

Minidose 技术在双源 CT 心脏扫描中的初步应用

钱波, 李强, 徐烈富, 孟名柱, 潘昌杰, 钱农

【摘要】 目的:探讨 Minidose 技术在双源 CT(DSCT)冠状动脉成像及左心室功能分析中的应用价值。**方法:**45 例临床怀疑为冠状动脉心脏病的患者行 DSCT 冠状动脉成像和超声心动图左心室功能检查。DSCT 采用序列扫描模式,总扫描时间窗 35%~95% R-R 间期,其中 40%~70% R-R 间期时为全电流输出,数据用于冠状动脉重建,其余间期使用全电流的 20%输出,数据用于左心室功能分析。依据美国心脏协会冠状动脉分法,将冠脉图像分为 16 段,并采用 4 级法对每段图像质量进行评估。将 DSCT 检查时测量的左心室射血分数值(LVEF),并与超声心动图所测得的 LVEF 值为对照进行统计学分析。**结果:**40 例患者顺利完成 DSCT 冠状动脉成像及超声心动图左心室功能分析。共评价冠状动脉 525 段,其中可用于诊断的节段占 97.53%(512/525),平均辐射剂量为 (3.75 ± 0.89) mSv。DSCT 与超声心动图所测得的 LVEF 值差异无统计学意义($t = -1.61, P = 0.12 > 0.05$),且两者相关性好($r = 0.68$)。**结论:**Minidose 技术可以用于 DSCT 冠状动脉成像兼顾左心室功能分析的“一站式”扫描,冠状动脉图像质量较好,左心室功能分析结果可靠,平均辐射剂量低。

【关键词】 体层摄影术,X 线计算机;冠状动脉成像;左心室功能;辐射量

【中图分类号】 R814.42; R543.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)12-1283-04

Preliminary study of minidose technique of dual-source CT in coronary angiography QIAN Bo, LI Qiang, XU Lie-fu, et al.
Department of Radiology, the Second Hospital of Changzhou City, Jiangsu 213000, P. R. China

【Abstract】 Objective: To study the value of minidose technique of dual-source CT (DSCT) in coronary CT angiography and left ventricular function analysis. **Methods:** Forty-five patients with clinically suspected coronary disease were examined by cardiac DSCT and echocardiography. Sequential acquisition and prospective ECG-trigger were used. The scan time width was selected at 35%~95% R-R interval. The data of full tube current output of tube A at 40%~70% R-R interval were used for coronary artery reconstruction and the data of 20% of full tube current output of tube B at the other phase were used for the analysis of left ventricle function. The reconstruction images of coronary artery were divided into 16 segments according to the American Heart Association Classification and the image quality of coronary arteries were graded with 4-points scale. The LVEF of DSCT and that of echocardiography were compared, which were calculated and statistically analyzed. **Results:** Forty cases accomplished DSCT and echocardiogram successfully. Altogether 525 coronary segments could be evaluated on DSCT, 97.53% of them could be used for diagnosis. The average radiation dose was (3.75 ± 0.89) mSv. No significant statistical differences was existed between the LVEF values obtained by DSCT and echocardiography ($t = -1.61, P > 0.05$), with satisfactory Pearson correlation ($r = 0.68$). **Conclusion:** The Minidose technique of DSCT could be used as the "one stop" examination in coronary CT angiography and left ventricular analysis. The quality of coronary images was relatively satisfactory and the left ventricle function analysis results was reliable, also with low average radiation dose.

【Key words】 Tomography, X-ray computed; Coronary angiography; Ventricular function, left; Radiation dose

CT 冠状动脉成像(coronary computed tomography angiography, CCTA)是目前临床上首选的无创性冠状动脉检查方法,作为 CCTA 的附属功能,左心室功能分析对冠心病患者的危险度分级、远期评估有重要意义。第二代双源 CT 使用前瞻性心电门控的扫描模式进行 CCTA 检查,辐射剂量显著降低,但同时也给心功能信息的获取带来了很大挑战。本研究的目的在于探讨 Minidose 技术在第二代 DSCT 冠状动脉成像及左心室功能分析一站式低剂量扫描中的可行性。

材料与方法

连续 45 例临床怀疑为冠心病而准备接受 CCTA 检查的患者,男 22 例,女 23 例,年龄 39~82 岁,平均 63 岁,检查时心率 54~99 次/分,平均 (68.03 ± 7.22) 次/分。入组条件:规则的窦性心律。CCTA 和超声心动图检查时间间隔不超过一周。

CCTA 扫描采用 Siemens Somatom Definition DSCT 机,扫描前训练患者屏气。扫描范围自气管隆突下至心脏膈面。对比剂使用碘普胺(370 mg I/mL),采用双筒高压注射器(Ulrich Missouri XD 2051)经肘正中静脉团注 15 mL 对比剂先进行预扫描,注射流率 4.5 mL/s,然后以相同流率团注对比剂 60~65 mL 并

同时启动扫描,最后以相同流率注射 50 mL 生理盐水。扫描参数:根据身体质量指数(BMI)不同,管电压采用 120 kV ($BMI \geq 25.0 \text{ kg/m}^2$)或 100 kV ($BMI < 25.0 \text{ kg/m}^2$),球管旋转一周时间 280 ms,时间分辨力 75 ms,准直宽度 $64 \text{ i} \times 0.6 \text{ mm}$,视野 $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$,扫描期相 35%~95% R-R 间期,其中 A 球管在 40%~70% R-R 间期使用全电流输出,数据用于冠状动脉重建,B 球管在其余时相使用全电流剂量的 20%输出,数据用于左心室功能分析(图 1)。重建参数:间隔 5% R-R 间期进行重建,0.75 mm 层厚,采用细腻平滑的重组算法 B26f。

左心室射血分数计算方法:以 5%的 R-R 间期重建冠状动脉扫描数据,输入西门子工作站(Syngovia),手动选择二尖瓣和主动脉瓣均关闭时的左心腔面积最小时作为收缩末期,选择 95% R-R 间期时为左心室舒张末期,利用 Simpson 法计算左心室射血分数(ejection fraction of left ventricle, LVEF)值。

超声心动图左心室功能检查方法及数据采集:使用美国 GE Vingmed Ultrasound VV7 型超声心动图机,探头频率为 1.7~3.4 MHz。获取静息状态下标准心尖四腔、两腔、长轴观和二尖瓣水平短轴观图像。分别测量左心室舒张末期及收缩末期左心室内径,计算 LVEF 值。

根据美国心脏学会冠状动脉 16 分段法,由两位高年资放射科医师分别采用 4 级法对各段图像质量进行分级评估。4 分:血管显示优异,边界清晰,无阶梯状伪影或血管中断;3 分:血管有轻度伪影,节段轻微模糊;2 分:血管有中度伪影但节段走行连续;1 分:血管显示不清,节段走行不连续,有严重阶梯状伪影。图像质量评分 2~4 分为可用于诊断,1 分为不可诊断。当两位医师意见不一致时相互讨论确定。

使用 SPSS 13.0 统计分析软件,对 DSCT 与超声心动图所测得的 LVEF 行配对 *t* 检验及 Pearson 相关性检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

2 例患者无法进行屏气配合未能进行冠状动脉扫描,3 例患者由于低电流扫描图像对比度不佳左心室功能分析失败,其余 40 例患者均顺利完成检查,重建的冠状动脉图像总体质量较好,可评价率较高(97.52%,512/525),结果见表 1。

表 1 DSCT 冠状动脉成像图像质量评分

冠脉评分	血管段数	百分比(%)
4 分	478	91.05
3 分	19	3.62
2 分	15	2.86
1 分	13	2.47

本组患者冠状动脉成像时所接受的辐射剂量结果见表 2。

表 2 冠状动脉 CTA 检查的辐射剂量

指标	均数	95%可信区间	数值范围
剂量长度乘积 [#]	268.03±63.57	244.00~357.17	223.30~367.00
辐射量(mSv) [*]	3.75±0.89	3.42~5.00	3.12~5.14

注:[#]单位为 mGy·cm;^{*}辐射量=剂量长度乘积×0.014mSv/(mGy·cm)

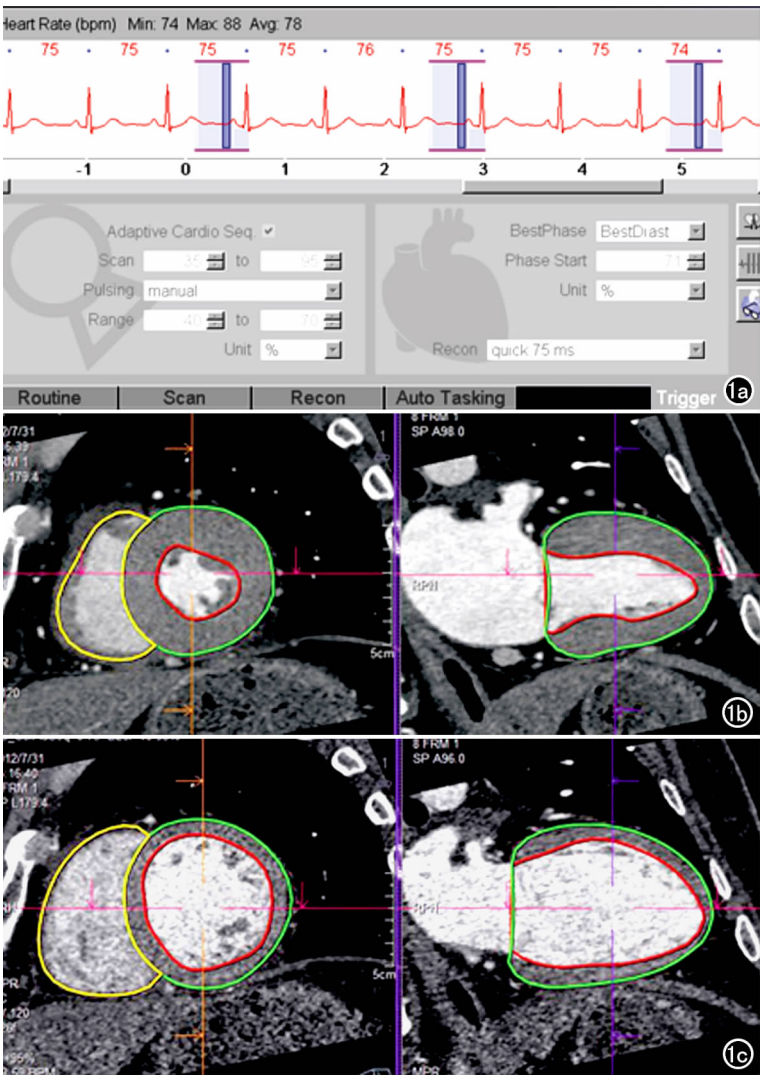


图 1 Minidose 技术 DSCT 冠状动脉成像,患者平均心率为 75 次/分。a) 总扫描窗宽设为 35%~95% R-R 间期,其中 40%~70% R-R 间期全电流输出,其余间期使用全电流的 20%输出,最佳成像间期为 40%R-R 间期和 71%R-R 间期;b) 收缩期末期的最佳冠脉成像间期(40% R-R 间期)全电流扫描图像,图像细腻,密度分辨力高,左心室内对比剂和心肌界面清晰;c) 舒张末期(95% R-R 间期)全电流 20%输出的左心室短轴位及长轴位图像,图像噪声较大,但仍可以准确勾画出心肌和左心室内对比剂轮廓,左心室功能分析不受影响。

DSCT 和超声心动图所测的 LVEF 值分别为 (58.75 ± 7.15) 和 (60.15 ± 6.46) , 两者间差异无统计学意义 ($t = -1.61$; $P = 0.12 > 0.05$), 且两者间有较高的相关性 ($r = 0.68$)。

讨 论

左心室功能状态的准确评估对冠心病患者的危险度分级、远期评估以及治疗方案的选择有重要意义^[1-2]。超声心动图是目前最方便、经济的左心室功能测量方法, 临床应用最普遍^[3]。心脏 MRI 是目前公认的左心室功能分析的“金标准”^[1,4], 但其检查时间较长, 费用较高, 且禁忌证较多, 目前尚未广泛普及。在众多影像学检查中, MDCT 左心室功能分析的结果与 MRI 的相关性最高^[5]。并且 CT 左心室功能分析通常作为冠状动脉检查的附带产物, 不需要额外的对比剂注射及辐射扫描, 却可以带来更多的信息, 临床应用价值较高。DSCT 问世以来, 冠状动脉扫描向低剂量方向发展^[6], 通常仅选择冠状动脉最佳成像时期进行触发扫描, 舍弃了其它对冠状动脉成像没有帮助的信息, 导致左心室功能分析无法进行。

第二代 DSCT 冠状动脉成像有 3 种扫描模式^[7]: 回顾性心电门控扫描、前瞻性心电触发扫描和大螺距扫描。其中前瞻性心电触发扫描模式应用最为广泛, 其依据不同的心率仅在冠状动脉最佳成像时相进行触发扫描, 可显著降低辐射剂量。但由于未能同时包括舒张及收缩末期心脏信息, 左心功能分析难以进行。若扩大扫描时相的窗宽, 使其包括收缩和舒张末期, 则必然成倍增加辐射剂量, 未能有效发挥 DSCT 的优势。Minidose 技术是 ECG-pulsing 管电流调制技术的一种更低剂量扫描方法, 根据心电门控调整预设期相外管电流降低辐射剂量, 常规可减少到 20%, 最低可达 4%^[8]。在 SAS 扫描的基础上, 利用 Minidose 技术, DSCT 的两套球管以不同的电流进行冠状动脉成像扫描, 最佳冠状动脉成像间期全电流输出, 预设期以外的电流输出降为全电流的 20%, 既不影响冠状动脉成像, 又可以同时进行左心室功能分析。

一个心动周期中, 收缩末期和舒张中期心脏运动幅度最小, 为冠状动脉最佳成像时期^[9], 其中低心率(心率 ≤ 75 次/分)者在舒张中期成像最好(约 70% R-R 间期), 高心率(心率 > 75 次/分)者在收缩末期最好(约 40% R-R 间期)。但是仅选择最佳成像时期进行扫描对患者的心率稳定性及操作者的熟练程度有很高要求, 冠状动脉成像成功率不高。扫描窗宽同时包括收缩末期和舒张中期[即 40%~70% 的 R-R 间期(图 2a)]成功率最高。

本研究的总扫描窗宽设置为 35%~95% R-R 间

期, 其余 R-R 间期对冠状动脉成像没有明显帮助, 但是却是左心室功能分析必不可少的数据来源。由于左心室功能分析对图像质量要求不高, 可将这一部分的电流降为全电流的 20%, 使检查的总辐射剂量显著降低。

Lim 等^[10]利用 Minidose 技术, 在 DSCT 回顾性心电门控中依据心率不同仅在 40% 或 70% R-R 间期进行全电流触发扫描, 其余间期采用全电流 4% 的扫描, 全电流数据用于冠状动脉成像, 低电流部分的数据则用于左心室功能分析, 总辐射剂量较低, 约 3.99 mSv, 但其冠状动脉成像可诊断率不高。Feuchter 等^[11]使用前瞻性心电门控, 总扫描窗宽设为 10%~90% R-R 间期, 除 40% 或 70% R-R 间期外, 其余间期使用全电流的 20% 输出, 平均辐射剂量约为 3.7 mSv, 左心室功能分析结果可靠, 冠状动脉成像的成功率高, 但 10%~90% R-R 间期的设置是否合理值得商榷。本组所有患者的收缩末期均在 35%~50% R-R 间期内, 支持收缩末期在 40% R-R 间期左右这一观点。而 0%~35% R-R 间期不仅对冠状动脉成像没有贡献, 对左心室功能分析也没有意义。因此本研究选择 35%~95% 的扫描窗宽, 在 40%~70% R-R 间期 R-R 间期时全电流输出, 扫描数据用于冠状动脉成像的重建, 其余时相采用全电流 20% 的输出, 扫描数据主要用于左心室功能分析。由于全电流时期同时包括了冠状动脉最佳成像间期, 所以冠状动脉可诊断率较上述的单时相全电流输出进一步提高(表 2), 本研究中平均辐射剂量 (3.75 ± 0.89) mSv, 较上述研究稍高, 但提高了冠状动脉图像的可诊断率, 把冠状动脉成像失败的可能性降到最低。虽然低电流部分心脏图像噪声较全电流图像高, 但完全可进行左心室功能分析。

参考文献:

- [1] Mahnken AH, Bruners P, Schmidt B, et al. Left ventricular function can reliably be assessed from dual-source CT using ECG-gated tube current modulation[J]. Invest Radiol, 2009, 44(7): 384-389.
- [2] Gupta M, Hacıoglu Y, Kadakia J, et al. Left ventricular volume: an optimal parameter to detect systolic dysfunction on prospectively triggered 64-multidetector row computed tomography: another step towards reducing radiation exposure[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2011, 27(7): 1015-1023.
- [3] Malago R, Tavella D, Mantovani W, et al. MDCT coronary angiography vs 2D echocardiography for the assessment of left ventricle functional parameters[J]. Radiol Med, 2011, 116(4): 505-520.
- [4] Boll DT, Gilkeson RC, Merkle EM, et al. Functional cardiac CT and MR: effects of heart rate and software applications on measurement validity[J]. J Thorac Imaging, 2005, 20(1): 10-16.
- [5] Wu YW, Tadamura E, Yamamuro M, et al. Estimation of global

and regional cardiac function using 64-slice computed tomography: a comparison study with echocardiography, gated-SPECT and cardiovascular magnetic resonance[J]. Int J Cardiol, 2008, 128(1): 69-76.

[6] Neefjes LA, Dharampal AS, Rossi A, et al. Image quality and radiation exposure using different low-dose scan protocols in dual-source CT coronary angiography: randomized study[J]. Radiology, 2011, 261(3): 779-786.

[7] 孙凯, 韩瑞娟, 马利军, 等. 大螺距双源 CT 前瞻性心电门控扫描评价冠状动脉狭窄的临床研究[J]. 中华放射学杂志, 2012, 46(1): 49-53.

[8] 李剑, 石明国, 郑敏文, 等. 双源 CT 冠状动脉造影 Minidose 技术的应用价值[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2011, 31(1): 95-97.

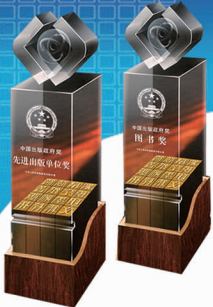
[9] Isma'eel H, Hamirani YS, Mehrinfar R, et al. Optimal phase for

coronary interpretations and correlation of ejection fraction using late-diastole and end-diastole imaging in cardiac computed tomography angiography: implications for prospective triggering[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2009, 25(7): 739-749.

[10] Lim SJ, Choo KS, Park YH, et al. Assessment of left ventricular function and volume in patients undergoing 128-slice coronary CT angiography with ECG-based maximum tube current modulation: a comparison with echocardiography[J]. Korean J Radiol, 2011, 12(2): 156-162.

[11] Feuchtner G, Goetti R, Plass A, et al. Dual-step prospective ECG-triggered 128-slice dual-source CT for evaluation of coronary arteries and cardiac function without heart rate control: a technical note[J]. Eur Radiol, 2010, 20(9): 2092-2099.

(收稿日期: 2013-02-30 修回日期: 2013-05-27)





人民军医出版社
PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

- 中国出版政府奖先进出版单位
- 全国科普工作先进集体

- 全国百佳图书出版单位
- 全国新闻出版行业抗震救灾先进集体

《CT和MRI诊断重点、热点问题精讲》第2辑

作者: 全冠民 袁 涛 耿左军
定价: ¥160.00元
ISBN: 9787509166123

本书是《CT和MRI诊断重点、热点问题精讲》第1辑的姊妹篇, 为作者们多年继续教育工作的结晶, 并前承第1辑的写作风格, 选择影像科医生关心和感到困惑的常见和热点问题, 搜集大量亲手经历的病例资料, 并参考了近5年的国内国际文献。编写深入细致、资料丰富、图文并茂, 写作独具一格, 更多着眼于新技术应用以及疾病的鉴别诊断, 既有实用性, 又具有较好的先进性和时效性。对于影像学研究生、青年医师、实习生与进修医师以及相关专业的医师均有较高的参考价值, 也可作为高年资医师专题指导学习和参考。

各新华书店、当地医学书店和当当、卓越、京东网上书店均有销售。为方便读者购买, 出版社可以邮购。

邮购联系人: 林 露 电话: 010-51927252
编辑联系人: 高爱英 电话010-51927300-8172 E-mail: 34113850@qq.com
地址: 复兴路22号院人民军医出版社
邮编: 100842

