

# 物理学在医学诊断中的应用

童 红

(贵州民族学院物理系 贵阳 550025)

随着近代物理学和计算机科学的迅速发展,人们对生命现象的认识逐步深入,医学的各分支学科已愈来愈多地把他们的理论建立在精确的物理科学基础上,物理学的技术和方法,在医学研究和医疗实践中的应用也越来越广泛。光学显微镜和 X 射线透视对医学的巨大贡献是大家早已熟悉的。光学纤维做成的各种内镜已淘汰了各种刚性导管内镜,计算机和 X 射线断层扫描术(X-CT)、超声波扫描仪(B超)和磁共振断层成像(MRI)、正电子发射断层显像术(PET)等的制成和应用,不仅大大地减少了病人的痛苦和创伤,提高了诊断的准确度,而且直接促进了现代医学影像诊断学的建立和发展,使临床诊断技术发生质的飞跃。物理学的每一新的发现或是技术发展到了每一个新的阶段,都为医学研究和医疗实践提供更先进、更方便和更精密的仪器和方法。可以说,在现代的医学研究和医疗单位中都离不开物理学方法和设备,随着医学科学的发展,物理学和医学的关系必将越来越密切。

## 1. X 射线透视

1895 年伦琴在研究稀薄气体放电时发现 X 射线。X 射线发现后仅 3 个月就应用于医学研究,X 射线透视机早已成为医学中不可缺少的工具。X 射线透视是根据不同组织或脏器对 X 射线的衰减本

领不同,强度均匀的 X 射线透过身体不同部位后的强度不同,透过人体的 X 射线投射到照相底片上,显像后就可以观察到各处明暗不同的像。X 射线透视可以清楚地观察到骨折的程度、肺结核病灶、体内肿瘤的位置和大小、脏器形状以及断定体内异物位置等。X 射线透视机已成为医院的基本设备之一。

## 2. B 超

B 超是超声波 B 型显示断层成像的简称,之所以称为 B 型显示,是因为对过去显示超声检查结果的方法又创立了一种方案而增加的新名称,把已有的那种一维显示一串脉冲波的方案称为 A 型显示,而新的这种二维纵向断层显示称为 B 型显示。

B 超的基本原理是将一束超声从体外垂直于人体表面射向体内,当超声在体内组织中传播时,碰到组织有分界面或不均匀处就会产生反射。把这种反射超声波再在体外同一部位接收下来,根据发射探头的所在位置,可以知道反射点在体内对着探头的位置,而根据发射超声波的时间差,可以知道它在体内垂直于体表的深度。如果这束超声波在体内纵行进中产生一系列反射,则根据这一系列反射超声信号,就可以知道相对于体表位置不同深度处所有

号资料记录于盘片上。

## 三、磁光盘上数据的读取

磁光盘片上的数位资料是利用磁光克尔效应读取得到的,如图 4 所示。在数据读取过程中,作为读取数据的激光,在入射前先进经过线性偏振镜片,使激光成为线性偏振光,然后穿过基板入射于盘片的记录层上,由于记录层为磁性材料,入射的激光受磁性记录层的磁光克尔效应的影响,反射后将产生椭圆形偏振化,并且椭圆形偏振化的长轴与原先的线性偏振化轴之间形成  $\theta_k$  的偏角,这个角被称为克尔角

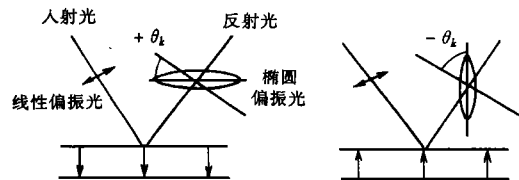


图4 磁光克尔效应

度。假设由磁矩向下区域反射的激光克尔角度为  $+\theta_k$ , 并代表数位信号“1”, 而由磁矩向上区域反射的激光克尔角度为  $-\theta_k$ , 并代表“0”, 那么, 通过侦测反射的激光克尔角度的正或负, 便可读取记录于盘片上的串列数字资料。

的一系列组织的不连续性。在显示器上显示为与体表相垂直的一个纵切面内,体内组织分界面的分布情况,也就得出了一个该纵切面内组织的B超图像。如果进一步使体表移动发射探头位置不断改变,反射超声波信号经过计算机处理,则可以得出以探头移过的路线为基线,依次看到一个一个紧邻纵面内的结构情况,即形成脏器或异物的图像。B超图像非常直观,很容易看懂。

B超与X射线透视相比,其结果的主要差别是:X射线透视所得出的是体内纵向投射的阴影像,而B超得出的是纵切面的结构像,在切面方向没有重叠。可以准确判断切面的情况。

### 3. X射线电子计算机辅助断层扫描成像(X-CT)

1972年英国EMI公司的电子工程师洪斯菲尔德(G. N. Hounsfield)在美国物理学家柯马克(A. M. Cormack)1963年发表的数据重建图像数学方法的基础上,发明了X-CT,使医学影像技术发生重大变革。现在X-CT在全世界得到广泛应用,成为举世公认的重大科技成就。柯马克和洪斯菲尔德两人也因此获得1979年诺贝尔医学生理奖。

X-CT是利用X射线穿透人体某层面进行逐行扫描,探测器测量和记录透过人体后的射线强度值,将这些强度值转换为数码信号,送进计算机进行处理,经过排列重建,在显示器上就能显示出该层面的“切片”图。一个层面扫描完后射线沿被检查的人体旋转 $1^\circ$ ,再进行下一个层面的扫描,这样旋转 $180^\circ$ ,就可以得到一个完整的人体层面图像。

使用X-CT装置,医生可以在显示器上看到各种脏器、骨骼形状和位置的“切片”,病变的部位、形状和性质在图像上清晰可见。大大提高了诊断的精度。

X-CT的优越性在于它可以清晰地显示人体器官的各种断面,避免了影像的重叠。X-CT具有相当高的密度分辨率和一定的空间分辨率,对脑瘤的确诊率可达95%,对腹部、胸部等处的肝、胰、肾等软组织器官是否病变有特殊功用,对于已有病变肿瘤的大小和范围显示也很清楚,在一定程度上X-CT还可以区分肿瘤的性质。

### 4. 磁共振断层成像(MRI)

磁共振断层成像是一种多参数、多核种的成像技术。目前主要是氢核( $^1\text{H}$ )密度弛豫时间 $T_1$  $T_2$ 的成像。其基本原理是利用一定频率的电磁波向处于磁场中的人体照射,人体中各种不同组织的氢核在电

磁波作用下,会发生核磁共振,吸收电磁波的能量,随后又发射电磁波,MRI系统探测到这些来自人体中的氢核发射出来电磁波信号之后,经计算机处理和图像重建,得到人体的断层图像。由于氢核吸收和发射电磁波时,受周围化学环境的影响,所以由磁共振信号得到的人体断层图像,不仅可以反映形态学的信息,还可以从图像中得到与病理有关的信息。经过比较和判断就可以知道成像部分人体组织是否正常?因此MRI被认为是一种研究活体组织、诊断早期病变的医学影像技术。

MRI与X-CT和B超比较,X-CT及B超只能显示切面的密度分布图像,而MRI图像可以显示切面的某一原子核同位素的浓度分布或某一参量(如弛豫时间)分布。因此MRI要比X-CT和B超获得更多的人体内部信息,尤其是对于脑部病变和早期肿瘤病变的诊断,MRI更具有优越性。

### 5. 正电子发射断层成像(PET)

PET正电子发射断层成像的原理是:将含有发射正电子的放射性核素,如 $^{18}\text{F}$ 、 $^{11}\text{C}$ 、 $^{15}\text{O}$ 、 $^{13}\text{N}$ 等显像剂注入或吸入人体内,通过探测正电子放射性核素衰变时产生的正电子与组织内负电子湮灭时产生两个能量相等方向相反的 $\gamma$ 光子,显示人体的代谢和生化等改变。PET可以发现脑躯体局部代谢( $\gamma$ -CMR)和局部血流量( $\gamma$ -CBF)的异常,常用的显像剂是 $^{18}\text{F}$ 脱氧葡萄糖。

PET的主要结构有多环探测器、机架、计算机和显示、储存器等电子部件,其中多环探测器是PET的心脏,多采用大块锗酸铋(BGO)晶体,高精度切割成截面为 $6 \times 6\text{mm}^2$ 或 $8 \times 8\text{mm}^2$ 块小区,最多的可有18432块小晶体。多个探测器组拼接成环,一台PET通常18-32环。一环晶体形成一个层面的图像,相邻环间形成间接层面图像。PET的分辨率高,用生理性核素示踪,是目前惟一的活体分子生物学显示技术,PET可以从生命本原——基因水平作出疾病的早期诊断。

