

Value of digital subtraction CT angiography in subarachnoid hemorrhage

LV Fa-jin^{1*}, XIE Peng², LUO Tian-you¹, ZHANG Zhi-wei¹, HE Yi-hong¹,
SUN Xiao-chuan³, MU Jun², FANG Wei-dong¹

(1. Department of Radiology, 2. Department of Neurology, 3. Department of Neurosurgery, the First Affiliated Hospital, Chongqing University of Medical Sciences, Chongqing 400016, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the diagnostic value of digital subtraction CT angiography (DSCTA) in subarachnoid hemorrhage (SH). **Methods** The CT angiographic data of 72 aneurysms patients with SH diagnosed by DSA and/or surgery were analyzed. With DSCTA, the image quality, time of reconstruction, size of aneurysms, sensitivity and specificity in aneurysms detection in 3D volume rendering (3D VR) were compared with conventional CTA. **Results** Eighty-eight aneurysms were detected in 72 patients by DSCTA, with 100% sensitivity and specificity, while only 89.8% and 100% respectively with conventional CTA. There was no significant difference in the display of aneurysms size and consumption of post-processing time. All aneurysms near cranial bottom could be successfully detected by DSCTA, with slightly decreased image signal to noise ratio and improved vessel contrast. There was no significantly increase in postprocessing time. **Conclusion** Compare with conventional CTA, DSCTA is a fast, easy and reliable techniques, improved contrast of vessel with slightly reduce in image quality. DSCTA is a primary choice for aneurysm detection in SH, to avoid invasive DSA.

[Key words] Subarachnoid hemorrhage; Aneurysm; Tomography, X-ray computed; Angiography

数字减影 CT 血管成像在蛛网膜下腔出血诊断中的价值

吕发金^{1*}, 谢 鹏², 罗天友¹, 张志伟¹, 何怡红¹, 孙晓川³, 牟 君², 方维东¹

(1. 重庆医科大学附属第一医院放射科, 2. 神经内科, 3. 神经外科, 重庆 400016)

[摘 要] **目的** 探讨数字减影 CT 血管成像(DSCTA)在蛛网膜下腔出血(SH)诊断中的应用价值。**方法** 分析 72 例经 DSA 和(或)手术确诊为动脉瘤的 SH 患者的 CTA 资料,比较常规 CTA 和数字减影 CTA 的三维容积再现(3D VR)图像重建的图像质量、重建使用时间、检出动脉瘤的大小、敏感性和特异性。**结果** 本组 72 例 88 个动脉瘤,DSCTA 检出动脉瘤的敏感性和特异性为 100%,常规 CTA 检出动脉瘤的敏感性为 89.8%,特异性为 100%;DSCTA 与常规 CTA 检出动脉瘤的大小无显著性差异;DSCTA 可检出全部床突下与颅骨紧贴的动脉瘤,图像信噪比略下降,但增加了血管对比度,图像重建时间无显著性增加。**结论** DSCTA 同常规 CTA 相比是一种快速、易行和可靠的 CTA 技术,使血管对比度明显增加,有利于床突下动脉瘤的检出。DSCTA 可作为检出动脉瘤的首选检查方法,避免有创的 DSA 检查。

[关键词] 蛛网膜下腔出血; 动脉瘤; 体层摄影术, X 线计算机; 血管造影术

[中图分类号] R743.35; R814.43 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2007)01-0045-04

DSA 是诊断脑血管疾病的金标准,但其有创性,风险性及价格昂贵、技术难度等限制了其在临床广泛应用。CTA 因其无创、快速方便、经济等优点,在脑血管病诊断和治疗方案的选择中日益重要。3D-CTA 可快速、无创地检出颅内动脉瘤,但由于 CT 扫描速度、图像重建等限制,不能得到全脑的 CT 血管图像,在显示颅底和邻近骨结构血管时易受骨的干

扰,造成漏诊^[1,2]。CTA 去除骨结构显示脑底血管结构,需要特定后处理软件,程序复杂,耗时^[3-5]。本文采用 64 层螺旋 CT 数字减影 CTA (digital subtraction CT angiography, DSCTA)的方法去除骨结构,评价 DSCTA 在蛛网膜下腔出血(subarachnoid hemorrhage, SH)患者中检出动脉瘤的价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料 2005 年 11 月—2006 年 5 月因 SH 在我院行 CTA 检查的患者 72 例,男 28 例,女 44 例,年龄范围 32~78 岁,平均年龄 48 岁。其中 20 例行 DSA 检查,60 例行动脉瘤夹闭术,2 例行动脉瘤栓塞术。

1.2 CT 扫描 采用 GE 公司 64 层螺旋 CT (LightSpeed

[作者简介]吕发金(1968—),男,四川人,博士,副主任医师。研究方向:神经影像学。E-mail: fajinlv@163.com

[通讯作者]谢鹏,重庆医科大学附属第一医院神经内科,400016。

E-mail: xiepeng58@21cn.com

[收稿日期]2006-08-19 **[修回日期]**2006-12-27

VCT),扫描参数:120 kV,250~335 mA,旋转速度 0.4 s, Pitch 0.531,FOV 20~24 cm,矩阵 512×512,层厚 5 mm。

DSCTA 检查程序:患者头部置于头架上,用 18~22 G 针头肘正中静脉穿刺,连接高压注射器(Nemoto)。Test bolus:优维显(370 mgI/ml)20 ml,4.0 ml/s 流速注射,15 ml 生理盐水冲管,以鞍上池层面行同层动态扫描,得到造影增强的时间密度曲线,确定扫描延迟时间。Test bolus 扫描结束后 5 min,固定患者头部,同时获得空间位置相同的头颅平扫和增强扫描,扫描范围从第 1 颈椎至顶顶。对比剂以同样速率注射 60~80 ml,以 20~30 ml 生理盐水冲管。扫描结束后,图像重建为 0.625 mm 层厚,层间距 0.3 mm 的数据,传送到 AW4.2 工作站进行后处理:①利用 Add/Sub 软件,用重建后的增强图像减去平扫图像,得到减影的原始数据(图 1);②分别用重建后的增强图像和减影的原始数据进行有骨结构和去骨的 3D VR 重建,多角度多方向观察,并存储图像。

1.3 资料分析 图像重建由一位医师专人负责,图像分析由两位有经验的神经放射学医师完成。分析的指标包括动脉瘤的部位、形态、大小,图像质量,图像后处理时间由图像重建的医师记录。

CTA 图像质量按显示血管分支及动脉瘤的情况分五级:
I 级:血管密度高,显示脑血管四级以上分支,小血管清晰,动脉瘤形态、大小及邻近血管清晰(图 2~4)。

II 级:血管密度较高,显示脑血管四级分支,小血管清晰,动脉瘤形态、大小及邻近血管清晰(图 5、6)。

III 级:血管密度较淡,显示脑血管三级分支,小血管欠清晰,动脉瘤形态、大小及邻近血管较清晰。

IV 级:血管密度较淡,显示脑血管三级分支,小血管不清,

动脉瘤形态、大小及邻近血管可见。

V 级:血管密度较淡,显示脑血管三级以下分支,小血管不清,不能检出动脉瘤。

1.4 统计学处理 动脉瘤的大小用 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组数据间差异比较用 U 检验和 χ^2 检验, $P < 0.05$ 有统计学意义。

2 结果

2.1 动脉瘤的部位(表 1) 72 例患者共检出 88 个动脉瘤,其中 11 例多发性动脉瘤,检出 4 个动脉瘤 1 例,3 个动脉瘤 3 例,2 个动脉瘤 7 例(图 7、8)。

DSCTA 检出床突下动脉瘤 17 个,而常规 CTA 仅检出 8 个(图 2~4)。

2.2 动脉瘤的形态 常规 CTA 3DVR 与 DSCTA 3DVR 对动脉瘤形态显示的比较见表 2。

2.3 动脉瘤的大小(表 3)。

2.4 图像后处理时间 用 Add/Sub 软件进行后处理生成减影的数据约 30 s,用减影后的数据进行 3DVR 处理,平均时间 (6.5 ± 3.5) min,用增强后的重建数据进行带骨的 3DVR 处理平均时间 (5.6 ± 2.8) min($U = 1.70, P > 0.05$)。

2.5 图像质量(表 4)。

本组无 V 级图像病例。常规 CTA 与 DSCTA 间图像质量比较: $\chi^2 = 0.029, P > 0.05$ 。

3 讨论

SH 早期及时检出动脉瘤,避免再次出血是影像学的目标。目前,DSA 仍被认为是检出颅内动脉瘤的金标准。CTA 相对 DSA 而言,可减少因检查而引发的并发症,缩短了手术前的时间,降低了术前再出血的发生率。检出动脉瘤的敏感

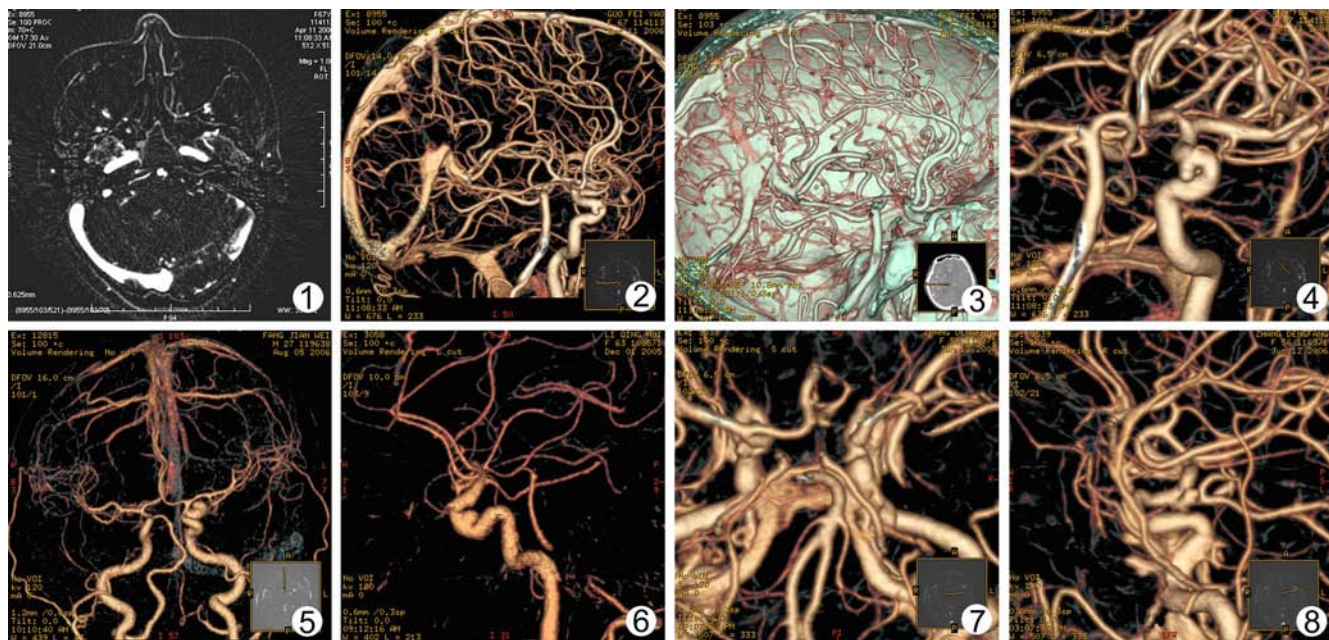


图 1~4 为同一病例 图 1 显示用 Sub/Add 软件减影后的原始图像

图 3 常规带骨 3DVR 侧位像由于前床突的遮挡,不能显示出动脉瘤

图 5 二级图像质量,左侧后交通动脉瘤与载瘤动脉关系显示清晰

图 7 轴位 3DVR 可同时检出双侧后交通动脉瘤

图 2 DSCTA 3DVR 侧位像显示左侧颈内动脉床突段动脉瘤

图 4 DSCTA 3DVR 局部放大清晰显示动脉瘤与载瘤动脉关系

图 6 三级图像质量,清晰显示海绵窦段的动脉瘤

图 7、8 为同

图 8 右侧后交通动脉瘤局部放大显示

部位	常规 CTA	DSCTA
ICA 海绵窦段	5	13
ICA 虹吸段	3	4
ICA 床突上段	6	6
后交通动脉	30	30
大脑中动脉 M1 段	1	1
大脑中动脉 M2 段	2	2
大脑前动脉 A1 段	1	1
大脑前动脉 A2 段	2	2
前交通动脉	26	26
椎动脉	1	1
小脑后下动脉	2	2
合计	79	88

表 2 动脉瘤的 3DVR 的形态

形态	常规 CTA	DSCTA
囊袋状	50	50
梭形	2	2
半球形	4	10
锥形	18	20
不规则	5	6
合计	79	88

表 3 动脉瘤的大小测量

	常规 CTA	DSCTA
瘤颈宽(mm)	3.52±0.26	3.54±0.26
瘤体长轴(mm)	5.62±0.71	5.74±0.58
瘤体短轴(mm)	5.41±0.49	5.35±0.44
体积(mm³)	0.48±0.16	0.49±0.15

注:常规 CTA 与 DSCTA 相应各组间比较,U 值均小于 1.96, $P<0.05$

表 4 常规 CTA 和 DSCTA 图像质量

图像质量	常规 CTA	DSCTA
I	55(76.4%)	54(75%)
II	10(13.9%)	11(15.3%)
III	5(13.9%)	5(6.9%)
IV	2(2.8%)	2(2.8%)

性和特异性由于所使用的 CT 机器不同而有差异,敏感性为 80%~100%,特异性为 88%~100%^[6-8]。在检出动脉瘤时,CTA 最大的困难是颅底邻近颅骨及床突下颈内动脉动脉瘤,易受颅骨结构干扰而漏检或对动脉瘤显示不满意。为了解决颅底骨结构干扰,Imakita 等^[3]提出用去骨 CTA 显示颅底血管,虽可减轻骨结构干扰,但降低了 CTA 图像信噪比,后处理采用特殊软件,增加了后处理的难度,以后又有不同的作者用不同的方法来进行骨减影 CTA,但都是需要特定的软件支持,方法较复杂,不适宜推广^[4,5,9]。我们利用 64 层 Light-Speed VCT 研究减影 CTA,通过同时获取空间数据相同的平扫和增强两个序列,用工作站上常用工具 Add/Sub 软件进行像素对像素的减影,得到一组去骨的减影原始数据,用这组数

据进行图像后处理,得到 DSCTA 的图像。通过对 72 例 SH 患者的 DSCTA 与常规 CTA 的对比研究,结果发现:

3.1 DSCTA 较常规 CTA 能更有效、准确检出颅底床突下颈内动脉动脉瘤。

床突下颈内动脉和椎动脉近枕骨大孔区动脉瘤的显示和检出,由于骨结构高密度的干扰一直是困扰 CTA 的一个难题。用阈值法或手动编辑去除骨结构,不仅费时、费力,而且还可产生操作者主观伪像,不利于动脉瘤的显示。Venema 等^[5]通过匹配蒙片法去除骨结构,清楚显示床突下的颈内动脉,但需要专用的软件和技术,在临床上难以推广。本研究把数字减影的方法运用于 CTA,得到去除骨结构的 DSCTA 图像。

DSCTA 图像具有以下特点:①去除颅骨等骨结构干扰,清楚显示颅内血管,对床突下和颅骨内的颈内动脉显示清晰,提高了远端小血管的分辨率,适合于颅内动脉瘤的检出,克服了常规 CTA 的不足。②64 层螺旋 CT DSCTA 获取的三维全脑血管数据,可从三维空间同时显示动脉、静脉的病变,立体感强,有利于动脉瘤治疗方案的选择。

本组 DSCTA 检出动脉瘤的敏感性为 100%,特异性为 100%,相对于常规 CTA 有明显提高(敏感性 89.8%,特异性 100%),DSCTA 能检出全部床突下的动脉瘤。3DVR 图像直观,立体感强,是显示和检出动脉瘤的主要方法。

3.2 DSCTA 与常规 CTA 比较,仅轻微增加后处理时间,主要用于平扫和增强后图像的减影(约增加 30 s),减影后数据用于重建时去除头皮、鼻咽部、鼻窦区、乳突区残留的少许高密度。头皮、鼻咽部、鼻窦区、乳突的高密度的产生主要是由于患者头部在两个扫描序列中轻微的位移产生的像素错位(具体机制和解决方法需要进一步研究)。本组病例常规 CTA 未作去骨处理,若进行去骨处理,常规 CTA 后处理的难度和工作量将大大增加。

3.3 DSCTA 与常规 CTA 相比,图像质量无明显差异,虽然图像信噪比下降,但血管对比度提高,对病变的显示和检出率提高。

DSCTA 由于是对应像素值的相减,使得图像信号降低,相对噪声增加,因而整个图像信噪比降低。而背景骨和软组织结构去除,保留强化后的血管呈高密度,因而血管的对比度提高,有利于显示血管病变。本组病例常规 CTA 和 DSCTA 3D VR 图像质量无明显差异。常规 CTA 和 DSCTA 图像质量下降的主要因素是血管内造影剂密度较低(<150 Hu)、患者头部运动。

3.4 常规 CTA 和 DSCTA 对显示动脉瘤的形态、大小无差异。3DVR 能直观、立体显示动脉瘤的形态、能准确测量动脉瘤的三维径线,显示微小(<2 mm)动脉瘤的形态,本组病例检出最小动脉瘤大小约 1.2 mm×1.7 mm。

常规 CTA 在显示 Willis 环以下动脉瘤时,由于骨结构干扰,存在动脉瘤检出困难,动脉瘤与载瘤动脉关系显示困难。DSCTA 去除骨结构,可清晰显示颅内所有动脉瘤瘤颈与载瘤动脉关系,有利于蛛网膜下腔出血动脉瘤的检出。

本研究结果提示 DSCTA 是一种简便、易行的 CTA 技

术,同常规 CTA 相比,并不明显增加后处理时间,图像信噪比稍降低,但血管对比度明显增加,适宜于血管病变的显示。其优点在于清晰显示颅内动脉,检出床突下动脉瘤和多发性动脉瘤。DSCTA 检出动脉瘤的敏感性,特异性达到 100%,可做为检出动脉瘤的首选检查方法,代替有创的 DSA 检查。

[参考文献]

- [1] Teksama M, McKinney A, Casey S, et al. Multi-section CT angiography for detection of cerebral aneurysms[J]. AJNR, 2004, 25(9):1485-1492.
- [2] Matsumoto M, Sato M, Nakano M, et al. Three dimensional computerized tomography angiography guided surgery of acute ruptured cerebral aneurysms[J]. J Neurosurg, 2001, 94(5):718-727.
- [3] Imakita S, Onishi Y, Hashimoto T, et al. Subtraction CT angiography with controlled-orbit helical scanning for detection of intracranial aneurysms[J]. AJNR, 1998, 19(2):291-295.
- [4] Kwon SM, Kim YS, Kim TS, et al. Digital subtraction CT angiography based on efficient 3D registration and refinement [J].

- Comput Med Imaging Graph, 2004, 28(7):391-400.
- [5] Venema HW, Hulsman FJ, den Heeten GJ. CT angiography of the circle of Willis and intracranial internal carotid arteries: maximum intensity projection with matched mask bone elimination-feasibility study[J]. Radiology, 2001, 218(3):893-898.
- [6] Tomandl BF, Hammen T, Klotz E, et al. Bone-subtraction CT angiography for the evaluation of intracranial aneurysms[J]. AJNR, 2006, 27(1):55-59.
- [7] White PM, Teasdale FM, Wardlaw JM, et al. Intracranial aneurysms: CT angiography and MR angiography for detection prospective blinded comparison in a large patient cohort[J]. Radiology, 2001, 219(3):739-749.
- [8] Jayakrishnan VK, White PM, Aitken D, et al. Subtraction helical CT angiography of intra-and extracranial vessels: technical considerations and preliminary experience[J]. AJNR, 2003, 24(3):451-455.
- [9] Majoie CB, van Straten M, Venema HW, et al. Multisection CT venography of the dural sinuses and cerebral veins by using matched mask bone elimination[J]. AJNR, 2004, 25(5):787-791.

《中国医学影像技术》杂志 2007 年征订启事

《中国医学影像技术》杂志于 1985 年创刊,是由中国科学院主管,中国科学院声学研究所主办的国家级学术期刊,主编为戴建平教授、姜玉新教授。本刊是中国科技核心期刊、中国科技论文统计源期刊、中国科学引文数据库核心期刊、《中文核心期刊要目总览》收录期刊、中国科技期刊精品数据库收录期刊、英国《科学文摘》收录源期刊、俄罗斯《文摘杂志》收录源期刊。

《中国医学影像技术》杂志刊登放射、超声、核医学、内镜、介入治疗、数字人体、医学物理与工程学等方面的基础研究及临床实验研究最新成果,信息量大、发刊周期短,注重理、工、医的结合,是影像医学发展和学术交流的良好平台,也是广大医生晋升中高级职称的重要依据。

本刊为月刊,160 页,大 16 开本,铜版纸,彩色印刷。每册定价 14 元,全年定价 168 元。订户可随时向当地邮局订购,刊号 ISSN 1003-3289, CN 11-1881/R, 邮发代号 82-509。未在邮局订购者,可随时向本刊编辑部订购。地址:北京市海淀区罗庄南里宏嘉丽园 1-301 中国医学影像技术编辑部,邮编:100088。汇款时请注明“杂志订费, 年 期至 年 期,每期 份”。

编辑部联系电话:010-82050374;传真:010-82050373; E-mail: cjmit@cjmit.com;网址:www. cjmit. com。



中国科技核心期刊
中国科技论文统计源期刊
中国科学引文数据库核心期刊
《中文核心期刊要目总览》收录期刊
中国科技期刊精品数据库收录期刊
英国《科学文摘》收录源期刊
俄罗斯《文摘杂志》收录源期刊
波兰《医学文摘》收录源期刊
波兰《医学文摘》收录源期刊

2006 年 第 22 卷 第 12 期
Volume 22 Number 12 2006

No 12
总第 163 期

