维普资讯 http://www.cqvip.com

技术与方法 文章编号:0253-3626(2007)03-0271-04

数字减影 CTA 图像质量影响因素探讨

吕发金[1],罗天友[1],谢 鹏[2],张志伟[1],沈 云[3],牟 君[2],廖静敏[3],方维东[1],陈 垦[3]

(重庆医科大学附属第一医院 1.放射科,2.神经内科,重庆 400016;3.GE 中国 CT 影像研究室,北京 100176)

【摘 要】目的:探讨数字减影 CTA(Digital Subtraction CT Angiography,DSCTA)图像质量的影响因素。方法:用颅底骨血管模型,16 层螺旋 CT(Brightspeed elite)扫描:1)轴位螺旋和非螺旋同一参数重复 10 次扫描;(2)两组同样的参数放在同一序列内,曝光间隔时间不同(2.3s,3.5s,4.1s,4.7s,5.9s;4s,5s,6s,7s,8s)和采集层数不同(32,41,48,51,55;60,64,72,77,80),各重复 1 次扫描;(3)模拟注药后按(2)的参数扫描,采集 80 层,曝光间隔时间为 2.4s,重复 5 次扫描。结果:非螺旋轴扫重复 10 次,减影成功率为 100%,螺旋轴扫重复 10 次减影成功率为 20%;同一序列相同两组扫描,球管重复曝光间隔时间为 0.6 的整数倍时减影成功率为 100%,球管重复曝光间隔时间不为 0.6 的整数倍时减影均不成功。不同采集层数减影成功率为 85%,不成功扫描重复后完全减影。模拟注药后球管重复曝光间隔时间为 9s,5 次减影成功率为 100%,得到清晰的减影"血管"图像。结论:球管曝光起始位置是影响 DSCTA 图像质量的重要因素,控制球管重复曝光间隔时间为球管转速的整数倍可确保球管曝光起始位置相同;探测器的使用宽度不影响 DSCTA 的图像质量。

【关键词】CT;CT 血管造影

【中国图书分类法分类号】R739.41;R732.2 【文献标识码】A 【收稿日期】2006-10-09

Digital subtraction CT Angiography(DSCTA): influencing factors for image quality

LV Fajin,et al

(*Department of radiology,the First Affiliated Hospital,Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*:To explore the possible influencing factors for image quality of digital subtraction CT angiography(DSCTA). *Methods*:Vascular model of the skull base was observed using 16-slice spiral CT (Brightspeed elite).(1)Each parameter was scanned for 10 times at both spiral and non-spiral axial view.(2)Two uniform parameters were compared in the same sequence at different exposure intervals (2.3s,3.5s,4.1s,4.7s,5.9s;4s,5s,6s,7s,8s)and different slices(32,41,48,51,55;60,64,72,77,80)and scanned twice.(3)After injection simulation,the vascular model was scanned for 5 times using the same parameters as above and 80 slices were collected at an exposure interval of 2.4s. *Results*:The subtraction was 100% successful by non-spiral scanning, while 20% by spiral scanning in 10 times. Within the same sequence, the subtraction was successful only if the tube repetition exposure interval time was integrally divided by 0.6s. The subtraction rate was 85%, in different slices used. The tube exposure interval was 9s. The clear vascular image was obtained after scanning for 5 time. Conclusion Home position of tube is critical to the DSCTA image quality and can be maintained only If the tube repetition exposure interval time integrally divided by the rotation speed. Width of detector has no influence on the DSCTA image quality.

【Key words】CT;CT Angiography

DSA 目前仍是诊断血管病变的金标准,但作为一种有创检查,存在动脉插管的风险和并发症,价格昂贵、有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,在临床的应用日益广泛。3D-CTA 可快速、无创地检出脑血管病变,但在显示颅底和邻近骨结构的血管时易受骨的干扰,造成漏诊[1,2]。为了去除骨结构干扰,提出了减影 CTA,目前 CTA 去除骨结构,需要特定后处理软件,程序较复杂,耗时[3-5]。本文采用 16 层螺旋 CT 研究数字减影 CTA(DSCTA)的影响因素,旨在提高 DSCTA 的骨减影的成功率和图像质量,促进 DSC-

作者介绍:吕发金(1968-),男,博士生,副教授,主要研究方向:神经影像学。

基金项目:重庆医科大学创新基金 CX200501。

维普资讯 http://www.cqvip.com

TA 的临床应用和推广。

1 材料和方法

1.1 实验材料

颅底骨标本 1 个，高压注射针管 1 根，欧乃派克(350mgI/ml，安盛药业)50ml，生理盐水 300ml，500ml 空矿泉水瓶 1 个，固定胶带 1 根，GE 公司 16 层螺旋 CT(Brightspeed elite)及 Medrad 高压注射器 (Envision CT injecter;Medrad,Indianola,Pa)。

1.2 实验方法和步骤

1.2.1 用颅底骨标本和高压注射针管制作 1 个颅底血管模型(图 1)，固定模型。

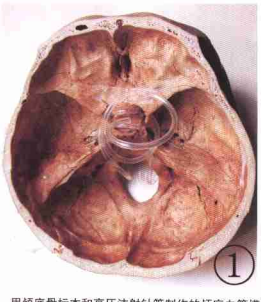


图 1 用颅底骨标本和高压注射针管制作的颅底血管模型

1.2.2 欧乃派克按 1∶4 用生理盐水稀释至 200ml，安装针筒，与模型的针管连接，出口端接入空矿泉水瓶。

1.2.3 定位后进行扫描，用轴位非螺旋及螺旋扫描方式，同样参数重复扫描 10 次，扫描参数：120Kv，300mA，转速 0.6s/圈，层厚 0.625mm，Pitch 0.562(螺旋扫描)，探测器宽度选用 20mm，共扫描 32 层。

1.2.4 螺旋扫描方式，扫描参数同上，共扫描 64 层，同样参数重复扫描 5 次。

1.2.5 把两个扫描放在同一序列中，螺旋扫描，共采集 64 层(曝光时间为 5.5s)，第 1 次扫描延迟 2s，两次扫描间隔时间为 2.3s，3.5s，4.1s，4.7s，5.9s；4s，5s，6s，7s，8s，扫描参数同上，各间隔时间重复扫描 1 次。

1.2.6 用 1.2.5 的方法，采集 32，41，48，51，55；60，64，72，77，80 层，使球管重复曝光间隔时间(即两次扫描间隔时间与曝光时间之和)固定为 0.6 的整数位，其余扫描参数同上，各重复扫描 1 次。

1.2.7 用 1.2.5 的方法，采集 80 层，扫描间隔时间为 2.4s(曝光时间为 6.6s)，其余扫描参数同上。注射药物，使扫描一次为生理盐水，另一次为对比剂。重复 5 次扫描。

1.2.8 扫描图像传到 AW 工作站进行图像后处理。

1.3 图像分析

利用 AW 工作站的 Add/Sub 软件进行减影处理，注药后用针管内充盈对比剂的图像减去充盈生理盐水的图像，得到减影后的一组图像，再行 3D VR 及 MIP 重建，观察有无残余骨影，根据残余骨影的多少图像质量分为三级：Ⅰ级：无残余骨影；Ⅱ级：少许残余骨影；Ⅲ级：较多残余骨影；Ⅰ级为减影成功，Ⅱ、Ⅲ级为减影不成功，记录各种条件下减影的成功率。

2 结 果

2.1 轴位非螺旋及螺旋重复扫描

轴位非螺旋重复扫描 10 次减影后图像行 3D VR 及 MIP 重建，图像质量均为Ⅰ级。螺旋重复扫描 10 次减影后图像行 3D VR 及 MIP 重建，图像质量Ⅰ级 2 次，Ⅱ级 1 次，Ⅲ级 7 次。

2.2 螺旋采集 64 层重复扫描

螺旋采集 64 层重复扫描 5 次，进行 11 次减影，经 3D VR 及 MIP 重建，图像质量Ⅰ级 4 次，Ⅱ级 2 次，Ⅲ级 5 次(图 2，3)。



图 2 重复螺旋扫描减影后原始图像

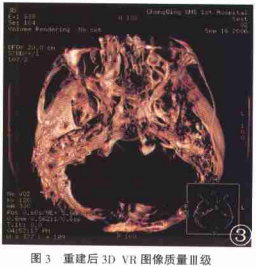


图 3 重建后 3D VR 图像质量Ⅲ级

维普资讯 http://www.cqvip.com

2.3 同一序列两次扫描，不同扫描间隔时间，扫描间隔时间为 2.3s、3.5s、4.1s、4.7s、5.9s 时，10 次减影后图像行 3D VR 及 MIP 重建，图像质量Ⅰ级 10 次。扫描间隔时间为 4s、5s、6s、7s、8s 时，10 次减影后图像行 3D VR 及 MIP 重建，图像质量Ⅱ级 3 次，Ⅲ级 7 次。

2.4 同一序列两次扫描，球管重复曝光间隔时间固定为 0.6 的整数位，不同采集层数，20 次减影后图像行 3D VR 及 MIP 重建，图像质量Ⅰ级 17 次，Ⅱ级 3 次(为采集 41、55、77 层时)，3 次Ⅱ级图像重复扫描，减影后重建图像质量为Ⅰ级。

2.5 同一序列两次扫描，层数为 80 层，扫描时间 6.6s，扫描间隔时间为 2.4s，5 次注射。

5 次减影后图像行 3D VR 及 MIP 重建，图像质量Ⅰ级 5 次，清晰显示充盈对比剂的注射针管，边缘光滑锐利(图 4,5)。手动编辑去除骨结构，图像质量可达Ⅰ级，但在注射针管与骨接触处残余少许骨结构，边缘较毛糙，重建后处理时间增加(图 6)。



图 4 注药后同一序列两次相同扫描，控制球管重复曝光间隔时间为 0.6 的整数倍，减影后原始图像

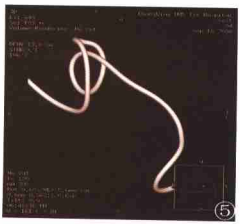


图 5 重建后 3D VR 图像质量Ⅰ级

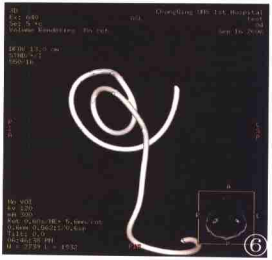


图 6 3D VR 手动编辑去除骨结构，在注射针管与骨接触处残余少许骨结构，边缘较毛糙

3 讨 论

减影 CTA 去除骨结构的方法较多，不同的方法，有不同的基本思想。DSCTA 国内无该类研究，国外研究不多[3]。DSCTA 基本思想是通过同时获取空间位置相同的平扫和增强，薄层重建后，用减影软件行增强后数据减去平扫的数据，得到去除骨和其它无增强组织的纯血管图像。为了证实该减影方法的可靠性和研究其影响因素，我们用颅骨标本及高压注射针管制作脑血管模型，模拟颅底骨与血管的紧密关系，对球管起始位置、探测器宽度对 DSCTA 图像质量的影响进行研究，结果显示如下。

3.1 球管起始位置对减影图像质量有明显影响

采用螺旋方式重复 10 次扫描，80% 不能完全减去骨结构。用非螺旋的轴扫同样的区域重复扫描 10 次，结果均能完全减影。采集 64 层重复 5 次的螺旋扫描，63.6% 的结果不能完全减去骨结构。原因可能是螺旋扫描时，虽然扫描的起始位置相同，但由于球管曝光的起始点不能确定，采集的数据重建时空间位置就不相同，造成不能完全减影；而非螺旋的轴扫每次球管曝光的起始点均相同，采集的数据空间位置相同，能达到减去骨组织的目的。该结果证实球管曝光起始位置影响减影 CTA 图像质量。

为了能准确确定球管开始曝光的位置，必须确定球管旋转一圈的时间，本实验采用 0.6s/ 圈，让球管旋转一圈后曝光，球管曝光的起始位置相同，使用 0.6 的整数倍可确保球管位置的唯一性。本实验

维普资讯 http://www.cqvip.com

通过把两次扫描放在同一个序列中，使球管重复曝光间隔时间固定为 0.6 的整数倍，确保球管曝光的起始位置相同，减影后图像重建，图像质量均为Ⅰ级，球管重复曝光间隔时间不为 0.6 的整数倍时，减影均不成功，实验结果支持控制球管重复曝光时间间隔，可确保球管曝光的起始位置相同这一假设。通过注射对比剂后减影，图像重建，得到优秀的"血管"图像，图像质量优于手动去骨减影法，而且不用花费重建时间。

3.2 探测器宽度对减影图像质量有影响

本实验采用螺旋方式扫描，把两次扫描放在同一个序列中，使扫描时间及两次扫描的间隔时间之和固定为 0.6 的整数倍，每个扫描采集不同层数的图像，4 组为 16 的整数倍，6 组不为 16 的整数倍，减影后采集图像层数为 41 层、55 层、77 层时减影后有少量骨结构高密度存在(图像质量Ⅱ级)，重复扫描减影后重建图像完全去除骨结构，结果提示当球管曝光起始位置确定后，采集层数(探测器使用宽度)不是影响减影图像质量的主要因素。本研究用 20mm 探测器宽度，球管每旋转一圈，可获得 16 幅图像，层厚为 0.625 的层厚采集，仅用中间 10mm 探测器，在 16 的整数倍时探测器的利用率较高，而非 16 的整数倍时仅用了探测器宽度的部分，探测器利用率降低。因采集层数不是影响减影图像质量的主要因素，为了提高探测器的利用效率，建议用 16 的整数倍图像层数来采集。

DSCTA 的图像影响因素较多，除球管曝光起始位置、探测器的使用宽度外，扫描物体的运动可能是严重影响图像质量重要因素，不同的运动方式的影响程度，可能的解决方法，DSCTA 的 X 线质量对图像的影响，如何降低 DSCTA 的射线剂量，均值得进一步研究。

(通讯作者：谢鹏，教授。)

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 Neurosurgery, 2001; 94(5): 718-727.

[3] 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.

[4] Kwon SM, Kim YS, Kim TS, et al.Digital subtraction CT angiography based on efficient 3D registration and refinement[J].Computed Med Imaging Graph, 2004; 28(7): 391-400.

[5] 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.

(上接第 228 页)

rotrophic fanctor and Basic fibroblast growth factor down regulate NMDA receptor fuction in cerebellar granule cells[J].Neurosci, 1998; 18(19): 7953-7961.

[8] Scharfman he, goodman jh.Spontaneous limbic seizures after intrahippocampal infusion of brain derived neurotrophic factor [J].Exp neurol, 2002; 174: 201-214.

[9] Steve C, Danzer, Xiaoping He.Ontogeny of Seizure-Induced Increases in BDNF Immunoreactivity and TrkB Receptor Activation in Rat Hippocampus[J].HIPPOCAMPUS, 2004; 14: 345-355.

[10] 胡 越，蒋 莉，张晓萍.持续惊厥后海马神经营养因子表达及其影响因素[J].第三军医大学学报，2006; 28(16): 1663-1665.