

多层螺旋 CT 胸部增强扫描的优化选择

赵振军 梁长虹 谢淑飞 张忠林 何晖 茹光藤

【摘要】 目的: 探讨多层螺旋 CT 胸部增强扫描最佳的对比剂注射流率和扫描方式。方法: 80 例 CT 胸部增强扫描随机分为 4 组, 每组 20 例。组 1、2、3、4 注射流率分别为 3.5 ml/s、3.5 ml/s、4.0 ml/s、4.0 ml/s; 组 1、3 从肺尖向膈肌扫描; 组 2、4 为膈肌向肺尖扫描。对比剂 300 mg I/ml, 总量 80 ml。扫描延迟 18 s, 平均扫描时间 11.4 s。扫描范围平均 200 mm。评价主动脉和肺动脉增强 CT 值、上腔静脉伪影和患者不舒适感。结果: 各组大血管强化 CT 值均数在 250 HU 以上。3.5 ml/s 组和 4 ml/s 组, 以及 2 种不同的扫描方向, 其大血管总体增强程度均无显著性差异 ($P > 0.05$)。上腔静脉伪影以从膈肌向肺尖扫描者为少 ($P < 0.05$)。对比剂注射流率增加, 伪影亦增加 ($P < 0.05$)。组 1 和组 2, 患者均无不良反应; 组 3 和组 4, 各有 1 例患者诉注射局部不舒适感。结论: 以 3.5 ml/s 注射流率从膈肌向肺尖部扫描, 是多排螺旋 CT 胸部增强扫描较好的扫描方式。

【关键词】 肺; 体层摄影术; X 线计算机; 扫描方式

【中图分类号】 R814.42; R816.4 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2003)03-0182-03

The optimization of enhancement on chest with multi-slice CT ZHAO Zhenjun, LIANG Changhong, XIE Shufei, et al. Department of Radiology, Guangdong Provincial People's Hospital, Guangzhou 510080

【Abstract】 Objective: To investigate the optimal parameters of injection rate and enhancement scanning mode. **Methods:** Eighty patients with chest CT were divided into 4 groups randomly (20 patients in each group). In group 1 and 3, the scanning was performed from the apex to the diaphragm at a rate of 3.5 ml/s and 4 ml/s respectively. In group 2 and 4, the scanning direction was opposite to the group 1 and 3 at the same injected rate as group 1 and 3 respectively. CT attenuation values of aorta and pulmonary artery enhanced were measured. The followings were observed as the artifacts in superior vena cava and the side effects produced by contrast medium used. **Results:** The enhanced degree of great vessels was not significantly different between the groups with the various injection rates or scanning directions. The artifacts in SVC were less in the scanning direction from the dome of the diaphragm to the apex ($P < 0.05$). The higher the injection rate, the more the artifacts ($P < 0.05$). Side effects appeared in only one case respectively in group 3 and 4 while no side effects occurred in group 1 and 2. **Conclusion:** It is a better contrast enhancing mode of chest spiral CT to scan from the dome of the diaphragm to the apex at a rate of 3.5 ml/s.

【Key words】 Lung; Tomography; X-ray computed; Scanning mode

胸部增强 CT 扫描是许多肺部疾病诊断的一种重要方法, 其价值已得到公认。然而在众多文献的报道中, 所采用的对比剂注射流率各不相同, 从 1.5~5 ml/s 不等^[1-5], 对最佳注射技术目前尚无统一方案。实践过程中我们注意到对比剂注射流率太低影响病灶的强化, 太高又会增加患者的不适, 同时也加大对对比剂所产生的伪影。如何优化对比剂的注射流率, 使得既能达到最好的增强效应, 又能有效地减少对比剂所产生的伪影和患者的不适, 是目前需要解决的问题。

鉴于目前多倾向于选择 300 mg I/ml 的对比剂浓度, 3~4 ml/s 的注射流率^[6-10], 并且考虑到多层螺旋 CT 扫描速度快 (完成 1 次胸部扫描平均 11.4 s), 要求在较短的扫描时间内, 血管内的对比剂浓度达到较高的水平, 以使血管和病灶得到较高的对比剂灌注, 同时也兼顾到患者的耐受性, 所以我们选择较高的对比剂注射流率, 对 3.5 ml/s 和 4 ml/s 两组注射流率进行比较研究, 重点观察胸部大血管强化的程度、对比剂产生的伪

影以及副作用的发生率。此外, 我们还比较 2 种不同方向的扫描方式以了解其对减少对比剂伪影的作用。当然, 不同的对比剂浓度, 对血管的强化和产生的伪影亦有所不同, 只是目前多数医院习惯于用 300 mg I/ml 进行胸部增强扫描, 故本文对对比剂浓度产生的影响暂不作讨论。

材料与方法

将 2001 年 11 月~2002 年 3 月在我院进行胸部多层螺旋 CT 增强扫描的病例 (无广泛间质纤维化、肺部病灶 < 3 cm) 80 例, 随机按时期分为 4 组, 每组均 20 例。组 1 采用 3.5 ml/s 注射流率, 从肺尖向膈肌扫描, 男 13 例, 女 7 例, 年龄 32~81 岁, 平均 60 岁; 组 2 为 3.5 ml/s 注射流率, 从膈肌向肺尖扫描, 男 16 例, 女 4 例, 年龄 38~74 岁, 平均 52 岁; 组 3 为 4 ml/s 注射流率, 肺尖向膈肌扫描, 男 11 例, 女 9 例, 年龄 48~71 岁, 平均 59 岁; 组 4 为 4 ml/s 注射流率, 膈肌向肺尖扫描, 男 14 例, 女 6 例, 年龄 23~69 岁, 平均 55 岁。

作者单位: 510080 广州, 广东省人民医院放射科

作者简介: 赵振军 (1962~), 男, 辽宁人, 副主任医师, 主要从事胸部影像诊断工作。

扫描机器采用美国 GE 公司 Lightspeed Qx/i Extra 型 8 排探测器螺旋 CT。层厚 5mm, 重建间距 5mm, 扫描时间 0.5s/圈, 螺距 0.875, 床速为 8.75mm/圈。扫描条件 120KV, 250~300mA。扫描总曝光时间为 9~14s, 平均 11.4s。扫描覆盖范围 157~245mm, 平均 200mm。

对比剂采用欧乃派克(Omnipaque 300) 或优维显(Ultravist 300), 300mg I/ml, 用高压注射器经前臂浅静脉注射, 注射总量均为 80ml, 扫描延迟时间为 18s。增强扫描结束后, 由专人立即记录患者的不良反应情况(不适感和注射部位疼痛等)。

评定项目: 主动脉和肺动脉的增强 CT 值、上腔静脉伪影和患者的不适感。主动脉和肺动脉的增强 CT 值测量采用圆形测量区, 测量直径为相应动脉直径的 2/3。测量和观察层面选用主肺动脉干层面, 因为该层面可同时观察主肺动脉、上腔静脉及降主动脉。上腔静脉伪影由 2 名医师分别独立观察, 伪影分为无、可疑、有三个等级; 观察结果有不统一者, 协商解决。

结 果

各组主、肺动脉强化值以及上腔静脉伪影和不良反应例数统计见表 1。

表 1 各组主、肺动脉强化值以及上腔静脉伪影和不良反应例数统计

	主动脉 CT 值 (HU)		肺动脉 CT 值 (HU)		上腔静脉伪影例数		不良反应例数	
	强化值	均数	强化值	均数	无	可疑	有	阳性 %
组 1	212~310	254±43	217~302	257±35	5	10	5	75
组 2	215~324	279±42	187~314	262±56	16	3	1	20
组 3	210~322	284±46	219~326	253±42	2	10	8	90
组 4	218~340	259±44	215~327	270±46	10	4	6	50

* 上腔静脉伪影阳性% = 可疑和有伪影例数的总和/每组总例数
两独立样本 t 检验统计学分析, 组 1 和组 2, 组 3 和组 4 主

组主动脉 t 值分别为 -1.000 和 0.965, 肺动脉为 -0.210 和 -0.653, P 值均>0.05。即无论是 3.5ml/s 还是 4ml/s 的注射流率, 扫描方向的改变均不影响血管的强化程度。组 1 和组 3, 组 2 和组 4 主动脉之间和肺动脉之间增强后的 CT 值差别无统计学意义, 两组主动脉的 t 值为 -1.088 和 0.852, 肺动脉为 0.138 和 -0.296, P 值均>0.05。即在扫描方向相同的情况下, 3.5ml/s 和 4ml/s 的注射流率, 其对肺大血管的强化程度无显著性差异。

上腔静脉伪影结果用 χ^2 检验。组 1 和组 2 比较: 组 1 (图 1), 上腔静脉可疑和有伪影 15 例 (15/20), 组 2 (图 2) 仅 4 例 (4/20), $\chi^2=12.13, P<0.05$ 。组 3 和组 4 比较: 组 3 (图 3), 上腔静脉可疑和有伪影 18 例 (18/20), 组 4 (图 4) 为 10 例 (10/20), $\chi^2=7.62, P<0.05$ 。以上两组说明, 相同的注射流率, 不管是 3.5ml/s 还是 4ml/s 组, 扫描方向不同, 产生伪影数量也不同, 以从肺尖向膈肌部扫描组为多, 两者间有显著性差异。将产生较多伪影(从肺尖向膈肌部扫描)的组 1 和组 3 比较, $\chi^2=1.56, P>0.05$, 说明此时不同的注射流率, 两者间产生的伪影数量无显著性差异。组 2 和组 4 比较, $\chi^2=4, P<0.05$, 说明在对对比剂伪影较少的扫描方式, 即从膈肌向肺尖部扫描中, 不同的注射流率, 对比剂产生的伪影数量有显著性差异, 注射流率越大, 产生的伪影越多。

注射对比剂产生的不良反应: 在 3.5ml/s 的注射流率的两组中, 患者均无不良反应; 在 4ml/s 注射流率的两组中, 各有 1 例患者诉注射局部不适感, $\chi^2=1.026, P>0.05$ 。提示不同注射流率的两组间不良反应的发生率无显著性差异。

讨 论

多排螺旋 CT 的使用, 极大地缩短了扫描时间, 减少了运动伪影, 有利于小血管的显示。由于扫描时间缩短, 要想达到理想的增强效果, 病灶或血管内就要有较高的对比剂灌注, 这

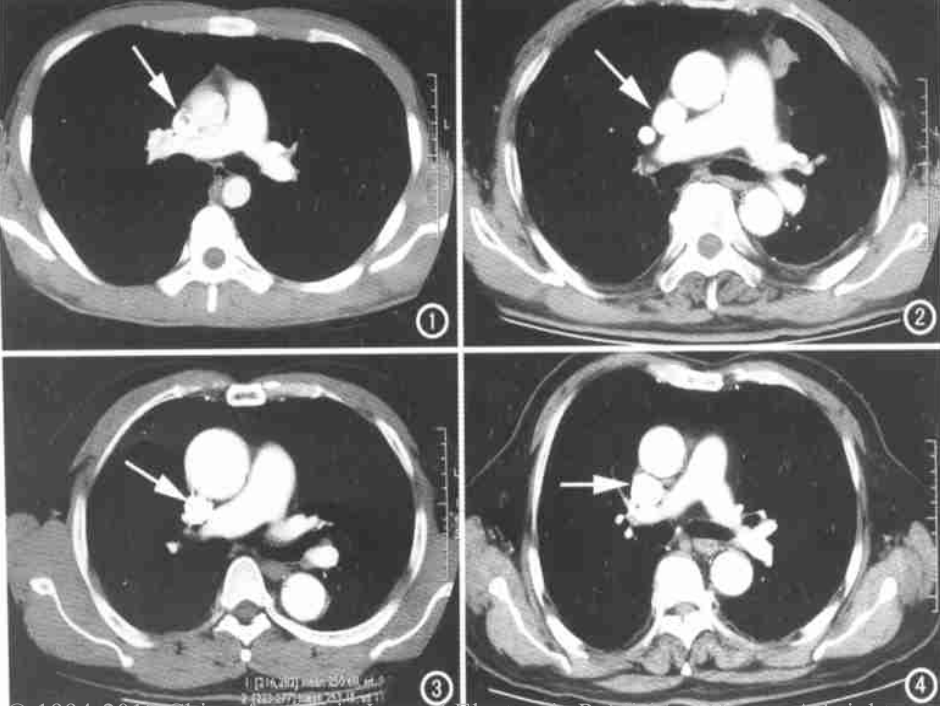


图 1 3.5ml/s 对比剂注射流率, 从肺尖向膈肌扫描。大血管强化良好, 上腔静脉伪影明显, 可见无对比剂的血液所产生的充盈缺损(箭)。
图 2 3.5ml/s 对比剂注射流率, 从膈肌向肺尖扫描。大血管强化良好, 上腔静脉无明显伪影(箭)。
图 3 4ml/s 对比剂注射流率, 从肺尖向膈肌扫描。大血管强化良好, 上腔静脉伪影明显, 呈放射状(箭)。
图 4 4ml/s 对比剂注射流率, 从膈肌向肺尖扫描。大血管强化良好, 上腔静脉可疑伪影(箭)。

就要求使用较高的对比剂注射流率。Storto^[11]的研究表明,每秒种进入体内的碘剂量越大,纵隔血管强化越好。然而,较大的对比剂注射流率,也会产生一些不良的影响,如增加注射时的副反应,产生上腔静脉伪影等,影响对其周围病灶的观察和增强程度的测量,同时对三维重建也产生一定的影响。选择的原则当然是在增强满意的基础上,选用较低的对比剂注射流率。本研究中,3.5ml/s 和 4ml/s 各组,胸部大血管强化平均值都达到 250HU 以上,说明大血管的强化相当满意,为多排螺旋 CT 对肺部血管的显示和病灶的强化奠定了良好的基础。

在比较性研究中,3.5ml/s 组和 4ml/s 组,大血管总体增强程度无显著性差异($P > 0.05$),说明大血管对比剂浓度达到一定程度后,少量对比剂注射流率的增加,并不会明显改变大血管强化的程度。我们估计,可能是由于肺动脉和主动脉内的对比剂,已受到来自除注射静脉外其他无对比剂的血液在右心房的稀释所致。故采取 4ml/s 的注射流率,在一般胸部 CT 增强扫描中的意义似乎并不大。

上腔静脉对比剂伪影的产生,一方面与对比剂注射的流率有关,另一方面与机器扫描时,对比剂在血管内是否流动有关,即所谓的流动伪影。M. Remy-Jardin^[12]等的对比研究显示,用 300mg I/ml 注射,当扫描方向从肺尖向下扫描时,发生上腔静脉条状伪影的比率高达 86%,与我们的 75% 和 90% 接近。然而,经过改变扫描方向,伪影就得到明显改善(20% 和 50%)。

在组 2 和组 4 的比较中,我们发现,对比剂注射流率增加,伪影也相应增加,两者间的差别有统计学意义($P < 0.05$)。但是在对组 1 和组 3 的比较性研究中,发现两者间的差别却无统计学意义($P > 0.05$),这说明对比剂的流动伪影,对上腔静脉伪影的产生起主要作用,此时,对比剂注射流率的轻度增加,对伪影的增加仅起次要作用。

由于我们使用的对比剂总量为 80ml,若以 3.5ml/s 的注射流率计算,全部注射完约需 23s,以 4ml/s 计算,注射完需 20s,考虑到扫描延迟时间为 18s,故从肺尖向膈肌的扫描中,所扫描的上腔静脉内,不可避免地存在着对比剂按注射的流率进行流动的现象,很容易产生流动伪影。这一点可以从组 1 和组 2、组 3 和组 4 之间上腔静脉的伪影有明显差异中得到证实。虽然我们所选用的总扫描时间为 9~14s,也就是说从膈肌向肺尖的扫描方式中,在后面几秒的扫描时间里血管内已停止注射对比剂,但是经比较两种不同方向的扫描方式(组 1 和组 3、组 2 和组 4),其肺动脉和主动脉的强化程度并无统计上的差异($P > 0.05$),这可能与右心房、右心室对注射的对比剂浓度起到缓冲作用有关。然而从膈肌向肺尖的扫描方式中,在扫描上腔静脉时,其内已无明显流动的对比剂(残存在血管内的对比剂与血液流动同步),使得该扫描方式伪影较少,所以组 1 和组 2、组 3 和组 4 间上腔静脉伪影的差别有明显的统计学意义

($P < 0.05$)。

不同注射流率对患者不良反应的影响。本研究中尽管 4ml/s 的注射流率组中均出现 1 例注射时不适感,在 3.5ml/s 组中没有出现,但在统计学上却显示不出两组间的差别,估计可能是由于病例太少的缘故。一般说来,对比剂注射流率越低,患者注射时的不适感会越小,故在相同的情况下,应尽可能选择较低的注射流率。

结 论

以 3.5ml/s 的注射流率,采取从膈肌向肺尖部扫描,是多排螺旋 CT 胸部增强扫描较好的扫描方式。该方法既能减少对比剂所产生的伪影,患者又有较少的不良反应,同时又能较好地达到增强效果。

参考文献

- 1 Martine RJ, Remy J, Artaud D, et al. Peripheral pulmonary arteries: optimization of the spiral CT acquisition protocol [J]. Radiology, 1997, 204(1): 157-163.
- 2 Swensen SJ, Viggiano RW, Midthun DE, et al. Lung nodule enhancement at CT: multicenter study [J]. Radiology, 2000, 214(1): 73-80.
- 3 Loud PA, Katz DS, Bruce DA, et al. deep venous thrombosis with suspected pulmonary embolism: Detection with combined CT venography and pulmonary angiography [J]. Radiology, 2001, 219(2): 498-502.
- 4 王春泉, 朱珊珊, 邱运荣. 动态 CT 对肺内孤立性结节诊断价值的探讨 [J]. 实用放射学杂志, 1999, 15(4): 224-227.
- 5 谢汝明, 马大庆, 李铁一, 等. 肺内球形结核 CT 增强特征及其临床意义 [J]. 中华放射学杂志, 2001, 35(9): 651-654.
- 6 Zhang MM, Kono M. Solitary pulmonary nodules: evaluation of blood flow patterns with dynamic CT [J]. Radiology, 1997, 205(2): 471-478.
- 7 Ferretti GR, Bosson JL, Buffaz PD, et al. Acute pulmonary embolism: role of helical CT in 164 patients with intermediate probability at ventilation-perfusion scintigraphy and normal results at duplex US of the legs [J]. Radiology, 1997, 205(2): 453-458.
- 8 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(3): 629-636.
- 9 强金伟, 吉学生, 廖治河. 小剂量对比剂技术在胸部螺旋 CT 的应用价值 [J]. 临床放射学杂志, 2000, 19(2): 83-85.
- 10 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脉的关系 [J]. 中华放射学杂志, 2000, 34(11): 742-745.
- 11 Storto ML, Ciccotosto C, Patea RL, et al. Spiral CT of the mediastinum: optimization of contrast medium use [J]. Eur J Radiol, 1994, 18(3): 583-587.
- 12 刘士远, 李惠民, 董伟华. 胸部螺旋 CT [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2001. 58-62.

(2002-06-18 收稿 2002-07-22 修回)

启 示 我部装订了少量 2002 年合订本, 如有需要者可向我部邮购。汇款者请务必写清邮购地址。欲购从速!

(《放射学实践》编辑部)