

肺动脉 CT 成像的技术优化及其临床价值

吴晶晶, 普福顺, 罗家滨
(红河州第一人民医院放射科, 云南 蒙自 661199)

[摘要] **目的** 比较经验延迟法、上腔静脉跟踪触发技术、肺动脉干跟踪触发技术的肺动脉成像效果及诊断结果, 探讨最优的肺动脉血管成像技术. **方法** 选择 2011 年 4 月至 2014 年 8 月在疑似肺动脉栓塞的患者 76 例行肺动脉 CT 血管成像检查. 按检查顺序分为: 经验延迟组 (I 组) 22 例; 上腔静脉跟踪触发组 (II 组) 34 例; 肺动脉干跟踪触发组 (III 组) 20 例. 对 3 组的肺动脉干、亚段肺动脉、肺静脉、肺动静脉差值、主动脉、CNR、图像质量评分、上腔静脉伪影及诊断阳性率进行对比分析. **结果** 肺动脉干 CT 值: III 组 > I 组 > II 组, 差异有统计学意义 ($F=6.839$, $P=0.002$); CNR 值: III 组明显高于 I 组和 II 组, 差异有统计学意义 ($F=5.4$, $P=0.007$), 但 I 组和 II 组的 CNR 值差异无统计学意义 ($P>0.05$). 3 组亚段肺动脉、肺静脉、肺动静脉差值、主动脉、图像质量评分、上腔静脉伪影及诊断阳性率的比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$). **结论** 3 种扫描方案均能得到满足诊断的肺动脉图像, 但肺动脉触发技术可在不增加对比剂总量的情况下, 获得比经验延迟法和上腔静脉触发技术更优质的肺动脉图像.

[关键词] 体层摄影术; X 线计算机; 肺动脉血管成像

[中图分类号] R445.6 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2095-610X (2015) 02-0115-04

Optimization of Scanning Technique of CT Pulmonary Angiography and Clinical Value

WU Jing-jing, PU fu-shun, LUO Jia-bin

(Dept. of Radiology, The First People's Hospital of Honghe State, Mengzi Yunnan 661199, China)

[Abstract] **Objective** To explore the optimizing scanning method of multislice spiral CT pulmonary angiography (CTPA) through analyzing the image quality and diagnosis of three different scanning ways. **Methods** 76 patients suspected with pulmonary embolism underwent multi slice spiral CT pulmonary angiography from April 2011 to August 2014 were collected in the study. The patients were divided into three groups: group I (22 patients) underwent (CTPA) using fixed delay method; group II (34 patients) underwent (CTPA), monitoring point was selected at superior vena cava; group III (20 patients) underwent (CTPA), monitoring point was selected at pulmonary trunk. The CT attenuation value of pulmonary trunk, sub segment of pulmonary artery, pulmonary vein, pulmonary arteriovenous difference, ascending aorta, contrast to noise ratio (CNR), image quality, artifacts of superior vena cava and diagnosis were compared among the three groups. **Results** The CT attenuation value of pulmonary trunk in group III was the highest and that in group II was the lowest among the three groups, there was statistically significant difference ($F=6.839$, $P=0.002$). contrast to noise ratio (CNR) in group III was the highest among the three groups, there was statistically significant difference ($F=5.4$, $P=0.007$). There was no statistically significant difference between group I and group II of CNR ($P>0.05$). There was no statistical difference among the three groups in sub segment of pulmonary artery, pulmonary vein, pulmonary arteriovenous difference, ascending aorta, image quality, artifacts of superior vena cava and diagnosis ($P>0.05$). **Conclusion** The three scanning methods of CTPA all can obtain satisfactory image, but the scanning method of pulmonary trunk for monitoring point is the best.

[Key words] Tomography; X-ray computed; Pulmonary angiography

肺动脉栓塞是临床中的常见病, 死亡率高, (CT pulmonary angiography, CTPA) 作为一种无创、快速准确诊断是治疗的关键. CT 肺动脉成像技术 快捷的影像学技术已成为诊断本病的首选检查方

[作者简介] 吴晶晶 (1982~), 女, 云南建水县人, 医学硕士, 主治医师, 主要从事 CT 诊断临床工作.

法。专业的扫描方案是获取高质量图像的必要条件,更是明确诊断疾病的重要前提。由于不同的螺旋 CT 机扫描参数各异,目前国内外皆无肺动脉成像技术的统一标准。因此,有必要针对红河州第一人民医院的扫描设备,探索合理的、适用于临床的肺动脉成像方案。本研究通过比较经验延迟法、上腔静脉跟踪触发技术、肺动脉干跟踪触发技术的肺动脉成像效果及诊断结果,探讨肺动脉血管成像的优化技术,以提高肺动脉图像质量和疾病的检出率。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2011 年 4 月至 2014 年 8 月在疑似肺动脉栓塞的患者 76 例行 CTPA 检查,男 45 例,女 31 例,年龄 16~77 岁。其中经验延迟组(I 组) 22 例,男 12 例,女 10 例,平均年龄(59.09 ± 3.95)岁,体重(57.54 ± 2.10) kg;上腔静脉跟踪触发组(II 组) 34 例,男 20 例,女 14 例,平均年龄(58.26 ± 2.59)岁,体重(56.17 ± 1.73) kg;肺动脉干跟踪触发组(III 组) 20 例,男 13 例,女 7 例,平均年龄(52.38 ± 5.13)岁,体重(64.38 ± 3.88) kg。甲亢、严重心肝肾功能不全者、碘对比剂过敏的患者未纳入本次研究范围。

1.2 检查方法

1.2.1 扫描方法 所有患者均采用 GE Lightspeed XT 机行 CTPA 检查。扫描参数:机架转速 0.4 s/r,探测器宽度 $0.625 \text{ mm} \times 64$,螺距 1.375:1,管电流采用 ATCM 技术,电压 120 kV,层厚 0.625 mm。扫描方向:头侧向足侧。I 组:对比剂注射后延迟 12~20 s 扫描,对比剂采用碘海醇(350 mgI/mL)对比剂 50~70 mL,流速 3~5 mL/s;II 组:设置上腔静脉为监测点,设定 100 HU 作为监测阈值,进行触发扫描,对比剂采用碘海醇(350 mgI/mL)对比剂 35~45 mL,流速 3~4 mL/s,后跟生理盐水 20 mL;III 组:设置肺动脉干为监测点,设定 100 HU 作为监测阈值,进行触发扫描,对比剂采用碘海醇(350 mgI/mL) 40~50 mL,流速 3~4 mL/s,后跟生理盐水 20 mL。

1.2.2 图像后处理 将所有数据传输至 AW 4.4 工作站,用 CardiacIQ 软件包分别采用容积重现(VR)、最大密度投影(MIP)、多平面重建(MPR)等完成肺动脉的后处理。

1.3 图像质量评价标准及方法

1.3.1 客观评价指标 由同一名医师设置 50 mm^2 的兴趣区(ROI)测量 2 组图像的肺动脉主干、亚段级肺动脉、肺静脉、主动脉、肌肉的 CT 值及

肺动脉与肺静脉的差值。背景噪声(BN):设置 50 mm^2 的 ROI,测量肺动脉干层面上方、左侧、右侧的空气密度标准差,并计算平均值得出 BN。计算出 2 组肺动脉影像的对比度噪声比 CNR。计算公式为: $\text{CNR} = [(\text{肺动脉主干 CT 值} + \text{肺动脉分支 CT 值}) - \text{肌肉 CT 值}] / \text{BN}$ 。

1.3.2 主观评价指标 结合横、矢、冠状 MIP、MPR 图像,采用 5 分法对肺动脉进行分级^[4]。评分标准:5 分:肺动脉显示极佳,外周血管显示极为清晰,伴相应肺静脉未见强化;4 分:肺动脉主干及其分支强化好,肺静脉略有强化;3 分:肺动脉主干及其分支强化可,相应肺静脉强化相似;2 分:肺动脉主干及其分支动脉强化略差,相应肺静脉强化明显;1 分:肺动脉增强不明显,需重做。上腔静脉硬化伪影,分为 2 级^[5]:0 级有未见明显伪影;1 级:可见周围存有伪影。

1.4 统计学分析

应用 SPSS 软件包对 3 组 CTPA 图像质量和诊断阳性率进行分析。3 组图像客观评价指标采用方差分析进行检验,图像主观评价指标采用 Wilcoxon 秩和检验,诊断结果阳性率采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料比较

经方差分析,3 种扫描方案所用对比剂总量差异有统计学意义($F = 7.130, P = 0.001$),进一步作两两比较 q 检验得出, I 组对比剂用量多于 III 组和 II 组,差异有统计学意义($P < 0.05$), III 组和 II 组对比剂用量差异无统计学意义($P > 0.05$),其余年龄、体重、流速,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

2.2 图像客观评价指标的比较

经方差分析,3 种扫描方案所得肺动脉干 CT 值差异有统计学意义($F = 6.839, P = 0.002$),进一步作两两比较 q 检验得出($P < 0.05$),可认为肺动脉干 CT 值 III 组最高, II 组最低。3 组扫描方案 CNR 差异有统计学意义,进一步作两两比较 q 检验得出, III 组与 I 组、II 组 CNR 差异有统计学意义($P < 0.05$), I 组与 II 组 CNR 差异无统计学意义($P > 0.05$),可认为 III 组图像的 CNR 优于 I 组、II 组两组,其余客观指标差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2,图 1。

2.3 图像主观评价指标的比较

经方差分析和 χ^2 检验得出,3 种扫描方案的肺动脉目测评分和上腔静脉伪影分级差异无统计学意义($F = 1.823, P = 0.169; \chi^2 = 1.345a, P =$

0.510), 见表3、表4.

2.4 诊断结果的比较

经 χ^2 检验, 3种扫描方案诊断结果差异无统计学意义 ($P=0.615$), 见表5.

3 讨论

随着 MSCT 问世, CT 血管成像技术得到史无前例的发展. 其以快速、简单、直观、准确、患者依从性好等优势广泛应用于临床. 特别在肺栓塞的诊断中, 有研究表明^[3]: CT 肺动脉成像诊断肺栓塞

敏感性甚至高于 X 线肺动脉造影. 毫无疑问, 准确的诊断结果需以高质量的图像为基础. 刘建新等^[2]认为高质量的肺动脉图像, 应具备以下条件: (1) 肺动脉主干及其分支有足够的对比剂充盈; (2) 肺动脉增强高于肺静脉, 能区分两者; (3) 上腔静脉及右心房内的对比剂不宜过高, 以免周围形成硬化伪影影响肺动脉部分分支的显示. 另有研究^[4]认为, 在血管成像中 $CNR > 8$ 为图像质量优, $4 < CNR < 8$ 为图像质量良好, $CNR < 4$ 为图像质量较差. 还有报道^[5]认为, CT 肺动脉图像上肺动脉主干增强后的 CT 值应达到 260 HU 以上才可形成血

表 1 3组病例一般资料的比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 1 Comparison of the general data among three groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	年龄 (岁)	体重 (kg)	对比剂总量 (mL)	流速 (mL/s)
I 组	22	59.09 ± 3.95	57.54 ± 2.10	64.77 ± 2.19	3.77 ± 0.08
II 组	34	58.26 ± 2.59	56.17 ± 1.73	44.11 ± 1.30	3.74 ± 0.07
III 组	20	52.38 ± 5.13	64.38 ± 3.88	47.76 ± 1.17	3.73 ± 0.09

表 2 3组图像客观评价指标的比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Comparison of the image indexes among three groups ($\bar{x} \pm s$)

分组	n	肺动脉干 CT 值 (HU)	亚段肺动脉 CT 值 (HU)	肺静脉 CT 值 (HU)	肺动静脉差值 (HU)	主动脉 CT 值 (HU)	CNR
I 组	22	377.60 ± 21.97	342.05 ± 25.22	255.21 ± 24.71	122.39 ± 33.19	224.95 ± 20.73	12.98 ± 0.69*
II 组	34	318.21 ± 14.22	287.44 ± 13.89	210.52 ± 17.15	107.69 ± 21.60	180.03 ± 17.20	13.06 ± 0.66*
III 组	20	423.02 ± 29.17	351.04 ± 28.68	241.94 ± 19.73	171.10 ± 30.37	204.70 ± 29.46	18.19 ± 2.68

与 III 组比较, * $P < 0.05$.

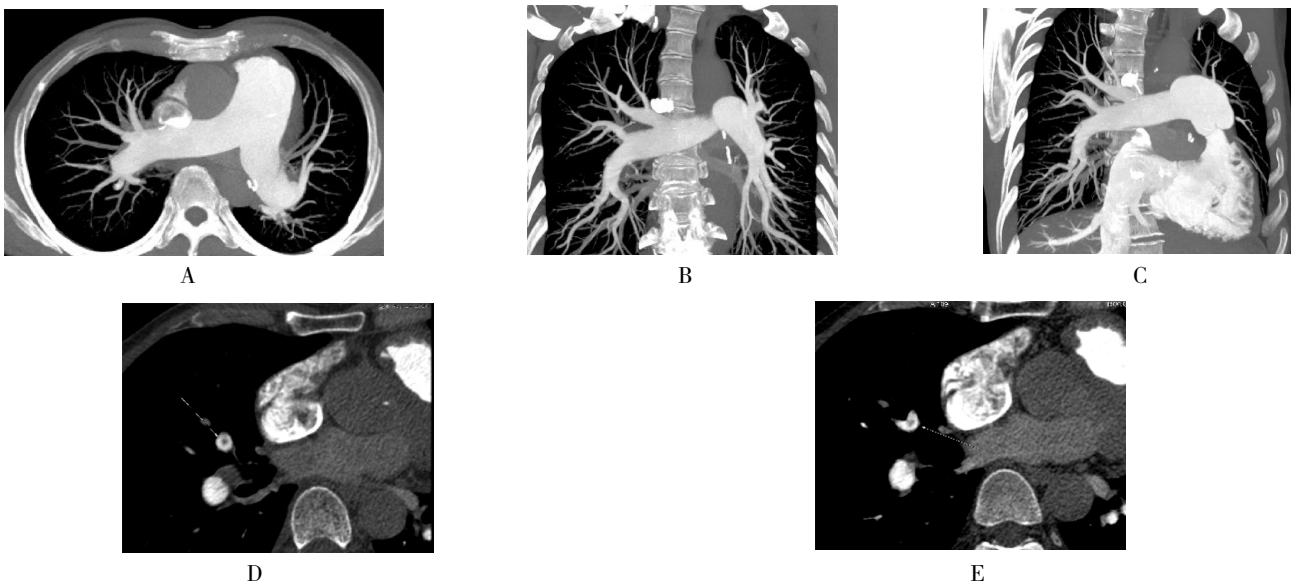


图 1 64 岁, 男, 肺栓塞的肺动脉 CT 图像

Fig. 1 Computer tomography pulmonary angiography of pulmoary embolism in 64 years old male patient

B 超提示右心功能不全, 实验室检测提示 D-二聚体升高为 $5 \mu\text{g/mL}$. 选择监测点为肺动脉干 (对比剂 40 mL, 流速 4 mL/s). 图 A、B 显示肺动脉显影好, 主动脉及肺静脉未见强化 (评价为 5 分), 上腔静脉未见明显硬化伪影 (为 0 级). 图 C 见心影增大, 下腔静脉及肝静脉早显, 提示右心功能不全. 图 D、E 连续轴位像显示右肺中叶肺动脉中央型低密度充盈缺损 (箭头).

表 3 3 组肺动脉目测评分的比较

Tab. 3 Comparison of the visual measurement score of the pulmonary artery among three groups

分组	n	5分	4分	3分	2分	1分
I组	22	5	7	8	2	0
II组	34	6	11	9	4	4
III组	20	2	13	4	1	0

表 4 3 组上腔静脉伪影分级 [n (%)]

Tab. 4 The grading of artifacts of superior Vena cava [n (%)]

分 组	n	0 级	1 级
I 组	22	8(36)	14(64)
II 组	34	10(29)	24(71)
III 组	20	9(45)	11(55)

表 5 3 组诊断结果的比较

Tab. 5 Comparison of the diagnosis results among three groups

分 组	诊断结果		合计
	阳性数	阴性数	
I 组	11(50)	11(50)	22
II 组	15(44)	19(56)	34
III 组	7(35)	13(65)	20
合计	33(43)	43(57)	76

栓与血液间最佳的对比,才能满足诊断要求。本研究综合了以往文献报道的各种肺动脉图像评价标准,全面、充分的比较了不同扫描方式下的肺动脉图像质量和诊断结果,旨在探讨最优的、适用于临床的肺动脉扫描方案,以提高肺栓塞的检出率。

CT 肺动脉成像方法很多,有经验延迟法、Bolus tracking 法(包括肺动脉干触发技术、上腔静脉触发技术)、Test bolus 法和心电门控肺动脉成像技术。Test bolus 法扫描时间长、辐射剂量大,而心电门控肺动脉成像技术则易受心率限制,临床应用面窄。因此,本研究未选用该两种技术,仅对经验延迟法、Bolus tracking 法(包括肺动脉触发技术、上腔静脉触发技术)的肺动脉图像质量和诊断结果进行比较。

由 3 组一般资料的比较可知,本组研究排除了年龄、体重及流速的影响,仅在对比剂用量上有差别,I 组用量最多,II 组和 III 组用量差异无统计学意义。肺动脉图像客观评价指标显示:3 组肺动脉干及亚段肺动脉的 CT 值均高于 260 HU, CNR 均大于 8,肺动静脉差值均大于 100 HU,参照以往文献标准 3 组图像均能满足诊断要求。对各指标做进一步统计学比较发现,肺动脉干 CT

值:III 组 > I 组 > II 组,差异有统计学意义; CNR 值:III 组明显高于 I 组和 II 组,但 I 组和 II 组的 CNR 值无统计学差异。分析原因如下:肺动脉栓塞常伴心脏功能的异常和肺动脉高压,故不同患者血液循环时间并不一致。经验延迟法不能体现个体化,常造成延迟时间提前或落后于造影剂峰值,而上腔静脉触发技术没有考虑肺栓塞患者心功能和血液循环的变化则常会使扫描落在峰值点之前,得不到满意的图像。相反,由于肺动脉栓塞常伴心脏功能减退、肺动脉高压,使得肺动静脉循环变慢,对比剂在肺动脉中停滞时间延长,监测靶血管肺动脉干则能更好的抓住肺动脉强化高峰。所以可认为,针对肺栓塞病人肺动脉干触发技术(III 组)所得肺动脉图像质量优于 I 组和 II 组。I 组肺动脉 CT 值高于 II 组,这可能与 I 组所用对比剂总量较多有关。另外,本组肺动脉主观指标及诊断结果的比较显示:3 组肺动脉评分、上腔静脉硬化伪影分级及诊断结果阳性率比较均无统计学差别。再次说明 3 种方法所得图像效果一致,都能满足诊断要求。但 II 组出现了 4 例评分为 1 分,失败重做的病例。该 4 例患者均为心功能不全伴不同程度心包积液的患者,认为这可能与上腔静脉触发技术没有考虑心功能不全对血液循环的影响和对比剂用量较少有关。I 组和 III 组图像质量较稳定,本组研究中未出现失败病例,但 I 组对比剂用量较大,增加了肾脏的负荷,增加了过敏反应和对比剂肾病发生的风险。

综上所述,经验延迟法、肺动脉触发技术、上腔静脉触发技术均能得到满足诊断的肺动脉图像,但肺动脉触发技术可在不增加对比剂总量的情况下,获得比经验延迟法和上腔静脉触发技术更优质的肺动脉图像。

[参考文献]

- [1] ROGGENLAND D, PETERS S A, LEMBURG S P, et al. CT angiography in suspected pulmonary embolism: impact of patient characteristics and different venous lines on vessel enhancement and image quality[J]. AJR Am Roentgenol, 2008, 190(3):351 - 359.
- [2] WITTRAM C, WALTMAN A C, SHEPARD J A O, et al. Discordance between CT and Angiography in the PLOPED II Study [J]. Radiology, 2007, 244(3):883 - 889.
- [3] 刘建新, 孙红霞, 唐光建, 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): 1 012 - 1 014.
- [4] 张俊, 何波, 谢晓洁, 等. 80KV 管电压在双源 CT 冠状动脉成像中的应用 [J]. 临床放射学杂志, 2013, 32(3): 414 - 418.
- [5] 夏巍, 尹肖睿, 吴晶涛, 等. 多层螺旋 CT 低对比剂量肺动脉造影的可行性研究 [J]. 临床放射学杂志, 2014, 33(2):289 - 292.

(2014 - 09 - 07 收稿)