

放射卫生防护培训系列教材

医用诊断 射线的辐射防护

◎ 吴杜娄
编 国
著 毅生云



原子能出版社

放射卫生防护培训系列教材

医用诊断 X 射线的辐射防护

吴 毅 杜国生 娄 云 编著

原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

医用诊断 X 射线的辐射防护/吴毅,杜国生,娄云编著.

北京:原子能出版社,2007.7

ISBN 978-7-5022-3962-6

I. 医… II. ①吴… ②杜… ③娄… III. X 射线诊断—辐射防护 IV. R142

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 116446 号

医用诊断 X 射线的辐射防护

出版发行 原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100037)

责任编辑 刘 朔

责任校对 徐淑惠

责任印制 丁怀兰 刘芳燕

印 刷 北京画中画印刷有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 850 mm×1168 mm 1/32

印 张 2.25

字 数 61 千字

版 次 2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5022-3962-6

印 数 1—5 000 定 价 18.00 元

版权所有 侵权必究

网址:<http://www.aep.com.cn>

序

1895年10月伦琴发现X射线,至今已有一百多年。X射线在医学诊断中应用的历史也已过百年。X射线影像技术是现代医学不可缺少的手段。它不仅用于一般的诊断,也用于某些疾病的治疗,如介入放射学技术、冲击波体外碎石术等。X射线诊断方法、诊断设备及其附属设备也已有很大的发展,如计算机断层扫描、数字减影和近十年发展起来的数字影像等。但是,众所周知,X射线在诊治疾病时,也会给人们带来一定的辐射危害。有学者估计,全世界放射职业人员约有70%在医务界。人类因人工电离辐射源受到的照射中,医疗照射(因诊断、治疗和研究的目的是,患者和受检者所接受的照射)占首位。其中又以X射线诊断受检者人数最多,对全民剂量负担的贡献最大。据北京市放射卫生防护所的调查数字,近十年中,北京市居民因人工电离辐射源而受到的照

射剂量中,医疗照射剂量占 94%,而 X 射线诊断占 88%。

如上所述,医疗照射既是人为活动集体剂量的最大来源(在发达国家约为天然辐射的一半),又是利用辐射获利人数最多的实践。X 射线诊断的辐射防护不仅对工作人员十分重要,对受检者的防护也十分重要。目前,许多国际组织,特别是国际放射防护委员会(ICRP),国际原子能机构(IAEA),世界卫生组织(WHO)等都十分重视医疗照射,以求在不损害医疗效果的条件下,大大减少集体剂量,并使每个患者和受检者得到更好的保护。

吴 毅 杜国生 娄 云

目 录

序

第一章	使用医用电离辐射源时的 防护对象和基本原则	1
第二章	X 射线工作者及其周围公众的 防护	8
第三章	受检者的防护	21
附录一	医用 X 射线诊断卫生防护标准	47
附录二	放射诊断的医疗照射指导水平	64

第一章 使用医用电离辐射源时的 防护对象和基本原则

电离辐射在医学上的应用,对于现代医学的发展,起了极为重要的作用,给人类带来了巨大的利益。但是,也使许多人为此接受照射,增加了电离辐射损伤的危险。在电离辐射发现并用于医疗目的早期,由于缺乏辐射生物效应和辐射防护知识,曾使一些医务工作者、患者和受检者受到伤害。

新中国成立前和成立后初期,由于设备简陋,医务工作者缺乏辐射防护知识,也曾使一些医务工作者、受检者和患者受到不同程度的放射损伤。几十年来,我国政府和辐射防护人员普遍开始重视医用电离辐射源的防护。国家制定并颁发了有关的法规和放射卫生防护标准。放射卫生防护监督监测部门对医用电离辐射源使用单位实行了许可证制度;对医用射线装置及放射工作场所的辐射防护性能及放射工作人员的个人剂量进行了监测;对放射工作人员实行健康管理及防护知识培训。由于采取了以上措施,目前电离辐射在医学

应用中的辐射防护状况有了明显的改善。北京市 X 射线诊断工作者的年平均个人剂量,1981 年以后,是 1975 年的 $1/5$ 便是有力的证明。但是,由于电离辐射的医学照射受照者大部分是直接利益的获得者这一固有的特点,对于医疗照射评价危害和利益的概念及方法与其他电离辐射应用的领域不同,需要特别加以重视。

当电离辐射应用于医学时,有三种人可能受到照射:

- (1) 使用电离辐射或放射性核素进行诊断、治疗或医学实验的医务工作者;
- (2) 接受诊断的受检者或接受治疗的患者;
- (3) 医疗照射工作场所周围的非放射工作人员、候诊者、陪同或扶持儿童、老人或患者接受诊断或治疗的人。

如前所述,辐射防护的三原则是,辐射实践的正当性、辐射防护的最优化和个人剂量限值。这三条原则对于工作人员和周围的公众无疑是正确的。但是,对于受照者有直接利益的医疗照射实践,如果是正当的,防护是最优的,则其受照剂量相对于该医疗目的而言,应是尽可能低的。因此,规定任何限值都可能对患者不利,更不能把我国

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中用于职业受照或公众受照的剂量限值用于患者。另外,在医疗照射中,不同的临床对象(包括不同年龄、性别、病情体质的患者等)所需的适当剂量是不同的,不能设置一个统一的剂量限值。另外,还要考虑到促进放射医学技术的发展。

但是,从国内外现状的调查发现,目前对医疗照射正当性的判断和最优化的实施,还大有改善的余地,在有些相同的射线检查中,受检者剂量可相差上百倍,因此,有必要采取措施防止不必要的过大剂量照射。国际放射防护委员会 1990 年的建议书中推荐由审管当局(例如,我国的各级辐射防护监督监测部门)或专业团体对某些操作设置一个剂量约束或调查水平,以促进防护状况的改善。当然,在应用时,对特殊情况应有灵活性。这是指超过这个水平时,应进行调查,以查明原因,看能否改进,但也不至妨碍在必要的情况下使用较大的剂量。1996 年,国际原子能机构、世界卫生组织等六个国际组织发布的《国际电离辐射防护和辐射源安全基本标准》(IBSS)中,不仅以大量篇幅阐述医疗照射防护问题,而且明确给出了各种放射诊断的受检者剂量指导水平,我国也根

据这一标准,修改了我国的国家标准,并开始实施。

合理使用医用电离辐射源,是减少我国人民医疗照射的关键,也是减少相关的职业照射、公众照射和潜在照射(有一定发生概率而不一定发生的照射)的关键。

1990 年国际放射防护委员会在其新的建议书(第 60 号出版物)中对医疗照射的正当性(合理使用)特别强调了要**逐一考察每种照射乃至每次照射的正当性**。这样就多了一个进一步确认的机会,更加慎重。这对于一些复杂的医学检查和治疗可能是重要的。

在医疗照射的正当性判断中,对于治疗要权衡预期的治疗效果与有害作用。对于针对某种疾病的 X 射线或核医学诊断检查,要考虑检查的适应指标,预期得到的确诊率及其诊断结果对于疾病治疗所起的作用。例如,当某种疾病不治便会致命,而查出便可治疗时,确诊率较低也可接受,而对治疗没有意义的检查,即使确诊率很高也是不应该这样做的;对于医学普查,要考虑普查的确诊率,查出病例进行有效治疗的可能性以及对某些疾病的控制对社会的利益,这些因素对不同的人

群将是不同的,因此应把普查限于特定的人群。例如,日本的流行病资料表明,胃癌和某些胸部疾病的群体普查,对于 30 岁以上人群组,查出的癌症例数超过因受照射而可能诱发的癌症例数,早期治疗有利于改善预后,故利益大于可能的危害,此实践被认为是正当的。而小于 30 岁的人群组,查出的癌症例数小于可能由此诱发的癌症例数,利益小于可能的危害,被认为是不正当的。又如美国提前结束用 X 射线摄影的方法进行乳腺癌普查,因为已经发现对年轻妇女由此可能诱发的癌症例数比检查发现的癌症例数多。只有 40~50 岁妇女中,查出的乳腺癌例数明显地多于可能诱发的癌症例数。以上两例表明,进行这类普查时,应充分利用已有的流行病学调查资料作出相应的计划。必要时可在较小的范围内先进行试点调查,然后再决定大规模调查的必要性,确定合适的普查范围、频率和方法。

在作出医疗照射正当性判断时,还需要具备电离辐射的物理特性和生物效应的基础知识。既不能不顾辐射危害的存在,滥用医疗照射,也不能过于夸大,以至排斥了原本具有正当理由的检查或治疗。因此,对于从事医疗照射的医务工作人

员进行辐射防护知识培训是必不可少的。国际放射防护委员会还特别提倡主管放射诊治的建议医师(开处方的临床医师)与放射学工作者合作,建议正当性判断由两名医师审定。

X 射线诊断的阳性率可以从一个侧面反映出使用这种检查的合理性。表 1-1 给出了山东、四川两省对 X 射线诊断阳性率的调查结果。

表 1-1 X 射线诊断的阳性率(山东、四川)

检查类别	阳性率/%	团检类别	阳性率/%
胸透	36.1	参军	0.71
胸片	54.0	结核	0.11
消化道造影	51.0	就业前	0.09
脊椎片	51.0	中学入学	0.02
四肢片	58.0	小学入学	0.07
特殊造影	62.3	幼儿园入托	0.01

尽管从总体上讲,辐射用于医疗常带来很大的好处。各种放射诊治方法多是经过考验的,一般而言,它给患者和受检者带来的利益大多超过了不可避免的辐射危害。但难免有不正当的情况,特别是随着技术、设备的发展,经验、知识的增

长和资料、数据的积累以及各种流行疾病的控制程度,发病率的下降等因素,某些在以往看来是正当的放射诊治方法,目前或将来可能不再是正当的了。例如,由于我国结核病发病率已经大大降低,结核病防治部门已认为一年一度的胸透体验已没有必要再继续进行了。所以正当性审查也要包括既已存在的各种放射诊断和治疗方法。国际放射防护委员会强调对放射医学普查要经常进行评估,以确定其发现特定疾病的阳性率是否足够高,而值得继续进行这种普查。

第二章 X 射线工作者 及其周围公众的防护

X 射线诊断机主要由 X 射线管头组装体(包括 X 射线管、屏蔽管套、限束装置、固有滤片等),高压发生器,控制台,影像显示系统(荧光屏或影像增强器系统,摄片架或换片装置等),以及诊视床,滤线栅等附属设备组成。在 X 射线诊断工作中,通过限束装置限定的,直接由 X 射线管发射的,用来照射人体形成诊断影像的 X 射线束被称为有用线束。有用线束的一部分落在受检者身体以外,成为杂散辐射的一部分(见图 2-1a)。例如,来自管头组装体的漏射线(见图 2-1b)、来自限束装置、受检者及其他物体(如床面)的散射线(见图 2-1c)。从图 2-1 中可以看出杂散辐射的方向和强度。当 X 射线管位于诊视床的上方时,向 X 射线管所在的方向散射的辐射强度要比下方高得多。

医用 X 射线工作者的防护主要从以下几个方面着手。

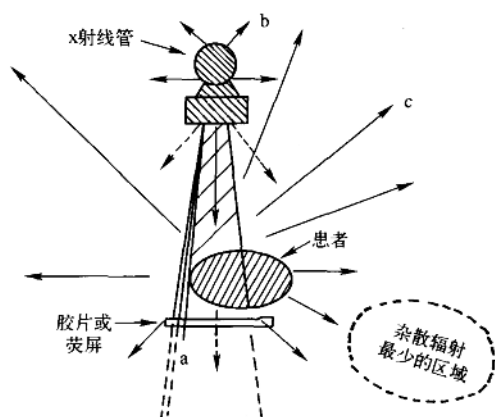


图 2-1 放射诊断时杂散辐射的方向和强度

1. 严防身体的任何部位进入直射线束

医生进行近台透视或从事特殊造影、介入放射学操作时，必须防止身体的任何部位进入直射线束。直射线束的强度要比线束外的杂散辐射高几个数量级。

为防止医生接受直射线束的照射，必须注意控制照射野。特别是用于透视的 X 射线机，其最大照射野绝不允许超出普通荧光屏或影像增强器的防护范围。使用普通荧光屏时，应尽量缩小照射野，至少在荧光屏的边缘留 1~2 cm 不接

受直射束照射的边框。使用影像增强器系统进行透视时,应有多边形的自动限束器,应使照射野的长和宽超出影像增强器输入屏直径的尺寸不超过焦点到增强器输入面距离的 3%,最大不超过 10%,较好的设备可达到 1 cm 以内。使用这种设备进行透视时,医生往往看不到照射野的边界,很难判断是否出现照射野过大,工作人员受到直射束照射的情况。对于这类 X 射线机进行验收检测和定期检测时,必须检测其实际的最大照射野尺寸。

此外,严禁放射科医生用裸手伸进照射野内进行触诊。需要压迫受检者受检部位时,应使用压杆或佩带铅手套。手套的铅当量应不低于 0.25 mm 铅当量,手套长度应能将肘部屏蔽起来。

2. 选择适当的工作位置

X 射线诊断工作者主要受杂散辐射,特别是来自受检查照射野内的散射线的照射。散射线的辐射水平与所在位置到达照射野的距离的平方成反比,与受检者的照射剂量及照射面积成正比,同时与 X 射线束的入射方向及散射方向有关。对于从事非隔室的近台操作者,特别是从事特殊造

影和介入放射学工作的人员,其站立的位置十分重要,位置和体位不合适,不仅会处于散射线辐射水平高的地方,还可能进入直射束中去。从原则上讲,工作人员应尽量远离受检者的照射野。但有时医生全神贯注于诊治工作,往往忽略自身的防护问题。为了降低这些工作人员的剂量,提醒和帮助他们站到适当的位置上,某些发达国家生产出一种带音响的小型剂量计,以便在他们站到辐射水平较高的位置时,能及时提醒他们。

3. 对杂散辐射进行适当的屏蔽

为了防止杂散辐射的照射,最好的方法是隔室照射。照射时离开 X 射线机房。例如,一般的放射摄影、隔室透视等。为了防止无关人员在照射时误入机房,受到不必要的照射,机房门外应有指示灯及辐射危险的警告标志,要求人们在指示灯亮时不得入内。

但是,有些操作无法隔室进行,例如用普通荧光屏透视,特殊造影及介入放射学的术者,扶持婴幼儿或老年病重者接受 X 射线诊断检查等。为了保证这些人员的安全和健康,首先设法在专用的 X 射线机上加局部屏蔽,以形成适当的防护