



張丹楓 編著

醫用X射綫 防護技術與管理

山西科學教育出版社

R14
32
7

医用X射线防护技术与管理

张丹枫 编著

1106/1



山西科学教育出版社

B

110666

医用X射线防护技术与管理

张丹枫 编著

山西科学教育出版社出版发行 (太原 并州北路十一号)

山东省实验中学印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 8.25 字数: 177 千字

1990年10月第1版 1990年10月山东第1次印刷

印数: 1—11 000 册

ISBN 7—5377—0310—8

R·106 定价: 3.10 元

内 容 简 介

本书以ICRP和WHO的有关出版物和我国现行放射卫生防护法规、标准为主要依据,结合我国的国情,比较系统、全面地阐述了X射线在放射诊断和放射治疗应用中的防护技术与防护管理方法。内容主要包括: X射线的基本知识、辐射量和单位、X射线对人体的危害、X射线防护原理、医用诊断X射线的防护、医用治疗X射线的防护、放射防护管理和放射防护监督。书末还附有放射防护术语、数据表、放射防护法规和标准等九个附录。可供医用X射线工作者、放射卫生防护人员和卫生管理干部开展放射防护工作时参考,亦可用作医用X射线工作者放射防护知识的培训教材。

前 言

1895年伦琴发现X射线后不久,X射线就用于疾病的诊断和治疗,至今历经近一个世纪,现已广泛用于医疗领域,成为现代医疗的支柱之一,影像诊断和放射治疗的主要手段。

目前,在发达国家,X射线诊断检查的频率已达到每年每千人口300~900人次,有些国家(如日本)已超过1000人次。我国X射线机已普及到乡镇医院,X射线检查频率正在增加。如山东省1980年为每千人口259人次,而且每年以15%的速率递增。X射线医学应用的普及标志着医疗卫生事业的发展,但随之而来,公众所接受的辐射总剂量也有增多的趋势。

自第二次世界大战日本受到了原子弹的危害以来,人们都在关心电离辐射的照射及其危害。目前,在广大居民所接受的人工电离辐射源的照射中,绝大部分来自X射线诊断。这就是说,X射线诊断检查几乎与每个人的医疗保健和辐射安全有关。这已引起有关的国际组织和各国的关注。均在普及和发展X射线诊断技术的同时,采取各种有效措施来降低X射线检查所致的居民剂量,关心广大居民的健康与安全。一些国际组织,如国际放射防护委员会(ICRP)、世界卫生组织(WHO)和国际原子能机构(IAEA)等也为此发表了专门的报告书和出版物。我国自1978年以来也相继颁布了一系列的与之相关的放射卫生防护法规与标准,使医用X

射线防护工作取得了较大的进展。

本书共分八章：X射线的基本知识、辐射量和单位、X射线对人体的危害、X射线防护原理、医用诊断X射线的防护、医用治疗X射线的防护、放射防护管理和放射防护监督。书末还附有放射防护术语、剂量表、放射防护法规和标准等九个附录。

为了贯彻国务院1989年10月发布的《放射性同位素与射线装置放射防护条例》，加强放射工作单位的自主管理和放射防护机构的执法监督，本书在第七章和第八章作了专门论述，并将《条例》中的行政执法和监督、监测分开，将本书精神加以体现。

为了使本书也适合于作为医用X射线工作者防护知识的培训教材，特突出了其应知应会的放射卫生防护知识，并在每章之末，增加了与之相应的复习题，以便于考试、考核。

本书是以ICRP第26号出版物（1977）及其以后发表的第33、34、44号出版物和我国现行放射防护法规和标准为主要依据编写的。但考虑到ICRP正在修订其第26号出版物，新建议书的初稿已问世，本书特将ICRP1990年版新建议书草稿的基本观点，如辐射危险度估计等，在有关章节中作了简要介绍。

本书旨在为医用X射线工作者、放射卫生防护人员和卫生管理干部提供一本有实用价值的较系统的放射防护技术与放射防护管理方面的参考书，以便了解X射线可能造成什么危害，如何防护及正确合理应用，以期最大限度地发挥X射线在医疗上的支柱作用，并保护医用X射线工作者和患者，尽可能限制其可能带来的危害。

本书在编写过程中，承蒙军事医学科学院放射医学研究所史元明研究员和山西省劳动卫生职业病防治研究所所长药宝祿主任医师热情指导；得到山东省医学科学院放射医学研究所苏协铭所长、济南市卫生学校马延洪副教授、山东、山西、河南、安徽、江西、上海、武汉等省市放射卫生防护机构中同行的大力支持与帮助；书中插图由山东省立医院朱利群同志绘制。谨此表示衷心的感谢。

由于本书取材较新，编者水平有限，缺点和错误之处在所难免，恳请各界专家和同行不吝指正。

编 者

1990年8月

目 录

第一章 X射线的基本知识	(1)
第一节 X射线的产生	(1)
第二节 X射线的量和质	(4)
一、概念	(4)
二、表达方式	(4)
三、X射线量与质在诊断中的应用	(6)
第三节 X射线的性质	(7)
一、X射线的本质	(7)
二、X射线的特性	(8)
第四节 X射线与物质的相互作用	(13)
一、光电效应	(13)
二、康普顿效应	(15)
三、不变散射	(16)
四、电子对效应	(16)
五、光核反应	(16)
六、在诊断放射学中各种基本作用发生的 相对几率	(17)
第二章 辐射量和单位	(19)
第一节 照射量	(19)
一、照射量 X	(19)
二、照射量率 $\dot{X}$	(20)

第二节 吸收剂量	(20)
一、吸收剂量 D	(20)
二、吸收剂量率 $\dot{D}$	(21)
三、照射量与吸收剂量的关系	(22)
第三节 比释动能	(24)
一、比释动能 K	(24)
二、比释动能与照射量和吸收剂量之间的关系	(25)
三、比释动能率 $\dot{K}$	(26)
第四节 剂量当量	(26)
一、剂量当量 H	(26)
二、剂量当量率 $\dot{H}$	(27)
第五节 有效剂量当量	(28)
第六节 与群体相关的防护辐射量	(30)
一、集体量	(30)
二、人均量	(31)
三、负担量	(31)

第三章 X射线对人体的危害 (34)

第一节 X射线损伤的历史	(34)
一、职业性放射损伤	(34)
二、医源性放射损伤	(36)
第二节 放射损伤概述	(38)
一、放射损伤的定义	(38)
二、影响放射损伤的因素	(38)
三、辐射效应的分类	(41)

第三节	随机性效应	(42)
一、	电离辐射诱发人类癌瘤的部位	(42)
二、	辐射诱发癌瘤的潜伏期	(43)
三、	受照时年龄对诱发癌瘤的影响	(44)
四、	遗传效应	(45)
五、	危险度	(46)
第四节	非随机性效应	(48)
一、	阈剂量	(49)
二、	外照射急性放射病	(49)
三、	外照射慢性放射病	(51)
四、	放射反应	(53)
五、	急性放射性皮肤损伤	(53)
六、	慢性放射性皮肤损伤	(54)
七、	放射性皮肤癌	(56)
八、	放射性白内障	(55)
第五节	宫内照射的有害效应	(57)
一、	致死效应	(57)
二、	致畸效应	(58)
三、	致严重智力低下	(58)
四、	致癌效应	(59)
第六节	对X射线检查危害性的估计	(59)
一、	X射线诊断检查的受照剂量	(59)
二、	X射线检查应考虑的危险组织及其危险度	(61)
三、	X射线检查对某些生物指标的影响	(64)

四、X射线检查的危险度估计·····	(66)
第四章 X射线防护原理 ·····	(69)
第一节 时间防护·····	(70)
第二节 距离防护·····	(72)
第三节 屏蔽防护·····	(73)
一、屏蔽材料·····	(73)
二、屏蔽材料的防护性能·····	(77)
三、屏蔽厚度的确定方法·····	(82)
第五章 医用诊断X射线的防护 ·····	(99)
第一节 防护原则·····	(99)
一、X射线检查正当化与最优化·····	(99)
二、X射线工作者与受检者防护兼顾·····	(100)
三、固有安全防护为主与个人防护 为辅·····	(101)
四、合理降低个体受照剂量与全民检查 频率·····	(101)
第二节 X射线机·····	(101)
一、诊断X射线机的防护性能·····	(101)
二、旧X射线机的防护改造·····	(104)
第三节 防护设施·····	(109)
一、X射线机房·····	(109)
二、辅助防护设施·····	(114)
第四节 X射线工作者的防护·····	(115)
一、剂量当量限值·····	(115)

一、对受照剂量的控制原则·····	(116)
三、剂量监测·····	(117)
四、个人防护措施·····	(118)
五、对职业性照射的安全性评价·····	(119)
第五节 X射线检查的合理应用·····	(122)
一、正当化判断程序和最优照射计划的制定·····	(122)
二、严格控制各种健康查体中的常规胸部X射线检查·····	(124)
第六节 受检者和患者的防护·····	(125)
一、防护的必要性·····	(125)
二、降低受检者和患者受照剂量的技术措施·····	(125)
三、某些类型X射线检查的合理应用与防护·····	(131)
四、放射学新技术的合理应用与防护·····	(138)
五、对医疗照射的安全性评价·····	(140)
第六章 医用治疗X射线的防护·····	(143)
第一节 医用治疗X射线机的防护·····	(143)
一、技术要求·····	(143)
二、防护设施·····	(145)
第二节 医用加速器的防护·····	(146)
一、防护设施·····	(146)
二、安全装置·····	(147)
第三节 放射治疗中病人的防护·····	(148)

一、防护原则	(148)
二、防护操作	(149)
第七章 放射防护管理	(152)
第一节 防护管理机构	(152)
第二节 申请许可制度	(153)
第三节 防护管理内容	(154)
一、X射线机的生产	(154)
二、射线防护器材	(155)
三、防护知识培训	(156)
四、健康管理	(156)
五、放射事故管理	(159)
六、档案管理	(162)
七、质量保证	(163)
第八章 放射防护监督	(171)
第一节 监督机构	(171)
一、监督机构	(171)
二、监督员	(171)
第二节 监督依据和内容	(172)
一、监督依据	(172)
二、监督内容	(174)
第三节 防护监测	(175)
一、监测内容	(175)
二、监测方法	(177)
第四节 防护工作评价	(190)

结束语	(193)
主要参考资料	(194)
附录	(195)
附录一 放射防护术语	(195)
附录二 数据表	(197)
附录三 《放射性同位素与射线装置放射防护 条例	(202)
附录四 《医用诊断X射线卫生防护标准》	(210)
附录五 《医用治疗X线卫生防护规定》	(220)
附录六 《医用高能X线和电子束卫生防护规 定》	(227)
附录七 《500千伏以下工业X射线探伤机防 护规则》	(236)
附录八 我国现行有关放射医学与卫生防护法 规题录	(243)
附录九 我国现行有关放射医学与卫生防护标 准题录	(245)

第一章 X射线的基本知识

第一节 X射线的产生

凡高速运动的电子，撞击物质而突然受阻减速时，均能产生X射线。X射线机就是根据这个原理制造的将电能转变为X射线能的装置。

X射线机的结构形式，随使用范围的不同，在其电路结构和机械装置上，有繁有简，但其产生X射线的基本原理却一样。图1为一般诊断X射线机结构方块图，它包括以下几部分。

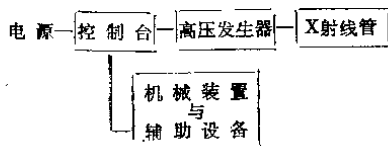


图1 X射线机结构方块图

- (1) 产生X射线的X射线管。
- (2) 供给X射线管灯丝电源和加速电子的电源——高压发生器。
- (3) 控制X射线发生时间（曝光时间）、调节X射线的质和量以及机械动作的控制台。
- (4) 为诊断需要而设计的各种机械装置，如诊视床、立

柱、支架、天地轨等，以及为特殊摄影技术而设的辅助设备，如胃肠摄影、断层摄影、荧光缩影、记波摄影、影像增强等装置。

X射线管是产生X射线的主要部件。普通的X射线管是一个真空热阴极二极管，有一个阳极和一个阴极，被密封于高真空的玻璃管内。图2为X射线管及X射线发生的示意图。

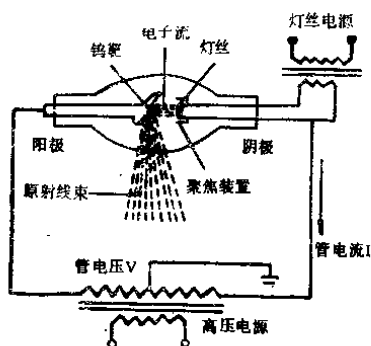


图2 X射线管及X射线发生示意图

X射线管的阳极通常是一个粗大的铜棒，它的端面嵌有一小块钨靶。阴极是装于一个浅的聚焦杯中的钨丝。当灯丝电源接通，灯丝被加热到高温就能发射出足够数量的电子。这时如果在阳极和阴极间加上高电压，则电子被加速而达到很高速度，这些高速电子到达阳极的靶面，为靶所突然阻挡便发射出X射线。由X射线管发生的X射线，包括两种成分，

即呈连续能谱的轫致辐射和具有特定能量的特征X射线（也叫标识辐射）。图3是轫致辐射产生的示意图。能量为 E 的高速电子，在靶原子核电场中突然受到阻滞或改变运动方向，这时电子动能的一部分或全部变为X射线光子放出。在加速

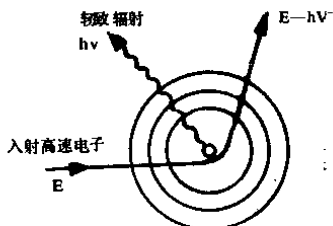


图3 轫致辐射示意图

撞击阳极靶的电子束中，各电子获得的能量不一，同时与靶原子相互作用损失的能量也各不相同，因此轫致辐射具有连续的能量分布。轫致辐射如同可见光中的白光一样，它是由多种能量光子组成的混合射线。

图4是特征X射线产生的示意图。当高速电子把原子的内壳层电子击脱，外层电子跃入填充时，便将多余能量以特征X射线形式放出。

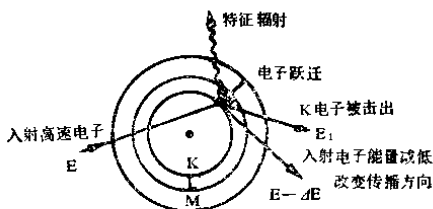


图4 特征辐射示意图

特征X射线的质，完全由靶原子的结构特性决定，而与管电压无关。

从X射线管的窗口射出的X射线为有用的原射线束，可用于透视或摄影等X射线检查。而向其它方向发射的X射线应尽