

Digital subtraction CT angiography for detection of intracranial aneurysms

ZHANG Zhi-wei, LV Fa-jin*, ZENG Yong-ming, HE Ying-hong

(Department of Radiology, the First Affiliated Hospital, Chongqing University
of Medical Sciences, Chongqing 400016, China)

[Abstract] **Objective** To investigate a fast and effective utility of digital subtraction CT angiography (DSCTA) for the detection of intracranial aneurysms. **Methods** Twenty-seven cases suspected to be intracranial aneurysms were examined by DSCTA. Two same scan protocols were prepared: unenhanced helical and enhanced CTA. Then, the CTA data subtract unenhanced data section-by-section removing bone and brain tissue, just vascular structures remain visible. Volume rendering (VR), maximum intensity projection (MIP) and multiplanar reformation (MPR) were used to analyze intracranial vessels on the graphics workstation by two radiologists. DSA was performed in all patients. The image quality of DSCTA was evaluated with a four-point scale (4: excellent; 3: good quality; 2: acceptable; 1: poor quality). **Results** In our study, 38 aneurysms were detected by DSA and DSCTA. 36 aneurysms were detected by conventional CTA. The image quality of DSCTA: 6 cases (22.2%) were rated 4; 15 cases (55.6%) were rated 3; 6 cases (22.2%) were rated 2. None of poor or no-diagnostic image quality were found. **Conclusion** DSCTA allows fast and effective elimination of bony structures, thus improving the visualization of arteries at the level of the skull base.

[Key words] Intracranial aneurysms; Tomography, X-ray computed; Digital subtraction angiography

数字减影 CT 血管造影术在颅内动脉瘤中的临床应用

张志伟, 吕发金*, 曾勇明, 何映红

(重庆医科大学附属第一医院放射科, 重庆 400016)

[摘要] **目的** 探讨一种快速有效的自动去骨技术——数字减影 CT 血管造影术 (DSCTA) 在颅内动脉瘤中的临床应用。**方法** 对 27 例临床怀疑颅内动脉瘤患者按照 DSCTA 的扫描方法采集数据。即制定两组扫描参数相同的计划: 螺旋采集平扫与增强扫描。然后用增强数据逐层减去平扫数据, 自动去除骨与脑组织, 只剩下血管影像。由两位放射医师分别在工作站上行常规与减影的容积再现 (VR), 最大密度投影 (MIP) 和多平面重组 (MPR) 方法分析颅内血管。全部病例均行 DSA 检查。最后用四分法 (4 分: 很好; 3 分: 好; 2 分: 可以接受; 1 分: 差) 来评价 DSCTA 图像质量。**结果** 27 例患者中, DSA 发现 38 个动脉瘤, DSCTA 发现 38 个动脉瘤, 常规 CTA 发现 36 个动脉瘤。DSCTA 图像质量分析: 4 分, 6 例 (22.2%), 3 分, 15 例 (55.6%), 2 分, 6 例 (22.2%); 没有一例图像质量评为差或不能诊断。**结论** DSCTA 能快速准确的自动去骨, 更清晰显示颅内血管, 特别是提高了颅底段血管的显示。

[关键词] 颅内动脉瘤; 体层摄影术, X 线计算机; 数字减影血管造影

[中图分类号] R739.41; R814.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2007)03-0450-03

DSA 一直是诊断颅内动脉瘤的金标准。但由于 DSA 机械自身的限制, 对某些动脉瘤不能获得最佳的投照体位, 所以仍有 5%~10% 的假阴性。同时 DSA 是一种有创检查, 须动脉穿刺和插管 (可导致 0.4%~0.5% 的永久神经功能损害; 1% 的并发症)^[1]。

随着多层螺旋 CT 的发展, CTA 已经成为诊断颅内动脉

瘤的首选方法。但是, 常规 CTA 常受骨的干扰, 特别是颅底段血管与骨关系密切, 显示比较困难。去骨的 CTA 能清晰显示颅内血管, 特别是颅底段血管的显示^[2-4]。然而常规 CTA 中的手动编辑去骨时间长, 与操作者经验有关, 很难在临床工作中广泛应用。本文的目的就是探讨一种快速有效的去骨技术——DSCTA 以更好地显示颅底段的血管影像。

1 资料与方法

1.1 临床资料 搜集 2005 年 11 月—2006 年 1 月, 27 例因蛛网膜下腔出血, 临床怀疑颅内动脉瘤的患者行 CTA 检查。其中男 10 例, 女 17 例; 年龄 32~77 岁, 平均 56 岁。所有病例均在作 CTA 后一周内完成 DSA 检查。

[作者简介] 张志伟 (1982—), 男, 四川成都人, 学士, 技师。

E-mail: zhiweizh1314@163.com

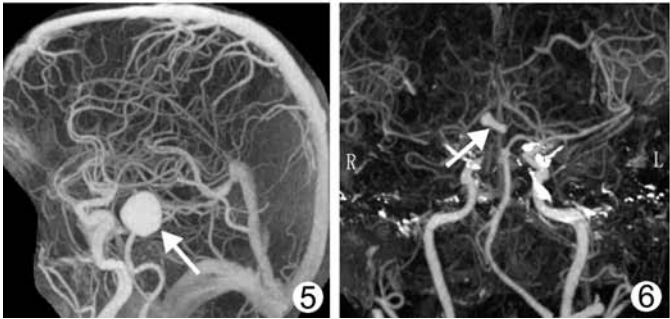
[通讯作者] 吕发金, 重庆医科大学附属第一医院放射科, 400016。

E-mail: fajinlv@163.com

[收稿日期] 2006-08-26 **[修回日期]** 2007-02-21



图 1~4 一例动脉瘤患者的常规 CTA 与 DSCTA 图 1:常规 CTA 未能明确显示动脉瘤;图 2:减影 MIP 背景清晰,完全无骨伪影,清楚地显示左侧颈内动脉虹吸部一小动脉瘤(箭头),大小约 2.8 mm×2.6 mm;图 3:对比度反转 MIP,类似 DSA 图像;图 4:减影 VR 能清楚地显示动脉瘤的部位,形态,大小和瘤颈以及与载瘤动脉的关系 图 5 一例基底动脉巨大动脉瘤(箭头),大小约 20 mm×15 mm,手动编辑去骨后减影 MIP 背景清晰 图 6 前交通一大约 10.8 mm×4.9 mm 动脉瘤,减影 MIP 残留少许骨伪影,但不影响诊断



1.2 数据采集 使用美国 GE LightSpeed VCT 64 层螺旋 CT;日本 Nemoto 公司的双筒高压注射器;非离子型碘对比剂优维显 370,80ml。27 例患者全部按照 DSCTA 的扫描方法扫描,即先行平扫的螺旋扫描,再行 CTA 的螺旋扫描。扫描范围从颈一椎体水平到头顶,两次扫描范围完全一致。扫描前固定好患者头部,并向患者说明检查时保持头部静止不动的重要性。造影剂用 18G 的头皮针经肘静脉团注,增强扫描延迟时间由 20 ml Test_Bolus 测试。Test_Bolus 与正式扫描至少要间隔 5 min。DSCTA 扫描技术参数见表 1。

表 1 扫描技术参数

	平扫	CTA
千伏(kV)	120	120
毫安(mA)	250~335	250~335
扫描模式	螺旋	螺旋
球管转速(s/r)	0.4	0.4
Pitch	0.531	0.531
DFOV(cm)	20~23	20~23
重建层厚(mm)	0.625	0.625
重建间隔(mm)	0.3	0.3
造影剂量+生理盐水(ml)		60+30
注射速度(ml/s)		4
延迟时间	20 ml Test_Bolus 团注测试	

1.3 图像处理 将重建的薄层图像传至 GE AW 4.2 高级图像后处理工作站。应用 Add/Sub 软件将增强扫描数据逐层减去平扫数据,一对一的像素相减,获得只剩下血管图像的数据。由两位有经验的放射医师分别行常规 CTA 与 DSCTA 的 2D (MPR, CPR), 3D (VR, MIP)等方法重建,同时结合轴位图像分析颅内血管。对减影不完全的病例,应用手动编辑法来清理残留骨影。

1.4 图像分析 根据 DSCTA 的去骨程度以及颅底血管的

显示情况,用 4 分法(1 分:残留骨伪影多,手动编辑去骨后,血管显示差,不能用于诊断;2 分:残留骨经手动编辑去骨后,血管显示较好, MIP 背景欠清晰,可用于诊断;3 分:少许残留骨影经手动编辑去骨后,血管显示好, MIP 背景清晰;4 分:减影去骨完全, MIP 背景清晰)来评价减影图像质量。

2 结果

27 例病例中,DSA 发现 38 个动脉瘤;DSCTA 共发现 38 个动脉瘤;常规 CTA 发现 36 个动脉瘤,漏掉 2 个动脉瘤,都位于颈内动脉虹吸部,直径小于 3 mm。其中 19 例单发,7 例多发,1 例未见异常。CTA, DSCTA 对动脉瘤的显示与 DSA 有很好的一致性。动脉瘤分布见表 2。

表 2 动脉瘤分布

	ICA	ACA	MCA	PCA	AcoA	PcoA	PIC	CA
常规 CTA	15	4	2	2	9	2	1	1
DSCTA	17	4	2	2	9	2	1	1
DSA	17	4	2	2	9	2	1	1

ICA:颈内动脉 ACA:大脑前动脉;MCA 大脑中动脉 PCA 小脑后动脉;AcoA:前交通动脉 PcoA:后交通动脉 PIC:小脑下后动脉 CA:椎动脉

常规 CTA 与 DSCTA 比较:位于床突以上的所有动脉瘤两种方法都能很好地显示;2 例位于 ICA 虹吸部的动脉瘤(直径均小于 3 mm),常规 CTA 未能明确显示, DSCTA 清楚的显示。两种方法都能很好地显示动脉瘤的位置,大小,形态及瘤颈。

DSCTA 图像质量分析:4 分,6 例,22.2%(6/27);3 分,15 例,55.6%(15/27);2 分,6 例,22.2%(6/27);没有一例图像质量评为差或不能诊断。

3 讨论

随着多层螺旋 CT 的发展,CTA 诊断动脉瘤的敏感性(67%~100%)和特异性(92%~100%)^[1,5,6]在不断提高。但

是常规 CTA 仍不能完全取代 DSA,其原因可能有:①没有统一标准的检查方法,特别是图像后处理技术;②常规 CTA 对动脉瘤显示率因动脉瘤的大小与位置有很大关系,特别是小于 3 mm 且位于颅底的动脉瘤的诊断敏感性有很大差异^[5-7]。

本研究发现,位于床突以上的动脉瘤,常规 CTA 与 DSC-CTA 都能很好地显示。而 2 个位于颅底床突下的小动脉瘤,常规 CTA 未能显示。Villablanca 等^[5]报道,常规 CTA 诊断位于床突以上的动脉瘤甚至是微小动脉瘤的敏感性和特异性可达 100%。同时有研究指出,虽然只有约 36% 的动脉瘤位于颅底段血管,但却有 57% 的假阴性^[7]。因为颅底血管走行与骨比邻,小动脉瘤易被骨结构遮盖。然而 DSCTA 由于无骨结构的干扰,对颅底血管显示清楚,所以能显示常规 CTA 不能显示的小动脉瘤(图 1~4)。所以急需要一种快速有效的去骨技术,提高颅底血管的显示。

自动去骨技术,国外学者研究表明去骨后 CTA 能显著提高颅底动脉瘤的诊断敏感性^[2-4]。无骨 CTA 同时拥有了常规 CTA 和 DSA 的长处,它不仅能够任意角度的观察,而且无骨结构和血管壁的钙化干扰。

Venema 等^[3]的“匹配蒙片骨去除法”,将平扫数据与增强数据匹配,自动去除增强数据中的骨组织,剩下脑组织和血管影像。Jayakrishnan 等^[4]的半自动螺旋减影技术,将三维带骨的 CTA 减去平扫的三维骨像,只剩下血管的三维像。两种方法均能较好地去除骨组织,但计算机减影时间均较长,与操作者经验有关。Imakita 等^[2]用逐层减影原理,也能有效地去除骨结构,获得无骨干扰的血管图像。本研究与 Imakita 等减影方法相同,利用工作站的 Add/Sub 软件,将增强数据逐层减去平扫数据及像素一对一的 CT 值相减获得只剩血管像的数据,减影过程快速方便。减影后,原始图像的噪声有一定增加;可能残留一定骨组织,但经少许手动编辑后,可获得减影完全无骨伪影(图 5)或少许骨伪影的图像(图 6)。

DSCTA 简单快速有效,但减影图像质量受多种因素影响。其中有两个关键因素:①采集数据时,要求病人配合保持绝对不动。扫描前先患者额部及下颌部用绷带固定,同时向患者解释检查时保持绝对不动的重要性。Jayakrishnan 等^[4]使用特殊的头颅固定架,很好地固定了患者头部,有效提高减影图像质量。GE 64 层螺旋 CT 更快更宽的扫描范围,可以在 6~7 s 完成 CTA 高质量的全颅扫描。扫描和注射造影剂同时进行,在造影剂未到达颅内完成平扫,在延迟时刻进行增强扫描,在短时间内(约 30 s)完成全部采集。这样尽量缩短数据采集时间,减小两次扫描间病人的运动影响。②两次扫描床和球管的位置要相同。因为减影要求两次扫描数据精确配准,所以两次扫描床的起始位置必须相同。还有螺旋扫描的图像是通过不同探测器的数据先行 180°插值得到 360°的投影数据,再反投影得到一幅图像^[8],如果球管起始位置不

同,用于插值的数据就不同,最后反投影得到的图据就会存在细微的差异,减影就会出现伪影和更多的噪声。为了保证球管起始位置相可以简单地将平扫扫描时间与延迟时间的总和设置为球管转速的倍数,这样两次扫描球管就可以在同一起始位置。我们经多次预实验证明这种简单的方法是有效的。

DSCTA 的缺陷有:①患者电离辐射的增加,但螺旋扫描图像质量的提高,可以将螺旋平扫代替常规的头颅轴扫^[9]。②增加了图像的噪声。减影主要用来分析高对比度的血管影像,增加的噪声水平并不影响血管影像的分析。③容易受运动影响,所以固定尤为重要。

总之,DSCTA 能快速准确的自动去骨,更清晰地显示颅内血管,特别是颅底段。常规 CTA 与 DSCTA 代替 DSA 诊断动脉瘤将成为可能。所以,CTA 将更广泛地应用到颅内动脉瘤的诊断及治疗计划中。

[参考文献]

- [1] Karamessini MT, Kagadis GC, Petsas T, et al. CT angiography with three-dimensional techniques for the early diagnosis of intracranial aneurysms. Comparison with intra-arterial DSA and the surgical findings[J]. Eur J Radiol, 2004, 49(3):212-223.
- [2] 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(9):291-295.
- [3] Venema HW, Hulsmans 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.
- [4] 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(7):451-455.
- [5] Villablanca JP, Jahan R, Hooshi P, et al. Detection and characterization of very small cerebral aneurysms by using 2D and 3D helical CT angiography[J]. AJNR, 2002, 23(2):1187-1198.
- [6] Tipper G, U-King-Im JM, Price SJ, et al. Detection and evaluation of intracranial aneurysms with 16-row multislice CT angiography[J]. Clin Radiol, 2005, 60(10):565-572.
- [7] 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.
- [8] Mahesh M. Search for isotropic resolution in CT from conventional through multiple-row detector [J]. RadioGraphics, 2002, 22(4):949-962.
- [9] Kuntz R, Skalej M, Stefanou A. Image quality of spiral CT versus conventional CT in routine brain imaging[J]. Eur J Radiol, 1998, 26(3):235-240.