

比较血管内超声与冠脉造影指导药物洗脱支架治疗冠心病的 Meta 分析

朱明辉, 盛宇峰, 焦念方, 宋佳贤, 钱雪松*

(张家港市第一人民医院心血管内科, 江苏 张家港 215600)

[摘要] **目的:**系统评价血管内超声(intravascular ultrasound, IVUS)与冠脉造影(coronary angiography, CAG)指导药物洗脱支架(drug-eluting stent, DES)治疗冠心病的临床结局。**方法:**计算机检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、Scopus 和中国生物医学文献数据库,同时手动检索国内外相关心血管会议记录,收集 IVUS 与 CAG 指导 DES 治疗冠心病的临床研究。检索年限为 2016 年 7 月之前。采用 STATA 12.0 软件进行 Meta 分析。**结果:**最终纳入 23 项符合要求的研究,共包含 31 685 例患者,其中 3 192 例来自 7 项随机对照研究。对此 23 项研究进行临床事件分析,整体结果表明 IVUS 指导 DES 治疗冠心病在死亡[比值比(OR):0.63,95%CI:0.55~0.73, $P < 0.001$]、心肌梗死(OR:0.69,95%CI:0.58~0.82, $P < 0.001$)、不良心脏事件(major adverse cardiac events, MACE)(OR:0.75,95%CI:0.69~0.82, $P < 0.001$)、支架内血栓(OR:0.56,95%CI:0.43~0.73, $P < 0.001$)、靶血管血运重建(OR:0.79,95%CI:0.68~0.93, $P < 0.001$)、靶病变血运重建(OR:0.75,95%CI:0.62~0.91, $P < 0.001$)方面优于 CAG 指导。**结论:**与 CAG 指导治疗冠心病相比,IVUS 指导 DES 治疗冠心病能明显改善患者临床结局,有效减少死亡、心肌梗死、MACE、支架内血栓及再次血运重建。但 IVUS 指导 DES 治疗更适用于哪些患者群体及病变类型仍有待更多大型随机对照研究进一步验证。

[关键词] 血管内超声;冠脉造影;药物洗脱支架;Meta 分析

[中图分类号] R541.4

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2016)11-1407-06

doi:10.7655/NYDXBNS20161130

Meta-analysis of intravascular ultrasound versus coronary angiography guided drug-eluting stent implantation for treating patients with coronary artery disease

Zhu Minghui, Sheng Yufeng, Jiao Nianfang, Song Jiexian, Qian Xuesong*

(Department of Cardiology, Zhangjiagang First People's Hospital, Zhangjiagang 215600, China)

[Abstract] **Objective:**To systematically review the clinical outcomes of drug-eluting stents (DES) guided by intravascular ultrasound (IVUS) versus coronary angiography (CAG) for the patients with coronary artery disease (CAD). **Methods:**We searched relevant literatures in PubMed, Embase, Cochrane Library, Scopus and Chinese Biomedical Database from January in 2000 to July in 2016, meanwhile, collected published data and studies from cardiovascular congresses to compare IVUS- and CAG-guided DES implantation for CAD patients. Meta-analyses were conducted by STATA 12.0 software. **Results:**Twenty-three eligible studies with a total of 31 685 patients were enrolled, of whom 3 192 patients were from randomized controlled trials. In general, intervention with DES guided by IVUS was associated with significant improvements on death (OR:0.63, 95% CI:0.55~0.73, $P < 0.001$), myocardial infarction (MI, OR:0.69, 95% CI:0.58~0.82, $P < 0.001$), major adverse cardiac events (MACE, OR:0.75, 95% CI:0.69~0.82, $P < 0.001$), stent thrombosis (OR:0.56, 95% CI:0.43~0.73, $P < 0.001$), target vessel revascularization (TVR, OR:0.79, 95% CI:0.68~0.93, $P < 0.001$), and target lesion revascularization (TLR, OR:0.75, 95% CI:0.62~0.91, $P < 0.001$), when compared with CAG guidance. **Conclusion:** IVUS guidance was associated with significantly improved clinical outcomes, including death, MI, MACE, stent thrombosis and re-intervention, compared with CAG guidance in the treatment of patients with CAD. Appropriately powered randomized trials are warranted to verify the findings of this meta-analysis and determine which types of patients and lesions will be benefit more from IVUS guidance.

[Key words] intravascular ultrasound; coronary angiography; drug-eluting stents; Meta-analysis

[Acta Univ Med Nanjing, 2016, 36(11):1407-1412]

[基金项目] 苏州市青年科研项目(KJXW2014040)

*通信作者(Corresponding author), E-mail:13901564186@163.com

尽管有大量研究证实药物洗脱支架(drug-eluting stent, DES)治疗冠心病有效,但 DES 的植入并不能完全避免不良事件的发生。换言之,DES 植入术后再狭窄和支架内血栓(stent thrombosis, ST)等风险依然不容小觑。血管内超声(intravascular ultrasound, IVUS)以其相对高分辨率已成为冠心病介入治疗中最有效的影像学指导工具之一,主要用于评估冠状动脉病变严重程度和优化支架植入策略,最终减少支架植入后不良心血管事件的发生。然而,目前尚无普遍公认的 IVUS 应用指南及足量的大型随机对照研究作为依据,借助 IVUS 优化 DES 植入依然是冠脉介入研究者们争论的焦点,部分研究者认为 IVUS 的使用不仅增加患者花费,且对临床获益甚微。

近来, Nakatsuma 等^[1]公布了 IVUS 对比冠脉造影(coronary angiography, CAG)指导 DES 治疗 ST 段抬高型心梗患者研究(CREDO-Kyoto AMI)5 年的随访结果。该研究是迄今比较 IVUS 和 CAG 指导 DES 治疗冠心病随访时间最长的研究,为 DES 治疗冠心病影像学指导工具的选择提供了又一研究支撑。

本篇 Meta 分析纳入了 2016 年 7 月之前所有样本量大于 100 的相关研究,并对其中包含的随机对照研究(randomized controlled trial, RCT)进行了单独分析,旨在比较 IVUS 和 CAG 指导 DES 治疗冠心病的临床结局,以期为临床工作提供指导。

1 材料和方法

1.1 材料

纳入标准:①在同行评审英文期刊上发表的有完整数据的临床研究;②IVUS 与 CAG 指导 DES 治疗冠心病的效果对比;③随访时间至少持续 6 个月。排除标准:①样本量小于 100 的研究;②混杂植入裸金属支架且无法单独提取 DES 相关数据的研究;③未报道支架植入术后不良心血管事件的研究;④重复发表的研究。本研究严格遵守 PRISMA 声明进行系统评价和荟萃分析。

临床终点包括:①全因死亡(仅心源性死亡亦包含于其中);②心肌梗死(myocardial infarction, MI),不区分是否为 Q 波心梗;③主要不良心脏事件(major adverse cardiac events, MACE);④明确的或极可能的 ST;⑤靶血管血运重建(target vessel revascularization, TVR);⑥靶病变血运重建(target lesion revascularization, TLR)。

1.2 方法

1.2.1 检索策略

全面检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、Scopus、CNKI 及中国生物医学文献数据库,同时回顾参考文献和早期 Meta 分析,纳入 2016 年 7 月之前所有符合标准的研究。中文检索词包括:“血管内超声”、“血管内超声指导”、“冠脉造影”、“冠脉造影指导”、“药物洗脱支架”。英文检索词包括:“intravascular ultrasound”、“IVUS”、“IVUS-guided”、“IVUS guidance”、“angiography”、“angiography-guided”、“angiography guidance”、“drug-eluting stent”、“DES”。

1.2.2 数据提取与质量分析

由 2 名研究员依照检索策略独立进行研究检索和数据提取,如有分歧则与第 3 名研究员讨论决定。提取内容包括:纳入研究基本情况(研究名称、方案设计、样本量、随访时间)、研究对象基线特征(年龄、性别、危险因素等)、临床结局等资料。根据改良的 Jadad 量表(随机序列的产生、随机化隐藏、盲法和失访评估)对纳入的 RCT 进行质量评估:1~3 分为低质量,4~7 分为高质量。流程图见图 1。

1.3 统计学方法

对照 Cochrane 手册的系统评价指南,进行标准的数据提取和计算。采用随机效应模型计算比值比(OR)和 95%可信区间(CI),设定显著性水平为 0.05,并借助森林图展示临床对比的结果。通过卡方检验和 I^2 统计分析($P > 0.1$ 和 $I^2 < 50%$,无显著异质性)进行异质性检验,同时进行敏感性分析明确研究的异质性,Egger 回归图检测发表偏倚。所有统计分析均由 STATA12.0 软件完成。

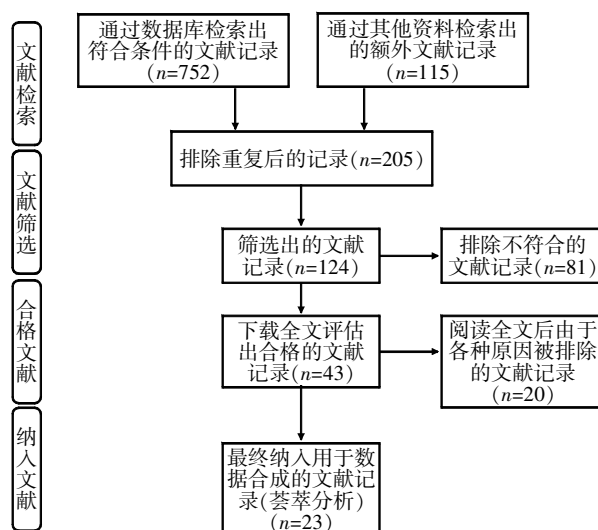


图 1 流程图

Figure 1 Flow chart

2 结果

2.1 纳入研究质量分析

总计纳入分析了 23 项符合要求的研究, 共 31 685 例患者。其中 14 924 例(47.1%)接受 IVUS 指导 DES 治疗冠心病, 16 761 例(52.9%)接受 CAG 指导 DES 治疗。23 项研究分为 7 项前瞻性随机研究^[2-8]和 16 项观察性注册研究^[1,9-23](表 1、2)。经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)的适应证和复杂性在研究中有所差别; 其中 4 项是左主干病变^[7,10,21,23], 3 项是分叉病变^[11-12,16], 3 项是慢性完全阻塞性病变^[5-6,22], 2 项是长病变^[4,8], 还有 2 项合并有复杂病变^[2-3]。

2.2 所有研究的 Meta 分析结果

对 23 项研究中全部患者进行临床事件分析的结果(图 2~4)表明 IVUS 指导 DES 治疗冠心病临床

获益更多 [死亡 (OR:0.63, 95%CI:0.55~0.73, $P < 0.001$); MI(OR:0.69, 95%CI:0.58~0.82, $P < 0.001$); MACE (OR:0.75, 95%CI:0.69~0.82, $P < 0.001$); ST (OR:0.56, 95%CI:0.43~0.73, $P < 0.001$); TVR(OR:0.79, 95%CI:0.68~0.93, $P < 0.001$); TLR(OR:0.75, 95%CI:0.62~0.91, $P < 0.001$)], 各研究间均无明显统计学异质性($P > 0.1, I^2 < 50%$)。

2.3 RCT 的 Meta 分析结果

对纳入其中的 7 项 RCT 共计 3 192 例患者进行分析, 结果显示 IVUS 指导 DES 治疗冠心病在 MACE (OR:0.66, 95%CI:0.52~0.84, $P=0.001$)、TVR (OR:0.56, 95%CI:0.41~0.77, $P=0.013$)以及 TLR(OR:0.61, 95%CI:0.43~0.87, $P=0.006$)方面具有优势。

2.4 敏感性分析和发表偏倚

敏感性分析中, 剔除任一研究均未改变总体统计学结果。通过相对危险度的对数变换评价发表偏倚,

表 1 纳入 RCT 的基本情况和患者基线特征及 Jadad 评分

Table 1 Baseline characteristics of eligible randomized controlled trials and Jadad score

研究项目	发表年份	研究设计	样本量(例)		随访时间(月)	年龄(岁)		男性(例)		冠心病危险因素	LVEFI(%)		Jadad 评分
			IVUS 组	CAG 组		IVUS 组	CAG 组	IVUS 组	CAG 组		IVUS 组	CAG 组	
Jakabcin J ^[2]	2010	RCT	105	105	18	59	60	77	75	两组可比	NA	NA	4
Chieffo A ^[3]	2013	RCT	142	142	24	64	64	117	109	两组可比	55	56	4
Kim JS ^[4]	2013	RCT	269	274	12	63	64	177	150	两组可比	55	54	5
Tian NL ^[5]	2015	RCT	115	115	24	67	66	102	92	两组可比	55	56	5
Kim BK ^[6]	2015	RCT	201	201	12	61	61	162	162	两组可比	57	57	5
Tan Q ^[7]	2015	RCT	61	62	24	77	76	38	43	两组可比	55	53	3
Hong SJ ^[8]	2015	RCT	700	700	12	64	64	483	481	两组可比	63	62	5

表 2 纳入观察性研究的基本情况和患者基线特征

Table 2 Baseline characteristics of eligible observational studies

研究项目	发表年份	研究设计	样本量(例)		随访时间(月)	年龄(岁)		男性(例)		冠心病危险因素	LVEF(%)	
			IVUS 组	CAG 组		IVUS 组	CAG 组	IVUS 组	CAG 组		IVUS 组	CAG 组
Roy P ^[9]	2008	观察性研究	884	884	12	66	66	613	619	两组可比	47	48
Park SJ ^[10]	2009	观察性研究	145	145	36	64	65	102	102	两组可比	60	61
Kim SH ^[11]	2010	观察性研究	308	112	48	59	60	221	80	两组可比	60	59
Kim JS ^[12]	2011	观察性研究	487	487	36	62	62	324	326	两组可比	60	59
Claessen BE ^[13]	2011	观察性研究	631	873	24	64	65	469	652	两组可比	NA	NA
Hur SH ^[14]	2011	观察性研究	2 465	1 816	36	59	62	1 982	1 240	两组可比	59	57
Youn YJ ^[15]	2011	观察性研究	125	216	36	60	61	93	136	两组可比	45	48
Park KW ^[16]	2012	观察性研究	619	802	12	62	63	393	524	两组可比	NA	NA
Chen SL ^[17]	2012	观察性研究	324	304	12	63	65	261	227	两组可比	61	60
Witzenbichler B ^[18]	2013	观察性研究	3 349	5 234	12	63	64	2 457	3 901	两组可比	NA	NA
Yoon YW ^[19]	2013	观察性研究	662	912	12	61	63	428	592	两组可比	NA	NA
Ahn JM ^[20]	2013	观察性研究	1 616	1 628	24	62	64	1 115	1 034	两组可比	60	59
De La Torre HJ ^[21]	2014	观察性研究	505	505	36	66	67	404	397	两组可比	55	55
Hong SJ ^[22]	2014	观察性研究	206	328	24	62	63	159	234	两组可比	NA	NA
Gao XF ^[23]	2014	观察性研究	337	679	12	66	67	274	526	两组可比	59	57
Nakatsuma K ^[1]	2016	观察性研究	368	237	60	NA	NA	NA	NA	两组可比	NA	NA

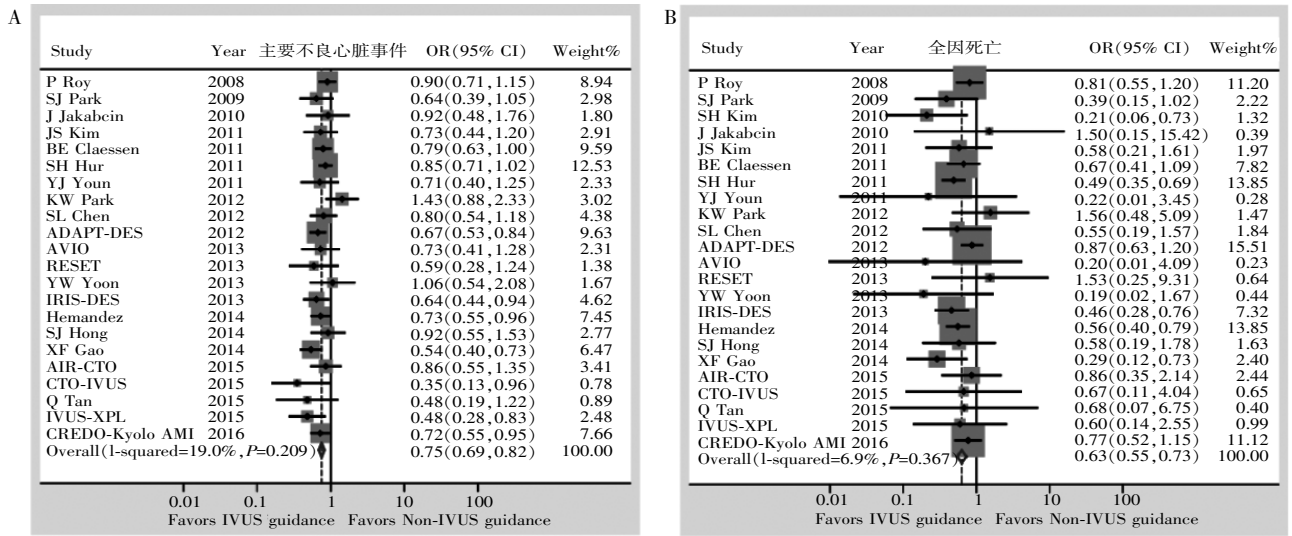


图 2 MACE(A)与全因死亡(B)在 IVUS 指导组与 CAG 指导组间的结果

Figure 2 MACE(A) and all-cause death(B) between IVUS and angiography-guided groups

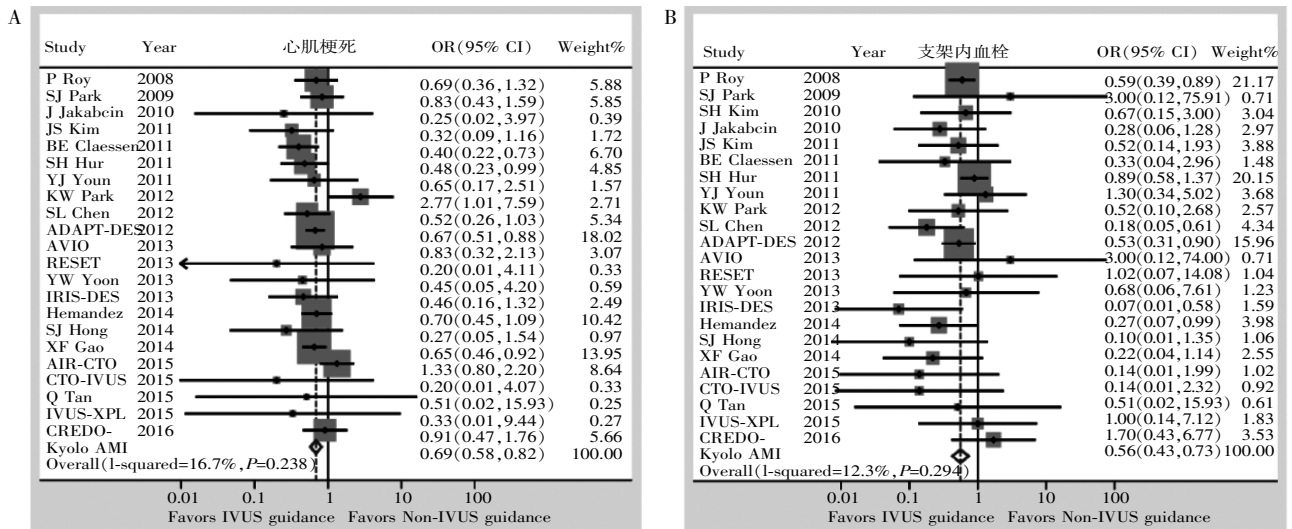


图 3 MI(A)与 ST(B)在 IVUS 指导组与 CAG 指导组间的结果

Figure 3 MI(A) and ST(B) between IVUS and angiography-guided groups

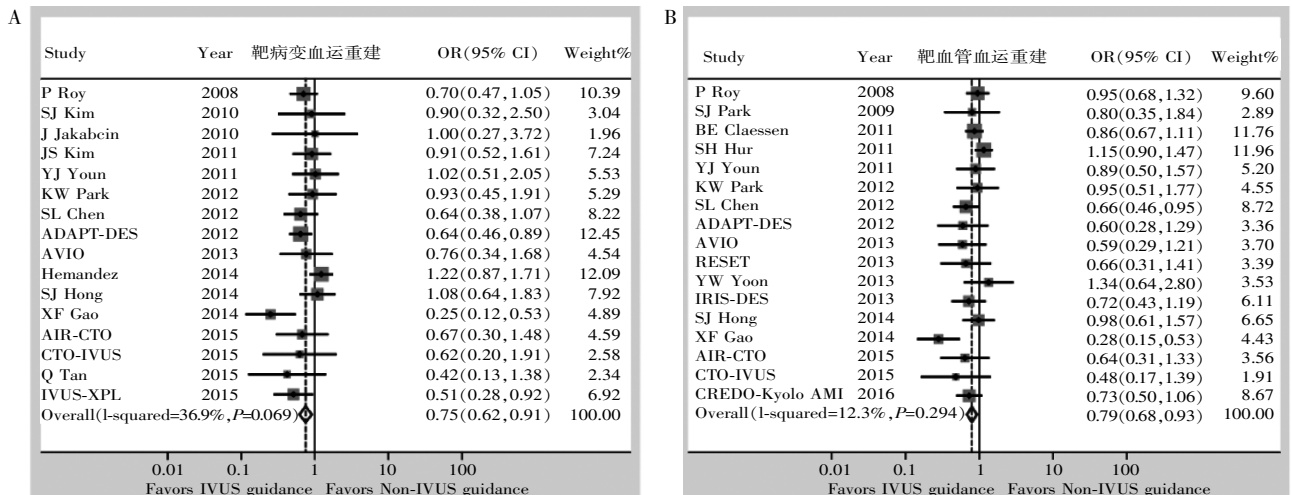


图 4 整体分析中, TLR(A)与 TVR(B)在 IVUS 指导组与 CAG 指导组间的结果

Figure 4 TLR(A) and TVR(B) between IVUS and angiography-guided groups

出现对称的漏斗图,提示无发表偏倚。Egger 回归分析证实,除了 TVR 的边际效应外各临床终点均无发表偏倚(死亡: $P=0.320$;MI: $P=0.288$;MACE: $P=0.380$;ST: $P=0.174$;TVR: $P=0.045$;TLR: $P=0.377$)。

3 讨论

本研究分析表明 IVUS 指导 DES 治疗冠心病较 CAG 指导更具优势,前者能有效减少死亡、MI、MACE、ST 及再次血运重建等不良临床事件的发生。对纳入的 7 项 RCT 进行单独分析,发现 IVUS 指导 DES 治疗降低了 MACE、TVR 和 TLR 的发生率,提示 IVUS 优化 DES 植入主要通过减少再次血运重建驱动。

目前,由于尚缺乏足量 RCT 作为有力的证据,加之 IVUS 的使用耗时较长且花费巨大,直接限制了该技术在临床中的应用,IVUS 指导 DES 治疗冠心病的价值依然存在争议。AVIO 研究发现,IVUS 在指导 DES 治疗过程中,与 CAG 相比虽能增加最小管腔直径并降低支架贴壁不良发生率,但其不能有效改善患者临床结局,尤其在简单病变患者人群中^[3]。Yoon 等^[19]亦指出 IVUS 与 CAG 相比指导 DES 治疗短病变时,即使是急性冠脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)患者或存在糖尿病等高危因素时,其临床获益也并不明显。CREDO-Kyoto AMI 研究结果也提示在首次接受 PCI 的 ST 段抬高型心肌梗死患者中,IVUS 指导不会降低 TVR、TLR 的发生率^[1]。然而,与大多数得出 IVUS 指导 DES 治疗冠心病临床结局更佳结论的研究相比,以上研究中有限的样本量和所纳入患者的基线特点及病变特征间潜在的差异都可能影响结果的可信度,且 CREDO-Kyoto AMI 研究混杂植入了大量裸金属支架,故该研究结论不能完全推广到 IVUS 指导 DES 治疗中。近来,相关主题 Meta 分析结果都表明冠心病 DES 治疗中,与 CAG 相比,IVUS 指导能明显减少死亡、MI、ST、TLR 等的发生^[24-25],这与本研究得出的结论近似,提示 IVUS 在指导冠心病介入过程中确实能发挥重要作用。

尽管本研究并未对患者病变特征和基线水平的临床获益做进一步分析,但既往研究和相关分析表明,IVUS 指导 DES 治疗复杂病变和 ACS 患者可明显实现更多获益^[17,24]。Gao 等^[23]报道的 1 项大型注册研究 1 年随访结果证实,IVUS 较 CAG 指导 DES 治疗无保护左主干病变能明显减少心源性死亡、TVR 和 MACE 的发生,这与相关研究得出的结论一致^[21]。此外,复杂病变还包括分叉病变、慢性完

全阻塞性病变、小血管病变等,相关研究也发现 IVUS 指导下,DES 对上述类型病变的治疗均有更佳临床获益。

本研究有如下主要几点局限性:①纳入研究间的研究设计、患者基线特征、研究终点及其定义等存在差异;②各研究中使用不同类型的 DES,本 Meta 分析未能区分 IVUS 或 CAG 指导不同类型 DES 治疗冠心病的临床结局;③未进一步比较患者不同基线水平及病变类型在 IVUS 指导 DES 治疗中的临床获益情况;④IVUS-XPL 研究^[8]所包含的患者人数几乎占据所纳入 RCT 总人数的一半(1 400/3 192),故对 RCT 单独分析的结果可能受此影响。

IVUS 指导 DES 治疗冠心病较 CAG 指导能带来更佳临床获益,有效减少死亡、MI、MACE、ST、TVR、TLR 的发生。但 IVUS 指导 DES 治疗冠心病过程中哪些患者群体及病变类型能实现更多临床获益,仍有待大规模随机对照研究进一步验证。

[参考文献]

- [1] Nakatsuma K, Shiomi H, Morimoto T, et al. Intravascular ultrasound guidance vs. angiographic guidance in primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction-long-term clinical outcomes from the CREDO-Kyoto AMI registry[J]. *Circ J*, 2016, 80(2): 477-484
- [2] Jakabcin J, Spacek R, Bystron M, et al. Long-term health outcome and mortality evaluation after invasive coronary treatment using drug eluting stents with or without the IVUS guidance. randomized control trial. HOME DES IVUS[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2010, 75(4): 578-583
- [3] Chieffo A, Latib A, Caussin C, et al. A prospective, randomized trial of intravascular-ultrasound guided compared to angiography guided stent implantation in complex coronary lesions: the AVIO trial[J]. *Am Heart J*, 2013, 165(1): 65-72
- [4] Kim JS, Kang TS, Mintz GS, et al. Randomized comparison of clinical outcomes between intravascular ultrasound and angiography-guided drug-eluting stent implantation for long coronary artery stenoses[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2013, 6(4): 369-376
- [5] Tian NL, Gami SK, Ye F, et al. Angiographic and clinical comparisons of intravascular ultrasound-versus angiography-guided drug-eluting stent implantation for patients with chronic total occlusion lesions: two-year results from a randomised AIR-CTO study[J]. *Euro Intervention*, 2015, 10(12): 1409-1417
- [6] Kim BK, Shin DH, Hong MK, et al. Clinical impact of in-

- travascular ultrasound-guided chronic total occlusion intervention with zotarolimus-eluting versus biolimus-eluting stent implantation; randomized study [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2015, 8(7): e002592
- [7] Tan Q, Wang Q, Liu D, et al. Intravascular ultrasound-guided unprotected left main coronary artery stenting in the elderly [J]. *Saudi Med J*, 2015, 36(5): 549–553
- [8] Hong SJ, Kim BK, Shin DH, et al. Effect of intravascular ultrasound-guided *vs.* angiography-guided everolimus-eluting stent implantation; the IVUS-XPL randomized clinical trial [J]. *JAMA*, 2015, 314(20): 2155–2163
- [9] Roy P, Steinberg DH, Sushinsky SJ, et al. The potential clinical utility of intravascular ultrasound guidance in patients undergoing percutaneous coronary intervention with drug-eluting stents [J]. *Eur Heart J*, 2008, 29 (15): 1851–1857
- [10] Park SJ, Kim YH, Park DW, et al. Impact of intravascular ultrasound guidance on long-term mortality in stenting for unprotected left main coronary artery stenosis [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2009, 2(3): 167–177
- [11] Kim SH, Kim YH, Kang SJ, et al. Long-term outcomes of intravascular ultrasound-guided stenting in coronary bifurcation lesions [J]. *Am J Cardiol*, 2010, 106(5): 612–618
- [12] Kim JS, Hong MK, Ko YG, et al. Impact of intravascular ultrasound guidance on long-term clinical outcomes in patients treated with drug-eluting stent for bifurcation lesions; data from a Korean multicenter bifurcation registry [J]. *Am Heart J*, 2011, 161(1): 180–187
- [13] Claessen BE, Mehran R, Mintz GS, et al. Impact of intravascular ultrasound imaging on early and late clinical outcomes following percutaneous coronary intervention with drug-eluting stents [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2011, 4(9): 974–981
- [14] Hur SH, Kang SJ, Kim YH, et al. Impact of intravascular ultrasound-guided percutaneous coronary intervention on long-term clinical outcomes in a real world population [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2013, 81(3): 407–416
- [15] Youn YJ, Yoon J, Lee JW, et al. Intravascular ultrasound-guided primary percutaneous coronary intervention with drug-eluting stent implantation in patients with ST-segment elevation myocardial infarction [J]. *Clin Cardiol*, 2011, 34(11): 706–713
- [16] Park KW, Kang SH, Yang HM, et al. Impact of intravascular ultrasound guidance in routine percutaneous coronary intervention for conventional lesions; data from the EXCELLENT trial [J]. *Int J Cardiol*, 2013, 167(3): 721–726
- [17] Chen SL, Ye F, Zhang JJ, et al. Intravascular ultrasound-guided systematic two-stent techniques for coronary bifurcation lesions and reduced late stent thrombosis [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2013, 81(3): 456–463
- [18] Witzencbichler B, Maehara A, Weisz G, et al. Relationship between intravascular ultrasound guidance and clinical outcomes after drug-eluting stents; the assessment of dual antiplatelet therapy with drug-eluting stents (ADAPTEDS) study [J]. *Circulation*, 2014, 129(4): 463–470
- [19] Yoon YW, Shin S, Kim BK, et al. Usefulness of intravascular ultrasound to predict outcomes in short-length lesions treated with drug-eluting stents [J]. *Am J Cardiol*, 2013, 112(5): 642–646
- [20] Ahn JM, Han S, Park YK, et al. Differential prognostic effect of intravascular ultrasound use according to implanted stent length [J]. *Am J Cardiol*, 2013, 111(6): 829–835
- [21] De La Torre HJ, Baz A, Gómez H, et al. Clinical impact of intravascular ultrasound guidance in drug-eluting stent implantation for unprotected left main coronary disease: pooled analysis at the patient-level of 4 registries [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2014, 7(3): 244–254
- [22] Hong SJ, Kim BK, Shin DH, et al. Usefulness of intravascular ultrasound guidance in percutaneous coronary intervention with second-generation drug-eluting stents for chronic total occlusions (from the Multicenter Korean-Chronic Total Occlusion Registry) [J]. *Am J Cardiol*, 2014, 114(4): 534–540
- [23] Gao XF, Kan J, Zhang YJ, et al. Comparison of one-year clinical outcomes between intravascular ultrasound-guided versus angiography-guided implantation of drug-eluting stents for left main lesions; a single-center analysis of a 1,016-patient cohort [J]. *Patient Prefer Adherence*, 2014, 23(18): 1299–1309
- [24] Zhang YJ, Pang S, Chen XY, et al. Comparison of intravascular ultrasound guided versus angiography guided drug eluting stent implantation; a systematic review and meta-analysis [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2015, 17(15): 153
- [25] Ahn JM, Kang SJ, Yoon SH, et al. Meta-analysis of outcomes after intravascular ultrasound-guided versus angiography-guided drug-eluting stent implantation in 26 503 patients enrolled in three randomized trials and 14 observational studies [J]. *Am J Cardiol*, 2014, 113 (8): 1338–1347