

单中心 130 例再次心脏瓣膜手术病因及围术期 风险因素分析

石宇 陆树洋 马文锐 张悦 姚王超 王尧 王春生 洪涛[△]

(复旦大学附属中山医院心外科 上海 200030)

【摘要】 **目的** 回顾性分析复旦大学附属中山医院再次心脏瓣膜手术病例并探究病因及术后恢复的影响因素。**方法** 分析 2015 年 5 月至 2017 年 10 月在复旦大学附属中山医院心外科施行再次心脏瓣膜手术患者 130 例, 年龄 15~83 岁, 其中男性 62 例(47.7%), 女性 68 例(52.3%)。收集患者的临床资料, 包括术前合并症、术前心功能、初次手术方式、两次手术间隔时间、再次手术原因及手术类型、主动脉阻断时间及体外循环时间、术后并发症、术后重症监护时间等。对再次瓣膜手术病例做 Logistic 回归, 分析其严重并发症的影响因素。**结果** 再次手术前合并高血压、糖尿病、肺动脉高压、房颤等疾病者 114 例(87.7%), 术后死亡 8 例(6.2%), 主要死亡原因包括心功能不全(7 例)、呼吸功能不全(6 例)和肾功能不全(6 例)等。而再次手术的原因主要包括瓣膜赘生物、瓣周漏、三尖瓣关闭不全和大血管病变等; 多因素 Logistic 回归分析结果显示, 患者术前合并肺动脉高压($P=0.039$, $OR=2.268$)和高血压病($P=0.048$, $OR=7.935$)是导致患者术后死亡的危险因素; 剔除 35 例术前心功能严重减低的病例后, 多因素回归分析发现, 术前合并肺动脉高压($P=0.040$, $OR=1.682$)和风湿性心脏病($P=0.013$, $OR=4.995$)与术后新发心功能不全显著相关, 而单因素回归分析仅发现术前肾功能不全($P=0.048$, $OR=6.727$)与术后新发呼吸功能不全显著相关, 未行多因素分析。**结论** 心、肺、肾功能异常是导致再次瓣膜手术风险升高的重要因素, 着重评估术前的主要器官功能并予积极保护, 对提高患者的预后十分重要。

【关键词】 瓣膜病; 再次手术; 死亡率; 并发症

【中图分类号】 R654.2 **【文献标志码】** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-8467.2020.05.008

Causes and perioperative risks of 130 cardiac valve reoperations: a contemporary single-center analysis

SHI Yu, LU Shu-yang, MA Wen-rui, ZHANG Yue, YAO Wang-chao,
WANG Yao, WANG Chun-sheng, HONG Tao[△]

(Department of Cardiovascular Surgery, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200030, China)

【Abstract】 **Objective** To explore risk factors retrospectively on the causes and adverse peri-operation effects of patients undergoing valve-associated repeated heart surgeries in 3 years recently. **Methods** Clinical data of 130 consecutive patients who underwent secondary heart valve surgeries from May 2015 to Oct 2017 in Zhongshan Hospital, Fudan University was retrospectively analyzed, containing 62 male patients and 68 female patients aging from 15 years old to 83 years old. The following data were collected: preoperative complications, preoperative heart function, initial operative types, the interval between two operations, the causes and types of the reoperation, the aorta block time and extracorporeal circulation time, postoperative complications, postoperative ICU time, etc. Multivariate logistic regression was used to analyze the risk factors of severe adverse postoperative complications, especially the death. **Results** A

[△]Corresponding author E-mail: hong.tao@zs-hospital.sh.cn

网络首发时间: 2020-07-20 14:28:06 网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1885.R.20200720.0905.004.html>

total of 114 cases (87.7%) were complicated with hypertension, diabetes, pulmonary artery hypertension, atrial fibrillation and other diseases before reoperation and 8 cases (6.2%) died postoperatively. The main causes of death included cardiac dysfunction (7 cases), respiratory dysfunction (6 cases), and renal dysfunction (6 cases). The main reasons for the reoperation of valvular diseases are valve vegetation, perivalvular leakage, tricuspid regurgitation and aorta lesions. Multivariate Logistic regression analysis showed that preoperative pulmonary hypertension ($P=0.039$, $OR=2.268$) and blood hypertension ($P=0.048$, $OR=7.935$) were the risk factors for the postoperative death. After excluding 35 cases with severe reduction in preoperative cardiac function, multivariate regression revealed that preoperative pulmonary hypertension ($P=0.040$, $OR=1.682$) and rheumatic heart disease ($P=0.013$, $OR=4.995$) had a significant correlation with new postoperative cardiac dysfunction, while univariate regression revealed a correlation between preoperative renal dysfunction ($P=0.048$, $OR=6.727$) and new postoperative respiratory dysfunction. **Conclusion** Abnormal cardiac, respiratory and renal functions are the important factors leading to increased risk of secondary operations of heart valve. It is very important to evaluate the function of major organs to protect the patients before reoperation.

【Key words】 heart valve diseases; reoperation; mortality; complication

再次心脏瓣膜手术的风险明显高于初次手术,其疗效受众多因素的影响,包括患者年龄、术前心脏及其他器官系统功能状态等。手术对外科医师的技术水平以及围术期护理要求很高,手术难度大,术后并发症多,死亡率较初次手术也明显增高^[1]。随着外科技术水平的提高,二次手术患者的病例特点也发生了变化,如左心术后三尖瓣病变待手术比例增加,术前合并症多,手术风险明显增大^[2-3]。然而,目前国内此类研究报道鲜有更新,更缺少对再次瓣膜手术病因和术后并发症的总结和分析。近些年,复旦大学附属中山医院开展了130例再次心脏瓣膜手术,包括再次正中开胸左心瓣膜手术、三尖瓣手术及合并的大血管手术等,现回顾分析病历资料,探讨瓣膜再手术的原因及影响术后严重并发症发生的因素,提出可靠建议。

资料和方法

一般资料 2015年5月至2017年10月,我院共进行各类再次心脏手术205例,其中再次瓣膜手术130例,术前合并症主要包括高血压病、肺动脉高压(心超提示肺动脉收缩压 >40 mmHg, $40\sim 60$ mmHg为轻度、 $60\sim 90$ mmHg为中度、 >90 mmHg为重度, 1 mmHg $=0.133$ kPa,下同)、糖尿病、心房颤动、感染性心内膜炎、颅脑疾病、肾功能不全(狭义的肾功能不全,肾小球滤过率低于 30 mL/min,或采用透

析治疗)、慢性肺基础疾病、感染发热及贫血等。采用Logistic回归分析影响围术期死亡的危险因素,纳入单因素分析变量:年龄、术前合并症、术前心功能、术前肾功能及心超左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)等数据。本研究还对影响术后新发心功能不全和新发呼吸功能不全这两类致死率高的并发症之危险因素进行分析。此外,病例资料获取时发现10余例3次及以上开胸手术病例及1例微创心脏再次手术病例,因本次主要讨论二次正中开胸心脏手术,因此暂不列入。

手术方法 本组病例均采用胸骨正中切口摆动锯入胸,采取股动、静脉转流的方式进行体外循环,开胸后仔细分离黏连,一般采用上、下腔静脉插管建立体外循环,中低温体外循环心脏停跳下手术,采用升主动脉根部灌注保护心肌。

统计学方法 采用SPSS 23.0软件完成数据分析。计量资料以 $\bar{x}\pm s$,计数资料采用频数(百分比)描述。先对潜在危险因素进行单因素Logistic分析,再采用多因素回归分析患者围术期死亡的主要影响因素,其中影响因素的筛选采取逐步回归法,确定入选变量的检验水准单因素为 $P<0.1$,多因素以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

结果

再次瓣膜手术总体情况 回顾性研究纳入患

者130例,年龄15~83岁,平均(55.6±14.0)岁,其中男性62例(47.7%),女性68例(52.3%);术前合并房颤者46例,合并风湿性心脏病40例,合并高血压病34例,合并中重度肺动脉高压者33例,合并通气或换气功能障碍等肺功能异常者3例;术前纽约心功能分级(New York Heart Association functional class, NYHA)平均2.9±0.8,其中Ⅲ级者73例(56.2%),Ⅳ级24例(18.5%),术前超声心动图检测LVEF 36%~75%,平均(61.8±7.6)%,两次手术间隔中位时间8年(3天~30年),初次手术类型包括主动脉瓣置换术(aorta valve replacement, AVR)、二尖瓣置换术(mitral valve replacement, MVR)、二尖瓣修复成形术(mitral valve repair, MVP)、二尖瓣和主动脉瓣双瓣置换术(double valves replacement,

DVR)及其他类型瓣膜手术等(图1)。结合手术记录分析,初次手术中包含机械瓣膜置换术76例、生物瓣膜置换29例、瓣膜修补术等其他手术25例,Euroscore评分3~12分,具体信息见表1。再次手术原因主要包括三尖瓣病变、瓣膜增厚钙化、感染性心内膜炎赘生物、瓣周漏、瓣环扩大以及血管病变等,术者根据病因施行再次开胸的三尖瓣置换术、三尖瓣修补术、MVR、AVR及主动脉置换术等不同类型的术;术中体外循环时间平均(138.6±54.3)min,主动脉阻断时间(72.9±39.6)min,术后发生心功能不全28例(21.5%)、呼吸功能不全13例(10.0%)、肾功能不全15例(11.5%)、死亡8例(6.2%),详细术后信息见表2。

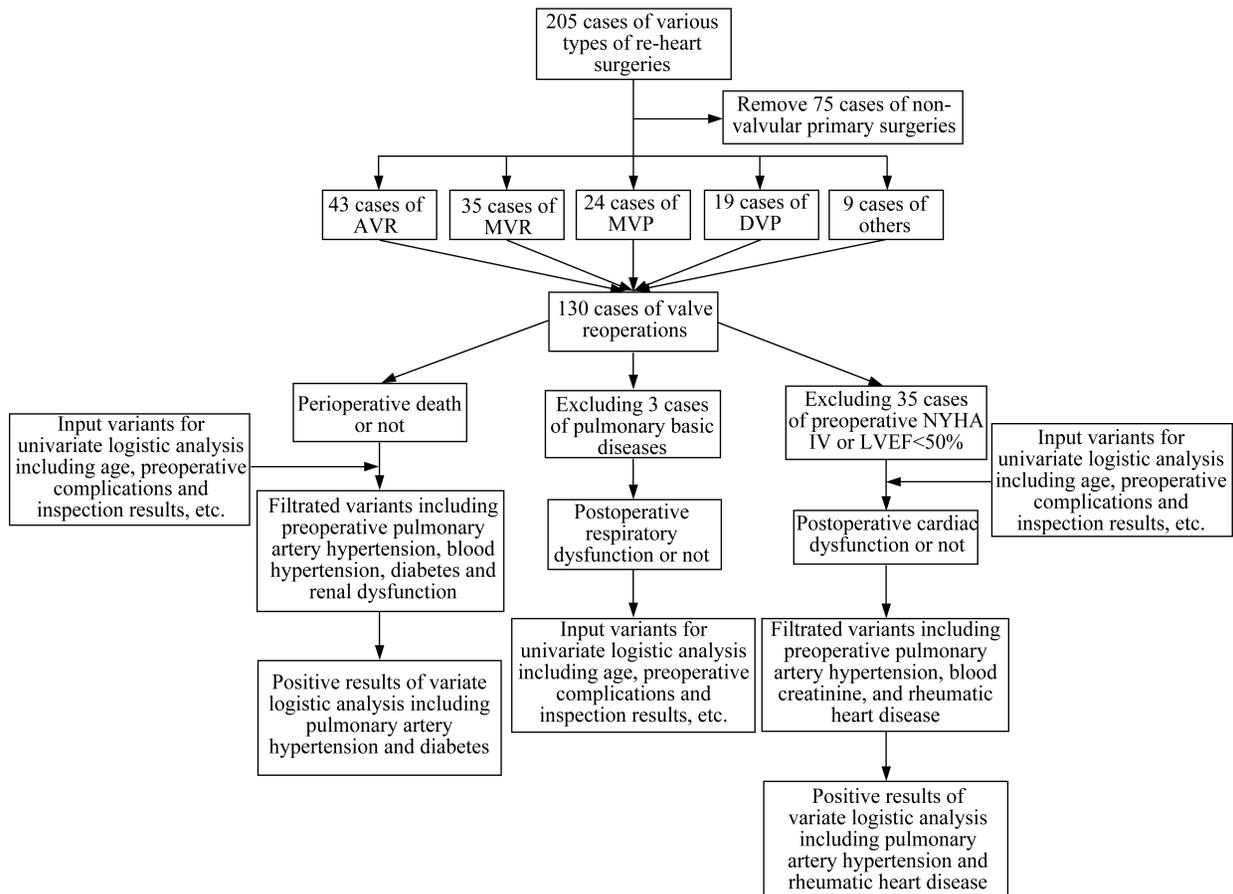


图1 研究流程图

Fig 1 Research flow chart

不同类型初次手术病例情况 130名患者中,初次AVR 43例,根据术中描述,再发主动脉瓣病变17例,新发主动脉病变者13例,三尖瓣病变6例,详见表2。病变原因感染性心内膜炎及瓣膜赘生物15

例(34.9%)、瓣膜增厚钙化10例(23.3%)、瓣周漏8例(18.6%),术后重症监护(intensive care unit, ICU)时间2~14天,平均(6.5±7.4)天,术后心功能不全13例(30.2%)、呼吸功能不全6例(14.1%),此两项

表1 入组的再次瓣膜手术病例基本临床特征

Tab 1 Baseline characteristics of included valve reoperations

[$\bar{x} \pm s$ or $n(\%)$]

Characteristics		AVR (43)	MVP (24)	MVR (35)	DVR (19)	Others (9)	Total (130)
Male		17 (39.5)	15 (62.5)	14 (40.0)	14 (73.7)	2 (22.2)	62 (47.7)
Age(y)		58.9 ± 13.7	55.6 ± 11.8	55.6 ± 15.1	54.4 ± 16.6	51.6 ± 13.1	55.6 ± 14.0
Interval (Median)		44 mo-20 y (6 y)	4 mo-30 y (6 y)	4 d-27 y (12 y)	8 mo-20 y (11 y)	1 mo-25 y (4 y)	3 d-30 y (8 y)
Type of primary valve replacement	Mechanical	29	0	25	17	5	76
	Bioprosthetic	14	0	10	2	3	29
	Others	0	24	0	0	1	25
Preoperative complications							
Diabetes		1 (2.3)	1 (4.2)	2 (5.75)	4 (21.1)	0	8 (6.2)
Blood hypertension		12 (27.9)	7 (29.2)	8 (22.9)	6 (31.6)	1 (11.1)	34 (26.2)
Pulmonary hypertension	Mild	1 (2.3)	0	1 (2.9)	0	1 (11.1)	4 (3.1)
	Moderate	7 (16.3)	3 (12.5)	5 (14.3)	2 (10.5)	0	17 (13.1)
	Severe	6 (14.0)	1 (4.2)	5 (14.3)	4 (21.1)	0	16 (12.3)
Rheumatic heart disease		23 (53.5)	7 (29.2)	5 (14.3)	2 (10.5)	3 (33.3)	40 (30.8)
Atrial fibrillation		18 (41.9)	11 (45.8)	8 (22.9)	5 (26.3)	4 (44.4)	46 (35.4)
Endocarditis		7 (16.3)	3 (12.5)	7 (20.0)	3 (16.8)	2 (22.2)	22 (16.9)
Neurological disorders		1 (2.3)	0	2 (5.7)	6 (31.6)	0	9 (6.9)
Renal dysfunction		1 (2.3)	1 (4.2)	1 (2.9)	2 (10.5)	0	5 (3.8)
Anemia		2 (4.7)	4 (16.7)	4 (11.4)	3 (15.8)	0	13 (10.0)
Infectious diseases		7 (16.3)	3 (12.5)	6 (17.1)	3 (15.8)	2 (22.2)	21 (16.2)
Preoperative heart function (NYHA)	Average	2.7 ± 1.0	3.1 ± 0.7	2.9 ± 0.7	3.1 ± 0.6	2.7 ± 0.5	2.9 ± 0.9
	I	7 (16.3)	1 (4.2)	2 (5.7)	0	0	10 (7.7)
	II	9 (20.9)	2 (8.3)	6 (17.1)	3 (15.8)	3 (33.3)	23 (17.7)
	III	19 (44.2)	14 (58.3)	22 (62.9)	12 (63.2)	6 (66.7)	73 (56.2)
	IV	8 (18.6)	7 (29.2)	5 (14.3)	4 (21.1)	0	24 (18.5)
Preoperative LVEF (%)		63.0 ± 7.6	59.5 ± 7.6	61.9 ± 8.9	61.6 ± 5.9	62.7 ± 3.5	61.8 ± 7.6
Preoperative creatinine (μmol/L)		62.0 ± 28.6	56.2 ± 22.0	80.5 ± 31.7	75.6 ± 13.9	73.6 ± 24.6	61.4 ± 26.6
Preoperative GFR (%)		53.1 ± 31.3	72.6 ± 25.9	86.5 ± 21.68	84.9 ± 18.2	89.2 ± 22.3	57.9 ± 31.3
Preoperative NT-proBNP (pg/mL)		1 712 ± 1 685	1 869 ± 3 190	1 593 ± 1 499	2 234 ± 3 312	980 ± 971	1 543 ± 1 664
Euroscore		7.9 ± 2.6	6.3 ± 2.2	6.3 ± 2.2	4.9 ± 1.6	6.0 ± 1.1	6.6 ± 2.5

并发症远高于其他瓣膜再次手术类型,院内死亡4例(9.3%)。

初次MVP24例,本次手术统计见表2。主要的瓣膜病变原因为三尖瓣病变和瓣膜退行性变,术后因感染而使用高级抗生素7例,远低于其他瓣膜二次手术;初次MVR35例,分析发现手术病变类型主要包括瓣膜增厚钙化等退行性变、瓣周漏、赘生物等,其中合并三尖瓣病变18例(51.4%)。

初次DVR19例,本组患者高血压病、糖尿病、神经系统疾病、肾功能不全等术前合并症明显高于其他组(表2)。术中处理二尖瓣18例(94.7%)、三尖瓣8例(42.1%)、主动脉瓣7例(36.8%)、主动脉2例

(10.5%),手术原因为赘生物10例(52.6%),与其他组相比占比最高,瓣周漏次之。

瓣膜相关围术期死亡和高危并发症的相关因素分析 为探究与院内死亡相关的危险因素,我们将年龄、术前合并症、术前肌酐等检验指标及LVEF等检查指标进行Logistic单因素分析,筛选 $P < 0.1$ 的指标,得到术前合并肺动脉高压($P = 0.020$, $OR = 1.937$)、合并高血压病($P = 0.028$, $OR = 5.345$)、合并糖尿病($P = 0.042$, $OR = 6.444$)、合并肾功能不全($P = 0.010$, $OR = 13.222$)以及术前血肌酐($P = 0.012$, $OR = 1.015$)差异有统计学意义,其中肾功能不全与血肌酐相关,因此放弃术前血肌酐,选择其余4项纳入多

表2 入组患者再次手术病因及并发症信息

Tab 2 Reoperation reasons and complications of included patients

[n (%) or $\bar{x} \pm s$]

Parameters	AVR (43)	MVP (24)	MVR (35)	DVR (19)	Others (9)	Total (130)
Intraoperative lesion						
Aortic valve	17 (39.5)	0	0	7 (36.8)	2 (22.2)	24 (18.5)
Mitral valve (emerging)	11 (25.6)	0	0	0	2 (22.2)	12 (9.2)
Tricuspid valve	6 (14.0)	15 (62.5)	18 (51.4)	8 (42.1)	4 (44.4)	50 (38.5)
Aorta	13 (30.2)	0	1 (2.9)	2 (10.5)	1 (11.1)	16 (12.3)
Valve etiology						
Perivalvular leakage	8 (18.6)	0	9 (25.7)	7 (36.8)	2 (22.2)	26 (20.0)
Annulus enlargement	3 (7.0)	6 (25.0)	9 (25.7)	2 (10.5)	1 (11.1)	21 (16.2)
Vegetation	15 (34.9)	1 (4.2)	7 (20.0)	10 (52.6)	0	33 (25.4)
Calcification and incrustation	10 (23.3)	6 (25)	10 (28.6)	5 (26.3)	2 (22.2)	33 (25.4)
Transfusion						
Less-plasma blood (u)	5.8 ± 3.7	3.1 ± 2.8	3.9 ± 3.9	5.1 ± 2.8	4.9 ± 4.7	4.6 ± 3.7
Plasma (mL)	830 ± 487	486 ± 352	446 ± 395	694 ± 368	578 ± 494	620 ± 448
Postoperative complications						
Respiratory dysfunction	6 (14.0)	3 (12.5)	2 (5.7)	2 (10.5)	0	13 (10.0)
Cardiac dysfunction	13 (30.2)	5 (20.8)	5 (14.3)	4 (21.1)	2 (22.2)	28 (21.5)
Renal dysfunction	6 (14.0)	4 (16.7)	4 (11.4)	1 (5.3)	0	15 (11.5)
Neurological disorders	1 (2.3)	2 (8.3)	1 (2.9)	0	0	4 (3.1)
Pleural effusion	9 (20.9)	2 (8.3)	1 (14.3)	1 (26.3)	1 (11.1)	22 (16.9)
perioperative deaths	4 (9.3)	1 (4.2)	2 (5.7)	1 (5.3)	0	8 (6.2)
ICU duration (d)	6.5 ± 7.4	4.0 ± 2.9	6.7 ± 13.3	5.0 ± 3.3	3.7 ± 1.5	5.0 ± 4.4
Drainage of first day (mL)	344 ± 329	276 ± 328	455 ± 1 404	275 ± 268	507 ± 657	364 ± 788

因素回归分析,结果提示术前合并肺动脉高压($P < 0.05$)和高血压病($P < 0.05$)与术后院内死亡关系显著(表3)。

表3 术后死亡和并发心功能不全的 Logistic 回归分析结果

Tab 3 Logistic regression results of postoperative death and cardiac insufficiency

Postoperative results and preoperative complications	<i>P</i>	β	95% CI
Postoperative death			
Pulmonary hypertension	0.039	2.268	1.044-4.929
Blood hypertension	0.048	7.935	1.021-61.675
Diabetes	0.609	1.869	0.170-20.562
Renal dysfunction	0.945	1.112	0.053-23.290
New Cardiac dysfunction			
Pulmonary hypertension	0.040	1.682	1.024-2.763
Rheumatic heart disease	0.013	4.955	1.405-17.475
Preoperative blood creatinine	0.095	1.020	0.997-1.044

为探究与术后新发心功能不全相关的因素,我们首先剔除术前 NYHA IV 级及 LVEF $< 50\%$ 的病

例 35 例,采取单因素分析 $P < 0.1$,筛选出与术后新发心功能不全相关的因素:术前合并肺动脉高压($P = 0.025$, OR=1.630)、风湿性心脏病($P = 0.011$, OR=4.318)、术前血肌酐 $P = 0.068$, OR=1.014);再进行多因素回归分析,提示术前肺动脉高压($P < 0.05$)和风湿性心脏病($P < 0.05$)与术后新发心功能不全显著相关(表3)。最后,剔除 3 例肺基础疾病病例后进行单因素回归分析,提示与术后新发肺功能不全仅与术前合并肾功能不全($P = 0.048$, OR=6.727)相关,因此未进行多因素分析。

讨 论

再次手术的原因分析 再次瓣膜手术原因复杂,主要包括对瓣膜病变进行合理干预、瓣周漏、血栓形成伴瓣膜功能障碍、机械瓣瓣叶开闭不良、生物瓣退行性病变、成形术后瓣膜病变以及感染性心内膜炎等^[4]。瓣膜置换早期再次手术的患者,最常

见的再手术原因是瓣周漏、心内膜炎和血栓等问题^[5-6]。本研究中初次手术置换机械瓣76例,置换生物瓣29例,距初次手术的平均间隔时间,机械瓣11.8年,生物瓣6.4年,可见机械瓣的耐用性的确较高,对于青壮年瓣膜病患者,无法修补则首选机械瓣,但其长期生存过程中还是会伴有再次手术的风险^[7]。

再次手术的风险分析 手术技术的提升和患者对生活质量的追求促进了心脏再次手术的发展,但再次瓣膜手术风险明显增加,国内外文献报道的再次心脏瓣膜手术死亡率最高达29%,急诊手术更高^[8-11]。再次手术的次数是一个独立危险因素,手术次数越多,死亡风险越大,第三次手术的死亡率相较初次干预翻了一倍,由7.3%增加到14.3%^[12]。排除第三次手术和侧胸切口手术病例,本研究院内死亡8例,死亡病例中术后发生心功能不全7例、呼吸功能不全6例、肾功能不全6例、体外氧合膜肺4例,其中3例因升主动脉病变、4例因三尖瓣病变而行本次手术。手术创伤大,术前基础疾病多、心功能严重减低都是造成患者术后难以恢复的重要原因。李明文等^[12]对再次心脏瓣膜手术分析研究,再次手术围手术期死亡危险因素主要包括术前合并其他疾病、术前心功能差(NYHA分级IV级风险明显高于I、II、III级),主动脉阻断时间超过120 min,术后呼吸机支持时间超过24 h,因此强调充分地术前评估,准确把握手术时机,注意术中的心肌保护,术后加强对肝肾等重要器官的监护等^[13]。

围术期的管理 合适手术时机的选择很重要,心肺功能对于避免不良预后起到至关重要的作用,良好的呼吸、循环功能有助于患者尽早脱离呼吸机辅助通气,减少严重感染的发生,有益于术后恢复;瓣周漏严重返流的患者,需尽快手术;再手术入路周围组织黏连严重,术野不清,易出现术中大量出血,可考虑采用侧胸胸骨间入路^[14],前期数据采集时获得205例各类再次手术病例,其中仅1例瓣膜术后再行微创Wheat's术,术后12天顺利出院,而本文主要研究的是正中开胸再次瓣膜手术,因此未纳入。总之,制定合理的手术计划,术前行CT冠脉造影检查,避免使用胸廓内动脉作为CABG移植供体,开胸前即行心肺转流术^[15],可有效减小再手术对患者的损伤,降低死亡率,改善手术结局。

三尖瓣问题的处理 本研究的手术原因中,三尖瓣关闭不全问题总体占38.5%,在MVP中更是

高达62.5%。三尖瓣病变的50个病例中,术后发生肾功能不全占18.0%、发生呼吸功能不全占14.0%,显著高于未行三尖瓣手术的病例,这与术前长期因三尖瓣问题导致的多器官功能状态不良密切相关。左心瓣膜术后并发的三尖瓣问题已经成为当代心脏外科必须直面的一个问题。有研究提示NYHA功能分级IV级和贫血是手术死亡的独立危险因素,而术后由高静脉压和凝血功能异常导致的出血与围术期死亡和急性肾功能不全关系显著,这与三尖瓣问题导致的右心衰、肝功能异常与长程贫血呈现一种恶性循环关系^[5];右侧胸腔镜辅助三尖瓣手术不失为一个减少损伤与出血的良好方法,术中不破坏心包可有效减少新房切开后的出血^[16]。总而言之,左心术后再次三尖瓣手术风险升高,但是可以通过改进的手术技术和良好的围术期管理来争取获得满意的治疗效果^[15,17]。

综上所述,再次心脏瓣膜手术风险较高,主要与术前的呼吸、循环及肾功能等有关,有效评估术前的主要器官功能并加以保护,对提高患者预后具有重要意义。

参 考 文 献

- [1] CHIKWE J, CHIANG YP, EGOROVA NN, *et al.* Survival and outcomes following bioprosthetic *vs.* mechanical mitral valve replacement in patients aged 50 to 69 years[J]. *JAMA*, 2015, 313(14): 1435-1442;
- [2] KILIC A, SAHA-CHAUDHURI P, RANKIN J S, *et al.* Trends and outcomes of tricuspid valve surgery in north America; an analysis of more than 50 000 patients from the society of thoracic surgeons database[J]. *Ann Thorac Surg*, 2013, 96(5): 1546-1552.
- [3] ZACK CJ, FENDER E A, CHANDRASHEKAR P, *et al.* National trends and outcomes in isolated tricuspid valve surgery[J]. *JACC*, 2017, 70(24): 2953-2960.
- [4] 钱宏,蒙炜,胡佳,等.心脏瓣膜二次手术患者再手术原因分析[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2016, 23(11): 1070-1072.
- [5] KWEDAR K, MCNEELY C, ZAJARIAS A, *et al.* Outcomes of early mitral valve reoperation in the medicare population[J]. *Ann Thorac Surg*, 2017, 104(5): 1516-1521.
- [6] ECHEVARRIA JR, BERNAL JM, RABASA JM, *et al.* Reoperation for bioprosthetic valve dysfunction. A decade of clinical experience[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1991, 5(10): 523-526.