

能谱成像最佳对比噪声比技术对胃周动脉成像质量的影响

姬妮娜, 高剑波, 田辉英

【摘要】 目的:探讨 CT 能谱成像最佳对比噪声比(Optimal CNR)技术对胃周动脉 CT 成像图像质量的影响。**方法:**对临床怀疑胃癌的 20 例患者采用能谱扫描模式行双期增强扫描,利用 Optimal CNR 技术获得显示胃周动脉的最佳单能量图像。采用 add vessel 及薄层最大密度投影(TSMIP)技术分别对混合能量(140 kVp)及最佳单能量图像的胃周动脉进行重建,分别计算并比较两组图像的腹腔干对比噪声比、图像噪声,并对重建后的图像质量进行评分。**结果:**显示胃周动脉的最佳单能量为 (51 ± 2) keV;最佳单能量组腹腔干对比噪声比(分别为 33.93、19.57)、图像质量评分(分别为 12.43 $\pm$ 2.58、8.90 $\pm$ 2.50)分别较混合能量组增加约 71%、40%,图像噪声(分别为 17.55 $\pm$ 4.76、12.48 $\pm$ 3.61)增加约 41%。**结论:**能谱成像最佳对比噪声比技术可提高胃周动脉 CT 成像的图像质量。

【关键词】 能谱成像; 体层摄影术, X 线计算机; 胃周动脉

【中图分类号】 R573.9; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)01-0051-04

The effect of optimal contrast-to-noise ratio technique of spectral imaging on the image quality of gastric arterial CT angiography JI Ni-na, GAO Jian-bo, TIAN Hui-ying. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore the effect of optimal contrast-to-noise ratio (Optimal CNR) technique of spectral imaging on the image quality of gastric arterial CT angiography (CTA). **Methods:** 20 patients with clinically suspected gastric cancer underwent dual-phase enhanced gemstone spectral imaging (GSI) examination. GSI viewer was used to obtain the optimal CNR monochromatic images. Both the polychromatic (140kVp) and the monochromatic image sets were post-processed with add vessel and thin slice maximum intensity projection (TSMIP) technique. The CNR, image noise of celiac trunk were calculated respectively and the image quality after reconstruction were scored, the results were compared and analyzed. **Results:** The monochromatic images at (51 ± 2) keV were found to provide the best CNR for gastric arterial CTA. Compared with those of the polychromatic images, the CNR of the celiac trunk, image noise and the scores of the image quality of the optimal CNR monochromatic images increased by 71%, 41% and 40% respectively. **Conclusion:** The optimal CNR technique of spectral imaging can improve image quality of gastric arterial CTA.

【Key words】 Spectral imaging; Tomography, X-ray computed; Gastric artery

胃癌是我国发病率、病死率最高的恶性肿瘤之一, MSCT 在其术前分期方面的重要意义已得到大量研究证实,但目前关于胃周动脉 CT 成像的研究相对较少。随着胃癌腹腔镜治疗技术的发展,临床医师对胃周动脉的术前评价提出了更高的要求^[1]。宝石能谱 CT 最佳对比噪声比(Optimal CNR)技术可以筛选出显示兴趣区的最佳单能量图像,已有体外实验研究表明血管最佳单能量成像图像质量优于混合能量图像^[2],本文旨在探讨能谱成像 CNR 技术对胃周动脉成像质量的影响。

材料与方法

1. 研究对象

搜集 2011 年 5 月—2011 年 10 月临床怀疑胃癌

而于本院行腹部 CT 增强扫描的患者 20 例,其中男 13 例,女 7 例,年龄 39~74 岁,中位年龄 60 岁。手术或胃镜病理结果:胃癌 15 例(贲门癌 9 例,胃窦癌 4 例,胃体癌 2 例),间质瘤及淋巴瘤各 2 例,慢性胃炎伴肠上皮化生 1 例。

2. 检查方法

患者空腹 12 h,扫描前 20 min 饮清水 800~1000 ml,无禁忌症者肌注山莨菪碱 20 mg。能谱成像采用宝石 CT(GE Discovery 750 HDCT),患者取仰卧位,扫描范围为上腹部。采用能谱扫描模式,使用高压注射器经肘前静脉注射对比剂欧乃派克(350 mg I/ml),流率 4 ml/s,剂量 1.5 ml/kg;监测腹主动脉内 CT 值,达 200 HU 时触发动脉期扫描,于对比剂注射后 60 s 行门脉期扫描。扫描参数:管电压为 80 和 140 kVp (0.5 ms 瞬时切换),电流为自动毫安,层厚及层间距均为 5 mm,螺距 0.984,转速 0.8 s/r;重建层厚及层间距均为 0.625 mm。

3. 图像后处理

作者单位:450052 郑州,郑州大学第一附属医院放射科

作者简介:姬妮娜(1985—),女,河南洛阳人,硕士研究生,主要从事消化道肿瘤影像学诊断工作。

通讯作者:高剑波, E-mail: cjr. gaojianbo@vip. 163. com

由 1 位经验丰富的影像诊断医师于 AW 4.4 工作站利用 GSI 浏览器对动脉期薄层数据进行后处理。于腹腔干开口处取兴趣区,取同层面之胃壁(避开明显强化的黏膜层)为对比,利用 Optimal CNR 技术获得显示动脉的最佳单能量水平,保存该单能量水平数据,分别测量腹腔干开口处及同层面胃壁、前腹壁皮下脂肪组织的 CT 值(每个部位测量 3 次,取平均值);以相同方法测量混合能量图像相应部位 CT 值,保证所选图像的层面相同,兴趣区的位置、大小、形状尽量保持一致。利用公式(1)计算 CNR:

$$\text{CNR} = \frac{|\text{ROI}_0 - \text{ROI}_d|}{\text{SD}_n} \quad (1)$$

分别计算最佳单能量图像及混合能量图像中腹腔干与同层面胃壁的对比噪声比,作为图像的客观评价指标。其中 ROI_0 为腹腔干开口层面的腹腔干 CT 值, ROI_d 为同层面胃壁 CT 值, SD_n 为同层面图像平均噪声,本研究采用同层面腹壁皮下脂肪组织 CT 值的标准差^[3]。

采用血管生长(add vessel, AV)及薄层最大密度投影(thin slice maximum intensity projection, TSMIP)技术分别对最佳单能量图像及混合能量图像的胃左动脉(left gastric artery, LGA)、胃右动脉(right gastric artery, RGA)、胃网膜左动脉(left gastroepiploic artery, LGEA)、胃网膜右动脉(right gastroepiploic artery, RGEA)、胃短动脉(short gastric artery, SGA)及胃后动脉(posterior gastric artery, PGA)进行容积再现(volume rendering, VR)、薄层最大密度投影(TSMIP)重建(保证每位患者两次重建的阈值、窗宽、窗位及视野相同, TSMIP 重建的层面、层厚亦相同),由 3 位经验丰富的放射科医师分别独立对两组重建后的图像质量进行评价,评价标准如下。4 分:优,血管显示清晰,边缘光滑锐利;3 分:良,血管主干显示尚清晰,末端显示较淡;2 分:中,血管显示较淡;1 分:差,血管显示浅淡,仅能分辨走行;0 分:未显示,血管结构不能分辨。对每例患者两组图像中的胃左动脉、胃右动脉、胃网膜左动脉、胃网膜右动脉、胃短动脉及胃后动脉分别评分,取 3 位医师评分的平均值作为最终评分。

4. 统计学分析

统计学分析采用 SPSS 13.0 统计软件,计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$, 不服从正态分布者采用中位数和四分位数)表示,分别对两组图像的腹腔干对比噪声比、图像噪声、胃周动脉成像图像质量主观评分进行配对 t 检验(差值不服从正态分布者采用配对资料的秩和检验),以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

显示胃周动脉的最佳单能量水平为 (51 ± 2) keV, 最佳单能量组及混合能量组 LGA、LGEA 及 RGEA 的显示率均为 100% (20/20), PGA 的显示率均为 10% (2/20), RGA 的显示率分别为 75% (15/20) 和 65% (13/20), SGA 的显示率分别为 15% (3/20) 和 5% (1/20)。发现胃周血管变异 13 例,其中胃左动脉发自腹主动脉(图 1)、胃右动脉发自肝左动脉各 2 例,副肝左动脉发自胃左动脉、替代肝左动脉发自胃左动脉、肝右动脉发自腹腔干、肝右动脉发自肝总动脉、副胃左动脉发自肝左动脉、胃右动脉发自胃十二指肠动脉各 1 例;复杂变异 3 例,其中 1 例为副肝左动脉发自胃左动脉、胃右动脉发自肝左动脉且肝右动脉发自肠系膜上动脉(图 2);1 例为肝总动脉直接发出肝左右动脉、胃右动脉及胃十二指肠动脉,且副胃左动脉发自肝左动脉;另 1 例为替代肝左动脉发自胃左动脉且胃右

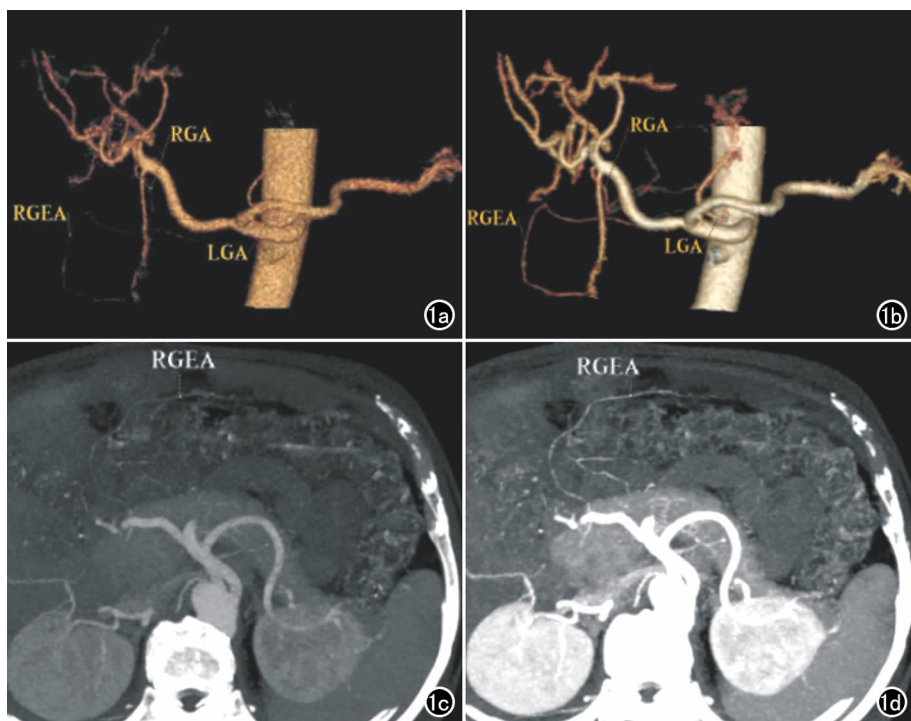


图 1 责门癌患者胃周动脉 CTA 图像。a) 混合能量 VR 图像, RGA 及 RGEA 显示浅淡, 仅可分辨走行; b) 49keV 最佳单能量 VR 图像, 胃周动脉显示较清晰; c) 混合能量 TSMIP 图像, RGEA 仅能分辨走行; d) 最佳单能量 TSMIP 图像, RGEA 显示较清晰。

(2.20 ± 0.70)、(2.70 ± 0.65)和(1.40 ± 0.40) mm^[7],胃后动脉起始处管径为(1.5 ± 0.5) mm^[6]。

数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)被公认为诊断血管疾病的“金标准”,但其为有创检查且操作复杂,价格昂贵,同时 DSA 只能显示血管走行,无法显示肿瘤及脏器本身,更无法显示胃腔外其他脏器情况及有无淋巴结转移。随着影像技术的发展,MSCT 的时间分辨力及空间分辨力得到了极大的提高,64 层螺旋 CT 的重组图像已达到各向同性,其多种后处理技术可以使小血管得到清晰显示。与 DSA 相比,MSCTA 具有操作简单、无创、经济且同时能够显示周围脏器的优势。

以往研究采用普通 MSCT 对胃左动脉及胃网膜右动脉的显示率较高^[4-8],但对胃右动脉、胃后动脉、胃短动脉的显示率则较低,其原因可能在于一方面胃后动脉在人群并非恒定存在,另一方面胃右动脉、胃后动脉及胃短动脉管径较小,管腔内碘对比剂较少,CT 值较低,因而不能显示。胃周动脉显示情况与腹腔干强化 CT 值有关^[8],为提高胃周动脉成像质量,传统的方法是提高对比剂浓度、用量及注射流率,但大剂量的对比剂可能会导致肾脏损害的风险增高,注射流率的提高可能导致对比剂外渗等不良反应^[9-10]。

传统 CT 采用混合能量 X 线,当其穿过人体时,低能量射线将被滤掉而产生线束硬化伪影,从而导致物质 CT 值的“漂移”^[11],使图像质量受到影响。宝石能谱 CT 采用单源瞬时 kVp 切换技术,在扫描过程中以 80 及 140 kVp 两种不同能量的射线瞬时切换,可以几乎同时、同角度获得匹配的两种能量的数据,可以准确校正硬化,同时获得 101 组(40~140 keV)单能量图像。物质的 CT 值取决于其对射线的衰减,光电吸收效应是碘等高原子量物质衰减 X 线光子能量的主要方式,因此碘的 CT 值随着 X 线能量的变化有明显的改变;而软组织主要发生康普顿效应,与物质的原子量及入射 X 线的能量无关,因此软组织的 CT 值随 X 线能量的变化不明显,所以在低 keV 时,含碘对比剂的动脉 CT 值明显增高,而周围软组织 CT 值增高不明显^[12];但随着射线能量的降低,图像噪声也会增加,宝石能谱 CT 最佳对比噪声比技术可自动计算兴趣区与背景的对比噪声比,筛选出既能提供较高的对比又能兼顾图像噪声的显示兴趣区的最佳单能图像。

本组数据显示,胃周动脉成像的最佳能量水平为(51 ± 2) keV,此能量水平下,腹腔干对比噪声比较混合能量下增加约 71%,虽然图像噪声亦增加了 41%,

但胃周动脉成像质量主观评分仍较混合能量明显提高(增加约 40%)。低能量条件下含碘对比剂的动脉 CT 值增高,可能是常规混合能量(140 kVp)条件下部分胃右动脉及胃短动脉未显示,而在最佳单能量[(51 ± 2)keV]条件下显示的原因。两组图像的胃后动脉及胃短动脉评分差异无统计学意义可能与样本量较小有关。

对比剂用量是引起对比剂肾病的独立危险因素^[10],对比剂用量的提高将导致肾脏功能损害的风险增高;通过能谱成像最佳对比噪声比技术筛选出的最佳单能量图像,可以在不增加对比剂用量的情况下,提高胃周动脉成像的图像质量,从而为肾功能不全等患者行 MSCTA 检查时减少对比剂用量、防止对比剂肾病的发生提供了一种可能的新方法。

参考文献:

- [1] 何威,余江,张策,等.多层螺旋 CT 腹腔干重建在腹腔镜胃癌根治术前评价的价值[J].中华微创外科杂志,2009,9(12):1119-1121.
- [2] 汪洁,王万勤,刘斌,等.体外实验中宝石 CT 能谱成像技术血管成像最佳单能量图像的选择[J].中国医学影像技术,2011,27(11):2340-2343.
- [3] Marin D, Nelson RC, Schindera ST, et al. Low-tube-voltage, high-tube-current multidetector abdominal CT: improved image quality and decreased radiation dose with adaptive statistical iterative reconstruction algorithm-initial clinical experience[J]. Radiology, 2010, 254(1):145-153.
- [4] 邵永顺,王超琴,张云飞.胃癌患者手术前胃左动脉的 CT 三维血管重建检查[J].中华普通外科杂志,2010,25(12):977-979.
- [5] 沈雷.人胃动脉血供及临床意义[D].佳木斯:佳木斯大学,2005:40-41.
- [6] 马兆龙,林奇.胃后动、静脉的应用解剖学[J].中国临床解剖学杂志,1988,6(2):101-103.
- [7] 张书琴,刘朝宝.胃动脉的应用解剖[J].大连医学院学报,1984,6(3):1-7.
- [8] 唐磊,张晓鹏,孙应实,等.64 层 CT 增强扫描对胃癌患者胃供血动脉的显示[J].中华放射学杂志,2010,44(3):288-293.
- [9] 孙丛,柳澄,王道平,等.多层螺旋 CT 低剂量高浓度对比剂腹部血管成像应用研究[J].放射学实践,2007,22(3):259-261.
- [10] 邹古明,颜红兵.造影剂肾病的诊断与治疗现状[J].中国介入心脏病学杂志,2005,13(3):194-196.
- [11] Stolzmann P, Scheffel H, Rentsch K, et al. Dual-energy computed tomography for the differentiation of uric acid stones: ex vivo performance evaluation[J]. Urol Res, 2008, 36(3-4):133-138.
- [12] 张宗军,卢光明.双源 CT 及其临床应用[J].医学研究生学报,2007,20(4):416-418.

(收稿日期:2011-12-26 修回日期:2012-05-09)