

## CT 血管成像检出心肌桥患者的<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI 门控心肌显像研究

刘大亮 巴雅 秦永德 王塞岗 刘立水 谢彬 李肖红 陈恺

**【摘要】** 目的 探讨<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI G-MPI 对冠状动脉 CT 血管成像(CTA)检出心肌桥(MB)患者的临床价值。方法 对象为 62 例(MB 患者 45 例,对照组 17 例)经 CTA(64 排 CT)检查并接受<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI G-MPI 的患者,分析其心肌灌注、室壁运动和左心室功能。所有患者行静息显像,其中 17 例 MB 患者和 9 例对照行运动负荷 G-MPI。组间率的比较用 $\chi^2$  检验或确切概率法,计量资料用 *t* 检验比较差异。结果 运动负荷和静息心肌显像对 MB 患者的心肌缺血和(或)灌注异常的阳性检出率分别为(1)门控半定量法:64.7% (11/17)、42.2% (19/45);(2)目测法:41.2% (7/17)、22.2% (10/45),静息门控半定量法和目测法的阳性检出率差异有统计学意义( $P=0.035$ )。静息显像对不同位置[近段 0/7、中段 19.4% (6/31)、远段 4/7]和深度[表浅型 16.7% (7/42)、纵深型 3/3]MB 的心肌灌注异常阳性检出率差异有统计学意义( $\chi^2=7.086, P<0.05; P=0.008$ )。门控半定量法评价 17 例(有负荷显像结果)MB 中可逆性缺血、固定缺血和混合性缺血分别占 35.3%、23.5% 和 5.9%;室壁运动和室壁增厚率类型总积分反向分布异常、可逆性异常、固定异常所占百分比分别是 23.5%、23.5%、11.8% 和 35.3%、29.4%、5.9%。不论静息相还是运动负荷相,MB 组和对照组间 LVEF 和高峰充盈率差异均无统计学意义( $t=-0.564 \sim 1.292, P>0.05$ )。结论 <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI G-MPI 对 CTA 检出的 MB 患者的心肌缺血和(或)灌注异常及左心室功能状况评价有一定价值。

**【关键词】** 心肌桥;体层摄影术,发射型计算机,单光子;体层摄影术,X 线计算机;MIBI

**<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI gated myocardial perfusion imaging in patients with myocardial bridging diagnosed by CT angiography** LIU Da-liang, BA Ya, QIN Yong-de, WANG Sai-gang, LIU Li-shui, XIE Bin, LI Xiao-hong, CHEN Kai. Department of Nuclear Medicine, the First Hospital Affiliated to Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China

Corresponding author: QIN Yong-de, Email: qyd199013@yahoo.com.cn

**【Abstract】 Objective** To explore the clinical value of <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI G-MPI in patients diagnosed with myocardial bridging(MB) by CTA. **Methods** Forty-five patients with MB and 17 normal controls diagnosed by CTA(64 slices CT) were included. All patients underwent rest <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI G-MPI and 17 MB patients and 9 normal controls also underwent stress <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI G-MPI. Myocardial ischemia, function and wall motion were assessed. G-MPI results were compared with CTA results by  $\chi^2$  test, Fisher exact test and *t* test. **Results** In patients with MB, the positive rate of abnormal perfusion by gated stress <sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI G-MPI was 64.7% (11/17) and 41.2% (7/17) using quantitative analysis and visual evaluation respectively; while the data were 42.2% (19/45) and 22.2% (10/45) by rest G-MPI ( $P=0.035$ ). The positive rate by rest G-MPI in MB patients was significant different among mural coronary arteries of different depths and different locations. By quantitative analysis of the stress G-MPI, the reversible, fixed, and mixed ischemia patients were 4 (35.3%), 6 (23.5%) and 1 (5.9%) respectively; the reversed, reversible and fixed abnormality of wall motion was found in 4 (23.5%), 4 (23.5%) and 2 (11.8%) patients respectively; the reversed, reversible and fixed wall thickening were found in 6 (35.3%), 5 (29.4%) and 1 (5.9%) patients respectively. There was no significant difference in left ventricular ejection fraction and peak filling rate between MB patients and normal controls in both rest and stress studies ( $t$ : from -0.564 to 1.292, all  $P>0.05$ ). **Conclusion** The G-MPI may be useful for the evaluation of myocardial ischemia and myocardial function simultaneously in patients with MB.

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9780.2011.03.009

作者单位:830011 乌鲁木齐,新疆医科大学第一附属医院核医学科

通信作者:秦永德,Email: qyd199013@yahoo.com.cn

本文直接使用的缩略语:MIBI(methoxyisobutylisonitrile),甲氧基异丁基异腈;G-MPI(gated myocardial perfusion imaging),门控心肌灌注显像;MPI(myocardial perfusion imaging),心肌灌注显像;LVEF(left ventricular ejection fraction),左心室射血分数;DM(diabetes mellitus),糖尿病;CAG(coronary angiography),冠状动脉造影;CHD(coronary heart disease),冠心病;EDV(end-diastolic volume),舒张末期容积

**[Key words]** Myocardial bridging; Tomography, emission-computed, single-photon; Tomography, X-ray computed; MIBI

冠状动脉节段性走行于心肌纤维下称之为壁冠状动脉(mural coronary artery, MCA),血管表面心肌称为心肌桥(myocardial bridging, MB)。64 排螺旋 CT 有良好的空间与时间分辨率,可以清晰显示冠状动脉的分支及其与周围组织的关系,并提供冠状动脉的细微病理结构。文献<sup>[1]</sup>报道冠状动脉 CT 血管成像(CT angiography, CTA)诊断 MB 的灵敏度为 93%,特异性为 100%。笔者对 CTA (64 排螺旋 CT)示 MB 者与正常者进行 G-MPI 的对比分析,计算运动负荷及静息心肌显像对 MB 患者的心肌缺血和(或)灌注异常的阳性检出率,定量分析 MB 患者左心室功能,现报道如下。

#### 资料与方法

1. 研究对象。本院 2006 年 6 月至 2010 年 2 月 62 例行 CTA (64 排螺旋 CT) 检查及<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI G-MPI 的住院患者,2 种检查在 7 d 内完成。患者年龄(54.32 ± 12.15)岁;男 43 例,女 19 例;按 CTA 结果分为 MB 组[45 例,其中男 31 例,女 14 例,年龄(55.87 ± 9.73)岁]和对照组[17 例,其中男 12 例,女 9 例,年龄(44.80 ± 11.82)岁]。MB 组中原发性高血压 15 例,DM 6 例,糖耐量减低 1 例;对照组原发性高血压 6 例。排除心脏病、心脏瓣膜病、先天性心脏病、心律失常以及由于呼吸、运动伪影或心率等原因造成 CTA 显像结果不确定且未经 CAG 证实者。

2. 药物制备。<sup>99</sup>Mo-<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup> 发生器由原子高科股份有限公司提供。MIBI 药盒由江苏省原子医学研究所江原制药厂生产。<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI 标记:取 MIBI 冻干品 1 瓶,在无菌条件下,将新鲜淋洗的 1110 ~ 3700 MBq 高锝酸钠注射液(<4 ml)注入瓶内,充分摇匀,使冻干物溶解后在沸水浴中直立加热 10 ~ 15 min,取出冷却至室温,得到<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI 注射液。<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI 纯化纯 >95%。

3. SPECT G-MPI。患者检查前停用钙离子拮抗剂、β 受体阻滞剂和硝酸酯类药物 24 h,检查当日晨起禁食,在静息状态下注射<sup>99</sup>Tc<sup>m</sup>-MIBI 740 ~ 925 MBq,15 ~ 30 min 后进食脂餐,1 h 后进行显像;次日行运动负荷试验,在运动高峰时注射与静息显像相同剂量显像剂,继续运动 1 min,60 ~ 90 min 后显像。运动负荷试验方法:采用踏车运动,并进行心电监测,功率从 25 W 开始,每 2 min 增加 25 W,运动达到最大心率(195 - 年龄)或出现终止指标为止。运动终

止指标包括:患者出现心绞痛或呼吸困难;心电图 ST 段下移超过 0.1 mV 或出现严重的心律失常;血压明显下降或超过 220/120 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa);明显乏力,不能继续进行运动。所有 62 例患者中 17 例 MB 患者和 9 例对照者完成运动负荷 G-MPI。

显像仪器为荷兰 Philips 公司 Precedence 型 SPECT/CT 仪,配置低能高分辨平行孔准直器,受检者取仰卧位,双上臂抱头并固定,使探头贴近胸壁,视野包括全心脏,以心电图 R 波触发门电路,探头自心前区右前斜位 45°至左后斜位 45°顺时针旋转,共采集 180°,6°/1 帧,每个投影采集 25 s,矩阵 64 × 64,能峰 140 keV,放大倍数 1.5,均匀性校正后,以 Hanning 滤波反投影重建,截止频率 0.5,陡度因子 5,得到左心室水平长轴、垂直长轴和短轴图像。

4. SPECT 图像分析。目测法:由 2 位有经验的核医学科医师独立阅片,若诊断结果不一致,取第 3 位副主任医师以上职称者的意见。运动负荷 G-MPI 在不同断面连续 2 层以上出现节段性的放射性稀疏或缺损性改变,如静息显像该部位有放射性充填,则判断为心肌可逆性缺血性改变;如静息显像该部位无放射性充填,则考虑为固定缺损;当不同节段同时存在固定和可逆性缺损时考虑为混合缺损,上述 3 种情况均判断为阳性结果。运动及静息 G-MPI 心肌节段均无放射性减低或缺损,判定为阴性结果。静息 MPI 在不同断面连续 2 层以上出现节段性的放射性稀疏或缺损性改变,考虑为静息心肌灌注异常。阅片时阅片者不知门控半定量分析结果。采用美国锡达斯-西奈医学中心 QGS 6.0 软件半定量分析图像,心肌血流灌注采用 17 节段 5 分制评分:0 分,灌注正常;1 分,轻度灌注减低;2 分,中度灌注减低;3 分,严重灌注减低;4 分,无灌注。心肌室壁运动用 17 节段 6 分制评分:0 分,运动正常;1 分,轻度运动减弱;2 分,中度运动减弱;3 分,严重运动减弱;4 分,无运动;5 分,反向运动。左心室增厚率评分用 17 节段 4 分制评分:0 分,正常;1 分,轻度增厚;2 分,中度增厚;3 分,严重增厚。求得静息心肌灌注总积分、室壁运动总积分和左心室增厚率总积分,同时用门控心肌断层显像(quantitative gated SPECT, QGS)定量分析软件测得左心室高峰充盈率(peak filling rate, PFR)及 LVEF。根据半定量积分差值 δ(运动

半定量积分 - 静息半定量积分,分为  $0 < \delta \leq 2$ ,  $\delta = 0$ ,  $\delta > 2$ ) 及实际图像特点进行分型: 心肌灌注分正常、固定缺损、可逆缺损和混合性缺损, 室壁运动和室壁增厚率分正常、反向异常、可逆异常和固定异常。

5. 冠状动脉 CTA。采用美国 GE Light Speed 64 排螺旋 CT。CT 扫描前可给予短效受体阻滞剂, 将患者心室率控制在 70 次/min 以下。采用德国 Ulrich 双筒高压注射器以 3.5 ~ 5 ml/s 的速率在肘正中静脉注入碘海醇(300 mg I/ml) 20 ~ 80 ml 后进行扫描, 一次屏气完成扫描, 用不同扇区重组, 重建出 75% 的 R-R 间期图像(图像层厚及层距皆为 0.625 mm) 并将数据传送至高级图像 GE LightSpeed ADW 4.2 工作站进行处理。扫描参数: 管电压 120 kV, 管电流 600 mA, 准直  $64 \times 0.625$  mm, 螺距 0.9:1, 机架转速 0.35 s/360°, 矩阵  $512 \times 512$ 。扫描范围自气管隆突下至膈下 2 cm。MB 及 MCA 诊断标准: 横断面显示冠状动脉节段完全被心肌包绕, 而其近、远端走行在心外膜脂肪组织内, 该段冠状动脉为 MCA, 其表面的心肌为 MB, 并按文献[2]方法分型。

6. 统计学处理。采用 SPSS 15.0 软件, 对 2 组或多组样本间率的比较采用  $\chi^2$  检验或确切概率法比较; 计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示, 进行 *t* 检验。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 结 果

1.  $^{99}\text{Tc}^m$ -MIBI 心肌显像门控半定量法与目测法对 MB 心肌缺血的分析。静息显像门控半定量法和目测法对心肌灌注异常的阳性检出率差异有统计学意义 [42.2% (19/45) 与 22.2% (10/45),  $P = 0.035$ ], 而运动负荷显像 2 种方法对心肌缺血的阳性检出率差异无统计学意义 [64.7% (11/17) 与 41.2% (7/17),  $P = 0.151$ ]; 静息和运动负荷显像对

MB 分别采用门控半定量法和目测断层法评价心肌缺血和(或)灌注异常的阳性检出率差异无统计学意义 ( $P = 0.157$  和  $0.201$ )。

2. 运动负荷和静息相检出 MB 心肌缺血和(或)灌注异常的分层对比分析见表 1。静息显像对不同位置 and 不同深度 MB 心肌灌注异常的阳性检出率差异均有统计学意义, 对单纯型和多发型 MB 心肌灌注异常的阳性检出率差异无统计学意义 ( $P = 1.000$ )。而运动负荷心肌显像对不同位置、深度和数目 MB 所致心肌缺血的阳性检出率差异均无统计学意义 ( $\chi^2 = 2.860$ ,  $P = 0.239$ ;  $P = 0.726$ ;  $P > 0.05$ )。

3. MB 与对照组  $^{99}\text{Tc}^m$ -MIBI 门控心肌显像半定量分析比较见表 2。在静息相与运动负荷相 MB 组 LVEF 分别为  $(66 \pm 8)\%$  和  $(64 \pm 8)\%$ , PFR 分别为  $[(2.60 \pm 0.67) \text{ EDV/s}]$  和  $(2.31 \pm 0.41) \text{ EDV/s}$ , PFR 差异均无统计学意义 [ $t = 1.193$ ,  $P = 0.251$ , 95% 可信区间 (confidence interval, CI) - 1.524 ~ 5.399;  $t = 2.122$ ,  $P = 0.051$ , 95% CI - 0.001 ~ 0.583]。MB 组和对照组比较: 静息相和运动负荷相 LVEF [对照组分别为  $(64 \pm 7)\%$  和  $(63 \pm 6)\%$ ], 差异均无统计学意义 [ $t = 1.292$ ,  $P = 0.201$ , 95% CI - 1.906 ~ 8.861;  $t = 0.326$ ,  $P = 0.747$ , 95% CI - 5.120 ~ 7.037], 静息相和运动负荷相左室 PFR [对照组分别为  $(2.59 \pm 0.33) \text{ EDV/s}$  和  $(2.40 \pm 0.37) \text{ EDV/s}$ ] 差异均无统计学意义 [ $t = 0.689$ ,  $P = 0.493$ , 95% CI - 1.463 ~ 3.001;  $t = -0.564$ ,  $P = 0.579$ , 95% CI - 0.432 ~ 0.247]。

### 讨 论

MB 被认为是先天发育异常, CAG 显示有特征性的“挤奶现象”<sup>[3]</sup>, MCA 血管内超声示血管周围

表 1 运动及静息 G-MPI 对心肌桥(MB)患者心肌缺血和(或)心肌灌注异常的检出 例

显像方法	例数	MB 位置			MB 深度		MB 数目	
		近段	中段	远段	表浅型	纵深型	单纯型	多发型
运动负荷	17	1/5	3/8	3/4	6/15 (40.0%)	1/2	6/13 (46.2%)	1/4
静息	45	0/7	6/31	4/7 <sup>a</sup>	7/42 (16.7%)	3/3 <sup>b</sup>	6/29 (20.7%)	4/16 (25.0%)

注: <sup>a</sup> 不同位置对比,  $\chi^2 = 7.086$ ,  $P = 0.029$ ; <sup>b</sup> 与表浅型对比,  $P = 0.008$ ; 括号内为相应百分比

表 2 MB 组与对照组  $^{99}\text{Tc}^m$ -MIBI G-MPI 不同指标比较 例

组别	例数	心肌灌注情况				室壁运动类型				室壁增厚率类型			
		A	B	C	D	①	②	③	④	I	II	III	IV
MB 组	17	6(35.3%)	4(23.5%)	6(35.3%)	1(5.9%)	7(41.2%)	4(23.5%)	4(23.5%)	2(11.8%)	5(29.4%)	6(35.3%)	5(29.4%)	1(5.9%)
对照组	9	2	1	5	1	7	1	1	0	5	2	2	0

注: 心肌灌注分型: A 正常, B 固定缺损, C 可逆性缺损, D 混合性缺损; 室壁运动分型: ①型正常, ②型反向异常, ③型可逆异常, ④型固定异常; 室壁增厚率分型: I 型正常, II 型反向异常, III 型可逆异常, IV 型固定异常。括号内为所占百分比

特征性的“半月现象”<sup>[4]</sup>。近年有研究发现,MB 与冠状动脉硬化、急性心肌梗死及猝死相关<sup>[5]</sup>,因此早期检测冠脉肌桥所导致的心肌缺血非常重要。

CAG 是目前诊断 MB 的“金标准”<sup>[6]</sup>,但文献<sup>[7-8]</sup>报道 CAG 对 MB 的检出率(0.6% ~ 2.5%)低于尸体解剖检出率(15% ~ 85%)。在心脏搏动下,狭窄程度小于 25% 的 MCA 多被漏诊<sup>[9]</sup>。负荷 MPI 对 CHD 心肌缺血的诊断及预后评估具有较高的临床价值。方纬等<sup>[10]</sup>报道,CAG 检出的 MB 行核素心肌显像阳性检出率为 20.8%,随 MCA 的 Nobel 法<sup>[11]</sup>分级增高,阳性检出率明显增高。Bourassa 等<sup>[12]</sup>报道 MB 患者负荷 MPI 心肌缺血的阳性率为 33% ~ 63%,而运动负荷与双嘧达莫药物负荷 MPI 心肌缺血的阳性率差异无统计学意义<sup>[13]</sup>。本研究对 64 排螺旋 CT 检出的 MB 患者的 MPI 进行分析,结果显示静息心肌显像门控半定量法和目测法对心肌缺血和(或)灌注异常阳性检出率分别为 42.2% 和 22.2%,运动负荷显像两者阳性检出率为 64.7% 和 41.2%。

目测法对轻度局限的放射性缺损的灵敏度可能低于分析软件设定色阶法,核素 MPI 目测法与门控半定量对心肌缺血的检出在临床存在差异,需要进一步鉴别诊断。本研究结果显示运动负荷与静息心肌显像对 MB 心肌缺血和(或)灌注异常的检出差异无统计学意义,表明应重视静息 MPI 异常对 MB 的诊断价值,但运动负荷心肌显像为伪影的鉴别和预后判断提供重要的信息。

既往研究<sup>[13]</sup>报道 MB 会造成可逆性心肌缺血。本研究中接受负荷心肌显像的患者有 35.3% 呈现可逆性心肌缺血,同时发现运动静息心肌灌注、定量门控室壁异常运动及室壁增厚率异常的“反向再分布”现象(图 1,2),据此解释既往临床检查中出现这一现象的部分原因是 MB,而非冠状动脉痉挛,这有待进一步研究论证。

文献<sup>[10,14]</sup>报道负荷 MPI 阳性的患者主要集中在中度狭窄的 MB 患者中,而轻中度狭窄极少出现显像阳性。本研究发现 MB 的位置、深度是静息显像存在检出差异的原因之一,运动及静息 G-MPI 提示,MB 可致局限性小范围轻度心肌缺血性改变,这在诊断中应引起注意。断层显像门控定量指标,如室壁运动和室壁增厚率对 MB 患者的评价有一定价值。对左心室功能指标的分析结果显示,MB 对患者左心室舒张及收缩功能并未造成明显影响。

冠状动脉 CTA 检查结合运动、静息心肌显像可

万方数据

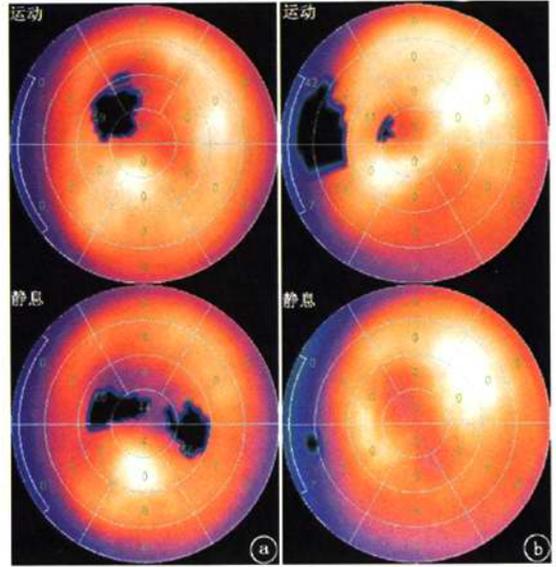


图 1 患者,女,43 岁。a. 冠状动脉 CT 血管成像(CTA)检出前降支远段表浅心肌桥(MB),运动负荷和静息 G-MPI 侧壁近心尖处疑似心肌灌注“反向再分布”;b. CTA 检出冠状动脉前降支中段 MB,运动静息显像心肌灌注“可逆性缺损”改变

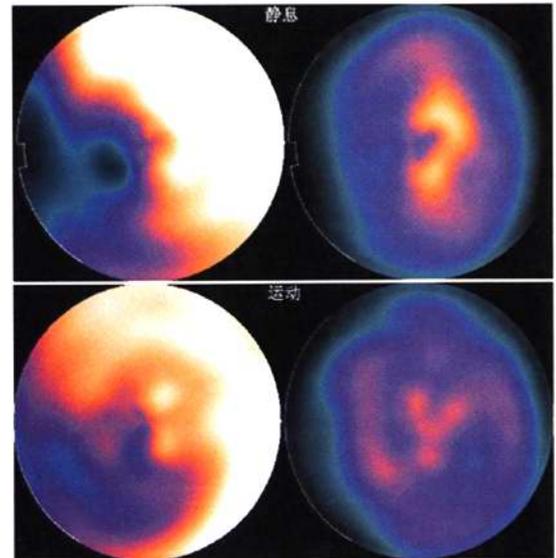


图 2 患者女,39 岁,冠状动脉 CTA 检出左前降支和第一对角支表浅 MB,G-MPI 室壁运动及室壁增厚率靶心图对比

提供心脏功能改变及 MB 患者心肌缺血的信息,为临床干预提供依据。另外将冠状动脉 CTA 与 SPECT 核素 MPI 进行融合可能成为一种趋势,这可为临床提供更多有用的信息。

参 考 文 献

[1] Wang MH, Sun AJ, Qian JY, et al. Myocardial bridging detection

- by non-invasive multislice spiral computed tomography: comparison with intravascular ultrasound. Chin Med J, 2008, 121: 17-21.
- [2] 王升平, 肖湘生, 刘士远. 心肌桥及其影像学评价. 医学影像学杂志, 2008, 18: 432-437.
- [3] Portmann WC, Iwig J. Die intramural koronarie im angiogramm. Fortschr Rontgenstr, 1960, 92: 129-132.
- [4] Ge J, Jeremias A, Rupp A, et al. New signs characteristic of myocardial bridging demonstrated by intracoronary ultrasound and Doppler. Eur Heart J, 1999, 20: 1707-1716.
- [5] 郭丽君, 谭婷婷, 毛节明. 冠状动脉心肌桥的临床和预后分析. 中华医学杂志, 2003, 83: 553-555.
- [6] Alegria JR, Herrmann J, Holmes DR Jr, et al. Myocardial bridging. Eur Heart J, 2005, 26: 1159-1168.
- [7] 熊龙根, 陆东风, 刘世明, 等. 冠状动脉造影时心肌桥的检出率及其临床意义. 中国心血管病研究杂志, 2005, 3: 136-137.
- [8] Ishii T, Asuwa N, Masuda S, et al. The effects of a myocardial bridge on coronary atherosclerosis and ischaemia. J Pathol, 1998, 185: 4-9.
- [9] 张树桐, 金朝林, 肖建伟, 等. 心肌桥和壁冠状动脉 64 层螺旋 CT 成像与冠状动脉造影比较. 中国动脉硬化杂志, 2007, 15: 303-306.
- [10] 方纬, 邱洪, 杨伟亮, 等. 冠状动脉肌桥患者核素心肌灌注显像研究. 中华核医学杂志, 2008, 28: 35-38.
- [11] Noble J, Bourassa MG, Peticlerc R, et al. Myocardial bridging and milking effect of the left anterior descending coronary artery: normal variant or obstruction? Am J Cardiol, 1976, 37: 993-999.
- [12] Bourassa MG, Butnaru A, Lespérance J, et al. Symptomatic myocardial bridges: overview of ischemic mechanism and current diagnostic and treatment strategies. J Am Coll Cardiol, 2003, 41: 351-359.
- [13] Vallejo E, Morales M, Sánchez I, et al. Myocardial perfusion SPECT imaging in patients with myocardial bridging. J Nucl Cardiol, 2005, 12: 318-323.
- [14] 王跃涛, 傅宁, 黄宜杰, 等. 心肌灌注显像对症状性冠状动脉肌桥患者的临床应用价值. 中华核医学杂志, 2008, 28: 369-372.

(收稿日期: 2010-09-26)

## · 读者 · 作者 · 编者 ·

## 本刊有关论文中法定计量单位的书写要求

本刊法定计量单位实行国务院 1984 年 2 月颁布的《中华人民共和国法定计量单位》,并以单位符号表示。具体使用参照 1991 年中华医学会编辑出版部编辑的《法定计量单位在医学上的应用》一书。正文中时间的表达,凡前面带有具体数据者应采用 d、h、min、s,而不用天、小时、分钟、秒。注意单位名称与单位符号不可混合使用,如  $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{天}^{-1}$  应改为  $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ; 组合单位符号中表示相除的斜线多于 1 条时应采用负数幂的形式表示,如  $\text{ng}/\text{kg}/\text{min}$  应采用  $\text{ng} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  的形式;组合单位中斜线和负数幂亦不可混用,如前例不宜采用  $\text{ng}/\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$  的形式。在叙述中,应先列出法定计量单位数值,括号内写旧制单位数值;但如同一计量单位反复出现,可在首次出现时注出法定计量单位与旧制单位的换算系数,然后只列法定计量单位数值。凡是涉及人体及动物体内的压力测定,可使用 mm Hg 或  $\text{cm H}_2\text{O}$  为计量单位,但首次使用时注明与 kPa 的换算系数。原子量改为相对原子质量(Ar)。分子量改为相对分子质量(Mr)。关于浓度,只有“B 的物质的量浓度”(B 代表物质的基本单元)可以称为“B 的浓度( $c_B$ )”,定义为“B 的物质的量除以混合物的体积”,单位为“ $\text{mol}/\text{m}^3$ ”或“ $\text{mol}/\text{L}$ ”。正确使用以下量的名称:(1)以 B 的体积分数( $\varphi_B$ )取代习用的 B 的体积百分浓度(V/V);(2)以 B 的质量分数( $\omega_B$ )取代习用的 B 的质量百分浓度(W/W 或 m/m);(3)以 B 的质量浓度( $\rho_B$ )取代习用的以“W/V”或“m/V”表示的浓度,单位为“ $\text{kg}/\text{L}$ ”或“ $\text{kg}/\text{m}^3$ ”。量的符号一律用斜体字,如吸光度(旧称光密度)的符号为 A,“A”为斜体字。

## 本刊对形态学图片的质量和制作要求

作者提供给杂志用的形态学图片既要为论文的出版用,也为论文的评审和编辑用,除图片要足够的大小外,图像要能真实反映形态的原貌和特征。图片要清晰,对比度好,色彩正常。基本要求如下。

1. 图片必须是原始图像或由原始图像加工成的照片,影像图应标注左右,图像要能显示出形态特征,必要时需加提示或特指符号(如箭头等)。
2. 数码图像的分辨率应为 300 dpi 或以上,总像素至少要在 150~300 万像素或以上,图像文件用 tif 格式。
3. 图像要有简明扼要、规范的形态描述,但不能简单到只写“电子显微镜形态改变”之类。
4. 大体标本图片上应有标尺,显微镜图片应注明染色方法和图像的真正放大倍数,数码照片的放大率最好用比例尺来标注。
5. 插入到文本文件中的图片,在调整其大小时要保持原图像的宽/高比例(即先按下计算机的 shift 键,再进行缩放操作)。

本刊编辑部