

固定注射时间碘对比剂优化方案在胸痛一站式 CT 检查中的应用

华莉¹ 张记清¹ 张珊² 张才慧² 王朝霞² 张月英²

¹ 山西医科大学, 山西太原 030000; ² 山西医科大学第二医院影像科, 山西太原 030000

通信作者: 张月英, Email: zhangyy2080@163.com

【摘要】 目的 探讨急性胸痛患者行胸痛一站式 CT 检查时应用固定注射时间碘对比剂优化方案的可行性。**方法** 采用前瞻性研究方法, 选择 2017 年 9 月至 2018 年 6 月在山西医科大学第二医院拟行胸痛一站式 CT 检查的患者。根据患者的体重指数 (BMI) 分为 BMI ≤ 23 kg/m² 组和 BMI > 23 kg/m² 组; 每组患者再按随机数字表法分为两个亚组, 分别给予固定注射时间 (14 s) 的两种碘对比剂注射方案。方案 1: 碘对比剂总量 55 mL, 注射方式为 5.0 mL/s $\times$ 8 s + 2.5 mL/s $\times$ 6 s + 40 mL 生理盐水 (2.5 mL/s); 方案 2: 碘对比剂总量 60 mL, 注射方式为 5.0 mL/s $\times$ 10 s + 2.5 mL/s $\times$ 4 s + 40 mL 生理盐水 (2.5 mL/s)。对患者不同节段血管的图像质量进行主观和客观评价, 记录主观评分及肺动脉、冠状动脉 (冠脉)、主动脉的 CT 值和对比噪声比 (CNR); 同时记录完成一次检查的总体有效辐射剂量。**结果** 共 92 例患者纳入分析, BMI ≤ 23 kg/m² 组 44 例, 接受方案 1 和方案 2 者各 22 例; BMI > 23 kg/m² 组 48 例, 接受方案 1 和方案 2 者各 24 例。在相同 BMI 组内接受不同注射方案两个亚组间有效辐射剂量比较差异无统计学意义 (mSv: BMI ≤ 23 kg/m² 组方案 1 与方案 2 为 6.7 ± 1.1 比 6.5 ± 0.8 , BMI > 23 kg/m² 组方案 1 与方案 2 为 7.8 ± 1.0 比 8.0 ± 1.1 , 均 $P > 0.05$)。在 BMI ≤ 23 kg/m² 组, 接受方案 2 患者肺动脉图像的 CT 值、CNR 及主观评分均明显高于接受方案 1 者 [CT 值 (HU): 主肺动脉为 584 ± 110 比 472 ± 86 , 左肺动脉为 561 ± 93 比 467 ± 78 , 右肺动脉为 555 ± 91 比 472 ± 83 ; CNR: 主肺动脉为 24.2 ± 7.5 比 18.7 ± 4.6 , 左肺动脉为 23.2 ± 6.8 比 18.6 ± 4.8 , 右肺动脉为 22.9 ± 6.7 比 18.8 ± 4.7 ; 主观评分 (分): $4.0 (4.0, 4.0)$ 比 $3.5 (3.0, 4.0)$, 均 $P < 0.05$]; 而两种方案冠脉及主动脉图像质量的主观和客观评价结果比较差异无统计学意义。在 BMI > 23 kg/m² 组, 接受方案 2 患者冠脉及主动脉图像的 CT 值、CNR 和主观评分均明显高于接受方案 1 者 [CT 值 (HU): 右冠脉 (RCA) 近端为 369 ± 63 比 315 ± 61 , 左冠脉 (LCA) 近端为 388 ± 63 比 323 ± 63 , 升主动脉为 328 ± 83 比 272 ± 51 , 主动脉弓为 348 ± 82 比 272 ± 49 ; CNR: RCA 近端为 15.0 ± 4.6 比 12.3 ± 4.7 , LCA 近端为 15.7 ± 3.8 比 12.8 ± 5.2 , 升主动脉为 13.2 ± 5.3 比 10.4 ± 4.1 , 主动脉弓为 14.1 ± 5.3 比 10.4 ± 3.9 ; 主观评分 (分): 冠脉为 $4.0 (3.0, 4.0)$ 比 $3.0 (3.0, 4.0)$, 主动脉为 $4.0 (3.0, 4.0)$ 比 $3.0 (2.0, 4.0)$; 均 $P < 0.05$]; 而两种方案肺动脉图像质量的主观和客观评价结果比较差异无统计学意义。**结论** 应用高端 CT 完成胸痛一站式检查的有效辐射剂量相对较低。固定注射时间的小剂量碘对比剂应用方案即可满足胸痛一站式 CT 检查临床诊断的需要, 适用于急性胸痛患者。对于 BMI ≤ 23 kg/m² 的患者, 两种注射方案均可获得优良的图像质量, 为尽量避免上腔静脉伪影的影响, 推荐使用 55 mL 碘对比剂注射方案; 对于 BMI > 23 kg/m² 的患者, 应用 60 mL 碘对比剂注射方案可以获得稳定的、质量优良的影像学资料, 更适合临床应用。

【关键词】 胸痛三联征; 一站式 CT 检查; 碘对比剂; 静脉注射; 图像质量; 辐射剂量

基金项目: 山西省软科学研究计划项目 (2017041043-5)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.05.012

Application of iodine contrast agent optimization protocol with fixed injection time in triple-rule-out CT examination of chest pain

Hua Li¹, Zhang Jiqing¹, Zhang Shan², Zhang Caihui², Wang Zhaoxia², Zhang Yueying²

¹ Shanxi Medical University, Taiyuan 030000, Shanxi, China; ² Department of Medical Imaging, the Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030000, Shanxi, China

Corresponding author: Zhang Yueying, Email: zhangyy2080@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the feasibility of using optimized protocol of iodine contrast agent with fixed injection time in triple-rule-out CT examination of acute chest pain patients. **Methods** A prospective study was conducted. The patients who underwent triple-rule-out CT examination of acute chest pain at the Second Hospital of Shanxi Medical University from September 2017 to June 2018 were enrolled. According to the patient's body mass index (BMI), they were divided into BMI ≤ 23 kg/m² group and BMI > 23 kg/m² group. The patients in each group were subdivided into two subgroups according to the random number table, and they were given two iodine contrast injection protocols with fixed injection time (14 s). Protocol 1 was performed with 55 mL of total iodinated contrast media: iodinated contrast media was first injected at 5.0 mL/s for 8 s, followed by the same contrast media injection at 2.5 mL/s for 6 s, finally followed by injection of 40 mL of saline at a rate of 2.5 mL/s. Protocol 2 with 60 mL of total

iodinated contrast media: iodinated contrast media was first injected at 5.0 mL/s for 10 s, followed by the same contrast media injection at 2.5 mL/s for 4 s, finally followed by injection of 40 mL of saline at a rate of 2.5 mL/s. The primary and objective evaluation was conducted on the image quality of the patients' blood vessels in different segments. The primary score, CT value and contrast-to-noise ratio (CNR) of the pulmonary artery, coronary artery, aorta and total effective radiation dose for the examination were recorded. **Results** A total of 92 patients were enrolled in the analysis. There were 44 patients in BMI ≤ 23 kg/m² group, in which 22 patients received in protocol 1 and protocol 2, 48 patients in BMI > 23 kg/m² group, in which 24 patients in protocol 1 and protocol 2, respectively. There was no significant difference in the effective radiation dose between the two subgroups receiving different injection protocols in different BMI groups (mSv: 6.7 ± 1.1 vs. 6.5 ± 0.8 between protocol 1 and protocol 2 in BMI ≤ 23 kg/m² group; 7.8 ± 1.0 vs. 8.0 ± 1.1 between protocol 1 and protocol 2 in BMI > 23 kg/m² group, both $P > 0.05$). In BMI ≤ 23 kg/m² group, the CT value, CNR and primary scores of pulmonary artery images in patients receiving protocol 2 were significantly higher than those receiving protocol 1 [CT value (HU): 584 ± 110 vs. 472 ± 86 for main pulmonary artery, 561 ± 93 vs. 467 ± 78 for left pulmonary artery, 555 ± 91 vs. 472 ± 83 for right pulmonary artery; CNR: 24.2 ± 7.5 vs. 18.7 ± 4.6 for main pulmonary artery, 23.2 ± 6.8 vs. 18.6 ± 4.8 for left pulmonary artery, 22.9 ± 6.7 vs. 18.8 ± 4.7 for right pulmonary artery; primary score: 4.0 (4.0, 4.0) vs. 3.5 (3.0, 4.0), all $P < 0.05$]; and there was no statistically significant difference in the primary or objective evaluation of coronary artery or aortic image quality between the two protocols. In BMI > 23 kg/m² group, the CT value, CNR and primary scores of coronary artery and aortic images in patients receiving protocol 2 were significantly higher than those receiving protocol 1 [CT value (HU): 369 ± 63 vs. 315 ± 61 for proximal right coronary artery (RCA), 388 ± 63 vs. 323 ± 63 for proximal left coronary artery (LCA), 328 ± 83 vs. 272 ± 51 for ascending aorta, 348 ± 82 vs. 272 ± 49 for aortic arch; CNR: 15.0 ± 4.6 vs. 12.3 ± 4.7 for proximal RCA, 15.7 ± 3.8 vs. 12.8 ± 5.2 for proximal LCA, 13.2 ± 5.3 vs. 10.4 ± 4.1 for ascending aorta, 14.1 ± 5.3 vs. 10.4 ± 3.9 for aortic arch; primary score: 4.0 (3.0, 4.0) vs. 3.0 (3.0, 4.0) for coronary, 4.0 (3.0, 4.0) vs. 3.0 (2.0, 4.0) for aorta; all $P < 0.05$]; and there was no statistically significant difference in the primary or objective evaluation of pulmonary artery image quality between the two protocols. **Conclusions** The effective radiation dose of triple-rule-out CT examination of acute chest pain is relatively low. The low-dose iodine contrast agent application program with fixed injection time can meet the needs of clinical diagnosis of triple-rule-out CT examination of acute chest pain patients. For patients with BMI ≤ 23 kg/m², both protocols 1 and 2 can obtain excellent image quality; in order to avoid the influence of superior vena cava artifacts, protocol 1 is recommended. For patients with BMI > 23 kg/m², application protocol 2 can obtain stable, excellent image quality that is more suitable for clinical applications.

【Key words】 Triple-rule-out; One-stop CT examination; Iodine contrast agent; Intravenous injection; Image quality; Radiation dose

Fund program: Shanxi Provincial Soft Science Research Planning Project (2017041043-5)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.05.012

急性胸痛是急诊科和心内科的常见症状,居急诊患者就诊原因第二位^[1],与之相关的致命性疾病主要有急性冠脉综合征(ACS)、肺栓塞(PE)和主动脉夹层,三者合称为胸痛三联征(TRO)^[2]。这些疾病的临床症状相似,且疗效和预后具有较强的时间依赖性。胸痛一站式CT检查作为一种无创性检查,仅通过一次检查、一次碘对比剂注射,即可同时获得肺动脉、冠状动脉(冠脉)和主动脉3种血管的图像,可以为临床医师诊断提供清晰的影像学依据^[3]。目前,我国各大医院都已设置胸痛中心的绿色通道,并不断引进高端CT仪器,以满足患者的诊疗需要。检查过程中碘对比剂的应用方案是检查成功与否的重要因素之一,既往为匹配扫描参数,保证检查成功率,大多采用高速注射大剂量碘对比剂的应用方案,这极可能增加碘对比剂的不良反应和外渗事件的发生率,而且大剂量碘对比剂的应用可能增加患者的肾脏代谢负担^[4]。256排宽体探测器CT单次扫描覆盖范围广,一个心跳周期内就可获得完

整的心脏数据,检查曝光时间明显缩短,联合扫描优势明显^[5]。本研究旨在探讨基于固定注射时间的小剂量碘对比剂应用方案在胸痛一站式CT检查中应用的可行性。

1 资料与方法

1.1 临床资料:选择2017年9月至2018年6月在山西医科大学第二医院拟行胸痛一站式CT检查的患者。

1.1.1 纳入标准:无CT检查禁忌证,检查前知情同意并签署知情同意书。

1.1.2 排除标准:既往有碘对比剂过敏史,严重肝肾功能不全、心功能不全者。

1.2 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,经过医院伦理委员会审批(审批号:2019YX023),所有检查均获得患者知情同意。

1.3 研究方法:收集所有患者的性别、年龄、体重、身高和心率等一般资料,并计算体重指数(BMI)。按BMI将患者分为BMI ≤ 23 kg/m²组和BMI > 23 kg/m²

组;每组患者再按随机数字表法分为两个亚组,分别给予固定注射时间的两种碘对比剂注射方案。所有患者均不给予药物控制心率。

1.4 检查方法

1.4.1 检测仪器、药物及扫描方案:采用美国 GE 公司宽体探测器 CT 和德国 Ulrich 双筒高压注射器,碘对比剂使用碘帕醇(370 mgI/mL,上海博莱科信谊药业有限公司)。扫描方案:记录稳定心率下的心电图后开始扫描,采用自动追踪触发的方式,将感兴趣区设定于肺动脉干的位置,设置 CT 值 >60 HU 自动触发。注射碘对比剂后延迟 5 s,监测感兴趣区 CT 值,自动追踪触发后延迟 3.2 s 扫描肺动脉,再延迟 10 s 扫描冠脉,然后以最短间隔时间扫描胸主动脉(扫描范围为胸廓入口至肾上极)。扫描参数:电压 100 kV,自动毫安电流 200~500 mA,噪声值(SD) 25,转速 0.28 s/r,层厚及层距为 0.625 mm,自动匹配多模型迭代重建算法(ASIR-V)权重为 50%。肺动脉扫描:屏气扫描,扫描方式为螺旋扫描,分扫描野 35.0 cm,探测器宽度 8 cm,曝光时间约 1.2 s。心脏扫描:扫描方式为前瞻式心电门控心脏容积扫描,一次心跳采集,分扫描野 25.0 cm,探测器宽度 16 cm,曝光时间 0.3~0.7 s,采集窗根据患者心电图自动调节。胸主动脉扫描:自由呼吸扫描,扫描方式为螺旋扫描,探测器宽度 8 cm,螺距 0.992:1,曝光时间取决于扫描范围。

1.4.2 护理措施:检查前给予患者综合护理干预措施,包括屏气呼吸训练,为患者清理皮肤并贴好电极,告知患者注射碘对比剂时如发生全身发热,属于正常反应,并在预注射时观察穿刺部位有无药物外渗。另外,还需与患者协定电极片脱落或突感不适时的处理方法,以缓解患者紧张情绪,更好地配合检查。

1.4.3 碘对比剂优化注射方案(图 1):碘对比剂优化注射方案分为两种。方案 1:第一阶段在 8 s 内以 5.0 mL/s 的速率注射碘对比剂 40 mL,第二阶段在 6 s 内以 2.5 mL/s 的速率注射碘对比剂 15 mL,共计注射碘对比剂 55 mL,14 s 内完成;方案 2:第一阶段在 10 s 内以 5.0 mL/s 的速率注射碘对比剂 50 mL,第二阶段在 4 s 内以 2.5 mL/s 的速率注射碘对比剂 10 mL,共计注射碘对比剂 60 mL,14 s 内完成。两种方案均在碘对比剂注射前以 5.5 mL/s 速率注射生理盐水 20 mL 预冲管,并于碘对比剂注射后以 2.5 mL/s 速率注射生理盐水 40 mL 冲管。

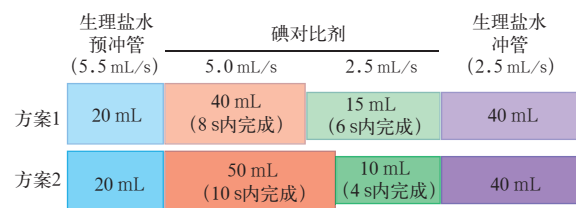


图1 胸痛一站式CT检查时固定注射时间两种碘对比剂的注射方案示意图

1.5 CT 图像后处理:由影像科医师进行图像的重建及期相的选择,将原始数据传至 AW4.7 工作站,利用心脏血管分析软件对图像进行分析和诊断,调整窗位、窗宽,分别观察肺部、纵隔,然后采用多平面重建、最大密度投影、血管树提取、曲面重建、容积再现等技术重建肺动脉、冠脉和主动脉。

1.6 图像质量评价:对各组不同节段血管图像质量进行主观和客观评价,并进行组间比较。

1.6.1 客观评价:分别测量各组横轴位图像上肺动脉(主肺动脉干、左/右肺动脉干)、冠脉(右冠脉近端、左冠脉近端)及主动脉(升主动脉根部、主动脉弓)所在层面竖脊肌的平均 CT 值及 SD 值,并分别计算对比噪声比[CNR, $CNR = (\text{管腔平均 CT 值} - \text{肌肉组织平均 CT 值}) / \text{肌肉组织的 SD 值}$]。测量各节段血管时,不同患者应尽量选择一致的感兴趣区和适宜血管管腔的测量直径,每个部位测量临近 3 个层面,取平均值,尽量避开钙化及斑块区域。

1.6.2 主观评价:由 2 名有 5 年以上工作经验的影像学诊断医师,结合原始数据独立对重建血管进行主观评分,存在分歧时协商统一。根据欧洲 CT 质量标准指南的评分要求,采用 4 分法^[6]对图像肺动脉、冠脉、主动脉等部位血管进行分段评分:4 分为优秀,血管显示清晰,血管边缘光滑、锐利,图像没有运动伪影;3 分为良好,血管显示清晰,血管边缘模糊,图像运动伪影或 SD 值较小;2 分为一般,血管显示模糊,图像有运动伪影或 SD 值明显;1 分为不可读,动脉血管显示不清,图像运动伪影或 SD 值过大,无法诊断。图像得分 ≥ 2 分为满足诊断要求。

1.7 辐射剂量评估:统计每位患者完成一次检查的总体 CT 剂量长度乘积(DLP),包括定位像和增强检查全过程,并按照公式计算有效辐射剂量(有效辐射剂量 = $k \times DLP$, $k = 0.017 \text{ mSv} \cdot \text{mGy}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ^[7])。

1.8 统计学方法:使用 SPSS 22.0 统计软件进行数据处理。正态分布计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用两独立样本 t 检验进行比较;非正态分布计量资料以中位数(四分位数)[$M(Q_L, Q_U)$]表示,

采用 Mann-Whitney 秩和检验进行比较。计数资料以频数表示,采用 χ^2 检验进行比较。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料及辐射剂量(表 1):共 92 例胸痛患者纳入最终分析,其中男性 51 例,女性 41 例;年龄 32~80 岁,平均(59.1 ± 10.0)岁。 $BMI \leq 23 \text{ kg/m}^2$ 组 44 例,其中接受方案 1 和方案 2 者各 22 例; $BMI > 23 \text{ kg/m}^2$ 组 48 例,接受方案 1 和方案 2 者各 24 例。不同 BMI 两组中接受不同方案患者间性别、年龄、心率、BMI 等一般资料及完成胸痛一站式 CT 检查的 DLP 和有效辐射剂量比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),说明各组患者一般资料及辐射剂量均衡,具有可比性。

2.2 图像质量(表 2~3): $BMI \leq 23 \text{ kg/m}^2$ 组中,接受方案 2 患者肺动脉图像质量更好,CT 值、CNR 及主观评分均明显高于接受方案 1 者(均 $P<0.05$);而两种方案冠脉和主动脉图像的 CT 值、CNR 及主观评分比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。 $BMI > 23 \text{ kg/m}^2$ 组中,接受方案 2 患者冠脉和主动脉图像质量更好,CT 值、CNR 及主观评分均明显高于

接受方案 1 者(均 $P<0.05$);而两种方案肺动脉图像的 CT 值、CNR 及主观评分比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

表 3 $BMI \leq 23 \text{ kg/m}^2$ 与 $BMI > 23 \text{ kg/m}^2$ 两组在胸痛一站式 CT 检查时接受固定注射时间不同碘对比剂注射方案患者各节段血管图像质量主观评分比较 [$M(Q_L, Q_U)$]

组别	注射方案	例数(例)	主观评分(分)		
			肺动脉	冠状动脉	主动脉
$BMI \leq 23 \text{ kg/m}^2$ 组	方案 1	22	3.5(3.0, 4.0)	4.0(3.0, 4.0)	3.5(3.0, 4.0)
	方案 2	22	4.0(4.0, 4.0) ^a	4.0(3.0, 4.0)	4.0(3.0, 4.0)
$BMI > 23 \text{ kg/m}^2$ 组	方案 1	24	4.0(3.2, 4.0)	3.0(3.0, 4.0)	3.0(2.0, 4.0)
	方案 2	24	4.0(4.0, 4.0)	4.0(3.0, 4.0) ^b	4.0(3.0, 4.0) ^b

注: BMI 为体重指数,方案 1(碘对比剂总量 55 mL)注射方式为 $5.0 \text{ mL/s} \times 8 \text{ s} + 2.5 \text{ mL/s} \times 6 \text{ s} + 40 \text{ mL}$ 生理盐水(2.5 mL/s),方案 2(碘对比剂总量 60 mL)注射方式为 $5.0 \text{ mL/s} \times 10 \text{ s} + 2.5 \text{ mL/s} \times 4 \text{ s} + 40 \text{ mL}$ 生理盐水(2.5 mL/s);与本组方案 1 比较, ^a $P<0.01$, ^b $P<0.05$

3 讨论

随着生活节奏加快,生活压力增加,我国居民心血管疾病发病率和病死率均呈逐年增长趋势,且有年轻化倾向,早期诊断和治疗对预防心血管疾病不良事件的发生具有重要意义^[8]。有学者研究发现,静脉血栓栓塞与动脉粥样硬化危险因素之间存在明显关联^[9-10]。我国阜外医院调查数据显示,胸痛相

表 1 $BMI \leq 23 \text{ kg/m}^2$ 与 $BMI > 23 \text{ kg/m}^2$ 两组在胸痛一站式 CT 检查时接受固定注射时间不同碘对比剂注射方案患者一般资料和辐射剂量比较

组别	注射方案	例数(例)	性别(例)		年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	心率(次/min, $\bar{x} \pm s$)	BMI(kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	DLP($\text{mGy} \cdot \text{cm}$, $\bar{x} \pm s$)	有效辐射剂量(mSv , $\bar{x} \pm s$)
			男性	女性					
$BMI \leq 23 \text{ kg/m}^2$ 组	方案 1	22	12	10	58.6 ± 8.3	74.0 ± 13.3	21.4 ± 1.1	393 ± 63	6.7 ± 1.1
	方案 2	22	13	9	62.5 ± 10.1	73.5 ± 14.3	21.6 ± 1.4	384 ± 49	6.5 ± 0.8
$BMI > 23 \text{ kg/m}^2$ 组	方案 1	24	14	10	59.1 ± 11.1	75.7 ± 14.7	26.3 ± 2.5	457 ± 57	7.8 ± 1.0
	方案 2	24	12	12	57.6 ± 10.3	69.3 ± 13.1	26.7 ± 3.9	468 ± 67	8.0 ± 1.1

注: BMI 为体重指数,方案 1(碘对比剂总量 55 mL)注射方式为 $5.0 \text{ mL/s} \times 8 \text{ s} + 2.5 \text{ mL/s} \times 6 \text{ s} + 40 \text{ mL}$ 生理盐水(2.5 mL/s),方案 2(碘对比剂总量 60 mL)注射方式为 $5.0 \text{ mL/s} \times 10 \text{ s} + 2.5 \text{ mL/s} \times 4 \text{ s} + 40 \text{ mL}$ 生理盐水(2.5 mL/s),DLP 为总体 CT 剂量长度乘积

表 2 $BMI \leq 23 \text{ kg/m}^2$ 与 $BMI > 23 \text{ kg/m}^2$ 两组在胸痛一站式 CT 检查时接受固定注射时间不同碘对比剂注射方案患者各节段血管图像质量客观评价指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	注射方案	例数(例)	CT 值(HU)						
			主肺动脉	左肺动脉	右肺动脉	RCA 近端	LCA 近端	升主动脉	主动脉弓
$BMI \leq 23 \text{ kg/m}^2$ 组	方案 1	22	472 ± 86	467 ± 78	472 ± 83	359 ± 47	353 ± 45	318 ± 49	314 ± 57
	方案 2	22	584 ± 110 ^a	561 ± 93 ^a	555 ± 91 ^a	390 ± 62	389 ± 73	348 ± 58	344 ± 74
$BMI > 23 \text{ kg/m}^2$ 组	方案 1	24	501 ± 62	481 ± 66	485 ± 67	315 ± 61	323 ± 63	272 ± 51	272 ± 49
	方案 2	24	525 ± 94	488 ± 99	489 ± 89	369 ± 63 ^a	388 ± 63 ^a	328 ± 83 ^a	348 ± 82 ^a
组别	注射方案	例数(例)	CNR						
			主肺动脉	左肺动脉	右肺动脉	RCA 近端	LCA 近端	升主动脉	主动脉弓
$BMI \leq 23 \text{ kg/m}^2$ 组	方案 1	22	18.7 ± 4.6	18.6 ± 4.8	18.8 ± 4.7	13.8 ± 3.5	13.5 ± 3.0	12.0 ± 3.4	11.8 ± 3.7
	方案 2	22	24.2 ± 7.5 ^a	23.2 ± 6.8 ^b	22.9 ± 6.7 ^b	15.3 ± 4.1	15.4 ± 4.9	13.2 ± 2.8	12.9 ± 2.9
$BMI > 23 \text{ kg/m}^2$ 组	方案 1	24	20.8 ± 6.1	19.8 ± 6.0	19.9 ± 5.5	12.3 ± 4.7	12.8 ± 5.2	10.4 ± 4.1	10.4 ± 3.9
	方案 2	24	22.3 ± 6.6	22.7 ± 6.7	20.6 ± 6.1	15.0 ± 4.6 ^b	15.7 ± 3.8 ^b	13.2 ± 5.3 ^b	14.1 ± 5.3 ^b

注: BMI 为体重指数,方案 1(碘对比剂总量 55 mL)注射方式为 $5.0 \text{ mL/s} \times 8 \text{ s} + 2.5 \text{ mL/s} \times 6 \text{ s} + 40 \text{ mL}$ 生理盐水(2.5 mL/s),方案 2(碘对比剂总量 60 mL)注射方式为 $5.0 \text{ mL/s} \times 10 \text{ s} + 2.5 \text{ mL/s} \times 4 \text{ s} + 40 \text{ mL}$ 生理盐水(2.5 mL/s),RCA 为右冠状动脉,LCA 为左冠状动脉,CNR 为对比噪声比;与本组方案 1 比较, ^a $P<0.01$, ^b $P<0.05$

关疾病联合出现的情况并不少见^[11]。临床医师为筛查鉴别相关疾病,防止漏诊和误诊,往往需要进行许多化验和检查。一方面抽血化验需要较长时间,另一方面这些检验项目的敏感性和特异性有限,无法进行准确的鉴别诊断。而胸痛一站式 CT 检查时间短、速度快,一次检查即可准确诊断和鉴别胸痛常见的 3 种疾病。

碘对比剂的应用方案是 CT 检查中影响图像质量的重要因素,图像质量是影像诊断的关键。随着扫描技术的不断更新完善,碘对比剂注射方案也亟需优化。本研究中应用的固定注射时间(14 s)的碘对比剂优化注射方案采用了三相注射模式,第一阶段以 5.0 mL/s 速率注射碘对比剂,保证了肺动脉和冠脉检查的成功率;第二阶段以 2.5 mL/s 速率注射碘对比剂;并紧接着在第三阶段以 2.5 mL/s 速率追加生理盐水 40 mL,保证了主动脉持续显影,主动脉属于大动脉,小流量的碘对比剂即可使得图像质量满足临床诊断的需要^[12]。早期研究也表明,胸痛一站式 CT 检查中双相或三相注射模式的增强曲线在时间上更趋于均匀^[13]。另外,在碘对比剂注射方案的研究中,BMI 也是影响图像质量的重要因素。本研究中按照 BMI 分组,但并没有限制 BMI 的上限,BMI>30 kg/m² 患者(2 例,BMI 分别为 40.68 kg/m²、32.65 kg/m²)同样获得了质量较为满意的影像学资料。这是因为血管增强的程度与体重成反比,而对比剂增强的时机受到心排血量的强烈影响,血容量和心排血量基本上与体重相同的速度增加,因此对比剂循环时间(与血容量和心排血量的比值成正比)与患者体重无关^[14]。本研究中在肺动脉扫描结束后延迟 10 s 扫描冠脉,扫描时机的设立可以满足患者的检查需要。因此,尽管不同 BMI 两组各节段血管图像的平均 CT 值略有不同,BMI≤23 kg/m² 组接受方案 2 患者肺动脉和 BMI>23 kg/m² 组接受方案 1 患者主动脉、冠脉的平均 CT 值偏离总体分布位置较远,但各亚组所获图像中各血管的平均 CT 值均可满足临床诊断的需要。

本研究中,BMI≤23 kg/m² 组中两种方案均可获得质量优良(主、客观评价)的影像学资料,但接受方案 2 患者肺动脉 CT 值远高于接受方案 1 者,两种方案冠脉和主动脉图像质量差异无统计学意义。尽管本研究中医师主观评分结果显示 BMI≤23 kg/m² 组接受方案 2 患者肺动脉的图像质量更好,但不少学者认为当肺动脉 CT 值过高时,上腔静脉伪影也

会相对较大。因此,对于 BMI≤23 kg/m² 的患者,临床应用时优先推荐方案 1。BMI>23 kg/m² 组中,接受方案 1 者仅获得满足临床诊断需要的图像,而接受方案 2 者可获得稳定的、质量优良的影像学资料。两种方案肺动脉图像质量差异无统计学意义,但接受方案 2 者冠脉和主动脉图像质量明显优于接受方案 1 者。因此,对于 BMI>23 kg/m² 的患者,临床应用时推荐使用方案 2。

本研究中应用的宽体探测器 CT 拥有 16 cm 的 Z 轴覆盖范围及 0.28 s/r 球管转速,加之冠脉追踪冻结技术(SSF)的应用,使时间分辨率提升至 29 ms,扫描速度更快,研究中 CT 检查从开始注射碘对比剂至结束扫描约 22~25 s,当优化注射方案中碘对比剂注射时长不少于 14 s 时,结合生理盐水的应用,可保证主动脉的持续显影。无论是 55 mL 或是 60 mL 的用量,都较早期研究中的 75 mL^[15]降低了至少 20%,与 Burris 等^[16]研究中的 80 mL 用量和刘培政等^[17]研究中的 90 mL 用量相比,优势则更加明显。本研究中患者完成一次 CT 检查的有效辐射剂量相对较低,与刘家祎等^[15]在探讨胸痛一站式螺旋 CT 检查对心血管疾病诊断价值研究中的 7.3 mSv 基本一致。

值得注意的是,尽管本研究中的两种注射方案相差仅 5 mL,但不同 BMI 两组患者组内各节段血管图像质量比较的结果并不一致。笔者分析,当碘对比剂用量较大时,BMI 对注射方案的影响可能被掩盖,而当碘对比剂的小剂量应用方案不能保证在不同 BMI 患者中均获得质量优良的图像时,BMI 对图像质量的影响将会显现出来。本研究中 55 mL 的注射用量刚好满足该种扫描方案下综合分析 BMI 和注射方案对图像质量影响的需求,若再减少对对比剂用量,可能导致检查失败。

本研究存在如下局限性:①碘对比剂优化方案主要根据胸痛螺旋 CT 扫描参数设计,其他扫描设备或扫描方案应用时仅供参考;②本研究未能分析心率对于碘对比剂应用效果的影响;③固定注射时间的两种碘对比剂注射方案均不适用于心功能Ⅲ级及以上的患者,因为此类患者心血管循环能力较差,触发扫描后,碘对比剂滞留在心室内无法及时泵出,冠脉和主动脉图像质量可能较差。

综上,胸痛一站式 CT 检查通过一次检查即可观察多个血管,无创、方便,可明显减少患者的住院时间和经济负担,临床意义重大^[18]。本研究中固定

注射时间的碘对比剂优化方案对于不同 BMI 的患者均有相适宜的注射方案,对于 BMI ≤ 23 kg/m² 的患者,两种方案均可获得优良的图像质量,为尽量避免上腔静脉伪影的影响,推荐使用 55 mL 碘对比剂注射方案;对于 BMI > 23 kg/m² 的患者,应用 60 mL 碘对比剂注射方案可以获得稳定的、质量优良的影像学资料,临床应用可行性高,具有推广价值。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Niska R, Bhuiya F, Xu J. National hospital ambulatory medical care survey: 2007 emergency department summary [J]. Natl Health Stat Report, 2010 (26): 1-31. DOI: 10.1037/e587172010-001.
- [2] Goldberg A, Litt HI. Evaluation of the patient with acute chest pain [J]. Radiol Clin North Am, 2010, 48 (4): 745-755. DOI: 10.1016/j.rcl.2010.05.003.
- [3] Wnorowski AM, Halpern EJ. Diagnostic yield of triple-rule-out CT in an emergency setting [J]. AJR Am J Roentgenol, 2016, 207 (2): 295-301. DOI: 10.2214/AJR.15.15717.
- [4] Rose TA Jr, Choi JW. Intravenous imaging contrast media complications: the basics that every clinician needs to know [J]. Am J Med, 2015, 128 (9): 943-949. DOI: 10.1016/j.amjmed.2015.02.018.
- [5] Liang J, Wang H, Xu L, et al. Impact of SSF on diagnostic performance of coronary computed tomography angiography within 1 heart beat in patients with high heart rate using a 256-row detector computed tomography [J]. J Comput Assist Tomogr, 2018, 42 (1): 54-61. DOI: 10.1097/RCT.0000000000000641.
- [6] Golding SJ. European guidelines on quality criteria for computed tomography [EB/OL]. (2016-02-02) [2018-11-23].
- [7] Si-Mohamed S, Greffier J, Bobbia X, et al. Diagnostic performance of a low dose triple rule-out CT angiography using SAFIRE in emergency department [J]. Diagn Interv Imaging, 2017, 98 (12): 881-891. DOI: 10.1016/j.diii.2017.09.006.
- [8] 陈伟伟,高润霖,刘力生,等.《中国心血管病报告 2017》概要[J]. 中国循环杂志, 2018, 33 (1): 1-8. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2018.01.001.
- [9] Chen WW, Gao RL, Liu LS, et al. Summary of China cardiovascular disease report 2017 [J]. Chin Circ J, 2018, 33 (1): 1-8. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2018.01.001.
- [10] Milan M, Vedovetto V, Bilora F, et al. Further evidence in support of the association between venous thrombosis and atherosclerosis: a case-control study [J]. Thromb Res, 2014, 134 (5): 1028-1031. DOI: 10.1016/j.thromres.2014.09.007.
- [11] 熊长明,胡恩慈.冠心病合并肺血栓栓塞症诊治策略 [J/CD]. 中华临床医师杂志(电子版), 2013, 7 (15): 6788-6791. DOI: 10.3969/cma.j.issn.1674-0785.2013.15.002.
- [12] Xiong CM, Hu EC. Diagnosis and treatment of coronary heart disease with pulmonary thromboembolism [J/CD]. Chin J Clinicians (Electronic Version), 2013, 7 (15): 6788-6791. DOI: 10.3969/cma.j.issn.1674-0785.2013.15.002.
- [13] Chen Y, Wang Q, Li J, et al. Triple-rule-out CT angiography using two axial scans with 16 cm wide-detector for radiation dose reduction [J]. Eur Radiol, 2018, 28 (11): 4654-4661. DOI: 10.1007/s00330-018-5426-y.
- [14] Kim HS, Kim SM, Cha MJ, et al. Triple rule-out CT angiography protocol with restricting field of view for detection of pulmonary thromboembolism and aortic dissection in emergency department patients: simulation of modified CT protocol for reducing radiation dose [J]. Acta Radiol, 2017, 58 (5): 521-527. DOI: 10.1177/0284185116663044.
- [15] Caschera L, Lazzara A, Piergallini L, et al. Contrast agents in diagnostic imaging: present and future [J]. Pharmacol Res, 2016, 110: 65-75. DOI: 10.1016/j.phrs.2016.04.023.
- [16] 刘家祎,晏子旭,张楠,等.胸腹联合胸痛三联 CT 血管造影扫描对急诊胸痛患者心血管疾病诊断的价值 [J]. 中国医药, 2017, 12 (5): 711-715. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4777.2017.05.017.
- [17] Liu JY, Yan ZX, Zhang N, et al. Application value of triple rule-out CT angiography in emergency chest pain examination [J]. Chin Med, 2017, 12 (5): 711-715. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4777.2017.05.017.
- [18] Burris AC, Boura JA, Raff GL, et al. Triple rule out versus coronary CT angiography in patients with acute chest pain: results from the ACIC consortium [J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2015, 8 (7): 817-825. DOI: 10.1016/j.jcmg.2015.02.023.
- [19] 刘培政,刘红,彭洪娟,等.对比剂优化注射在双源 CT 急性胸痛筛查中的价值 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2016, 14 (8): 51-53. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.08.017.
- [20] Liu PZ, Liu H, Peng HJ, et al. The value of contrast medium optimum injection using dual-source CT in acute chest pain screening [J]. Chin J CT MRI, 2016, 14 (8): 51-53. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.08.017.
- [21] Ayaram D, Bellolio MF, Murad MH, et al. Triple rule-out computed tomographic angiography for chest pain: a diagnostic systematic review and meta-analysis [J]. Acad Emerg Med, 2013, 20 (9): 861-871. DOI: 10.1111/acem.12210.

(收稿日期: 2018-12-03)

• 科研新闻速递 •

类固醇治疗嗜酸粒细胞阴性哮喘: 一项临床试验

在许多轻度持续性哮喘患者中,痰中嗜酸粒细胞比例 < 0.02 (低嗜酸粒细胞水平),目前对这些患者的适当治疗尚不清楚。为此,有学者进行了一项为期 42 周的双盲交叉试验。研究人员将 295 例年龄 ≥ 12 岁的轻度持续性哮喘患者随机分组,分别给予莫米松(一种吸入性糖皮质激素)、噻托溴铵(一种长效毒蕈碱拮抗剂)或安慰剂。根据痰中嗜酸粒细胞水平(< 0.02 或 ≥ 0.02)对患者进行分类。主要评价指标是与安慰剂相比,低嗜酸粒细胞水平患者对莫米松或噻托溴铵的应答情况。研究者应用了包含治疗失败、哮喘控制天数和 1 秒用力呼气容积(FEV₁)的分级复合结局。其他评价指标是痰中嗜酸粒细胞高水平与低水平患者的结局比较。结果显示:有 73% 的患者嗜酸粒细胞水平较低;在这些患者中,59% 的患者对试验药物有不同的反应;然而,与安慰剂相比,患者对莫米松或噻托溴铵的反应没有显著差异。在低嗜酸粒细胞水平且有差异治疗反应的患者中,57% [95% 可信区间(95%CI)=48%~66%] 对莫米松的反应较好,43% (95%CI=34%~52%) 对安慰剂的反应更好($P=0.14$);相比之下,60% (95%CI=51%~68%) 对噻托溴铵有更好的反应,而 40% (95%CI=32%~49%) 对安慰剂的反应更好($P=0.029$)。在高嗜酸粒细胞水平患者中,对莫米松的反应显著优于对安慰剂的反应(74% 比 26%),而对噻托溴铵和安慰剂的应答反应无显著差异(57% 比 43%)。研究人员据此得出结论:大多数轻度持续性哮喘患者痰中嗜酸粒细胞水平较低,与安慰剂相比,他们对莫米松或噻托溴铵的反应无显著差异。

罗红敏,编译自《N Engl J Med》,2019-05-19(电子版)