

蔡华 编著

内镜微波 治疗术

安徽科学技术出版社

内镜微波治疗术

蔡 华 蒋美艳 编著

安徽科学技术出版社

责任编辑：田海明

封面设计：王国亮

内镜微波治疗术

蔡 华 编著

安徽科学技术出版社出版

(合肥市九州大厦八楼)

邮政编码：230063

安徽省新华书店经销 87423部队印刷厂印刷

1992年5月第一版

1992年5月第一次印刷

开本：787×1092 1/32 印张：6.125 字数：140,000

印数：00,001—5,200

ISBN7-5337-0836-9/0·24 定价：4.00元

序

武警安徽总队医院消化内科蔡华医师为一有志有为的年轻医生，从事内镜工作多年，具有娴熟的内镜操作技术和准确的内镜诊断水平。随着内镜术的发展，今日治疗内镜术已备受重视，其中内镜微波治疗术更是实用。蔡华医师近几年来对微波很感兴趣，与机电部43研究所合作，将研制的第一台内镜微波治疗仪应用于临床，积累了十分丰富的经验，获得令人满意的疗效。在此基础上，蔡华医师翻阅了大量中外文献，编著了《内镜微波治疗术》一书，邀我写序。本书论述了微波发生原理、微波治疗机理、内镜微波在临床各科的应用等，全书共分18章，内容详尽而新颖，精要而实用，可为一般临床医师和内镜医师参考，并从中获得裨益。为此，我特作序推荐于读者。

上海市消化疾病研究所 所长

上海第二医科大学内科学教授

萧树东

1991年10月

前 言

内镜微波治疗方法是近年微波在内镜治疗应用方面的进展。由于其操作简便、安全有效,且仪器设备价廉,颇为实用。因此,为国内外学者所重视并广泛用于临床治疗中。

微波是第二次世界大战期间迅速发展起来的一门新兴电子技术。迄今在治疗方面,微波理疗基本普及,微波加温治疗恶性肿瘤已获良好效果。随着微波天线技术的发展,又应用微波凝固止血作肝切除等。近年来,经内镜应用微波凝固治疗消化道出血、早期癌肿、息肉、狭窄梗阻及胆道疾病等,亦取得肯定或显著疗效,无并发症。以前适用高频电凝、激光光凝和药物注射等疗法的对象,多数可用内镜微波治疗替代,内镜微波治疗越来越广泛应用于临床。

为此,我编著了这本《内镜微波治疗术》。全书共分18章,每章自成一专题论述,而各章又有相互关系。既有微波一般概念的论述,又有微波医疗应用最新进展的介绍;既重视内镜微波治疗机理、实验研究等的论述,又有内镜微波在临床各科应用之技术操作、疗效等的介绍。故本书对从事内镜的专业人员及临床医师均是一本有价值的参考书。

本书编写中曾蒙上海市消化疾病研究所所长、上海第二医科大学内科学教授萧树东指导、审阅和作序,武警安徽省总队医院领导给予关怀和鼓励,安徽省医疗器械厂厂长王卫东对本书的出版也给予大力支持,谨表示深切的感谢。

由于编著者理论知识及临床经验等诸多不足，书中错误之处望广大读者批评指正。

蔡 华 蒋美艳
于武警安徽省总队医院
1991年10月

目 录

第一章	微波医学的基本知识	(1)
一、	微波的特点	(1)
二、	微波的产生及向人体的传输	(4)
第二章	微波生物医学效应	(24)
一、	微波热效应的生物学作用	(24)
二、	微波非热效应的生物学作用	(35)
第三章	微波的治疗作用与医疗应用	(41)
一、	微波的治疗作用	(41)
二、	微波在治疗方面的应用	(46)
三、	微波在诊断方面的应用研究	(48)
第四章	内镜微波凝固技术	(51)
一、	内镜微波凝固的原理	(51)
二、	内镜微波治疗仪的结构	(52)
三、	内镜微波治疗仪的使用与维护	(54)
第五章	消化道出血内镜微波凝固治疗	(58)
一、	消化道出血的分类和病因	(58)
二、	消化道出血内镜微波凝固治疗术	(64)
三、	消化道出血内镜微波凝固治疗的疗效 评价	(67)
第六章	胃息肉内镜微波凝固治疗	(70)
一、	胃息肉的分类	(70)
二、	胃息肉的癌变率	(72)

三、胃息肉的临床诊断.....	(73)
四、胃息肉内镜微波凝固治疗术.....	(74)
五、胃息肉内镜微波凝固治疗的结果.....	(77)
六、并发症及预防.....	(78)
第七章 早期胃癌内镜微波凝固治疗.....	(79)
一、早期胃癌的分型.....	(79)
二、早期胃癌肉眼分型的变迁.....	(81)
三、早期胃癌的内镜特征.....	(84)
四、早期胃癌内镜微波凝固治疗术.....	(86)
五、早期胃癌内镜微波凝固治疗的疗效评价.....	(89)
第八章 消化道狭窄内镜微波凝固治疗.....	(90)
一、食管吻合口疤痕狭窄内镜微波凝固治疗 术.....	(90)
二、食管吻合口疤痕狭窄内镜微波凝固治疗 效果.....	(92)
三、消化道癌性狭窄内镜微波凝固治疗术.....	(93)
四、消化道癌性狭窄内镜微波凝固治疗的效 果.....	(95)
第九章 经内镜微波加温并注射治疗进展期食 管、胃癌.....	(96)
一、进展期食管、胃癌大体形态和分类.....	(96)
二、进展期食管、胃癌的临床表现.....	(98)
三、进展期食管、胃癌的诊断依据.....	(100)
四、进展期食管、胃癌内镜微波加温并注射 治疗术.....	(103)
五、进展期食管、胃癌内镜微波加温并注射治 疗的效果.....	(106)

第十章	大肠息肉内镜微波凝固治疗	(108)
一、	大肠息肉的发病情况	(108)
二、	大肠息肉的分类及特征	(109)
三、	大肠息肉与癌的关系	(117)
四、	大肠息肉内镜微波凝固治疗术	(118)
五、	大肠息肉内镜微波凝固治疗的结果	(120)
六、	并发症及预防	(121)
第十一章	经内镜微波十二指肠胆总管造瘘	(122)
一、	实验研究	(122)
二、	临床应用研究	(122)
第十二章	经纤维支气管镜微波加温治疗支	
	气管肺癌	(123)
一、	支气管肺癌的发病情况	(123)
二、	支气管肺癌的病理类型	(125)
三、	纤维支气管镜下支气管肺癌的形态特征	(127)
四、	经纤维支气管镜微波加温治疗	
	支气管肺癌术	(129)
五、	经纤维支气管镜微波加温治疗	
	支气管肺癌的疗效	(131)
第十三章	经尿道微波凝固治疗前列腺增生	(133)
一、	BPH的发病率和发病机理	(138)
二、	BPH的临床诊断	(138)
三、	经尿道微波凝固治疗 BPH 术	(141)
四、	经尿道微波凝固治疗BPH 的 疗效评价	(143)
第十四章	经尿道微波凝固治疗膀胱癌	(145)
一、	膀胱癌的组织类型	(145)
二、	膀胱癌的临床诊断	(147)

三、经尿道微波凝固治疗膀胱癌术·····	(149)
四、经尿道微波凝固治疗膀胱癌的疗效评价···	(151)
第十五章 子宫出血腔内微波凝固治疗·····	(152)
一、子宫出血的病因和临床诊断·····	(152)
二、子宫出血腔内微波凝固治疗术·····	(156)
三、子宫出血腔内微波凝固治疗的疗效评价···	(157)
第十六章 腔内微波加温治疗宫颈癌·····	(158)
一、宫颈癌的病因与组织发生·····	(158)
二、宫颈癌的临床和组织学类型·····	(160)
三、宫颈癌的临床分期·····	(162)
四、宫颈癌的临床诊断·····	(163)
五、宫颈癌腔内微波加温治疗术·····	(164)
六、宫颈癌腔内微波加温治疗的疗效评价·····	(165)
第十七章 微波凝固在外科的临床应用与研究·····	(167)
一、微波外科手术器装置概况·····	(167)
二、微波凝固治疗在外科的应用与研究·····	(167)
第十八章 微波辐射对人体的影响及安全防护·····	(176)
一、微波辐射对人体健康的影响·····	(176)
二、微波的安全防护·····	(179)
三、微波治疗与就业禁忌症·····	(182)
四、微波辐射的安全标准·····	(182)

第一章 微波医学的基本知识

微波是第二次世界大战期间迅速发展起来的一门新兴电子技术。1947年其临床应用获得国际理疗会议的认可，迄今在治疗方面，微波理疗基本普及，微波加温治疗恶性肿瘤已取得良好疗效。近年来，微波组织凝固疗法已进入医学领域并取得较快进展。微波的应用范围不断扩大，从而引起医学界和电子物理学界的关注。本章主要对微波医学的基本知识作一简述。

一、微波的特点

微波是波长为 $1\text{m}\sim 1\text{mm}$ 、频率为 $300\,000\sim 300\text{MHz}$ 的一种高频电磁波。按其波长不同又可分为分米波、厘米波和毫米波3个波段。在实际应用中常常作更细的划分，并用不同的拉丁字母作为各个分波段的代号，如表1所列。

表1 微波波段的划分及其代号

波段	波长(cm)	频率(MHz)
L	76.90~19.30	390~1550
S	19.30~7.69	1550~3900
C	7.69~4.84	3900~6200
X	4.84~2.75	6200~10900
K	2.75~0.833	10900~36000
Q	0.833~0.652	36000~46000
V	0.652~0.535	46000~56000

不同频率波段的电磁波或无线电波，它们在与物体作用时所呈现的行为也互不相同。与较低频率的无线电波（如中波——550~1 680KHz、短波——2.3~22MHz和超短波——30~200MHz）相比，微波具有一系列独特的特性，而这些特性正构成了微波的医用基础。

（一）微波的光学特性

微波的频率很高，波长很短，其波长已与人们生活中接触到的许多物体的几何尺寸相仿，根据物理学中的波动理论，当波的波长与物体的几何尺寸相近时，波在空间就将以幅射形式直线传播。因此，微波具有一些光波的特性。当它幅射在物体或生物体表面时也会类似于光波，产生反射、透射和绕射现象。

与光波一样，可以将微波予以聚焦，因而可以得到很窄的微波波束，这就有可能根据实际医疗需要将微波幅射到人体的某个局部区域。

正如光波在任何两个相邻传播介质界面间传播时会产生反射、散射和透射等现象一样，当微波传输至两个不同介质的界面时，也会出现反射、透射和散射等现象。如利用微波幅射器将微波射向人体某一被测部位时，一部分微波能量被人体所反射，另一部分微波将透入人体表面一定深度范围内传输。微波在生物体内某部位的传输特性决定于该部位的组织结构和生物组织的介质特性，这正如光波在某一介质中的传输特性决定于该介质的介电特性一样。

（二）微波的能量特性

任何波或射线都是蕴有能量的。如声波和超声波具有声

能，放射线——X射线、 γ 射线也都含有固有的能量；无线电波也不例外。按照近代物理理论，电磁波既具有波动特性，又具有粒子性质。这就是所谓波的“两重性”。如果将微波看成是粒子流，那么微波粒子的最大能量约为 1.2×10^{-8} 电子伏特，这远小于X射线和 γ 射线等放射性粒子的能量。因此微波作用于物体时其能量还不足以破坏物质分子间的链和引起物质电离，也不会改变物质分子内部的结构，而只能引起物质原子中电子能级的跃迁和物质分子的电磁谐振等作用。对于生物体来说，微波可以引起某些生物效应。微波的这一特性可以作为非创伤性诊疗手段。

（三）微波对极性分子的作用特性

物体中的极性分子能够较多地吸收微波能量。这是由于这些极性分子的相对介电系数和介质损耗都比较大的缘故。生物或人体各组织中水分含量高达30~80%，而水正是一种易于吸收微波能量的极性分子。生物组织所能吸收的微波能量是与其含水量成正比的。人体或其他生物体中各组织的水分含量是各不相同的。例如人体中的皮肤、肌肉、脂肪等含水量差异很大，而且健康组织与病变组织之间，水分含量也互有差别。由于人体各组织之间所具有的不同含水量所导致的对微波的不同吸收状况，使微波在人体不同部位或不同组织中的传输特性也互不一样，这就构成微波的主要医用基础和诊疗疾病的依据。

微波在生物体中的传输特性还强烈依赖于微波的频率。因为现在绝大多数雷达都用微波作为工作波段，随着民用雷达的日趋普及应用，为了尽量避免相互干扰，国际电工学会（IEC）业已规定434MHz、915MHz、2450MHz、5800MHz

和22125MHz作为科研、工业和医学的专用微波频率，而其中434MHz、915MHz和2450MHz则为医学上最常用的微波频率。

二、微波的产生及向人体的传输

在微波技术中，微波功率的产生一般都是采用磁控管。因此，磁控管便成了微波治疗机的“心脏”。所以有必要了解磁控管的工作原理，然后再介绍微波的输出。

（一）磁控管的工作原理

在中波、短波和超短波波带中，由于波长仍不算短，故采用电子管发生器是合适的。在微波段内，一般电子管振荡器就不适用。因为一般电子管振荡器的振荡回路由电容C和电感L构成（图1）。

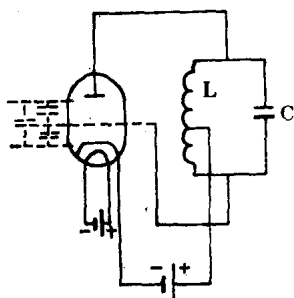


图1 电子管振荡器原理图

回路的工作频率取决于下式：

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

从式中可以看出，频率越高，所需要的C和L应越小。为

了产生波长为10cm的微波，如果将L的数值定为0.1微亨时，C的数值就应为0.003微微法左右。要制成这样小的电容和电感是相当困难的，因为长1cm、直径2mm而彼此相距5cm的两根平行导线，就已经构成了0.016微亨和0.07微微法的分布电感和电容。至于肉眼看得出来的线圈和电容，其L和C值就势必要大得多。除此以外，即使是制成了这样小的电容和电感，还必须将它连结在图1的电子管电路内。此时就相当于把电子管各极之间形成的极间电容（图中的虚线部分）和各极引线所构成的分布电容和电感串联或并联在LC回路之内。由于极间电容、分布电容和电感有一定的大小，当它们与LC合并起来的时候就改变了L或C的数值，结果使实际的LC与设计时不同，工作时不能产生准确的微波频率，这就是不能采用电子管的原因之一。

另一个不能应用电子管的原因是电子在电子管中的运动速度跟不上微波振荡的速度。例如电子在电极间飞越的时间平均为 10^{-9} 秒左右，但对于10cm波长的微波来说，在 10^{-9} 秒的时间内电子应当在管内来回振荡三次而不是一次。所以一般电子管是很难用来产生微波的。

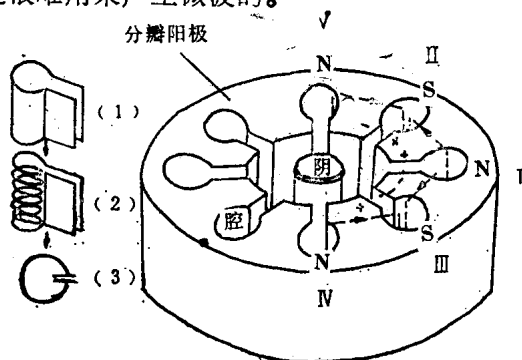


图2 磁控管构造示意图

由于上述原因，目前在微波治疗中多采用磁控管(图2)。

磁控管中央有阴极，阴极与阳极有一定的间隔，阳极内有多多个圆形的腔，每个腔又有一个通向阴阳极之间空隙的小间隙，磁控管的振荡回路就藏于各腔之间。因为图中的每一个腔及其间隙实际上与图2(Ⅰ)相当，它等于两块电容板和一个单匝金属片绕成的线圈。电容和线圈就构成了相当于电子管振荡器的LC回路。电容板的面积很小，所以电容量不大；电感部分可以看作图2(Ⅱ)中的许多个单匝线圈并联在一起组成，根据电感并联的公式，总电感=单个线圈的电感量/线圈的数目，由于圈数多，故电感很少，籍此形成了足以产生很高频率的微波振荡回路。

在磁控管中一般有8个这样的小型振荡电路，这种构造又称为谐振腔。此种电路很容易起振，接入电源电压时所引起的电压变化就可以使之充电而发生振荡。振荡时相邻各腔的瞬间交流极性是相反的，如图2之右半所示；磁力线自腔Ⅰ发出后，分别进入相邻的腔Ⅱ和腔Ⅲ。根据电磁学规律，发出磁力线的一端为北极，磁力线进入的一端为南极，而且在北极端电流的方向为逆时针方向，在南极端则为顺时针方向。据此规律可知：腔Ⅰ上端为北极，腔Ⅱ、Ⅲ上端为南极，腔Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ上的电流方向如黑三角箭头，又因电流流出端为正，流回端为负，故腔Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ之瞬间交流极性，即如图2上的正和负号，从符号可知：相邻各腔的极性是相反的；这种类型的振荡称为反相型振荡。

磁控管中产生振荡以后，如能量得不到补充，则振荡同样会逐渐减弱而至消失。为了维持连续的等幅振荡，必需按一定的规律给各腔补充能量。在磁控管中，补充能量的原理较复杂，它主要通过电子在阴阳极间的运动来实现的。为了

明了其过程，先从电子在阴阳极间的运动情况开始叙述。

在磁控管的阴阳极间有恒定电场和恒定磁场（图3），电子从阴极发出后走向阳极。在无恒定磁场的作用时，电子的路线是直的，如图3中的1。但在阳、阴极之间有恒定磁场（其方向如图，图示磁力线进入纸面），根据左手定则，电子即向图的右方移动，其原因是运动的电子是一个单元电流，磁场对它的作用和对通有电流的导体一样，故其运动方向与带电导体在磁场中的相同。在这种情况下，磁场越强，电子的轨迹越曲。调节磁场的强度可使电子沿图3中2~5等不同的轨迹运动。在磁控管中，恒定磁场使电子的运动保持在图3中5的轨迹上。

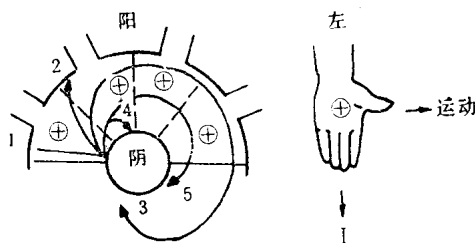


图3 磁控管内电子运动的轨迹

——电子运动的轨迹；---恒定电场的方向；⊗为恒定磁场的方向（进入纸里）

起振后，腔口处还有交变电场的作用，如图4所示。为了便于说明，仅考虑了交变电场水平分量对电子活动的影响，实际情况还要复杂些。图的上方为磁控管的3个谐振腔，下方为阴极。已如前述，相邻各腔之瞬间的交流极性是相反的，故各腔口处的交变电场力线的方向也是相反的，如图中的虚点所示。在这种交变电场的作用下，电子移动的方向如各腔口处的虚线所示，由负到正移动。而恒定磁场使电子运动方向如图中实线箭头所示。