

• 论著 • 系统评价 •

两种血运重建方式对冠心病合并左室收缩功能不全患者预后影响的系统评价与 Meta 分析



李波, 吴春蓉, 付世全, 陈春梅, 李元静

重庆市江津区中心医院 心内科 (重庆 402260)

【摘要】 目的 比较冠状动脉旁路移植术 (CABG) 和经皮冠状动脉介入术 (PCI) 对冠心病合并左室收缩功能不全患者的临床疗效。方法 计算机检索 Pubmed、Cochrane 图书馆及 Embase 数据库, 检索时间截至 2017 年 10 月。同时浏览相关文献的引文目录, 纳入符合要求的临床试验、队列研究和病例对照研究。本研究的终点包括全因死亡率、心肌梗死、再次血运重建和卒中, 其效应量均用相对危险度 (RR) 及其 95% 置信区间 (CI) 表示。结果 最终纳入 15 项队列研究和 2 项随机对照试验, 共计患者 11 985 例, 其中 CABG 组 6 322 例, PCI 组 5 663 例。Meta 分析结果表明, CABG 组患者的全因死亡率低于 PCI 组患者 (18.6% vs. 23.0%), 差异具有统计学意义 [RR=0.87, 95% CI (0.81, 0.94), $P<0.001$]。CABG 组再次血运重建的风险也显著低于 PCI 组 [RR=0.28, 95% CI (0.19, 0.42)], 而两组患者的心肌梗死 [RR=0.78, 95% CI (0.47, 1.32)] 和卒中 [RR=1.28, 95% CI (0.89, 1.86)] 的发生率无明显差异。结论 CABG 治疗冠心病合并左室收缩功能不全患者的疗效优于 PCI。鉴于纳入研究的质量限制, 该结论尚需更多大样本的随机对照试验来进一步验证。

【关键词】 冠状动脉旁路移植术; 经皮冠状动脉介入术; 冠心病; 左室收缩功能不全

Two revascularization strategies in patients with coronary heart disease and left ventricular systolic dysfunction: A systematic review and meta-analysis

LI Bo, WU Chunrong, FU Shiquan, CHEN Qingmei, LI Yuanjin

Department of Cardiology, Chongqing Jiangjin Central Hospital, Chongqing, 402260, P.R.China

Corresponding author: WU Chunrong, Email: lbwhu123@163.com

【Abstract】 Objective To compare the clinical efficacy of coronary artery bypass grafting (CABG) versus percutaneous coronary intervention (PCI) in patients with coronary heart disease and left ventricular systolic dysfunction. **Methods** A computer-based search in PubMed, The Cochrane Library and Embase prior to October 2017, together with reference screening, was performed to identify eligible clinical trials, cohort studies and case-control studies. The outcomes of this meta-analysis included all-cause mortality, myocardial infarction, revascularization and stroke, and the effect sizes for them were presented as relative risks (RRs) with its 95% confidence intervals (CI). **Results** Fifteen cohort studies and 2 randomized controlled trials were finally included with a total of 11 985 patients, of which 6 322 were in the CABG group and 5 663 in the PCI group. The result of meta-analysis showed that all-cause mortality was significantly lower in the CABG group than in the PCI group (18.6% vs. 23.0%, $RR=0.87$, 95% CI 0.81 to 0.94, $P<0.001$). In addition, CABG was associated a remarkably reduced risk of revascularization ($RR=0.28$, 95% CI 0.19 to 0.42) compared with PCI, with no significant difference in incidence of myocardial infarction ($RR=0.78$, 95% CI 0.47 to 1.32) and stroke ($RR=1.28$, 95% CI 0.89 to 1.86). **Conclusion** CABG is superior to PCI in the treatment for patients with coronary heart disease and left ventricular systolic dysfunction. Owing to the limited quality of included studies, additional large, randomized controlled trails are still required to confirm this finding.

【Key words】 Coronary artery bypass grafting; percutaneous coronary intervention; coronary heart disease; left ventricular systolic dysfunction

DOI: 10.7507/1007-4848.201712068

基金项目: 重庆市江津区科技计划项目 (Y2017014)

通信作者: 吴春蓉, E-mail: lbwhu123@163.com

冠状动脉粥样硬化性心脏病(冠心病)是临床上常见的心血管疾病,其发病率和死亡率较高,造成严重的社会医疗负担^[1]。除了药物保守治疗外,冠心病主要治疗手段还包括经皮冠状动脉介入术(PCI)和冠状动脉旁路移植术(CABG)。临床证据表明,PCI和CABG对单纯冠状动脉病变的疗效相当^[2];但对于复杂的病变如左主干病变和三支血管病变,CABG在改善远期预后方面的疗效更好^[3-4]。然而,以上证据所基于的研究均排除了左室收缩功能不全(LVSD)的患者或仅纳入了较少的LVSD患者,故其结论可能并不完全适用于冠心病合并LVSD的情形。目前,已有多项研究比较了CABG和PCI对于冠心病合并LVSD患者的临床疗效,但其得出的结论并不一致。因此,有必要采用Meta分析的方法汇总相关研究结果,为这类患者血运重建策略的合理选择提供更多依据。

1 资料与方法

1.1 纳入排除标准

纳入标准:(1)比较PCI和CABG对冠心病合并LVSD(定义为左室射血分数<50%)患者疗效的临床试验、队列研究(包括倾向性评分匹配研究)和病例对照研究;(2)研究样本量 ≥ 20 例,随访时间 ≥ 12 个月;(3)患者年龄为18~80岁;(4)报道以下至少一项临床终点:全因死亡率(本研究的主要终点)、心肌梗死、再次血运重建和卒中。

排除标准:(1)动物实验、综述、评论;(2)对于多项重复性研究,则排除研究质量较低者;(3)研究对象存在急性心肌梗死、心源性休克、严重肝肾功能异常等情况。

1.2 检索策略

本研究遵循PRISMA声明^[5],系统检索PubMed、Cochrane图书馆和Embase数据库。检索采用主题词和自由词结合的方式,检索词包括percutaneous coronary intervention、PCI、stent、coronary bypass、CABG、systolic dysfunction、ejection fraction等。同时,查阅相关文献的引文目录,以避免漏检。检索时间截至2017年10月31日,无发表语言限制。

1.3 资料收集和质量评价

由两位独立的评论员提取各研究资料,包括研究作者、年份、研究类型、地区、样本量、患者年龄和性别、左室射血分数(LVEF)、药物洗脱支架(DES)使用率、左主干病变和3支血管病变比例、随访时间等。临床随机对照试验(RCT)的方法学

质量采用Jadad评分^[6]进行评价,3分及以上者提示质量较高;队列研究和病例对照研究的质量采用NOS评分^[7]进行评价,>6分者提示质量较高。若数据提取和质量评价过程中有分歧,则通过与第三位评论员协商解决。

1.4 统计分析

采用RevMan 5.3和STATA 13.0软件进行统计分析。因本研究中所有终点均为二分类变量,故以相对危险度(RR)及其95%置信区间(CI)作为效应指标。采用随机效应模型合并各研究的RR值,研究间的异质性的用Cochrane Q检验进行评价,其 P 值<0.1提示存在异质性。同时,以 I^2 值估计异质性的程度, I^2 值为<25%、25%~75%和>75%时分别提示存在轻度、中度和显著异质性。根据冠状动脉病变类型进行亚组分析,包括左主干病变和三支血管病变。此外,对所有终点数据进行敏感性分析,其方法包括单次排除一个研究、排除低质量研究/无法评价质量的研究、仅纳入使用DES的研究、仅纳入RCT/倾向性匹配的研究。所有终点的发表偏倚首先通过漏斗图直观判断,再采用Egger检验定量评价。当 $P < 0.05$ 时,认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 研究基本信息

最初检索得到文献2144篇,利用EndNote软件排除重复研究352篇,并通过阅读题目和摘要后排除无关研究1759篇。剩余文献经阅读全文后进一步排除16篇,其中9篇未比较PCI和CABG,4篇未提供终点数据,3篇纳入的患者队列重复。最终纳入17项临床研究^[8-23],包括15项队列研究和2项RCT(图1)。总样本量为11985例,其中CABG组6322例,PCI组5663例。患者的随访时间为12~180个月,平均年龄范围为61~70岁,其中男性约占54%。大多数研究所纳入的患者LVEF均不超过35%,而8项研究中所使用的支架类型均为DES。在方法学质量方面,4项队列研究^[8,12,17,20]因发表为摘要形式无法进行评价,另外11项队列研究中有9项的NOS评分均>6分,而两项RCT的Jadad评分分别为4分和2分。纳入研究的其他特征如表1所示。

2.2 主要终点的Meta分析

所有研究均提供了全因死亡率的数据,研究间无明显异质性($I^2=7\%$, $P=0.38$)。CABG组的全因死亡率为18.6%(1178/6322),而PCI组的全因死亡率为23.0%(1300/5663)。Meta分析结果提示,

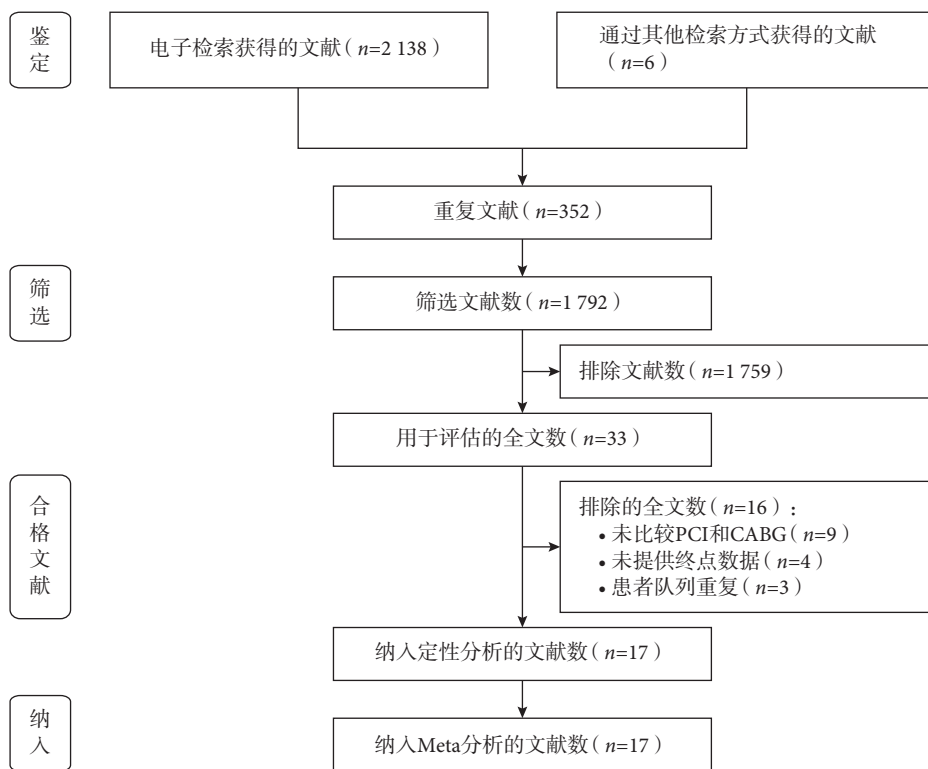


图 1 文献筛选流程图

表 1 纳入研究的基本特征

研究作者	年份	研究设计	地区	样本量	年龄 (岁)	男性 (%)	LVEF (%)	DES (%)	LM (%)	3-VD (%)	随访时间 (月)	质量评分
Ahn ^[8]	2011	队列研究	韩国	176/116	—	—	≤35	100	—	100	36	—
Bangalore ^[9]	2016	队列研究 (匹配)	美国	1 063/1 063	66/66	25/24	≤35	100	0	54/53	35	9
Buszman ^[10]	2007	队列研究 (匹配)	波兰	52/55	61/60	80/73	<40	10	—	57/49	12	8
Cleland ^[11]	2011	RCT	英国	30/15	65	93	≤35	—	0	100	59	4*
Cummings ^[12]	2016	队列研究 (匹配)	英国	214/315	67/67	—	<35	—	—	—	120	—
Fortuna ^[13]	2013	队列研究 (匹配)	意大利	142/154	68/68	77/79	<35	50	37/36	61/59	60	8
Gioia ^[14]	2007	队列研究	美国、意大利	92/128	68/69	85/77	<35	100	0	100	15	7
Hannan ^[15]	2008	队列研究	美国	1 614/1 059	67/66	28/33	<40	100	0	80/25	18	7
Kang ^[16]	2017	队列研究	韩国	442/469	64/67	—	≤35	100	51/10	84/37	37	8
Kim ^[17]	2015	队列研究	韩国	171/42	—	—	<40	—	100	—	24	—
Marui ^[18]	2014	队列研究 (匹配)	日本	444/464	70/68	78/76	<50	100	28/16	72/84	60	8
Nagendran ^[19]	2013	队列研究 (匹配)	加拿大	718/718	66/66	82/80	<35	100	10/10	74/72	180	9
Park ^[20]	2016	队列研究	韩国	227/137	65/67	81/77	<45	—	100	—	12	—
Sedlis ^[21]	2004	RCT	美国	47/47	64	—	<35	—	—	40	36	2*
	2004	队列研究	美国	140/152	66/65	—	<35	—	—	58/59	36	6
Toda ^[22]	2002	队列研究	美国	69/48	62/67	77/71	15~30	—	30/19	100	36	6
Yang ^[23]	2013	队列研究 (匹配)	韩国	141/141	65/66	79/72	<50	100	3/7	43/37	32	8

部分数据表示为 CABG 组/PCI 组；DES, 药物洗脱支架；LM, 左主干病变；LVEF, 左室射血分数；RCT, 随机对照试验；3VD, 3 支血管病变；*Jadad 评分

CABG 相比于 PCI 能够明显降低冠心病合并 LVSD 患者的全因死亡率[RR=0.87, 95% CI (0.81, 0.94), $P<0.001$]; 见图 2。根据冠状动脉病变类型进行分析, 结果表明在三支血管病变亚组中 CABG 组的死亡率仍显著低于 PCI 组[$n=5$; RR=0.66, 95% CI (0.53, 0.83), $P<0.001$], 而在左主干病变亚组中两者无明显差异[$n=3$; RR=0.85, 95% CI (0.70, 1.04), $P=0.11$]。

2.3 次要终点的 Meta 分析

共有 9 项研究报道心肌梗死发生情况, 8 项研究报道再次血运重建的情况, 5 项研究报道卒中的发生情况。其中, 关于卒中的各研究间无明显异质性 ($I^2=33\%$, $P=0.18$), 而心肌梗死 ($I^2=75\%$, $P<0.001$) 和再次血运重建 ($I^2=78\%$, $P<0.001$) 的研究间异质性显著。Meta 分析结果表明, CABG 组患者的再次血运重建率明显低于 PCI 组[RR=0.28, 95% CI (0.19, 0.42), $P<0.001$], 而两组患者的心肌梗死 [RR=0.78, 95% CI (0.47, 1.32), $P=0.36$] 和卒中 [RR=1.28, 95% CI (0.89, 1.86), $P=0.18$] 的发生率无明显差异; 见图 3。鉴于纳入研究数量限制 (n 均 ≤ 2), 尚不能根据冠状动脉病变类型对次要终点进行亚组分析。

2.5 敏感性分析及发表偏倚

单次排除一个研究并不影响全因死亡率的 Meta 分析结果。在排除低质量研究/无法评价质量的研究后, 剩余研究的全因死亡率合并结果不变 [$n=10$, RR=0.88, 95% CI (0.79, 0.97), $P=0.014$]。此外, 在仅使用 DES 的研究 [$n=8$; RR=0.90, 95% CI (0.83, 0.98), $P=0.015$] 和 RCT/倾向性匹配的研究 [$n=9$; RR=0.85, 95% CI (0.76, 0.96), $P=0.007$] 中, CABG 在降低全因死亡率方面同样具有优势。在次要终点方面, 排除 Kang 等^[16]的研究后, 剩余研究的合并结果表明 CABG 相比 PCI 能明显降低心肌梗死的发生率[RR=0.56, 95% CI (0.44, 0.71), $P<0.001$]但增加卒中的发生率[RR=1.48, 95% CI (1.11, 1.98), $P=0.008$], 而其他敏感性分析并未明显影响 Meta 分析合并结果。所有终点的漏斗图均直观对称, 经 Egger 检验提示不存在发表偏倚 (P 值分别为 0.54、0.87、0.58、0.91)。

3 讨论

随着心功能的降低, 冠心病患者行血运重建的潜在风险逐渐增加^[24], 因此选择合理的血运重建策略对改善冠心病合并 LVSD 患者的预后至关重要。

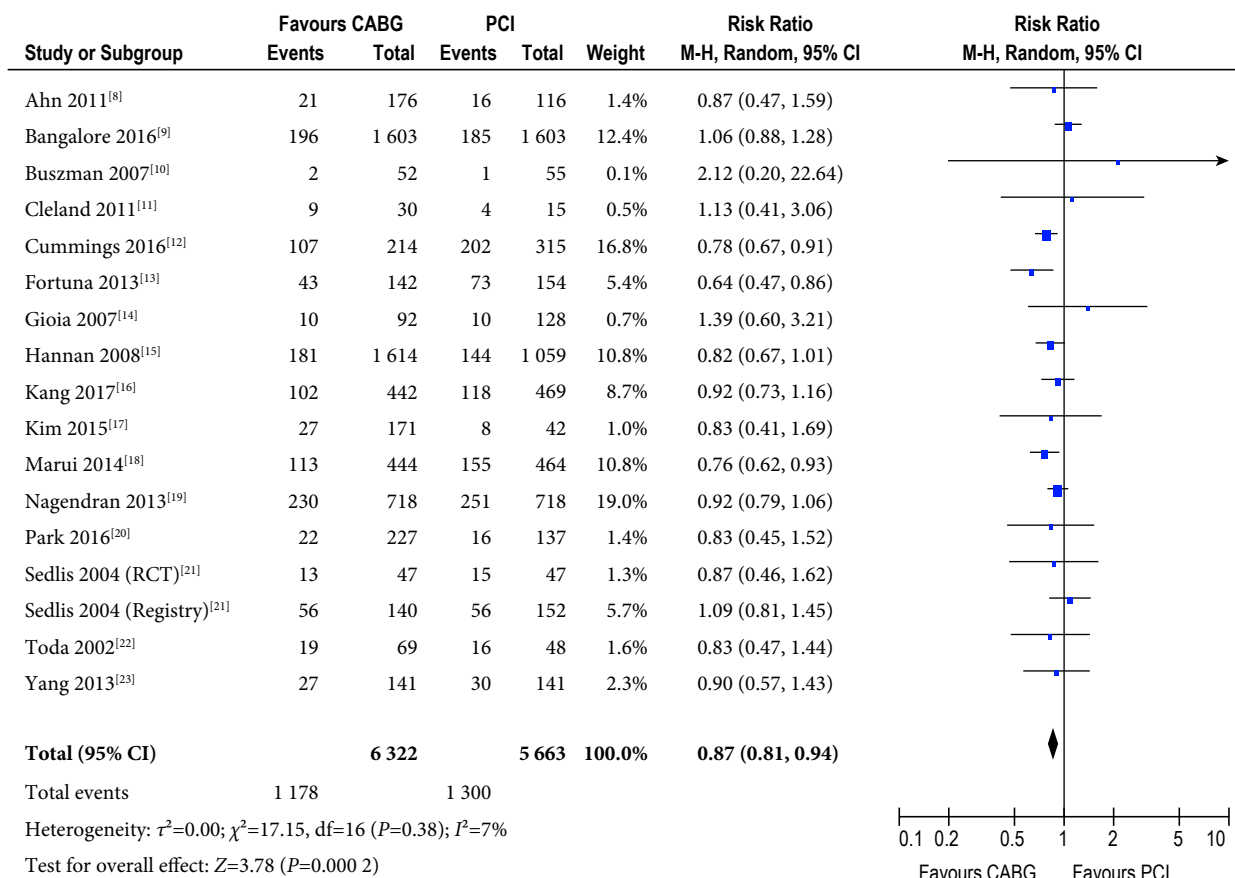


图 2 全因死亡率的 Meta 分析

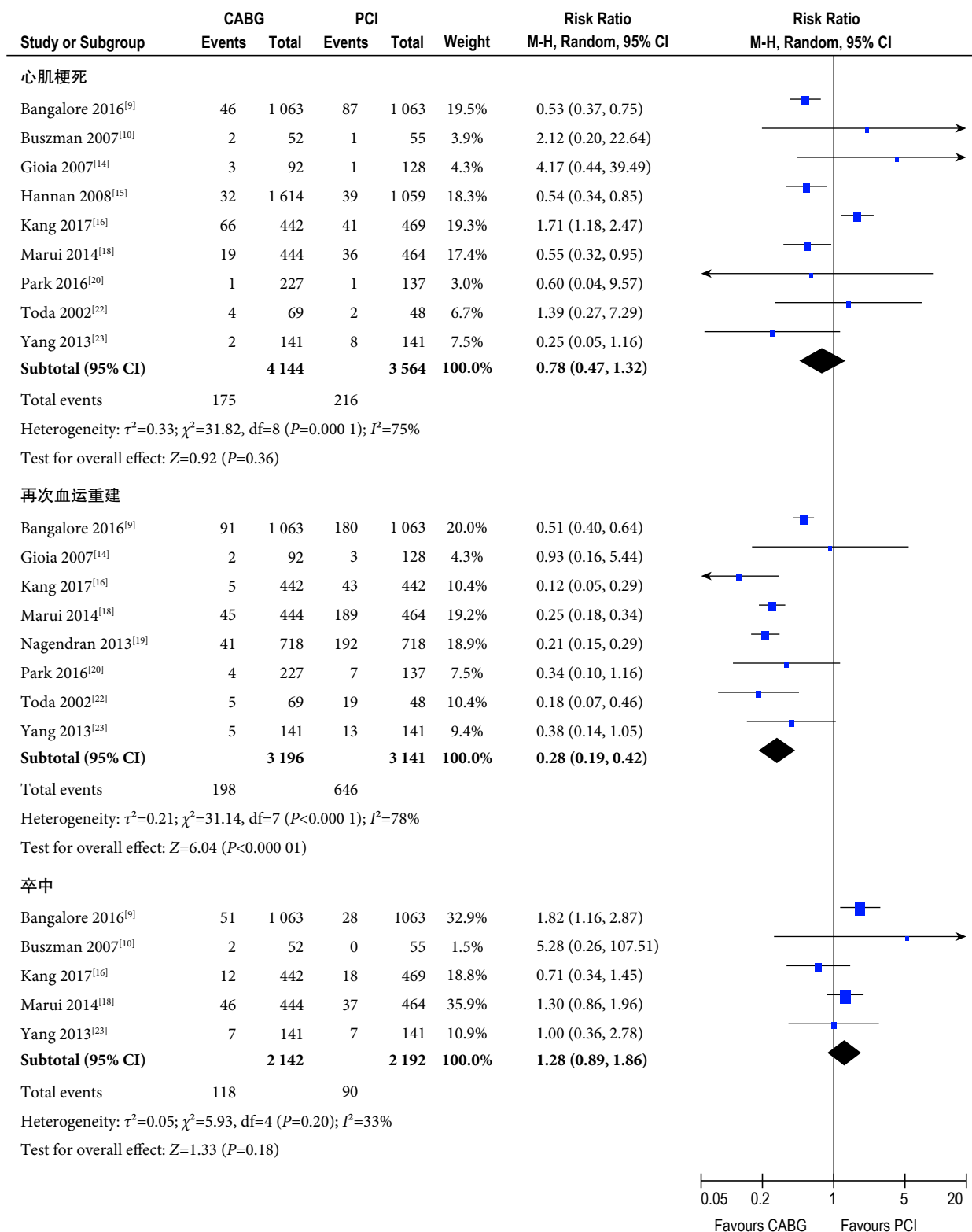


图 3 心肌梗死、再次血运重建和卒中的 Meta 分析

针对这一问题，各指南的推荐并不一致。2014 年欧洲心脏病学会和心胸外科协会心肌血运重建指南指出，对于存在 LVSD 的慢性心力衰竭患者，CABG 是最佳的选择（I 类推荐）；同时，在冠状动脉解剖情况允许的情况下也可考虑 PCI 治疗（II b

类推荐）^[25]。而美国心脏病学会提出，对于稳定型缺血性心力衰竭患者，CABG 术是合理的选择（II b 类推荐）^[26]。此外，我国 2016 年的经皮冠状动脉介入治疗指南虽指出血运重建策略可用于治疗多支病变合并 LVSD 的患者（I 类推荐），但并未就

CABG 和 PCI 做出明确推荐^[27]。

本文通过 Meta 分析的方法汇总 13 项临床研究的数据, 结果表明相比单纯 PCI 术或应用 DES 的 PCI 术而言, CABG 均能进一步降低冠心病合并 LVSD 患者的全因死亡率。其原因可能包括以下几点: ①一般情况下, CABG 较 PCI 更容易达到完全血运重建^[28]。而完全血运重建是影响死亡率的主要因素, 特别是对于缺血性心力衰竭的患者^[29]; ②心功能不全患者的冠状动脉病变通常更为复杂且呈弥漫分布, 导致再次血运重建和心肌梗死发生的可能性增加, 这些也可能是影响预后的因素^[30]。本研究也观察到 CABG 组的再次血运重建率明显低于 PCI 组, 同时心肌梗死的发生率也有降低趋势; ③CABG 术后死亡率较低也可能与致死性心律失常较少和改善心功能有关。近期一项临床研究指出, 心功能障碍患者在接受 CABG 治疗后其 LVEF 的改善情况较 PCI 术更为明显^[31]。此外, 也有研究指出对于 LVSD 合并复杂冠状动脉病变的患者来说, PCI 术治疗后的造影剂肾病发生率偏高, 这也可能是导致其死亡率较高的因素^[32]。

CABG 术后的卒中并发症一直是冠心病外科治疗领域所关注的问题。Athappan 等人进行的一项 Meta 分析结果显示, CABG 相比 PCI 治疗后的卒中发生率更高, 且该现象可持续至术后第 5 年^[33]。而本研究中, CABG 并未增加冠心病合并 LVSD 患者的卒中风险。同样, 在 SYNTAX 全球注册研究中, CABG 组患者的卒中发生率在术后 1 年明显升高, 但在术后 5 年其发生率与 PCI 组患者无明显差异^[34]。据此, 我们推测 PCI 在降低卒中风险方面的优势可能局限于术后早期, 与术后 1 年停用双联抗血小板治疗有关^[3]。而本文中大多数纳入研究随访时间均在 3 年左右, 故我们并未观察到 CABG 组和 PCI 组卒中发生率的差异。此外, 心功能不全患者本身卒中发生的风险也高于心功能正常患者^[35], 这可能弱化 PCI 在降低卒中发生率方面的优势。但需要注意的是, 在排除 Kang 等^[16]的研究后, CABG 较 PCI 的卒中发生率明显增加, 提示本研究关于卒中的结论尚不稳定。

本研究有以下局限性: ①纳入的研究大多数为观察性研究, 缺乏大型随机对照试验, 可能会造成一定的偏倚。然而, 仅纳入 RCT 和倾向性匹配的研究进行分析并未对结果造成明显影响; ②因缺乏相关数据, 我们不能根据患者特征进行亚组分析。同样, 针对冠状动脉病变类型进行的 Meta 分析中所纳入的研究也较少, 这可能是导致在左主干

病变亚组中未观察到 CABG 获益的原因; ③大多数纳入研究中患者的 LVEF 均不超过 35%, 因此尚不明确本研究的结论是否也适用于轻度的 LVSD 患者。

综上所述, 对于冠心病合并 LVSD 的患者, CABG 的临床疗效明显优于 PCI。因此, 在对冠心病伴 LVSD 的患者进行血运重建时, CABG 可能是一个较为理想的选择。但鉴于本研究的局限性, 该结论尚需更多大样本的随机对照试验来验证。

参考文献

- 1 GBD 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*, 2016, 388(10053): 1459-1544.
- 2 Piccolo R, Giustino G, Mehran R, *et al*. Stable coronary artery disease: revascularisation and invasive strategies. *Lancet*, 2015, 386(9994): 702-713.
- 3 Qian C, Feng H, Cao J, *et al*. Meta-Analysis of Randomized Control Trials Comparing Drug-Eluting Stents Versus Coronary Artery Bypass Grafting for Significant Left Main Coronary Narrowing. *Am J Cardiol*, 2017, 119(9): 1338-1343.
- 4 Benedetto U, Gaudino M, Ng C, *et al*. Coronary surgery is superior to drug eluting stents in multivessel disease. Systematic review and meta-analysis of contemporary randomized controlled trials. *Int J Cardiol*, 2016, 210: 19-24.
- 5 Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, *et al*. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ*, 2009, 339: b2535.
- 6 Wells GA, Shea B, O'Connell D, *et al*. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. 3rd Symposium on Systematic Reviews: Beyond the basics, 2000.7 Jadad AR, Moore RA, Carroll D, *et al*. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Control Clin Trials*, 2000, 17(1): 1-12.
- 7 Ahn JM, Oh JH, Sun BJ, *et al*. Comparisons of drug-eluting stents vs. Coronary artery bypass grafting for patients with multi-vessel disease and severely compromised ventricular dysfunction. *Am J Cardiol*, 2011, 8(suppl): 87A.
- 8 Bangalore S, Guo Y, Samadashvili Z, *et al*. Revascularization in Patients With Multivessel Coronary Artery Disease and Severe Left Ventricular Systolic Dysfunction: Everolimus-Eluting Stents Versus Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Circulation*, 2016, 133(22): 2132-2140.
- 9 Buszman P, Szkróbka I, Gruszka A, *et al*. Comparison of effectiveness of coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention in patients with ischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol*, 2007, 99(1): 36-41.
- 10 Cleland JG, Calvert M, Freemantle N, *et al*. The Heart Failure Revascularisation Trial (HEART). *Eur J Heart Fail*, 2011, 13(2): 227-233.
- 11 Cummings I, Lucchese G, Husain M, *et al*. Off-pump coronary artery bypass grafting confers a prognostic benefit compared to

- percutaneous coronary intervention in patients with poor left ventricular function: a single centre 10-year experience. *Circulation*, 2016, 134: A17960.
- 12 Fortuna D, Nicolini F, Guastaroba P, *et al.* Coronary artery bypass grafting vs percutaneous coronary intervention in a 'real-world' setting: a comparative effectiveness study based on propensity score-matched cohorts. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2013, 44(1): e16-e24.
 - 13 Gioia G, Matthai W, Gillin K, *et al.* Revascularization in severe left ventricular dysfunction: outcome comparison of drug-eluting stent implantation versus coronary artery by-pass grafting. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2007, 70(1): 26-33.
 - 14 Hannan EL, Wu C, Walford G, *et al.* Drug-eluting stents vs. coronary-artery bypass grafting in multivessel coronary disease. *N Engl J Med*, 2008, 358(4): 331-341.
 - 15 Kang SH, Lee CW, Baek S, *et al.* Comparison of Outcomes of Coronary Artery Bypass Grafting Versus Drug-Eluting Stent Implantation in Patients With Severe Left Ventricular Dysfunction. *Am J Cardiol*, 2017, 120(1): 69-74.
 - 16 Kim MS, Kang SH, Park H, *et al.* Left main revascularization for patients with reduced left ventricular ejection fraction; comparison of outcome after PCI *versus* CABG from ASAN-MAIN registry. *J Am Coll Cardiol*, 2015, 65(suppl): S18.
 - 17 Marui A, Kimura T, Nishiwaki N, *et al.* Comparison of five-year outcomes of coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention in patients with left ventricular ejection fractions $\leq 50\%$ versus $>50\%$ (from the CREDO-Kyoto PCI/CABG Registry Cohort-2). *Am J Cardiol*, 2014, 114(7): 988-996.
 - 18 Nagendran J, Norris CM, Graham MM, *et al.* Coronary revascularization for patients with severe left ventricular dysfunction. *Ann Thorac Surg*, 2013, 96(6): 2038-2044.
 - 19 Park HS, Roh JH, Lee PH, *et al.* Percutaneous coronary intervention *versus* coronary-artery bypass grafting for left main coronary disease with reduced left ventricular ejection fraction. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 67(suppl): S21.
 - 20 Sedlis SP, Ramanathan KB, Morrison DA, *et al.* Outcome of percutaneous coronary intervention versus coronary bypass grafting for patients with low left ventricular ejection fractions, unstable angina pectoris, and risk factors for adverse outcomes with bypass (the AWESOME Randomized Trial and Registry). *Am J Cardiol*, 2004, 94(1): 118-120.
 - 21 Toda K, Mackenzie K, Mehra MR, *et al.* Revascularization in severe ventricular dysfunction ($15\% < \text{OR} = \text{LVEF} < \text{OR} = 30\%$): a comparison of bypass grafting and percutaneous intervention. *Ann Thorac Surg*, 2002, 74(6): 2082-2087.
 - 22 Yang JH, Choi SH, Song YB, *et al.* Long-term outcomes of drug-eluting stent implantation versus coronary artery bypass grafting for patients with coronary artery disease and chronic left ventricular systolic dysfunction. *Am J Cardiol*, 2013, 112(5): 623-629.
 - 23 Velazquez EJ, Bonow RO. Revascularization in severe left ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol*, 2015, 65(6): 615-624.
 - 24 Windecker S, Kolh P, Alfonso F, *et al.* 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur Heart J*, 2014, 35(37): 2541-2619.
 - 25 Fihn SD, Gardin JM, Abrams J, *et al.* 2012 ACCF/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS Guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, and the American College of Physicians, American Association for Thoracic Surgery, Preventive Cardiovascular Nurses Association, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 60(24): e44-e164.
 - 26 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组, 中国医师协会心血管内科医师分会血栓防治专业委员会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国经皮冠状动脉介入治疗指南(2016). *中华心血管病杂志*, 2016, 44(5): 382-400.
 - 27 Sandoval Y, Brilakis ES, Canoniero M, *et al.* Complete versus incomplete coronary revascularization of patients with multivessel coronary artery disease. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*, 2015, 17(3): 366.
 - 28 Pyka Ł, Hawranek M, Gąsior M. Revascularization in ischemic heart failure with reduced left ventricular ejection fraction. The impact of complete revascularization. *Kardiochir Torakochirurgia Pol*, 2017, 14(1): 37-42.
 - 29 Pepper J. Managing Heart Failure Patients with Multivessel Disease - Coronary Artery Bypass Graft versus Percutaneous Coronary Intervention. *Card Fail Rev*, 2015, 1(2): 118-122.
 - 30 Yee NP, Siu AM, Davis J, *et al.* Recovery of Left Ventricular Function After Percutaneous Coronary Intervention Compared to Coronary Artery Bypass Grafting in Patients with Multi-Vessel Coronary Disease and Left Ventricular Dysfunction. *Hawaii J Med Public Health*, 2016, 75(9): 273-277.
 - 31 Ronco C, McCullough P, Anker SD, *et al.* Cardio-renal syndromes: report from the consensus conference of the acute dialysis quality initiative. *Eur Heart J*, 2010, 31(6): 703-711.
 - 32 Athappan G, Chacko P, Patvardhan E, *et al.* Late stroke: comparison of percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting in patients with multivessel disease and unprotected left main disease: a meta-analysis and review of literature. *Stroke*, 2014, 45(1): 185-193.
 - 33 Mack MJ, Head SJ, Holmes DR Jr, *et al.* Analysis of stroke occurring in the SYNTAX trial comparing coronary artery bypass surgery and percutaneous coronary intervention in the treatment of complex coronary artery disease. *JACC Cardiovasc Interv*, 2013, 6(4): 344-354.
 - 34 Gheorghide M, Vaduganathan M, Fonarow GC, *et al.* Anticoagulation in heart failure: current status and future direction. *Heart Fail Rev*, 2013, 18(6): 797-813.