

DOI:10.16781/j.0258-879x.2021.04.0385

· 论 著 ·

颈动脉斑块积分对冠状动脉慢性完全闭塞病变的预测价值

许智超[△], 侯攀[△], 唐文栋, 朱婷芳, 马超群, 李攀, 赵仙先*

海军军医大学(第二军医大学)长海医院心血管内科, 上海 200433

[摘要] **目的** 探讨颈动脉斑块积分和内中膜厚度对冠状动脉慢性完全闭塞(CTO)病变的预测价值。**方法** 选择在海军军医大学(第二军医大学)长海医院就诊、同时行颈动脉超声和首次冠状动脉血管造影检查的患者608例,根据冠状动脉血管造影结果将其分为CTO组(150例)和非CTO组(458例),比较两组患者的基线资料和颈动脉超声检查结果,并对冠状动脉CTO发生的危险因素进行单因素和多因素logistic回归分析。绘制ROC曲线分析颈动脉斑块积分、内中膜厚度及多个危险因素构成的综合预测变量对CTO的预测价值。**结果** CTO组患者的年龄、男性比例、BMI、高血压病患者比例、血肌酐水平、颈动脉斑块检出率、两侧颈动脉斑块平均厚度、总斑块积分、平均内中膜厚度均高于非CTO组(P 均 <0.05)。多因素logistic回归分析结果显示,高龄、高BMI、高血肌酐水平、高总斑块积分及高平均内中膜厚度是CTO发生的独立危险因素(P 均 <0.05)。ROC曲线分析显示颈动脉总斑块积分、平均内中膜厚度及综合预测变量(年龄、BMI、血肌酐、总斑块积分、平均内中膜厚度的联合参数)的AUC值(95%CI)分别为0.676(0.637~0.713)、0.633(0.593~0.671)和0.738(0.701~0.772),综合预测变量的AUC值与总斑块积分、平均内中膜厚度相比差异均有统计学意义(P 均 <0.05)。**结论** 颈动脉总斑块积分和平均内中膜厚度对冠状动脉CTO有一定预测价值,综合年龄、BMI、血肌酐、总斑块积分、平均内中膜厚度的联合参数对CTO的预测效能优于两者单独的预测效能。

[关键词] 颈动脉; 超声检查; 斑块积分; 冠状动脉疾病; 动脉闭塞性疾病

[中图分类号] R 541.4 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2021)04-0385-06

Predictive value of carotid plaque score in patients with chronic total occlusion of coronary artery

XU Zhi-chao[△], HOU Pan[△], TANG Wen-dong, ZHU Ting-fang, MA Chao-qun, LI Pan, ZHAO Xian-xian*

Department of Cardiovasology, Changhai Hospital, Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

[Abstract] **Objective** To investigate the predictive value of carotid plaque score and intima-media thickness (IMT) in patients with chronic total occlusion (CTO) of coronary artery. **Methods** A total of 608 patients who underwent carotid artery ultrasonography and the first coronary angiography in Changhai Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University) were divided into CTO group (150 cases) and non-CTO group (458 cases) according to the results of coronary angiography. Baseline data and carotid artery ultrasonography results were compared between the two groups, and the risk factors of coronary CTO were analyzed by univariate and multivariate logistic regression analyses. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the predictive values of carotid plaque score, IMT and comprehensive predictive variables composed of multiple risk factors for CTO. **Results** The age, proportion of male sex, body mass index (BMI), proportion of hypertension, serum creatinine level, detection rate of carotid plaque, mean thickness of bilateral carotid plaques, total plaque score and mean IMT in the CTO group were significantly higher than those in the non-CTO group (all $P < 0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that older age, high BMI, high serum creatinine level, high total plaque score and high mean IMT were independent risk factors for CTO (all $P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the area under curve (AUC) values (95% confidence interval [CI]) of total plaque score, mean IMT and comprehensive predictive

[收稿日期] 2020-10-25 **[接受日期]** 2021-03-04

[基金项目] 上海市卫生和计划生育委员会优秀青年人才项目(2017YQ029). Supported by Excellent Young Talent Project of Shanghai Municipal Commission of Health and Family Planning (2017YQ029).

[作者简介] 许智超, 硕士生. E-mail: xuzhichaodr@outlook.com; 侯攀, 海军军医大学(第二军医大学)临床医学专业2013级八年制本科学员. E-mail: panhou_tb@163.com

[△]共同第一作者(Co-first authors).

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-31161263, E-mail: 13764924032@163.com

variables (combined parameters of age, BMI, serum creatinine level, total plaque score, and mean IMT) were 0.676 (0.637-0.713), 0.633 (0.593-0.671) and 0.738 (0.701-0.772), respectively. The AUC value of comprehensive predictive variable was significantly different from those of total plaque score and mean IMT (both $P < 0.05$). **Conclusion** Carotid total plaque score and mean IMT have certain predictive value for coronary artery CTO. The combined parameter of age, BMI, serum creatinine, total plaque score and mean IMT is superior to the two alone in predicting CTO.

[**Key words**] carotid arteries; ultrasonography; plaque score; coronary artery disease; arterial occlusive diseases

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2021, 42(4): 385-390]

冠状动脉慢性完全闭塞 (chronic total occlusion, CTO) 病变是指冠状动脉闭塞血管段前向血流为心肌梗死溶栓治疗 (thrombolysis in myocardial infarction, TIMI) 分级为 0 级且闭塞时间 ≥ 3 个月的一类冠状动脉病变^[1]。相较于普通的冠状动脉粥样硬化, CTO 的病变更严重、病程更长、介入治疗难度更大、更易发生并发症、手术的成功率更低^[2]。因此, 如能尽早、快捷地诊断 CTO, 心血管科医师就能根据患者情况制订个体化治疗方案, 更有利于患者的病情恢复。

颈动脉粥样硬化与冠状动脉粥样硬化的发生机制相同^[3-4], 既往研究表明颈动脉内中膜厚度 (intima-media thickness, IMT) 及斑块形成与冠状动脉粥样硬化斑块的形成密切相关^[5-6], 加之颈动脉的位置相对表浅, 超声检查即可明确病变部位、大小、范围, 因而颈动脉超声是一种良好的预测冠状动脉粥样硬化的检查手段。目前绝大多数研究着眼于颈动脉 IMT 和斑块积分 (plaque score, PS) 对普通冠心病的预测, 但应用两者预测冠状动脉 CTO 的相关研究则较少。本研究通过比较冠状动脉 CTO 患者与非 CTO 患者的颈动脉 IMT 与 PS, 探讨颈动脉 IMT 和 PS 对冠状动脉 CTO 的预测价值, 并分析 CTO 发生的危险因素及各指标对 CTO 的预测效能。

1 资料和方法

1.1 研究对象 本研究为单中心、回顾性观察研究。纳入 2017 年 6 月至 2018 年 9 月于海军军医大学 (第二军医大学) 长海医院就诊的有胸痛病史、同时接受颈动脉超声检查并首次行冠状动脉血管造影检查的患者, 排除患有冠心病、急性冠状动脉综合征或曾行冠状动脉血运重建者, 最终入组 608 例患者。本研究通过海军军医大学 (第二军医大学) 长海医院伦理委员会审批。

1.2 颈动脉超声检查 采用 Philips IE33 彩色超声

系统 (配备 7.5 MHz 探头) 进行检查。患者取仰卧位, 颈部转向一侧, 扫描双侧颈总动脉 (common carotid artery, CCA)、颈内动脉 (internal carotid artery, ICA) 和颈动脉分叉部 (carotid artery bifurcation, CAB), 测量指标包括平均内中膜厚度 (mean intima-media thickness, mIMT)、斑块厚度、阻力指数 (resistance index, RI)。

以血管长轴为准, 在无斑块的节段测量颈动脉 IMT, 并在距 CAB 近端约 1.0 cm 处测量 CCA 远处的 IMT^[7], 每侧至少测量 3 次, 至少由 2 名超声科主治医师完成。颈动脉壁正常超声显像呈“双线样”三层回声, 内膜层及外膜层均呈连续等回声光带, 中膜层为一暗带, 2 条亮线之间的距离即为 IMT^[8], mIMT 为双侧 IMT 的平均值。颈动脉斑块形成定义为 IMT 局灶性增厚 ($> 50\%$) 或 IMT > 1.5 mm^[7]。颈动脉总 PS 定义为不考虑各个斑块的长度, 将各个孤立性斑块的厚度 (mm) 相加, 得到的两侧颈动脉 PS 之和^[9]。所有超声检查人员对患者的血管造影结果均不知晓。

1.3 冠状动脉血管造影检查 所有患者在颈动脉超声检查后均行冠状动脉血管造影检查。检查过程由至少 2 名心血管内科主治及以上职称的医师完成, 所有手术医师均不知晓患者术前颈动脉超声检查结果。根据冠状动脉血管造影结果将患者分为 CTO 组和非 CTO 组。

1.4 统计学处理 应用 SPSS 24.0 软件进行统计学分析。呈正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组间比较采用独立样本 t 检验; 呈偏态分布的计量资料以中位数 (下四分位数, 上四分位数) 表示, 两组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数和百分数表示, 组间比较采用 χ^2 检验。初步筛选冠状动脉 CTO 的危险因素, 将所有可能的危险因素作为自变量进行多因素 logistic 回归分析, 计算 OR 值及 95% CI, 分析 CTO 的独立危险因素。绘制 ROC 曲线, 计算 mIMT 和总 PS 及综合预测值的

AUC, 评价三者对冠状动脉 CTO 的预测效能。检验水准 (α) 为 0.05。

2 结果

2.1 患者基本资料 608 例患者中, 非 CTO 患者 458 例, CTO 患者 150 例。其中 CTO 组男 117 例 (78.0%)、女 33 例 (22.0%), 年龄 33~88 岁,

平均 (67.5±10.6) 岁; 非 CTO 组男 293 例 (64.0%)、女 165 例 (36.0%), 年龄 32~89 岁, 平均 (64.0±10.8) 岁。CTO 组的年龄、男性患者比例、BMI、高血压病患者比例、血肌酐水平、颈动脉斑块检出率、两侧颈动脉斑块平均厚度、总 PS、mIMT 均高于非 CTO 组 (P 均 < 0.01), 见表 1。

表 1 CTO 组与非 CTO 组患者基本资料比较

Tab 1 Comparison of basic data of patients between CTO group and non-CTO group

Index	Non-CTO group N=458	CTO group N=150	Statistic	P value
Age/year, $\bar{x} \pm s$	64.0±10.8	67.5±10.6	$t = -3.516$	0.001
Male, n (%)	293 (64.0)	117 (78.0)	$\chi^2 = 10.123$	0.001
BMI/(kg·m ⁻²), $\bar{x} \pm s$	24.1±2.6	25.8±3.4	$t = -6.069$	<0.01
Smoking, n (%)	118 (25.8)	45 (30.0)	$\chi^2 = 1.033$	0.309
Hypertension, n (%)	275 (60.0)	109 (72.7)	$\chi^2 = 7.738$	0.005
Diabetes, n (%)	125 (27.3)	42 (28.0)	$\chi^2 = 0.028$	0.866
Prior stroke, n (%)	19 (4.1)	9 (6.0)	$\chi^2 = 0.882$	0.348
Serum creatinine/($\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$), $M(Q_L, Q_U)$	70 (61, 82)	81 (69, 99)	$Z = -6.240$	<0.01
LDL-C/(mmol·L ⁻¹), $\bar{x} \pm s$	2.45±0.90	2.38±1.10	$t = 0.772$	0.470
HDL-C/(mmol·L ⁻¹), $\bar{x} \pm s$	1.12±0.30	1.18±0.40	$t = -1.680$	0.094
TC/(mmol·L ⁻¹), $\bar{x} \pm s$	4.26±1.20	4.25±1.20	$t = 0.115$	0.909
TG/(mmol·L ⁻¹), $\bar{x} \pm s$	1.67±1.40	1.52±1.10	$t = 1.439$	0.151
Patient with plaque, n (%)	307 (67.0)	129 (86.0)	$\chi^2 = 20.043$	<0.01
Mean thickness of bilateral carotid plaques/mm, $\bar{x} \pm s$	1.21±1.20	1.86±1.10	$t = -0.610$	<0.01
Mean RI, $\bar{x} \pm s$	0.62±0.07	0.65±0.29	$t = -1.351$	0.179
Total PS/mm, $\bar{x} \pm s$	4.43±3.50	6.31±3.00	$t = -5.874$	<0.01
mIMT/mm, $\bar{x} \pm s$	0.91±0.10	0.97±0.10	$t = -5.462$	<0.01

CTO: Chronic total occlusion; BMI: Body mass index; LDL-C: Low-density lipoprotein-cholesterol; HDL-C: High-density lipoprotein-cholesterol; TC: Total cholesterol; TG: Triglyceride; RI: Resistance index; PS: Plaque score; mIMT: Mean intima-media thickness; $M(Q_L, Q_U)$: Median (lower quartile, upper quartile).

2.2 冠状动脉 CTO 发生的危险因素分析 单因素分析结果 (表 2) 显示, 高龄、男性、高 BMI、患有高血压病、高血肌酐水平、高总 PS 及高 mIMT 值与患者发生 CTO 有关 (P 均 < 0.05); 进一步多

因素 logistic 回归分析结果 (表 2) 显示, 高龄、高 BMI、高血肌酐水平、高总 PS 及高 mIMT 是发生 CTO 的独立危险因素 (P 均 < 0.05)。

表 2 冠状动脉 CTO 危险因素的单因素和多因素 logistic 回归分析结果

Tab 2 Univariate and multivariate logistic regression analyses of risk factors for coronary artery CTO patients

Variable	Univariate analysis		Multivariate analysis	
	OR (95% CI)	P value	OR (95% CI)	P value
Age	1.032 (1.013, 1.051)	0.001	1.024 (1.001, 1.047)	0.042
Male	1.997 (1.298, 3.072)	0.002	0.663 (0.401, 1.096)	0.109
BMI	1.216 (1.135, 1.303)	<0.01	1.244 (1.154, 1.340)	<0.01
Smoking	1.235 (0.822, 1.855)	0.310	0.897 (0.558, 1.439)	0.651
Hypertension	1.769 (1.180, 2.652)	0.006	0.813 (0.518, 1.277)	0.369
Diabetes	1.036 (0.687, 1.563)	0.866	1.172 (0.744, 1.848)	0.494
Serum creatinine	1.002 (1.000, 1.004)	0.020	1.002 (1.000, 1.004)	0.015
LDL-C	0.930 (0.763, 1.133)	0.470	0.957 (0.769, 1.193)	0.698
Mean RI	7.363 (0.538, 100.789)	0.135	1.183 (0.385, 3.632)	0.769
Total PS	1.191 (1.117, 1.269)	<0.01	1.111 (1.034, 1.194)	0.004
mIMT	90.505 (15.292, 535.665)	<0.01	14.090 (1.863, 106.531)	0.010

CTO: Chronic total occlusion; BMI: Body mass index; LDL-C: Low-density lipoprotein-cholesterol; RI: Resistance index; PS: Plaque score; mIMT: Mean intima-media thickness. OR: Odds ratio; CI: Confidence interval.

2.3 冠状动脉 CTO 的 ROC 曲线分析 绘制总 PS 和 mIMT 对冠状动脉 CTO 的 ROC 曲线,采用 Delong 法比较两者预测 CTO 的效能,结果显示总 PS 和 mIMT 的 AUC 值 (95% CI) 分别为 0.676 (0.637~0.713) 和 0.633 (0.593~0.671), 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。将多因素 logistic 回归分析得出的多个独立危险因素以“全部进入法”构建为综合预测值变量,绘制其对 CTO 的 ROC 曲线,得到的 AUC 值 (95% CI) 为 0.738 (0.701~0.772), 与总 PS 和 mIMT 的 AUC 值相比差异均有统计学意义 (P 均 <0.05)。见图 1。

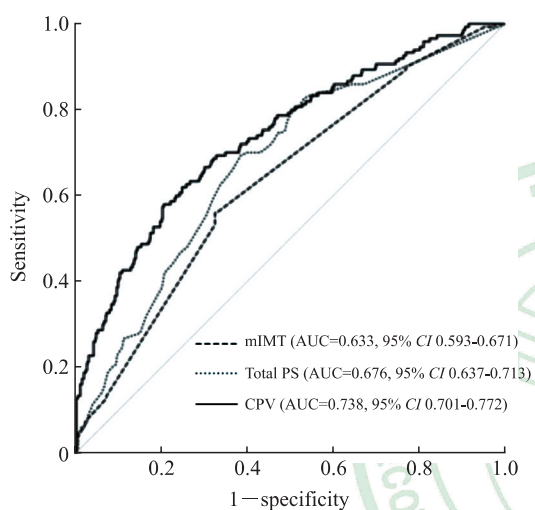


图 1 总 PS、mIMT、综合预测值 (CPV) 预测冠状动脉 CTO 的 ROC 曲线

Fig 1 ROC curves of total PS, mIMT and comprehensive predictive value (CPV) in predicting coronary artery CTO

PS: Plaque score; mIMT: Mean intima-media thickness; CTO: Chronic total occlusion; ROC: Receiver operating characteristic; AUC: Area under curve.

3 讨论

动脉粥样硬化是一组主要累及大、中型肌弹力型动脉的血管病变,多为全身多处动脉同时受累。动脉粥样硬化病变从内膜开始,先后出现脂质积聚、纤维组织增生和钙质沉着,并有动脉中层逐渐退变、钙化,在此基础上继发斑块内出血、斑块破裂及局部血栓形成。冠状动脉发生粥样硬化可使冠状动脉管腔狭窄或闭塞,导致心肌缺血、缺氧或坏死而引起冠心病,这也是动脉粥样硬化导致器官病变的最常见类型。冠心病已经成为威胁人类健康的主要疾病之一。CTO 是冠心病中一组较严

重且并不少见的病变,其闭塞程度严重,临床症状不具备特异性,难以早期发现,甚至有些 CTO 患者仅在行冠状动脉血管造影时被发现^[10]。此外,CTO 患者多合并较多基础疾病^[11],且介入手术难度大、耗时长、费用高、成功率低,都会直接导致患者接触放射线的时间更长,接受造影剂的剂量更大,术中、术后发生造影剂肾病等并发症的风险更高^[12-14]。有研究表明,在行冠状动脉血管造影检查的患者中 CTO 患者占 20%~30%,而在确诊冠心病的患者中 CTO 的检出率为 30%~50%^[15]。因此,CTO 可谓是心血管系统疾病中的“无声杀手”,尽早发现并确诊对改善患者的生活质量及预后具有重要作用。目前确诊 CTO 的金标准仍然是冠状动脉血管造影检查,虽然其可明确冠状动脉病变,但操作复杂且为有创性检查,加之放射线的因素,因此不适用于 CTO 的粗筛和普遍检查。

近年来,国内外越来越多的研究证实,颈动脉与冠状动脉的病变往往是平行的^[16-17],斑块形成及斑块厚度之和^[18]、斑块回声^[19]、斑块面积及斑块总体积^[20]等颈动脉超声指标与冠状动脉粥样硬化斑块形成密切相关。Hansen 等^[21]的研究表明,伴有颈动脉粥样硬化疾病的患者发生急性心肌梗死的风险增高 3 倍以上;IMT 每增加 0.1 mm,患心脑血管疾病的风险将增加 11%。Takiuchi 等^[22]指出,颈动脉粥样硬化可以作为预测冠心病的独立危险因素。而超声检查也因其无创、便捷、可重复性高等优点,广泛应用于心血管疾病的检查及诊断^[23]。因此,颈动脉超声检查指标,尤其是 IMT 和 PS 可以作为预测冠状动脉病变及其严重程度的重要、便捷且无创的指标^[24-25]。

既往颈动脉超声检查对于冠状动脉病变的预测研究较多,但国内尚无颈动脉超声检查对冠状动脉 CTO 预测价值的研究。本研究通过对比 CTO 患者和非 CTO 患者的基线资料和颈动脉超声检查指标及进行多因素 logistic 回归分析,得出高龄、高 BMI、患高血压病、高血肌酐水平、高总 PS 及高 mIMT 是发生 CTO 的独立危险因素 (P 均 <0.05),表明颈动脉总 PS 和 mIMT 对于 CTO 具有预测价值,为临床上高度怀疑 CTO 的患者预测其冠状动脉病变提供了一种更为便捷、无创的新思路和新方法。同时,本研究通过进一步比较颈动脉总 PS、mIMT 及多个危险因素构成的综合预测变量

(年龄、BMI、血肌酐、总PS、mIMT的联合参数)之间的AUC差异,证实综合预测变量对CTO的预测效能优于总PS、mIMT,差异均有统计学意义(P 均 <0.05)。因此,本研究结果表明颈动脉超声检查结果单独应用于CTO的预测价值有限,而将颈动脉超声检查结果(总PS和mIMT)结合年龄、BMI、血肌酐的综合预测则更为准确,完善了颈动脉超声检查指标对于CTO进行预测的流程与方法,对临床工作具有指导意义。

但值得注意的是,有学者指出,在没有明显动脉粥样硬化的情况下,与年龄相关的颈总动脉内膜和中层增厚也会发生在人和动物模型中^[26],而颈动脉斑块可能代表与炎症、内皮功能障碍、氧化应激和平滑肌细胞增殖相关动脉粥样硬化的后期阶段^[27]。因此,内、中膜增厚在生物学上与斑块不同,不是真正的动脉粥样硬化。相反,颈动脉斑块是动脉粥样硬化的一种独特表现,比mIMT更能预测心血管疾病^[28]。既往有研究表明,与mIMT相比,颈动脉斑块在预测未来心肌梗死和检测冠心病方面具有更高的诊断准确性和价值^[29-30]。然而,本研究结果显示,颈动脉总PS对CTO的预测虽然略优于mIMT,但差异无统计学意义($P>0.05$)。这可能与本研究的样本量小有关,同时本研究未对患者进行远期随访,缺少远期结局。因此这一结论尚待大样本的研究证实。

[参考文献]

- [1] KING S B 3rd, AVERSANO T, BALLARD W L, BEEKMAN R H 3rd, COWLEY M J, ELLIS S G, et al; American College of Cardiology Foundation/American Heart Association/American College of Physicians Task Force on Clinical Competence and Training (writing committee to update the 1998 clinical competence statement on recommendations for the assessment and maintenance of proficiency in coronary interventional procedures). ACCF/AHA/SCAI 2007 update of the clinical competence statement on cardiac interventional procedures: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association/American College of Physicians Task Force on Clinical Competence and Training (writing committee to update the 1998 clinical competence statement on recommendations for the assessment and maintenance of proficiency in coronary interventional procedures)[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2007, 50: 82-108.
- [2] BRILAKIS E S, BANERJEE S, KARMPALIOTIS D, LOMBARDI W L, TSAI T T, SHUNK K A, et al. Procedural outcomes of chronic total occlusion percutaneous coronary intervention: a report from the NCDR (National Cardiovascular Data Registry)[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015, 8: 245-253.
- [3] HODIS H N, MACK W J, LABREE L, SELZER R H, LIU C R, LIU C H, et al. The role of carotid arterial intima-media thickness in predicting clinical coronary events[J]. *Ann Intern Med*, 1998, 128: 262-269.
- [4] LOWE G D. Local inflammation, endothelial dysfunction and fibrinolysis in coronary heart disease[J]. *Clin Sci (Lond)*, 2006, 110: 327-328.
- [5] POLAK J F, SZKLO M, O'LEARY D H. Carotid intima-media thickness score, positive coronary artery calcium score, and incident coronary heart disease: the multi-ethnic study of atherosclerosis[J/OL]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6: e004612. DOI: 10.1161/JAHA.116.004612.
- [6] 李帅,苗阳,杨萍. 颈动脉内中膜厚度及斑块形成与冠状动脉病变的相关性[J]. *中国老年学杂志*, 2016, 36: 3167-3169.
- [7] NAMBI V, CHAMBLESS L, FOLSOM A R, HE M, HU Y, MOSLEY T, et al. Carotid intima-media thickness and presence or absence of plaque improves prediction of coronary heart disease risk: the ARIC (Atherosclerosis Risk In Communities) study[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 55: 1600-1607.
- [8] 吴多智,苏哲坦,李新明. 颈动脉超声评价冠心病病变的研究现状[J]. *国外医学心血管病分册*, 2004, 31: 294-297.
- [9] AKAZAWA S, TOJIKUBO M, NAKANO Y, NAKAMURA S, TAMAI H, YONEMOTO K, et al. Usefulness of carotid plaque (sum and maximum of plaque thickness) in combination with intima-media thickness for the detection of coronary artery disease in asymptomatic patients with diabetes[J]. *J Diabetes Investig*, 2016, 7: 396-403.
- [10] MCENTEGART M B, BADAR A A, AHMAD F A, SHAUKAT A, MACPHERSON M, IRVING J, et al. The collateral circulation of coronary chronic total occlusions[J/OL]. *EuroIntervention*, 2016, 11: e1596-e1603. DOI: 10.4244/EIJV11I14A310.
- [11] WOLFF R, FEFER P, KNUDTSON M L, CHEEMA A N, GALBRAITH P D, SPARKES J D, et al. Gender differences in the prevalence and treatment of coronary chronic total occlusions[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2016, 87: 1063-1070.
- [12] 严正兴,姜红,李宪伦. 冠状动脉慢性完全闭塞病变再通价值及评价体系的研究进展[J]. *中国循环杂志*, 2020, 35: 804-807.

- [13] HANNAN E L, ZHONG Y, JACOBS A K, STAMATO N J, BERGER P B, WALFORD G, et al. Patients with chronic total occlusions undergoing percutaneous coronary interventions: characteristics, success, and outcomes[J/OL]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2016, 9: e003586. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.003586.
- [14] 杨友, 谭宁, 何谊婷, 刘勇, 刘远辉. 冠状动脉慢性完全性闭塞病变患者经皮冠状动脉介入治疗后造影剂肾病危险因素分析[J]. *岭南心血管病杂志*, 2015, 21: 306-308, 320.
- [15] HOEBERS L P, CLAESSEN B E, ELIAS J, DANGAS G D, MEHRAN R, HENRIQUES J P. Meta-analysis on the impact of percutaneous coronary intervention of chronic total occlusions on left ventricular function and clinical outcome[J]. *Int J Cardiol*, 2015, 187: 90-96.
- [16] O'GARA P T, KUSHNER F G, ASCHEIM D D, CASEY DE J R, CHUNG M K, DE LEMOS J A, et al; American College of Cardiology Foundation; American Heart Association Task Force on Practice Guidelines; American College of Emergency Physicians; Society for Cardiovascular Angiography and Interventions. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines: developed in collaboration with the American College of Emergency Physicians and Society for Cardiovascular Angiography and Interventions[J/OL]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2013, 82: E1-E27. DOI:10.1002/ccd.24776.
- [17] 钱漪, 陈颖, 周菁, 陈文霆, 卢晓峰, 应晨. 冠心病与颈动脉粥样硬化发生及斑块性质的相关性研究[J]. *中外医学研究*, 2017, 15: 31-32.
- [18] IKEDA N, KOGAME N, IJIMA R, NAKAMURA M, SUGI K. Carotid artery intima-media thickness and plaque score can predict the SYNTAX score[J]. *Eur Heart J*, 2012, 33: 113-119.
- [19] PARK H W, KIM W H, KIM K H, YANG D J, KIM J H, SONG I G, et al. Carotid plaque is associated with increased cardiac mortality in patients with coronary artery disease[J]. *Int J Cardiol*, 2013, 166: 658-663.
- [20] WU N, CHEN X H, LI M Y, QU X L, LI Y L, XIE W J, et al. Predicting obstructive coronary artery disease using carotid ultrasound parameters: a nomogram from a large real-world clinical data[J/OL]. *Eur J Clin Invest*, 2018, 48: e12956. DOI: 10.1111/eci.12956.
- [21] HANSEN A H, NYBERG M, BANGSBO J, SALTIN B, HELLSTEN Y. Exercise training alters the balance between vasoactive compounds in skeletal muscle of individuals with essential hypertension[J]. *Hypertension*, 2011, 58: 943-949.
- [22] TAKIUCHI S, RAKUGI H, HONDA K, MASUYAMA T, HIRATA N, ITO H, et al. Quantitative ultrasonic tissue characterization can identify high-risk atherosclerotic alteration in human carotid arteries[J]. *Circulation*, 2000, 102: 766-770.
- [23] 杨锦青. 心血管超声诊断心血管疾病的研究进展[J]. *中国疗养医学*, 2019, 28: 1154-1156.
- [24] 李爱华, 王培源. 颈动脉粥样硬化的超声特征及其对冠心病病情的预测价值分析[J]. *当代医学*, 2017, 23: 13-15.
- [25] IMORI Y, AKASAKA T, OCHIAI T, OYAMA K, TOBITA K, SHISHIDO K, et al. Co-existence of carotid artery disease, renal artery stenosis, and lower extremity peripheral arterial disease in patients with coronary artery disease[J]. *Am J Cardiol*, 2014, 113: 30-35.
- [26] FINN A V, KOLODZIE F D, VIRMANI R. Correlation between carotid intimal/medial thickness and atherosclerosis: a point of view from pathology[J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2010, 30: 177-181.
- [27] SPENCE J D, HEGELE R A. Noninvasive phenotypes of atherosclerosis: similar windows but different views[J]. *Stroke*, 2004, 35: 649-653.
- [28] LORENZ M W, MARKUS H S, BOTS M L, ROSVALL M, SITZER M. Prediction of clinical cardiovascular events with carotid intima-media thickness: a systematic review and meta-analysis[J]. *Circulation*, 2007, 115: 459-467.
- [29] INABA Y, CHEN J A, BERGMANN S R. Carotid plaque, compared with carotid intima-media thickness, more accurately predicts coronary artery disease events: a meta-analysis[J]. *Atherosclerosis*, 2012, 220: 128-133.
- [30] 高睿, 于波. 通过颈动脉斑块特征评价冠状动脉斑块特征[J]. *中国循环杂志*, 2019, 34: 1240-1243.

[本文编辑] 商素芳