

心脏康复在经胸骨正中切开术心脏手术中的临床研究进展

谢 静¹ 高 氏² 王 敏^{3,4} 陈 伟²

心血管疾病是导致全球死亡率和发病率的主要因素。在全球范围内,约占每年死亡原因的1/3,发达国家的死亡率在20%—50%,心血管疾病约占全球疾病负担的20%^[1]。尽管介入性心脏病学取得了进展,但在全球范围内每年仍有超过150万例心脏手术采用胸骨正中切口^[2]。胸骨正中切开术最早是由Milton在1897年提出的,包括冠状动脉搭桥术和心脏瓣膜修复/置换手术等^[2]。因其手术操作视野开阔,血运重建效果确定,是心脏外科手术的黄金标准。然而,胸骨正中切开术后常伴有疼痛、伤口感染、胸骨愈合不良、骨骼肌质量下降、认知功能障碍等并发症。这些并发症会延长患者住院时间,导致身体功能障碍,降低生存质量,造成巨大经济压力。近年来心脏康复得到了显著的关注及长足的发展,胸骨切开术后心脏康复提高运动功能、改善生存质量的益处已得到充分证实^[3]。运动康复作为心脏康复的核心,对于对抗制动带来的各种临床并发症,改善心血管功能,减少预后不良危险因素,提高生存质量等具有重要意义^[4]。

1 心脏康复在广义心脏手术后的应用

20世纪60年代,心脏康复开始在我国有所发展,其最初是指风湿性心脏病的运动康复,后逐渐由慢性冠心病患者心脏康复发展为心血管疾病患者的心脏康复^[5]。加拿大心脏康复学会(CACR)对心脏康复的定义是“通过个体化康复程序,提高和维持心血管健康,并达到理想的身体、心理、社会职业和情感状态。该过程包括通过心脏危险因素的确定和处理来促进实施二级预防(预防疾病的发展和再发)”^[6]。心脏康复主要包含有氧训练、阻力训练、呼吸训练等,其中有氧训练是心脏康复方案的运动组成关键部分,它有助于改善心肺功能和运动能力,减少影响冠状动脉的危险因素,有助于降低心肌梗死的发病率,有氧训练已经被普遍纳入心脏康复的指导原则中。阻力训练也可以增加肌肉力量,大量研究证明在心脏术后早期进行阻力训练是安全的,可以提高肌肉储备能力,改善临床状态、运动功能和生存质量^[7]。呼吸训练能有效改善心脏手术后患者的呼吸功能,增强呼吸肌力量,提高最大呼气流速和气道清除率,减少肺部并发症^[8]。

2 胸骨正中切开术结合心脏康复的必要性

2.1 胸骨正中切开术后的并发症及心脏康复的改善作用

2.1.1 术后并发症:骨骼肌质量下降。通过正中胸骨切开术进行的心脏手术可对患者的身体和功能引起一系列的影响,van Venrooij等^[7]报道了心脏手术后1年躯干(24%)、腿(28%)和手臂(55%)骨骼肌质量的下降,并与躯干和腿部骨骼肌相比,手臂的肌肉质量下降更多,这可能与术后限制手臂的运动有关,产生了废用相关性萎缩。而运动康复可以改变肌肉的适应性^[9],增强肌肉的摄氧能力^[10],提高肌肉质量。EI-Ansary等^[11-12]的研究表明胸骨切开术后进行上肢锻炼可以增强胸壁、肩部和胸骨肌肉的血液循环和收缩力,防止一般生理性衰退(如粘连、肌肉萎缩)。Boushel等^[13]在长时间低强度的上肢运动训练中,观察到训练组毛细血管-肌肉表面积增加,增强了O₂的扩散性,使其向手臂肌肉输送,导致手臂的VO₂峰值增加。相同的,在Gibala的研究中表明有氧训练通过增加线粒体对骨骼肌有氧代谢的能力,增加全身最大摄氧量,以提高机体运动能力。

2.1.2 术后并发症:疼痛。在胸骨正中切开术后持续疼痛是一个常见的临床问题,肋间神经损伤是最重要的致病因素^[14]。胸骨切口症状包括压痛/刺激/瘙痒(73%)、休息时和深呼吸时疼痛(37%)、咳嗽/打喷嚏时疼痛(52%)和活动疼痛(35%)。患者通常在手术后即刻出现疼痛症状,35%的人患有慢性持续性疼痛,65%的患者中出现伴有或不伴有间歇疼痛的疼痛发作,31%的患者遭受放射痛。在针对疼痛的治疗中,众多学者发现心脏康复可以缓解胸骨正中切开术后患者的疼痛。Katijahbe等^[15]通过术后第4天心脏康复干预治疗正中胸骨切开术后的患者,使用视觉模拟疼痛量表(VAS)和McGill疼痛问卷评估发现干预组的疼痛强度显著降低。有研究显示^[16],在胸骨正中切开术的常规治疗上增加渐进式个性化胸部锻炼,可以在术后4周改善患者的疼痛程度。同样地,Reeve等^[17]在开胸术后第一天开始进行肩部和胸部锻炼降低了患者的疼痛水平,并改善了出院时和术后1—3个月的肩部运动功能。

2.1.3 术后并发症:认知功能障碍。正中胸骨切开术后常常发生认知功能障碍^[18]其发生率为20%—80%,可能会影响重

DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2022.01.027

1 蚌埠医学院研究生院,安徽省蚌埠市,233030; 2 徐州市中心医院康复医学科; 3 蚌埠医学院第一附属医院康复医学科; 4 通讯作者
第一作者简介:谢静,女,硕士研究生; 收稿日期:2020-01-06

要的认知领域(如:执行能力、注意力、记忆力和视觉空间知觉)。轻度认知障碍被认为是失智症的前兆,心脏手术患者在术后7.5年内有30%加速发展为失智症的风险,而研究表明,运动训练可以改善胰岛素敏感性,增强胰岛素样生长因子1(IGF-1)等神经营养因子的信号传导,并抵抗与认知能力下降相关的促炎性细胞因子^[19-20]。Ambrose等^[21]在为期12个月的研究中发现,每周进行一次康复训练可以增强患者选择性注意的执行认知能力,改善认知功能(记忆、注意力和反应时间),并且受试者步速明显提高。运动训练改善认知功能的生理基础是通过运动增加脑源性神经营养因子(BDNF),这是一种对突触可塑性、学习和记忆非常重要的分子^[20],可以预防认知能力下降和失智进展。Belmonte等^[18]在对冠状动脉旁路移植术后认知障碍的评估和文献分析中提出,术前采取合理干预措施具有重要意义。Eggermont等人^[22]在一项系统综述中提出采取运动训练等心脏康复措施有助于改善心脏病患者计算力和记忆能力。

此外,上肢活动和运动训练对于胸骨正中切开后患者骨骼的愈合和重塑也发挥着重要作用^[23]。在运动康复治疗对冠心病患者心功能、生存质量及近期预后的研究中,结果显示运动康复组患者心力衰竭、再发心肌梗死率及死亡发生率均明显下降^[24-25]。心脏康复的重要性日益显著,英国国家心脏康复审核报告说明心脏康复时机每延迟一天,患者在所有与康复相关的措施中改善的可能性就降低1%。

2.2 心脏康复对胸骨正中切开后术的安全性。

在一项基础性研究中,McGregor等^[26]对4例尸体进行胸骨正中切开后,模拟施加三个方向的力,发现在肩关节外展方向需要(220±40)N,沿胸骨前后方需要(263±74)N,在胸骨上分别向头部、脚部施加的力需要(325±30)N才能使胸骨切缘分离2mm。Adams等^[27]在健康的志愿者中,通过鼻子插入一根球囊状食管导管并进入胸腔,来测量胸腔内压力。比较打喷嚏时对胸骨施加的力与低强度、中等强度和高强度的卧推阻力练习时对胸骨施加的力。结果显示打喷嚏时的平均力(41.0 kg)与中等强度卧推时施加的平均总力(41.4kg)之间无显著性差异,而打开门或关闭门仅需要5.7kg或多一点的力量^[28]。Parker等^[29]通过9例健康志愿者比较咳嗽与5项不同重量举重活动对胸骨正中切口的作用力,研究表明咳嗽对胸骨的平均作用力最大,达27.5kg。而举起两件20磅重的东西对胸骨的作用力为23.3kg。在临床中,胸骨切开后患者可以反复承受咳嗽对胸骨造成的压力,所以实际上患者可以承受远远大于临床限制所允许的重量(以上两项研究结果是从健康志愿者中观察到的,应谨慎应用于临床)。

Wenke等^[30]的研究表明,上半身运动不一定会对胸骨施加过多的力量。无论在负重或者不负重(的情况下,肩部运动对胸骨上皮肤的运动造成很小或者没有分散的力,而在床上

的移动和转移可能会导致更多的皮肤移动。Balachandran等^[31]通过超声波测量胸骨分离运动,结果显示非负重上肢和功能性任务(深吸气、咳嗽、单侧或双侧上肢抬高、坐位和站立)等动作引起胸骨分离运动小于2mm。在Wang等^[32]的研究中,将穿戴式传感器数字生物标志物附着在胸骨正中切开后患者两侧胸大肌的皮肤上,通过传感器来表示从坐姿到站立姿势转换过程中,与胸部扩张相关的皮肤牵拉。研究表明,在从坐到站立的转换过程中,交叉双臂或双臂抱枕相对于手臂放在两侧可有助于减少胸部扩张($P<0.05$)。通常在术后2周,将使用正面支撑物(桌椅或助行器)向上推,与手臂放在两侧从坐位转换为站立位之间相比,胸部扩张没有显著差异,因此,对于胸骨并发症风险较低但下肢肌肉力量尚不足以完成坐姿到站立转换的患者,可使用正面支撑。

3 心脏手术经胸骨切开后干预措施的改良

3.1 正中胸骨切开后传统的预防措施

胸骨预防措施通常是一系列的身体活动的限制,以避免在日常生活中胸部过度活动。传统胸骨预防措施在6—8周内限制上肢的移动,包括负重提升、推、拉。要求患者遵循以下胸骨预防措施^[15,33]:①避免推拉手臂;②避免单侧上肢活动;③把手臂的高度限制在90°以内;④避免搬动重量超过2kg的物体;⑤咳嗽时使用垫子或采取胸骨保护技术(双臂交叉成“自我拥抱”姿势);⑥从坐转站和下床时限制手臂的使用;⑦不要把手臂放在背后。

3.2 正中胸骨切开后改良的预防措施

Adams等^[16,27]提出胸骨预防措施新概念-“keep your move in the tube”:管内移动的指导原则是不使用传统胸骨预防措施施加的负荷和时间限制,并通过运动时上肢贴近胸壁来减少穿过胸骨的力,限制肩胛带和上臂的运动,这样可以减少对胸骨的侧向拉力,减少手和前臂在负重活动中的杠杆作用。修改后的胸骨预防措施^[15,33]:①用疼痛和不适来指导手臂的安全使用;②避免用一只手推或拉;③在举重时,双臂要紧贴身体;④可以使用手臂,但要靠近身体;⑤避免同时向后伸展一只或两只手臂;⑥咳嗽时使用垫子或使用胸骨保护技术(双臂交叉成“自我拥抱”姿势)(同上);⑦床上转移的时候,侧躺在床的边缘,小心地使用手臂从躺着的姿势坐起来。

传统胸骨预防措施与改良措施同样要求患者避免单侧上肢运动或负重,因为研究发现单侧上肢运动与双侧上肢运动相比,单侧运动与胸骨疼痛显著相关^[11]。在咳嗽时采用“自我拥抱”姿势,缓解咳嗽对胸骨产生的振动和作用力,避免手臂向后伸展。但改良胸骨预防措施相较于传统预防措施放宽了限制,主要以患者自我感觉疼痛和不适来指导上肢的活动,虽然要求避免一只手推拉,但可双上肢或双手同时向同一方向运动;改良预防措施没有对手臂抬高高度和搬动

重物重量进行限制,但要求活动时,双臂要靠近身体,防止过度外展;在由卧位转为坐位时,推荐使用技巧,可先侧躺后将双手放在胸前,身体前倾,缓慢上推至坐姿,小心地使用手臂而不是限制手臂的使用。

4 心脏康复在经胸骨正中切开心脏手术中的研究进展

尽管有证据支持使用上肢和躯干的中等强度运动的安全性和有效性,但仍有术后以胸骨预防措施的形式实施严格的运动和举重限制,以预防胸骨并发症。澳大利亚的一项网络调查发现^[28,34],心脏康复物理治疗师为了预防胸骨不稳定和减少疼痛,在胸骨正中切开后仍然对患者实行单侧手臂抬高和双侧手臂抬高限重2—5kg的限制活动,直到术后第6周再解除上肢限制。美国心肺康复协会(AACVPR)和美国运动医学会(ACSM)在为冠状动脉搭桥术后的心脏康复指导中建议^[29],在恢复期,手持重物的重量限制在1—3磅(0.5—1.4kg)内。其他临床常见指导包括“举起的重量不要超过5磅”或“举起的牛奶不超过1加仑(重量为8.2磅/3.7kg)”。虽然预防冠状动脉搭桥术后胸骨不稳定是非常重要的问题,但这些指南和保守的建议过于严格,可能会阻碍患者的及时恢复,造成生理上的衰退,体能的下降,生存质量的下降,从而导致患者不必要的身体功能障碍和消极情绪。

越来越多的研究表明,胸骨正中切开后早期应针对手臂及上半身活动进行训练,以加快恢复周期,优化功能恢复和提高生存质量。Pengelly等^[35]发表的荟萃分析证明,胸骨正中切开后进行阻力训练,训练组的最大摄氧量与对照组相比,虽然差异没有显著性意义($P=0.40$),但训练组较对照组有改善趋势。Ennis等^[3]对140例胸骨切开心脏手术患者进行随机对照试验,研究证明术后2周内开始心脏康复的患者与术后6周开始心脏康复的患者6min步行距离有显著差异。Busch JC等^[36]学者研究表明,对行冠状动脉搭桥术的高龄患者进行阻力和平衡训练后,其6min步行距离增加,且转移速度较对照组有明显改善。有学者在研究低强度激光治疗与躯干稳定运动对冠状动脉旁路移植术后胸骨愈合的影响^[37]中提出,躯干稳定训练可以激活腹肌和前胸廓肌来稳固胸骨,从而减少躯干运动时在矢状面和水平面上不适当的移动。Molino等^[38]对胸骨切开心脏术后患者进行3周心脏康复,3周后通过测量发现,患者的每分通气量增加,潮气量增加,而呼吸频率保持不变。该项研究表明心脏康复可以提高通气效率。

5 小结

到目前为止,还没有证据表明术后早期的运动康复与胸骨并发症风险的增加有直接联系。多位学者^[23,29,39—40]指出目前施行的胸骨切开后活动限制过于严格,这些对身体活动的限制可能会加剧正中胸骨切开心脏手术对患者症状、身体和社会

心理功能以及生存质量的负面影响。而应该在早期评估胸骨并发症的危险因素和不稳定性,然后进行个体化的渐进性功能活动和上肢治疗运动,以促进患者的最佳和及时的恢复。大量研究不仅表明,胸骨正中切开后指导方针应该允许更多的上半身活动,而且针对手臂运动范围和肌肉性能(力量和耐力)的锻炼应该尽早纳入术后患者的康复中,以优化功能和生存质量。然而,各个地区对心脏手术经胸骨正中切开后患者的心脏康复看法不一,术后实行活动限制的内容、解除活动限制的要求、开始心脏康复的时机以及康复措施各有差别。目前还没有系统的研究对正中胸骨切开心脏术后的运动参数和预后指标进行调查。因此,有必要对胸骨切开心脏特定心脏人群的心脏康复进行调查,以进一步确定优化胸骨正中切开后康复的运动处方(模式、频率、强度和持续时间),以便临床医生针对患者制定个性化运动方案。

参考文献

- [1] Price KJ, Gordon BA, Bird SR, et al. A review of guidelines for cardiac rehabilitation exercise programmes: Is there an international consensus?[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2016, 23(16): 1715—1733.
- [2] Pengelly J, Pengelly M, Lin KY, et al. Exercise parameters and outcome measures used in cardiac rehabilitation programs following median sternotomy in the elderly: a systematic review and meta-analysis[J]. *Heart Lung Circ*, 2019, 28(10): 1560—1570.
- [3] Ennis S, Lobley G, Worrall S, et al. Early initiation of post-sternotomy cardiac rehabilitation exercise training (SCAR): study protocol for a randomised controlled trial and economic evaluation[J]. *BMJ Open*, 2018, 8(3): e019748.
- [4] 周方, 王磊. 心脏运动康复相关作用机制的研究进展[J]. *中国康复*, 2016, 31(3): 222—225.
- [5] 陆晓. 心脏康复的演变与进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2017, 32(1): 4—9.
- [6] 林青华. 康复训练对出院后不同时期老年冠心病患者心肺功能的影响[D]. 天津体育学院, 2015: 1—60.
- [7] Van Venrooij LM, Verberne HJ, De Vos R, et al. Postoperative loss of skeletal muscle mass, complications and quality of life in patients undergoing cardiac surgery[J]. *Nutrition*, 2012, 28(1): 40—45.
- [8] Cordeiro AL, De Melo TA, 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.
- [9] 郑瑜, 励建安. 冠心病运动康复实验的研究进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2013, 28(7): 668—671.
- [10] Moholdt T, Aamot IL, Granoien I, et al. Aerobic interval training increases peak oxygen uptake more than usual care exercise training in myocardial infarction patients: a randomized controlled study[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2011, 26(1): 33—44.
- [11] El-Ansary D, Waddington G, Adams R. Relationship between pain and upper limb movement in patients with

- chronic sternal instability following cardiac surgery[J]. Physiother Theory Pract, 2007, 23(5): 273—280.
- [12] Adams J, Cline MJ, Hubbard M, et al. A new paradigm for post-cardiac event resistance exercise guidelines [J]. The American Journal of Cardiology, 2006,97(2):281—286.
- [13] Boushel R, Ara I, Gnaiger E, et al. Low-intensity training increases peak arm VO_2 by enhancing both convective and diffusive O_2 delivery[J]. Acta Physiol (Oxf), 2014, 211(1): 122—134.
- [14] Grosen K, Laue Petersen G, Pfeiffer-Jensen M, et al. Persistent post-surgical pain following anterior thoracotomy for lung cancer: a cross-sectional study of prevalence, characteristics and interference with functioning[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2013, 43(1): 95—103.
- [15] Katijahbe MA, Granger CL, Denehy L, et al. Standard restrictive sternal precautions and modified sternal precautions had similar effects in people after cardiac surgery via median sternotomy ('SMART' Trial): a randomised trial[J]. J Physiother, 2018, 64(2): 97—106.
- [16] El-Ansary D, Lapier TK, Adams J, et al. An evidence-based perspective on movement and activity following median sternotomy[J]. Phys Ther, 2019, 99(12): 1587—1601.
- [17] Reeve J, Stiller K, Nicol K, et al. A postoperative shoulder exercise program improves function and decreases pain following open thoracotomy: a randomised trial[J]. Journal of Physiotherapy, 2010, 56(4): 245—252.
- [18] Perez-Belmonte LM, San Roman-Teran CM, Jimenez-Navarro M, et al. Assessment of long-term cognitive impairment after off-pump coronary-artery bypass grafting and related risk factors[J]. J Am Med Dir Assoc, 2015, 16(3): 263 e9—11.
- [19] Cotman CW, Berchtold NC, Christie LA. Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation[J]. Trends Neurosci, 2007, 30(9): 464—472.
- [20] Vaynman S, Ying Z, Gomez-Pinilla F. Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition[J]. Eur J Neurosci, 2004, 20(10): 2580—2590.
- [21] Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Graf P, et al. Resistance training and executive functions: a 12-month randomized controlled trial[J]. Arch Intern Med, 2010, 170(2): 170—178.
- [22] Eggermont LHP, De Boer K, Muller M, et al. Cardiac disease and cognitive impairment: a systematic review[J]. Heart, 2012, 98(18): 1334—1340.
- [23] Cahalin LP, Lapier TK, Shaw DK. Sternal precautions: is it time for change? Precautions versus restrictions - a review of literature and recommendations for revision[J]. Cardiopulm Phys Ther J, 2011, 22(1): 5—15.
- [24] 刘永政,张双,王楠,等.个体化运动康复治疗对未行血运重建的冠心病患者的影响[J].中国康复,2019,34(5):254—256.
- [25] 李庆.冠心病患者血运重建后运动康复的疗效及安全性[J].临床医药文献电子杂志,2015,(28):5817—5817,5820.
- [26] McGregor WE, Trumble DR, Magoven JA. Mechanical analysis of midline sternotomy wound closure[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 1999, 117(6): 1144—1150.
- [27] Adams J, Lotshaw A, Exum E, et al. An alternative approach to prescribing sternal precautions after median sternotomy, "keep your move in the tube" [J]. Proc (Bayl Univ Med Cent), 2016, 29(1): 97—100.
- [28] Tuyl LJ, Mackney JH, Johnston CL. Management of sternal precautions following median sternotomy by physical therapists in Australia: a web-based survey[J]. Physical Therapy, 2012, 92(1): 83—97.
- [29] Parker R, Adams JL, Ogola G, et al. Current activity guidelines for CABG patients are too restrictive: comparison of the forces exerted on the median sternotomy during a cough vs. lifting activities combined with valsalva maneuver[J]. Thorac Cardiovasc Surg, 2008, 56(4): 190—194.
- [30] Wenke K, Neumaier-Prauser P, Opitz A, et al. Using the internal thoracic artery of patients with reduced left ventricular function [J]. Z Kardiol, 1999, 88(1): 23—28.
- [31] Balachandran S, Denehy L, Lee A, et al. Motion at the sternal edges during upper limb and trunk tasks in-vivo as measured by real-time ultrasound following cardiac surgery: a three-month prospective, observational study[J]. Heart, Lung and Circulation, 2019, 28(8): 1283—1291.
- [32] Wang C, Goel R, Noun M, et al. Wearable sensor-based digital biomarker to estimate chest expansion during sit-to-stand transitions - a practical tool to improve sternal precautions in patients undergoing median sternotomy[J]. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng, 2019, 28(1): 165—173.
- [33] Katijahbe MA, Denehy L, Granger CL, et al. The sternal management accelerated recovery trial (SMART) - standard restrictive versus an intervention of modified sternal precautions following cardiac surgery via median sternotomy: study protocol for a randomised controlled trial [J]. Trials, 2017, 18(1): 290.
- [34] Balachandran S, Lee A, Royse A, et al. Upper limb exercise prescription following cardiac surgery via median sternotomy: a web survey[J]. J Cardiopulm Rehabil Prev, 2014, 34(6): 390—395.
- [35] Pengelly J, Pengelly M, Lin KY, et al. Resistance training following median sternotomy: a systematic review and meta-analysis[J]. Heart Lung Circ, 2019, 28(10): 1549—1559.
- [36] Busch JC, Lillou D, Wittig G, et al. Resistance and balance training improves functional capacity in very old participants attending cardiac rehabilitation after coronary bypass surgery[J]. J Am Geriatr Soc, 2012, 60(12): 2270—2276.
- [37] Helmy ZM, Mehani SHM, El-Refaey BH, et al. Low-level laser therapy versus trunk stabilization exercises on sternotomy healing after coronary artery bypass grafting: a randomized clinical trial[J]. Lasers Med Sci, 2019, 34(6): 1115—1124.
- [38] Molino-Lova R, Pasquini G, Vannetti F, et al. Ventilatory strategies in the six-minute walk test in older patients receiving a three-week rehabilitation programme after cardiac surgery through median sternotomy[J]. Journal of Rehabilitation Medicine, 2013, 45(5): 504—509.
- [39] Adams J, Pullum G, Stafford P, et al. Challenging traditional activity limits after coronary artery bypass graft surgery: a simulated lawn-mowing activity[J]. J Cardiopulm Rehabil Prev, 2008, 28(2): 118—121.
- [40] Brocki BC, Thorup CB, Andreassen JJ. Precautions related to midline sternotomy in cardiac surgery: a review of mechanical stress factors leading to sternal complications[J]. European Journal of Cardiovascular Nursing, 2010, 9(2): 77—84.