

# 数字断层融合胸部成像曝光参数与图像质量相关性研究\*

郁仁强<sup>1</sup>, 曾勇明<sup>1△</sup>, 赵峰<sup>1</sup>, 彭刚<sup>1</sup>, 彭盛坤<sup>1</sup>, 谭欢<sup>1</sup>, 王杰<sup>1</sup>, 刘潇<sup>1</sup>, 蔡文晶<sup>2</sup>

(1. 重庆医科大学附属第一医院放射科 400016; 2. 岛津企业管理(中国)有限公司, 北京 100020)

**摘要:**目的 研究数字断层融合技术(DTS)曝光参数与图像质量的相关性,探讨 DTS 胸部扫描参数的优化。方法 利用仿真胸部体模模拟胸部 DTS 检查,采用固定 mAs 变化 kV 和固定 kV 变化 mAs 两组曝光参数扫描,由两名放射诊断医生采用盲法评价图像质量,采用 Kappa 值评价两名医生对图像的判断结果一致性,然后比较各组图像得分。结果 两名医生对图像的判断结果具有极好的一致性(Kappa=0.84)。变化 kV 组中 90、100、110 kV 3 组得分最高,均为 4.00±1.27;变化 mAs 组中 0.5 mAs 组得分最高,为 3.83±1.17。结论 对于标准体型成人男性 DTS 胸部成像,综合图像质量、剂量等因素,推荐曝光参数为 90 kV、0.5 mAs。

**关键词:**数字断层融合;放射摄影术,胸部;曝光参数;图像质量

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2012.31.023

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2012)31-3300-02

## Study on the correlation between exposure parameters and image quality in chest imaging of digital tomosynthesis\*

Yu Renqiang<sup>1</sup>, Zeng Yongming<sup>1△</sup>, Zhao Feng<sup>1</sup>, Peng Gang<sup>1</sup>, Peng Shengkun<sup>1</sup>, Tan Huan<sup>1</sup>, Wang Jie<sup>1</sup>, Liu Xiao<sup>1</sup>, Cai Wenjing<sup>2</sup>

(1. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China;

2. SHIMADZU(China) CO., LTD., Beijing, 100020, China)

**Abstract: Objective** To optimize parameters for chest radiography by evaluation of the correlation between scanning parameters and image quality in digital tomosynthesis. **Methods** Digital tomosynthesis of the chest was simulated by the anthropomorphic chest phantom. The value of kV was changed while the value of mAs was fixed, and the value of mAs was changed while the value of kV was fixed, images were evaluated retrospectively by two independent blinded radiologists. Interobserver agreement was determined by calculating Kappa value, and the scores were compared with each other. **Results** The result of DTS image quality was rated as excellent agreement(Kappa=0.84). The highest-scoring for kV terms were 90, 100 and 110 kV(4.00±1.27), and the highest-scoring for mAs terms were 0.5 mAs(3.83±1.17). **Conclusion** Considering as the influence of image quality and radiation dose, 90 kV and 0.5 mAs were recommended as the optimizing parameters for the standard adult chest radiography in our routine work.

**Key words:** digital tomosynthesis; radiography, thoracic; exposure parameters; image quality

数字断层融合(digital tomosynthesis, DTS)技术是近几年的一种新的成像技术,其优点是成像时间短、辐射剂量低、三维容积成像<sup>[1-2]</sup>。传统的 X 线断层摄影一次曝光仅能获取一层图像,而 DTS 可以一次性获取选定部位的全部容积信息。DTS 技术成像能有效避开周围组织的重叠与干扰,清晰的显示每一层的感兴趣层面,提高了组织分辨能力。DTS 技术已经被证实成功应用于骨骼、骨关节、肾脏等多个组织及器官的影像学检查<sup>[3-5]</sup>。本文应用仿真胸部体模,就胸部 DTS 技术曝光参数对图像质量的影响进行分析,探讨胸部成像曝光参数的优化方法。

### 1 材料与方法

**1.1 材料** 扫描所用体模为 N1“Lungman”型亚洲标准体型成年男性仿真胸部体模。它具有胸壁、肋骨、脊柱,肺、心脏、气管支气管以及肺纹理等结构,其仿真组织对 X 线衰减与人体等效。采用日本岛津公司 SONIALVISION Safire II 数字化大平板 X 线透视摄影系统及后处理工作站。

**1.2 方法** 在 Tomo Chest/Abd 模式下,(1)固定 mAs(0.5 mAs),分别选择 60、70、80、90、100、110、120 kV 及 130 kV,采用系统默认的重建方式[层高 100 mm,层间距 5 mm,范围 200 mm,滤波反投影(filter back-projection, FBP)/层厚++]重建

后评价图像质量;(2)固定 kV(100 kV),分别选择 0.5、0.56、0.63、0.71、0.8、1.0、1.6 mAs 及 3.2 mAs 采用默认重建方式(层高 100 mm,层间距 5 mm,范围 200 mm,FBP/层厚++)重建后评价图像质量。

**1.3 评价标准及图像选择** 默认方式的重建图像。评价图像时,不对图像灰度和对比度做任何调整。评价标准为五级评分法。5 分:图像整体对比度好,各组织结构(气道、肺纹理、软组织及骨骼)均清晰可见;4 分:图像整体对比度较好,各组织结构 75%以上清晰可见;3 分:图像整体对比度中等,各组织结构 50%以上清晰可见;2 分:图像整体对比度稍差,各组织结构 25%以上可见;1 分:图像整体对比度差,各组织结构仅 25%以下可见。

从每一序列的 41 幅重建后图像中均取出第 1、7、14、21、28、35 幅图像,即一个序列用 6 幅图像代表。kV 组和 mAs 组共 16 个扫描序列,96 幅图像。将图像编号并将顺序打乱,由两位放射科医生根据以上制订的影像图像五级评分法做相关的说明,并以相应的图像做实例,然后采用盲法评价,并记录每幅图像的得分情况,对于有分歧的评价,于评价结束后再行商量并得出结果。

**1.4 统计学处理** 采用 SPSS13.0 软件进行数据处理。采用

$Kappa$  值评价两名医生对图像的判断结果一致性,  $Kappa \leq 0.40$  时, 表明一致性较差;  $0.40 < Kappa \leq 0.60$  时, 表明中度一致;  $0.60 < Kappa \leq 0.80$  时, 表明较高度的一致性;  $Kappa > 0.80$  时, 表明有极好的一致性。用  $\bar{x} \pm s$  表示每个序列中 6 幅图像的平均的得分。

**2 结 果**

**2.1 一致性检验** 两位放射科医生采用盲法对 kV 组和 mAs 组图像评价的一致性如下: 在共 96 幅图像中, 评分一致的图像有 84 幅, 评分不一致的图像有 12 幅。其中, 两名医生均评价为 5 分的图像有 21 幅; 均评价为 4 分的图像有 17 幅; 均评价为 3 分的图像有 22 幅; 均评价为 2 分的图像有 17 幅; 均评价为 1 分的图像有 7 幅; 得出的  $Kappa$  值为 0.84, 表明两位放射科医生对 kV 组和 mAs 组图像质量的评价有极好的一致性。

**2.2 固定 mAs 变化 kV 组** 各 kV 组 (60、70、80、90、100、110、120 和 130 kV) 得分情况分别为  $2.50 \pm 0.55$ 、 $2.67 \pm 0.82$ 、 $3.67 \pm 1.37$ 、 $4.00 \pm 1.27$ 、 $4.00 \pm 1.27$ 、 $4.00 \pm 1.27$ 、 $3.83 \pm 1.67$  和  $3.00 \pm 0.89$ , 其中, 曝光参数 90、100 和 110 kV 时得分最高。

**2.3 固定 kV 变化 mAs 组** 各 mAs 组 (0.5、0.56、0.63、0.71、0.8、1.0、1.6 和 3.2mAs) 得分分别为  $3.83 \pm 1.17$ 、 $3.67 \pm 1.21$ 、 $3.50 \pm 1.23$ 、 $3.33 \pm 1.37$ 、 $3.00 \pm 1.41$ 、 $2.67 \pm 1.21$ 、 $2.67 \pm 1.21$  和  $1.33 \pm 0.52$ , 其中, 曝光参数 0.5 mAs 得分最高。

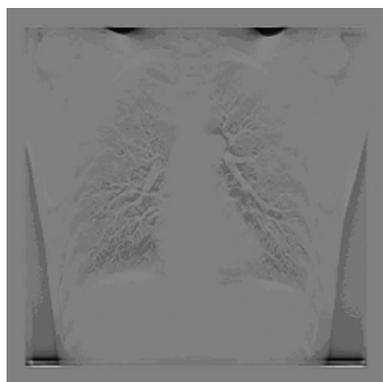


图 1 曝光条件 60 kV、0.5 mAs



图 2 曝光条件 100 kV、3.2 mAs

**2.4 曝光参数与图像质量的关系** 图 1~3 为同一层面不同曝光参数得到的影像。当采用低管电压 (60 kV)、低管电流 (0.5 mAs) 的曝光条件时, X 线能量不够, 穿不透成像结构, 获取的信息量不多, 仅部分肺门处肺纹理可显示, 图像对比度差, 噪声明显 (图 1); 当采用较高管电压 (100 kV)、较高管电流 (3.2 mAs) 曝光条件时, 无法形成有利的对比, 图像透亮使肺

纹理显示较差 (图 2); 适中的曝光条件 (90 kV、0.5 mAs) 时, DTS 图像对比较好, 图像中气道、肺纹理、软组织及骨骼均显示清晰 (图 3)。虽然 DTS 属于数字成像技术, 但曝光条件过低的图像 (图 1) 经过灰度和对比度的调整, 仍难于取得较好的图像质量 (图 4)。

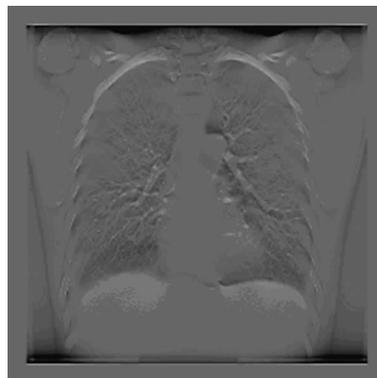


图 3 曝光条件 90 kV、0.5 mAs

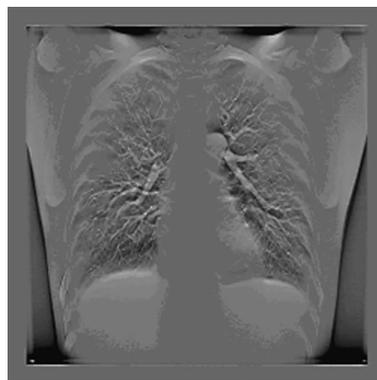


图 4 经灰度及对比度调整后

**3 讨 论**

随着平板探测器技术的不断改进, DTS 技术使数字 X 线摄影在容积成像领域变成现实。DTS 技术目前尚属于一项新技术, 对于大多数的放射学工作人员及临床医生而言比较陌生, 即使是设备公司也未提供实际操作的扫描参数范围。本研究旨在探索 DTS 技术在胸部断层扫描的参数范围, 供在实际工作中有据可依。

胸部 X 线片检查是放射科常见的检查。由于胸部是一个组织结构层次比较丰富的部位, 包括低密度的气道、肺组织, 中等密度的软组织、纵隔及高密度的多种骨组织, 可能涉及的病变类型很多, 放射学工作人员及临床医生希望通过一次影像检查能够将胸部组织全部显示出来。普通 X 线摄影存在一定漏诊的可能及定位不准的缺陷, 特别是在肺癌小结节的早期诊断方面, CT 虽然在作为胸部小结节检出的金标准, 但其花费昂贵, 并且辐射剂量相当高<sup>[6]</sup>。DTS 技术吸收了传统的断层摄影技术的思想, 集成了 CT 检查中断层成像及普通 X 线摄影低剂量的优点, 而且与 CT 相比, 在一定程度上降低患者的医疗支出。DTS 技术的缺点, 主要在于可能出现多种伪影<sup>[7]</sup>, 及胸部检查时需要患者屏住呼吸时间稍长。

DTS 成像遵循传统 X 线成像原理: 图像质量受 kV 及 mAs 影响。kV 主要影响图像整体的对比度, 当 mAs (0.5 mAs) 固定时, 低的 kV (如 60 kV) 代表着低能量的 X 线, 无法穿透成像结构 (胸部) 形成有效的对比; 相反, 高的 kV (如 130 kV) 穿透成像结构 (胸部) 的 X 线过多, 图像 (下转第 3304 页)

高,恶性肿瘤已成为艾滋病患者主要的死亡原因之一,而 HIV 感染与肿瘤发生的相关性还有待进一步研究。加强肿瘤患者的 HIV 抗体检测工作,对 HIV 感染者进行全面的肿瘤筛查与长期监测十分必要。

#### 参考文献:

- [1] 杨月桥. 中国艾滋病预防的重要性及对策[J]. 医学信息, 2011,24(3):1158-1159.
- [2] 邓梅英, 宁芳. 51 489 例患者 HIV 抗体初筛结果分析[J]. 中国感染控制杂志, 2011,3(2):145-112.
- [3] 余小凤, 何惊春, 易辉容, 等. 重庆市九龙坡区 2006~2009 年流动人口 HIV 监测结果分析[J]. 重庆医学, 2011,40(9):893-895.
- [4] 罗显化, 张更健, 陈龙庆, 等. 129 648 例外科住院患者 HIV 抗体初筛分析[J]. 遵义医学院学报, 2010,33(5):443-444.
- [5] 刘明恒, 陈旭. 艾滋病相关性恶性肿瘤 8 例临床特点分析[J]. 实用预防医学, 2008,15(3):930-931.
- [6] 易富, 李娅, 蔡敏琪, 等. 滇南地区 HIV 感染者并发其他疾病的统计分析[J]. 西南国防医药, 2011,4(21):395-397.
- [7] Collin F, Duval X, Le MV, et al. Ten-year incidence and risk factors of bone fractures in a cohort of treated HIV-1-infected adults[J]. AIDS, 2009,23(8):1021-1024.
- [8] Lim HJ, Okwera A, Mayanja-Kizza H, et al. Effect of tuberculosis preventive therapy on HIV[J]. Clin Trials, 2006,7(4):172-183.

- [9] Femades ER, Pagliari C, Tuon FF, et al. Chronic colitis associated with human immunodeficiency virus infection[J]. Int J STD AIDS, 2008,19(8):524-528.
- [10] Feller L, Wood NH, Lemmer J. Herpes zoster infection as an immune reconstitution inflammatory syndrome in HIV seropositive subjects; a review[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2007,104(4):455-460.
- [11] Butt FM, Chindia ML, Rana F, et al. Pattern of head and neck malignant neoplasms in HIV-infected patients in Kenya[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2008,37(10):907-911.
- [12] Syrjanen S. Human papillomavirus infection and its association with HIV[J]. Adv Dent Res, 2011,23(1):84-89.
- [13] Mani D, Haigentz M Jr, Aboulaflia DM. Lung cancer in HIV Infection[J]. Clin Lung Cancer, 2012,13(1):6-13.
- [14] Puoti M, Rossotti R, Garlaschelli A, Bruno R. Hepatocellular carcinoma in HIV hepatitis C virus[J]. Curr Opin HIV AIDS, 2011,6(6):534-538.
- [15] 张珂, 熊英, 吴立春, 等. 肿瘤患者中 HIV 感染状况的初步调查分析[J]. 肿瘤预防与治疗, 2011,24(2):83-85.
- [16] Tugizov SM, Webster-Cyriaque JY, Syrianen S, et al. Mechanisms of viral infections associated with HIV: workshop 2B[J]. Adv Dent Res, 2011,23(1):130-136.
- [17] Grulich AE, Jin F, Poynten IM, et al. HIV, cancer, and aging[J]. Sex Health, 2011,8(40):521-525.

(收稿日期:2012-03-09 修回日期:2012-08-10)

(上接第 3301 页)

的整体对比度低,亦不利于病变的检出。mAs 主要影响图像整体的灰度,当固定 100 kV 时,用 0.5 mAs DTS 扫描所得的图像已有较高的质量评分;当 mAs 增大时,图像质量有所下降,当 mAs 上升至 3.2 mAs 时,双侧肺野内出现明显曝光过度的现象,无法辨别肺野内的结构。

DTS 技术属于数字成像,数字成像的优势在于获取原始图像后,可通过图像后处理进行图像的灰度和对比度调整。然而,数字影像的形成仍需要在适宜曝光条件下才能具有诊断价值。本研究中发现 SONIALVISION Safire II 数字化大平板 X 线透视摄影系统中胸部 DTS 检查的最适宜曝光参数范围为:管电压 90~110 kV、管电流量 0.5 mAs,既能保证图像整体对比度较好,又能使胸部组织结构有良好的显示。

放射诊断学检查在给患者带来益处的同时,同样存在着潜在的危害。在保证图像质量的同时,遵循尽可能的低剂量(as low as reasonably achievable, ALARA)原则,降低患者所接受的辐射剂量。由于本体模代表了经过等效性验证的亚洲成年男性标准体型,故对于标准体型成人胸部 DTS 扫描,权衡图像质量及辐射剂量两方面因素,本实验推荐的曝光参数为 90 kV、0.5 mAs。在实际工作中,放射工作人员可以根据受检者的实际情况(如患者的身高、体质量、疾病等),做相应的调整。

#### 参考文献:

- [1] Ren L, Zhang J, Thong phiew D, et al. A novel digit al-

tomosis(DTS) reconstruction method using a deformation field map[J]. Med phys, 2008,35(7):3110-3115.

- [2] Svalkvist A, Mansson LG, Bath M. Monte Carlo simulations of the dosimetry of chest tomosynthesis[J]. Radiat Prot Dosimetry, 2010,139(1/2/3):144-152.
- [3] 田军, 巩武贤, 张殿星, 等. 数字化断层融合在隐蔽骨折诊断中的应用[J]. 中华放射学杂志, 2011,45(6):566-568.
- [4] Machida H, Yuhara T, Sabol JM, et al. Postoperative follow-up of olecranon fracture by digital tomosynthesis radiography[J]. Jpn J Radiol, 2011,29(8):583-586.
- [5] Mermuys K, De Geeter F, Bacher K, et al. Digital tomosynthesis in the detection of urolithiasis: diagnostic performance and dosimetry compared with digital radiography with MDCT as the reference standard[J]. AJR Am J Roentgenol, 2010,195(1):161-167.
- [6] Vikgren J, Zachrisson S, Svalkvist A, et al. Comparison of chest tomosynthesis and chest radiography for detection of pulmonary nodules: human observer study of clinical cases[J]. Radiology, 2008,249(3):1034-1041.
- [7] Machida H, Yuhara T, Mori T, et al. Optimizing parameters for flat-panel detector digital tomosynthesis[J]. Radiographics, 2010,30(2):549-562.

(收稿日期:2012-03-21 修回日期:2012-07-12)