

# 中频电疗法

王凭



#### 一、概述

应用频率1~100 kHz的脉冲电流治疗疾病的方法,称为中频电疗法 (medium frequency electrotherapy MFE)。

基于周期同步原则,中频电流脉冲周期短,频率高,不能一对一引起神经肌肉兴奋,需要综合多个周期才能引起一次兴奋--中频电刺激的综合效应。

## 中频电流的分类

常用频率在2000~8000HZ之间

基本波形为正弦交流电

干扰电 疗法

- 传统干扰电疗法
- 动态干扰电疗法
- 立体动态干扰电疗法

等幅正 弦中频 电疗法

- 音频电疗法
- 音频电磁场疗法
- 超音频电疗法

# 调制中 频电疗法

- 正弦调制中频电疗法
- 脉冲调制中频电疗法

#### 低频电 混合电 疗法

- 音乐电疗法
- 波动电疗法

#### 目前广泛应用于临床的电脑中频治疗仪,一般含60~99个处方,包含上述各疗法,以及专病专用处方

表 3-2 电脑中频程序治疗处方

程序编号	处方名称	程序编号	处方名称
- 1	软组织损伤	11	腰肌劳损
2	周围神经损伤	12	胃下垂
3	骨关节病	13	偏瘫
4	坐骨神经痛	14	软化瘢痕、消散粘连
5	腰椎间盘突出	15	盆腔炎、乳腺炎
6	风湿、类风湿	16	肾衰竭(早期)
7	局部减肥	17	尿路结石、胆结石
8	肩周炎、阿球肘炎	18	高血压病
9	颈椎病	19	失眠、神经衰弱
10	骨质增生	20	面神经麻痹

- 4. 调频: 即频率调制的简称。
- 5. 调幅:振幅调制简称为调幅。

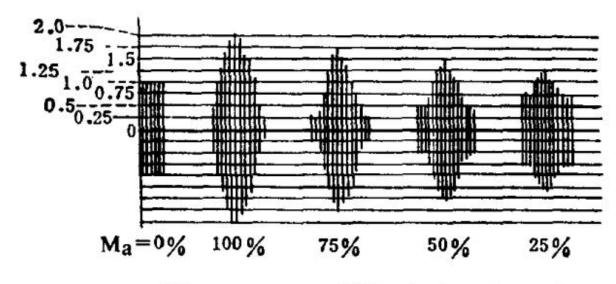


图 2-10-26 不同调幅度时的波形 (Ma: 调幅度)

#### 三、基础知识

- 调制: 使较高频率电流的幅度和/或频率随着较低频率的幅度和 频率变化的过程。
- 载波:在调制波中,被低频调制的中频电流为载波。
   载送低频信号的较高频电流称为载波。
- 3. 载频: 载波的频率称为载频。





#### 四、中频电流的特点

1.双向电流无电解作用 , 人体耐受性好。

注意: 半波低频调制中频电流是有极性的, 有电解作用。

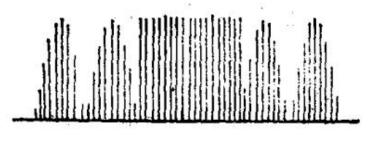


图 2-10-24 正半波的等调波



2.与低频电相比,能克服更大的组织电阻,能作用到更深的组织。

人体组织在电学上兼有电阻与电容的特性。人体组织对不同频率电流的阻抗不同,对低频电的阻抗较高,随着电流频率的增高,人体的阻抗逐渐下降,中频电流可以较多进入人体,能达到较深的范围,体现出其对自主神经及内脏的影响。



3.也能兴奋神经肌肉--强烈的中频电刺激与综合效应。

引起肌肉收缩的阈值比疼痛的阈值低得多:收缩阈痛阈分离。

4. 低频调制中频电流兼备低、中频电的特点。

低频电的缺点:对皮肤刺激大、作用浅、有电解作用。 微电脑调控中频电的电流频率、波形、幅度不恒定,常选用两种 以上电流,患者不容易产生适应性。



#### 五、中频电疗的治疗作用

(一) 促进局部血液循环作用 50~100Hz的低频调制中 频电流,有明显的促进局部血和淋巴循环的作用。

即时的充血反应:轴突反射、三联反应、血管活性物质等; 多次治疗后血液循环的改善是单次作用的累积效应以及自主神经功能调整的结果;

深部与远隔部位的血液循环改善与自主神经功能调整有关。

#### (二)镇痛作用

1. 即时镇痛:治疗后持续数分钟-数小时。

神经机制: 闸门控制学说(粗纤维)

皮层干扰假说

体液机制: ∫内源性吗啡样物质的产生 5-HT ↑

2. 多次治疗后的镇痛作用 产生即时镇痛作用的各种因素; 局部血液循环持续改善的结果。



#### (三)消炎作用

中频电作用后局部组织的血液循环改善,组织水肿减轻,炎症产物的吸收和排除加速,局部组织的营养和代谢增强,免疫防御机能提高。

#### (四) 软化疤痕, 松解粘连

中频电刺激能扩大细胞与组织的间隙,使粘连的结缔组织纤维、肌纤维、神经纤维等活动而后得到分离。





#### (五) 增加生物膜通透性

增加细胞间隙,促进药物离子、分子透过活性生物膜。

#### (六) 刺激运动神经锻炼肌肉

引起正常骨骼肌和失神经肌肉收缩、锻炼肌肉、防止肌肉萎缩。并有提高平滑肌张力作用。

### 六. 中频电疗机操作注意事项

- (1) 中频电疗机特别是微电脑控制的治疗机应与高频电疗机分开,分设于两室,至少应将两者的电路分开, 以免中频电疗机的工作受高频电磁波的干扰影响。
- (2) 使用治疗机前应检查治疗机能否正常工作,电极、导线等是否完好,导线插头、导线夹等是否牢固,不得将有故障、破损、接触不良的治疗机或附件用于治疗。

(3)治疗时患者不要接触机器,不可随便活动;中频电治疗时,患者治疗部位的金属物品(如手表、发夹、首饰等)应予除去,体内有金属异物(如骨科金属固定物、金属碎片、金属节育环等)的部位,应严格掌握电流强度,<0.3mA/cm²方可避免组织损伤。

- (4) 选择适合治疗部位的电极、衬垫,尽量使病灶位于两电极中间; 电极和夹子不可接触皮肤,以免电流灼伤;电极质地应柔软可塑,其 弯度应与治疗部位的轮廓相一致,务使电极、衬垫与皮肤均匀接触。
- (5) 电极不能在心前区及其附近并置和对置治疗;有心脏病患者,电流不宜过强,并注意观察病人反应,如有不良反应立即停止治疗; 孕妇忌用于下腹部、腰骶部及邻近部位治疗。佩戴心脏起搏器者不得进行中频电治疗。

(6) 治疗电流量的调节应根据治疗的要求和患者的感觉, 瘢痕部位、浅感觉障碍或血液循环不佳的部位治疗时, 电流强度的调节不应以患者的感觉为准。

电流密度通常为0.1-0.3mA/cm<sup>2</sup>, 最大不超过 0.5mA/cm<sup>2</sup>。

一般以感觉阈、运动阈、耐受限为基本标准进行调整。

- (7) 治疗期间注意观察有无副反应,如有头晕、 头痛、胸闷、嗜睡等症状发生,应及时调节电 流强度或停止治疗。
- (8) 治疗时电极板要充分和皮肤接触,使电极下电流均匀分布。中频电流虽没有电解作用,但在治疗时电极、导线夹等直接接触皮肤或电极不平而使电流密集某处,仍可造成皮肤损伤。

### 音频电疗法

- •应用1000~20000Hz等幅正弦电流治疗疾病的方法, 称为音频电疗法(audiofrequency current therapy)
- •又称等幅中频正弦电疗法。

音频电疗机输出的电流多为2000Hz,或为2000Hz、4000Hz两种频率,少数为2000~8000Hz。多数治疗机为塑胶的电极。



# 音频电疗法 临床应用

· 适应证 瘢痕疙瘩 (对蟹足肿无效) 、纤维结缔组织增 **生、肥厚、粘连、挛缩**,关节纤维性强直,肌肉、韧带、 关节劳损,颈肩背腰腿痛,**狭窄性腱鞘炎**、风湿性肌炎、 关节炎,周围神经病损(神经炎、神经痛等),外伤后 或术后皮下**浸润粘连**、血肿机化,注射后浸润、浅静脉 炎后残留硬索状肿块、**声带肥厚**、乳腺小叶增生、外伤 后或**术后肠粘连、内脏粘连、腔道内粘连狭窄**等。慢性 炎症(如慢性盆腔炎、附件炎、前列腺炎、腹腔盆腔感 **染后残留炎性包块等**)。平滑肌张力低下疾病与尿路结 石。

# 音频电疗法 临床应用

#### 禁忌证

急性感染性疾病、肿瘤、出血性疾病、 严重心力衰竭、肝肾功能不全,局部有 金属异物、心区、孕妇腰腹部,带有心 脏起博器者。



### 干扰电(又名交叉电流)疗法

是将两种不同频率的正弦电流,交叉地输入人体,在电力线的交叉部位形成干扰场,在深部组织产生低频调制的脉冲电流,以治疗疾病的一种方法。

(interferential current therapy, ICT)

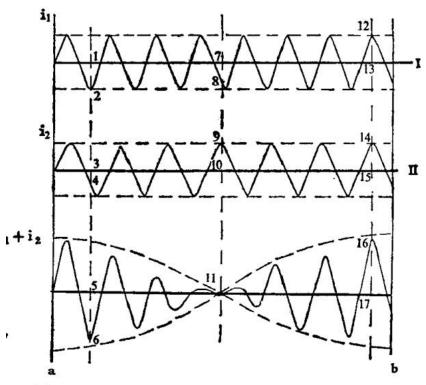


图 2-10-6 不同频率的两种正弦电流综合的结果

由图 2-10-6 可知: 两种频率不同但幅度稳定的电流重合后,得出一种新的电流; 此电流的固有频率为 (fi<sub>1</sub> + fi<sub>2</sub>)/2; 其幅度却发生了变化,其变化的频率为 fi<sub>1</sub> - fi<sub>2</sub>。

设  $i_1 = 4100 Hz$ 、 $i_2 = 4000 Hz$ ,则合成电流之固有频率为(4000 + 4100)/2 = 4050 Hz,仍在中频范围,但幅度却发生 4100 - 4000 = 100 Hz的变化,因此就得出由 100 Hz的低频调制的 4050 Hz的中频脉冲,其情况之示意如图  $2-10-7(1)\sim(3)$ 。

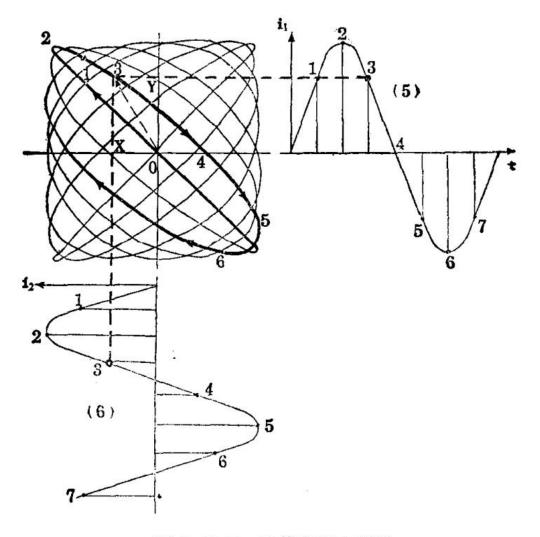
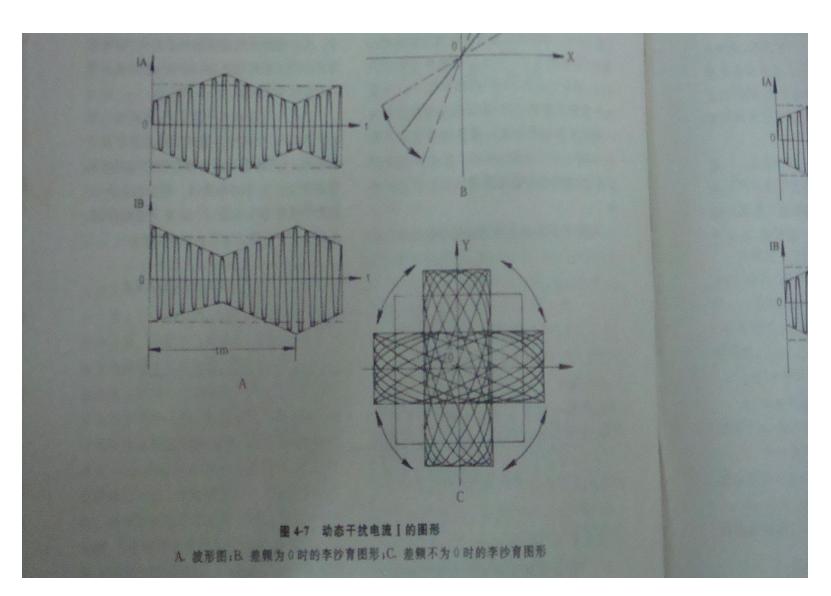


图 2-10-7 干扰电流之图形

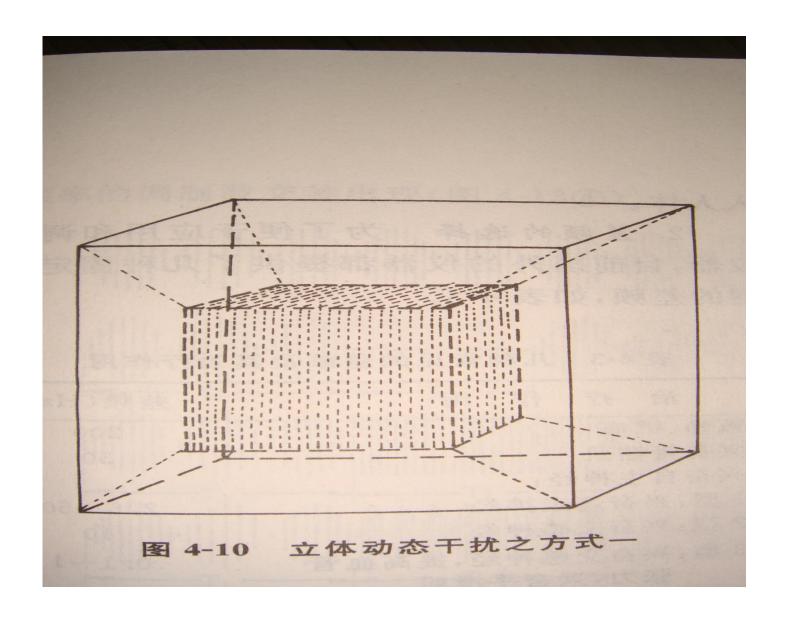
### 解读内生低频调制中频电形成原理

#### 原文引自郭万学-理疗学-P151

但交叉干扰时,其情况有所不同,即上述变化不是到处均有,而是理论上仅产生在 交叉处,因此只有此处才产生低频的脉动,在电极下则无之,另一方面,交叉处的变化, 是一旋转的向量改变, 其情况如图 2-10-7 之(4)。图 2-10-7(4)实由电流(5)( $i_1$ )和电流 (6) (i<sub>2</sub>) 交叉干扰而成, (5)、(6)之 1、2、3、4、5、6、7、8 为各个时间片段, 由于(6)的 频率比(5)高,所以在相同的时间内(6)比(5)多出 $\frac{1}{2}$ 个半波左右。(5),(6)交叉于(4)时,(5) 中之1与(6)中之1(以下均以曲线幅度计)垂直相交于(4)上,在(4)左上角内得出相应的 交点 1; (5)中之 2 与(6)中之 2 垂直相交在(4)的左上角,得出相应之 交点 2; (5)中之 3 与 (6)中之3垂直相交在(4)的左上方,得出相应之交点3,如是往后可依次得出(4)中之4、 5、6、……各点如(4)中之粗线所示。若(5)、(6)二曲线继续延续下去,则得出(4)中的整个 图形。







一般电极 由铅板和一层绒布组成,常用有50cm<sup>2</sup>、100cm<sup>2</sup>、200cm<sup>2</sup>等几种。

现多用硅(塑)胶电极。

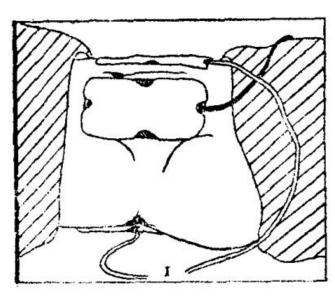


图 2-10-14 胃肠部的治疗

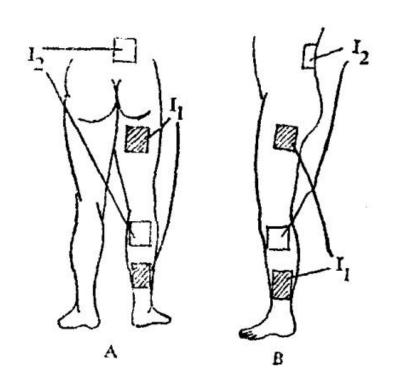


图 2-10-15 坐骨神经的治疗



#### 四联电极 四个电极嵌在一块绝缘海棉上,做小部位治疗用。

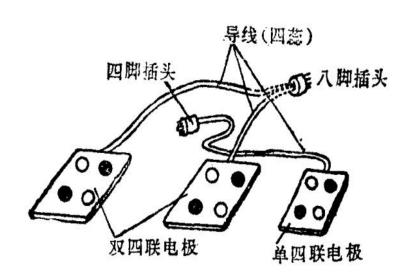
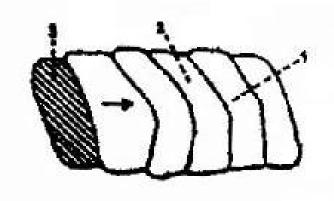
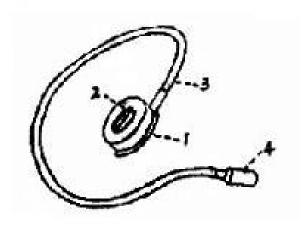


图 2-10-16 四联电极图

### 手套电极





#### 手套电极

- 1.固定带 2.电极外套
- 3.铅板(抽出少许)
- ←示伸入方向

#### 吸盘电极

- 1.吸盘2.吸盘内的电极板
- 3.内有导线的抽管4.插头



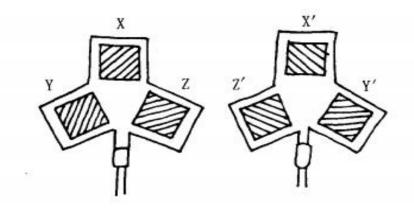


图 3-3 立体动态干扰电疗用星状电极

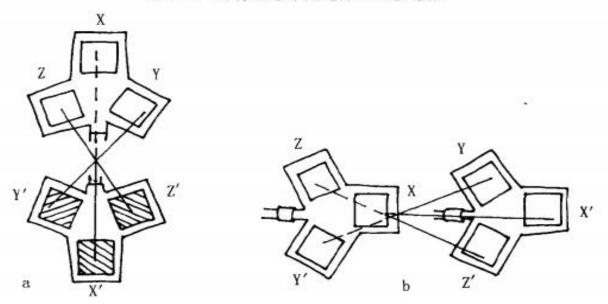


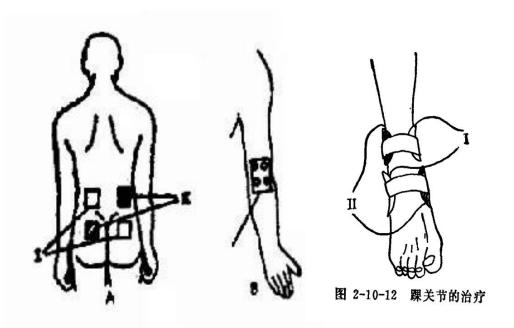
图 3-4 立体动态干扰电疗时电极的放置方法 a. 对置法; b. 并置法。

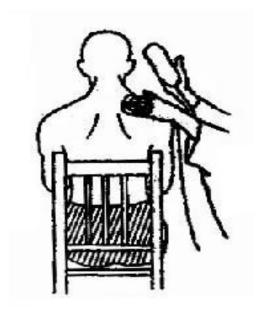
#### 1.固定法

治疗时电极的位置固定不动, 用一般电极或四联电极,应尽 量使两路电流在病灶处交叉。

### 2.移动法

使用手套电极在治疗 部位固定或移动治疗。







差频	作用
∫ 100Hz	1. 抑制交歐神经, 多作用于交歐神经节
(90~100Hz	2. 镇浦
50~100Hz	<ol> <li>强度达到引起肌肉收缩时,有明显的震颤感,可通过掩盖效应 或兴奋粗纤维而达到镇痛目的。</li> </ol>
	2. 促进局部血液循环
	3. 促进渗出物吸收
	4. 缓解肌紧张
25~50Hz	1. 对正常骨骼肌可引起强直收缩
	2. 促进局部血液循环
20~40Hz	1. 兴奋迷走神经
	2. 扩张局部动脉
	3. 使正常骨骼肌发生不完全强直收缩
1~10Hz	1. 兴奋交瞰神经
	2. 使正常肌发生单收缩
	3. 使失神经肌发生收缩 (1~2Hz±)
	4. 使平滑肌收缩 (1~2Hz±)
0~100Hz	作用广泛,兼具上述各种作用,但因总作用时间不长,各频率出现的时间过短,针对性不像以上各段那样明显

• 调制中频电疗法 (modulated medium frequency current therapy, MMFCT)

是一种低频调制的中频电流,中频电流幅度随着低频电流的频率和幅度的变化而变化。

其载波频率为2000-5000Hz,调制波频率10~150Hz,调制深度(幅度)0-100%。

调制中频电具有低、中频电流的特点和治疗作用。



正弦调制中频电流: 以低频正弦波调制的中频电流称为正弦调制中频电流。

**脉冲调制中频电流**:应用多种低频脉冲电流调制的中频电流,称为脉冲调制中频电流。

低频调制波频率多为1~150Hz。

波形:正弦波、方波、三角波、梯形波等,

中频载波频率多为2~8KHz。

调制幅度为0~100%。

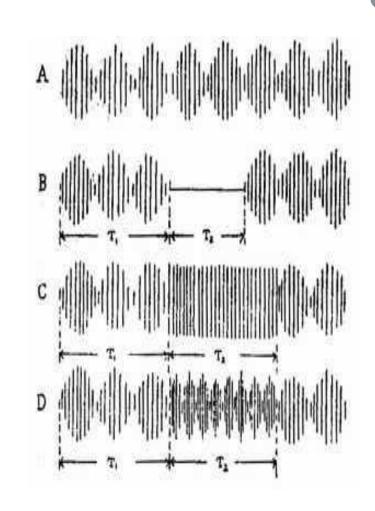
调制中频电流因调制方式的不同变分为四种波型:连调、断调、间调和变调。电流的波形、幅度、频率、调制方式不断变化。



### 调制中频电流有四种形式

- 1.连续调制波 调制波连续出现, 简称连调。
- 2.断续(交替)调制波 调制波断续出现,简称断调(又称交调)。
- 3.间歇调制波 调制波与未调制波间歇出现,简称间调。
- 4.变频调制波 两种频率不同的调制波交变出现,简称变调。

四种波型电流均可以全波或正、负 半波形式出现。



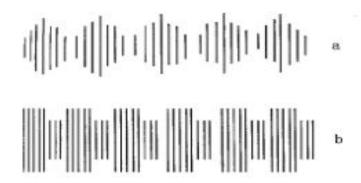


图 3-7 连续调制波

a.正弦调制中频电流连调波;b.脉冲方波调制中频 电流连调波。

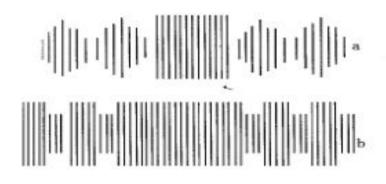


图 3-9 间歇调制波

a.正弦调制中频电流间调波;b.脉冲方波调制中频 电流间调波。

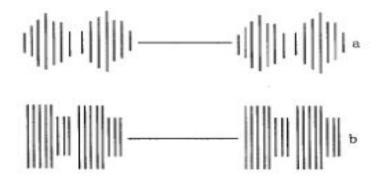


图3-8 断续调制波

 a.正弦调制中频电流断调波; b.脉冲方波调制中 频电流断调波。

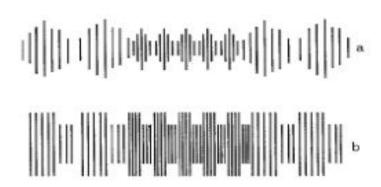


图 3-10 变频调制波

 a. 正弦调制中频电流变调波; b. 脉冲方波调制中 频电流变调波。

### 调制中频电流的特点

- 1.用10~150Hz的低频电流调制的"外生"中频电流。兼有低、中频两种电疗的特点。
- 2.不同波型和频率交替出现,可以克服机体对电流的适应性。
- 3.调幅波(或调制深度)可以改变,用以改变刺激的强度。调制深度小(25-50%)电流的兴奋作用弱,调制深度大(75-100%)电流的兴奋作用强。
- 4.断调波型中,加入可调的断电时间,以使治疗失神经肌肉时,可让肌肉得到不同时间的休息,克服了干扰电流中无通电间歇或间歇过短的缺点。
- 5.选用半波的调制波型电流时,有类似间动电或直流电的作用。可以作药物离子导入用。而它具有更显著的刺激作用及对深部组织的刺激和改善营养的作用



### 不同波型的主要作用特点

- 1. 连调波: 止痛和调整神经功能作用、适用于刺激植物神经节。
- 2.断调波:适用于刺激神经肌肉。
- 3.间调波与变调波:有显著的止痛,促进血液循环和炎症吸收的作用。

### 音乐疗法

- ・按照音乐节奏产生电流治疗疾病的方法
- ・患者同时接受音乐和音乐电流的治疗。





#### 音乐电流的特点

音乐电流既有低频电流成份, 又有中频的成份。

为一定的节律、频率和幅度不断变化的不规则正弦电流,以低频为主,中频为辅,是名副其实的"音频"电流。

电流与音乐同步。

患者对音乐的爱好和欣赏能力 与治疗效果有密切关系。

### 音乐对人体的治疗作用

- ◎精神神经系统
- ∞心血管系统
- ∞呼吸系统
- ∞内分泌系统







# 附1 八种低中频电流的作用比较

小汤山疗养院对八种电流(阳极直流电、阴极直流电、 感应电流、间动电流、超刺激电流、干扰电流、正弦调制中频电流、音频电流)作用人体腰部后立即及疗后
15分钟分别测定痛阈和皮肤温度一次,比较了它们的止痛和促进局部血循环的作用。



## (一) 止痛作用比较

- 1.即时止痛 正弦调制中频电流、干扰电流、间动电流显著优于音频电流、超刺激电流、阴极直流电、阳极直流电和感应电。
- 2. 较长时间止痛 干扰电流、间动电流和超刺激电流。

### (二)促进局部血循环作用比较

- 显著引起皮肤温度升高:干扰电流、直流电及间动电流,其次为超刺激电流。
- ・干扰电流、间动电流和超刺激电流是临床上优先选用的低、中频电疗法。

### 附2.补充概念 强度变率及意义

强度变率概念: 顾名思义, 是指单位时间内电流强度变化的多少。

神经、肌肉对电流的适应能力大小可以用为引起其兴奋所需的电刺激的强度变率来表示,所需的强度变率越大,表示其适应能力越强。

为引起兴奋所需的电流强度变率:

正常神经 > 正常肌肉 > 病肌 (失神经肌)

适应能力大小为同一顺序。

由于病肌(失神经肌肉)适应能力差,能引起正常神经、肌肉运动反应的电流(如方波)无法引发病肌的运动反应,故必须选择适于病肌的强度变率较小的三角波、锯齿波、指数曲线波进行神经肌肉电刺激。



### (1) 失神经肌电刺激 (三角波 ) 参数选择

附3

9. t升、t降、t宽、t止的综合经验确定法,上述电刺激条件的确定,大多依据电诊断的结果,当无条件或不容许作电诊断时,可直接根据表 2-9-1 来决定刺激的条件,并通过试验找出最适宜的参数。

	t変	1升	t <sub>F</sub> #	t <sub>st</sub>
神经失用而肌肉无失神经	1ms	1ms	0	20ms
轻度失神经	10~50ms	10~50ms	1ms	50~150ms
中度失神经	50~150ms	50~150ms	30~100ms	500~1000ms
重度失神经	150~300ms	150~300ms	100~200ms	1000~3000 ms
极重失神经	400~600ms	400~600ms	200~300ms	1000~5000ms

表 2-9-1 治疗条件的最适宜参数

有时失神经程度不易清楚地区分,此时可在上述条件中选一相近的条件试验,总之以能达到选择性刺激反应为准。

### 引自郭万学-理疗学-P116

### 附3 (1) 三角波t升的经验确定、t降与t止的确定

(2) 根据经验确定法:对于 t<sub>H</sub>,根据经验,可作如下确定:

轻度失神经 70ms±

中度失神经 140ms±

重度失神经 280ms±

极重失神经 560ms±

对于 t降, 已如前述, 可取 t降等于 t升的劣或劣。

6. 脉冲间歇时间  $t_{\perp}$ 的确定: 为保证病肌于每次收缩之后有足够的时间休息, $t_{\perp}$ 至少应为  $t_{\Xi}$ 的二倍 即  $t_{\perp}=2t_{\Xi}$ ,这是起码的数值,但实际上往往需将  $t_{\perp}$ 确定为  $t_{\Xi}$ 的  $3\sim 5$  倍,即  $t_{\perp}=(3\sim 5)$   $t_{\Xi}$ 。

### 引自郭万学-理疗学-P115



#### 0-250Hz低频电特点

对运动神经和肌肉

1~10Hz: 可引起肌肉单收缩

25~50Hz: 可引起肌肉强直收缩

100Hz: 可引起肌收缩减弱或消失

对感觉神经:

50Hz: 振颤感明显

100Hz: 止痛

对血管:

1~20Hz: 增高血管张力

50~100Hz: 扩张血管

对植物神经:

4~10Hz: 兴奋交感神经

20~40Hz: 兴奋迷走神经

100~250Hz: 抑制交感神经

上述作用,均有重要的治疗意义。

