

320 排 CT 心脏及冠状动脉成像应用

王 健 陈晓敏 杜为平

【摘要】 近年来多排 CT 技术的快速发展使其临床应用不断扩大,320 排 CT160mm 的探测器覆盖范围首次实现了同时相器官容积成像,不仅优化了多排 CT 的临床应用,同时拓展了临床应用范围。此文主要介绍 320 排 CT 的技术特点和优势以及在心脏及冠状动脉成像方面的应用进展。

【关键词】 体层摄影术;X 线计算机;冠状动脉疾病;320 排 CT

DOI:10.3969/j.issn.1673-6583.2012.04.009

随着影像技术的不断创新和改进,多排 CT (MDCT)在心脏及冠状动脉成像中发挥着日益重要的作用,320 排 CT 首次实现了一个心动周期内完成全心容积扫描成像,从根本上改变了以往多排 CT 心脏及冠状动脉成像螺旋式和步进式的检查模式,被认为提高了多排 CT 心脏及冠状动脉成像的图像质量并拓展了其临床应用范围^[1]。本文主要概述 320 排 CT 的技术特点和优势以及在心脏及冠状动脉成像方面的应用进展。

1 320 排 CT 特点和优势

320 排 CT 拥有 Z 轴 160mm 的覆盖范围,相比于目前世界主流的 64 排 CT,其技术特点和优势包括:(1)一次心动周期即可完成全心容积扫描成像,各个位置的扫描数据均处于同一时相,可实现心肌灌注及存活、斑块性质等成像评估数据的一致性,避免了既往 64 排 CT 因螺旋扫描而无法保证对比剂峰值浓度的稳定性,继而影响斑块性质的准确评估;(2)非螺旋扫描模式,根除了阶梯伪影,避免了传统扫描模式的不稳定因素;(3)容积时间分辨率的提高使 320 排 CT 可在 1~2s 内完成必要数据的采集,相比于 64 排 CT 约 8~10s 的采集时间,不仅减少了患者因呼吸、心跳等因素产生的运动伪影,而且可以应用于不能完成长时间屏气的严重心肺疾病患者,以及部分心律不齐如心房颤动及快心室率患者,扩大了 320 排 CT 的临床检查适应证^[2,3];(4)低辐射剂量,有研究显示:320 排 CT 的有效辐射剂量约为 (6.8 ± 1.4) mSv^[4],而 64 排 CT 有效辐射剂量约为 (20.0 ± 3.5) mSv^[5]。此外,相比于 64

排 CT 对比剂剂量明显减少^[6],理论上降低了对比剂肾病等临床并发症的发病危险。

2 320 排 CT 应用

2.1 对冠状动脉管腔狭窄程度的评估

320 排 CT 作为一台单源 CT,决定时间分辨率的主要因素——机架旋转速度,当前约为 350 ms/周,使用有效半扫描重建方式可使时间分辨率提高至 175 ms,其空间分辨率约为 0.25 mm,相比于冠状动脉造影约 0.16 mm 的空间分辨率和 33 ms(30 帧/秒)的时间分辨率均有一定差距^[7],对于远端血管及细小分支的评估仍然受限,尚无法取代冠状动脉造影对冠状动脉管腔狭窄程度的精确诊断,但后者是一种侵入性检查,存在各种手术并发症,费用较高。此外,Raff 等^[8]研究表明:在接受冠状动脉造影检查的患者中,仅有不足 45% 的患者需要进一步接受冠状动脉再通等治疗,造成医疗资源的浪费;多排 CT 筛查冠心病的成本远低于冠状动脉造影,具有良好的卫生经济学价值^[9]。因此,对于中低危冠心病疑似患者,多排 CT 比冠状动脉造影在安全、费用等方面具有一定优势。相比于 64 排 CT,320 排 CT 虽在时间及空间分辨率上没有较大提高,但由于 Z 轴 160 mm 的宽覆盖扫描,使得容积时间分辨率大大提高,避免了阶梯伪影,减少了运动伪影。在以冠状动脉造影为诊断标准的研究中:320 排 CT 对管腔狭窄程度>50% 以上的冠心病诊断的敏感性及特异性分别为 100% 和 88%,高于 64 排 CT 的相关研究结果,被认为是目前筛查冠心病诊断价值较高的无创检查方式^[10,11]。

2.2 对冠状动脉斑块性质的识别

在冠心病发生、发展及转归过程中,冠状动脉斑块性质较管腔狭窄程度更有意义。冠状动脉造

影只能评估管腔的狭窄程度,无法直接判断斑块性质。血管内超声不仅能精确地测量出血管腔径和横截面积,而且能根据斑块回声强度分析斑块性质,但检查费用较高、有创操作风险、一定技术要求以及只能检测局部病变血管等诸多不足,限制了其在临床的普遍应用。多排 CT 不仅在评价管腔狭窄方面具有良好的性能,而且可以根据斑块 CT 值对斑块性质进行相关分析。Springer 等^[12]的一项荟萃分析显示,多排 CT 与血管内超声检测斑块性质的结果具有较好的一致性。由于 320 排 CT 临床应用时间较短,尚缺乏有关 320 排 CT 评估斑块性质的研究报道,但理论上 320 排 CT 心脏及冠状动脉成像质量以及后期软件处理平台均优于 64 排 CT,对于斑块性质的评估应是一种非常有前途的检查方式。

2.3 对冠状动脉支架置入术后管腔再狭窄的评估

Sun 等^[13]荟萃了 64 排 CT 评估冠状动脉支架再狭窄的研究数据显示:对于诊断单个支架管腔内再狭窄 $>50\%$ 的敏感性和特异性分别为 90% 和 91%,然而存在运动伪影、金属伪影以及部分容积效应的影响,而 320 排 CT 的成像特点和优势,可以减少上述影响因素,并辅以飞入(flythrough)、探针(probe)等多种后期图像数据处理方式,使得图像质量及诊断性能进一步提高,de Graaf 等^[14]一项小样本研究表明,以冠状动脉造影为诊断标准,320 排 CT 诊断冠状动脉支架内再狭窄敏感性和特异性分别为 100% 和 94%,并且支架管腔直径 ≥ 3 mm 和结构厚度 ≤ 140 μm 的成像质量较好,可以作为部分冠状动脉支架置入患者术后随访的有效评估手段。

2.4 对心肌灌注及心肌存活的评估

64 排 CT 无法实现扫描数据的同一时相性,只能对心肌部分节段进行心肌灌注及存活的评估^[15]。320 排 CT 一个心动周期的全心容积扫描成像,使其心脏各节段成像数据完全处于同一时相,在心肌灌注及存活的评估方面具有明显优势。此外,对于心肌灌注及存活评估只能采用回顾性心电门控扫描模式,而 64 排 CT 的常规扫描模式辐射剂量已较大,延迟扫描等方法的较高辐射剂量使得 64 排 CT 心肌灌注及存活扫描尚无法普遍应用于临床,而 320 排 CT 容积时间分辨率的提高,使得心肌灌注及存活成像可以在保证图像质量的情况下,实现相对较低的辐射剂量成像,近期的一项研究表明,320 排 CT 可以通过不同的 CT 值对心肌各节段灌注进

行有效的评估^[16]。

2.5 对冠状动脉桥血管的评估

冠状动脉搭桥术后桥血管 5 年内约有高达 25% 的狭窄率。冠状动脉造影虽然被视为桥血管随访检查的诊断标准,但其有创操作、高费用以及复杂的操作技术,尤其是对闭塞桥血管的检查,使其随访桥血管存在一定的难度。320 排 CT 作为一种无创检查不仅可以实现对闭塞桥血管吻合口定位、管腔狭窄程度的评价,而且可以凭借固有冠状动脉的血流逆行充盈(run-off)对闭塞桥血管进行评价,de Graaf 等^[17]一项以冠状动脉造影为诊断标准,评价 320 排 CT 诊断冠状动脉桥血管再狭窄性能的研究显示,320 排 CT 对移植血管管腔狭窄诊断的敏感性、特异性分别为 96%、92%,是一种可以部分取代冠状动脉造影的无创、简便、经济的检查方式。

2.6 对先天性冠状动脉发育异常的诊断

先天性冠状动脉发育异常包括冠状动脉起源、走行、终止以及与心室腔的结构关系。传统的冠状动脉造影对上述发育异常的诊断具有一定的限制,而 320 排 CT 心脏及冠状动脉成像通过容积成像、最大密度投影、多平面重建、曲面重建等模式,可以准确地显示冠状起源异常(如非冠状动脉窦开口、单开口、位置异常)、走行异常(冠状动脉心肌桥)、终止及与心室腔的结构关系异常(冠状动脉异常连通、冠状动脉瘘)等先天病变,研究表明,320 排 CT 心脏及冠状动脉成像对于先天性冠状动脉解剖异常的诊断具有很好的临床应用价值^[18]。

2.7 对左心室功能的评估

320 排 CT 宽覆盖容积扫描成像,扫描各个位置的数据均处于同一时相,且实现了体素各向同性,基于阈值的体素计算方法可以更加接近左心室的形态及容积,在计算方法上较超声心动图更为准确,且不易受到操作者的影响,非螺旋扫描模式避免了如 64 排 CT 因螺旋扫描数据拼接所造成的影响,可见 320 排 CT 作为一种新的评价左心室收缩功能的检查方法,其测量结果准确可信^[19]。

3 320 排 CT 的局限性

320 排 CT 心脏及冠状动脉成像相对于 64 排 CT 虽然在整体性能上有了一定的提高,但其时间分辨率相对于冠状动脉造影仍然有一定差距,对于心律失常及快心室率患者的成功率和图像质量仍然无法绝对保证,在空间分辨率方面,对于冠状动

脉远端的细小分支和部分支架管腔及钙化病变的成像准确性仍有待提高。而对于具有薄的纤维($<0.70\text{ mm}$)及大的脂质池($>1\text{ mm}^2$)的易损斑块仍无法精确识别。而且相比于冠状动脉造影,320 排 CT 无法评估冠状动脉内的血流情况。另外,320 排 CT 在进行心肌灌注及存活和心功能等研究时,需要进行回顾性的心电门控扫描,辐射剂量虽然较 64 排 CT 明显减少,但是仍然偏大^[7]。

4 结语

320 排 CT 心脏及冠状动脉成像目前虽无法完全取代冠状动脉造影,但是作为一种无创、简便、经济且具有自身特点的心脏及冠状动脉影像检查方式,扩大了多排 CT 心脏及冠状动脉成像的临床应用范围,补充了其他影像检查心脏及冠状动脉成像的不足,相信随着临床应用的不断深入,320 排 CT 心脏及冠状动脉成像技术将会更加成熟稳定。

参 考 文 献

- [1] Hsiao EM, Rybicki FJ, Steigner M. CT coronary angiography: 256-slice and 320-detector row scanners[J]. Curr Cardiol Rep, 2010, 12(1): 68-75.
- [2] Meijboom WB, Meijjs MF, Schuijf JD, et al. Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography coronary angiography: a prospective, multicenter, multivendor study [J]. J Am Coll Cardiol, 2008, 52(25): 2135-2144.
- [3] Uehara M, Funabashi N, Ueda M, et al. Quality of coronary arterial 320-slice computed tomography images in subjects with chronic atrial fibrillation compared with normal sinus rhythm[J]. Int J Cardiol, 2011, 150(1): 65-70.
- [4] Rybicki FJ, Otero HJ, Steigner ML, et al. Initial evaluation of coronary images from 320-detector row computed tomography[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2008, 24(5): 535-546.
- [5] Hirai N, Horiguchi J, Fujioka C, et al. Prospective versus retrospective ECG-gated 64-detector coronary CT angiography: assessment of image quality, stenosis, and radiation dose [J]. Radiology, 2008, 248(2): 424-430.
- [6] Choi SI, George RT, Schuleri KH, et al. Recent developments in wide-detector cardiac computed tomography [J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2009, 25(Suppl 1): 23-29.
- [7] Mark DB, Berman DS, Budoff MJ, et al. ACCF/ACR/AHA/NASCI/SAIP/SCAI/SCCT 2010 expert consensus document on coronary computed tomographic angiography[J]. J Am Coll Cardiol, 2010, 55(23): 2663-2699.
- [8] Raff GL, Chinnaiyan KM. The role of coronary CT angiography in triage of patients with acute chest pain[J]. Rev Esp Cardiol, 2009, 62(9): 961-965.

- [9] Stacul F, Sironi D, Grisi G, et al. 64-Slice CT coronary angiography versus conventional coronary angiography: activity-based cost analysis[J]. Radiol Med, 2009, 114(2): 239-252.
- [10] de Graaf FR, Schuijf JD, van Velzen JE, et al. Diagnostic accuracy of 320-row multidetector computed tomography coronary angiography in the non-invasive evaluation of significant coronary artery disease[J]. Eur Heart J, 2010, 31(15): 1908-1915.
- [11] Budoff MJ, Dowe D, Jollis JG, et al. Diagnostic performance of 64-multidetector row coronary computed tomographic angiography for evaluation of coronary artery stenosis in individuals without known coronary artery disease: results from the prospective multicenter ACCURACY (Assessment by Coronary Computed Tomographic Angiography of Individuals Undergoing Invasive Coronary Angiography) trial [J]. J Am Coll Cardiol, 2008, 52(21): 1724-1732.
- [12] Springer I, Dewey M. Comparison of multislice computed tomography with intravascular ultrasound for detection and characterization of coronary artery plaques: a systematic review[J]. Eur J Radiol, 2009, 71(2): 275-282.
- [13] Sun Z, Almutairi AM. Diagnostic accuracy of 64 multislice CT angiography in the assessment of coronary in-stent restenosis: a meta-analysis[J]. Eur J Radiol, 2010, 73(2): 266-273.
- [14] de Graaf FR, Schuijf JD, van Velzen JE, et al. Diagnostic accuracy of 320-row multidetector computed tomography coronary angiography to noninvasively assess in-stent restenosis[J]. Invest Radiol, 2010, 45(6): 331-340.
- [15] George RT, Jerosch-Herold M, Silva C, et al. Quantification of myocardial perfusion using dynamic 64-detector computed tomography[J]. Invest Radiol, 2007, 42(12): 815-822.
- [16] Crossett MP, Schneider-Kolsky M, Troupis J. Normal perfusion of the left ventricular myocardium using 320 MDCT [J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2011, 5(6): 406-411.
- [17] de Graaf FR, van Velzen JE, Witkowska AJ, et al. Diagnostic performance of 320-slice multidetector computed tomography coronary angiography in patients after coronary artery bypass grafting[J]. Eur Radiol, 2011, 21(11): 2285-2296.
- [18] Al-Mousily F, Shifrin RY, Fricker FJ, et al. Use of 320-detector computed tomographic angiography for infants and young children with congenital heart disease [J]. Pediatr Cardiol, 2011, 32(4): 426-432.
- [19] de Graaf FR, Schuijf JD, van Velzen JE, et al. Assessment of global left ventricular function and volumes with 320-row multidetector computed tomography: A comparison with 2D-echocardiography[J]. J Nucl Cardiol, 2010, 17(2): 225-231.

(收稿: 2012-03-05 修回: 2012-06-01)

(本文编辑: 金谷英)