

颅颈部血管多层螺旋减影 CTA 与 DSA 的比较研究

乐维婕, 李明华, 李文彬, 方 淳, 李成州

【摘要】 目的 评价减影 CTA 对检察颅颈部血管性病变的灵敏度和特异度及其临床应用价值。**方法** 对 76 例怀疑颅颈部血管疾病患者施行 16 层螺旋减影 CTA 检查,在保证增强前后所采集的数据参数一致的前提下用 Neuro-DSA 软件进行减影,其中 30 例与 DSA 作比较观察。减影 CTA 图像质量分为优良、一般、差;应用非参数统计检验、计算减影 CTA 显示病变的灵敏度和特异度。**结果** 以颈内动脉颅段、前后交通动脉、大脑前中后动脉近段、椎基动脉为观察对象,共观察血管段 900 段。减影 CTA 图像质量优良 571 段,为 63.4%,一般有 301 段,为 33.4%。但在显示颅颈部不同段血管的图像质量上有差异;减影 CTA 检出病变的灵敏度为 84.4%,特异度为 40%,检出动脉瘤的灵敏度和特异度均为 100%。**结论** 16 层螺旋减影 CTA 无创,快捷,简单易行,能提供较高分辨率的血管图像,可作为一种常规的方法应用于颅颈部血管疾病的筛查和诊断。

【关键词】 颅颈部血管;16 层螺旋 CT;减影;血管造影;无创

中图分类号:R743.4 文献标识码:A 文章编号:1008-794X(2007)-05-0307-05

Comparison study between 16 slice CT angiography with subtraction and digital subtraction angiography in the cranial-neck vascularities LE Wei-jie, LI Ming-hua, LI Wen-bin, FANG chun, LI Chen-zhou. Department of Interventional and Diagnostic Radiology, Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200233, China

【Abstract】 Objective To evaluate the sensitivity and specificity for diagnosis of 16 slice CT subtraction angiography in finding cranial or neck vascular diseases, and to assess the value of its clinical application. **Methods** We randomly chose 76 patients with or probably with cranial or neck vascular diseases to have the 16 slice CT subtraction angiography examination. The parameters of the non-enhanced and enhanced CT data were uniformly controlled with subtraction process done by Neuro-DSA software. Among them, 30 patients' images were compared with those of the digital subtraction angiography (DSA). **Results** The objective arteries included intracranial internal carotid artery, anterior and posterior communicating artery, the proximal section of anterior, middle and posterior cerebral arteries, vertebral artery and the basilar artery. We totally observed 900 sections of vessels, with image quality rated good in 571 (63.4%), acceptable in 301 (33.4%), but the difference of the image quality existed in the different section of the arteries. The sensitivity of 16 slice CT subtraction angiography was 84.4%, and the specificity was 40%, but both of them were 100% in diagnosing aneurysm. **Conclusion** As a non-invasive and quick method, 16 slice subtraction CT angiography improves the diagnostic accuracy and therapeutic planning of intracranial aneurysms, and can be further used routinely for screening cranial or neck vascular diseases. (J Intervent Radiol, 2007, 16: 307-311)

【Key words】 Cranial;Vascular;16 slice CT angiography;Subtraction;Non-invasive

颅颈部血管性疾病起病隐匿、发展迅速、致死致残率高,极大地危害了人类的健康。尤其是好发于

Willis 环部位的颅内动脉瘤,第 1 次出血后病死率和致残率达 30%左右,而第 2 次出血的病死率和重残率上升至 70%左右^[1,2]。因此在发病时早期检查快速诊断以寻求最及时最恰当的治疗成为抢救患者生命的当务之急。多层螺旋 CTA(MSCTA)作为一种较为成熟的、无创的血管成像技术,较高的空间和时

基金项目:上海市科委重点资助项目(034119851)

作者单位:200233 上海交通大学附属第六人民医院介入影像科
通讯作者:李明华

间分辨率,通过容积重建(VRT)、最大密度投影(MIP)等 MSCT 的 3D 成像方法,可从各个角度观察血管的解剖结构,已成为颅颈部血管成像的基本手段之一^[3]。但由于某些颅颈部血管(尤其是颈内动脉 C2~C6 段)紧贴颅底走行,血管壁与骨骼紧密相贴,骨骼伪影多,使这些血管在 MSCTA 图像上不能很好地显示,从而影响了血管病变的观测和正确评价,大大限制了颅颈部 CTA 技术的应用^[4-6]。我们采用一种新的计算机技术,把重叠的骨影快速正确地去除,突显血管,提高血管显示的清晰度。

1 材料和方法

1.1 一般资料

76 例颅颈血管疾病或怀疑颅颈血管疾病患者进行 16 层螺旋减影 CTA 成像检查,其中 30 例患者同时进行 DSA 检查。30 例中,男 16 例,女 14 例,年龄为 16~75 岁,平均 53 岁。

1.2 减影 CTA 检查

使用 SIEMENS SOMATOM Sensation Cardiac 16 层螺旋 CT 扫描机。采用连续容积扫描模式,增强前后分别扫描 1 次。主要扫描参数:管电压 120 kV,管电流 150 mAs,层厚 7 mm,扫描速度 0.5 s,矩阵 512×512。增强时前臂静脉(一般采用肘静脉)团注碘普罗胺 90~100 ml,注射速率 4~5 ml/s,增强扫描时相使用对比剂浓度测试,感兴趣区为 Willis 环,或对比剂跟踪技术,其感兴趣区为颈总动脉,阈值为 100 Hu。扫描范围下起颈内动脉 C2 段或椎动脉入颅段,上至侧脑室上缘。扫描前使用夹片将患者头部固定,嘱其闭目、平静呼吸,避免吞咽动作,先行平扫,后参数不变进行增强扫描。平扫及增强的位置、层面中心及视野保持完全一致。

工作站处理:将 2 次扫描后的原始数据重建为层厚 0.75~1 mm,层距 0.75~1 mm 图像。随后将增强后的图像与平扫图像采用 Neuro-DSA 软件进行减影,减影后图形输入工作站进行 3D 容积重建(VR)及 MIP 显示,并可通过多角度旋转观察血管三维立体结构。

1.3 DSA 检查

76 例行 CTA 检查的患者中,有 30 例进行 DSA 检查。其方法为使用 SIEMENS AXIOM-Artis,选择 4 支血管行全脑血管造影。减影 CTA 和 DSA 的观察范围:包括颈内动脉 C2~C7 段、椎动脉入颅段、基底动脉、Willis 环、大脑前动脉 A1、A2、大脑中动脉 M1、M2 和大脑后动脉 P1、P2。每例 30 段,共计 900

段。以至少 2 名神经放射科医师共同观察,分别评价不同血管显示的清晰度和病变显示的效果。并分别计算灵敏度、特异度。

以 DSA 为金标准,减影 CTA 显示颈内动脉各段或椎动脉是否清晰、有无颅底骨质残留和血管主要分支显示情况将图像质量分为 3 级。图像质量优良:动脉及其主要分支显示清晰,无颅底骨骼干扰。图像质量一般:动脉走行显示清晰,有颅底骨骼干扰或减影后动脉壁欠光滑,但不影响主要诊断。图像质量差:动脉显示不清,颅底骨骼干扰严重。

2 结果

2.1 减影 CTA 对各段血管的显示灵敏度

900 段血管中,图像质量优良 571 段,占 63.4%;一般 301 段,占 33.4%;差 28 段,占 3.2%(表 1)。采用非参数统计,经 SAS6.12 统计软件计算, $P < 0.01$,表明减影 CTA 在显示不同血管段的图像质量上差异有统计学意义($P < 0.05$)。在各段血管中,A1-2 段、M1-2 段、P1-2 段、基底动脉、交通动脉、颈内动脉 C6-7 段优良图像质量所占比例最多(66.7%~90%),灵敏度最高。而颈内动脉 C2、C3 段和椎动脉图像质量总体上都属一般,未获得优良质量的图像。

2.2 减影 CTA 对病变显示的灵敏度

减影 CTA 显示病变 30 例,其中动脉瘤 14 例(巨大动脉瘤 3 例,大动脉瘤 2 例,中动脉瘤 4 例,小动脉瘤 5 例),动脉狭窄 3 例,动静脉畸形 2 例,其他 11 例。与 DSA 比较,相符合 27 例,不符合 3 例。减影 CTA 显示正常者 7 例,与 DSA 比较,符合 2

表 1 各段动脉图像质量

各段动脉	图像质量			合计
	优良 (比例%)	一般 (比例%)	差 (比例%)	
双侧颈内动脉C2	0(0%)	56(93.3%)	4(6.7%)	60
双侧颈内动脉C3	0(0%)	60(100%)	0(0%)	60
双侧颈内动脉C4	30(50.0%)	27(45.0%)	3(5%)	60
双侧颈内动脉C5	28(46.7%)	28(46.7%)	4(6.7%)	60
双侧颈内动脉C6	40(66.7%)	20(33.3%)	0(0%)	60
双侧颈内动脉C7	48(80.0%)	12(20.0%)	0(0%)	60
前交通动脉	27(90.0%)	3(10.0%)	0(0%)	60
双侧后交通动脉	32(53.3%)	26(43.3%)	2(3.4%)	60
双侧颅段椎动脉	33(55.0%)	21(35.0%)	6(10%)	60
基底动脉	25(83.3%)	5(16.7%)	0(0%)	60
双侧大脑前动脉A1	50(83.3%)	7(11.7%)	3(5.0%)	60
双侧大脑前动脉A2	54(90.0%)	6(10.0%)	0(0%)	60
双侧大脑中动脉M1	54(90.0%)	6(10.0%)	0(0%)	60
双侧大脑中动脉M2	50(83.3%)	8(13.3%)	2(3.4%)	60
双侧大脑后动脉P1	50(83.3%)	8(13.3%)	2(3.4%)	60
双侧大脑后动脉P2	50(83.3%)	8(13.3%)	2(3.4%)	60
合计	571(63.4%)	301(33.4%)	28(3.2%)	900

例,不符合 5 例(表 2)。在所有检查结果中,以 DSA 结果为金标准,真阳性数为 27,假阳性数为 3,假阴性数 5,真阴性数为 2(表 3)。经计算,其灵敏度为 84.4%,特异度为 40%。采用确切概率法,经 SAS6.12 统计软件计算, $P > 0.05$,表明 CTA 减影与 DSA 检查结果两者之间无明显统计学差异。在 14 例动脉瘤(包括直径 < 3 mm 的小动脉瘤)、2 例动静脉畸形、2 例动静脉瘘的诊断中,与 DSA 对照均完全吻合,其诊断灵敏度和特异度均为 100%(图 1~3)。

表 2 CTA 减影对不同病变的诊断与 DSA 结果对比

	减影CTA	减影CTA与DSA相符数	与DSA符合率
正常	3	2	66.7%
动脉瘤	14	14	100%
直径 < 3 mm	5	5	100%
直径 3 ~ 5 mm	4	4	100%
直径 > 5 mm	5	5	100%
动静脉畸形	2	2	100%
动静脉瘘	2	2	100%
烟雾病	1	1	100%
狭窄或斑块	5	1/9	12.5%
显示不清或闭塞	1	1/3	33.3%

表 3 CTA 减影显示病变与 DSA 结果对照

CTA	DSA		
	阳性	阴性	合计
阳性	27(90%)	3(10%)	30
阴性	5(71.43%)	2(28.57%)	7
合计	32	5	37

3 讨论

3.1 无创性颅脑血管成像的迫切性

颅内动脉瘤的人群发生率为 1% ~ 14%; 每年动脉瘤破裂率为 0.5% ~ 2.2%, 出血后发生严重致残或死亡者超过 60%, 因此,及时、准确的早期诊断和有效的治疗以提高其治愈率、降低病死率是目前全球性的医疗保健课题^[7-12]。该类疾病的诊断主要依靠 DSA,但 DSA 是一项创伤性的操作,其术后并发症发生率为 1.5% ~ 2.0%^[13]。CTA 作为快速、无创的检查手段,越来越多地应用于动脉瘤性蛛网膜下腔出血的术前评估。但由于动脉瘤好发部位的 Willis 环及其周围血管与颅底骨质紧邻,血管难以单独凸显,徒手去骨过程繁复,在图像质量上难以保证,限制了其应用。我们采用 16 层减影 CTA,对增强前后的 MSCT 图像用软件进行快速去骨后再行三维重建,使动脉瘤性蛛网膜下腔出血的病因诊断快速、无创、正确,为及时治疗赢得时间。

3.2 常规 CTA 与减影 CTA 的比较

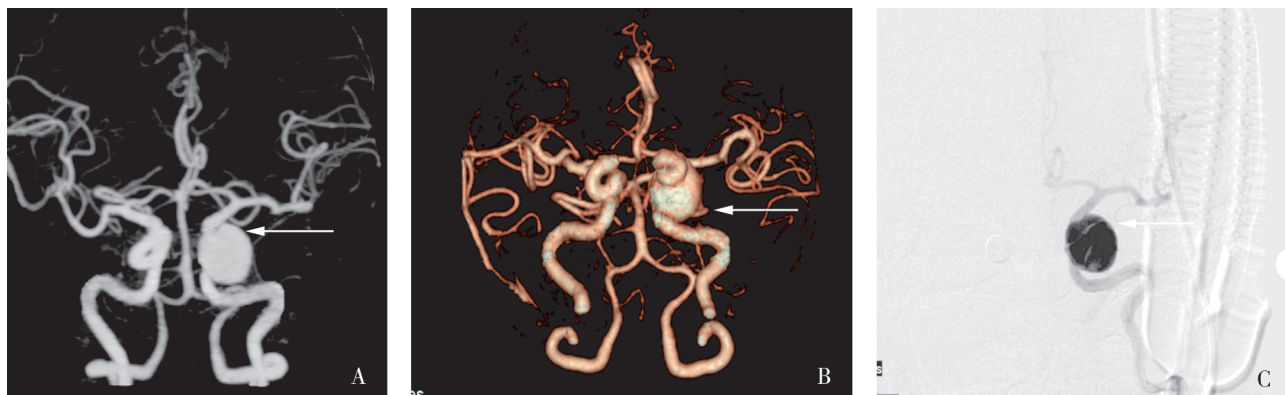
CTA 与 DSA 相比相对无创,且更经济、快速、便

捷,在急症中的优势尤其明显。而且可以同时显示血管及骨性结构,能多角度观察病变。但在显示瘤径小于 3 mm 或位于后交通、眼动脉和床突下段颈内动脉动脉瘤等方面逊色于 DSA。但也有报道称 MSCTA 甚至可以检出某些常规 DSA 无法检出的(小脑前下动脉分支上的)动脉瘤^[14]。常用的 CTA 重建技术有:①多平面重建技术(MPR),包括曲面重建技术(CMPR),主要用于观察血管的毗邻关系和将迂曲的血管在同一图像上显示。②MIP,其图像优点是将不在一个平面的结构显示在同一个二维平面上,显示细节较精细,但立体感差不能去除血管周围骨骼和钙化等高密度结构的遮盖。③VR 主要用于三维立体观察血管情况。因不同结构间有一定的透明度,可在一幅图像中同时显示表浅和深在的结构,使 CT 血管造影图像更精确,并且几乎利用了所有的数据,较 SSD 重建技术图像精细,又有很强的三维空间感,尤其适合显示重叠的血管、血管与邻近结构的三维关系。④SSD:可直接提取血管,作用同 VRT,但三维立体空间效果不如前者,容易丢失部分原始数据,有时出现假象,易受所选阈值的影响^[15]。上述方法的共同不足在于重建时间长、与血管相贴的骨骼难以去除完全,图像质量难以保证。这些缺点可通过 CTA 减影技术加以克服。

减影 CTA 通过特殊软件快捷去除骨组织,其原理类似 DSA,将增强后的图像与平扫图像相“减”,以去除骨性结构对血管的影响,尤其是颅底及颈椎部分,可达到与 DSA 相似的效果。且去骨速度快,在数分钟内即能完成,大大提高了工作效率^[6]。

3.3 16 层螺旋减影 CTA 的技术要点和影响因素

减影 CTA 需选择薄层连续扫描,重建图像 0.75 ~ 1 mm,无间距重建,以保证血管轮廓圆滑、连续完整。由于减影软件进行的是图像的直接减影计算,在计算时虽可手动修正方位但比较粗糙,难以达到理想效果,因此在平扫及增强扫描时,扫描范围及大小(FOV)和中心位置(CenterX,Y)必须完全重合,方能保证产生高质量减影图像。因此,在扫描前,需先固定患者头部,一般可使用夹片,对于意识清醒的患者可同时使用绷带固定,并嘱其闭眼,不做吞咽动作,同时向患者解释对比剂注入后人体可能产生的反应,使其有充分的心理准备,避免不必要的移动影响减影效果。在本实验中大部分病例均能取得成功,少部分减影效果未达到优良,其中有患者系意识丧失,也有部分患者不够配合,在扫描时有吞咽动作或扭动颈部造成轻微移动,但减影后图像

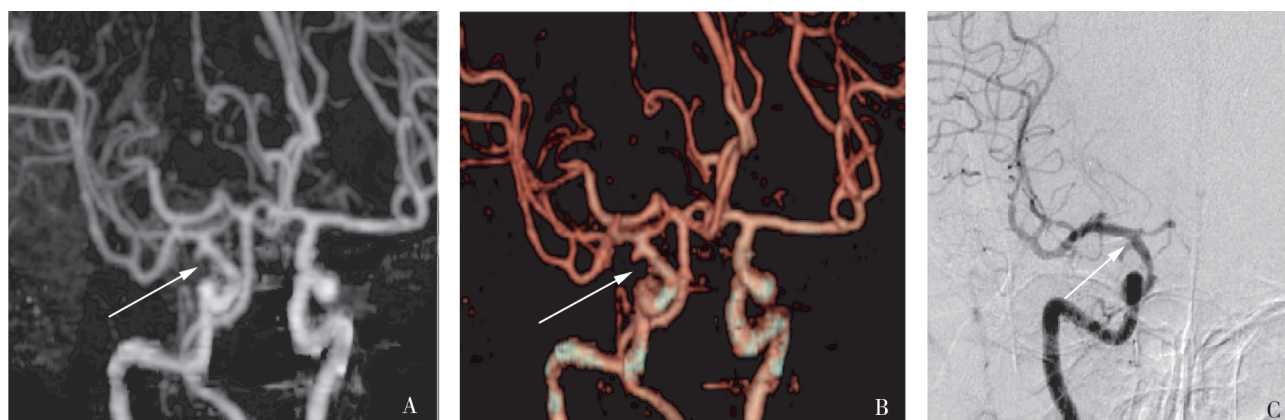


A:减影 CTA MIP 像示动脉瘤(←)

B:减影 CTA VR 像示动脉瘤(←)

C:左侧颈内动脉 DSA 示动脉瘤(←)

图 1 左颈内动脉 C4 段巨大动脉瘤

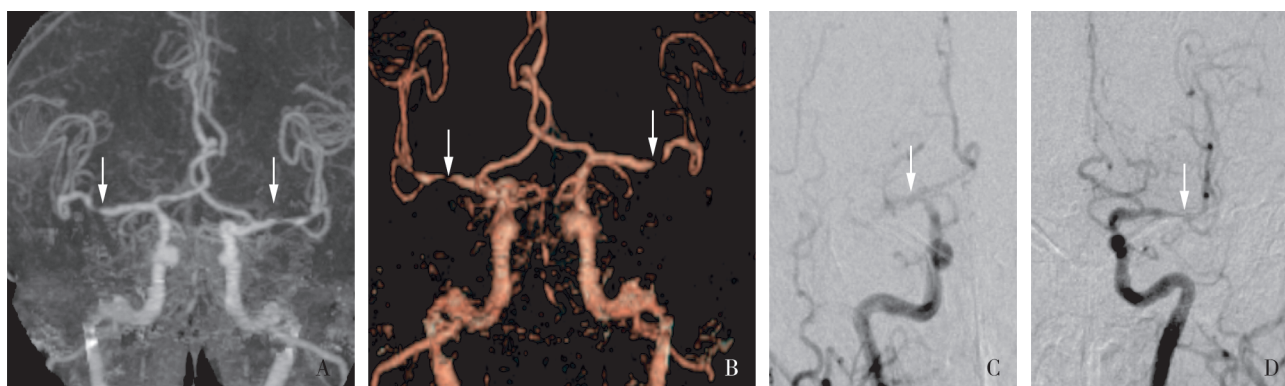


A:减影 CTA MIP 像示小动脉瘤(←)

B:减影 CTA VR 像示小动脉瘤(←)

C:右侧颈内动脉 DSA 示 C7 段小动脉瘤(←)

图 2 右侧颈内动脉 C7 段小动脉瘤

A:减影 CTA MIP 像示两侧 M1 段狭窄
(←)

B:减影 CTA VR 像所示(←)

C、D:双侧颈内动脉 DSA 所示(←)

图 3 双侧大脑中动脉 M1 段狭窄

仍能清楚显示动脉,不影响诊断。

影响减影 CTA 的因素包括疾病本身,如动静脉畸形、静脉窦或烟雾病,由于血流动力学的改变以及病灶结构的复杂性,使得与病灶相关的血管显示不佳或不能显示。在 7 例术后随访的病例中,由于置入弹簧圈或支架,金属所造成的伪影影响图像质量,但并不妨碍对术区周围结构和手术情况的判

断。另外在颈内动脉 C2 ~ C5 段均未取得优良的图像质量,究其原因,可能是由于这段血管位于颈内动脉入颅处,走行弯曲且与骨性管道紧贴,稍有位置变动,乃至血管的搏动等细微变化,可使血管壁与骨骼难于分离,造成减影后血管壁不光滑,但尚不影响重要疾病的诊断。

3.4 16 层螺旋减影 CTA 的临床应用

常规 CTA 在脑血管病方面的应用已有较多报道,技术也十分成熟。尤其是对于动脉瘤,CTA 可提供动脉瘤的位置、瘤颈、钙化、与周围血管和骨骼的关系、动脉瘤的追踪观察、术前以及介入治疗前的解剖定位。CTA 检查可以经多角度观察显示。近期文献报道 CTA 对检出直径 $> 5 \text{ mm}$ 颅内动脉瘤的灵敏度和特异度为 91.0% 和 95.0%, 对检出 $3 \sim 5 \text{ mm}$ 颅内动脉瘤的灵敏度和特异度为 97.0% 和 86.0%, 但较难发现小于 3 mm 的动脉瘤^[16]。利用减影技术,更易发现隐匿于骨骼后的小动脉瘤,本研究中共诊断动脉瘤 14 例, 3 mm 直径为 5 例,均与 DSA 相符,其检出动脉瘤的灵敏度和特异度为 100%。而对于 AVM,CTA 减影不仅可提供有关供血动脉、畸形血管团和引流静脉,还可以确定出血部位。

证明减影 CTA 尤其适用于自发性蛛网膜下腔出血患者的检查,用来筛查动脉瘤等足以致命的脑血管疾病,从而争取抢救时间。

3.5 16 层螺旋减影 CTA 的应用限制和期望

由于 16 层螺旋减影 CTA 要求患者保持造影前后的位置不变,不做吞咽、眨眼等动作,呼吸平稳,这些都需要患者的配合。对于由于蛛网膜下腔出血而意识障碍行急诊 CT 的患者而言,难以达到理想的减影效果。本研究中,图像质量差的病例多是由于患者在检查时的轻微运动引起。如果以固定器强行固定无意识患者,则无法预防检查过程中患者因呕吐物无法排出而引起的呛咳乃至吸入窒息。因此,在急症中的应用仍有限制。我们期待有更理想的方法,如可以采用自动+手动微调的方式处理减影图像,或可达到更佳图像效果。相信在计算机技术不断发展的时代,会有更先进、更智能的软件被开发,用于无创性的血管成像。

〔参考文献〕

- [1] Kato Y, Sano H, Katada K, et al. Application of three-dimensional CT angiography (3D-CTA) to the cerebral aneurysms [J]. Surg Neurol, 1999, 52: 113 - 122.
- [2] Preda L, Caetani P, Rodrigue Z, et al. Spiral CT angiography and surgical in the evaluation of intracranial aneurysms [J]. Eur Radiol, 1998, 8: 739 - 745.
- [3] Lell M, Anders K, Klotz E, et al. Clinical evaluation of bone-subtraction CT angiography (BSCTA) in head and neck imaging [J]. Eur Radio, 2006, 16: 889 - 897.
- [4] Korogi Y, Takahashi M, Katada K, et al. Intracranial aneurysms: detection with three-dimensional CT angiography with volume rendering comparison with conventional angiographic and surgical findings [J]. Radiology, 1999, 211: 497 - 506.
- [5] Hong H, Lee H, Shin YG. Automatic vessel extraction by patient motion correction and bone removal in brain CT angiography [J]. Intern Congress Series, 1281, 2005, 369 - 374.
- [6] 沈 君, 梁碧玲, 谢榜昆, 等. 64 层螺旋 CT 头部血管 CT-DSA 成像技术初探 [J]. 现代医学成像, 2006, 4, 3: 68 - 71.
- [7] Charles V, Jeremian V, Kwoon N, et al. Intracranial aneurysms: Current evidence and clinical practice. Amer Family Physician [J], 2002, 66: 601 - 608.
- [8] Sclaiborne J. Recommendations for the endovascular treatment of intracranial aneurysms: Statement for healthcare professionals from the committee on cerebrovascular imaging of the American Heart Association Council on Cardiovascular Radiology [J]. Stroke, 2002, 33: 2536 - 2544.
- [9] Matsumoto M. Three-dimensional computerized tomography angiography-guided surgery of acutely ruptured cerebral aneurysm [J]. J Neurosurg, 2001, 94: 718 - 727.
- [10] Menghini VV. Clinical manifestations and survival rates among patients with saccular intracranial aneurysms: population-based study in Olmsted County, Minnesota, 1965 to 1995 [J]. Neurosurgery, 2001, 49: 251 - 258.
- [11] Rohnert W. Detection of aneurysm in subarachnoid hemorrhage-CT angiography vs. digital subtraction arteriography [J]. Aktuelle Radiol, 1998, 8: 63 - 70.
- [12] Taylor CL, Yuan Z, Selman WR, et al. Cerebral arterial aneurysm formation and rupture in 20767 elderly patients: a decision analysis [J]. J Neurosurg, 1995, 83: 812 - 819.
- [13] Kuszyk BS, Beauchamp NJ, Fishman EK. Neurovascular applications of CT angiography [J]. Semin US, CT, MRI, 1998, 19: 394 - 404.
- [14] Villablanca JP, Hooshi P, Martin N, et al. Three-dimensional helical computerized tomography angiography in the diagnosis, characterization, and management of middle cerebral artery aneurysms: comparison with conventional angiography and intraoperative findings [J]. J Neurosurg, 2002, 97: 1322-1332.
- [15] 龚洪翰, 蒋海清, 韩 萍, 等. 多层螺旋 CT 后处理技术临床应用 [M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 2004, 12.
- [16] Young N. Intracranial aneurysms: evaluation in 200 patients with spiral CT angiography [J]. Eur Radiol, 2001, 11: 123 - 130.

(收稿日期: 2006-10-12)