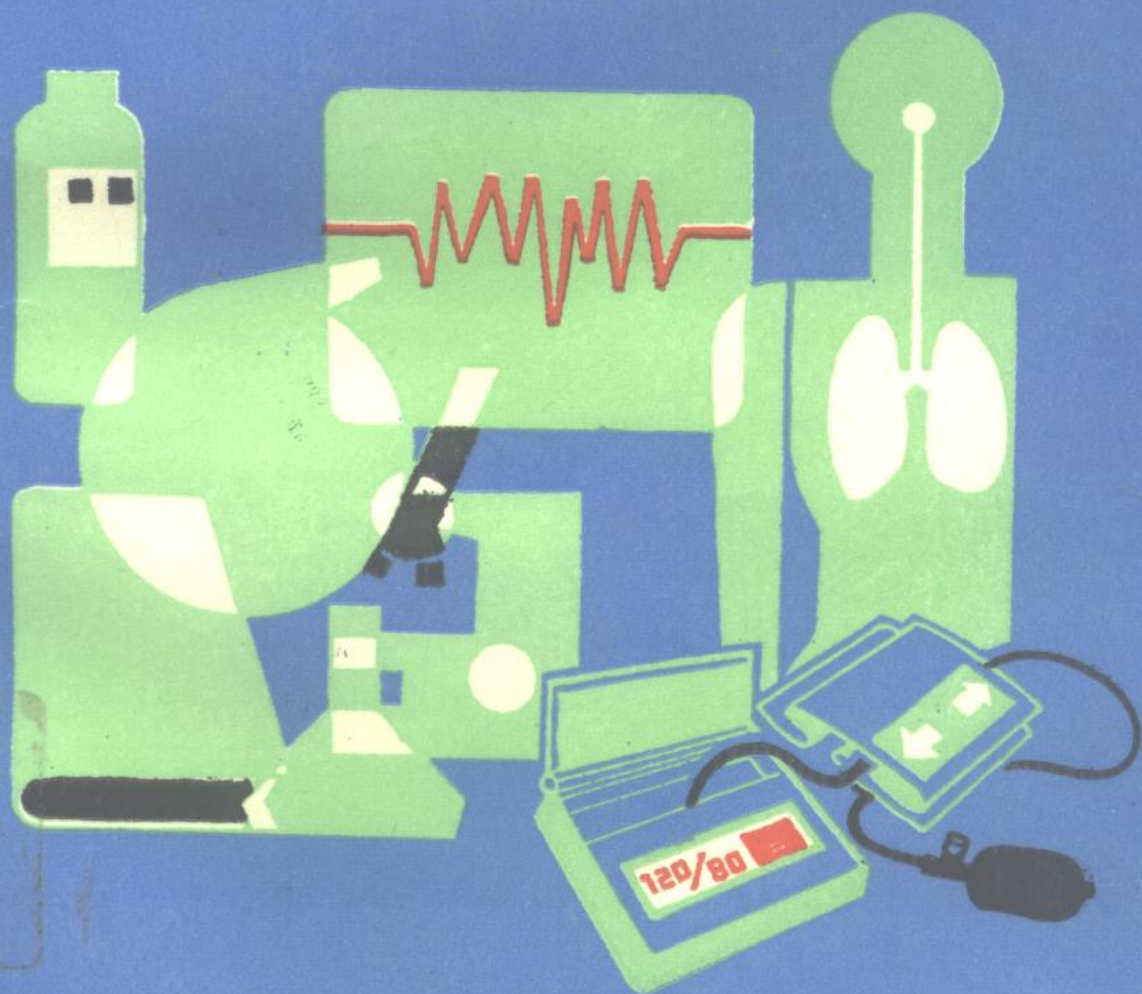


常用电子医疗仪器 原理与应用

● 穆桂珍 主编



电子工业出版社

99390

常用电子医疗仪器原理与应用

穆桂珍 主编



电子工业出版社

(京)新登字 055 号

内 容 提 要

本书由一批资深专家、学者及富有经验的临床医生共同编写而成。该书按人体自身七大系统编辑,介绍了各个系统中常用的临床诊断仪器的功能性质、使用范围、使用方法、维修及管理事项、临床结果分析、以及如何选购仪器等,使我们在掌握仪器本身的同时对人体及疾病的认知达到更深的境界,不失为每一位医务工作者的必备之物,对电子学研究人员及仪器操作人员来说亦为案头之宝,也可作为医学院校的教学参考书。该书深入浅出,对热切关心医疗仪器诊断的患者及亲属大有裨益。

本书结构新颖、语言流畅、内容丰富、通俗易懂,极具实用性。

常用电子医疗仪器原理与应用

穆桂珍 主编

责任编辑 崔围荣

*

电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱(100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

电子工业出版社计算机排版室 排版

密云体校印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:14 字数:367 千字

1995 年 7 月第 1 版 1995 年 7 月北京第 1 次印刷

印数:3000 册 定价:18.00 元

ISBN 7-5053-2858-1/TN·818

序

司马迁在《史记》中,为扁鹊作传,说他吃了长桑君的药,喝了三十天上池之水,便能以肉眼视五脏之疾。扁鹊是战国时的名医,他老先生有没有这种特异功能,我不知道,但古人的确造了许多神,说他们眼力非凡,可以洞彻人体。

看透人体的神话,现在变成了现实,人们借助电子仪器,不仅可以弄清身体的结构,而且可以摄制成影像片,仔细观察和研究。

望闻问切,视触叩听,曾经而且今后仍然是医生诊断疾病的重要手段,但这些方法仅仅是通过对表象的分析而认知疾病。

电子仪器则不同,它拓宽了医生的视野,提高了医生的认知能力,有的由表及里呈现一幅幅清晰的图像,展现微细结构,占位性病变,组织的变异状况等等,一目了然。有的则根据器官的电生理变化来诊断疾病,使医生们的推理变成可靠的结论。

从纷繁中抓住头绪,从迷离中分辨方向,从表象中透析实质,从疑海里切中要害,这正是神奇的电子仪器的贡献。

笔者认为,本书的编著是成功的,首先在于本书有很强的实用性,临床医师面对这许多仪器,迫切需要一本参考书,放置案头,以供参阅。对仪器的使用者,本书也为他们提供了许多实用知识。参加本书编写的,是几家大医院的有关专家,他们对电子仪器的原理,有较深入的了解,在应用方面积累了丰富的经验,从这本书中,人们可以看到他们高水平专业知识的展现。

主编本书的穆桂珍同志通过自己的努力,组织了许多专家来写作,而且成功地编成了这本《常用电子医疗仪器原理与应用》,真是可喜可贺。

我高兴地把本书介绍给读者。

赵金光

1995年3月31日

前 言

俗话说“中医看人，西医看门”，一个富有经验的老中医可以博得人们的信赖，这个人本身几乎代表了看病的全部。而西医要看的门面大小通过什么来体现呢？我想，除了良好的医德医风及强大的人员技术力量外，少不了众多的医疗仪器。

人们都知道，借助于医疗仪器，许多医学理论可以得到证实；许多推测可以化为结论；许多抽象可以变成具体；许多人为误差可以被筛掉，呈现出一个清晰的实物……总之，通过仪器，无形的疾病可以变为有形的诊断。可以说，医学仪器延长了人的每一方面功能，使我们看透、听准、摸明、查清问题的实质，确实不失为医院的重要成份。电子时代，电子医学仪器就是医学仪器的主体，它使我们对人体及疾病的认知达到更深、更广、更真的境界，它对医学的发展起着不可估量的作用！

有谁不愿了解医学仪器呢？每一个用到该仪器的患者甚至患者的亲友；每一个医务工作者——从仪器操作者到一个医生；一个有电子学基础知识的人，一定更想了解仪器的原理，从而把仪器的创制推到一个新高度。总之，不同人从不同侧面了解医学仪器，可以把很多迷惑变为领悟，从无知走向有知，从而开拓了我们的视野，增长了我们的见识和才干，以至无形中推动了整个人类健康事业的发展，走向文明和昌盛！

另外，基于目前医疗仪器浩繁，用户对仪器缺乏了解，选择仪器有困难这一点，我们尽力探索指导大家选购仪器，令本书更为实用！

医学仪器日以千里地发展、壮大，而使我们能了解这些仪器的资料又是如此难得觅处，让我们去弥补资料短缺这一莫大遗憾吧！本着“着眼于疾病落足于仪器”的原则，我们按人体自身七大系统——消化系统，呼吸系统，循环系统，泌尿生殖系统，内分泌系统，神经系统，运动系统来编写。每一种仪器都有它的功能、性质和使用范围，我们把该仪器放置于它最主要最优势的使用范围上来介绍，对从疾病出发的医生和患者方面来说，无疑方便了他们的查找。而对一个瞩目于仪器本身的电子学研究人员及仪器操作人员来说，这种编写不但不妨碍他们对每一种仪器的研究和使用的，编序本身还给他们一定的仪器背景知识，无形中加强仪器技术和临床工作之间的“内线”联系。在工程技术与临床医学这个交叉点尝试一下，为这个有价值的边缘学科作出点贡献，这是我们一个良好的意愿，也是本书的一个特色！

另外，我们把超声波、CT、磁共振等几个涉及人体各个系统，用途颇广的仪器提出专门介绍，方便大家全面掌握该仪器。

本书由解放军三〇四医院穆桂珍主编，参加本书编写的人员有（按在本书出现先后顺序）：任麟、杨志强、赵莉、张建生、刘玉环、刘万玲、张杨（北京复兴医院）、董佩刚（航天部二院）、李仲超、付宏北（航天中心医院）、张永春（北京积水潭医院）、王文超、王占立、田耀武（北京医院）、林其燧、文庆成（北京协和医院）、崔玉涛（北京儿童医院）、孙鹏飞（北京滨河医院）、孙江伶（北京医科大学第一附属医院）、华杨、凌晨（北京宣武医院）、王重春（山东中医学院附属医院）。各位作者在相关领域均有较高造诣。

本书在编写过程中得到了傅宏北先生,董佩刚教授,刘万玲同志的大力协助,在此表示衷心感谢!

时间有限,尽管参加编写本书的同志非常努力,但疏漏之处恐亦难免,敬请读者批评指正,以便本书再版时改进,万分感谢!

编者

1994年10月

目 录

第一章 超声波诊断仪	(1)
一、超声波的物理性能及成像原理	(1)
二、超声诊断原理及诊断基础	(2)
三、各种超声诊断仪	(3)
四、超声波诊断仪的应用	(5)
第二章 核医学诊断设备	(6)
一、概述	(6)
二、常用的几种核探测器	(6)
三、同位素扫描机	(8)
四、伽玛照相机	(9)
五、计算机图像处理系统.....	(14)
六、单光子发射断层装置(SPECT)	(16)
七、正电子发射断层扫描装置(PET)	(18)
第三章 核磁共振成像装置	(20)
一、概述.....	(20)
二、核磁共振的概念.....	(20)
三、核磁共振成像原理.....	(22)
四、核磁共振成像系统.....	(23)
五、核磁共振系统的主要技术指标.....	(26)
六、核磁共振成像系统的安装和使用.....	(28)
七、核磁共振成像技术的发展趋势.....	(28)
八、医学磁共振机常用的扫描序列和磁共振加权像.....	(28)
九、磁共振成像的主要优点.....	(29)
十、磁共振成像的主要缺点和禁忌症.....	(30)
十一、医学磁共振成像的临床应用.....	(30)
第四章 X 线计算机断层扫描装置	(33)
一、概述.....	(33)
二、CT 系统的组成和成像	(33)
三、CT 的基本物理概念	(34)
四、预处理.....	(36)
五、影像重建的方法.....	(37)

六、影像的质量·····	(38)
七、CT 扫描机的发展 ·····	(40)
八、几个公司的产品介绍·····	(42)
九、CT 检查的临床应用 ·····	(43)
第五章 临床化学的自动生化分析 ·····	(44)
一、概述·····	(44)
二、自动生化分析仪的分类和基本工作原理·····	(44)
三、自动生化分析仪的发展·····	(49)
四、自动生化分析仪的选购·····	(52)
五、自动生化分析仪应用注意事项·····	(53)
六、自动生化分析仪的临床应用·····	(53)
第六章 呼吸系统 ·····	(55)
第一节 呼吸监护仪 ·····	(55)
一、呼吸运动的监护·····	(55)
二、呼吸肌功能的监测·····	(56)
三、呼吸力学的监测·····	(56)
四、无创伤性血液气体监测·····	(58)
第二节 核医学诊断 ·····	(62)
一、核医学仪器·····	(62)
二、肺显像的基本分类、原理和方法 ·····	(62)
三、肺显像的临床价值·····	(63)
第三节 胸部 CT 检查 ·····	(63)
一、胸部 CT 检查的临床应用 ·····	(63)
二、检查前病人准备及检查方法·····	(64)
第七章 循环系统 ·····	(65)
第一节 心电图仪 ·····	(65)
一、心电图仪的构成和原理·····	(65)
二、心电图仪的分类·····	(66)
三、心电图仪的使用方法·····	(67)
四、心电图仪的常见故障与检修知识·····	(68)
五、心电图的基本概念·····	(71)
六、心电图分析的一般顺序·····	(74)
七、心电图的临床检查指征·····	(75)
第二节 超声心动图诊断仪 ·····	(75)
一、M 型超声心动图的检查方法、探测部位、波群及基本曲线 ·····	(75)
二、切面超声心动图的检查方法·····	(78)
三、脉冲 Doppler 超声心动图的检查方法 ·····	(81)

四、超声医学发展趋势·····	(83)
第三节 核医学诊断·····	(83)
一、心脏功能测定·····	(83)
二、放射性核素心血管造影·····	(84)
三、心肌显像·····	(85)
四、周围循环检查·····	(86)
五、血液及造血器官检查·····	(86)
六、体外检查法·····	(87)
第四节 动态心电图监测仪·····	(88)
一、动态心电图监测仪的组成·····	(88)
二、记录仪的种类·····	(89)
三、高速回放方式·····	(89)
四、导联的连接方式·····	(89)
五、程序编制·····	(90)
六、略语字的含义及认定条件·····	(91)
七、动态心电图的临床应用·····	(92)
八、受检人注意事项·····	(93)
九、记录期间故障的检查·····	(94)
十、动态心电图阅读简介·····	(94)
第五节 心电图监护仪·····	(101)
一、心电图监护的应用·····	(102)
二、血压监护的方法·····	(102)
三、心输出量测定·····	(103)
第六节 数字减影设备·····	(104)
一、对 DSA 的认识和目的·····	(105)
二、DSA 的检查方法·····	(106)
三、DSA 的临床应用·····	(106)
四、DSA 的主要优点·····	(109)
五、DSA 存在的缺点、危险及禁忌症·····	(109)
六、数字减影仪的选用·····	(110)
第八章 消化系统·····	(111)
第一节 核医学诊断·····	(111)
一、核医学仪器·····	(111)
二、消化道显像及功能测定·····	(111)
三、肝实质显像·····	(112)
四、肝血流及肝血池显像·····	(112)
五、肝内肿瘤显像·····	(113)
六、胆道显像·····	(113)
七、胰腺显像·····	(114)

八、唾液腺显像	(114)
九、体外检查及临床价值	(114)
第二节 B 型超声诊断仪	(115)
一、B 型超声诊断仪在腹部检查中的应用	(115)
二、腹部主要器官的正常超声图像	(116)
第三节 腹部及盆腔 CT 检查	(118)
一、腹部及盆腔 CT 检查的临床应用	(118)
二、检查前病人准备及检查方法	(120)
第九章 泌尿生殖系统	(121)
第一节 B 型超声诊断仪	(121)
一、肾脏探测方法	(121)
二、正常肾脏声像图	(121)
三、肾脏声像图正常值	(122)
第二节 B 超在妇科中的应用	(123)
一、探测方法	(123)
二、正常子宫的声像图和正常值	(123)
第三节 核医学诊断	(124)
一、非显像诊断	(124)
二、肾显像诊断	(125)
三、体外放射分析诊断	(126)
第四节 胎儿监护仪	(128)
一、工作原理	(128)
二、主要技术指标及注意事项	(129)
三、监测方法	(130)
四、胎儿监护仪的临床应用	(130)
第十章 内分泌系统	(134)
一、甲状腺功能测定	(134)
二、甲状腺显像	(136)
三、甲状腺亲肿瘤显像	(136)
四、肾上腺皮质显像	(136)
五、肾上腺髓质显像	(136)
六、肾上腺功能体外检查的临床价值	(137)
七、胰岛	(137)
第十一章 神经系统	(138)
第一节 诱发电位	(138)
一、诱发电位的基本原理	(138)
二、诱发电位仪的组成、功能及使用范围	(139)

三、诱发电位的检测方法	(140)
四、诱发电位的临床应用	(145)
五、诱发电位仪的保养及维修	(147)
第二节 经颅多普勒超声仪	(147)
一、TCD 检测颅脑血管的基本原理	(148)
二、颅脑血管的基本解剖	(149)
三、TCD 判别血管的基本标准	(150)
四、TCD 的基本操作方法	(151)
五、TCD 的临床应用	(152)
第三节 核医学诊断	(155)
一、脑平面显像	(155)
二、脑 SPECT 显像	(155)
三、脑 PET 显像	(156)
四、脑脊液显像	(157)
五、非显像法测定 rCBF	(157)
第四节 脑电图仪	(157)
一、脑电图仪的结构原理	(157)
二、脑电图室的环境与条件	(158)
三、有关脑电图的神经解剖生理基础	(158)
四、电极、导联与描记	(160)
五、脑电图的基本内容	(163)
六、正常脑电图	(166)
七、异常脑电图	(170)
八、脑电图仪的使用与维修保养	(173)
第五节 颅脑 CT 检查	(174)
一、颅脑 CT 检查临床应用	(174)
二、病人检查前准备及检查方法	(175)
第六节 五官 CT 检查	(175)
第七节 磁共振在神经系统的应用	(176)
一、肿瘤	(176)
二、脑梗塞	(176)
三、血管病变	(176)
四、神经系统其它疾病	(177)
第十二章 运动系统	(178)
第一节 肌电图仪	(178)
一、肌电图仪的基本原理	(178)
二、肌电图仪的结构	(179)
三、肌电图与神经传导速度的测定	(180)
四、肌电图所见及临床应用	(182)

五、神经电图所见及临床应用	(186)
第二节 手术显微镜.....	(189)
一、手术显微镜的结构及原理	(189)
二、手术显微镜的种类和特点	(192)
三、手术显微镜的使用方法	(193)
四、手术显微镜的临床应用	(195)
五、手术显微镜的保养方法	(195)
第三节 核医学诊断.....	(196)
一、骨显像的核医学仪器	(196)
二、骨显像的基本原理和方法	(196)
三、骨显像的临床价值	(196)
第四节 肌肉骨骼系统 CT 的检查	(197)
一、肌肉骨骼 CT 检查的临床应用	(197)
二、病人准备及检查方法	(197)
附录.....	(199)
参考文献.....	(209)

第一章 超声波诊断仪

超声诊断起源于 40 年代末。50 年代初, A 型超声诊断法已应用于临床, 不久 B 型、M 型和 D 型超声诊断法相继问世。80 年代, 脉冲及彩色 D 型超声诊断法实用成功。

一、超声波的物理性能及成像原理

超声诊断法涉及组织学、声学、电子学等多种学科。现就其物理性能及成像原理简介如下:

1. 超声波的定义

物体振动即可产生“声”, 产生声的物体叫声源, 声由声源以纵向形式在介质中向四周传播。物体每秒钟振动的次数叫频率, 频率在每秒 2 万次以下的声波, 人类的耳朵可以感知, 统称声波。振动频率在每秒 2 万次以上的声波, 人耳不能感知, 统称为超声波。临床诊断上使用的超声波频率在 2.5~15MHz。所以超声波是高频率的声波。

2. 超声波的产生

自然界中某些晶体如石英、碳酸钡等在压力或拉力作用下, 其两侧表面产生电荷, 称为压电效应。反之, 把某些晶体放在一定的电磁场中, 又可出现强烈的压缩、膨胀, 称为逆压电效应。高频交流电作用于电晶体上, 使之膨、缩, 从而产生高频振动, 高频率的声波即超声波当即产生。超声波的声源由多个压电晶体组成, 连接高频交流电即临床上使用的探头或称为扫描器, 实际上它是电、声的换能器。

3. 超声波的传播

超声传播既不是完全的平面波形式, 也不是完全的球面波形式。这种声波的近声场和远声场是有区别的。虽然超声波的频率高, 波长短, 但其传播方式和光相似, 具有反射、透射、吸收、衰减等特点。在传播时常集中于一个方向呈狭窄的圆柱状称超声束。超声束传播经两个不同界面时, 一部分能量由界面反回, 即反射; 另一部分穿过界面即透射。此时声束方向可以改变, 其角度大小依折射率而定, 声能在界面处反射与透射的总值不变, 与入射的能量相等, 但反射光多少则随界面前后介质的声阻差异的大小而不同。反射的方向与超声束和界面的夹角有关, 反射角等于入射角, 如超声束呈垂直状, 超声束的反射即沿原入射途径返回。反射率的大小和界面前后介质的声阻差异有关。另外超声传播时由于“内摩擦”, “粘滞性”使声能逐渐减少, 振幅逐渐降低。

4. 人体组织的声学类型

人体有各种组织、器官、其密度各异, 超声传播时声速与声阻差异很大, 根据声阻相差的大小与组织结构内部的均匀程度, 常把人体组织, 器官分为四种声学类型。

(1) 无反射型

血液、腹水、羊水、尿液、脓汁等液体物质, 结构均匀, 其内部没有声阻差异, 反射系数为 0。故超声束穿过时, 无反射的回波, 加大增益时也探查不到反射的回波。这种反射类型是液体的特点, 称为无回声暗区或液性暗区。由于反射少, 吸收也少, 声能传导、透射很好, 所以后壁处反射增强。

(2)少反射型

超声经过均匀的实质块时,反射较少,幅度较低,用低灵敏度检查时,相应区域为暗区,提高灵敏度时,原被抑制的弱反射即可显现出来,呈现密集的反射光点,即少反射型或低回声区。

(3)多反射型

超声经过结构复杂的实质块时,反射较多且强,低灵敏度探查时即可呈现多个反射光点,提高灵敏度时,光点更为密集,回声强大,称为多反射型,或高回声区。

(4)全反射型

在软组织与含气组织(如肺、胸腔等)的交界处,反射系数为 99.9%,即接近全部反射,不能透入第二介质,此时声波在此界面与探头发射面间往返振荡形成有一定间隔的多次反射,或为杂乱的强反射。因此,界面后的组织无法显示,故称为全反射型。

(5)多普勒效应

声源以固定频率发出声波,遇到界面即发生反射,如界面不动,那么发出与返回的频率相同;如果界面活动,则返回声波的频率发生改变,界面与声源愈近,反射回的频率愈高,反之界面距离声源愈远,频率愈低。因此如声源不变,可通过频率差异(频移)推断界面的情况,简单说即多普勒(Dopple)效应。利用多普勒原理检查内脏疾患,近年来发展很快,使得超声诊断学对临床提供的信息更多、更可靠。

二、超声诊断原理及诊断基础

利用超声原理诊断人体疾病是一种新技术,近年来发展很快。根据所用方法不同,大致可分为六种类型。

第一类是穿透法(transmission method)后经 Rushmer(1956)改进,用以观察实验动物心脏前后径的改变。此法由于显示困难,临床很少应用。

第二类是 A 型(amplitude type)显示法,当超声波声束在人体组织中传播遇到二层不同声阻抗的临近界面时,在界面上就产生回声。每遇到一个界面,即产生一个回声,该回声在示波器的屏幕上以波的形式表示出来。故此法是以波幅高低代表界面反射的强弱。这种方法对界面的动态与速度等不易观察,故很少用于心血管疾病的检查。

第三类是 B 型诊断法。其工作原理与 A 型诊断法基本相同,都是应用回声原理做诊断,与 A 型诊断法有三点不同之处:(1)B 型超声仪将 A 型超声仪幅度调制显示(amplitude modulation display)改进为辉度调制显示(brightness modulation display),将回声脉冲信号放大后送到显示器的阴极,使显示的亮度随着回声及信号的大小而变化。(2)B 型仪探头发射的声束必须进行扫描,加在显示器垂直方向的时基扫描与声束同步,以构成一幅二维切面声像图。(3)医生根据由此得到的一系列人体声像图进行诊断,而不是用 A 型仪得到的波型作诊断。

第四类是 M 型诊断法。M 型诊断仪是 B 型诊断仪的一种变异型,采用辉度调制,其工作原理类似 B 型。M 型仪是在水平偏转板上加入一对慢扫描锯齿波,使回声光点沿水平方向扫描,代表时间,并保留原来的垂直方向的深度扫描线,由于探头位置固定,心脏有规律的收缩和舒张,心脏各层组织和探头间的距离便发生节律性的改变,随着水平方向的慢扫描,便把心脏各层组织的回声展开成曲线,即为超声心动图,也称 M 型超声心动图。

第五类为切面显像法。1957 年由 wild 等首先提出,最初仅用于显示静态结构的切面图像。近年来,经过多次改进,可以观察心脏结构的动态切面图像,对心血管疾病的诊断帮助较大,此法的名称尚未统一,建议命名为“切面超声心动图”(cross-sectional ultrasonic cardiography)。

第六类为多普勒诊断法。多普勒效应是自然界普遍存在的一种效应,它是 1842 年奥地利学者 C. Dopple 首先发现的,物理学上称多普勒效应。1956 年日本学者 Satomura 首先应用连续式多普勒技术探查心脏的血流。近几年,在此基础上加以改进,研制出一种脉冲选通型 Doppler 超声心动图(range gated pulsed Doppler echocardiography)。可以显示心腔内发生血流紊乱的部位和方向,对心脏间隔缺损、瓣膜的狭窄与关闭不全等有较大价值。

三、各种超声诊断仪

超声诊断仪由探头、显示器、记录器、基本电路四部分组成。

1. A 型超声诊断仪

A 型超声诊断仪是一种幅度调制型诊断仪,分为单相和双相(或称为单迹和双迹)两种。

(1) A 型单相超声诊断仪

A 型单相超声诊断仪主要由主控电路、发射电路、高频信号放大器、补偿电路、检波器、视频信号放大器、时基电路、示波管和换能器组成,仪器中的单探头(换能器兼作超声信号的发与收),其主要工作原理是主控电路产生触发反射电路和时基扫描的同步脉冲信号(增加同步信号的重复频率可提高荧光屏的亮度,但重复频率过高,探测深度受限),发射电路受同步信号触发后,产生一个持续时间为 $1.5 \sim 5\mu\text{s}$ 的高频电振荡,输出脉冲的幅度和持续时间可通过并联在输出端的电位器来调节,接收电路包括高频放大器,检波器和视频放大器三部分。

(2) A 型双相超声诊断仪

A 型双相超声诊断仪是由两个单相 A 型仪组合而成的,在探测颅脑占位病变时,十分有用。

仪器由二个单探头,二个发射电路、二个信号通道、二个延时电路、一个主控电路、一个时基电路和一个示波管组成。与 A 型单相超声诊断仪不同的是:主控电路产生的同步信号除了直接触发时基电路和时标电路外,要经过延迟电路才能控制发射电路工作,并通过两个门电路分别控制两个通道。

2. B 型超声诊断仪

B 超仪是在 A 超仪的基础上发展起来的,其工作原理与 A 超仪基本相同,所不同主要有两点。

(1) B 型将 A 型的幅度调制显示改为辉度调制显示,将放大后的回声脉冲电信号送到显示器的阴极上,使显示的亮度随回声信号大小而变化。

(2) B 型的时基深度扫描一般加在显示器的垂直方向,并且声束必须进行扫描,和在显示器水平方向上的位移扫描相应,以构成一幅切面显示图。从扫描方式来说:分为线形(直线)扫描、扇形扫描、梯形扫描、弧形扫描、径向扫描、圆周扫描、复合扫描。从扫描的驱动方式来说,分为手动扫描、机械扫描、电子扫描、复合扫描(二种驱动方法同时使用)。

3. M 型超声诊断仪

M 型诊断仪的工作原理类似 B 型。B 型显示切面声象图,M 型显示体内各层组织至体表间(探头)的距离随时间变化的曲线,它反映一维空间结构,多用于探测心脏,故称 M 型超声心动图(M-mode)。

工作原理:由触发电路产生的信号同时激励高频发射电路和时基扫描电路,使二者开始工作。高频发射电路的信号通过探头压电晶体片的逆压电效应转变为高频超声的机械能。后者在介质中传播时,当遇有声阻不同的界面即发生反射。回转后可冲击探头的压电晶体,通过正

压电效应,将超声的机械能变为高频的电信号,因其能量小,需经接收电路多次放大、检波,而后作用于示波管的控制极,在荧光屏上形成光点。

由于高频发射电路,接收电路与时基扫描电路三者同时开始工作,故所接收的信号在荧光屏上将回声信号沿扫描线依次排列,显示为一串光点。介质中界面声阻差大,则光点强,声阻差小,则光点弱。反射面距探头近者,反射光点距始脉冲近,反射面距探头远者,反射光点距始脉冲远。

4. 切面超声心动图仪

切面超声心动图仪又称二维超声心动图,此仪器是在 M 型超声心动图的基础上发展起来的一种新技术。

工作原理:切面超声心动图与常用 M 型超声心动图相似,也用辉度调制法(brightness modulation)显示回波信号,即将介质中由声阻不同所形成的界面上的反射,以光点形式显示在时基扫描线上。反射强、光点亮;反射弱、光点淡;如无反射,则在扫描线上相应处为暗区。因此,时基扫描线上之光点分布,代表声束通过的一条线的组织结构。此时如将探头所发出声束的指向及位置加以改变,并使荧光屏上时基扫描线亦相应地同步移动(包括位置与方向),则声束所扫过的组织结构的平面在荧光屏上即形成由光点组成的切面声象图。由于心脏结构复杂且活动迅速,故只有在 16 帧/秒以上的画面时,心脏(或其他活动脏器)平面结构的的活动情况方可清晰地观察。其仪器类型分为:

(1)静态切面超声心动图仪

此种心动图仪是由复合扫描的超声仪改进而成,经过几十个心动周期的积累组成一静态的心脏结构切面回声图。这种方法虽可观察心脏,但不是同一个心动周期,故易受呼吸与心律失常等因素的影响,而出现失真现象,故已废弃不用。

(2)多晶体线阵型超声扫描仪

此种仪器的探头各晶片所发出的声束互相平行,其两端部分的声束常为肺、胸骨、肋骨所阻碍,不能进入心脏,故对心脏疾病的诊断有较大的局限性,但此仪器较适合于腹部脏器及妇产科疾病的检查。

(3)机械扇形超声扫描仪

此种仪器采用雷达 PPI(Plane Position Indicator 平面位置指示器)的原理进行扫描,探头根部位置固定,但其方向可以转动,形成一扇形切面。

其优点:

▲探头由单个晶片组成,面积与通常的 M 型相近。电能转换成声能的转换率较高,发射的声能较强,声束的分辨力较高,侧辨反射少,图像清晰。

▲声束进胸壁后呈扇形展开,故能通过较小的透声窗,探查较大范围的结构。临床上可用以检查心脏全貌。

▲相控阵超声扫描仪

(4)相控阵超声仪是近年来提出的一种新的实时超声扫描装置。

其优点:

▲图像清晰,纵深及侧向分辨力较高,能比较准确地显示心脏各结构的方位及活动情况。

▲声束进入胸壁后呈扇形扩散,故在透声窗较小的情况下能避开胸骨和肋骨的阻挡,观察较大范围的心脏结构,包括各组瓣膜及房室间隔等。

▲控能器晶片与皮肤直接接触,声束直接进入人体,没有在体外多次反射,对图像的近区无干扰现象,声能消耗少,有较高灵敏度。

5. 超声 Doppler 诊断仪

医用超声 Doppler 诊断装置是依据 Doppler 效应而研制出来的。为便于临床使用,超声发射器和接收器组合在一起,形成一个探头。便于探头置于体表来测量运动器官(如胎心及心脏瓣膜等)的活动和血管及心脏内血流的速度或加速度。

目前使用的 Doppler 仪分为非方向性连续型、方向性连续型及距离选通型三种 Doppler 诊断仪。

(1) 非方向性连续型 Doppler 诊断仪

该仪器利用超声波在运动界面上回波产生的 Doppler 频移信号,检测和分析这种频移,以了解反射界面的运动规律和特征。但它未利用信号处理技术去分离运动的方向,目前常用的超声多普勒胎儿分娩监护仪是其中一种。

(2) 方向性连续型 Doppler 血流仪

该型采用信号处理技术,分离 Doppler 频移信号的正负值,能指示界面运动的方向和速度,因此大多应用于血流测量。

(3) 距离选通型 Doppler 诊断仪

该型诊断仪克服了方向性连续型 Doppler 血流仪没有距离选通的缺点,能测量不同深度处血流状态。该型一般由 M 型心动图仪或 B 型扫描断层成像仪组成一体,能随需要选取深度,并在 M 型和 B 型上显示取样的区域。目前距离选通仪有脉冲 Doppler 仪和伪随机 Doppler 仪两种。前者主要用于心脏疾病的检测。

(4) 多通道 Doppler 血流仪

人体血管内各处的血流速度各不相同,且随心动周期而变化,要测量流量或研究血管病变状态,就必须测量实时流速截面,对于心脏检测更须如此。只有多通道显示才能提供房室腔内血流流速截面,从而更好地判断心脏疾病的状态及其严重程度。

四、超声波诊断仪的应用

有关超声波诊断的应用情况参见以后各章节。