

螺旋 CT 肺动脉血管成像的技术及临床应用

张龙江 综述 包颜明, 宋光义 审校

【中图分类号】R814.42; R816.41; R543.2 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2004)01-0067-03

螺旋 CT 血管成像(helical computed tomography angiography, CTA)自应用于临床以来,因检查时间短、创伤性小、图像后处理技术多样,已在全身各个部位大、中血管中得到普遍应用^[1-3]。多层螺旋 CT(multi-slice spiral CT, MSCT)的问世,不仅使螺旋 CT 的时间分辨率得以提高,其空间分辨率及图像后处理技术也得到很大改进,从而使 CTA 的图像质量和评价的准确度得到很大的改善和提高^[4,5]。肺血管疾病,尤其是肺栓塞及中央型肺癌严重影响着患者的处理与预后。本文从 CTA 的技术入手,探讨 CTA 在肺动脉疾病中的临床应用价值。

技术方面

1. 扫描技术参数

先常规进行平扫,扫描范围从肺尖到膈,包括整个肺脏。平扫完成后,进行增强扫描。扫描参数:电压 120kVp,电流 100mA,层厚 3.2mm,重建间隔 1.6mm,螺距 1~1.25,旋转时间 0.5s,重建算法 C,视野 420mm,扫描时间约 10s。对比剂用量 1.5ml/kg,肘前静脉注射,注射速率 3ml/s。一般采用头足方向扫描;为了避免上腔静脉的辐射状伪影,可采用足头方向扫描。对临床怀疑为肺栓塞者可行层厚 1.25mm,重建间隔 0.6mm 进行扫描。启动扫描延迟时间为 12~15s。

2. 后处理技术

肺脏血管系统 MSCTA 后处理技术有最大密度投影法(maximum intensity projection, MIP)、多平面重建(multi-planar reformation, MPR)、曲面重建(curved planar reformation, CPR)、表面遮盖显示(surface shaded display, SSD)、容积再现(volume rendering, VR)、仿真内镜(virtual endoscopy, VE)。上述后处理技术各有优势,如 MIP 能够显示更多的次级血管分支,但因其反映的是像素的最大密度值,因此,周围高密度的结构可能影响对肺动脉的观察,为了能更清晰地显示肺动脉必须进行大量耗时的编辑减切工作。MPR 和 CPR 更容易显示肿瘤与邻近组织的关系,而且操作可以互动进行,简便容易,但其空间立体感不强。SSD 技术的优势在于其良好的空间立体感,对肺动脉和肿瘤空间关系的显示比 MIP 更加直观,容易理解,但受阈值影响很大,在血管内强化不佳时不能获得优良的三维图像。VR 技术既有很好的空间立体感,又有一定的显示血管系统的能力,更重要的是能够显示病变的范围、位置以及其与血管的关系。VE 可实现在血管腔内的“飞跃(fly through)”,用于发现管腔狭窄、闭塞或血栓等改

变。笔者的经验是行肺栓塞检查时,可首选 MPR 技术;行中央型肺癌检查时,可选择 VR 和 SSD 技术;行肺隔离症和动静脉畸形检查时,可选择 MIP 和 VR 技术显示。

临床应用

1. 肺栓塞(pulmonary embolism, PE)

19 世纪初就有 PE 的报道,而 von Virchow 首次描述了静脉血栓和肺动脉血栓的联系。1922 年 Wharton 和 Pierson 首次报道了 PE 的影像学表现。此后影像学方法在检出 PE 方面发挥着重要作用^[6]。

PE 占住院病死率的 10%,然而 50% 的 PE 是在尸检时发现的。这主要是因为 PE 检查的手段不佳。大约有 70%~75% 的肺通气灌注扫描难以明确诊断。常规血管造影因为有创性而难以进行,且越来越多地被怀疑为 PE 诊断的金标准。近年来的研究发现螺旋 CT 在发现 PE、肺血管结构以及临床并未怀疑 PE 的病例中有可靠的价值^[7]。急性 PE 的 CT 诊断标准和传统血管造影相同,即部分或完全充盈缺损和轨道征。CTA 发现肺栓塞的敏感性优于肺通气灌注闪烁成像以及传统血管造影^[8-10];与电子束 CT(electron beam CT, EBCT)和磁共振血管造影(magnetic resonance angiography, MRA)相似^[6],但螺旋 CT 在显示肺实质及气道的信息(MRI 在此方面比较困难)和普及方面(EBCT 造价昂贵,难以普及)更具有优势。CTA 检出中央型 PE 的敏感性为 100%,但检出亚段 PE 的敏感性报道差异较大,为 53%~91%。如今,CTA 已被确立为一种快速、可靠、安全、性价比高的技术,而被列入最新的 PE 前瞻性诊断调查研究中^[8]。MSCT 时间分辨率的改进使进行全肺的薄层扫描成为可能,而且减少了呼吸运动的伪影,即使在不能坚持闭气的患者,也可以获得较好的图像质量。MSCT 是诊断亚段 PE 的一种先进方法,可以取代传统血管造影,并有可能成为首选的检查方法^[11]。MSCT 不但能更好地显示肺段动脉,而且可以很好地显示亚段肺动脉。利用 MSCT 1.25mm 层厚亚段肺动脉显示率达 94%,其中 5 级和 6 级显示率为 74% 和 35%;而利用 3mm 层厚亚段肺动脉显示率为 82%,其中 5 级和 6 级显示率为 47% 和 16%^[12]。Schopf 等^[13]利用 MSCT 1mm 层厚检出亚段 PE 较 3mm 层厚和 2mm 层厚平均增加 40% 和 14%。这些研究提示,螺旋 CT 薄层容积扫描可以明显提高 PE 的检出率。故对于临床高度怀疑 PE 的病例,应以 1mm 的层厚进行扫描。如前述,MSCT 对亚段以下的细小肺动脉分支显示效果不佳,因此在临床怀疑 PE 而 MSCT 未检出时,不应排除 PE 的存在。大约有 6%~30% 的患者有亚段和更小动脉分支的 PE,但目前关于这些部位 PE 的临床结果

作者单位: 650032 昆明,昆明医学院第一附属医院医学影像中心 CT 室(张龙江现在天津医科大学读博士)

作者简介: 张龙江(1976-),男,陕西泾阳人,主要从事 CT 影像诊断工作。

还存在争议^[13]。研究报道 CT 扫描阴性也未经治疗的患者并未发生临床事件, CTA 对 PE 检出的阴性预测值为 99%, 研究结果也与临床怀疑而传统血管造影没有 PE 的患者报道相似^[14]。这说明尽管 MSCTA 有可能漏诊一些小的 PE, 但并没有因此影响患者的病死率。Grag 等^[6]总结的 CTA 检查 PE 的准确性见表 1。

慢性 PE 的发生率 2%~18%, 最明显的异常是在狭窄的肺动脉水平出现完全的充盈缺损, 其它征象有偏心性血栓、动脉再通、动脉狭窄或呈网状。CTA 有利于描绘 PE 的进展和消退情况, 为临床治疗提供较为客观的信息。

2. 肺癌侵犯中央肺动脉

1865 年 Andrew 首次报道了尸检发现肺癌侵犯肺静脉, 1987 年 Kolin 等报道了肺癌侵犯肺动脉的病理解剖结果。肺血管的侵犯不仅在肺癌的定性诊断、分期和预后方面, 而且对肺癌的切除率、手术方式及判断手术难易程度方面均有很大的临床价值^[15, 16]。传统血管造影是诊断血管病变的金标准, 但属于有创性检查手段, 对于周围的肿块无法显示。以手术与病理观察为标准 CTA 判断肺血管与肿瘤关系的准确率高于横断面 CT, 分别为 92.56%、83.82% 和 88.4%、73.91%^[15]。CTA 由于反映血管的三维关系, 加之能任意选择视角进行观察, 因此, 比常规 CT 图像更能直观显示肺癌侵犯中央肺动脉引起的血管腔狭窄和行径改变, 以及周围肺血管分支的减少、变细和延伸范围的缩小, 尤其在准确测量中央肺动脉狭窄程度、长度及显示上下移位方面更具有优势。CTA 可以为肺癌术前评价血管受累情况及制定合理的治疗方案提供可靠信息。此外, 在显示肿块与肺血管的关系及邻近结构受累情况等方面, CTA 的优势是传统血管造影所不能比拟的。

后处理技术方面, SSD 图像在定位方面极具优势, 便于分析肿瘤与血管的关系, 单纯的血管树像可用于观察血管受肿瘤侵犯的部位及外部特征, 而血管与肿瘤共存像有助于提高对肿瘤立体定位的准确度, 观察肿瘤与血管的空间关系, 有助于术前制定详细周密的计划。但 SSD 图像受阈值影响比较大, 因此只有优良的扫描技术参数的设计才可能提高 SSD 图像质量, 继而提高其判断肺动脉受累的准确度。MIP、CPR、MPR 简单方便, 但直观性和立体感不强, 而且 MIP 技术因其反映的是象素的最大密度值, 不能更好地显示肿瘤的存在^[15, 16]。

3. 肺动静脉畸形

肺动静脉畸形(pulmonary arteriovenous malformation, PAVM)是肺动脉与肺静脉之间发生的异常交通而形成短路所致。尽管外伤可导致 PAVM, 但 PAVM 多为先天性疾病。病理解剖上可

分为简单型和复杂型, 区分这 2 型对治疗计划甚为重要, 因为简单型仅由单一的供血动脉和单一的引流静脉构成, 可通过闭塞供血动脉治疗; 而复杂型由 2 支或多支动脉供血, 2 或多支静脉引流, 必须闭塞所有的动脉才可达到治疗效果^[17]。影像学检查的目的是明确病灶的位置、大小及供血动脉的数目、直径, 从而为临床选择治疗方案提供帮助。CTA 可以显示 PAVM 的供血动脉、引流静脉以及瘤巢的详细情况^[18, 19]。有报道显示 3D MSCTA 可以准确、清晰检出病灶直径为 4mm、供血动脉直径为 2mm 的 PAVM, 与传统血管造影相比, 3D MSCTA 既无漏诊, 也无假阳性^[19]。研究推荐使用 MIP 和 VR 技术, 因为 MIP 对于单个的 PAVM 显示效果甚佳, 但对复杂的 PAVM 由于血管的重叠使其空间关系显示不理想。VR 技术血管显示清晰、真实、逼真, 且可以更好地显示血管之间的空间关系, 可作为首选的后处理技术^[19]。

4. 肺隔离症

肺隔离症(pulmonary sequestration, PS)是一种少见的先天性肺疾病, 是指由异常体部动脉供血的发育不良的肺组织。有两种类型 PS: 叶内型, 位于脏层胸膜内, 被正常肺组织包绕; 叶外型有单独的胸膜覆盖。两型均由主动脉或其分支供血。叶内型经肺静脉回流, 而叶外型通常经体静脉回流。其中以叶内型居多, 占 73%, 好发于下叶后基底段^[20]。PS 的诊断一般依赖于传统血管造影以证实供应异常肺的体部血管^[20, 21]。MRA 可以无创性诊断 PS, 但对于肺实质、气道及费用、可用性方面仍存在不足^[21]。CTA 可成功显示异常体部动脉的来源与行径, 尽管横断面 CT 已可作出 PS 的诊断, 但 3D 重建有助于放射科医师和临床医师了解解剖关系, 尤其是在 Z 轴方向走行的血管。此外, CTA 还可以证实 PS 的引流静脉。SSD 技术可以更好地理解异常体部动脉以及引流静脉的解剖。

5. 其它肺动脉疾病

CTA 还可以帮助诊断肺动脉发育不良, 直观显示其病变部位肺动脉变细、分支减少及延伸范围缩小, 从而为临床诊断提供有力证据^[6]。CTA 还可以有效显示肺动脉高压所致的肺动脉改变, 要较常规血管造影更有力地显示中央肺动脉的解剖及改变, 而且常规血管造影有可能将导管插入肺动脉, 越过了病变区而不能显示病变。加之 CT 还可以同时显示其原始肺部疾病, 是 MRA 和传统血管造影所不能相比的。肺动脉瘤的 CTA 表现为与肺动脉等密度明显强化的圆形肺肿块, 术前 CTA 有助于证实动脉瘤囊与预备闭塞动脉的关系以及插管动脉的直径及其空间关系。此外, CTA 还有助于发现如肺动脉狭窄等改变。

总之, 目前 CTA 被认为是肺部血管疾患以及肺实质疾病诊断的很有价值的工具。MSCT 的广泛应用使得 CTA 的能力得到更大地发挥, 为 PE 诊断提供了极有价值的手段, 现已被一些学者认为可以作为 PE 诊断的首选方法。然而, 目前 CTA 在除了 PE 之外的其它肺动脉疾病诊断中所积累的经验仍然不多。相

表 1 CTA 检查 PE 的准确性

作者	病例数(n)	敏感性(%)	特异性(%)	CT 技术(准值)/解剖水平
Remy-Jardin	42	100	96	5mm/肺段动脉
Goodman	20	86	92	5mm/肺段动脉
Remy-Jardin	75	91	78	5mm 和 3mm/肺段动脉
Mayo	142	87	95	5mm/肺段动
Garg	26	67	100	3mm/亚肺段动脉
Dmcker	47	53~60	81~97	5mm/肺段动脉
Qanaldi*	157	90	94	2.7mm/亚肺段动脉

*采用机型为双螺旋 CT

信随着 MSCT 的继续普及推广,肺动脉的 CTA 应用会更加广泛和深入。

参考文献:

- [1] Horton KM, Fishman EK. 3D CT angiography of the celiac and superior mesenteric arteries with multidetector CT data sets: preliminary observations [J]. *Abdom Imaging*, 2000, 25(11): 523-525.
- [2] Matsumoto A, Kitamoto M, Iamanura M, et al. Three-dimensional portography using multislice helical CT is clinically useful for management of gastric fundic varices [J]. *AJR*, 2001, 176(4): 899-905.
- [3] Rubin DG, Schmidt AJ, Logan LJ, et al. Multi-detector row CT angiography of low extremity arterial inflow and runoff: initial experience [J]. *Radiology*, 2001, 221(1): 146-158.
- [4] Rubin GD, Shiu MC, Leung AN, et al. Aorta and iliac arteries: single versus multiple detector-row helical CT angiography [J]. *Radiology*, 2000, 215(2): 670-676.
- [5] 洪澄, 朱芳, 夏黎明, 等. 多排探测器螺旋 CT [J]. *放射学实践*, 2002, 18(4): 278-281.
- [6] Grag K. CT of pulmonary thromboembolic disease [J]. *Radiol Clin North Am*, 2002, 40(1): 111-112.
- [7] Lawler LP, Fishman EK. Multi-detector row of thoracic disease with emphasis on 3D volume rendering and CT angiography [J]. *Radiographics*, 2001, 21(5): 1257-1273.
- [8] Remy-Jardin M, Remy J, Deschildre F, et al. Diagnosis of pulmonary embolism with spiral CT: comparison with pulmonary angiography and scintigraphy [J]. *Radiology*, 1996, 200(3): 699-706.
- [9] Remy-Jardin M, Remy J. Spiral CT angiography of the pulmonary circulation [J]. *Radiology*, 1999, 212(2): 615-636.
- [10] Mao JR, Remy-Jardin M, Muller NL, et al. Pulmonary embolism: prospective comparison of spiral CT with ventilation-perfusion scintigraphy [J]. *Radiology*, 1997, 205(2): 447-452.
- [11] 赵力, 郎志瑾, 伍建林, 等. 多层螺旋 CT 在肺动脉栓塞诊断中的应用价值 [J]. *中华放射学杂志*, 2003, 37(4): 307-310.
- [12] Ghaye B, Szapiro D, Mastora I, et al. Peripheral pulmonary arteries: how far in the lung does multi-detector row spiral CT allow analysis [J]. *Radiology*, 2001, 219(2): 629-636.
- [13] Schoepf UJ, Holzknecht N, Helmlinger TK, et al. Subsegmental pulmonary emboli: improved detection with thin-collimation multi-detector row spiral CT [J]. *Radiology*, 2002, 222(2): 483-490.
- [14] Goodman LR, Lipchik RJ, Kuzo RS, et al. Subsegment pulmonary embolism: risk after a negative helical CT pulmonary angiography-prospective comparison with scintigraphy [J]. *Radiology*, 2000, 215(2): 535-542.
- [15] 谭群友, 赵绍宏, 王芳泽, 等. 螺旋 CT 血管造影判断肺癌与中央肺动静脉的关系 [J]. *中华放射学杂志*, 2000, 34(11): 742-745.
- [16] 白红利, 朱培菊, 缪竟陶, 等. 螺旋 CT 肺血管成像的临床应用评价 [J]. *中华放射学杂志*, 2001, 35(8): 609-612.
- [17] Kawamoto S, Johnson PT, Fishman EK. Three-dimensional CT angiography of the thorax: clinical applications [J]. *Semin Ultrasound CT MRI*, 1998, 19(5): 425-438.
- [18] 黎庶, 朱玉森, 王强, 等. 多层螺旋 CT 三维血管造影在肺动静脉畸形诊断中的应用价值 [J]. *中华放射学杂志*, 2002, 36(9): 847-848.
- [19] White RL, Pollak JS, Wirth JA, et al. Pulmonary arteriovenous malformations: diagnosis and transcatheter embolotherapy [J]. *J Vasc Interv Radiol*, 1996, 7(5): 787-804.
- [20] Amitai M, Konen E, Rozenman J, et al. Preoperative evaluation of pulmonary sequestration by helical CT angiography [J]. *AJR*, 1996, 167(5): 1069-1070.
- [21] Franco J, Aliaga R, Domingo ML, et al. Diagnosis of pulmonary sequestration by spiral CT angiography [J]. *Thorax*, 1998, 53(12): 1089-1092.

(收稿日期: 2003-05-13 修回日期: 2003-06-10)

书 讯

由郭俊渊教授任名誉主编,唐秉航主任医师主编,戴建平教授作序的《多层螺旋 CT 原理和临床应用》近期已由电子科技大学出版社出版。该书为国内第一本讲述多层螺旋 CT 原理和临床应用的专业书籍。全书 50 多万字,分为多层螺旋 CT 基本知识,头颈部、胸部、腹部和盆腔、脊柱、骨关节和肌肉,以及 CT 血管成像和第二代 PACS 系统与临床应用等章节。在介绍技术原理时,为方便理解,将多层螺旋 CT 与单螺旋 CT 作比较,重点介绍了与成像关系密切的技术参数和原理,并附有线图 20 余幅。各章节立足于临床需求和诊断需要,合理选择扫描参数,制定扫描方案,充分体现多层螺旋 CT 技术优势,各种后处理技术在人体各部位的应用及临床评价。多层螺旋 CT 带来的一些新的技术和进展,例如 CT 脑灌注成像、脏器多时相扫描、病灶容积测量、CT 泌尿系造影等,编撰者结合自己的临床实践,作了初步介绍。本书最后一章,对第二代 PACS 系统及其应用作了简要介绍。

该书为大 16 开精装本,全彩色,附近 800 幅精选 CT 图,其中多数为清晰的重建彩色图片,定价 160 元。需购者请联系:528403 广东省中山市人民医院 CT 室 唐秉航,电话:0760-8823566 23107; 610054 电子科技大学出版社 发行部,电话:028-83201495, 028-83256027。

(唐秉航)