

# 心肌血管重建治療的發展及現今臨床實務

蔡劭謙<sup>1</sup> 王志鴻<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 佛教慈濟醫療財團法人花蓮慈濟醫院 心臟內科

<sup>2</sup> 慈濟大學 醫學系

## 摘要

心肌血管重建治療目前主要是以心導管經皮冠狀動脈介入治療或者外科冠狀動脈繞道手術來治療因冠狀動脈狹窄而造成的心肌缺氧。而冠狀動脈疾病又可分為穩定型冠狀動脈疾病、ST 段上升急性心肌梗塞及非 ST 段上升之急性冠心症。本文將介紹心肌血管重建治療的歷史演進及在不同類型的冠狀動脈疾病，心肌血管重建治療的適應症及其益處。

**關鍵詞：** 心肌血管重建 (Myocardial revascularization)

經皮冠狀動脈介入治療 (Percutaneous coronary intervention, PCI)

冠狀動脈繞道手術 (Coronary artery bypass grafting, CABG)

## 前言

心肌血管重建 (myocardial revascularization) 是利用冠狀動脈繞道手術 (coronary artery bypass grafting, CABG) 或者心導管經皮冠狀動脈介入治療 (percutaneous coronary intervention, PCI) 讓因冠狀動脈狹窄而缺血的心肌能重新得到足夠的血流供應，這必須追溯到 1958 年 F. Mason Sones 完成第一例選擇性冠狀動脈攝影，開始能確定診斷冠狀動脈心臟病並且知道病灶的解剖位置，而 Robert H. Goetz 在 1960 年做了第一例的冠狀動脈繞道手術。對於冠狀動脈心臟病，早期除了藥物治療外，只能選擇冠狀動脈繞道手術，而之後研究發現對於左主幹 (left main coronary artery) 狹窄超過 50% 的病人或者三條冠狀動脈狹窄超過 70%、兩條冠狀動脈狹窄超過 70% 其中包含左前降支 (left anterior descending artery, LAD) 近端以及單獨左前降支

近端狹窄超過 70% 的病人，冠狀動脈繞道手術和單獨藥物治療相比可以增加存活率<sup>1-4</sup>。

到了 1977 年德國醫師 Grüntzig 做了第一例經皮冠狀動脈氣球擴張血管成形術 (percutaneous transluminal coronary angioplasty, PTCA) 之後，PTCA 成為 CABG 之外治療冠狀動脈疾病的另外一種方式。但單純只作氣球擴張血管成形術，如果發生嚴重血管剝離會有血管完全阻塞的風險並且有病灶再回彈 (recoil) 的問題以致效果不佳，此外半年內再狹窄的機率將近 40%<sup>5</sup>。而在 1986 年冠狀動脈裸金屬支架 (bare-metal stent, BMS) 開始使用解決了上述問題，但放置支架後會因為血管內膜增生 (neointimal hyperplasia) 造成支架內再狹窄 (in-stent restenosis)，有將近 20-23.6% 的機會原病灶需要再作血管重建治療 (target lesion revascularization)。到了 1999 年塗藥支架 (drug-eluting stent, DES) 問世，第一代的塗藥支架是

以不銹鋼為架構，透過聚合物 (polymer) 釋放 paclitaxel 或 sirolimus 等藥物有效減少支架內再狹窄，讓原病灶需要再作血管重建治療的機率下降至 7.8-10.1%，但是卻增加非常晚期支架血栓 (very late stent thrombosis) 的機率，在死亡率及發生心肌梗塞的機率和裸金屬支架比較起來兩者則是沒有顯著的差別<sup>6,7</sup>，於是發展出第二代的塗藥支架。第二代的塗藥支架是以鈷鉻或者鈷鉻合金作為架構，支架更輕薄，藥物則改以 everolimus 和 zotarolimus 為主流，加上 polymer 的改良，有效降低支架血栓的機率<sup>8,9</sup>。而心導管經皮冠狀動脈介入治療逐漸成為目前最常作為心肌血管重建治療的方式。

到了 2011 年全吸收式生物血管模架 (bioresorbable vascular scaffold, BVS) 開始使用，它是以多乳酸聚合物作為模架塗覆 everolimus，不同於金屬支架，全吸收式生物血管模架在放置 2 到 3 年後模架將分解為水及二氧化碳，血管不再存有異物而減少發炎反應及支架內新的粥狀動脈硬化 (neoatherosclerosis)，當初希望因此可以降低非常晚期支架血栓的機率，但最近的隨機對照試驗顯示全吸收式生物血管模架相較於 everolimus 的塗藥支架有較多的支架血栓事件<sup>10</sup>，也因此目前全吸收式生物血管模架已暫停販售，而新一代的全吸收式生物血管模架仍在研發中。

本文以下將就冠狀動脈疾病分為穩定型冠狀動脈疾病 (stable coronary artery disease, SCAD)、ST 段上升急性心肌梗塞 (ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI) 及非 ST 段上升之急性冠心症 (non-ST-elevation acute coronary syndrome, NSTEMI-ACS)，分別介紹作心肌血管重建治療之適應症及效益。

## 穩定型冠狀動脈疾病

穩定型冠狀動脈疾病主要的成因為血管粥狀動脈硬化造成冠狀動脈狹窄，以致血流供應和需求的不平衡進而產生心絞痛，通常在運動、情緒起伏時可反覆被引發出來，而這樣的不平衡是可逆的。穩定型冠狀動脈疾病做心導管檢查的兩大適應症為在藥物治療下仍因心絞

痛影響生活品質，或者在非侵襲性檢查，包括核子醫學心肌灌注造影 (myocardial perfusion imaging, MPI)、壓力負荷心臟超音波檢查 (stress echocardiography)、運動心電圖 (exercise electrocardiogram)、冠狀動脈電腦斷層血管攝影 (coronary computed tomography angiography, CCTA) 顯示為高風險的病人而心肌血管重建治療可能可以降低死亡率。高風險的病人包括運動心電圖杜克分數 (Duke treadmill score) 預測每年死亡率大於 3%、核醫心肌灌注造影缺血面積 (ischemia area) 超過 10%、壓力負荷心臟超音波檢查有超過三個節段 (segment) 功能不佳，或冠狀動脈電腦斷層血管攝影顯示左主幹、左前降支近端或者三條冠狀動脈有顯著的狹窄 (顯著狹窄為左主幹超過 50% 狹窄或者其它血管超過 70% 狹窄)<sup>11</sup>。

目前認為對於病人存活有益處的心肌血管重建治療對象為左主幹狹窄超過 50% 的病人或者三條冠狀動脈狹窄超過 70%、兩條冠狀動脈狹窄超過 70% 其中包含左前降支近端以及單獨左前降支近端狹窄超過 70% 的病人，主要證據最早來自於研究顯示上面適應症行冠狀動脈繞道手術可增進病人存活<sup>1-4</sup>。而後針對 PCI 合併第一代 paclitaxel 塗藥支架和 CABG 於左主幹疾病或三條血管病變的病人作比較，追蹤五年後，根據冠狀動脈病灶複雜度 (SYNTAX score 越高代表病灶越複雜) 作分組比較，在左主幹疾病的病人，在 SYNTAX score 小於 33 分的病人當中，兩組的主要不良心血管事件 (包含死亡、心肌梗塞、中風、重複作血管重建治療) 是沒有顯著差異的，但 SYNTAX score 在 33 分以上則 CABG 的主要不良心血管事件會比 PCI 少。若是三條血管病變的病人，在 SYNTAX score 小於 23 分的病人當中，兩組的主要不良心血管事件是沒有顯著差異的，但 SYNTAX score 在 23 分以上則 CABG 的主要不良心血管事件會比較少，而這項臨床試驗也成為現今國際指引的準則<sup>12</sup>。

另外如果是單一血管左前降支近端病灶，在一個回溯性研究顯示單一左內乳動脈 (left internal mammary artery, LIMA) 繞道手術和藥物

治療相比可以下降主要不良心血管事件<sup>4</sup>，而在塗藥支架的時代，針對單一血管左前降支近端病灶比較微創冠狀動脈繞道手術 (minimally invasive direct coronary artery bypass surgery, MIDCAB) 和 PCI 合併塗藥支架在追蹤一年後兩者的主要不良心血管事件是沒有顯著差異的<sup>13</sup>。

若是單一血管阻塞或者兩條血管阻塞但不包含左前降支近端，PCI 是重建血管的第一選擇，而其目的是在緩解病人症狀及改善生活品

質為主，目前統合分析 (meta-analysis) 顯示這類病人在已接受最佳藥物治療 (optimal medical therapy, OMT) 的情況下，再作 PCI 並不能改善死亡率或者減少心肌梗塞發生率<sup>14</sup>。對於穩定型冠狀動脈疾的病人，血管重建治療和單獨藥物治療相比可以促進存活的病灶解剖位置如表一<sup>15</sup>。

而在 2017 年由美國各心臟相關領域學會聯合出版針對穩定型冠狀動脈疾病作血管重建治療的適當性準則當中，其中有一些新的建議包

表一：穩定型冠狀動脈疾病作血管重建治療可促進存活的病灶解剖位置

病灶解剖位置	Class of recommendation
左主幹疾病	
CABG	Class I
PCI	Class IIa 若病灶執行 PCI 發生併發症的風險低而有高的機率長期效果佳 (例如 SYNTAX score $\leq 22$ ，左主幹開口或軀幹的病灶)，且病人作冠狀動脈繞道手術風險極高 (預期手術死亡率 5% 以上) Class IIb 若病灶執行 PCI 發生併發症的風險為低至中度而有中到高的機率長期效果佳 (例如 SYNTAX score $< 33$ ，左主幹分叉病灶)，且病人作冠狀動脈繞道手術有較高的手術風險 (例如中度至重度的慢性阻塞性肺病、陳舊性中風失能、以前作過心臟手術或預期手術死亡率超過 2%) Class III 若病灶解剖位置及型態不適合作 PCI 而病患又是作 CABG 的適合人選
三條血管疾病	
CABG	Class I 若病人是較複雜的三條血管疾病 (例如 SYNTAX score $> 22$ ) 而又是作 CABG 的適合人選，則選擇作 CABG 優於 PCI (Class IIa)
PCI	Class IIb
兩條血管疾病合併左前降支近端狹窄	
CABG	Class I
PCI	Class IIb
兩條血管疾病無左前降支近端狹窄	
CABG	Class IIa 有大面積心肌缺血 Class IIb 無大面積心肌缺血
PCI	Class IIb
單一血管疾病合併左前降支近端狹窄	
CABG	Class IIa 使用左內乳動脈作為繞道血管
PCI	Class IIb

參閱 ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/SCAI/SCCT/STS 2017 Appropriate Use Criteria for Coronary Revascularization in Patients With Stable Ischemic Heart Disease.

括對於左側優勢的左迴旋支動脈 (left dominant left circumflex artery) 近端病灶，認為其作血管重建治療的準則應比照左前降支近端病灶，原因是其支配心肌範圍大，相當於兩條冠狀動脈 (左迴旋支及右冠狀動脈)。若病人在接受冠狀動脈攝影前沒有作非侵襲性的壓力測試，而血管攝影有發現不確定是否具有生理意義的冠狀動脈狹窄，應考慮作血流儲備分數 (fractional flow reserve, FFR) 檢查，若  $FFR \leq 0.8$  才須作血管重建治療。而針對左主幹病灶，單純血管攝影有時不易判斷嚴重度，除了血流儲備分數外，血管內超音波 (intravascular ultrasound, IVUS) 也是一個參考工具，若左主幹最狹窄的截面積小於  $6\text{mm}^2$ ，則代表在生理上是有意義的病灶，應作血管重建治療。而這份準則也針對開過冠狀動脈繞道手術的病人是否須作血管重建治療有其建議，包括如果病人內乳動脈接左前降支仍暢通，而支配其它區域的血管 (可以是繞道血管也可以是本來的冠狀動脈) 有狹窄，除非病人非侵襲性壓力測試顯示為中等至高風險 (即運動心電圖杜克分數預測每年死亡率 1% 以上、核醫心肌灌注造影缺血面積 5% 以上、壓力負荷心臟超音波檢查至少有一個節段功能不佳)，或者在使用至少一種抗心絞痛藥物下仍有症狀者，則作血管重建治療有較高的適當性。若病人內乳動脈接左前降支已阻塞或嚴重狹窄，無論有無合併支配其它區域血管的狹窄，作血管重建治療都有一定程度的適當性<sup>15</sup>。

## ST 段上升急性心肌梗塞

ST 段上升急性心肌梗塞其病理機轉為冠狀動脈的血管內皮下富含脂質的斑塊破裂後引發血栓形成而造成血管完全阻塞，在心電圖上可以看到局部 ST 段上升的情形，在尚未有血栓溶解劑或者立即性心導管經皮冠狀動脈介入治療 (primary PCI) 的年代，ST 段上升急性心肌梗塞平均死亡率約 13%，1986 年開始使用靜脈注射鏈激酶 (streptokinase) 後死亡率下降至 10.7%，1993 年開始使用靜脈注射組織胞漿素原活化劑 (tissue plasminogen activator, t-PA) 後死亡率下降至 6.3%，而到了 primary PCI 逐漸成為主流的

年代，死亡率再下降至約 2.5-3.9%<sup>16</sup>。因為單純使用 t-PA，阻塞血管恢復正常血流的機率仍只有 55-60%<sup>16</sup>，而 primary PCI 和靜脈注射血栓溶解劑比較起來可以降低死亡率及減少顱內出血的機率<sup>17</sup>，因此在可執行 PCI 的醫院，primary PCI 是目前 STEMI 病人心肌再灌流治療的首選。

目前歐洲心臟醫學會 (European Society of Cardiology, ESC) 最新的治療指引建議在症狀發作 12 小時內都可執行 primary PCI，並且希望病人從診斷出 ST 段上升急性心肌梗塞到病人到導管室執行心導管冠狀動脈介入治療導絲 (wire) 通過病灶的時間可以在 60 分鐘以內。如果病人一開始是送到無法執行 primary PCI 的醫院，如果評估從診斷出 STEMI 到轉送至可執行 primary PCI 的醫院到執行心導管冠狀動脈介入治療導絲通過病灶的時間可以在 120 分鐘以內則建議轉送作 primary PCI，若不行則建議先使用血栓溶解劑治療 (thrombolytic therapy)，後續仍建議轉送至可執行 PCI 醫院在血栓溶解劑給予 2-24 小時後執行心導管檢查。若血栓溶解劑治療後失敗 (給藥 60-90 分鐘後 ST 段恢復小於 50%)，則應立即執行救援性心導管經皮冠狀動脈介入治療 (Rescue PCI)。如果病人症狀發生已經超過 12 小時，但仍然有心肌缺氧的症狀、血液動力學不穩定、或者致命性心律不整，仍應考慮 primary PCI。至於在作 primary PCI 時支架選擇的部分，建議使用新一代的塗藥支架優於裸金屬支架，可以減少未來再作血管重建治療的機會<sup>18</sup>。

若心導管檢查時發現其他非梗塞相關血管 (non-infarct-related artery) 也有嚴重狹窄，以前認為除非心因性休克才去一併處理，否則只單純處理梗塞相關血管 (infarct-related artery)。但近來陸續研究指出 primary PCI 同時處理非梗塞相關血管並不會增加死亡率，但可以減少日後再作血管重建治療 (revascularization) 的機會<sup>19-22</sup>，因此目前治療指引建議可考慮在病人發生 STEMI 這次住院出院前一併處理非梗塞相關血管的病灶，但要在第一次 primary PCI 就處理還是在住院中分兩次處理，目前並無定論<sup>18</sup>。

## 非 ST 段上升之急性冠心病

非 ST 段上升之急性冠心病其病理機轉為冠狀動脈的血管內皮下富含脂質的斑塊破裂後引發血栓形成而造成血管部分阻塞，是急性冠心病 (acute coronary syndrome, ACS) 最常見的表現方式，而執行冠狀動脈攝影並做血管重建治療的目的主要是緩解症狀並且促進存活。研究顯示 NSTEMI-ACS 單純使用藥物治療和進行早期心導管冠狀動脈介入治療比較起來，在追蹤兩年後接受早期心導管冠狀動脈介入治療的病人相對死亡風險下降約 25%<sup>23</sup>。而決定要用心導管介入治療還是冠狀動脈繞道手術來重建血流，如果病人狀況穩定，則採用和穩定型冠狀動脈疾病相同的準則，如果病人狀況不穩定而罪犯病灶 (culprit lesion) 適合作心導管介入治療可優先考慮心導管介入治療作為重建冠狀動脈血流的方式。對於多條血管病變的病人，是只要處理罪犯病灶還是要作完全的血管重建 (complete revascularization) 目前並無定論，必須根據病人當時的臨床狀況、病灶複雜度、相關共病症去做決策。若選擇作 PCI，支架選擇的部分仍是建

議新一代塗藥支架優於裸金屬支架<sup>24</sup>。

至於在診斷 NSTEMI-ACS 後要何時作心導管檢查，目前國際指引針對 NSTEMI-ACS 執行心導管檢查的時機點是根據病人的臨床表徵及相關的風險因子及分數來決定如表二<sup>25</sup>。現在常用來作為預測預後及評估風險的分數計算有兩種，分別為 GRACE (global registry of acute coronary events) score 及 TIMI (thrombolysis in myocardial infarction) score。GRACE score 是根據病人年齡、到院時的 Killip 分級、心跳速率、收縮壓、血液肌酐酸、是否有心跳停止、是否有心臟生物標記 (cardiac biomarker) 上升、以及是否有心電圖 ST 段偏移來估計住院中的死亡風險，分數越高風險越大。TIMI score 是由到院時的 7 個變項組成，分別為年紀 ≥ 65 歲、三個以上的冠狀動脈疾病危險因子、過去有已知冠狀動脈狹窄超過 50%、心電圖有 ST 段偏移、過去 24 小時內有 2 次以上的心絞痛、過去 7 天內有使用 Aspirin、心臟生物標記有上升，每個變項 1 分，分數越高代表 14 天內死亡、再發生心肌梗塞、或需要作緊急心導管的機率越高。對於低風險的病人可採用缺血導向策略 (ischemia

表二：NSTEMI-ACS 依各種情況建議心導管檢查時間

立即性心導管檢查 (immediate invasive, 2 小時內)	無法緩解的心絞痛 心臟衰竭的症狀、新發生或者加重的二尖瓣逆流 血液動力學不穩定 在休息或者低活動的情況下反覆發生心絞痛並且對藥物無效 持續性的室頻脈或室顫動
早期心導管檢查 (early invasive, 24 小時內)	無上述情況但 GRACE score >140 Troponin 有上升 新發生的 ST 段下降
延遲心導管檢查 (delay invasive, 25-72 小時內)	無上述情形但有糖尿病 腎功能不全 左心室功能不全 (ejection fraction <40%) 早期梗塞後心絞痛 六個月內作過 PCI 作過冠狀動脈繞道手術 GRACE score 109-140; TIMI score ≥ 2
缺血導向策略 (ischemia guided strategy)	低風險分數 (例如 TIMI score 0-1, GRACE risk score <109) Troponin 無上升的低風險女性 在無任何高危險特徵的情況下病人或醫師的偏好

guided strategy)，即先做非侵入性壓力測試再決定是否做心導管檢查。

## 結 論

心肌血管重建的目的主要是改善病人生活品質或者促進病人存活率，對於病人存活可能有助益的族群為急性冠心症的病人（含 ST 段上升急性心肌梗塞及非 ST 段上升之急性冠心症）或者穩定型冠狀動脈疾病但病灶為左主幹狹窄超過 50% 的病人或者三條冠狀動脈狹窄超過 70%、兩條冠狀動脈狹窄超過 70% 其中包含左前降支近端以及單獨左前降支近端狹窄超過 70% 的病人，其餘病患作心肌血管重建的益處主要為改善症狀增加生活品質。

對於 ST 段上升急性心肌梗塞的病人，因為是血管完全阻塞，越早打通血管可以減少心肌壞死面積、降低死亡率、及日後心臟衰竭的機會，因此要作立即性的心導管經皮冠狀動脈介入治療。非 ST 段上升之急性冠心症則是根據臨床表現及相關風險因子及分數來決定執行心導管檢查及進一步血管重建治療的時間。穩定型冠狀動脈疾病則是取決於病人症狀是否對於藥物反應不佳或者非侵襲性檢查顯示為高風險病人而心肌血管重建有可能促進存活率來決定是否做心導管檢查及進一步的心肌血管重建治療。

本文所有作者聲明無任何利益衝突 (conflict of interest) 且無接受任何財務贊助 (financial support)。

## 參考文獻

1. Takaro T, Peduzzi P, Detre KM, et al. Survival in subgroups of patients with left main coronary artery disease. Veterans Administration Cooperative Study of Surgery for Coronary Arterial Occlusive Disease. *Circulation* 1982; 66: 14-22.
2. Yusuf S, Zucker D, Peduzzi P, et al. Effect of coronary artery bypass graft surgery on survival: overview of 10-year results from randomised trials by the Coronary Artery Bypass Graft Surgery Trialists Collaboration. *Lancet* 1994; 344: 563-70.
3. The Veterans Administration Coronary Artery Bypass Surgery Cooperative Study Group. Eleven-year survival in the Veterans Administration randomized trial of coronary bypass surgery for stable angina. *N Engl J Med* 1984; 311: 1333-9.
4. Greenbaum AB, Califf RM, Jones RH, et al. Comparison of medicine alone, coronary angioplasty, and left internal mammary artery-coronary artery bypass for one-vessel proximal left anterior descending coronary artery disease. *Am J Cardiol* 2000; 86: 1322-6.
5. Ormiston JA, Stewart FM, Roche AH, Webber BJ, Whitlock RM, Webster MW. Late regression of the dilated site after coronary angioplasty: a 5-year quantitative angiographic study. *Circulation* 1997; 96: 468-74.
6. Stettler C, Wandel S, Allemann S, et al. Outcomes associated with drug-eluting and bare-metal stents: a collaborative network meta-analysis. *Lancet* 2007; 370: 937-48.
7. Stone GW, Moses JW, Ellis SG, et al. Safety and efficacy of sirolimus- and paclitaxel-eluting coronary stents. *N Engl J Med* 2007; 356: 998-1008.
8. Jensen LO, Thaysen P, Hansen HS, et al. Randomized comparison of everolimus-eluting and sirolimus-eluting stents in patients treated with percutaneous coronary intervention: the Scandinavian Organization for Randomized Trials with Clinical Outcome IV (SORT OUT IV). *Circulation* 2012; 125: 1246-55.
9. Palmerini T, Biondi-Zoccai G, Della Riva D, et al. Stent thrombosis with drug-eluting and bare-metal stents: evidence from a comprehensive network meta-analysis. *Lancet* 2012; 379: 1393-402.
10. Wykrzykowska JJ, Kraak RP, Hofma SH, et al. Bioresorbable Scaffolds versus Metallic Stents in Routine PCI. *N Engl J Med* 2017; 376: 2319-28.
11. Montalescot G, Sechtem U, Achenbach S, et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2013; 34: 2949-3003.
12. Mohr FW, Morice MC, Kappetein AP, et al. Coronary artery bypass graft surgery versus percutaneous coronary intervention in patients with three-vessel disease and left main coronary disease: 5-year follow-up of the randomised, clinical SYNTAX trial. *Lancet* 2013; 381: 629-38.
13. Thiele H, Neumann-Schriedewind P, Jacobs S, et al. Randomized comparison of minimally invasive direct coronary artery bypass surgery versus sirolimus-eluting stenting in isolated proximal left anterior descending coronary artery stenosis. *J Am Coll Cardiol* 2009; 53: 2324-31.
14. Pursnani S, Korley F, Gopaul R, et al. Percutaneous coronary intervention versus optimal medical therapy in stable coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Circ Cardiovasc Interv* 2012; 5: 476-90.
15. Patel MR, Calhoun JH, Dehmer GJ, et al. ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/SCAI/SCCT/STS 2017 Appropriate Use Criteria for Coronary Revascularization in Patients With Stable Ischemic Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology Appropriate Use Criteria Task Force, American Association for Thoracic Surgery, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and Society of Thoracic Surgeons. *J*

- Am Coll Cardiol 2017; 69: 2212-41.
16. Van de Werf F. The history of coronary reperfusion. *Eur Heart J* 2014; 35: 2510-5.
  17. Keeley EC, Boura JA, Grines CL. Primary angioplasty versus intravenous thrombolytic therapy for acute myocardial infarction: a quantitative review of 23 randomised trials. *Lancet* 2003; 361: 13-20.
  18. 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). *Eur Heart J* 2018; 39: 119-77.
  19. Wald DS, Morris JK, Wald NJ, et al. Randomized trial of preventive angioplasty in myocardial infarction. *N Engl J Med* 2013; 369: 1115-23.
  20. Gershlick AH, Khan JN, Kelly DJ, et al. Randomized trial of complete versus lesion-only revascularization in patients undergoing primary percutaneous coronary intervention for STEMI and multivessel disease: the CvLPRIT trial. *J Am Coll Cardiol* 2015; 65: 963-72.
  21. Engstrom T, Kelbaek H, Helqvist S, et al. Complete revascularisation versus treatment of the culprit lesion only in patients with ST-segment elevation myocardial infarction and multivessel disease (DANAMI-3-PRIMULTI): an open-label, randomised controlled trial. *Lancet* 2015; 386: 665-71.
  22. Smits PC, Abdel-Wahab M, Neumann FJ, et al. Fractional flow reserve-guided multivessel angioplasty in myocardial infarction. *N Engl J Med* 2017; 376: 1234-44.
  23. Bavry AA, Kumbhani DJ, Rassi AN, Bhatt DL, Askari AT. Benefit of early invasive therapy in acute coronary syndromes: a meta-analysis of contemporary randomized clinical trials. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48: 1319-25.
  24. Windecker S, Kolh P, Alfonso F, et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur Heart J* 2014; 35: 2541-619.
  25. Amsterdam EA, Wenger NK, Brindis RG, et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients with Non-ST-Elevation Acute Coronary Syndromes: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2014; 64: 139-228.

# The Development and Current Clinical Practice of Myocardial Revascularization

Sou-Chan Tsai<sup>1</sup>, and Ji-Hung Wang<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Division of Cardiology, Buddhist Tzu Chi General Hospital, Hualien, Taiwan;*

<sup>2</sup>*School of Medicine, Tzu Chi University, Hualien, Taiwan*

Myocardial revascularization is to treat myocardial ischemia caused by coronary artery stenosis and achieved mainly by percutaneous coronary intervention (PCI) or coronary artery bypass grafting (CABG) nowadays. The coronary artery disease can be classified into stable coronary artery disease (SCAD), ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) and non-ST-elevation acute coronary syndrome (NSTEMI-ACS). This article will introduce the historic development of myocardial revascularization, the indication and benefit of myocardial revascularization for different spectrums of coronary artery diseases. (*J Intern Med Taiwan* 2018; 29: 8-14)