

64层螺旋CT血管造影减影技术在头颈部动脉成像中的应用

程晓青,左长京*,田建明,邵成伟,王敏杰,生晶,萧毅

(第二军医大学长海医院放射科,上海 200433)

[摘要] **目的:**应用64层螺旋CT血管造影减影软件进行头颈部动脉CT血管成像,探讨新的半自动减影软件的使用方法并评价效果。**方法:**100例患者经过头颈部CT平扫及增强扫描,扫描期间使用特殊的头部固定装置利于图像配准,通过减影软件将增强前骨骼的三维模型从增强后的数据中减去,得到头颈部血管减影图像。(1)让1名有经验的操作者分别对这100例患者进行常规血管成像和减影血管成像,记录图像处理时间。(2)让2位资深放射科医生双盲评价两种方法做出的头颈部动脉图像并按质量等级(1~5级)进行评分。**结果:**(1)两种图像处理方法所需时间具有统计学差异(14.30 ± 2.25 min vs 11.01 ± 1.89 min, $P < 0.01$),减影组比常规组明显节省了时间。(2)两位盲法观察者的相关系数达到0.87,具有很高的相关性,结合两位观察者的数据,常规法与减影法得到的头颈部动脉图像质量有统计学差异(评分为 2.93 ± 0.36 vs 4.22 ± 0.50 , $P < 0.05$),减影法图像质量优于常规法图像。**结论:**在头颈部CT血管造影中,64层螺旋CT血管造影减影技术操作简便、省时,较好的克服了常规方法难以从骨骼中提取血管的难题,有较好的推广应用前景。

[关键词] 体层摄影术,螺旋计算机;减影技术;血管造影术;狭窄;动脉瘤

[中图分类号] R 445.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2007)11-1201-04

Subtraction technique of 64-slice spiral CT angiography for intra- and extra-cranial artery imaging

CHENG Xiao-qing, ZUO Chang-jing*, TIAN Jian-ming, SHAO Cheng-wei, WANG Min-jie, SHENG Jing, XIAO Yi (Department of Radiology, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China)

[ABSTRACT] **Objective:** To employ the subtraction technique of 64-slice spiral CT angiography for intra- and extra-cranial arteries imaging, so as to study the managing method and assess the clinical outcome. **Methods:** The pre-contrast and post-contrast images of 100 patients were obtained by 64-slice spiral CT angiography. A special head holder was used during the scanning to guarantee the accurate overlapping of the pre-contrast and post-contrast images. A reconstructed three-dimensional model of the pre-contrast bone dataset was subtracted from the post-contrast dataset to produce the subtracted images. (1) An experienced operator performed the conventional and subtraction reconstructions; the periods for image generation of both methods were recorded and compared. (2) The quality of the images were evaluated and graded (grade 1-5) by 2 experienced radiologists in a double-blinded manner. **Results:** (1) The new subtraction technique using 64-slice spiral CT angiography needed significantly less time than the conventional method did (11.01 ± 1.89 min vs 14.30 ± 2.25 min, $P < 0.01$). (2) The correlation coefficient of the results of 2 radiologists was 0.87. The score of image quality by subtraction 64-slice spiral CT angiography was significantly higher than that by the conventional method (4.22 ± 0.50 vs 2.93 ± 0.36 , $P < 0.05$). **Conclusion:** Subtraction 64-slice spiral CT angiography is easy to use and time saving for intra- and extra-cranial artery imaging; it does not has the difficulty of separating artery from bone and is worth popularizing in clinic.

[KEY WORDS] tomography, spiral computed; subtraction technique; angiography; stenosis; aneurysm

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2007, 28(11): 1201-1204]

多层螺旋CT血管成像具有较高的空间、时间分辨率,可以多平面、多角度重建图像,是临床诊断头颈部血管疾病不可缺少的、无创性检查方法。然而,将血管从骨骼或周围的钙化分离出来非常困难,特别是在颅底、椎体等部位,血管同骨头紧密相连靠常规阈值法或者手动切割法无法很好的显示血管,这些缺点大大限制了头颈部CT血管造影在临床的使用,而CT血管造影减影技术可以克服以上不足,有效、简便、迅速的将头颈部血管从骨骼中分离^[1-2]。本研究探讨64层螺旋CT血管造影减影技术在头

颈部血管成像中的价值。

1 材料及方法

1.1 临床资料 2006年3月至2007年6月在我院神经内外科住院的患者,包括脑缺血患者和蛛网膜下隙出血的患者,共100例。其中颅内动脉瘤11例;头颈部动脉狭窄85例,包括2例烟雾病;正常的CT脑

[作者简介] 程晓青,博士生, E-mail: rabbitkiller80@126.com

* Corresponding author. E-mail: cwshao@sina.com

血管造影5例。所有患者均行64层螺旋CT血管造影检查,使用减影方法进行后处理,其中80例患者在1周内行DSA检查。患者中男性75例,女性25例,年龄在24~81岁,平均年龄60岁,中位年龄61岁。

1.2 扫描方法 西门子Sensation Cardiac 64层螺旋CT机。扫描参数为:140 kV、570 mA、螺距0.516:1,层厚64 mm×0.6 mm,矩阵512×512,视野20~26 cm。首先,经肘前静脉留置针,使用Ulrich高压注射器注入造影剂Ultravist 370 80 ml,注入速率为4.0 ml/s,注入后再用20 ml生理盐水冲洗。延迟时间采用自动触发启动增强扫描,将感兴趣区放在颈总动脉内,设置出发阈值为100 HU。当颈总动脉CT值达到100 HU时,延迟4 s开始扫描。扫描范围从第7颈椎椎体下缘起,由足侧向头侧扫描至颅顶,先行平扫,参数不变进行增强扫描。平扫与增强扫描的位置,层面中心及视野完全保持一致。

1.3 重建方法 图像后处理采用西门子工作站的减影(Subtraction)软件。图像数据经网络传入工作站后,将增强后和平扫重建为1.0 mm层厚的图像进行减影,将减影后的图像输入工作站3D软件中。利用3D中的去骨软件将减影后的图像进一步去骨处理,提出动脉,进行3D容积重建(volume render-

ing, VR)及最大密度投影法(maximum intensity projection, MIP)显示。将伪彩处理后的3D头颈动脉图像分别按照左、右颈动脉、椎基底动脉分开处理保存,使血管不宜被周围细小动脉及椎动脉遮住影响观察。常规CT血管造影图像处理是将原始未经减影增强后图像传入工作站,利用阈值法和手动切割法共同处理,得到头颈部动脉图像。

1.4 统计学处理 由1名有经验的操作者对同一患者进行常规和减影这两种不同的后处理,将两者处理的时间记录下来,利用配对*t*检验评价其统计学差异。两名资深的放射科医生利用双盲法将常规和减影方法将所得到的头颈部动脉图像按(1~5级)标准评分:5分,头颈部动脉显示清,无颅骨及静脉遮挡(图1A);4分,头颈部动脉显示清晰,颅底及椎体少量骨质遮挡,但不影响诊断(图1B);3分,颈动脉颅内段及椎动脉被部分骨质遮挡,遮挡部分的血管较难诊断,其余血管显示清(图1C);2分,颈内动脉颅内段及椎动脉大部分被骨质遮挡,难以诊断;1分,骨质及静脉干扰血管显示,诊断失败。计算两位观察者的相关系数,若相关系数高则取两位观察者所做评分的平均值进行配对*t*检验,验证这两种方法的统计学差异。

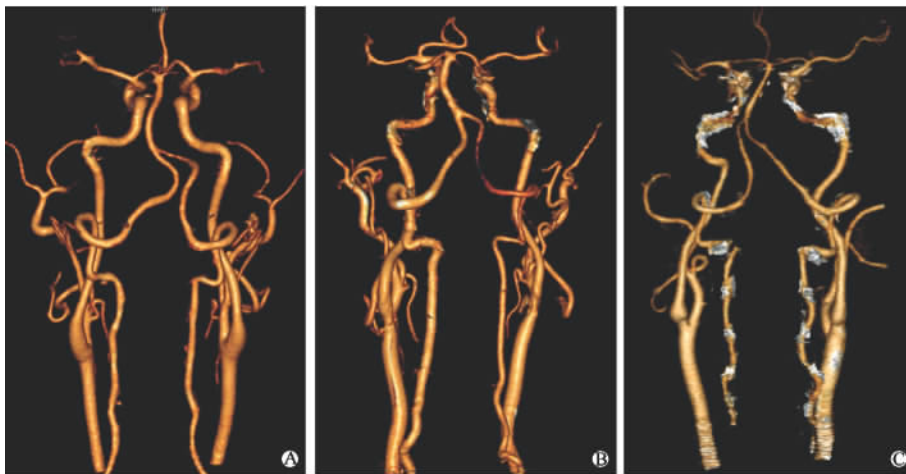


图1 头颈部血管图像的评分标准

Fig 1 Scoring criteria of intra- and extra-cranial artery images

A: Five points;excellent,skull-base and vertebral arteries can be seen clearly;B: Four points;good,skull-base and vertebral arteries are partly obscured, but do not influence the diagnosis;C: Three points;acceptable,skull-base and vertebral arteries are obscured,but other arteries can be used for diagnosis

2 结果

2.1 处理时间比较 记录用常规方法和减影方法处理头颈部动脉的时间。减影方法处理时间包括了减影时间、减影后利用阈值法提取动脉并将动脉周围软组织及骨骼去除的时间。常规方法包括了阈值

法提取动脉时间和将动脉周围软组织及骨骼去除时间。经配对*t*检验,常规法和减影法所需时间具有统计学差异[(14.30±2.25) min vs (11.01±1.89) min, *P*<0.01]。

2.2 观察者之间的相关性 常规CT血管造影图像和减影CT血管造影图像,两位观察者的相关系数分

别为 0.77 和 0.87, 表明两位观察者在评价常规 CT 血管造影和减影 CT 血管造影图像具有很高的相关性。

2.3 图像评分比较 以两位观察者评分的平均值做配对 t 检验, 常规法与减影法得到的头颈部动脉图像质量有统计学差异 (评分为 2.93 ± 0.36 vs 4.22 ± 0.50 , $P < 0.05$)。减影 CT 血管造影评分明显高于常规方法处理的头颈部动脉图像, 特别是在显示颈内动脉颅内段和椎动脉, 具有明显的优势。

3 讨论

多层螺旋 CT 血管造影是一种重要的无创性血管检查方法, 它用于头颈部血管成像的后处理, 特别是用于诊断和评价颅内动脉瘤及头颈部血管狭窄性病变中。Lell 等^[3]对 51 例患者进行头颈部血管减影 CT 血管造影检查, 平均处理时间为 6 min, 20 例血管 (39%) 图像质量达到极好, 优秀 26 例 (51%), 优良 5 例。12 例患者可见双侧眼动脉显影, 13 例单侧眼动脉显影, 因此, 头颈部减影 CT 血管造影大大增加了细小血管的显示率, 优化了头颈部动脉图像的质量。本研究结果显示, 64 层螺旋 CT 血管减影技术操作简便、省时, 较好地克服了常规方法的局限性, 有较好的临床推广应用前景。

3.1 64 层螺旋 CT 减影的优势 常规 CT 血管造影通过阈值调节显示头颈部动脉时, 颈内动脉颅内段及椎动脉会有大片颅底骨质和椎体无法分离, 并且受到人为因素影响过大, 缺乏经验的操作者不仅处理时间长, 而且极易损伤到正常的血管^[4-5]。减影良好的图像其骨骼大部分被去除, 尤其是减去椎动脉和颅底骨质, 节省了操作者用在剔出骨骼的时间, 缺乏经验的操作者也能在短时间内完成头颈部动脉的后处理。

常规方法无法完全清除颈内动脉颅内段及椎动脉的骨骼, 使得部分病例颅内段无法显示, 遗漏或夸大了病变^[6]。减影方法可以清晰地显示动脉瘤包括瘤颈结构, 而常规方法无法将颅底骨质去除干净而影响部分后交通动脉瘤颈结构观察, 并且为了去除紧贴于动脉管壁的颅骨, 常常会误将动脉瘤部分瘤体减去 (图 2)。本研究利用 64 层螺旋 CT 减影技术, 通过与 DSA 相似的原理, 将相互叠加的颅骨减去, 使头颈部血管得以清晰地显示。通过对 100 例患者的处理, 利用减影方法所得到的头颈部动脉, 特别是颈动脉虹吸部血管及椎动脉都清晰、连贯地显示。

64 层螺旋 CT 探测器准直宽度为 0.6 mm, Z 轴分辨率可重建为 0.33 mm, 使图像的立体像素成像分辨率极高, 重建出的血管管壁光滑, 小血管显示良

好, 诸如甲状腺上下动脉、小脑上动脉都可以清晰显示。增强后 CT 原始图像重建为 MIP 图像, 有针对性地病变血管显示, 可以矢状面、冠状面、横断面显示目标血管与周围结构的关系, 也可以从多角度进行观察, 为手术设计提供参考, 弥补 MRA 空间分辨率低的不足。头颈部动脉狭窄的患者, 利用多平面重建 (multiple planar reconstruction, MPR) 重建得到的图像, 对狭窄部分的血管进行分析, 观察狭窄段的管腔、管壁情况, 能够判定狭窄的原因, 较 DSA 为临床治疗提供更多的资料。MPR 对于钙化、血栓、粥样斑块的显示最佳, 并且可以通过 CT 值判定斑块的软硬程度来评估病情^[7]。

3.2 CT 减影的不足 利用 CT 减影技术进行头颈部血管成像, 需要患者在扫描期间良好的配合。头颈部轻微运动、吞咽、说话都会引起减影效果欠佳^[8-9]。在研究中, 我们发现不少患者在团注造影剂时都会有全身发热、不适, 会不自觉地增加吞咽运动及呼吸加剧而引起身体的轻微运动。我们采用在平扫与增强扫描前将扫描的位置、层面中心及视野设定一致, 减少平扫与增强扫描之间的间隔时间, 防止在此期间患者由于不适引起的运动。此外, 检查前要向患者说明检查的步骤, 说明注射造影后可能产生的不适是正常的反应, 争取患者在扫描期间给予的配合^[10]。本研究中大部分病例均取得良好的图像, 少部分病例未能达到优良, 主要原因是增强注射对比剂后患者因不适而轻微运动, 但减影后的图像仍可以清楚的显示头颈部动脉, 不影响诊断。

部分血管放置支架或管壁钙化的患者, 减影后的图像可见支架或管壁钙化被减去, 血管呈现凹陷或狭窄中断的表现^[11]。其原因为支架或钙化与周围颅骨的密度差别较小, 而减影无法区分将其一起减去, 造成凹陷或狭窄中断的假象。此时需要结合原始的 MPR 或薄层 MIP 图像对相应的血管进行综合分析, 注意某些狭窄或中断的血管是由于利用减影技术将钙化或支架减去而造成的狭窄闭塞还是血管本身的原因 (图 3)。

总之, 减影 64 层螺旋 CT 血管造影通过简易的头部固定装置和螺旋 CT 所配置的减影软件处理血管图像, 能显著提高头颈部血管成像质量, 减少操作者后处理时间。结合 64 层螺旋 CT 空间分辨率高的优点, 利用 MIP、MPR、VR 三种重建技术优势, 多平面、多角度观察病变, 避免了常规多层螺旋 CT 血管造影因设定阈值或手动切割易造成假象等对图像的影响, 因此 64 层螺旋 CT 血管造影减影技术值得在临床中广泛推广使用。

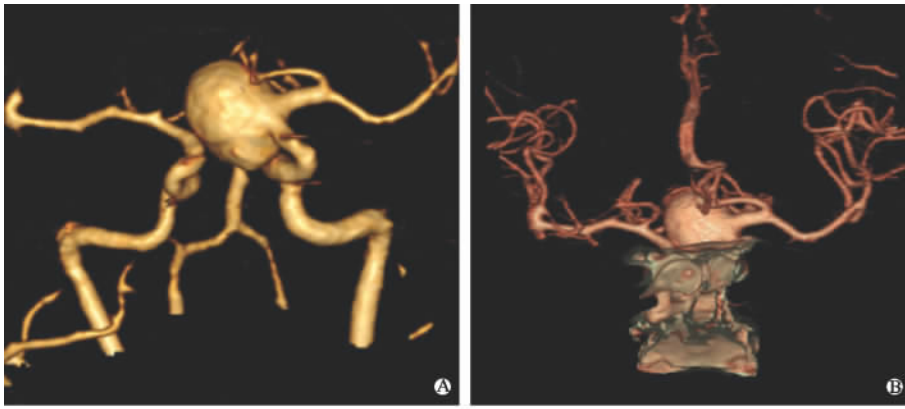


图 2 左侧颈内动脉 C1 段动脉瘤

Fig 2 Left internal carotid artery(C1)aneurysm

A:VR image of subtraction 64-slice spiral CT angiography clearly shows the neck of aneurysm;B:VR image of conventional method can not clearly show the neck of the aneurysm

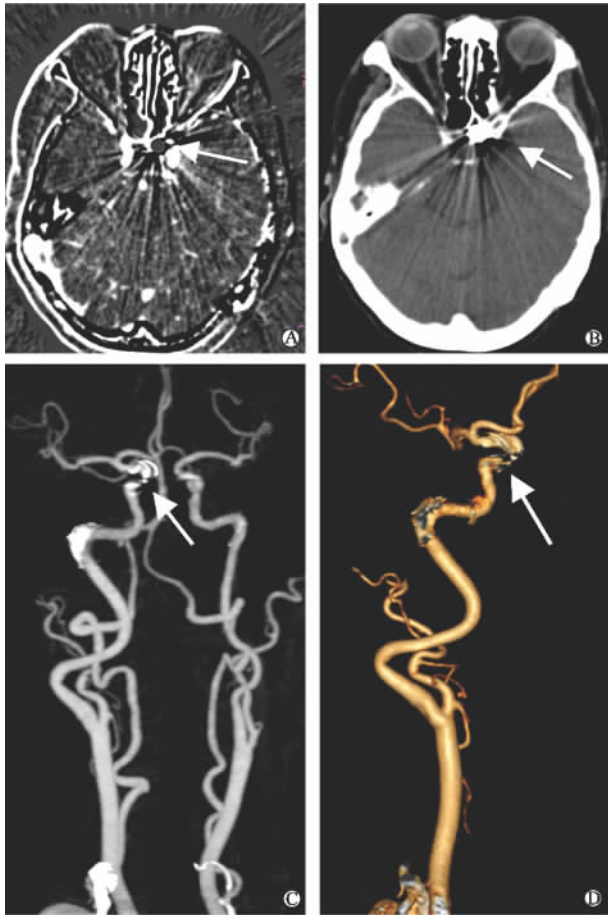


图 3 左侧颈内动脉颅内段支架术后的减影 64 层螺旋 CT 血管成像图像

Fig 3 Subtraction 64-slice spiral CT angiography of left internal carotid artery after placement of metal stent

A: MPR original image after subtraction shows that the metal stent is subtracted at the left internal carotid artery; B: MIP original image before subtraction shows metal stent locates at the left internal carotid artery; C, D : MIP and VR clearly show the interruption of left skull-base artery, which should not be taken as stenosis

[参考文献]

[1] Drisis S, Srivastava S, Seghers D, et al. Subtraction CT angiography using non-rigid registration: the impact of similarity measure and image pre-processing[J]. Int Congress Series , 2005, 1281: 328-333.

[2] Kwon S M, Kim Y S, Kim T, et al. Digital subtraction CT angiography based on efficient 3D registration and refinement[J]. Comput Med Imaging Graphics, 2004, 28: 391-400.

[3] Lell M, Anders K, Klotz E, et al. Clinical evaluation of bone-subtraction CT angiography(BSCTA) in head and neck imaging [J]. Eur Radiol , 2006, 16: 889-897.

[4] Zhang Z, Berg M, Ikonen A, et al. Carotid stenosis degree in CT angiography assessment based on luminal area versus luminal diameter measurements[J]. Eur Radiol , 2005, 15: 2359-2365.

[5] Jayakrishnan V K, White P M, Aitken D, et al. Subtraction helical CT angiography of intra- and extracranial vessels: technical considerations and preliminary experience[J]. Am J Neuroradiol, 2003, 24: 451-455.

[6] 谭继善, 王淑慧, 蒋敏, 等. CTA 减影在颅内动脉瘤诊断中的应用价值[J]. 医学影像学杂志, 2006, 16: 443-445.

[7] Flis C M, Jäger H R, Sidhu P S. Carotid and vertebral artery dissection clinical aspects, imaging features and endovascular treatment[J]. Eur Radiol, 2006, 10: 330-346.

[8] Chang J B, Stein T A, Hajee M, et al. Computed tomography in the decision for carotid endarterectomy[J]. Int J Angiol, 2002, 11: 203-206.

[9] Fazio A, Subramanian K, Lin Z, et al. Evaluation of neuro bone removal algorithms for CT angiography[J]. Int Congress Series, 2004, 1268: 37-42.

[10] McKinney A M, Casey S O, Teksam M, et al. Carotid bifurcation calcium and correlation with percent stenosis of the internal carotid artery on CT angiography[J]. Neuroradiology, 2005, 47: 1-9.

[11] Hong H, Lee H, Shin Y G, et al. Automatic vessel extraction by patient motion correction and bone removal in brain CT angiography[J]. Int Congress Series, 2005, 1281: 369-374.

[收稿日期] 2007-07-24

[修回日期] 2007-10-10

[本文编辑] 尹茶