

腹部双能量能谱 CT 成像中混合能量模式与单能量模式重建图像的比较研究

韦 炜, 邓克学, 赵英明, 罗英姿

摘要 目的 通过比较双能量 CT 腹部能谱成像后,混合能量模式(Quality Check ,140 kVp) 与单能量模式(Mono ,70 keV) 重建图像的质量,选择适合临床应用的重建模式。方法 应用双能量能谱 CT(Discovery CT750HD) 对 60 例受检者进行腹部平扫及双期增强扫描,分别采用混合能量模式及单能模式进行重建。测量并比较肝脏、脾脏、胰腺及腹腔脂肪的 CT 值,计算各组织器官的信噪比、对比噪声比,并以评分方法比较两组图像质量。结果 单能量重建组中各器官的 SNR、CNR 均高于混合能量组($P < 0.05$),单能量重建组主观评分明显高于混合能量组($P < 0.001$)。结论 单能量模式重建图像显著优于常规混合能量模式重建图像,可在临床中常规运用。

关键词 腹部; 体层摄影术; X 线计算机; 能谱 CT; 重建模式中图分类号 R 816.5

文献标志码 A 文章编号 1000 - 1492(2016) 11 - 1650 - 04 doi: 10.19405/j.cnki.issn1000 - 1492.2016.11.022

CT 扫描是常用的腹部检查方法。既往 CT 应用混合能量图像进行诊断。近年来,双能量能谱 CT (DESCT) 采用单源瞬时 kVp 切换技术,在极短时间

内(< 0.5 ms) 完成高低能量的切换,实现能谱成像,改变了常规 CT 的传统诊断模式,在获得混合能量图像的同时,可以获得 40 ~ 140 keV 的单能量图像^[1-3]。单能量图像有助于消除硬化伪影,提高图像清晰度。该研究对上腹疾患受检者进行双能量能谱 CT 扫描,对比研究同一患者的常规混合能量图像与 70 keV 单能量图像,旨在探讨腹部混合能量重建模式与单能量重建模式对于腹部脏器及血管图像质量的影响。

1 材料与方法

1.1 病例资料 选取 2013 年 1 月 ~ 2015 年 4 月 60 例均无上腹疾患的受检者行腹部增强扫描,其中男 36 例,女 24 例,年龄 24 ~ 75(43.7 ± 9.4) 岁。所有研究对象在扫描前均被要求签署知情同意书。

1.2 检查方法 采用 GE 能谱 CT Discovery CT750HD(HDCT) 扫描机。患者检查前禁食 6 ~ 8 h,扫描前 15 min 饮用清水 800 ~ 1 000 ml。均行常规平扫确定扫描范围(上至膈顶,下至双肾下极水平);增强扫描所用对比剂为非离子型碘对比剂碘海醇(300 mgI/ml),注射总量 1.5 ml/kg,注射速率 3.0 ml/s,使用前未经加热;行动脉期(开始注药后 30 s)、门脉期(70 s) 增强扫描;均采用能谱扫描模式(GemStone spectral Imaging ,GSI);螺距: 1.375 : 1,准直宽度 0.625 mm × 64;管电流约为 550 mA;电

2016 - 06 - 02 接收

基金项目: 安徽省科技厅公益性技术应用研究联动计划项目(编号: 15011d04028); 国家自然科学基金青年科学基金项目(编号: 81501468)

作者单位: 安徽医科大学附属省立医院影像科,合肥 230001

作者简介: 韦 炜,女,副主任医师,责任作者, E-mail: weiweill@126.com

cal data, the author analyzed the factors that might affect the occurrence of SBP, which were divided into two aspects—the analysis of single factors and multi-factors called logistic regression model. **Results** The analysis of the single factor showed that there existed six factors, including clinical history of SBP, serum total bilirubin level, Child-pugh score system, cirrhosis with ascites, serum sodium level and hepatic encephalopathy. Every factor was significant difference between two group. The meaningful single factor was analyzed by the Logistic regression analysis, further. The result showed that clinical history of SBP, serum total bilirubin level and serum sodium level were the independent risk factors of cirrhosis with ascites accompanied by SBP. **Conclusion** The history of SBP, serum total bilirubin level and serum sodium level are the independent risk factors of cirrhosis with ascites accompanied by SBP, the patients with liver cirrhosis and ascites with these high risk factors should be highly vigilant to SBP occurrence.

Key words cirrhotic ascites; spontaneous bacterial peritonitis; risk factors

压为高低能量(140 kVp 和 80 kVp) 0.5 ms 瞬时切换。所有患者原始资料均分别应用单能模式(Mono, 70 keV) 及混合能量模式(QC, 120 kVp) 重建。

1.3 图像评价 应用 Advanced Workstation (ADW4.5, GE Health) 工作站进行 CT 图像的调阅、判读及测量。

1.3.1 客观评价与比较 由一名高年资影像诊断医师独立进行, 在两组图像上肝、脾、胰腺实质内分别放置 ROI, ROI 的位置、形状及大小一致, 且放置位置选择密度均匀、伪影少的区域并避开血管。测量并记录同层面两种重建模式图像的肝脏、脾脏、胰腺及腹部脂肪 CT 值以及背景噪声(同层面前腹壁前方空气 CT 值的标准差)。计算各器官的信号噪声比(signal to noise ratio, SNR): $SNR = CT/SD$ (CT 为所测脏器的 CT 值, SD 为对应层面背景噪声值); 计算各器官与腹部脂肪的对比噪声比(contrast to noise ratio, CNR): $CNR = (CT_1 - CT_2) / SD$ (CT₁ 为所测脏器的 CT 值, CT₂ 为对应层面腹部脂肪的 CT 值, SD 为对应层面背景噪声值)。

1.3.2 主观评价与比较 采用双盲法, 由两位副主任以上 CT 诊断医师独立对两组重建模式图像质量进行评价。主观评分法参照 Hopper5 级评分标准^[4], 对肝脏、脾脏、胰腺、腹主动脉、门静脉主干的图像质量及噪声进行评分。评分标准如下: 细小解剖结构不能辨识, 噪声极明显, 记为 1 分; 细小解剖结构模糊显示, 辨识困难, 噪声明显, 超过可接受程度, 记为 2 分; 细小解剖结构可见但边界不清, 噪声明显但可接受, 记为 3 分; 细小解剖结构可见但边界尚清晰, 噪声增多, 图像尚清晰, 记为 4 分; 脏器内细小结构如血管显示边界锐利清晰, 图像清晰细腻, 无明显噪声, 记为 5 分。1 分及 2 分图像不能满足诊断要求。由两位医师分别记录评分结果, 结果不统一时取两人讨论后结果。

1.4 统计学处理 应用 SPSS 18 统计软件进行分析, 两种重建模式下各器官的信号噪声比、各器官与腹部脂肪的对比噪声比以及噪声的比较应用配对 *t* 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。两种重建模式图像评分采用非参数秩和检验。

2 结果

2.1 客观指标比较 60 例患者均成功完成能谱模式平扫及增强扫描。两种重建模式下各器官的信号噪声比及各器官与腹部脂肪的对比噪声比差异显

著, 单能量模式 70 keV 重建图像均高于混合能量重建图像, 见表 1、2。

表 1 单能量重建图像与混合能量重建图像各器官信噪比(SNR)

项目	期相	70 keV 图像	QC 图像	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
肝脏	动脉期	8.30 ± 3.17	5.90 ± 1.42	7.12	<0.001
	静脉期	16.10 ± 2.18	9.77 ± 2.47	9.31	<0.001
胰腺	动脉期	11.00 ± 2.15	6.96 ± 1.91	5.42	<0.010
	静脉期	13.72 ± 4.02	8.12 ± 4.01	6.61	<0.001
脾脏	动脉期	13.78 ± 3.02	8.68 ± 2.31	7.45	<0.001
	静脉期	16.21 ± 3.91	10.12 ± 3.02	4.79	<0.010

表 2 单能量重建图像与混合能量重建图像各器官对比噪声比(CNR)

项目	期相	70 keV 图像	QC 图像	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
肝脏	动脉期	17.64 ± 4.76	12.17 ± 4.78	7.98	<0.001
	静脉期	28.99 ± 9.17	19.61 ± 4.75	10.45	<0.001
胰腺	动脉期	19.18 ± 6.35	15.21 ± 3.80	7.38	<0.001
	静脉期	26.74 ± 7.16	14.01 ± 3.05	9.65	<0.001
脾脏	动脉期	23.86 ± 6.76	16.81 ± 3.26	11.21	<0.001
	静脉期	28.98 ± 9.09	15.04 ± 5.17	9.07	<0.001

2.2 主观评分比较 两位副主任以上影像诊断医师采用双盲法独立阅片, 比较两种重建模式下图像质量等级评分, 结果一致性较好, 两组评分均高于 2 分, 且 Mono 重建组平均评分结果高于 QC 重建组(Mono 组平均分 4.85, QC 组平均分 4.23, $Z = 5.514$, $P < 0.001$)。对于实质脏器的显示, 单能量模式重建图像相对细腻柔和(图 1A2); 对于血管的显示, 单能量图像细小血管断面能显示清晰(图 1B2); 在 VR 图像上, 单能量图像血管壁光滑柔和, 末梢血管显示良好(图 1C2)。

3 讨论

多层螺旋 CT(MSCT) 因空间分辨率高、采集层厚薄、数据各向同性及图像后处理功能强大等优点而广泛应用于腹部病变的诊断及血管三维成像。但是传统的 CT 设备采用混合能量成像, 射线硬化效应产生硬化伪影, 影响图像质量及病灶的检出。DESCT 采用单源瞬时 kVp 切换技术, 在极短时间内(< 0.5 ms) 完成 80 及 140 kVp 间的快速转换, 实现两组数据的瞬时同时采样, 经投影数据空间的双能量解析, 获得不同能量水平(40 ~ 140 keV) 的单能量图像。单能量图像可以获得精准的 CT 值并减少硬化伪影, 改善图像质量并提高病灶的检出率^[4]。60 ~ 80 keV 能量段 X 线源的信号最强, 图像噪声最沉没低; 同时由于 DESCT 成像中 70 keV 能量对应传统

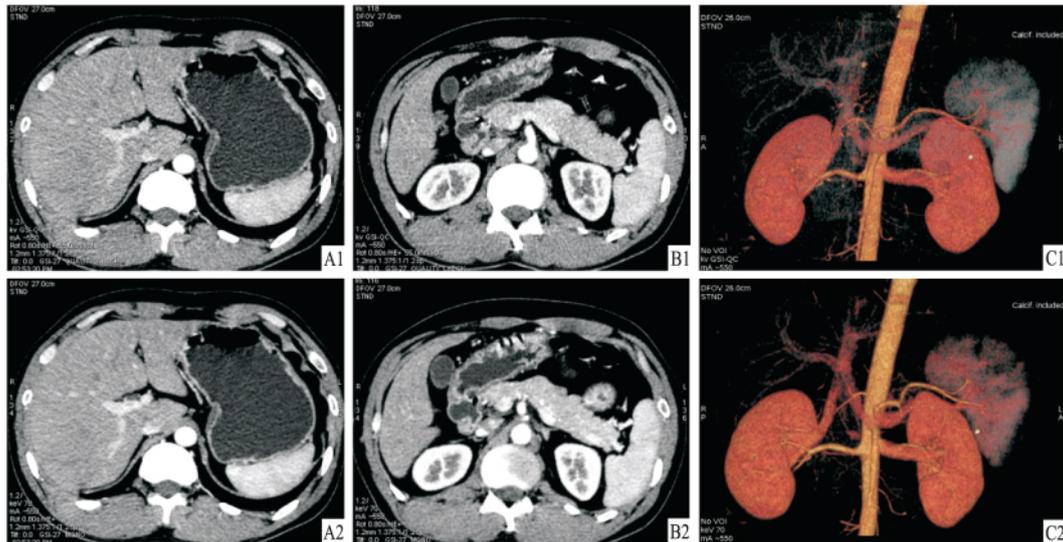


图1 实质脏器及血管的显示

1: QC 图像; 2: 70 keV 图像; A: 实质脏器; B: 血管; C: VR 图像

腹部 CT 成像中 X 线管电压为 120 kVp 时的平均能量, 脏器实质在这两个条件下 CT 值较为接近^[5-6]。因此本研究采用 70 keV 的单能量图像来评估腹部脏器和血管的图像噪声。

本研究结果显示, 单能模式重建图像的 SNR 及 CNR 均高于混合能量模式重建图像; 在主观评分上, 单能模式 70 keV 重建图像质量评分明显优于混合能量模式重建图像, 70 keV 重建图像更加细腻柔和, VR 显示血管壁光滑锐利, 混合能量重建组图像噪声相对较大, 且脏器内的细小血管边缘显示略模糊。提示 DESCT 扫描后, 同一原始数据应用不同重建模式获得的图像质量存在差异。单能量 70 keV 重建图像明显优于混合能量重建图像。

单能量模式重建图像在主客观评价指标上均高于混合能量模式重建图像的原因主要取决于组织能谱成像的特点。在混合能量重建模式下, 组织的 CT 值是固定的, 因此图像中不同组织间的对比相对恒定。在能谱成像中, 应用瞬时 kVp 切换技术, 可以获取两组吸收投影数据, 并通过两组数据的重建, 计算出单能量点组织对 X 线的吸收, 从而得到质量吸收系数随能量变化的曲线^[2]。不同组织器官的曲线形态存在差异。各组织器官间的 CT 值差异, 在低能量水平高于高能量水平, 因此可以选择相对低能量水平进行图像重建, 提升组织器官的对比, 改善图像质量。而在混合能量模式下, 由于不能单独提取组织高低能量点对 X 线的吸收信息, 因此组织间的 X 线吸收差异不能通过改变重建能量而突出反

映。发生于腹部实质性脏器的病变, 多呈软组织密度, 自然对比差, 因此将 Mono 重建模式应用于腹部检查, 无疑提高了腹部病变的检出能力及诊断能力。

综上所述, 应用 DESCT 行腹部检查所得到的同一原始数据采用不同的重建模式获得的图像质量存在差异, 单能量 70 keV 重建图像明显优于传统的混合能量重建图像, 单能量重建图像可以较好的显示腹部实质脏器及腹部血管。DESCT 为腹部病变的检出、诊断及分期提供了新的影像学检查方法。同时该研究也存在着一定的不足: 首先, 本研究综合考虑脏器显示的最佳 keV 水平及图像的噪声, 选择了 Mono 图像中的 70 keV 图像与混合能量图像进行对比研究, 未对其它不同 keV 重建图像差异分别进行研究; 其次, 腹部脏器病变种类繁多, 本研究未对不同重建模式下病变的显示进行研究; 故有待于进一步深入探讨研究, 获得更加可靠的理论依据。

参考文献

- [1] Matsumoto K, Jinzaki M, Tanami Y, et al. Virtual monochromatic spectral imaging with fast kilovoltage switching: improved image quality as compared with that obtained with conventional 120 kVp CT[J]. Radiology, 2011, 259(1): 257 - 62.
- [2] Lv P, Lin X Z, Li J, et al. Differentiation of small hepatocellular carcinoma from small hepatocellular carcinoma: recently introduced spectral CT method[J]. Radiology 2011, 259(3): 720 - 9.
- [3] Coursey C A, Rendon C, Boll D T P, et al. Dual-energy multidetector CT: how does it work, what can it tell us, and when can we use it in abdominopelvic imaging[J]. Radiographics, 2010, 30(4): 1037 - 55.
- [4] Lin X Z, Miao F, Li J Y, et al. High-definition CT gemstone

网络出版时间: 2016-10-12 13:23:00 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/34.1065.R.20161012.1323.023.html>

安徽省汉族人氨基糖苷类抗生素致耳聋患者基因突变的研究

徐彬, 余元勋, 王迎新, 李建平, 刘萍, 张立

摘要 目的 研究安徽省汉族人氨基糖苷类抗生素致耳聋(AAID)患者基因突变与其非综合征性耳聋(NSHL)的关系,建立口腔黏膜细胞基因组DNA新一代基因测序法(NGS)。方法 由122例NSHL患儿及120例健康儿童,取得口腔黏膜基因组DNA,应用NGS对GJB2、12S rRNA基因测序。结果 口腔黏膜细胞的基因组DNA质量较好,能满足NGS研究需要;在122例NSHL患者中,28例GJB2基因突变,占耳聋患者的22.95%;10例12S rRNA基因突变,占耳聋患者的8.20%。120例健康儿童中,未发现基因突变($P < 0.01$)。结论 口腔黏膜细胞基因组DNA的NGS检测法能用于检出安徽省汉族人AAID基因突变;在安徽NSHL患者中GJB2、12S rRNA基因突变有其一定的特点,能对安徽省汉族人AAID基因突变研究提供帮助。

关键词 口腔黏膜细胞;耳聋;突变;GJB2;12S rRNA

中图分类号 R 969.3

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2016)11-1653-05

doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2016.11.023

我国每年约有3万例先天性耳聋发病患者^[1]。50%耳聋与遗传因素相关,为遗传性耳聋,由遗传因素、环境因素的共同作用而引发,包括非综合征型耳聋[non-syndromic hearing loss, NSHL],约占70%]、综合征型耳聋[syndromic hearing loss, SHL]约占30%];已发现与NSHL相关的致病基因及其突变有一定异质性,与人群的种族、地区不同相关^[2]。氨基糖苷类抗生素(aminoglycosides antibiotic, AmAn)使用中出现的听觉和前庭的损害常是不可逆的,可诱发氨基糖苷类抗生素致聋(aminoglycosides antibiotic induced deafness, AAID)^[3-4],与AAID相关的12S rRNA基因突变,以C1494T、

2016-06-22 接收

基金项目:安徽高校省级自然科学基金项目(编号:KJ2014A128)

作者单位:安徽医学高等专科学校省遗传医学中心,合肥 230061

作者简介:徐彬,男,副研究员,责任作者,E-mail:xb.1030@163.com

spectral imaging of the brain: initial results of selecting optimal monochromatic image for beam-hardening artifacts and image noise reduction[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2011, 35(2):294-7.

[5] 莫泳康,黄锦桩,马树华,等.肝脏动脉期CT能谱成像的影像

优选[J]. *国际放射医学杂志* 2014, 37(1):1-5.[6] 王贵生,高建华,赵帅,等.肝脏增强扫描门静脉期能谱CT与传统多层螺旋CT辐射剂量和图像质量的比较[J]. *中华放射学杂志*, 2013, 47(4):340-3.

Comparative study of abdominal imaging quality between mixed energy mode and mono-energy mode reconstruction on dual-energy spectral CT

Wei Wei, Deng Kexue, Zhao Yingming, et al

(Dept of Radiology, Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230001)

Abstract Objective To evaluate the difference of mixed energy mode and mono-energy mode reconstruction images on abdomen spectral CT imaging. **Methods** Abdomen pre-contrast and contrast enhanced CT scans were applied with spectral CT on sixty patients. Images were reconstructed by two-modes: QC mode and Mono mode. The following variables were compared: signal-to-noise(SNR) of liver, spleen and pancreas, contrast-to-noise(CNR) of liver, spleen and pancreas. Two experienced radiologists evaluated the artifact level of images of the two reconstruction modes. **Results** Compared with mixed-energy mode images, 70 keV mono-energy images yielded significantly greater SNR and CNR($P < 0.05$). Subjective score of 70 keV mono-energy images was higher than that of mixed-energy image($P < 0.001$). **Conclusion** In abdominal spectral CT imaging, mono-energy reconstruction can provide higher quality of images than mixed-energy reconstruction and can replace mixed-energy images in clinical diagnosis.

Key words abdomen; computed tomography; X-ray computed; spectral CT; reconstruction mode