脉插管过粗导致血管阻塞以致于股动脉远端灌注不足也会出现同样情况。双侧股动静脉插管能在一定程度上减少下肢并发症的发生。

(3)腋动脉也是外周插管的一个安全选择,与股动脉相比的优点包括:1)其顺行性血流引起卒中的几率较低;2)腋动脉通常不会出现粥样硬化,更适于进行插管;3)行主动脉弓手术时便于选择性顺行性脑灌注;4)应用侧壁移植植物插管能够减少腋动脉直接插管的相关并发症(I C)。

(4)婴幼儿外周血管较细,可采用“烟窗”技术(血管侧壁移植管道)插管灌注,可使用 6/0 聚丙烯缝线(如普理灵 Prolene)进行吻合,也有报道采用经皮导管穿刺置管灌注(II a C)。

(5)外周插管在完成胸骨切开、部分心脏大血管游离后应尽可能转换为中插管,以避免引起外周插管的相关并发症(I B)。

6 血液回收、保护及血液制品

血液或血液制品输注是心脏手术后并发症及死亡率增加的独立风险因素^[25](I B)。复杂再次手术过程中由于广泛的胸骨后粘连剥离和体外循环时间较长造成的凝血功能异常,出血量大非常多见,更常见于紫绀且侧枝丰富的患者。术前和术中应积极备足血液制品,包括血小板、凝血酶原复合物、VII 因子、冷沉淀、血浆、红细胞等(II a B)。通常根据临床经验决定输血的量和成分。

7 右侧胸廓入路

经右侧胸廓肋间入路可作为高风险再次胸骨切开的替代选项,这一路径适用于包括二尖瓣和三尖瓣的手术,能够避免再次开胸引起心脏破裂、心外管道及主动脉的损伤。可以根据手术需要选择主动脉阻断、停搏液停跳、心室颤动性停跳、不停跳技术等^[6, 26-27]。这种路径的局限性包括前次手术后的疤痕影响、体型肥胖、主动脉阻闭及排气过程困难等(II a A)。

再次手术采用侧开胸技术虽然简单、安全,但如需进行 3 次或 4 次开胸,遇到的最大问题是胸膜腔肺组织严重粘连,手术游离十分困难,而肺部损伤是导致再次手术死亡的重要因素(II a B)。



8 特殊病种及术式

再次手术前充分了解前次手术的诊断及手术详情,特定病种手术特点如下,可直接选择外周插管及体外循环转机。

8.1 法洛四联症和/或肺动脉闭锁

法洛四联症和/或肺动脉闭锁合并室间隔缺损使用外管道修补的患者,心外管道通常位于胸部下中线左侧,常紧贴于左侧胸壁或胸骨后方。升主动脉可能扩张(类似于圆锥动脉干疾病)并且靠近胸骨后面。冠状动脉分布异常并不多见,冠状动脉主干位置异常(如左前降支异常起源于右冠)对于再次手术影响很大^[28]。异常的冠状动脉很容易在胸骨再次劈开、右心室切开或分离前次手术的外管道过程中损伤(II a A)。

8.2 永存动脉干/大动脉转位合并肺动脉狭窄

施行 Rastelli 手术后,心外管道通常位于胸部中线位置,紧贴胸骨后,特别是当外管道的走行横跨胸骨后时,再次开胸时极易损伤^[21]。当前次大动脉转位行心房调转(Mustard 或 Senning)手术后,房室瓣反流或体肺静脉梗阻可能需要再次手术。在分离粘连心房组织和建立体外循环过程中,必须谨慎避免心房损伤所引起的气体栓塞(II a A)。

8.3 Ross 手术

Ross 手术后的再次手术对大多数患者不可避免,指征包括(I B): (1)肺动脉移植物(或右室-肺动脉管道)结构退化; (2)移植管道扩张; (3)主动脉瓣关闭不全,主动脉根部或升主动脉扩张; (4)二尖瓣或三尖瓣反流; (5)冠状动脉异常(通常是根部或近端)。

这类患者如果术后出现主动脉根部瘤样扩张(自体移植的肺动脉),并紧贴胸骨后壁。同时,由于主动脉近端扩张,右冠起源移植位置常抬高并贴于胸骨后壁,再次手术时损伤风险增加(II a A)。

8.4 Ebstein 畸形

Ebstein 畸形常有严重的右心扩大(右房及右室),并伴有三尖瓣重度反流、右室心肌病变及功能障碍。可用超声心动图评估三尖瓣结构异常、右心大小及功能。如果计划行双向腔静脉-肺动脉连接术,可提前通过心导管检测右心系统压力。虽然右心压力较低,但右房及右室壁通常很薄,在再次开胸、放置胸骨撑开器及分离纵隔粘连时容易撕裂(II a B)。

8.5 杂交技术

杂交技术对于高风险的再次手术非常有利,其

结合了开胸手术和经皮介入技术的优势,能够缩短体外循环时间,并在无法选择外周血管路径的情况下提供帮助(II a A)。

肺动脉分支狭窄常采用经皮介入扩张或肺动脉分支支架治疗^[29],如果同时合并右室流出道狭窄则不适合或效果不佳,此种情况杂交技术是更好的选择^[30-31]。肺动脉分支支架也可以作为经皮介入路径相关并发症的补救手段(II b B)。

肺静脉梗阻是心房调转术后的晚期并发症,治疗比较棘手,手术难以显露狭窄的肺静脉。可行右胸小切口,右房壁做荷包缝合,通过导管放置支架。该术式通过右胸小切口就能充分显露右房壁,可以提供抵达梗阻位置的直接途径,并且避免了体外循环和再次开胸带来的相关风险^[32](II b B)。

综上,复杂先心病常需要进行再次甚至多次手术治疗,术前详细的手术计划及影像学检查是手术安全、成功的关键。再次手术中一些特别的方式和技巧能够降低手术并发症发生率及死亡率。

利益冲突:无。

主笔专家: 孙国成(空军军医大学西京医院心血管外科)、韩跃虎(空军军医大学西京医院心血管外科)

审稿专家: 吴忠仕(中南大学湘雅二医院)、杨克明(中国医学科学院阜外医院)

临床问题提出专家及讨论专家: 安琪(四川大学华西医院)、曹华(福建省妇幼保健院)、岑坚正(广东省人民医院)、陈寄梅(广东省人民医院)、陈良万(福建医科大学附属协和医院)、陈瑞(青岛市妇女儿童医院)、陈欣欣(广州市妇女儿童医疗中心)、崔虎军(广东省人民医院)、丁以群(深圳市儿童医院)、董念国(华中科技大学同济医学院附属协和医院)、赁可(四川大学华西医院)、杜心灵(华中科技大学同济医学院附属协和医院)、范太兵(华中阜外医院)、顾海涛(江苏省人民医院)、花中东(中国医学科学院阜外医院)、黄鹏(湖南省儿童医院)、贾兵(复旦大学附属儿科医院)、李建华(浙江大学医学院附属儿童医院)、李守军(中国医学科学院阜外医院)、李晓峰(首都医科大学附属北京儿童医院)、李圻(苏州大学附属儿童医院)、罗毅(首都儿科研究所附属儿童医院)、明腾(江西省儿童医院)、莫绪明(南京医科大学附属儿童医院)、彭帮田(华中阜外医院)、孙国成(空军军医大学西京医院)、王辉山(中国人民解放军北部战区总医院)、吴忠仕(中南大学湘雅二医院)、闫军(中国医学科学院阜外医院)、杨克明(中国医学科学院阜外医院)、杨一峰(中南大学湘雅二医

院)、张本青(中国医学科学院阜外医院)、张海波(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心)、张浩(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心)、张辉(首都儿科研究所附属儿童医院)、张近宝(中国人民解放军西部战区总医院)、张泽伟(浙江大学医学院附属儿童医院)、郑景浩(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心)、祝忠群(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心)、周诚(华中科技大学同济医学院附属协和医院)

参考文献

- Warnes CA. The adult with congenital heart disease: born to be bad? *J Am Coll Cardiol*, 2005, 46(1): 1-8.
- Hoffman JL, Kaplan S, Liberthson RR. Prevalence of congenital heart disease. *Am Heart J*, 2004, 147(3): 425-439.
- Christenson JT, Schmuziger M, Simonet F. Reoperative coronary artery bypass procedures: risk factors for early mortality and late survival. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1997, 11(1): 129-133.
- Christenson JT, Schmuziger M. Third-time coronary bypass operation. Analysis of selection mechanisms, results and long-term follow-up. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1994, 8(9): 500-504.
- Sabik JF 3rd, Blackstone EH, Houghtaling PL, et al. Is reoperation still a risk factor in coronary artery bypass surgery? *Ann Thorac Surg*, 2005, 80(5): 1719-1727.
- Park CB, Suri RM, Burkhart HM, et al. Identifying patients at particular risk of injury during repeat sternotomy: analysis of 2555 cardiac reoperations. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2010, 140(5): 1028-1035.
- Chang AS, Smedira NG, Chang CL, et al. Cardiac surgery after mediastinal radiation: extent of exposure influences outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2007, 133(2): 404-413.
- Dearani JA, Connolly HM, Martinez R, et al. Caring for adults with congenital cardiac disease: successes and challenges for 2007 and beyond. *Cardiol Young*, 2007, 17(Suppl 2): 87-96.
- Byrne JG, Karavas AN, Filsoufi F, et al. Aortic valve surgery after previous coronary artery bypass grafting with functioning internal mammary artery grafts. *Ann Thorac Surg*, 2002, 73(3): 779-784.
- Potter DD, Sundt TM 3rd, Zehr KJ, et al. Risk of repeat mitral valve replacement for failed mitral valve prostheses. *Ann Thorac Surg*, 2004, 78(1): 67-72.
- Dorobantu DM, Sharabiani MT, Martin RP, et al. Surgery for simple and complex subaortic stenosis in children and young adults: results from a prospective, procedure-based national database. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014, 148(6): 2618-2626.
- Theocharis P, Viola N, Papamichael ND, et al. Echocardiographic predictors of reoperation for subaortic stenosis in children and adults. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019, 56(3): 549-556.
- Bhat AH, Sahn DJ. Congenital heart disease never goes away, even when it has been 'treated': the adult with congenital heart disease. *Curr Opin Pediatr*, 2004, 16(5): 500-507.
- Eghtesady P, Brar AK, Hall M. Prioritizing quality improvement in pediatric cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2013, 145(3): 631-639.
- Walther T, Rastan A, Dähnert I, et al. A novel adhesion barrier facilitates reoperations in complex congenital cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2005, 129(2): 359-363.
- Andrushchuk U, Adzintsov V, Nevyglas A, et al. Virtual and real septal myectomy using 3-dimensional printed models. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2018, 26(5): 881-882.
- Kirshbom PM, Myung RJ, Simsic JM, et al. One thousand repeat sternotomies for congenital cardiac surgery: risk factors for reentry injury. *Ann Thorac Surg*, 2009, 88(1): 158-161.
- Said SM, Dearani JA. Strategies for high-risk reoperations in congenital heart disease. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu*, 2014, 17(1): 9-21.
- McClure RS, Narayanasamy N, Wiegerinck E, et al. Late outcomes for aortic valve replacement with the Carpentier-Edwards pericardial bioprosthesis: up to 17-year follow-up in 1,000 patients. *Ann Thorac Surg*, 2010, 89(5): 1410-1416.
- Gong B, Tian C, Wang D. Is SERCA2 sufficient as a molecular indicator of contractile function in ventricular hypertrophy? *Ann Thorac Surg*, 2019, 108(2): 646-647.
- Rady MY, Ryan T, Starr NJ. Perioperative determinants of morbidity and mortality in elderly patients undergoing cardiac surgery. *Crit Care Med*, 1998, 26(2): 225-235.
- Romano MA, Haft JW, Pagani FD, et al. Beating heart surgery via right thoracotomy for reoperative mitral valve surgery: a safe and effective operative alternative. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2012, 144(2): 334-339.
- Perloff JK, Warnes CA. Challenges posed by adults with repaired congenital heart disease. *Circulation*, 2001, 103(21): 2637-2643.
- Bergersen L, Lock JE. What is the current option of first choice for treatment of pulmonary arterial stenosis? *Cardiol Young*, 2006, 16: 329-338.
- Coltharp WH, Decker MD, Lea JW 4th, et al. Internal mammary artery graft at reoperation: risks, benefits, and methods of preservation. *Ann Thorac Surg*, 1991, 52(2): 225-228.
- Ing FF. Delivery of stents to target lesions: techniques of intraoperative stent implantation and intraoperative angiograms. *Pediatr Cardiol*, 2005, 26(3): 260-266.
- Bermudez CA, Dearani JA, Puga FJ, et al. Late results of the peel operation for replacement of failing extracardiac conduits. *Ann Thorac Surg*, 2004, 77(3): 881-887.
- Discigil B, Dearani JA, Puga FJ, et al. Late pulmonary valve replacement after repair of tetralogy of Fallot. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2001, 121(2): 344-351.
- Shaffer KM, Mullins CE, Grifka RG, et al. Intravascular stents in congenital heart disease: short- and long-term results from a large single-center experience. *J Am Coll Cardiol*, 1998, 31(3): 661-667.
- Nuttall GA, Oliver WC, Santrach PJ, et al. Efficacy of a simple intraoperative transfusion algorithm for nonerythrocyte component utilization after cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology*, 2001, 94(5): 773-781.
- Sareyyupoglu B, Burkhart HM, Hagler DJ, et al. Hybrid approach to repair of pulmonary venous baffle obstruction after atrial switch operation. *Ann Thorac Surg*, 2009, 88(5): 1710-1711.
- Mainzer G, Rosenthal E, Austin C, et al. Hybrid approach for recanalization and stenting of acquired pulmonary vein occlusion. *Pediatr Cardiol*, 2016, 37(5): 983-985.

收稿日期: 2020-03-16 修回日期: 2020-04-05

本文编辑: 刘雪梅