

高频胸壁振荡在高龄患者行冠状动脉搭桥术后的应用

薛松 谢波 徐根兴 王旭冬 郑微艳

(上海交通大学医学院附属仁济医院 心胸外科, 上海 200127)

摘要: **目的** 探讨高频胸壁振荡(HFCWO)在70岁以上高龄患者行冠状动脉搭桥术(CABG)后应用的耐受性、安全性和临床效果。**方法** 2009年10月~2010年3月我科行CABG的高龄患者连续79例,年龄70~89(76.31±6.86)岁。所有患者在拔除气管插管后4~6h开始使用高频振荡机行HFCWO治疗,参数设置为频率12Hz,气压强度2~4,每次10min,每天3次,同时仍行人工胸部物理治疗。应用Likert量表对每次治疗的耐受性进行评估,并观察患者初次接受HFCWO前10min、治疗中及结束后10min的循环、呼吸指标变化。此外,将2009年4月~2009年9月在我科连续52例70岁以上的CABG患者(仅进行人工胸部物理治疗)作为对照组,对相关临床资料进行比较。**结果** 全组共行331次HFCWO治疗,其中270次能够被患者较好地耐受(Likert评分4或5,81.57%),仅有26次不能耐受(Likert评分1或2,7.85%);全组无与HFCWO相关的不良事件发生。患者在接受初次HFCWO治疗前10min、治疗中和结束后10min的心率、收缩压、中心静脉压、肺动脉平均压、呼吸频率及脉搏血氧饱和度等循环、呼吸指标均无明显变化($P > 0.05$)。HFCWO组肺部感染发生率、胸腔积液发生率均明显低于对照组(分别为3.80% vs 13.46%, 8.86% vs 21.15%, $P < 0.05$),抗生素使用时间和术后住院时间也短于后者[分别为(5.12±2.33)d vs (7.02±1.94)d, (9.98±4.15)d vs (11.92±5.55)d, $P < 0.05$]。而两组肺不张发生率、二次气管插管率及ICU驻留时间等均无明显差异($P > 0.05$)。**结论** HFCWO在高龄患者CABG术后拔除气管插管后早期应用是安全的,并且能被大多数患者很好耐受。HFCWO联合人工胸部物理治疗,对于减少术后肺部感染及抗生素的使用有一定的作用。

关键词: 高频胸壁振荡; 冠状动脉分流术; 高龄; 胸部物理治疗

Application of High-Frequency Chest Wall Oscillation in Elderly Patients Following Coronary Artery Bypass Grafting XIE Bo, XUE Song, XU Gen-xing, WANG Xu-dong, ZHENG Wei-yan.. (Department of Cardiothoracic Surgery, Renji Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200127, P.R.China. E-mail: xieborj@hotmail.com)

Abstract: **Objective** To evaluate the feasibility of applying high-frequency chest wall oscillation(HFCWO) in elderly patients following coronary artery bypass grafting(CABG). **Methods** From October 2009 through March 2010, 79 consecutive patients at the age of 70~89(76.31±6.86) undergoing CABG received HFCWO via Airway Clearance System 4~6h after extubation, combined with manual chest physiotherapy(mCPT). We also collected data of 52 consecutive elderly patients undergoing CABG who received solo mCPT as the control group for comparison. **Results** A total of 331 therapies were evaluated, of which 270 therapies(81.57%) could be finely tolerated(Likert scale 4~5), while 26 therapies(7.85%) hardly tolerated(Likert scale 1~2). No therapy-related adverse events were reported. Before, during and after initial HFCWO therapy, there were no significant changes in heart rate, systolic blood pressure, central venous pressure, mean pulmonary arterial pressure, breathing rate and pulse oxygen saturation($P > 0.05$). Compared to the control group, HFCWO group encountered lower incidence rate of postoperative pneumonia and pleural effusion(3.80% vs 13.46%, 8.86% vs 21.15%, $P < 0.05$, respectively). HFCWO group also had shorter antibiotics use time and postoperative hospital time[(5.12±2.33)d vs (7.02±1.94)d, (9.98±4.15)d vs (11.92±5.55)d, $P < 0.05$, respectively]. There were no significant differences in atelectasis, re-endo and ICU stay time($P > 0.05$). **Conclusion** HFCWO is a safe, well-tolerated adjunct after extubation following CABG in elderly patients. Combined with mCPT, HFCWO might do its effect on reducing postoperative pneumonia and use of antibiotics.

Key word: High-frequency chest wall oscillation (HFCWO); Coronary artery bypass grafting (CABG); Elderly; Chest physiotherapy (CPT)

近年来，有越来越多 70 岁以上的高龄患者接受冠状动脉搭桥手术，但是其手术风险性仍然是一个不容小觑的问题，其中肺部并发症是术后最为常见的并发症之一^[1]。胸部物理治疗是术后肺保护中最重要的一环，除了人工胸部物理治疗外，高频胸壁振荡(high-frequency chest wall oscillation, HFCWO) 也已经被广泛应用^[2~7]。本研究旨在探讨 HFCWO 在高龄患者行冠状动脉搭桥术后应用的耐受性、安全性和临床效果。

1. 临床资料与方法

1. 1 一般资料

2009 年 10 月~2010 年 3 月在我科行 CABG 术的 70 岁以上患者连续共 79 例（已排除术后因循环衰竭或脑血管意外不能脱离呼吸机者），占同期 CABG 总数的 63.20%（79/125），男 62 例，女 17 例，年龄 70~89（76.31±6.86）岁。手术均采用正中切口，常规取用左乳内动脉和大隐静脉，搭桥 1~5（3.12±1.01）支；其中非体外循环下不停跳搭桥术 63 例，体外循环下单纯 CABG 术 4 例，CABG+二尖瓣成形/置换术 9 例，CABG+主动脉瓣置换术 2 例。术后呼吸机辅助时间 9.5~151（19.29±27.44）h。

1. 2 HFCWO 方法

所有上述患者在拔除气管插管后 4~6h 即开始使用高频振荡机进行 HFCWO 治疗。该机器包括一台空气脉冲发生器、连接管道和可充气背心，让患者穿着背心后通过连接管连至发生器，产生空气脉冲进行胸壁振荡，参数设置为频率 12Hz，气压强度 2~3，每次 10min，每天 3 次。在 HFCWO 的同时，仍进行人工胸部物理治疗（包括胸壁叩击、振动、体位引流和鼓励深部咳嗽等）和雾化吸入等肺保护措施。

1. 3 观察指标

应用 Likert 量表（Likert scale）对患者每次治疗的耐受性进行评估（1=无法耐受，2=不好耐受，3=不清楚，4=可以耐受，5=很好耐受）。同时，观察患者初次接受 HFCWO 前 10min、治疗中及结束后 10min 的循环、呼吸指标变化（心率、收缩压、中心静脉压、肺动脉压、呼吸频率和脉搏血氧饱和度等）。此外，将 2009 年 4 月~2009 年 9 月在我科连续 52 例 70 岁以上的 CABG 患者作为对照组（仅进行人工胸部物理治疗和雾化吸入等肺保护措施，而未行 HFCWO），对两组的相关临床资料进行比较分析。两组治疗前的各项临床资料均无统计学差异（ $P > 0.05$ ），见表 1。

表 1 HFCWO 组和常规胸部物理治疗组围术期资料的比较

组别	性别 (男/女)	年龄(岁)	COPD (例)	急诊手术 (例)	桥血管数 (支)	呼吸机辅助 时间(h)	IABP (例)	CRRT (例)
HFCWO 组	62/17	76.31±6.86	9	3	3.22±1.54	19.29±27.44	6	2
对照组	Nov-41	74.99±5.95	5	4	3.51±1.72	20.31±24.62	2	0

注：COPD：慢性阻塞性肺病；IABP：主动脉内球囊反搏；CRRT：连续性肾脏替代治疗。

1. 4 统计学分析

计量资料以均数±标准差（±s）表示，组间比较采用 t 检验，计数资料比较采用 χ^2 检验（SPSS12.0 统计软件包）。 $P < 0.05$ 认为差别有统计学意义。

2. 结果

HFCWO 组患者无院内死亡（入选时已排除因循环衰竭或脑血管意外不能脱离呼吸机者）。术后并发症：低心排 6 例（7.59%），严重低氧血症致二次气管插管 1 例（1.27%），阵发性房颤 23 例（29.11%），急性肾损伤 13 例（16.46%），其中 2 例行连续性肾脏替代治疗。

全组共行 331 次 HFCWO 治疗，其中 270 次能够被患者较好地耐受（Likert 评分 4 或 5，占 81.57%），仅有 26 次不能耐受（Likert 评分 1 或 2，占 7.85%），见图 1。不能耐受的原因包括胸闷（21/26，80.77%）和伤口疼痛（5/26，19.23%）。

全组未发生与 HFCWO 相关的不良事件，包括循环波动、心律失常、气胸、伤口哆开、伤口感染及导管脱落等。患者在接受初次 HFCWO 治疗前 10min、治疗中和结束后 10min 的各项循环、呼吸指标均无明显变化（ $P > 0.05$ ），见表 2。

图 1 HFCWO 治疗耐受性的 Likert 评分

Number of Treatments

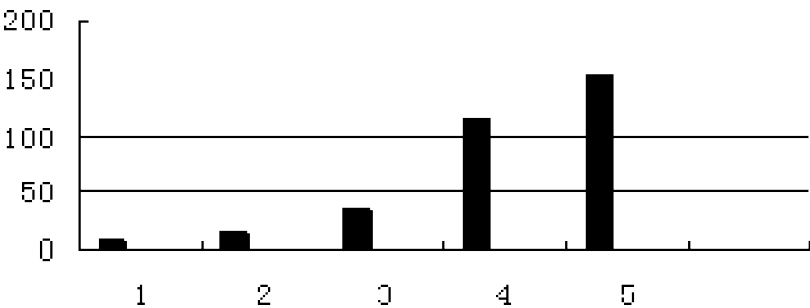


表 2 初次 HFCWO 治疗前、中、后循环、呼吸指标的变化

临床指标	HFCWO 治疗前10min	HFCWO 治疗中	HFCWO 治疗结束后10min
心率（次/min）	82.49±14.76	85.31±13.99	83.02±14.06
收缩压（mmHg）	116.73±21.49	119.80±22.02	119.33±21.85
中心静脉压（cmH ₂ O）	10.28±2.30	11.05±2.41	10.39±2.35
肺动脉平均压（mmHg）	19.58±3.73	20.52±3.89	19.43±3.50
呼吸频率（次/min）	14.62±3.13	15.89±3.92	15.30±3.49
脉搏血氧饱和度（%）	96.11±2.38	96.15±2.26	96.28±2.31

HFCWO 组术后肺部感染发生率、胸腔积液发生率均明显低于人工胸部物理治疗组（分别为 3.80% *vs* 13.46%，8.86% *vs* 21.15%， $P < 0.05$ ），术后抗生素使用时间和术后住院时间也短于人工胸部物理治疗组[分别为]（5.12±2.33）d *vs* （7.02±1.94）d，（9.98±4.15）d *vs* （11.92±5.55）d， $P < 0.05$ ）。而两组肺不张发生率、二次气管插管率及 ICU 驻留时间等均无明显差异（ $P > 0.05$ ）。

表 3 HFCWO 组和常规胸部物理治疗组术后临床资料的比较

临床指标	HFCWO 组	常规胸部物理治疗组	<i>t</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值
	(<i>n</i> = 79)	(<i>n</i> = 52)		
肺部感染发生率（%）	3.80(3/79) *	13.46(7/52)	4.154	0.042
肺不张发生率（%）	2.53(2/79)	5.77(3/52)	0.895	0.344
胸腔积液发生率（%）	8.86(7/79) *	21.15(11/52)	3.998	0.046
二次气管插管率（%）	1.27(1/79)	3.85(2/52)	0.933	0.334
ICU 驻留时间（d）	2.56±2.07	2.71±2.16	0.676	0.501
术后抗生素使用时间（d）	5.12±2.33 *	7.02±1.94	2.148	0.038
术后住院时间（d）	9.98±4.15 *	11.92±5.55	2.361	0.022

注：与常规胸部物理治疗组相比，* $P < 0.05$

3. 讨论

近年来,随着心脏外科手术技术和围术期处理的不断成熟,有越来越多 70 岁以上的高龄患者接受冠状动脉搭桥手术(coronary artery bypass grafting, CABG),文献报道占到全部 CABG 的 17.3%~38%^[1,8],而在本研究中更高达 63.2%。但是,高龄患者行 CABG 的手术风险性仍然是一个不容小觑的问题,其手术死亡率和并发症发生率均较非高龄患者明显增加^[1]。其中,除了急性肾损伤外,肺部并发症是高龄患者术后最为常见的并发症之一。由于手术的应激和全身炎症反应,造成术后呼吸道黏液纤毛清除系统(mucociliary clearance, MC)的一过性功能障碍,以及高龄患者受体力、麻醉、伤口疼痛、创伤性监测和导管等因素影响造成咳嗽功能降低^[9],使得气道分泌物不能够及时有效清除,容易发生低氧血症、肺不张、肺部感染等并发症;若不能及时纠治,进一步发展为呼吸衰竭,很可能导致多器官功能障碍、甚至死亡的严重后果。

正因为上述原因,如何有效地清除气道分泌物成为了高龄患者术后肺保护、乃至整个术后处理策略中一个非常关键的问题。临床上常用的清除气道分泌物的方法除了黏液溶解药物、雾化吸入以外,胸部物理治疗(chest physiotherapy, CPT)是最重要的一环。胸部物理治疗主要是在改善气道分泌物引流和预防气道分泌物潴留两方面发挥作用,传统方法多为人工胸部物理治疗,包括胸部叩拍、振动、体位引流和呼吸、咳嗽锻炼等。目前已有随机、对照临床试验的结果^[10,11]证实人工胸部物理治疗在 CABG 术后肺保护的作用,但是治疗效果受到物理治疗师的人为因素影响较大,而且在治疗过程中经常会引起患者的不适、疼痛及血流动力学的波动,以致无法耐受治疗。Fiore 等^[11]报道,即使采用了胸廓支持(thoracic support, 即挤压固定正中切口两侧的胸廓)的改良方法,仍不能减少胸部物理治疗引起的伤口疼痛。

针对上述情况,近年来出现了许多胸部物理治疗的新技术,包括高频胸壁振荡(high-frequency chest wall oscillation, HFCWO)、呼气正压技术(positive expiratory pressure, PEP)^[12]、肺内叩击通气(intrapulmonary percussive ventilation, IPV)^[13]、机械吸-呼技术(mechanical insufflation-exsufflation, MI-E)^[14]等。HFCWO 是其中较为成熟的一项技术,其原理是通过高频振荡胸壁,在气道内形成来回快速高频率震颤移动的小体积气体,与黏膜上的气道分泌物形成剪切力从而松动分泌物,可视为物理性的“黏液溶解作用”^[15]。HFCWO 已被广泛应用于神经肌肉疾病^[2]、慢性阻塞性肺病^[3]、囊性纤维化(cystic fibrosis, CF)^[4,5,16]等患者的胸部物理治疗,但是其临床疗效目前尚存在争议。以 CF 的治疗为例,Warwick 等^[4]报道,接受 HFCWO 患者的排痰量要多于接受人工胸部物理治疗的患者,且 HFCWO 的效果持续稳定,而后的临床效果受物理治疗师的人为因素影响较大。但是,在最近的一项随机交叉试验中^[5],研究者却发现同一 CF 患者在间隔进行 HFCWO 和人工胸部物理治疗的过程中,HFCWO 后的排痰量要明显少于人工胸部物理治疗后,而且 HFCWO 没有改善患者的一秒用力呼气容积占预计值百分比(FEV₁%)和氧合状况。所以在 2009 年由欧洲肺部治疗协会制定的 CF 胸部物理治疗指南中^[16],提出选择 HFCWO 还是人工胸部物理治疗应遵循个体化原则,根据实际使用的临床效果及时调整治疗方法。

胸心外科的患者由于手术或损伤部位即在胸部,一方面更需要充分有效的胸部物理治疗,否则很容易发生肺部并发症;而另一方面受到手术伤口/损伤部位、各种导管(引流管、深静脉导管、漂浮导管等)和体位的影响,实施人工胸部物理治疗时常常不便及引起患者的不适,甚至无法耐受而中断治疗。Anderson 等^[6]在 25 例胸部钝性损伤的患者中应用 HFCWO,结果所有治疗均能顺利完成,其中 76%的患者在治疗中没有或仅有轻微的疼痛;无一例患者发生相关不良事件(包括导管脱落)。James 等^[7]报道,在一组 25 例的普胸外科手术患者术后 48h 内开展 HFCWO,结果无不良事件发生,患者的循环、呼吸指标在治疗前、中、后均无明显变化。84%的患者在治疗中未感到或仅轻微不适,而且有超过 2:1 的患者倾向于选择

HFCWO 而非人工胸部物理治疗。但是非常遗憾,上述研究均仅涉及 HFCWO 的安全性和耐受性,而无临床疗效方面的证据。

目前尚无 HFCWO 在 CABG 术后应用的报道。在本研究中,我们对连续 79 例 70 岁以上的高龄 CABG 患者,在术后拔除气管插管后 4~6h 即开始使用高频振荡机进行 HFCWO 治疗,同时仍行人工胸部物理治疗。在 HFCWO 的参数设置方面,Milla 等^[17]研究发现,振荡频率为 12Hz 时可以在气道内产生最大的移动气流;而气压强度一般为 2~4,每次 10~15min,每天 2~4 次^[4~7];在本组中采用频率 12Hz,气压强度 2~3,每次 10min,每天 3 次。全组共进行 331 次 HFCWO 治疗,首先在耐受性方面,有 81.57% 的治疗能够被患者较好的耐受,仅有 7.85% 不能耐受;其次在安全性方面,全组未发生与 HFCWO 相关的不良事件(包括循环波动、心律失常、气胸、伤口哆开、伤口感染及导管脱落等),而且患者在接受初次 HFCWO 治疗前、中、后的各项循环、呼吸指标均无明显变化,从而证明高龄 CABG 患者在术后早期即开展 HFCWO 是安全的、能够较好耐受的。除此之外,本研究还着重观察 HFCWO 在高龄患者中的临床效果,结果发现,HFCWO 联合人工胸部物理治疗与单纯人工胸部物理治疗相比,前者术后肺部感染发生率、胸腔积液发生率均明显低于后者,同时术后抗生素使用时间和术后住院时间也短于后者,而两组肺不张发生率、二次气管插管率及 ICU 驻留时间等均无明显差异。上述结果已经能够初步证明,HFCWO 联合人工胸部物理治疗,对于高龄患者减少术后的肺保护具有一定的作用。但本研究尚存在两点局限,一是在观察 HFCWO 临床效果时,采用的是回顾性研究,而非前瞻性、随机研究;二是没有单独 HFCWO 治疗的组别,尚无法证实 HFCWO 能否在 CABG 术后完全替代人工胸部物理治疗。上述局限性有待进一步的临床研究来解决。

综上所述,HFCWO 在高龄患者 CABG 术后拔除气管插管后早期应用是安全的,并且能被大多数患者很好耐受。HFCWO 联合人工胸部物理治疗,对于减少术后肺部感染及抗生素的使用有一定的作用。

参 考 文 献

1. Filsoofi F, Rahmanian PB, Castillo JG, et al. Results and predictors of early and late outcomes of coronary artery bypass graft surgery in octogenarians. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2007, 21(6): 784-792.
2. Lange DJ, Lechtzin N, Davey C, et al. High-frequency chest wall oscillation in ALS: an exploratory randomized, controlled trial. *Neurology*, 2006, 67(6): 991-997.
3. Bhowmik A, Chahal K, Austin G, et al. Improving mucociliary clearance in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med*, 2009, 103(4): 496-502.
4. Warwick WJ, Wielinski CL, Hansen LG. Comparison of expectorated sputum after manual chest physical therapy and high-frequency chest compression. *Biomed Instrum Technol*, 2004, 38(6): 470-475.
5. Osman LP, Roughton M, Hodson ME, et al. Short-term comparative study of high frequency chest wall oscillation and European airway clearance techniques in patients with cystic fibrosis. *Thorax*, 2010, 65(3): 196-200.
6. Anderson CA, Palmer CA, Ney AL, et al. Evaluation of the safety of high-frequency chest wall oscillation (HFCWO) therapy in blunt thoracic trauma patients. *J Trauma Manag Outcomes*, 2008, 2(1): 8.
7. Allan JS, Garrity JM, Donahue DM. High-frequency chest-wall compression during the 48 hours following thoracic surgery. *Respir Care*, 2009, 54(3): 340-343.
8. 肖苍松, 高长青, 李伯君, 等. 70 岁以上患者的冠状动脉旁路移植术. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2004, 11(3): 165-167.

9. Smetana GW. Postoperative pulmonary complications: an update on risk assessment and reduction. *Cleve Clin J Med*, 2009, 76(Suppl 4): S60-65.
10. Westerdahl E, Lindmark B, Eriksson T, et al. Deep-breathing exercises reduce atelectasis and improve pulmonary function after coronary artery bypass surgery. *Chest*, 2005, 128(5): 3482-3488.
11. Fiore JF Jr, Chiavegato LD, Denehy L, et al. Do directed cough maneuvers improve cough effectiveness in the early period after open heart surgery? Effect of thoracic support and maximal inspiration on cough peak expiratory flow, cough expiratory volume, and thoracic pain. *Respir Care*, 2008, 53(8): 1027-1034.
12. Orman J, Westerdahl E. Chest physiotherapy with positive expiratory pressure breathing after abdominal and thoracic surgery: a systematic review. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2009 Oct 29. [Epub ahead of print]
13. Vargas F, Bui HN, Boyer A, et al. Intrapulmonary percussive ventilation in acute exacerbations of COPD patients with mild respiratory acidosis: a randomized controlled trial. *Crit Care*, 2005, 9(4): R382-389.
14. Homnick DN. Mechanical insufflation-exsufflation for airway mucus clearance. *Respir Care*, 2007, 52(10): 1296-1305.
15. Kempainen RR, Williams CB, Hazelwood A, et al. Comparison of high-frequency chest wall oscillation with differing waveforms for airway clearance in cystic fibrosis. *Chest*, 2007, 132(4): 1227-1232.
16. Flume PA, Robinson KA, O'Sullivan BP, et al; Clinical Practice Guidelines for Pulmonary Therapies Committee. Cystic fibrosis pulmonary guidelines: airway clearance therapies. *Respir Care*, 2009, 54(4): 522-537.
17. Milla CE, Hansen LG, Warwick WJ. Different frequencies should be prescribed for different high frequency chest compression machines. *Biomed Instrum Technol*, 2006, 40(4): 319-324.