

绪 论

一、电针的产生和发展

电针是毫针与电结合用于临床的一种新兴的针刺疗法，它是将毫针的针刺作用与电刺激的生理效应综合作用于人体的一种治疗方法，所以它不仅提高了毫针的治疗效果，而且还扩大了针灸的治疗范围。

电针的形成，是在针灸学发展的基础上吸取了现代电子医学的理论，经过临床实践而逐渐产生的。电针的最初思想产生于国外，最早大约在 17 世纪，在针灸传到欧洲以后，引起了医学界极大兴趣。1810 年，法国医师贝利渥支 (Couis Berlioz) 在欧洲第一次施行针刺术，并提出在针上并用电流的想法；这种想法在 1825 年由法国医师萨朗第爱 (Sarlandiere) 实现，他第一次应用针刺加电流治疗神经痛及风湿病。1915 年，戴维斯 (Davis) 应用电针术治疗坐骨神经痛，并发表于布里斯托 (Bristol) 内、外科杂志上；1921 年，戈尔登 (Goulden E. A) 医师以电针术治疗神经炎等疾病获得成功，并在英国医学杂志上发表。在这一时期，电针仅被设想为个别地进行临床试验与应用，由于当时时代与技术条件所限，电针并未被推广和给予足够的重视，而且有人对这种电针术是否是“真正的中国针术”提出疑议。但从电与针的结合并初步应用于临床来分析，应当看作是电针技术的萌

芽，是电针的开始。

在国内，可能是在国外电针设想影响下，早在 1934 年就有人试制过“电针装置”，并通过临床应用进行总结，还在当时医学杂志上发表了论文。由于当时中医正处于被歧视、受限制的境地，所以未能引起医学界广泛重视。从 1953 年北京曾义宇医师著“针灸速成商榷”一文中载有“虽发明了电针器，但受反动政府的限制，仍无发展机会”；余平医师著的“金针电疗”一文载有“针上用电，早为业针灸者所注意，或则未敢轻予试尝，或则未得功效，或则已收功效而未公布，故至今尚未得到统一的结论和精确的方法”中可以看出，电针早在 1953 年以前已被我国医生应用于临床。

从以上片段资料中可以看出，在以前，电针仅是模糊的想象、萌芽的构思，其临床应用则属于零星的试探性质的，多数并无系统的实验研究和临床观察总结。由于电针尚属初起，人们对电针缺乏足够的认识，以及运用方法的欠妥，因而不能有统一的结论，造成对电针认识的偏颇和应用推广受阻。1955 年，陕西学者朱龙玉先生在总结前人经验和自己临床研究的基础上，提出以人体神经分布与经络相结合的“电针疗法”，并著书《中国电针学》，系统地阐述了电针原理、方法和临床治疗。此后，许多学者在临床用电针，扩大了电针临床应用的范围；同时还做了大量临床研究 with 实验研究，使电针疗法的临床应用得到肯定和推广。特别是 1958 年开展针刺麻醉以后，使得电针的临床应用得到了迅速发展。

随着新技术、高科技的发展，晶体管的产生和脉冲电流的临床应用，创造出许多新型的电针机，把电针技术推向了一个新的高潮。由于新的电针仪的出现，不仅扩大了电针的临床应用范围，而且在科学研究、边缘科学中的探讨、临床

实验研究等方面都有许多新的发展与成就。

二、电 针 的 优 点

1. 电流作用于人体时，电的生理效应也可以产生治疗作用，特别是对于治疗一些顽固难治的病症时，电针可有较好的疗效。

2. 能较长时间用一种或多种波形，可以用同一强度，也可变换强度进行电刺激，从而代替了长时间的运针，节省人力，提高工作效率。

3. 刺激量可随意连续调整，以适应不同病症和患者的要求，同时刺激强度可固定具体参数，以便于临床研究和实验研究。

4. 对于需要较强刺激量的病症，电针（脉冲电针）的强刺激比手捻操作的强刺激，病人较易于接受。

电针基础理论

第一章 基本电学知识和电针仪的主要性能指标

电针是传统针灸方法和电学、电子技术相结合的产物,是指用电针仪输出某种形式的电流,通过毫针或皮肤作用于人体经络穴位的一种治疗疾病的方法。医生在使用电针仪时,除了需要有坚实的医学诊断、治疗知识和经验,熟练的检查、治疗技能外,还应掌握有关电学的基本知识,正确理解电针仪输出波形各个参数的物理概念及其对人体的刺激作用,并且应当了解电针仪的原理,掌握仪器的性能和正确使用的方法。

第一节 基本电学知识

一、原子、原子核、电子和“自由电子”

世界上所有物质都是由化学元素构成的,任何一种物质的分子都是由化学元素的原子组成。原子是极其微小的,可是它却有非常复杂的结构。每个原子都有一个原子核和在核外沿一定轨道围绕原子核作高速旋转运动的若干个电子。原子核带有正电荷,电子带有负电荷。任何一种完整的原子,它的原子核所带的正电荷刚好等于原子核外围的所有电子带有

的负电荷之和，因此从整体来看，原子是一个电中性的微小粒子。

不同的原子，围绕其原子核作高速旋转运动的电子数目是不同的。金属原子的核外电子按照某种规律分布在几层轨道上，与其他元素相比，其最外层电子的数目较少。靠近其原子核内层轨道上的电子，与原子核之间的吸引力较强，所以不容易脱离原子核。但是，最外层轨道上的电子受核的吸引力较弱，所以很容易摆脱原子核的束缚，跑到轨道外面去，成为“自由电子”。正是由于这个原因，在很多金属中，存在着大量自由电子，这些电子不再受原子核的束缚，在分子或原子间进行着紊乱的、没有规律的运动，即“热运动”。

二、电流、电压和电阻

1. 电流

(1) 载流子与电流：电荷定向移动就形成电流。当我们把金属导体和一个电池接成闭合回路时，导体中的自由电子就会受到电池负极的排斥和正极的吸引，驱使它们朝向电池正极运动。自由电子的这种有规则的运动，就形成了金属导体中的电流。由于自由电子具有运载电荷的作用，所以把这种自由电子叫作“载流子”。

实际上，载流子并不只限于自由电子一种，另一种经常遇到的载流子是离子。化学知识告诉我们，某些物质溶解在水中以后，能形成具有多余电子或缺少电子的原子或原子团，即离子。有的离子带正电荷，称为正离子，如钾离子、钠离子、氢离子等；有的带负电荷，称为负离子，如氯离子、碳酸根离子等。能溶于水并形成离子的物质称为电解质，电解质分子在水溶液中分离成为离子的过程叫作电离。如果把两

块金属板浸入电解质溶液中,并把它们分别接到电池的正、负极上,于是,正离子就会向接负极的金属板运动,同时负离子向接正极的金属板运动,从而形成了电解质溶液中的电流。电针治疗时,在人体中通过的电流,其载流子就是离子。

(2) 电流的方向:电子或离子在导体或电解质溶液中,受外加电场力的作用而产生的电流有一定的方向。电学上规定,在电场力作用下,正电荷移动的方向作为电流的方向,即电流的方向是由正极流向负极。但上述有关自由电子运载电荷形成电流的知识告诉我们,电子和负离子的运动方向在导体或电解质溶液中是由负极流向正极,而正离子的运动方向在电解质溶液中是由正极流向负极。前人在规定电流方向的定义时,认为所有的电流均为“由正极流向负极”,其中当然也包括电流在金属导体中的流动方向,这是由于当时对电流的本质缺乏深入了解的原因造成的。后来当人们了解了物质的电结构,对电流的本质有了深入了解,才发觉这种规定的电流方向与金属导体内电子流动的实际方向刚好相反。但由于原“电流的方向是由正极流向负极”的规定沿用已久,人们已经习惯于长期沿用的概念,因此,现在仍然继续应用这种电流方向的人为规定。

(3) 电流强度:物体处于带电状态时即带有电荷。在电学上用“电量”这个术语来表示电荷的数量。电量最小的单位是一个电子的荷电量,但这个单位太小,实用上很不方便。因此,通常取库仑作电量的单位。

在导体中,每单位内通过导体任一截面的电量越多,其电流强度就越大。电流强度的实用单位是安培(A)。其定义为,在1秒钟内通过导体横截面上的电量若为1库仑,则电流强度就是1安培,即

$$1 \text{ 安培} = \frac{1 \text{ 库仑}}{1 \text{ 秒}}$$

安培的代表符号为“A”。在实际应用中，还把1‰安培称为毫安（mA），把1‰毫安称为微安（μA）。

2. 电压

电子或离子在导体中产生定向流动的能源可由电源提供。在电源内部进行能量转换的过程中，使正极缺少电子，负极相应有多余电子，由此建立并维持正极和负极之间具有一定的电位差，即正极电位高于负极的电位。如果把导体和电源的正、负极相连，构成一个电回路，导体两端就会有电势差，即电压。实际上电压是由电源提供的，导体两端的电压是导体中产生电流的必要条件。

电压的基本计量单位是伏特。伏特的代表符号为“V”。在实际工作中，伏特、千伏（1千伏=1000伏特）、毫伏（1伏特=1000毫伏）和微伏（1毫伏=1000微伏）都是常用的电压计量单位。

3. 电阻

载流子在导体中做定向移动时，会碰到许多原子、离子等物质，从而受到阻力。导体对电流的阻碍作用叫导体的电阻。在一定温度下，它是由导体本身的特性决定的，即由导体的材料性质（电阻率）、长度和截面积决定。一般说来，导体的长度越长、截面积越小，其导电率就越小，即其电阻值就越大。金属导体的电阻与它两端的电压和导体中的电流无关，而电解质溶液中的电阻值，除了与溶液中的物质性质有关外，还会受通电过程溶液发生的电离、电解等作用的影响，情况较为复杂。

计量电阻的基本单位是欧姆，其代表符号为“Ω”。如果

在电路两端所加的电压是 1 伏特，流过这段电路的电流是安培，这段电路的电阻就规定为 1 欧姆，即

$$1 \text{ 欧姆} = \frac{1 \text{ 伏特}}{1 \text{ 安培}}$$

三、电压、电流和电阻三者间的关系——欧姆定律

在导体两端加上电压就能产生电流。电流通过导体，不可避免地会遇到电阻。德国物理学家欧姆经过大量的实验研究了电压、电流和电阻三者间的关系，总结出一条最基本的电路定律——欧姆定律。

欧姆定律指出：在一个闭合电路中，电流强度与电源的电动势成正比，与电路中的电阻成反比，即

$$\text{电流} = \frac{\text{电动势}}{\text{电阻}}$$

欧姆定律也完全适用于不包含电动势的任何一部分电路，即部分电路的欧姆定律。部分电路的欧姆定律确定了电路中任何一段导体的电流、电压和电阻的数学关系，即

$$\text{电流} = \frac{\text{电压}}{\text{电阻}}$$

根据这个关系式，可以计算某一段电路中，电压、电流和电阻三者间的关系，如知道其中任何两个因素的数据，即可求出另外一个因素的数据。在使用电针时，可根据电针仪加到人体上的电压值，以及参考电极与针电极间的极间电阻值，计算出流过人体的电流值。

四、电功和电功率

电流做的功叫电功。电流做功的具体表现是把电能转换成其他形式的能，如光能、热能和机械能等。电灯照明、电热器取暖、电机的转动等都是电功的表现和实际应用。电流在一段电路上所做的功，与这段电路两端的电压、流过的电流强度以及通电的时间成正比，即

$$\text{电功} = \text{电压} \times \text{电流强度} \times \text{时间}$$

计量电功的基本单位是焦耳。

$$1 \text{ 焦耳} = 1 \text{ 伏特} \times 1 \text{ 安培} \times 1 \text{ 秒}$$

单位时间内电流所做的功叫电功率。电功率计量的基本单位是瓦。1瓦就是在1秒钟内电流做了1焦耳的功。在电功率很大的场合，则常用千瓦作为电功率的计量单位，1千瓦=1000瓦。在电功率很小的场合，则常用毫瓦等做为电功率的计量单位，1瓦=1000毫瓦。电针仪的输出电功率一般用毫瓦计量。

五、直流电、交流电和脉冲电

直流电是指导体中电流方向或电子运动方向恒定不变的电流，干电池或蓄电池可提供直流电。直流电可分为两种情况：

(1) 平滑直流电：电流方向和电压幅度皆不随时间变化。

(2) 脉动直流电：电流方向不变，电压幅度随时间变化。

交流电，又称交变电流，是指大小和方向均随时间按一定规律发生改变的电流，由发电厂和电力网提供的电流即为交流电。

脉冲电，是指在极短时间内出现的电压或电流的突然变

化，即电量的突然变化构成了电脉冲。如果脉冲电带有直流成分，则属于脉动直流电；若没有直流成分，则为交流电脉冲。

在当今世界上，人类已经把电能作为一种极为重要的能源。电能的应用已深入到人类生活的各个领域，其中医学也不例外。现在已无法想象人类离开电能将如何维持其文明生活，其中医学也不例外。每一个医生，一方面要学会如何掌握电能知识及有关仪器设备为患者造福，同时也需要对电可能造成对人体的危害有足够清醒的认识。

直流电通过人体组织，除在通电和断电时人体能感到明显的刺激作用外，在持续通电期间，一般人是不会有什么感觉的。但是应强调指出，尽管在持续通电期间没有什么感觉，却不等于电流对人体不产生作用，只不过这种作用没有达到人体的感觉阈值，没有被人体感受到罢了。实际上，直流电通过人体组织时，会对人体组织产生一系列影响，如能使可兴奋组织（神经、肌肉组织等）的兴奋性发生电紧张性变化；引起细胞组织和组织液发生极化、电解、电泳等；并有产热作用等。若使用电针，还会因直流电的电解作用引起针体缺损，使针易于折断，造成体内断针等医疗事故。因此，目前使用的电针仪早已不用直流电的输出方式。

正弦波类型的交流电，由于波形过于规律，电压或电流的变化率不够大，对机体的刺激作用相对较弱，加之有较强的产热效应，一般也不适于电针临床应用。在电针仪中已广泛使用脉冲技术后，正弦波交流电输出式的电针仪早已被淘汰。至于用市网供给的220V交流电作为电源，只经过变压器降压就输入人体进行治疗的“电针仪”，由于它具有很多不安全因素（如易发生触电事故），早就被废止了。

生理学指出，使人体组织产生兴奋的刺激因素要满足三个条件，即：足够的刺激强度、足够的刺激持续时间和足够的强度变率。脉冲电由于每个脉冲前沿和后沿很陡，即每个脉冲是在极短时间内出现电压或电流的突然变化，从产生兴奋对刺激因素的要求角度进行分析，脉冲电在单位时间内的强度变率很大，且由于电子脉冲技术的日臻成熟，可以根据需要控制脉冲幅度、宽度和持续时间。因此，电脉冲可以对人体组织构成有效的、易于控制的刺激；另外，还由于每个电脉冲的持续时间很短，在一定限度内，对人体是安全的。目前市场上的电针仪，其输出波形都采用脉冲电方式，用电脉冲来刺激人体。但是，也应注意到脉冲有正负脉冲之分。如正负脉冲的面积不相等，就可能有直流分量。这种直流成分亦会使人体组织产生电解、电渗、电泳和极化作用，长期反复使用电针时，也会腐蚀针体，使毫针易于折断。因此，在选择和使用电针仪时要考虑到这个问题。

医学上现已广泛应用各种电学仪器，电针仪即为其中的一种。如果使用不当，如加到人体上的电流过大，不但不能取得好的治疗效果，而且可能对人体造成危害；如果使用的仪器用市网交流电作为电源，若仪器是金属外壳，在某种情况下可能带电，不小心则会发生触电事故。业已证明，当 $1\text{mA } 50\text{Hz}$ （市网交流电）电流通过人体时，就会使人产生不舒服的感觉；若通过人体的电流加大到 10mA ，就会危及生命。电流通过人的心脏或大脑，危险性最大。如果触电时电流是从人体的一只脚到另一只脚，电流的 0.5% 会通过靠近心脏的部位；如果电流的通路是由头到脚或由脚到头，或从一只手到另一只手，即通过人脑所在的头部和心脏所在的胸腔，无疑将大大增加危险的程度。因此，医生在临床上使用

电学仪器时，决不可掉以轻心。

第二节 电针仪的主要性能指标

我国从 50 年代后期开始，在针灸临床上广泛运用电针进行治疗。30 多年来，由于电针具有许多独特的优点，主要是由于它的治疗作用明显、肯定，加之各种型号的商品电针仪应运而生，给进一步普及电针创造了条件，所以电针在中华大地上几乎遍地开花，电针已成为针灸治疗的常规手段之一，在解除病人的病痛上发挥了巨大的作用。电针的发展势头至今仍方兴未艾，现在世界上已有许多国家和地区的医生在使用电针。

随着人们对电针认识的深化，加上电子学技术的飞跃发展，电子科技人员和有关电子生产部门不断推出一代又一代新的电针仪。在电针治疗的初期，曾经有人用过直流式电针仪，即输出直流电去作用于人体，由于这种仪器在临床应用上存在许多明显的问题，所以它并没有多大生命力，很快就被淘汰。后来又出现了交流式电针仪和蜂鸣式即感应式电针仪。交流式电针仪是利用感应电的工作原理，将市电供给的交流电经变压器降压后，通过感应线圈输出电流；蜂鸣式电针仪利用类似电铃的工作原理，通过机械振荡，将直流电变为脉冲式电流。虽然这两类电针仪的制作工艺简单、造价也低，但它们工作不稳定，输出频率等刺激参数不能根据治疗需要进行定量调节，在临床上很不适用；再加上已认识到在临床上使用交流式电针仪进行治疗亦不合适，以及使用蜂鸣式电针仪时噪声过大等问题，所以，这两类电针仪有如昙花

一现，很快便消声匿迹了。最后，电子科技人员推出了由电子电路控制的电脉冲式电针仪。由于用脉冲电进行治疗符合人体生理对刺激的要求，加之这种电针仪的各主要输出参数能使医生根据治疗需要方便地进行调节，使用时可取得明显的疗效。所以，很快就获得了医生和患者的青睐，至今仍保持着旺盛的生命力，牢牢地占领着市场，很快地得到普及。随着电子技术日新月异的发展，脉冲式电针仪也经历了从电子管到晶体管、集成电路的发展过程。现代的电针仪体积小、重量轻、工作可靠、耗电量少、便于携带，有的还应用了电子计算机技术，使之具有一定的智能功能，更加适应治疗要求。

目前市场上大量出现的电针仪，其输出波形基本上都是交流电脉冲。有的波形单一，有的采用由几种波形混合形成的复合波。各种型号电针仪彼此间在功能的繁简、波形的组合方式，以及输出能力和路数等方面有一定的差别，特别在是否有直流分量方面，有的考虑比较周到，有的相对较差。

本节将对电针仪的主要性能指标即各主要输出参数，进行简要的介绍和讨论。由于电针仪输出的基本波形是电脉冲，在讨论电针仪的输出参数时，亦以“脉冲”为基础。

一、电脉冲的主要参数

在极短时间内电压或电流发生突然跳变即形成电脉冲。用电子示波器可对电脉冲的波形进行观察。常见的脉冲波形有矩形波、尖峰波、三角波和锯齿波等，具体形状如图 1-1 所示。



图 1-1 常用的电脉冲波形图

图 1-1 常用的电脉冲波形图

典型脉冲波形见图 1-2。为了说明脉冲波形的特征，在电子学中给它规定了一些参数。与电针作用关系密切的主要参数为脉冲幅度和脉冲宽度。

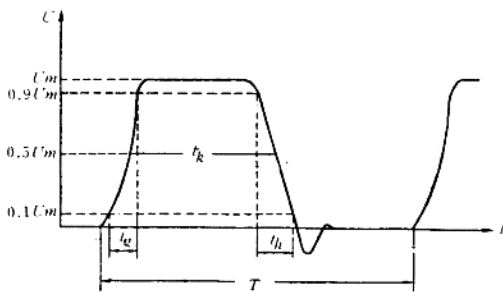


图 1-2 典型脉冲波形图

U_m —脉冲电压； t_g —脉冲前沿时间； T —脉冲的重复周期；

t_K —脉冲宽度； t_h —脉冲后沿时间

1. 脉冲幅度

一般指脉冲电压或电流的最大值与最小值之差，也指它们从一种状态变化到另一种状态的跳变幅度值。在图 1-2 中 U_m 即为脉冲幅度；脉冲幅度的计量单位是伏；如电压从 0V 到 30V 间进行反复的突然跳变，则脉冲幅度为 30V。在电针中脉冲幅度与电针的刺激强度有直接关系，一般在电针仪说