

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2013.05.024 [http://www.crter.org]

王石雄, 李宁荫, 赵启明, 高秉仁. 非体外循环冠状动脉旁路移植治疗高危冠心病的评价[J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(5): 920-930.

## 非体外循环冠状动脉旁路移植治疗高危冠心病的评价\*★

王石雄<sup>1,2</sup>, 李宁荫<sup>1,2</sup>, 赵启明<sup>1</sup>, 高秉仁<sup>1</sup>

1 兰州大学第二医院, 甘肃省兰州市 730030

2 兰州大学第二临床医学院, 甘肃省兰州市 730000

### 文章亮点:

- 1 根据本研究作者认为非体外循环冠状动脉旁路移植治疗高危冠心病患者是安全有效的。
- 2 在围手术期方面, 非体外循环冠状动脉旁路移植优于冠状动脉旁路移植术, 但是高危患者采取何种手术方式需要根据患者的病情及术者的操作情况进行选择。
- 3 在病情及术者熟练掌握非体外循环冠状动脉旁路移植情况下, 建议可以选择非体外循环冠状动脉旁路移植。
- 4 但这一结果及中、远期治疗效果需要有高质量、大样本量、多中心的随机对照试验研究及长期的观察, 甚至需要高质量的系统评级或 Meta 分析进一步研究来证实。

### 关键词:

器官移植; 器官移植循证医学; 冠状动脉粥样硬化性心脏病; 冠心病; 非体外循环冠状动脉旁路移植术; 冠状动脉旁路移植术; 非体外循环; 高危; 并发症; 房颤; 心肌梗死; Meta 分析; 其他基金

### 缩略语:

非体外循环冠状动脉旁路移植术: off-pump coronary artery bypass grafting, OPCABG; 常规体外循环下冠状动脉旁路移植术: on-pump /conventional coronary artery bypass grafting, CCABG; 欧洲心脏手术风险评估系统: European system for cardiac operative risk evaluation, Euro SCORE; 冠状动脉旁路移植术: coronary artery bypass grafting, CABG

### 摘要

**背景:** 非体外与体外循环冠状动脉旁路移植是治疗冠状动脉粥样硬化性心脏病的外科学方法, 但目前尚无二者对高危冠心病患者疗效比较的系统评价。

**目的:** 通过 Meta 分析评价非体外与体外循环冠状动脉旁路移植对高危冠心病患者围手术期的疗效和安全性差异。

**方法:** 计算机检索 PubMed、EMbase、中国期刊全文数据库、中国生物医学文献数据库、维普数据库、万方数据库和 Cochrane Library(2012 年第 8 期), 并辅以检索相关文献的参考文献, 语种限制为中文和英文, 检索时间为 1993 年 1 月至 2012 年 6 月。严格按照纳入和排除标准进行筛选研究。由 2 位评价员独立对纳入的研究进行质量评价与提取资料并交叉核对, 最后将提取的资料用 RevMan 5.1 软件进行数据处理与分析。

**结果与结论:** 共纳入 16 个研究包括 2 个随机对照试验与 14 个观察性研究; 共 6 441 例患者, 其中非体外循环冠状动脉旁路移植组 2 948 例患者, 常规体外循环下冠状动脉旁路移植组 3 493 例患者。Meta 分析结果显示: 非体外循环冠状动脉旁路移植与常规体外循环下冠状动脉旁路移植比较, 在围手术期脑卒中、主动脉内球囊反搏使用、再发心肌梗死、呼吸功能不全与死亡率, 呼吸机辅助时间、ICU 时间、住院时间, 输血量及术后引流量方面的差异均有显著性意义, 而在房颤、急性肾功能损伤、伤口感染及二次开胸率方面的差异均无显著性意义。结果提示, 在围手术期方面与常规体外循环下冠状动脉旁路移植相比, 对高危冠心病患者采用非体外循环冠状动脉旁路移植是安全有效的, 且具有创伤少, 手术死亡率低, 术后恢复快, 术后并发症少的优点, 但是由于纳入文献数量有限且大多为非随机对照试验, 因此非体外循环冠状动脉旁路移植并不能取代常规体外循环下冠状动脉旁路移植, 其具体疗效与中远期疗效需要进一步通过更高质量、大样本量、多中心的随机双盲对照试验研究及长期的观察才能得出肯定的结论。

王石雄★, 男, 1986 年生, 湖南省隆回县人, 硕士研究生, 主要从事心胸外科的研究。  
wangshi0815@163.com

通讯作者: 赵启明, 在读博士, 副教授, 副主任医师, 兰州大学第二医院, 甘肃省兰州市 730030  
clint0251@163.com

中图分类号: R318  
文献标识码: B  
文章编号: 2095-4344  
(2013)05-00920-11

收稿日期: 2012-07-16  
修回日期: 2012-09-05  
(20120716007/W · C)

Wang Shi-xiong★, Studying for master's degree, Second Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 73000, Gansu Province, China; Second Clinical Medical College of Lanzhou University, Lanzhou 73000, Gansu Province, China  
wangshi0815@163.com

Corresponding author: Zhao Qi-ming, Studying for doctorate, Associate professor, Associate chief physician, Second Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 73000, Gansu Province, China  
clint0251@163.com

Supported by: Special Fund of Fundamental Research of Central Universities (lzujbky-2012-197)\*

Received: 2012-07-16  
Accepted: 2012-09-05

## Off-pump coronary artery bypass grafting treats high-risk coronary heart disease

Wang Shi-xiong<sup>1,2</sup>, Li Ning-yin<sup>1,2</sup>, Zhao Qi-ming<sup>1</sup>, Gao Bing-ren<sup>1</sup>

1 Second Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 73000, Gansu Province, China

2 Second Clinical Medical College of Lanzhou University, Lanzhou 73000, Gansu Province, China

### Abstract

**BACKGROUND:** Off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting are the two surgical methods for the treatment of coronary atherosclerotic heart disease, but there is no systematic review on the comparison of these two methods in the treatment of high-risk coronary heart disease.

**OBJECTIVE:** To assess the effect and safety of off-pump *versus* on-pump coronary artery bypass grafting in perioperative period of high-risk coronary heart disease through Meta analysis.

**METHODS:** Relevant clinical trials published in English and Chinese from January 1993 to June 2012 were searched in PubMed database, EMBASE database, China National Knowledge Infrastructure database, China Biomedicine Literature database, VIP database, Wanfang database and Cochrane Library (Issue 8, 2012). Manual searches of bibliographies were also performed. All the clinical trials were selected and analyzed according to the inclusion and exclusion criteria. Two reviewers independently selected eligible trials, performed quality assessment, and cross-checked each other. Finally, the abstracted relevant data was processed and analyzed with software RevMan 5.1.

**RESULTS AND CONCLUSION:** A total of 16 studies, including two randomized controlled trials and 14 retrospective studies were identified. A total of 6 441 high-risk patients, involving 2 948 in the off-pump coronary artery bypass grafting group and 3 493 in the on-pump coronary artery bypass grafting group were included. The results of Meta-analyses showed the differences of stroke, the intra-aortic balloon counterpulsation using, recurrent myocardial infarction, respiratory dysfunction and mortality incidence in the perioperative period, the ventilation time, the time in intensive care unit, hospitalization time, postoperative drainage and blood transfusion were significant between off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting patients. While there were no statistical differences in atrial fibrillation, acute renal injury, wound infection and reoperation rate. Compared with on-pump coronary artery bypass grafting in the perioperative period, using off-pump coronary artery bypass grafting for high-risk patients is safe and effective with the advantages of less trauma, lower operative mortality, rapider postoperative recovery and fewer complications, but because of the limited number of included studies and most is the non-randomized controlled trials, off-pump coronary artery bypass grafting cannot replace on-pump coronary artery bypass grafting. However, the results and long-term efficacy still need to be confirmed by higher-quality, more multi-center, large-sample and randomized double-blind controlled trials in the future.

**Key Words:** organ transplantation; evidence-based medicine of organ transplantation; coronary atherosclerotic heart disease; coronary heart disease; off-pump coronary artery bypass; coronary artery bypass; off-pump; high risk; postoperative complications; atrial fibrillation; myocardial infarction; Meta-analysis; other grants-supported paper

Wang SX, Li NY, Zhao QM, Gao BR. Off-pump coronary artery bypass grafting treats high-risk coronary heart disease. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2013;17(5): 920-930.

## 0 引言

冠状动脉粥样硬化性心脏病(冠心病)是危害人类健康的主要心血管病之一。目前,非体外循环冠状动脉旁路移植术(off-pump coronary artery bypass grafting, OPCABG)和常规体外循环下冠状动脉旁路移植术(on-pump /conventional coronary artery bypass grafting, CCABG)是冠心病外科治疗的两种常规方法。但CCABG因使用体外循环、心脏停跳低温、缺血再灌注等会引发全身炎症反应、破坏血细胞及凝血功能,加重心肌损伤,从而导致一些术后并发症甚至死亡。OPCABG虽然不使用体外循环,但仍维持了冠状动脉常规体外循环的自主血流,并减少了使用体外循环相关的术后并发症,其包括广义的全

身性炎症反应<sup>[1]</sup>, 急性器官功能障碍如脑功能障碍<sup>[2]</sup>, 心肌损伤<sup>[3]</sup>, 及延长机械通气<sup>[4]</sup>; 但OPCABG依然存在某些确定: 增加手术难度, 目标血管显露不如CCABG, 一些部位的冠状动脉仍难以暴露, 对术者更是一种挑战。目前国内外已有多个研究对二者在非高危冠心病患者的疗效与安全性进行了比较和评价, 结果显示在围手术期及近期疗效的比较中, OPCABG较CCABG更具价值与临床意义<sup>[5-10]</sup>。据1999年欧洲心脏手术风险评估系统(European system for cardiac operative risk evaluation, Euro SCORE)将Euro SCORE $\geq 5$ 分的患者列为高危冠心病患者<sup>[11]</sup>, 但OPCABG与CCABG对高危冠心病患者的疗效国内外报道意见尚无确切一致的结论, 也无系统评价或Meta分析对其利弊进行详细分析。作者旨在利用Meta分析比较两者在围手术期中临床疗效和安全性差异, 为今后临床治疗高风险冠心病合理选择手术方式提供有力的理论依据。

## 1 资料和方法

**1.1 文献检索** 计算机检索PubMed(1966至2012年5月)、Embase(1966至2012年5月)、Cochrane Library(2012年第12期)、中国生物医学文献数据库(CBM, 1978年至2012年5月)、中国期刊全文数据库(CNKI, 1979年至2012年5月)、中文科技期刊全文数据库(VIP, 1989年至2012年5月)、万方数据库(1990至2012年5月)等数据库。检索词包括“冠状动脉粥样硬化性心脏病”、“冠心病”、“非体外循环”、“高风险”、“高危”、“coronary artery disease”、“off-pump coronary artery bypass”、“high risk”等。检索词分目标疾病和干预措施两大部分, 并根据具体数据库调整, 所有检索采用主题词与自由词相结合的方式, 所有检索策略通过多次预检索后确定。手工检索《中华胸心血管外科杂志》、《中国胸心血管外科临床杂志》等, 同时检索灰色文献与相关文献的参考文献。并使用Google Scholar, Medical matrix等搜索引擎在互联网上查找相关的文献, 追查已纳入文献的参考文献, 与本领域的专家、通讯作者等联系, 以获取以上检索未发现的相关信息。

### 1.2 纳入标准

**研究类型:** 纳入国内外1966年1月至2012年6月发表与未发表的采用OPCAB与CCABG治疗高危冠心病患者(Euro SCORE $\geq 5$ 分)的所有随机对照试验与观察性研究。所有文献语种为中文和英文。

**研究对象:** 患者的性别、年龄、病例来源不限, 以欧洲心脏手术风险评估模型Euro SCORE $\geq 5$ 为诊断高危冠心病标准。

**干预措施:** 试验组、对照组分别采用非体外循环冠状动脉旁路移植术和体外循环冠状动脉旁路移植术。

**结局指标:** 主要指标为围手术期手术死亡率、房颤发生率、心肌梗死发生率、脑卒中发生率、主动脉内球囊反搏(intra aortic balloon pump, IABP)使用率、在重症监护室(intensive care unit, ICU)时间、住院时间、急性肾损害发生率、呼吸功能不全发生率(adult respiratory distress syndrome, ARDS), 次要指标为输血量、术后引流量、呼吸机辅助通气时间、伤口感染率、再次开胸率。

**1.3 排除标准** 非高危冠心病患者文献; 重复文献; 非对照性研究; 动物实验等。

**1.4 方法学质量评价** 由2名作者独立仔细阅读全文并提取相关资料, 文献资料用统一表格提取, 提取资料项目包括方法学、第一作者、发表时间、杂志、作者联系方式、利益冲突、基线情况(年龄、性别及纳入标准)、手术方式、及结局指标(主要指标和次要指标)。所纳入的随机对照试验采用Higgins等<sup>[12]</sup>在Cochrane Reviewer' Handbook 5.0的随机对照试验质量评价标准所描述的随机、隐蔽分组、盲法实施、完整性资料、选择性报告和其他潜在性偏倚进行评价。而所纳入的非随机对照试验参考Stroup等<sup>[13]</sup>、Panesar等<sup>[14]</sup>和Athanasίου等<sup>[15]</sup>观察性研究方法学质量评估建议, 纳入研究方法学质量评估分为3个部分: 患者的选择, OPCABG组和CCABG组基线资料的可比性, 临床结果(脑卒中、心肌梗死)的评价。每个研究的质量评价最终得分是上述3部分得分总和, 根据得分情况, 各纳入研究质量评估可分为2级: 1级(0-5分)为低质量, 2级(6-9分)为高质量(见表1)。当对资料提取和质量评价的结果意见不一致时, 通过讨论或由第3方专家决定。

**1.5 统计学分析** 采用Cochrane协作网提供的RevMan5.1软件进行Meta分析<sup>[16]</sup>。计数资料采用比值比(odds ratio, OR)为疗效分析统计量; 计量资料采用均数差(mean difference, MD)或标准化均数差(standardized mean difference, SMD)。各效应量均以95%可信区间(confidence interval, CI)表示。各纳入研究结果间的异质性采用Chi检验。如各研究间有统计学同质性( $P > 0.1$ ,  $I^2 < 50\%$ ), 采用固定效应模型对各研究进行Meta分析; 如各研究间存在统计学异质性( $P < 0.1$ ,

$I^2 > 50%$ ), 分析其异质性来源, 对可能导致异质性的因素进行亚组分析, 若两个研究组之间存在统计学异质而无临床异质性或差异无统计学意义时, 采用随机效应模型进行分析。异质性源于低质量研究, 进行敏感性分析。如两组间异质性过大或无法找寻数据来源时, 采用描述性分析。排除低质量研究(评分为0-5分)以及按不同研究类型(病例对照或者回顾性队列研究)进行敏感性分析, 评价Meta分析结果的稳定性。用倒漏斗图分析潜在的发表偏倚。

表 1 非随机研究的质量评价和评分标准

Table 1 Quality evaluation and assessment criteria of the non-randomized studies

项目	编号	内容	是/否	得分
患者选择	(1)	是否描述了研究的纳入标准	是	1
			否	0
	(2)	与接受 CABG 的一般低危人群相比, 对照组(CABG)的代表性好吗?	是	1
		否	0	
	(3)	与接受 CABG 的一般低危人群相比, OPCABG 的代表性如何?	若与 CABG 组来自同一心脏中心	1
			若来自其他心脏中心或者未描述病例来源	0
两组基线可比	(4)	两组患者的年龄、性别、糖尿病、高血压和射血分数是否具有可比性?	是	2
			若其中一项未描述, 其他 3 项可比	1
			两组差异具有统计学意义	0
	(5)	两组患者脑血管疾病史、非择期手术、不稳定型心绞痛和二次手术具有可比性?	是	1
			否	0
结果评估	(6)	是否明确定义不良事件(脑卒中、肾功能损害、呼吸功能损伤)?	是	1
			否	0
	(7)	随访率是否足够大?	随访率 > 90%	1
			随访率 ≤ 90% 或未随访	0

注: 各纳入研究质量评估可分为 2 级, 1 级(0-5 分)为低质量, 2 级(6-9 分)为高质量; CABG: 冠状动脉旁路移植; OPCABG: 非体外循环冠状动脉旁路移植

## 2 结果

2.1 检索结果分析 根据检索策略和资料收集方法, 初检出文献 1 516 篇, 去除重复文献 155 篇, 初筛通过阅读题目和摘要, 排除主题与本研究不符的文献 1 324 篇, 对初筛后的 27 篇文献仔细阅读全文, 进一步排除受试对象与重复发表的文献 11 篇, 最终纳入 16 个研究<sup>[17-32]</sup>, 共 6 441 例患者, 流程图见图 1)。

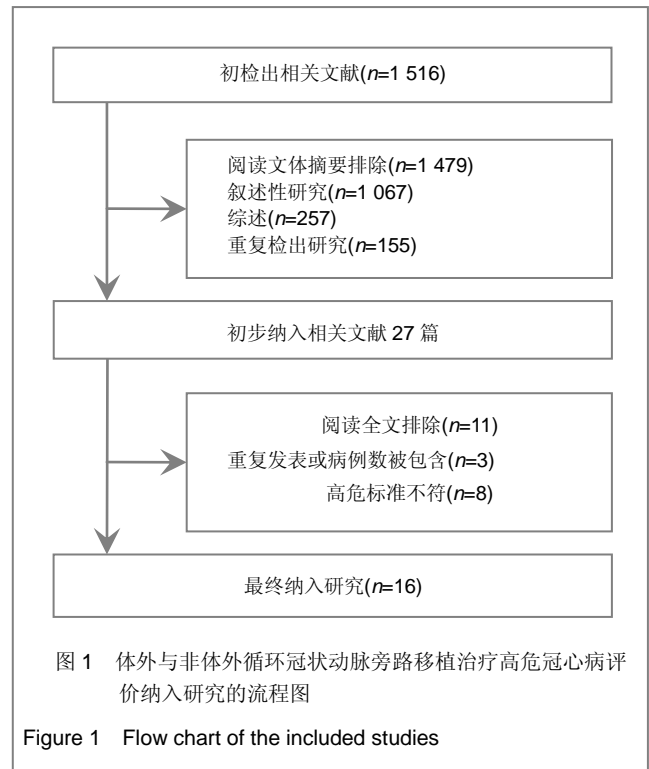


图 1 体外与非体外循环冠状动脉旁路移植治疗高危冠心病评价纳入研究的流程图

Figure 1 Flow chart of the included studies

2.2 纳入研究的基本特征 本研究共纳入 16 个临床试验<sup>[17-32]</sup>, 其中 2 个为随机试验<sup>[22, 25]</sup>, 14 个为观察性研究<sup>[17-21, 23-24, 26-32]</sup>, 观察性研究均为高质量的(得分 ≥ 6)。见表 2。

## 2.3 Meta分析结果

2.3.1 安全性评价结果比较 术后新发房颤率, 脑卒中率, 主动脉内球囊反搏使用率, 围手术期心肌梗死发生率, 术后急性肾功能损伤率, 术后呼吸功能不全, 伤口感染率。

术后新发房颤发生率: 共 12 个研究报道了术后新发房颤率<sup>[17, 19-21, 23-25, 27, 29-32]</sup>, 其中有 1 个随机对照试验<sup>[25]</sup>, 11 个非随机对照试验<sup>[17, 19-21, 23-24, 27, 29-32]</sup>, OPCABG 组共纳入 2 153 例患者, 心房纤颤总发生率为 19.4%; CCABG 组共 2 792 例, AF 总发生率为 23.0%。各研究间无统计学异质性( $I^2=0%$ ,  $P=0.55$ ), 故采用固定效应模型合并效应量。研究数据设计亚组 Meta 分析结果显示: 随机对照试验亚组两组差异无显著性意义[OR=0.96, 95%CI(0.63, 1.48),  $P=0.86$ ]; 非随机对照试验亚组两组差异无显著性意义[OR=0.99, 95%CI(0.84, 1.77),  $P=0.91$ ]。合并分析显示两组差异亦无显著性意义[OR=0.99, 95%CI(0.85, 1.15),  $P=0.87$ ], 见图 2, 故认为 OPCABG 与 CCABG 术后心房纤颤发生率差异无显著性意义。

表2 体外与非体外循环冠状动脉旁路移植治疗高危冠心病评价纳入文献的基本特征

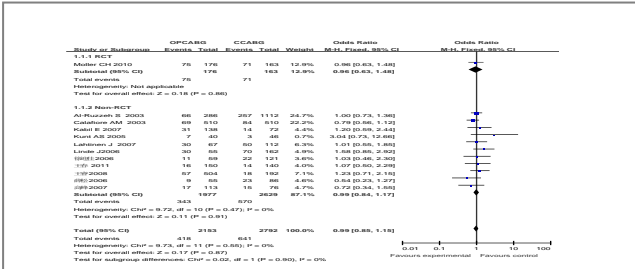
Table 2 Basic characteristics of the included literatures

研究	研究类型	高危标准	病例数		年龄		Euro SCORE 评分		观察指标
			OPCABG (男/女)	CCABG (男/女)	OPCABG (岁)	CCABG (岁)	OPCABG	CCABG	
薛松 <sup>[17]</sup> 2006	观察性 研究	Euro SCORE ≥ 6	34/21	54/32	67.87±8.8	66.81±8.1	-	-	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 25, 26, 29, 31
高华炜 <sup>[18]</sup> 2007	观察性 研究	Euro SCORE ≥ 5	228/90	127/70	71.1±6.0	60.2±8.5	6.1±1.2	6.3±1.4	2, 3, 7, 8, 9, 11, 21
高峰 <sup>[19]</sup> 2007	观察性 研究	Euro SCORE ≥ 5	76/37	59/17	68.5±8.0	66.4±8.6	9.0±2.6	8.3±2.1	1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 18, 22, 23, 28, 29, 30
王睿 <sup>[20]</sup> 2008	观察性 研究	Euro SCORE ≥ 6	108/42	96/44	66.0±6.7	65.1±5.9	-	-	1, 2, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
王春 <sup>[21]</sup> 2011	观察性 研究	Euro SCORE ≥ 6	269/235	98/94	68.7±9.2	68.1±8.6	7.71±1.27	7.64±1.33	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 27, 28
Lemma MG <sup>[22]</sup> 2012	随机对 照	Euro SCORE ≥ 6	146/62	139/64	74(69-78)	73(69-78)	8(7-10)	8(7-9)	2, 4, 5, 6, 7, 11, 28, 29
Lahtinen J <sup>[23]</sup> 2007	观察性 研究	Euro SCORE ≥ 6	47/20	63/49	74.1±6.2	71.9±7.9	6.7±2.2	8.3±2.4	1, 2, 3, 5, 6, 7, 11, 19
Linde J <sup>[24]</sup> 2006	观察性 研究	Euro SCORE ≥ 5	37/18	107/55	74.2±7.4	70.9±7.6	6.7±2.1	6.7±1.8	1, 2, 4, 6, 7, 11, 26, 29, 35
Moller CH <sup>[25]</sup> 2010	随机对 照	Euro SCORE ≥ 5	114/62	104/59	76.1±5.2	75.6±4.9	6.9±1.7	6.9±1.6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 19, 25, 28, 29, 32, 35, 36
Gaudino M <sup>[26]</sup> 2004	观察性 研究	Euro SCORE > 5	104/93	59/50	71±9	70±11	-	-	2, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 19, 26, 36
Calafiore AM <sup>[27]</sup> 2003	观察性 研究	Euro SCORE ≥ 6	368/142	363/147	70.2±7.8	70.0±7.5	7.8	7.8	1, 2, 4, 7, 9, 10, 19, 33
FritzMKH <sup>[28]</sup> 2004	观察性 研究	Euro SCORE ≥ 6	72	192	-	-	8.2±1.9	8.6±2.5	2, 4, 7
Al-Ruzzeh S <sup>[29]</sup> 2003	观察性 研究	Euro SCORE ≥ 5	230/56	912/200	68.1±8.3	63.7±9.9	-	-	1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 34
Kunt AS <sup>[30]</sup> 2005	观察性 研究	Euro SCORE ≥ 5	35/5	42/4	63 ± 12	60 ± 7	12.1 ± 1.8	7.26 ± 1.8	1, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 27, 28, 29, 32
Kabil E <sup>[31]</sup> 2007	观察性 研究	Euro SCORE ≥ 5	92/46	51/21	66.6±7.79	64.0±8.21	6.0±1.51	6.3±1.97	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
徐迎佳 <sup>[32]</sup> 2006	观察性 研究	Euro SCORE ≥ 6	59	121	-	-	-	-	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 20, 25, 26, 29

注: OPCABG: 非体外循环冠状动脉旁路移植; CCABG: 常规体外循环下冠状动脉旁路移植; Euro SCORE: 欧洲心脏手术风险评估系统; 1、围手术期新发房颤率; 2、脑卒中发生率; 3、主动脉内球囊反搏使用率; 4、围手术期再发生心肌梗死率; 5、急性肾功能损伤发生率; 6、呼吸功能不全发生率; 7、手术死亡率; 8、呼吸辅助时间; 9、ICU 监护时间; 10、住院时间; 11、二次开胸率; 12、输血量; 13、术后引流量; 14、伤口感染率; 15、再血管化指数(实际远端吻合数/术前计划远端吻合数); 16、桥血流量; 17、冠状动脉内膜剥脱; 18、术后肝功能衰竭; 19、低心排; 20、应激性溃疡; 21、心脏骤停; 22、伤口液化; 23、胸骨未愈合; 24、心律失常; 25、正性肌力药物; 26、输血例数; 27、出血; 28、手术时间; 29、移植血管数; 30、室颤/室性心动过速; 31、住院费用; 32、再次插管数; 33、CK-MB 最高值; 34、败血症; 35、ICU>24 h; 36、通气时间>24 h; 纳入的 16 个临床试验中 2 个为随机试验, 14 个为观察性研究

脑卒中发生率: 共 15 个研究报道了围手术期脑卒中发生率<sup>[17-29, 31-32]</sup>, 其中有 2 个随机对照试验<sup>[22, 25]</sup>, 13 个非随机对照试验<sup>[17-21, 23-24, 26-29, 31-32]</sup>。OPCABG 组共纳入 2 908 例患者, 脑卒中总发生率 2.2%; CCABG 组共纳入 3 447 例患者, 脑卒中总发生率 3.0%。各研究间无统计学异质性( $I^2=0\%$ ,  $P=0.48$ ), 故采用固定效应模型合并效应量。研究数据设计亚组分析结果显

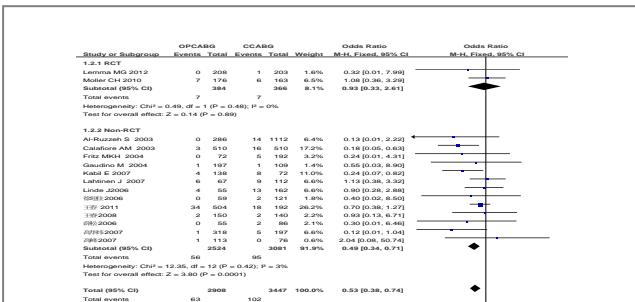
示: 随机对照试验两组差异无显著性意义[ $OR=0.93$ ,  $95\%CI(0.33, 2.61)$ ,  $P=0.89$ ]; 非随机对照试验亚组两组比较差异有显著性意义[ $OR=0.49$ ,  $95\%CI(0.34, 0.71)$ ,  $P=0.000 1$ ]。合并分析显示两组比较差异有显著性意义[ $OR=0.53$ ,  $95\%CI(0.38, 0.74)$ ,  $P=0.000 3$ ], 见图 3, 故认为 OPCABG 围手术期脑卒中发生率比 CCABG 低。



注：非体外循环冠状动脉旁路移植与常规体外循环下冠状动脉旁路移植术后心房纤颤发生率差异无显著性意义

图2 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植后新发房颤发生率的 Meta 分析

Figure 2 Meta-analysis of the atrial fibrillation after off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting

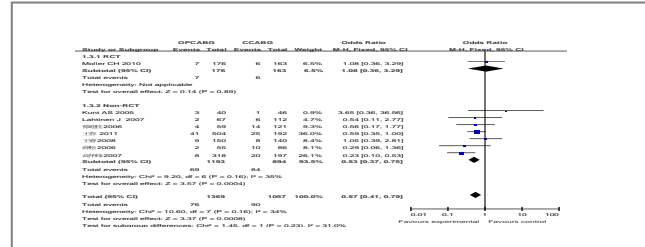


注：非体外循环冠状动脉旁路移植围手术期卒中发生率比常规体外循环下冠状动脉旁路移植低

图3 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植围手术期卒中发生率的 Meta 分析

Figure 3 Meta-analysis of stroke in the perioperative period of off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting

主动脉内球囊反搏使用率：共8个研究报道了主动脉内球囊反搏使用率<sup>[17,18,20-21,23,25,30,32]</sup>，其中有1个随机对照试验<sup>[25]</sup>，7个非随机对照试验<sup>[17-18,20-21,23,30,32]</sup>，OPCABG组共纳入1 369例患者，主动脉内球囊反搏总使用率为5.6%；CCABG组共1 057例，主动脉内球囊反搏总使用率为8.5%。各研究间无统计学异质性( $I^2=34%$ ,  $P=0.16$ )，故采用固定效应模型合并效应量。研究数据设计亚组分析结果显示：随机对照试验两组差异无显著性意义 $[OR=1.08, 95%CI(0.36, 3.29), P=0.89]$ ；非随机对照试验亚组两组差异有显著性意义 $[OR=0.53, 95%CI(0.37, 0.75), P=0.0004]$ 。合并分析显示两组差异有显著性意义 $[OR=0.57, 95%CI(0.41, 0.79), P=0.0008]$ ，见图4，故认为OPCABG围手术期主动脉内球囊反搏使用率比CCABG低。

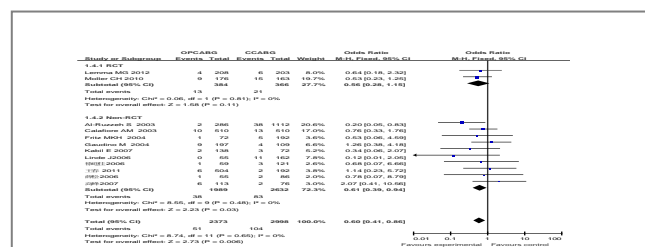


注：非体外循环冠状动脉旁路移植围手术期主动脉内球囊反搏使用率比常规体外循环下冠状动脉旁路移植低

图4 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植围手术期主动脉内球囊反搏使用率的 Meta 分析

Figure 4 Meta-analysis of the intra-aortic balloon counter pulsation utilization rate in the perioperative period of off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting

再发心肌梗死率：共12个研究报道了围手术期再发心肌梗死率<sup>[17,19,21,22,25-29,31-32]</sup>，其中有2个随机对照试验<sup>[22,25]</sup>，10个非随机对照试验<sup>[17,19,21,26-29,31-32]</sup>。OPCABG组共纳入2 373例患者，总发生率2.1%；CCABG组纳入2 998例患者，总发生率3.5%。各研究间无统计学异质性( $I^2=0%$ ,  $P=0.65$ )，故采用固定效应模型合并效应量。研究数据设计亚组分析结果显示：随机对照试验两组差异无显著性意义 $[OR=0.56, 95%CI(0.28, 1.15), P=0.11]$ ；非随机对照试验亚组两组差异有显著性意义 $[OR=0.61, 95%CI(0.39, 0.94), P=0.03]$ 。合并分析显示两组差异有显著性意义 $[OR=0.58, 95%CI(0.41, 0.86), P=0.006]$ ，见图5，故认为OPCABG围手术期再发心肌梗死率比CCABG低。



注：非体外循环冠状动脉旁路移植围手术期再发心肌梗死率比常规体外循环下冠状动脉旁路移植低

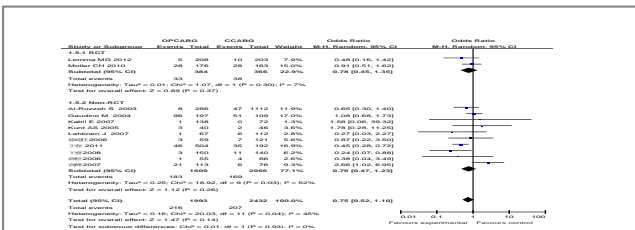
图5 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植围手术期再发心肌梗死率的 Meta 分析

Figure 5 Meta-analysis of recurrent myocardial infarction in the perioperative period of off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting

术后急性肾功能损伤率：共12个研究报道了急性肾功能损伤<sup>[17,19-23,25,26,29-32]</sup>，其中有2个随机对照试验<sup>[22,25]</sup>，10个非随机对照试验<sup>[17,19-21,23,26,29-32]</sup>，OPCABG组共纳入1 993



例患者, 总发生率10.8%; CCABG组共2 432例, 总发生率8.5%。各研究间有统计学异质性( $I^2=45%$ ,  $P=0.04$ ), 分析异质性的来源, 进行亚组分析。随机对照试验亚组的各研究间无统计学异质性( $I^2=7%$ ,  $P=0.30$ ), 故采用固定效应模型合并效应量, Meta分析两组间差异无显著性意义 [OR=0.78, 95%CI(0.45, 1.35),  $P=0.37$ ]。非随机对照试验亚组的各研究间有统计学异质性( $I^2=52%$ ,  $P=0.03$ ), 故采用随机效应模型合并效应量。Meta分析两组间差异无显著性意义[OR=0.76, 95%CI(0.47, 1.23),  $P=0.26$ ], 见图6。故认为OPCABG与CCABG围手术期急性肾功能损伤发生率差异无显著性意义。



注: 非体外循环冠状动脉旁路移植与常规体外循环下冠状动脉旁路移植围手术期急性肾功能损伤发生率无显著性差异

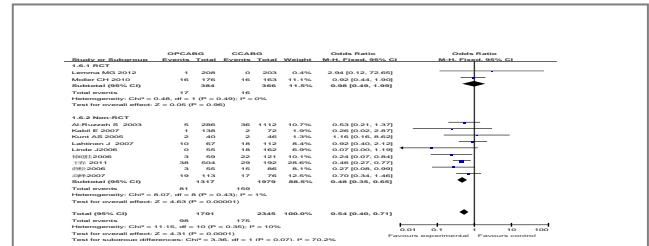
图6 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植围手术期急性肾功能损伤率的Meta分析

Figure 6 Meta-analysis of the acute renal function injury rate in the perioperative period of off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting

呼吸功能不全发生率: 共11个研究报道了呼吸功能不全发生率[17,19,21-25,29-32], 其中有2个随机对照试验[22,25], 9个非随机对照试验[17,19,21,23-24,29-32]。OPCAB组共纳入1 701例患者, 总发生率5.8%; CCABG组共2 345例, 总发生率7.5%。各研究间无统计学异质性( $I^2=2%$ ,  $P=0.42$ ), 故采用固定效应模型合并效应量。研究数据设计亚组分析结果显示: 随机对照试验两组差异无显著性意义[OR=0.98, 95%CI(0.49, 1.99),  $P=0.98$ ]; 非随机对照试验亚组两组差异有显著性意义[OR=0.48, 95%CI(0.35, 0.65),  $P < 0.000 01$ ]。合并分析显示两组差异有显著性意义[OR=0.54, 95%CI(0.40, 0.71),  $P < 0.000 1$ ], 见图7, 故认为OPCABG围手术期急性呼吸功能不全发生率低于CCABG组。

伤口感染率: 共3个研究报道了伤口感染率[19,20,31], 均为非随机对照试验。OPCABG组共纳入755例患者, CCABG组共340例。各研究间无统计学异质性( $I^2=0%$ ,  $P=0.89$ ), 故采用固定效应模型合并效应量。Meta分析结果显示两组差异有显著性意义[OR=0.65, 95%

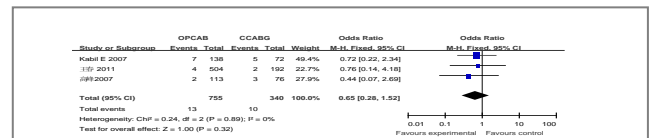
CI(0.28, 1.52),  $P=0.32$ ], 见图8, 故认为OPCABG与CCABG围手术期伤口感染率差异无显著性意义。



注: 非体外循环冠状动脉旁路移植围手术期急性呼吸功能不全发生率低于常规体外循环下冠状动脉旁路移植组

图7 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植围手术期急性呼吸功能不全发生率的Meta分析

Figure 7 Meta-analysis of the incidence rate of acute respiratory dysfunction in the perioperative period of off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting



注: 非体外循环冠状动脉旁路移植与常规体外循环下冠状动脉旁路移植围手术期伤口感染率差异无显著性意义

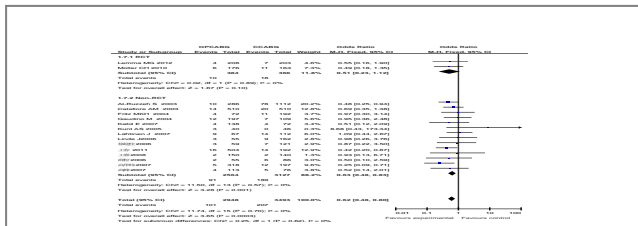
图8 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植围手术期伤口感染率的Meta分析

Figure 8 Meta-analysis of the infection rate in the perioperative period of off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting

2.3.2 有效性评价结果比较 围手术期死亡率, 呼吸机辅助呼吸时间, ICU时间, 住院时间, 二次开胸率, 术后引流量, 输血量。

死亡率: 共16个研究报道了死亡率[17-32]。其中有2个随机对照试验[22, 25], 14个非随机对照试验[17-21,23-24,26-32], OPCAB组共纳入2 948例患者, 总发生率3.4%; CCABG组共纳入3 493例患者, 总发生率5.4%。各研究间无统计学异质性( $I^2=0%$ ,  $P=0.79$ ), 故采用固定效应模型合并效应量。研究数据设计亚组分析结果显示: 随机对照试验两组差异无显著性意义[OR=0.51, 95%CI(0.23,1.12),  $P=0.10$ ]; 非随机对照试验亚组两组差异有显著性意义[OR=0.62, 95%CI(0.48, 0.83),  $P=0.001$ ]。合并分析显示两组差异有显著性意义[OR=0.62, 95%CI(0.48, 0.80),  $P=0.000 3$ ],

见图9, 故认为OPCABG围手术期死亡率比CCABG低。

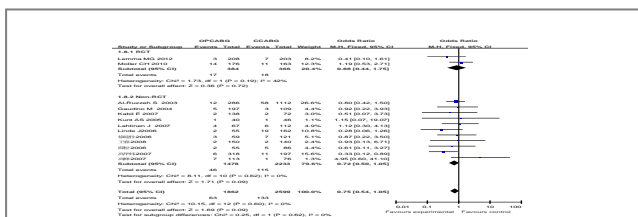


注: 非体外循环冠状动脉旁路移植围手术期死亡率比常规体外循环下冠状动脉旁路移植低

图9 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植围手术期死亡率的Meta分析

Figure 9 Meta-analysis of mortality rate in the perioperative period of off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting

二次开胸率: 共13个研究报道了二次开胸率[17-20,22-26,29-32]。其中有2个随机对照试验[22,25], 11个非随机对照试验[17-20,23-24,26,29-32]。OPCAB组共纳入1 862例患者, CCABG组共纳入2 599例患者。各研究间无统计学异质性( $I^2=0\%$ ,  $P=0.80$ ), 故采用固定效应模型合并效应量。研究数据设计亚组分析结果显示: 随机对照试验两组差异无显著性意义[OR=0.88, 95%CI(0.44, 1.75),  $P=0.72$ ]; 非随机对照试验亚组两组差异无显著性意义[OR=0.72, 95%CI(0.50, 1.05),  $P=0.09$ ]。合并分析显示两组差异无显著性意义[OR=0.75, 95%CI(0.50, 1.05),  $P=0.09$ ]。见图10, 故认为OPCAB与CCABG再次手术率差异无显著性意义。



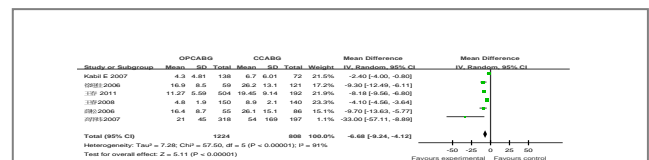
注: 非体外循环冠状动脉旁路移植与常规体外循环下冠状动脉旁路移植再次手术率差异无显著性意义

图10 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植二次开胸率的Meta分析

Figure 10 Meta-analysis of the reoperation rate of off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting

呼吸机辅助时间: 共8个研究报道了呼吸机辅助时间(h)[17-18,20-21,25,30-32], 其中1个采用了中位数计算[25], 1个采用min计算[30], 最后纳入6个研究进行Meta分析[17-18, 20-21, 31, 32], 均为非随机对照试验。OPCABG组共

纳入1 224例患者, CABG组共808例。各研究间有统计学异质性( $I^2=91\%$ ,  $P < 0.000 01$ ), 分析异质性的来源, 可能与各研究者之间拔除呼吸机时限没有统一标准及监护室条件不一。故采用随机效应模型合并效应量。Meta分析结果显示两组差异有显著性意义[WMD=-6.65, 95%CI(-9.24, -4.12),  $P < 0.000 01$ ], 见图11。因此认为OPCABG较CCABG减少呼吸辅助通气时间。

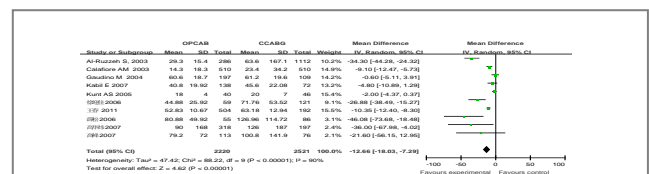


注: 非体外循环冠状动脉旁路移植较常规体外循环下冠状动脉旁路移植减少呼吸辅助通气时间

图11 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植呼吸机辅助通气时间的Meta分析

Figure 11 Meta-analysis of ventilation time of off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting

ICU治疗时间: 共10个研究报道了在ICU治疗时间(h)[17-19,21,26-27,29-32], 均为非随机对照试验。OPCABG组共纳入2 220例患者, CCABG组共2 521例。各研究间有统计学异质性( $I^2=90\%$ ,  $P < 0.000 01$ ), 分析异质性的来源, 可能与各研究者的监护室条件不一致有关。故采用随机效应模型合并效应量。Meta分析结果显示两组差异有显著性意义[WMD=-12.66, 95%CI(-18.03, -7.92),  $P < 0.000 01$ ], 见图12, 故认为OPCABG较CCABG监护时间短, 术后恢复较快。



注: 非体外循环冠状动脉旁路移植较体外循环下冠状动脉旁路移植监护时间短, 术后恢复较快

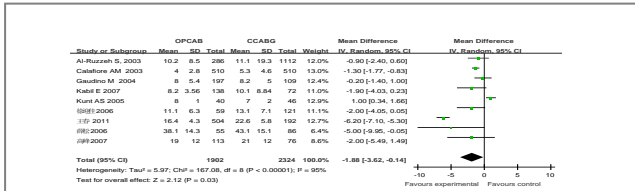
图12 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植在ICU治疗时间的Meta分析

Figure 12 Meta-analysis of the time in intensive care unit of off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting

住院时间: 共10个研究报道了住院时间[17,19,21,25-27,29-32], 其中1个研究采用中位数计算[25], 故纳入9个研究进行Meta分析[17,19,21,26-27,29-32], 均为非随机对照试验。OPCABG组共纳入1 902例患者, CCABG组共2 324例。各研究间有统计学异质性( $I^2=90\%$ ,  $P <$



0.000 01)。故采用随机效应模型合并效应量。Meta分析结果显示两组差异有显著性意义[WMD=-1.88, 95%CI(-3.62, -0.14), P < 0.000 01], 见图13, 说明OPCABG较CCABG住院时间短, 术后恢复快。

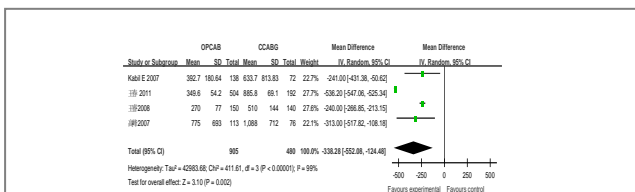


注: 非体外循环冠状动脉旁路移植较体外循环下冠状动脉旁路移植住院时间短, 术后恢复快

图 13 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植住院时间的 Meta 分析

Figure 13 Meta-analysis of the hospitalization time of off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting

输血量: 共4个研究报道了平均输血量<sup>[19-21,31]</sup>, 均为非随机对照试验。OPCABG组共纳入905例患者, CCABG组共480例。各研究间有统计学异质性( $I^2=99%$ ,  $P < 0.000 01$ )。故采用随机效应模型合并效应量。Meta分析结果显示两组差异有显著性意义[WMD=-338.28, 95%CI(-552.08, -124.48),  $P=0.002$ ], 见图14, 说明OPCABG术后需输血量较CCABG少。

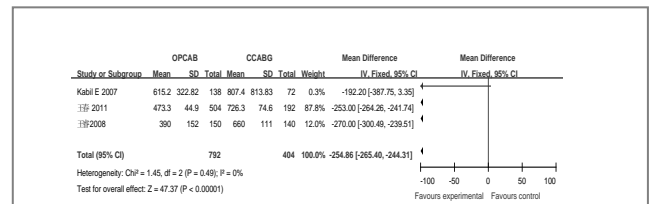


注: 非体外循环冠状动脉旁路移植后需输血量较体外循环下冠状动脉旁路移植少

图 14 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植后输血量的 Meta 分析

Figure 14 Meta-analysis of the blood transfusion volume of off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting

引流量: 共3个研究报道了术后应流量<sup>[20-21,31]</sup>, 均为非随机对照试验。OPCABG组共纳入792例患者, CCABG组共404例。各研究间无统计学异质性( $I^2=0%$ ,  $P=0.49$ )。故采用固定效应模型合并效应量。Meta分析结果显示两组差异有显著性意义[WMD=-254.86, 95%CI(-265.40, -224.31),  $P < 0.000 01$ ], 因为说明OPCABG对患者的创伤少, 术后引流量较CCABG少, 术后恢复快。见图15。

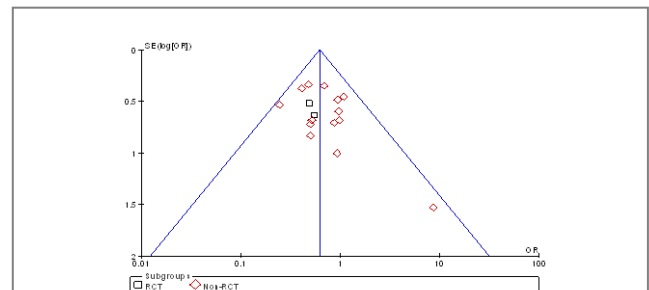


注: 非体外循环冠状动脉旁路移植对患者的创伤少, 术后引流量较体外循环下冠状动脉旁路移植少, 术后恢复快

图 15 非体外循环与体外循环下冠状动脉旁路移植后引流量的 Meta 分析

Figure 15 Meta-analysis of the postoperative drainage of off-pump coronary artery bypass grafting and on-pump coronary artery bypass grafting

2.4 发表偏倚 文章纳入16个研究, 漏斗图显示16个研究分布数量基本对称, 发表偏倚的可能性小, 见图16。



注: 研究分布数量基本对称, 存在发表偏倚的可能性小

图 16 体外与非体外循环冠状动脉旁路移植治疗高危冠心病评价纳入 16 个研究的漏斗图

Figure 16 Funnel plots of the 16 included studies

### 3 讨论

CABG早在20世纪60年代首次被推出<sup>[33]</sup>, 至今仍然是治疗三支或左冠状动脉硬化患者的标准方法<sup>[34]</sup>, 但随着OPCABG技术的逐步成熟及手术医疗器械的日臻完善, OPCABG对冠心病的优越性也越来越突出。在术后降低死亡率和发病率, OPCABG是治疗冠心病的一个重要手术方式。然而, 由于在这方面进行的前瞻性随机试验各种困难, 因此实验患者的数量相对少, 现有的研究统计力量相对较低, 尚不能说明OPCABG能取代CABG。最新相关的Meta分析表明, 与CABG相比较, 在冠心病患者围手术期病死率、脑卒中、房颤、心肌梗、急性肾功能损伤及呼吸功能衰竭发生率, OPCABG比CABG更有优势<sup>[5-10, 15, 35]</sup>。但是有Meta分析研究证明CABG在治疗冠心病时,再血管化率比OPCABG高<sup>[36]</sup>; 也有研究证明在术后一两年的死亡率OPCABG比

CABG高<sup>[37]</sup>。但是上述研究未涉及高危患者, 都是对低危患者的研究, 其中有两项研究采取年龄为界限进行系统评价<sup>[38-39]</sup>。根据心脏手术风险评估欧洲系统(Euro SCORE)将Euro SCORE $\geq 5$ 分<sup>[11]</sup>的患者列为高风险或高危CAB患者目前代表微创概念的非体外循环冠状动脉旁路移植术(off-pump CABG)概念也已得到广泛的认可。近些年来, 越来越多的CABG患者合并各种手术危险因素, 包括高龄, 女性, 不稳定心绞痛, 左主干病变, 冠脉三支病变, 左心室功能低下, 急症手术, 二次手术, 慢性肺、肾功能不全, 脑梗死史, 心肌梗死史等, 这些都是Euro SCORE的高危因素, 并且随着冠状动脉介入治疗的发展和指征的放宽, 最终接受冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)的患者, 大多为高危冠心病患者。而欧洲心脏手术风险评估系统认为高危意味着高死亡率和高并发症率<sup>[11]</sup>, 据美国胸外科医师协会(Society of Thoracic Surgeons, STS)的统计数据认为高危冠心病患者较一般患者的手术风险要高的多<sup>[40]</sup>, 因此如何降低这类患者的手术风险现已成为心脏外科领域关注的焦点及热点。目前多项研究证明Euro SCORE对冠心病患者很好地评估手术风险, 对高危患者更敏感<sup>[41-42]</sup>; 因此本研究采取 Euro SCORE为评分准则评价OPCABG与CABG对高危患者围手术期的优缺点。

本Meta分析显示: OPCABG与CABG比较, OPCABG可以降低在围手术期脑卒中发生率、主动脉内球囊反搏使用率、再发心肌梗死率、呼吸功能不全与死亡率, 缩短呼吸机带机时间、ICU时间与住院时间, 减少术后引流量与输血量, 而在围手术期新发房颤、急性肾功能损伤、伤口感染与二次开胸率方面的二者差异无显著性意义。证明OPCABG由于具有创伤少, 手术死亡率低, 术后恢复快, 术后并发症少等优点, 在具有相应的器材与技术支持下, OPCABG可以作为治高危冠心病的一种较为理想手术方式。但是由于作者纳入研究的数量有限且大多是观察性研究, 因此并不认为OPCABG可以取代CABG。

本系统评价存在的局限性: 第一, Meta分析包含的研究大多为非随机对照研究-回顾性观察研究, 缺乏患者分配到OPCABG组或CABG组的随机性, 存在选择偏倚; 第二, 这些研究中两组可能影响本文研究结果的基线因素并非完全可比, 存在一些混杂因素; 第三, 倒漏斗图显示可能有发表偏倚存在, 可能因为部分研究者对一些指标把握不是十分准确, 导致上述偏倚发生; 第四, OPCABG对手术技术要求较高, 学习曲线较长, 这可能会降低OPCABG

应有的疗效。这将是理想的, 有标准高危患者的限制, 随机对照研究设计需要考虑有术者是否熟练掌握这两个技术。期待以后能在更高质量、大样本量的随机对照试验基础上对OPCABG与CABG治疗高风险冠心病的疗效、各种并发症及远期疗效进行系统全面的研究。

综上所述, 因此根据本研究作者认为OPCABG治疗高危冠心病患者是安全有效的, 在围手术期方面, OPCABG由于CABG, 但是高危患者是否采取何种手术方式需要更具患者的病情及术者的操作情况进行选择, 在病情及术者熟练掌握OPCABG情况下, 建议可以选择OPCABG。但这一结果及中、远期治疗效果需要有高质量、大样本量、多中心的随机对照试验研究及长期的观察, 甚至需要高质量的系统评级或Meta分析进一步研究来证实。

**基金资助:** 中央高校基本科研业务费专项资金(Izujbky-2012-197)。

**利益冲突:** 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助

**伦理要求:** 没有与相关伦理道德冲突的内容。

**作者声明:** 文章为原创作品, 数据准确, 内容不涉及泄密, 无一稿两投, 无抄袭, 无内容剽窃, 无作者署名争议, 无与他人课题以及专利技术的争执, 内容真实, 文责自负。

#### 4 参考文献

- [1] Edmunds LH Jr. Inflammatory response to cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg. 1998;12/30 ed; 1998:S12-6; discussion S25-8.
- [2] Taylor KM. Brain damage during cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg. 1998;65(4 Suppl):S20-6; discussion S7-8.
- [3] Royster RL. Myocardial dysfunction following cardiopulmonary bypass: recovery patterns, predictors of inotropic need, theoretical concepts of inotropic administration. J Cardiothorac Vasc Anesth. 1993;(4 Suppl 2):19-25.
- [4] Cislighi F, Condemi AM, Corona A. Predictors of prolonged mechanical ventilation in a cohort of 5123 cardiac surgical patients. Eur J Anaesthesiol. 2009;26(5):396-403.
- [5] Chen YB, Shu J, Yang WT, et al. Meta-analysis of randomized trials comparing the effectiveness of on-pump and off-pump coronary artery bypass. Chin Med J (Engl). 2012;125(2): 338-344.
- [6] Biancari F, Mahar MA. Meta-analysis of randomized trials on the efficacy of posterior pericardiotomy in preventing atrial fibrillation after coronary artery bypass surgery. J Thorac Cardiovasc Surg. 2010;139(5):1158-1161.
- [7] Bainbridge D, Martin J, Cheng D. Off pump coronary artery bypass graft surgery versus conventional coronary artery bypass graft surgery: a systematic review of the literature. Semin Cardiothorac Vasc Anesth. 2005;9(1): 105-111.

- [8] Nigwekar SU, Kandula P, Hix JK, et al. Off-pump coronary artery bypass surgery and acute kidney injury: a meta-analysis of randomized and observational studies. *Am J Kidney Dis.* 2009;54(3):413-423.
- [9] Edelman JJ, Yan TD, Padang R, et al. Off-pump coronary artery bypass surgery versus percutaneous coronary intervention: a meta-analysis of randomized and nonrandomized studies. *Ann Thorac Surg.* 2010;90(4):1384-1390.
- [10] Afilalo J, Rasti M, Ohayon SM, et al. Off-pump vs. on-pump coronary artery bypass surgery: an updated meta-analysis and meta-regression of randomized trials. *Eur Heart J.* 2011;33(10):1257-1267.
- [11] Nashef SA, Roques F, Michel P, et al. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999;16(1):9-13.
- [12] Higgins J, Thompson SG, Deeks JJ, et al. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ.* 2003;327(7414):557.
- [13] Stroup DF, Berlin JA, Morton SC, et al. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. Meta-analysis Of Observational Studies in Epidemiology (MOOSE) group. *JAMA.* 2000;283(15):2008-2012.
- [14] Panesar SS, Athanasiou T, Nair S, et al. Early outcomes in the elderly: a meta-analysis of 4921 patients undergoing coronary artery bypass grafting—comparison between off-pump and on-pump techniques. *Heart.* 2006;92(12):1808-1816.
- [15] Athanasiou T, Al-Ruzzeh S, Kumar P, et al. Off-pump myocardial revascularization is associated with less incidence of stroke in elderly patients. *Ann Thorac Surg.* 2004;77(2):745-753.
- [16] Higgins J, Green S. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions.* Version 5.1.0. The Cochrane Collaboration. 2011.
- [17] 薛松, 黄日太, 申达浦, 等. 心脏停跳与不停跳冠状动脉旁路移植术在 高危病人中应用的比较[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2006, 22(5):2.
- [18] 高华炜, 郑哲, 胡盛寿. 高危患者行非体外循环与体外循环冠状动脉旁路移植术早期临床结果的对比分析[J]. *中华心血管病杂志*, 2007, 35(3):3.
- [19] 高峰, 杨碧波, 高文德, 等. 高风险患者非体外循环冠状动脉旁路移植[J]. *中国微创外科杂志*, 2007, 7(3):267-270.
- [20] 王睿, 陈鑫, 石开虎, 等. 高风险冠心病患者接受体外或非体外循环冠状动脉旁路移植术的临床对比研究[J]. *中国微创外科杂志*, 2008, 14(7):3.
- [21] 王春, 谷天祥, 于洋, 等. 非体外循环不停跳冠状动脉旁路移植术在 高危冠心病治疗中的作用[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2011, (06):517-20.
- [22] Lemma MG, Coscioni E, Tritto FP, et al. On-pump versus off-pump coronary artery bypass surgery in high-risk patients: operative results of a prospective randomized trial (on-off study). *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;143(3):625-631.
- [23] Lahtinen J, Biancari F, Rimpilainen J, et al. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass surgery in high-risk patients (EuroSCORE  $\geq$  6). *Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;55(1):13-18.
- [24] Linde J, Moller C, Hughes P, Steinbruchel D. Off-pump versus on-pump CABG in high-risk patients: short- and mid-term outcome. *Scand Cardiovasc J.* 2006;40(4):209-213.
- [25] Moller CH, Perko MJ, Lund JT, et al. No major differences in 30-day outcomes in high-risk patients randomized to off-pump versus on-pump coronary bypass surgery: the best bypass surgery trial. *Circulation.* 2010;121(4):498-504.
- [26] Gaudino M, Glieca F, Alessandrini F, et al. High risk coronary artery bypass patient: incidence, surgical strategies, and results. *Ann Thorac Surg.* 2004;77(2):574-579; discussion 80.
- [27] Calafiore AM, Di Mauro M, Canosa C, et al. Early and late outcome of myocardial revascularization with and without cardiopulmonary bypass in high risk patients (EuroSCORE  $\geq$  or = 6). *Eur J Cardiothorac Surg.* 2003;23(3):360-367.
- [28] Fritz MKH, Wiebalck A, Khargi K, et al. Does off-pump coronary artery bypass surgery reduce morbidity and mortality in high-risk patients? *European Surgery - Acta Chirurgica Austriaca.* 2004;36(6):363-367.
- [29] Al-Ruzzeh S, Nakamura K, Athanasiou T, et al. Does off-pump coronary artery bypass (OPCAB) surgery improve the outcome in high-risk patients?: a comparative study of 1398 high-risk patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2003;23(1):50-55.
- [30] Kunt AS, Darcin OT, Andac MH. Coronary artery bypass surgery in high-risk patients. *Curr Control Trials Cardiovasc Med.* 2005;6:13.
- [31] Kabil E, Mujanovic E, Bergsland J. A comparison of coronary artery bypass grafting with and without cardiopulmonary bypass in EuroSCORE high risk patients. *Bosn J Basic Med Sci.* 2007;7(1):48-51.
- [32] 徐迎佳, Yongseng T, Yeowleng C. 180例高危病例的冠状动脉搭桥术——停跳与不停跳手术的比较[J]. *国际心血管病杂志*, 2006, 33(4):3.
- [33] Goetz R, Rohman M, Haller J, et al. Internal mammary-coronary artery anastomosis. A nonsuture method employing tantalum rings. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1961; 41:378-386
- [34] Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med.* 2009;360(10):961-972.
- [35] Wijeyesundera DN, Beattie WS, Djaiani G, et al. Off-pump coronary artery surgery for reducing mortality and morbidity: meta-analysis of randomized and observational studies. *J Am Coll Cardiol.* 2005; 46(5):872-882.
- [36] 宋铁牛, 赵启明, 戴玉雷, 等. 体外与非体外循环冠状动脉旁路移植术再血管化率的系统评价[J]. *现代生物医学进展*, 2011, 11(1): 105-107.
- [37] Takagi H, Matsui M, Umemoto T. Off-pump coronary artery bypass may increase late mortality: a meta-analysis of randomized trials. *The Annals of thoracic surgery.* 2010;(6): 1881-1888.
- [38] 姜大庆, 谷天祥, 王海龙, 等. 老年患者非体外和体外循环冠状动脉旁路移植术围术期脑卒中发生率比较的系统评价和Meta分析[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2011, 18(4):289-300.
- [39] Vasques F, Rainio A, Heikkinen J, et al. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass surgery in patients aged 80 years and older: institutional results and meta-analysis. *Heart Vessels.* 2011 Nov 9.
- [40] Hart JC. A review of 140 Octopus off-pump bypass patients over the age of seventy: procedure of choice. *Heart Surg Forum.* 2001;4 Suppl 1:S24-29.
- [41] 崔虎军, 肖峰, 李岩, 等. 心脏手术风险评估欧洲系统 (EuroSCORE) 的初步临床应用[J]. *中国心血管病研究杂志*, 2006, 4(1):4.
- [42] Parolari A, Pesce LL, Trezzi M, et al. EuroSCORE performance in valve surgery: a meta-analysis. *Ann Thorac Surg.* 2010;89(3):787-93, 793.e1-2.