

## DR 摄影照射野与图像质量和辐射剂量的相关性研究

解中福 吕杰 王怡 靳松

中图分类号: T814.3 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2012)02-0197-02

**【摘要】** 目的 探讨数字化 X 射线摄影中照射野的大小对辐射剂量和图像质量的影响。方法 对 10cm、20cm 厚度聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 和对比度细节体模 (CDRAD2.0) 组合用 80kV 自动曝光控制系统 (AEC) 摄影,记录相同曝光条件下不同照射野 41cm × 41cm, 35cm × 41cm, 35cm × 35cm, 24cm × 30cm, 18cm × 24cm 的入射体表剂量 (ESD)、剂量面积乘积 (DAP)、管电流 (mAs), 计算图像质量因子 (IQF) 值, 所得数据的差异比较用 One-Way ANOVA 分析和 LSD-t 检验。对 3 名医师阅片结果的一致性进行 Kappa 检验。结果 不同照射野 相同厚度组合的 DAP、IQF 值之间比较差异有统计学意义 ( $F = 12.52, 14.23, 21.38, 19.82$  均  $P < 0.05$ ); ESD、mAs 之间比较差异无显著性 ( $F = 0.329, 0.347, 0.029, 0.535$  均  $P > 0.05$ )。10cm、20cm 厚度组合, 照射野大小与 DAP、IQF 值呈正相关, 与 ESD、mAs 无相关性。体模越厚, ESD、DAP、mAs 增加越显著; 体模增厚 10cm, 同一照射野的 ESD、DAP、mAs 分别增加约 90%、74%、87%, IQF 值增加约 9%。结论 相同曝光条件下, 照射野的大小与 DAP、IQF 值正相关, 合理选择照射野, 可减少受检者辐射剂量, 提高影像质量。

**【关键词】** 照射野; 图像质量; 辐射剂量; 相关性

数字 X 射线摄影中, 图像质量、辐射剂量与曝光量、摄影部位, 以及照射野、组织结构的厚度、密度和原子序数等密切相关。根据不同的摄影部位选择适宜的曝光条件, 以获得最佳的影像质量已成为普遍共识。如何以最小的照射剂量获得最佳图像质量, 图像质量与辐射防护的问题越来越受到业内普遍关注, 已成为当今世界放射界研究的一个重点<sup>[1-2]</sup>。采用 CD RAD2.0 体模组合就照射野与辐射剂量和图像质量相关性的研究国内少有报道。本研究旨在通过分析不同照射野大小与图像质量和辐射剂量的关系, 为合理选择照射野提供依据。

## 1 资料与方法

**1.1 材料与设备** 采用对比度细节体模 (CDRAD2.0) 和 10cm、20cm 不同厚度聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 组合。美国 GE 公司 Definium 6000 碘化铯非晶硅双平板探测器 DR 系统。

**1.2 方法** 用美国 Radiation monitor system 9010 dosimeter 和铅模对 DR 系统性能参数进行测试校准, 使入射体表剂量 (entrance surface dose, ESD)、剂量面积乘积 (dose area product, DAP) 表征指示值与实际测量值偏差均在一定范围内。将材料组合置于摄影距离 100cm 滤线栅 (+), 选用不同照射野 41cm × 41cm, 35cm × 41cm, 35cm × 35cm, 24cm × 30cm, 18cm × 24cm, 焦点 0.6mm, 管电压 80kV, 自动曝光控制系统 (AEC) 曝光 (手动 kV、自动 mAs 模式), 采用双盲法由 3 名高年资医师独立在 PACS 工作站软阅读 (KODAK Carestream, Demo 3 × 3K 显示屏) 对不同照射野 DR 图像, 分别记录计算机自动随机生成的 ESD、DAP、mAs, 计算体模图像质量因子 (见图 1)。

**1.3 图像质量评价** 用美国 CD RAD2.0 对比度细节体模 (265mm × 265mm × 10mm) 由 15 行 × 15 列不同深度和直径的 225 个孔组成, 深度代表对比度, 直径代表细节。直径和深度均设计为 0.3 ~ 8.0mm 范围, 其造成的光密度差异包含了诊断需要的范围。计算可识别的第  $i$  列 (1 ~ 15 列) 最小孔直径和深度的乘积, 所有乘积后求和即为影像质量因子 (image quality factor, IQF), 即:

$$IQF = \sum_{i=1}^{15} C_i \times D_{ih}$$

式中  $i = 1, 2, 3, \dots, 15$ ;  $C_i, D_{ih}$  分别为第  $i$  列体模影像可识

别的最小孔直径和深度。

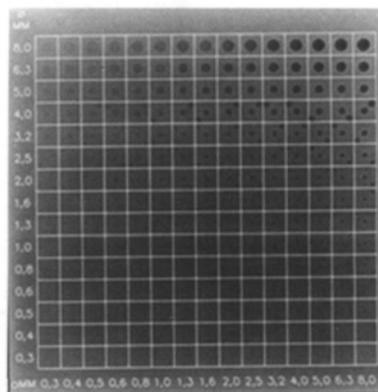


图 1 体模 CD RAD2.0 图像质量因子计算图像

由 3 名高年资医生独立阅读, 按上述方法计算 IQF 值。IQF 值越小, 说明获得的影像信息越多, 成像系统对组织结构的细节检测分辨能力越强, 影像质量就越好<sup>[2]</sup>。

**1.4 统计学分析** 用 SPSS 17.0 软件分别就不同厚度 PMMA 和体模组合的 ESD、DAP、mAs 和 IQF 值差异比较行 One-Way ANOVA 分析, 各组内两两比较用 LSD-t 检验。对 3 名医师阅片结果的一致性进行 Kappa 检验。指示值用中位数 ( $M$ ) 表示,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

不同照射野的 DAP、IQF 值之间差异比较有统计学意义 ( $F = 12.52, 21.38, 14.23, 19.82$  均  $P < 0.05$ ); ESD、mAs 之间比较无显著性差异 ( $F = 0.329, 0.347, 0.029, 0.535$  均  $P > 0.05$ )。10cm、20cm 厚度组合, 照射野大小与 DAP、IQF 值呈正相关, 与 ESD、mAs 无相关性 (见图 2、3)。体模越厚, ESD、DAP、mAs 增加越显著, IQF 值稍有增加 (见表 1)。体模增厚 10cm, 同一照射野的 ESD、DAP、mAs 分别平均增加约 90%、74%、87%, IQF 值约为 9%, 说明受检者辐射剂量显著提高, 图像质量下降。

## 3 讨论

照射野是 X 射线入射到体表的曝光面积, 大小变化与图像质量和辐射剂量密切相关。ESD 表征 X 射线摄影所致受检者的入射体表剂量, 是包括反散射在内的入射体表处的空气比释

动能。DAP 是反映该次放射学实践中授予受检者的 X 射线总能量<sup>[3,4]</sup>。目前,数字 X 射线摄影系统大多都装配专用剂量估算软件,可以方便地在线检测 ESD、mAs 和估算给定位置的受

检者体表剂量 DAP 值。本研究基于此,通过不同照射野的变化,分析其与 ESD、DAP、mAs、IQF 值的相关关系。

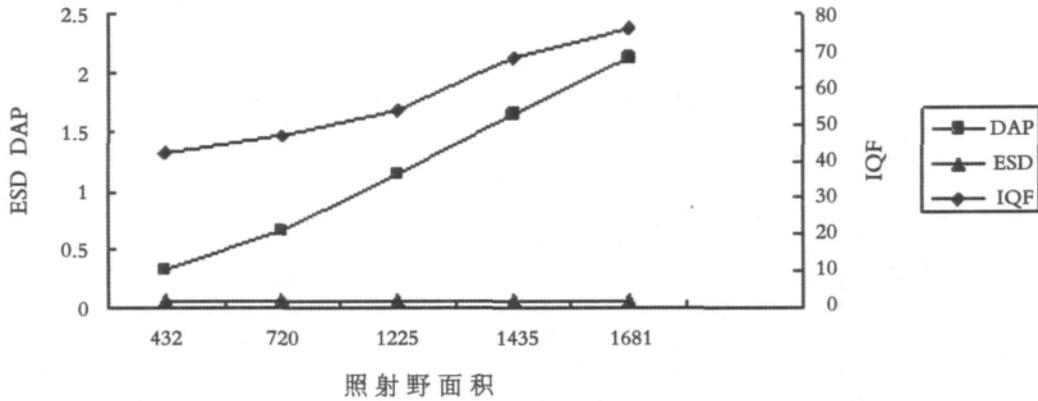


图1 10cm 厚度不同照射野 ESD、DAP、IQF 相关关系

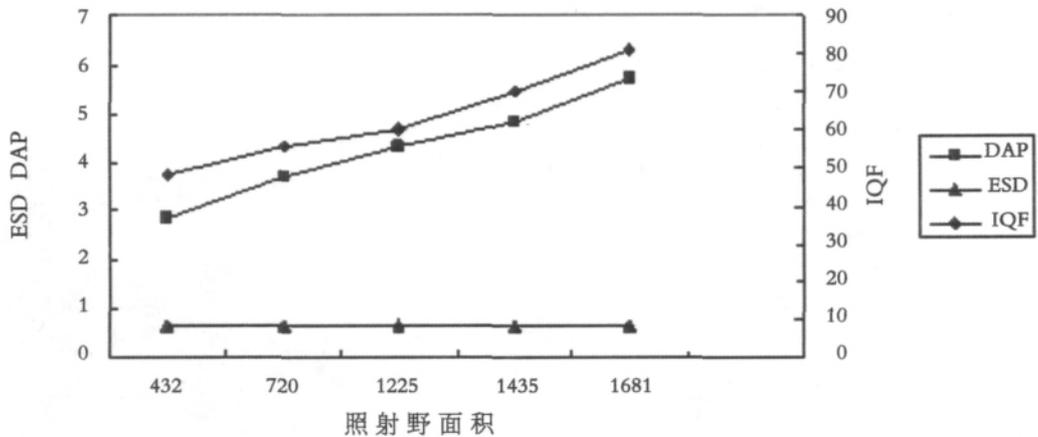


图2 20cm 厚度不同照射野 ESD、DAP、IQF 相关关系

表1 不同厚度、不同照射野 ESD、DAP、mAs、IQF 值的测量结果 (M)

照射野 (cm × cm)	10cm				20cm			
	ESD	DAP	mAs	IQF	ESD	DAP	mAs	IQF
41 × 41	0.058	2.138	2.46	76.17	0.645	5.742	18.75	81.28
35 × 41	0.061	1.653	2.49	68.32	0.648	4.849	18.89	69.87
35 × 35	0.064	1.137	2.53	54.09	0.651	4.325	19.07	60.28
24 × 30	0.066	0.663	2.58	47.38	0.656	3.727	19.16	55.68
18 × 24	0.069	0.334	2.61	42.35	0.659	2.875	19.35	48.26
F 值	0.329	12.52	0.029	21.38	0.347	14.23	0.535	19.82
P 值	0.13	0.00	0.64	0.00	0.39	0.00	0.87	0.00

近年来,有作者研究表明<sup>[4]</sup>,ESD 可以根据 X 射线的管电压、管电流、曝光时间、过滤条件等参数建立估算模式:  $ESD = R_{50} \times (50/FFD - tq)^2 \times mAs \times BSF$ 。式中, $R_{50}$ 为距 X 射线管焦点 50cm 处每 mAs 的输出量(与  $kV^2$  成正比),FFD 为焦片距,tq 为受检者体厚,BSF 为反散射因子。一般反散射因子 BSF 在 1.1 至 1.5 之间,其数值可以实际测量与 X 射线的半值层和照射野有关<sup>[5]</sup>。最近,Kisielewicz<sup>[3]</sup>提出,  $ESD = DAP/A(FID) \times (FID/FSD)^2 \times BSF$ 。式中,A(FID)是所给定 FID 上的区域面积即照射野,FID 为管球焦点到探测器的距离,FSD 是管球焦点到体表表面的距离,BSF 为反散射因子。由此可见,ESD 与 DAP、BSF、mAs 正相关,与照射野呈反比。本研究结果显示:照射野增大,DAP、IQF 值增大,由于原发射线量增大,而产生的散射线也就多,BSF 减小,IQF 值增大,则影像质量降低。照射野增大,ESD 随着 mAs、BSF 在较小的区间范围内波动,且均有逐渐下降的趋势。说明照射野增大,DAP 增大,增加了散射线

和受检者的辐射剂量,以及受检者对 X 线的吸收。照射野中心的 ESD 并没有统计学意义上的改变,只是增加了无用射线对受检者的辐射。体厚 10cm 时,照射野面积由 432cm<sup>2</sup> 增加到 1681cm<sup>2</sup>,DAP 增加了约 87%,即照射野增大,受检者的辐射剂量增加,IQF 值增大,降低了图像的对比度和分辨率。采用不同的照射野在相同条件下摄影,IQF 值出现了较大的变化,说明随着照射野的增大,散射线渐多,噪声逐渐增加,对比度渐差,降低了图像的空间分辨率。因此,在不影响摄影部位范围的前提下,尽量减小照射野,合理的选择对提高影像质量降低受检者辐射剂量具有一定的临床意义,特别是在婴幼儿胸部摄影中更加体现了合理照射野选择的重要性<sup>[6]</sup>。

在相同管电压及照射野下,散射线含有率随被照体厚度的增加而增加<sup>[7]</sup>。本研究表明,不同厚度组合相同管电压 AEC 曝光,厚度增加,ESD、DAP 均明显提高,IQF 值也有所增加。体模增厚 10cm,ESD、DAP、mAs 分别平均增加约 90%、74%、87%,IQF 值 9%,受检者辐射剂量显著提高,图像质量下降。说明体模厚度越薄,ESD 和 DAP 的变化越明显,对照射野的变化越敏感,图像质量和辐射剂量受照射野大小变化的影响越显著。体模厚度和照射野同时增大,散射线明显增多,受检者辐射剂量大幅度提高,图像质量显著下降。ESD、mAs 有下降趋势,意味着曝光量相对逐渐减少。为维持一定的 ESD、DAP 和 IQF 值平衡,必须增加曝光量,否则机器将按预设置结束曝光,导致曝光量不足,达不到 AEC 优化曝光的目的。因此,预设摄影 kV 时,必须满足被照体足够穿透力,只通过增加 mAs 提高组织摄影对比度,将导致对比度降低和分辨率下降。对较厚部位摄影,应尽量选择适当的小照射野,以期提高影像质量和降低受检者辐射剂量,实现辐射防护的最优化原则。

## 【医疗照射】

## 放射诊断防护状况调查及干预措施效果评价

周宏东

中图分类号: TL75<sup>+</sup>2 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2012)02-0199-02

**【摘要】** 目的 在放射诊断放射防护状况调查和监测的基础上,明确放射诊断防护中存在的主要问题,提出改进措施督促落实并评价干预效果。方法 通过问卷调查、培训、座谈会及现场调研等方法,了解放射诊断放射防护基本状况;用 X 射线巡检仪监测机房的放射防护状况;汇总资料明确存在问题,提出整改建议;落实各项整改措施并进行干预效果评价。结果 经制定针对性干预措施并督促落实后,放射诊断防护状况整体较好,放射工作人员放射防护知晓率上升至 97.9%;所有防护缺陷的防护门均得到及时更换或修补;在明确专人负责放射防护管理后,个人剂量计的送检及时率达到 100%;受检者防护用品配备率由 73.7% 上升到 100%;使用率由 45.6% 上升到 71.9% 以上。结论 开展放射诊断防护状况调查和监测,及时发现问题并采取干预措施是保证放射防护质量的有效途径。

**【关键词】** 放射诊断;放射防护;干预措施;效果评价

放射诊断是现代医学临床诊断的重要手段和技术,如何合理使用 X 射线诊断设备和装置、合理设置、规范防护成为放射防护管理的重要课题。放射诊断作为成熟的放射诊疗技术之一,运用广泛,在目前的一、二、三级医疗机构、口腔诊所都属常规诊断设备。从上海某区放射诊断设备放射防护状况调查入手,了解放射诊断的防护现状,及时发现问题并采取针对性干预措施,评价干预效果为提高放射诊断防护水平提供参考。

## 1 对象与方法

1.1 对象 选取浦东新区范围内的 32 家放射诊疗机构的 57 台各类放射诊断设备和机房为研究对象,包括普通 X 射线诊断机、口腔摄片机、乳腺 X 射线机、CR、DR、CT 的设备及机房。

## 1.2 方法

1.2.1 放射诊断防护状况基本情况调查 发放调查问卷,查阅放射诊疗机构的放射诊疗许可证及副本,开展医疗机构 X 射线先设备机房实地走访,明确机房的位置、机房面积、机房内的放射诊疗设备型号技术指标参数、机房布局、防护设施、警示标识等,受检者防护用品的配备和使用。

1.2.2 放射诊断医技人员的防护知识考核 由专家出难易程度一致的 A、B 卷。首次调查时对放射诊断医技人员进行一次考试;在干预阶段,通过开展放射防护法律法规和放射防护知识进行培训后再次进行考试。随机使用 A、B 卷。

1.2.3 机房放射防护性能检测 包括 X 射线机机房防护设施的检查测试, X 射线机机房周围辐射安全的检查测试;使用 451P 型 X 射线巡测仪按照 GBZ138-2002《医用 X 射线诊断卫生防护检测规范》要求进行防护性能检测。

作者单位:上海市浦东新区卫生监督所,上海 200136

作者简介:周宏东(1969~),男,江苏扬州人,硕士,副主任医师,从事放射诊疗监督管理工作。

## 参考文献:

- [1] 刘建新,徐同江,邓刚. 数字 X 线摄影系统适宜曝光量差别的研 究[J]. 中华放射学杂志, 2010, 44(7): 744-746.
- [2] 刘建军,程金生,张良安,等. 胸部 X 射线摄影优化研究进展[J]. 中国辐射卫生, 2008, 17(2): 106-108.
- [3] Kisielwicz K, Truskiewicz B, Wach S, et al. Evaluation of dose area product vs. patient dose in diagnostic X-ray units[J]. Phys Med 2011, 27(2): 117-120.
- [4] George J, Eatough JP, Monnford PJ, et al. Patient dose optimization in plain radiography based on standard exposure

1.2.4 现场调查 对放射诊断现场进行现场调查,主要检查警示标识设置、受检者防护用品配置和使用等。提出放射诊断防护状况不足之处,制定改进措施并予以落实,比较干预后的情况进行效果评价。

1.2.5 资料统计汇总 资料输入计算机,用 SPSS 进行统计分析。

## 2 结果与讨论

本次调查涉及 32 家放射诊疗机构 57 台(套) X 射线诊断设备及相应的设备机房。

2.1 放射诊断的放射防护状况及存在问题 对 32 家放射诊疗机构的 57 台设备机房防护状况进行监测,具体结果汇总见表 1。32 家放射诊断机构的 57 间机房检测结果显示,检测 1 786 点次中合格 1 747 点次,合格率 98.2%。进一步调查发现,存在漏光现象的都为机房大门或放射工作人员门,由于建造时间较长,铅板出现沉降。

表 1 X 射线机房放射防护性能检测结果

机房类别	机房数	检测点数	合格点数	合格率
CT	5	188	183	97.34%
CR 或 DR	14	498	498	100.00%
普通 X 射线摄片	15	512	502	98.05%
X 射线透视	3	108	103	95.37%
口腔摄片	16	400	390	97.50%
乳腺摄片	4	80	80	100.00%
合计	57	1 786	1 747	97.82%

经实地调查,对放射工作场所的放射警示标志和机房大门工作红灯的配备和运作情况进行了解,总体状况较好,个别为设置了医疗机构放射诊断科区域的如乳腺摄片机房、口腔科的摄片机房的警示标志和工作红灯配备不全,见表 2。

factors [J]. Br J Radiol, 2004, 77(922): 858-863.

- [5] Petoussi - Henss N, Zankl M, Drexler G, et al. Calculation of backscatter factor for diagnostic radiology using Monte Carlo methods [J]. Phys Med Biol, 1998, 43(8): 2 237-2 250.
- [6] 陈葆藏,刘彬,虞滨滨,等. 婴幼儿胸部 DR 摄影照射野与辐射剂量和图像质量的相关性研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2009, 29(6): 651-652.
- [7] 沈晓勇,柴春华,毛定立. X 射线常规摄影照射野外辐射剂量衰减的研究[J]. 中华放射医学与防护杂志, 2008, 28(1): 80-81.

(收稿日期:2011-12-20)