

冠心病研究

高危病人冠状动脉旁路移植术前预防性应用主动脉内球囊反搏泵的
临床效果——Meta 分析*

蒙延海, 常谦, 王水云, 李守军, 张海涛, 张燕搏

摘要

目的: 应用 Meta 分析的方法评价高危病人冠状动脉旁路移植术(CABG)前预防性应用主动脉内球囊反搏(IABP)泵的疗效。

方法: 计算机检索 PubMed、Embase、Cochrane 图书馆, 中国期刊全文数据库及维普数据库里比较高危病人 CABG 术前预防性应用和未应用 IABP 临床效果的对比研究。文献检索时间从各数据库建库时间至 2013-07。根据 The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) 量表评价纳入文献的质量并提取资料。对符合质量标准的对照研究采用 Rev Man 5.2 进行异质性检验及 Meta 分析。检出相关文献 512 篇, 根据纳入标准最终入选 9 篇文献; 共入选病例 1 386 例。术前预防性应用 IABP 的为试验组共 560 例, 术前未预防性应用 IABP 的为对照组共 826 例。

结果: 试验组较对照组病人在术后住院死亡率 (RR: 0.37; 95%CI: 0.22 ~ 0.63)、术后低心排 (RR: 0.40; 95%CI: 0.19 ~ 0.87) 及术后肾功能不全 (RR: 0.59; 95%CI: 0.39 ~ 0.90) 的发生率明显减少, 差异具有统计学意义 (P 分别 < 0.01 、 0.02 、 0.01); 试验组较对照组病人重症监护室 (ICU) 时间 [标准均数差 (SMD) - 0.72; 95%CI: - 1.13 ~ - 0.31; $P < 0.01$] 和住院时间 (SMD: - 0.34; 95%CI: - 0.68 ~ - 0.01; $P = 0.04$) 明显缩短; 试验组较对照组病人在术后新发心肌梗死 (RR: 0.88; 95%CI: 0.66 ~ 1.18; $P = 0.40$) 和术后卒中 (RR: 1.05; 95%CI: 0.59 ~ 1.86; $P = 0.86$) 的发生率上差异无统计学意义。

结论: 高危病人 CABG 术前预防性应用 IABP 可能是安全有效的, 能够改善心功能, 减少术后低心排、肾功能不全等严重并发症的发生, 从而降低围术期死亡率, 提高高危病人 CABG 的手术效果。

关键词 冠状动脉旁路移植术; 主动脉内球囊反搏泵; Meta 分析

Effect of Prophylactic Application of Intra-aortic Balloon Pump Before Coronary Artery Bypass Grafting for High Risk Patients by Meta-analysis

MENG Yan-hai, CHANG Qian, WANG Shui-yun, LI Shou-jun, ZHANG Hai-tao, ZHANG Yan-bo.

Department of Cardiovascular Surgery, Cardiovascular Institute and Fu Wai Hospital, CAMS and PUMC, Beijing (100037), China

Corresponding Author: Zhang Yan-bo, Email: yanbozhang@126.com

Abstract

Objectives: To investigate the effect of prophylactic application of intra-aortic balloon pump (IABP) before coronary artery bypass grafting (CABG) in high risk patients by meta-analysis.

Methods: The PubMed, Embase, Cochrane controlled trials register databases, CNKI and VIP databases were searched from the data base establishment to 2013-07. According to Newcastle-Ottawa Scale (NOS), a total of 512 references were cited and 9 articles with 1386 patients were analyzed using Rev Man 5.2 for meta-analysis. The patients were divided into 2 groups, Prophylactic group, $n=560$ patients with IABP before CABG and Control group, $n=826$ patients without IABP before CABG. The comparative study was conduct between 2 groups.

Results: Compared with Control group, Prophylactic group showed obviously decreased hospital mortality (RR: 0.37, 95%CI 0.22-0.63), postoperative low cardiac output syndrome (RR: 0.40, 95%CI 0.19-0.87) and renal dysfunction

* 基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研基金(2012F-015); 中华医学会胸心血管外科分会厄尔巴肯科研奖学金(2011-H28#)

作者单位: 100037 北京市, 中国医学科学院 北京协和医学院 国家心血管病中心 阜外心血管病医院 心血管疾病国家重点实验室 心血管外科 二部 ICU

作者简介: 蒙延海 住院医师 硕士 主要从事心血管疾病的围术期治疗 Email: mengyanhai@126.com 通讯作者: 张燕搏 Email: yanbozhang@126.com 中图分类号: R54 文献标识码: A 文章编号: 1000-3614 (2014) 02-0094-05 doi: 10.3969/j.issn.1000-3614.2014.02.005

(RR: 0.59, 95%CI 0.39-0.90), $P < 0.01$, $P < 0.02$ and $P < 0.01$; significantly shortened ICU time (SMD: -0.72, 95%CI -1.13~-0.31, $P < 0.01$) and hospitalization time (SMD: -0.34, 95%CI -0.68~-0.01, $P = 0.04$). The incidence of postoperative myocardial infarction (RR: 0.88, 95%CI 0.66-1.18, $P = 0.04$) and neurological complication (RR: 1.05, 95%CI 0.59-1.86, $P = 0.86$) were similar between 2 groups.

Conclusion: Prophylactic IABP application before CABG might be safe and effective, it may improve the cardiac function, decrease the postoperative low cardiac output and renal insufficiency, therefore reduce the peri-operative mortality in the high risk patients.

Key words Coronary artery bypass grafting; Intra-aortic balloon pump; Meta-analysis

(Chinese Circulation Journal, 2014,29:94.)

主动脉内球囊反搏 (IABP) 泵是临床上应用最为广泛的短期机械辅助循环方法之一, 已广泛应用于心肌梗死后心源性休克^[1]、冠状动脉旁路移植术 (CABG) 高危患者围术期等心脏重症的处理上。IABP 可以通过提高舒张压, 增加冠状动脉 (冠脉) 灌注, 使缺血部位的血流得到充足的供应, 从而使心脏的功能得到恢复。近年来, 随着接受 CABG 的患者年龄越来越大以及术后各种合并症的增加, 高危患者围术期死亡和术后低心排等并发症的发生也逐渐增多^[2], 极大的影响了手术效果和患者的术后恢复。

CABG 围术期死亡的高危因素包括左心室功能障碍 (左心室射血分数 $< 40\%$)、左主干狭窄 $> 70\%$ 、不稳定性心绞痛及再次手术等^[2]。对于高危患者, 术前预防性应用 IABP 能否降低术后死亡和并发症的发生仍存在争议^[3]。国内外已有一些相关的临床研究报道。本文对近年来对比高危病人 CABG 术前预防性应用和未应用 IABP 的随机对照研究和观察性研究做一 Meta 分析, 评价术前预防性应用 IABP 在高危患者 CABG 中的作用和效果。

1 资料与方法

文献检索和筛选 纳入标准: ①高危病人 CABG 术前预防性应用 IABP 和未应用 IABP 效果的随机对照研究和观察性研究的文献。②有结局指标包括住院死亡率、术后低心排、术后肾功能不全、术后心肌梗死、术后卒中、重症监护室 (ICU) 时间、住院时间等。排除标准: ①单纯报道 CABG 术合并 IABP 的文献。②无上述结局指标或原始数据不充分并检索无果的文献。③重复发表或仅有摘要而无全文的文献。

文献检索 (检索词、检索库) 文献检索的数

据库包括 PubMed、Embase、Cochrane 图书馆、中国期刊全文数据库 (CNKI) 及维普数据库 (VIP); 此外使用了搜索引擎及手工检索。检索时间从各数据库建库时间至 2013-07。英文检索关键词: CABG 或 coronary artery bypass grafting、Prophylactic 或 preoperative、IABP 或 intra-aortic balloon pump 或 aortic counterpulsation。中文检索关键词: 冠状动脉旁路移植术或冠脉搭桥术、主动脉内球囊反搏术或主动脉反搏术或主动脉内球囊反搏泵、预防性应用、临床试验、对照研究。主要结果包括术后住院死亡率, 次要指标包括住院期间术后低心排, 术后肾功能不全、术后新发心肌梗死、术后卒中、ICU 时间、住院时间等。检出相关文献 512 篇, 根据纳入标准最终入选 9 篇文献; 共入选病例 1 386 例。术前预防性应用 IABP 的为试验组共 560 例, 术前未预防性安装 IABP 的为对照组共 826 例。

术后低心排: 需要安置 IABP 或辅助装置; 或返 ICU 后 30 min 内收缩压 < 90 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa), 心脏指数 < 2.2 L/(min·m²)。术后新发心肌梗死: 心电图新发 Q 波合并肌酸激酶 MB 同工酶 (CK-MB) 或肌钙蛋白 I 升高。术后肾功能不全: 术后血肌酐水平 > 2.3 mg/ml 或需要透析治疗。术后卒中: 术后一过性或永久性轻偏瘫或影像学 (计算机断层摄影术或磁共振成像) 证实的神经功能障碍。

资料提取和质量分析 对于每项研究我们均详细提取了研究的背景和特征 (作者、国家、发表时间、研究类型、研究对象、例数、手术方式等)。应用评价非随机对照研究的 The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) 量表对每项研究进行质量评估^[7], 该量表包括 3 个方面的评价: 试验组与对照组选择方法、可比性、结果测量。评价后星数 (☆) 越多质量越好, 最好为 8 颗星, 一般文献最好为 5 颗星或以上。

统计学分析 计数资料采用风险比 (RR) 为合并统计量, 各统计量均以 95% 可信区间 (CI) 表示; 计

量资料采用计算标准化均数差值 (SMD) 及其 95%CI 表示。P<0.05 为差异有统计学意义。应用 Rev Man 5.2 进行 Meta 分析; 合并指标前分别采用 chi-square (χ^2) 检验、Cochran-Q 检验进行异质性检验, 根据 χ^2 检验结果, 若拒绝同质性假设, 说明纳入研究具有异质性, 应选择随机效应模型进行 Meta 分析; 反之, 说明纳入研究具有同质性, 应选择固定效应模型进行 Meta 分析。 I^2 评价异质性大小: $I^2 < 25\%$ 则异质性较小, $25\% \leq I^2 \leq 50\%$ 则为中等异质性, $I^2 > 50\%$ 则为高度异质性。应用漏斗图估计是否存在发表偏倚, 漏斗图不完整或不对称, 提示可能存在发表偏倚。

2 结果

文献检索结果: 共检出 512 篇文献, 通过阅读文题和摘要, 排除病例报道、动物实验及与研究目的无关的文献 453 篇, 初筛出 59 篇文献; 进一步阅读全文排除无准确预后结果者 8 篇, 无足够信息者 32 篇, 综述 5 篇, 信件 2 篇, 研究对象具有相同特点者 3 篇, 最终按照纳入和排除标准入选 9 篇文献^[4-12]。包括 8 篇英文文献, 1 篇中文文献^[12]。文献纳入和排除流程见图 1。

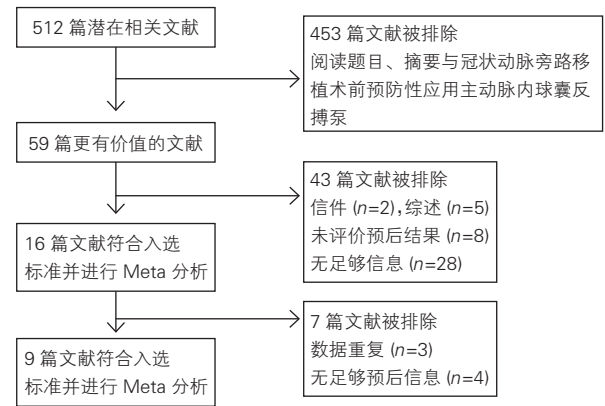


图 1 纳入文献的筛选过程

文献基本特征和质量评价: 9 篇研究共入选病例 1 386 例, 试验组 560 例, 对照组 826 例, 纳入文献的背景信息见表 1。其中所有 9 篇研究均报告了试验组和对照组患者的住院死亡率; 8 篇研究^[4-7, 9-12]完整报告了两组患者 CABG 术后病人肾功能不全的发生率; 6 篇研究^[4-7, 10, 12]报告了两组患者 CABG 术后低心排的发生率; 分别有 6 篇^[4-6, 10-12]和 5 篇^[4, 5, 9-11]研究完整报告了两组患者 CABG 术后心肌梗死和中风的发生率; 分别有 8 篇^[4-6, 8-12]和 5 篇^[5, 6, 9-11]研究报告了 CABG 术后的 ICU 时间和平均住院时间; NOS 量表的结果表明: 总共 9 篇研究中 6 颗星为 4 篇, 7 颗星 2 篇, 最高 8 颗星为 3 篇。

表 1 纳入 9 篇文献的背景信息

研究名称	病例入选时间	国家	手术方式	试验组	对照组	研究类型	高风险病人(符合 2 条或更多)	安装时机
Jan T. 1997	1994~1996	瑞典	ON	32	20	随机对照	LVEF<40%; 左主干狭窄 >70%; 不稳定性心绞痛; 再次 CABG	术前 1~24 h
Ki-Bong Kim 2001	1998~2000	韩国	OP	57	85	回顾性对照	LVEF<35%; 左主干狭窄 >75%; 难治性静息性心绞痛; 不稳定性心绞痛	全麻诱导前
Jan T. 2003	2000~2003	瑞典	OP	15	15	随机对照	LVEF<30%, 左主干狭窄, 不稳定性心绞痛, 再次 CABG.	术前 0.5~1 h
Hunaid A 2006	1996~2004	英国	OP	20	25	回顾性对照	左室功能障碍; 左主干狭窄 >70%; 不稳定性心绞痛	全麻诱导前
Antonio 2009	2004~2007	意大利	ON	38	103	回顾性对照	LVEF<40%; 左主干狭窄 >70%; 难治性不稳定性心绞痛; 再次 CABG; 弥漫性冠脉病变	术前 2 h
Miroslaw 2010	2004~2008	波兰	ON	243	359	回顾性对照	LVEF<35%; 左主干狭窄 >80%; 不稳定性心绞痛; 再次 CABG	术前 1 h
Tomoaki Suzuki 2004	1998~2000	日本	OP	32	101	回顾性对照	LVEF<35%; 左主干狭窄 >75%; 不稳定性心绞痛; 近期急性心肌梗死或充血性心力衰竭	全麻诱导前
M Oberhoffer 2006	2003~2004	德国	OP	27	35	回顾性对照	LVEF<35%; 左主干狭窄 >70%; 不稳定性心绞痛; 再次 CABG	术前 1 h
丁文军 2013	2008~2011	中国	OP	96	83	回顾性对照	LVEF ≤ 40%; 左主干病变; 不稳定性心绞痛经保守治疗无效; 心脏明显扩大、左心室舒张期末内径 > 65 mm	全麻诱导前

注: CABG: 冠状动脉旁路移植术 ON: 体外循环下 CABG; OP: 常温 CABG; LVEF: 左心室射血分数

异质性分析及 Meta 分析 试验组和对照组 CABG 术后的住院死亡率比较: 试验组共纳入 560 例病人, 其中住院期间全因死亡发生 16 例; 对照组共纳入 826 例病人, 住院期间全因死亡发生 57 例。异质性检验结果显示: 9 篇研究间不存在明显

的异质性 ($\chi^2=5.14, P=0.74, I^2=0\%$), 采用固定效应模型进行 Meta 分析。分析结果显示 (图 2): 与对照组相比, 试验组住院死亡率明显降低, 差异具有统计学意义 (RR: 0.36; 95%CI: 0.21~0.61; P<0.01)。

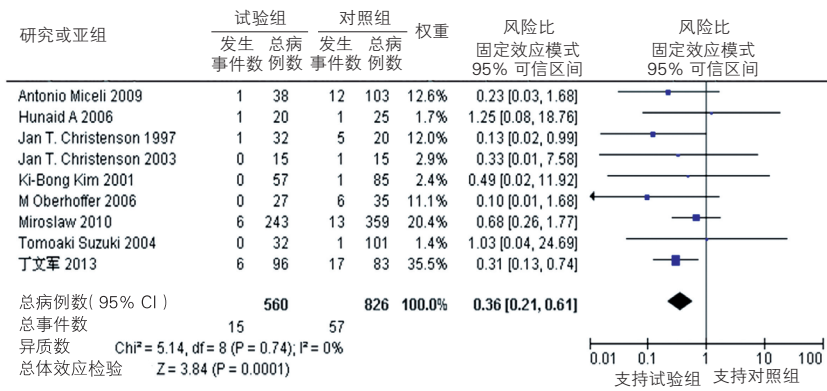


图2 试验组和对照组住院死亡率比较的森林图

两组患者住院期间术后并发症的发生率比较:

①术后低心排: 试验组共纳入 238 例病人, 其中术后出现低心排 23 例; 对照组共纳入 306 例病人, 术后出现低心排 75 例。异质性检验结果显示: 5 篇研究间存在中等程度的异质性 ($\chi^2=8.31, P=0.04, I^2=64%$), 采用随机效应模型进行 Meta 分析, 分析结果显示: 试验组患者比对照组患者术后低心排的发生率明显降低, 差异有统计学意义 (RR: 0.40; 95%CI: 0.19 ~ 0.87; $P=0.02$)。

②术后肾功能不全: 试验组共纳入 533 例病人, 其中术后出现肾功能不全 28 例; 对照组共纳入 791 例病人, 术后出现肾功能不全 63 例。异质性检验结果显示: 8 篇研究间不存在明显的异质性 ($\chi^2=5.72, P=0.57, I^2=0%$), 采用固定效应模型进行 Meta 分析, 分析结果显示: 试验组较对照组术后肾功能不全的发生率降低, 差异有统计学意义 (RR: 0.59; 95%CI: 0.39 ~ 0.90; $P=0.01$)。

③术后新发心肌梗死: 试验组共纳入 481 例病人, 其中术后新发心肌梗死发生 60 例; 对照组共纳入 665 例病人, 术后新发心肌梗死发生 101 例。异质性检验结果显示: 6 篇研究间不存在明显的异质性 ($\chi^2=5.68, P=0.34, I^2=12%$), 采用固定效应模型进行 Meta 分析, 分析结果显示: 试验组与对照组术后心肌梗死的发生率差异无统计学意义 (RR: 0.88; 95%CI: 0.66 ~ 1.18; $P=0.40$)。

④术后卒中: 试验组共纳入 390 例病人, 其中术后卒中发生 19 例; 对照组共纳入 592 例病人, 术后卒中发生 27 例。异质性检验结果显示: 5 篇研究间不存在明显的异质性 ($\chi^2=0.17, P=0.92, I^2=0%$), 采用固定效应模型进行 meta 分析, 分析结果显示: 与对照组相比, 试验组术后中风的发生率无明显降低, 差异无统计学意义 (RR: 1.05; 95%CI: 0.59 ~ 1.86; $P=0.86$)。

术后 ICU 时间和住院时间比较: ① ICU 时间: 试验组共纳入 528 例病人; 对照组共纳入 725 例

病人。异质性检验结果显示: 8 项研究间存在明显的异质性 ($\chi^2=62.22, P<0.01, I^2=89%$), 采用随机效应模型进行 Meta 分析, 分析结果显示: 试验组较对照组住院时间明显缩短, 差异具有统计学意义 (SMD: -0.72; 95%CI: -1.13 ~ -0.31; $P<0.01$)。

②住院时间: 试验组共纳入 373 例病人; 对照组共纳入 587 例病人。异质性检验结果显示: 5 篇研究间存在异质性 ($\chi^2=15.40, P=0.04, I^2=74%$), 采用

随机效应模型进行 Meta 分析, 分析结果显示: 试验组较对照组住院时间明显缩短, 差异具有统计学意义 (SMD: -0.34; 95%CI: -0.68 ~ -0.01; $P=0.04$)。

漏斗图分析 各项比较均应用漏斗图估计发表偏倚; 术后住院死亡率、低心排、肾功能不全、ICU 时间及住院时间比较的漏斗图均大体对称, 提示发表偏倚不明显。

3 讨论

9 篇文献共 1 386 例患者纳入到本研究中, Meta 分析的结果表明: 对于 CABG 高危病人术前预防性应用 IABP 可以明显降低患者的住院死亡率、术后低心排及急性肾功能不全的发生率, 明显缩短患者的 ICU 时间和住院时间。本研究表明, 高危病人预防性应用 IABP 是安全有效的。

随着手术、麻醉和围术期监护等技术的迅速发展, 越来越多的 CABG 相对禁忌的高危病人也可以进行手术治疗并且获得较好的手术效果^[17]。目前大多数中心认为 CABG 高危病人的定义包括以下两者或以上即可成立^[6,7,10]: LVEF<40%; 左主干狭窄 >70%; 难治性不稳定性心绞痛; 再次 CABG; 弥漫性冠脉病变; 左心室舒张期末内径 > 65 mm。对于此类病人, 术前可以应用各种药物降低心脏负荷, 改善心肌供血, 以期降低手术风险, 减少心脏并发症的发生, 但是, 尚无药物能够同时达到改善氧供和降低氧耗这两种目的。而 IABP 作为一种心脏辅助装置既能增加冠脉的血液供应, 改善左心舒张功能, 又可以降低心脏做功和氧耗, 增加心排出量, 同时获得两种益处^[14]。

IABP 可以有效治疗心肌梗死后心原性休克、急性左心功能不全和心外科术后低心排等心脏重症^[1,15], 是机械辅助的首选方法。越来越多的临床

研究也发现 CABG 术前预防性应用 IABP 可降低手术的风险^[4,9], 促进患者围术期心脏功能的恢复。我们的结果也进一步证实了 CABG 术前预防性应用 IABP 对于高危患者具有明显的益处, 不仅降低了住院死亡率, 还缩短了住院时间, 促进了患者术后的恢复。该结果与国外一篇系统综述的结果有相似之处^[16], 但是该研究纳入的文献多出自同一中心, 总共 7 篇文献中有 5 篇是同一位作者发表的, 并且各个文献中的病例有交叉, 影响了文章的效力。另外, 本研究中术后新发心肌梗死和术后卒中的发生率上两组未见差异有统计学意义, 提示 IABP 并非对术后并发症能起到预防和减少的作用, 但是 IABP 仅为辅助心脏功能的作用, 最终患者获得良好的手术效果需要术中精细操作, 避免血压过低和斑块脱落等影响脑血供的情况出现。

在心脏外科领域中, IABP 通常作为术中停机困难或术后药物难以控制的低心排的抢救或补救措施^[17], 在这种情况下 IABP 可以起到良好的辅助心脏的作用, 延缓病情的进展, 促进心功能的恢复。即便如此, CABG 术中及术后被迫应用 IABP 的死亡率也很高, 可达 40%~50%, 由于辅助时间长, IABP 相关并发症的发生率也明显增加^[18]。所以对于高危病人在应用时机的选择上, 术前安装要优于术中和术后安装 IABP 泵, 目前多数中心认为开胸前 2 h 内安装 IABP 泵比较恰当^[7,10], 可以起到良好的辅助效果。

IABP 相关并发症的发生可能影响其应用效果, 主要并发症包括: 出血、肢体缺血、主动脉血栓形成、球囊破裂、主动脉夹层、穿刺部位血肿和渗血、感染等, 其发生率在 7.2%~47.0%, 最常见的并发症是肢体缺血和出血, 严重并发症少见^[18]。本研究纳入的文献均未报道 IABP 严重并发症, 只有一项研究报道了试验组出现 1 例肢体缺血^[5]。目前有研究证实 IABP 相关并发症的发生可能与术前外周血管疾病、抗凝、IABP 应用的时间相关, 男性则更易出现并发症^[19], 这可能需要在应用 IABP 时加以考虑。

本研究也存在着一定的局限性: ①入选研究的 9 篇文献中有 7 篇是回顾性队列研究, 仅有 2 篇是随机对照研究^[4,6]。另外, 各项研究的样本量较少, 只有一项研究的病例数超过了 200 例^[11], 这可能影响了结果的可靠性。②异质性: 各研究间存在一定的异质性, 如具体的入选标准及术后并发症的诊断标准等各个文献并不完全一致, 可能导致了异质性的发生。③发表偏倚: 虽然进行了大量的、广泛的检索, 仍不能排除潜在的发表偏倚。

参考文献

- [1] Perera D, Stables R, Thomas M, et al. Elective intra-aortic balloon counterpulsation during high-risk percutaneous coronary intervention: a randomized controlled trial. *JAMA*, 2010, 304: 867-874.
- [2] Sezai A, Nakata K, Iida M, et al. Results of low-dose carperitide infusion in high-risk patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg*, 2013, 96: 119-126.
- [3] Baskett RJ, O'Connor GT, Hirsch GM, et al. The preoperative intraaortic balloon pump in coronary bypass surgery: a lack of evidence of effectiveness. *Am Heart J*, 2005, 150: 1122-1127.
- [4] Christenson JT, Simonet F, Badel P, et al. Evaluation of preoperative intra-aortic balloon pump support in high risk coronary patients. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1997, 11: 1097-1104.
- [5] Kim KB, Lim C, Ahn H, et al. Intraaortic balloon pump therapy facilitates posterior vessel off-pump coronary artery bypass grafting in high-risk patients. *Ann Thorac Surg*, 2001, 71: 1964-1968.
- [6] Christenson JT, Licker M, Kalangos A. The role of intra-aortic counterpulsation in high-risk OPCAB surgery: a prospective randomized study. *J Card Surg*, 2003, 18: 286-294.
- [7] Suzuki T, Okabe M, Handa M, et al. Usefulness of preoperative intraaortic balloon pump therapy during off-pump coronary artery bypass grafting in high-risk patients. *Ann Thorac Surg*, 2004, 77: 2056-2060.
- [8] Oberhoffer M, Weis M, Eifert S, et al. Prospective randomized study of preoperative intraaortic balloon counterpulsation in high-risk coronary artery bypass grafting patients. *Thorac Cardiovasc Surg*, 2006, 54: 25.
- [9] Vohra HA, Dimitri WR. Elective intraaortic balloon counterpulsation in high-risk off-pump coronary artery bypass grafting. *J Card Surg*, 2006, 21: 1-5.
- [10] Miceli A, Fiorani B, Danesi TH, et al. Prophylactic intra-aortic balloon pump in high-risk patients undergoing coronary artery bypass grafting: a propensity score analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2009, 9: 291-294.
- [11] Wilczynski M, Krzych LJ, Bis J, et al. Effect of gender on efficacy of preoperative intra-aortic balloon pump in high risk patients undergoing surgical coronary revascularisation. *Kardiol Pol*, 2010, 68: 1361-1368.
- [12] 丁文军, 魏强, 孙勇新, 等. 主动脉内球囊反搏在高危患者非体外循环冠状动脉旁路移植术中的应用. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2013, 20: 10-14.
- [13] Augoustides JG, Ramakrishna H. Recent advances in the management of coronary artery disease: highlights from the literature. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2009, 23: 259-265.
- [14] O'Neill WW, Kleiman NS, Moses J, et al. A prospective, randomized clinical trial of hemodynamic support with Impella 2.5 versus intra-aortic balloon pump in patients undergoing high-risk percutaneous coronary intervention: the PROTECT II study. *Circulation*, 2012, 126: 1717-1727.
- [15] 李学奇, 张鹤萍, 王晓云, 等. 应用主动脉内球囊反搏辅助急性心肌梗死伴发心源性休克的急诊冠状动脉介入治疗. *中国循环杂志*, 2004, 19: 115-116.
- [16] Sa MP, Ferraz PE, Escobar RR, et al. Prophylactic intra-aortic balloon pump in high-risk patients undergoing coronary artery bypass surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Coron Artery Dis*, 2012, 23: 480-486.
- [17] 房勤, 张玉海, 谷天祥, 等. 心脏手术围术期主动脉内球囊反搏的临床应用. *中国循环杂志*, 2010, 25: 299-301.
- [18] Elahi MM, Chetty GK, Kirke R, et al. Complications related to intra-aortic balloon pump in cardiac surgery: a decade later. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2005, 29: 591-594.
- [19] Assis RB, Azzolin K, Boaz M, et al. Complications of intra-aortic balloon in a cohort of hospitalized patients: implications for nursing care. *Rev Lat Am Enfermagem*, 2009, 17: 658-663.

(收稿日期: 2013-09-27)

(编辑: 常文静)