论著

文章编号:1000-5404(2010)12-1336-04

多排CT对左心房和左心耳容积和功能的评价

温兆赢,张兆琪,于 薇,范占明,杜 靖,吕 飙 (100029 北京,首都医科大学附属北京安贞医院放射科)

[摘要] **目的** 与3.0T CMR(cine magnetic resonance)比较,探讨多排CT(multi-detector CT,MDCT)评估左心房和左心耳容积和功能的能力。**方法** 回顾性分析2008年3-12月进行冠状动脉CTA检查的48例患者,同一天完成多排CT和CMR检查,并获得多排CT容积数据及左心房垂直长轴FIESTA电影图像。多排CT采用心功能分析软件、MR采用Report Card 2.0心功能分析软件对原始数据进行后处理,分析左心房和左心耳最大容积、最小容积、射血分数。通过线性相关和t检验分析评估多排CT和CMR 2种检查方法间的相关性和一致性,操作者间的变异性采用Bland-Altman分析。**结果** 多排CT与CMR测得的左心房和左心耳的容积和功能指标具有较好的相关性($r>0.75$)和一致性。与CMR相比,多排CT有过高估计LAV_{max}、LAV_{min}、$LAAV_{max}$和$LAAV_{min}$的趋势,对左心房射血分数(left atrial ejection fraction,LAEF)和左房耳射血分数(left atrial appendage ejection fraction,LAAEF)有低估的趋势。多排CT操作者间测量值的变异性低于CMR操作者间的变异性。**结论** 多排CT对于进行多排CT冠状动脉造影检查的患者,在提供冠状动脉信息的同时,对左心房和左心耳的容积和功能评估较准确、重复性较强。

[关键词] 体层摄影术, X线计算机;磁共振成像;左心室功能

[中图法分类号] R813; R814.42; R816.2 [文献标志码] A

Multi-detector CT versus cine magnetic resonance for assessing volume and function of left atrial and left atrial appendage: report of 48 cases

Wen Zhaoying, Zhang Zhaoqi, Yu Wei, Fan Zhanming, Du Jing, Lu Biao (Department of Radiology, Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing, 100029, China)

[**Abstract**] **Objective** To assess the performance of multi-detector CT (MDCT) to evaluate left atrial and left atrial appendage volume and function, and compare the results by cardiac cine MR (CMR). **Methods** Forty-eight patients who were referred for clinically-indicated CT coronary angiography in our department from March to December 2008, were included in the study. MDCT data sets (Somatom Definition, Siemens Medical Solutions, Forchheim, Germany) and fast imaging employing steady-state acquisition (FIESTA) cines (Signa Excite HD 3T, GE) of the vertical long axis covering the left atrium were obtained on the same day. All images were analyzed to obtain the maximum and minimum of left atrial volume (LAV_{max} and LAV_{min}), the maximum and minimum of left atrial appendage volume ($LAAV_{max}$ and $LAAV_{min}$), left atrial ejection fraction (LAEF), and left atrial appendage ejection fraction (LAAEF) using Heart Function software and Report Card 2.0 software, respectively, for MDCT and CMR. Intermodality agreement was tested through linear regression and t test. Interobserver variability were tested by Bland-Altman analyses. **Results** MDCT measurements resulted in good correlation ($r>0.75$) compared with CMR. However, MDCT has a tendency to overestimate LAV_{max}, LAV_{min}, $LAAV_{max}$ and $LAAV_{min}$ and to underestimate LAEF and LAAEF but insignificantly. The interobserver variability in the MDCT measurements was lower than that of CMR values. **Conclusion** MDCT provides highly reliable and reproducible measurements of left atrial and left atrial appendage volume and function in patients referred for coronary CT imaging.

[**Key words**] tomography, x-ray computed; magnetic resonance imaging; atrial function, left; left atrial appendage; function

Corresponding author: Wen Zhaoying, E-mail: wenzhaoying@gmail.com

[通信作者] 温兆赢,E-mail:wenzhaoying@gmail.com

左心房(left atrium,LA)在生理状况下起着调节左心室充盈和维持正常心搏量的功能,左心房具有泵功能、管道功能和存储器功能[1]。左心房的大小及功能的改变与房颤、中风及猝死等心血管事件密切相关[2-6]。而左心房压力和容量增加时左心耳(left atrial appendage, LAA)对左心房血流动力学的调节有重要作用[7]。左心耳收缩功能下降的患者其心源性血栓发生率明显增加[8]。精确测量左心房和左心耳的容积及功能对于临床诊断、危险分层及指导治疗方面均有重要意义。磁共振心功能成像一直被认为是无创性测量心脏容积的"金标准"。多排 CT(multi-detector CT,MDCT)的出现,在完成冠状动脉检查的同时,可以对心动周期的任何一点进行重建,从而可以"一站式"得到冠状动脉和心功能的信息。本研究旨在通过多排 CT 评估左心房和左心耳容量及其功能变化,并与磁共振检查结果相比较,探讨多排 CT 对左心房和左心耳容积及功能测量的准确性,以期为临床提供更多的信息。

1 资料与方法

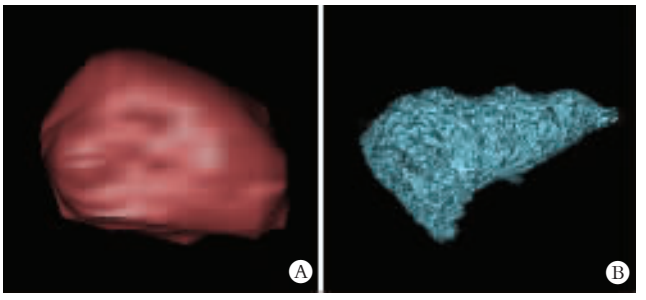
1.1 临床资料

选取我院 2008 年 3 - 12 月进行冠状动脉 CTA 检查的 48 例患者,其中男性 26 例,女性 22 例,年龄(57 ± 12)岁。患者均为窦性心律,除外原发性心脏瓣膜病、先天性心脏病等心脏疾病及装有起搏器、幽闭恐惧及肾功能不全的患者。48 例患者中,冠状动脉正常的 6 例,高血压患者 39 例,其中 16 例伴有冠心病。

1.2 检查方法

1.2.1 多排 CT 成像 应用西门子双源 CT(Somatom Definition, Siemens Medical Solutions, Forchheim, Germany),扫描前未给任何药物进行心律控制。患者取仰卧位,连接心电图,采用多排 CT 冠脉成像扫描方案,使用回顾性心电门控技术,单次呼气末屏气扫描,屏气时间 10 ~ 15 s,扫描范围为气管分叉下方 10 mm 至心脏膈面。在肘前静脉埋置 18 G 套管针,采用双筒高压注射器以 4 ~ 5 ml/s 的速度注入 50 ~ 75 ml 非离子对比剂碘普罗胺(优维显 370 mgI/ml)和 20 ml 生理盐水。应用造影剂示踪法,在主动脉根部层面选择感兴趣区监测 CT 值,当感兴趣区内 CT 值超过 100 Hu 时,延迟 4 s 自动触发扫描。扫描参数:管电流 350 ~ 420 mAs/转,管电压 80 ~ 135 kV,准直 2 mm × 32 mm × 0.6 mm,螺距 0.2 ~ 0.5,旋转时间 330 ms,矩阵 512 × 512,显示野 180 mm。所有扫描均采用心动周期内管电流自动调节模式以减少放射剂量[9]。估计射线剂量为 7 ~ 9 m Sv,采用单扇区重建,时间分辨率为 83ms。重建函数 Kernal 值 B25f。在副台将横轴位增强扫描图像重建成 20 个时相,(0% ~ 95%,间隔 5%),重建层厚 0.75 mm,间隔 0.4 mm。

将 20 个时相重建数据传到后处理工作站,由 2 名有 5 年以上心血管影像经验的医师分别独立进行后处理。确定左心房容积最大、最小的时相,进入心功能分析软件,分别勾勒左心房、左心耳心内膜,必要时修改心内膜描记曲线。然后分别计算左心房(图 1A)、左心耳(图 1B)的容积。肺静脉未包括在左心房容积计算之内。



A:左心房;B:左心耳

图 1 MDCT 测得的左心房和左心耳三维容积图

1.2.2 磁共振成像 应用 GE Signa Excite HD 3T 超导型 MR 扫描仪,患者取仰卧位,扫描前对被检者反复进行呼吸练习,然后在呼气末状态下屏气扫描,使用 8 通道心脏专用相控线圈,应用回顾性心电门控及呼吸门控,采用快速稳态平衡进动序列(fast imaging employing steady-state acquisition,FIESTA),心电触发分段 K 空间成像,获取屏气电影 MR 图像。成像参数:TR 3.7 ms, TE 1.6 ms,翻转角 45°, FOV 350 mm × 350 mm, pFOV 1.0,矩阵 200 × 224,带宽 125 Hz/像素,每段显示数(views per segment,vps)16, 回波链长度(echo train length,ETL)1, 激励次数(number of excitation,NEX)1.00。

获得冠状位定位相后,采用 Realtime 序列,获得单层垂直长轴、水平长轴及短轴位电影并由此定位、获得覆盖左心房的垂直长轴 FIESTA MR 图像。在 Realtime 水平长轴 MR 左室舒张末期图像上沿左室心尖至二尖瓣中点的连线成像获得平行于室间隔的垂直长轴位 FIESTA MR 图像,层厚 5.0 mm,无层间隔,10 ~ 16 层即可覆盖整个左心房,每层 20 个时相。多次扫描分别得到多层多时相左心房的垂直长轴电影图像。

扫描完成后将整个心动周期的左心房垂直长轴位 FIESTA MR 图像传至配备心功能软件的工作站,采用 Report Card 2.0 心功能分析软件,调整窗宽、窗位,使之具有良好的心肌-血池对比度,手动分别描记左心房、左心耳容积最大及最小时相的每个垂直长轴层面的心内膜,肺静脉未包括在左心房容积计算之内。根据 Simpson 公式,软件自动分别累加计算出不同时相左心房及左心耳的容积(LAV_{max}:左心房最大容积,LAV_{min}:左心房最小容积。$LAAV_{max}$:左心耳最大容积,$LAAV_{min}$:左心耳最小容积)。从而计算左心房射血分数(left atrial ejection fraction,LAEF)和左房耳射血分数(left atrial appendage ejection fraction,LAAEF)。

$$LAEF = (LAV_{max} - LAV_{min})/LAV_{max}$$

$$LAAEF = (LAAV_{max} - LAAV_{min})/LAAV_{max}$$

多排 CT 与 CMR 图像后处理及心功能分析各由 2 名熟练的放射科医师在不知道其他检查结果的情况下独立进行,4 名医师均具有 5 年以上的心脏 CT 和 CMR 扫描及图像后处理的经验。

1.3 统计学分析

采用 SPSS 13.0 软件进行统计学分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。以 CMR 测得到左心房和左心耳容积和功能指标作为"金标准",多排 CT 和 CMR 左心房和左心耳容积和功能测量值进

行 Pearson 相关性分析和配对 t 检验。多排 CT 和 CMR 左心房和左心耳容积和功能测量值的操作者间的变异性采用 Bland-Altman 方法进行分析。

2 结果

48 例患者检查过程中均为窦性心率,均成功接受多排 CT、心脏 CMR 检查,没有并发症发生。多排 CT 增强扫描时心率为(73±14)/min,CMR 检查时心率为(70±13)/min。所有患者进行 2 种方法检查时心率差异无统计学意义($P>0.05$),图像质量均可满足心功能分析要求。

48 例患者的多排 CT 和 CMR 左心房、左心耳容积及功能测值结果见表 1。2 种方法所得测值之间差异无统计学意义($P>0.05$),并具有良好的相关性,左房最大容积(LAV_{max})和最小容积(LAV_{min})、LAEF、左心耳最大容积($LAAV_{max}$)、左心耳最小容积($LAAV_{min}$)和 LAAEF 的相关系数 r 值分别为 0.89、0.90、0.79、0.86、0.86 和 0.76。表 2 示多排 CT 对左心房和左心耳容积和功能测量的操作者间的变异性高于 CMR。

表 1 48 例患者多排 CT 和 CMR 测量的左心房和左心耳容积及功能结果

检查方法	LAV_{max}(ml)	LAV_{min}(ml)	LAEF(%)	$LAAV_{max}$(ml)	$LAAV_{min}$(ml)	LAAEF(%)
多排 CT	86.19±24.23	40.48±14.37	53.61±6.76	14.01±6.47	6.49±2.97	59.62±9.36
CMR	83.82±20.75	38.69±11.98	54.21±5.47	13.83±7.11	5.78±3.61	60.3±10.28

表 2 多排 CT 和 CMR 对左心耳容积和功能测量的操作者间的变异性 Bland-Altman 分析

检查方法	LAV_{max}(ml)	LAV_{min}(ml)	LAEF(%)	$LAAV_{max}$(ml)	$LAAV_{min}$(ml)	LAAEF(%)
多排 CT	1.3±1.5[a]	0.9±0.9[a]	0.6±0.5[a]	0.8±0.9[a]	0.7±0.9	0.6±0.4[a]
CMR	1.6±1.9	1.0±1.4	0.7±0.6	0.9±1.1	0.64±1.0	0.7±0.5

a:$P<0.05$,与 CMR 比较

3 讨论

在许多心血管疾病的发生、发展及转归的过程中,左心房和左心耳的结构及功能会发生一系列相应的重构与改变[6,10]。左心耳的收缩活动呈偏心性运动,左心耳具有主动舒缩功能[11]。全面评估左心房和左心耳的容积和功能非常重要,左心房的大小是重要的临床危险分层指标,对于指导临床治疗和评估预后有重要意义。到目前为止,关于多排 CT 评价左心房和左心耳容积和功能变化的报道少见。与 CMR 测量数据之间的比较,可以更为准确的评估多排 CT 对左心房和左心耳容积和功能测量的能力,为临床治疗和评价心脏功能提供更可靠的依据。

我们的研究初步显示,多排 CT 和 CMR 测量的左心房和左心耳容积和功能指标的相关性较好,两者测量值之间差异无统计学意义($P>0.05$),但多排 CT 测量的左心房和左心耳容积值较 CMR 略高,左心房和左心耳的射血分数较 CMR 略低。其原因可能如下:对左心房和左心耳最大和最小容积测量的准确取决于相关时相选择的准确性,多排 CT 左心房和左心耳时相选择中将整个心动周期重建 20 个时相进行心功能分析,理论上讲,重建的时相越多,最大和最小容积时相的选择越准确。此外,使运动的心脏成像需要较高的时间分辨率,扫描仪器的时间分辨率越高,去除心肌运动伪影的能力越强[12]。CMR 的时间分辨率是 32 ms,多排 CT 的时间分辨率是 83 ms。因此,与 CMR 相比,多排 CT 的时间分辨率相对较低。而 CMR 的时间分辨率相对较高,对于左心房在心动周期中各时相的"捕捉"相对更准确。多排 CT 可以通过多扇区重建来提高时间分辨率[13],理论上讲,这样对左心耳容积和功能的测量会更为准确,但多扇区重建会导致图像错层伪影,反而测量的容积值会不准确。影响多排 CT 和 CMR 对左心房和左心耳容积和功能测量值差异的另一个原因可能是,多排 CT 扫描时高速团注的造影剂大量注入静脉内,导致一过性的前负荷血液动力学改变和负向肌力作用,但其对测量结果的影响大小尚不明确。此外,由于扫描过程中没有连续监测动脉血压,高压注射造影剂引起的血压急剧变化是不能忽视的。

多排 CT 对左心房和左心耳容积和功能指标测量的操作者之间的变异性小于 CMR,表明多排 CT 对左心房和左心耳容积和功能指标测量结果的重复性高。其原因可能如下:①多排 CT 和 CMR 的空间分辨率不同,多排 CT 的空间分辨率比 CMR 高,对左心房和左心耳心内膜的识别更准确。②多排 CT 和 CMR 的后处理方法不同,多排 CT 的后处理采用的是实时三维容积成像,对左心房和左心耳的形态没有任何的几何假设[14];而 CMR 对左心房和左心耳图像的采集层厚是 5 mm,后处理采用 Simpson 法,对于左心房和左心耳心内膜描绘的一小点误差对于容积计算结果影响相对较大。

本研究初步显示,多排 CT 对于左心房和左心耳容积和功能的测量有很好的可行性和重复性,与 CMR 相比,准确性也很高。目前,多排 CT 越来越广泛应用于临床[15],在诊断冠状动脉疾病的同时,不增加造影剂和射线来评估左心房和左心耳的容积和功能,为临床提供更多的信息。

参考文献:

[1] Barbier P, Solomon S B, Schiller N B, *et al*. Left atrial relaxation and left ventricular systolic function determine left atrial reservoir function [J]. Circulation, 1999, 100(4): 427-436.

[2] Casaclang-Verzosa G, Malouf J F, Scott C G, *et al*. Does left atrial size predict mortality in asymptomatic patients with severe aortic stenosis? [J]. Echocardiography, 2010, 27(2): 105-109.

[3] Wozakowska-Kaplon B. Changes in left atrial size in patients with persistent atrial fibrillation: a prospective echocardiographic study with a 5-year follow-up period[J]. Int J Cardiol, 2005, 101(1): 47-52.

[4] Moller J E, Hillis G S, Oh J K, *et al*. Left atrial volume: a powerful predictor of survival after acute myocardial infarction[J]. Circulation,

2003, 107(17): 2207 - 2212.
[5] Beinart R, Boyko V, Schwammenthal E, *et al*. Long-term prognostic significance of left atrial volume in acute myocardial infarction[J]. J Am Coll Cardiol, 2004, 44(2): 327 - 334.
[6] Tsang T S, Abhayaratna W P, Barnes M E, *et al*. Prediction of cardiovascular outcomes with left atrial size: is volume superior to area or diameter? [J]. J Am Coll Cardiol, 2006, 47(5): 1018 - 1023.
[7] Qamruddin S, Shinbane J, Shriki J, *et al*. Left atrial appendage: structure, function, imaging modalities and therapeutic options[J]. Expert Rev Cardiovasc Ther, 2010, 8(1): 65 - 75.
[8] Mugge A, Kuhn H, Nikutta P, *et al*. Assessment of left atrial appendage function by biplane transesophageal echocardiography in patients with nonrheumatic atrial fibrillation: identification of a subgroup of patients at increased embolic risk[J]. J Am Coll Cardiol, 1994, 23(3): 599 - 607.
[9] Leschka S, Scheffel H, Desbiolles L, *et al*. Image quality and reconstruction intervals of dual-source CT coronary angiography: recommendations for ECG-pulsing windowing[J]. Invest Radiol, 2007, 42(8): 543 - 549.
[10] Rossi A, Cicoira M, Zanolla L, *et al*. Determinants and prognostic value of left atrial volume in patients with dilated cardiomyopathy[J]. J Am Coll Cardiol, 2002, 40(8): 1425.
[11] Ostermayer S, Reschke M, Billinger K, *et al*. Percutaneous closure of the left atrial appendage[J]. J Interv Cardiol, 2003, 16 (6): 553 - 556.
[12] Savino G, Zwerner P, Herzog C, *et al*. CT of cardiac function[J]. J Thorac Imaging, 2007, 22(1): 86 - 100.
[13] Mahnken A H, Bruder H, Suess C, *et al*. Dual-source computed tomography for assessing cardiac function: a phantom study[J]. Invest Radiol, 2007, 42(7): 491 - 498.
[14] Juergens K U, Seifarth H, Range F, *et al*. Automated threshold-based 3D segmentation versus short-axis planimetry for assessment of global left ventricular function with dual-source MDCT[J]. AJR Am J Roentgenol, 2008, 190(2): 308 - 314.
[15] 张辉, 邹利光, 逄鑫, 等. 多层螺旋 CT 血管造影对肺动脉栓塞诊断和疾病严重程度的评价价值[J]. 第三军医大学学报, 2009, 31(21): 2053 - 2056.

(**收稿**:2010-03-17;**修回**:2010-03-24)
(编辑 张 维)

(上接 1335 页)

2 讨论

CAPV 是一种罕见畸形[4,5],常见于女性(占 70%),多于儿童期(占 80%)被偶然发现。Morgan 等[6]将 CAPV 分为 2 个亚型:a 型,肠系膜上静脉和脾静脉没有连接汇合,各自直接接入体静脉;b 型,肠系膜上静脉和脾静脉汇合后接入体静脉。本例患者经过 CTA 和间接门静脉造影,明确患者门静脉缺如,造影还发现:患者肠系膜上静脉属支及脾静脉均异常增粗迂曲,并通过盆腔异常增粗迂曲的侧支血管汇入体循环静脉,属于 b 型。

CAPV 可合并多种临床表现,包括心脏畸形(右位心、室或房间隔缺损、卵圆孔或动脉导管未闭、主动脉缩窄)、肝脏灶性结节增生、肝癌、胆道闭锁、脑脓肿和肝性脑病。其中最常见的是心血管系统异常。可能是由于在胚胎发育时期,门静脉所起源的卵黄静脉和心脏关系密切的原因。而本例患者则出现了肝内占位性病变,CT 增强呈快进快出表现,影像学表现高度疑似肝癌,但是患者 AFP 正常,并经穿刺后病理证实,为肝内良性结节。这可能是肝脏缺乏门脉供血,导致肝脏的发育、机能和再生能力受到影响,肝细胞对此产生异常反应,形成良性或恶性肝脏肿瘤。但是单以循环紊乱不能完全解释其发病机制,可能遗传因素是发病的基础[7,8]。

本例患者还有内痔反复出血病史,可能与门体分流至髂内静脉引起直肠周围静脉曲张有关。该患者的肝功和血氨基本正常,肝脏结节样病变为良性,因此不需要手术治疗,可随访观察。该患者没有出现腹水和脾大等门脉高压的表现,可与门静脉海绵样变性相鉴别。门静脉海绵样变性(cavernous transformation of the portal vein,CTPV)是由于肝内或肝外的原因,门静脉主干及其分支阻塞,导致门静脉压力增高、造成门静脉周围侧支循环代偿性建立,引起形似海绵的一种病变。其主要临床表现是食道胃底静脉曲张后破裂出血和脾脏肿大所致的血液系统异常以及肝区疼痛、腹胀等。

通过超声、腹部 CT 及增强扫描可以发现腹部病变,但是对门脉的显示欠准确。本例患者也是通过 CTA 及血管造影证实患者门脉缺乏,从而明确了诊断。因此对考虑 CAPV 的患者应该行 CTA、MRA 或是血管造影。同时该类患者应注意其他部位有无并发的发育畸形,避免造成误诊或漏诊。

参考文献:

[1] Grazioli L, Alberti D, Olivetti L, *et al*. Congenital absence of portal vein with nodular regenerative hyperplasia of the liver[J]. Eur Radiol, 2000, 10(5): 820 - 825.
[2] Peker A, Ucar T, Kuloglu Z, Ceyhan K, *et al*. Congenital absence of portal vein associated with nodular regenerative hyperplasia of the liver and pulmonary hypertension[J]. Clin Imaging, 2009, 33(4): 322 - 325.
[3] Gocmen R, Akhan O, Talim B. Congenital absence of the portal vein associated with congenital hepatic fibrosis[J]. Pediatr Radiol, 2007, 37(9): 920 - 924.
[4] 卢菁菁, 杨晓英, 王润兰, 等. 超声诊断先天性门静脉缺失 1 例报告[J]. 吉林医学, 2006, 27 (3): 322.
[5] 王磊, 李欣, 王春祥, 等. 先天性门静脉缺如一例[J]. 临床放射学杂志, 2008, 27(12): 1748.
[6] Morgan G, Superina R. Congenital absence of the portal vein: two cases and a proposed classification system for portasystemic vascular anomalies[J]. J Pediatr Surg, 1994, 29(9): 1239 - 1241.
[7] Hu G H, Shen L G, Yang J, *et al*. Insight into congenital absence of the portal vein: is it rare? [J]. World J Gastroenterol, 2008, 14(39): 5969 - 5979.
[8] 程建敏, 陈廷港, 陈宇, 等. 先天性门静脉缺如伴肝内多发结节 1 例影像学表现及文献复习[J]. 温州医学院学报, 2009, 39(1): 83 - 84.

(**收稿**:2010-04-30;**修回**:2010-05-21)
(编辑 王 红)