

马长征 张素楠 崔宏建
刘印海 袁 韬 李献波 编著

中国计量出版社

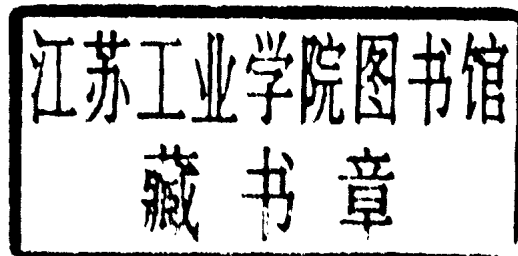


27310

电离辐射计量专业(诊断水平)检修培训教材

医用诊断X线机检定 与修理技术

马长征 张素楠 崔宏建 编著
刘印海 袁 韬 李献波



中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

医用诊断X线机检定与修理技术/马长征等编著. 北京:中国计量出版社,1997年4月
ISBN 7-5026-0931-8/TH. 29

I. 国… II. 马… III. 医用诊断X线机 IV. TH774.7

中国版本图书馆CIP数据核字(97)第03103号

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

河北省永清县第四胶印厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

787×1092毫米 16开本 印张18 字数480千字

1997年4月第1版 1997年4月第1次印刷

*

印数1—2000 定价:30.00元

序 言

自从德国物理学家伦琴发现了X射线后整整100年后过去了,X射线的应用得到了长足的发展。特别是在医学领域,X射线诊断成为医学诊断中应用最多,也是最有效的技术诊断手段之一,其作用和地位是任何其他诊断手段所不能代替的。

X射线诊断无疑大大提高了人类对疾病的认识水平,从而加强了与疾病作斗争的能力,给人类带来进步和效益。但与此同时也带来了一些问题。据联合国环境组织的报告称,医用照射对人体的射线照射是人类目前所受到的非天然放射的最大来源,几乎占所有人工辐射源的90%,而其中绝大多数照射是X射线诊断。因此,发达国家从60年代便开始重视并研究医疗照射对人体的危害问题,特别最近十几年来,我国也开始重视医疗照射造成的群体剂量问题。其结果是对X射线诊断的质量有了两方面的要求,即图象方面的要求和防护方面的要求。

X射线诊断是使用X射线观察患者身体内部的结构形态和功能,由此便决定了X射线诊断的最基础质量要求,是真实的表现人体各种正常组织和非正常组织及其变化。这是图象方面的要求。由于如何使X射线诊断真实的表现人体各种正常组织和非正常组织及其哪怕是最微小的变化,是医生和患者共同关心的问题,医生和工程技术人员都给以了足够的重视,从而发展了多种诊断技术和诊断设备。虽然如此,仍有文献指出目前许多发达国家的X射线照相的废片率达50%以上。在满足图象质量的同时还必须满足辐射方面的要求。对于如何尽量减少X射线诊断中人体所受到X射线的照射乃至不必要的X射线诊断,只是最近十几年才逐渐为人们认识,成为X射线诊断质量控制的一个重要方面。近几年兴起X射线诊断的影像质量保证系统就是为了逐渐提高X射线诊断质量所做努力。

质量保证(Quality Assurance)是国际上最近十几年发展起来的一个新科学概念。质量保证是为了向用户——患者和医生提供一种信任而采取的有计划有系统活动,包括质量要求、质量控制、质量管理体系等。在质量保证体系中,质量控制是通过监视作业过程中的每一个质量环节来确保达到所需质量要求。其目的在于找出并排除技术过程中任何导致不合格的因素。不难看出,质量保证的本质是其全程性,即自始至终的关心质量问题,而不是到了最后检验阶段才关心质量问题。

影响X射线诊断质量,包括图象质量和受检者所受剂量的因素可以分为两个方面,即X射线发生装置和图象产生设备即荧光屏、胶片及冲洗设备、增感屏、影像增强装置和处理系统等。本书全面概要地介绍与X线机有关质量保证的计量检测方法,以及X线机的检定维修技术。

X线机的质量,是保证得到高质量的基础。对于一台X线机最主要参数是X线管电压kVp、管电流mA、焦点、过滤和mAs,体现到射束则是半值层HVL、等效焦点、输出剂量率和输出剂量。

评价X线机或X射线束的质量,计量检测是一个重要有效的手段。

例如,X射线束的质多年来一直只是作为一种理论出现在教科书中,很少有人探讨其实际意义。这就使得许多X射线诊断工作者忽视其作用。而X射线束的质与X线管电压kVp及过

滤的关系恰恰就是减少患者在X射线诊断中所受剂量的关键。本书提供了表征X射线质的参数半值层HVL的测量方法。

又如,X线管的等效焦点越小,可以达到的分辨率就越高。X射线机焦点是决定X射线机功率和图象性能的重要依据,等效焦点的测量是非常必要的。有一些X线管,随着时间增长,其焦点逐渐变坏,但X线管本身并不彻底损坏,而只是影像变得越来越模糊,这样的X线管如不及时更换,必然会影响诊断的准确性。

总而言之,X射线诊断及其质量控制是一个有机的整体,多种影响因素互相制约,不是由哪一种因素决定的。为了提高X射线诊断的质量就必须对其所有影响因素,即所有质量环节进行控制和改进。测量是控制和改进先决条件。这本书对测量技术及对测量结果的应用有独到之处,尤其是对X线机各部分的检定和维修技术,以作者丰富的经验和专业知识为基础,作了十分详细的介绍,有很高的实用价值。我愿把它介绍给大家,衷心希望它能对致力于X射线诊断质量提高的各界工作人员有所帮助。

田中青

1996年11月

前 言

按照《中华人民共和国计量法》第九条和《中华人民共和国强制检定的工作计量器具目录》第3.7款规定:县级以上人民政府计量行政部门对医用诊断X 辐射源(即医用诊断X 线机)实行强制检定,依法管理。

医用诊断X 线机属于电离辐射行业,该专业技术人员比较少,大力迅速培养专业人材非常紧迫。本书是由医用诊断X 辐射源检定人员培训班、维护调整培训班及其修理培训班三部分讲义扩充而成。它帮助各级检定人员尽快地掌握检定技术,建立社会公用标准,及时地开展调整维修业务,迅速地开拓依法管理医用诊断X 线机的工作局面。

本书有五大特点:一是新颖性。本书属计量学与放射医学的交叉学科,其中部分章节来自于编者多年的检修经验和实验,它综合机器性能、成像原理、测试原理、误差理论,总结出一套简单、准确的检定技术;较大限度地、高度理论化地分析了检定结果所包含的信息,与X 线机性能、结构、部件、电路的关系。是检定人员、修理人员不可多得的工具书。二是实用性。本书详述的内容有检定人员上岗取证知识,建立标准知识,检定技术、维修调整技术、辐射防护知识及其法规、检定、维修实用资料,既有丰富的经验又有高水平的理论知识。三是系统性。此专业基础知识较多,包括电离辐射剂量学、电离辐射计量学、电离辐射防护、放射医学、放射生物学、核医学、原子物理学、电子学、电工学等。本书将检定、维修涉及到的上述各学科的知识汇集到一起,且详略有别。四是易学性。本书内容顺序是从实际应用出发,先讲核心内容,后讲所包含的原理、理论、概念,逐步由表及里的剖析,很适宜自学。五是内容丰富。本书既谈到了目前世界上最先进的X 线设备——电子束断层扫描(EBT),又涉及到了结构最简单的X 线机——牙科X 线机。既有理论上的深度,又有知识面上的广度。

本书共分十九章,其中第四、五、六、七、十六、十七、十八和十九章由河南省医科大学崔宏建、张素楠二位同志合写;第八、九、十、十一、十二章由河南省人民医院袁韬同志编写,其余由马长征、刘印海和李献波三位同志合写。

本书分检定技术篇、维护调整篇和修理篇:第一篇为检定人员取证、建标之用,第二篇为检定人员进行调整之用,第三篇为修理之用。这三部分内容既可分开学习,也可综合学习,但均不失系统性。它既适用于各级检定人员,也适用于医疗单位的X 线机维修人员。

在编著过程中参考了不少国内前辈和同行编著的资料,尤其是对中国计量科学研究院田中青同志百忙中指导并为本书力写前言,在此仅表谢意。

由于时间仓促,水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

马长征
1995 年 7 月

目 录

绪论	(1)
第一篇 检定 X 线机的基础知识	(5)
第一章 X 线在医学上的应用与 X 线基础知识	(6)
第一节 X 线机的种类与 X 线在诊断中的应用	(6)
第二节 X 线的特性及其本质	(12)
第三节 X 线与 X 线机计量性能的关系	(13)
第四节 X 线的测量及其基础知识	(16)
第五节 X 线的防护与过滤	(21)
第二章 X 线机的性能与结构	(31)
第一节 X 线机的成像质量与计量性能	(31)
第二节 X 线机的结构	(33)
第三节 X 线机的正常操作、注意事项与维护	(34)
第四节 X 线机结构、电路的发展史	(39)
第三章 医用 X 线机检定技术与建立检定标准知识	(41)
第一节 原始记录、检定证书的填写与检定点的设置	(41)
第二节 检定意义、技术与误差分析	(42)
第三节 检定误差理论与数据处理	(51)
第四节 建立检定标准知识	(54)
第二篇 X 线机的基本元件、电路结构与维护调整	(59)
第四章 X 线管	(60)
第一节 固定阳极 X 线管	(60)
第二节 旋转阳极 X 线管	(64)
第三节 X 线管的特性与规格	(65)
第四节 X 线管的冷却及绝缘油	(68)
第五节 X 线管管套	(69)
第五章 高压整流管	(71)
第一节 高压整流管的作用和构造	(71)
第二节 高压整流管的特性和规格	(72)
第三节 高压硅整流管	(74)
第六章 高压电缆及高压交换闸	(77)
第一节 高压电缆的作用和构造	(77)
第二节 高压插头与插座	(79)

第三节	高压交换闸	(80)
第七章	变压器	(82)
第一节	自耦变压器	(82)
第二节	高压变压器	(83)
第三节	灯丝变压器	(85)
第四节	磁饱和谐振式稳压器	(86)
第五节	空间电荷抵偿器	(87)
第八章	X线机常用控制开关	(89)
第一节	按钮开关	(89)
第二节	转换开关与刷形开关	(91)
第九章	继电器	(93)
第一节	继电器的原理及构造	(93)
第二节	X线机中常用的继电器	(95)
第十章	限时器	(98)
第一节	手按计时器	(98)
第二节	电动机限时器	(100)
第三节	电子管限时器	(100)
第四节	晶体管限时器	(103)
第五节	延时器及旋转阳极启动器	(104)
第十一章	辅助装置	(107)
第一节	诊视床	(107)
第二节	胃肠摄影装置	(109)
第三节	滤线器摄影装置	(110)
第四节	断层摄影装置	(113)
第十二章	X线机的电路	(115)
第一节	X线机常用电路元件符号	(115)
第二节	X线机的基本电路	(115)
第三节	电源电路	(117)
第四节	高压变压器初级电路	(119)
第五节	X线管灯丝变压器初级电路	(125)
第六节	整流管灯丝变压器初级电路	(128)
第七节	控制电路	(130)
第八节	高压变压器次级及管电流测量电路	(134)
第九节	旋转阳极启动及保护电路	(139)
第十三章	常见国产X线机电路分析	(142)
第一节	XG-200型X线机(200mA)	(142)
第二节	F78-Ⅰ型X线机(300mA)	(152)
第三节	KC-400型X线机(400mA)	(171)

第十四章	X 线机检定不合格项的调整与维护	(182)
第一节	透视空气比释动能(照射量)率不合格的原因判断与调整	(182)
第二节	线性不合格的原因判断与调整	(183)
第三节	半值层不合格的原因判断与调整	(185)
第四节	重复性不合格的原因判断与调整	(186)
第五节	焦点不合格的原因判断与调整	(187)
第六节	分辨力不合格的原因判断与调整	(188)
第七节	X 线机质量检验简介	(188)
第三篇	X 线机常见的故障及检修方法	(195)
第十五章	X 线机故障检修的基本知识	(196)
第一节	X 线机检修中应注意的事项	(196)
第二节	X 线机故障检查的基本方法	(197)
第三节	常用电工测量仪表的使用常识	(197)
第四节	低压电路的测试	(202)
第十六章	高压电路元件常见故障及检修	(207)
第一节	X 线管的常见故障	(207)
第二节	X 线管的检验	(210)
第三节	X 线管管套的故障及检修	(211)
第四节	X 线管的装换	(213)
第五节	高压电缆的故障及检修	(215)
第六节	高压整流管常见的故障	(219)
第七节	高压整流管的检验	(221)
第八节	高压变压器的故障及检修	(222)
第九节	绝缘油的耐压试验与过滤处理	(229)
第十节	灯丝加热变压器的故障及检修	(231)
第十一节	高压交换闸的故障及检修	(232)
第十二节	高压发生器与机头的静电放电	(233)
第十三节	高压漏电、击穿故障部位的鉴别	(234)
第十七章	低压电路元件常见故障及检修	(236)
第一节	自耦变压器的故障及检修	(236)
第二节	稳压器的故障及检修	(237)
第三节	继电器的故障及检修	(238)
第四节	限时器的故障及检修	(243)
第五节	延时器的故障及检修	(247)
第六节	旋转阳极快速启动装置的故障及检修	(249)
第七节	胃肠摄影装置的故障及检修	(251)
第八节	滤线器的故障及检修	(252)
第九节	断层摄影装置的故障及检修	(254)

第十节 脚闸的故障及检修·····	(256)
第十一节 毫安表的故障及检修·····	(256)
第十二节 千伏表或电压表的故障及检修·····	(259)
第十八章 X线机各种操作技术常见故障检修一览表·····	(261)
一、透视时常见故障现象及检修·····	(261)
二、一般摄影时常见故障现象及检修·····	(262)
三、胃肠点片摄影时常见故障现象及检修·····	(263)
四、滤线器摄影时常见故障现象及检修·····	(264)
五、断层摄影时常见故障现象及检修·····	(265)
六、X线电视常见故障现象及检修·····	(266)
第十九章 X线机几种常见故障检查程序·····	(267)
一、无X线发生·····	(267)
二、透视荧光强度减弱,摄影效果降低·····	(268)
三、透视时X线管管套容易发烫·····	(269)
四、电源保险丝熔断或过载闸跳开·····	(270)
五、旋转阳极不转动·····	(271)
附录1 常用X线管主要参数表·····	(272)
附录2 放射工作人员个人剂量监测管理规定	
卫生部文件(85)卫防字第71号·····	(279)
附录3 放射工作人员健康管理规定	
卫生部文件(88)卫防字第7号·····	(281)
附录4关于专职从事放射线工作的人员脱离放射线工作后,继续享受医疗卫生津贴的通知	
卫生部文件(80)卫人字第485号·····	(284)
附录5关于从事放射线工作人员的工时和休假的意见	
卫生部文件(65)卫干字第106号·····	(285)
参考资料·····	(286)

绪 论

医用诊断X线机的检定方法是非介入检定方法,即通过对不同条件下X线的量和质的变化,而不是直接介入机器内部来校准、判断机器的计量性能,所以非常简单。但涉及到电子学(电子元件、电子线路、电工电路)和电离辐射(电离辐射计量学、放射医学、核医学、辐射防护)专业的知识,内容十分丰富。电离辐射就是由直接致电离粒子(电子、质子、 α 粒子等射线)和间接致电离粒子(光子—X、 γ 中子等射线),或者两者混合而组成的任何辐射。

放射性同位素及射线装置在医学方面的应用非常广泛。

医用诊断X线机产生的X线是一种常用辐射,其检定就是通过测量X线的剂量进行的。检定、修理人员除应具备一般计量基础知识(计量法基础知识,误差及数据处理,电离辐射剂量学的基础知识)、电子线路、电工电路的基础知识和一定的检定、维修经验外,还应了解电离辐射计量学在放射医学、核医学、辐射防护中的应用知识,才能使检定、修理技术达到相当高的水平。

电离辐射计量学是关于放射性核素和电离辐射的计量学,通常包括放射性核素测量、样品的放射性分析、X、 γ 射线和电子束的剂量学、中子测量。放射性同位素和射线装置在医疗中应用非常普遍。据有关统计和新近联合国原子辐射效应科学委员会报告,1987年全世界约有44万台医用诊断X线机被使用,业已成为现代医学不可缺少的重要手段。全世界核仪器(凡用于放射性测量的设备)和放射性核素生产量有半数以上应用于医学,占总量的80%。这表明电离辐射在整个医学中占有重要地位。

放射医学,从广义上讲,是研究辐射尤其是X线辐射在医学上的应用及其理论基础的一门科学,内容主要是X线投照技术、诊断和X线机的维修技术。核医学是研究核素及核辐射(包括加速器)在医学上的应用及其理论基础的一门科学。主要内容是核素在临床诊断、治疗及医学中的应用。

放射医学在诊断上应用有各种医用诊断X线机(普通透视机、摄影机、手术机、利用X线监视的碎石机、乳腺机、牙科机、模拟定位机、骨密度测试仪、CT机等),其原理是利用穿过人体的X射线,在荧光屏或在胶片上进行显象,因为这样的X线包含了人体不同部位对X线吸收的不同信息。

在治疗上有各种医用治疗X线机,其原理是利用X线的生物效应,使人体病灶部分的组织细胞直接或间接地受到破坏或抑制。目前X线治疗的适应范围主要是皮肤疾病和肿瘤。治疗机大致可分为:(1)接触治疗机。主要用于治疗皮肤表面或体腔浅层的疾患,故又称体腔缺点治疗机或短距离治疗机。(2)表层治疗机。主要用于较大面积的皮肤或浅层疾患的治疗。(3)中层治疗机。主要用于皮下浅层组织,如皮下肿瘤或淋巴结核等疾患的治疗。(4)深部治疗机。主要用于组织深部疾患及恶性肿瘤的治疗。(5)医用X线加速器。治疗疾患及恶性肿瘤的位置较深部治疗机更深。(6)X一刀。它综合了直线加速器技术,补缺外科立体定向技术CT及血管造

影技术等,对人体局部成有破坏力的放射剂量,消除病变且不伤害正常组织,不用麻醉开刀,即可消除肿瘤。用于治疗脑血管畸形、颅内肿瘤、震颤麻痹、癫痫、顽固性疼痛及情感性精神病,也可用于躯体各部位的肿瘤。

医用治疗X线机与诊断X线机的不同之处在于治疗X线机的千伏值要高得多,但电流较小(为达到此目的,X线机内部构造也不同)。

核医学的应用基本上是通过内服、静脉注射、导入人体或敷贴皮肤放慢性药物来达到治疗疾病,或利用体外探测放射线的方法达到诊断的目的。也可以把放射性试剂加入离体的血、尿等样品中去寻找组织中的特异成分,发现疾病或病变;也可以利用头发、指甲等样品进行中子活化分析,测出砷、汞或其它元素的多少来诊断职业病;还可以测定人体内天然放射性核素 ^{40}K 的含量,来诊断肌肉萎缩等疾病。核医学在临床上有优越的地位,关键是其具有很多特色,如能反映体内的生化与生理过程等。静脉注射 ^{133}Xe ,当进入脑血液之中,脑内任何区域的功能活动增加时,其血流量也随之增加,上升的水平可以通过随着血流到达毛细血管的 ^{133}Xe 的放射性反映出来。有些癫痫病人,其病灶用一般临床方法及脑电描记器都不易定位,此法却能显示脑皮层兴奋灶的位置。对于一些因卒中引起的手足瘫痪和脑瘤病例,此法也能显示脑皮层局部血流下降的病灶所在。这在CT显影中难以发现,因为它们只引起神经细胞的功能改变。在脑血管病变、脑肿瘤、偏头痛等多种疾病中,在组织发生不可逆损坏之前,早期发现脑部缺血状态是十分有用的。再比如静脉注入 ^{131}I 标准的邻碘马尿酸钠后,从肾区描出的放射性升降曲线,反映了肾及上泌尿道的功能。疾病的形成中,生化的变化和功能的改变一般都早于组织形态的变化,即使在显微镜下观察不到的骨骼病灶,核医学的显影检查也有可能发现异常。此外还有用放射性锡标记法测定甲状腺C细胞合成并分泌降钙素,可以早期发现甲状腺髓样癌等等。核医学具有很多特色,使其成为现代医学的一个重要分支,目前仍在迅速发展。核医学发展的基础是现代先进技术。临床核医学的进步和发展到现阶段,多有赖于放射性核素(放射性药物)的研制以及放射性测量仪器(核医学仪器)的发展,两者可谓为核医学发展的支柱。下面仅介绍几种重要的诊断核医学仪器。

1. 甲状腺功能仪。主要是根据甲状腺对碘具有选择吸收的生物化学特点,借助于对碘核素 ^{125}I , ^{133}I , ^{131}I 等放出的 β 和 γ 射线测量达到甲状腺功能检查目的。具体方法是将含碘放射性药物注入人体,碘就会在甲状腺逐渐积聚,其量值随时间变化及各人甲状腺功能的不同而变化,在不同时间内测量甲状腺所含放射性,以诊断甲状腺功能正常、亢进或低下。甲状腺功能仪只是功能仪的一种,另外还有肾功能测定仪、心功能仪等。

2. 闪烁扫描机。测定人体器官逐点放射性强度的仪器,称为闪烁扫描机或同位素扫描仪。其基本原理是借助于对 γ 射线的探测实现脏器显影,把放射性标志药物引入人体内,扫描机在体外对其产生的 γ 射线进行逐点扫描、探测并记录放射性药物在体内的分布情况,形成闪烁图。核医学科医师根据闪烁图可诊断某些脏器的占位性病变和功能性变化。

3. γ 照相机。 γ 照相机又称伽玛机,和扫描机一样都是核医学显影诊断仪器,但它以一次成像代替了逐点扫描。它比扫描仪更优越,因为 γ 相机通过测定核素在体内的分布,不但得到各器官的结构形态,而且放射性药物也参加新陈代谢,即参加到人体的生理及生化过程中,可显示这些过程的变化情况以及变化速度。

4. 发射型计算机断层(ECT)。ECT是一种可得到三维重建图象的核仪器,它比X照相机和X线CT更优越。它能更好地了解动态情况,可研究心肌、脑血流代谢过程及精神分裂症的

生化基础。

ECT 与 γ 照相机相比有三个优点:(1)ECT 为三维图象,后者为二维图象;(2)ECT 提供了全质量分析的手段;(3)ECT 改善了深度方面的空间分辨率。

X 线 CT 诊断依赖正常组织与病变组织的密度差,当有一些病变组织的密度变化不大时它就难以分辨。而 ECT 从吸收功能方面去研究则两者差异很大,因为它诊断不单纯是病变的大小,更主要是病变的性质和疾病发生、发展过程。

5. 电子束断层扫描(EBT)和核磁共振(MRI)。EBT 是类似于 CT 的诊断设备,结构上与 CT 不同之处在于:CT 中 X 线球管围绕病人旋转;EBT 中电子束围绕患者旋转、散射,产生类似于 CT 中的 X 线束,而机械装置不动。因而 EBT 扫描速度比 CT 快三倍以上。所以又称为超快速 CT。它是目前世界上唯一能够准确检查和测定冠状动脉钙沉积量的无创性仪器,能早期准确、迅速诊断心肌梗塞这一常见的疾病。

MRI 是利用磁共振原理,使计算机重建质子(氢原子核)的密度像。人体组织中含水最多,且各组织含水量不同。水分子含氢核最丰富,因而由氢核的密度像很容易转换成人体组织图象。MRI 从原理上讲,属于核仪器,但不属于电离辐射仪。

以上是核诊断设备,另外还有核治疗设备,如电子加速器、后装机、钴—60 治疗机、 γ —刀等,这些设备已纳入强制检定的范围。

随着核电子学的发展,核医学给人类带来日益增多的福利,但放射性核素的射线对人体也是有害的,所以辐射防护中对引入人体内的放射物浓度也有一定的限制,称为内照射防护标准。这是与放射学中的体外辐射防护加以区别,后者又称为外照射,本书中有一节单独论述。

放射医学、核医学、辐射防护三大专业都是以辐射计量为支柱的。本书中涉及到的辐射计量单位“照射量”与前述三专业中的计量单位不同,因而测量方法、测量设备的传感器也不完全相同,照射量重于辐射单位的复现、量值传递,而其它单位则重于实用。

医用 X 线机的检定与维修涉及到了几大专业性的知识,而且为大部分检修人员所不熟悉,这是该检定项目的特殊之处。同时,在理论上和应用上仍存在着许多问题等待着我们去解决。

第一篇 检定X线机的基础知识

电离辐射专业在计量学中属于“高、新”门类,放射源的检定无论是在医疗部门还是在工业中都只有十几年的历史(放射性防护仪的检定时间较长)。所以医用诊断X辐射源的检定人员欲迅速地打开工作局面,除要求有计量基础外,还要求有X线的基础知识、测量仪器的原理、放射防护基础知识及医学知识等。由于放射性(X、 γ 射线,电子束)在医学中应用非常广泛,医用诊断X辐射源仅是应用的一部分,所以在本书篇幅有限的情况下,仅介绍有关X线的上述基础知识。

第一章 X线在医学上的应用 与X线基础知识

第一节 X线机的种类与X线在诊断中的应用

由于X线有与其它光线完全不同的性质——穿透作用,使医学家首先开始应用低级的技术手段来透视或用胶片进行摄影,以观察人体某些组织部位(主要是骨骼)的正常形态、自然位置、异常病变和金属异物等情况。这是X线在医学领域里应用初始阶段情况。1910年至1930年为X线应用的初级阶段。此时随造影剂、高真空热阴极X线管的使用,X线在医学诊断中的应用范围不断扩大到能检查胃肠道、支气管、血管、脑室、肾、膀胱等人体器官组织了。从30年至50年代,因旋转阳极的出现,能够拍摄某些运动器官进行病变检查和细微结构的放大摄影,出现了由静态转为动态X线检查的初步迹象。60年代前,能利用电视系统进行间接快速摄影,可进一步作运动器官的动态检查。同时也使诊断工作由暗室操作逐步向明室操作过渡,X线的应用扩展到了某些重要的手术中。如心导管、骨科整形、复位、摘除异物、手术监视等。70年代前,X线又扩展到了泌尿、牙科、乳腺检查等领域。1972年世界第一台CT机诞生,使X线在医学中的应用又发生了一次具有划时代意义的革新。90年代初,EBT(电子束横断层扫描)又问世,使X线在医学中的应用更加广泛。

1. X线透视

1) 普通透视

X线透视就是利用人体组织各部对X线有不同的透过与吸收作用,将组织与病变投射到用硫化锌制成的荧光屏上,产生阴暗不同的阴影。如将人体四肢部分置于X线管与荧光屏之间,由于骨骼对X线的吸收作用较之肌肉等部分为强,也就是X线对肌肉等组织的透过较骨骼为多,于是在荧屏上出现较明亮的肌肉影像为背景的骨骼影像。借助荧光屏上显现的影像进行X线检查,是一种传统的观察手段。

2) 电视透视

电视透视是将透过人体的X线图像信号经过影像增强器变换为可见光图像,进而再转换成电信号进行放大,经X线电视来显像,如图1-1所示。它与普通的荧光屏透视相比,存在着许多的优点:A). 提供了明室操作、会诊、教学的条件。使影像亮度提高了1 000~10 000倍。这在很大程度上能使透视检查由暗室操作过渡到明室操作。B). 影像的分辨率比普通荧光屏的0.2线对/毫米提高到8~18线对/厘米(影像增强管的分辨率可高达30~40线对/厘米)。C). 使X线辐射剂量降低到原来的1/10。如利用X线电视进行遥控,则从根本上消除了X线机对操作人员的辐射危害。

3) X线立体透视

普通透视时在荧光屏上所显示的影像为被照物体从X线轴线方向垂直于各层组织相互重

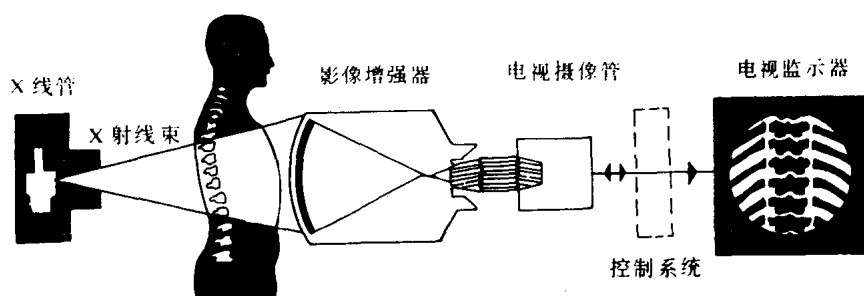


图1-1 X线电视影像显示过程

叠的投影,因而不易辨出各层组织前后的深度和确切的位置。而立体X线透视则是利用双束脉冲X线源,按瞳孔距离有节律地、交替地透过被照部位,在荧光屏上显示出位置略有差异的左右两个投影画面,然后两眼看二为一观察到与原来物体各位置相似但又有深浅与空间感觉的立体影像,用以正确进行体内异物的直观定向、定位。在不用过多拍片的情况下,可应用于钳取异物或骨折复位等手术操作。

2. 模拟定位和碎石X线定位

模拟定位机是X线在治疗任何部位、任何深度的肿瘤(俗称放疗)时,用来对需要照射的病灶进行正确定位的机器。碎石机定位器是对人体内的结石所处的位置进行定位的机器。这两种机器不仅关系到对病灶治疗、结石粉碎的准确性和效果,而且关系到严格控制病灶、结石以外的正常组织不受放射性损伤,有利于患者安全治疗的问题。同时既能够在透视中检查核对和调整治疗、碎石计划,又可在分段治疗、碎石中进行透视或摄影的随诊复查。

3. X线摄影

1) X线一般摄影

X线摄影就是用含银盐的X线胶片代替荧光屏,以永久记录被检查部位或病变的影像的方法。这种方法比透视能发现更多的有诊断价值的影像。X线胶片的感光度甚高,如摄影条件(管电流、管电压、照射时间、焦片距)选配的适当,被摄取部位的组织便因对X线有不同的吸收,而在胶片上出现黑化度不等的影像,经化学显影、定影后,便能直接观察组织与病变情况。

2) 滤线器摄影

当X线照射人体后,除大部分被人体组织吸收外,一部分因撞击人体组织而产生方向不定的波长较长的散乱射线。此散乱射线到达胶片后,可使胶片呈雾状而发灰,使影像模糊不清,故必须将此散乱射线对胶片的影响消除,此种装置叫滤线器,如图1-2所示。

滤线器主要由滤线栅构成,而滤线栅由许多条细薄铅条中间隔以木片或纸片制成,大部分制成平板状如图1-3甲。也有的制成弧状如图1-3乙。在摄影时将滤线栅置于人体与胶片之间,X线管的焦点与滤线栅的中心重合。当照射时因人体散乱线不与铅条平行者被铅条吸收,而原发X线则穿过铅条缝隙。由此可产生清晰度较好的影像。

上述为固定式滤线栅,使用方便,结构简单。但在影像上易出现铅条阴影,不利于诊断。为消除铅条阴影,除把铅条做得很薄外,通常还要使用活动滤线器。原理是在照射时间内让滤线栅走动5~6cm,来消除铅条阴影。

3) 胃肠摄影