

实用医学影像设备与临床诊断学

总主编 李基臣



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

实用医学影像设备与临床诊断学

总主编 李基臣



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

实用医学影像设备与临床诊断学/李基臣等编著

—西安: 西安交通大学出版社, 2015. 9

ISBN 978-7-5605-7872-9

I. ①实… II. ①李… III. ①影象诊断—医疗器械学

IV. ①R445

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第209858号

书 名 实用医学影像设备与临床诊断学

总 主 编 李基臣

责任编辑 宋伟丽

出版发行 西安交通大学出版社

(西安市兴庆南路10号 邮政编码710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>

电 话 (029) 82668805 82668502 (医学分社)

(029) 82668315 (总编办)

传 真 (029) 82668280

印 刷 山东天马旅游印务有限公司

开 本 880mm×1230mm 1/16 印张 28.5 字数 920千字

版次印次 2015年9月第1版 2015年9月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5605-7872-9/R·1012

定 价 198.00元

读者购书、书店填货、如发现印装质量问题, 请通过以下方式联系、调换。

订购热线: (029) 82668805

读者信箱: medpress@126.com

版权所有 侵权必究

编 委 会

总主编 李基臣

主 编 李基臣 谭 兴 邱富仙
崔永强 刘端芳 毕明顺

副主编 侯立川 范家韶 季 华
赵锦桥 武乐飞 张宗斌
代 敏

编 委 (按姓氏笔画排序)

王凯君	山东省文登整骨医院
龙拥军	四川省绵阳市第三人民医院
代 敏	湖北省应城市人民医院
邢淑霞	山东省文登整骨医院
刘端芳	湖北省大冶市人民医院
毕明顺	山东省文登整骨医院
李基臣	山东省日照市中医医院
邱富仙	山东省无棣县鲁北医院
张宗斌	湖北省宜昌市第二人民医院
武乐飞	河北省邢台市柏乡县人民医院
范家韶	山东省济南市平阴县中医医院
季 华	山东省莱州市妇幼保健院
赵锦桥	山东省威海市立医院
侯立川	山东省文登整骨医院
崔永强	河南省驻马店市中心医院
谭 兴	甘肃省山丹县人民医院



李基臣

男，生于1976年，山东中医药大学生物医学工程硕士研究生毕业，研究方向为医学影像技术。现为山东省日照市中医医院设备科主管技师，医学物理师，主要从事医学影像技术工作；主编出版医学影像技术专著2部，于核心期刊发表论文4篇；中国医学装备协会委员、日照市医学工程学会常务委员、日照市政府采购医疗设备类评审专家。

谭兴

男，1971年出生，本科学历，放射医学副主任医师，近年在省级及国家级杂志发表论文5篇，参编专著1本。



邱富仙



男，1973年9月出生，1995年毕业于山东省医专放射专业，2010年毕业于潍坊医学院。长期从事基层临床放射工作，多次在山东省医学影像研究所、山东省千佛山医院进修学习，在临床放射技术、诊断工作中积累了丰富的经验，尤其擅长三维重建技术在临床中的应用。先后在《实用医技杂志》发表了《早期肝细胞癌的CT诊断》等论文多篇。多次获得市、县卫生工作先进个人表彰。现任山东省滨州市放射学会委员，在当地放射学界具有一定的影响。

前 言

医学影像学源于19世纪末德国物理学家伦琴发现的X线,迄今已有100多年历史。近30余年,随着高科技、新技术的飞速发展,医学影像学也在迅猛发展。它已从传统的X线放射诊断学,发展成具有超声成像、CT、MRI、介入放射学等诸多门类的博大学科。医学影像学不再局限于单纯形态学诊断,其已发展成诊断、治疗并重,在临床医学中占有重要的地位。为了反映当前医学影像最新研究进展,更好地为临床制订治疗方案提供客观依据,我们编写了《实用医学影像设备与临床诊断学》一书。

全书共十八章分上下两篇,上篇医学影像设备学,详细介绍了各种影像设备的组成、工作原理、操作方法等。下篇医学影像诊断学,详细阐述了中枢神经系统、头颈部、呼吸系统、循环系统、消化系统、泌尿系统、肾上腺、腹腔及腹膜后间隙、生殖系统及乳腺、骨与关节、周围血管等疾病的影像学诊断要点。本书内容丰富、便于理解,针对性、实用性均很强,以普及为主,兼顾提高。本书不失为了一本对各级医院的影像学科医生、临床医学研究生、临床各科医务人员大有裨益的参考用书。

由于我们临床经验有限,加之时间仓促,书中疏漏之处在所难免,恳请专家、读者批评指正。

《实用医学影像设备与临床诊断学》编委会

2015年3月

目 录

上篇 医学影像设备

第一章 医学影像设备概述.....	(3)
第一节 医学影像设备的发展史.....	(3)
第二节 医学影像设备分类.....	(5)
第二章 图像存档与传输系统	(10)
第三章 X线成像装置	(26)
第一节 分 类	(26)
第二节 摄影 X线机	(28)
第三节 胃肠 X线机	(39)
第四节 其他专用 X线机	(41)
第四章 数字 X线成像设备	(47)
第一节 概 述	(47)
第二节 数字 X线摄影系统	(48)
第三节 计算机 X线摄影系统	(53)
第四节 数字减影血管造影系统	(63)
第五章 X线计算机体层成像设备	(74)
第一节 概 述	(74)
第二节 CT扫描机的基本组成	(77)
第三节 CT成像原理	(86)
第四节 CT图像处理系统	(88)
第五节 螺旋 CT	(91)
第六章 磁共振成像设备.....	(105)
第一节 概 述.....	(105)
第二节 磁共振成像设备的组成.....	(106)
第三节 磁共振成像的物理基础.....	(137)
第四节 磁共振成像设备的磁场系统.....	(138)
第五节 磁共振图像的信号.....	(146)

第七章 核医学成像设备	(148)
第一节 概 述	(148)
第二节 γ 照相机	(149)
第三节 PET	(155)
第四节 SPECT	(160)
第八章 超声成像设备	(165)
第一节 概 述	(165)
第二节 超声换能器	(166)
第三节 超声诊断仪的基本电路	(173)
第四节 A 型及 M 型超声诊断仪	(175)
第五节 B 型超声诊断仪	(176)
第六节 超声多普勒系统	(180)

下 篇 医 学 影 像 诊 断

第九章 中枢神经系统	(199)
第一节 脑血管病	(199)
第二节 颅内感染	(207)
第三节 颅内肿瘤	(212)
第四节 颅脑外伤	(216)
第十章 头颈部	(223)
第一节 眼和眼眶疾病	(223)
第二节 耳部疾病	(230)
第三节 鼻和鼻窦疾病	(233)
第四节 咽喉部疾病	(242)
第五节 口腔颌面部疾病	(245)
第十一章 呼吸系统	(250)
第一节 肺部疾病	(250)
第二节 气管和支气管疾病	(276)
第三节 胸膜疾病	(280)
第四节 膈肌疾病	(281)
第五节 纵隔疾病	(283)
第十二章 循环系统	(288)
第一节 先天性心脏病	(288)

第二节	获得性心脏病·····	(293)
第三节	心包疾病·····	(300)
第十三章	消化系统·····	(302)
第一节	消化道疾病·····	(302)
第二节	肝脏疾病·····	(318)
第三节	胆管疾病·····	(326)
第四节	胰腺疾病·····	(331)
第五节	脾脏疾病·····	(334)
第十四章	泌尿系统·····	(338)
第一节	肾脏及输尿管疾病·····	(338)
第二节	膀胱疾病·····	(354)
第十五章	腹腔及腹膜后间隙·····	(365)
第一节	肠系膜和腹膜腔·····	(365)
第二节	腹膜后间隙·····	(369)
第十六章	生殖系统及乳腺·····	(375)
第一节	男性生殖系统疾病·····	(375)
第二节	女性生殖系统疾病·····	(384)
第三节	乳腺疾病·····	(395)
第十七章	骨与关节·····	(423)
第一节	骨与关节损伤·····	(423)
第二节	骨关节化脓性感染·····	(428)
第十八章	周围血管·····	(431)
第一节	四肢动脉血管·····	(431)
第二节	四肢静脉血管·····	(439)
参考文献	·····	(448)

上篇 医学影像设备



第一章 医学影像设备概述

第一节 医学影像设备的发展史

自 1895 年德国物理学家伦琴发现 X 线(X-ray),并用 X 线为其夫人拍摄了世界上第一张 X 线照片以后,X 线便广泛应用于多个领域,特别是在临床诊断上发挥着极其重要的作用。在此后的一百多年中,随着现代科学技术的进步,特别是计算机技术的发展,各种医学影像设备不断涌现,临床诊断的准确性、敏感性、特异性、快速性、无创伤性不断提高,并已从单一的常规 X 线机发展到包括 X 线计算机体层成像(X-ray computed tomography,X-CT)(简称 CT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging,MRI)、超声(ultrasonography,US)成像、 γ 闪烁成像(γ -scintigraphy)、发射型计算机体层成像(emission computed tomography,ECT)、单光子发射型计算机体层成像(single photon emission computed tomography,SPECT)和正电子发射型计算机体层成像(positron emission computed tomography,PECT 或 PET)等多种设备组成的医学影像设备体系,建立了医学影像诊断学以及在动态监视下诊断和治疗的介入放射学等。

一、常规 X 线设备的发展

1895 年 11 月 8 日,伦琴(1845—1923)在做真空管高压放电实验中,意外地发现了一种不可见的、具有很强穿透能力并能使某些物质发光和使胶片感光的 X 线。伦琴当时的工作条件极其简陋,但 X 线的发现却震撼了全世界,为世界科技史增添了光辉的一页,开启了医学影像设备的发展历程。为此,伦琴于 1901 年 12 月 10 日荣获了首次诺贝尔物理学奖。世人为了纪念他的不朽功绩,又将 X 线称为伦琴射线或伦琴线。

X 线发现伊始即用于医学领域。由于人体各组织的密度、厚度不同,故对 X 线的吸收程度亦不同,透过人体被检部位后的 X 线辐射强度就有差别。根据 X 线的荧光效应和感光效应,荧光屏或 X 线胶片接受辐射强度不同的 X 线后就会形成具有一定黑白对比度的图像。在开始阶段,X 线检查仅局限于密度差别较大的骨折、体内异物等诊断,以后才逐步应用于人体各部分的检查。与此同时,各种 X 线设备相继出现,并逐步得到发展和改进。1896 年,研制出了第一支 X 线管;20 世纪 10—20 年代,出现了常规 X 线机这一常规 X 线设备。此后,X 线管、高压发生器、相关的仪器和装置以及人工对比剂不断开发应用,以及体层摄影装置、连续摄影、快速换片机、高压注射器、影像增强器、X 线电视系统(X-TV)的应用。

单一或组合运用各常规 X 线设备进行透视和摄影两大基本功能进行放射诊断,可获得重要的、较为确切的诊断信息。X 线可用于人体各系统如呼吸、循环、泌尿生殖、骨骼、中枢神经及颌面五官等疾病的检查。常规 X 线设备是医学影像设备大家庭中的一名老成员,至今仍是基本的、有效的临床检查设备之一;尤其对骨骼系统、呼吸系统、胃肠道以及心血管系统疾病的诊断,仍然占有重要和主导作用。

二、X-CT 设备的诞生

1972 年,英国工程师豪斯菲尔德在英国放射学会上宣布了世界上首台用于颅脑检查的 X-CT 设备研制成功。并于 1979 年与美国物理学家柯玛克共同荣获了诺贝尔生理学医学奖。X-CT 是电子技术、计算机技术和 X 线技术相结合的产物,其图像密度分辨率和空间分辨率较高,引起了医学界的极大关注并广泛应用,促进了医学影像技术的发展,被誉为自伦琴发现 X 线以来的又一里程碑,为现代医学影像设备体

系的建立奠定了基础。

X-CT 以横断面体层成像为主,不受层面上下组织的干扰;同时由于密度分辨力显著提高,能分辨出 0.1%~0.5% 的 X 线衰减差异,比常规 X 线检查高 10~20 倍;还能以 CT 值做定量分析。近 30 年来,X-CT 设备更新了五代,扫描时间由最初的 3~5 分钟缩短到 0.5 秒甚至更短,空间分辨力也提高到 0.1 mm 量级以上。X-CT 设备与技术在医学影像诊断中占有十分重要地位,尤其对颅脑、肝、胆、胰和肾、肾上腺等病变的影像诊断占有主导地位。20 世纪 80 年代,先后研制开发的超高速 CT (ultra-fast CT, UFCT)、螺旋 CT (helical/spiral CT, SCT),以及目前已大量投入临床应用的多层螺旋 CT (multi-slice CT, MSCT) (2~64 层),使其临床应用范围和诊断效率进一步扩大和提高。

20 世纪 80 年代初开始应用于临床的 MRI 设备,是一种新型的、非电离辐射式的医学影像设备。1946 年,美国斯坦福大学物理系的布洛赫教授和哈佛大学的珀赛尔教授领导的研究小组同时独立发现了磁共振 (nuclear magnetic resonance, NMR) 现象,即含奇数质子或中子的原子核自身可产生自旋运动,自旋的运动产生磁矩,并在其周围形成一个小磁场。为此,他们两人共同荣获了 1952 年的诺贝尔物理学奖。1972 年美国科学家劳特伯成功地获得了 NMR 图像,使 NMR 成像得到了长足的发展,为此他和英国科学家曼斯菲尔德共同荣获 2003 年的诺贝尔生理学医学奖。自 20 世纪 80 年代初 NMR 成像用于临床以来,为了与 ECT 等核医学成像相区别,改称为磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 或 MR 成像。在此期间, MRI 发展十分迅速。

MRI 是利用含奇数电荷的原子核在磁场内共振所产生的信号,经计算机重建成像的一种影像技术。MRI 图像的软组织分辨力高,调整梯度磁场的方向和方式,可直接获取横、冠、矢状断面和斜位等不同体位的体层图像。迄今, MRI 已广泛用于全身各系统的影像检查,其中以中枢神经系统、心血管系统和盆腔实质脏器、四肢关节和软组织等效果最好;近年来, MRI 腹部诊断效果已达到优于 CT 的水平,颅脑图像的分辨力在常规扫描时间下提高了数千倍,显微成像的分辨力达到 50~100 μm , 现已成为医学影像诊断设备重要的组成部分之一。生物体 MR 波谱分析 (magnetic resonance spectroscopy, MRS) 具有无创伤性地检查机体物质代谢的功能和潜力。功能 MRI (functional MRI, FMRI) 主要用于研究脑组织的生理解剖,并为脑部手术设计提供各部分脑组织的功能区分布情况,以及诊断早期脑梗死。

数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 和 X 线计算机摄影 (computer radiography, CR) 是 20 世纪 80 年代开发并开始应用的数字 X 线设备。CR 设备中,用影像板 (imaging plate, IP) 代替传统的胶片,具有图像宽容度大的特点; DSA 具有微创、适时成像、对比分辨力高、安全、简便等特点,从而扩大了血管造影的应用范围。DSA 和 CR 都可以获得数字化图像,并可方便接入医学图像存储与通讯系统 (picture archiving and communication system, PACS)。20 世纪 90 年代中期,随着 X 线实时高分辨力平板探测器 (flat panel detector, FPD) 的发明, X 线数字摄影 (digital radiography, DR) 设备也逐步兴起,并逐步应用于临床诊断。20 世纪 50—60 年代,超声和核医学设备相继出现,并各成系统。

1972 年 X-CT 的研制成功,使医学影像设备进入了一个以计算机图像重建为基础的体层成像新时代。20 世纪 70 年代末 80 年代初,超声 CT、ECT 也相继研制成功并开始临床应用。这些设备的成像参数、诊断机制和检查方法各不相同,可分别获得形态或功能图像信息。为同时获得形态图像和功能图像,出现了 PET 与 X-CT、MRI 相互融合的设备,如 PET-CT、PET-MRI,它们可将形态图像和功能图像融合,提高了影像诊断的敏感性和特异性。

三、现代医学影像设备体系的建立

随着 X 线机、X-CT、MRI、US 和核医学设备的不断发展,介入放射学自 20 世纪 60 年代兴起,于 20 世纪 70 年代中期逐步应用于临床,近年来尤以介入治疗进展迅速。因其具有微创、安全、经济等特点,深受医师和患者的重视与欢迎,现正处于不断发展和完善的过程之中。20 世纪 90 年代备受人们瞩目的立体定向放射外科 (stereotactic radiosurgery, SRS) 设备,用于放射治疗设备治疗时的定位。常用的有 ^{60}Co 、医用直线加速器、 γ -刀 (γ -knife) 和 X-刀 (X-knife) 等,由于它们可不作开颅手术而治疗一些脑部肿瘤和其他一些病变,深受临床青睐。介入放射学设备和立体定向放射外科学设备都是由医学影像设备给予引导和

定位来实施治疗的设备,两者都属于医学影像设备的范畴。

综上所述,多种类型的医学影像诊断设备与医学影像治疗设备相结合,共同构成了现代医学影像设备体系。

四、我国医学影像设备的发展简况

19世纪末,美国传教士将X线知识传入我国,在他编译的中文讲义《光学摘要》中编入了关于X线的内容。

1911年,英籍医师康特捐赠给河北省中华医院一台小型X线机。这是我国第一台小型X线机,其X线管为冷阴极式三极管,高压裸露。到1915年,上海少数医院也引进了X线机。

1951年,上海精密医疗器械厂首先试制200mA四管单相全波整流X线机,到1953年以“和平号”命名,并批量生产。

1973年,上海第二医学院附属瑞金医院等单位研制出乳腺摄影X线机。1983年,第一台颅脑CT试制成功。1988年,第二代颅脑CT问世。1990年,第三代全身CT研制成功,并与国外大公司合作批量生产,整个CT的国产化率达到80%(X线管亦为国产)。1989年以来,我国又先后研制出永磁型和超导型MRI、X-刀、全身 γ -刀等设备。

总之,我国医学影像设备的开发和应用,虽然起步较晚,但进展迅速,到20世纪90年代初已形成较完整的规模,且在某些方面有了突破性进展。

(李基臣)

第二节 医学影像设备分类

现代医学影像设备可分为两大类,即医学影像诊断设备和医学影像治疗设备。

一、诊断用设备

按照影像信息的载体来区分,现代医学影像诊断设备主要有以下几种类型:①X线设备(含CT设备)。②MRI设备。③超声设备。④核医学设备。⑤热成像仪。⑥光学成像设备(医用内镜)。

(一)X线设备

X线设备通过测量透过人体的X线来实现人体成像。X线成像反映的是人体组织的密度变化,显示的是脏器的形态,而对脏器功能和动态方面的检测较差。此类设备主要有常规X线机、数字X线机和CT设备等。

以X线作为医学影像信息的载体,出于两方面的考虑,即分辨力和衰减系数。从分辨力来看,为了获得有价值的影像,辐射波长应小于 5×10^{-11} m。另一方面,当辐射波通过人体时,应呈现衰减特性。若衰减过大,则透过人体的辐射波微弱,当测量透过人体的辐射波时,由于噪声的存在,很可能导致测量结果无意义。反之,若辐射波透过人体时几乎无衰减,则因无法精确的测量衰减部分而失效。对于波长范围为 $1 \times 10^{-12} \sim 5 \times 10^{-11}$ m的X线,其对应的光子能量是1.0~250keV,该波长比所要求的图像分辨力短得多;X线沿着直线传播,且穿过人体时对大部分组织呈现明显的衰减差别。显然,这是较适合成像的波段,现在被广泛应用于X线诊断中。

在X线设备中,屏-片组合分辨力较高,可达到5~10 Lp/mm,且使用方便、价格较低,是目前各级医院中使用最普遍的设备之一。但由于它所得到的的是人体不同深度各层组织影像重叠在一起的二维图像,因此很难确定病变的深度,且对软组织分辨不佳。数字X线机使用曝光量宽容度大,可获得数字化影像,便于进行图像的后处理,且扩大了诊断范围,利于胃肠和心脏等部位的检查。CT图像的空间分辨力可小于0.5 mm,能分辨组织的密度差别可达到0.5%。CT图像的清晰度很高,可确定受检脏器的位置、大小和形态变化。

(二)MRI 设备

MRI 设备通过测量构成人体组织中某些元素的原子核的磁共振信号,实现人体成像。20 世纪 40 年代发现了物质的磁共振现象,20 世纪 80 年代 MRI 设备应用于临床。

MRI 图像的空间分辨力一般为 0.5~1.7 mm,不如 CT;但它对组织的分辨力远远好于 CT,在 MRI 图像上可显示软组织、肌肉、肌腱、脂肪、韧带、神经、血管等。此外,它还有一些特殊的优点:

(1)MRI 剖面的定位因完全是通过调节磁场,用电子方式确定的,故能完全自由地按照需求选择层面。

(2)MRI 对软组织的对比度比 CT 优越,能非常清楚地显示脑灰质与白质。

(3)MR 信号含有较丰富的有关受检体生理、生化特性的信息,而 CT 只能提供密度测量值。

(4)MRI 能在活体组织中探测体内的化学性质,提供关于内部器官或细胞新陈代谢方面的信息。

(5)MRI 无电离辐射。目前,尚未见到 MR 对人体危害的报道。

MRI 的缺点:①与 CT 相比,成像时间较长。②植入金属的患者,特别是植入心脏起搏器的患者,不能进行 MRI 检查。③设备购置与运行的费用较高。

总之,MRI 设备可作任意方向的体层检查,能反映人体分子水平的生理、生化等方面的功能特性,对某些疾病(如肿瘤)可作早期或超早期诊断,是一种很有发展前途和潜力的高技术设备。

(三)诊断用超声设备

诊断用超声设备分为利用超声(ultrasound,US)回波的 USG 设备和利用 US 透射的超声 CT(ultrasonography CT,UCT)两大类。USG 设备,根据其显示方式不同,可以分为 A 型(幅度显示)、B 型(切面显示)、C 型(亮度显示)、M 型(运动显示)、P 型(平面目标显示)等。目前,医院中用的最多的是 B 型 USG 设备,俗称 B 超,其横向分辨力可达到 2 mm 以内,所得到的软组织图像清晰而富有层次。利用 US 多普勒系统,可实现各种血流参量的测量,是近年来广泛应用的又一种 US 技术。

利用 US 作为医学影像信息的载体,从分辨力考虑,其波长应小于 1.0 cm(频率应高于 0.15 MHz),才有可能适于人体研究。超声波频率越高,其衰减越大,对于较深部位的组织成像,选用频率为 1.0~3.0 MHz 的超声波;对于较浅部位如眼球,选用 20 MHz 较高频率的超声波。与 X 线不同,US 成像通常是利用回波(反射波)成像,由已知的声速来计算传播深度。由于在适用于软组织成像的波段内,空气对超声波呈明显的衰减特性,人体的某些部位不能用 USG 设备做检查(特别是肺部)。幸而整个胸部并非全被肺所覆盖,左胸的前面有一个叫做心脏槽口的非覆盖区,通过这个“窗口”可用 USG 设备(如 US 扇扫设备)检查疾病。

X 线成像与 US 成像是当前用得最为普遍的两种检查方法,但对人体有无危害是它们之间的一个重要区别。就 X 线来说,尽管现在已经显著地降低了诊断用剂量,但其危害性仍不容忽视。实践证明,它将导致癌症、白血病和白内障等疾病的发病率增加。而从现有资料来看,目前诊断用 US 剂量还未有使受检者发生不良反应的报道。

此外,X 线在体内沿直线传播,不受组织差异的影响,是其有利的一面,但不利的一面是难以有选择地对所指定的平面成像。对 US 波来说,不同物质的折射率变化范围相当大,这将造成图像失真。但它在绝大部分组织中的传播速度是相近的,骨骼和含有空气的组织(如肺)除外。US 波和 X 线这些不同的辐射特性,确定了各自最适宜的临床应用范围。例如,US 脉冲回波法适用于腹内结构或心脏的显像,而利用 X 线对腹部检查只能显示极少的内部器官(若采用 X 线造影法,也可有选择地对特定器官显像);对于胸腔,因肺部含有空气而不宜用 US 检查,用 X 线则可获得较为满意的结果。

(四)核医学设备

核医学设备通过测量人体某一器官(或组织)对标记有放射性核素药物的选择性吸收、聚积和排泄等代谢功能,实现人体功能成像。主要有 γ 相机、SPECT 和 PET。

γ 相机既是显像仪器,又是功能仪器。临床上可用它对脏器进行静态或动态照相检查。动态照相主要用于心血管疾病的检查。因为 SPECT 具有 γ 相机的全部功能,又具有体层功能,所以明显提高了诊断

病变的定位能力;加上各种新开发出来的放射性药物,从而在临床上得到日益广泛的应用。SPECT 能做动态功能检查或早期疾病诊断。缺点是图像清晰度不如 CT,检查时要使用放射性药物。PET 可以用人体组织的某些组成元素(如 ^{15}O 、 ^{11}C 、 ^{13}N 等)来制造放射性药物,特别适合做人体生理和功能方面的研究,尤其是对脑神经功能的研究。在其附近需要有生产半衰期较短的放射性核素的加速器和放射化学实验室。

核医学成像只需极低浓度的放射性物质,这与 X 线成像时口服硫酸钡不同。一般情况下,核医学成像的横向分辨力很难达到 1.0 cm;且图像比较模糊,这是因为有限的光子数目所致。相比之下,X 线成像具有高分辨力和低量子噪声。

(五)热成像仪

热成像仪通过测量体表的红外信号和体内的微波信号实现人体成像。红外辐射能量与温度有关,因此又可以说,热成像就是利用温度信息成像。

研究人体的温度分布,对于了解人体生理状况、诊断疾病具有重要意义。影响体表温度的因素很多,最主要的是皮下毛细血管网的血流情况。血流受控于棘状血管舒缩中心,其四肢的交感神经系统主要控制着血管舒缩的节律。因此,利用热成像,首先可以评价血流分布是否正常;其次,可以评价交感神经系统的活动;还可以研究皮下组织所增加的代谢热或动脉血流通过热传导使体温升高的情况。此外,皮肤温度还受其他因素的影响,如伤痛感受器、化学受体、下丘脑等。由于出汗而形成的局部热蒸发损失,也需予以考虑。

医用热成像仪一般包括红外成像、红外照相、红外摄像和光机扫描成像等。光机扫描热成像仪将人体的热像转变为连续变化的图像电信号,经放大处理即可在显示器上显示荧光影像。其优点是温度分辨力可达 0.1~0.01 K,且灵敏度高、空间分辨力高。目前,光机扫描热成像仪已应用于乳腺癌的普查和诊断、血管瘤和血管闭塞情况的检查和诊断以及妊娠的早期诊断等。还有一种热释电摄像机,将输入的热辐射由红外透镜聚焦,在摄像管靶面上产生空间和强度变化与热体温度分布相同的电荷图形,最后把反映温度情况的电像转变为视频信号输出。热释电摄像机在整个红外光谱区响应相当平稳,又无需制冷,具有电子扫描、能与电视兼容等优点,是一种很有发展前途的热成像系统。但目前它存在着灵敏度低、工作距离近、性能指标比光机扫描热像仪差的缺陷,有待于进一步完善与提高。

体内以电磁波方式向外传播的热辐射,其中含有微波成分。微波成像系统借助于体外的微波天线接收体内传出的微波,并通过高灵敏度的热辐射计以实现温度测量。如测量某一特定频率的信号,即可得到从体表到某一深度的平均温度。若采用多波段辐射计,并对测量数据作适当处理,就能推断出不同深度组织的温度。如以温度为参变量,则可获得不同深度的体层图像。

由于引起人体组织温度的异常分布有各种各样的原因,因此,热成像仪所提供的信息仅供诊断参考,不能作为诊断依据。

(六)医用内镜

前述各种医学影像设备虽然在某种程度上能显示出人体的内部组织形态,但这种显示是间接的、非直观的。真正能做到直观的仪器,目前唯有内镜。利用光学内镜,能使人眼直接看到人体内脏器官的组织形态,从而提高了诊断的准确性。内镜的诊疗优势,已成为医学界的共识。

医用内镜的种类很多,目前临床上用得最多的是光导纤维内镜(纤镜),而最有发展潜力的是电子内镜。

光导纤维内镜(简称为纤镜)以胃肠内镜为例,它是由头端部、直径为 7.9~12.8 mm 的可弯插入管以及将光源和头端部连接起来的连接管组成。头端部由目镜、远端弯角、抽吸和送水的各种控制件及工作钳孔等组成,可以手持。纤镜可弯曲的套管中密封有传像束和导光束,它们将头端和末端连接在一起。导光束将来自光源的光传输到内镜的末端以照明视物。传像束将图像作为反射光传回到目镜。导光束和传像束由 30 000~50 000 根光学纤维构成,它们即使在弯曲时也能进行双向光传输。传像束要连贯地排列,使每根纤维在内镜头、尾两端的相对位置保持一致,以便在目镜中重建一幅十分逼真的图像。

光导纤维内镜的出现,使医用内镜无论在功能和用途方面,还是在对人体脏器的适用性方面,都取得了突破性的进展。数十年来,光导纤维内镜在不断发展与完善,而且以其性能的稳定性、技术的可靠性、种类的系统性、装置的小型性、使用的方便性以及性能价格比的可接受性等诸多的优势,在医学界备受青睐。

电子内镜的功能比光导纤维内镜多得多,是内镜的一大进步。它主要由内镜、光源、视频处理中心、视频显示系统、图像与患者数据记录系统及附属装置组成。其最大的特点是采用电荷耦合器(charge coupled device, CCD)将观察到的物像由光信号转换成电信号,并传输到视频中心进行处理,达到最终显示的目的。传输到监视器的图像还可记录下来,用视频打印机打印,也可传输到另一场所进行同时观察。

20 世纪 80 年代初,USG 内镜问世。它是将 US 探头和内镜连在一起,在内镜的引导下,将 US 探头送入体内进行扫描,所得到的信息要比在体表上获得的扫描信息准确详细。目前这类设备主要用线性和扇形两种扫描方式,而采用凸式扫描做彩色多普勒和 B 型图像显示则较为少见。

此外,激光内镜和三维内镜亦在发展之中。前者是将诊断与治疗功能结合在一起的新一代内镜;后者可提供立体图像,能使许多高难度的手术得以顺利实施,且大大提高了手术的安全系数,是内镜发展史上的又一新进展。

二、治疗用设备

(一)介入放射学设备

所谓介入放射学设备,就是借助高精度计算机控制的影像设备,通过导管深入体内,对疾病直接进行诊断与治疗的一种新型设备。它的问世,使临床某些疾病由不可治变为可治,使治疗的难度由大变小,使有创伤变成少创伤甚至无创伤,使患者免受或减轻手术之苦,操作比较安全,治疗效果也较好。利用介入放射学设备开展诊疗工作,对提高某些心血管病、脑血管病、肿瘤等重大疾患的诊疗水平,提高治愈率与存活率,改善生活质量,发挥了重要作用。

医学影像设备的导向是完成介入治疗的关键。这需要一套由机械、仪器仪表、计算机、光学仪器等多种仪器组成的大型精密设备。特别是 20 世纪 80 年代初发展起来的影像技术与计算机结合的 DSA 问世后,由于它能实时地向医生提供导管导向的位置、局部循环结构、栓塞或扩张的效果等有关介入诊疗的信息,因而具有极大的优越性,目前可以说已基本取代了常规的血管造影设备。而计算机的应用,使 DSA 向智能化、光纤网络的综合快速数据处理能力、无胶片处理方式、尽可能低的 X 线剂量、不分散注意力和操作方便的界面、最快最好的图像处理技术方向发展,从而为介入放射学提供了有力的保证。

介入放射学系统的另一重要组成部分,是介入诊疗用导管及其附件。一个性能良好的介入性导管应具备以下条件:①硬度适宜及适合诊疗的几何造型。②弹性和柔韧性。③扭力顺应性(为减小扭力顺应性,管壁置入金属网)。④形状具有记忆性。⑤血液与组织相容性。⑥高温高压消毒或化学消毒。⑦可进行放射性跟踪。⑧管壁光滑、管腔满足流量压力的要求,摩擦系数适宜。

介入性导管,根据用途可分为两类,即诊断用导管和治疗用导管及其附件。前者包括心血管、脑血管造影导管,肝、肾、胰、脾等内脏器官用导管十余种。这种导管要有一定耐压性和满足大流量的要求(15~25 mL/s)。后者如消化道治疗导管、肿瘤化疗用导管、射频消融导管、溶栓导管、二尖瓣球囊扩张导管等。其附件有血管内支架(自膨胀型、球囊膨胀型、形状记忆型)、导丝(引导导管用)等。

专家预测,在 21 世纪,应用微电子、分子生物学和基因工程的新成果,集多功能如内镜、USG 设备、血流压力测量等于一体的新一代治疗导管及传输装置将进一步发展。应用生物适应性良好的材料、内支架、留置用导管的研制和临床应用将有助于进一步提高介入治疗的水平。开放式 MRI 设备与其相应配套装置的开发以及与 USG 设备的配合使用,将使介入治疗技术向低或无放射线方向发展。影像设备的研制、开发,使实时成像和立体成像引导下的介入性操作成为可能,加上新的抗癌药物、栓塞剂和基因疗法的应用,将进一步提高介入治疗的精度与疗效。

(二)立体定向放射外科学设备

立体定向放射外科(stereotactic radiosurgery, SRS)或称立体定向放射治疗(stereotactic radiotherapy, SRT),是一门新的医疗技术。它是利用现代 CT 设备、MRI 设备或 DSA 设备,加上立体定向头架装