

Feasibility and clinical application of cerebral double phase subtraction angiography with 16-slice spiral CT

MAO Jun*, WANG Jian-ming, CHEN Hai-dong, PENG Xiu-bin, DU Zhong-li,
CHENG Guang-sen, XU Wei-guo, LIN Li-juan, DENG Zhi-feng
(Department of Radiology, the Affiliated Zhuhai Hospital,
Jinan University, Zhuhai People's Hospital, Zhuhai 519000, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the application value of double phase bone removal subtraction cerebral angiography (DP-BSCTA) using 16-slice spiral CT. **Methods** Totally 117 patients who underwent DP-BSCTA were divided into group A ($n=50$, without cerebrovascular disease, did not undergo DSA), and group B ($n=67$, with cerebrovascular diseases, underwent DSA). The bone structures were removed with Neuro DSA software. In group A, the postprocessing time was counted. The subtraction images of double phase were scored (1—5) according to various degrees of the residual bones, as well as the vessel displayed and contaminated, respectively. In group B, the difference of diagnosis between DP-BSCTA and DSA was compared. The average radiation dose of DP-BSCTA was calculated in two groups. **Results** Of group A, the bones were completely removed in 51 (51/100, 51.00%) phase images (5 points). All residual bones and artificial images of the rest phase images were removed by hand-made. The handling time with Neuro DSA software and with hand-made was (2.97 ± 0.29) min and (2.22 ± 0.96) min, respectively. There were 45 (45/50, 90.00%) arterial phase and 41 (41/50, 82.00%) venous phase images scored 4—5. The images of double phase were 4—5 points in 37 cases (37/50, 74.00%). Of group B, 63 cases were positive in DP-BSCTA (29 cases of aneurysms, 11 vascular malformation, 3 Moya-moya disease, 3 sinus venosus thrombus and 17 cases of arteriostenosis), 4 cases were negative. Compared with DSA, the sensibility and specificity of DP-BSCTA was all 100% in diagnosing cerebrovascular disease. The mean dose length product of the two groups was (875.77 ± 67.94) mGy · cm. **Conclusion** With bone structures rapidly removed, the images of DP-BSCTA in 16-slice CT are approximately similar to DSA. The diagnostic capability of DP-BSCTA for cerebrovascular disease is equal to that of DSA.

[Key words] Cerebral angiography; Angiography, digital subtraction; Tomography, X-ray computed

16 层螺旋 CT 双期脑血管减影成像的 可行性与临床应用

毛俊*, 王建明, 陈海东, 彭秀斌, 杜中立, 程光森, 许卫国, 林丽娟, 邓志峰
(暨南大学附属珠海医院 珠海市人民医院放射科, 广东 珠海 519000)

[摘要] **目的** 探讨 16 层螺旋 CT 脑动静脉双期减影去骨成像(DP-BSCTA)的临床应用价值。**方法** 回顾性分析于我院行 DP-BSCTA 的 117 例患者病历资料。其中 50 例(A 组, 无血管病变)未行 DSA 检查; 67 例(B 组)行 DSA 检查。按去骨程度、血管显示与污染程度分别对 A 组双期图像进行评分(1~5 分), 并计算后处理时间。用双盲法比较 B 组 DP-BSCTA 与 DSA。统计两组辐射剂量。**结果** A 组: 51 个期相(51/100, 51.00%)完全去骨(5 分), 其他辅以手工后完全去

[基金项目] 珠海市科技计划项目(PC20071066)。

[作者简介] 毛俊(1975—), 男, 湖南涟源人, 硕士, 副主任医师。研究方向: 影像诊断。

[通讯作者] 毛俊, 暨南大学附属珠海医院 珠海市人民医院放射科, 519000。E-mail: maoj2005@126.com

[收稿日期] 2011-03-23 **[修回日期]** 2011-06-27

骨。软件双期去骨时间及辅以手工时间分别为 (2.97 ± 0.29) min、 (2.22 ± 0.96) min。45 个(45/50, 90.00%)动脉期及 41 个(41/50, 82.00%)静脉期图像 4~5 分, 37 例(37/50, 74.00%)双期评分均为 4~5 分。B 组: 阳性 63 例, 其中动脉瘤 29 例, 血管畸形 11 例, 烟雾病 3 例, 静脉窦血栓 3 例, 动脉狭窄病变 17 例(34 处); 阴性 4 例。DP-BSCTA 检出脑血管病变的敏感度和特异度均为 100%。两组剂量长度乘积平均 (875.77 ± 67.94) mGy·cm。**结论** 16 层螺旋 CT DP-BSCTA 能快速去除颅骨, 同时得到类似 DSA 的动、静脉期高质量图像, 检出脑血管病变的能力与 DSA 相当, 值得临床推广。

关键词 脑血管造影术; 血管造影术, 数字减影; 体层摄影术, X 线计算机

中图分类号 R814.42 **文献标识码** A **文章编号** 1003-3289(2011)10-2141-05

常规 MSCTA 中, 颅骨遮掩及动静脉血管污染影响病变显示。MSCT 双期脑血管数字减影去骨成像(double phase-bone removal digital subtraction CT angiography, DP-BSCTA)一次注射对比剂后同时完成 CTA 和 CT 静脉造影(CT venography, CTV), 降低动静脉相互污染, 并分别用减影软件去除颅骨, 达到类似 DSA 动、静脉期图像的效果^[1-3]。本研究探讨 16 层螺旋 CT DP-BSCTA 的可行性与临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集本院 2007 年 6 月—2010 年 6 月接受 MSCT DP-BSCTA 检查的病例, 从其中结果阴性者中随机选择未行 DSA 检查的 50 例入 A 组(无血管病变组), 男 27 例, 女 23 例, 年龄 20~83 岁, 平均 (50.5 ± 15.0) 岁。另外 67 例于 1 个月内接受 DSA 检查, 入选 B 组(与 DSA 对照组), 男 37 例, 女 30 例; 年龄 15~79 岁, 平均 (51.3 ± 14.6) 岁; 临床症状主要为头痛、头昏、呕吐等; 15 例有蛛网膜下腔出血, 6 例合并颅内血肿。

1.2 双期脑血管成像方法 ①用泡沫块及绷带固定头部。②用单筒高压注射器, 经右肘静脉注射 64 ml 优维显(370 mgI/ml)及生理盐水 40 ml, 速率 3.5 ml/s。③于 C₂₋₃椎间盘平面行 Test-Bolus 测试, 以动脉峰值平台起始点或 90%峰值时间为动脉期延时扫描时间, 静脉峰值平台 2/3 处时间或峰值后 90%时间为静脉期延时时间。④应用 Siemens Somatom Sensation 16 层螺旋 CT, 电压 100 kV, 电流 140~160 mAs(平扫 30~50 mAs), 准直 16×0.75 mm, 螺距 1.35, 重建层厚 0.75 mm, 间隔 0.5 mm, FOV 220~241 mm, 从头到足扫描全颅。三期扫描范围及参数一致。

1.3 减影去骨后处理 采用 Syngo MultiModality Workplace 工作站(软件版本 VE31)Neuro DSA 软件行后处理: ①先装载动脉或静脉期薄层数据, 后装载平扫数据。②软件自动完成去骨后人工保存数据。③在 3D 卡中装载薄层去骨图像, MIP 重建观察骨骼去除

程度及血管分支显示、污染程度。④手工切除部分期相图像残骨或伪影。前 3 步完成双期后处理时间为软件后处理时间(不计图像评价时间), 第 4 步完成时间为辅助手工时间。

1.4 DSA 检查设备及方法 采用 Philips Allura Xper FD20 平板探测器等血管造影系统。以 Seldinger 技术穿刺右股动脉, 超选插管行常规 2D 或 3D 脑血管造影, 进行颈内、椎动脉正侧位摄影, 必要时斜位摄影或三维旋转数字减影血管造影(three-dimensional rotational angiography, 3DRA)。

1.5 图像质量评分标准

1.5.1 颅骨去除评分标准 5 分: 颅骨基本完全去除, MIP 背景清晰, 血管边缘切割不明显, 可直接用于诊断; 4 分: 颅骨少许斑点样残留, 血管边缘切割轻微, 手工能快速去除残骨伪影, MIP 背景清晰; 3 分: 颅骨片状或弧扇状残留, 手工能去除残骨伪影, MIP 背景清晰, 血管边缘部分切割, 但不影响诊断; 2 分: 颅骨大部分残留, 手工能去骨, MIP 背景欠清晰或部分血管切割明显, 影响诊断; 1 分: 颅骨残留不可手工去骨或主要血管腔切割中断, 不可用于诊断。

1.5.2 动静脉显示及污染评分标准 5 分: 动脉期动脉各级分支显示清晰, 无明显静脉污染, 静脉期静脉窦、深浅静脉显示清晰, 无明显动脉污染; 4 分: 动脉或静脉各级血管显示清晰, 轻微静脉或动脉污染; 3 分: 动脉或静脉各级血管显示清晰, 部分静脉或动脉污染, 但不影响诊断; 2 分: 动脉或静脉各级血管部分显示不清, 或大部分静脉或动脉污染, 影响诊断; 1 分: 动脉或静脉各级血管显示不清, 或动脉、静脉同等强化不可诊断。

1.6 数据统计 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。B 组以 DSA 为标准, 用双盲法计算 DP-BSCTA 脑血管病变检出的敏感度、特异度。

2 结果

2.1 A 组 软件完成 DP-BSCTA 去骨时间及辅以手工去骨时间分别为 (2.97 ± 0.29) min、 (2.22 ± 0.96) min。软件去骨及辅以手工去骨后图像质量评分分别为

4.50 ± 0.52、4.91 ± 0.29。51 个期相 (51/100, 51.00%) 软件完全去骨 (5 分), 48 个期相残留少许斑点状骨及伪影 (4 分), 1 个动脉期因头部运动残留弧片状骨伪影 (3 分), 辅以手工后均能去除; 9 个静脉期相部分上组浅静脉边缘切割呈锯齿状 (评分仍为 4 分)。动、静脉期血管显示及污染评分分别为 4.38 ± 0.67 和 3.96 ± 0.57。共 45 个 (45/50, 90.00%) 动脉期及 41 个 (41/50, 82.00%) 静脉期血管分支显示清晰且无明显污染 (4~5 分), 其中 37 例 (37/50, 74.00%) DP-BSCTA 双期评分均为 4~5 分, 大致类似 DSA 动、静脉期图像 (图 1)。1 例 (2.00%) 双期评分均为 3 分。所有图像质量均能满足诊断 (表 1)。

表 1 CTA 双期图像去骨及血管显示污染评分 (个)

图像	评分		
	5	4	3
软件去骨后图像	51	48	1
辅手工去骨后图像	91	9	0
动脉期血管显示及污染	24	21	5
静脉期血管显示及污染	7	34	9

2.2 B 组 DP-BSCTA 检出阳性 63 例, 阴性 4 例, 与 DSA 一致, 其脑血管病变检出的敏感度、特异度均为 100%。检出动脉瘤 29 例 (共 36 个), 包括囊状动脉瘤 35 个 [前、后交通支分别为 10、15 个, 大脑中动脉 M1-2 段 7 个, 大脑前动脉 A1 段 1 个, 颈内动脉床突段 2 个 (均去骨后才显示, 并发动静脉畸形), 图 2]; 梭形动脉瘤 1 个 (椎动脉), 与 DSA 表现一致。瘤体最大径 3.0~12.5 mm, 平均 (4.95 ± 1.97) mm。发现血管畸形 11 例, 包括静脉瘤 1 例, 动静脉畸形 9 例 (瘤巢约 1.8~3.8 cm, 供血动脉、引流静脉分别为 24、22 条, 动脉期引流静脉提前显影, 静脉期供血动脉强化明显降低, 引流静脉强化等或略低于正常静脉), 与 DSA 一致; 毛细血管畸形 1 例 (畸形血管 DP-BSCTA 显示更清晰, DSA 仅动脉期及静脉晚期隐约见淡薄斑片异染区及紊乱血管影, 图 3)。诊断烟雾病 3 例 (共 12 处颅底动脉局限狭窄, 分布于颈内动脉颅内段及大脑前、中动脉近段), 其周可见侧支血管影, 均与 DSA 一致。

DP-BSCTA 检出静脉窦血栓 3 例 (共 8 处静脉窦受累: 乙状窦 2 处, 上矢状窦 2 处, 横窦 3 处, 窦汇 1

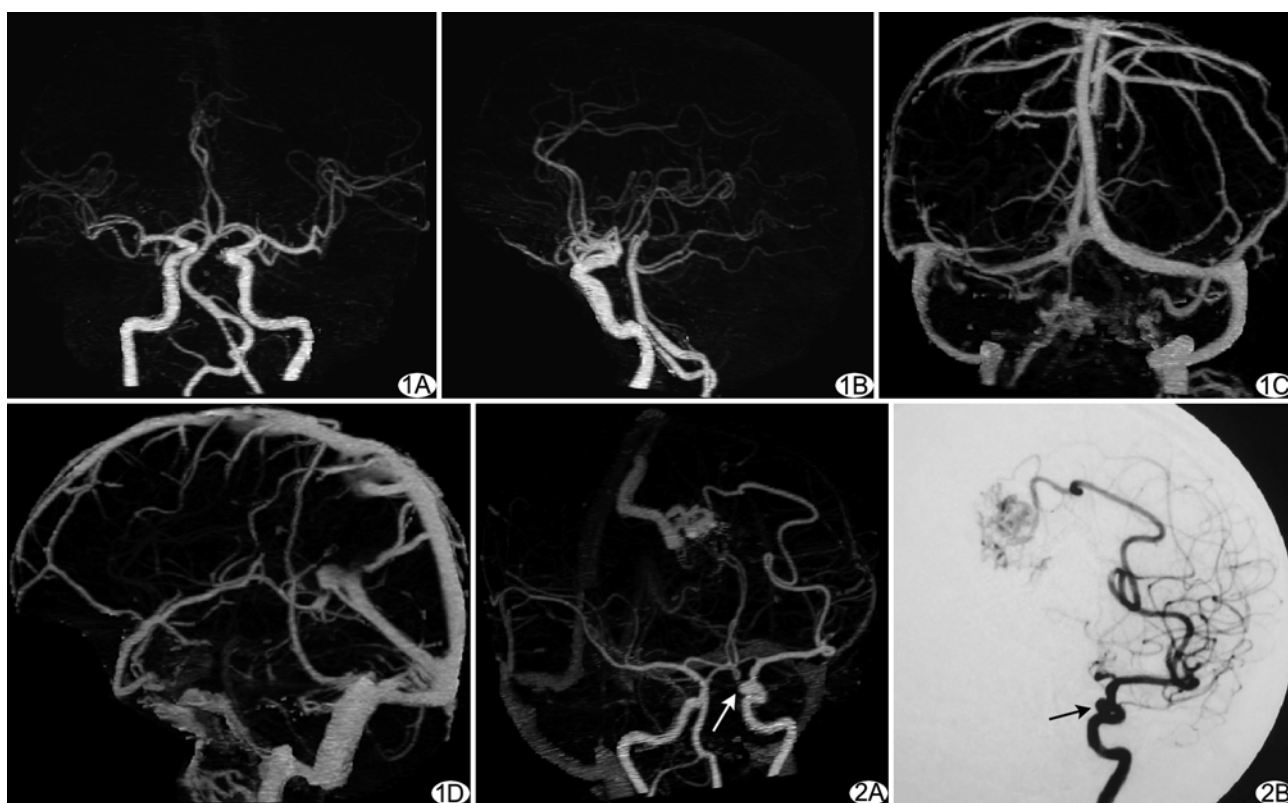


图 1 DP-BSCTA 正常双期 MIP 图像 (评分 5 分) A. 动脉期前后位 MIP 图像; B. 动脉期左侧位 MIP 图像; C. 静脉期后前位 MIP 图像; D. 静脉期左侧位 MIP 图像 E. 静脉期左前斜位 MIP 图像; F. 静脉期右前斜位 MIP 图像

图 2 左颈内动脉床突段颈动脉动脉瘤 (箭), 并发左枕顶动静脉血管畸形 A. DP-BSCTA 动脉期左前斜位 MIP 图像; B. DSA 左斜位图像

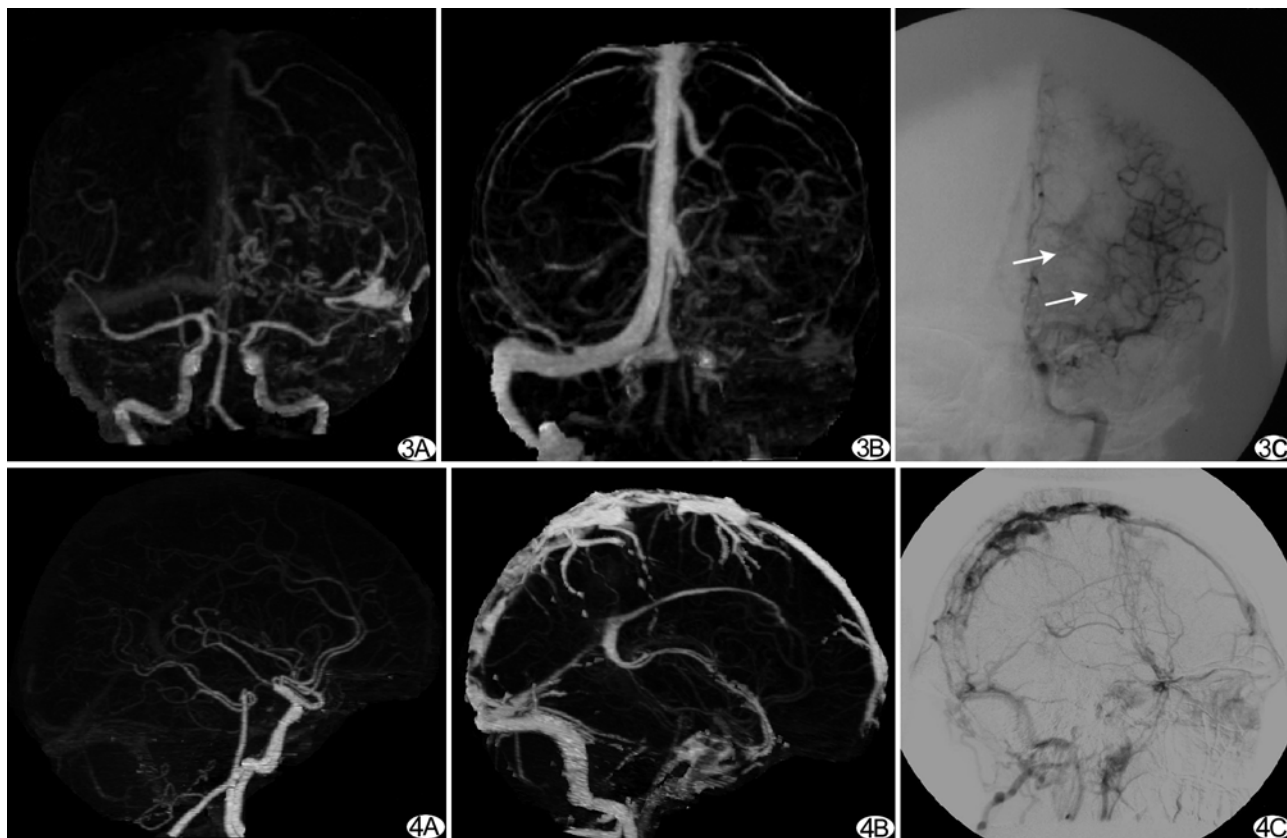


图3 左颞枕部血管畸形 DP-BSCTA 显示大片紊乱、迂曲、细小血管影及引流静脉,较 DSA 清晰,未见粗大供血动脉 A. DP-BSCTA 动脉期前后位 MIP 图像; B. DP-BSCTA 静脉期后前位 MIP 图像; C. DSA 动脉晚期图像,隐约见淡薄斑片异染色区及紊乱血管影(箭)

图4 静脉窦血栓 A. DP-BSCTA 动脉期 MIP 未见异常; B. 静脉期右侧位 MIP 示上矢状窦中后部、窦汇、右横窦、乙状窦充盈缺损; C. DSA 右侧位显示静脉窦缺损范围一致

处),与 DSA 一致,其动脉期未见明显异常,静脉期见静脉窦充盈缺损且部分浅静脉扩张(图 4)。

DP-BSCTA 发现颈内动脉及大脑动脉近段狭窄性病变 17 例(共 34 处),均在 DSA 上检出,其中 6 处管腔闭塞及 5 处管腔节段性细小,与 DSA 均一致;23 处局限性狭窄(重度 10 处,中度 9 处,轻度 4 处,按狭窄处占近端管腔的 50% 和 70% 分界)均可在 DSA 上显示,但只有 12 处(7 处重度,4 处中度,1 处轻度)狭窄程度与 DSA 一致。

2.3 机器自带数据计算 2 组 DP-BSCTA 的剂量长度乘积(dose length product, DLP)平均为 (875.77 ± 67.94) mGy · cm。对比本院常规成人头部平扫(120 kV, 310 mAs)的平均 DLP(750 mGy · cm),DP-BSCTA 的辐射剂量约增加 16.77%。

3 讨论

单期 MSCTA 能同时观察动静脉血管,但动静脉多同时强化,难以轻易区分且相互遮掩病变显示。MSCT 双期扫描同时得到无明显静脉污染的 CTA 及

无明显动脉污染的 CTV 图像,凭血管强化程度轻易辨别脑动、静脉,可更直观清楚地显示病变^[1]。本研究 A 组 DP-BSCTA 中 74.00% 病例能同时拥有血管显示清晰而无明显污染的动、静脉期图像(评分 4~5 分),所有病例图像质量均达诊断要求,提示 16 层螺旋 CT 可取得高质量的双期脑血管图像。但操作时注意:①Test-Bolus 测试需确定双期延时扫描时间。②从头往足方向扫描进床。③低剂量对比剂联合生理盐水快速注射。④单筒高压注射器先斜置高压筒抽对比剂,后人工缓慢抽生理盐水,倒置高压筒至垂直位注射,使分层清楚,对比剂位于下层,避免混合^[2-3]。

DP-BSCTA 减影去骨操作简单、快速且图像质量高,但需注意 3 期扫描范围及各项参数均须一致(毫安秒除外)。尽管 Neuro DSA 软件有自动调整体位功能,扫描中头部制动仍很重要^[4]。对减影去骨后的薄层图像数据一般行 MIP 和 VR^[5],MIP 图像直观类似 DSA;VR 图像适于显示病变的空间关系。对可疑病变需多方位重建或结合原始轴位图观察。

DP-BSCTA 通过减影软件去除颅骨,能使颅底及紧邻颅盖骨的血管病变显示更清晰^[6-8]。本研究 B 组 67 例中,DP-BSCTA 发现阳性 63 例,阴性 4 例,检出能力与 DSA 一致;DP-BSCTA 显示动脉瘤的部位、形态、动静脉畸形的供血动脉与引流静脉数及瘤巢、烟雾病的动脉闭塞部位与侧支血管影、静脉窦的充盈缺损部位范围均与 DSA 一致,其中 1 例血管畸形 DP-BSCTA 较 DSA 显示畸形血管影更清楚;双期图像能使动静脉畸形病例的供血动脉与引流静脉更易显示,3 例静脉窦血栓其动脉期均未发现异常,静脉期才显示静脉窦充盈缺损。B 组 DP-BSCTA 检出 17 例(34 处)动脉狭窄性病变,与 DSA 相符,其判定血管闭塞或细小血管较可靠^[9]。在判定局限性狭窄程度方面,B 组 DP-BSCTA 仅在 12 处(52.17%)与 DSA 一致,可能与部分病例两项检查间隔时间较长及血管腔自身变化有关,还需进一步研究。

DLP 是衡量个体辐射剂量的有效指标^[10]。DP-BSCTA 采取个体化定位,减少全颅扫描时间;采用个体化小剂量对比剂测试,且平扫采用低剂量扫描,在提高图像质量的同时不会大幅增加辐射剂量。与本院常规头部轴位 CT 平扫的 DLP 相比,DP-BSCTA 的平均 DLP 增加了 16.77%。

本研究表明,16 层螺旋 CT 双期脑血管数字减影去骨成像,操作简单快速,一次检查能提供无颅骨干扰、无明显血管污染、类似 DSA 动、静脉期的高质量双期 MSCTA 图像,检出脑血管病变能力与 DSA 相符,值得临床推广。

[参考文献]

- [1] Matsumoto M, Kodama N, Sakuma J, et al. 3D-CT arteriography and 3D-CT venography: the separate demonstration of arterial-phase and venous-phase on 3D-CT angiography in a single procedure. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2005,26(3):635-641.
- [2] De Monyé C, de Weert TT, Zaalberg W, et al. Optimization of CT angiography of the carotid artery with a 16-MDCT scanner: craniocaudal scan direction reduces contrast material-related perivenous artifacts. *AJR Am J Roentgenol*, 2006,186(6):1737-1745.
- [3] 毛俊,林立娟,袁小梅,等.低剂量对比剂联合生理盐水在 MSCT 双期脑血管成像中的应用. *中国介入影像与治疗学*, 2009,6(3):266-270.
- [4] 陈海东,毛俊,杜中立,等.16 层螺旋 CT 颈部血管成像中 Neuro DSA 去骨软件的应用探讨. *临床放射学杂志*, 2009,28(7):1002-1005.
- [5] Fishman EK, Ney DR, Heath DG, et al. Volume rendering versus maximum intensity projection in CT angiography: what works best, when, and why. *Radiographics*, 2006,26(3):905-922.
- [6] Tomandl BF, Hammen T, Klotz E, et al. Bone-subtraction CT angiography for the evaluation of intracranial aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2006,27(1):55-59.
- [7] Sakamoto S, Kiura Y, Shibukawa M, et al. Subtracted 3D CT angiography for evaluation of internal carotid artery aneurysms: comparison with conventional digital subtraction angiography. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2006,27(6):1332-1337.
- [8] 吕发金,谢鹏,罗天友,等.数字减影 CT 血管成像在蛛网膜下腔出血诊断中的价值. *中国医学影像技术*, 2007,23(1):45-49.
- [9] Silvennoinen HM, Ikonen S, Soinne L, et al. CT angiographic analysis of carotid artery stenosis: comparison of manual assessment, semiautomatic vessel analysis, and digital subtraction angiography. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2007,28(1):97-103.
- [10] 白玫,郑钧正.多排(层)螺旋 CT 的辐射剂量表达及其影响因素探讨. *辐射防护*, 2008,28(1):1-12.

三线表的规范格式

▲表序和表题:表序即表格的序号,一篇论文中如只有 1 个表格,则表序编为表 1,表题即表格的名称,应准确得体并能确切反映表格的特定内容且简短精练。

▲项目栏:指表格顶线与栏目线之间的部分,栏目是该栏的名称,反映了表身中该栏信息的特征或属性。

▲表身:三线表内底线以上,栏目线以下的部分叫做表身,是表格的主体表身内的数字一般不带单位,百分数也不带百分号,均归并在栏目中表身中不应有空项,如确系无数值的栏,应区别情况对待,在表注中简要说明,不能轻易写“0”或画“—”线等填空,因“—”可代表阴性反应,“0”代表实测结果为零。

▲表注:必要时,应将表中的符号标记代码,以及需要说明的事项,以最简练的文字,横排于表题下作为表注也可附注于表下。