

Impact of exposure parameters on chest image quality of mobile digital radiography

ZHONG Zhao-hui¹, LU Dong-sheng^{2*}

(1. Department of Radiology, 2. Department of Medical Engineering, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China)

[Abstract] **Objective** To assess the impact of different exposure tube voltage and mAs on pixel mean value, noise and contrast to noise ratio (CNR) of image in regions of interest, in order to recommend the best exposure parameters to reduce radiation dose on the condition of good image quality. **Methods** One group kept the mAs constantly (the mAs was used in conventional bedside X-ray photography) and raised the tube voltage from 55 kVp to 120 kVp by step of 5 kVp. Four suitable kVp values were selected out from first experiment and the mAs was raised from 1.00 to 5 by 7.00 steps as the second experiment. The pixel mean value and noise of the image in region of interest were measured and recorded in 2 density areas, and the CNR was calculated. **Results** The pixel mean value of the image in region of interest was not influenced by the exposure tube voltage or mAs. The exposure condition affected the noise and CNR; When tube voltage was <80 kVp, the noise decreased and CNR remarkably as tube voltage raised. When tube voltage was ≥ 80 kVp, increase of tube voltage affected the noise and CNR indistinctly. Keeping the tube voltage in 4 different values, the mAs influenced the noise and CNR; When mAs was <2.00 , the noise decreased remarkably as the mAs raised. When mAs was ≥ 2.00 , raising mAs affected less and less on the noise and CNR. **Conclusion** The suggested tube voltage of the chest radiography by DR is from 75 kVp to 85 kVp, depending on patients' form, and the suggested mAs is from 2.00 to 3.00 for obtaining better image quality and less patients' X-ray dose.

[Key words] Radiography, thoracic; Noise; Contrast to noise ratio; Radiation dosage

移动数字 X 线摄影条件对胸部影像质量的影响

钟朝辉¹, 卢东生^{2*}

(1. 首都医科大学附属北京友谊医院放射科, 2. 医学工程部, 北京 100050)

[摘要] **目的** 探讨不同的摄影管电压和毫安秒对图像感兴趣区内像素值均值、噪声及对比度噪声比的影响, 以寻找最适合的摄影条件, 在获得较好的图像质量的前提下, 减少患者的辐射剂量。 **方法** 根据摄影参数的不同, 分为两个实验组: 第一组保持毫安秒不变 (普通床边胸片的毫安秒条件), 将管电压从 55 kVp 升至 120 kVp, 每 5 kVp 为 1 档。从第一组中选择出图像质量较好的四种管电压, 改变毫安秒, 从 1.00 mAs 至 5.00 mAs 共 7 档, 作为第二实验组。测量并记录 2 个密度区内感兴趣区像素值均值和噪声值, 计算对比度噪声比。 **结果** 感兴趣区像素值均值基本不随管电压和毫安秒的变化而改变。管电压对各个区域的噪声值均有影响: <80 kVp 时, 噪声值随管电压的升高显著减小, 对比度噪声比明显升高; ≥ 80 kVp 时, 管电压的升高对各个区域噪声值的影响较小, 对比度噪声比变化也较小。四种管电压固定的情况下, 毫安秒对各个区域的噪声值均有影响: <2.00 mAs 时, 噪声值随毫安秒的升高显著减小, 对比度噪声比明显升高; ≥ 2.00 mAs 时, 毫安秒的升高对各区域噪声值的影响越来越小, 对比度噪声比变化也较小。 **结论** 胸部数字 X 线摄影的推荐管电压为 75~85 kVp, 根据患者的体型进行选择; 推荐的毫安秒为 2.00~3.00 mAs, 既可获得比较好的图像质量, 又可

[作者简介] 钟朝辉 (1970—), 男, 黑龙江肇东人, 大专, 主管技师。研究方向: 影像技术。E-mail: laijinyuxuan12@sina.com

[通讯作者] 卢东生, 首都医科大学附属北京友谊医院医学工程部, 100050。E-mail: ldsldslds@139.com

[收稿日期] 2010-09-08 **[修回日期]** 2010-12-01

使患者接受较少的 X 线辐射剂量。

【关键词】 放射摄影术, 胸部; 噪声; 对比度噪声比; 辐射剂量

【中图分类号】 R812 【文献标识码】 A 【文章编号】 1003-3289(2011)03-0618-04

X 线图像质量的好坏取决于图像的密度值、对比度和噪声值。普通 X 线摄影采用屏胶组合, 由于其特性曲线比较窄, 需要选择一定的摄影管电压和毫安秒, 来保证图像的密度、对比度和噪声。对于固定式或移动式普通 X 线机, 屏胶组合针对不同摄影部位均有比较准确的曝光条件, 能在合适的 X 线剂量下获得较好的图像^[1]。随着技术的进步, 首先出现了计算机 X 线摄影(computed radiography, CR), 采用 CR 板来记录 X 线潜影, 并且通过影像阅读器读入计算机。由于 CR 板具有比较大的动态范围, 计算机的图像后处理能力^[2], 使用普通 X 线摄影的条件可以获得较好的图像^[3]。随后又出现了数字 X 线摄影(digital radiography, DR)^[4], 通过晶体将 X 线转化为可见光, 再通过晶体后面的非晶硅阵列将可见光转换为电信号数字化后进入计算机, 通过计算机处理获得图像。DR 除具有 CR 的优点外, 还具有在获得相同图像质量的情况下 X 线曝光条件低的特点^[5]。针对不同材质的 DR 探测器, 针对不同部位, 寻找合适的曝光条件, 获得比较满意的图像是 DR 使用中亟待解决的问题^[6-7]。尤其是移动 DR 设备, 由于探测器与大部分固定 DR 的探测器材质不同, 缺乏自动曝光控制, 对于曝光条件的选择尤为重要^[8-9]。

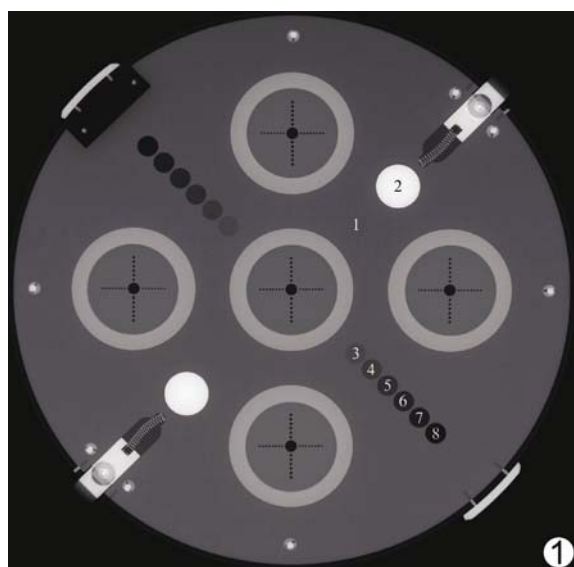


图 1 模体密度测量 1、2 为测量的两个密度区域

本研究主要观察移动 DR 在胸部摄影条件中, 不

同的摄影管电压和毫安秒对图像感兴趣区内像素值均值及噪声的影响, 以选择最适合的摄影条件, 在获得较好的图像质量的前提下, 减少患者的辐射剂量^[5,9]。

1 材料与方法

1.1 材料 采用岛津移动 DR(Mobile DaRt MUS-100D), Canon CXDI-50G 探测器, 探测器晶体材料为硫氧化钽, 影像版尺寸为 35 cm×43 cm, 共 2208×2688 个像素, 每个像素的大小为 160 μm×160 μm, 像素的 A/D 转换为 14 位。检测模体采用胸部透视模体, 选择 1、2 两个密度区域进行测量(图 1)。

1.2 分组 曝光前摆放模体于曝光野中心, 距管球 1 m(正常拍摄胸片的距离)处, 选择胸片的自动后处理模式并在实验中上述条件不变。第一组保持毫安秒不变(普通床边胸片的毫安秒条件), 将管电压从 55 kVp 升至 120 kVp, 分为 14 档。从第一组中选择图像质量较好的 4 个管电压, 分别改变毫安秒, 从 1.00 mAs 升至 5.00 mAs, 共 7 档, 分别是 1.00、2.00、2.50、3.20 或 3.13、4.00、4.50、5.00 mAs 作为第二组。

1.3 观察指标 将图像通过网络传到 GE 图像工作站, 用工作站的测量软件测量并记录 1、2 两个密度区内, 感兴趣区像素值均值和噪声值, 并计算对比度噪声比: 对比度噪声比 = $\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\frac{SD_1^2 + SD_2^2}{2}}}$ 。区域 1 和区域 2 采

用 125 mm² 的圆形测量野, 测量中尽量保证测量同一位置, 以减少误差。

1.4 数据分析 对应不同管电压或毫安秒的两个不同密度区的像素值均值和噪声值用 Excel 绘出像素值均值、对比度噪声比变化趋势曲线, 观察变化规律。

2 结果

2.1 像素值均值随管电压的变化规律 各个区域的像素值均值基本不随管电压的变化而改变(图 2)。

2.2 噪声值、对比度噪声比随管电压的变化规律 管电压对两个区域的噪声值均有影响: <80 kVp 时, 噪声值随管电压的升高显著减小, 对比度噪声比明显升高; ≥80 kVp 时, 管电压的升高对各个区域噪声值的影响很小, 对比度噪声比变化也很小(图 3)。

2.3 不同管电压下像素值均值随毫安秒的变化规律 在四种管电压固定的情况下, 各个区域的像素值均

表 1 不同管电压下像素值均值随毫安秒的变化

管电压(kVp)	毫安秒	区域 1	区域 2
110	1.00	2418.04	176.19
	2.00	2371.58	165.35
	2.50	2409.62	168.65
	3.20	2350.63	163.38
	4.00	2382.91	165.31
	4.50	2401.34	167.19
100	5.00	2371.82	164.03
	1.00	2386.03	158.04
	2.00	2430.43	155.55
	2.50	2390.12	154.29
	3.13	2419.64	155.83
	4.00	2368.67	151.87
90	4.50	2364.41	149.95
	5.00	2429.13	165.75
	1.00	2435.61	136.91
	2.00	2444.85	137.80
	2.50	2441.30	137.66
	3.13	2427.21	135.34
80	4.00	2459.81	139.52
	4.50	2464.11	138.39
	5.00	2446.19	134.52
	1.00	2401.59	135.27
	2.00	2451.81	105.91
	2.50	2486.32	106.87
	3.13	2460.82	101.09
	4.00	2483.34	106.53
	4.50	2435.92	99.52
	5.00	2461.41	102.03

值基本不随毫安秒的变化而改变(表 1)。

2.4 不同管电压下,噪声值、对比度噪声比随毫安秒的变化规律 在 4 种管电压固定的情况下,毫安秒对各个区域的噪声值均有影响; <2.00 mAs 时,噪声值随毫安秒的升高显著减小,对比度噪声比明显升高; ≥ 2.00 mAs 时,毫安秒的升高对各个区域噪声值的影响越来越小,对比度噪声比变化也很小(图 4)。

3 讨论

普通 X 线胸片的图像密度受管电压和毫安秒影响较大:管电压或毫安秒偏低,胶片曝光;管电压或毫安秒高,胶片曝光过度^[1]。移动 DR 胸片摄影中,模体不同区域的像素均值几乎不受管电压和毫安秒的影响,保持在固定的数值水平上^[10],图像灰度和对比度主要通过后期在 PACS 工作站进行调节。像素值均值保持不变的主要原因在于 DR 利用曝光数据识别技术,每种成像采集菜单 X 线影像的密度和对比度具有独特的性质,对于不同的成像区域和采集菜单,直方图均有不同的类型对应^[11-12],曝光数据识别技术首先探

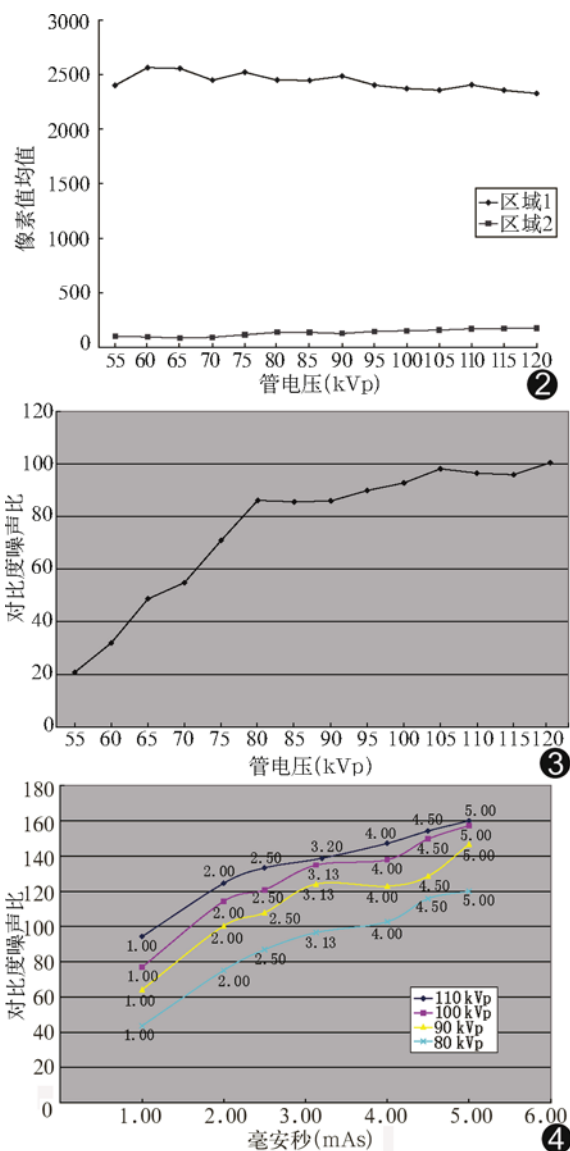


图 2 管电压-像素值均值曲线 图 3 管电压-对比度噪声比曲线 图 4 不同管电压下毫安秒-对比度噪声比曲线

测成像数据的最大值和最小值,然后再决定数据读出条件,从而获得与原图像一致的密度和对比度。因此,DR 图像的质量主要取决于对比度噪声比的大小。

移动 DR 的对比度噪声比与管电压和毫安秒有关,并且对管电压的变化更为敏感:管电压 <80 kVp,毫安秒 ≥ 2.00 mAs 时,对比度噪声比仍较小;管电压 ≥ 80 kVp,毫安秒 <2.00 mAs 时,对比度噪声比随毫安秒的升高显著增大, ≥ 2.00 mAs 时,毫安秒的升高对对比度噪声比无显著的影响。CR 设备胸片图像质量对毫安秒的变化更敏感,毫安秒增大,图像质量好,而受管电压的影响较小^[3]。这与探测器材料不同有关。移动 DR 胸部摄影的推荐管电压为 75~85 kVp,

根据患者的体型进行选择^[13];推荐的毫安秒为 2.00~3.00 mAs,这样既可获得较好的图像质量,又可使患者受到较少的辐射剂量。这种曝光条件与胶片摄影所用的 60~65 kVp、5.00~6.50 mAs 的曝光条件有很大不同。用移动 DR 实拍患者,也证实用所推荐的条件下获得的图像质量远好于用普通胶片摄影的常用曝光条件所获得的 DR 图像质量。

由于缺少人体胸部摄影仿真模体和体表入射剂量测量仪器,本实验未对胸部摄影仿真模体的图像和实际的体表吸收剂量进行测量,有待于进一步研究。

[参考文献]

- [1] 牛延涛,綦维维,张富利,等.计算机 X 射线摄影系统与屏-片系统能量响应的对照研究.中华放射医学与防护杂志,2005,25(1):85-88.
- [2] 曾勇明,陈亮,陆云峰.CR 图像噪声的原因及抑制方法.中国医学影像技术,2004,20(增刊):148-149.
- [3] 钟伟清,刘卫东.CR 胸部摄影影像质量的分析.医学影像学杂志,2004,14(4):338.
- [4] 李志军.HOLOGIC 直接转换 DR 系统平板探测器分析.中国医学影像技术,2004,20(1):140-142.
- [5] 崔志敏,穆晶伟,朱永峰.DR 摄影中不同摄影千伏对成像质量和辐射效能的影响.实用医学杂志,2009,25(10):1623-1624.
- [6] 郁宏伟.数字化 X 线影像检查技术成像质量与 X 线摄影条件的探讨.中国现代医生,2009,47(18):52.
- [7] 陈志辉.影响 DR 图像质量因素分析.中国医疗设备,2008,23(7):127-128.
- [8] 刘山,冯庆宇,陈逸冰.自动电离室的选择对数字化胸部正位投照影像质量的影响.中国医疗设备,2008,23(4):98-99.
- [9] 刘瑞宏,綦维维,付海鸿,等.kVp 选择对使用 AEC 的 DR 骨盆摄影的影响.中国医疗装备,2008,4(23):96-98.
- [10] 欧月永,梁约整,阮翔,等.DR 胸部摄影影像处理参数的探讨.中国医学影像技术,2004,20(增刊):160-161.
- [11] 吴春禹.DR 胸部摄影图像质量影响因素的分析.南华大学学报:医学版,2008,37(5):598-599.
- [12] 杜菁,贺文,李海云.DR 系统后处理软件对数字胸片物理特征的影响分析.实验技术与管理,2010,20(4):116-118.
- [13] 庞伟明,李颜屏.胸部摄影中 DR 的应用.中国现代医生,2010,48(6):80-81.

《中国介入影像与治疗学》被数据库收录情况

《中国介入影像与治疗学》杂志是由中国科学院主管,中国科学院声学研究所主办,中国工程院医药卫生工程学部协办的国家级学术期刊,被以下数据库收录:

中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)

中国科学引文数据库核心期刊

中国期刊全文数据库全文收录期刊

荷兰《医学文摘》收录源期刊

俄罗斯《文摘杂志》收录源期刊

波兰《哥白尼索引》收录源期刊

荷兰《斯高帕斯数据库》收录期刊