

DR 组织均衡对照研究

王骏, 甘泉, 陈新沛

【摘要】 目的:对大面积非晶硅平板探测器的组织均衡软拷贝进行对照研究。方法:100 位患者用数字平板探测器 X 线摄影系统获得后前位 X 线胸片,50 位获得侧位 X 线胸片。通过后前位胸部 X 线照片中的结构:肺尖、心后和纵隔后肺血管、降主动脉、第六胸椎上缘等,侧位 X 线照片:心后肺血管、肺门、心影内的肺血管、心影上的横膈,以及第三胸椎上缘等,进行影像学评价。对组织均衡后所获影像间的显著性差异作测试。结果:对于第六胸椎上缘结构的显示,以及心后三角处肺纹理的显示上组织均衡图像更好($P < 0.05$)。结论:组织均衡这种宽的动态范围在穿透差的区域中可改善对比性能(如:纵隔),且能够使不同吸收特性的组织同时适当重显(如:骨、肺实质)。

【关键词】 胸部; 体层摄影术, X 线计算机; 放射摄影术

【中图分类号】 R816.9; R814.3; R816 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2007)01-0085-04

Comparative Study of Tissue Equalization Techniques in Digital Radiography WANG Jun, GAN Quan, CHEN Xin-pai.
Department of Radiology, General Hospital of Nanjing Military Region, 210002, P. R. China

【Abstract】 Objective: To study the tissue equalization with a large area amorphous silicon flat panel detector in soft copy and compared with? **Methods:** 100 posteroanterior and 50 lateral chest radiographs were obtained using a digital flat-panel detector radiography system. The structures studied in the images of posteroanterior view of chest radiographs were the pulmonary apex, pulmonary vessels in the retrocardiac and retrodiaphragmatic regions, descending aorta and the upper margin of the sixth thoracic vertebrae etc. In the lateral view, the anatomic structures consisted of retrocardiac pulmonary vessels, the hili, pulmonary vessels overlapping with heart shadow and the diaphragm, and the upper margin of the third thoracic spine. Differences between the images obtained with tissue equalization were evaluated statistically. **Results:** Images of tissue equalization are superior in demonstrating the anatomic structures such as the upper margin of the sixth thoracic vertebrae and retrocardiac pulmonary vessels ($P < 0.05$). **Conclusion:** The wide dynamic range of tissue equalization improves the contrast in poorly penetrated regions (e. g. , mediastinum), tissues with different absorption such as bone, pulmonary parenchyma could be simultaneously displayed.

【Key words】 Thorax; Tomography, X-ray computed; Radiography

基于碘化铯和非晶硅的敏感基质平板 X 线摄影探测器提供高空间分辨力、高对比分辨力,其组织均衡(tissue equalization, TE)技术可将组织结构差异很大的区域做均衡后处理,使不同厚度部位的一些细节在同一幅 X 线影像上同时清晰显示,从而避免了利用窗宽、窗位的调制来同时观察密度偏高和密度偏低的一些组织结构。加之,图像存档与通讯系统(picture archiving and communication systems, PACS)将成为医学影像工作的主流,而对于使用 PACS 技术最重要的临床标准是在软拷贝观察工作站上判读 X 线图像,以达到完全取代以胶片为基础的放射学。本文研究旨在比较大面积非晶硅平板探测器的组织均衡的不同显示方式在软拷贝上主观评价胸部 X 线摄影的影像质量

和解剖结构的显示。

材料与方法

随机抽取我院 2004 年 8 月期间所摄 DR 胸部 X 线图像 150 例,其中后前位胸部图像 100 例,分别用 F1、F3、C1 三种方法进行影像后处理;侧位胸部图像 50 例,分别用 F2、F4、C2 三种方式进行影像后处理,累计胸片达 450 帧,并对上述资料分别进行对照分析及统计学处理。其中男 61 例、女 39 例,年龄 12~86 岁、平均 42 岁。

采用美国 GE 公司的 GE-Revolution XQ/I 型数字 X 线摄影系统(digital radiography, DR)进行胸部后前位及其侧位的 X 线摄影。数字 X 线摄影系统由 X 线球管、发生器、大面积非晶硅平板探测器组成,探测器由 CeI 闪烁器和装备在玻璃片基上的非晶硅光电二极管阵列组成。

用 NEC MultiSync 18805X 液晶显示器(liquid-crystal-disply, LCD)对上述胸部后前位及其侧位 X 线

作者单位:210002 南京,南京军区南京总医院医学影像研究所(王骏);212000 江苏,江苏大学医学院附院 CT 室(甘泉);221000 江苏,徐州市第一人民医院放射科(陈新沛)

作者简介:王骏(1967-),男,江苏南京人,讲师,主管技师,主要从事医学影像技术学。

基金项目:江苏省教育厅指导性课题(04kjB320046)

图像的解剖结构进行观察、判读,然后再用上海手表五厂生产的 JD-3B 型马表对上述图像进行最佳窗宽、窗位调制的时间进行测量。

摄影方式:采用常规胸部 X 线摄影的后前位及侧位进行影像的投照。焦-片距 180 cm,曝光时嘱患者深吸气后屏住。后前位采用 110 kV、200 mA、自动曝光控制;侧位采用 110 kV、320 mA、自动曝光控制。滤线器:78 线/cm,栅比 13:1。

组织均衡的后处理方法:点击 DR 采集工作站中的工具菜单,选择其下拉式菜单中的医学应用参数,再点击图像处理,选择解剖部位中的胸部,再选择相关的体位后前位,再点击处理类型中的 F1 所设置的组织均衡参数:其边缘 1、对比 100%、亮度 150%、面积 60%、强度 80%,然后退出图像处理指令,回到采集工作站界面,选择查看指令,调出所需分析用的 DR 胸部图像,选择图像后处理指令 F1,再选处理项,就可显示出所应用组织均衡技术处理后的胸部后前位图像;F3 组织均衡参数:边缘 4、对比 125%、亮度 155%、面积 40%、强度 40%;C1 参数:边缘 1、对比 100%、亮度 150%、面积 0、强度 0。F2 参数:边缘 3、对比 100%、亮度 145%、面积 40%、强度 20%;F4 参数:边缘 12、对比 175%、亮度 140%、面积 40%、强度 40%;C2 参数:边缘 12、对比 175%、亮度 140%、面积 0、强度 0。

参与试验前先对各种后处理进行预试验以便熟悉显示系统,然后再对以上几种后处理系统所产生的胸部照片正常解剖结构的显示进行无图像压缩的评价。

影像评价:通过软拷贝判读影像,对 100 例胸部后

前位的标准 DR 图像及应用 F1、F3 组织均衡技术后处理的图像进行解剖结构的影像学分析,按显示模糊(包括不显示和显示欠清晰)、显示清晰进行评判(表 1)。对 50 例胸部侧位的标准 DR 图像及应用 F2、F4 组织均衡技术后处理的图像进行组织结构的影像学分析,按显示模糊(包括不显示和显示欠清晰)、显示清晰进行评判(表 2)^[1]。

统计学分析方法:将三组图像的评价结果进行统计学分析,行 χ^2 检验, $P < 0.05$ 具有显著性差异。

结 果

100 例胸部后前位标准 DR 图像和 2 种组织均衡处理后的图像对于解剖结构的显示情况及统计学分析结果见表 1。

从表 1 中得知,组织均衡图像对于第六胸椎上缘结构的显示,经 χ^2 检验可知,C1 标准 DR 图像分别与 F1 组织均衡图像、F3 组织均衡图像之间经 χ^2 检验分别为 62.1323、19.2090, $P < 0.05$,表明图像有显著性差异,说明组织均衡图像要比标准 DR 图像优越;而 F1、F3 处理后的组织均衡图像之间经 χ^2 检验为 12.7059, $P < 0.05$,表明这两类图像在解剖结构的显示上也有统计学意义,说明经 F1 后处理的组织均衡图像要比经 F3 处理后的组织均衡图像要好。但对气管隆突而言,仅经过 F1 处理后的组织均衡图像由 χ^2 检验为 8.3164,可知: $P < 0.05$,表明其优于标准 DR 图像(图 1~3)。

50 例胸部侧位标准 DR 图像和 2 种组织均衡处

表 1 胸部后前位的标准 DR 图像与组织均衡图像对于解剖结构的显示及其统计学分析

显示结构	C1 标准 DR 图像		F1 组织均衡图像		F3 组织均衡图像	
	模糊	清晰	模糊	清晰	模糊	清晰
锁骨下肺纹理	0	100	0	100	0	100
肺门结构	0	100	0	100	0	100
左心影内	2	98	0	100	1	99
肺纹理肝肺重叠部	0	100	0	100	0	100
肺纹理气管隆突	27	73	11	89	20	80
左上肺动脉分支与主动脉弓的边缘显示	0	100	0	100	1	99
降主动脉	3	97	0	100	4	96
肩胛骨下方软组织	0	100	0	100	0	100
肋骨	0	100	0	100	1	99
第六胸椎上缘	58	42	6	94	24	76

表 2 胸部侧位的标准 DR 图像与组织均衡图像对于解剖结构的显示及其统计学分析

显示结构	C2 标准 DR 图像		F2 组织均衡图像		F4 组织均衡图像	
	模糊	清晰	模糊	清晰	模糊	清晰
肺门结构	0	50	0	50	0	50
心影内的肺纹理	0	50	0	50	0	50
心影上的横膈	0	50	0	50	0	50
心后三角处的肺纹理	0	50	33	17	0	50
第三胸椎上缘	0	50	0	50	1	49

理后的图像对于解剖结构的显示情况及统计学分析结果见表 2。

从表 2 中得知,经 F2 处理后的组织均衡图像在心后三角处肺纹理的显示上,与 C2 标准 DR 图像以及 F4 组织均衡图像经 χ^2 检验均为 49.2537, $P < 0.05$,表明图像有显著性差异,说明 F2 后处理的组织均衡图像要比标准 DR 图像以及经 F4 后处理的图像差(图 4~6)。其余各项经 χ^2 检验, $P > 0.05$,表明无统计学差异。

用手表对上述图像最佳窗宽、窗位调制时间进行测量,结果显示见表 3。

表 3 胸部标准 DR 图像与组织均衡图像进行最佳窗宽、窗位调制所需时间及其统计学分析

显示部位	调制时间(s)	t 检验	P 值
胸部后前位	$t_{F1} = 4.3380$	$T_{F1/F3} = -5.921$	$0.000 < 0.05$
	$t_{F3} = 4.9216$	$T_{F1/C1} = 3.663$	$0.000 < 0.05$
	$t_{C1} = 4.0843$	$T_{F3/C1} = 8.066$	$0.000 < 0.05$
胸部侧位	$t_{F2} = 4.4756$	$T_{F2/F4} = -4.250$	$0.000 < 0.05$
	$t_{F4} = 4.0240$	$T_{F2/C2} = 4.459$	$0.000 < 0.05$
	$t_{C2} = 3.9556$	$T_{F4/C2} = 0.914$	$0.364 > 0.05$

讨论

大面积非晶硅平板 X 线探测器是近来研制出的数字 X 线摄影系统,这种类型的探测器具有高信噪比的特性,并在 5 s 内即可将预影像显示于操作平台上,将患者位置及影像质量方面的信息快速地反馈给技师,以增加效率并降低费用,并可将影像数据作为数字信息后处理、打印、或存档^[2]。因其所使用的碘化铯和非晶体硅技术提供较广的曝光宽容度和高对比分辨率,探测量子效率(detective quantum efficiency, DQE)优于传统和荧光存贮 X 线摄影^[3]。特别是对锁骨下肺纹理、肺门结构、左心影内肺纹理、肝肺重叠部肺纹理、气管隆突、左上肺动脉分支与主动脉弓的边缘显示、降主动脉、肩胛骨下方软组织、肋骨、第 6 胸椎上缘、肺门结构、心影内的肺纹理、心影上的横膈、心后三角处的肺纹理、第三胸椎上缘的显示好。但对于不同厚度部位的一些解剖细节需要调制窗宽、窗位才能显

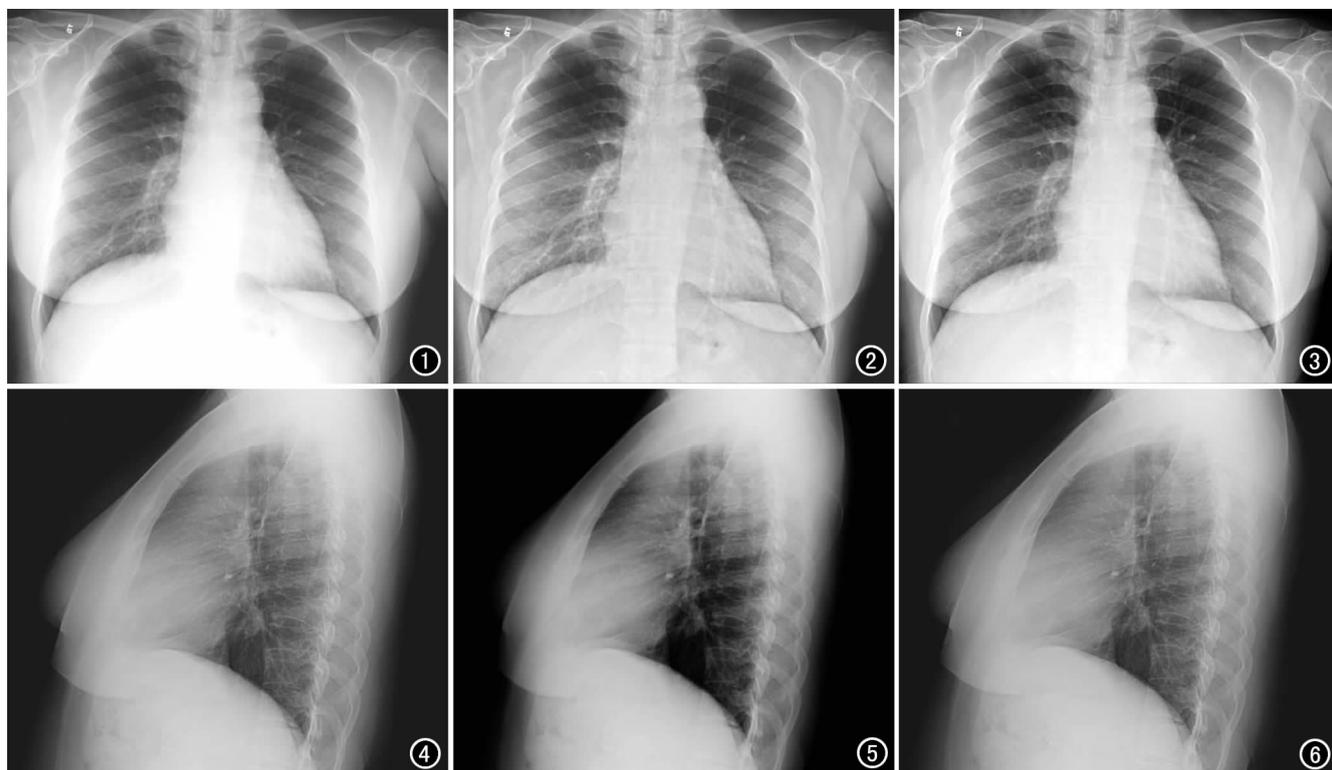


图 1 标准 DR 胸部后前位,能清晰显示锁骨下肺纹理、肺门结构、左心影内肺纹理、乳房影内肺纹理、肝肺重叠部肺纹理、左上肺动脉分支与主动脉弓的边缘显示、肩胛骨下方软组织、肋骨,但对气管隆突、降主动脉、胸椎显示模糊。图 2 通过 F1 组织均衡技术后处理后的 DR 胸部后前位,不仅能清晰显示图 1 所述结构,而且也能充分显示气管隆突、降主动脉、胸椎,但就视觉效果来看整个图像有灰的感觉,且肺部噪声增加。图 3 通过 F3 组织均衡技术后处理后的 DR 胸部后前位,也能显示降主动脉、胸椎,但不如图 2 清晰,且气管隆突显示的改善不显著,但肺部噪声有所下降。图 4 标准 DR 胸部侧位,能清晰显示肺门结构、心影内的肺纹理、心影上的横膈、心后三角处的肺纹理、第三胸椎。图 5 通过 F2 组织均衡技术后处理后的 DR 胸部侧位图像,能清晰显示图 4 所述结构,但对心后三角处的肺纹理显示模糊。图 6 通过 F4 组织均衡技术后处理后的 DR 胸部侧位,能清晰显示图 4 所述结构,但图像偏黑。

示。

1. 组织均衡原理

在胸部标准 DR 图像中,计算机运用组织均衡应用软件,先设定一个阈值,将采集的标准图像原始数据分解成两部分,肺组织部分的原始数据保持不变,把剩下的肋骨、脊柱部分的原始数据经计算机特殊处理后得到新的数据,再将两部分数据重新组合在一起,由计算机进行图像重组,得到一帧组织均衡图像。组织均衡图像受参数“面积”和“强度”的影响,因此,必须设置好适当的参数,以达最佳影像显示效果^[4]。

2. 组织均衡技术的优势

本研究的结果显示,胸部标准 DR 图像能清晰显示锁骨下肺纹理、肺门结构、左心影内肺纹理、肝肺重叠部肺纹理、左上肺动脉分支与主动脉弓的边缘显示、降主动脉、肩胛骨下方软组织、肋骨、肺门结构、心影内的肺纹理、心影上的横膈、心后三角处的肺纹理、第三胸椎上缘,但对纵隔内的一些解剖结构的清晰显示率比组织均衡图像低,特别是对气管隆突和脊椎的显示较差($P < 0.05$)。如果要清晰显示上述所有解剖结构,则必须通过窗宽、窗位的调制并兼顾方方面面。而应用组织均衡技术可以尽可能地将解剖结构反差大的区域作均衡处理,无须调制窗宽、窗位就可以在同一幅图像上同时清晰显示整个胸部的结构。同时,也提高对脊椎病变的检出率,避免了相关的漏诊。因此,可同时判明心、肺、胸腔骨骼系统等多系统存在的疾患,特别是对转移灶、交通事故造成的胸部外伤等具有优势,从而达到真正意义上的全胸片检查。避免了来回交换 X 线曝光条件对同一部位进行不同 X 线曝光条件下的拍摄,从而节约了宝贵时间,减少 X 线辐射,降低检查成本。

3. 组织均衡技术的参数调节

组织均衡技术参数应用恰当可充分显示标准 DR 所不能显示的一些解剖结构,如:气管隆突和脊椎的显示,这就要求把握好“面积”、“强度”参数的选择,如果选择不当也会造成适得其反的效果。

从本次研究来看,F1 组织均衡技术处理后处理的面积为 60%、强度为 80%,其后处理图像不仅能清晰显示锁骨下肺纹理、肺门结构、左心影内肺纹理、肝肺重叠部肺纹理、左上肺动脉分支与主动脉弓的边缘显示、降主动脉、肩胛骨下方软组织、肋骨,而且也能充分显示气管隆突、胸椎,与标准 DR 后前位胸片相比,在解剖结构的显示方面具有优势($P < 0.05$)。而通过 F3 组织均衡技术处理后处理的 DR 胸部后前位图像,由于面积采用 40%、强度采用 40%,虽也同样能显示气管隆突、降主动脉、胸椎,但在胸椎的显示上不如 F1 组织均衡技术处理后的图像清晰($P < 0.05$),且与标准 DR 后前位胸部影像相比,在气管隆突的显示方面改善不显著($P > 0.05$)。

对于 F2 采用面积 40%、强度 20%,其组织均衡技术处理后处理的 DR 胸部侧位图像虽能清晰显示肺门结构、心影内的肺纹理、心影上的横膈、第三胸椎上缘,但对心后三角处的肺纹理显示模糊,且不如标准 DR 侧位胸部影像、以及 F4 后处理的图像(面积 40%、强度 40%),使其偏黑,影响这部分区域的诊断效果($P < 0.05$)。由此,在采用组织均衡后处理技术时应加大面积和强度的参数值,以更加利于多重解剖结构及病灶的显示。

参考文献:

- [1] Fink C, Hallscheidt PJ, Noeldge G, et al. Clinical Comparative Study with a Large-area Amorphous Silicon Flat-panel Detector: Image Quality and Visibility of Anatomic Structures on Chest Radiography[J]. AJR, 2002, 178(2): 481-486.
- [2] Garmer M, Hennigs S, Jager HJ, et al. Digital Radiography Versus Conventional Radiography in Chest Imaging: Diagnostic Performance of a Large-area Silicon Flat-panel Detector in a Clinical CT-controlled Study[J]. AJR, 2000, 174(1): 75-80.
- [3] Strotzer M, Volk M, Frund R, et al. Routine Chest Radiography Using a Flat-panel Detector: Image Quality at Standard Detector Dose and 33% Dose Reduction[J]. AJR, 2002, 178(1): 169-171.
- [4] 苏炎城,郭代珠,周湘涛,等.组织均衡技术在 DR 胸部影像中的应用优势[J].实用放射学杂志,2004,20(8):743-745,767.

(收稿日期:2005-09-30 修回日期:2006-02-13)