

冠状动脉狭窄病变程度与血清 hs-CRP、Hcy 及血管内皮功能的相关性分析

林陆韬, 林宇, 蓝壁高, 廖开历, 阮钧, 莫莉莎, 莫向华

(河池市第一人民医院心血管内科, 广西 河池 546300)

摘要:目的 探讨冠心病患者冠状动脉狭窄病变程度与血清高敏 C 反应蛋白(hs-CRP)水平、同型半胱氨酸(Hcy)水平及血管内皮功能的相关性。方法 选取 2018 年 10 月-2020 年 10 月在我科住院的冠脉造影患者 199 例,根据冠脉造影结果分为冠脉正常组($n=50$)、冠脉狭窄单支病变组($n=97$)、冠脉狭窄双支病变组($n=28$)和冠脉狭窄三支以上病变组($n=24$);另依据 Gensini 积分中位数分为 >6 分($n=56$)、 ≤ 6 分($n=91$)和对照组(即冠脉正常组, $n=50$)。比较各组 Gensini 积分、血清 hs-CRP 和 Hcy 水平、血管内皮功能测定(FMD)数值,分析血清 Hcy、hs-CRP、FMD 与 Gensini 积分的相关性。结果 冠脉狭窄三支以上病变组的 Gensini 积分、血清 Hcy 和 hs-CRP 水平均高于冠脉正常组、冠脉狭窄单支病变组和冠脉狭窄双支病变组,冠脉狭窄三支以上病变组 FMD 值均低于其余三组,差异有统计学意义($P<0.05$);冠脉狭窄双支病变组 Gensini 积分高于冠脉正常组和冠脉狭窄单支病变组,Hcy 水平高于冠脉正常组,FMD 值低于冠脉正常组,差异有统计学意义($P<0.05$)。Gensini 积分 >6 分血清 Hcy、hs-CRP 水平高于 ≤ 6 分和对数组,FMD 值低于 ≤ 6 分和对数组,差异有统计学意义($P<0.05$); ≤ 6 分血清 Hcy 水平高于对照组,FMD 值低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。血清 Hcy、hs-CRP 与 Gensini 积分呈正相关($r=0.320, P=0.001; r=0.301, P=0.001$),FMD 与 Gensini 积分呈负相关($r=-0.263, P=0.001$)。结论 冠心病患者血清 hs-CRP、Hcy 及血管内皮功能与冠状动脉狭窄病变程度密切相关,可作为评估冠心病患者冠状动脉病变严重程度的重要指标。

关键词: 冠状动脉狭窄病变程度;高敏 C 反应蛋白;同型半胱氨酸;血管内皮功能

中图分类号:R541.4

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1006-1959.2021.20.002

文章编号:1006-1959(2021)20-0006-04

Correlation Analysis of Coronary Artery Stenosis Degree with Serum hs-CRP, Hcy and Vascular Endothelial Function

LIN Lu-tao, LIN Yu, LAN Bi-gao, LIAO Kai-li, RUAN Jun, MO Li-sha, MO Xiang-hua

(Department of Cardiology, the First People's Hospital of Hechi, Hechi 546300, Guangxi, China)

Abstract: **Objective** To investigate the correlation between the degree of coronary artery stenosis and the levels of serum high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), homocysteine (Hcy) and vascular endothelial function in patients with coronary heart disease. **Methods** A total of 199 patients with coronary angiography hospitalized in our department from October 2018 to October 2020 were selected. According to the results of coronary angiography, they were divided into normal coronary artery group ($n=50$), single vessel coronary stenosis group ($n=97$), double vessel coronary stenosis group ($n=28$) and more than three vessel coronary stenosis group ($n=24$); according to the median Gensini score, they were divided into >6 scores group ($n=56$), ≤ 6 score group ($n=91$) and control group (normal coronary artery group, $n=50$). The Gensini score, serum hs-CRP and Hcy levels and vascular endothelial function (FMD) were compared, and the correlation between serum Hcy, hs-CRP, FMD and Gensini score was analyzed. **Results** The Gensini score, serum Hcy and hs-CRP levels in the more than three vessel coronary stenosis group were higher than those in the normal coronary artery group, single vessel coronary stenosis group and double vessel coronary stenosis group, and the FMD value in the more than three vessel coronary stenosis group was lower than those in the other three groups ($P<0.05$); the Gensini score in the double vessel coronary stenosis group was higher than that in the normal coronary artery group and the single vessel coronary stenosis group, the Hcy level was higher than that in the normal coronary artery group, and the FMD value was lower than that in the normal coronary artery group ($P<0.05$). The levels of serum Hcy and hs-CRP in Gensini score >6 scores group were higher than those in ≤ 6 scores group and control group, and the FMD value was lower than those in ≤ 6 scores group and control group ($P<0.05$); the serum Hcy level in ≤ 6 scores group was higher than that in the control group, and the FMD value was lower than that in the control group ($P<0.05$). Serum Hcy and hs-CRP were positively correlated with Gensini score ($r=0.320, P=0.001; r=0.301, P=0.001$), FMD was negatively correlated with Gensini score ($r=-0.263, P=0.001$). **Conclusion** Serum hs-CRP, Hcy and vascular endothelial function in patients with coronary heart disease are closely related to the degree of coronary artery stenosis, which can be used as an important index to evaluate the severity of coronary artery disease in patients with coronary heart disease.

Key words: Severity of coronary artery stenosis; High-sensitivity C-reactive protein; Homocysteine; Vascular endothelial function

冠心病(coronary heart disease, CHD)是指因冠状动脉粥样硬化造成心脏供血动脉狭窄、供血不足而引起的心肌功能障碍和器质性改变的疾病。CHD在我国发病率较高,冠状动脉造影是诊断 CHD 的“金标准”。冠状动脉的狭窄程度可以通过冠状动脉狭窄积分系统(Gensini 积分)评估。有研究表明^[1],高

敏 C 反应蛋白(hs-CRP)、同型半胱氨酸(Hcy)与动脉粥样硬化、CHD 有着密切联系。血管内皮功能障碍是动脉粥样硬化的始动环节,并参与动脉粥样硬化的进展,还可增加心脑血管疾病风险,导致心血管事件,并且相对于传统的危险因素,其对于未来心血管事件具有附加的预测价值^[2]。本研究通过分析冠脉造影正常者和冠脉造影狭窄者冠状动脉病变的 Gensini 积分、Hcy、hs-CRP 及血管内皮功能测定(FMD)数值的变化,分析其相关性,为临床上评估 CHD 患者病情严重程度提供参考。

基金项目:广西河池市科学研究与技术开发计划项目(编号:河池 B1824-23)

作者简介:林陆韬(1982.12-),男,广西宜州人,硕士,副主任医师,主要从事心血管内科临床工作

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取2018年10月-2020年10月河池市第一人民医院心血管内科收治住院并行冠状动脉造影的患者199例,其中男107例,女92例;年龄29~89岁,平均年龄(59.12±6.24)岁。根据冠脉造影(CAG)结果分为冠脉正常组($n=50$)、冠脉狭窄单支病变组($n=97$)、冠脉狭窄双支病变组($n=28$)和冠脉狭窄三支以上病变组($n=24$)。所有冠脉狭窄患者冠脉狭窄均 $\geq 50\%$ 。另依据Gensini积分中位数为 >6 分组($n=56$)、 ≤ 6 分组($n=91$)和对照组(即冠脉正常组, $n=50$)。纳入标准:冠脉狭窄组患者均符合第9版《内科学》CHD的诊断标准。排除标准:①严重肝脏疾病患者;②肾功能损害患者;③严重的不能控制的心肺功能不全、不能控制的严重心律失常如快速心房颤动、室性心律失常、发热、出血性疾病、难以纠正的低钾血症等;④不能配合行FMD检测;⑤周围血管疾病;⑥脑卒中;⑦肿瘤疾病、血液系统疾病、全身免疫性疾病;⑧骨髓移植术后。本研究经医院伦理委员会批准,取得研究对象同意并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 标本采集 所有入选的患者均详细询问病史,记录年龄、性别、体重、身高,测量血压,次日晨空腹8 h以上抽取静脉血送检,观察总胆固醇、低密度脂蛋白(LDL-C)、血糖、Hcy、hs-CRP等指标。血清Hcy水平采用酶循环法检测,使用c1600全自动生化分析仪(美国雅培公司),试剂盒由北京利德曼生化股份有限公司提供。血清hs-CRP的测定采用Gtein1600荧光免疫定量分析仪(基蛋生物科技股份有限公司),hs-CRP试剂为基蛋生物科技股份有限公司试剂。

1.2.2 冠脉造影 采用Judkin技术取右侧桡动脉途径行冠脉造影,由两位经验丰富介入手术的副主任

医师目测造影结果法评估病变部位性质及狭窄程度。测量冠脉狭窄病变程度采用Gensini积分系统,Gensini总积分为冠脉各分支的得分总和,见表1。

表1 冠脉Gensini评分

病变部位	评分	狭窄程度	评分
左主干	5	1%~25%	1
左前降支或回旋支近段	2.5	26%~50%	2
左前降支中段	1.5	51%~75%	4
左前降支远段	1.0	76%~90%	8
左回旋支中、远段	1.0	76%~90%	16
右冠状动脉	1.0	全闭	32
小分支	0.5	/	/

1.2.3 FMD 采用肱动脉血流介导的血管内皮舒张功能超声检测指南,应用无创超声技术检测患者FMD值。以内径扩张幅度的百分比[扩张幅度(最大扩张直径-安静时直径)/安静时血管径 $\times 100\%$]作为FMD值,用以评价血管在受到缺血缺氧情况下扩张的能力。整个检查过程仪器参数设置固定,均选取患者同一部位进行测量。日本通过大数据的健康受试者,取得健康人的测量值作为FMD参考范围,目前仍继续沿用临床6%的诊断标准。FMD值越低,表明血管内皮功能就越差,FMD测定作为冠状动脉内皮功能的重要参考指标之一,越来越得到临床上的肯定。

1.3 统计学方法 采用SPSS 20.0统计软件分析数据。计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用LSD法,应用Pearson检验进行相关性分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 四组一般资料比较 四组患者的年龄、BMI、血压、总胆固醇、LDL-C和血糖水平比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表2。

表2 四组一般资料比较($\bar{x} \pm s$)

组别	n	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	收缩压(mmHg)	舒张压(mmHg)
冠脉正常组	50	58.00±6.93	23.74±3.15	139.18±17.11	84.54±12.01
冠脉狭窄单支病变组	97	59.24±8.63	24.55±3.89	137.35±18.95	84.32±13.48
冠脉狭窄双支病变组	28	59.61±10.90	24.87±3.67	137.86±22.54	83.93±12.76
冠脉狭窄三支以上病变组	24	63.08±7.86	24.82±2.86	140.25±19.04	85.33±9.90
F		1.961	0.894	0.204	0.059
P		0.121	0.445	0.894	0.981

组别	总胆固醇(mmol/L)	LDL-C(mmol/L)	血糖(mmol/L)
冠脉正常组	4.68±1.02	2.10±1.00	5.17±0.65
冠脉狭窄单支病变组	4.60±1.19	1.99±2.52	5.12±1.00
冠脉狭窄双支病变组	4.57±1.42	1.57±1.18	5.28±0.65
冠脉狭窄三支以上病变组	4.76±1.49	1.99±1.28	5.45±0.97
F	0.159	0.474	1.016
P	0.924	0.701	0.387

2.2 四组 Gensini 积分、Hcy、hs-CRP、FMD 值比较 冠脉狭窄三支以上病变组 Gensini 积分、血清 Hcy 和 hs-CRP 水平均高于冠脉正常组、冠脉狭窄单支病变组和冠脉狭窄双支病变组,冠脉狭窄三支以上病变组 FMD 值均低于其余三组,差异有统计学意义 ($P<0.05$);冠脉狭窄双支病变组 Gensini 积分高于冠脉正常组和冠脉狭窄单支病变组,Hcy 水平高于冠脉正常组,FMD 值低于冠脉正常组,差异有统计学

意义 ($P<0.05$),见表 3。

2.3 不同 Gensini 积分患者 Hcy、hs-CRP、FMD 水平比较 Gensini 积分 >6 分组血清 Hcy、hs-CRP 水平高于 ≤ 6 分组和对照组,FMD 值低于 ≤ 6 分组和对照组,差异有统计学意义 ($P<0.05$); ≤ 6 分组血清 Hcy 水平高于对照组,FMD 值低于对照组,差异有统计学意义 ($P<0.05$),见表 4。

表 3 四组 Gensini 积分、Hcy、hs-CRP、FMD 值比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	n	Gensini 积分(分)	Hcy($\mu\text{mol/L}$)	hs-CRP(mg/L)	FMD 值(%)
冠脉正常组	50	/	11.47 \pm 3.82	3.76 \pm 7.05	6.23 \pm 1.72
冠脉狭窄单支病变组	97	6.41 \pm 6.16 ^a	12.76 \pm 3.93	4.47 \pm 4.02	5.56 \pm 1.96 ^a
冠脉狭窄双支病变组	28	10.14 \pm 9.87 ^{ab}	14.12 \pm 4.31 ^a	6.1 \pm 7.04	5.20 \pm 2.24 ^a
冠脉狭窄三支以上病变组	24	27.58 \pm 20.02 ^{abc}	17.40 \pm 9.46 ^{abc}	10.82 \pm 16.65 ^{abc}	4.06 \pm 1.36 ^{abc}

注:与冠脉正常组比较,^a $P<0.05$;与冠脉狭窄单支病变组比较,^b $P<0.05$;与冠脉狭窄双支病变组比较,^c $P<0.05$

表 4 不同 Gensini 积分患者 Hcy、hs-CRP、FMD 值的比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	n	Hcy($\mu\text{mol/L}$)	hs-CRP(mg/L)	FMD 值(%)
对照组	50	10.88 \pm 3.26	2.75 \pm 3.35	6.20 \pm 1.68
≤ 6 分组	91	12.85 \pm 3.87 ^a	4.55 \pm 4.60	5.50 \pm 2.16 ^a
>6 分组	58	15.39 \pm 7.18 ^{ab}	7.75 \pm 11.75 ^{ab}	4.83 \pm 1.68 ^{ab}

注:与对照组比较,^a $P<0.05$;与 ≤ 6 分组比较,^b $P<0.05$

2.4 血清 Hcy、hs-CRP、FMD 与 Gensini 积分的相关性分析 血清 Hcy、hs-CRP 与 Gensini 积分呈正相关 ($r=0.320, P=0.001; r=0.301, P=0.001$),FMD 与 Gensini 积分呈负相关 ($r=-0.263, P=0.001$)。

3 讨论

CRP 是一种血管炎症标志物,参与了血管炎症的过程,可以评估做为健康人群的发病状况及 CHD 患者的预后的重要指标,并且 CRP 的检测方法也简单易懂^[3]。CRP 是一个最强的独立于血脂预测作用的心血管疾病预测因子。研究表明^[4],CRP 可调控单核巨噬细胞活化,作为最广泛临床应用炎症因子之一。同时 CRP 参与急性冠脉综合征发生和发展的各个过程,包括冠脉血管内皮功能下降、血管粥样斑块形成、斑块不稳定性以及破裂等^[5]。CRP 由肝细胞合成,具有激活补体和促进粒细胞及巨噬细胞的吞噬作用,同时可以释放入血,是反映急性期炎症的非特异性标志物^[6]。hs-CRP 与 CHD 患者病情发展程度有关^[7]。临床 ACS 不同分型、不同支动脉管病变患者血清 hs-CRP 水平不同^[8]。本研究结果显示,冠脉狭窄三支以上病变组 hs-CRP 水平均高于冠脉正常组、冠脉狭窄单支病变组、冠脉狭窄双支病变组 ($P<0.05$);但冠脉狭窄单支病变组、冠脉狭窄双支病变组 hs-CRP 水平与冠脉正常组比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$);Gensini 积分 >6 分组血清 Hcy、hs-CRP 水平高于 ≤ 6 分组和对照组, ≤ 6 分组血清 Hcy

水平高于对照组 ($P<0.05$);血清 hs-CRP 水平与 Gensini 积分呈正相关 ($r=0.301, P=0.001$),表明了血清 hs-CRP 水平与 CHD 患者冠状动脉粥样硬化病变具有相关性,可能与冠状动脉病变程度复杂、粥样斑块负荷重,斑块不稳定有关。

Hcy 是一种含硫非必需氨基酸,是蛋氨酸代谢的中间产物,近年来研究表明其参与了动脉粥样硬化形成的各个阶段,可作为动脉粥样硬化常规的独立预测指标,同时也是 CHD 的独立危险因素,与 CHD 疾病严重程度存在密切联系^[9,10]。目前认为,Hcy 可能导致冠脉内皮功能损伤,促进冠状动脉血管平滑肌细胞的增殖、血栓形成、LDL-C 氧化,进而促进冠脉血管粥样硬化^[11,12]。近年的研究表明,Hcy 水平与 CHD 患者的严重冠状动脉疾病有关^[13]。也有研究认为,高 Hcy 水平与 CHD 患者的严重冠状动脉疾病有关,并且是支架置入术后冠状动脉狭窄的独立预测因子^[14]。Hcy 与 CHD 疾病严重程度存在密切联系,具有重要的临床诊断价值^[15]。Hcy 水平与冠状动脉病变程度、病变冠状动脉血管支数都具有高度相关性^[16]。本研究结果提示,冠脉狭窄三支以上病变组中血清 hs-CRP、Hcy 水平较冠脉狭窄单支病变组、冠脉狭窄双支病变组、冠脉狭窄三支以上病变组升高 ($P<0.05$),冠脉狭窄双支病变组 Hcy 水平较冠脉正常组、冠脉狭窄单支病变组升高 ($P<0.05$);Gensini 积分与 Hcy 水平呈正相关 ($r=0.320, P=0.001$),故 Hcy 水平可以反映冠脉狭窄的严重程度,Hcy 水平可能与冠状动脉粥样硬化斑块波及的冠脉支数和范围密切相关。

血管内皮功能下降是动脉粥样硬化的始动因素^[17]。动脉粥样硬化初始环节之一是内皮细胞的解剖完整性破坏。然而,进一步研究表明^[18],在动脉粥样硬化过程中血管内皮功能性损伤也参与其中,血

管内皮功能障碍与冠状动脉粥样硬化性疾病相关。近年来研究表明^[9],血管内皮功能障碍及形态学损伤引起血管收缩、血小板聚集、内皮细胞黏附、氧化应激、平滑肌增殖及血栓形成,血管内皮功能与动脉粥样硬化具有相关性。临床上常采用无创性超声检测血流介导的血管内皮舒张功能^[20],检测具有心血管疾病隐患的人群,早期发现,早期干预,保护心、脑、肾等重要的靶器官。血管内皮功能损害是CHD、脑梗塞、高血压、糖尿病等动脉粥样硬化性疾病的重要环节,能够反映血管内皮功能的指标主要有FMD^[21]。FMD可较好地反映冠状动脉病变程度,对CHD的诊断具有较好的预测价值^[22]。目前FMD检测已被我国2012年《心血管疾病防治指南与共识》所推荐。研究证实^[17],随着CHD患者冠脉血管病变支数的增加,血管内皮功能逐渐减退,故血管内皮功能障碍在一定程度上可以反映冠脉血管病变的严重程度。本研究显示,冠脉正常组、冠脉狭窄单支病变组、冠脉狭窄双支病变组、冠脉狭窄三支以上病变组的FMD值依次降低,冠脉狭窄三支以上病变组与单支病变组、双支病变组相比降低($P<0.05$);Gensini积分与FMD值呈负相关关系($r=-0.263$, $P=0.001$),冠状动脉粥样硬化斑块波及的血管越多、越严重,FMD测定值越低。

综上所述,hs-CRP、Hcy参与了CHD发生发展的整个过程和血管内皮的损伤过程,hs-CRP、Hcy与冠状动脉血管内皮功能障碍密切相关,冠状动脉粥样硬化斑块的不稳定性、病变严重程度与Hcy和hs-CRP水平密切相关。CHD患者血清hs-CRP、Hcy及血管内皮功能与冠状动脉狭窄病变程度密切相关。血清Hcy、hs-CRP水平、FMD测定值可作为临床上判定冠状动脉狭窄病变严重程度的预测因子,从而为临床诊断及治疗提供有利的实验室证据。

参考文献:

- [1] Han K, Lu Q, Zhu WJ, et al. Correlations of degree of coronary artery stenosis with blood lipid, CRP, Hcy, GGT, SCD36 and fibrinogen levels in elderly patients with coronary heart disease[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2019, 23(21): 9582-9589.
- [2] 刘欢, 刘润冬, 王宏宇. 血管内皮功能的评价及其临床价值[J]. 心血管病学进展, 2016, 37(4): 426-430.
- [3] Mansori K, Ayubi E. Comments on association of sST2 and hs-CRP levels with new-onset atrial fibrillation in coronary artery disease[J]. Int Cardiol, 2018, 15(257): 32.
- [4] 王成钢, 王春梅, 阙斌, 等. C反应蛋白水平对冠状动脉支架内再狭窄的预测价值[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2020, 22(2): 149-152.
- [5] Ling H, Recklies AD. The chitinase 3-like protein human cartilage glycoprotein 39 inhibits cellular responses to the inflammatory cytokines interleukin-1 and tumour necrosis factor- α [J]. Biochem J, 2004, 380(pt3): 651-659.
- [6] Cabral M, Severo M, Barros H, et al. Longitudinal association of adiposity and high-sensitivity C-reactive protein from adolescence into early adulthood[J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2019, 29(6): 590-597.
- [7] 白雪蕾, 王栋, 王晓东, 等. 冠心病外周血白细胞介素7表达对免疫应答的影响及可能机制分析[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2020, 22(2): 156-160.
- [8] 朱玉, 徐先增, 郭玉美, 等. 不同分型、不同支动脉管病变ACS患者血清hs-CRP、Cys-C、cTnI水平变化及意义[J]. 山东医药, 2019, 59(16): 69-71.
- [9] 李红旗, 胡立群, 徐艳龙, 等. 老年高血压患者同型半胱氨酸水平与心率变异的相关性[J]. 中国临床保健杂志, 2017, 20(4): 379-382.
- [10] 贾杰芳, 刘玉美, 杨文东, 等. 原发性高血压并发颈动脉粥样硬化患者血清Hcy水平与氧化应激的关系[J]. 山东医药, 2017, 57(10): 80-81.
- [11] Li J, Chai S, Tang C, et al. Homocysteine potentiates calcification of cultured rat aortic smooth muscle cells[J]. Life Sci, 2003, 74(4): 451-461.
- [12] 董艳玲, 王凤. 急性冠脉综合征的危险因素[J]. 中国误诊学杂志, 2006, 6(21): 4120-4121.
- [13] 吴晟, 刘兴德. 同型半胱氨酸以及抑郁情绪与冠心病的相关性分析[J]. 心血管病防治知识, 2019, 9(20): 28-33.
- [14] Li S, Sun L, Qi L, et al. Effect of High Homocysteine Level on the Severity of Coronary Heart Disease and Prognosis After Stent Implantation[J]. J Cardiovasc Pharmacol, 2020, 76(1): 101-105.
- [15] 刘祥红, 师志云, 刘会玲, 等. 不同类型冠心病患者血清同型半胱氨酸水平变化研究[J]. 中国全科医学, 2019, 22(8): 920-924.
- [16] 喻文琴, 肖明生. 载脂蛋白B/A-1比值及同型半胱氨酸与老年冠心病的相关性研究[J]. 南昌大学学报(医学版), 2018, 279(2): 68-71.
- [17] 王燕, 李琳, 丛伟, 等. 原发性高血压与血管内皮功能的相关性分析[J]. 世界中西医结合杂志, 2016, 11(3): 395-399.
- [18] Flammer AJ, Lüscher TF. Three decades of endothelium research: from the detection of nitric oxide to the everyday implementation of endothelial function measurements in cardiovascular diseases[J]. Swiss Med Wkly, 2010, 140: w13122.
- [19] 宫柏琪, 张琳, 王娜, 等. 冠心病患者血清胱抑素C及血管内皮功能指数与冠状动脉病变程度的关系研究[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2018, 10(11): 80-83.
- [20] Celermajer DS, Sorensen K, Gooch V, et al. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis[J]. Lancet, 1992, 340(8828): 1111-1115.
- [21] 崔伟锋, 刘萧萧, 韩静涛, 等. 原发性高血压病心血管危险因素分析[J]. 中国全科医学, 2020, 23(22): 2797-2803.
- [22] 郭丛丛, 彭艳梅, 张亚芹, 等. 肱动脉血流介导的内皮依赖性舒张功能的变化对冠状动脉病变的预测价值[J]. 中国动脉硬化杂志, 2018, 26(7): 715-719.

收稿日期: 2021-04-14; 修回日期: 2021-04-26

编辑/杨倩