

多层螺旋 CT 在脑血管成像中的期相设置与优化

王鹰, 漆剑频, 张菁, 肖明, 张建华

【摘要】 目的:探索多层螺旋 CT 在脑 CT 血管成像(CTA)中的最佳期相设置条件。方法:参照 47 例患者脑颈内动脉、大脑大静脉时间-密度曲线,选择 16 s 和 28 s 为脑动、静脉成像扫描延迟时间。采用此期相设置对 37 例患者进行脑 CTA 及 CTV 检查。结果:颈内动脉对比剂流入峰值时间平均值 19.1 s,95% 可信区间 13.6~24.6 s;大脑大静脉峰值时间平均值 27.1 s,95% 可信区间 19.3~34.9 s;动、静脉峰值时间差平均值 8.0 s,95% 可信区间 5.6~10.5 s;峰值时间差显著性 t 检验分析, $t=6.410$, p 值小于 0.01,脑动、静脉峰值时间差异有显著性意义。采用该期相设置脑动脉成像优、良者 96.5%,中 3.5%,脑静脉优、良 94.7%,中 5.3%。结论:选择 16 s、28 s 为脑动、静脉期相设置所获图像为优。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 血管成像术; 脑血管

【中图分类号】 R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2005)07-0635-04

The Phase Setting and Optimization of Multislice CT on Cerebral CT Angiography WANG Ying, QI Jian-pin, ZHANG Jing, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

【Abstract】 **Objective:** To study the best phase setting of multislice CT on cerebral CTA. **Methods:** 16s and 28s protocol for cerebral CTA and CTV was proposed according to the time density curves of internal carotid artery (ICA) and Galen vein of 47 volunteers. 37 cases were examined with the proposed time phase. **Results:** The mean value of ICA peak value time was 19.1s with a 95% confidence interval of 13.6~24.6s; The mean value of Galen vein peak value time was 27.1s with a 95% confidence interval of 19.3~34.9s; The mean value of peak value time difference was 8.0s with a 95% confidence interval of 5.6~10.5s; There is a significant difference between cerebral arteries and veins peak value time ($t=6.410, P<0.01$). Using the proposed time phase the excellent and good images in cerebral CTA were 96.5%, fit 3.5% while in cerebral CTV excellent and good were 94.7%, fit 5.3%. **Conclusion:** The optimal scan-delay of the cerebral CTA and CTV were 16s and 28s respectively.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Angiography; Cerebral blood vessel

多层螺旋 CT 在 1998 年推出后,由于扫描时间大大缩短,使 CT 血管造影期相设置成为可能。在脑血管检查中,16 层螺旋 CT 快速薄层全脑扫描时间可缩短至 9s,一次注药扫描可同时观察脑动、静脉情况,这对于脑血管性病变及脑肿瘤手术前后了解脑血管情况很有意义。本文对脑血管造影扫描的最佳期相设置进行了探讨。

材料与方法

本研究分 2 个步骤:①通过同层动态扫描确立动、静脉双期扫描的最佳延迟时间;②应用双期延迟时间进行脑动脉、静脉血管成像扫描并评估图像质量。

具体步骤方法:选取 47 例患者,男 24 例,女 23 例,年龄 20~83 岁,平均 54.5 岁。采用 GE Light-speed 16 层螺旋 CT 机,高压注射器经肘静脉团注碘海醇(300 mg I/ml),3.5 ml/s,50 ml 对比剂。扫描条

件:120 kV,80 mA,视野 20.0 cm。同层动态螺旋扫描脑基底动脉环 50 s,球管旋转一周获得 4 层图像,每周扫描时间 0.5 s,准直宽 10 mm,间隔 10 mm,扫描 100 次,得到 400 帧系列横断面图像,将之传至工作站处理得到颈内动脉和大脑大静脉时间-密度曲线,测动、静脉峰值时间及峰值时间差,得到三组数据,分别计算平均值、标准差、标准误及可信区间,对峰值时间差进行配对资料显著性 t 检验分析。

37 例患者,男 21 例,女 16 例,年龄 6~73 岁,平均 38 岁,行平扫全脑双期 MSCTA 检查 39 次,对比剂总量 100 ml,注射流率同上,29 s 注射完毕。扫描参数:准直宽 3 mm,层厚 3 mm,螺距 0.8。扫描条件:120 kV,220~280 mA,视野 20.0 cm。动脉期延迟时间依上组病例测得峰值时间 19 s,提前 3 s,使动脉期扫描自动脉达峰前开始,设定为 16 s,由颅底向颅顶方向扫描,历时 12 s,静脉期延迟时间亦依上组所测峰值时间 27 s,后延 1 s,延迟时间设定为 28 s,由颅顶向颅底扫描。将动、静脉期扫描的原始数据经内插重建后(内插重建间隔为 0.625mm),传递到工作站(操作系

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科

作者简介:王鹰(1970—),女,武汉人,硕士,主任医师,主要从事中枢神经影像诊断工作。

统为 GE Advantage Windows 4.0), 进行三维重组。成像方法主要为容积成像(volume rendering, VR)、最大密度投影(maximum intensive projection, MIP)及多平面重组(multiple planar reconstruction, MPR)等。根据三维重组图像对脑内主要血管显示情况进行评估, 由三位影像学专家评判优、良、中、差。

结果

1. 双期扫描延迟时间的确立

脑同层动态增强扫描显示: 脑动静脉峰值时间平均值、标准差、标准误和 95% 可信区间见表 1。峰值时间差显著性 t 检验分析, $t=6.410$, P 值小于 0.01, 脑动、静脉峰值时间有显著性差异。它们具体的时间-密度曲线见图 1。

表 1 脑动静脉峰值时间统计数据 (s)

峰值时间	平均值	标准差	标准误	可信区间
颈内动脉峰值时间	19.1	19.2	2.81	13.6~24.6
大脑大静脉峰值时间	27.1	27.4	3.99	19.3~39.4
脑动静脉峰值时间差	8.0	8.6	1.25	5.6~10.5

2. 双期脑血管成像的应用

37 例患者, 39 次 MSCTA 扫描, 得到脑动、静脉图像各 36 帧, 其中仅一例患者既往前臂静脉多次注射, 静脉硬化通路不畅, 首次 CTA 失败, 经相应延长延迟时间后成功, 余 36 例患者均一次成功。正常 14

例, 动脉粥样硬化 1 例, 脑动脉瘤 12 例(含 2 例多发), 动静脉畸形 3 例(其中 1 例外科手术前后行 2 次 CTA), 脉管炎 3 例, 脑膜瘤 2 例(其中 1 例手术前后行 2 次 CTA), 其中包括急性蛛网膜下腔出血 10 例。图像质量经三位影像专家评定, 脑动脉成像优、良者 96.5%, 中 3.5%, 脑静脉优、良 94.7%, 中 5.3%。

将扫描后所得图像经内插重建后传至工作站进行 2D MPR 联合 MIP、3D SSD、VR 重组后可清楚显示血管立体结构与空间位置关系。

图 2 为巨大 AVM 采用动脉期图像重组获得, 显示供应动脉情况, 因盗血明显引流静脉于动脉期可见显示。图 3 为椎动脉巨大动脉瘤, 动脉期显示瘤体及起源动脉, 与相邻大动脉、颅骨间位置关系显示清晰锐利直观。图 4 为多发脑动脉瘤动脉期图像重组后 MIP、VR 法显示三个大小不同动脉瘤分别自两侧颈内动脉虹吸部、右大脑中动脉水平段, 瘤体形态大小、瘤颈及发生部位均显示清晰。图 5 为右顶叶脑膜瘤动脉期 CTA 图像, VR 法同时显示肿瘤与邻近大脑前、大脑中动脉分支之间位置关系。图 6 为正常脑静脉分支、走行情况, 除清晰显示各大静脉、静脉窦外, Labbe 静脉、Rosenthal 基底静脉亦显示极佳。图 7 为脑脉管炎动脉期图像, 各级动脉狭窄变细, 对比剂充盈欠佳, 一侧大脑中动脉见中断, 并见较大代偿支向基底节走行。

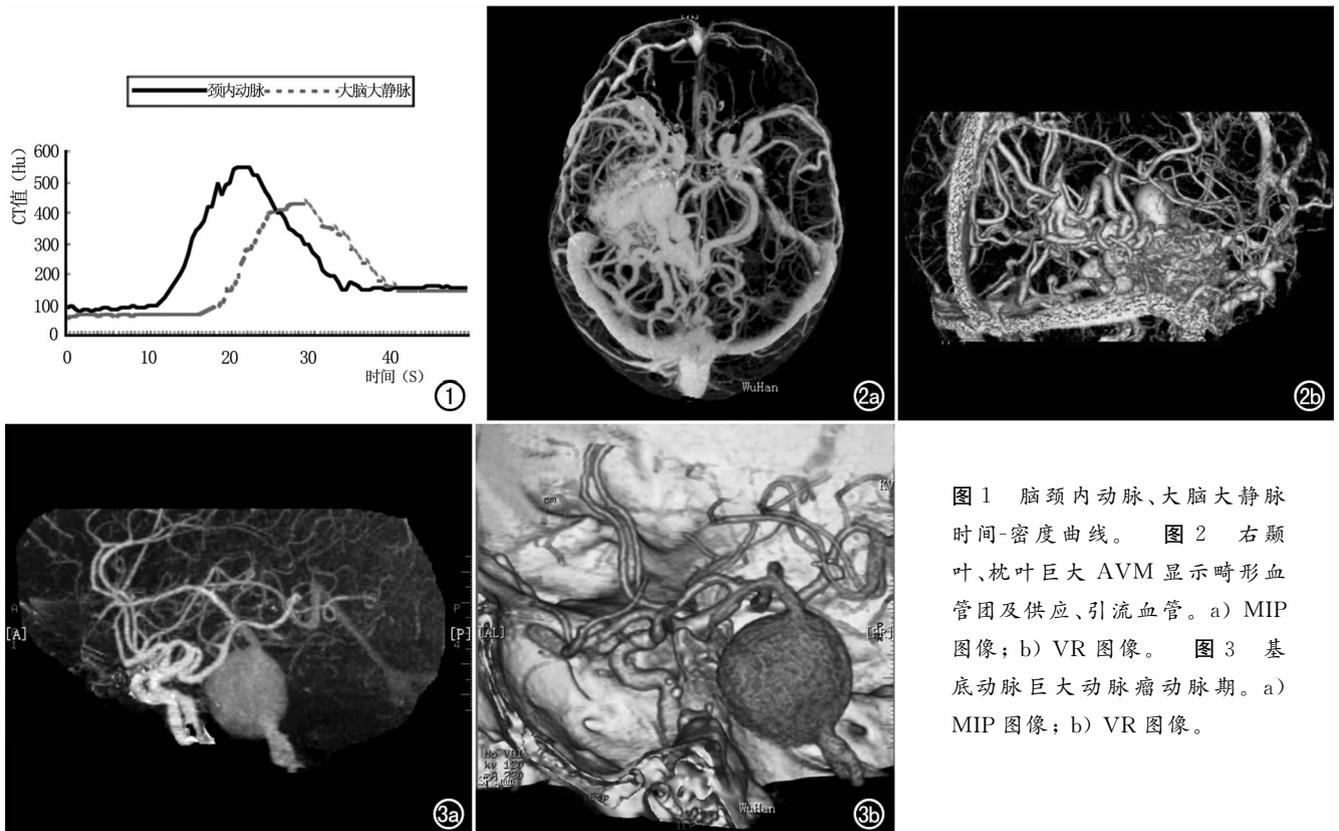


图 1 脑颈内动脉、大脑大静脉时间-密度曲线。图 2 右颞叶、枕叶巨大 AVM 显示畸形血管团及供应、引流血管。a) MIP 图像; b) VR 图像。图 3 基底动脉巨大动脉瘤动脉期。a) MIP 图像; b) VR 图像。

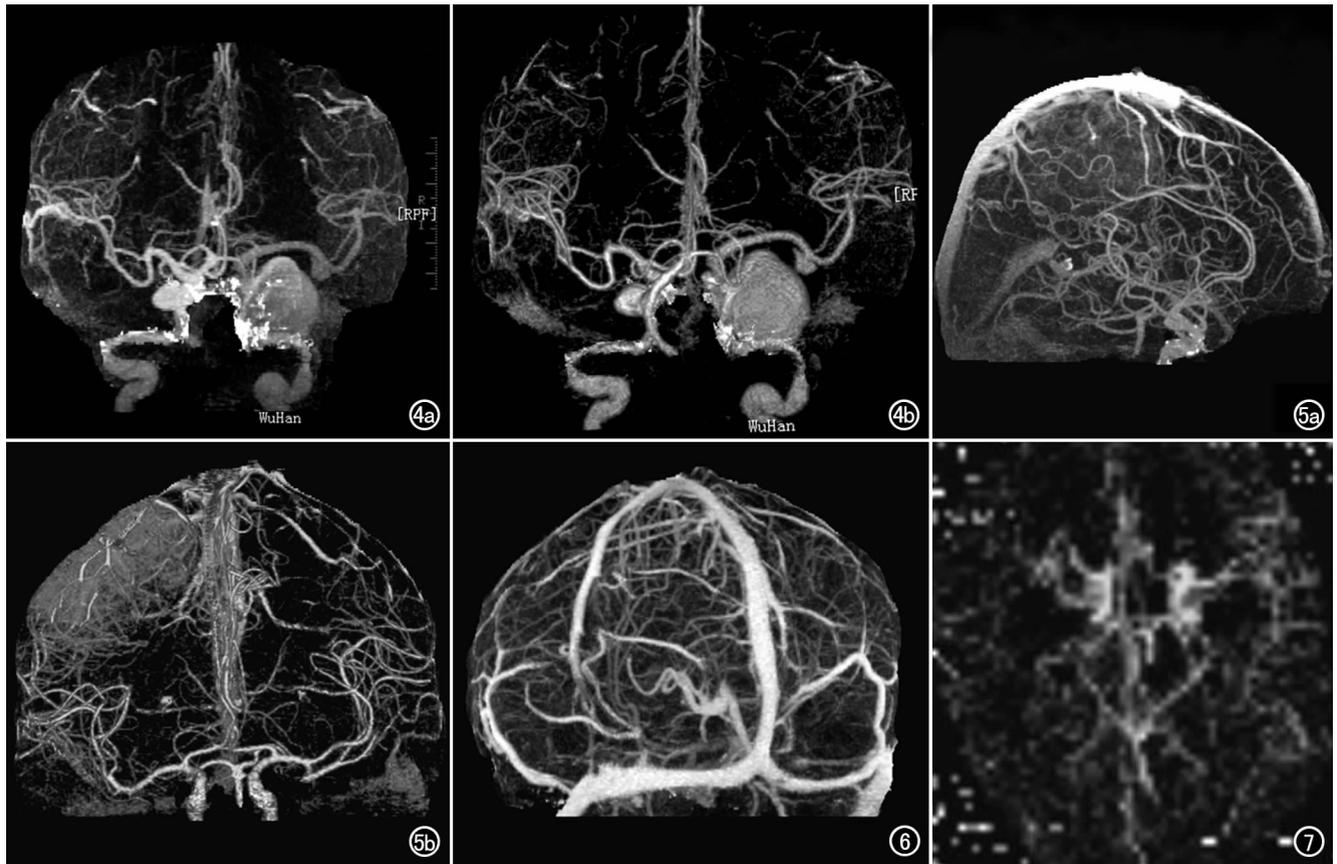


图 4 两侧颈内动脉及右大脑中动脉多发动脉瘤动脉期。a) MIP 图像; b) VR 图像。图 5 右顶叶脑膜瘤动脉期显示瘤体与正常大血管间关系。a) MIP 图像; b) VR 图像。图 6 静脉期图像经 MIP 显示正常各级静脉分支情况。图 7 脑动脉期 MIP 法显示各级动脉狭窄、变细及阻塞情况, 并见较大代偿支向基底节走行。

讨论

多层螺旋 CT 血管造影 (MSCTA) 脑血管成像包括动脉成像 (CT arteriography, CTA) 和静脉成像 (CT venography, CTV)。以前一次扫描只能得到单一动脉期或静脉期图像, 而多层螺旋 CT 由于其采用多排探测器系统, 采集信息效率大大提高。本研究采用 GE Lightspeed 16 层探测器螺旋 CT, 可一次采集 16 排探测器通道的图像信息。同时由于成像算法的改进, 在螺距有大幅度提高 (可达 3~6:1) 的前提下, 仍然有很高的 Z 轴采样率^[1], 保证了图像良好的空间分辨率和信噪比。因而可快速一次完成脑动、静脉双期扫描, 同时获得脑动、静脉影像, 并有时间进行脑的增强扫描。提高脑血管成像质量的关键是采用合理的螺旋 CT 检查方案, 除涉及对比剂总量和注射流率外, 其中最重要的因素为如何确定扫描时相, 即最佳的增强扫描延迟时间。理想情况下, 要求脑动、静脉峰值强化平台期与扫描同步进行, 以使脑血管系统显示最佳, 由于 16 层螺旋 CT 的应用, 达到此理想要求成为可能。

1. 对比剂的用法

对比剂的用法包括对比剂的用量、注射流率和对对比剂浓度, 这些都会对延迟时间产生影响, 给研究带来困难。本研究采取在固定对比剂的使用方法的条件下, 选择相应的扫描时间, 均采用浓度 300 mg I/ml 的碘海醇为对比剂, 注射流率采用 3.5 ml/s, 以保证血管强化显著。对比剂用量取决于扫描时间与注射流率, 注射时间须大于等于扫描时间, 一般 1.5~2.0 ml/kg, 采用 100 ml (80~120 ml), 儿童减量。

2. 延迟时间的选择

所谓延迟时间, 即在靶血管的高峰期, 其它组织未显影或显影较少, 密度差最大时的扫描时间。脑 CTA 延迟时间各家报道不一, 并且国内外有关脑 CTA 与脑 CTV 扫描延迟时间的详细研究甚少, Puskas 等^[2]主张延迟 18~25 s, Imakita 等^[3]采用 40~45 s, 国内^[4-6]有采用 15~23 s 或 13~22 s, 也有 10~15 s 或 12~15 s, 数据差别大。一般来讲受年龄、心血管状态、病情、对比剂注射流率、注射位置、扫描方向、对比剂本身性质等诸多因素影响^[7], 存在个体差异。所以

扫描前进行小剂量循环试验,根据时间-密度曲线确定扫描延迟时间为最好方法,但考虑到国人情况本研究对脑动静脉峰值时间及峰值时间差进行了统计,并据其结果进行延迟时间的优化。

先对 47 例患者采用脑同层动态螺旋扫描,每次扫描间隔时间 0.5 s,以使测量结果精确,系统误差微小。在获得脑动静脉时间密度曲线后对脑动、静脉峰值时间及时间差进行统计,分别得到其平均值,标准差,标准误差及 95% 可信区间。据此,我们设定动脉期延迟时间 16 s,即于动脉对比剂入颈内动脉其药物浓度将达峰前 3 s 开始扫描,赢得扫描时间,避开脑静脉强化干扰,使动脉显示最佳,扫描时间 12 s;静脉期延迟时间 28 s,在注药结束前扫描,并接近脑静脉峰值时间统计结果 27 s,此时脑动脉强化基本消退,静脉强化则刚达峰,从而静脉显示理想。

3. 扫描方向

CTA 扫描从颅底至颅顶,头尽量前屈,使颅底平行扫描线,避免颅底与 Willis 环重叠,便于后处理。CTV 则根据静脉及静脉窦的解剖、回流方向,从颅顶至颅底扫描,以便显示静脉窦、静脉及其主要分支。

实际应用结果脑动脉、静脉成像质量经影像专家评定优良者分别达 96.5% 和 94.7%,效果满意。

4. 脑 CTA 与 CTV 的临床应用

脑 CTA 与 CTV 的各部均单独应用,且已有报道,但同时为显示脑动、静脉而进行的全脑血管动静脉双期成像报道还较少,我们将之应用于脑动-静脉畸形,脑动脉瘤(单独应用 CTA 即可)、脑肿瘤及大动脉闭塞症。在工作站上针对不同病例分别采取 MPR、MIP、SSD 和 VR 重建方法显示病灶,部分行模拟内镜观察了解血管或动脉瘤内壁情况。

对于脑动、静脉畸形可在工作站上多方位旋转以成功显示供血动脉与引流静脉,及畸形血管团大小(图 2),为临床治疗提供准确信息;对颅脑肿瘤除详细了解其血供程度及肿瘤供应血管情况外,还可观察到肿瘤与正常脑动、静脉、血窦间毗邻关系,及患者脑血管变异情况(图 5),从而不仅对肿瘤的定性及鉴别诊断十分有益,而且还有利于手术方式、路径的设计,减少对正常血管的损伤;目前脑动脉瘤的金标准仍是 DSA 造影,但脑 CTA 较 DSA 有更高的脑动脉瘤的显示率^[5],可显示 3 mm 大小的动脉瘤^[8],且对瘤颈的显示明显优于 DSA;CTV 可 100% 显示上下矢状窦、横窦、乙状窦、直窦和窦汇,绝大部分颅内主要分支静脉

如大脑大静脉、大脑上静脉、基底静脉及静脉窦均可以显示(图 6),对于静脉系统变异如走行、形态及汇入异常亦能准确诊断,可诊断诸如静脉发育不全等病变。CTA 与 CTV 作为血管疾病的筛选手段,尤适用于急危重症不能耐受长时间检查的患者^[9,10],检查过程中无动脉损伤与卒中危险,亦不受金属夹的限制,其三维成像既显示血管内外结构,又了解血管与邻近结构关系。但 CTA 与 CTV 亦有不足之处,如碘过敏及肾功能不全者不宜检查,3D 成像时可能有信息丢失、后处理时间长等。

总之,MSCT 血管成像在脑血管疾病的诊断中有巨大潜力,作为相对无创性血管检查技术,MSCTA 在一定程度上取代了 DSA,其在临床的初步应用,使脑血管 CTA 在显示病变方面更准确、清晰,为临床提供更精确的信息和优质图像。随着计算机辅助图像后处理软件的不断开发和完善,MSCT 脑血管造影将在临床诊断和治疗中起更大作用。

参考文献:

- [1] Hu H. Multislice Helical CT: Scan and Reconstruction[J]. Med Phys, 1999, 26(1): 5-18.
- [2] Pukas Z, Schuierer G. Determination of Blood Circulation Time for Optimizing Contrast Medium Administration in CT Angiography [J]. Radiology, 1996, 36(9): 750-753.
- [3] Imikita S. Three Dimensional CT Angiography Using Helical Scanning[J]. Rinsho Shinkeigaku, 1995, 35(12): 1572-1574.
- [4] 张廉良, 俞同福, 徐青, 等. 多层螺旋 CT 颅脑血管成像技术探讨 [J]. 放射学实践, 2003, 18(3): 204-205.
- [5] 朱玉森, 黄砚玲, 李松柏, 等. 多层螺旋 CT 血液铸型技术诊断脑动脉瘤的临床应用价值 [J]. 中华放射学杂志, 2002, 8(36): 754-757.
- [6] 漆剑频, 肖明, 王承缘. CT 脑血管造影和临床应用 [J]. 临床放射学杂志, 1998, 17(2): 69-71.
- [7] Fleischmann D, Rubin GD, Bankier AA, et al. Improved Uniformity of Aortic Enhancement with Customized Contrast Medium Injection Protocols at CT Angiography [J]. Radiology, 2000, 214(): 363-371.
- [8] Korogi Y, Takahashi M, Kaladak, et al. Intracranial Aneurysms: Detection with Three Dimensional CT Angiography with Volume Rendering Comparison with Conventional Angiographic and Surgical Findings [J]. Radiology, 1999, 211(2): 497-506.
- [9] Tanaka H, Numaguchi Y, Knno S, et al. CT Angiography in the Evaluation of Acute Stroke [J]. AJNR, 1997, 18(8): 1011-1013.
- [10] Takagi R, Hayashi H, Kobayashi T, et al. Three Dimensional CT Angiography Intracranial Vasospasm Following Subarachnoid Haemorrhage [J]. Neuroradiology, 1998, 40(10): 631-635.

(收稿日期: 2004-07-26 修回日期: 2005-01-26)