

## 计算机 X 线摄影系统总特性曲线测试的探讨

谢晋东 魏世栋 袁聿德 王健 张梦龙

**【摘要】 目的** 测试计算机 X 线摄影(computed radiography, CR)系统的总特性曲线。**方法** 利用常规 X 线机,采用时间阶段曝光法对成像板(imaging plate, IP)曝光,经 CR 系统影像处理后,用密度计测量由激光打印在 CR 胶片上的不同密度楔的密度值并绘制特性曲线。**结果** (1)CR 系统总特性曲线受层次处理的影响;(2)旋转量(rotation amount, GA)为 0.8、1.4、2.4 时,总特性曲线平均斜率分别为 1.98、3.10、3.75。(3)随 GA 值的变化,总特性曲线绕设定的旋转中心(rotation center, GC)转动。**结论** 根据诊断的目的和肢体不同部位来选择 GA 值,可得到不同对比度的影像。

**【关键词】** 计算机 X 线摄影; 图像处理,计算机辅助; 因素分析,统计学; 评价研究

**Study of overall characteristic curve measurement on a computed radiography system** XIE Jindong\*, WEI Shidong, YUAN Yude, WANG Jian, ZHANG Menglong. \* Department of Radiology, Taishan Medical College, Tai'an 271000, China

**【Abstract】 Objective** To test the overall characteristic curve on a computed radiography system. **Methods** Imaging plate was exposed by scale-time expose using conventional X-ray equipment. It was processed by CR system. Density of different optical density wedge on CR film was measured by using densimeter. Then, characteristic curve was plotted. **Results** (1) Overall characteristic curve of CR system was affected by gradation processing. (2) Average gradient of overall characteristic curve was 1.98, 3.10, and 3.75 when GA was 0.8, 1.4, and 2.4. (3) Overall characteristic curve rotated around rotation center when rotation amount was changed. **Conclusion** According to the diagnostic purpose and different body position, rotation amount can be selected, and different contrast imaging can be acquired.

**【Key words】** Computed radiography; Image processing, computer-assisted; Factor analysis, statistical; Evaluation studies

在临床应用中,计算机 X 线摄影(computed radiography, CR)的总特性曲线对输出的影像质量,特别是照片对比度影响最大。总特性曲线受 CR 的谐调(层次)处理的影响<sup>[1]</sup>,国际上最先制造出 CR 设备的日本有多篇论文介绍总特性曲线的测试<sup>[2,3]</sup>。国内虽已引进了多台 CR 系统,但至今尚未见到 CR 系统总特性曲线的测试报道。笔者用时间阶段曝光法测试了 CR 系统总特性曲线,并就旋转量(rotation amount, GA)的变化对总特性曲线的影响进行了探讨。

## 材料与方法

## 一、设备与材料

X 线机:日本岛津 XUD 150B-10 型(焦点大小 1.2 mm × 1.2 mm)。CR 装置:FCR AC-3 型;成像板(imaging plate, IP):ST-VN 型,大小 24 cm × 30 cm;像素大小 150 μm × 150 μm。激光打印机:FL-1M D 型。CR 胶片:CR 780-H。密度计:美国 X-Rite 331 型。

## 二、实验方法及数据处理

1. 摄影条件:管电压 70 kV,滤过 0.5 mm Cu + 1 mm Al,

管电流 50 mA,焦点至 IP 的距离 150 cm,曝光时间分别取 0.01、0.02、0.04、0.08、0.15、0.30、0.60 s 和 1.00 s,并分别对 3 cm × 3 cm 照射野曝光。

2. CR 影像处理条件:固定旋转中心(GC) = 1.6、层次变换(GS) = -0.2、频率等级(RN) = 4、频率类型(RT) = R 和增强强度(RE) = 0.5,GA 取 0.8、1.4 和 2.4 获得 3 张光密度楔。

3. 绘制特性曲线:用光学密度计分别测量 3 张照片中各级光密度楔的平均密度值(表 1),用纵坐标表示密度值,横坐标表示相对曝光量对数值(Log RE),如同制作屏-片系统特性曲线一样来绘制 CR 系统的总特性曲线(图 1)。

表 1 不同相对曝光量对数值下 3 张光密度楔的平均密度值

相对曝光量 对数值(Log RE)	密度值(D)		
	GA = 0.8	GA = 1.4	GA = 2.4
0.0	0.50	0.36	0.20
0.3	1.06	0.82	0.52
0.6	1.64	1.80	2.03
0.9	2.25	2.68	2.79
1.2	2.74	2.88	2.87
1.5	2.71	2.88	2.88
1.8	2.73	2.88	2.88

作者单位:271000 泰安,山东泰山医学院放射系(谢晋东、袁聿德、王健、张梦龙);天津市第一中心医院放射科(魏世栋)

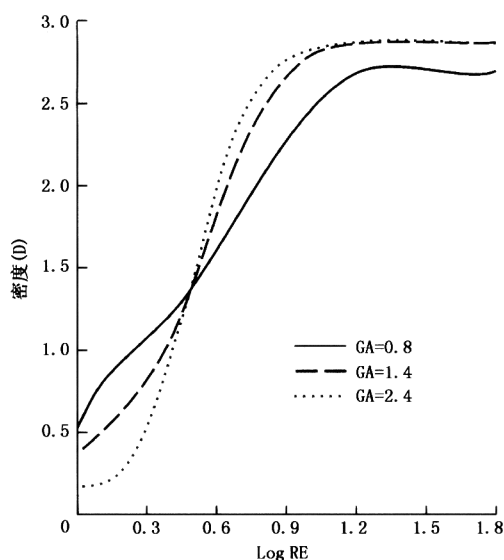


图1 不同相对曝光量对数值情况下3张光密度楔的平均密度值

## 结 果

CR系统的总特性曲线随GA值的变化如图1所示。从图1中可以看出:GA变化时,特性曲线围绕称作GC的点进行旋转变化;随着GA的增加,总特性曲线平均斜率增加。

## 讨 论

模拟成像屏-片系统的特性曲线对于X线影像质量评价有着重要的意义,但常规的屏-片系统仅有1条特性曲线。而CR系统有4条特性曲线:数字特性曲线、校正特性曲线、CR胶片特性曲线和总特性曲线<sup>[4]</sup>,如图2所示。其中,数字特性曲线反映的是输入的相对X线强度与影像读出装置中输出的像素值之间的关系,对于一般的用户而言,像素值是不可测量的。临床应用中,更加关心描绘最后输出的胶片影像密度与输入的相对X线强度之间关系的总特性曲线。总

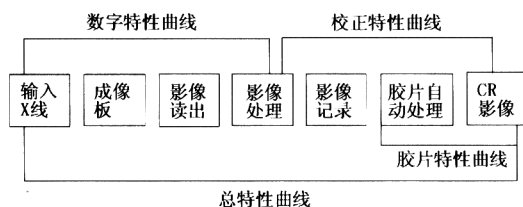


图2 CR系统不同特性曲线之间的关系

特性曲线的测试对于CR系统与屏-片系统的影像性能比较是必不可缺的<sup>[5]</sup>。因此,测试CR系统的总特性曲线有一定的价值和意义。

在测试CR系统的总特性曲线时,由于IP的特性,不出现像测试屏-片系统特性曲线中曝光“互易律失效”的现象,故笔者的实验中采用的是固定距离变动时间曝光法<sup>[6,7]</sup>。这一方法不仅与距离法(距离变换为40~400 cm)实验效果相同,而且适合医院的CR机房不够大的条件。

CR系统总特性曲线虽然受多个谐调处理参数的影响,但对其影响最大的是GA,再者GA对照片的影像对比度影响最大,故在笔者的实验中仅测试了不同GA值对总特性曲线的影响。

对CR影像的后处理中GC的取值范围是0.3~2.6,它表示可进行旋转的密度值,此密度值是根据医师对感兴趣的某一解剖部位的密度值而设定的。GC=1.6是观察胸部照片影像的密度值,临床应用最广,故笔者采取了GC=1.6来进行实验。

由于曝光时间参数的选取受限于X线机,实际曝光时间分别取0.01、0.02、0.04、0.08、0.15、0.30、0.60 s和1.00 s,而不是0.01、0.02、0.04、0.08、0.16、0.32、0.64 s和1.28 s。为此,对管电流进行适当的调整,使相对曝光量成等比级数,从而保证特性曲线的制作。

GA值变化使总特性曲线的平均斜率发生了改变,这表明在CR影像处理中可通过GA值的变化来达到改变CR胶片上影像对比度的目的,从而满足临床上的要求。CR系统总特性曲线的测试对临床有一定的指导意义。

## 参 考 文 献

- 1 祁吉,高野正雄(日)编. 计算机X线摄影. 北京:人民卫生出版社,1997.5-6.
- 2 板本清. 入出力特性. 日放技会誌, 1991, 47: 835-840.
- 3 日本放射線技術學會編. 臨床放射線技術實驗ハンドブック(上卷). 東京: 通商産業研究社株式會社, 1996. 267-268.
- 4 小寺吉衛. 画像評価法(I). 日放技会誌, 1992, 48: 1845-1856.
- 5 小川憲一,米田和夫,奈良井昇,他. フテットパネルディテクタの画質評価と適正照射線量. 日放技会誌, 2001, 50: 587-592.
- 6 杜下淳次,藤田広志,大塚昭義,他. ユンピーエーテッドラツォグラフィに基礎的な物理特性. 日放技会誌, 1990, 46: 824-830.
- 7 田中仁,斎藤勳,山本千秋,他. 醫用放射線技術實驗(臨床編). 第3版. 東京: 共立出版株式會社, 1996. 210.

(收稿日期:2001-11-28)

(本文编辑:薛爱华)