

DR 床旁摄影辐射剂量分布规律的研究

李成荣, 陈光文

【摘要】 目的:分析 DR 床旁机 X 线管周围辐射剂量的分布规律,指导操作人员及同室其他人员选择相对合理位置,减少辐射。**方法:**采用成人胸部床旁摄影参数,将 DR 床旁机球管正对水模进行多次曝光,以 X 线管焦点为中心选择 2 个辐射平面共 40 个测量点,使用辐射剂量仪记录每次曝光时各测量点的瞬时最大剂量值,取每个点的平均值作为该测量点的辐射剂量值。**结果:**①在 X 线管长轴与入射中心线平面,不同距离各测量点的辐射剂量值分别为:200、190、150、140、90、80、15 $\mu\text{Gy/h}$ (50 cm),170、155、120、110、80、70、11.5 $\mu\text{Gy/h}$ (100 cm)和 130、115、90、80、60、50、9.5 $\mu\text{Gy/h}$ (150 cm);②在 X 线管短轴与入射中心线平面,不同距离各测量点的辐射剂量值分别为 198、186、146、132、86、75、15 $\mu\text{Gy/h}$ (50 cm),166、149、115、101、75、65、11.5 $\mu\text{Gy/h}$ (100 cm)和 124、108、84、69、54、46、9.5 $\mu\text{Gy/h}$ (150 cm);③入射中心线上距焦点 100 cm 处辐射剂量均为 350 $\mu\text{Gy/h}$ 。**结论:**DR 床旁机 X 线管周围辐射剂量存在阴极侧大于阳极侧、距焦点距离越远辐射剂量越小和从入射中心线到 X 线管正后方两侧剂量逐渐减小的分布规律。

【关键词】 X 线;放射摄影术,胸部;辐射剂量

【中图分类号】 R814.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)08-1132-03

Radiation protection; radiation exposure of bedside digital radiography LI Cheng-rong, CHEN Guang-wen. Department of Radiology, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial Medical Hospital, Chengdu 610072, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate radiation dose distribution pattern around the X-ray tube of digital radiography (DR) bedside X-ray unit in order to guide equipment operators and persons in the room to select relatively safe places with less radiation. **Method:** A water phantom was scanned multiple times with a protocol of adult bedside chest X-ray; X-ray tube focus as center, two radiation planes and 40 measurement points were used. The maximal value of each measurement point in each scan was recorded using radiation dosimeter. The mean value of each measurement point was used as radiation dose of each measurement point. **Results:** In the long axis of X-ray tube and incident central X-ray plane, radiation dose at different measurement points were 200, 190, 150, 140, 90, 80, 15 $\mu\text{Gy/h}$ (50cm), 170, 155, 120, 110, 80, 70, 11.5 $\mu\text{Gy/h}$ (100cm) and 130, 115, 90, 80, 60, 50, 9.5 $\mu\text{Gy/h}$ (150cm), respectively. In the short axis of the X-ray tube and incident central X-ray plane, the radiation dose at different measurement points were 198, 186, 146, 132, 86, 75, 15 $\mu\text{Gy/h}$ (50cm), 166, 149, 115, 101, 75, 65, 11.5 $\mu\text{Gy/h}$ (100cm) and 124, 108, 84, 69, 54, 46, 9.5 $\mu\text{Gy/h}$ (150cm), respectively. The radiation dose of the measurement point at the incident central X-ray 100cm from the X-ray tube focus was 350 $\mu\text{Gy/h}$. **Conclusions:** The amount of radiation dose on the cathode side of X-ray field is greater than that on the anode side. The amount of radiation exposure increases and decreases with the distance from the radiation source.

【Key words】 X-ray; Radiography, thoracic; Radiation dose

随着数字化设备的发展,床旁摄片机从以前的屏-片系统到后来的 CR、DR 系统。现在许多大、中型医院都购买了 DR 床旁机,给放射工作人员的操作提供了很大方便。但是 X 线是看不见摸不着的,许多放射技师对放射防护常常不够重视,而且对床旁摄影的辐射方面了解也不多。本研究通过本院引进的岛津 DR 床旁机,测量其曝光时 X 线管周围各个测量点辐射剂量的分布情况,总结出 X 线球管周围辐射剂量的分布规律,将这条规律用于临床实践,有助于放射技师在操作时指导自己和同室其他人员选择相对合理的位置,从而减少辐射。

材料与方法

1. 设备

采用日本岛津 MUX-100DJ 移动 DR 摄影 X 线机,20cm 厚均质水模,测量仪为德国 Dosimax Plus A 辐射剂量仪(经北京计量所检定合格)。

2. 测量要求

DR 床旁胸部摄影与普通 X 线摄影一样,管电压、管电流是影响 DR 检查的主要参数^[1],但目前国内 DR 床旁摄影中尚无一致的管电压和管电流的对某一部位摄影时的标准^[2],因此对于摄影参数,本研究采用成人胸部常用 DR 床旁摄影条件 75kV、2.5mAs。被照体选用 20cm 均质水模(20cm 水模接近人体胸部平均厚度的射线衰减量,故用 20cm 厚水模)。

作者单位: 610072 成都,四川省医学科学院四川省人民医院放射科

作者简介: 李成荣(1971—),男,四川渠县人,主管技师,主要从事放射医学技术研究工作。

3. 辐射剂量测量平面及测量点选择

球管入射方向垂直向下,球管焦点距水模距离选择 100cm(相当于人体性腺受照射高度)。为了便于研究,作者选取 X 线管长轴与入射中心线所在平面及 X 线管短轴与入射中心线所在平面(避开立柱)作为辐射剂量的测量平面,前者标为平面 1,后者标为平面 2。平面 1 和平面 2 均选择了 8 个方向上共 22 个点作为辐射剂量测量点(图 1、2)。由于球管入射 X 线(照射野范围内)主要是用于检查患者的有用主射线,故在入射中心线方向上距球管焦点 100cm 处(相当于被照体位置)只设了 1 个点作为患者所受辐射剂量测量点。另外选择了 7 个方向作为同室其他人员(包括操作人员)可能受到的辐射方向。平面 1:X 线管长轴左右分别-45°方向、X 线管左侧(阴极)方向、X 线管右侧(阳极)方向、X 线管长轴左右分别 45°方向、X 线管正后方向。平面 2:X 线管短轴前方 45°方向、X 线管短轴后方 45°方向、X 线管正后方。平面 1 和平面 2 均在 7 个方向上选取各 3 个点作为辐射剂量测量点,这 3 个点距 X 线管焦点距离分别为 50cm、100cm、150cm。

4. 测量方法

打开 DR 床旁机,待机器稳定后开始测试。平板探测器平放在地板上,将水模放置其中心,X 线管中心距水模中心 100cm,摄影参数选择成人胸部 DR 床旁摄影参数:75kV、2.5mAs,X 线管入射中心线垂直向下对准水模正中进行多次曝光。使用德国 Dosimax Plus A 辐射剂量仪,先从平面 1 入射中心线上测量点开始测量,逐一测得 22 个测量点的瞬时最大剂量值,每个点测试 5 次,求出每个测量点的平均值作为该点的辐射剂量值。由于平面 2 和平面 1 相交且有 4 个

(即入射中心线上 1 个和 X 线管正后方 3 个)测量点相重合,故在平面 2 上这 4 个点不再重复测量,直接使用平面 1 的辐射剂量测量数据,只测量另外 18 个点的瞬时最大剂量值,同样每个点测试 5 次,求出每个测量点的平均值作为该点的辐射剂量值。

结 果

通过辐射剂量仪多次测量,测得平面 1 和平面 2 共 40 个测量点的辐射剂量值,其中 X 线管入射中心线上测量点辐射剂量值最大,X 线管正后方 150cm 处辐射剂量值最小(表 1、2)。

表 1 平面 1 测量点的辐射剂量率平均值 (μGy/h)

方向	测量点 个数	辐射剂量率平均值		
		50cm	100cm	150cm
入射中心线上	1	—	350	
X 线管长轴左-45°	3	200	170	130
X 线管长轴右-45°	3	190	155	115
X 线管长轴左(阴极)	3	150	120	90
X 线管长轴右(阳极)	3	140	110	80
X 线管长轴左 45°	3	90	80	60
X 线管长轴右 45°	3	80	70	50
X 线管正后方	3	15	11.5	9.5

表 2 平面 2 测量点的辐射剂量率平均值 (μGy/h)

方向	测量点 个数	辐射剂量率平均值		
		50cm	100cm	150cm
入射中心线上	1	—	350	
X 线管短轴前方-45°	3	198	166	124
X 线管短轴后方-45°(避开立柱)	3	186	149	108
X 线管短轴前方	3	146	115	84
X 线管短轴后方(避开立柱)	3	132	101	69
X 线管短轴前方 45°	3	86	75	54
X 线管短轴后方 45°	3	75	65	46
X 线管正后方	3	15	11.5	9.5

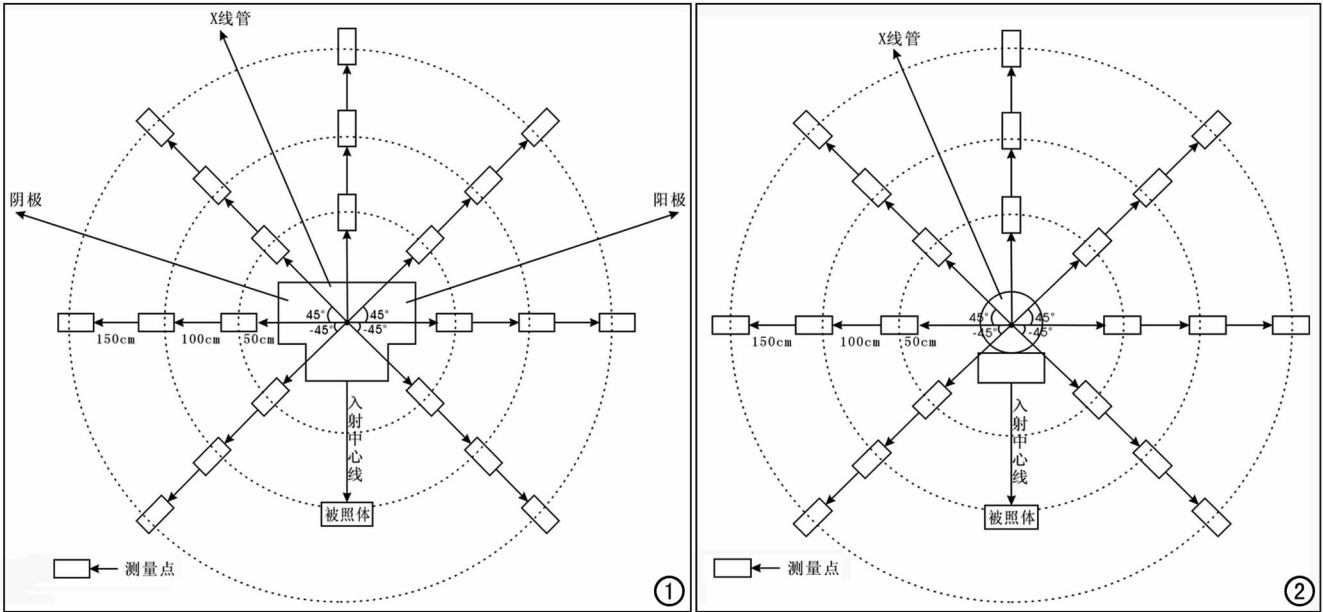


图 1 平面 1,辐射剂量各测量点示意图。 图 2 平面 2,辐射剂量各测量点示意图。

讨 论

从表 1、2 两组数据分析,总结出 X 线管周围辐射剂量的分布规律,它包括 3 个方面:①由 X 线管中心向四周辐射剂量随距焦点的距离增加呈递减分布规律;②从入射中心线至球管正后方两侧辐射剂量均呈递减分布规律;③在 X 线管辐射场中阴极侧辐射剂量大于阳极侧。由于 X 线管的足跟效应,从 X 线管窗口射出的 X 射线束是不均匀的,阴极侧的 X 射线强度大,阳极侧的 X 射线强度小^[3],笔者测得的两表中数据以及得出的结论③也符合这个规律。根据反平方定律,X 线辐射剂量与距离的平方成反比^[4]。作者测得的两表中数据以及得出的结论①也符合这个规律。结论②表明在 X 线主射方向即被照体方位辐射剂量最大,球管正后方最小,且在 X 线管周围辐射空间从入射中心线到球管正后方辐射剂量呈逐渐减小趋势分布;同时也表明了同室其他人员受辐射相对较大的方位是 X 线管长轴左、右两侧 -45° 方向及 X 线管短轴前、后方 -45° 方向。

根据国家标准 GB18871-2002 规定,从事放射工作职业人员每年所受辐射剂量不得超过有效剂量 20mSv,公众成员每年不得超过有效剂量 1mSv。按表 1 中同室其他人员受辐射相对较大位置 X 线管长轴左侧 -45° 距焦点 50cm 处 $200\mu\text{Gy/h}$ 计算,使用该 DR 床旁机每天极限曝光需 18038 次操作人员才有可能超过年有效剂量 20mSv,公众成员需 902 次才能超过年有效剂量 1mSv;如以最小辐射剂量 $9.5\mu\text{Gy/h}$ (球管正后方)计算,操作人员每天需极限曝光 379737 次才可能超过年有效剂量 20mSv,公众成员需 18987 次才能超过年有效剂量 1mSv。由此可见,在临床应用中,操作人员和公众成员都可能受到不同程度辐射,但远远小于正常天然本底年剂量值($2.4\mu\text{Gy/h}$)。

虽然操作人员和公众成员受辐射的年有效剂量远小于国家标准值,但陈水德^[5]认为,每位 X 线工作者身体损伤程度与照射剂量成正比,因此,辐射防护必须

引起大家重视,尽可能采取各种措施减少辐射的潜在危害。在拍摄床旁胸片时,需要操作人员既要有高度的责任心,又要有娴熟的投照技能^[6],才能控制好 X 射线的辐射剂量;同时根据本文实验得出的 DR 床旁机 X 线管周围辐射剂量分布的 3 条规律,指导同室其他人员选择合理方位,尽可能远离球管,尽量避开球管正前方、阴极侧和球管长轴左右 -45° 方向,最好是选择球管正后方。如条件可能的,还应穿戴合格的防护用品,比如铅衣、铅围裙、铅眼镜及防护面罩,减少辐射剂量。根据我国相关标准规定,铅橡胶类个人防护用品的防护质量应达到 0.25、0.35 和 0.50mmPb^[7] 3 种要求,铅玻璃眼镜和防护面罩的防护质量均应不低于 0.25mmPb^[8]。

总之,放射技术人员在进行 DR 床旁摄影时,要充分认识到放射防护的重要性。合理运用曝光量,以最低的辐射剂量获得最佳的图像质量,同时操作人员除了穿戴符合我国相关标准的防护用品外,还应根据 X 线管周围辐射剂量分布规律指导同室其他人员选择合理位置,减少辐射剂量。

参考文献:

- [1] 孙建忠,王志康,章伟敏,等. 数字 X 线胸部摄影适宜检查参数的研究[J]. 中华放射学杂志,2010,44(10):1069-1072.
- [2] 鲍莉,李学胜,李军,等. 小儿头部 CT 扫描中 mAs 变化对辐射剂量的影响[J]. 生物医学工程与临床,2009,13(6):513-515.
- [3] 马延洪. X 线物理与防护[M]. 北京:人民卫生出版社,2006:24.
- [4] 范深根,娄云. 放射性和辐射的安全使用[M]. 北京:中国科学技术出版社,2001:60.
- [5] 陈水德. X 线照射剂量对机体损伤的研究及防护-对 30 例 X 线工作者的调查分析[J]. 现代医院,2006,6(5):123-124.
- [6] 林黎娟. 床边胸片拍摄应注意的问题[J]. 中国辐射卫生,2008,17(2):229.
- [7] GBZ 176-2006,医用诊断 X 射线个人防护材料及用品标准[S].
- [8] YY/T 0128-2004,医用诊断 X 射线辐射防护器具装置及用具[S].

(收稿日期:2011-12-12 修回日期:2012-01-11)