

• 康复护理 •
• 论 著 •

心脏瓣膜置换术患者术前五联预康复的实施

陈媛¹, 郭邦雨¹, 陈卓², 高彩霞¹, 秦淑文¹, 陈杨¹

摘要:目的 评估术前五联预康复方案在心脏瓣膜病患者中的应用效果。方法 采用整群随机对照设计,将 67 例择期接受心脏瓣膜置换术患者分为对照组 33 例和试验组 34 例。对照组给予围手术期常规护理;试验组在对照组的基础上从入院至术前接受包含营养支持、运动锻炼、心理干预、药物优化及呼吸训练的五联预康复方案。结果 试验组出院时 6 min 步行距离、最大吸气压、健康相关生活质量评分显著高于对照组,术后总住院时间、ICU 住院时间显著短于对照组(均 $P < 0.05$)。结论 术前五联预康复方案能有效改善心脏瓣膜病患者术后运动功能、呼吸功能,缩短住院时间,提高术后生活质量。

关键词:心脏瓣膜病; 预康复; 营养支持; 运动锻炼; 心理干预; 药物优化; 呼吸训练; 康复护理

中图分类号:R473.6;R493 **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2025.10.084

Implementation of a five-component prehabilitation program in patients undergoing cardiac valve replacement surgery

Chen Yuan, Guo Bangyu, Chen Zhuo, Gao Caixia, Qin Shuwen, Chen Yang. Department of Cardiovascular Surgery, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, China

Abstract: **Objective** To evaluate the application effect of a preoperative five-component prehabilitation program in patients undergoing cardiac valve surgery. **Methods** A cluster-randomized control trial was designed, and a total of 67 patients scheduled for elective cardiac valve replacement surgery were divided into a control group ($n=33$) and an intervention group ($n=34$). The control group received routine perioperative care, while the intervention group additionally received a five-component prehabilitation program from admission until surgery, including nutritional support, exercise training, psychological intervention, medication optimization and respiratory muscle training. **Results** Compared with the control group, the intervention group demonstrated significantly greater improvements in 6-minute walking distance, maximal inspiratory pressure, and health-related quality of life scores at discharge, and it had significantly shorter total postoperative hospital stays and ICU stays (all $P < 0.05$). **Conclusion** The preoperative five-component prehabilitation program effectively enhances postoperative physical function, respiratory performance and quality of life, while reduces hospitalization duration in cardiac valve surgery patients.

Keywords: cardiac valve disease; prehabilitation; nutritional support; exercise training; psychological intervention; medication optimization; respiratory training; rehabilitation nursing

心脏瓣膜病是由于单个或多个心脏瓣膜及其附属结构的异常或功能障碍导致心脏血流动力学改变的一组疾病^[1]。随着我国人口老龄化趋势的加剧,老年人心脏瓣膜病的发病率逐渐上升^[2]。心脏瓣膜置换手术通过人工机械瓣膜或生物瓣膜替换受损的心脏瓣膜,以恢复正常的血液循环功能,是治疗心脏瓣膜病的有效方法之一^[3]。心脏瓣膜病患者病程长、心肺功能欠佳,常合并多系统并发症,术前功能状态较差的患者对手术的耐受性较差,容易出现术后不良结果,术后心功能恢复困难,病死率高,疾病负担较重^[4]。预康复是基于快速康复外科理念发展而来,强调在手术前通过多方面的准备措施,改善患者的生理

和心理状态,提高手术耐受性,为术后快速康复奠定基础^[5]。研究显示,营养支持^[6]、运动锻炼^[7]、心理干预^[8]、药物优化^[9]、呼吸训练^[10]等预康复方案可以改善胸心外科择期手术患者预后。鉴此,本研究融合营养学、运动医学、心理学、药理学等多个学科知识构建术前五联预康复方案,形成多学科协作的管理策略,以促进心脏瓣膜病患者术后加速康复。

1 资料与方法

1.1 一般资料 采用便利抽样法,选取 2023 年 1—12 月在我院心血管外科择期行心脏瓣膜置换手术的患者作为研究对象。纳入标准:①首次进行心脏瓣膜手术;②入院日与手术日间隔时间 ≥ 5 d;③年龄 18~75 岁;④纽约心功能分级(New York Heart Association Classification, NYHA)^[11]为 I~III 级;⑤意识清醒,能配合完成本研究。排除标准:①并存神经系统疾病、骨骼肌肉系统疾病等,无法进行常规康复运动;②患恶性心律失常,急性心肌梗死发病时间短于 2 周;③并存肿瘤、脑卒中、严重肺部疾病或有重大手术史。根据两组共 10 例患者的预试验结果,以 6 min 步行距离作为主要结局指标,预试验中两样本均数差

作者单位:1. 武汉大学中南医院心血管外科 心脏大血管外科微创诊疗湖北省工程研究中心 武汉市结构性心脏病微创诊疗临床医学研究中心(湖北 武汉,430060);2. 武汉大学中南医院神经康复科

通信作者:郭邦雨,710236527@qq.com

陈媛:女,硕士,护士,chenyuan2401@163.com

科研项目:武汉大学中南医院临床护理研究专项资助项目(LCHLYJ202225)

收稿:2024-12-28;修回:2025-02-26

$\delta=43.4$, 总体标准差 $\sigma=34.9$ 。使用 Gpower3.1 软件进行样本量计算, 在 $\alpha=0.05$ 和 $(1-\beta)=80\%$ 的情况下, 每组至少需要 27 例患者。考虑 15% 的脱落率, 每组最低样本量 32。本研究最终纳入 67 例患者, 采用整群随机对照设计, 根据护士站物理位置将心血管外科病区划分为东、西区, 各 6 个病房。通过计算机

生成区组随机序列, 将东、西区患者作为对照组 ($n=33$) 和试验组 ($n=34$), 两组一般资料比较, 见表 1。本研究经过武汉大学中南医院医学伦理委员会批准 (2022129K), 在中国临床试验注册中心注册 (ChiCTR2400083857)。

表 1 两组一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄	BMI	Pro-BNP[pg/mL,	体外循环时间[min ,	机械通气时间
		男	女	(岁, $\bar{x}\pm s$)	(kg/m^2 , $\bar{x}\pm s$)	$M(P_{25}, P_{75})$]	$M(P_{25}, P_{75})$]	(h, $\bar{x}\pm s$)
对照组	33	21	12	59.2 $\pm$ 12.6	23.2 $\pm$ 2.9	435(56, 1 740)	125(113, 149)	23.0 $\pm$ 11.0
试验组	34	28	6	57.9 $\pm$ 11.6	23.1 $\pm$ 3.5	369(33, 1 239)	140(112, 161)	23.1 $\pm$ 8.4
统计量		$\chi^2=3.279$		$t=0.439$	$t=0.128$	$Z=-0.790$	$Z=-1.424$	$t=0.042$
P		0.084		0.684	0.954	0.429	0.155	0.993

注: Pro-BNP 指脑钠肽前体。

1.2 干预方法

两组手术医生相同。对照组住院期间实施心脏病手术患者常规围手术期护理, 进行入院宣教和术前宣教, 遵医嘱指导低盐低脂饮食或糖尿病饮食等; 严格戒烟戒酒, 避免饱餐, 适量活动, 避免劳累; 静脉血栓栓塞症的基础预防和健康宣教。试验组在对照组的基础上从入院至手术前接受包含营养支持、运动锻炼、心理干预、药物优化及呼吸训练的五联预康复方案, 具体如下。

1.2.1 成立多学科预康复干预小组 由心血管外科护士长担任组长, 负责五联预康复方案的制订、团队培训、人员协调及质量控制; 2 名心脏外科副主任医师主要负责患者病情诊断、疾病专业知识及用药指导, 同时评估患者运动风险, 参与运动锻炼方案及营养干预方案制订; 心脏康复治疗师、营养师及心理咨询师各 1 名联合制订、监督并调整预康复方案; 3 名具备 5 年以上心脏外科护理工作经验的责任护士负责预康复方案实施; 2 名护理研究生参与制订预康复方案, 收集相关资料, 并进行数据分析。

1.2.2 制订五联预康复方案 干预小组中的 2 名护

理研究生首先检索并深入研读国内外相关文献^[6-18], 梳理心脏手术患者预康复干预方案主要包含营养、心理、运动三方面, 且综合预康复更有利于患者预后。随后, 小组成员围绕心脏瓣膜疾病患者的临床特征与实际需求讨论, 术前患者血糖、血压、抗凝方面药物的使用、感染情况等均影响手术时间和预后, 且术后肺部并发症是心脏术后患者最常见的并发症^[15, 18-19]。在三联预康复的基础上, 增加药物优化内容, 初步拟订包含营养、心理、运动、药物优化四个方面的预康复方案初稿。为进一步确保方案的科学性与可行性, 邀请 8 名不同领域的专家(心血管外科主任医师、主任护师、心脏康复主任医师、营养治疗主任医师、主任药师、心理咨询主任医师各 1 名, 以及 2 名具有 10 年及以上心血管外科临床经验的主管护师)召开专题讨论会 2 次, 对干预内容进行分析与评估, 将运动进一步划分为运动锻炼、呼吸训练两方面, 胃肠内营养支持和口服补充剂由药剂师和营养师共同决策。2022 年 9 月选取 10 例心脏瓣膜置换术患者开展预试验, 了解患者及家属的真实感受, 及时解决问题, 持续优化方案。最终形成五联预康复方案终稿, 见表 2。

表 2 心脏瓣膜病患者五联预康复干预方案

主题	干预内容	时间	干预者
营养支持	采用营养风险筛查 2002(NRS-2002)、主观全面评估量表(SGA)评估营养状况	入院 24 h 内, 每周 1 次	主管护师与营养师
	NRS-2002 评分 ≤ 3 分: 纠正不良的饮食习惯, 鼓励合理膳食	入院至术前, 每天	营养师与责任护士
	NRS-2002 评分为 3~4 分和/或 SGA 为 B 时, 进行营养干预; 每日总能量摄入 104.6~125.52 kJ/kg, 蛋白质摄入量 1.2~1.5 g/kg, 控制脂肪比例, 增加富含不饱和脂肪酸的食物摄入, 补充铁、锌、硒和维生素 C、D、E 等关键微量营养素	入院至术前, 3 d 1 次	营养师
	NRS-2002 评分 ≥ 5 分和或 SGA 为 C 时, 经口营养补充和肠内营养。为患者配置高能量、高蛋白的口服营养补充剂(ONS), 口服蛋白粉或肠内营养液 500 mL/d; 无法口服营养患者, 可选择肠内或肠外营养支持	入院至术前, 2 d 1 次	医师和营养师
运动锻炼	遵循个性化、循序渐进、安全性优先、全程监控的原则。①评估: 6 min 步行试验、心肺功能运动试验。②运动项目: 有氧运动(快走)和阻力训练(弹力带训练)。③运动时间: 快走宜 20~40 min/次, 弹力带训练每日 2~3 组, 每组 10~15 次。④运动强度: 运动过程中佩戴遥测心电图监护监测患者心率, 运动时间及强度依照靶心率和患者病情决定, 其中靶心率=(220-年龄) $\times$ (55%~69%)	入院至术前, 3 次/d	运动全程在康复师监督下完成

续表 2 心脏瓣膜病患者五联预康复干预方案

主题	干预内容	时间	干预者
药物优化	评估:系统、全面记录和管理患者用药情况,患者对疾病和药物的认知情况	入院时	医师和主管护师
	宣教:向患者及家属讲解心脏瓣膜手术常用口服药物的用途及注意事项,术前对相关知	入院至术前,3 d 1 次	主管护师
	识进行考核,不合格者再次学习。口服药由责任护士每日发放 用药:①术前预防应用抗菌药物。②术前评估血栓栓塞风险,评估出血风险、确定抗 栓药物停药时间、确定是否桥接治疗。③对糖尿病患者,血糖控制在 10 mmol/L 以 内,以动脉血或静脉血糖值为宜。必要时停用二甲双胍、磺酰脲类与其他胰岛素 促分泌药物,使用胰岛素控制血糖。请内分泌科会诊。④年龄<60 岁、糖尿病及慢 性肾病患者,血压控制目标为<140/90 mmHg;年龄≥60 岁,不伴糖尿病和慢性肾 病患者,目标为<150/90 mmHg;年龄>80 岁,收缩压宜 140~150 mmHg。以 β 受 体阻滞剂和钙通道阻滞剂类中长期降压药为宜	入院至术前,每天	医师
呼吸训练	呼吸功能训练器训练:训练器正面朝上时,含口器,轻吸气使第 1 个球升高,然后加 大吸气力度,使第 2 个球升高,再尽力吸气,使第 3 个球升高,最后缓慢呼气,如此反 复训练;训练器反面朝上时,含口器,轻呼气使第 1 个球升高,然后加大呼气力度,使 第 2 个球升高,再尽力呼气,使第 3 个球升高,最后缓慢吸气。每次 10~15 min,每 日 3 组 吸气肌训练:评估及训练均采用一款带有软件的电子吸气肌训练设备,初始训练强 度为 30%最大吸气压,8~10 次/组,每天进行 3 组,组间休息 1~2 min。吸气肌训 练进阶根据每次训练时患者 Borg 评分调整:<5 分时,强度增加 2 cmH ₂ O;5~8 分 时,强度不变;9~10 分时,强度降低 2 cmH ₂ O	入院至术前,3 次/d	康复师与主管护师
	心理干预 采用医院焦虑抑郁量表评估 若评分<8 分给予以下心理干预。①动机性访谈:在心理咨询师指导下,责任护士 通过自我介绍、解释访谈目的和过程等方式,消除患者的紧张焦虑情绪。采用开放 式提问,鼓励患者表达自己的想法和感受。认真倾听患者的回答,给予积极的反馈, 据患者的回答,提供相关的疾病信息 and 治疗建议。在访谈结束时,总结患者的担忧 和需求,制订个性化的行动计划,并提供持续的支持。②病友会:为患者播放和讲解 以往的积极案例的视频,增强患者康复的信心,及时解答患者遇到的各类问题,鼓励 患者遇到问题时及时寻求帮助。若评分≥8 分,由小组内心理咨询师及时予以疏 导,必要时请精神心理科会诊予以诊疗	入院,每周 1 次 入院至术前,每周 1 次	心理咨询师 主管护师

1.3 评价方法 ①呼吸功能及运动功能。参照 2002 年美国胸科学会联合欧洲呼吸学会指南^[20] 采用最大吸气压评估患者呼吸功能。测试时患者取坐位,使用鼻夹,尽可能呼气到残气量后再做最大程度吸气,吸气时间需超过 1.5 s。在确保患者学会最大程度吸气的情况下,记录 3 次评估结果,取最大值为最大吸气压。依据美国胸科学会出版的 6 min 步行测试标准^[21],记录 6 min 步行距离以评价运动功能。②健康相关生活质量。采用健康调查简表(the MOS 12-Item Short-Form Health Status Survey,SF-12)^[22]评估患者健康相关生活质量。该量表共 12 个问题、8 个维度:一般健康状况、生理功能、生理职能、躯体疼痛、心理健康、活力、社会功能、情感职能。经计算得躯体健康评分与心理健康评分。得分越高表明生活质量越好。③住院总时间、ICU 住院时间、首次下床活动时间。患者出院时,采用医院电子病历信息系统查阅患者住院总时间、ICU 住院时间、首次下床活动时间。由未参加干预实施、经过统一培训的 2 名护理研究生在入院 24 h 内、出院时收集资料。

1.4 统计学方法 采用 SPSS25.0 软件进行 *t* 检验、 χ^2 检验、秩和检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组入院时、出院时最大吸气压、6 min 步行距离比较 见表 3。

表 3 两组入院时、出院时最大吸气压、6 min 步行距离比较 $\bar{x} \pm s / M(P_{25}, P_{75})$

组别	例数	最大吸气压(cmH ₂ O)		6 min 步行距离(m)	
		入院时	出院时	入院时	出院时
对照组	33	59.9±26.4	37(26,40)	448.5±76.4	332.1±70.4
试验组	34	61.4±23.5	54(39,63)	461.2±93.0	413.9±68.2
<i>t</i> / <i>Z</i>		0.247	-3.637	0.611	4.831
<i>P</i>		0.924	<0.001	0.544	<0.001

2.2 两组入院时、出院时生活质量评分比较 见表 4。

表 4 两组入院时、出院时生活质量评分比较 $\bar{x} \pm s / M(P_{25}, P_{75})$

组别	例数	躯体健康		心理健康	
		入院时	出院时	入院时	出院时
对照组	33	43(39,44)	38.7±4.0	47(44,49)	44(39,46)
试验组	34	42(38,48)	44.3±5.4	46(44,49)	49(48,52)
<i>Z</i> / <i>t</i>		-0.472	-4.852	-0.082	-5.791
<i>P</i>		0.637	<0.001	0.935	<0.001

2.3 两组住院总时间、ICU 住院时间、首次下床活动时间比较 见表 5。

表 5 两组住院总时间、ICU 住院时间、首次下床活动时间比较

		$\bar{x} \pm s / M(P_{25}, P_{75})$		
组别	例数	住院总时间(d)	ICU 住院时间(d)	首次下床活动时间(d)
对照组	33	27.3±7.9	3(2,4)	4(3,5)
试验组	34	22.4±4.9	2(1,3)	3(2,4)
<i>t/Z</i>		3.047	-2.428	-2.708
<i>P</i>		0.004	0.015	0.007

3 讨论

3.1 术前五联预康复有利于提高患者术后运动功能和呼吸功能 本研究结果显示,试验组出院时 6 min 步行距离和最大吸气压显著优于对照组(均 $P < 0.05$),表明五联预康复有利于提高患者术后运动功能和呼吸功能,与有关研究结果^[23-24]一致。可能因为个体化运动锻炼和呼吸训练增强了患者的运动功能和心肺功能储备,为术后康复打下了基础。本研究有氧运动以快走为主,抗阻运动以弹力带为主,这 2 种运动简便易学,研究对象依从性较好,有利于促进术后患者运动功能恢复。同时,营养支持为患者提供了充足的能量和蛋白质,促进了肌肉合成,增强了患者对运动锻炼和呼吸训练的耐受性,保障预康复方案的实施效果^[25];心理干预通过帮助患者设定明确的运动目标和提供积极的反馈,增强患者的运动动机和依从性。此外,五联预康复的呼吸锻炼以呼吸功能训练器和吸气肌锻炼为主,心脏术前的吸气肌训练安全可行,使呼吸结构发生适应改变,增强呼吸肌抗疲劳能力,从而降低心脏术后肺部并发症,促进肺功能的恢复,与罗泽汝心等^[16]的研究结果一致。

3.2 术前五联预康复有利于提高患者术后生活质量 一项前瞻性队列研究显示,心脏病患者术后 14 d 生活质量下降,但术后 90 d 生活质量会提高^[26],术前预康复对改善患者术后生活质量具有显著作用^[27]。本研究结果显示,试验组出院时健康相关生活质量中躯体健康和心理健康维度评分显著高于对照组(均 $P < 0.05$),表明五联预康复方案有利于改善患者术后生活质量。可能因为五联预康复有利于提高患者术后运动功能和呼吸功能,从而促进患者术后躯体健康恢复;同时,通过从心肺功能、心理状态、营养状况和药物管理等多方面进行综合干预,进一步调节了患者术后生理和心理状态,促进治疗和康复计划的顺利开展,实现治疗效果最大化,从而提高患者术后早期生活质量。

3.3 术前五联预康复有利于缩短患者住院时间

表 5 结果显示,试验组住院总时间、ICU 住院时间、首次下床活动时间显著短于或早于对照组(均 $P < 0.05$),表明实施术前五联预康复有利于缩短患者住

院时间,与既往研究结果^[28]一致,进一步揭示术前五联预康复促进患者术后康复的潜在价值。可能因为术前五联预康复增强了患者的心肺功能储备、摄氧能力及肌肉质量,促进患者整体身心健康及营养状况改善,利于缩短患者 ICU 住院时间,同时为术后早期活动奠定了良好的基础^[29]。方案中的运动指导,心理干预中病友会的积极案例和动机性访谈,有助于患者树立正确的术后早期活动观念,提高术后参与活动的主动性和积极性,促进患者早期下床活动,减少因术后长期卧床可能导致的并发症,加速术后恢复过程,从而缩短了总住院时间。

4 结论

本研究将包含营养支持、运动锻炼、心理干预、药物优化及呼吸训练的术前五联预康复方案用于心脏瓣膜置换术患者,结果显示有利于提高患者术后运动功能、呼吸功能、生活质量,缩短患者住院时间。但随着快速康复外科理念的普及,不同地区术前往院时间可能大幅缩短,不利于实施术前五联预康复方案,后期将探索建立心脏外科医护协作型护理门诊,进一步优化术前五联预康复方案,提高康复效率。

参考文献:

[1] Jamart L, Ducharme A, Garceau P, et al. Optimizing timing of valve intervention in patients with asymptomatic severe valvular heart disease[J]. Can J Cardiol, 2021, 37(7):1041-1053.

[2] Xu H, Liu Q, Cao K, et al. Distribution, characteristics, and management of older patients with valvular heart disease in China: China-DVD Study[J]. JACC Asia, 2022, 2(3):354-365.

[3] Huang X, Dhruba S S, Yuan X, et al. Characteristics, interventions, and outcomes of patients with valvular heart disease hospitalized in China: a cross-sectional study [J]. BMJ Open, 2021, 11(11):e052946.

[4] Coffey S, Roberts-Thomson R, Brown A, et al. Global epidemiology of valvular heart disease [J]. Nat Rev Cardiol, 2021, 18(12):853-864.

[5] Ljungqvist O, de Boer H D, Balfour A, et al. Opportunities and challenges for the next phase of enhanced recovery after surgery: a review [J]. JAMA Surg, 2021, 156(8):775-784.

[6] 中国医疗保健国际交流促进会心脏重症专业委员会, 中国心脏重症营养支持专家委员会. 中国成人心脏外科围手术期营养支持治疗专家共识(2019)[J]. 中华危重病急救医学, 2019, 31(7):801-810.

[7] Steinmetz C, Bjarnason-Wehrens B, Baumgartner H, et al. Prehabilitation in patients awaiting elective coronary artery bypass graft surgery: effects on functional capacity

- and quality of life: a randomized controlled trial[J]. *Clin Rehabil*, 2020, 34(10): 1256-1267.
- [8] Salzmänn S, Salzmänn-Djufri M, Wilhelm M, et al. Psychological preparation for cardiac surgery[J]. *Curr Cardiol Rep*, 2020, 22(12): 1-10.
- [9] Pichette M, Liskowski M, Ducharme A. Preoperative optimization of the heart failure patient undergoing cardiac surgery[J]. *Can J Cardiol*, 2017, 33(1): 72-79.
- [10] Rodrigues S N, Henriques H R, Henriques M A. Effectiveness of preoperative breathing exercise interventions in patients undergoing cardiac surgery: a systematic review[J]. *Rev Port Cardiol*, 2021, 40(3): 229-244.
- [11] 袁丽霞, 丁荣晶. 中国心脏康复与二级预防指南解读[J]. *中国循环杂志*, 2019, 34(增刊 1): 86-90.
- [12] Bellet R N, Adams L, Morris N R. The 6-minute walk test in outpatient cardiac rehabilitation: validity, reliability and responsiveness: a systematic review[J]. *Physiotherapy*, 2012, 98(4): 277-286.
- [13] 中华护理学会老年护理专业委员会, 中国康复医学会心血管疾病预防与康复专业委员会, 中国老年保健协会脏器康复专业委员会, 等. 心脏康复护理专家共识[J]. *中华护理杂志*, 2022, 57(16): 1937-1941.
- [14] Dibben G, Faulkner J, Oldridge N, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2021, 11(11): CD001800.
- [15] 广东省药学会. 心脏瓣膜病围手术期药学监护专家共识[J/OL]. *今日药学*, 2025; 1-29[2025-01-14]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1650.R.20250113.1718.002.html>.
- [16] 罗泽汝心, 王渝强, 周亚馨, 等. 有限资源下创新性吸气肌训练方案对心脏瓣膜疾病患者术后肺部并发症的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2024, 39(1): 39-44.
- [17] 贺雅懿, 肖力, 陈梦诗, 等. 预康复在经导管主动脉瓣置换术患者中的应用进展[J]. *华西医学*, 2024, 39(6): 970-975.
- [18] Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: developed by the task force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)[J]. *Eur Heart J*, 2022, 75(6): 524-532.
- [19] Jeong B, Shin B, Eom J S, et al. Development of a prediction rule for estimating postoperative pulmonary complications[J]. *PLoS One*, 2014, 9(12): e115482.
- [20] American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 166(4): 518-624.
- [21] ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002, 166(1): 111-117.
- [22] Ware J, Kosinski M, Keller S D. A 12-Item Short-Form Health Survey: construction of scales and preliminary tests of reliability and validity[J]. *Med Care*, 1996, 34(3): 220-233.
- [23] Cordeiro A L L, de Melo T A, Neves D, et al. Inspiratory muscle training and functional capacity in patients undergoing cardiac surgery[J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2016, 31(2): 140-144.
- [24] Nardi P, Pisano C, Altieri C, et al. The benefit of a preoperative respiratory protocol and musculoskeletal exercise in patients undergoing cardiac surgery[J]. *Kardiochir Torakochirurgia Pol*, 2020, 17(2): 123-131.
- [25] Coca-Martinez M, Lopez-Hernandez A, Montane-Muntane M, et al. Multimodal prehabilitation as strategy for reduction of postoperative complications after cardiac surgery: a randomised controlled trial protocol[J]. *BMJ Open*, 2020, 10(12): e039885.
- [26] Claessens J, Yilmaz A, Mostien T, et al. 90-day patient-centered outcomes after totally endoscopic cardiac surgery: a prospective cohort study[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(9): e3686.
- [27] Gillis C, Ljungqvist O, Carli F. Prehabilitation, enhanced recovery after surgery, or both? A narrative review[J]. *Br J Anaesth*, 2022, 128(3): 434-448.
- [28] 谢泸兰, 吴西强, 刘建, 等. 呼吸功能锻炼器在老年体外循环心脏手术患者围术期中的应用[J]. *中国体外循环杂志*, 2022, 20(2): 103-106.
- [29] 陈媛儿, 何晓娣, 宋剑平, 等. 心脏外科手术患者术前呼吸功能优化策略的最佳证据总结[J]. *护理学杂志*, 2021, 36(19): 43-47.

(本文编辑 韩燕红)