

理学

北京军区总医院 主编
北京市小汤山疗养院

第四分册

北京军区总医院

一九七四年十月



理 疗 学

北京军区总医院 主编
北京市小汤山疗养院

第四分册

第二篇(续)微波疗法
第四篇 光线疗法
第五篇 超声波疗法

本册编著单位

北京市小汤山疗养院
北京友谊医院
内蒙中医研究所
北京医学院第一附属医院
中国人民解放军总医院

北京军区总医院

1974年10月

内部资料

理疗学

(第四分册)

北京军区总医院 主编
北京市小汤山疗养院

北京军区总医院出版

16开本 280,000字

一九七四年十月

目 录

第二篇(续)

第十二章 微波疗法	北京市小汤山疗养院 北 京 友 谊 医 院
第一节 微波在电磁波谱中的位置	1
第二节 在高频电疗法中采用微波的原因	1
第三节 微波疗法之生物物理学和实验基础	4
一、微波治疗时之情形和组织细胞对微波之等价电路	4
二、人体基本电荷在微波等高频电磁场的作用下所发生的变化及其后果	6
三、人体对微波的吸收	7
(一) 吸收及其衡量	7
(二) 吸收与产热	8
(三) 影响吸收的因素	9
1. 组织的介质常数和电导率对吸收的影响	9
2. 界面反射对吸收的影响	11
四、微波进入人体的深度	12
五、微波作用于人与动物组织所引起的温度改变	14
(一) 浅层组织的温度改变	14
(二) 作用于体表时对体腔内温度的影响	14
(三) 作用于几种结构较复杂的组织时的温度改变	15
1. 作用于半面部时之温度改变	15
2. 作用于上颌窦时之温度改变	15
3. 作用于额窦时之温度改变	15
4. 作用于喉部时之温度改变	15
5. 作用于眼时之温度改变	17
6. 作用于耳时之温度改变	17
(四) 活组织血液循环对温度改变之影响	17
六、微波对生物机体作用的实验基础	18
(一) 微波对心血管系统的影响	18
(二) 微波对血液的影响	19
(三) 微波对呼吸系统的影响	19
(四) 微波对神经系统的影响	20
(五) 微波对内分泌系统的影响	20

(六) 微波对消化系统的影响·····	21
(七) 微波对生殖系统的影响·····	21
(八) 微波对眼的影响·····	22
(九) 微波对骨骼系统的影响·····	23
(十) 微波对皮肤肌肉的影响·····	23
(十一) 微波对人和动物的生长发育的影响·····	23
(十二) 微波对组织培养物的影响·····	23
(十三) 微波对细菌的影响·····	24
第四节 微波的治疗作用 ·····	24
一、微波热效应的治疗作用·····	24
(一) 止痛作用·····	25
(二) 降低神经肌肉组织的兴奋性·····	25
(三) 改善局部血液循环、营养、代谢·····	25
(四) 消炎作用·····	26
二、微波的非热效应及其在治疗中的意义·····	27
第五节 关于治疗剂量的微波有无损害作用的问题 ·····	27
第六节 产生微波的方法及微波向人体的传输 ·····	28
一、磁控管的工作原理·····	28
二、微波的输出及其向人体的传输·····	32
(一) 偶合环·····	32
(二) 同轴电缆·····	32
(三) 波导及其工作原理·····	34
三、微波治疗机的电路原理·····	35
第七节 微波治疗的方法与技术 ·····	38
一、微波辐射器·····	38
(一) 圆形辐射器·····	38
(二) 长形辐射器·····	39
(三) 聚焦和体腔辐射器·····	40
二、微波治疗时病人和辐射器的位置以及一些常用的治疗方法·····	41
(一) 膝关节的辐射·····	41
(二) 踝关节的辐射·····	41
(三) 肩关节的辐射·····	42
(四) 腰部的辐射·····	42
(五) 髋关节的辐射·····	42
(六) 脊柱的辐射·····	42
(七) 颈枕部的辐射·····	43
(八) 手或腕部的辐射·····	43
(九) 下腹部的辐射·····	43

(十) 阴道及直肠内辐射·····	43
(十一) 乳房的辐射·····	44
(十二) 耳的辐射·····	44
(十三) 乳突区的辐射·····	44
(十四) 上颌窦的辐射·····	44
(十五) 额窦的辐射·····	44
(十六) 颞颌关节的辐射·····	44
(十七) 咽峡区的辐射·····	44
(十八) 喉部的辐射·····	45
(十九) 眼的辐射·····	45
(二十) 背部的辐射·····	45
(二十一) 腋部的辐射·····	45
(二十二) 经沙辐射法·····	45
三、微波治疗的剂量确定法·····	45
(一) 以病者的主观热感觉为准·····	46
(二) 以仪器功率计上的指数为准·····	46
(三) 以功率密度和作用时间为准·····	46
(四) 以吸收功率计刻度为准·····	47
四、微波治疗的注意事项·····	47
第八节 各科疾病的微波疗法·····	48
一、外科疾病·····	48
二、内科与神经科疾病·····	49
三、妇科疾病·····	50
四、耳鼻喉科疾病·····	51
五、眼科疾病·····	53
六、口腔科疾病·····	54
七、皮肤科疾病·····	55
第九节 微波治疗的禁忌症·····	55
第三篇 肌电图与电诊断(见第三分册)	
第四篇 光线疗法·····	内蒙中医研究所
第一章 光线疗法的物理学基础·····	56
一、光的本质·····	56
二、光的发生·····	57
三、光谱·····	59
四、光在介质中的传播·····	60
(一) 照度平方反比定律·····	60

(二) 反射·····	60
(三) 透过与吸收·····	61
五、萤光现象·····	65
六、吸收光谱与作用光谱·····	66
七、光的物理化学作用·····	66
第二章 紫外线疗法·····	67
第一节 紫外线的生物学与生理学作用·····	67
一、紫外线的杀菌作用·····	67
(一) 杀菌作用的机制·····	67
(二) 影响紫外线杀菌作用的因素·····	68
(三) 紫外线杀菌的应用·····	69
(四) 紫外线杀菌的效果·····	70
二、紫外线促进维生素D形成的作用·····	71
(一) 佝偻病与维生素D和紫外线的关系·····	71
(二) 紫外线抗佝偻病的作用机制·····	72
(三) 预防应用·····	75
(四) 治疗应用·····	77
(五) 维生素D与紫外线抗佝偻作用的比较·····	79
三、紫外线在皮肤上引起的变化·····	79
(一) 紫外线对皮肤的穿透能力·····	79
(二) 红斑反应·····	80
(三) 组织学与组织化学变化·····	81
(四) 红斑发生的机制·····	84
(五) 影响红斑强度的因素·····	85
(六) 紫外线对伤口愈合的作用·····	88
(七) 紫外线对皮肤色素的影响·····	91
四、紫外线锻炼强壮机体的作用·····	92
(一) 紫外线对机体免疫力的作用·····	92
(二) 紫外线对机体反应性的作用·····	94
(三) 紫外线对体力的作用·····	95
(四) 紫外线预防疾病的作用·····	96
五、紫外线对神经系统和内分泌腺的作用·····	97
(一) 对高级神经的作用·····	97
(二) 对植物神经的作用·····	97
(三) 对周围神经的作用·····	97
(四) 对内分泌腺的作用·····	98
六、紫外线的其他作用·····	99

(一) 对蛋白质、醣、脂肪代谢的作用·····	99
(二) 对血象的作用·····	99
(三) 对血压的作用·····	100
第二节 紫外线的病理学作用·····	100
一、光致皮肤癌·····	100
(一) 紫外线致癌的根据·····	100
(二) 紫外线致癌的机制·····	101
(三) 临床意义·····	101
二、光过敏现象·····	102
(一) 现象·····	102
(二) 机制·····	102
(三) 光过敏现象的应用·····	102
第三节 紫外线疗法的器械·····	103
一、紫外线辐射源·····	103
二、常用的几种紫外线灯·····	105
(一) 立地式紫外线灯·····	105
(二) 集体紫外线照射灯·····	106
(三) 水冷式紫外线灯·····	107
(四) 冷光氙气水银石英灯·····	108
(五) 短波紫外线灯·····	109
(六) 红斑荧光灯·····	109
(七) 太阳灯·····	110
第四节 紫外线疗法的剂量学与治疗方法·····	111
一、紫外线疗法的剂量测定·····	111
(一) 生物剂量测定法·····	111
(二) 光化学测定法·····	114
(三) 光电法·····	115
二、紫外线治疗方法·····	118
(一) 全身紫外线照射法·····	118
(二) 局部紫外线照射法·····	123
1. 患部照射法·····	125
2. 病灶外照射法·····	125
3. 节段照射法·····	125
4. 多孔照射法·····	126
5. 穴位照射法·····	127
6. 分野照射法·····	127
第五节 紫外线的适应症与禁忌症·····	128
一、预防应用·····	128

二、治疗应用·····	129
三、禁忌症·····	133
第三章 红外线疗法·····	133
第一节 红外线的生物学和生理学作用·····	133
一、红外线透入机体的深度·····	133
二、红外线作用下机体的反应·····	134
三、红外线的生理学作用和治疗作用·····	134
第二节 红外线疗法的器械·····	135
一、碳棒红外线灯·····	135
二、钨丝红外线灯·····	135
三、局部光热浴箱·····	136
第三节 红外线疗法的剂量学与治疗方法·····	137
一、剂量测定·····	137
二、治疗方法·····	139
(一) 全身照射法·····	139
(二) 局部照射法·····	139
第四节 适应症与禁忌症·····	139
一、适应症·····	139
二、禁忌症·····	140
第四章 可见光线疗法·····	140
一、可见光线的生理作用·····	140
1. 对代谢的影响·····	140
2. 对脑下垂体及内分泌系统的影响·····	140
3. 对神经系统的影响·····	141
4. 对机体免疫力的影响·····	141
二、可见光的临床应用·····	142
第五篇 超声波疗法·····	北京医学院第一附属医院 中国人民解放军总医院
第一章 物理基础·····	143
第一节 超声的性质·····	143
一、超声的速度·····	144
二、超声的频率·····	144
三、超声的波长·····	145
四、超声的周期·····	145
五、超声的振幅·····	145
第二节 超声的传播·····	145
第三节 超声的反射与折射·····	146

一、反射	146
(一) 由入射角方面的讨论	146
(二) 由介质特性方面的讨论	147
二、折射	148
第四节 超声的干涉和驻波	148
第五节 超声的声场、声速和聚焦	149
一、超声场	149
二、超声束	149
三、聚焦	150
第六节 超声的穿透和吸收	150
第七节 连续超声和脉冲超声	151
一、连续超声	151
二、脉冲超声	151
第二章 超声的发生	152
第三章 超声生物物理特性和作用机制	154
第一节 超声的生物物理特性	154
一、超声的机械作用	154
二、超声的热作用	155
三、超声的理化作用	156
(一) 空化作用	156
(二) 触变作用	156
(三) 弥散作用	156
(四) 氢离子浓度的改变	156
(五) 对高分子化合物的分裂作用	157
(六) 对活性物质的作用	157
第二节 超声的作用机制	157
第四章 超声的生理效应与生物学作用	158
第一节 神经系统	158
一、周围神经系统	158
二、中枢神经系统	159
三、植物神经系统	159
第二节 皮肤	160
第三节 肌肉与结缔组织	160
第四节 骨骼	161
第五节 消化系统	161
第六节 心脏、血管	161
第七节 血液	162

第八节 内分泌	162
第九节 肾脏	162
第十节 生殖系统	163
第十一节 眼	163
第五章 治疗设备与技术	164
第一节 治疗设备	164
一、超声治疗机	164
二、辅助设备	165
三、接触剂	166
第二节 超声的治疗方法与技术	167
一、超声治疗方法	167
(一) 局部直接治疗	167
(二) 沿神经干的治疗	167
(三) 交感神经链的治疗	167
(四) 神经反射性的治疗	167
二、超声的治疗技术	167
(一) 接触法	168
(二) 水下法	169
(三) 辅助器治疗方法	169
第三节 超声的剂量	169
一、剂量的测量	169
二、剂量的强度因素	170
三、剂量的时间因素	171
四、治疗剂量选择时的有关因素	172
五、疗程	172
第四节 治疗操作与注意事项	172
一、治疗操作	172
二、注意事项	172
第六章 超声在理疗中的临床应用	173
第一节 概述	173
第二节 适应症与超声的使用	174
一、神经系统疾病	174
二、骨、关节、肌肉疾病	174
三、软组织的创伤与炎症	175
四、呼吸系疾病	175
五、消化系疾病	176
六、妇科疾病	176

七、泌尿生殖系疾病·····	176
八、血管疾病·····	176
九、耳科疾病·····	176
十、皮肤疾病·····	176
第三节 超声的副作用·····	177
第四节 禁忌症·····	177
第五节 综合治疗·····	177
第六节 超声药物透入疗法·····	178
一、设备·····	179
二、透入药物的制备·····	179
三、操作方法·····	179
四、适应症·····	179
五、注意事项·····	179
第七章 超声的其他临床应用·····	180
第一节 眼科的超声治疗应用·····	180
第二节 口腔科超声治疗应用·····	180
第三节 超声外科·····	181

第二篇(续)

第十二章 微波疗法

第一节 微波在电磁波谱中的位置

微波是波长为 1 毫米——1 米、频率为 300—300000 兆赫的一种高频电磁波。按其波长不同又可分为分米波(波长由数十厘米至 1 米)、厘米波(波长由 1 厘米至 10 厘米)和毫米波(波长由 1 毫米——10 毫米)三段。

微波疗法是随着近代无线电技术的发展在本世纪 40 年代末期正式在临床上开始应用的一种最新的高频电疗法。目前在治疗上最常用的微波其频率为 2450 兆赫、波长为 12.5 厘米,在医用电磁波谱中,它位于超短波和长波红外线之间,其情况如表 1。

表 1. 几种医用电磁波的波长和频率

波 段	长 波	中 波	短 波	超 短 波	微 波	长 波 红 外 线
频率范围(赫)	$3 \times 10^4 - 3 \times 10^5$	$3 \times 10^5 - 3 \times 10^6$	$3 \times 10^6 - 3 \times 10^7$	$3 \times 10^7 - 3 \times 10^8$	$3 \times 10^8 - 3 \times 10^{12}$	$6 \times 10^{13} - 1 \times 10^{14}$
波 长	10—1 公里	1 公里—100 米	100 米—10 米	10 米—1 米	100 厘米—1 毫米	5—3 微米
目前采用的 波长和频率	93 千赫, (3200 米) 150 千赫 (2000 米)	1.625 兆赫 (184 米) 1.0 兆赫 (300 米)	13.560 兆赫 (22.124 米) 27 兆赫 (11.062 米)	40.68 兆赫 (7.374 米) 50 兆赫 (6 米)	2450 兆赫 (12.5 厘米) 900 兆赫 (33.33 厘米) 433.92 兆赫 (69 厘米)	$6 \times 10^{13} - 1 \times 10^{14}$ 赫 (5—3 微米)
治疗名称	达松伐电疗法	中波透热疗法	短波疗法	超短波疗法	微波疗法 分米波疗法	红外线疗法

第二节 在高频电疗法中采用微波的原因

目前在高频电疗法中广泛应用了中波、短波和超短波疗法,这些疗法对许多疾病都有较著的疗效,但在治疗应用上仍有一定的缺陷:如中波疗法时,由于中波的频率较低,电流不易

通过电极和皮肤之间的厚空气间隙(相当于电容之介质),故电极不能离开皮面,因而不便应用于凹凸不平的表面;另中波的作用主要是在皮和皮下脂肪等处,至于骨等深部组织,所受的影响很少,其情况如图 1:

从图 1 可以明显地看出,皮下组织的温度要比骨的高得多。

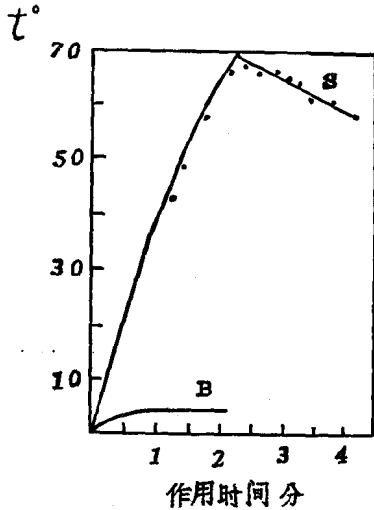


图 1 中波作用于动物股部时骨与皮下组织之产热
B—骨; S—皮下

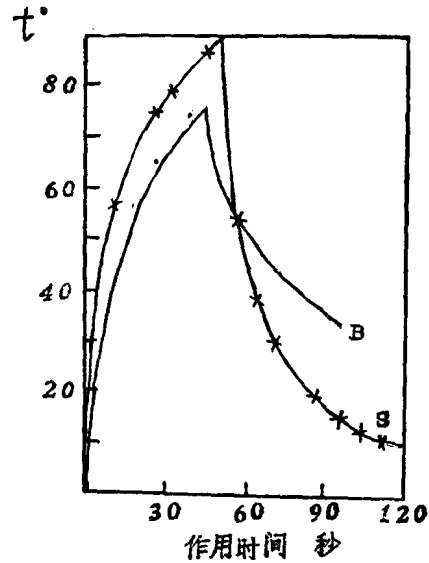


图 2 短波电容电极作用于动物股部时骨与皮下组织之产热
B—骨; S—皮下

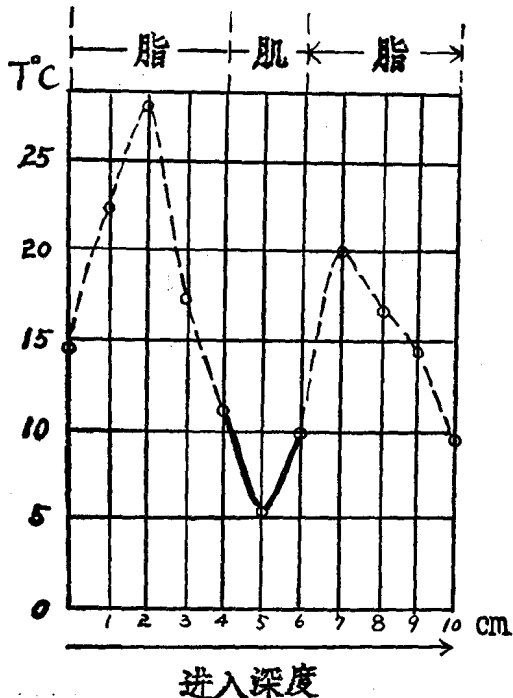


图 3 短波电容电极作用后脂、肌、脂模型中的热分布,作用时间 5 分,电极皮肤距离 6cm,功率 150W

短波和超短波由于频率升高,易于通过电极和皮面构成的电容,因此电极可离开皮表,克服了中波的缺点;另因频率变高,象骨等具有介质性的组织也较易被通过,因而在组织中产生的热较中波均匀(图 2):

将图 2 和图 1 比较,即显而易见地看出短波和超短波的这一优点。

但短波和超短波却又产生了易于使皮下脂肪过热的缺点(图 3):

这种缺点,尽管在短波和超短波范围内改变波长也不能得到克服,其情形如图 4:

图 4 表明,不论是 3 米、6 米的超短波还是 12 米的短波,作用后结果仍是脂肪的升温最高。另从图 5 中可知,在短波电容电极作用下,脂肪的升温与肌肉升温之比约为 9:1;在超短波段内,这种比值亦达 8:1。由于人体皮下多有一层脂肪,如脂肪受热过大(即吸收高频能量过多),势必妨碍了电磁能量的

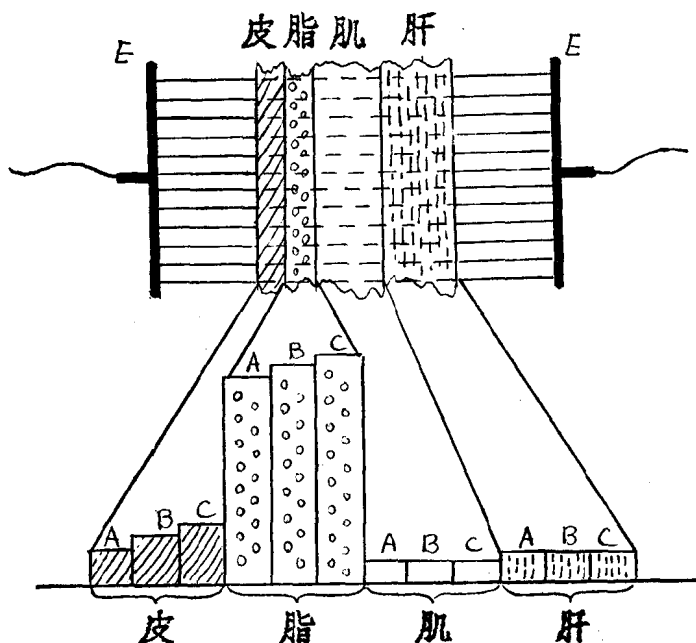


图4 不同波长的米波作用于皮、脂、肌、肝模型时的热分布。A—3M, B—6M, C—12M, 方柱为温度升高之情形, E—电容电极

进一步深入,除此以外,短波和超短波尚有人所周知的剂量不准确的缺点。

采用了频率较高的微波后,脂肪与肌肉产热之比就有可能接近相等(即约等于1),这一点从图5的曲线中可以明显地看出来。微波、短波电容电极和电缆作用于皮、脂、肌模型时的升温曲线如图6:

从图6可知,微波产生的热不仅比其他两种方法均匀,而且在较深的肌层内仍有较著的热作用。除此以外,微波还有剂量较准和操作方便的优点,这就是有必要用微波来弥补前述的高频电疗法之不足的原因。

但微波同样具有一定的缺点如:

一、透入深度仍浅;由于含水多的组织如肌肉等对微波的吸收很强,故经过肌层以后几乎绝大部分微波能量都被吸收净尽,因此微波的作用深度是不够大的,一般为3—5厘米。而其他高频电疗则对电极间的组织均仍有不同程度的作用。

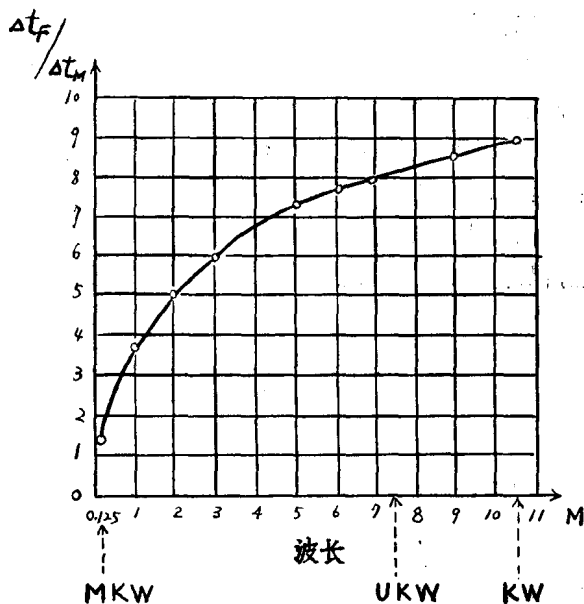


图5 在波长不同的电磁波的作用下,脂肪之温度升高 Δt_F 与肌肉之温度升高 Δt_M 之比 $\Delta t_F / \Delta t_M$
MKW—微波; UKW—超短波; KW—短波

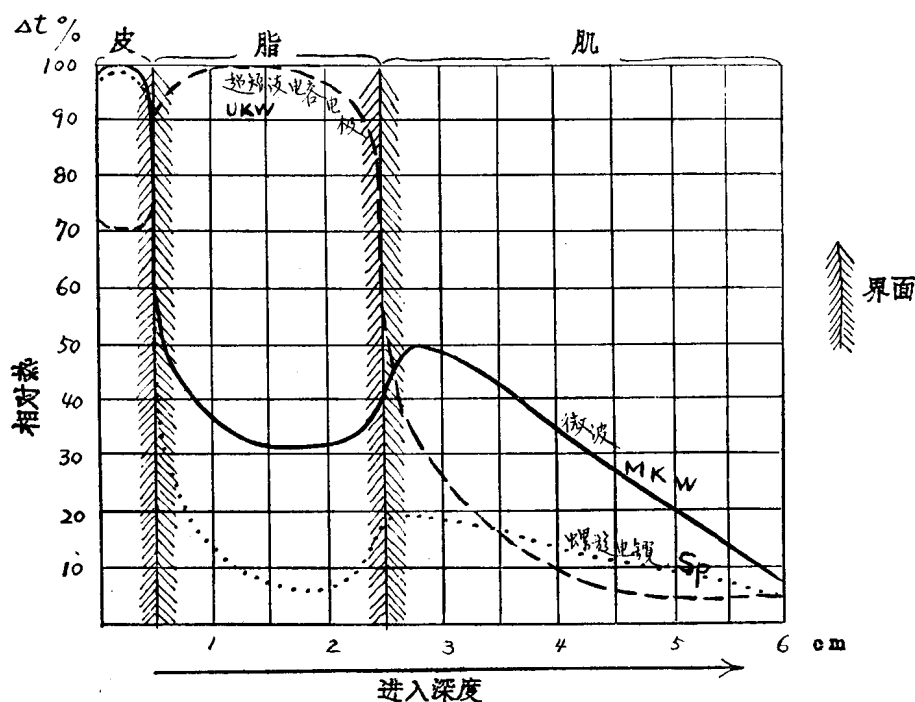


图6 几种高频电作用于皮、脂、肌组织时之热分布和比较
UKW—超短波电容电极；MKW—微波；Sp—短波电极

二、作用多限于单侧：由于微波象光一样从辐射器发出并投射到人体上，治疗时一般只用一个辐射器，故作用于人体的一侧时则无法同时作用于其对侧，例如治疗关节内侧就不能同时治疗其外侧；但其他高频电疗往往是采用双电极的，因此就没有微波的这种缺点。

三、微波的剂量虽比短波和超短波准确，但仍不够理想，虽然新近已设计出反射式吸收剂量计，但仍未普及应用。

由于上述原因，在高频电疗中采用了微波之后，虽然克服了其他高频电疗法的一些缺点，但却不能完全应用微波来取代其他高频疗法。

第三节 微波疗法之生物物理学和实验基础

一、微波治疗时之情形和组织细胞对微波之等价电路

微波治疗时应用圆形或长形的辐射器与皮肤相隔一定的距离，将经过反射罩反射并合成束的微波辐射到人体上(图7)。

人体由许多细胞和细胞间质组成，这些物质对于微波等高频电磁场来说相当于数值不同的电阻、电容和电介质(图8)。

细胞间质、细胞浆和核内容物均为电解质或胶体液，它们相当于一些电阻，如图8乙中的 R_5 、 R_3 和 R_1 ；但细胞膜的电阻较大而且具有电介质的性质，故相当于一个由电阻与电容

并联而成的支路如图 8 乙中的 R_4 、 C_4 、 R_2 、 C_2 。当电磁场于某瞬间由左至右地通过细胞及其间质时，一方面可绕过电阻大的细胞膜而经电阻小的细胞间质流过如图 8 甲中之路线 A；另一方面又可直接由左至右地经细胞膜、细胞浆、核膜、核内物质、核膜、细胞浆、细胞膜而过，如图 8 甲中之路线 B。因此总的看来相当于 A 与 B 两个大的支路并联在细胞之内，构成了图 8 乙之等价电路。

已如前述，当电流的频率较低时由于细胞膜的电容小而呈现很大的容抗，因此电流

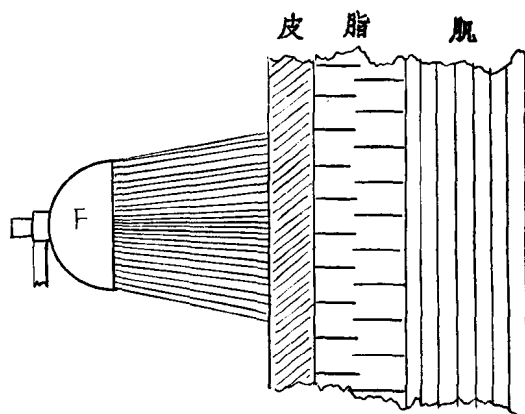


图 7 微波作用于人体时的情形，F—微波辐射器

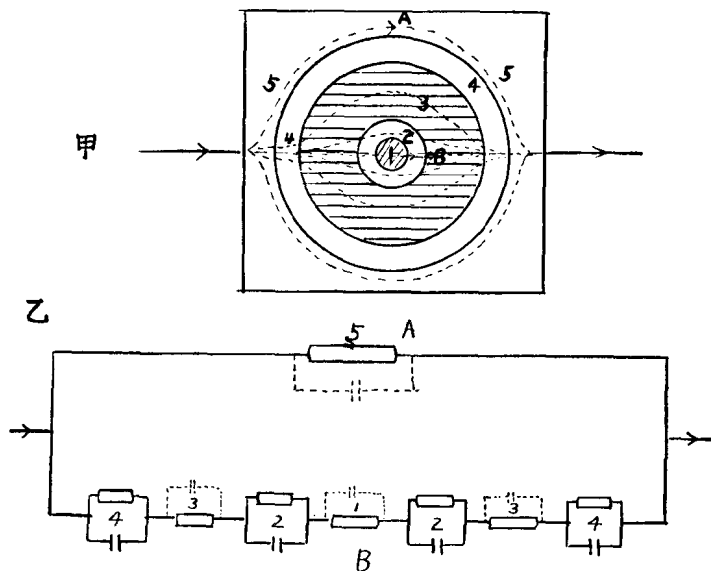


图 8 微波通过细胞时之模式图及其等价电路

1—细胞核；2—核膜；3—细胞浆；4—细胞膜；5—细胞间质，图乙虚线表示电磁波频率上升时组织可能呈现之电容性很难通过 C_4 、 C_2 ；另一方面细胞膜的电阻 R_4 、 R_2 又比细胞间质的电阻要大得多，正因为如此，电流绝大部分不经支路 B 而多流经支路 A，所以频率低的电流多绕过细胞膜而在细胞间隙中穿过(图 9 甲)。

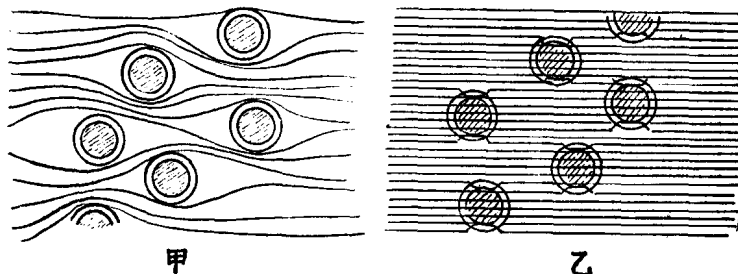


图 9 低、高频电流通过组织时之途径、圆圈为红血球之模式。

甲—低频；乙—高频