

经皮冠状动脉介入治疗指南(2025)

中华医学会心血管病学分会 中华心血管病杂志编辑委员会

通信作者: 杨跃进, 中国医学科学院阜外医院冠心病中心, 北京 100037, Email: yangyjf@126.com; 韩雅玲, 解放军北部战区总医院心血管内科, 沈阳 110016, Email: hanyaling@263.net

【摘要】 自我国 2016 版经皮冠状动脉介入治疗(PCI)指南发布以来, PCI 经历了快速普及、提高和发展阶段, 已成为治疗冠心病的主要方法。国内外也积累了丰富的临床研究证据, PCI 策略和技术不断完善, 欧美已先后更新发布了相关指南。因此, 中华医学会心血管病学分会和中华心血管病杂志编辑委员会组织专家, 依据国内外最新临床研究结果, 参考欧美最新指南, 结合我国临床经验, 重新制定了该指南。为我国 PCI 严格手术指征和规范实施提供参考和指导, 以确保患者安全。

【关键词】 冠心病; 冠状动脉血运重建; 经皮冠状动脉介入治疗; 心绞痛; 急性心肌梗死; 急性冠脉综合征; 慢性冠脉综合征

Guidelines for percutaneous coronary intervention (2025)

Chinese Society of Cardiology, Chinese Medical Association; Editorial Board of Chinese Journal of Cardiology

Corresponding author: Yang Yuejin, Coronary Heart Disease Center, Fuwai Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100037, China, Email: yangyjf@126.com; Han Yaling, Department of Cardiology, General Hospital of Northern Theater Command, Shenyang 110016, China, Email: hanyaling@263.net

经过 40 余年的发展和完善, 经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)已成为冠心病治疗的主要方法之一。自 2009、2012 和 2016 版中国 PCI 指南^[1-3]发布以来, 国内外又积累了众多临床研究证据, PCI 策略和技术进一步完善, 欧美也连续更新了指南。为此, 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组、中华心血管病杂志编辑委员会组织专家, 在既往中国 PCI 指南基础上, 根据国际、国内的最新临床研究结果, 参考新近美国心脏病学会(American College of Cardiology, ACC)/美国心脏协会(American Heart Association, AHA)以及欧洲心脏病学会发布的系列指南^[4-14], 结合我国国情及临床实践, 更新编写了本指南。

本指南主要依据操作或治疗给患者带来的获

益与风险比强度, 参照 ACC/AHA 指南对推荐类别的表述更新如下^[5]。

- I 类: 获益远大于风险, 强推荐。
 - II a 类: 获益大于风险, 中度推荐。
 - II b 类: 获益稍大于风险, 弱推荐。
 - III-NB 类: 获益等于风险, 不推荐。
 - III-Hm 类: 风险大于获益, 强不推荐。
- 对证据来源水平的表述更新如下^[5]。

A: 高质量证据, 来源于多项高质量随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)或其荟萃分析, 或 1 项或多项 RCT 并经高质量登记研究证实。

B-R(随机): 中等质量 RCT 证据, 来源于 1 项或多项 RCT 及其荟萃分析。

B-NR(非随机): 中等质量非 RCT 证据, 来源于

DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20250422-00302

收稿日期 2025-04-22 本文编辑 白洋

引用本文: 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 经皮冠状动脉介入治疗指南(2025)[J]. 中华心血管病杂志, 2025, 53(7): 16-44. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20250422-00302.



中华医学杂志社
Chinese Medical Association Publishing House

版权所有 违者必究



1 项或多项规范设计和实施的非随机研究、观察性或登记研究,以及对这些研究的荟萃分析。

C-LD(局限资料):设计或实施有局限性的随机、观察性或登记研究及其荟萃分析,或生理学或机制性临床研究。

C-EO(专家意见):基于临床经验的专家共识。

指征与风险评估

一、建立质量控制体系

对于开展 PCI 的中心,应建立质量控制体系(I, C-EO)。内容包括:(1)介入医师规范培训、准入和质量监督制度;(2)定期分析本中心所有术者的 PCI 患者结局数据,评价质量;(3)引入规范和风险管控机制即“心脏团队”会诊机制;(4)对于复杂、高危病变和危重患者 PCI 及严重并发症和死亡病例,接受区域质量控制专家组随机抽查和讨论。

二、冠状动脉病变严重程度和 PCI 指征

对于有典型心绞痛症状的稳定性冠心病(stable coronary artery disease, SCAD)患者,虽可采用无创冠状动脉影像学检查进行筛查,但冠状动脉造影依然是确定冠状动脉病变及其狭窄程度的通用标准,国际上通常将目测非左主干冠状动脉狭窄 $\geq 70\%$,左主干狭窄 $\geq 50\%$ 定义为显著狭窄^[5]。在我国,PCI 的临床指征包括:心肌缺血症状典型的显著狭窄[非左主干 $>70\%$ 和(或)左主干 $>50\%$]以及心肌缺血症状不典型的严重狭窄[非左主干 $\geq 90\%$]病变^[1](I, C-EO)。对于此类患者,PCI 可以缓解临床症状和(或)改善预后^[15]。根据临床经验,将 $50\% \sim 70\%$ 的中度狭窄视为非左主干临界病变,一般无 PCI 指征(I, C-EO),但若有负荷试验心肌缺血的证据,或达到冠状动脉功能学或腔内影像学检查相应的标准,便有 PCI 指征^[16-18](I, A)。冠状动脉功能学评估常用技术包括血流储备分数(fractional flow reserve, FFR)和定量血流分数,前者需在冠状动脉造影下进行,通过使用腺苷等药物充分扩张微血管后,使用压力导丝测量狭窄病变近、远端压差进而获得^[16-17];而定量血流分数是通过对冠状动脉造影定量分析测得,两者分界值均为 0.80,即测值 <0.80 时方有 PCI 指征^[19-23]。冠状动脉腔内影像学检查主要包括血管内超声(intravascular ultrasound, IVUS)和光学相干断层成像(optical coherence tomography, OCT),在管腔直径 <3.0 、 $3.0 \sim 3.5$ 和 >3.5 mm 的血管中,最小管腔面积

(minimal luminal area, MLA)分别 <2.4 、 2.7 和 3.6 mm²(对于左主干,MLA <6.0 mm²,其中亚洲患者该值 <4.8 mm²)与功能学缺血相关,此时考虑有 PCI 指征^[6, 23-26]。

三、复杂病变与风险评估

冠状动脉病变复杂程度影响 PCI 的风险、成功率和预后,其与病变解剖特征有关。冠状动脉开口、分叉、成角、迂曲、严重钙化、长段(>20 mm)弥漫、血栓性、小血管、慢性完全闭塞(chronic total occlusion, CTO)和左主干病变均增加风险,需进行风险评估,以确定血运重建策略。主要运用风险评估系统进行风险分层,预测 PCI 或冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)术后主要不良心脑血管事件发生率,作为优选 PCI 或 CABG 策略的依据。根据临床应用历史,常用风险评估系统如下。

1. SYNTAX 评分:是依据 11 项冠状动脉造影显示的病变复杂程度即解剖特点,评价 PCI 或 CABG 术后 ≥ 1 年风险的评分方法。临床主要用于冠状动脉左主干和(或)多支病变患者选择 PCI 或 CABG 时参考,是 PCI 介入医师最常用的风险评估。

2. SYNTAX II 评分:其在 SYNTAX 评分基础上,新增了 6 项临床指标(年龄、肌酐清除率、左心室功能、性别、是否合并慢性阻塞性肺疾病和周围血管病),只用于预测远期死亡率^[27]。

3. STS 评分:为(美国)胸外科医师协会的评分系统,本评分从患者基本情况、手术复杂程度、术后预后等 3 个方面,评估患者在 CABG 术后住院期间和 30 d 的死亡风险^[28-29]。

4. EuroSCORE II 评分:为欧洲心脏手术风险评估系统 II,本评分基于 18 项临床指标建立,局限于评估 CABG 术后住院期间和 30 d 的死亡风险^[30-31]。

对于无保护左主干病变患者,中国的 NERS II 评分联合了临床指标和冠状动脉病变解剖学特征,可预测主要不良心脏事件发生率,结果优于 SYNTAX 评分, >19 分是主要不良心脏事件和支架内血栓的独立预测因素^[32]。

策略选择

一、SCAD

对于 SCAD 患者,强化药物治疗是基础,目的在于缓解症状、防止病变进展和预防心血管事件。



尽管冠状动脉血运重建(CABG 或 PCI)与药物治疗相比仅能缓解心肌缺血症状,并无改善 SCAD 患者预后的优势^[33],但后续 RCT 和荟萃分析均显示,新一代药物洗脱支架(drug-eluting stent, DES)较药物治疗能够提高患者 5 年生存率 25%~35%^[15-17]。临床实际工作中,强化药物治疗后仍有缺血症状并存在大范围心肌缺血的患者,特别是左主干合并严重 3 支冠状动脉狭窄或 CTO 病变并发缺血性心力衰竭者,有冠状动脉造影和血运重建(CABG 或 PCI)治疗的强指征(I, C-EO)。

SCAD 患者的 PCI 指征同前述。冠状动脉腔内影像学或功能学检查指导能进一步改善 PCI 术后患者的临床预后^[8-9, 16, 21-22, 26, 34-35](I, A)。冠状动脉 CTO 病变患者因侧支循环代偿供血,PCI 是否能改善其预后尚有争议。CTO-PCI 使血流恢复至心肌梗死溶栓试验(TIMI)3 级是改善患者预后的基础^[36]。CTO 合并多支病变的 SCAD 患者并发慢性心力衰竭,开通供血范围广泛的闭塞冠状动脉有强指征,因其可改善这类患者的预后^[15, 37-38](I, B-NR);在有条件的情况下,应评估有无心肌存活以预测 PCI 效果(II a, C-EO)。存活心肌的识别,主要通过评价心肌细胞完整性的正电子发射断层成像和心脏磁共振钆对比剂延迟强化,以及测定左心室收缩功能储备的多巴酚丁胺负荷超声心动图。

对于合并冠状动脉左主干和(或)左前降支近段病变、多支冠状动脉病变,伴或不伴缺血性心力衰竭患者,选择 CABG 还是 PCI 尚存争议,但有研究显示 CABG 给患者带来的生存获益更大^[10, 15, 37]。建

议根据 SYNTAX 评分(I, B-R)和 SYNTAX II 评分^[27, 39](II a, B-R)优选,运用心脏团队会诊机制,重点明确适应证、禁忌证和风险程度,再结合患者及其家属的意愿最终决定治疗策略(I, C-EO)。对于复杂、高危、CABG 极高危或禁忌而又有 PCI 指征患者,需要在机械循环支持下完成,以确保患者安全(I, C-EO)。若左主干病变选择采用 PCI 处理^[40],推荐由经验丰富的术者操作或指导实施,可明显改善患者近远期预后^[41-42](II a, B-NR);而对于左主干真分叉复杂病变,DK crush 技术是优选的术式^[43-44];经桡动脉路径与经股动脉路径比较,1 年和 10 年临床效果相当,但出血并发症更少^[45-46](II a, B-NR)。另外,新一代 DES,解决了第一代 DES 在支架置入 1 年后发生极晚期支架内血栓的问题^[47]。具体推荐见表 1^[1, 5-6, 16-17, 19-21, 23-25, 48-52]和表 2^[37, 48, 53-57]。

二、非 ST 段抬高型急性冠脉综合征(non-ST-segment elevation acute coronary syndrome, NSTEMI-ACS)

对临床高度怀疑急性心肌梗死(acute myocardial infarction, AMI),症状典型而心电图无 ST 段抬高时,考虑 NSTEMI-ACS,包括不稳定性心绞痛及非 ST 段抬高型心肌梗死(non-ST segment elevation myocardial infarction, NSTEMI)。应及时检测高敏肌钙蛋白,并在 60 min 内获取检测结果以早期诊断(I, B-NR)^[58-59],根据 2 次(即刻和 1~2 h)高敏肌钙蛋白检测结果,可以快速诊断或排除 NSTEMI。

NSTEMI 一旦确诊,应对患者进行危险分层

表 1 稳定性冠心病患者血运重建(PCI 或 CABG)指征推荐意见

血运重建(PCI 或 CABG)指征	推荐类别	证据水平
针对预后		
左主干显著狭窄>50% ^[1, 48]	I	A
前降支近段显著狭窄>70% ^[1, 49]	I	A
冠状动脉多支病变显著狭窄,且左心室功能受损(LVEF≤40%) ^[1, 49-50]	I	A
大面积(缺血面积>左心室 10%)心肌缺血 ^[1, 51]	I	B-R
仅存单支供血冠状动脉,其狭窄>50% ^[1]	I	C-EO
针对症状		
典型劳力型心绞痛或等同症状,冠状动脉狭窄>70% ^[1, 5, 52]	I	A
冠状动脉病变严重狭窄≥90%,即使临床症状不典型,也有 PCI 的强指征 ^[1, 6]	I	A
心绞痛症状不典型,冠状动脉狭窄 50%~70%时,需要有负荷试验心肌缺血证据或跨病变 FFR 或定量血流分数<0.80 ^[1, 16-17, 19-21]	I	A
符合 IVUS 严重狭窄标准,目前没有关于 OCT 的直接证据,可参考 IVUS 的标准 ^[23-25]	I	A

注:PCI 为经皮冠状动脉介入治疗,CABG 为冠状动脉旁路移植术,LVEF 为左心室射血分数,FFR 为血流储备分数,IVUS 为血管内超声,OCT 为光学相干断层成像



表2 稳定性冠心病患者冠状动脉血运重建(PCI或CABG)策略推荐意见

血运重建(PCI或CABG)指征	PCI		CABG	
	推荐类别	证据水平	推荐类别	证据水平
前降支近段的单支病变 ^[37, 53]	I	A	I	A
无前降支近段病变的单支或双支病变	I	C-EO	II b	C-EO
左主干病变				
SYNTAX 评分≤22分 ^[48, 54]	I	A	I	A
SYNTAX 评分23~32分 ^[48, 54]	II a	A	I	A
SYNTAX 评分≥33分 ^[48, 54]	III-Hm	B-R	I	A
三支病变不合并糖尿病				
SYNTAX 评分≤22分 ^[55-56]	I	A	I	A
SYNTAX 评分>22分 ^[55-56]	III-NB	A	I	A
三支病变合并糖尿病				
SYNTAX 评分≤22分 ^[55, 57]	II b	A	I	A
SYNTAX 评分>22分 ^[55, 57]	III-Hm	A	I	A

注:PCI为经皮冠状动脉介入治疗,CABG为冠状动脉旁路移植术;稳定性冠心病患者冠状动脉血运重建方式即PCI或CABG的选择,应依据本指南推荐,各级医院还需评价具体病变的复杂程度和手术风险,并告知患者及家属、获得知情同意后实施手术;不能开展CABG的医院,应将适宜的高危患者转诊至有心脏外科手术能力的医院实施,均应以保证患者安全为第一原则

(I,A)。国际上通常采用GRACE(全球急性冠状动脉事件注册研究)评分将患者分为极高危、高危和非高危,分别给予紧急(2 h内)、早期(24 h内)或住院期间、住院期间或择期冠状动脉造影和血运重建(PCI或CABG)^[7, 11],以减少主要不良心脏事件复发风险。具体推荐见表3^[7, 11, 60-64]。

首诊于非PCI中心的患者,危险分层属于极高危者,建议立即转运至PCI中心行紧急PCI;高危者,建议发病24 h内转运至PCI中心行早期(<24 h)

或住院期间PCI;非高危者,建议转运至PCI中心,住院期间或择期行PCI或CABG,或药物保守治疗。

三、急性ST段抬高型心肌梗死(ST-segment elevation myocardial infarction,STEMI)

所有发病<12 h的STEMI患者均首选直接(急诊)PCI以改善预后^[4-5, 7, 12, 65](I,A)。缩短院前和院内延误时间是STEMI患者再灌注治疗的关键。应严格缩短首次医疗接触至PCI的时间,包括院前转运和首次医疗接触至转出非PCI医院的时间,以降低患者死亡风险。对急诊PCI的时限要求:首诊于有条件行急诊PCI医院的患者,要求从确诊STEMI至PCI时间<60 min(I,A);而从院前转运或非PCI医院转入患者,确诊STEMI至PCI时间需<90 min(I,A)。

发病>12 h(超窗),伴心肌缺血症状、血液动力学不稳定和恶性心律失常的极高危患者,也应考虑在循环支持下行急诊PCI^[4-5, 7, 12, 66](II a,A);如发病在12~24 h,即便病情稳定,也可考虑行冠状动脉造影,必要时开通梗死相关动脉(infarct related artery,IRA),有可能有明显获益(II a,A);对发病后24~48 h,无缺血症状、证据,病情稳定且ST段基本回落的患者,原则上不建议行直接PCI,因为获益/风险不可预测(II b,A);对发病超过48 h,已无症状和无ST段抬高且血液动力学稳定者,不建议行急诊PCI,即使开通闭塞IRA也未必有益甚至可能有害^[4-5, 7, 12](III-Hm,B-R)。

对首诊于院前急救现场或无条件行急诊PCI的医院的患者,从首次医疗接触描计心电图(<10 min)确诊STEMI算起,只要预计至急诊PCI的时

表3 NSTEMI-ACS患者冠状动脉造影和血运重建策略推荐意见

推荐意见	推荐类别	证据水平
极高危患者:推荐紧急(<2 h)行冠状动脉造影和血运重建。包括(1)血流动力学不稳定或心源性休克;(2)药物治疗难以控制的顽固性胸痛;(3)危及生命的心律失常或心脏停搏;(4)心肌梗死机械性并发症;(5)急性心力衰竭;(6)心电图显示心肌梗死的ST-T动态演变 ^[7, 11, 60]	I	C-LD
高危患者:推荐早期(<24 h)或住院期间行冠状动脉造影和血运重建。包括(1)肌钙蛋白异常升高;(2)心电图有ST-T动态演变(有或无症状);(3)GRACE风险评分>140分 ^[7, 11, 61]	I	A
非高危患者:推荐住院期间或择期行冠状动脉造影和血运重建。包括(1)糖尿病或肾功能减低(eGFR<60 ml·min ⁻¹ ·1.73 m ⁻²);(2)LVEF<40%或慢性心力衰竭;(3)急性心肌梗死后心绞痛或既往PCI/CABG治疗;(4)109分<GRACE风险评分<140分或无创负荷试验时出现心绞痛症状或缺血性心电图改变 ^[7, 11, 62]	I	A
血运重建策略选择:应根据患者临床情况、合并症、冠状动脉病变严重程度(如SYNTAX评分)及其风险评估结果,优选PCI或CABG,以保证患者安全为原则 ^[63]	I	B-NR
直接(急诊)PCI:对于心源性休克患者,原则上不可对非梗死相关血管同次行PCI;但狭窄90%~<100%并影响冠状动脉供血(<TIMI 3级)致心肌严重缺血病变例外 ^[64]	III-Hm	B-R

注:NSTEMI-ACS为非ST段抬高型急性冠脉综合征,GRACE为全球急性冠状动脉事件注册研究,eGFR为估算的肾小球滤过率,LVEF为左心室射血分数,PCI为经皮冠状动脉介入治疗,CABG为冠状动脉旁路移植术,TIMI为心肌梗死溶栓试验



间 <120 min, 均应将患者直接转运或于 30 min 内转出至有急诊 PCI 条件的医院^[4-5, 7, 12](I , B-R)。在我国也可请有资质的医师至有 PCI 设备的医院行急诊 PCI^[67](II b, B-R), 但时间 <120 min 的要求不变。如预计至急诊 PCI 的时间 >120 min, 对无禁忌证患者, 应于 STEMI 确诊后 10 min 内给予溶栓治疗^[4-5, 7, 12], 包括院前或院内溶栓再转运(I , A)。对溶栓治疗临床判断未成功再通患者, 应行急诊冠状动脉造影和补救性 PCI^[4-5, 7, 12](I , A); 对溶栓治疗成功者, 宜在早期(2~24 h)常规行冠状动脉造影和急诊 PCI^[68-69](II a, B-R); 对 IRA 已恢复 TIMI 3 级血流且狭窄程度未达严重($\geq 90\%$)者, 也可择期行 PCI^[7](II a, B-NR)。我国小样本 RCT 均显示, 溶栓后早期实施 PCI 的患者 30 d 病死率与直接 PCI 患者无显著差异, 但其 ST 段回落率明显提高, 冠状动脉血流改善, 提示心肌灌注更好^[69-71], 值得进一步研究。

对合并多支血管病变的 STEMI 患者推荐给于完全血运重建策略。对于血流动力学稳定的合并低复杂程度多支血管病变的 STEMI 患者(不考虑行 CABG 者), 急诊 PCI 同台对非 IRA 完成支架置入可能优于分期治疗。对于心源性休克或血流动力学不稳定患者, 急诊 PCI 只开通 IRA, 对非 IRA 推荐择期行 PCI 或 CABG^[4-5, 7, 12, 72-73](I , B-R)。对于冠状动脉造影显示 3 支血管均无显著狭窄的 STEMI 患者(包括冠状动脉非阻塞性心肌梗死), 不可行 PCI(III -Hm, C-EO)。经血栓抽吸或溶栓后 IRA 血流已恢复 TIMI 3 级的临界狭窄(50%~70%)病变者, 原则上无急诊支架置入指征(I , C-EO)。若需明确斑块性质, 首选冠状动脉内 OCT^[74-75]。

STEMI 患者并发心源性休克或严重心力衰竭时, 均应接受急诊冠状动脉造影, 对有适应证的患者行直接 PCI。直接 PCI 不可行或失败且有大面积心肌受累, 或合并机械性并发症(如乳头肌断裂、大的室间隔破裂等)时, 可考虑急诊 CABG 或外科修补术^[6], 推荐在机械循环支持下, 由经验丰富的医师完成(II a, C-EO)。对心源性休克患者只开通 IRA, 不干预非 IRA(III -Hm, B-R)^[76]; 只在非 IRA 严重狭窄已影响供血(狭窄 $\geq 90\%$ 、血流 $<$ TIMI 3 级), 且为非 CTO 病变时, 才有同期 PCI 的强指征(I , C-EO)。具体推荐见表 4^[4-5, 7, 12, 65-66, 68-73, 76-77]。

重要技术

一、动脉入路选择

经典入路是经股动脉穿刺并置鞘, 但近年已将经桡动脉入路作为首选推荐^[78](I , A)。经尺动脉^[79]和近年使用的远桡动脉^[80]入路可作为桡动脉入路的补充; 经肱动脉入路只在经股、桡动脉均失败后选择(I , C-EO), 且需高年资(独立术者年限 >5 年)PCI 术者实施或指导实施。

二、冠状动脉腔内影像及功能检查

冠状动脉腔内影像及功能检查已成为 PCI 技术的组成部分, 能明确指征、指导治疗并改善预后^[26, 81-82]。

1. IVUS 和 OCT 测定: IVUS 是经典的冠状动脉腔内影像学检查方法, 能对病变的性质、狭窄程度和累及范围精确测量。除能确定临界病变 PCI 指征界值外, 对高危病变如无保护左主干病变^[83], 支架内血栓高危病变(小血管、粗大血管、CTO 病变), 支架内再狭窄和血栓性病变^[84]等, 还能指导策略选择和优化支架置入^[85-86](II a, B-R); 并能明确支架内血栓等并发症的原因(II a, C-EO)。对于解剖复杂病变, 特别是左主干病变、真性分叉病变和长病变, 推荐应用腔内影像(包括 IVUS 或 OCT)指导 PCI 以减少缺血事件^[87-88](I , A)。对复杂 CTO 病变, IVUS 有助于明确闭塞入口、判断导丝走行在血管壁结构内或真腔, 提高 PCI 成功率和安全性^[38, 89-90](II a, C-EO)。为预防血栓, IVUS 指导下的支架理想置入标准(MUSIC 标准)为: (1)支架完全贴壁, (2)支架内最小管腔横截面积 $\geq$ 平均远端参考血管横截面积的 90%, (3)偏心指数 ≥ 0.7 ^[91]。IVUS 预测 DES 置入后远期不良事件的独立危险因素有: MLA ≤ 5 mm²、支架边缘斑块负荷 $\geq 50\%$ 、支架边缘夹层、弥漫的支架贴壁不良^[92]。我国新近研究还显示, 急性冠脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)患者运用 IVUS 指导 PCI 得到的支架 MLA 更大, 能改善患者 1 年预后, 主要得益于降低靶血管 AMI 和紧急血运重建发生率^[35](II a, B-R)。

OCT 比 IVUS 空间分辨率高 10 倍, 但穿透力弱, 对发现冠状动脉腔内病变性质、纤维帽厚度及置入支架贴壁情况的细微解剖学变化有优势。因此, OCT 在明确显示 STEMI 患者 IRA 内造影无法识别的斑块破裂、微血栓和斑块侵蚀^[93], 钙化病变形态、范围和厚度甚至钙化结节, 以及置入支架贴壁情况方面比 IVUS 价值更高^[94](II a, B-R)。



表 4 STEMI 患者急诊再灌注治疗和院前转运、转诊策略的推荐意见

推荐意见	推荐类别	证据水平
直接(急诊)PCI		
对于发病 12 h 以内的所有 STEMI 患者,均应给予直接 PCI ^[4-5, 7, 12, 65]	I	A
对于 ST 段抬高不明显,但存在以下 1 项及以上严重并发症的患者,也应给予直接 PCI: (1)心源性休克或血流动力学不稳定 (2)持续性胸痛不缓解 (3)致命性心律失常或心脏骤停 (4)心脏机械并发症 (5)急性心力衰竭 (6)间歇性 ST-T 改变,尤其是回落 ST 段再抬高	I	C-EO
在特定时间范围内,直接 PCI 优先于溶栓治疗 ^[65]	I	A
对于发病时间>12 h(超窗),仍存在心肌缺血的症状或体征、血流动力学不稳定或致命性心律失常的极高危患者,也应考虑在机械循环辅助下,给予直接 PCI ^[4-5, 7, 12, 66]	II a	A
对于发病时间为 12~24 h 且病情稳定的患者,常规冠状动脉造影必要时行 PCI 开通闭塞的 IRA 可能是有益的 ^[4-5, 7, 12, 66]	II a	A
对于发病时间 24~48 h,无缺血症状、证据且病情稳定的患者,原则上不建议给予直接 PCI,因为获益/风险不可预测 ^[4-5, 7, 12, 66]	II b	A
对于发病时间>48 h,无缺血症状、ST 段回落到等电位线且病情稳定的患者,不建议给予 PCI,因为即使开通闭塞的 IRA,可能有害	III -Hm	B-R
对于首诊于有条件行急诊 PCI 的医院的患者,确诊 STEMI 至 PCI 时间应<60 min;对于院前转运来院患者,确诊 STEMI 至 PCI 时间应<90 min ^[4-5, 7, 12]	I	A
直接 PCI 开通 IRA 需常规置入 DES,血栓性病变或无复流高风险时例外 ^[4-5, 7, 12, 72-73]	I	A
对于伴多支冠状动脉病变的 STEMI 患者,急诊 PCI 只开通 IRA,非 IRA 原则上择期 PCI 或 CABG	I	A
对于部分病情稳定、多支病变的 STEMI 患者,低风险的简单非 IRA 病变,也可考虑同期 PCI	II a	A
对于 STEMI 并发心源性休克患者,只开通 IRA,对非 IRA 不行 PCI ^[76]	III -Hm	A
对于极少数心源性休克患者,只在非 IRA 严重狭窄已影响供血(狭窄>90%、血流<TIMI 3 级),且为非 CTO 病变时,才有同期 PCI 的强指征	I	C-EO
溶栓后 PCI		
对于所有溶栓治疗后患者,均应送至有条件行 PCI 的中心,及时行冠状动脉造影 ^[4-5, 7, 12]	I	A
溶栓成功后 24 h 内,应行冠状动脉造影及必要时对 IRA 行 PCI ^[68-69]	II a	B-R
心源性休克或严重心力衰竭患者溶栓后,应常规行急诊冠状动脉造影并对闭塞的 IRA 行 PCI ^[4, 7, 12]	I	B-NR
对临床判断溶栓失败者(溶栓后 60 min ST 段下降<50%或仍有胸痛)应行补救性 PCI ^[4-5, 7, 12]	I	A
溶栓成功后出现再发缺血、血流动力学不稳定、危及生命的心律失常或有再次闭塞证据时需行急诊 PCI ^[4, 7, 12]	I	A
溶栓成功后血流动力学稳定的患者应在 2~24 h 行急诊冠状动脉造影,必要时对 IRA 行 PCI ^[70-71]	II a	A
院前急救转运和转诊		
STEMI 患者院前转运:应基于区域急救网络,将患者快速就近转运至有条件的中心行急诊 PCI ^[4, 7, 12]	I	B-NR
建立区域急救网络并联通:所有区域内急救系统、医疗中心急诊科、导管室和冠心病监护病房均应依据 STEMI 指南,与区域急救网络联网,共享有条件 PCI 中心的 24 h/7 d 的急诊响应服务,随时实施急诊 PCI	I	C-EO
急救转运绕行:将患者转运至有 PCI 资质的中心,在能安全对接条件下,可绕行急诊室直接送到导管室行急诊 PCI ^[77]	I	B-NR
无 PCI 条件医院转入与转诊:若患者就诊于或被转运至无 PCI 条件的医院时,如预计转运或转诊后能在<120 min 开通 IRA,应于 30 min 内转出至有条件医院行急诊 PCI ^[4-5, 7, 12]	I	B-R
院前或院内溶栓治疗:STEMI 患者在院前或无条件行 PCI 的医院,若预计转运或转诊至有急诊 PCI 条件的医院的时间>120 min,只要无出血等禁忌证,则应进行院前和院内溶栓治疗,并需<10 min 启动溶栓 ^[4-5, 7, 12]	I	A

注:STEMI 为急性 ST 段抬高型心肌梗死,PCI 为经皮冠状动脉介入治疗,IRA 为梗死相关动脉,DES 为药物洗脱支架,CABG 为冠状动脉旁路移植术,TIMI 为心肌梗死溶栓试验,CTO 为慢性完全闭塞

2. FFR 和定量血流分数测定:FFR 是冠状动脉病变功能学检查的经典方法,主要用于冠状动脉临

界病变,或冠状动脉显著狭窄但无典型心绞痛症状患者,作为有或无功能缺血或 PCI 指征的依据^[95]



(I , A)。采用 FFR 判断有或无 PCI 指征的界值是 $0.80^{[95]}$; <0.80 提示有指征, <0.75 是强指征, ≥ 0.80 则无指征^[96]。因此,可用于多支病变患者,确定需治疗的靶病变^[96-97](I , A);也可用于左主干临界病变 (MLA: $4.8\sim 6.0\text{ mm}^2$), 以评估 PCI 指征^[98](II a, B-R)。

定量血流分数是基于定量冠状动脉造影,其优势在于无需额外器械和给药,界值同 FFR。FFR 和定量血流分数指导的 PCI 均能改善患者的预后^[21-22, 96-100](I , A)。

三、冠状动脉支架置入术

冠状动脉支架,在单纯球囊扩张时代为防治冠状动脉急性闭塞而研发,后发现其还能预防再狭窄,是 PCI 的常规技术。最早应用于临床的金属裸支架虽内皮化快速、完全,但内膜过度增生导致再狭窄率高是其缺陷,临床已被 DES 取代。第一代 DES,其载药(抗血管内膜增生药西罗莫司或紫杉醇)涂层为永久性材料,可导致支架内皮化不良进而增加晚期和极晚期支架血栓风险。新一代 DES 采用了新材料(包括钴铬合金、铂铬合金等)使支架丝更薄,新的抗增生药物(百奥莫司、依维莫司和佐他莫司)以及生物相容性更好的涂层材料,部分 DES 使用可降解涂层材料,显著改善了 DES 内皮化,降低了晚期和极晚期支架内血栓的发生率,有效性和安全性更好^[44, 101-102],是目前 PCI 常规使用的 DES^[4-6](I , A)。

为解决 DES 永久异物问题和恢复冠状动脉生理功能,研发了生物可吸收支架(bioresorbable scaffold, BRS)。尽管国际上 BRS 已退市,但中国自主研发的 BRS 获批在临床使用^[103-106]。术者需严格掌握 BRS 适应证,避免在小血管、严重钙化病变、弥漫长病变等复杂病变中使用,规范的操作(充分的预处理、合适的支架直径及适宜的后扩张)是成功的关键^[107],并建议在腔内影像学指导下置入(II a, C-EO)。

四、药物洗脱球囊扩张术

药物洗脱球囊通过在局部释放球囊表面载药(紫杉醇、西罗莫司、优美莫司等)达到抗内膜增值效果,是 DES 支架内再狭窄的首选治疗方式^[108-111](I , A)。对小血管^[112]、分叉或多分支病变和高出血风险患者^[113-115]具有优势。对于 CABG 静脉桥血管病变,理论上比支架置入并发无复流的风险更低^[116](II b, C-EO)。

五、经导管血栓抽吸术

对 STEMI 患者,尽管 INFUSE-AMI^[117]、

TASTE^[118]和 TOTAL^[119]试验得到了阴性结果,不应常规行冠状动脉内血栓抽吸(III-NB, A),但对于血栓负荷较重、支架内血栓以及血栓性静脉桥血管病变仍应使用,以降低冠状动脉栓塞和无复流的风险^[120](II a, C-EO)。

六、钙化病变预处理技术

冠状动脉钙化病变在冠心病患者尤其老年患者中常见,而严重钙化病变因球囊难以通过或无法充分扩张使 PCI 的技术难度和风险均增加,一直是 PCI 的主要挑战。PCI 术中需用 IVUS 或 OCT 评价钙化病变程度(截面弧度、厚度和长度),若轻、中度钙化,使用非顺应性、切割或棘突球囊等即可充分扩张并置入支架。对于球囊无法通过或充分扩张的严重钙化病变,需使用 0.009 '' 专用导丝进行旋磨,完成斑块修饰^[121]后再置入支架(II a, C-LD),可提高 PCI 的成功率和安全性,但不降低再狭窄率^[122];不可对所有钙化病变常规使用旋磨术(III-Hm, A)。对严重钙化病变还可使用准分子激光冠状动脉斑块消融术^[123-124],无需专用导丝是其优势。冲击波或震波球囊的技术,即冠状动脉血管内碎石术利用“电-声压”冲击波原理,可选择性地将冠状动脉严重的浅、深层钙化病变震碎、震裂,是攻克严重钙化病变的又一利器。冠状动脉旋磨、准分子激光冠状动脉斑块消融术和冠状动脉血管内碎石术对钙化斑块作用的机制不同、各有所长,可根据钙化病变特点单独或联合使用;冠状动脉血管内碎石术可显著提高严重钙化病变 PCI 的成功率达 95% 且安全性好^[125-127](II a, B-R);国产器械已研发成功并获批在临床使用^[128]。

七、机械循环辅助

对有心原性休克、失代偿性心力衰竭、血流动力学不稳定、严重心律失常甚或心肺复苏史等极高危患者实施 PCI,应常规使用机械循环辅助装置(II a, C-EO)。主动脉内球囊反搏(intra-aortic balloon pump, IABP)能降低左心室后负荷、增加心脏每搏量并能优先为心脑血管供血,也是我国心导管室常规配备的循环支持急救设备。对 STEMI 并发心原性休克患者,尽管国际指南不再推荐常规应用 IABP^[129-130](III-NB, A),但对升压药物治疗效果不佳、血流动力学不稳定或并发了急性左心衰者,均应从速使用 IABP 支持(I , C-EO),临床效果明确;STEMI 机械并发症患者,发生血液动力学不稳定、心原性休克、急性左心衰时,也均需 IABP 支持(I , C-EO)。对直接 PCI 术中出现任何并发症致血流动



力学不稳定者,也应立即给予IABP支持^[131](I, C-EO)。对于反复心肌缺血发作药物难以控制,以及心功能严重低下患者,无论是急诊还是择期PCI时,也应予以IABP循环支持(II a, C-EO),以保证患者生命安全。

此外,体外膜肺氧合(extra-corporeal membrane oxygenation, ECMO)系统可直接提供氧合动脉血循环支持,能降低心脏骤停及休克患者PCI围术期死亡率^[132-133],有条件时应选用;但ECMO同时增加了左心室后负荷且不能优先给予心脑供血,与IABP合用可弥补此不足。对心功能严重低下患者的CTO病变行PCI,ECMO支持安全、有效^[133]。导管轴流泵能够直接增加心输出量,动脉血压和外周灌注,国内已在临床使用,也有国产器械处于临床试验期。虽然临床研究结果显示危重AMI患者临床获益尚不明确^[134-135],但对循环支持效果可靠(I, C-EO),其主要的并发症是红细胞破坏性溶血。

并发症防治

PCI虽技术成熟,但从穿刺入路动脉到PCI的操作全过程中,相关器械均可能对入路血管和冠状动脉造成损伤,产生严重并发症,威胁患者生命,需警惕防范、及时发现和紧急救治,以确保患者安全。

一、冠状动脉相关并发症

1. 冠状动脉急性闭塞:冠状动脉急性闭塞(血流TIMI 2级及以下)主要发生在术中,也可发生在术后24 h内,个别在24 h后。主要由于球囊扩张后血管内膜严重夹层、支架远端夹层或壁内血肿向远端移位所致,均需要置入支架恢复血流;如因支架置入挤压斑块致分支闭塞,则需要立即开通分支(I, C-EO)。如冠状动脉大分支闭塞,需尽快送入导丝、球囊扩张,恢复血流,必要时置入支架(I, C-EO);如果导丝不能进入真腔,则可使用微导管远端穿通技术即远端“前向夹层再入真腔”技术并完成支架置入,可立即恢复血流且不会再闭塞^[38]。需对有高闭塞风险的分支进行球囊保护,即实施球囊支架对吻技术,必要时置入支架(II a, C-EO)。目前有一些评分模型可用于预测分支闭塞风险^[136-138]。如冠状动脉左主干或主支开口闭塞,可因大面积缺血,即刻出现血压降低、心率减慢,甚至心脏停搏并对升压药无反应,即循环崩溃,导致死亡。PCI术中保持导丝在冠状动脉主、分支内是有效防治急性闭塞的关键。

2. 冠状动脉栓塞和无复流:冠状动脉支架置入后,可因血栓、斑块碎屑和个别气栓致微血管栓塞,并发冠状动脉慢血流(TIMI血流2级)或无复流(TIMI血流1/0级)^[139],在除外痉挛、夹层和壁内血肿时即可确诊。常见于IRA、退化静脉桥血管、斑块负荷重的弥漫病变PCI后以及冠状动脉旋磨术中。冠状动脉无复流一旦发生,需紧急处理,立即于冠状动脉内注射钙通道阻滞剂、硝酸酯类、硝普钠、替罗非班等药物^[140];或使用血栓抽吸^[141](II a, C-EO)并置入IABP以稳定血流动力学。经微导管在冠状动脉内靶病变以远局部给药效果更好;将微导管前送至冠状动脉末梢负压抽吸微栓子更有效(II a, C-EO)。冠状动脉气栓一旦发现,需紧急处理:从引导导管抽取动脉血8~10 ml(避免从Y阀再抽入气体)快速推入冠状动脉内,连续操作10~15次,可有效逐出微血管的气栓(I, C-EO);禁止推注对比剂或生理盐水,因有大面积心肌缺血致死风险(III-Hm, C-EO)。

3. 冠状动脉破裂或穿孔:冠状动脉破裂或穿孔是少见但致命性并发症。前者与严重偏心钙化、CTO病变、支架偏大或扩张压力过高有关,后者则由PCI硬导丝损伤或穿出冠状动脉外,或亲水涂层导丝穿出分支末梢所致。一旦发生,需用直径匹配的球囊在穿孔处低压力扩张封堵,以防心脏压塞,对小穿孔有效。对供血面积大的冠状动脉,封堵需间断进行,并尽快置入覆膜支架,同时做好心包穿刺、急诊外科切开引流和手术准备。在准备外科手术过程中,为预防持续冠状动脉封堵引起心肌严重缺血致血液动力学不稳定,应送入微导管至冠状动脉破口远端,并从引导导管抽出动脉血注入微导管为冠状动脉远端供血(I, C-EO)。一旦出现心脏压塞则需立即行心包穿刺或心包切开引流术。PCI导丝造成的穿孔均易发生延迟性心包压塞。术中需密切观察分支末梢导丝的位置、对比剂渗漏和心包影像,一旦发现渗漏,可立即使用明胶海绵颗粒糊剂、自体脂肪颗粒、弹簧圈封堵^[38, 142]。无论哪种类型的穿孔,都应在术中随时和术后连续行超声心动图检查,以及及时发现和救治可能随时发生的心脏压塞。需针对原因进行预防:对严重偏心钙化、CTO病变应使用IVUS指导支架置入;PCI全过程应密切注意导丝位置,避免血管穿孔。

4. 冠状动脉支架内血栓形成:支架血栓形成虽发生率低,30 d内约0.6%,3年内约2.9%^[143],但可直接致冠状动脉急性堵塞,病死率高达45%^[144]。



支架内血栓形成的危险因素包括:(1)高危患者如肾功能不全和残余血小板高反应性等;(2)高危病变(B2或C型复杂冠状动脉病变如CTO、血栓病变、小血管弥漫病变,特别是极度迂曲和偏心的严重钙化病变等);(3)支架置入相关因素,如多支架、长支架、双支架和小支架等;(4)支架相关因素,如对多聚物涂层过敏、炎症反应致血管内皮化障碍及内膜覆盖不全等。随着新一代DES及替格瑞洛在临床运用,目前支架血栓形成的危险因素主要集中在操作技术,使支架充分紧密贴壁是关键,对复杂病变置入支架后,应常规行IVUS或OCT检查^[38, 89-90](IIa, B-NR),确保支架贴壁良好、远端无夹层和支架内无斑块脱垂。

术中发生的支架血栓多与抗凝强度不足有关。应监测激活凝血时间(activated coagulation time, ACT),在充分肝素化基础上再采用下述方法处理血栓:血栓抽吸、后扩球囊高压扩张和IVUS或OCT检查,直到腔内影像确认支架MLA足够大、完全紧密贴壁为止,多需要给予血小板糖蛋白IIb/IIIa抑制剂(glycoprotein IIb/IIIa inhibitor, GPI)(IIa, C-EO)。对血栓性和(或)血栓负荷重的病变,需常规使用GPI(IIa, A),前者也可给予冠状动脉内小剂量的溶栓治疗(IIb, C-EO),以防出血并发症。亚急性支架内血栓主要与支架贴壁不良及氯吡格雷抵抗有关。应立即行冠状动脉造影,先处理支架内血栓,措施同上述,确保支架充分贴壁;还需使用替格瑞洛+阿司匹林的双联抗血小板治疗(dual antiplatelet therapy, DAPT)并检测血小板功能。反复、难治性支架血栓形成,多是置入支架偏小和(或)贴壁不良的结果,往往需在IVUS指导下,使用与血管直径匹配的略大型号的后扩球囊实施高压扩张,使支架充分紧密贴壁和获得足够大的最小管腔直径最为关键^[35](I, C-EO),仅使用GPI暂时有效,但停用后可能随即再发生支架内血栓。

5. 冠状动脉支架脱载:支架脱载已少见,如发生需谨慎处理。多因冠状动脉弥漫迂曲(或已置入支架)、严重钙化等复杂病变预处理不充分,致支架通过阻力过大,前送难以到位而回撤受阻或与引导导管口成角被卡住。一旦支架脱载,如支架匹配可就地置入,如支架太细则可充分预处理病变再置入另一支架将其挤压至血管壁,也可尝试使用小球囊、导丝缠绕、延伸导管辅助、圈套器等方法取出;必要时行外科手术取出脱载支架。当支架回撤被引导导管口卡住时,应立即停止回撤;可尝试使用

延长导管缓慢前送,套住被卡支架后撤出体外(IIa, C-EO)。预防的关键在于充分预扩张病变,对严重钙化病变,应使用旋磨等方法预处理,经非顺应球囊充分扩张后再置入支架。

6. 围术期心肌损伤和心肌梗死:PCI术后常发生围术期(≤ 48 h)心肌损伤或心肌梗死,依据第4版心肌梗死通用定义,当术后肌钙蛋白 $>99\%$ 和 >5 倍正常参考值上限,可分别诊断心肌损伤及心肌梗死^[145](I, B-NR)。心肌损伤多由冠状动脉微栓塞或微小冠状动脉闭塞引起。此类心肌梗死属于4型心肌梗死,包括因冠状动脉及其分支急性闭塞、栓塞或无复流等并发症(4a型),以及支架内血栓(4b型)所致,临床多有急性心肌缺血表现。PCI术后48 h内的心肌梗死(肌酸激酶同工酶升高 ≥ 3 倍、肌钙蛋白升高 ≥ 5 倍正常参考值上限)可预测远期心血管不良事件的风险^[146-147]。

二、出血、血栓和栓塞

除穿刺部位、导管沿途血管损伤出血血肿(见下述“穿刺血管并发症”部分)外,围术期大出血主要包括由DAPT联合肝素抗凝治疗所致的消化道和脑出血,多与患者出血高危体质和基础疾病如长期高血压致脑血管微动脉瘤有关,均可危及患者生命。消化道大出血一旦发生,需立即急救,救治原则为:消化内镜或凝血酶止血,根据国内经验,无条件及时采用消化内镜下止血时,也可考虑凝血酶联合云南白药口服止血^[148]、扩容输血、维持或升血压、输注质子泵抑制剂、暂停DAPT 3 d和必要时使用抗血栓药物拮抗剂^[149-150]。常用鱼精蛋白中和肝素,1 mg鱼精蛋白能拮抗125 U肝素;其也可中和低分子量肝素,即1 mg拮抗100 U的Xa因子活性剂量。暂停DAPT 3 d后,应根据止血情况恢复替格瑞洛或氯吡格雷抗血小板治疗,以防支架内血栓形成(I, C-EO)。脑出血一旦发生需立即请神经内、外科专家会诊,必要时行开颅引流术。

预防出血的关键是术前使用CRUSADE评分及我国的BRIC-ACS评分评估患者的出血风险^[151],并采用桡动脉入路(I, A)。对高出血风险患者如肾功能不全、高龄、有出血史及低体重等,PCI术中首选比伐芦定抗凝及术后继续用药3 h的方案^[152-154](I, A);监测ACT以避免过度抗凝;原则上非必要不置入支架(I, C-EO)。如术前和术后必须抗凝时,需减少剂量(IIa, C-EO);DAPT期间应给予质子泵抑制剂,以防上消化道出血(I, C-EO)。



动脉血栓和栓塞包括外周动脉栓塞或影响听力、视力的脑血管微栓塞。肝素化抗凝和严格肝素盐水冲洗器械可预防(I, C-EO)。静脉血栓包括股静脉和小腿肌间静脉血栓形成, 均与较长时间卧床(如老年患者)有关, 均需给予抗凝治疗(I, C-EO); 前者还有肺栓塞风险。

三、穿刺血管并发症

穿刺血管并发症主要与血管硬化弹性差、损伤和压迫止血不当有关, 其危险因素有高龄、低体重女性、外周血管疾病、经股动脉入路、急诊 PCI 和应用 GPI 者^[155-156]。

1. 经股动脉路径并发症: 主要有(1)大血肿和腹膜后血肿。因血管损伤出血形成血肿, 其张力大, 有压痛提示活动性出血, 应充分加压包扎止血, 及时补液或输血, 以防血压下降。若 PCI 后短时间内发生低血压伴穿刺上方腹痛、腹部压痛时应怀疑腹膜后血肿, 需立即在血管穿刺处上方压迫止血、加压包扎, 及时扩容和输血, 再行超声或 CT 检查明确诊断。预防应早发现、早压迫止血。(2)假性动脉瘤。与穿刺部位压迫止血、加压包扎过松, 持续出血形成血肿而导致穿刺点未闭合有关, 多普勒超声可确诊; 局部再压迫止血(需避开内侧股静脉)、加压包扎多可闭合; 否则需外科手术治疗。(3)动-静脉瘘。常因穿刺股动脉时误穿刺进入股静脉所致, 也与局部压迫止血、加压包扎不充分有关。少部分局部压迫、加压包扎可闭合, 但多数需行外科修补术。(4)动脉夹层。可由穿刺或导管、引导导丝逆向损伤血管内膜引起, 一般不影响前向血流; 如果血流中断应考虑斑块脱落或血栓形成引起, 需要及时行介入或外科手术治疗。预防的关键是穿刺送入导丝有阻力时需在透视下调整方向, 并在无阻力下前送。(5)股静脉血栓形成。诱因常为下肢较长时间制动、偏股动脉内侧加压包扎使股静脉受压, 表现为患肢静脉回流障碍和肿胀, 一旦静脉血栓形成, 解除包扎下地活动后尤其如厕时有发生急性肺栓塞的风险。PCI 后对穿刺血管进行封堵或缝合可预防(II a, C-EO)。(6)血管迷走反射。多在股动脉鞘管拔除、封堵和缝合时, 由疼痛和牵拉刺激诱发, 在失血和低容量状态易发; 典型表现是血压快速降低、心率反而减慢伴面色苍白、出汗; 需紧急静脉推注升压药, 首选多巴胺 2~5 mg, 必要时重复使用, 可迅速升压; 稍有延迟则有严重低血压和心脏停搏的风险。关键的预防措施包括术中尽量减少失血、快速扩容水化和充分局部麻醉, 在血管封堵

或缝合前追加局部麻醉药以避免疼痛刺激(I, C-EO)。

2. 经桡动脉路径并发症: 因桡动脉细小^[157], 独有的并发症如下。(1)桡动脉闭塞。发生率约 5%, 因有掌弓动脉供血, 故无缺血后果。避免穿刺局部压迫过紧、保持桡动脉前向血流可预防。(2)桡动脉痉挛。与反复穿刺、前送导丝或引导导管遇阻刺激血管有关。前送遇阻时, 应及时换成亲水涂层导丝或必要时 PCI 导丝, 在引导导管内送入 5 F 猪尾或多功能导管即“子母导管”引导前送, 即可预防。(3)急性骨筋膜间隙综合征。少见但后果严重, 有截肢风险。因前臂动脉分支活动性出血, 骨筋膜室内压力增高, 导致动脉及神经受压; 表现为前壁疼痛难忍、高张力血肿、动脉搏动消失、手部缺血苍白。一旦发生, 应立即在严格消毒和局部麻醉下, 使用股动脉穿刺针于血肿张力中心区域多点穿刺引流减压(I, C-EO), 此法多有特效, 必要时紧急外科手术治疗(II b, C-EO)。(4)假性动脉瘤。罕见, 发生率低于 0.01%^[157], 穿刺局部压迫止血恰当可避免, 往往需外科手术治疗。

四、对比剂并发症

主要包括过敏性休克和使用对比剂后的急性肾损伤(post contrast acute kidney injury, PC-AKI)。

1. 过敏性休克: 是因患者对含碘对比剂过敏而引发急性 I 型超敏(变态)反应的致死性并发症。临床并不罕见, 需要及时诊断和紧急处理。如果患者在冠状动脉造影或 PCI 开始后 30 min 内, 无任何并发症时突发血压快速下降, 且对升压药多巴胺(5~10 mg)静脉反复推注无反应或效果差时, 应高度怀疑发生了过敏性休克; 需立即给予肾上腺素(0.25~1 mg)静脉推注, 如能有效升压则可确诊; 应立即给予 3~10 μg/min 持续静脉输注或泵入, 同时严密监测血压、调整剂量, 以维持动脉血压>130/80 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)为宜, 宁高勿低, 不可让血压再次降低及反复波动(III-Hm, C-EO); 并立即给予甲基强的松龙 500~1 500 mg 静脉推注抗过敏(I, C-EO)。如有喉头水肿则应及时行气管插管以保持气道通畅。需在维持血压基础上给予吸氧、纠酸、保持内环境的稳定, 并反复检测血气分析和乳酸, 以评估全身组织灌注情况。切忌过早减量肾上腺素, 应该在血压明显升高如>160/90 mmHg 时才被动缓慢小幅减量(I, C-EO)。如果肾上腺素升压效果差, 维持时间短, 需要反复静脉推注或追加剂量时, 则需再增加糖皮质激素的



剂量强化抗过敏,也预示患者死亡风险很高,预后极差。

2. PC-AKI: PC-AKI 定义为 PCI(使用含碘对比剂)后 48 h 内出现的任何急性肾功能损伤,即血清肌酐值较基线期水平升高 ≥ 0.3 mg/dl ($26.5 \mu\text{mol/L}$),或达到基础值的 1.5 倍以上^[158],是 PCI 术后较常见的医源性并发症。

多种评分系统可评估 PC-AKI 的风险^[159-166],当前冠状动脉 CT 血管成像检查和 PCI 已成为常规,无论风险高低,对所有 PCI 患者都应积极预防(I, C-EO)。PC-AKI 高风险患者,如慢性肾脏疾病(chronic kidney disease, CKD)合并糖尿病^[159]、CTO 病变 PCI^[160]、高龄老年患者^[161]等,更需重点防范,有效预防^[162](I, A)。

选用低、等渗对比剂,PCI 术中减少用量,并通过静脉内扩容性水化利尿,将对比剂尽快排出是目前预防 PC-AKI 发生的最重要策略^[158](I, C-EO)。对心功能正常者,应从 PCI 开始时实施静脉扩容性水化方案(生理盐水 500 ml/h),以患者排尿或膀胱明显充盈和有尿意为水化效果满意的标准;术后继续维持静脉缓慢补液和饮水补液,以 4 h 内排尿至少 1 500 ml 为宜(I, C-EO)。老年人扩容性水化应减半量;对严重心功能降低(LVEF $\leq 40\%$)或慢性心力衰竭患者,术中静脉扩容性水化应控制在 $<1/3$ 常规量,PCI 术中或结束时应常规给予襻利尿剂(I, C-EO),以促进对比剂排出并防心力衰竭加重^[163]。对合并中、重度 CKD 或有肾透析风险者,可使用腔内影像指导的无或很少量对比剂 PCI,或 PCI 后肾透析或血滤排出对比剂(I, C-EO)。另外,他汀类

药物对预防 PC-AKI 有一定效果,PCI 前需常规使用^[164-166](I, A)。PC-AKI 预防措施的推荐意见见表 5^[158-173]。

抗栓治疗

为预防支架内血栓,患者需接受 PCI 前、后的 DAPT,术中肝素化抗凝和必要时 GPI,还需防范出血风险。

一、抗血小板治疗

1. DAPT 方案:临床抗血小板药物包括口服的阿司匹林、P2Y₁₂受体拮抗剂氯吡格雷、替格瑞洛和普拉格雷,以及静脉应用的 GPI 替罗非班和依替巴肽。推荐的阿司匹林负荷量和维持量分别为 300 mg 顿服和 75~100 mg, 1 次/d;氯吡格雷分别为 300~600 mg 顿服和 75 mg, 1 次/d;替格瑞洛分别为 180 mg 顿服和 90 mg, 2 次/d。替罗非班:25 $\mu\text{g/kg}$ 静脉注射,随之 0.15 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 静脉输入维持 12~18 h。对阿司匹林过敏或不耐受患者可用吲哚布芬替代,负荷和维持剂量分别为 200 mg 顿服和 100 mg, 2 次/d^[174]。普拉格雷在我国尚未获批临床应用。

对所有未使用过 DAPT 的 ACS 及慢性冠脉综合征(chronic coronary syndrome, CCS)的患者行急诊或择期 PCI 前,均需使用负荷剂量 DAPT(阿司匹林+替格瑞洛或氯吡格雷),PCI 术后使用维持剂量至少 6 个月至 1 年,后减为单药抗血小板治疗终身服用(I, C-EO);对于已持续 DAPT >1 周者可以不必使用负荷剂量。对于 CCS 患者的 DAPT,推荐阿

表 5 PC-AKI 的预防措施的推荐意见

推荐意见	推荐类别	证据水平
对所有准备行 PCI 患者,无论 PC-AKI 风险高低,均应评估 PC-AKI 的风险并积极预防 ^[158-162, 167]	I	B-NR
术前常规给予他汀类药物 ^[164-166]	I	A
选用等渗或低渗对比剂并控制用量(<350 ml 或 <4 ml/kg 或对比剂总量/eGFR <3.4) ^[168-169]	I	A
术中静脉扩容性水化(生理盐水 500 ml/h)利尿,尽快排出对比剂,以术后 4 h 内尿量 >1 500 ml 为目标 ^[158, 170]	I	B-R
对高龄患者,术中静脉扩容性水化速度和入量应减半,术后 4 h 内排尿量目标不变	I	C-EO
对心功能严重降低(LVEF $\leq 40\%$)的患者,术中静脉扩容性水化应控制在 $<1/3$ 常规量,术中或术毕应常规静脉内给予襻利尿剂利尿,术后排尿 1~2 次,目标量约 500 ml;不可为了排尿而多饮水,以防心力衰竭加重甚至恶化 ^[163, 170]	I	B-R
对合并轻、中度 CKD 患者,术中应使用等渗对比剂和最少用量,或尽可能在 IVUS 指导下实施无对比剂 PCI ^[169, 171-172]	I	A
对合并严重 CKD 或有肾透析风险的患者,尿量正常时,术中应使用等渗对比剂和最少用量,或实施 IVUS 指导下无对比剂 PCI,术中扩容性水化原则和目标同上 ^[169, 171-172]	I	A
对合并严重 CKD 或有肾透析风险、又无尿或少尿的患者,PCI 术前、后应实行防治性血液滤过或透析 ^[158, 173]	I	A

注:PC-AKI 为使用对比剂后急性肾损伤,PCI 为经皮冠状动脉介入治疗,eGFR 为估算的肾小球滤过率,LVEF 为左心室射血分数,CKD 为慢性肾脏疾病,IVUS 为血管内超声



司匹林+氯吡格雷^[175-176];对于有氯吡格雷抵抗、ACS 和缺血高风险 PCI 患者,推荐阿司匹林+替格瑞洛^[5](I, A);如对阿司匹林有禁忌或不能耐受者,可用噻氯匹芬替代^[174]。

GPI 曾是急诊 PCI 中的常规用药,因为严重出血发生率增加,目前只限于术中高血栓负荷、并发冠状动脉慢血流或无复流以及支架内血栓的患者(II a, C-EO)。

2. DAPT 维持时间和降阶:PCI 支架置入术后,为预防支架内血栓形成,DAPT 使用时间为:金属裸支架需 1 个月,第 1 代 DES 需至少 1 年,而目前临床使用的新一代 DES 则可以缩短为 6 个月^[177]。对 ACS 患者,无论 PCI 置入支架与否,DAPT 均需使用 1 年^[4-7, 175](I, A);而 CCS 患者 PCI 支架术后只需 6 个月^[5-6](I, A),可减少大出血风险,并不增加缺血风险^[178-180]。但临床实际中,多根据患者的出血或缺血风险“被动”缩短为 6 个月;甚至也会延长到 12 个月再改成单药抗血小板治疗终身服用。

对高出血风险患者,DAPT 需要降阶治疗,包括使用时间、剂量降阶。PCI 术后早期(<30 d)的降阶治疗会增加缺血风险^[180-182];而阿司匹林+替格瑞洛的 DAPT 在 PCI 术后 3 个月后降阶为替格瑞洛单药治疗,可大幅降低出血风险同时不增加缺血风险^[183]。我国最新研究显示,ACS 患者使用阿司匹林+替格瑞洛治疗后 1 个月,降阶为替格瑞洛单药治疗可显著降低 1 年出血风险,且不增加缺血风险^[184]。

对于缺血高风险患者,DAPT 需延长时,可将替格瑞洛剂量减为 60 mg, 2 次/d,应用到 PCI 术后 1 年或更久(至多 3 年)^[185-187]。对出血和缺血双高危患者,可考虑在完成常规 DAPT 后给予氯吡格雷单药治疗,可显著降低出血和主要不良心血管缺血事件风险^[188]。对 STEMI 伴心房颤动需抗凝治疗的低出血风险患者,可在阿司匹林+氯吡格雷 DAPT 基础上联合小剂量利伐沙班(2.5 mg, 2 次/d)^[189],其中 DAPT 可降阶至 3 个月,高出血风险者降阶至 1 个月^[184](II a, B-R),再改为抗凝+单药抗血小板治疗至少 1 年。抗血小板药物推荐详见表 6^[4, 7, 175, 177-187, 189-207]。

二、抗凝治疗

对所有 ACS 患者,一旦诊断均应开始给予抗凝治疗^[208-209]。STEMI 和极高危 NSTEMI 患者的抗凝治疗均从直接 PCI 或溶栓治疗开始,急诊 PCI 成功结束后通常可以停止^[7];只有因左心室血栓形成,或急诊 PCI 未成功,或并发无复流等并发症,或因

心房颤动需要抗凝的患者需继续规范抗凝治疗^[7]。

1. PCI 术中抗凝治疗:无论是 ACS 患者直接 PCI 还是 CCS 患者择期 PCI,术中均需肝素化抗凝(I, C-EO)。抗凝药物包括普通肝素、低分子肝素、磺达肝癸钠和比伐芦定。普通肝素作为凝血酶间接抑制剂,是传统抗凝药,使用方便,也不受肾功能影响;一直是公认的 PCI 术中标准抗凝用药^[210](I, B-NR),初始剂量 70~100 IU/kg 静脉内推注,以后每小时静脉输注 10~12 IU/kg,以 ACT 维持在 250~350 s 为宜。依诺肝素(属于低分子肝素)有效、安全,不劣于普通肝素^[211-212],也可用于 PCI 术中抗凝(II a, B-R),给药方案是 0.5 mg/kg 静脉内推注,90 min 后再静脉内追加 0.3 mg/kg。比伐芦定为直接凝血酶抑制剂,其优势为抗凝量效关系稳定、出血风险低、不激活血小板,可替代普通肝素用于 PCI 术中抗凝^[87, 154, 213](I, B-R)。对肝素诱导性血小板减少症和高出血风险如高龄或低体重患者,PCI 术中抗凝药首选比伐芦定^[7, 152, 154, 214](I, A)。BRIGHT4 研究及新近基于患者水平的大规模荟萃分析表明,对于 STEMI 患者,直接 PCI 术中运用比伐芦定抗凝(高剂量延长 3 h 方案),较普通肝素可显著降低 30 d 死亡或大出血风险,且并未增加支架内血栓风险^[7, 152-154, 214](I, A)。PCI 术中抗凝不可用磺达肝癸钠,因为其对凝血 II a 因子无抑制作用,有导管内接触性血栓风险。

对于高危 NSTEMI 患者,通常在住院时已使用依诺肝素:皮下注射 1 mg/kg, 12 h/次;如高龄(>75 岁)者为 0.75 mg/kg, q12h;如 eGFR<30 ml·min⁻¹·1.73 m⁻²者为 1 mg/kg, 1 次/d。如 PCI 术中需继续使用依诺肝素,若距末次给药时间<8 h,则无需追加剂量;8~12 h 需静脉内 1 次追加 0.3 mg/kg;如>12 h 则按上述常规方案给予依诺肝素^[7, 211-212](II a, B-R)。对已使用磺达肝癸钠抗凝的患者,PCI 术中必须追加负荷量普通肝素(50~70 IU/kg)以防导管内接触性血栓形成^[6-7, 215](I, B-R)。

2. 重要的循证医学证据:关于 ACS 患者直接 PCI 术中抗凝治疗,近年来最重要的研究成果是明确了比伐芦定抗凝的最佳方案。国际临床研究表明 STEMI 患者直接 PCI 术中抗凝并常规使用 GPI 时,比伐芦定较普通肝素能显著降低死亡和大出血风险^[216];而不常规应用 GPI 时,比伐芦定显著增加了 30 d 支架内血栓发生率^[217-218]。针对支架内血栓问题,我国的 BRIGHT 研究入选了 2 194 例拟行急诊 PCI 的 AMI 患者(其中 STEMI 占 87.7%),按 1:1:1 的



表6 PCI术后抗血小板治疗推荐意见

推荐意见	推荐类别	证据水平
慢性冠脉综合征		
对拟行择期PCI患者,术前均应给予阿司匹林+氯吡格雷的DAPT负荷量口服 ^[175, 190]	I	A
PCI术中病变处和支架内血栓形成等紧急情况下,应使用GPI	II a	C-EO
PCI术后,无论置入何种类型药物洗脱支架,阿司匹林+氯吡格雷DAPT至少6个月 ^[191-194]	I	A
PCI术后单抗抗血小板治疗,建议长期口服阿司匹林75~100 mg, 1次/d	I	A
对于支架内再狭窄病变,使用药物球囊治疗的患者,DAPT需6个月 ^[195-196]	II a	B-R
对缺血高危、出血低危的患者,DAPT需>12个月 ^[191-194]	II a	A
高危病变置入支架患者(如左主干病变、多支病变和小血管病变行PCI或置入多枚支架者),DAPT 12个月后可延长至2年;若对阿司匹林不耐受者,可以吲哚布芬替代 ^[191-194]	II a	C-LD
置入生物可吸收支架患者,在支架完全被吸收前仍可能有缺血风险,因此DAPT需>12个月,直到估计支架完全被吸收	II a	C-EO
对于高出血风险(PRECISE-DAPT≥25分)患者,DAPT 3个月 ^[197-198]	II a	A
对支架置入后已发生威胁生命的严重出血的患者,DAPT可降至1个月 ^[178, 184]	II a	B-R
NSTE-ACS		
所有NSTE-ACS患者,只要无禁忌证,均应给予DAPT 12个月,初始口服负荷量,然后维持量 ^[175, 190]	I	A
急诊PCI时,DAPT的P2Y ₁₂ 受体拮抗剂应首选替格瑞洛,在替格瑞洛不耐受或有禁忌证时,可用氯吡格雷 ^[4, 7]	I	B-R
PCI术中,在并发动脉无复流或发生血栓并发症等紧急情况下,应考虑使用GPI	II a	C-EO
PCI术中,不应常规使用GPI ^[177]	III-Hm	A
对于术后出血风险较高(PRECISE-DAPT≥25分)的患者,DAPT应考虑降至6个月 ^[177, 179, 199]	II a	A
置入生物可吸收支架的患者,在支架完全被吸收前仍可能有缺血风险,DAPT需>12个月,直到估计支架完全被吸收	II a	C-EO
ACS患者接受强效DAPT 12个月期间,若患者不耐受替格瑞洛,以血小板功能测试指导P2Y ₁₂ 受体拮抗剂的降阶治疗(改为氯吡格雷)可以作为替代策略 ^[180-182]	II a	A
对于缺血风险高且无严重出血并发症的ACS患者,可以考虑继续使用DAPT超过12个月 ^[177-187, 200-204]	II a	A
对于有高缺血风险、能耐受DAPT且无出血并发症的患者,DAPT需>12个月时,可将替格瑞洛剂量降阶为60 mg, 2次/d ^[185-187]	II a	B-NR
对于既往无卒中/TIA病史、缺血风险高、出血风险低,对替格瑞洛不耐受的ACS患者,可考虑服用阿司匹林+氯吡格雷的DAPT联用低剂量利伐沙班(2.5 mg, 2次/d)1年 ^[189]	II b	B-R
STEMI		
在直接PCI术前,所有患者若无禁忌证,应给予强效DAPT(阿司匹林+替格瑞洛)负荷量,次日起给予维持量持续12个月,再改为单抗抗血小板(阿司匹林)长期服用。如行溶栓治疗,则P2Y ₁₂ 受体拮抗剂应使用氯吡格雷,且负荷量为300 mg ^[205-206]	I	A
急诊PCI术中,如病变血栓负荷重或发生冠状动脉无复流或支架内血栓时,应考虑使用GPI	II a	C-EO
强效DAPT中,推荐低剂量(75~100 mg)阿司匹林;如替格瑞洛有禁忌证或无法获得,则使用氯吡格雷 ^[206]	I	A
对于严重出血高危患者,DAPT应降阶为3个月,再改为单抗抗血小板治疗;若DAPT降阶至<3个月,降阶后的单抗抗血小板治疗应使用替格瑞洛 ^[183-184, 199]	II a	B-R
对于支架置入术后,有口服抗凝药指征并已使用的患者,DAPT应使用氯吡格雷且降阶至3个月,再改为氯吡格雷单抗抗血小板+抗凝治疗,维持1年,其后维持长期抗凝治疗 ^[183-184, 199, 207]	II a	B-R
对于有左室血栓的患者,应给予DAPT+抗凝三联抗栓治疗3个月,并在影像学指导下停用抗凝治疗	II a	C-LD
对于复杂病变高缺血风险患者,需强效DAPT 12个月以上时,替格瑞洛剂量可降阶为60 mg, 2次/d,最长可以考虑延长至3年 ^[185-187, 200]	II b	B-NR
对于替格瑞洛不耐受、接受阿司匹林+氯吡格雷DAPT的高缺血风险而低出血风险患者,可考虑加用低剂量利伐沙班(2.5 mg, 2次/d) ^[189]	II b	B-NR
需要DAPT+口服抗凝的三联抗栓治疗时,不可使用替格瑞洛	III-Hm	C-EO

注:PCI为经皮冠状动脉介入治疗,DAPT为双联抗血小板治疗,GPI为血小板糖蛋白IIb/IIIa受体抑制剂,NSTE-ACS为非ST段抬高型急性冠脉综合征,ACS为急性冠脉综合征,TIA为短暂性脑缺血发作,STEMI为急性ST段抬高型心肌梗死

比例对患者随机分组,分别接受比伐芦定、普通肝素单抗或普通肝素+替罗非班治疗,并针对比伐芦定半

衰期短(25 min)的不足,创新制定了PCI结束后延长比伐芦定3 h方案,结果显示比伐芦定组30 d净



不良临床事件和出血风险均显著降低,并不增加支架内血栓风险^[152]。随后国际研究显示,比伐芦定延长与否对支架内血栓结局无明显影响,血栓事件风险考虑与超过半数患者使用了低剂量比伐芦定有关^[208];而高剂量比伐芦定的缺血事件和支架内血栓风险均显著降低^[219]。另一项研究中,虽然使用了高剂量的比伐芦定,但6个月主要终点事件发生率并未显著降低,原因为延长时间太短(平均57 min)^[214];只在STEMI亚组,比伐芦定支架内血栓风险较低^[220]。我国的BRIGHT-4研究,入选6 016例STEMI患者,按1:1的比例随机分为比伐芦定(延长3 h方案)或普通肝素组,结果显示比伐芦定较普通肝素使30 d全因死亡和主要出血的复合终点事件发生率降低了31%^[153-154],也未增加支架内血栓风险;进一步证明了对我国患者,比伐芦定延长方案既降低出血风险,又不增加支架内血栓风险。

3. 术后抗凝治疗:急诊或择期PCI术后一般不再需要常规抗凝治疗^[7],除非高危、复杂PCI或有无复流等并发症或有需要抗凝的临床合并症(例如心房颤动、既往机械瓣植入、下肢静脉血栓、肺栓塞或心腔内血栓形成)或长期卧床患者,需要使用预防剂量的抗凝药物,如华法林或非维生素K拮抗剂口服抗凝药(non-vitamin K antagonist oral anticoagulant, NOAC)阿哌沙班、利伐沙班、艾多沙班或达比加群^[189]。我国有研究显示,择期PCI术后(5~6 h开始)短期中、小剂量肝素抗凝能降低30、180 d全因死亡和2年血运重建、主要不良心脑血管事件风险,并不增加出血风险^[221];而RIGHT研究则显示,STEMI患者直接PCI后延长小剂量抗凝48 h,并无临床获益,也不增加出血风险^[222]。PCI围术期抗凝药物推荐详见表7^[7, 87, 152-154, 208-215, 222-223]。

三、特殊人群的抗栓治疗

1. 高龄(≥ 75 岁)冠心病患者:冠状动脉病变往往严重而复杂,呈多支、弥漫和严重钙化伴心功能差者多见,对PCI技术要求高、风险大,缺血和出血风险均高。建议DAPT选择阿司匹林+氯吡格雷,标准疗程为12个月,可根据患者缺血与出血风险缩短或延长。

2. 合并糖尿病患者:多支、弥漫、严重和小血管等复杂病变多见,缺血风险高。建议DAPT首选阿司匹林+替格瑞洛,至少12个月^[223];对无严重出血并发症的患者,DAPT可延长至12个月以上(替格瑞洛应降阶减量),最长不应超过3年^[224-225]。

3. 合并CKD患者:CKD患者是血栓和出血风险均高危的人群,DAPT首选阿司匹林+替格瑞洛,后者受肾功能影响小。PIANO-3ESRD研究显示,接受血液透析的患者,替格瑞洛抗血小板作用较氯吡格雷更强,能够减少不良心血管事件的发生,且不增加出血风险。但对CKD 5期($\text{eGFR} < 15 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 1.73 \text{ m}^{-2}$)患者,尚无证据^[226]。

4. 冠状动脉复杂病变患者:对大隐静脉桥血管病变尤其是退行性桥堵塞病变的PCI,冠状动脉慢血流甚至无复流并发症的发生率高达近50%,这是由血栓和(或)斑块碎屑栓塞所致,需常规使用滤网导丝保护装置,能有效预防(I, C-EO)。与冠状动脉其他复杂病变如多支血管、弥漫性、左主干和分叉等病变一样,DAPT建议首选替格瑞洛^[227]。

5. 氯吡格雷抵抗患者:即CYP2C19慢代谢型或血小板功能检测提示有残余高反应患者,应选替格瑞洛(I, C-EO)。

6. 接受非心脏外科手术患者:主要是外科手术出血和冠状动脉血栓风险的冲突。对需尽早行择期外科手术如肿瘤且心血管事件低危患者,术前5~7 d开始停用DAPT,可给予GPI或低分子肝素“桥接”,术后保证无出血风险时恢复用药。

7. 合并心房颤动患者:对CHA₂DS₂-VASc评分 ≥ 2 分、HAS-BLED ≤ 2 分的CCS和ACS合并心房颤动置入冠状动脉支架的患者,均应根据缺血与出血风险大小,给予DAPT(阿司匹林+氯吡格雷)+口服抗凝药的三联抗栓治疗1~6个月^[5-6, 228-229],并优选NOAC^[230-236](I, A),然后改用单药抗血小板治疗(阿司匹林或氯吡格雷)加口服抗凝药的双联抗栓治疗至12个月(II a, A),再以口服抗凝药维持^[5-6](II a, B-R)。对于急诊PCI已置入支架的ACS合并心房颤动、CHA₂DS₂-VASc评分 ≥ 1 分(男性)或 ≥ 2 分(女性)的患者,虽然国际上推荐DAPT+NOAC标准剂量三联抗栓治疗1周后停用阿司匹林^[7],继续双联抗栓治疗12个月(I, A)^[7, 228],但考虑到预防支架血栓是重中之重,目前对中国患者急诊PCI术后优先予DAPT,延迟1~2个月开始抗凝可能是有益且更安全的选择^[12, 184-185](II a, C-EO)。同理,对HAS-BLED ≥ 3 分的出血高风险合并心房颤动患者,国际上虽然也推荐DAPT(阿司匹林+氯吡格雷)联合口服抗凝药物1周的方案(II a, A)^[7, 228, 230];但对同时合并心房颤动和高出血风险的ACS患者,直接PCI应以“非必要不置入支架”为原则(I, C-EO),也为择期CABG提供了机会。对于DAPT+口服抗



表 7 PCI 围术期抗凝治疗推荐意见

推荐意见	推荐类别	证据水平
慢性冠脉综合征		
所有患者,PCI 术中均需肝素化抗凝,推荐 UFH,标准抗凝剂量为 70~100 IU/kg,每小时追加 10~12 IU/kg,维持 ACT 250~350 s ^[210]	I	B-NR
对 HIT 患者,PCI 术中应使用比伐芦定抗凝:0.75 mg/kg,弹丸式注射;随后 1.75 mg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹ 维持,直到手术结束后 3~4 h ^[152, 214]	I	A
对高出血风险的患者,PCI 术中也应使用比伐芦定替代 UFH 抗凝,用法同上 ^[152-154, 214]	II a	A
也可考虑用依诺肝素替代 UFH 抗凝:静脉注射 0.5 mg/kg;90 min 后再追加 0.3 mg/kg ^[211-212]	II a	B-R
NSTE-ACS		
所有患者在 PCI 术中,都必须使用静脉肝素化抗凝治疗 ^[211]	I	A
推荐使用 UFH (70~100 IU/kg,或与 GPI 联合使用时剂量为 50~70 IU/kg;推荐 ACT 目标范围为 250~350 s,如果与 GPI 联用则目标值为 200~250 s)	I	A
当不能在规定时间内将患者转运到有条件行 PCI 的医院时,推荐使用磺达肝癸钠 2.5 mg/d,皮下注射(肌酐清除率<20 ml/min 者禁用);PCI 术中须补给 UFH 50~70 IU/kg ^[215]	I	B-R
应根据患者的缺血和出血风险评估结果以及药物有效性和安全性来选择抗凝药物	I	C-EO
对于已皮下注射依诺肝素的患者(1 mg/kg,1 次/12 h;肾小球滤过率<30 ml·min ⁻¹ ·1.73 m ⁻² 者为 1 mg/kg,1 次/d;>75 岁人群:0.75 mg/kg,1 次/12 h),PCI 术中应考虑继续使用依诺肝素。若距最后给药时间<8 h,则不必追加依诺肝素;若 8~12 h,则应追加 0.3 mg/kg,静脉注射;若>12 h,则应按常规方案给予依诺肝素(先静脉注射 0.5 mg/kg,90 min 后再追加 0.3 mg/kg) ^[211-212, 223]	II a	B-R
PCI 术后应考虑停止常规抗凝治疗,但有其他指征时例外 ^[7, 222]	II a	C-EO
对于出血高危患者,可考虑使用比伐芦定替代 UFH ^[208]	I	A
不推荐交叉使用 UFH 和低分子肝素	III-Hm	C-EO
STEMI		
所有患者直接 PCI 术中都应肝素化抗凝,给予 UFH,剂量同 NSTE-ACS,必要时需(但不常规)使用 GPI ^[211]	I	C-EO
直接 PCI 术中,使用 UFH 抗凝联用 GPI 时,剂量同 NSTE-ACS ^[209]	I	C-EO
对 HIT 患者,直接 PCI 术中应使用比伐芦定抗凝,剂量为 0.75 mg/kg,静脉弹丸式注射,继以 1.75 mg·kg ⁻¹ ·h ⁻¹ ,静脉持续输注维持,并采用手术结束后再延长 3 h 方案 ^[152-154, 214]	I	A
直接 PCI 术中,选用比伐芦定替代 UFH 抗凝 ^[7, 87, 152-154, 213]	I	A
直接 PCI 术中,也可考虑使用依诺肝素抗凝,常规方案为 0.5 mg/kg,静脉内推注,90 min 后再追加 0.3 mg/kg ^[211-212]	II a	B-R
对高出血风险患者,PCI 术中应考虑常规使用比伐芦定抗凝,用药剂量和术后延长 3 h 方案同上 ^[208]	I	A
磺达肝癸钠不推荐用于直接 PCI 术中抗凝	III-Hm	C-EO

注:PCI 为经皮冠状动脉介入治疗,UFH 为普通肝素,ACT 为激活凝血时间,HIT 为肝素诱导的血小板减少症,NSTE-ACS 为非 ST 段抬高型急性冠脉综合征,GPI 为血小板糖蛋白 II b/III a 受体抑制剂,STEMI 为急性 ST 段抬高型心肌梗死

凝药治疗只能使用维生素 K 拮抗剂时,应剂量降阶,使国际标准化比值维持在 2.0~2.5,并使其保持在此范围的达标率>70%^[7, 228](II a, B-R)。另外,在三联抗栓方案中,不可使用替格瑞洛(III-Hm, C-EO),并应常规给予质子泵抑制剂(I, C-EO)。对高龄(≥75 岁)、低体重(≤60 kg)、血肌酐≥1.5 mg/dl (133 μmol/L) 高出血风险患者,NOAC 也应降阶剂量使用(I, C-EO):阿哌沙班从 5 mg, 2 次/d 减量为 2.5 mg, 2 次/d;如果肌酐清除率低(30~50 ml/min),或同时使用维拉帕米、奎尼丁或决奈达隆,则达比加群、艾多沙班则宜从 150 mg, 2 次/d 和 60 mg, 1 次/d 分别减量为 110 mg, 2 次/d 和 30 mg, 1 次/d;如果肌酐清除率低至 30~49 ml/min,

则利伐沙班应从 20 mg, 1 次/d 减量至 15 mg, 1 次/d (I, C-EO)。

其他药物治疗

无论是急诊或择期 PCI 术后,为了预防支架内血栓、心肌缺血事件和出血并发症,还需予以药物治疗。对 STEMI 和 NSTEMI 患者,除了监测和维持生命体征外,还应给予指南推荐的药物治疗,重点防治恶性心律失常、心源性休克、急性心力衰竭、机械并发症以及血栓、栓塞并发症,以降低主要不良心脑血管事件^[237]。对于 STEMI 患者,还应给予促进心肌微血管再灌注^[4, 12, 238]、防治心肌无复流和心



肌缺血再灌注损伤的药物。其他治疗包括控制危险因素、康复治疗以及定期随访。

一、抗心肌缺血、无复流和再灌注损伤

对冠状动脉多支、弥漫病变 CCS 患者,PCI 术后应常规给予抗心肌缺血药物,包括硝酸酯(除头痛副作用不耐受者外)、 β 受体阻滞剂和钙通道阻滞剂,防治劳力性心绞痛(I, C-EO);长效硝酸酯类和钙通道阻滞剂也可防治术后自发性心绞痛,尤其是以夜间、凌晨发作为特点的变异性心绞痛。对临床心绞痛症状不典型、怀疑微血管性心绞痛者,应给予尼可地尔等扩张微血管的药物治疗(I, C-EO)。

ACS 患者急诊 PCI 术后应继续抗心肌缺血治疗,首选口服长效硝酸酯和 β 受体阻滞剂,前者是静脉给药的继续(I, C-EO)。对 STEMI 患者,急诊 PCI 后还需促进心肌再灌注^[4, 12, 238],防治心肌无复流和再灌注损伤,可使用腺苷、尼可地尔和中药通心络^[237-239](II a, B-R);进一步挽救缺血心肌、保护心功能和减少并发症,以改善预后(I, C-EO)。

二、防治心力衰竭

冠心病导致的射血分数降低的心力衰竭是慢性心力衰竭和冠心病死亡的主要原因。对 STEMI/NSTEMI 后心功能明显降低(LVEF $\leq$ 40%)的患者,如无禁忌证均需在利尿剂基础上,使用足量 β 受体阻滞剂、血管紧张素转换酶抑制剂/血管紧张素 II 受体阻滞剂、醛固酮受体拮抗剂、血管紧张素受体脑啡肽酶抑制剂^[240-241]和钠-葡萄糖协同转运蛋白 2 抑制剂^[242-243],上述治疗可防治心力衰竭,改善预后(I, A)。对缺血性心肌病患者,还应使用长效硝酸酯类药物(I, B-NR)和 β 受体阻滞剂(I, A)抗缺血治疗;对心率偏快者可加用伊伐布雷定(II a, B-R);对血压偏低者应加用中药芪苈强心^[244-245](II a, B-R)。

三、控制危险因素

冠心病危险因素是促进冠状动脉乃至全身动脉粥样硬化发生和进展的主要风险因素。控制危险因素是 CCS 和 ACS 二级预防的重要内容和措施,可以稳定冠状动脉病变,预防心血管事件再发。

1. 降脂治疗:低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)是冠状动脉以及全身动脉粥样硬化病变产生和进展的重要原因。ACS 或 CCS 患者 PCI 术后,无论 LDL-C 基线水平如何,都应常规给予强化降脂治疗并达标维持(I, A)。首选他汀类药物,不耐受或应用常规剂量仍不能达

标时可联合应用依折麦布(I, B-R),仍不达标或疑有家族性高胆固醇血症的患者可使用前蛋白转化酶-枯草溶菌 9 (proprotein convertase subtilisin/kexin type 9, PCSK9)抑制剂^[246-247](I, A),以降低心血管事件残余风险并预防复发。其中,英克司兰是一种新型靶向长效 PCSK9 抑制剂,通过小 RNA 干扰机制在肝细胞内从上游阻断 PCSK9 蛋白合成,平均 LDL-C 降幅达 49.4%^[248],每年仅需注射 2 次(第 1 年注射 3 次),有助于提高长期降脂治疗的依从性。两项心血管结局研究的探索性分析显示,英克司兰治疗 18 个月可使患者主要不良心血管事件(心血管死亡及非致死性心肌梗死)风险降低 25%^[249]。对于 ACS 患者,无论是否接受 PCI 治疗,均应及早给予他汀类药物治疗;若 2 年内再发血管事件,则应将 LDL-C 目标值降至 <1.0 mmol/L^[13],以进一步降低心血管事件再发风险。

2. 降压治疗:冠心病合并高血压很常见,需给予降压药物治疗并达标,以防冠状动脉粥样硬化进展和加重。不考虑年龄,降压治疗应先达目标血压值 $<140/90$ mmHg;如无头晕等不良反应,隔 2~4 周再缓慢降至 $<130/80$ mmHg (120/70 mmHg 左右)^[250-252](I, A)。推荐使用血管紧张素转换酶抑制剂/血管紧张素 II 受体阻滞剂/血管紧张素受体脑啡肽酶抑制剂、 β 受体阻滞剂^[253-254](I, A),可保护靶器官和心功能、抗心力衰竭;血压控制不理想时,可加用钙拮抗剂或利尿剂。ACS 尤其是 STEMI 患者如无禁忌证,应尽早用药,既能防治心力衰竭并发症还可改善远期预后^[4](I, A)。

3. 降糖治疗:糖尿病是冠心病的等危症和常见合并症,通过高血糖促进冠状动脉和全身动脉粥样硬化发生和进展。ACS 患者可出现应激性高血糖,无论有无糖尿病史,入院后均应进行血糖监测评估,对高血糖者给予降血糖治疗。降糖药物首选二甲双胍和钠-葡萄糖协同转运蛋白 2 抑制剂^[242-243]或胰高血糖素样肽 1 受体激动剂^[254-255],必要时给予静脉胰岛素。对合并糖尿病患者,继续原治疗方案外,还应给予糖尿病饮食和生活方式的干预,并将糖化血红蛋白控制在 7% 以下^[225](I, A)。

ACS 多支病变患者择期 PCI 时机和策略

对于所有多支血管病变的 STEMI 患者,传统急诊 PCI 仅处理罪犯病变,需择期处理非 IRA,达到冠状动脉完全血运重建,以改善患者的预后^[256](I,



A)。对于择期 PCI 的时机,尽管 MULTISTAR AMI 研究显示,在急诊 PCI 开通 IRA 同期对非 IRA 行 PCI 并不劣于择期 PCI^[257],但目前国际指南推荐略有区别:2021 年 ACC/AHA 冠状动脉血运重建指南^[5]及 2025 年美国五大学会 ACS 管理指南^[87]推荐择期 PCI(Ⅰ,A)或 CABG(Ⅱa,C-EO),仅病情稳定患者的简单病变可同期 PCI(Ⅱb,B-R);而 2023 年欧洲心脏病学会的 ACS 处理指南则推荐同期或 45 d 内行择期 PCI(Ⅰ,A),强调对非 IRA 行 PCI 要依据冠状动脉造影显示的严重狭窄(Ⅰ,B),不可对非 IRA 同期行功能性评价^[7](Ⅲ-NB,C-EO)。参照我国《急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)》^[4],考虑 STEMI 急救场景中紧急状态和高风险性,本指南仍推荐在患者病情恢复稳定、安全的前提下,于出院前(发病后>1 周)或出院后 45 d 内完成择期 PCI 或 CABG(Ⅰ,B-R)。对于并发了心源性休克、心力衰竭或心功能明显降低(LVEF<40%)的病情危重者,往往需优先强化抗心力衰竭药物治疗,建议先出院待心功能稳定或改善后,于术后 3~6 个月再择期行 PCI 或 CABG(Ⅱa,C-EO)。期间若患者缺血症状再发,如为复杂高危有介入治疗指征的病例,需在机械循环支持下行直接 PCI,或择期 PCI 或 CABG(Ⅰ,A)。对于 NSTEMI 伴冠状动脉左主干+多支病变和缺血性心肌病患者,首选 CABG^[50](Ⅰ,B-R);如因禁忌证、合并症如卒中、慢性阻塞性肺疾病、肾功能衰竭透析,以及其他高风险因素如高龄(≥75 岁)、低体重女性、虚弱,或冠状动脉血管条件差如细小弥漫病变,经过外科会诊不适合行 CABG 的患者,可根据风险评估,考虑在机械循环支持下,对缺血相关的冠状动脉严重狭窄病变,以简单策略分次实施 PCI(Ⅱa,C-EO);对高出血风险患者应采取“非必须不置入支架”的干预策略(Ⅱa,C-EO)。

康复治疗

心脏康复是以患者恢复身、心健康为目标的冠心病二级预防的重要组成部分和措施。主要包括运动促进心功能恢复,纠正不良生活方式包括戒烟、限酒和合理膳食,以及减肥、心理调整等。不仅可提高运动耐量及生存质量,同时还可以减少心血管事件的发生,降低心血管死亡^[205, 258-260]。ACS 患者 PCI 术后,有条件时建议实施以合理运动为主的康复治疗(Ⅱa,A)。对中国 PCI 后患者进行的 RCT

结果表明:运动基础上加用中药养心氏片可更好提高患者 PCI 术后心肺运动试验评估的运动耐量,尤其是能够改善 PCI 患者的焦虑抑郁状态^[261]。合理膳食应低盐、低脂饮食,控制总热量的摄取,减少富含饱和脂肪酸、反式脂肪酸以及胆固醇的食物摄入。严格限制饮酒,男性≤20 g/d,非孕期女性≤10 g/d。戒烟及避免被动吸烟。肥胖患者 6~12 个月减轻体重 5%~10%,控制体重指数≤25 kg/m²。科学评估患者心理状态,帮助患者消除心理负担或压力,存在抑郁或焦虑症状的患者应辅以药物治疗^[262-263]。还应对患者进行宣传教育,普及冠心病防治知识,预防心血管事件再发。

术后随访

对所有行 PCI 的患者,尤其是 STEMI/NSTEMI 或冠状动脉多支病变、复杂病变患者,应常规于术后 1、3、6、和 12 个月进行门诊随访,此后每年 1 次^[245](Ⅰ,C-EO);完善心电图及血、尿、便常规+尿、便潜血和生化全套等检查,对慢性心力衰竭或心功能降低者还应择时行超声心动图和心力衰竭标志物检测;并根据病情变化和检查结果及时调整药物,确保给予指南推荐的药物治疗(Ⅰ,C-EO);以促进心功能恢复和稳定,防止心血管事件再发。随访期间,患者一旦再发心肌缺血症状,建议及时行冠状动脉造影,必要时行 PCI 或 CABG(Ⅰ,C-EO);如无症状,则建议 12 个月后复查冠状动脉 CT 血管成像或必要时冠状动脉造影明确冠状动脉支架和其他冠状动脉血管通畅情况(Ⅱa,C-EO)。对特殊高危患者(如无保护左主干病变),术后 12 个月建议复查冠状动脉造影(Ⅱa,C-EO)。PCI 术后≥2 年患者,如无禁忌可定期(如每年)行心脏负荷试验,对负荷试验显示有明显心肌缺血者,建议行冠状动脉 CT 血管成像或造影,必要时行 PCI 或 CABG(Ⅰ,C-EO)。

此版 PCI 指南的更新,以国际和国内的新近临床研究为依据。推荐级别和证据水平均采用 ACC/AHA 新的细化标准,在上一版中国 PCI 指南基础上,参考国际最新相关指南,从严格 PCI 指征、规范技术操作、确保患者安全、术后治疗及二级预防等方面,结合我国专家主导完成的研究证据和实践经验给出推荐意见,突出了新技术、新药械的临床应用,为我国各级医院心血管病医师、PCI 术者提供参考和指导。



执笔专家组成员(按姓氏拼音排序):陈玉国(山东大学齐鲁医院),丛洪良(天津市胸科医院),窦克非(中国医学科学院阜外医院),伏蕊(中国医学科学院阜外医院),李传保(山东大学齐鲁医院),王乐(天津市胸科医院),王焱(厦门大学附属心血管病医院),王禹(新里程健康集团太原西山总医院),杨敏(中国医学科学院阜外医院),杨跃进(中国医学科学院阜外医院),叶涛(厦门大学附属心血管病医院),由倍安(山东大学齐鲁医院),张敬霞(天津市胸科医院)

指导专家组成员(按姓氏拼音排序):陈义汉(同济大学附属东方医院),高润霖(中国医学科学院阜外医院),葛均波(复旦大学附属中山医院),韩雅玲(解放军北部战区总医院),马长生(首都医科大学附属北京安贞医院),王建安(浙江大学医学院附属第二医院),于波(哈尔滨医科大学附属第二医院),张运(山东大学齐鲁医院)

专家组成员(按姓氏拼音排序):陈玉国(山东大学齐鲁医院),陈绍良(南京医科大学附属南京第一医院),陈文强(山东大学齐鲁医院),丛洪良(天津市胸科医院),崔孔勇(中国医学科学院阜外医院),程标(四川省人民医院),窦克非(中国医学科学院阜外医院),伏蕊(中国医学科学院阜外医院),付乃宽(天津市胸科医院),高传玉(阜外华中心血管病医院),葛雷(复旦大学附属中山医院),郭丽君(北京大学第三医院),郭小梅(华中科技大学同济医学院附属同济医院),候静波(哈尔滨医科大学附属第二医院),李传保(山东大学齐鲁医院),李春坚(南京医科大学第一附属医院),李丽(广州市红十字会医院暨南大学医学院第四附属医院),李勇(山东大学齐鲁医院),李洋(解放军北部战区总医院),李毅(解放军北部战区总医院),林文华(天津市泰达国际心血管病医院),刘斌(吉林大学第二医院),刘汝刚(山东大学齐鲁医院),栾波(辽宁省人民医院),雷新军(西安交通大学第一附属医院),梁春(海军军医大学第二附属医院),梁振洋(解放军北部战区总医院),马根山(东南大学附属中大医院),马剑英(复旦大学附属中山医院),钱杰(中国医学科学院阜外医院),裘淼涵(解放军北部战区总医院),任利辉(首都医科大学附属北京世纪坛医院),沈成兴(上海市第六人民医院),沈珠军(北京协和医院),史冬梅(首都医科大学附属北京安贞医院),宋耀明(陆军军医大学第二附属医院),佟倩(吉林大学第一医院),王耿(解放军北部战区总医院),王乐(天津市胸科医院),王乐丰(北京朝阳医院),王焱(厦门大学附属心血管病医院),王禹(新里程健康集团太原西山总医院),王钊(新疆维吾尔自治区人民医院),魏述建(山东大学齐鲁医院),吴强(贵州省人民医院),徐凯(解放军北部战区总医院),徐亚伟(上海市第十人民医院),杨敏(中国医学科学院阜外医院),杨树森(哈尔滨医科大学附属第一医院),杨跃进(中国医学科学院阜外医院),叶涛(厦门大学附属心血管病医院),由倍安(山东大学齐鲁医院),袁祖贻(西安交通大学医学院第一附属医院),苑海涛(山东省立医院),张亚臣(上海交通大学医学院附属新华医院),张斌(广东省人民医院),张军(沧州市中心医院),张敬霞(天津市胸

科医院),张立(四川大学华西医院),张瑞岩(上海交通大学医学院附属瑞金医院),张俊杰(南京医科大学附属南京第一医院),周斌全(浙江大学附属邵逸夫医院),周宁(陕西省人民医院),钟一鸣(赣南医学院第一附属医院)

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] 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)[J]. 中华心血管病杂志, 2016, 44(5):382-400. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2016.05.006.
- [2] 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组,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2012(简本)[J]. 中华心血管病杂志, 2012, 40(4):271-277. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2012.04.003.
- [3] 中华医学会心血管病学分会,中华心血管病杂志编辑委员会. 经皮冠状动脉介入治疗指南(2009)[J]. 中华心血管病杂志, 2009, 37(1): 4-25. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2009.01.003.
- [4] 中华医学会心血管病学分会,中华心血管病杂志编辑委员会. 急性ST段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019)[J]. 中华心血管病杂志, 2019, 47(10):766-783. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2019.10.003.
- [5] Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for coronary artery revascularization: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines[J]. Circulation, 2022, 145(3):e18-e114. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001038.
- [6] Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization [J]. Eur Heart J, 2019, 40(2): 87-165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394.
- [7] Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes[J]. Eur Heart J, 2023, 44(38):3720-3826. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad191.
- [8] Virani SS, Newby LK, Arnold SV, et al. 2023 AHA/ACC/ACCP/ASPC/NLA/PCNA Guideline for the management of patients with chronic coronary disease: a report of the American Heart Association/American College of Cardiology Joint Committee on Clinical Practice Guidelines[J]. Circulation, 2023, 148(9): e9-e119. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001168.
- [9] Knuuti J, Wijns W, Saraste A, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes[J]. Eur Heart J, 2020, 41(3): 407-477. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz425.
- [10] Byrne RA, Fremes S, Capodanno D, et al. 2022 Joint ESC/EACTS review of the 2018 guideline recommendations on the revascularization of left main coronary artery disease in patients at low surgical risk and anatomy suitable for PCI or CABG[J]. Eur Heart J, 2023, 44(41): 4310-4320. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad476.
- [11] Collet JP, Thiele H, Barbato E, et al. 2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in



- patients presenting without persistent ST-segment elevation[J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(14): 1289-1367. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa575.
- [12] Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC) [J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(2): 119-177. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx393.
- [13] Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, et al. 2015 ACC/AHA/SCAI focused update on primary percutaneous coronary intervention for patients with ST-elevation myocardial infarction: an update of the 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for percutaneous coronary intervention and the 2013 ACCF/AHA Guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 67(10): 1235-1250. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.10.005.
- [14] Amsterdam EA, Wenger NK, Brindis RG, et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the management of patients with non-ST-elevation acute coronary syndromes: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines[J]. *Circulation*, 2014, 130(25): 2354-2394. DOI: 10.1161/CIR.000000000000133.
- [15] Windecker S, Stortecky S, Stefanini GG, et al. Revascularisation versus medical treatment in patients with stable coronary artery disease: network meta-analysis[J]. *BMJ*, 2014, 348: g3859. DOI: 10.1136/bmj.g3859.
- [16] Xaplanteris P, Fournier S, Pijls N, et al. Five-year outcomes with PCI guided by fractional flow reserve[J]. *N Engl J Med*, 2018, 379(3): 250-259. DOI: 10.1056/NEJMoa1803538.
- [17] Zimmermann FM, Omerovic E, Fournier S, et al. Fractional flow reserve-guided percutaneous coronary intervention vs. medical therapy for patients with stable coronary lesions: meta-analysis of individual patient data[J]. *Eur Heart J*, 2019, 40(2): 180-186. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy812.
- [18] Koo BK, Hu X, Kang J, et al. Fractional flow reserve or intravascular ultrasonography to guide PCI[J]. *N Engl J Med*, 2022, 387(9): 779-789. DOI: 10.1056/NEJMoa2201546.
- [19] Xu B, Tu S, Qiao S, et al. Diagnostic accuracy of angiography-based quantitative flow ratio measurements for online assessment of coronary stenosis[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 70(25): 3077-3087. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.10.035.
- [20] Westra J, Andersen BK, Campo G, et al. Diagnostic performance of in-procedure angiography-derived quantitative flow reserve compared to pressure-derived fractional flow reserve: the FAVOR II Europe-Japan Study [J]. *J Am Heart Assoc*, 2018, 7(14): e009603. DOI: 10.1161/JAHA.118.009603.
- [21] Xu B, Tu S, Song L, et al. Angiographic quantitative flow ratio-guided coronary intervention (FAVOR III China): a multicentre, randomised, sham-controlled trial[J]. *Lancet*, 2021, 398(10317): 2149-2159. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)02248-0.
- [22] Song L, Xu B, Tu S, et al. 2-year outcomes of angiographic quantitative flow ratio-guided coronary interventions[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022, 80(22): 2089-2101. DOI: 10.1016/j.jacc.2022.09.007.
- [23] Waksman R, Legutko J, Singh J, et al. FIRST: fractional flow reserve and intravascular ultrasound relationship study [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2013, 61(9): 917-923. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.12.012.
- [24] de la Torre Hernandez JM, Hernández Hernandez F, Alfonso F, et al. Prospective application of pre-defined intravascular ultrasound criteria for assessment of intermediate left main coronary artery lesions results from the multicenter LITRO study[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011, 58(4): 351-358. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.02.064.
- [25] Park SJ, Ahn JM, Kang SJ, et al. Intravascular ultrasound-derived minimal lumen area criteria for functionally significant left main coronary artery stenosis [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2014, 7(8): 868-874. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.02.015.
- [26] D'Ascenzo F, Barbero U, Cerrato E, et al. Accuracy of intravascular ultrasound and optical coherence tomography in identifying functionally significant coronary stenosis according to vessel diameter: A meta-analysis of 2,581 patients and 2,807 lesions[J]. *Am Heart J*, 2015, 169(5): 663-673. DOI: 10.1016/j.ahj.2015.01.013.
- [27] Farooq V, van Klaveren D, Steyerberg EW, et al. Anatomical and clinical characteristics to guide decision making between coronary artery bypass surgery and percutaneous coronary intervention for individual patients: development and validation of SYNTAX score II [J]. *Lancet*, 2013, 381(9867): 639-650. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60108-7.
- [28] Shahian DM, Jacobs JP, Badhwar V, et al. The Society of Thoracic Surgeons 2018 adult cardiac surgery risk models: part 1-background, design considerations, and model development[J]. *Ann Thorac Surg*, 2018, 105(5): 1411-1418. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2018.03.002.
- [29] O'Brien SM, Feng L, He X, et al. The Society of Thoracic Surgeons 2018 adult cardiac surgery risk models: part 2-statistical methods and results[J]. *Ann Thorac Surg*, 2018, 105(5): 1419-1428. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2018.03.003.
- [30] Authors/Task Force members, Windecker S, Kolh P, 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) [J]. *Eur Heart J*, 2014, 35(37): 2541-2619. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu278.
- [31] Nashef SA, Roques F, Sharples LD, et al. EuroSCORE II [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2012, 41(4): 734-745. DOI: 10.1093/ejcts/ezs043.
- [32] Chen SL, Han YL, Zhang YJ, et al. The anatomic-and clinical-based NERS (new risk stratification) score II to predict clinical outcomes after stenting unprotected left main coronary artery disease: results from a multicenter, prospective, registry study[J]. *JACC Cardiovasc Interv*,



- 2013, 6(12):1233-1241. DOI: 10.1016/j.jcin.2013.08.006.
- [33] Maron DJ, Hochman JS, Reynolds HR, et al. Initial invasive or conservative strategy for stable coronary disease[J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(15): 1395-1407. DOI: 10.1056/NEJMoa1915922.
- [34] Zhang J, Gao X, Kan J, et al. Intravascular ultrasound versus angiography-guided drug-eluting stent implantation: the ULTIMATE Trial[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 72(24): 3126-3137. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.09.013.
- [35] Li X, Ge Z, Kan J, et al. Intravascular ultrasound-guided versus angiography-guided percutaneous coronary intervention in acute coronary syndromes (IVUS-ACS): a two-stage, multicentre, randomised trial[J]. *Lancet*, 2024, 403(10439): 1855-1865. DOI: 10.1016/S0140-6736(24)00282-4.
- [36] Guan C, Yang W, Song L, et al. Association of acute procedural results with long-term outcomes after CTO PCI [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021, 14(3): 278-288. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.10.003.
- [37] Jeremias A, Kaul S, Rosengart TK, et al. The impact of revascularization on mortality in patients with nonacute coronary artery disease[J]. *Am J Med*, 2009, 122(2): 152-161. DOI: 10.1016/j.amjmed.2008.07.027.
- [38] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 冠状动脉 CTO 病变 PCI 前向开通技术中国专家共识[J]. *中华心血管病杂志*, 2023, 51(1):3-18. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20220426-00310.
- [39] Xu B, G  n  reux P, Yang Y, et al. Validation and comparison of the long-term prognostic capability of the SYNTAX score- II among 1, 528 consecutive patients who underwent left main percutaneous coronary intervention [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2014, 7(10):1128-1137. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.05.018.
- [40] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国冠状动脉左主干分叉病变介入治疗指南[J]. *中华心血管病杂志*, 2022, 50(4):349-360. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20211010-00870.
- [41] Zheng Z, Xu B, Zhang H, et al. Coronary artery bypass graft surgery and percutaneous coronary interventions in patients with unprotected left main coronary artery disease[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9(11): 1102-1111. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.03.039.
- [42] Xu B, Redfors B, Yang Y, et al. Impact of operator experience and volume on outcomes after left main coronary artery percutaneous coronary intervention[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9(20): 2086-2093. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.08.011.
- [43] Chen SL, Zhang JJ, Han Y, et al. Double kissing crush versus provisional stenting for left main distal bifurcation lesions: DKCRUSH-V randomized trial[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 70(21): 2605-2617. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.09.1066.
- [44] Zhang JJ, Ye F, Xu K, et al. Multicentre, randomized comparison of two-stent and provisional stenting techniques in patients with complex coronary bifurcation lesions: the DEFINITION II trial[J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(27):2523-2536. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa543.
- [45] Yang YJ, Kandzari DE, Gao Z, et al. Transradial versus transfemoral method of percutaneous coronary revascularization for unprotected left main coronary artery disease: comparison of procedural and late-term outcomes[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2010, 3(10): 1035-1042. DOI: 10.1016/j.jcin.2010.09.003.
- [46] Gao L, Gao Z, Song Y, et al. Long-term clinical outcomes in transradial versus transfemoral access for left main percutaneous coronary intervention[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2021, 97 Suppl 2 : 1009-1015. DOI: 10.1002/ccd.29586.
- [47] Jensen LO, Thayssen P, Christiansen EH, et al. Safety and efficacy of everolimus-versus sirolimus-eluting stents: 5-year results from SORT OUT IV [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 67(7):751-762. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.11.051.
- [48] Bittl JA, He Y, Jacobs AK, et al. Response to letters regarding article, "Bayesian methods affirm the use of percutaneous coronary intervention to improve survival in patients with unprotected left main coronary artery disease" [J]. *Circulation*, 2014, 129(4):e309. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.007266.
- [49] Hueb W, Lopes N, Gersh BJ, et al. Ten-year follow-up survival of the Medicine, Angioplasty, or Surgery Study (MASS II): a randomized controlled clinical trial of 3 therapeutic strategies for multivessel coronary artery disease[J]. *Circulation*, 2010, 122(10): 949-957. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.911669.
- [50] Velazquez EJ, Lee KL, Jones RH, et al. Coronary-artery bypass surgery in patients with ischemic cardiomyopathy [J]. *N Engl J Med*, 2016, 374(16): 1511-1520. DOI: 10.1056/NEJMoa1602001.
- [51] Stergiopoulos K, Boden WE, Hartigan P, et al. Percutaneous coronary intervention outcomes in patients with stable obstructive coronary artery disease and myocardial ischemia: a collaborative meta-analysis of contemporary randomized clinical trials[J]. *JAMA Intern Med*, 2014, 174(2): 232-240. DOI: 10.1001/jamainternmed.2013.12855.
- [52] Al-Lamee R, Thompson D, Dehbi HM, et al. Percutaneous coronary intervention in stable angina (ORBITA): a double-blind, randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2018, 391(10115):31-40. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32714-9.
- [53] Blazek S, Rossbach C, Borger MA, et al. Comparison of sirolimus-eluting stenting with minimally invasive bypass surgery for stenosis of the left anterior descending coronary artery: 7-year follow-up of a randomized trial [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015, 8(1 Pt A): 30-38. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.08.006.
- [54] Giaccoppo D, Collieran R, Cassese S, et al. Percutaneous coronary intervention vs coronary artery bypass grafting in patients with left main coronary artery stenosis: a systematic review and meta-analysis[J]. *JAMA Cardiol*, 2017, 2(10): 1079-1088. DOI: 10.1001/jamacardio.2017.2895.
- [55] Head SJ, Davierwala PM, Serruys PW, et al. Coronary artery bypass grafting vs. percutaneous coronary intervention for patients with three-vessel disease: final five-year follow-up of the SYNTAX trial[J]. *Eur Heart J*, 2014, 35(40): 2821-2830. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu213.
- [56] Chang M, Ahn JM, Lee CW, et al. Long-term mortality after coronary revascularization in nondiabetic patients with multivessel disease[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 68(1):



- 29-36. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.04.034.
- [57] Farkouh ME, Domanski M, Sleeper LA, et al. Strategies for multivessel revascularization in patients with diabetes[J]. *N Engl J Med*, 2012, 367(25):2375-2384. DOI: 10.1056/NEJMoa1211585.
- [58] Boeddinghaus J, Nestelberger T, Twerenbold R, et al. Direct comparison of 4 very early rule-out strategies for acute myocardial infarction using high-sensitivity cardiac troponin I[J]. *Circulation*, 2017, 135(17):1597-1611. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025661.
- [59] Odqvist M, Andersson PO, Tygesen H, et al. High-sensitivity troponins and outcomes after myocardial infarction[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2018, 71(23):2616-2624. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.03.515.
- [60] Kolte D, Khera S, Dabhadkar KC, et al. Trends in coronary angiography, revascularization, and outcomes of cardiogenic shock complicating non-ST-elevation myocardial infarction[J]. *Am J Cardiol*, 2016, 117(1):1-9. DOI: 10.1016/j.amjcard.2015.10.006.
- [61] Jobs A, Mehta SR, Montalescot G, et al. Optimal timing of an invasive strategy in patients with non-ST-elevation acute coronary syndrome: a meta-analysis of randomised trials[J]. *Lancet*, 2017, 390(10096): 737-746. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)31490-3.
- [62] Fox KA, Clayton TC, Damman P, et al. Long-term outcome of a routine versus selective invasive strategy in patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome a meta-analysis of individual patient data[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 55(22): 2435-2445. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.03.007.
- [63] Chang M, Lee CW, Ahn JM, et al. Comparison of outcome of coronary artery bypass grafting versus drug-eluting stent implantation for non-ST-elevation acute coronary syndrome[J]. *Am J Cardiol*, 2017, 120(3): 380-386. DOI: 10.1016/j.amjcard.2017.04.038.
- [64] Thiele H, Akin I, Sandri M, et al. PCI strategies in patients with acute myocardial infarction and cardiogenic shock [J]. *N Engl J Med*, 2017, 377(25): 2419-2432. DOI: 10.1056/NEJMoa1710261.
- [65] Armstrong PW, Gershlick AH, Goldstein P, et al. Fibrinolysis or primary PCI in ST-segment elevation myocardial infarction[J]. *N Engl J Med*, 2013, 368(15): 1379-1387. DOI: 10.1056/NEJMoa1301092.
- [66] Bouisset F, Gerbaud E, Bataille V, et al. Percutaneous myocardial revascularization in late-presenting patients with STEMI[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 78(13): 1291-1305. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.07.039.
- [67] Zhang Q, Zhang RY, Qiu JP, et al. One-year clinical outcome of interventionalist-versus patient-transfer strategies for primary percutaneous coronary intervention in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction: results from the REVERSE-STEMI study[J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2011, 4(3): 355-362. DOI: 10.1161/CIRCOUTCOMES.110.958785.
- [68] Pu J, Ding S, Ge H, et al. Efficacy and safety of a pharmaco-invasive strategy with half-dose alteplase versus primary angioplasty in ST-segment-elevation myocardial infarction: EARLY-MYO Trial (early routine catheterization after alteplase fibrinolysis versus primary PCI in acute ST-segment-elevation myocardial infarction) [J]. *Circulation*, 2017, 136(16):1462-1473. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030582.
- [69] Borgia F, Goodman SG, Halvorsen S, et al. Early routine percutaneous coronary intervention after fibrinolysis vs. standard therapy in ST-segment elevation myocardial infarction: a meta-analysis[J]. *Eur Heart J*, 2010, 31(17): 2156-2169. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq204.
- [70] Shen LH, Wan F, Shen L, et al. Pharmacoinvasive therapy for ST elevation myocardial infarction in China: a pilot study[J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2012, 33(1): 101-108. DOI: 10.1007/s11239-011-0657-7.
- [71] Han YL, Liu JN, Jing QM, et al. The efficacy and safety of pharmacoinvasive therapy with prourokinase for acute ST-segment elevation myocardial infarction patients with expected long percutaneous coronary intervention-related delay[J]. *Cardiovasc Ther*, 2013, 31(5):285-290. DOI: 10.1111/1755-5922.12020.
- [72] Kornowski R, Mehran R, Dangas G, et al. Prognostic impact of staged versus "one-time" multivessel percutaneous intervention in acute myocardial infarction: analysis from the HORIZONS-AMI (harmonizing outcomes with revascularization and stents in acute myocardial infarction) trial[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011, 58(7):704-711. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.02.071.
- [73] Politi L, Sgura F, Rossi R, et al. A randomised trial of target-vessel versus multi-vessel revascularisation in ST-elevation myocardial infarction: major adverse cardiac events during long-term follow-up[J]. *Heart*, 2010, 96(9): 662-667. DOI: 10.1136/hrt.2009.177162.
- [74] Jia H, Abtahian F, Aguirre AD, et al. In vivo diagnosis of plaque erosion and calcified nodule in patients with acute coronary syndrome by intravascular optical coherence tomography[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2013, 62(19): 1748-1758. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.05.071.
- [75] Jia H, Dai J, Hou J, et al. Effective anti-thrombotic therapy without stenting: intravascular optical coherence tomography-based management in plaque erosion (the EROSION study) [J]. *Eur Heart J*, 2017, 38(11): 792-800. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw381.
- [76] Thiele H, Akin I, Sandri M, et al. One-year outcomes after PCI strategies in cardiogenic shock[J]. *N Engl J Med*, 2018, 379(18):1699-1710. DOI: 10.1056/NEJMoa1808788.
- [77] Widimsky P, Wijns W, Fajadet J, et al. Reperfusion therapy for ST elevation acute myocardial infarction in Europe: description of the current situation in 30 countries[J]. *Eur Heart J*, 2010, 31(8):943-957.
- [78] Valgimigli M, Gagnor A, Calabró P, et al. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: a randomised multicentre trial[J]. *Lancet*, 2015, 385(9986): 2465-2476. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60292-6.
- [79] Hahalis G, Aznaouridis K, Tsigkas G, et al. Radial artery and ulnar artery occlusions following coronary procedures and the impact of anticoagulation: ARTEMIS (radial and ulnar artery occlusion meta-analysis) systematic review and meta-analysis[J]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6(8):e005430. DOI: 10.1161/JAHA.116.005430.
- [80] Lee JW, Kim Y, Lee BK, et al. Distal radial access for coronary procedures in a large prospective multicenter registry: the KODRA trial[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2024, 17(3):329-340. DOI: 10.1016/j.jcin.2023.11.021.
- [81] Johnson TW, Räber L, di Mario C, et al. Clinical use of



- intracoronary imaging. Part 2: acute coronary syndromes, ambiguous coronary angiography findings, and guiding interventional decision-making: an expert consensus document of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions[J]. *Eur Heart J*, 2019, 40(31): 2566-2584. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz332.
- [82] 血管内超声在冠状动脉疾病中应用的中国专家共识专家组. 血管内超声在冠状动脉疾病中应用的中国专家共识 (2018)[J]. *中华心血管病杂志*, 2018, 46(5):344-351. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2018.05.005.
- [83] de la Torre Hernandez JM, Baz Alonso JA, Gómez Hospital JA, 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. DOI: 10.1016/j.jcin.2013.09.014.
- [84] Alfonso F, Dutary J, Paulo M, et al. Combined use of optical coherence tomography and intravascular ultrasound imaging in patients undergoing coronary interventions for stent thrombosis[J]. *Heart*, 2012, 98(16): 1213-1220. DOI: 10.1136/heartjnl-2012-302183.
- [85] Parise H, Maehara A, Stone GW, et al. Meta-analysis of randomized studies comparing intravascular ultrasound versus angiographic guidance of percutaneous coronary intervention in pre-drug-eluting stent era[J]. *Am J Cardiol*, 2011, 107(3): 374-382. DOI: 10.1016/j.amjcard.2010.09.030.
- [86] Witzensbichler 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 (ADAPT-DES) study[J]. *Circulation*, 2014, 129(4): 463-470. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.113.003942.
- [87] Rao SV, O'Donoghue ML, Ruel M, et al. 2025 ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/SCAI Guideline for the management of patients with acute coronary syndromes: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2025: S0735-1097(24) 10424-10424X [pii]. DOI: 10.1016/j.jacc.2024.11.009.
- [88] Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes[J]. *Eur Heart J*, 2024, 45(36):3415-3537. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae177.
- [89] Karacsonyi J, Alaswad K, Jaffer FA, et al. Use of intravascular imaging during chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: insights from a contemporary multicenter registry[J]. *J Am Heart Assoc*, 2016, 5(8):e003890. DOI: 10.1161/JAHA.116.003890.
- [90] Harding SA, Wu EB, Lo S, et al. A new algorithm for crossing chronic total occlusions from the Asia Pacific Chronic Total Occlusion Club[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10(21): 2135-2143. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.06.071.
- [91] deJaegere P, Mudra H, Figulla H, et al. Intravascular ultrasound-guided optimized stent deployment. Immediate and 6 months clinical and angiographic results from the multicenter ultrasound stenting in coronaries study (MUSIC Study) [J]. *Eur Heart J*, 1998, 19(8):1214-1223. DOI: 10.1053/euhj.1998.1012.
- [92] Liu X, Tsujita K, Maehara A, et al. Intravascular ultrasound assessment of the incidence and predictors of edge dissections after drug-eluting stent implantation[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2009, 2(10):997-1004. DOI: 10.1016/j.jcin.2009.07.012.
- [93] Prati F, Guagliumi G, Mintz GS, et al. Expert review document part 2: methodology, terminology and clinical applications of optical coherence tomography for the assessment of interventional procedures[J]. *Eur Heart J*, 2012, 33(20): 2513-2520. DOI: 10.1093/eurheartj/ehs095.
- [94] Kala P, Cervinka P, Jakl M, et al. OCT guidance during stent implantation in primary PCI: a randomized multicenter study with nine months of optical coherence tomography follow-up[J]. *Int J Cardiol*, 2018, 250: 98-103. DOI: 10.1016/j.ijcard.2017.10.059.
- [95] Adedj J, De Bruyne B, Floré V, et al. Significance of intermediate values of fractional flow reserve in patients with coronary artery disease[J]. *Circulation*, 2016, 133(5): 502-508. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018747.
- [96] Pijls NH, Fearon WF, Tonino PA, et al. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention in patients with multivessel coronary artery disease: 2-year follow-up of the FAME (Fractional Flow Reserve Versus Angiography for Multivessel Evaluation) study[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 56(3):177-184. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.04.012.
- [97] van Nunen LX, Zimmermann FM, Tonino PA, et al. Fractional flow reserve versus angiography for guidance of PCI in patients with multivessel coronary artery disease (FAME): 5-year follow-up of a randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2015, 386(10006):1853-1860. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)00057-4.
- [98] Jasti V, Ivan E, Yalamanchili V, et al. Correlations between fractional flow reserve and intravascular ultrasound in patients with an ambiguous left main coronary artery stenosis[J]. *Circulation*, 2004, 110(18): 2831-2836. DOI: 10.1161/01.CIR.0000146338.62813.E7.
- [99] Wang HY, Zhang R, Dou K, et al. Left main bifurcation stenting: impact of residual ischaemia on cardiovascular mortality[J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(41): 4324-4336. DOI: 10.1093/eurheartj/ehad318.
- [100] Zhang R, Wang HY, Dou K, et al. Outcomes of functionally complete vs incomplete revascularization: insights from the FAVOR III China Trial[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2022, 15(24):2490-2502. DOI: 10.1016/j.jcin.2022.10.014.
- [101] Tada T, Byrne RA, Simunovic I, et al. Risk of stent thrombosis among bare-metal stents, first-generation drug-eluting stents, and second-generation drug-eluting stents: results from a registry of 18, 334 patients[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2013, 6(12):1267-1274. DOI: 10.1016/j.jcin.2013.06.015.
- [102] Räber L, Magro M, Stefanini GG, et al. Very late coronary stent thrombosis of a newer-generation everolimus-eluting stent compared with early-generation drug-eluting stents: a prospective cohort study[J]. *Circulation*, 2012, 125(9): 1110-1121. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.058560.
- [103] Han Y, Xu B, Fu G, et al. A randomized trial comparing the NeoVas sirolimus-eluting bioresorbable scaffold and metallic everolimus-eluting stents[J]. *JACC Cardiovasc*



- Interv, 2018, 11(3): 260-272. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.09.037.
- [104] Xu K, Fu G, Xu B, et al. Safety and efficacy of the novel sirolimus-eluting bioresorbable scaffold for the treatment of de novo coronary artery disease: one-year results from a prospective patient-level pooled analysis of NeoVas trials[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2019, 93(S1): 832-838. DOI: 10.1002/ccd.28067.
- [105] Wang X, Li Y, Fu G, et al. Three-year clinical outcomes of the novel sirolimus-eluting bioresorbable scaffold for the treatment of de novo coronary artery disease: a prospective patient-level pooled analysis of NeoVas trials [J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2023, 101(6): 967-972. DOI: 10.1002/ccd.30518.
- [106] Xu K, Fu G, Wang X, et al. Five-year outcomes with a novel coronary sirolimus-eluting bioresorbable scaffold: the NeoVas randomized trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2025.
- [107] 中华医学会心血管病学分会. 冠状动脉生物可吸收支架临床应用中国专家共识[J]. 中华心血管病杂志, 2020, 48(5): 350-358. DOI: 10.3760/cma.jcn112148-20200317-00224.
- [108] Alfonso F, Pérez-Vizcayno MJ, Cárdenas A, et al. A prospective randomized trial of drug-eluting balloons versus everolimus-eluting stents in patients with in-stent restenosis of drug-eluting stents: the RIBS IV randomized clinical trial[J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 66(1):23-33. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.04.063.
- [109] Siontis GC, Stefanini GG, Mavridis D, et al. Percutaneous coronary interventional strategies for treatment of in-stent restenosis: a network meta-analysis[J]. Lancet, 2015, 386(9994): 655-664. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60657-2.
- [110] Liu H, Li Y, Fu G, et al. Sirolimus-vs paclitaxel-coated balloon for the treatment of coronary in-stent restenosis: the SIBLINT-ISR randomized trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2025, 18(8): 963-971. DOI: 10.1016/j.jcin.2024.12.024.
- [111] Xu B, Gao R, Wang J, et al. A prospective, multicenter, randomized trial of paclitaxel-coated balloon versus paclitaxel-eluting stent for the treatment of drug-eluting stent in-stent restenosis: results from the PEPCAD China ISR trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2014, 7(2): 204-211. DOI: 10.1016/j.jcin.2013.08.011.
- [112] Jeger RV, Farah A, Ohlow MA, et al. Long-term efficacy and safety of drug-coated balloons versus drug-eluting stents for small coronary artery disease (BASKET-SMALL 2): 3-year follow-up of a randomised, non-inferiority trial[J]. Lancet, 2020, 396(10261): 1504-1510. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)32173-5.
- [113] Rissanen TT, Uskela S, Eränen J, et al. Drug-coated balloon for treatment of de-novo coronary artery lesions in patients with high bleeding risk (DEBUT): a single-blind, randomised, non-inferiority trial[J]. Lancet, 2019, 394(10194): 230-239. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)31126-2.
- [114] Jing QM, Zhao X, Han YL, et al. A drug-eluting balloon for the treatment of coronary bifurcation lesions in the side branch: a prospective multicenter randomized (BEYOND) clinical trial in China[J]. Chin Med J (Engl), 2020, 133(8): 899-908. DOI: 10.1097/CM9.0000000000000743.
- [115] Gao X, Tian N, Kan J, et al. Drug-coated balloon angioplasty of the side branch during provisional stenting: the multicenter randomized DCB-BIF Trial[J]. J Am Coll Cardiol, 2025, 85(1): 1-15. DOI: 10.1016/j.jacc.2024.08.067.
- [116] Jeger RV, Eccleshall S, Wan Ahmad WA, et al. Drug-coated balloons for coronary artery disease: third report of the international DCB consensus group[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2020, 13(12): 1391-1402. DOI: 10.1016/j.jcin.2020.02.043.
- [117] Stone GW, Maehara A, Witzenbichler B, et al. Intracoronary abciximab and aspiration thrombectomy in patients with large anterior myocardial infarction: the INFUSE-AMI randomized trial[J]. JAMA, 2012, 307(17): 1817-1826. DOI: 10.1001/jama.2012.421.
- [118] Lagerqvist B, Fröbert O, Olivecrona GK, et al. Outcomes 1 year after thrombus aspiration for myocardial infarction [J]. N Engl J Med, 2014, 371(12): 1111-1120. DOI: 10.1056/NEJMoa1405707.
- [119] Jolly SS, Cairns JA, Yusuf S, et al. Randomized trial of primary PCI with or without routine manual thrombectomy[J]. N Engl J Med, 2015, 372(15): 1389-1398. DOI: 10.1056/NEJMoa1415098.
- [120] 中国医师协会心血管内科医师分会冠状动脉血栓抽吸共识专家组. 冠状动脉血栓抽吸临床应用专家共识[J]. 中华医学杂志, 2017, 97(21):1624-1632. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2017.21.007.
- [121] Vaquerizo B, Serra A, Miranda F, et al. Aggressive plaque modification with rotational atherectomy and/or cutting balloon before drug-eluting stent implantation for the treatment of calcified coronary lesions[J]. J Interv Cardiol, 2010, 23(3): 240-248. DOI: 10.1111/j.1540-8183.2010.00547.x.
- [122] Abdel-Wahab M, Richardt G, Joachim Büttner H, et al. High-speed rotational atherectomy before paclitaxel-eluting stent implantation in complex calcified coronary lesions: the randomized ROTAXUS (rotational atherectomy prior to taxus stent treatment for complex native coronary artery disease) trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2013, 6(1):10-19. DOI: 10.1016/j.jcin.2012.07.017.
- [123] Golino L, Caiazzo G, Calabrò P, et al. Excimer laser technology in percutaneous coronary interventions: cardiovascular laser society's position paper[J]. Int J Cardiol, 2022, 350: 19-26. DOI: 10.1016/j.ijcard.2021.12.054.
- [124] Lee T, Shlofmitz RA, Song L, et al. The effectiveness of excimer laser angioplasty to treat coronary in-stent restenosis with peri-stent calcium as assessed by optical coherence tomography[J]. EuroIntervention, 2019, 15(3): e279-e288. DOI: 10.4244/EIJ-D-18-00139.
- [125] Hill JM, Kereiakes DJ, Shlofmitz RA, et al. Intravascular lithotripsy for treatment of severely calcified coronary artery disease[J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 76(22): 2635-2646. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.09.603.
- [126] Ali ZA, Kereiakes DJ, Hill JM, et al. Impact of calcium eccentricity on the safety and effectiveness of coronary intravascular lithotripsy: pooled analysis from the disrupt CAD Studies[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2023, 16(10): e012898. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.123.012898.
- [127] Tian F, Zhou SS, Liu JH, et al. Treatment of severely calcified coronary artery disease by intravascular lithotripsy primary outcomes and 180-day follow-up



- from the Chinese SOLSTICE Trial[J]. *J Geriatr Cardiol*, 2023, 20(1): 32-39. DOI: 10.26599/1671-5411.2023.01.005.
- [128] Ali ZA, Shin D, Singh M, et al. Outcomes of coronary intravascular lithotripsy for the treatment of calcified nodules: a pooled analysis of the disrupt CAD studies [J]. *EuroIntervention*, 2024, 20(23): e1454-e1464. DOI: 10.4244/EIJ-D-24-00282.
- [129] Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, et al. Intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock (IABP-SHOCK II): final 12 month results of a randomised, open-label trial[J]. *Lancet*, 2013, 382(9905): 1638-1645. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61783-3.
- [130] Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, et al. Intraaortic balloon support for myocardial infarction with cardiogenic shock [J]. *N Engl J Med*, 2012, 367(14): 1287-1296. DOI: 10.1056/NEJMoa1208410.
- [131] Bahekar A, Singh M, Singh S, et al. Cardiovascular outcomes using intra-aortic balloon pump in high-risk acute myocardial infarction with or without cardiogenic shock: a meta-analysis[J]. *J Cardiovasc Pharmacol Ther*, 2012, 17(1):44-56. DOI: 10.1177/1074248410395019.
- [132] Ouwenel DM, Schotborgh JV, Limpens J, et al. Extracorporeal life support during cardiac arrest and cardiogenic shock: a systematic review and meta-analysis [J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(12): 1922-1934. DOI: 10.1007/s00134-016-4536-8.
- [133] 关绍义, 梁振洋, 裴森涵, 等. ECMO 辅助下对 LVEF 明显降低冠心病患者 CTO 病变行 PCI 的疗效和安全性[J]. *中华心血管病杂志*, 2023, 51(9):984-989. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20230808-00060.
- [134] 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[J]. *Circulation*, 2012, 126(14): 1717-1727. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.098194.
- [135] Dhruva SS, Ross JS, Mortazavi BJ, et al. Association of use of an intravascular microaxial left ventricular assist device vs intra-aortic balloon pump with in-hospital mortality and major bleeding among patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock [J]. *JAMA*, 2020, 323(8): 734-745. DOI: 10.1001/jama.2020.0254.
- [136] Dou K, Zhang D, Xu B, et al. An angiographic tool for risk prediction of side branch occlusion in coronary bifurcation intervention: the RESOLVE score system (risk prediction of side branch occlusion in coronary bifurcation intervention)[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015, 8(1 Pt A):39-46. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.08.011.
- [137] Dou K, Zhang D, Xu B, et al. An angiographic tool based on visual estimation for risk prediction of side branch occlusion in coronary bifurcation intervention: the V-RESOLVE score system[J]. *EuroIntervention*, 2016, 11(14):e1604-1611. DOI: 10.4244/EIJV11I14A311.
- [138] He J, Cai Z, Wang HY, et al. A new scoring system predicting side-branch occlusion in patients undergoing left main bifurcation intervention: the LM V-RESOLVE Score[J]. *Can J Cardiol*, 2024, 40(9): 1619-1631. DOI: 10.1016/j.cjca.2024.01.040.
- [139] Rezkalla SH, Stankowski RV, Hanna J, et al. Management of no-reflow phenomenon in the catheterization laboratory [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2017, 10(3): 215-223. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.11.059.
- [140] Zhu TQ, Zhang Q, Qiu JP, et al. Beneficial effects of intracoronary tirofiban bolus administration following upstream intravenous treatment in patients with ST-elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention: the ICT-AMI study [J]. *Int J Cardiol*, 2013, 165(3): 437-443. DOI: 10.1016/j.ijcard.2011.08.082.
- [141] Zhou SS, Tian F, Chen YD, et al. Combination therapy reduces the incidence of no-reflow after primary per-cutaneous coronary intervention in patients with ST-segment elevation acute myocardial infarction[J]. *J Geriatr Cardiol*, 2015, 12(2): 135-142. DOI: 10.11909/j.issn.1671-5411.2015.02.003.
- [142] 田原, 袁莹, 路航, 等. 明胶海绵颗粒混合糊剂栓塞治疗经皮冠状动脉介入治疗术中冠状动脉穿孔的安全性和疗效分析[J]. *中国循环杂志*, 2018, 33(12): 1170-1175. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2018.12.005.
- [143] Iakovou I, Schmidt T, Bonizzi E, et al. Incidence, predictors, and outcome of thrombosis after successful implantation of drug-eluting stents[J]. *JAMA*, 2005, 293(17):2126-2130. DOI: 10.1001/jama.293.17.2126.
- [144] Daemen J, Wenaweser P, Tsuchida K, et al. Early and late coronary stent thrombosis of sirolimus-eluting and paclitaxel-eluting stents in routine clinical practice: data from a large two-institutional cohort study[J]. *Lancet*, 2007, 369(9562):667-678. DOI: 10.1016/S0140-6736(7)60314-6.
- [145] Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018) [J]. *Eur Heart J*, 2019, 40(3):237-269. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy462.
- [146] Bulluck H, Paradies V, Barbato E, et al. Prognostically relevant periprocedural myocardial injury and infarction associated with percutaneous coronary interventions: a consensus document of the esc working group on cellular biology of the heart and european association of percutaneous cardiovascular interventions (EAPCI) [J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(27): 2630-2642. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab271.
- [147] Wang HY, Xu B, Dou K, et al. Implications of periprocedural myocardial biomarker elevations and commonly used MI definitions after left main PCI[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021, 14(15): 1623-1634. DOI: 10.1016/j.jcin.2021.05.006.
- [148] 邱洪, 陈珏, 杨跃进, 等. 经皮冠状动脉介入治疗后消化道出血的治疗经验[J]. *中国循环杂志*, 2013, 28(4):250-253. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2013.04.005.
- [149] Li C, Hirsh J, Xie C, et al. Reversal of the anti-platelet effects of aspirin and clopidogrel[J]. *J Thromb Haemost*, 2012, 10(4): 521-528. DOI: 10.1111/j.1538-7836.2012.04641.x.
- [150] Makris M, Van Veen JJ, Tait CR, et al. Guideline on the management of bleeding in patients on antithrombotic agents[J]. *Br J Haematol*, 2013, 160(1): 35-46. DOI: 10.1111/bjh.12107.
- [151] Chen Y, Yin T, Xi S, et al. A risk score to predict postdischarge bleeding among acute coronary syndrome



- patients undergoing percutaneous coronary intervention: BRIC-ACS study[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2019, 93(7):1194-1204. DOI: 10.1002/ccd.28325.
- [152] Han Y, Guo J, Zheng Y, et al. Bivalirudin vs heparin with or without tirofiban during primary percutaneous coronary intervention in acute myocardial infarction: the BRIGHT randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2015, 313(13): 1336-1346. DOI: 10.1001/jama.2015.2323.
- [153] Li Y, Liang Z, Qin L, et al. Bivalirudin plus a high-dose infusion versus heparin monotherapy in patients with ST-segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention: a randomised trial[J]. *Lancet*, 2022, 400(10366): 1847-1857. DOI: 10.1016/S0140-6736(22)01999-7.
- [154] Stone GW, Valgimigli M, Erlinge D, et al. Bivalirudin vs heparin anticoagulation in STEMI: confirmation of the BRIGHT-4 results[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2024, 84(16): 1512-1524. DOI: 10.1016/j.jacc.2024.07.045.
- [155] Ahmed B, Piper WD, Malenka D, et al. Significantly improved vascular complications among women undergoing percutaneous coronary intervention: a report from the Northern New England Percutaneous Coronary Intervention Registry[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2009, 2(5): 423-429. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.109.860494.
- [156] Applegate RJ, Sacrinty MT, Kutcher MA, et al. Trends in vascular complications after diagnostic cardiac catheterization and percutaneous coronary intervention via the femoral artery, 1998 to 2007[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2008, 1(3): 317-326. DOI: 10.1016/j.jcin.2008.03.013.
- [157] Freestone B, Nolan J. Transradial cardiac procedures: the state of the art[J]. *Heart*, 2010, 96(11): 883-891. DOI: 10.1136/hrt.2007.134213.
- [158] 中华医学会心血管病学分会介入心脏病学组, 中华医学会心血管病学分会大血管病学组, 中华心血管病杂志编辑委员会. 经动脉心血管介入诊治中含碘对比剂相关不良反应防治的中国专家共识(2021)[J]. *中华心血管病杂志*, 2021, 49(10): 972-985. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20210315-00224.
- [159] Li J, Li Y, Wang X, et al. Age, estimated glomerular filtration rate and ejection fraction score predicts contrast-induced acute kidney injury in patients with diabetes and chronic kidney disease: insight from the TRACK-D study[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2014, 127(12): 2332-2336.
- [160] Liu Y, Liu YH, Chen JY, et al. A simple pre-procedural risk score for contrast-induced nephropathy among patients with chronic total occlusion undergoing percutaneous coronary intervention[J]. *Int J Cardiol*, 2015, 180: 69-71. DOI: 10.1016/j.ijcard.2014.11.133.
- [161] Fu N, Li X, Yang S, et al. Risk score for the prediction of contrast-induced nephropathy in elderly patients undergoing percutaneous coronary intervention[J]. *Angiology*, 2013, 64(3): 188-194. DOI: 10.1177/0003319712467224.
- [162] Chen YL, Fu NK, Xu J, et al. A simple preprocedural score for risk of contrast-induced acute kidney injury after percutaneous coronary intervention[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2014, 83(1): E8-16. DOI: 10.1002/ccd.25109.
- [163] Qian G, Fu Z, Guo J, et al. Prevention of contrast-induced nephropathy by central venous pressure-guided fluid administration in chronic kidney disease and congestive heart failure patients[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9(1):89-96. DOI: 10.1016/j.jcin.2015.09.026.
- [164] Li Y, Liu Y, Fu L, et al. Efficacy of short-term high-dose statin in preventing contrast-induced nephropathy: a meta-analysis of seven randomized controlled trials[J]. *PLoS One*, 2012, 7(4): e34450. DOI: 10.1371/journal.pone.0034450.
- [165] Leoncini M, Toso A, Maioli M, et al. Early high-dose rosuvastatin for contrast-induced nephropathy prevention in acute coronary syndrome: Results from the PRATO-ACS Study (Protective Effect of Rosuvastatin and Antiplatelet Therapy On contrast-induced acute kidney injury and myocardial damage in patients with Acute Coronary Syndrome) [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 63(1): 71-79. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.04.105.
- [166] Han Y, Zhu G, Han L, et al. Short-term rosuvastatin therapy for prevention of contrast-induced acute kidney injury in patients with diabetes and chronic kidney disease[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 63(1): 62-70. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.09.017.
- [167] Briguori C, Visconti G, Focaccio A, et al. Renal Insufficiency After Contrast Media Administration Trial II (REMEDIAL II): RenalGuard System in high-risk patients for contrast-induced acute kidney injury[J]. *Circulation*, 2011, 124(11): 1260-1269. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.030759.
- [168] Aspelin P, Aubry P, Fransson SG, et al. Nephrotoxic effects in high-risk patients undergoing angiography[J]. *N Engl J Med*, 2003, 348(6): 491-499. DOI: 10.1056/NEJMoa021833.
- [169] Marenzi G, Assanelli E, Campodonico J, et al. Contrast volume during primary percutaneous coronary intervention and subsequent contrast-induced nephropathy and mortality[J]. *Ann Intern Med*, 2009, 150(3): 170-177. DOI: 10.7326/0003-4819-150-3-200902030-00006.
- [170] Marenzi G, Ferrari C, Marana I, et al. Prevention of contrast nephropathy by furosemide with matched hydration: the MYTHOS (induced diuresis with matched hydration compared to standard hydration for contrast induced nephropathy prevention) trial[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2012, 5(1): 90-97. DOI: 10.1016/j.jcin.2011.08.017.
- [171] Solomon RJ, Natarajan MK, Doucet S, et al. Cardiac angiography in renally impaired patients (CARE) study: a randomized double-blind trial of contrast-induced nephropathy in patients with chronic kidney disease[J]. *Circulation*, 2007, 115(25): 3189-3196. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.671644.
- [172] Jo SH, Youn TJ, Koo BK, et al. Renal toxicity evaluation and comparison between visipaque (iodixanol) and hexabrix (ioxaglate) in patients with renal insufficiency undergoing coronary angiography: the RECOVER study: a randomized controlled trial[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2006, 48(5):924-930. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.06.047.
- [173] Cruz DN, Goh CY, Marenzi G, et al. Renal replacement therapies for prevention of radiocontrast-induced nephropathy: a systematic review[J]. *Am J Med*, 2012,



- 125(1):66-78.e3. DOI: 10.1016/j.amjmed.2011.06.029.
- [174] Wu H, Xu L, Zhao X, et al. Indobufen or aspirin on top of clopidogrel after coronary drug-eluting stent implantation (OPTION): a randomized, open-label, end point-blinded, noninferiority trial[J]. *Circulation*, 2023, 147(3): 212-222. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.122.062762.
- [175] Sibbing D, Kastrati A, Berger PB. Pre-treatment with P2Y₁₂ inhibitors in ACS patients: who, when, why, and which agent? [J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(16): 1284-1295. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv717.
- [176] Bellemain-Appaix A, O'Connor SA, Silvain J, et al. Association of clopidogrel pretreatment with mortality, cardiovascular events, and major bleeding among patients undergoing percutaneous coronary intervention: a systematic review and meta-analysis[J]. *JAMA*, 2012, 308(23):2507-2516. DOI: 10.1001/jama.2012.50788.
- [177] Han Y, Xu B, Xu K, et al. Six versus 12 months of dual antiplatelet therapy after implantation of biodegradable polymer sirolimus-eluting stent: randomized substudy of the I-LOVE-IT 2 trial[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2016, 9(2): e003145. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003145.
- [178] Valgimigli M, Bueno H, Byrne RA, et al. 2017 ESC focused update on dual antiplatelet therapy in coronary artery disease developed in collaboration with EACTS: the Task Force for dual antiplatelet therapy in coronary artery disease of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) [J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(3): 213-260. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx419.
- [179] Costa F, Tijssen JG, Ariotti S, et al. Incremental Value of the CRUSADE, ACUITY, and HAS-BLED risk scores for the prediction of hemorrhagic events after coronary stent implantation in patients undergoing long or short duration of dual antiplatelet therapy[J]. *J Am Heart Assoc*, 2015, 4(12):e002524. DOI: 10.1161/JAHA.115.002524.
- [180] Cuisset T, Deharo P, Quilici J, et al. Benefit of switching dual antiplatelet therapy after acute coronary syndrome: the TOPIC (timing of platelet inhibition after acute coronary syndrome) randomized study[J]. *Eur Heart J*, 2017, 38(41): 3070-3078. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx175.
- [181] Sibbing D, Aradi D, Jacobshagen C, et al. Guided de-escalation of antiplatelet treatment in patients with acute coronary syndrome undergoing percutaneous coronary intervention (TROPICAL-ACS): a randomised, open-label, multicentre trial[J]. *Lancet*, 2017, 390(10104): 1747-1757. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32155-4.
- [182] Claassens D, Vos G, Bergmeijer TO, et al. A genotype-guided strategy for oral P2Y₁₂ inhibitors in primary PCI[J]. *N Engl J Med*, 2019, 381(17):1621-1631. DOI: 10.1056/NEJMoa1907096.
- [183] Mehran R, Baber U, Sharma SK, et al. Ticagrelor with or without aspirin in high-risk patients after PCI[J]. *N Engl J Med*, 2019, 381(21): 2032-2042. DOI: 10.1056/NEJMoa1908419.
- [184] Ge Z, Kan J, Gao X, et al. Ticagrelor alone versus ticagrelor plus aspirin from month 1 to month 12 after percutaneous coronary intervention in patients with acute coronary syndromes (ULTIMATE-DAPT): a randomised, placebo-controlled, double-blind clinical trial [J]. *Lancet*, 2024, 403(10439):1866-1878. DOI: 10.1016/S0140-6736(24)00473-2.
- [185] Bonaca MP, Bhatt DL, Cohen M, et al. Long-term use of ticagrelor in patients with prior myocardial infarction[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(19):1791-1800. DOI: 10.1056/NEJMoa1500857.
- [186] Costa F, Adamo M, Ariotti S, et al. Impact of greater than 12-month dual antiplatelet therapy duration on mortality: drug-specific or a class-effect? A meta-analysis [J]. *Int J Cardiol*, 2015, 201: 179-181. DOI: 10.1016/j.ijcard.2015.08.058.
- [187] Hermiller JB, Krucoff MW, Kereiakes DJ, et al. Benefits and risks of extended dual antiplatelet therapy after everolimus-eluting stents[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9(2):138-147. DOI: 10.1016/j.jcin.2015.10.001.
- [188] Li Y, Li J, Wang B, et al. Extended clopidogrel monotherapy vs DAPT in patients with acute coronary syndromes at high ischemic and bleeding risk: the OPT-BIRISK randomized clinical trial[J]. *JAMA Cardiol*, 2024, 9(6): 523-531. DOI: 10.1001/jamacardio.2024.0534.
- [189] Mega JL, Braunwald E, Wiviott SD, et al. Rivaroxaban in patients with a recent acute coronary syndrome[J]. *N Engl J Med*, 2012, 366(1):9-19. DOI: 10.1056/NEJMoa1112277.
- [190] Di Sciascio G, Patti G, Pasceri V, et al. Effectiveness of in-laboratory high-dose clopidogrel loading versus routine pre-load in patients undergoing percutaneous coronary intervention: results of the ARMYDA-5 PRELOAD (antiplatelet therapy for reduction of myocardial damage during angioplasty) randomized trial [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 56(7):550-557. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.01.067.
- [191] Valgimigli M, Campo G, Monti M, et al. Short-versus long-term duration of dual-antiplatelet therapy after coronary stenting: a randomized multicenter trial[J]. *Circulation*, 2012, 125(16): 2015-2026. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.071589.
- [192] Schulz-Schüpke S, Byrne RA, Ten Berg JM, et al. ISAR-SAFE: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial of 6 vs. 12 months of clopidogrel therapy after drug-eluting stenting[J]. *Eur Heart J*, 2015, 36(20):1252-1263. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu523.
- [193] Hong SJ, Shin DH, Kim JS, et al. 6-month versus 12-month dual-antiplatelet therapy following long everolimus-eluting stent implantation: the IVUS-XPL randomized clinical trial[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2016, 9(14):1438-1446. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.04.036.
- [194] Kereiakes DJ, Yeh RW, Massaro JM, et al. Antiplatelet therapy duration following bare metal or drug-eluting coronary stents: the dual antiplatelet therapy randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2015, 313(11): 1113-1121. DOI: 10.1001/jama.2015.1671.
- [195] Rittger H, Brachmann J, Sinha AM, et al. A randomized, multicenter, single-blinded trial comparing paclitaxel-coated balloon angioplasty with plain balloon angioplasty in drug-eluting stent restenosis: the PEPCAD-DES study[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 59(15): 1377-1382. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.01.015.
- [196] Byrne RA, Neumann FJ, Mehilli J, et al. Paclitaxel-eluting balloons, paclitaxel-eluting stents, and balloon



- angioplasty in patients with restenosis after implantation of a drug-eluting stent (ISAR-DESIRE 3): a randomised, open-label trial[J]. *Lancet*, 2013, 381(9865): 461-467. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)61964-3.
- [197] Kim BK, Hong MK, Shin DH, et al. A new strategy for discontinuation of dual antiplatelet therapy: the RESET Trial (REal Safety and Efficacy of 3-month dual antiplatelet Therapy following Endeavor zotarolimus-eluting stent implantation) [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2012, 60(15): 1340-1348. DOI: 10.1016/j.jacc.2012.06.043.
- [198] Feres F, Costa RA, Abizaid A, et al. Three vs twelve months of dual antiplatelet therapy after zotarolimus-eluting stents: the OPTIMIZE randomized trial[J]. *JAMA*, 2013, 310(23):2510-2522. DOI: 10.1001/jama.2013.282183.
- [199] Palmerini T, Della Riva D, Benedetto U, et al. Three, six, or twelve months of dual antiplatelet therapy after DES implantation in patients with or without acute coronary syndromes: an individual patient data pairwise and network meta-analysis of six randomized trials and 11 473 patients[J]. *Eur Heart J*, 2017, 38(14): 1034-1043. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw627.
- [200] Mauri L, Kereiakes DJ, Yeh RW, et al. Twelve or 30 months of dual antiplatelet therapy after drug-eluting stents[J]. *N Engl J Med*, 2014, 371(23): 2155-2166. DOI: 10.1056/NEJMoa1409312.
- [201] Eikelboom JW, Connolly SJ, Bosch J, et al. Rivaroxaban with or without aspirin in stable cardiovascular disease [J]. *N Engl J Med*, 2017, 377(14): 1319-1330. DOI: 10.1056/NEJMoa1709118.
- [202] Bonaca MP, Bhatt DL, Steg PG, et al. Ischaemic risk and efficacy of ticagrelor in relation to time from P2Y₁₂ inhibitor withdrawal in patients with prior myocardial infarction: insights from PEGASUS-TIMI 54[J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(14): 1133-1142. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv531.
- [203] Connolly SJ, Eikelboom JW, Bosch J, et al. Rivaroxaban with or without aspirin in patients with stable coronary artery disease: an international, randomised, double-blind, placebo-controlled trial[J]. *Lancet*, 2018, 391(10117): 205-218. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32458-3.
- [204] Wang HY, Mo R, Guan CD, et al. Establishing the optimal duration of DAPT following PCI in high-risk TWILIGHT-like patients with acute coronary syndrome [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2022, 99(1):98-113. DOI: 10.1002/ccd.29741.
- [205] Santiago de Araújo Pio C, Marzolini S, Pakosh M, et al. Effect of Cardiac Rehabilitation Dose on Mortality and Morbidity: A Systematic Review and Meta-regression Analysis[J]. *Mayo Clin Proc*, 2017, 92(11): 1644-1659. DOI: 10.1016/j.mayocp.2017.07.019.
- [206] Steg PG, James S, Harrington RA, et al. Ticagrelor versus clopidogrel in patients with ST-elevation acute coronary syndromes intended for reperfusion with primary percutaneous coronary intervention: A Platelet Inhibition and Patient Outcomes (PLATO) trial subgroup analysis[J]. *Circulation*, 2010, 122(21): 2131-2141. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.927582.
- [207] Palmerini T, Sangiorgi D, Valgimigli M, et al. Short-versus long-term dual antiplatelet therapy after drug-eluting stent implantation: an individual patient data pairwise and network meta-analysis[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2015, 65(11):1092-1102. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.12.046.
- [208] Valgimigli M, Frigoli E, Leonardi S, et al. Bivalirudin or unfractionated heparin in acute coronary syndromes[J]. *N Engl J Med*, 2015, 373(11): 997-1009. DOI: 10.1056/NEJMoa1507854.
- [209] Kastrati A, Neumann FJ, Schulz S, et al. Abciximab and heparin versus bivalirudin for non-ST-elevation myocardial infarction[J]. *N Engl J Med*, 2011, 365(21): 1980-1989. DOI: 10.1056/NEJMoa1109596.
- [210] Schulz S, Mehilli J, Neumann FJ, et al. ISAR-REACT 3A: a study of reduced dose of unfractionated heparin in biomarker negative patients undergoing percutaneous coronary intervention[J]. *Eur Heart J*, 2010, 31(20): 2482-2491. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq330.
- [211] Silvain J, Beygui F, Barthélémy O, et al. Efficacy and safety of enoxaparin versus unfractionated heparin during percutaneous coronary intervention: systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ*, 2012, 344:e553. DOI: 10.1136/bmj.e553.
- [212] Montalescot G, Zeymer U, Silvain J, et al. Intravenous enoxaparin or unfractionated heparin in primary percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction: the international randomised open-label ATOLL trial[J]. *Lancet*, 2011, 378(9792): 693-703. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60876-3.
- [213] Bikdeli B, Erlinge D, Valgimigli M, et al. Bivalirudin versus heparin during PCI in NSTEMI: individual patient data meta-analysis of large randomized trials[J]. *Circulation*, 2023, 148(16): 1207-1219. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.063946.
- [214] Erlinge D, Omerovic E, Fröbert O, et al. Bivalirudin versus heparin monotherapy in myocardial infarction[J]. *N Engl J Med*, 2017, 377(12): 1132-1142. DOI: 10.1056/NEJMoa1706443.
- [215] FUTURA/OASIS-8 Trial Group, Steg PG, et al. Low-dose vs standard-dose unfractionated heparin for percutaneous coronary intervention in acute coronary syndromes treated with fondaparinux: the FUTURA/OASIS-8 randomized trial[J]. *JAMA*, 2010, 304(12): 1339-1349. DOI: 10.1001/jama.2010.1320.
- [216] Steg PG, van 't Hof A, Hamm CW, et al. Bivalirudin started during emergency transport for primary PCI[J]. *N Engl J Med*, 2013, 369(23): 2207-2217. DOI: 10.1056/NEJMoa1311096.
- [217] Shahzad A, Kemp I, Mars C, et al. Unfractionated heparin versus bivalirudin in primary percutaneous coronary intervention (HEAT-PPCI): an open-label, single centre, randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2014, 384(9957): 1849-1858. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)60924-7.
- [218] Cavender MA, Sabatine MS. Bivalirudin versus heparin in patients planned for percutaneous coronary intervention: a meta-analysis of randomised controlled trials[J]. *Lancet*, 2014, 384(9943): 599-606. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61216-2.
- [219] Gargiulo G, Carrara G, Frigoli E, et al. Post-procedural bivalirudin infusion at full or low regimen in patients with acute coronary syndrome[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(7):758-774. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.12.023.
- [220] James S, Koul S, Andersson J, et al. Bivalirudin versus



- heparin monotherapy in ST-segment-elevation myocardial infarction[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2021, 14(12): e008969. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.008969.
- [221] 宋莹,唐晓芳,许晶晶,等. 冠心病患者择期经皮冠状动脉介入术后短期抗凝治疗对预后的影响[J]. *中华心血管病杂志*, 2019, 47(2): 108-116. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2019.02.007.
- [222] Yan Y, Guo J, Wang X, et al. Postprocedural anticoagulation after primary percutaneous coronary intervention for ST-segment-elevation myocardial infarction: a multicenter, randomized, double-blind trial[J]. *Circulation*, 2024, 149(16): 1258-1267. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.067079.
- [223] James S, Angiolillo DJ, Cornel JH, et al. Ticagrelor vs. clopidogrel in patients with acute coronary syndromes and diabetes: a substudy from the PLATelet inhibition and patient Outcomes (PLATO) trial[J]. *Eur Heart J*, 2010, 31(24):3006-3016. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq325.
- [224] Wang HY, Cai ZX, Yin D, et al. Benefits and risks of prolonged duration dual antiplatelet therapy (clopidogrel and aspirin) after percutaneous coronary intervention in high-risk patients with diabetes mellitus[J]. *Am J Cardiol*, 2021, 142:14-24. DOI: 10.1016/j.amjcard.2020.11.043.
- [225] Cosentino F, Grant PJ, Aboyans V, et al. 2019 ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD[J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(2): 255-323. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz486.
- [226] James S, Budaj A, Aylward P, et al. Ticagrelor versus clopidogrel in acute coronary syndromes in relation to renal function: results from the Platelet Inhibition and Patient Outcomes (PLATO) trial[J]. *Circulation*, 2010, 122(11): 1056-1067. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.933796.
- [227] Kotsia A, Brilakis ES, Held C, et al. Extent of coronary artery disease and outcomes after ticagrelor administration in patients with an acute coronary syndrome: Insights from the PLATelet inhibition and patient Outcomes (PLATO) trial[J]. *Am Heart J*, 2014, 168(1):68-75.e2. DOI: 10.1016/j.ahj.2014.04.001.
- [228] Dewilde WJ, Oirbans T, Verheugt FW, et al. Use of clopidogrel with or without aspirin in patients taking oral anticoagulant therapy and undergoing percutaneous coronary intervention: an open-label, randomised, controlled trial[J]. *Lancet*, 2013, 381(9872): 1107-1115. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)62177-1.
- [229] Fiedler KA, Maeng M, Mehili J, et al. Duration of triple therapy in patients requiring oral anticoagulation after drug-eluting stent implantation: the ISAR-TRIPLE trial[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2015, 65(16):1619-1629. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.02.050.
- [230] Cannon CP, Bhatt DL, Oldgren J, et al. Dual antithrombotic therapy with dabigatran after PCI in atrial fibrillation[J]. *N Engl J Med*, 2017, 377(16): 1513-1524. DOI: 10.1056/NEJMoa1708454.
- [231] Kopin D, Jones WS, Sherwood MW, et al. Percutaneous coronary intervention and antiplatelet therapy in patients with atrial fibrillation receiving apixaban or warfarin: Insights from the ARISTOTLE trial[J]. *Am Heart J*, 2018, 197:133-141. DOI: 10.1016/j.ahj.2017.11.005.
- [232] Vranckx P, Valgimigli M, Eckardt L, et al. Edoxaban-based versus vitamin K antagonist-based antithrombotic regimen after successful coronary stenting in patients with atrial fibrillation (ENTRUST-AF PCI): a randomised, open-label, phase 3b trial[J]. *Lancet*, 2019, 394(10206): 1335-1343. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)31872-0.
- [233] Lopes RD, Heizer G, Aronson R, et al. Antithrombotic therapy after acute coronary syndrome or PCI in atrial fibrillation[J]. *N Engl J Med*, 2019, 380(16): 1509-1524. DOI: 10.1056/NEJMoa1817083.
- [234] Gargiulo G, Goette A, Tijssen J, et al. Safety and efficacy outcomes of double vs. triple antithrombotic therapy in patients with atrial fibrillation following percutaneous coronary intervention: a systematic review and meta-analysis of non-vitamin K antagonist oral anticoagulant-based randomized clinical trials[J]. *Eur Heart J*, 2019, 40(46): 3757-3767. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz732.
- [235] Gibson CM, Mehran R, Bode C, et al. Prevention of bleeding in patients with atrial fibrillation undergoing PCI [J]. *N Engl J Med*, 2016, 375(25): 2423-2434. DOI: 10.1056/NEJMoa1611594.
- [236] Dewilde WJ, Janssen PW, Kelder JC, et al. Uninterrupted oral anticoagulation versus bridging in patients with long-term oral anticoagulation during percutaneous coronary intervention: subgroup analysis from the WOEST trial[J]. *EuroIntervention*, 2015, 11(4): 381-390. DOI: 10.4244/EIJY14M06_07.
- [237] Yang Y, Li X, Chen G, et al. Traditional Chinese medicine compound (Tongxinluo) and clinical outcomes of patients with acute myocardial infarction: the CTS-AMI randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2023, 330(16): 1534-1545. DOI: 10.1001/jama.2023.19524.
- [238] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. ST段抬高型心肌梗死患者急诊PCI微循环保护策略中国专家共识[J]. *中华心血管病杂志*, 2022, 50(3):221-230. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20211112-00987.
- [239] Zhang HT, Jia ZH, Zhang J, et al. No-reflow protection and long-term efficacy for acute myocardial infarction with Tongxinluo: a randomized double-blind placebo-controlled multicenter clinical trial (ENLEAT Trial)[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2010, 123(20):2858-2864.
- [240] McMurray JJ, Packer M, Desai AS, et al. Angiotensin-neprilysin inhibition versus enalapril in heart failure[J]. *N Engl J Med*, 2014, 371(11): 993-1004. DOI: 10.1056/NEJMoa1409077.
- [241] Ambrosy AP, Mentz RJ, Fiuzat M, et al. The role of angiotensin receptor-neprilysin inhibitors in cardiovascular disease-existing evidence, knowledge gaps, and future directions[J]. *Eur J Heart Fail*, 2018, 20(6):963-972. DOI: 10.1002/ehfj.1159.
- [242] von Lewinski D, Kolesnik E, Tripolt NJ, et al. Empagliflozin in acute myocardial infarction: the EMMY trial[J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(41): 4421-4432. DOI: 10.1093/eurheartj/ehac494.
- [243] Solomon SD, McMurray J, Claggett B, et al. Dapagliflozin in heart failure with mildly reduced or preserved ejection fraction[J]. *N Engl J Med*, 2022, 387(12):1089-1098. DOI: 10.1056/NEJMoa2206286.
- [244] Cheang I, Yao W, Zhou Y, et al. The traditional Chinese medicine Qiliqiangxin in heart failure with reduced



- ejection fraction: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial[J]. *Nat Med*, 2024, 30(8): 2295-2302. DOI: 10.1038/s41591-024-03169-2.
- [245] Tian Z, Zhang S. Integrating traditional and modern medicines to treat heart failure[J]. *Nat Med*, 2024, 30(8): 2129-2130. DOI: 10.1038/s41591-024-03135-y.
- [246] Berwanger O, Santucci EV, de Barros E Silva P, et al. Effect of loading dose of atorvastatin prior to planned percutaneous coronary intervention on major adverse cardiovascular events in acute coronary syndrome: the SECURE-PCI randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2018, 319(13):1331-1340. DOI: 10.1001/jama.2018.2444.
- [247] Sabatine MS, Giugliano RP, Keech AC, et al. Evolocumab and clinical outcomes in patients with cardiovascular disease[J]. *N Engl J Med*, 2017, 376(18):1713-1722. DOI: 10.1056/NEJMoa1615664.
- [248] Wright RS, Raal FJ, Koenig W, et al. Inclisiran administration potentially and durably lowers LDL-C over an extended-term follow-up: the ORION-8 trial[J]. *Cardiovasc Res*, 2024, 120(12):1400-1410. DOI: 10.1093/cvr/cvae109.
- [249] Ray KK, Raal FJ, Kallend DG, et al. Inclisiran and cardiovascular events: a patient-level analysis of phase III trials[J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(2):129-138. DOI: 10.1093/eurheartj/ehac594.
- [250] Zhang W, Zhang S, Deng Y, et al. Trial of intensive blood-pressure control in older patients with hypertension[J]. *N Engl J Med*, 2021, 385(14):1268-1279. DOI: 10.1056/NEJMoa2111437.
- [251] Liu J, Li Y, Ge J, et al. Lowering systolic blood pressure to less than 120 mmHg versus less than 140 mmHg in patients with high cardiovascular risk with and without diabetes or previous stroke: an open-label, blinded-outcome, randomised trial[J]. *Lancet*, 2024, 404(10449): 245-255. DOI: 10.1016/S0140-6736(24)01028-6.
- [252] Bi Y, Li M, Liu Y, et al. Intensive blood-pressure control in patients with type 2 diabetes[J]. *N Engl J Med*, 2025, 392(12):1155-1167. DOI: 10.1056/NEJMoa2412006.
- [253] 中华医学会心血管病学分会, 海峡两岸医药卫生交流协会高血压专业委员会, 中国康复医学会心血管疾病预防与康复专业委员会. 中国高血压临床实践指南[J]. *中华心血管病杂志*, 2024, 52(9): 985-1032. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20240709-00377.
- [254] Kristensen SL, Rørth R, Jhund PS, et al. Cardiovascular, mortality, and kidney outcomes with GLP-1 receptor agonists in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of cardiovascular outcome trials [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2019, 7(10): 776-785. DOI: 10.1016/S2213-8587(19)30249-9.
- [255] Seidu S, Cos X, Brunton S, et al. A disease state approach to the pharmacological management of type 2 diabetes in primary care: a position statement by Primary Care Diabetes Europe[J]. *Prim Care Diabetes*, 2021, 15(1): 31-51. DOI: 10.1016/j.pcd.2020.05.004.
- [256] Mehta SR, Wood DA, Storey RF, et al. Complete revascularization with multivessel PCI for myocardial infarction[J]. *N Engl J Med*, 2019, 381(15): 1411-1421. DOI: 10.1056/NEJMoa1907775.
- [257] Stähli BE, Varbella F, Linke A, et al. Timing of complete revascularization with multivessel PCI for myocardial infarction[J]. *N Engl J Med*, 2023, 389(15): 1368-1379. DOI: 10.1056/NEJMoa2307823.
- [258] Rea F, Ronco R, Pedretti R, et al. Better adherence with out-of-hospital healthcare improved long-term prognosis of acute coronary syndromes: evidence from an Italian real-world investigation[J]. *Int J Cardiol*, 2020, 318:14-20. DOI: 10.1016/j.ijcard.2020.06.017.
- [259] Salzwedel A, Jensen K, Rauch B, et al. Effectiveness of comprehensive cardiac rehabilitation in coronary artery disease patients treated according to contemporary evidence based medicine: Update of the Cardiac Rehabilitation Outcome Study (CROS-II) [J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2020, 27(16): 1756-1774. DOI: 10.1177/2047487320905719.
- [260] Dibben G, Faulkner J, Oldridge N, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2021, 11(11): CD001800. DOI: 10.1002/14651858.CD001800.pub4.
- [261] Li Y, Li Y, Zhang Z, et al. Efficacy and safety of yangxinshi versus trimetazidine on exercise tolerance in patients with coronary heart disease after percutaneous coronary intervention: multicenter, double-blind clinical trial[J]. *Phytomedicine*, 2024, 135: 156198. DOI: 10.1016/j.phymed.2024.156198.
- [262] Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, et al. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: the Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR) [J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(29): 2315-2381. DOI: 10.1093/eurheartj/ehw106.
- [263] 曲珊, 胡大一. 心血管疾病共患精神心理障碍干预研究的进展[J]. *中华心血管病杂志*, 2024, 52(9):1110-1115. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20240515-00265.

