

颈动脉内膜中膜厚度的临床研究进展

许先进, 董旭

(荆门市康复医院, 湖北省荆门市 434500)

[关键词] 内科学; 动脉粥样硬化; 颈动脉内膜中膜厚度; 冠心病; 高血压; 糖尿病; 缺血性脑血管病

[摘要] 颈动脉粥样硬化与冠心病、脑血管病及多种心血管病的危险因素有密切关系。颈动脉内膜中膜厚度增加是评价早期动脉粥样硬化的无创指标, 是心脑血管病重要的危险因素与预测因子。深入研究颈动脉 IMT 与冠心病、高血压、糖尿病、缺血性脑血管病的关系, 是预测心脑血管疾病发生的重要手段。

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

在动脉粥样硬化的发生和发展过程中, 动脉内膜是最早累及的地方, 尤其是大中型动脉内膜。外周血管壁内膜中膜厚度(intima-media thickness, IMT) 增厚是动脉粥样硬化的早期征象, 反映动脉血管对脂质浸润和高血压的反应。研究表明, 颈动脉粥样硬化与冠心病、脑血管病及多种心血管病的危险因素有密切关系。颈动脉 IMT 增加是评价早期动脉粥样硬化的无创指标, 是心脑血管病重要的危险因素与预测因子。

1 颈动脉内膜中膜厚度的测量

颈动脉 IMT 是指动脉内膜和中膜平滑肌层的厚度。采用高频超声(7.5~10 MHz) 线阵探头测定, 时相选择在血管舒张期, 即同步心电图 R 波峰尖, 此时 IMT 最厚。颈动脉 IMT 测定的范围包括颈总动脉、颈动脉窦和颈内动脉近段。目前国内外测定 IMT 的方法主要有三种: ①一点测量法: 在左右颈总动脉分叉处下方 10 mm 处, 取后壁测量 IMT, 认为可以评价颈动脉粥样硬化程度。②二点测量法: 在双侧颈总动脉远端(距颈动脉球部膨大起始处 10 mm 内), 颈内动脉近端(距颈动脉球部分叉处 10 mm), 沿血管长轴进行测量, 再此处及其前后 1 cm 处测 3 次, 计算平均 IMT。此法最为常用。③多点测定法: 对颈总动脉邻近分叉处 10 mm、20 mm、30 mm 处采用纵向、前斜位、侧位、后斜位, 每次均取颈总动脉后壁测 IMT, 双侧共 18 个 IMT 值, 取平均值作为颈总动脉 IMT 值。颈内动脉取其邻近分叉 1 cm 处, 采用后位、侧位、前位三种角度, 每次取其后壁, 两侧共 6 个颈内动脉 IMT 值, 取平均值作为颈内动脉 IMT 值。正常颈动脉管壁的超声图像呈特征性的“双线征”, 即内外两条平行的强回声线被中间一条低回声或无回声线分离, 两条强回声线分别代表管腔与内膜间的界面及中膜与外膜间的界面, 两线间的距离即 IMT。IMT 变化可作为动脉粥样硬化的标志, IMT 增厚是早期动脉

粥样硬化的改变, 斑块形成则是动脉粥样硬化的典型标志, 而管腔狭窄则是动脉粥样硬化进展的一个晚期表现。

迄今为止, 尚无 IMT 增厚的统一诊断标准, 最为常用的是以 $IMT > 1.0 \text{ mm}$ 作为异常值, 也有实验将 IMT 超过人群均值 2 个标准差诊断为 IMT 增厚。ESH/ESC 及我国的高血压防治指南则将颈动脉血管壁 $IMT \geq 0.9 \text{ mm}$ 定义为增厚。颈动脉粥样斑块好发于颈总动脉分叉处和颈内动脉起始段。多数学者将颈动脉 $IMT \geq 1.3 \text{ mm}$ 或彩色超声观察到明确的斑块形态学表现定义为斑块, 也有学者将颈动脉 $IMT \geq 1.2 \text{ mm}$ 定义为斑块。作者认为将斑块定义为局限性回声结构突出管腔(回声可不均匀或伴声影) 其高度超过周围 IMT 的 50% 或 $IMT \geq 1.3 \text{ mm}$ 具有更高的阳性预测值。

2 颈动脉内膜中膜厚度与冠心病

颈动脉粥样硬化与冠状动脉粥样硬化有着相似的危险因素, 共同的发病机制和病理生理基础, 颈动脉粥样硬化的发生率与冠心病的发生率密切相关。颈动脉 IMT 厚度以及颈动脉粥样斑块可预测冠心病患者发生心血管事件的危险性, 并可作为无创性检查预测心脑血管事件发生的指标。颈动脉 IMT 增加冠心病的相对危险性也增加, 与常见的冠心病的危险因素相比, 颈动脉粥样硬化与冠心病的相关性最强, OR 值为 1.6^[1]。程洁等^[2] 研究表明, 颈动脉粥样硬化病变与冠心病有显著的相关性。颈动脉粥样硬化的发生率随着冠状动脉狭窄的加重而升高。以动脉粥样硬化斑块积分(As 积分) 作为衡量颈动脉粥样硬化严重程度的指标, 则颈动脉 As 积分随着冠状动脉狭窄的加重而增高, 且两者之间的严重程度呈线性正相关, 说明颈动脉粥样硬化与冠状动脉粥样硬化的发展相一致。多中心国际研究 MONICA 实验及 CHS 试验^[3] 对 1388 例和 5201 名受试者作颈部超声检查, 证实了冠心病患者比非冠心病患者颈动脉硬化程度更重。Hertzer 等^[4] 对 506 例拟作颈动脉内膜切除术的颈动脉粥样硬化患者作冠状动脉造影, 200 例无临床冠状动脉疾病表现的患者中 80 例(40%) 冠状动脉造影显示严重的冠状动脉粥样硬化, 306 例有冠状动脉疾病史的患者中 254 例(83%) 示冠状动脉粥样硬化。郭松林等^[5] 认为颈动脉粥样硬化与冠状

[收稿日期] 2007-07-07

[修回日期] 2008-04-18

[作者简介] 许先进, 副主任医师, 主要从事高血压和冠心病的研究, E-mail 为 xuguangdi120@sina.com。董旭, 副主任医师, 主要从事心血管病的超声诊断研究。

动脉粥样硬化的病变是平行的,冠状动脉单支、双支病变组颈动脉内膜厚度、斑块积分显著高于对照组。国内一组老年冠心病患者的颈动脉粥样硬化与冠状动脉病变相关性的研究提示老年冠心病患者颈动脉斑块检出率明显高于对照组,随冠状动脉病变加重,斑块的严重程度加重,IMT呈增厚的趋势,三支病变组与单支病变组相比,颈动脉斑块的严重程度明显增加^[6]。Tanaka等^[7]以IMT ≥ 0.85 mm及(或)出现斑块来预测冠心病的敏感性为85%,特异性71.6%,阳性预测值为89.8%。周晓辉等^[8]将IMT ≥ 1.0 mm作为标准来预测冠心病,敏感性为82.2%,特异性为59.4%,阳性预测值为68.5%;用颈动脉斑块形成来预测冠心病的敏感性达70.2%,特异性为72%,阳性预测值为73.2%;这同国内外研究结果基本一致。赵继先等^[9]对359例疑是冠心病的患者行冠状动脉造影和颈动脉超声检查,以观察斑块(IMT ≥ 1.3 mm定义为斑块)出现来预测冠心病敏感度为78.76%,特异度为73.17%,总诊断符合率为77.99%,多支病变的斑块检出率、斑块指数明显高于单支病变和非冠心病患者。

Salonen等^[10]报道颈总动脉的最大IMT厚度与发生急性心肌梗死的危险度显著相关。De Lorenzo等^[11]对39例急性心肌梗死患者的研究表明,心肌梗死组的血管病变积分明显高于同年龄的正常对照组。Salonen等^[10]对1257例男性受检者的颈动脉超声资料与发生心肌梗死的临床资料相比较,认为有颈动脉粥样硬化病变者发生急性心肌梗死的危险性高3倍,颈动脉IMT每增加0.1 mm,急性心肌梗死的危险性就增加11%。

3 颈动脉内膜中膜厚度与高血压

高血压是颈动脉粥样硬化的重要危险因素,高血压患者存在明显的IMT异常。黄峰等^[12]的研究中高血压组IMT异常者占65.2%,而对照组仅占4.5%,高血压组IMT明显大于对照组,进一步证实了高血压患者存在血管壁结构异常和血管壁增厚。高血压可以增加动脉壁剪应力,加大动脉壁环状扩展范围,从而使血流和剪应力发生变化,内膜也逐渐增厚,IMT异常增厚的部位出现斑块的危险性明显增加。颈动脉粥样硬化斑块的发生率随着高血压病情的加重和病程的延长而增加。国内苏琳等^[13]对63例老年高血压患者IMT的研究发现,高血压3期组颈动脉IMT及颈动脉IMT/内径的比率与高血压1期组有显著差异,高血压2期及3期患者颈动脉IMT较对照组明显增厚,老年高血压组斑块检出率亦明显高于对照组。刘芳等^[14]的研究结果表明,随着血压水平的增高及高血压并存临床疾病的出现,颈动脉IMT亦逐渐增高,因而,颈动脉IMT不仅可用来检测高血压病患者动脉粥样硬化病变的程度,还可以反映高血压病患者的危险程度。

脉压是颈动脉粥样硬化发展中的重要作用因素,脉压增大是动脉血管僵硬度和心脑血管病危险度增加的标志之一。翟丽华等^[15]采用动态血压评价高血压患者脉压与颈动脉粥样硬化的关系,结果表明脉压及年龄与代表颈动脉硬化标志的IMT_{max}独立相关,其中以夜间平均脉压相关性最密切。在平均动脉压处于同一水平的情况下,随着脉压的增大,颈

动脉IMT、动脉内径及粥样斑块发生率增高,二者之间密切相关,随着脉压的增加,颈动脉IMT相应增加,因此认为动态脉压可作为评估颈动脉粥样硬化程度的有效指标。脉压的变化反映了血管硬度的改变,脉压大,血管硬度大,导致血管壁的成分改变和剪切力改变,管壁成分改变主要表现为弹力纤维减少,平滑肌细胞增殖和细胞外胶原成分增加,后二者正是颈动脉IMT增厚的主要原因。而剪切力减低可促使颈动脉内膜局部受损,尤其在颈动脉分叉处。另外,脉压的增加可加速动脉粥样硬化的发展,促使颈动脉IMT增厚。

4 颈动脉内膜中膜厚度与糖尿病

研究报告指出,血糖与颈动脉IMT成独立相关^[16,17]。国内金文胜等^[18]的研究发现对空腹血糖和2 h血糖进行五分位处理后,随血糖的升高,两个主要动脉粥样硬化积分和IMT逐渐升高,多因素分析(无校正回归分析)发现空腹血糖和2 h血糖及其差值和均值与二指标有显著正相关,内膜连续性状况也随血糖升高逐渐变差(秩相关分析)。Logistic回归分析表明空腹血糖和2 hPG及其差值和均值能报告动脉粥样硬化斑块的发生和IMT异常增厚。周全等^[19]对一组老年糖尿病患者的IMT与心血管危险因素关系的研究证实,除年龄因素之外,糖尿病是老年人颈动脉IMT明显增大的重要原因之一。Thalhammer等^[20]观察空腹和餐后血糖水平与颈动脉IMT关系,结果显示空腹血糖大于100 mg/dL比小于100 mg/dL者或者餐后2 h血糖大于125 mg/dL比小于125 mg/dL者颈动脉IMT显著增加。张翼飞等^[21]的研究表明糖尿病患者在糖耐量受损发病早期已显示较高的颈动脉IMT值,即使其中多数患者的颈动脉IMT值仍在正常范围内,但较正常对照组已明显升高,强烈提示早期监测和干预血糖水平减轻和减慢动脉粥样硬化的发生与发展,降低糖尿病心血管病发生率的重要性。

胰岛素抵抗被认为是动脉硬化的重要危险因素。国内姜涛等^[22]测定102例2型糖尿病的颈动脉IMT、胰岛素抵抗指数和胰岛素敏感指数,结果发现随着空腹胰岛素和胰岛素抵抗指数逐渐增加和胰岛素敏感指数逐渐下降,颈动脉平均IMT和最大IMT逐渐增厚。多元逐步回归分析显示颈动脉IMT平均厚度和最大厚度与年龄和胰岛素抵抗正相关,与胰岛素敏感性负相关。无论非糖尿病患者还是糖尿病患者其胰岛素抵抗都与动脉粥样硬化密切相关,是动脉粥样硬化独立危险因素;随着胰岛素抵抗逐渐增加动脉粥样硬化逐渐加重。Howard等^[23]测定了1397例正常人和糖尿病患者颈动脉IMT和静脉葡萄糖耐量试验,研究结果表明高加索白人和非高加索白人颈动脉IMT和胰岛素敏感指数成明显负相关。Koshiyama等^[24]研究发现胰岛素增敏剂PPAR- γ 激动剂可以降低2型糖尿病患者颈动脉内膜厚度,改善动脉粥样硬化,也提示胰岛素抵抗是动脉粥样硬化的重要危险因素。

5 颈动脉内膜中膜厚度与缺血性脑血管病

颈动脉病变引起缺血性脑卒中的机制比较公认的有血

流动力学末梢低灌注学说和血栓栓塞学说。在动脉粥样硬化的发生发展过程中,病变主要累及大、中动脉内膜,首先是 IMT 的增厚,内膜变为粗糙,逐渐形成斑块。斑块突入管腔导致管腔狭窄。当颈动脉狭窄 $\geq 50\%$ 就可能发生血流动力学的改变,引起狭窄远端血流低灌注而导致脑梗死的发生。而斑块发生破裂或形成斑块表面溃疡或斑块内出血,加剧了斑块的不稳定性,极易形成血栓,是构成脑梗死的重要危险因素。

大量的资料显示颈动脉 IMT 增厚与缺血性脑卒中明显相关。O'Leary 等^[25]通过对 5201 名 ≥ 65 岁男女的人群研究发现,颈总动脉 IMT 与脑卒中发病率密切相关。Kitamura 等^[26]对 1 289 例年龄 60~74 岁且无卒中或冠心病史的日本男性进行颈动脉超声检查并随访 4.5 年。结果表明,颈总动脉 IMT 增加可使卒中风险增高 3 倍,颈总动脉和颈内动脉 IMT 都增加对卒中风险的预测价值大于单纯颈总动脉 IMT 增加。在美国东部 4 个州 4476 名 65 岁以上老年人随访结果显示,随着颈动脉 IMT 增加,在平均 6.2 年内发生心肌梗死和脑卒中人数显著增多,颈动脉 IMT 在第 5 百分位数者是第 1 百分位数者的 3.9 倍;颈动脉 IMT 每增加 1 个标准差,心肌梗死和脑卒中发生率增加 1.36 倍^[27]。荷兰 Rotterdam 研究也发现,颈动脉 IMT 每增加 0.163 mm,脑卒中增加 45%,心肌梗死增加 43%。颈动脉 IMT 与缺血性脑梗死关系特别密切,颈总动脉 IMT 每增加 0.15 mm,脑梗死增加 1.82 倍^[28]。Tsigoulis 等^[29]的研究指出颈总动脉 IMT 每增加 0.1 mm,复发性中风的危险就增加 18%,提示颈总动脉 IMT 增加与复发性中风的高发生率有明显的相关性。Hollander 等^[30]在 Rotterdam 研究中比较颈动脉 IMT、颈动脉斑块、踝肱指数和主动脉钙化等卒中危险因素与脑梗死的相关性时发现,在校正心血管疾病的差异后,颈总动脉 IMT 和主动脉钙化是与脑梗死相关性最强的因素,而颈总动脉 EMT 更是脑梗死的独立危险因素。甚至认为颈总动脉 IMT 对卒中预测价值超过了颈动脉粥样硬化斑块。

颈动脉粥样硬化斑块的不稳定性是缺血性脑卒中的主要机制: ①斑块破裂形成的栓子导致远端血管栓塞; ②斑块溃疡继发血栓形成; ③斑块内出血导致管腔突然闭塞; ④严重颈动脉狭窄导致远端血管低灌注。Bots 等^[31]通过对颈动脉粥样硬化横断面研究表明,当斑块出现在颈总动脉时,脑卒中的危险性从 8.8% 升高至 14.3%,认为颈总动脉 IMT 增厚和颈总动脉斑块是脑卒中危险性增高的标志。国内周勤等^[32]研究结果显示脑梗死患者的颈动脉粥样硬化斑块发生率是 69.04%,无脑梗死患者的颈动脉粥样硬化的发生率是 41.38%,两者在统计学上有显著性差异,证明颈动脉粥样硬化斑块形成与脑梗死有明显的相关性。Hollander 等^[33]在鹿特丹研究中探讨了颈动脉斑块与脑梗死及其亚型之间的关系。结果发现,颈动脉斑块可增加 ICA 系统脑梗死风险,而与椎基底动脉系统脑梗死无关;脑梗死风险与斑块部位(左、右侧颈总、颈内及颈动脉分叉处 6 个部位)无关,而随颈动脉斑块病变部位的增多而增高。与对照组相比,斑块病变部位为 5~6 个者发生脑梗死的风险为对照组的 2.70 倍(95% CI

1.27~5.77),腔隙性梗死风险为对照组的 10 倍以上。Nagai 等^[34]用斑块评分(双侧颈动脉斑块的最大厚度之和)来衡量颈动脉粥样硬化的严重程度。结果发现,斑块指数每增加一个标准差,发生脑血栓形成的风险增高 2.5 倍。

颈动脉狭窄一方面引起的血流动力学变化可促进不稳定性斑块破裂和出血,另一方面能导致严重的颅内低灌注和继发性血栓形成。20%~30% 脑卒中是由于颈动脉狭窄性病变进行性发展所致。在美国 60 岁以上的脑卒中者中,颈动脉粥样硬化的发生率为 70%,无症状颈动脉粥样硬化所致狭窄程度为 70%~90% 之间的患者中,三年脑卒中危险性为 5.7%^[35]。有研究发现,同侧有短暂性脑缺血或小卒中且用内科治疗颈动脉狭窄程度在 90%~99% 的患者,2 年脑卒中的危险性是 35%;而颈动脉狭窄程度在 70%~79% 的患者,2 年脑卒中的危险性是 20%^[36]。多普勒超声研究还发现,颈内动脉狭窄程度大于 50.0% 的患者出现同侧半球缺血症状的机率是颈内动脉狭窄小于 50.0% 的 4 倍^[37]。我国老年脑梗死患者虽然颈动脉粥样硬化的发生率较高,多在 70.0%~80.0% 左右,与同侧脑梗死密切相关。但颈动脉粥样硬化至管腔严重狭窄的发生率相对较低,在 30.0% 左右^[38]。

6 结语

动脉粥样硬化的机制是多因素共同作用的结果。颈动脉粥样硬化与心脑血管病的发生发展密切相关,颈动脉 IMT 是评价早期动脉粥样硬化的无创指标,重视并深入研究颈动脉 IMT 与心脑血管病、糖尿病大血管病变的关系对早期预防、诊断和治疗心脑血管疾病有着更为深远的意义。

[参考文献]

- [1] 耿冰,曹铁生,段云友. 超声检查冠心病患者颈动脉、股动脉、髂动脉内膜一中膜厚度的研究[J]. 中华超声影像学杂志, 2001, 10(5): 295-297.
- [2] 程洁,吕宝经,郑宏超,等. 颈动脉粥样硬化与冠状动脉狭窄程度的关系[J]. 中国动脉硬化杂志, 2004, 12(1): 65-68.
- [3] O'Leary DH, Polak JF, Wolfson SK Jr, et al. Use of sonography to evaluate carotid atherosclerosis in the elderly. The cardiovascular health study. CHS Collaborative Research Group [J]. Stroke, 1991, 22(9): 1155-1168.
- [4] Hertzner NR, Young JR, Beven EG, et al. Coronary angiography in 506 patients with extracranial cerebrovascular disease [J]. Arch Intern Med, 1985, 145(5): 849-852.
- [5] 郭松林,周永明,李建军. 颈动脉粥样硬化与冠状动脉粥样硬化的关系[J]. 中国老年心脑血管病杂志, 2002, 4(3): 157-159.
- [6] 苏琳,苗懿德,周全,等. 老年患者颈动脉粥样硬化与冠状动脉病变的相关性[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2002, 4(2): 78-80.
- [7] Tanaka H, Nishino M, Ishida M, et al. Progression of carotid atherosclerosis in Japanese patients with coronary artery disease [J]. Stroke, 1992, 23(7): 946-951.
- [8] 周晓辉,贺春钰. 颈动脉粥样硬化对冠状动脉病变的预测分析[J]. 中国动脉硬化杂志, 2005, 13(2): 218-220.
- [9] 赵继先,袁良俊,刘继军,等. 颈动脉粥样硬化对冠心病冠状动脉病变程度的预测研究[J]. 临床荟萃, 2006, 21(23): 708-710.
- [10] Salonen JT, Salonen R. Ultrasound B-mode imaging in observational studies of atherosclerosis progression [J]. Circulation, 1993, 87(Suppl): 356-65.
- [11] De Lorenzo F, Monticelli A, Cocozza S, et al. Extracoronary atherosclerosis and genetic variants of apolipoprotein A iv-C cluster in myocardial infarction survivors from southern Italy [J]. Clin Invest, 1994, 72(6): 435-441.
- [12] 黄峰,林宁,吕心阳,等. 老年原发性高血压患者颈动脉内膜一中

- 膜厚度和肱动脉血流介导血管扩张功能的相关性[J]. 中国动脉硬化杂志, 2001, 9 (5): 446.
- [13] 苏琳, 苗懿德, 孙宁玲, 等. 老年高血压患者颈动脉内膜中层厚度及血管内皮依赖性舒张功能[J]. 中国动脉硬化杂志, 2001, 9 (1): 52-56.
- [14] 刘芳, 杨浣宜, 张红叶, 等. 超声检测高血压病患者颈动脉粥样硬化的意义[J]. 中华超声影像学杂志, 2003, 12 (6): 381-382.
- [15] 翟丽华, 董少红, 李光展, 等. 高血压病患者动态血压与颈动脉粥样硬化关系的研究[J]. 中国动脉硬化杂志, 2001, 9 (2): 143-145.
- [16] Hanefeld M, Koehler C, Schaper F, et al. Postprandial plasma glucose is an independent risk factor for increased carotid intima-media thickness in nondiabetic individuals [J]. *Atherosclerosis*, 1999, 144 (1): 229-235.
- [17] Temelkova-Kurktschiev TS, Koehler C, Henkel E, et al. Postchallenge plasma glucose and glycolic spikes are more strongly associated with atherosclerosis than fasting glucose or HbA1c level [J]. *Diabetes Care*, 2000, 23 (13): 1 830-834.
- [18] 金文胜, 潘长玉, 陆菊明, 等. 血糖与动脉粥样硬化的相关研究[J]. 中华糖尿病杂志, 2005, 13 (1): 19-22.
- [19] 周全, 苗懿德, 张颖. 老年2型糖尿病患者颈动脉内膜中层厚度与心血管病危险因素的关系[J]. 中国动脉硬化杂志, 2002, 10 (2): 149-150.
- [20] Thalhammer C, Balzuweit B, Busjahn A, et al. Endothelial cell dysfunction and arterial wall hypertrophy are associated with disturbed carbohydrate metabolism in patients at risk for cardiovascular disease [J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 1999, 19 (5): 1 173-179.
- [21] 张翼飞, 詹维伟, 洪洁, 等. 糖耐量受损人群颈动脉内中膜厚度与各代谢指标的关系[J]. 中华糖尿病杂志, 2005, 13 (1): 23-26.
- [22] 姜涛, 宋秀霞, 张敏. 2型糖尿病颈动脉内膜中膜厚度与胰岛素抵抗的关系[J]. 中华糖尿病杂志, 2005, 13 (4): 260-261.
- [23] Howard G, O'Leary DH, Zaccaro D, et al. Insulin sensitivity and atherosclerosis [J]. *Circulation*, 1996, 93 (10): 1 809-817.
- [24] Koshiyama H, Shimono D, Kuwamura N, et al. Rapid communication: Inhibitory effect of pioglitazone on carotid arterial wall thickness in type 2 diabetes [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2001, 86 (7): 3 452-456.
- [25] O'Leary DH, Polak JF, Kronmal RA, et al. Thickening of the carotid wall: a marker for atherosclerosis in the elderly [J]. *Stroke*, 1996, 27 (2): 224-231.
- [26] Kitamura A, Iso H, Imano H, et al. Carotid intima-media thickness and plaque characteristics as a risk factor for stroke in Japanese elderly men [J]. *Stroke*, 2004, 35 (12): 2 788-794.
- [27] O'Leary DH, Polak JF, Kronmal RA, et al. Carotid artery intima and media thickness as a risk factor for myocardial infarction and stroke in older adults [J]. *N Eng J Med*, 1999, 340 (1): 14-22.
- [28] Touboul PJ, Elbaz A, Koller C, et al. Common carotid artery intima-media thickness and brain infarction [J]. *Circulation*, 2000, 102 (3): 313-318.
- [29] Tsivgoulis G, Vemmos K, Papamichael C, et al. Common carotid artery intima-media thickness and the risk of stroke recurrence [J]. *Stroke*, 2006, 37 (7): 1 913-916.
- [30] Hollander M, Hak AE, Koudstaal PJ, et al. Comparison between measures of atherosclerosis and risk of stroke: the Rotterdam Study [J]. *Stroke*, 2003, 34 (10): 2 367-372.
- [31] Bots ML, Hoes AW, Hofman A, et al. Cross-sectionally assessed carotid intima-media thickness relates to long-term of stroke, coronary heart disease and death as estimated by available risk functions [J]. *J Intern Med*, 1999, 245 (1): 269-276.
- [32] 周勤, 余小芹. 超声评价颈动脉硬化斑块与脑梗死的关系[J]. 临床超声医学杂志, 2002, 4 (6): 336-338.
- [33] Hollander M, Bots ML, Delsol AI, et al. Carotid plaques increase the risk of stroke and subtypes of cerebral infarction in asymptomatic elderly: the Rotterdam study [J]. *Circulation*, 2002, 105 (24): 2 872-877.
- [34] Nagai Y, Kitagawa K, Sakaguchi M, et al. Significance of earlier carotid atherosclerosis for stroke subtypes [J]. *Stroke*, 2001, 32 (8): 1 780-785.
- [35] The European Carotid Surgery Trialists Collaborative Group. Risk of stroke in the distribution of an asymptomatic carotid artery [J]. *Lancet*, 1995, 345 (8944): 209-212.
- [36] Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis [J]. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. *JAMA*, 1995, 273 (18): 1 421.
- [37] 韩仲岩, 唐盛孟, 石秉霞. 实用脑血管病学[M]. 上海: 上海科技出版社, 1994; 82-83.
- [38] 何勤, 邢成名. 动脉粥样硬化与缺血性脑血管病的关系[J]. 中国老年心脑血管病杂志, 2002, 4 (2): 140-141.
- (此文编辑 陈临溪, 文玉珊)