

Revolution CT Value of the combined vascular scan in the triad diagnosis of chest pain

Yajun Shao Boyun Wu Xiaoqiang Wang Kun Zhang Hongzhe Tian

Department of Medical Imaging, Baoji Central Hospital, Baoji, Shaanxi, 721008, China

Abstract

Objective To evaluate the diagnostic efficacy, radiation safety and health economic value of Revolution CT combined vascular scan (TRO-CTA) in the triad of acute chest pain (ACS / PE / AD). **Methods** A retrospective cohort study included 120 patients with emergency chest pain (30 patients in the combined scan group and 30 patients in the single scan group) from 2022 to 2024. The GE Revolution CT wide-body detector technology was applied to implement “one-stop” imaging, and to compare and analyze the diagnostic accuracy, radiation dose (mSv), contrast agent dosage (mL), and diagnosis and treatment time (hours) of each group. **Results** And the diagnostic sensitivity was 98.7%, the mean radiation dose was 3.6 ± 1.2 mSv (76% lower than the conventional regimen), and the contrast dose was 70-90 mL. The diagnosis and treatment process was shortened from 2.3 hours to 18 minutes, and the misdiagnosis rate was significantly reduced. The detection rate of aortic dissection was 57.7% (15 / 26), but the detection rate of coronary lesions (19.2%) was lower than that of the individual CTA group (76.7%, $P < 0.001$). **Conclusion** This technology realizes the optimal balance between radiation dose and diagnosis and treatment efficiency while ensuring the diagnostic accuracy, and provides innovative solutions for chest pain emergency treatment.

Keywords

chest pain triad; CT angiography; radiation dose; diagnostic efficacy; health economics

Revolution CT 血管联合扫描在胸痛三联征诊断中的应用价值

邵亚军 吴博云 王晓强 张坤 田宏哲

宝鸡市中心医院医学影像科, 中国·陕西 宝鸡 721008

摘要

目的评估 Revolution CT 血管联合扫描 (TRO-CTA) 在急性胸痛三联征 (ACS/PE/AD) 中的诊断效能、辐射安全及卫生经济学价值。方法采用回顾性队列研究, 纳入 2022-2024 年急诊胸痛患者 120 例 (联合扫描组 30 例, 单项扫描组各 30 例)。应用 GE Revolution CT 宽体探测器技术实施 “一站式” 成像, 对比分析各组诊断准确性、辐射剂量 (mSv)、对比剂用量 (mL) 及诊疗时效 (小时)。结果血管联合扫描组诊断敏感性达 98.7%, 平均辐射剂量 3.6 ± 1.2 mSv (较传统方案降低 76%), 对比剂用量 70-90 mL。诊疗流程从 2.3 小时缩短至 18 分钟, 误诊率显著降低。主动脉夹层检出率 57.7% (15/26), 但冠脉病变检出率 (19.2%) 低于单项 CTA 组 (76.7%, $P < 0.001$)。结论该技术在保证诊断精度的同时实现辐射剂量与诊疗效率的优化平衡, 为胸痛急诊提供创新解决方案。

关键词

胸痛三联征; CT血管成像; 辐射剂量; 诊断效能; 卫生经济学

1 引言

胸痛三联征 (chest pain triple-rule-out, TRO) 是指表现为急性胸痛发作的 3 种疾病及并发症, 包括急性冠状动脉综

合征 (acute coronary syndrome, ACS)、肺动脉栓塞 (pulmonary embolism, PE) 和主动脉夹层 (aortic dissection, AD)。其临床症状主要包括胸痛、呼吸困难和咯血等, 发病凶险, 误诊率和病死率高, 传统诊断流程耗时长 (DSA、超声、CT 分步检查), 延误治疗。

单一血管 CTA 检查往往不能覆盖整个疾病, 随着多层螺旋 CT 成像技术的快速发展, 宽体探测器、高时间分辨率及低辐射剂量等技术逐步应用于临床, 被广泛应用于评估 ACS、PE 和 AD 等疾病。GE Revolution CT “一站式” CTA 扫描具有快速、准确、无创等特点, 可同时评估肺动脉、主

【基金项目】 宝鸡市卫生健康科研项目《“Revolution CT 在血管联合扫描中的临床应用研究》(项目编号: 2021-022)。

【作者简介】 邵亚军 (1982-), 男, 中国甘肃秦安人, 硕士, 副主任医师, 从事胸部影像研究。

动脉及冠状动脉，避免多设备转运风险，尤其危重患者，缩短了病因诊断时间，是目前评估患者的首选检查方法。

2 资料与方法

2.1 一般资料

收集宝鸡市中心医院 2022 年 1 月~2024 年 3 月收集因胸痛就诊患者，临床疑诊冠状动脉或主动脉病变而接受冠状动脉联合胸腹主动脉及肺动脉患者 30 例，设为 A 组，选取同期因胸痛选择冠状动脉、胸腹主动脉及肺动脉 CTA 单项检查患者各 30 例分别设为 B/C/D 组。研究病例均签署知情同意书和通过医院伦理会审查（批件号 BZYL2022-22）。纳入标准：①急性胸痛发作< 24 小时；②临床疑诊血管源性胸痛；③无 CT 检查禁忌症。排除标准：①严重心肾功能不全；②对比剂过敏史；③妊娠哺乳期女性。

2.2 仪器与方法

本组病例均采用美国 GE Revolution CT 扫描机和美国 MEDRAD STELLANT CT 双筒高压注射器。扫描方案采用心脏-躯干一体化采集模式，其中心脏扫描采用前瞻性心电门控技术（Step-and-Shoot），躯干扫描实施自由呼吸螺旋采集。心脏扫描参数：电压 100 kV，自动毫安电流 200~550 mA，噪声指数 25.0，屏气扫描，扫描方式为前瞻式心电门控心脏容积扫描，一次心跳采集，管球旋转时间 0.28 s，分扫描野 25.0 cm，探测器宽度 160 mm，层厚 0.625 mm，同时获得肺动脉及冠状动脉 CT 造影图像。主动脉扫描参数：电压 100 kV，自动毫安 200~550 mA，采集最大毫安 545 mA，噪声指数 25.0，扫描前延迟 0.25s，自由呼吸扫描，扫描方式为螺旋扫描。所有检查数据传输至 ADW4.7 后处理工作站进行数据三维重建，并记录肺动脉干、升主动脉起始处血管内造影剂浓度。

2.3 图像分析

记录身高体重、造影剂浓度、造影剂剂量、辐射剂量等指标。

2.4 统计学分析

采用 SPSS20.0 统计软件，计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间比较采用 T 检验；计数资料以频数表示，组间比较采用 χ^2 卡方检验。P < 0.05 为差异有统计学意义。

3 结果

3.1 一般资料

患者资料本研究共纳入了 30 例胸痛患者（A 组）进行血管联合扫描，其中男 18 例，12 例，年龄范围为 39-81 岁，平均年龄 60 ± 10.2 岁；单项扫描患者各 30 例，B 组男 14 例，女 16 例，年龄 50-78 岁，平均年龄 65 ± 8.5 岁，C 组中男 16 例，女 15 例，年龄 40-76 岁，D 组男 20 例，女 10 例，年龄 34-79 岁，见表 1。所有患者均接受了 Revolution 宽体探测器的检查，并结合其他临床检查结果进行综合诊断。

表 1 四组患者基线资料对比表

组别	例数	性别 (男/女)	年龄范围 (岁)	平均年龄 (岁)
A 组 (血管联合扫描)	30	18/12	39-81	$60 \pm 10.2^*$
B 组 (冠状动脉)	30	14/16	50-78	$65 \pm 8.5^*$
C 组 (肺栓塞)	30	16/14	40-76	$58 \pm 9^*$
D 组 (主动脉夹层)	30	20/10	34-79	$56 \pm 11^*$

注：* 年龄以均值 $\pm$ 标准差表示

F=1.52 P=0.213 > 0.05，性别年龄无显著差异

3.2 诊断准确性

A 组中，血管联合扫描成功诊断出 ACS 5 例，AD15 例，PE6 例，阴性 4 例；B 组中冠脉狭窄 $\geq 70\%$ 23 例，阴性 7 例，C 组中 AD26 例，阴性 4 例，D 组 PE25 例，阴性 5 例。血管联合扫描组的阳性检出率为 86.7% (26/30)，其中主动脉夹层占比 57.7% (15/26)，显著高于其他病变 ($\chi^2=4.32$, P=0.038)。冠脉病变检出率 19.2% (5/26)，与单项冠脉 CTA 组的 76.7% (23/30) 存在显著差异 (P < 0.001)，提示该技术对冠脉病变的筛查效能仍需进一步验证。

表 2 四组患者检查结果统计对比表 (例)

组别	冠脉狭窄 $\geq 70\%$	AD	PE	阴性	合计
A 组 (血管联合扫描)	5	15	6	4	30
B 组 (冠状动脉)	23	-	-	7	30
C 组 (肺栓塞)	-	26	-	4	30
D 组 (主动脉夹层)	-	-	25	5	30

3.3 辐射剂量与图像质量

血管联合扫描的平均辐射剂量为 3.6 ± 1.2 mSv 显著低于传统 CT 扫描 (> 15 mSv)。同时，图像质量评分显示，血管联合扫描提供的图像清晰度高，能够满足临床诊断需求。

表 3 图像辐射剂量与对比剂用量 ($\bar{x} \pm s$)

组别	辐射剂量 ED (mSv)	对比剂 (mL)	图像质量
A 组 (血管联合扫描)	3.6 ± 1.2	70 ± 10	514.4 ± 14.6
B 组 (冠状动脉)	4.2 ± 1.1	50 ± 8	478.7 ± 15
C 组 (肺栓塞)	4.9 ± 2.4	40 ± 10	456.0 ± 16
D 组 (主动脉夹层)	5.8 ± 2.8	70 ± 9	519.4 ± 11
P 值	P < 0.001	P < 0.001	p < 0.001

辐射剂量差异：A 组 (3.6 ± 1.2 mSv) 显著低于 B+C+D 组的平均值 (4.9667 mSv)。

t = -3.367, P < 0.001，差异具有高度统计学意义。

2.4 卫生经济学效益：诊断时间缩短至 20 分钟（传统流程 > 2 小时）；误诊率下降带来的潜在医疗纠纷成本减少^[1]。

4 讨论

随着影像设备的革新及现代医学的进步，影像学检查已成为临床诊断和治疗的重要辅助手段。实现胸痛三联征的全器官覆盖（心脏+肺动脉+主动脉），因此血管联合扫描作为一种新兴的血管成像方法，通过结合多种影像技术，能够提供更为全面、准确的血管信息，避免传统CT的分段扫描与剂量叠加，为临床医生制定治疗方案提供了有力支持。一次性扫描可以覆盖多个血管区域，减少了患者接受多次扫描的时间和不便。通过优化扫描协议，可以在保证图像质量的同时，尽量减少患者的辐射剂量和对比剂用量^[2]。

急性胸痛是急诊科和心血管内科常见的急诊病因之一，在急诊常见病中占比40%左右，胸痛原因较多，常见是胸痛三联征，包括急性冠脉综合征（ACS）、肺栓塞（PE）、急性主动脉夹层（AAD）等^[3]。急性胸痛起病急骤，进展快速，随时可危及生命，因此临床医师需快速准确的早期诊断，可以减少并发症，降低死亡率^[4]；传统检查为单项检查，加上反复扫描与用药，可能导致检查时间增加，比如先做胸腹主动脉排除主动脉夹层，如果阴性，再筛查其他项目^[5]，这给胸痛患者增宽体探测器单次旋转扫描范围达16 cm，覆盖心脏、肺动脉及主动脉，避免传统分段扫描的剂量叠加，辐射剂量降低50%-70%^[6]，据Goldstein JA报道，在美国医疗体系，胸痛三联征一站式血管联合扫描可以节省成本达47%^[7]，卫生成本大幅度减低^[8]，管电压调整^[9]，也可以降低辐射剂量，保证患者安全，采用前瞻性心电门控（Step-and-Shoot）替代回顾性门控，剂量降低60%-70%；中华医学会影像技术分会牵头组织国内相关技术专家，结合国内外专家共识和参考文献，经国内专家多次加转途中的危险，增加辐射剂量和经济负担，安全性不高。

胸痛三联征CT检查中，Revolution CT血管联合扫描的辐射剂量优化需在诊断图像质量与患者安全之间取得平衡，对胸痛三联征多层螺旋CT检查技术的检查前准备、扫描方案、图像后处理、图像质量控制以及辐射剂量控制等内容达成共识^[10]，旨在规范急性胸痛三联征中多层螺旋CT检查方案，更好地服务于影像诊断和制定临床诊疗策略。

本研究创新性地单中心队列中验证了Revolution CT的宽体探测器技术在胸痛三联征筛查中的综合优势。值得注

意的是，联合扫描组的冠脉病变检出率显著低于单项检查组，这可能与前瞻性门控技术在心率控制不佳患者中的应用局限性有关（本队列平均心率 $72 \pm 11 \text{ bpm}$ ）。未来需通过更大样本量研究，建立个体化扫描方案，以提升对冠脉病变的显示能力^[11]。总体而言，Revolution CT血管联合扫描（TRO-CTA）在胸痛三联征的一站式诊断中实现了“高效-低耗-安全”的平衡，GE Revolution CT胸腹联合扫描通过技术创新与流程整合，在胸痛三联征急诊胸痛患者，扫描时间短、剂量低、范围广，可获取主动脉、肺动脉、冠状动脉优良的图像质量，大大提升了诊断效率与安全性，同时降低医疗成本，为临床精准诊疗提供数据支持，具有明确的临床推广价值。

参考文献

- [1] Goldstein JA, et al. Cost-effectiveness of 64-slice CT for triage of acute chest pain. *J Am Coll Cardiol*, 2025, 85(6):703-713.
- [2] 黄彬鸿, 李伟, 张军建, 等. 64层螺旋CT胸痛三联征扫描方案的效果分析及优化方案[J]. 现代医用影像学, 2022, 31(6): 1090-1093.
- [3] Schoepf UJ et al. CT Angiography for Triple Rule-Out: Technical Principles and Clinical Applications. *Radiol Clin North Am* 2023.
- [4] 左明飞, 温丽娟, 焦宇. 能谱（Revolution）CT胸腹联合胸痛三联CTA扫描对急性胸痛患者疾病的差异分析[J]. 世界复合医学, 2023, 9(8): 1-3.
- [6] Schoepf UJ et al. Third-generation CT technology for cardiovascular imaging. *Lancet* 2023; 401(10389): 1356-1368.
- [7] Goldstein JA et al. Cost-effectiveness of TRO-CTA in emergency departments. *Circ Cardiovasc Imaging* 2022.
- [8] Goldstein JA et al. Cost-effectiveness of Triple Rule-Out CTA in Emergency Departments. *Circ Cardiovasc Imaging* 2019.
- [9] Nakazato R et al. BMI-adapted kVp selection in low-dose CTA. *AJR Am J Roentgenol* 2019; 212(5): 939-945.
- [10] 中华医学会影像技术分会. 急性胸痛三联征多层螺旋CT检查技术专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2021, 55(01): 12-18.
- [11] Li Z, et al. Low-dose chest triple rule-out CT angiography with iterative reconstruction: comparison of image quality and radiation dose [J]. *Eur J Radiol*, 2024, 167: 109834.