

## 多层螺旋 CT 血管造影对主动脉-髂动脉和下肢动脉的评价

李大胜综述, 孙永光审校

(北京海淀医院, 北京 100080)

**摘要:** CT 血管造影在临床上的应用越来越多, 它的检查作用受到广大临床工作者的关注, 本文重点综述主动脉-髂动脉和下肢动脉的多层螺旋 CT 血管造影的临床新进展。

**关键词:** 计算机体层摄影; 血管造影; 下肢

中图分类号: R 331.3<sup>+</sup>3 R 814.42 文献标识码: A

### CT Angiography of Lower Extremities and Aortoiliac System Evaluation by Multi-detector row helical CT

LI Da-sheng, SUN Yong-guang

(Department of Radiology, Beijing Haidian Hospital, Beijing 100080)

**Abstract:** CT angiography has been applied in clinic more and more, it's effect was focus by a lot of researcher, this article summarizes the newest diagnosis advances of Multi-detector row helical CT angiography in lower extremities and aortoiliac system.

**Keyword:** CT; angiography; lower extremities

与单层螺旋 CT 相比, 多层螺旋 CT 具有扫描速度快、扫描覆盖范围大和 Z 轴分辨率高等优点, 越来越受到重视, 被认为是医学影像技术的巨大进步, 为患者提供了一种新的检查方法<sup>[1-2]</sup>。

90 年代初螺旋 CT 问世, 人们即尝试进行螺旋 CT 血管造影 (CT angiography, CTA) 检查, 1993 年 Rubin 等<sup>[3]</sup>首次应用螺旋 CT 进行主动脉及其分支的 CTA 检查, 目前, CTA 已经常规应用于临床工作。CTA 与传统 X 线血管造影相比, 具有检查费用低、成像速度快、操作简便和并发症少等优点。多层螺旋 CT 的 X 线球管每旋转一圈, 可以获得多个横断层面的信息 (从 2 层、4 层至 8 层和现在最多达 64 层), 而扫描时间却大为缩短。例如: 应用 4 层螺旋 CT 扫描相同解剖区域比单层螺旋 CT 可以节省 3~7 倍的扫描时间<sup>[4]</sup>。应用多层螺旋 CT, 可在患者一次屏气的情况下, 进行覆盖整个肝脏的薄层扫描, 完成肝脏动脉早期、动脉晚期和静脉期图像的重复采集, 并得到高质量图像<sup>[5]</sup>。在这些高质量的薄层横断面图像基础上, 再进行血管的三维重建, 能获得头颈部、胸腹部、四肢, 以及全身血管的 CTA 图像。

Ghaye 等<sup>[6]</sup>应用 4 层螺旋 CT 进行 1.5mm 层厚的肺部横断面扫描, 在重建的肺动脉 CTA 图像上, 可以显示 90% 的肺亚段动脉。Qanadli 等<sup>[7]</sup>报导使用 2 层螺旋 CT 进行肺动脉 CTA 检查, 与 X 线选择性肺动脉数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 相比, 检出肺动脉栓塞的敏感度达到 90%、特异度达 94%。Ohnesorge 等<sup>[8]</sup>使用回顾性心电门控技术对多层

螺旋 CT 冠状动脉造影图像进行处理, 得到高空间分辨率冠状动脉图像。而应用多层螺旋 CT 进行主动脉-髂动脉系统和下肢动脉 CTA 也取得进展。

主动脉-髂动脉系统、下肢动脉的多层螺旋 CTA 检查方法比较简单, Rubin 等<sup>[9]</sup>报道, 使用四层螺旋 CT 为 24 位患下肢动脉阻塞或动脉瘤者进行 CTA 检查。患者双脚并拢仰卧位躺于检查床, 定位像包括剑突下的腹部和整个双下肢, 用 20~22G 的套管针置于患者肘静脉或前臂浅静脉, 采用预实验的方法先以 4ml/s 的速度注入 15ml 非离子型含碘对比剂, 注入对比剂后延迟 8s 在患者髂动脉分叉以上 1~2cm 水平, 以每 2s 采集 1 幅图像的速度进行同层面的连续 15 次扫描, 在横断位图像上的主动脉位置放置感兴趣区, 测量 CT 值, 并计算出团注对比剂时, 对比剂从注入静脉至腹主动脉浓度达峰值的时间, 以此确定主动脉-髂动脉系统和下肢动脉 CTA 检查, 注入对比剂后的延迟扫描时间。扫描范围从上腹部主动脉至足部, 层厚 2.5mm, 螺距 6.0, 进床速度 15mm/转; 以 3.6ml/s 的速度经静脉团注浓度为 300mg/ml 的非离子型含碘对比剂, 共 180ml, 然后按预试验确定的延迟时间, 从腹主动脉扫描至足部, 前 20s 要求患者屏气, 然后取平静呼吸。以 3.2mm 层厚、1.6mm 间距重建横断面图像, 根据患者血管情况完成全部检查大约需要 15~30min。所有 CTA 的后处理工作均在 3D 专门图像处理工作站上进行, 后处理内容包括容积透视技术(volume rendering technique, VRT)、最大强度投影(maximum intensity projection, MIP)、曲面重建(curved planar reformation, CPR)和骨骼移除, 最后得到完整的主动脉-髂动脉系统和双下肢动脉的 CTA 图像。由于血管系统本身即粗细不均匀, 对比剂分布也不均匀, 主动脉-髂动脉系统和下肢动脉 CT 值的变化很大, 平均为  $282 \pm 83$  Hu, 其中最细小动脉的 CT 值为 112Hu, 重建图像时必须进行血管图像的浑浊化, 以使重建血管的边缘平滑清晰。

Rieker 等<sup>[10]</sup>为 50 位患者进行 CTA 和传统 DSA 检查, 将两种检查的结果进行比较。CT 横断图像为 5mm 层厚, 在团注对比剂后, 仅经 1 次螺旋扫描获得从腹股沟至腓骨远段的 CT 扫描信息, 在此基础上获得重建的 CTA 图像。CTA 对狭窄程度超过 75% 血管的敏感度和特异度分别为 100% 和 73%。虽然其资料不是双盲的, 但是有 27 个动脉段 DSA 未能作出准确评价, 而 CTA 却得以显示, 其中 17 个动脉段均在 1 个患者的腹主动脉和髂总动脉, 可能因为 DSA 检查无法通过肠系膜下动脉或对侧下肢动脉, 无法注入对比剂; 其余 10 个 DSA 未显示的动脉段, CTA 结合原始横轴位和 MIP 图像均能显示。特别值得注意的是 9 个股动脉浅层末梢血管堵塞和 6 个腓动脉侧枝循环血管仅在 CTA 上显示, DSA 未发现。Beregi 等<sup>[11]</sup>的研究进一步证明 CTA 原始横断面图像的重要价值。对 26 个疑有腘动脉疾病者, 进行 CTA 和 DSA 检查, 结果 CTA 比 DSA 多发现 7 个由 6 个动脉瘤引起的狭窄和 1 例囊性外膜疾病 2 例腘动脉阻塞由 CTA 发现病因 1 例是动脉瘤血栓、另 1 例为腘动脉瘘。横轴位像显示与血管疾病相关的血管外病变和解剖变异更佳。Soto 等<sup>[12]</sup>应用 CTA 评价 134 例肢体创伤患者 137 处血管损伤, 结果 CTA 显示 61 例患者的血管阻塞、动静脉瘘、内膜剥脱和假性动脉瘤等病变; 与外科手术、DSA 和随诊观察对照, CTA 的诊断准确度很高。Rubin 等<sup>[9]</sup>用 4 层螺旋 CT 对 18 例患者的主动脉-髂动脉系统和下肢动脉进行 CTA 检查, 扫描平均覆盖范围为 1233mm, 平均扫描时间 66s, 每个患者平均获得 908 幅横断面图像, 结果 CTA 可清晰显示双下肢动脉对比剂的流入和流出。

超声亦可用于下肢动脉的检查, 与 CTA 比较, 超声的优点是费用低廉、无射线辐射和不使

用含碘对比剂, 患者无对比剂过敏的风险。但是它的检查时间较长、属于操作者技术, 腓动脉检查的效果较差, 对高度狭窄动脉远端病灶的显示欠佳。Moneta 等<sup>[13]</sup>对 150 位患者 286 个下肢进行超声检查, 发现对狭窄程度大于 50% 的腘动脉的敏感度仅为 67%。Visser 等<sup>[14]</sup>发现超声对四肢血管疾病诊断的敏感度比 MRI 差。

在过去的几年中, MR 下肢血管造影由于使用含钆对比剂、快速三维梯度回波序列、表面柔软线圈和磁共振机软、硬件的提高而得到很大进步, 可以在术前准确定位病变及其范围, 已经在临床确立其地位<sup>[15]</sup>。MR 下肢血管造影与传统 X 线血管造影和 CTA 比较, 其对比剂的肾毒性小, 适用于肾功能不好、特别是糖尿病合并下肢血管疾病的患者。

但是如何在血管腔内保持足够高的钆对比剂浓度仍然是 MRA 下肢血管造影需要解决的问题。人们进行多种尝试, 包括: 多次团注对比剂、慢速注入对比剂结合减影技术、扫描床自动步进移位或在扫描中手动移床跟踪对比剂等。

Ho 等<sup>[16]</sup>使用图像减影和移床技术对 28 位有间歇性跛行的患者, 进行 MRA 与传统 DSA 结果对照, MRA 发现有血液动力学意义显著狭窄的敏感度为 93%、特异度达 98%。Huber 等<sup>[17]</sup>进行 3 节段 MRA 检查, 每个节段单独团注对比剂, 24 位患者, 结果发现 80 个有血液动力学意义的显著狭窄和 39 处梗阻, 其敏感度达 100%、特异度为 94%。Ruehm 等<sup>[18]</sup>行单次团注对比剂、分 2 段进行 MRA 检查, 在中间 10s 间歇内沿团注对比剂和下肢血管线圈的方向手动定位, 结果发现有血液动力学意义显著狭窄的敏感度为 92%、特异度达 97%。

从国内外主动脉-髂动脉系统和下肢动脉多层螺旋 CTA 研究结果看, 由于其成像速度快, 不必牺牲 Z 轴分辨率去获得大视野扫描, 仅注射 1 次对比剂、1 次扫描可完成从主动脉至双下肢足部动脉的无创伤成像, 较好显示管腔狭窄、阻塞、动脉瘤等由流入因素引起的动脉病变, 以及由远端腘动脉和腓动脉等流出因素引起的血管病变。所以 CTA 有广阔的临床应用前景。与传统 DSA 相比, 多层螺旋 CTA 费用低廉, 患者接受的放射线计量明显减少<sup>[9]</sup>。1 次 CT 扫描可完成颈、胸、腹部、盆腔和下肢动脉 CTA 检查; DSA 每例患者在 X 射线下曝射时间为 4~8min, 遭受的有效剂量为 3.62cSv, 远高于多层螺旋 CTA 检查患者接受的有效剂量 0.93cSv。CTA 可结合横断面图像同时分析血管外病变, 特别适用于血管严重阻塞、仅靠侧枝循环供血的病例。因此, 多层螺旋 CTA 完全可以代替很多 DSA 的工作。但是从现有资料来看, 尚难以判断多层螺旋 CTA 和 MRA 的优劣, 虽然有文章<sup>[9]</sup>认为多层螺旋 CTA 空间分辨率高于 MRA<sup>[15]</sup>, 但是 MRA 具有无射线辐射, 含钆对比剂毒副作用小等显著优点, 仍然是多层螺旋 CTA 的强有力竞争对手。比较两者的优劣仍需要进一步研究。

多层螺旋 CTA 本身还有很多问题有待于进一步解决, 例如:

- (1) 是否每位患者都需要使用实验性团注对比剂?
- (2) 临床症状很重的患者是否都需要应用多层螺旋 CTA 诊断?
- (3) 怎样最优化使用 CTA 的三维资料?
- (4) 如何分析多达 2000 幅的横断面图像? 是否将之作成血管电影来显示?
- (5) 对加快 CTA 三维重建速度和将之用于术后患者随诊观察等问题有待于深入研究。

**参考文献:**

- [1] Berland LL, Smith JK, et al. Multidetector-array CT: once again, technology creates new opportunities[J]. *Radiology*, 1998,209(2): 327~329.
- [2] Rubin GD, Shiau MC, Leung AN, et al. Aorta and iliac arteries: single versus multiple detector-row helical CT angiography[J]. *Radiology*, 2000, 215 (3) : 670~676.
- [3] Rubin GD, Walker PJ, Dake MD, et al. Three-dimensional spiral computed tomographic angiography: an alternative imaging modality for the abdominal aorta and its branches[J]. *J Vasc Surg*, 1993, 18 (3) : 656~665.
- [4] Hu H, He HD, Foley WD, et al. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage[J]. *Radiology*, 2000, 215 (1) : 55~62.
- [5] Foley WD, Mallisec TA, Hohenwarter MD, et al. Multiphase hepatic CT with a multirow detector CT scanner[J]. *AJR*, 2000, 175 (4) : 679~685.
- [6] Ghaye B, Szapiro D, Mastoral I, et al. Peripheral pulmonary arteries: how far in the lung does multi-detector row spiral CT allow analysis?[J]. *Radiology*, 2001, 219 (3) : 629~636.
- [7] Qanadli SD, EL Hajjam M, Mesurolle B, et al. Pulmonary embolism detection: prospective evaluation of dual-section helical CT versus selective pulmonary arteriography in 157 patients[J]. *Radiology*, 2000, 217 (3) : 447~455.
- [8] Ohnesorge B, Flohr T, Becker C, et al. Cardiac imaging by means of electrocardiographically gated multisection spiral CT: initial experience[J]. *Radiology*, 2000, 217 (4) : 564~571.
- [9] Rubin GD, Schmidt AJ, Logan LJ, et al. Multi-detector row CT angiography of lower extremity arterial inflow and runoff: initial experience[J]. *Radiology*, 2001, 221 (1) : 146~158.
- [10] Rieker O, Duber C, Schmiedt W, et al. Prospective comparison of CT angiography of the legs with intraarterial digital subtraction angiography[J]. *AJR*, 1996, 166 (2) : 269~276.
- [11] Beregi JP, Djabbari M, Desmoucelle F, et al. Popliteal vascular disease: evaluation with spiral CT angiography[J]. *Radiology*, 1997, 203 (3) : 477~483.
- [12] Soto JA, Munera F, Morales C, et al. Focal arterial injuries of the proximal extremities: helical CT angiography as the initial method of diagnosis[J]. *Radiology*, 2001, 218 (2) : 188~194.
- [13] Moneta GL, Yeager RA, Antonovic R, et al. Accuracy of lower extremity arterial duplex mapping[J]. *J Vasc Surg*, 1992, 15 (3) : 275~284.
- [14] Visser K, Hunink MGM. Peripheral arterial disease: gadolinium-enhanced MR angiography versus color-guided duplex US—a meta-analysis[J]. *Radiology*, 2000, 216 (1) : 67~77.
- [15] Rofsky NM, Adelman MA. MR angiography in the evaluation of atherosclerotic peripheral vascular disease[J]. *Radiology*, 2000, 214 (2) : 325~328.
- [16] Ho KYJAM, Leiner T, de haan MW, et al. Peripheral vascular tree stenoses: evaluation with moving-bed infusion tracking MR angiography[J]. *Radiology*, 1998, 206 (4) : 683~692.
- [17] Huber A, Heuck A, Baur A, et al. Danamic contrast-enhanced MR angiography from the distal aorta to the ankle joint with a step-by-step technique[J]. *AJR*, 2000, 175 (10) : 1291~1298.
- [18] Ruehm SG, Hany TF, Pfammatter T, et al. Lower extremity arterial imaging: diagnostic performance of three-dimensional contrast-enhanced MR angiography[J]. *AJR*, 2000, 174 (11) : 1127~1135.

**作者简介:** 李大胜 (1969-), 男, 获硕士学位, 现为主治医师, 从事医学 CT 临床诊断与研究工  
作。E-mail: leqingji@rol.cn.net