

## 放疗射野影像验证中 CR 不同摄影剂量对图像显示效果的影响 (ROC 曲线分析)

彭振军, 伍钢, 冯敢生, 王晔, 徐宁

**【摘要】** 目的:评价 CR 不同摄影剂量在放疗射野影像验证中的图像显示效果。方法:将 98 颗直径为 6 mm 的塑料小球作为信号源置于仿人体头颅模型上,以 6MV 的能量分别在 1~8 MU 的剂量下由 CR 成像板获取信息并打印出照片,由 3 位放射学医师用 5 等级判别法各自独立阅片,用 Rockit 软件对观察结果进行 ROC 曲线分析。结果:1、2、3、4、5、6、7 和 8 MU 之 Az 值分别为 0.7672、0.8253、0.8723、0.8832、0.8856、0.8604、0.8148 和 0.6869,以摄影剂量为 5 MU 的 Az 值最高。将其与其它摄影剂量的 Az 值做两两比较 *t* 检验发现,与 1MU 和 8MU 比较,其 *P* 值分别为 0.0013 和 0.0042,均小于 0.01,说明差异有显著性意义;其与 2、3、4、6 和 7 MU 比较,其 *P* 值分别为 0.2537、0.3328、0.4536、0.3736、0.1894,均大于 0.05,说明差异均无显著性意义。结论:CR 用于放疗射野影像验证的摄影剂量为 2~7MU 较为适宜。

**【关键词】** ROC 曲线; 对比研究; 放射摄影术

**【中图分类号】** R814.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2006)12-1273-03

Effects of Different CR Exposure Dose on Image Quality in Radiotherapy Field Verification (ROC Curve Analysis) PENG Zhen-jun, WU gang, FENG Gan-sheng, et al. Cancer Center, Xiehe Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430023, P. R. China

**【Abstract】** **Objective:** To evaluate the effect on images in field verification in radiotherapy with different exposure dose. **Method:** 98 plastic balls (diameter=6mm) were placed on the human head skull model as signal resource, and signals were obtained from CR Imaging plate with 6MV X-ray and different dose vary from 1~8MU. Images were read by three radiologists respectively according to five-rank judgments method, the results were taken ROC analysis with Rockit software. **Results:** Respective Az value of 1MU, 2MU, 3MU...8MU was 0.7672, 0.8253, 0.8723, 0.8832, 0.8856, 0.8604, 0.8148, 0.6869, The Az value of the 5MU was the highest, *t*-test between 5MU and others showed; *P* value of the 5MU and 1MU was 0.0013<0.01, *P* value of the 5MU and 8MU was 0.0042<0.01, there was significant difference; the other *P* value was 0.2537 (2MU), 0.3328 (3MU), 0.4536 (4MU), 0.3736 (6MU), 0.1894 (7MU), all of *P* value>0.05, there was no significant difference. **Conclusion:** 2~7MU of CR exposure dose in field verification in radiotherapy is suitable.

**【Key words】** ROC curve; Comparative study; Radiography

计算机 X 线摄影术 (computed radiography, CR) 作为一种医学成像手段已在临床影像诊断领域广泛应用。有关 CR 技术在影像诊断领域的应用研究多有报道<sup>[1-3]</sup>,但在放疗射野影像验证方面的报道并不多见<sup>[4]</sup>。本文通过临床上常用的受试者操作特性曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC 曲线) 在 CR 不同摄影剂量时对图像显示效果的测试进行比较分析,旨在为 CR 技术实施放疗射野影像验证时的摄影剂量提供参考。

## 材料与方 法

### 1. 材料与设备

取直径为 6 mm 均质的塑料球 (略高于软组织密

度)98 颗、绘图纸 1 张,厚度为 5 mm 的丙烯酸树脂板 1 块,上海拓能公司提供的 Head Mould TL-D-T<sub>1</sub> 型仿人体头颅组织密度模型 1 个,0.5 mm 厚度的铜板 1 块。西门子公司 PRIMUS M 型直线加速器,富士公司 FCR XG5000 型 IP 阅读器,成像板 (Imaging plate, IP) ST-V I 型 (35 cm×35 cm),像素大小为 100 μm×100 μm,富士 DRY PIX7000 型干式激光打印机,富士干式激光胶片,韩国大熊公司 Medicavas 8600k 色温阅片灯。

### 2. 实验方法

将绘图纸中 12 cm×12 cm 的区域划分成 196 个 8.5 mm×8.5 mm 的小方格,98 颗塑料球作为信号源采用完全随机形式放入方格中,余 98 个方格中无信号源。将置有塑料球的绘图纸固定于 5 mm 厚度的丙烯酸树脂板上,然后将该板距离 IP 板 30 cm 处 (放射源与 IP 板间) 平行放置,树脂板前并行放置 (靠射线源边)

作者单位:430023 武汉,华中科技大学同济医学院附属协和医院肿瘤中心

作者简介:彭振军 (1964—),男,湖北潜江人,副主任技师,硕士生导师,主要从事医学影像技术及放射治疗物理技术工作。

仿人体组织密度的头颅模型。加速器分 8 次分别给予 6MV 的高能 X 线 1、2、3、4、5、6、7 和 8 MU(每 MU 相当于 1 cGy)的剂量,由 CR 装置的 IP 阅读器获取 8 帧图像。选用固定读出方式,其感度(s)为 3,宽容度(L)为 2,图像后处理参数均为:旋转量 2.0,谐调曲线移动量 0.7,旋转中心 0.9,灰阶(层次)曲线 D,频率等级 3,频率类型 Q,频率增强 1.5。再不作任何后处理,经干式激光相机分别打印出 8 张照片。

### 3. 阅片与统计

请 3 位放射学医师在预先不知道结果的情况下,各自独立地在 8600k 色温阅片灯上阅片,判断方格内有无信号。实验中待评价的方格总数为 196 个,其中有信号方格和无信号方格各 98 个。评价时采用 5 等级判别法:①肯定没有;②可能没有;③不清楚;④可能有;⑤肯定有。每个方格观察时间为 5~10 s,观察距离 30~50 cm。采用 Windows 95 版 Rokit 软件,将 3 位医师观察结果的平均值进行 ROC 曲线分析,计算 ROC 曲线下面积(Az 值),两组比较用 *t* 检验。

## 结 果

用 Rokit 软件对仅变化摄影剂量(MU 数)实验照片影像上所获取的判断数据处理结果见表 1。

表 1 摄影剂量分别为 1~8 MU 时 ROC 曲线解析结果

摄影剂量 (MU)	ROC 参数 (Az 值)	与 5MU 的 Az 值比较	
		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
1	0.7672	3.3214	0.0013
2	0.8253	4.1013	0.2537
3	0.8723	2.8321	0.3328
4	0.8832	6.0412	0.4536
5	0.8856	...	...
6	0.8604	3.6723	0.3736
7	0.8148	5.3642	0.1894
8	0.6869	2.4258	0.0042

图 1 显示摄影剂量分别 1、5 和 8 MU 的 ROC 曲线。由表 1 可知,5 MU 所获图像的 Az 值最大为 0.8856,8 MU 所获图像的 Az 值最小为 0.6869,二者经 *t* 检验, $t=2.4258, P<0.01$ ,两者之间差异有显著性意义;1 MU 所获图像的 Az 值为 0.7672,与 5 MU 比较, $t=3.3214, P<0.01$ ,两者之间差异有显著性意义;其余 2、3、4、6 和 7 MU 所获图像的 Az 值分别为 0.8253、0.8723、0.8832、0.8604 和 0.8148,与 5 MU 所获的 Az 值分别做 *t* 检验,其 *P* 值均  $>0.05$ ,差异无显著性意义。

## 讨 论

ROC 曲线解析是国际公认的比较、评价 2 种或 2

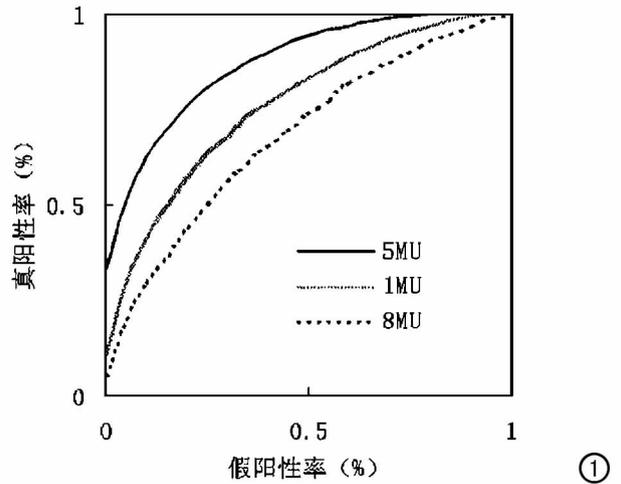


图 1 摄影剂量分别为 1、5 和 8 MU 的 ROC 曲线比较。

种以上影像诊断方法效能差异性的客观标准,已经成为临床科研文献中所应用统计方法的首位<sup>[5]</sup>。它是以前通讯工程学中信息检出理论为基础,以心理临床评价的受试者操作特性曲线的解析和数据处理为手段的影像质量评价方法<sup>[1]</sup>。应用 Rokit 软件对 ROC 数据分析时可得到 ROC 解析参数:截距(a)、斜率(b)和面积值(Az),ROC 曲线的原意是将观察者判断获得的真阳性概率(true positive fraction, TPF)P(s/s)和假阳性概率(false positive fraction, FPF)P(s/n)值,记录在以 P(s/s)为纵轴、以 P(s/n)为横轴的坐标内而制作的 1 条曲线,为了更直观地分析 ROC 曲线的一些特性,特将 ROC 曲线的显示形式简化,便引入了截距(a)和斜率(b)的概念。实际上,a 和 b 均是 ROC 曲线下面积 Az 的函数<sup>[3]</sup>。Az 值的取值范围为  $0.5 < Az < 1$ ,Az 值的大小表示成像系统输出影像上显示的信息多少,Az 值越大表示影像上显示的信息量越大。

放疗野影像验证在放疗技术的质量控制与质量保证中起着举足轻重的作用,传统的射野验证方法有屏(铜)-片摄影方式,但其影像效果欠佳。现代射野验证方法有电子射野影像装置(electronic portal image device, EPID),及影像引导放射治疗(image-guided radiation therapy, IGRT),但均需昂贵的硬件配套设备。CR 用于临床影像诊断已有数年,但用于放射治疗射野影像验证只有陈智维等<sup>[4]</sup>作过短篇报道,我们应用 CR 技术于放疗野影像验证已取得了良好的效果。CR 作为正在临床上蓬勃兴起的一种数字成像技术,其强大的图像后处理功能是传统平片无法比拟的<sup>[6]</sup>。再者其数字化影像的存储与传输也给临床带来许多便利,同时免除了因胶片存储的空间有限或保存

胶片的环境有限而带来的烦恼,也为放射治疗的“医疗举证责任倒置”提供了强有力的证据。

实施 CR 用于射野影像验证标准化摄影剂量是本次研究的目的。实验表明,使用 2~7 MU 的摄影剂量具有相似的显示效果。结合临床,增加摄影剂量除非是保障摄影效果,否则不会给放疗患者带来任何益处,特别对于开野照射,非靶区范围的危险器官也包括在内,所以必须控制开野摄影剂量。我们的经验是,开野给予 1~2 MU 的剂量,靶区给予 2~3 MU 的剂量是完全能够满足 CR 对头颈部肿瘤放疗射野影像验证需要的。陈智维等<sup>[4]</sup>的经验为开野 3 MU,靶区给予 4 MU,其总的摄影剂量为 7 MU 符合本次实验的结果,但笔者认为其开野剂量略高。对于胸腹部的射野验证本实验虽未涉及,但本研究的结果仍然适用,对于开野给予 2~3 MU 的剂量,二次曝光靶区给予 3~4 MU 的剂量也获得了较为满意的效果。

总之,CR 技术应用于放疗射野影像验证已具广阔的前景,其成像理论的系统化研究仍需进一步阐述,CR 系统中 IP 板对高能 X 线的辐射是否会影响其使

用寿命亦有待考证,高能 X 线射野影像验证的图像评价标准也需建立等等。随着各项研究的进一步深入,CR 成像技术一定会为高精度的放疗射野影像验证以及放疗技术的质量控制与保障发挥更大的作用。

#### 参考文献:

- [1] 袁聿德,于兹喜,王昌元,等. X 线屏片组合系统的 ROC 曲线及最大信息量检测的实验研究[J]. 中华放射学杂志,1998,32(6):567-570.
- [2] 王健,王昌元,于凤珍,等. 计算机 X 线摄影与屏-片成像系统的 ROC 曲线特征比较研究[J]. 中华放射学杂志,2004,38(10):982-987.
- [3] 王昌元,谢晋东,袁聿德. 受试者操作特性解析特征参数的意义[J]. 中华放射学杂志,2003,37(纪念特刊):110-114.
- [4] 陈智维,胡喆,许奕. CR 技术在射野照片中的应用[J]. 中华放射肿瘤学杂志,2005,14(4):418.
- [5] 蔡丰,任安,任小波,等.《中华放射学杂志》的统计学应用[J]. 中华放射学杂志,1997,31(增刊):51-54.
- [6] 祁吉,高野正雄. 计算机 X 线摄影[M]. 北京:人民卫生出版社,1997. 10.

(收稿日期:2006-07-26)

## 第九届全国临床放射学学术会议暨 安徽省放射学第八次学术年会征文通知

由临床放射学杂志编委会与中华医学会安徽省放射学分会联合主办的“第九届全国临床放射学学术会议暨安徽省放射学第八次学术年会”拟定于 2007 年 4 月中旬在安徽省黄山市(屯溪)召开,届时将邀请国内外专家前来讲学和学术交流。现开始征文。

### 一、征文内容

影像诊断学(传统 X 线、CT、MRI)、介入放射学、数字放射学、放射学管理与质量控制及放射技术学等方面的论著、讲座、述评、综述、经验总结及病例分析和病例报告。

### 二、征文要求

- 1、所述内容真实,投稿前未在公开刊物上发表过;
- 2、文稿字数不宜超过 1000 字,超过 1000 字者只需投送 1000 字内的中文结构摘要(目的、材料与方法、结果、结论)即可。

3、征文稿上应详细注明作者姓名、工作单位、邮政编码、联系电话和电子邮箱。

### 三、投稿方式

- 1、网上投稿者请将征文稿发到“临放”学术会议电子邮箱:Lfxshy@sina.com;
- 2、纸质投稿者需同时寄软盘,纸质稿和软盘请寄到 435000 湖北省黄石市杭州路 23-22 号;临床放射学杂志社学术部收。

3、投稿时务请在邮件或信封上注明“会议征文”字样。

### 四、截稿日期

2007 年 3 月 10 日(以邮戳日期为准)

### 五、录用通知

凡被录用的文稿将编入《论文汇编》,大会组委会将于 2007 年 3 月 20 日前向作者发出正式会议通知。并根据相关规定向与会会员授予继续教育学分。

(临床放射学杂志编委会 安徽省医学会放射学分会)