

· 综 述 ·

## 冠状动脉疾病评分系统研究进展

孙明壮, 胡舜英\*, 孙志军

(解放军总医院第一医学中心心血管内科, 北京 100853)

**【摘 要】** 冠状动脉病变的严重程度和冠心病患者预后密切相关,也是制定冠心病患者临床治疗策略的重要影响因素。目前不同的研究已经开发出了一系列的冠状动脉评分系统,主要基于冠状动脉造影、冠状动脉 CT 血管造影的影像结果来量化评估冠状动脉粥样硬化病变程度,用以更好地评估患者预后,并指导临床治疗。不同评分系统各有其优劣及适用范围。本文就目前常用的评分系统进行综述,希望能有助于了解各种冠状动脉评分系统的特点和应用范围,以便更好地评估患者预后,并制定出更有益于改善患者预后的治疗策略。

**【关键词】** 冠状动脉疾病;评分系统;冠状动脉造影;冠状动脉 CT 造影

**【中图分类号】** R541.4

**【文献标志码】** A

**【DOI】** 10.11915/j.issn.1671-5403.2021.03.048

## Research progress of coronary artery disease scoring systems

SUN Ming-Zhuang, HU Shun-Ying\*, SUN Zhi-Jun

(Department of Cardiology, First Medical Center, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China)

**【Abstract】** The severity of coronary artery disease is closely related to the prognosis of patients with coronary heart disease, and it is also an important influencing factor in the development of clinical management strategies for these patients. At present, a series of coronary scoring systems have been developed in order to quantitatively assess the severity of coronary atherosclerotic lesions based on the results of coronary angiography or coronary computed tomography angiography in order to evaluate the prognosis of the patients and guide clinical treatment. Different scoring systems have their own advantages, disadvantages and application scopes. The article reviews different scoring systems, and hopes that it will be helpful to understand the characteristics and application scope of the systems so as to better evaluate the prognosis of patients and formulate more beneficial treatment strategies.

**【Key words】** coronary artery disease; scoring system; coronary angiography; coronary computed tomography angiography

*This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (81770237).*

*Corresponding author: HU Shun-Ying, E-mail: hsyily@163.com*

冠心病是指冠状动脉(简称冠脉)发生粥样硬化引起管腔狭窄或闭塞,导致心肌缺血缺氧或坏死引起的心脏疾病,已经成为世界范围内最常见的死亡原因之一<sup>[1]</sup>。冠心病患者的危重程度及预后往往与冠脉病变严重程度密切相关。因此,评估冠脉病变的严重程度及冠心病患者预后的冠脉评分法应运而生<sup>[2]</sup>。冠脉评分法即用于评价冠脉病变严重程度的方法。它们主要基于美国心脏协会冠脉分段法将冠脉树划分为相应的节段<sup>[3]</sup>,然后结合如病变的部位、程度、形态、范围、斑块性质、侧支循环情况等冠脉病变特点中的一个或多个,对患者冠脉病变严重程度进行量化评估。根据冠脉影像获得方法的不同可将其分为基于冠脉造影(coronary angio-

graphy, CAG)的评分方法和基于冠脉 CT 血管造影(coronary computed tomography angiography, CCTA)的评分法 2 大类。现就 Leaman 评分、Gensini 评分、SYNTAX 及其衍生评分、CONFIRM 评分、冠脉 CT 适应性 Leaman 评分等进行综述。

### 1 基于 CAG 的冠脉评分法

CAG 是诊断冠心病、评价冠脉狭窄程度的金标准,并已广泛应用于临床工作中。为进一步量化冠脉病变严重程度和评估患者预后,涌现出了基于 CAG 的 Leaman 评分、Gensini 评分、美国心脏病学会/美国心脏协会(American College of Cardiology/American Heart Association, ACC/AHA)评分、Sullivan

收稿日期: 2020-06-24; 接受日期: 2020-09-10

基金项目: 国家自然科学基金(81770237)

通信作者: 胡舜英, E-mail: hsyily@163.com

评分、Duke 冠心病严重指数评分、SYNTAX 及其衍生评分等多种冠脉评分。其中较为常见的有 Leaman 评分、Gensini 评分、SYNTAX 及其衍生评分等。

### 1.1 Leaman 评分

1981 年, Leaman 等<sup>[4]</sup>在一项“心绞痛和左心室功能损害程度与冠心病严重程度的关系”研究中, 为量化冠心病严重程度提出了 Leaman 评分。评分基于美国心脏协会的冠脉分段法将冠脉分为 15 个节段: 右冠状动脉近段、右冠状动脉中段、右冠状动脉远段、右冠状动脉远端分支、左主干、前降支近段、前降支中段、前降支远段、第一对角支、第二对角支、左回旋支、钝缘支、锐缘支、左心室后侧支、后降支, 并根据对左心室的供血量及冠脉优势型给予各自节段相应的位置权重系数, 各节段位置权重系数再乘以根据狭窄程度赋予的狭窄权重系数, 即为该节段评分。最终 Leaman 评分为各节段得分之和, 得分越高, 表示冠脉病变越重<sup>[3-5]</sup>。Leaman 评分仅与短期主要心血管事件的发生率相关<sup>[6]</sup>。

### 1.2 Gensini 评分

Gensini 评分是 1983 年 Gensini 在 Leaman 评分的基础上, 依据血管管腔狭窄的严重程度和狭窄所在血管段的重要性这两项指标提出来的一种冠脉评分法<sup>[7]</sup>。该评分综合考虑了狭窄严重程度增加的几何级数、冠脉多处狭窄的累积效应、狭窄所处位置的重要性、远端血管的大小和质量以及心肌功能状态的重要性等多个因素, 更加详细地定义了冠脉病变的狭窄程度。首先, Gensini 评分将冠脉分成 14 段: 右冠状动脉近段、中段、远段, 后降支, 左心室后侧支, 左主干, 前降支近段、中段、远段, 第一、第二对角支, 回旋支近段、远段, 钝缘支。其次, 根据病变节段所供血区域的功能重要性和管腔狭窄程度, 分别给予各个节段相应的位置权重系数及狭窄程度权重系数。冠脉管腔狭窄程度权重系数乘以各病变血管位置权重系数即为该血管的得分。最后, 总评分为各病变血管评分之和。冠脉病变越严重, Gensini 评分越高。

与 Leaman 评分或 ACC/AHA 评分相比, Gensini 评分对急性冠脉综合征 (acute coronary syndrome, ACS) 患者发生心脑血管事件风险有更强的评估能力<sup>[6]</sup>。对于接受急诊经皮冠脉介入 (percutaneous coronary intervention, PCI) 治疗的 ST 段抬高型心肌梗死 (ST elevated myocardial infarction, STEMI) 患者, Gensini 评分高 (>89 分) 者住院期间和术后 6 个月主要不良心血管事件 (major adverse cardiovascular event, MACE) 的发生率均明显高于积分低 (≤89 分)

的患者, Kaplan-Meier 生存分析显示, Gensini 评分高的患者无 MACE 发生率显著低于积分低的患者。由此可见, Gensini 评分对于急诊 PCI 后 STEMI 患者住院期间及术后 6 个月发生 MACE 均有预测价值<sup>[8, 9]</sup>。但 Gensini 评分未将患者的临床特征, 冠脉有效的侧支循环, 冠脉优势类型及病变血管钙化、迂曲、血栓、双分叉及三分叉病变等因素考虑在内。因此, Gensini 评分也逐步被更加完善的 SYNTAX 评分系统所取代。目前, Gensini 评分主要用于各类临床试验中, 通过该评分法可探讨冠心病严重程度与某些生化指标有无关联<sup>[10]</sup>。

### 1.3 SYNTAX 及其衍生评分

随着冠心病相关技术与理念的发展, 出现较早的 Leaman 评分和 Gensini 评分等已较少用于当今的冠脉病变风险评估, 但它们为目前广泛使用的 SYNTAX 评分的出现打下了坚实的基础<sup>[10]</sup>。

SYNTAX 评分是基于 SYNTAX 研究提出来的, 主要目的是用于指导冠脉左主干或 3 支病变患者血运重建方式的选择<sup>[11]</sup>。SYNTAX 评分依据 ARTS 研究改良的 AHA 冠脉树状分段、Leaman 评分、ACC/AHA 病变分级、完全闭塞分型系统、Duck 分叉病变及专家建议等基础建立。它将冠脉分成 16 个段: (1) 右冠近段; (2) 右冠中段; (3) 右冠远段; (4) 右冠后降支; (5) 左主干; (6) 前降支近段; (7) 前降支中段; (8) 前降支心尖段; (9) 第一对角支和第一对角支 a; (10) 第二对角支和第二对角支 a; (11) 回旋支近端; (12) 中间支或前侧支和第一钝缘支和第二钝缘支; (13) 回旋支远段; (14) 左后侧支、左后侧支 a 和左后侧支 b; (15) 回旋支后降支; (16) 右冠后侧支、右冠后侧支第一分支、右冠后侧支第二分支和右冠后侧支第三分支。根据左冠优势型与右冠优势型将每个节段赋予不同的权重系数, 其中左主干、前降支、回旋支依次拥有最高的权重系数, 并赋予不同狭窄程度的冠脉不同的权重系数, 同时结合了病变的长度、偏心率、成角、有无钙化、有无侧支血管形成、有无血栓形成、完全闭塞病变的事件、分叉病变的类型等各种复杂的要素, 对直径 ≥ 1.5 mm、狭窄程度 ≥ 50% 的病变进行评分。根据上述信息可以进入 SYNTAX 评分网站进行分数计算。

SYNTAX 评分 <33 的轻、中度评分患者, PCI 组与冠状动脉旁路移植术 (coronary artery bypass graft, CABG) 组的主要不良心血管事件 (major adverse cardiac and cerebrovascular event, MACCE) 发生率无明显差异, 而在评分 ≥ 33 的高分组, CABG 组的 MACCE 事件发生率更低, 因此该评分可为患者血运

重建方式的选择提供依据<sup>[12,13]</sup>。

SYNTAX 评分是冠心病患者 PCI 治疗组 MACCE 的独立预测因子,可以预测临床预后<sup>[14]</sup>。有荟萃分析显示,SYNTAX 评分高分患者的死亡率明显高于较低得分患者,并且更易发生心肌梗死、MACE、再次血运重建和支架血栓形成等情况<sup>[15]</sup>。SYNTAX 评分除了为患者血运重建方式的选择及预后的评估提供了可靠参考依据外,它对冠脉病变程度量化的能力也使其成为了研究一些临床检验指标与冠脉病变严重程度的一座桥梁,因此也被广泛应用于临床试验。

SYNTAX 评分主要基于冠脉解剖特点,没有结合临床变量,得分相同的患者可因合并症的存在而出现不同的短期和长期预后<sup>[16]</sup>。因此不断有学者在 SYNTAX 评分的基础上通过加入临床变量或冠脉变量等方法对其进行改良,并先后提出临床 SYNTAX 积分 (clinical SYNTAX score, CSS)、功能性 SYNTAX 积分 (functional SYNTAX score, FSS)、残余 SYNTAX 积分 (residual SYNTAX score, RSS) 及 SYNTAX 积分 II (SYNTAX score II, SS II) 等相关积分<sup>[17]</sup>。这些衍生评分的出现进一步完善了 SYNTAX 评分系统,使其更加贴合临床需求。

但是 SYNTAX 评分系统仍有其局限性。首先,是因其基于造影术而带来的一些局限性,如操作员对血管狭窄主观评估导致的观察者间差异,以及对斑块负荷、有无易损斑块存在做出准确判断的困难。其次,是评分缺乏考虑患者冠脉解剖结构变异 (血管直径、主要侧支的存在和定位、灌注的心肌面积等) 的能力,以及新的冠脉血运重建技术或器械的改进等方面的影响。再次,虽然 SYNTAX 评分整合了不同的血管造影变量,然而这些变量在不同的缺血结果中可能具有不同的权重。例如,钙化或病变长度与靶血管血运重建的关系可能大于与其他缺血性结局的关系。最后,尽管已经有大量 SYNTAX 评分与临床因素结合的研究,但目前仍需进一步的前瞻性研究来更好地确定在不同临床情况下风险分层患者的 SYNTAX 评分临界值<sup>[16]</sup>。

#### 1.4 其他基于 CAG 的冠脉评分法

此外还有 AHA 于 1987 年提出的 ACC/AHA 评分<sup>[18-20]</sup>、1990 年 Sullivan 等<sup>[21]</sup>提出的 Sullivan 评分及 1994 年 Mark 等<sup>[22]</sup>提出的 Duke 冠心病严重指数评分等,现均已和 Leaman 评分一样少见于临床应用,逐步被更为完备的 SYNTAX 评分系统所取代。

## 2 基于 CCTA 的冠脉评分

CCTA 为诊断冠心病的一种高精度无创检测手

段。CT 扫描仪技术和成像的不断改进显著降低了患者的辐射和碘对比剂暴露,提高了图像质量<sup>[23,24]</sup>。而且作为一种三维成像模式,CCTA 不仅可以显示狭窄严重程度和位置,还提供了详细的冠脉斑块特征,这些特征已被证明能够提供重要的预后信息<sup>[25]</sup>。此外 CCTA 还具有危险性小、程序简单、费用低等特点。

### 2.1 CONFIRM 评分

为分析 CCTA 对疑似冠心病患者的预测价值, Hadamitzky 等<sup>[26]</sup>在 2013 年基于 CONFIRM 注册 (Coronary CT Angiography Evaluation For Clinical Outcomes: An International Multicenter Registry) 提出了综合 CCTA 结果与临床风险的 CONFIRM 评分。该评分包括 3 个参数:全美胆固醇教育计划成人治疗组 III (NCEP ATP III) 评分<sup>[27]</sup>、有狭窄>50%的近端节段数、有钙化或混合斑块的近端节段数。其中近端节段是指其划分 7 个冠脉的主要节段,包括:左主干、前降支近段、前降支中段、回旋支近段、第一钝缘支、右冠近段、右冠中段。CONFIRM 评分的计算公式为:  $\ln(\text{NCEP ATP III 得分})/2.235 + 2.83 \times \text{存在钙化病变的近端节段数}(\leq 2) + 2.76 \times \text{狭窄} > 50\% \text{的近端节段数}(\leq 2)$ 。

CONFIRM 评分可对大约 1/3 的患者的死亡风险进行重新分类,并且与已确定的 NCEP ATP III 评分、Framingham 评分<sup>[28]</sup>和 Morise 评分<sup>[29]</sup>等临床风险评分相比,显著提高了对 CCTA 5 年后的死亡率的预测<sup>[26,30]</sup>。

此项研究随访期间关于研究对象生活方式的改变以及医疗和介入治疗方面的信息非常有限,因此难以纠正其混杂影响<sup>[26]</sup>。此外,研究者也未能明确说明出现非钙化斑块与患者预后呈弱相关这一研究结果出现的原因。

### 2.2 CCTA 适应性 Leaman 评分

有学者为了通过斑块的位置与类型、管腔的狭窄程度定量评价冠脉的整体粥样硬化负荷情况,在 Leaman 评分的基础上提出了一种适用于 CCTA 的 Leaman 评分 (computed tomography angiography-adapted Leaman score, CT-LeSc)<sup>[31]</sup>。首先,CT-LeSc 基于原始 Leaman 评分将冠脉分为 16 个节段:右冠近段、中段、远段,后降支,左主干,前降支近段、中段、远段,第一、第二对角支,回旋支近段、远段,第一、第二钝缘支,左室支、中间支,并按斑块所在节段给与相应得分;其次,根据斑块类型给以钙化斑块积 1 分,非钙化斑块及混合斑块 1.5 分;然后依据管腔狭窄程度 (直径>50%的狭窄积 1 分,直径<50%的狭窄积 0.615 分) 分别为其加权;最后,每个病变部



位得分为上述3项评分的乘积,总CT-LeSc得分为每个可评估病变节段之和<sup>[4,31]</sup>。

CT-LeSc是冠心病患者严重心血管事件的独立长期预测指标,较高的CT-LeSc值(>5)的非阻塞性冠心病患者无事件生存率与阻塞性冠心病患者的无事件生存率相当<sup>[32]</sup>。与其他基于CCTA的冠脉评分相比,CT-LeSc是非阻塞性冠心病心肌梗死和全因致死率的最强预测因子<sup>[33]</sup>。

### 2.3 LEIDEN CCTA 风险评分

近来有学者纳入2809名来自LEIDEN大学医学中心的患者,研究出了一种新型综合CCTA评分,即LEIDEN CCTA风险评分(the Leiden CCTA risk score)<sup>[34]</sup>。该评分计算方法可概述如下。首先,基于美国心脏协会冠脉节段划分方法将冠脉分为17个节段<sup>[3]</sup>。其次,评估每个节段的斑块存在与否及斑块组成,无斑块时积0分;有斑块时根据其组成将其分类为钙化斑块、非钙化斑块和混合斑块分别给予1.1、1.2或1.3分的加权。再次,将该得分乘以冠脉树中该节段位置的权重因子(从0.5到6),再乘以狭窄严重程度的权重因子(狭窄程度为50%的为1.4,狭窄程度<50%的为1.0)。最后,分数(范围从0到42)为各节段得分之和。LEIDEN CCTA风险评分的计算可登录<http://18.224.14.19/calcApp/>进行查询。该研究结果示,与单纯基于狭窄严重程度的风险组相比,LEIDEN CCTA风险评分具有更好的评估预后能力,并且有利于对患者进行更好的危险分层。但该评分对患者长期预后的预测价值有待进一步研究<sup>[34]</sup>。

### 2.4 其他基于CCTA的冠脉评分

病变节段评分(segment involvement score, SIS评分)基于AHA制定的冠脉节段划分方法,将冠脉分为右冠近段、中段、远段,左室后支、左主干、前降支近段、中段、远段,第一、第二对角支,回旋支近段、远段,第一、第二钝缘支,回旋支左室后侧支及后降支,不考虑其狭窄程度,1个病变冠脉节段积1分,积分范围为0~16分<sup>[3]</sup>。SIS是心血管事件的一个强有力的、独立的预测因子<sup>[35]</sup>。SIS评分对冠脉严重程度的评估相对来说不如CONFIRM评分和CT-LeSc精确、全面,但是具有简单易行的特点。

综上所述,冠脉评分法的出现可以帮助医师对患者冠脉病变严重程度有一个更直观的评价,便于与患者沟通;并可对患者行更准确的危险分层及预后评估,对患者下一步治疗策略的选择提供理论依据。冠脉评分现已在临床工作得到广泛应用,随着CAG及CCTA技术的发展及更多冠脉评分法与临

床结合研究的进展,我们有理由相信,冠脉评分法在未来将会拥有更加广阔的前景,并随着临床需求及技术进步而不断完善。

### 【参考文献】

- [1] Franco M, Cooper RS, Bilal U, *et al.* Challenges and opportunities for cardiovascular disease prevention[J]. *Am J Med*, 2010, 124(2): 95-102. DOI: 10.1016/j.amjmed.2010.08.015.
- [2] Neeland IJ, Patel RS, Eshtehardi P, *et al.* Coronary angiographic scoring systems: an evaluation of their equivalence and validity[J]. *Am Heart J*, 2012, 164(4): 547-552. e1. DOI: 10.1016/j.ahj.2012.07.007.
- [3] Austen WG, Edwards JE, Frye RL, *et al.* A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the Ad Hoc Committee for Grading of Coronary Artery Disease, Council on Cardiovascular Surgery, American Heart Association[J]. *Circulation*, 1975, 51(4 Suppl): 5-40. DOI: 10.1161/01.cir.51.4.5.
- [4] Leaman DM, Brower RW, Meester GT, *et al.* Coronary artery atherosclerosis: severity of the disease, severity of angina pectoris and compromised left ventricular function[J]. *Circulation*, 1981, 63(2): 285-299. DOI: 10.1161/01.cir.63.2.285.
- [5] Kalbfleisch H, Hort W. Quantitative study on the size of coronary artery supplying areas postmortem [J]. *Am Heart J*, 1977, 94(2): 183-188. DOI: 10.1016/s0002-8703(77)80278-0.
- [6] Huang G, Zhao JL, Du HA, *et al.* Coronary score adds prognostic information for patients with acute coronary syndrome[J]. *Circ J*, 74(3): 490-495. DOI: 10.1253/circj. cj-09-0637.
- [7] Gensini GG. A more meaningful scoring system for determining the severity of coronary heart disease [J]. *Am J Cardiol*, 1983, 51(3): 606. DOI: 10.1016/s0002-9149(83)80105-2.
- [8] 秦文沛, 杨毅宁, 李晓梅, 等. 平均血小板体积和Gensini积分预测ST段抬高型心肌梗死患者急诊介入治疗后近期预后的价值[J]. *中华心血管病杂志*, 2015, 43(1): 22-25. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2015.01.004.
- [9] Qin WP, Yang YN, Li XM, *et al.* Value of mean platelet volume and Gensini score on predicting short-term outcome in acute ST segment elevation myocardial infarction patient post emergency percutaneous coronary intervention [J]. *Chin J Cardiol*, 2015, 43(1): 22-25. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2015.01.004.
- [10] Yildirim EIA, Celik M. The relationship between Gensini score and in-hospital mortality in patients with ST segment [J]. *Int J Cardiovasc Sci*, 2017, 30(1): 32-41. DOI: 10.5935/2359-4802.20170017.
- [11] 何佳林. EuroSCORE II评分对左主干临界病变患者PCI术后生存率的预测价值[D]. 杭州: 浙江大学, 2014.
- [12] He JL. The predictive value of EuroSCORE II to ULMCA patients after percutaneous coronary intervention [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2014.
- [13] Sianos G, Morel MA, Kappetein AP, *et al.* The SYNTAX score: an angiographic tool grading the complexity of coronary artery disease[J]. *EuroIntervention*, 2005, 1(2): 219-227. DOI: 10.1182/blood-2006-09-048868.
- [14] Serruys Patrick W, Marie-Claude M, Pieter KA, *et al.* Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease [J]. *N Engl J Med*, 2009, 360(10): 961-972. DOI: 10.1007/s12170-009-0055-2.

- [13] Vivian H, Ross JS, Nallamothu BK, *et al.* Cardiac certificate of need regulations and the availability and use of revascularization services[J]. *Am Heart J*, 2007, 154(4): 767-775. DOI: 10.1016/j.ahj.2007.06.031.
- [14] 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[J]. *Lancet*, 2013, 381(9867): 629-638. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60141-5.
- [15] Bundhun PK, Sookharee Y, Bholee A, *et al.* Application of the SYNTAX score in interventional cardiology: a systematic review and meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(28): e7410. DOI: 10.1097/MD.00000000000007410.
- [16] Yadav M, Palmerini T, Caixeta A, *et al.* Prediction of coronary risk by SYNTAX and derived scores: synergy between percutaneous coronary intervention with taxus and cardiac surgery[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2013, 62(14): 1219-1230. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.06.047.
- [17] 容耀聪, 郭新贵. SYNTAX 积分及其相关积分在冠心病预后中的价值[J]. *老年医学与保健*, 2018, 24(1): 88-91. DOI: CNKI:SUN:LYBJ.0.2018-01-027.  
Rong YC, Guo XG. The value of SYNTAX score and its associated score in the prognosis of coronary heart disease[J]. *Geriatr Health Care*, 2018, 24(1): 88-91. DOI: CNKI:SUN:LYBJ.0.2018-01-027.
- [18] Anon. Guidelines for coronary angiography. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Assessment of diagnostic and therapeutic cardiovascular procedures (subcommittee on coronary angiography)[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1987, 10(4): 935-950.
- [19] Spears JR, Sandor T, Als AV, *et al.* Computerized image analysis for quantitative measurement of vessel diameter from cineangiograms[J]. *Circulation*, 1983, 68(2): 453-461. DOI: 10.1161/01.cir.68.2.453.
- [20] Eigler N, Pfaff JM, Whiting J, *et al.* The role of digital angiography in the evaluation of coronary artery disease[J]. *Int J Cardiol*, 1986, 10(1): 3-13. DOI: 10.1016/0167-5273(86)90160-9.
- [21] Sullivan DR, Marwick TH, Freedman SB. A new method of scoring coronary angiograms to reflect extent of coronary atherosclerosis and improve correlation with major risk factors[J]. *Am Heart J*, 1990, 119(6): 1262-1267. DOI: 10.1016/s0002-8703(05)80173-5.
- [22] Mark DB, Nelson CL, Califf RM, *et al.* Continuing evolution of therapy for coronary artery disease. Initial results from the era of coronary angioplasty[J]. *Circulation*, 1994, 89(5): 2015-2025. DOI: 10.1161/01.cir.89.5.2015.
- [23] Abbara S, Blanke P, Maroules CD, *et al.* SCCT guidelines for the performance and acquisition of coronary computed tomographic angiography[J]. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2016, 10(6): 342-358. DOI: 10.1016/j.jcct.2016.10.002.
- [24] Al-Mallah MH, Aljizeeri A, Villines TC, *et al.* Cardiac computed tomography in current cardiology guidelines[J]. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2015, 9(6): 514-523. DOI: 10.1016/j.jcct.2015.09.003.
- [25] Arrey-Mbi TB, Klusewitz SM, Villines TC. Long-term prognostic value of coronary computed tomography angiography[J]. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*, 2017, 19(12): 90. DOI: 10.1007/s11936-017-0588-5.
- [26] Hadamitzky M, Achenbach S, Al-Mallah M, *et al.* Optimized prognostic score for coronary computed tomographic angiography: results from the CONFIRM registry (Coronary CT angiography evaluation for clinical outcomes: an international multicenter registry)[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2013, 62(5): 468-476. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.04.064.
- [27] Adults E. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III)[J]. *JAMA*, 2001, 285(19): 2486-2497. DOI: 10.1001/jama.285.19.2486.
- [28] Wilson PW, D'Agostino RB, Levy D, *et al.* Prediction of coronary heart disease using risk factor categories[J]. *Circulation*, 1998, 97(18): 1837-1847. DOI: 10.1161/01.cir.97.18.1837.
- [29] Morise AP, Jalisi F. Evaluation of pretest and exercise test scores to assess all-cause mortality in unselected patients presenting for exercise testing with symptoms of suspected coronary artery disease[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2003, 42(5): 842-850. DOI: 10.1016/s0735-1097(03)00837-4.
- [30] Deseive S, Shaw LJ, Min JK, *et al.* Improved 5-year prediction of all-cause mortality by coronary CT angiography applying the CONFIRM score[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2017, 18(3): 286-293. DOI: 10.1093/ehjci/jew195.
- [31] de Araújo Gonçalves P, Garcia-Garcia HM, Dores H, *et al.* Coronary computed tomography angiography-adapted Leaman score as a tool to noninvasively quantify total coronary atherosclerotic burden[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2013, 29(7): 1575-1584. DOI: 10.1007/s10554-013-0232-8.
- [32] Mushtaq S, De Araujo Gonçalves P, Garcia-Garcia HM, *et al.* Long-term prognostic effect of coronary atherosclerotic burden: validation of the computed tomography-Leaman score[J]. *Circ Cardiovasc Imaging*, 2015, 8(2): e002332. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.114.002332.
- [33] Andreini D, Pontone G, Mushtaq S, *et al.* Long-term prognostic impact of CT-Leaman score in patients with non-obstructive CAD: results from the Coronary CT Angiography Evaluation for Clinical Outcomes International Multicenter (CONFIRM) study[J]. *Int J Cardiol*, 2016, 231: 18-25. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.12.137.
- [34] van Rosendaal AR, Shaw LJ, Xie JX, *et al.* Superior risk stratification with coronary computed tomography angiography using a comprehensive atherosclerotic risk score[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2019, 12(10): 1987-1997. DOI: 10.1016/j.jcmg.2018.10.024.
- [35] Ayoub C, Erthal F, Abdelsalam MA, *et al.* Prognostic value of segment involvement score compared to other measures of coronary atherosclerosis by computed tomography: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2017, 11(4): 258-267. DOI: 10.1016/j.jcct.2017.05.001.

(编辑: 兆瑞臻)