

• CT 低剂量影像学专题 •

三期团注法对比剂注射方案在肺动脉 CTA 检查中的应用研究

崔晨, 刘建新, 王霄英, 杨俊哲, 郭小超

【摘要】 目的:探讨 MSCT 肺动脉成像三期对比剂注射方案对于降低对比剂用量及提高检查成功率的可行性。

方法:搜集在我院行肺动脉 CTA 检查的 63 例连续患者。将 63 例患者分成两组(三期组和两期组),三期组(30 例)采用优化的对比剂注射方案,第一期注射混合液(对比剂占 10%,生理盐水占 90%),流率 5 mL/s,总量 25 mL;第二期注射对比剂,流率 5 mL/s,总量 0.2~2.5 mL/kg 体重;第三期注射生理盐水,流率 5 mL/s,总量 20 mL。二期组(33 例)采用传统对比剂注射方案,第一期注射对比剂 20 mL,第二期生理盐水 30 mL,流率均为 5.5 mL/s。分别测量肺动脉主干、左右肺动脉干、肺叶动脉、肺段动脉、肺亚段动脉、左右肺动脉分叉层面上腔静脉、主肺静脉及升主动脉的 CT 值。记录两组患者的对比剂用量。**结果:**两组患者肺动脉主干、上腔静脉及主动脉 CT 值比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。对比剂平均用量三期组为(10.73±1.72) mL,二期组为 20 mL,三期组较二期组减少 46%,差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论:**与传统双期注射方案比较,优化的三期对比剂注射方案可提高肺动脉 CTA 的检查成功率,同时降低对比剂用量。

【关键词】 体层摄影术, X 线计算机; 肺动脉; 图像处理, 计算机辅助**【中图分类号】** R543.2; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)05-0493-03

Application of optimized contrast agent injection in CT pulmonary angiography CUI Chen, LIU Jian-xin, WANG Xiao-ying, et al, Department of Radiology, Peking University First Hospital, Beijing 100034, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore the feasibility of optimized three-phases contrast agent injection in CT pulmonary angiography (CTPA) for reducing the amount of contrast agent and improving the examination success rate. **Methods:** Sixty-three patients (from Apr. 2011 to Aug. 2011) undergone CTPA were included in this study and randomly divided into two groups. Group A: three-phases injection, 30 patients. Phase I: 10% contrast agent and 90% saline, 5mL/s, 25mL; phase II: contrast agent 5mL/s, total amount equal to body weight (kg) × 0.2~2.5; Phase III: saline, 5mL/s, 20mL. Group B dual-phases injection, 33 patients. Phase I: contrast agent 20mL; phase II: saline 30mL. Injection rate was 5.5mL/s. CT value of pulmonary trunk (PT), left/right pulmonary artery (L/RPA), lobar/segmental/subsegmental pulmonary artery, superior vena cava (SVC) at pulmonary artery bifurcation level, main pulmonary vein (MPV) and ascending aorta (AS) were measured. The amount of contrast agents of the two groups were compared. **Results:** There was significant difference in CT value of PT, SVC and AS of the two groups ($P < 0.05$). The amount of contrast agents were 10.73mL in group A versus 20mL in group B, representing a decrease of 46%. **Conclusion:** Compared with traditional dual-phases injection, optimized three-phases contrast agent injection can improve the success rate of CTPA examination and reduce the amount of contrast agent.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Pulmonary artery; Image processing, computer-assisted

肺动脉 CTA 在诊断肺动脉病变中具有较高的敏感度和特异度^[1-2],已经广泛应用于临床。由于肺动脉循环快,成像时间窗窄,延迟时间受心功能及个体差异影响较大,延迟时间不易把握,对比剂智能触发技术操作简单,已广泛应用于临床。本研究通过优化对比剂注射方案,旨在探讨在降低对比剂用量的同时,提高肺动脉 CTA 检查成功率的可行性。

材料与方法

1. 扫描方法

搜集 2011 年 4 月—8 月在我院行肺动脉 CTA 检查的 63 例连续患者。CT 扫描采用飞利浦 Brilliance 64 排螺旋 CT 机,63 例患者均采用对比剂智能跟踪触

发技术,兴趣区设置于气管分叉处,阈值 75 HU,触发后启动扫描时间为 4.6 s。扫描范围从主动脉弓上 1 cm 至隔顶。扫描参数:64 × 0.625 通道,层厚 0.9 mm,层间距 0.8 mm,转速 0.4 r/s,探测器宽度 4 cm,矩阵 512 × 512,管电压 120 kV,管电流 210 mAs,螺距 1.173。

2. 对比剂注射方案

对比剂为非离子型碘对比剂,浓度 370 mg I/mL。采用双筒机械高压注射器,具有双流功能,采用 20G 套管针经肘正中静脉注入对比剂。根据对比剂注射方案的不同将 63 例患者分为两组,三期组(30 例)采用优化后的对比剂注射方案(分三期注射):第一期注射混合液(对比剂占 10%,生理盐水占 90%),流率 5 mL/s,总量 25 mL,使兴趣区达到阈值,启动增强扫描程序。混合液进入肺动脉时,触发后启动时间为 4.8~5.0s,混合液注射完毕为 5s,与对比剂注入时间相

作者单位:100034 北京,北京大学第一医院医学影像科

作者简介:崔晨(1987—),女,北京人,技师,主要从事 CT 检查及辅助科研工作。

通讯作者:郭小超, E-mail: guoxiaochao1985@163.com

吻合;第二期注射对比剂,流率 5 mL/s,剂量为 0.2~2.5 mL/kg 体重,完成靶血管成像;第三期注射生理盐水,流率 5 mL/s,总量 20 mL,冲洗连接导管及血管末端的对比剂,进一步提高对比剂的利用率。二期组(33例)采用传统注射方法,第一期注射对比剂 20 mL,第二期注射生理盐水 30 mL,注射流率均为 5.5 mL/s。在两种对比剂注射方案中,各期均按设定顺序由高压注射器自动连续进行,中间没有时间间隔,同时记录对比剂使用总量。

3. 重建方法

将获得的容积数据重建为层厚 0.9 mm、层间距 0.8 mm 的轴面图像,同时利用 MIP 及 CPR 技术对图像进行重组。

在重建的图像上分别测量和记录动脉与静脉管腔内的 CT 值。分别测量各段血管管腔的起始端、末端及中点的 CT 值,将三者的平均值作为该段血管管腔的 CT 值。测量如下血管:肺动脉主干及各级分支(左右肺动脉为第一级分支,叶动脉为第二级分支,肺段动脉为第三级分支,肺亚段动脉为第四级分支)、肺动脉层面的上腔静脉、主肺静脉及升主动脉。圆形兴趣区置于血管管腔中央,同时避开钙化、栓子、狭窄等区域以保证 CT 值测量的准确性。

4. 统计学分析

使用 SPSS 13.0 软件进行统计学分析,采用独立样本 *t* 检验对两组患者肺动脉主干及各级肺动脉分支、上腔静脉、主肺静脉及主动脉 CT 值进行比较,以

$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结果

1. 两组患者的一般资料

三期组和二期组患者的基本临床资料见表 1,两组患者身高、体重及 BMI 比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。对比剂平均用量:三期组为(10.73 ± 1.72) mL,二期组为 20 mL,三期组比二期组减少 46%,差异有统计学意义($P < 0.05$)。

表 1 两组患者临床资料比较

指标	三期组	二期组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
男:女	18:12	13:20	—	—
身高(cm)	164.53 ± 9.14	167.67 ± 7.53	-1.491	0.14
体重(kg)	65.43 ± 10.28	63.97 ± 12.76	0.498	0.62
BMI(kg/m ²)	24.15 ± 3.07	22.63 ± 3.46	1.830	0.07
对比剂用量(mL)	10.73 ± 1.72	20.00	-30.960	<0.01

2. 两组血管的 CT 值

三期组和二期组图像中,各大血管的平均 CT 值见表 2。两组肺动脉主干、上腔静脉及主动脉 CT 值比较差异有统计学意义($P < 0.05$),其余各级血管两组 CT 值差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

表 2 各大血管的 CT 值比较 (HU)

测量血管	三期组	二期组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
肺动脉主干	309.13 ± 43.95	357.93 ± 123.52	2.05	0.045
一级分支	309.15 ± 47.66	354.07 ± 126.15	1.83	0.072
二级分支	322.19 ± 47.47	340.35 ± 139.44	0.68	0.501
三级分支	318.58 ± 45.92	324.90 ± 130.98	0.25	0.803
四级分支	298.42 ± 41.48	281.07 ± 119.51	-0.75	0.45
上腔静脉	257.00 ± 113.31	581.80 ± 451.42	3.83	<0.01
主肺静脉	116.55 ± 48.24	115.93 ± 71.33	-0.04	0.968
主动脉	99.03 ± 35.75	71.99 ± 39.60	2.834	0.006

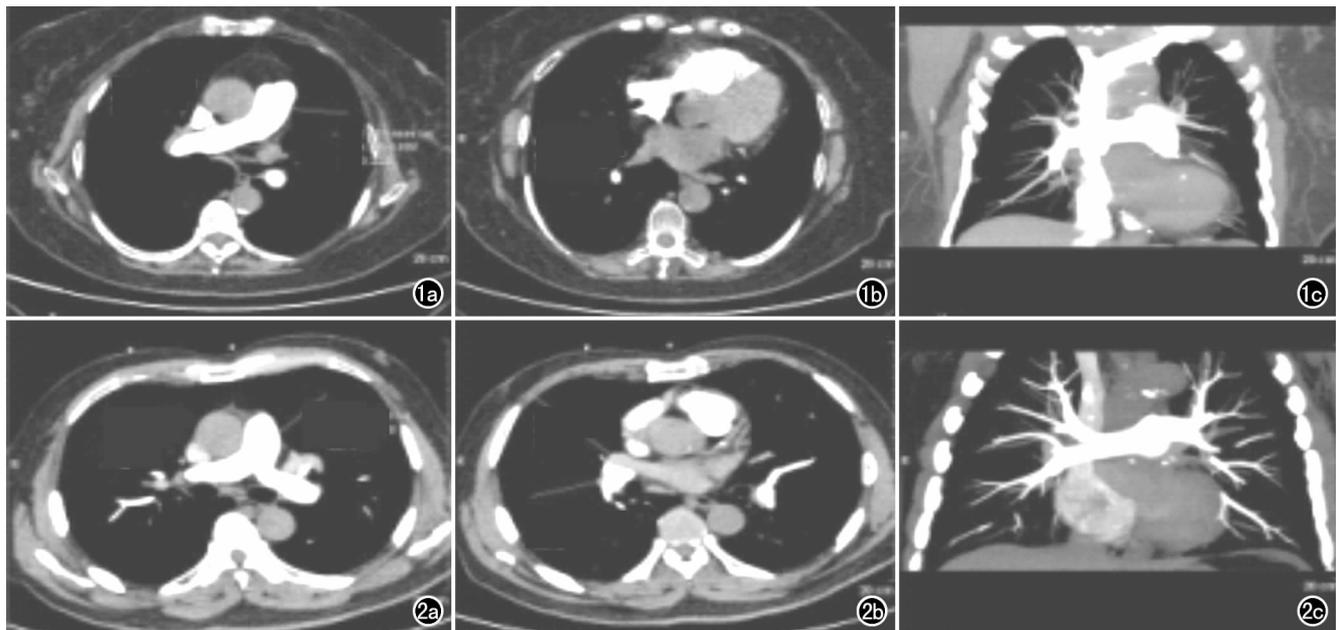


图 1 传统注射方法 CT 图像。a) 上腔静脉 CT 值 1548 HU,同层面肺动脉 CT 值 326 HU; b) 肺段动脉 CT 值 352 HU,同层静脉 80 HU; c) MIP 图像示上腔静脉影响肺动脉的显示。图 2 优化对比剂注射方案 CT 图像。a) 上腔静脉 CT 值 186 HU,同层面肺动脉 CT 值 320 HU; b) 肺段动脉 CT 值 360 HU,同层静脉 CT 值 109 HU; c) MIP 图像示上腔静脉对肺动脉不产生影响。

讨 论

本文通过回顾性分析行肺动脉 CTA 检查的 63 例患者的临床及影像资料,对图像进行系统研究分析得出以下结论:使用对比剂触发技术成功率较高,虽然肺动脉成像所用 20 mL 对比剂已经相当少,但是肺动脉成像的同时,上腔静脉内仍存有高浓度对比剂,对肺动脉尤其是右上肺动脉的观察造成一定影响。笔者认为上腔静脉成像可以说明三点:①延迟时间不准确;②触发位置选择不理想;③对比剂注射总量过多。根据以上结论,通过优化对比剂注射方案,使上腔静脉存有的大量对比剂浓度进一步降低。改变触发点的位置,可提高肺动脉 CTA 检查的成功率,进一步降低对比剂的用量。

由于对比剂用量少且通过肺动脉的时间窗较窄,延迟时间掌握不准确,很容易造成肺静脉污染,对肺动脉的观察有一定的影响。随着 MSCT 的不断更新,国内外有关肺动脉 CTA 的报道逐渐增多^[4-6],相关学者对如何把握准确的延迟时间进行了研究,如对比剂注射速率、总量的改变及不同的扫描方向等^[7-8]。总之,绝大多数学者认为,肺动脉成像的关键问题是如何把握最佳的扫描时间,而忽视了对比剂注射方案的因素。

有些学者采用时间-密度曲线测定延迟时间,但增加了扫描和对比剂注射次数,操作较繁琐,同时上腔静脉存有大量高浓度对比剂。使用对比剂智能触发技术,虽然操作简单,但受各种因素的影响,如兴趣区的位置设定、从注射对比剂开始到达阈值所需时间个体差异很大、触发后启动时间如何掌握等,最关键的因素是患者的心功能是否正常,直接导致检查的成败。无论采用何种扫描方法进行肺动脉 CTA 成像时,上腔静脉往往会滞留一定量高浓度对比剂,从而产生硬化伪影,对肺动脉的观察造成影响。本研究采用优化对比剂注射方案,所得肺动脉 CTA 图像上腔静脉的 CT 值为 100~450 HU,而肺静脉 CT 值为 150 HU 左右,说明所注射的对比剂全部用于肺动脉血管的成像,未造成对比剂的浪费。

多数研究者以肺动脉主干为触发点,由于触发后有启动时间直接导致肺静脉成像,以上腔静脉及头臂干静脉为触发点^[9-10],虽然静脉不成像但是受心功能影响较大,容易造成检查失败。通过优化后的对比剂

注射方案,肺动脉主干为触发点时,第一期注射混合液对比剂浓度低,起到达阈值触发扫描的作用,同时注射 25 mL 混合液所用时间抵消触发后启动扫描的时间,对比剂到达时开始扫描,先期混合液进入肺静脉 CT 值为 80 HU 左右,对肺动脉的观察不会造成影响,提高了检查的成功率。

通过本研究可以证实,与传统双期对比剂注射方案相比,三期对比剂注射方案 CT 肺动脉成像在保证肺动脉成像质量的同时,可以明显减轻上腔静脉高浓度对比剂硬化伪影,并且降低对比剂用量。

参考文献:

- [1] Weiss CR, Scatarige JC, Diette GB, et al. CT pulmonary angiography is the firstline imaging test for acute pulmonary embolism: a survey of US clinicians[J]. Acad Radiol, 2006, 13(4): 434-436.
- [2] Stein PD, Fowler SE, Goodman R, et al. Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism[J]. N Engl J Med, 2006, 354(22): 2317-2327.
- [3] Bae KT, Mody GN, Balfe DM, et al. CT depiction of pulmonary emboli: display window settings[J]. Radiology, 2005, 236(2): 677-684.
- [4] Das M, Mahnken AH, Muhlenbruch G, et al. Individually adapted examination protocols for reduction of radiation exposure for 16-MDCT chest examinations[J]. AJR, 2005, 184(5): 1437-1443.
- [5] Heyer CM, Mohr PS, Lemburg SP, et al. Image quality and radiation exposure at pulmonary CT angiography with 100 or 120kVp protocol: prospective randomized study[J]. Radiology, 2007, 245(2): 577-583.
- [6] Leschka S, Scheffel H, Desbiolles L, et al. Image quality and reconstruction intervals of dual-source CT coronary angiography: recommendations for ECG-Pulsing windowing[J]. Invest Radiol, 2007, 42(8): 543-549.
- [7] Macari M, Lsrael GM, Berman P, et al. Infrarenal abdominal aortic aneurysms at multi-detector row CT angiography: intravascular enhancement without a timing acquisition[J]. Radiology, 2001, 220(2): 519-523.
- [8] 蔡欣, 邓宇. 多层螺旋 CT 在肺栓塞诊断中的应用[J]. 中国医学影像技术, 2005, 21(4): 562-564.
- [9] 刘建新, 刘剑, 王霄英, 等. 对比剂智能跟踪与预实验肺动脉 MSCT 成像的对比研究[J]. 放射学实践, 2008, 23(12): 1380-1382.
- [10] 周运锋, 史河水, 吴爱兰, 等. MSCT 肺动脉血管成像触发点位置及后处理技术[J]. 中国医学影像技术, 2010, 26(8): 1561-1564.
- [11] 刘建新, 孙红霞, 唐光健, 等. 多层螺旋 CT 低剂量对比剂肺动脉成像[J]. 中国医学影像技术, 2006, 22(7): 1012-1014.

(收稿日期:2013-01-31 修回日期:2013-02-18)