

双源 CT 临床应用新进展

黄远彬

(百色市中医医院放射科, 533000)

[摘要] 双源 CT 进行 2 种不同能量的 X 线同步扫描, 可获得双能量图像, 具有成像速度快, 辐射剂量低, 图像质量高的优点。双源 CT 进行冠状动脉成像, 图像质量不再受患者心率过快、不规则以及屏气困难的影响, 能获得可靠的冠状动脉图像, 是目前无创性左室功能检查评价最具价值的检查方法之一。双源 CT 扫描时间缩短辐射剂量降低, 有效克服部分患者移动伪影及呼吸伪影, 适用于儿童患者及躁动患者的检查, 为急性胸痛患者快速诊断提供安全有效手段。双源 CT 双能量虚拟平扫在头部、胸部、腹部疾病检查中已得到良好运用。双源 CT 在两种不同能量状态下的数据采集可对物质成分进行定性分析, 拓宽了 CT 的应用范围, 具有较好临床价值。

[关键词] 双源 CT; 图像质量; 辐射剂量; 双能量虚拟平扫

中图分类号: R445 文献标识码: B 文章编号: 2055-5200 (2014) 02-017-05

DOI: 10.11876/mimt201402005

Dual-source CT clinical application of new progress HUANG Yuan-bin. (Baise Chinese medicine hospital radiology, Baise 533000)

[Abstract] Dual source CT for 2 different energy X-ray scanning, can obtain the dual energy images, has fast imaging speed, low radiation dose, the advantages of high image quality. Dual source CT coronary artery imaging, image quality is not affected by the patient's heart rate too fast, irregular and breath difficult, can obtain the coronary artery image reliable; it is one of the current inspection method without evaluation and examination of the left ventricular function most value. Dual source CT scan can reduce the time of radiation dose, effectively overcome some patients moving artifact and respiratory artifacts, suitable for children patients and agitation of patients, to provide safe, effective method for the rapid diagnosis and emergency classification of patients with acute chest pain. Dual energy CT virtual scan has been well used in the head, chest, abdominal disease examination. Dual source CT for qualitative analysis of components in two different energy state of the data acquisition, and widen the application range of CT, with good clinical application.

[Key words] dual source CT; image quality; radiation dose; dual energy virtual scan

随着科学技术的进步, CT 技术从低端向高端不断发展。近年来, 多层螺旋 CT 技术被广泛应用于全身各部位检查, 成为现代医学常规影像学检查方法。双源 CT (dual-source CT, DSCT) 可获得双能量图像, 具有成像速度快, 辐射剂量低, 图像质量高的优点。对其应用进展进行综述。

1 双源 CT 基本原理

DSCT 使用 2 套 X 线管和 2 套探测器, 2 套采集系统呈 90° 安装, 机架旋转 90° 即可获得 180° 数据。2 个 X 线管分别能产生 80KV、140 KV 的管电压, 并以其独立的电压和电流运行。进行 2 种不同能量的 X 线同步扫描, 监测到特定组织成分在不同能量下衰变率,

在通过处理2组包含不同能量扫描信息的数据,可获得双能量图像,进行组织成分分析。

2 DSCT 成像优势

DSCT时间分辨率比单源CT快一倍,心脏扫描时间分辨率达83ms,空间分辨率为亚毫米、扫描时间短于10s。DSCT的时间分辨率是机架旋转时间的1/4,即 $330/4=82.5\text{ms}$ ^[1];不需要在检查前控制心率(如应用 β 受体阻断剂),能够采集到质量卓越的图像;能满足进入临床常规应用的必备条件^[2]。在同样噪声条件下,其辐射剂量比单源CT可减少1/2^[3]。尤其适合儿科先天性心脏病患者的检查;在有选择性的患者中可替代有创性的冠状动脉造影检查。DSCT与传统的冠状动脉造影相比较,其突出优势为:DSCT在一般心率和心律情况下,其高精度分辨率均可提供无运动伪影的心脏图像,并可减少50%以上的射线量;CT检查的放射剂量与球管电压、球管电流、扫描时间以及平均心率有关^[4]。实时剂量调节技术(Care Dose 4D)既可提高射线利用率、降低辐射剂量,又能提高图像质量,具有重要的临床应用价值^[5];迭代重建技术已应用于临床^[6-7],彭盛坤^[8]、Maffei等^[9]认为双源CT图像迭代重建技术可明显提高图像质量,降低辐射剂量。DSCT双能量虚拟平扫图像可满足诊断要求,且患者接受的射线剂量明显减少^[10]。

DSCT具有非常高的时间分辨率,可在任何心率下的一个心动周期内采集心脏图像;可为急诊病人提供快速有效的一站式诊断;可对血管和骨骼进行直接的减影成像,进行无创伤性血管造影,并对体液成分初步分析鉴别,有效提高诊断的准确性;还能够同时观察血管壁以及血管外情况;尤其重要的是能够分辨出冠状动脉血管壁上是否有软斑块,可开展大规模、针对心脑血管系统的专项体检和普查,可早期发现颈动脉狭窄和颅内动脉狭窄、动脉瘤、血管畸形等,对卒中患者进行预测。

3 DSCT 在临床上的应用

3.1 DSCT 在冠状动脉成像中的应用

早期利用4层CT进行(时间分辨率500ms)进行冠状动脉成像,约有35%的血管节段不能满足影像评价^[11]。16层、64层CT进行的时间分辨率达到375ms和165ms,仍有12%的血管节段不能满足诊断需求。为减少心脏运动的伪影,需要在进行冠状动脉CT成像前服用 β 受体阻断剂常规将心率降低到65次/min

(bpm)或以下^[12]。整个检查时间大大延长(约2小时左右),而部分服用 β 受体阻断剂后心率仍然太快或者心率不齐的患者,只能放弃CT冠脉成像,采用有创检查。研究发现,心率变异性要较平均心率更明显影响冠状动脉的影像质量^[13]。

DSCT在不控制心率的情况下,有98%的血管节段能满足影像评价^[14-15]。在高心率患者(平均心率115bpm)中的研究,在不控制心律的情况下,仍有94%的冠状动脉血管节段影像质量达到优秀^[16]。其X线发射剂量较普通多排螺旋CT降低了50%,最大限度地减少了对患者的损害。与血管内超声显像(IVUS)相比,DSCT检出冠状动脉粥样硬化斑块的敏感性为97%(155/159),特异性为90%(36/40),阳性预测值97(155/159),阴性预测值97%(36/41)^[17]。但严重的冠状动脉钙化,还是严重影响冠状动脉DSCT的准确性。其他如呼吸运动伪影、患者不能配合屏气影响影像质量。

DSCT冠状动脉成像只需在门诊就可以完成检查,扫描时间仅需数秒,整个检查过程无任何痛苦,适用于除造影剂过敏的所有疑似冠心病患者和健康体检者,检查费用比冠状动脉造影低,大大节约了医疗费用,并且可以多次重复检查以了解疾病的进展和治疗效果。

3.2 DSCT 在左室功能评价中的应用

左心室功能对评估心脏病患者预后及远期转归有重要参考价值,左心室功能测量的准确性和可重复性十分重要^[18-20]。

MSCT通过回顾性门控重建收缩末期和舒张末期图像,测量收缩末期和舒张末期容积,以计算射血分数,用以定量评价心室功能的敏感性、特异性都很高,但存在高心率患者在检查前需要服用 β 受体阻断剂来降低心率的缺点。使用双源CT检查,高心率患者不再需要口服 β 受体阻断剂来降低心率,就可得到高质量图像。胡春峰等^[21]研究发现,DSCT冠状动脉造影一站式评估冠状动脉狭窄及心功能具有准确性高、可重复定量测量优势;当冠状动脉中、重度狭窄时,心功能各项指标出现显著改变。谢姿等^[22]研究获得了先天性心脏病患者左心室容积随时间变化的曲线,能准确测量舒张末期和收缩末期的容积,计算射血分数、每搏输出量和心输出量,可反映先天性心脏左心室在心动周期中容积随时间变化的规律。DSCT已经成为目前无创性左室功能检查评价最具价值的检查方法之一。

3.3 DSCT 在儿童胸部检查中的应用

儿童作为CT受检者的特殊人群,组织细胞分裂更新速度和比例都远高于成人,因此减少辐射剂量对儿童来讲尤为重要。Flash Spiral技术是一种新型的针对双源CT发展起来的特殊的炫速图像采集方式(扫描床在图像采集过程中连续不断移动)^[23],是一种大螺旋扫描技术,可使扫描时间缩短辐射剂量降低,有效克服部分患者移动伪影及呼吸伪影,适用于儿童患者及躁动患者的检查。

卞佳等^[24]将Flash Spiral扫描模式联合Care Dose 4D技术、SAFIRE迭代重建技术应用于儿童胸部检查取得了良好效果。

DSCT的Flash Spiral技术在儿童胸部扫描中的优势:(1)时间分辨率高,扫描时间大大提高,明显克服了呼吸运动的伪影。(2)空间分辨率好,采取更薄的层厚及准直,提高了空间分辨率,避免遗漏小病灶,提高了肺部病变的检出率。(3)采集信息量大,在胸部病变的诊断中具有重要价值。(4)Flash Spiral技术患儿易接受,同时又具有稳定的检查技术参数,可作为儿童胸部病变的疗效评价和随访观察的有效方法。(5)辐射剂量大大降低,利于儿童胸部扫描患者的防护。

3.4 DSCT 在急性胸痛诊断中的应用

引起急性胸痛的常见原因有胸壁疾病、心血管疾病、呼吸系统疾病、纵隔疾病等。急性冠状动脉综合征、主动脉夹层、肺栓塞是常见的致死性胸痛原因,早期明确诊断和鉴别诊断对急诊医生制定及时合理的治疗方案至关重要^[25-26]。

DSCT对特别严重的急诊患者完成“一站式”诊断,对急性胸痛患者通过一次增强检查,即可明确胸痛病因。李宇等^[27]研究发现,DSCT急性胸痛三联扫描计划进行胸部CTA扫描,总的为敏感度和特异度分别为98%、96%。DSCT为急性胸痛患者的快速诊断及急诊分类提供了安全、有效的手段。

3.5 DSCT 在腹部中的应用

DSCT双能量成像技术能特异性识别碘,可在增强的腹部CT图像上通过计算得到类似于平扫的虚拟图像,减少腹部CT检查的辐射剂量。可用于准确评价肝脏脂肪变性、肝内铁沉积和Wilson's病铜的沉积,也可用于肝癌介入治疗后碘油沉积者,高密度的碘油被去除,可以清晰显示出病灶及其病灶周围的肝脏实质情况,区分液化坏死的低密度区及复发的高密度病灶。

DSCT虚拟平扫对结石、局限性钙化灶显示较为理想,但其模糊淡化作用可能会影响小结石、钙化灶的检出率,这种作用可能与其成分、密度及大小有关。Scheffel等^[28]评价双能量虚拟平扫诊断泌尿系结石的价值,发现与标准的平扫CT相比,其诊断泌尿系结石具有很好的敏感性、特异性。Primake等^[29]发现,利用DSCT可鉴别尿酸盐和非尿酸盐结石。

肠梗阻是外科常见急腹症之一,起病急,进展快,处理不及时极易发展为肠坏死,早期诊断并采取相应的治疗手段可明显降低病死率^[30]。双源CT增强扫描显示肠梗阻部位符合率为100%(30/30),梗阻原因的诊断符合率高达96.67%(29/30)^[31]。双源CT低剂量腹部血管双期扫描成像技术在肠系膜缺血性疾病中得到很好运用^[32]。

3.6 DSCT 的其他临床应用

DSCT双能量虚拟平扫的研究多集中在腹部,头、胸部研究少有报道^[33]。DSCT双能量虚拟平扫图像能排除造影剂的影响,产生类似于平扫的图像,在颅内出血的显示应用已得到证明^[34]。贾晓霞等^[35]研究发现,运用DSCT对颈部肿大淋巴结检查,DSCT双能量增强平扫可获得增强图像和虚拟平扫图像,射线剂量明显减少。

临床常见的先天性心脏病病理基础为室间隔缺损、房间隔缺损、主动脉骑跨以及右心室肥大^[36]。双源CT血管成像在主动脉瓣叶畸形检查中有重要价值^[37]。王宇翔等^[38]运用DSCT双能量技术行门静脉成像,能提高三维重建图像的效果。新双源Flash CT对肺静脉畸形引流尤其是部分性肺静脉畸形引流的诊断明显优于超声心动图^[39]。

DSCT能够特异地对组织进行定性,改善了对血管的评价。计算机辅助检测使DSCT能有效帮助医师检出肺结节,提高诊断正确率,支持病变追踪与治疗随访。DSCT结肠仿真内窥镜检查能像纤维结肠镜一样,并且能很好显示内窥镜因梗阻不能完成检查的病人的结肠病变;可同时评估肠腔外腹部及盆腔器官的情况;可检查结肠皱襞后方的盲区;而且病人具有很好的舒适度与耐受性。DSCT灌注成像可以无创性用于脏器肿瘤等疾病的早期诊断、治疗和疗效监测。

DSCT在两种不同能量状态下的数据采集可对物质成分进行定性分析,拓宽了CT的应用范围,具有广阔的应用前景,越来越受到临床医务工作者的重视。

参 考 文 献

- [1] Flohr TG, Schoepf UJ, Ohnesorge BM, Chasing the hear: new developments for cardiac[J]. J Thorac Imaging, 2007, 22: 4-16.
- [2] Scheffel H, Alkadhi H, Plass A, et al. Accuracy of dual-source CT coronary angiography: first experience in a high pre-test probability population without heart rate control[J]. Eur Radiol, 2006, 16: 2739-2747.
- [3] McCollough CH, primak an, saba o, et al dose performance of a 64-channel dual-source CT scanner[J]. Radiology, 2007, 243: 775-784.
- [4] Gutstein A, Dey D, Cheng V, et al. Algorithm for radiation dose reduction with helical dual source coronary computed tomography angiography in clinical practice[J]. J Cardiovasc Comput Tomogr, 2008, 2(5): 311-322.
- [5] 吴爱琴, 郑文龙, 徐崇永, 等. GARE Dose 4D 技术降低成人胸部扫描剂量的临床价值 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2011, 31(1): 98-101.
- [6] Moscarillo A, Takx R A, schoepf U J, et al. Coronary CT angiography: image quality, diagnostic accuracy, and potential for radiation dose reduction using a novel iterative image reconstruction technique-comparison with traditional filtered back projection[J]. Eur Radiol, 2011, 21(10): 2130-2138.
- [7] Schindera S T, Diedrichsen L, Muller H C, et al. Iterative reconstruction algorithm for abdominal multidetector CT at different tube voltages: assessment of diagnostic accuracy, image quality, and radiation dose in a phantom study [J]. Radiology, 2011, 260(2): 454-462.
- [8] 彭盛坤, 曾勇明, 郁仁强, 等. 新双源 CT 冠状动脉 CTA 不同扫描参数与重建算法获得图像质量的体膜研究 [J]. 中国医学影像技术, 2013, 29(4): 641-644.
- [9] Maffei E, Martini C, Rossi A, et al. Diagnostic accuracy of second-generation dual-source computed tomography coronary angiography with iterative reconstructions: A real-world experience. Radiol Med, 2012, 117(5): 725-738.
- [10] 汪田田, 立减, 任静, 等. 双源 CT 双能量虚拟平扫在腹部应用的可行性研究 [J]. 实用放射学杂志, 2013, 29(3): 446-450.
- [11] Achenbach S, Ropers D, Kuettner A, et al. Contrast-enhanced coronary artery visualization by dual-source computed tomography: initial experience[J]. Eur J Radiol, 2006, 57: 331-335.
- [12] Schoepf UJ, Zwerner pl, Savino G, et al. Coronary CT angiography[J]. Radiology, 2007, 244: 48-63.
- [13] Leschka S, Wildermuth S, Boehm T, et al. Noninvasive coronary angiography with 64-section CT: effect of average heart rate and heart rate variability on image quality[J]. Radiology, 2006, 24(1): 378-385.
- [14] 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: 543-549.
- [15] Matt D, Scheffel H, Leschka S, et al. Dual-source CT coronary angiography: image quality, mean heart rate, and heart rate variability[J]. AJR, 2007, 189: 567-573.
- [16] 张竹花, 赵文敏, 王林辉, 等. 高心率患者双源 CT 冠状动脉成像初步研究 [J]. 实用放射学杂志, 2007, 23: 1106-1109.
- [17] 韩丹, 康绍磊, 张俊, 等. 双源 CT 评估冠状动脉斑块准确性的研究 [J]. 实用放射学杂志, 2013, 29(1): 20-24.
- [18] Mahnken AH, Bruners P, 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.
- [19] De Jonge GJ, van Ovijen PM, Overbosch J, et al. Comparison of (semi-)automatic and manually adjusted measurements of left ventricular function in dual source computed tomography using three different software tools[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2011, 27(60): 787-794.
- [20] De Jonge GJ, van der Vleuten PA, Overbosch J, et al. Semi-automatic measurement of left ventricular function on dual source computed tomography using five different software tools in comparison with magnetic resonance imaging[J]. Eur J Radiol, 2011, 80(3): 755-766.
- [21] 胡春峰, 徐凯, 袁莹莹, 等. 双源 CT 评价冠状动脉狭窄及左心室功能的临床应用价值 [J]. 实用放射学杂志, 2012, 28(8): 1192-1196.
- [22] 谢姿, 杨荣蓉, 欧侠兴, 等. 双源 CT 评估先天性心脏病心动周期中左心室容积变化特征 [J]. 中国医学影像技术, 2013, 29(8): 1301-1304.
- [23] Lell M, Marwan M, Schepis T, et al. Prospectively ECG-triggered high-pitch spiral acquisition for coronary CT angiography using dual source CT: technique and initial experience[J]. Eur Radiol, 2009, 19(9): 2576-2583.
- [24] 卞佳, 张培功, 姜兴岳, 等. 双源 CT 新技术在儿童胸部检查中的应用 [J]. 实用放射学杂志, 2013, 29(4): 628-630.
- [25] Ee TH, Rouan GW, Weisberg MC, et al. Clinical characteristics and natural history of patients with acute myocardial infarction sent home from the emergency room[J]. Am J Cardiol, 1987, 60(4): 219-224.
- [26] Hayter RG, Rhea JT, Small a, et al. Suspected aortic dissection and other aortic disorders: multi-detector row CT in 373 cases in the emergency setting[J]. Radiology, 2006, 238(3): 841-852.
- [27] 李宇, 范占明, 余婧等. 双源 CT 对急性胸痛的诊断价值 [J]. 实用放射学杂志, 2011, 27(1): 51-55.
- [28] Scheffel H, Stolzmann P, Frauenfelder T, et al. Dual-energy contrast-enhanced computed tomography for the detection of urinary stone disease[J]. Invest Radiol, 2007, 42: 823-829.
- [29] Primak AN, Fletcher JG, Vrtiska TJ, et al. Noninvasive differentiation of uric acid versus non-uric acid

- kidney stones using dual-energy CT[J]. Acad Radiol,2007,14:1441-1447.
- [30] 王毅,张伟国,陈金华,等. MSCT多平面及曲面重组对小肠梗阻的定位诊断与评价研究[J]. 临床放射学杂志,2010,29(12):1640-1643.
- [31] 刘莹,李剑,魏梦琦,等. 双源CT增强扫描对肠梗阻部位和梗阻原因的诊断[J]. 实用放射学杂志,2013,29(6):937-939.
- [32] 魏晓杰,王锡明,段艳华,等. 双源CT低剂量成像在肠系膜缺血性疾病中的应用[J]. 实用放射学杂志,2012,28(9):1376-1379.
- [33] 黄伟,徐益明,邵瑾,等. 双源CT虚拟平扫技术在颈部的初步应用[J]. 中华放射学杂志,2011,45(3):229-234.
- [34] 龙斌,徐凯,胡春峰,等. 头颅双能CTA及其虚拟平扫诊断颅内出血的初步探讨[J]. 中国CT和MRI杂志,2011,9(3):20-22.
- [35] 贾晓霞,江杰,邓亚敏,等. 双源CT双能量虚拟平扫技术在颈部淋巴结病变中的应用价值[J]. 实用放射学杂志,2012,2(5):659-662.
- [36] Hopkins WE. Right ventricular performance in congenital hear disease:A physiologic and pathophysiologic perspective[J]. Cardiol Clin,2012,30(2):205-218.
- [37] 罗松,黄鹏飞,周长圣,等. 双源CT血管成像在先天性主动脉瓣叶畸形诊断中的应用[J]. 实用放射学杂志,2013,29(2):212-214.
- [38] 王宇翔,段慧,李滋聪,等. 双源CT双能量成像技术在门脉高压症应用价值的初步探讨[J]. 实用放射学杂志,2012,28(6):940-943.
- [39] 刘书婷,高剑波,张永高,等. 新双源Flash CT对肺静脉畸形引流的价值:与超声心动图及手术结果对照[J]. 实用放射学杂志,2013,29(4):543-547.

(下接第47页)

- [7] Iversen P, Johansson JE, Lodding P, et al. Bicalutamide(150mg) versus placebo as immediate therapy alone or adjuvant to therapy with curative intent for early nonmetastatic prostate cancer:5.3-year median followup from the Scandinavian prostate cancer group study number6[J]. J Urol,2004,172(1):1871-1876.
- [8] Bronislaw Pytowski, Jeremy Goldman, Kris Persaud, et al. Complete and specific inhibition of adult lymphatic regeneration by a novel VEGFR23 neutralizing antibody[J]. J Natl Cancer Inst,2005,97(1):14-21.
- [9] Lutsenko S V, Kiselev S M, Severin S E. Molecular mechanisms of tumor angiogenesis[J]. Biochemistry(Mosc),2009,68(8):286.
- [10] Guo X, Cherty, Xu z, et al. Prognostic significance of VEGF-C expression, in correlation with COX-2, lymphatic microvessel density, and clinicopathologic characteristics in human non-small cell lung cancer[J]. Acta Biochim Biophys Sin,2009,41(3):217.
- [11] 马丽萍,李娜,何湘君,等. miR-449b和miR-34c对卵巢癌细胞SKOV3-ip1周期相关蛋白的下调及细胞周期阻滞作用[J]. 北京大学学报(医学版),2011,43(1):129-133.
- [12] Lodygin D, Tarasov V, Epanchintsev A, et al. Inactivation of miR-34a by aberrant CPG methylation in multiple types of cancer[J]. Cell Cycle,2008,7(6):2591-2600.
- [13] Tarasov V, Jung P, Verdoodt B, et al. Differential regulation of microRNAs by P53 revealed by massively parallel sequencing:miR-34a is a P53 target that induces apoptosis and G1-arrest[J]. Cell Cycle,2007,6(13):1586-1593.