

· 心血管影像学 ·

双期心脏 CT 成像在左心耳自发显影(≥ 2 级)中的诊断价值

刘波, 徐俊青, 赵埴飏, 贾崇富

【摘要】 目的:以经食道超声心动图(TEE)为金标准,探讨双期心脏 CT(CCT)定性及定量评估 2 级以上左心耳自发显影(LAASEC)的临床价值。**方法:**本院明确诊断房颤且行 CCT 及经食道超声心动图(TEE)两项检查的住院患者 267 例。以 TEE 为金标准,计算 CCT 定性评估 LAASEC(≥ 2 级)的敏感度、特异度、阳性预测值(PPV)、阴性预测值(NPV)及诊断符合率。测量左心耳(LAA)及升主动脉(AA)CT 值,计算 LAA/AA,绘制 LAA/AA 的 ROC 曲线。**结果:**TEE 诊断 LAASEC 0~1 级患者共 192 例,CCT 阴性 162 例(84.4%),阳性 30 例(15.6%)。LAASEC 2~4 级 75 例,CCT 全部为阳性。以 TEE 为金标准,CCT 定性检测 LAASEC(≥ 2 级)的敏感度、特异度、PPV、NPV 及符合率分别为 100.0%、84.4%、71.4%、100.0%及 88.8%。LAA/AA 最佳截断点为 0.524 时,CCT 评价 LAASEC(≥ 2 级)的敏感度、特异度、PPV、NPV 及符合率分别为 98.7%、92.7%、84.1%、99.4%及 94.4%。**结论:**双期 CCT 在评估 LAASEC(≥ 2 级)方面具有重要的临床排除和预警价值。当 CCT 首期左心耳部无充盈缺损时,可以排除 2~4 级 LAASEC 的可能,避免不必要的 TEE 检查。

【关键词】 自发显影; 心脏 CT; 经食道超声心动图; 房颤; 左心耳

【中图分类号】 R814.42; R541.75 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)11-1152-04

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.11.011

Value of dual-phase cardiac CT scanning in the diagnosis of left atrial appendage spontaneous echo contrast (≥ 2 grade) LIU Bo, XU Jun-qing, ZHAO Zhi-biao, et al. Department of Radiology, Yankuang Group General Hospital, Shandong 273500, China

【Abstract】 Objective: Taking transesophageal echography (TEE) as gold standard, to study the clinical value of dual-phase cardiac CT (CCT) in the quantitative evaluation of left atrial appendage spontaneous echo contrast (LAASEC) (≥ 2 grade). **Methods:** 267 patients with atrial fibrillation undertook both CCT and transesophageal echo (TEE) examination. Using TEE as the gold standard, the sensitivity, specificity, negative predictive value (NPV), positive predictive value (PPV) and accuracy of CCT in the quantitative evaluation of LAASEC were studied. In addition, the CT value of left atrial appendage (LAA) and ascending aorta (AA) were measured, then the ratio of CT values (LAA/AA) was calculated, and ROC of LAA/AA was drawn. **Results:** Of the 267 patients, totally 162 patients were diagnosed as Grade 0~1 LAASEC by TEE, the CCT diagnosis was negative in 162 patients (84.4%), and positive in 30 patients (15.6%). A total of 75 patients were diagnosed as Grade 2~4 LAASEC by TEE, which were all positive on CCT. Taking TEE as the gold standard, the sensitivity, specificity, PPV, NPV and accuracy of CCT in displaying LAASEC was 100.0%, 84.3%, 71.4%, 100.0% and 88.1% respectively. On the basis of ROC curve, using the optimal cutoff value as 0.542 for the LAA/AA ratio, quantitative identification of LAASEC ($\geq$ grade 2) yielded the sensitivity, specificity, PPV NPV and accuracy as 98.7%, 92.7%, 84.1%, 99.4% and 93.7% respectively. **Conclusion:** Dual-phase CCT has significant values in exclusion and warning of LAASEC (grade 2~4) in clinical practice. When no filling defect was displayed in early-phase of CCT, Grade 2~4 spontaneous display of LAASEC could be ruled out and unnecessary TEE could be prevented.

【Key words】 Spontaneous echo contrast; Cardiac CT; Transesophageal echocardiography; Atrial fibrillation; Left atrial appendage

自发显影(spontaneous echo contrast, SEC)是在超声观察下的一种无明显轮廓可缓慢回旋活动的烟雾样低回声影^[1],其形成机制是由于血流速度缓慢,剪切应力减小导致纤维蛋白原介导的红细胞聚集所致^[2]。自发显影常见于房颤患者左心耳部^[3],研究表明,左心

耳自发显影(left atrial appendage spontaneous echo contrast, LAASEC)是房颤患者心源性血栓及血栓栓塞事件的独立预警因素^[4-6],高级别较低级别 LAASEC 更容易导致血栓栓塞事件的发生^[5]。因此早期发现高级别 LAASEC 对指导抗凝治疗、减少栓塞并发症具有重要的临床意义。

经食道超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)是目前诊断 LAASEC 的金标准^[7],其缺点是侵入性、费时、耐受性差及操作者依赖性强。心脏

作者单位: 273500 山东,兖矿集团总医院放射科(刘波、赵埴飏); 273165 山东,山东曲阜市中医院 CT 室(徐俊青); 116011 辽宁,大连医科大学附属第一医院心脏 CT 检查科(贾崇富)

作者简介: 刘波(1981—),男,山东省平邑县人,主治医师,主要从事 CT 及 MRI 影像诊断工作。

通讯作者: 贾崇富, E-mail: wzx1128@163.com

CT 成像(cardiac CT, CCT)已广泛用于房颤患者射频消融术前评估^[8-12]。多项研究证实 CCT 双期扫描评估左心耳血栓具有极佳的敏感度及阴性预测值(NPV)^[13-17]。但应用 CCT 评估 LAASEC,尤其高级别 LAASEC 的研究较少见。本研究即以 TEE 为金标准,探讨 CCT 定性及定量评估 2 级以上 LAASEC 的临床价值。

材料与方法

1. 研究对象

搜集 2014 年 1 月—2016 年 6 月本院明确诊断房颤且均行 CCT 及 TEE 两项检查的住院患者的病例资料。排除标准:左心耳血栓,先天性心脏病,人工机械瓣膜或既往有深静脉血栓及肺栓塞病史,CCT 及 TEE 两项检查间隔 >10 天,图像错层、对比剂充盈欠佳等图像质量较差者。共 267 例患者纳入研究。男 160 例,女 107 例,年龄 33~92 岁,平均 (63.0 ± 9.1) 岁。其中持续性房颤患者 138(51.7%)例,阵发性房颤 129(48.3%)例;高血压患者 156(58.4%)例;糖尿病患者 67(25.1%)例;脑卒中或短暂性脑缺血者 45(16.9%)例。CCT 及 TEE 检查的间隔时间为 (1.7 ± 1.8) 天。

2. TEE 检查方法及图像分析

采用 HP Sonos 5500 型彩色多普勒血流显像仪,多平面经食管超声探头频率为 4~7 MHz,增益调至适当水平进行 TEE 检查。探头于距门齿 25~35 cm 的食管中段处,多轴向扫描左心水平切面并清晰显示左心耳,然后于多个角度及不同深度行 0~180°连续扫描,最大限度显示左心耳结构及其内部回声。

采用双盲法,由两名经验丰富的超声科医师分析 TEE 图像,依据回声强度及分布范围对 LAASEC 进行分级。若两名医师结果有争议,则请另一名超声医师共同研判,并得出最终结论。分级标准如下:0 级,无烟雾状回声(正常组);1 级为轻度,指超声心动图在高增益状态下见到的仅持续片刻的稀疏血流回声信号;2 级为轻—中度,指较轻度略强的呈涡流状的稀疏血流回声信号,且不需要提高增益;3 级为中度,指在整个心动周期中均可见的涡流状稠密血流回声信号;4 级为重度,指在常规甚至低增益状态下即可观测到烟雾状非常稠密的血流回声信号。

3. CCT 成像技术及分析

采用 Siemens Somatom Definition Flash 128 层双源 CT 扫描仪行 CCT 扫描。范围自气管隆突水平至心脏膈面。采用碘对比剂示踪法,在主动脉弓部管腔内设置兴趣区(ROI)并监测其 CT 值,当 ROI 的 CT 值 >100 HU 时,延迟 6 s 自动触发 CCT 扫描。若左心耳有充盈缺损,延迟 30 s 行二期扫描。采用 Ulrich

双筒高压注射器经肘前静脉行对比剂(优维显 300)三期注射,第一时相对比剂 45~55 mL,流率 5.0~5.5 mL/s;第二时相对比剂 25~35 mL,流率 3.5~4.0 mL/s;第三时相生理盐水 30 mL,流率 4.0 mL/s。扫描模式为回顾性心电门控序列。准直宽度 $2 \times 64 \times 0.6$ mm,转速 0.28 s/r,重建层厚和间隔分别为 0.75 mm 和 0.5 mm。所有图像传送至 Syno 工作站。采用双盲法,由两名经验丰富的心血管影像诊断医师在工作站上观察左心耳 CT 图像,自由调整窗宽和窗位至最佳显示窗观察是否存在充盈缺损。若两名医师结果有争议,则请另一名医师共同研判,并得出最终结论。诊断标准:正常者表现为首期 CCT 左心耳均一对比剂填充;SEC 表现为首期 CCT 左心耳类三角形相对低密度区,即充盈缺损,延迟期对比剂均一填充(图 1)。血栓表现为首期和延迟期均充盈缺损。选择首期 CT 图像的最大层面左心耳(LAA)(有充盈缺损者选择充盈缺损区)和同层面升主动脉(AA),兴趣区(≥ 1 cm)测量两个部位 CT 值,并计算 LAA/AA 值。

4. 统计学方法

采用 SPSS 19.0 统计学软件进行分析。计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示。多组间比较采用单因素方差分析,多组间两两比较采用 LSD(方差齐)或 Dunnett'S T3(方差不齐)法进行显著性检验。截断点、敏感度及特异度的确定采用受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

267 例房颤患者中,TEE 诊断 LAASEC 0~1 级、2 级、3 级和 4 级患者分别为 192 例、26 例、32 例和 17 例。192 例 LAASEC 0~1 级患者中,CCT 阳性 30 例(15.6%),阴性 162 例(84.4%);LAASEC 2~4 级患者共 75 例,CCT 全部诊断为阳性。以 TEE 为金标准,CCT 定性检测 LAASEC(≥ 2 级)的敏感度、特异度、PPV、NPV 及诊断符合率分别为 100.0%、84.4%、71.4%、100.0%及 88.8%。

TEE 诊断 LAASEC 0~1 级、2 级、3 级和 4 级患者的 LAA/AA 值分别为 0.86 ± 0.18 、 0.28 ± 0.13 、 0.24 ± 0.13 和 0.18 ± 0.09 ,随着 LAASEC 分级程度的增加,LAA/AA 值逐步下降,差异具有统计学意义($F=216.88, P < 0.001$)。其中,0~1 级与 2、3 和 4 级 LAASEC 间差异具有统计学意义($P < 0.001$),而 2 级与 3 级、3 级与 4 级间差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。2 级与 4 级 LAASEC 间差异有统计学意义($P < 0.05$)。以 LAASEC ≥ 2 级为阳性事件,绘制 LAA/AA 的 ROC 曲线(图 2)。LAA/AA 的曲线下



图1 左心耳自发显影。a) 首期 CCT 图像示左心耳类三角形充盈缺损,CT 值约 111HU; b) 延迟期 CCT 图像示左心耳对比剂均匀填充; c) TEE 图像示左心耳类三角形浓密血流回声信号影。

面积为 0.976。根据约登值, LAA/AA 最佳截断点为 0.524 时, CCT 评价 LAASEC (≥ 2 级) 的敏感度、特异度、PPV、NPV 及符合率分别为 98.7%、92.7%、84.1%、99.4% 及 94.4%。

讨论

本研究对 267 例房颤患者的双期 CCT 检查进行定性及定量分析, 以 TEE 为金标准, CCT 定性评估 LAASEC (≥ 2 级) 的敏感度及 NPV 均达到 100%。结合对 LAA/AA 指标的定量分析(最佳截断点为 0.524), 其特异度和 PPV 分别提高至 92.7% 和 84.1%。

心房颤动(简称房颤)是老年人群中最常见的一种心律失常^[18]。房颤患者左心房无效性收缩致血液的排出量降低, 血液在心房内凝滞淤结, 压力提高, 使左心房变大; 尤其左心耳特殊形态及内部丰富肌小梁更易导致血液排空延迟, 血液淤滞即 LAASEC 形成。LAASEC 是近期的心源性血栓及血栓栓塞事件的独立预警因素^[4-6], 尤其是高级别 SEC 患者发生脑栓塞的可能性更大。Patel 等^[8]研究认为高级别 SEC 组 (2.5 ± 0.9) 较低级别 SEC 组 (1.4 ± 0.5) 更容易发生血栓栓塞事件 ($P < 0.01$)。经 12 个月随访, 22 例 (17%) 患者经 MRI 证实新发有脑缺血灌注的征象。而低级别 SEC 组在观察期间仅 5 例 (4%) 患者发展为无症状脑梗塞。因此本研究把 0~1 级 LAASEC 归为“正常”左心耳。本研究中, TEE 诊断 0~1 级 LAASEC 房颤患者 192 例, 162 例 (84.4%) 在 CCT 上表现为阴性, 其中, 1 级 LAASEC 患者 79 例, 仅 22 例 (27.8%) CCT 首期图像上显示左心耳部充盈缺损影, 可见 1 级 LAASEC 在 CCT 上的检出率不高, 价值有限。其原因可能与 1 级 LAASEC 定义为 TEE 高增益下仅持续片刻的动态稀疏血流回声信号影有关, 而 CCT 为 LAA 一过性显像, 可能未采集到 LAA 真正的“片刻”充盈缺损。而 TEE 诊断 2~4 级 LAASEC

患者 75 例, 在 CCT 首期图像上均表现为左心耳部的充盈缺损影, 而延迟期均匀充盈。反之, 笔者认为, 当首期 CCT 显示 LAA 均匀充盈时, 亦可完全排除 2~4 级的 LAASEC 患者。因此, 双期 CCT 在检出 2~4 级 LAASEC 方面具有重要的临床排除价值, 避免不必要的 TEE 检查。

另外, 大多数研究认为 LAA/AA 这一指标利用同层面升主动脉 CT 值作校正, 消除了个体差异, 提高了此指标诊断 LAASEC 的准确性, 优于其他如左心房耳部 CT 值指标^[8, 17, 19-21]。因此, 笔者亦采用 LAA/AA 指标对不同级别的 LAASEC 进行定量研究, 结果显示, 随着 LAASEC 严重程度的增加, LAA/AA 值逐步下降, 其中 2 级及其以上下降尤为明显。进一步对 LAA/AA 指标绘制 ROC 曲线, 结果显示, 当 LAA/AA 最佳截断点为 0.524 时, 双期 CCT 评价 LAASEC (≥ 2 级) 的特异度和 PPV 较定性分析时明显提高, 分别为 92.7% 和 84.1%。且敏感度及 NPV 仍保持在高水平。因此, 笔者认为对双期 CCT 定性分析的同时, 结合定量分析提高了检测 LAASEC (≥ 2 级) 的诊断符合率, 具有较强的临床排除和预警价值。Kim 等^[17]对

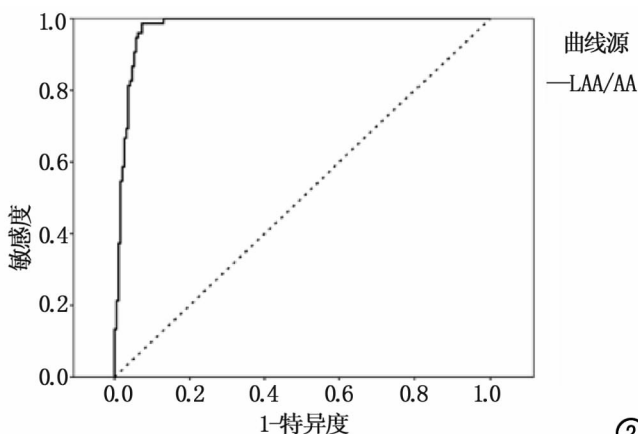


图2 以 LAASEC (≥ 2 级) 为阳性事件的 LAA/AA 的 ROC 曲线, AUC 为 0.976。

223 例房颤患者行 TEE 和 CCT 检查,以 TEE 为金标准,结果显示,CCT 定性诊断 4 级 LAASEC 及血栓的特异度及 PPV 分别为 85% 及 31%,结合定量分析,当以 LAA/AA=0.25 为截断点时,特异度及 PPV 尤其 PPV 明显增加,分别为 96% 及 75%。Patel 等^[8]研究亦显示,CCT 定性诊断 3~4 级 SEC 及血栓的敏感度和 NPV 分别为 50% 及 95.1%,结合定量分析均升高至 100%。这可能是由于定量分析避免了观察者依赖经验及人为调整窗宽、窗位等主观因素的影响。

本研究的局限性:CCT 及 TEE 两项检查存在一定的间隔时间,可能导致 LAASEC 分级程度的改变。但本研究排除了间隔>10 天的患者,且平均间隔时间仅为(1.7±1.8)天,降低了两项检查期间 LAASEC 的进展的可能性。此外,本研究为单中心研究,CCT 定量评估 LAASEC(≥2 级)的价值需前瞻性多中心大样本量研究的进一步证实。

总之,定性结合定量分析双期 CCT 在检测 LAASEC(≥2 级)具有重要的临床排除和预警价值。当 CCT 首期左心耳部无充盈缺损时,可以排除 2~4 级 LAASEC 的可能,避免不必要的 TEE 检查。

参考文献:

- [1] Black IW. Spontaneous echo contrast: where there's smoke there's fire[J]. Echocardiography, 2000, 17(4): 373-382.
- [2] Rastegar R, Harnick DJ, Weidemann P, et al. Spontaneous echo contrast videodensity is flow-related and is dependent on the relative concentrations of fibrinogen and red blood cells[J]. J Am Coll Cardiol, 2003, 41(4): 603-610.
- [3] Blackshear JL, Odell JA. Appendage obliteration to reduce stroke in cardiac surgical patients with atrial fibrillation[J]. Ann Thorac Surg, 1996, 61(2): 755-759.
- [4] González-Torrecilla E, García-Fernández MA, Pérez-David E, et al. Predictors of left atrial spontaneous echo contrast and thrombi in patients with mitral stenosis and atrial fibrillation[J]. Am J Cardiol, 2000, 86(5): 529-534.
- [5] Bernhardt P, Schmidt H, Hammerstingl C, et al. Patients with atrial fibrillation and dense spontaneous echo contrast at high risk a prospective and serial follow-up over 12 months with transesophageal echocardiography and cerebral magnetic resonance imaging[J]. J Am Coll Cardiol, 2005, 45(11): 1807-1812.
- [6] Leung DY, Black IW, Cranney GB, et al. Prognostic implications of left atrial spontaneous echo contrast in nonvalvular atrial fibrillation[J]. J Am Coll Cardiol, 1994, 24(3): 755-762.
- [7] Romero J, Cao JJ, Garcia MJ, et al. Cardiac imaging for assessment of left atrial appendage stasis and thrombosis[J]. Nat Rev Cardiol, 2014, 11(8): 470-480.
- [8] Patel A, Au E, Donegan K, et al. Multidetector row computed tomography for identification of left atrial appendage filling defects in patients undergoing pulmonary vein isolation for treatment of atrial fibrillation: comparison with transesophageal echocardiography[J]. Heart Rhythm, 2008, 5(2): 253-260.

- [9] Jaber WA, White RD, Kuzmiak SA, et al. Comparison of ability to identify left atrial thrombus by three-dimensional tomography versus transesophageal echocardiography in patients with atrial fibrillation[J]. Am J Cardiol, 2004, 93(4): 486-489.
- [10] Munir S, Chang JH, Salahudeen SR, et al. Atrial thrombi detection prior to pulmonary vein isolation: diagnostic accuracy of cardiac computed tomography versus transesophageal echocardiography[J]. Cardiol J, 2015, 22(5): 576-582.
- [11] Burke MC, Roberts MJ, Knight BP. Integration of cardiac imaging and electrophysiology during catheter ablation procedures for atrial fibrillation[J]. J Electrocardiol, 2006, 39(4 Suppl): 188-192.
- [12] Cronin P, Sneider MB, Kazerooni EA, et al. MDCT of the left atrium and pulmonary veins in planning radiofrequency ablation for atrial fibrillation: a how-to guide[J]. AJR, 2004, 183(3): 767-778.
- [13] Hur J, Kim YJ, Lee HJ, et al. Left atrial appendage thrombi in stroke patients: detection with two-phase cardiac CT angiography versus transesophageal echocardiography[J]. Radiology, 2009, 251(3): 683-690.
- [14] Hur J, Kim YJ, Nam JE, et al. Thrombus in the left atrial appendage in stroke patients: detection with cardiac CT angiography—a preliminary report[J]. Radiology, 2008, 49(1): 81-87.
- [15] Sawit ST, Garcia-Alvarez A, Suri B, et al. Usefulness of cardiac computed tomographic delayed contrast enhancement of the left atrial appendage before pulmonary vein ablation[J]. Am J Cardiol, 2012, 109(5): 677-684.
- [16] Romero J, Husain SA, Kelesidis I, et al. Detection of left atrial appendage thrombus by cardiac computed tomography in patients with atrial fibrillation: a meta-analysis[J]. Circ Cardiovasc Imaging, 2013, 6(2): 185-194.
- [17] Kim SC, Chun EJ, Choi SI, et al. Differentiation between spontaneous echocardiographic contrast and left atrial appendage thrombus in patients with suspected embolic stroke using two-phase multidetector computed tomography[J]. Am J Cardiol, 2010, 106(8): 1174-1181.
- [18] Lloyd-Jones DM, Wang TJ, Leip EP, et al. Lifetime risk for development of atrial fibrillation: the framingham heart study[J]. Circulation, 2004, 110(9): 1042-1046.
- [19] Kim YY, Klein AL, Halliburton SS, et al. Left atrial appendage filling defects identified by multidetector computed tomography in patients undergo ingradiofrequency pulmonary vein antral isolation: a comparison with transesophageal echocardiography[J]. Am Heart J, 2007, 154(6): 1199-205.
- [20] Sawit ST, Garcia-Alvarez A, Suri B, et al. Usefulness of cardiac computed tomographic delayed contrast enhancement of the left atrial appendage before pulmonary vein ablation[J]. Am J Cardiol, 2012, 109(5): 677-684.
- [21] Homsí R, Nath B, Luetkens JA, et al. Can contrast-enhanced multi-detector computed tomography replace transesophageal echocardiography for the detection of thrombogenic milieu and thrombi in the left atrial appendage: a prospective study with 124 patients[J]. Rofo, 2016, 188(1): 45-52.

(收稿日期: 2017-04-22)