

综述

颈动脉及下肢动脉粥样硬化
与冠心病相关性的研究进展

王雪琦, 赵澜婷, 马春燕

(中国医科大学附属第一医院 心血管超声科, 辽宁 沈阳, 110001)

摘要: 冠状动脉疾病(CAD)发病率逐年升高,及早发现CAD及其不良预后高危人群加以早期干预,能够改善患者预后。颈动脉及下肢动脉粥样硬化与CAD的发生发展及预后之间存在重要关系。联合评价颈动脉和下肢动脉粥样硬化不仅能够辅助识别CAD并反映其严重程度,还能够预测CAD患者及心肌血运重建患者术后发生不良心血管事件的风险,以完善高危人群二级预防措施。血管超声是无创评价动脉粥样硬化的主要手段。本文就颈动脉、下肢动脉粥样硬化以及两者的联合评价在CAD诊断和预后中的作用及研究进展进行综述。

关键词: 冠状动脉; 血管超声; 颈动脉; 下肢动脉; 动脉粥样硬化

中图分类号: R 541; R 445 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-2353(2022)03-125-05 **DOI:** 10.7619/jcmp.20213939

Research progress of correlation of carotid artery and lower
limb atherosclerosis with coronary heart disease

WANG Xueqi, ZHAO Lanting, MA Chunyan

(Department of Cardiovascular Ultrasound, the First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang, Liaoning, 110001)

Abstract: The incidence of coronary artery disease (CAD) is increasing year by year. Early detection of CAD and early intervention in high risk groups can improve the prognosis of patients. There is an important relationship between carotid as well as lower limb atherosclerosis and the occurrence, development and prognosis of CAD. Combined evaluation of carotid and lower limb atherosclerosis can not only assist in the identification of CAD and reflect its severity, but also predict the risk of adverse cardiovascular events in CAD patients and those with myocardial revascularization, thereby improving secondary prevention measures in high-risk populations. Vascular ultrasound is the main method of noninvasive evaluation of atherosclerosis. This paper reviewed the role, research progress of carotid and lower limb atherosclerosis, and their combined evaluation in diagnosis and prognosis of CAD.

Key words: coronary artery; vascular ultrasound; carotid artery; lower extremity artery; atherosclerosis

冠状动脉疾病(CAD)是全球范围内发生率和死亡率最高的心血管疾病,其所致的过早死亡寿命年损失居全球首位^[1]。因此,早期诊断CAD并对风险群体进行分层管理,对改善疾病预后、减轻疾病负担至关重要。目前,血管超声预测冠状动脉病变程度受到越来越多的关注。血管超声可直观定量外周动脉斑块负荷,具有便捷、无创等优点,能够动态观察患者动脉粥样硬化的进展情况,

适用于早期筛查及长期随访^[2]。

研究^[3-4]表明,颈动脉和下肢动脉粥样硬化与CAD的发生发展及预后之间存在重要关系,其不仅能预测CAD及其病变复杂程度,还与CAD患者心肌血运重建治疗的愈后情况密切相关。但目前临床更加关注颈动脉与CAD之间的相关性,在下肢动脉粥样硬化与CAD进展及预后方面研究较少。虽然颈动脉与下肢动脉粥样硬化常伴随

出现,但两者在疾病进展上尚存差异,且具有不同的预测效能^[5]。联合评价颈动脉与下肢动脉粥样硬化能够弥补两者单独评价的不足,但目前尚无指南明确推荐联合评价的方法^[6-8]。现就颈动脉、下肢动脉粥样硬化以及两者的联合评价在 CAD 诊断和预后中的作用及研究进展进行综述。

1 颈动脉粥样硬化与 CAD 诊断和预后之间的关系

颈动脉粥样硬化在预测 CAD 严重程度及预后评价方面具有一定作用,其与冠状动脉血管重建术后卒中的发生密切相关^[2]。动脉内-中膜厚度(IMT)是较为公认评价动脉粥样硬化进展的超声参数。研究^[9]表明,颈动脉 IMT 的增加与 CAD 的严重程度相关($P < 0.05$),并与冠状动脉的病变数量以及急性心肌梗死严重程度相关($P < 0.05$)。颈动脉 IMT 和颈动脉斑块的存在是 CAD 强有力的独立预测因子。颈动脉斑块总面积(TPA)亦能够有效预测 CAD 的发生风险,且预测效能优于传统风险因素组成的预测模型^[10]。

另一方面,颈动脉粥样硬化能够提供独立于传统风险因素以外的预后风险分层效用^[11]。2021 年,美国超声心动图协会围绕颈动脉最大斑块高度(MPH)更新斑块负荷分级评价系统,经研究验证能够有效预测高风险人群未来发生死亡、心肌梗死、卒中、短暂性脑缺血性发作等主要不良心血管事件的风险^[2]。颈动脉 IMT 仅从限定的较小范围(颈总动脉远端 1~2 cm)采集数据,缺乏对于颈动脉整体粥样硬化情况的考量,而 MPH 通过扫查整个颈动脉得出量化其病变程度的最终结果,更加符合动脉粥样硬化病变的实际情况^[12]。

此外,在冠心病群体中进行颈动脉筛查同样有益于发现不良预后高风险潜在人群。颈动脉疾病是冠状动脉支架置入术及冠状动脉搭桥术后围术期卒中的显著独立预测因素($P < 0.05$),大多数围术期发生卒中的患者出院时仍残留轻度肢体障碍,同时伴有远期死亡率升高的风险,因此应加强该群体患者远期随访管理^[13]。

2 下肢动脉粥样硬化与 CAD 诊断和预后之间的关系

下肢动脉疾病也称外周动脉疾病(PAD),是指髂外动脉至足背动脉管腔内存在狭窄或闭塞从而引起下肢缺血的血管疾病,其最主要的病理学

改变为动脉粥样硬化。既往研究^[14-15]表明,踝肱指数(ABI) < 0.9 以及评价下肢动脉闭塞病变部位分型的 TASCII 评分与评价冠状动脉病变复杂程度的 SYNTAX 评分间存在相关性,提示下肢动脉粥样硬化病变特征能够预测与冠状动脉病变的复杂程度。

另一方面,合并 PAD 的 CAD 患者往往具有更为严重和广泛的系统性动脉粥样硬化以及更加糟糕的预后情况。BONACCHI M 等^[16]指出 PAD 是冠状动脉搭桥术后卒中、急性肾衰竭以及急性肢体缺血事件的独立预测因子,且与患者术后远期死亡率密切相关。但目前合并 PAD 的 CAD 患者却没有受到足够的重视,其原因可能是部分患者活动量减低,导致间歇性跛行等典型症状被掩盖,延误早期诊治^[17-18]。

近年来研究^[19]发现,股动脉具有不亚于颈动脉的心血管疾病预测能力。LACLAUSTRA M 等^[20]提出股动脉在与传统危险因素及 CAD 的相关性上优于颈动脉,相比于颈动脉更能预测冠状动脉钙化情况。SOSNOWSKI C 等^[21]研究认为股动脉斑块负荷可预测冠状动脉病变的严重程度,股动脉 IMT 是单支冠状动脉病变的独立预测因子,股动脉斑块的存在是多支冠状动脉病变的独立预测因子。

3 颈动脉与下肢动脉粥样硬化联合评价与 CAD 诊断和预后之间的关系

虽然颈动脉与股动脉粥样硬化常伴随出现,但两者在疾病进展上存在差异,股动脉比颈动脉更早出现动脉粥样硬化。研究^[6]发现,有近 30% 的颈动脉正常者已经存在股动脉粥样硬化,如果不将股动脉与颈动脉相结合,则可能会遗漏部分亚临床动脉粥样硬化患者(其中男性漏诊率为 56%,女性漏诊率为 31%),而这部分患者,同样具有轻-中度风险患有无症状 CAD,扩大动脉评估范围能够增加早期发现无症状 CAD 患者的敏感度。同时,既往研究^[22]已证明,将颈、股动脉联合评价加入现有预测模式中,可以提高预测 CAD 模型的预测效能($P < 0.05$)。因此,在 CAD 的诊断和预后方面,联合评价颈、股动脉粥样硬化可能是一种更为敏感、准确的评价方式。

目前颈动脉与 CAD 之间的密切联系已获得广泛认可,多采用 IMT、MPH、TPA 等参数对颈动脉粥样硬化进行量化^[23],但联合下肢动脉的研究则相对较少,其中多为联合股动脉进行研究。

3.1 颈动脉与下肢动脉粥样硬化联合评价

与 CAD 诊断及严重程度之间的关系

颈动脉与下肢动脉联合评价能够辅助识别 CAD。SOSNOWSKI C 等^[21]使用 MPH 量化颈、股动脉的斑块负荷程度,结果显示,人群患 CAD 的风险随颈、股动脉 MPH 的增加而升高 ($P < 0.001$)。在心绞痛患者中评价颈动脉分叉部及股动脉斑块负荷的情况,并与冠状动脉造影结果比较,受试者工作特征 (ROC) 曲线分析结果显示,联合评价颈动脉及股动脉斑块的存在能够有效预测 CAD,且联合评价的预测效能优于单独采用颈动脉和股动脉斑块存在的预测效能 ($P < 0.05$)^[24]。COLLEDANCHISE K N 等^[3]创新性地使用了一种各血管节段相组合的评估方式用以识别 CAD,获得了良好的效果。该研究通过血管超声测量颈、股动脉 MPH、TPA 等参数,与冠状动脉造影结果比对,找到了具有性别特异性的最佳节段组合(在女性中使用股总动脉 TPA 与颈动脉 TPA 相结合,在男性中使用股动脉分叉 MPH 与颈动脉 MPH 相结合)。该方法可以有效排除虽有症状但是无 CAD 的女性群体,一定程度上改善临床工作中过度依赖冠状动脉造影等有创检查的现状,为临床提供了无创鉴别 CAD 的新方法。此外,该方式还可以排除负荷试验假阳性的女性患者,为性别特异性诊疗提供帮助。这种新型的节段性颈股联合模式,亦为未来 CAD 预测模型的发展提供了新思路。

此外,颈动脉与下肢动脉联合评价还可预测 CAD 患者冠状动脉病变的严重程度。LEKAKIS J P 等^[25]对 8 个位点(双侧颈总动脉、颈动脉分叉部、颈内动脉和股动脉)的 IMT 厚度进行测量,IMT 增厚计为 1 分,评分范围 0~8 分,结果显示 IMT 评分与冠状动脉造影得出的评价冠状动脉病变严重程度的 Gensini 评分独立相关,提示高 IMT 评分能有效预测冠状动脉多支病变,且与随访中心血管事件发生风险增加相关。除了以定量方式联合评价外,YERLY P 等^[26]创新性地采用定性而非定量的方式评价外周动脉粥样硬化,提出了动脉粥样硬化负荷评分 (ABS),ABS 能够预测冠状动脉病变的严重程度,且预测准确性高于颈动脉 IMT ($P < 0.05$)。ABS 在测量方法上简便易行、安全无创,适用于大规模早期筛查。近年来研究^[27]再次验证,ABS 在无症状且无已知心血管疾病人群中,对于冠心病的预测效能优于单独使用颈动脉 IMT 和 ABI ($P < 0.05$),

且能够对心血管疾病高风险患者进行筛查,该群体患者可能因采取额外的治疗手段而获益。

上述研究证明,颈、股动脉联合评价能够预测 CAD 及其严重程度,不仅可早期识别无症状 CAD 者,还可鉴别无阻塞性 CAD 但有临床症状的患者,具有良好的临床诊断效能。

3.2 颈动脉与下肢动脉粥样硬化联合评价与 CAD 预后之间的关系

伴发外周动脉疾病的 CAD 人群是未来不良心血管事件发生的高危人群。YERLY P 等^[26]使用颈、股动脉各节段 IMT、管径、斑块总高度及表面有无溃疡等特征因素对 215 位中年人进行研究、随访,2 年共有 9 位参与者发生了心血管不良事件。将颈、股动脉粥样硬化特征均纳入多因素分析,结果显示,股动脉斑块表面存在溃疡是主要不良心血管事件中后期随访的独立预测因子,提示斑块的形态对高风险患者未来心血管事件的发生也具有一定预测作用。

对接受经皮冠状动脉介入治疗的心肌梗死患者随访、研究^[4]发现,患者心肌血运重建术后的死亡率随着颈、股动脉粥样硬化病变程度的加重而升高。该研究将患者依照颈、股动脉病变严重程度分为 I~IV 级,40 个月的随访结果显示,其中 I~IV 级患者死亡率分别占总体死亡率的 2.8%、3.1%、23.7% 和 49.0% ($P < 0.001$);且多因素分析显示,IV 级患者的死亡风险是 I 级患者的 7 倍 ($OR = 7.34$),III 级患者的死亡风险是 I 级患者的 5 倍 ($OR = 5.38$)。IV 级、III 级、II 级患者发生不良心脑血管事件的风险分别是 I 级患者的 7 倍 ($OR = 7.50$)、6 倍 ($OR = 6.44$)、2 倍 ($OR = 1.73$)。

颈动脉疾病是冠状动脉搭桥术后围术期卒中的独立预测因子,伴有颈动脉疾病的患者围术期卒中发生率约为 2.1%,同时该类人群围术期死亡率约为无颈动脉疾病患者的 7.3 倍^[28]。PAD 同样是冠状动脉搭桥术后卒中、急性肾衰竭以及急性肢体缺血事件的独立预测因子^[16]。冠状动脉搭桥术前联合评估颈动脉与下肢动脉情况,能够一定程度上影响冠状动脉搭桥术式的选择,且能够早期识别术后发生不良心脑血管事件的高危人群。外周动脉粥样硬化程度较重的患者应注意在术中体外循环时,保持较高的灌注压力,以减少卒中和下肢动脉缺血的发生^[29]。

颈动脉、股动脉联合评价可以评估心肌血运重建术后患者不良心血管事件的发生风险,通过

对高风险人群采取相应预防措施,减少不良事件的发生,从而改善患者的生活质量。

4 联合评价颈动脉与下肢动脉粥样硬化的研究进展及展望

血管超声评价无症状外周动脉粥样硬化可以辅助识别 CAD,还能够对心肌血运重建患者术后发生不良心血管事件的风险进行预测,但其所使用的量化参数及评价方式在各个研究中差异较大。目前,联合评价的方式多样,仍需进一步探究。

以往血管超声对颈动脉 IMT 的评估被广泛用于预测冠状动脉粥样硬化^[30]。然而,2013 年心血管危险因素评估指南已经不再将测量颈动脉 IMT 作为预测首次心血管事件发生风险的推荐评估方式^[31]。2020 年,美国超声心动图协会推荐的颈动脉粥样硬化和心血管风险评估指南中指出,相比于颈动脉 IMT,对颈动脉斑块进行评估具有更高的风险预测效能^[32]。研究^[23]显示,颈动脉 IMT、MPH 和分叉部 TPA 这 3 种定量方式与冠状动脉病变血管数量相关性的比较中,MPH 用于排除 CAD 效果最好;另有研究^[3]认为,颈动脉斑块的存在和其 TPA 才是不良心血管事件的独立预测因素。目前,预测 CAD 及不良心血管事件效能最佳的超声参数仍不确定,仍需进一步探索验证。

在联合评价方式的选择方面,许多研究使用不同统计学方法评价、比较颈动脉、股动脉粥样硬化对 CAD 的预测效能,少部分研究则提出使用新型评分或其他组合方式进行联合评价。MONOPOLI D E 等^[4]提出将病变血管的动脉粥样硬化程度定性分为 4 级:Ⅰ级,正常或血管壁轻微破坏;Ⅱ级,血管壁增厚;Ⅲ级,存在不造成明显狭窄的斑块;Ⅳ级,存在造成明显狭窄的斑块,用以预测经皮冠状动脉介入治疗患者术后不良心血管事件发生的风险。另有研究^[27]通过计算双侧颈、股动脉分叉部存在斑块的血管数量描述外周血管动脉粥样硬化情况,提出评分方式 ABS。ABS 与冠状动脉病变严重程度之间的相关性较 IMT 更强,其原因可能是颈动脉 IMT 通常在选定节段处测量,但该处很可能并没有斑块形成,这也就造成了颈动脉 IMT 与实际整体评估动脉粥样硬化进程之间存在差异性。ABS 评估范围更广,操作较为简便且预测效能高于 IMT,是在传统危险因素的基础上有望替代 IMT 的理想评分方式。以上 2 种颈动脉、股动脉联合评价方式由

于操作简单,可重复性强,可用于较大规模的普查研究。

2020 年,COLLEDANCHISE K N 等^[3]在女性中使用股总动脉 TPA 与颈动脉 TPA 相结合,在男性中使用股动脉分叉 MPH 与颈动脉 MPH 相结合的方式,确定了识别 CAD 的最佳血管节段组合。这种创新性的组合评估方式,打破了以往单一使用单一节段血管进行 CAD 预测的模式,且具有性别特异性,更加符合临床实际。在与已知传统危险因素的结合中,节段性组合模式有效提高了预测模型的净重新分类指数,使其具有更高的预测准确性,这种创新性的组合方式为未来颈、股动脉粥样硬化联合评价发展开辟了新方向。

5 小结

综上所述,颈动脉、股动脉联合评价在辅助识别 CAD 及对 CAD 预后评价中具有重要作用。一方面,颈动脉、股动脉联合评价可以辅助识别 CAD,还可以排除虽有症状但却没有阻塞性 CAD 的患者,避免过度依赖有创冠状动脉造影检查。另一方面,颈动脉、股动脉联合评价可以对心肌血运重建术后患者发生不良事件的风险进行预判,通过早期识别高风险人群,改善治疗方案,以避免不良事件的发生。

虽然目前最具有鉴别性的研究方法仍不确定,但将颈、股动脉联合评价加入现有以传统危险因素为基础的预测模式中,可以提高预测 CAD 及其预后情况的准确性。目前,合并颈动脉、下肢动脉粥样硬化的 CAD 患者并没有受到足够的重视,联合评价在 CAD 诊断、治疗中的应用同样较少,如何将颈、股动脉联合评价方式标准化,仍需要进一步研究,如何针对不良预后高风险人群进行预防性干预亦需进一步探索。

参考文献

- [1] COLLABORATORS G B D C O D. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 [J]. *Lancet*, 2018, 392(10159): 1736–1788.
- [2] JOHRI A M, LAJKOSZ K A, GRUBIC N, et al. Maximum plaque height in carotid ultrasound predicts cardiovascular disease outcomes: a population-based validation study of the American society of echocardiography's grade II–III plaque characterization and protocol [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2021, 37(5): 1601–1610.
- [3] COLLEDANCHISE K N, MANTELLA L E, BULLEN M, et al. Combined femoral and carotid plaque burden identifies obstructive coronary artery disease in women [J]. *J Am Soc*

- Echocardiogr, 2020, 33(1): 90–100.
- [4] MONOPOLI D E, BERTELLI L, SGURA F A, *et al.* Long term prognostic value of subclinical carotid and femoral arterial wall lesions in patients with ST-elevation-myocardial infarction having percutaneous coronary intervention[J]. *Am J Cardiol*, 2013, 111(5): 649–656.
- [5] HELD C, HJEMDAHL P, ERIKSSON S V, *et al.* Prognostic implications of intima-media thickness and plaques in the carotid and femoral arteries in patients with stable angina pectoris[J]. *Eur Heart J*, 2001, 22(1): 62–72.
- [6] POSTLEY J E, PEREZ A, WONG N D, *et al.* Prevalence and distribution of sub-clinical atherosclerosis by screening vascular ultrasound in low and intermediate risk adults; the New York physicians study [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2009, 22(10): 1145–1151.
- [7] GALLINO A, ABOYANS V, DIEHM C, *et al.* Non-coronary atherosclerosis[J]. *Eur Heart J*, 2014, 35(17): 1112–1119.
- [8] 邹玉宝, 蒋雄京. 心脏科临床医师应重视外周动脉疾病的识别[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2020, 22(3): 225–227.
- [9] BYTYÇI I, SHENOUDA R, WESTER P, *et al.* Carotid atherosclerosis in predicting coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2021, 41(4): e224–e237.
- [10] ROMANENS M, ADAMS A, SUDANO I, *et al.* Prediction of cardiovascular events with traditional risk equations and total plaque area of carotid atherosclerosis: the Arteris Cardiovascular Outcome (ARCO) cohort study[J]. *Prev Med*, 2021, 147: 106525.
- [11] GENKEL V V, KUZNETSOVA A S, SUMERKINA V S, *et al.* The prognostic value of various carotid ultrasound parameters in patients at high and very high cardiovascular risk[J]. *Int J Cardiol*, 2019, 292: 225–229.
- [12] SILLESEN H, SARTORI S, SANDHOLT B, *et al.* Carotid plaque thickness and carotid plaque burden predict future cardiovascular events in asymptomatic adult Americans[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 2018, 19(9): 1042–1050.
- [13] YAMAMOTO K, NATSUAKI M, MORIMOTO T, *et al.* Periprocedural stroke after coronary revascularization (from the CREDO-Kyoto PCI/CABG registry cohort-3) [J]. *Am J Cardiol*, 2021, 142: 35–43.
- [14] IKEDA N, KOGAME N, IJIMA R, *et al.* Impact of carotid artery ultrasound and ankle-brachial index on prediction of severity of SYNTAX score[J]. *Circ J*, 2013, 77(3): 712–716.
- [15] AYKAN A Ç, HATEM E, KARABAY C Y, *et al.* Complexity of lower extremity peripheral artery disease reflects the complexity of coronary artery disease [J]. *Vascular*, 2015, 23(4): 366–373.
- [16] BONACCHI M, PARISE O, MATTEUCCI F, *et al.* Is peripheral artery disease an independent predictor of isolated coronary artery bypass outcome? [J]. *Heart Lung Circ*, 2020, 29(10): 1502–1510.
- [17] POREDOŠP, CEVC M, BLINC A. Characteristics of atherosclerosis in femoropopliteal artery and its clinical relevance[J]. *Atherosclerosis*, 2021, 335: 31–40.
- [18] POREDOS P, BLINC A, NOVO S, *et al.* How to manage patients with polyvascular atherosclerotic disease. Position paper of the International Union of Angiology [J]. *Int Angiol*, 2021, 40(1): 29–41.
- [19] KOROSOGLOU G, MAYLAR N. Looking to the femoral rather than the carotid bifurcation to predict obstructive coronary artery disease[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2021, 37(10): 2975–2977.
- [20] LACLAUSTRA M, CASASNOVAS J A, FERNÁNDEZ-ORTIZ A, *et al.* Femoral and carotid subclinical atherosclerosis association with risk factors and coronary calcium; the AWHs study[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 67(11): 1263–1274.
- [21] SOSNOWSKI C, PASIERSKI T, JANECZKO-SOSNOWSKA E, *et al.* Femoral rather than carotid artery ultrasound imaging predicts extent and severity of coronary artery disease[J]. *Kardiol Pol*, 2007, 65(7): 760–768.
- [22] 孔令堃, 李亚玉, 曲青霞, 等. 外周动脉斑块超声评估数据联合常规临床危险因素预测冠状动脉粥样硬化[J]. *临床超声医学杂志*, 2020, 22(8): 566–570.
- [23] JOHRI A M, BEHL P, HÉTU M F, *et al.* Carotid ultrasound maximum plaque height-A sensitive imaging biomarker for the assessment of significant coronary artery disease[J]. *Echocardiography*, 2016, 33(2): 281–289.
- [24] 于航, 杨志洛, 张宁, 等. 外周动脉斑块与冠状动脉粥样硬化程度的相关性及其预测价值[J]. *中国循证心血管医学杂志*, 2021, 13(7): 847–850.
- [25] LEKAKIS J P, PAPAMICHAEL C, PAPAIOANNOU T G, *et al.* Intima-media thickness score from carotid and femoral arteries predicts the extent of coronary artery disease: intima-media thickness and CAD [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2005, 21(5): 495–501.
- [26] YERLY P, MARQUÈS-VIDAL P, OWLYA R, *et al.* The atherosclerosis burden score (ABS): a convenient ultrasound-based score of peripheral atherosclerosis for coronary artery disease prediction [J]. *J Cardiovasc Transl Res*, 2015, 8(2): 138–147.
- [27] KOULOURI A, DARIOLI R, DINE QANADLI S, *et al.* The atherosclerosis burden score[J]. *Vasa*, 2021, 50(4): 280–285.
- [28] ROY P, BRAHME I, REDDY R P, *et al.* Meta-analysis of perioperative stroke and mortality in CABG patients with carotid Stenosis[J]. *Neurologist*, 2020, 25(5): 113–116.
- [29] ALI I, SHOKRI H, ABD AL JAWAD M. Assessment of carotid artery Stenosis and lower limb peripheral ischemia before coronary artery bypass grafting operations: a non-randomized clinical trial[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2020, 15(1): 283.
- [30] QU B G, QU T. Causes of changes in carotid intima-media thickness: a literature review [J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2015, 13: 46.
- [31] GOFF D C Jr, LLOYD-JONES D M, BENNETT G, *et al.* 2013 ACC/AHA guideline on the assessment of cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines[J]. *Circulation*, 2014, 129(25 Suppl 2): S49–S73.
- [32] JOHRI A M, NAMBI V, NAQVI T Z, *et al.* Recommendations for the assessment of carotid arterial plaque by ultrasound for the characterization of atherosclerosis and evaluation of cardiovascular risk: from the American society of echocardiography[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2020, 33(8): 917–933.