

· 继续教育园地 ·

对高频电疗法的认识与应用中的常见误区的解析

谭维溢

现代人工物理因子应用于医疗有百余年的历史,在我国得到广泛应用已超过 50 年,现在已普及到基层医疗单位,对一些伤病的治疗和功能康复起了重要作用,新疗法、新技术不断出现,学科不断发展。但是不可否认,有少数人员对人工物理因子认识不全面,有时应用不正确,甚至发生错误,在医疗、教学、科研和稿件中反映出来,其中一些问题看似浅显,有的甚至是老生常谈,但如果不及时纠正,不但会直接影响医疗质量和教学质量,贻误患者,贻误他人,而且会影响学科水平的进一步提高。本文仅就有关高频电疗法的基本概念和常用方法中较常见的一些误区,藉本刊继续教育园地与广大读者共同分析讨论。

误区一

误区:超短波疗法是超高频电疗法,不属于高频电疗法,两者是平行关系。

解析:无线电学与医学关于电磁波段的划分不完全相同,在医学特别是物理治疗学中习惯地确定高频电磁波的波长为 $3\ 000\text{ m} \sim 1\text{ mm}$,频率为 $100\text{ kHz} \sim 300\text{ GHz}$,分为长波、中波、短波、超短波、分米波、厘米波、毫米波波段。按照前苏联、东欧国家及我国对医用高频电的习惯分类和命名方法,波长 $10 \sim 1\text{ m}$ 、频率 $30 \sim 300\text{ MHz}$ 的波段被定名为超短波、超高频电磁波,它属于高频电磁波中的一个波段,两者并不是并列关系。高频电疗法(high frequency electrotherapy)是一个总称,其下包括几种高频电磁波段的疗法,超短波疗法(ultra-short wave therapy)是高频电疗法范畴内的一种疗法。

关于超短波疗法的命名与分类在国外有些不同。因为超短波治疗时,常使人体处于两个电容电极所形成的超高频电场中进行治疗,因此前苏联、东欧国家又将超短波疗法称为超高频电场疗法。西方国家则多将波长 $100 \sim 1\text{ m}$ 、频率 $3 \sim 300\text{ MHz}$ 的电磁波统称为短波,采用这个波段的疗法统称为短波疗法,虽然没有单独划分出超短波和超短波疗法,应用也较少,但这个波段的疗法还是包括在短波疗法范围之内。

误区二

误区:只有 $2\ 450\text{ MHz}$ 电磁波才是微波。

解析:微波是指波长 $100\text{ cm} \sim 1\text{ mm}$ 、频率 $300\text{ MHz} \sim 300\text{ GHz}$ 的电磁波,处于高频电磁波的高频段。微波分为分米波、厘米波、毫米波三个波段:分米波波长 $100 \sim 10\text{ cm}$ 、频率 $300 \sim 3\ 000\text{ MHz}$,厘米波波长 $10 \sim 1\text{ cm}$ 、频率 $3\ 000 \sim 30\ 000\text{ MHz}$,毫米波波长 $10 \sim 1\text{ mm}$ 、频率 $30 \sim 300\text{ GHz}$,这三个波段先后应用于医疗。其中厘米波于 20 世纪 50 年代首先被应用于医疗,医用厘米波的频率为 $2\ 450\text{ MHz}$ 、波长为 12.24 cm 。当时分米

波和毫米波没有应用于医疗,因此不少人把厘米波疗法(centimeter wave therapy)直接称为微波疗法(microwave therapy)。这种命名法的影响遗留至今,好像“只有 $2\ 450\text{ MHz}$ 电磁波才是微波”。虽然在 20 世纪 60 年代、70 年代分米波和毫米波也先后应用于医疗,但是不少人仍未把分米波疗法(decimeter wave therapy)和毫米波疗法(millimeter wavetherapy)列入微波疗法范畴之内。正确的分类法应是微波疗法包括分米波疗法、厘米波疗法、毫米波疗法。

关于微波疗法的命名和分类,国外有些不同:由于厘米波疗法与分米波疗法的生物学效应有共同之处,温热效应明显,因此在欧美常称这两种疗法为微波透热疗法(microwave diathermy)。在前苏联则按电磁波的频率来命名,将这两种疗法合称为特高频电疗法。这种命名法也造成一些人误把毫米波疗法排除在微波疗法之外。

需要说明的是,按照上述分米波与厘米波的分段法,频率 $2\ 450\text{ MHz}$ 、波长 12.24 cm 的电磁波应属于分米波波段,但习惯上将分米波与厘米波的分段界线定在 30 cm ,故这个波段被定为厘米波的命名法延续至今。

误区三

误区:毫米波疗法不是微波疗法。

解析:如前所述,毫米波是微波的一个波段,波长 $10 \sim 1\text{ mm}$ 、频率 $30 \sim 300\text{ MHz}$,处于医用高频电磁波的最高端。由于在高频电磁波微波波段中毫米波被应用于医疗的时间最晚,在 20 世纪 70 年代,远迟于厘米波和分米波,而且毫米波的生物学效应也与厘米波和分米波明显不同,在人体组织中的直接作用很表浅,以非热效应为主,温热效应不明显,因此不少人误认为只有分米波疗法和厘米波疗法才属于微波疗法,毫米波疗法不是微波疗法。正确的分类法应将毫米波疗法划归微波疗法的范畴内。

目前认为毫米波用于人体时,虽然其能量在 $300\text{ }\mu\text{m}$ 深的组织内即被吸收,其穿透组织的深度仅达表皮,不能达到深部组织,但其能量通过与人体内的一些大分子发生谐振而产生治疗作用,因此毫米波疗法又被称为微波谐振疗法。

由于毫米波的频率处于极高频段,故前苏联又称毫米波疗法为极高频电疗法。

误区四

误区:介电常数相当于电导率,数值固定不变。

解析:介电常数(dielectric coefficient),又称介电系数,电介常数,其代号为 ϵ (希腊文,读作 epsilon)。介电常数是表示某物质在电场中的特性的一种物理量。

一方面,介电常数表示某物质作为电容器的介质时对电容特性影响的程度。电容器中所充的介质不同,其介电常数不同,介电常数越大,电容量也越大。因此,介电常数是某物质的

电容率。一般物质的介电常数均 >1 , 纯水为 81.1。

人体组织中含水量多的组织(如肌肉、脑、肝、肾、血液等)的介电常数较大,可达 40~100 以上,在短波、超短波波段中的介电常数又常大于分米波、厘米波的波段。含水量少的组织(如脂肪、骨)的介电常数较小,通常 <10 ,因此人体组织的介电常数在电场中所变现的特性与电导率是基本一致的,介电常数与电导率高的组织往往产热较高。

误区五

误区:分米波、厘米波作用深,可以代替超短波疗法。

解析:高频电疗法中各种疗法对人体的作用深度受以下因素的影响。

首先,高频电磁波的作用深度与其波长有关,在高频电磁波范围内总的趋势是:波长短于超短波者,波长越长作用越浅,波长越短作用越深;波长长于超短波者则反之,波长越长作用越深,波长越短作用越浅。一般来说,作用的深度依次为:长波 $<$ 中波 $<$ 短波 $<$ 超短波 $>$ 分米波 $>$ 厘米波 $>$ 毫米波。换言之,在高频电范围内,长波作用只达表皮,中波作用达皮下组织,短波作用达皮下及浅层肌肉,超短波作用达深层肌肉及骨,分米波作用达深层肌肉,厘米波作用达浅层肌肉及皮下组织,毫米波作用只达表皮。因此,分米波、厘米波的作用深度不如超短波。

其次,高频电磁波的作用深度与其作用方式有关。短波涡流电极以及短波、超短波电感法作用达到皮下组织与浅层肌肉,但电容场法可达深层肌肉与骨。电容场法中对置法作用较深可横贯组织,而并置法则只能作用于皮下及浅层肌肉。分米波与厘米波治疗都采用辐射场法,以一个辐射器从一个方向作用于组织,大大限制了它的作用深度,不能像超短波电容场法那样横贯组织,其作用只限于一个侧面,因此分米波、厘米波不能取代超短波。

第三,高频电磁波的作用深度还与治疗部位组织的结构和电磁学特性有关。如:脂肪组织的血液循环差,含水量少,介电常数低,接受高频电场作用时产热量较少,厚的脂肪层还影响电磁波向深部传送。超短波电容场法治疗时,治疗部位过厚的脂肪层容易发生脂肪过热,而影响其作用深度。

总之,高频电疗法的作用深度受多方面因素的影响。有的资料称某种疗法或某某仪器的作用深度可达若干厘米,没有提到有关的各种条件,这种说法过于简单武断。如果其数据来自离体组织或体模标本,是不能反映活体组织的实际情况的,更不能反映不同部位组织的差异和个体差异。

误区六

误区:用超短波治疗机的电流表读数划分治疗剂量的等级。

解析:由于现在的技术还不能对短波、超短波治疗时患者所吸收的能量功率进行测定。一般仍沿用 Schliephake 的四级剂量法将治疗剂量分为无热量、微热量、温热量、热量四个等级。具体操作时通常有四种调节掌握治疗剂量的方法:或根据氖光灯测试时灯管的不同亮度来划分;或根据治疗电极与患者皮肤间隙的大小来划分;或根据治疗机的电流表读数来划分

(这种方法较普遍);或根据患者的不同程度温热感来划分。这四种方法就个别来说,各反映一方面情况,也有不足之处:氖光灯的亮度可反映高频电场的强度,但不准确,不能量化;电极与皮肤的不同间隙会影响体表电场的强度,但也影响电力线的分布和作用深度;只调节电极与皮肤的间隙难以划分治疗剂量;电流表读数只表示振荡管阳极电流的强度,反映振荡管的工作效率和治疗机的输出功率,只有电流变指针升至最高时此案恩格表示输出谐振,但不能反映达到患者的能量强度;患者的温热感固然是剂量的主要指标,但主观感觉有差异,也没有考虑作用的深度。

治疗操作时应将以上四种调节、衡量治疗剂量的方法结合进行。最重要的操作要点是必须调谐,通过调节谐振钮,调节治疗机的电容或电感,使治疗机输出电路与治疗机内振荡电路的振荡频率一致,达到治疗机的输出谐振,此时输出电流最大,电流表的指针升至最高,读数最大,以氖光灯测试时亮度达到最大。再通过调节电极与皮肤的间隙,来达到治疗要求的作用深度和温热感程度。如果只通过调第电流表的读数来降低治疗剂量,则会使治疗机的输出失谐,振荡电路的能量不能充分输出,不但会影响治疗效果,还会增加振荡电路向四周空间发射的电磁波,加重环境中的电磁波污染和干扰,同时也增加治疗机内振荡电路上的电能消耗,缩短振荡管的寿命,这是不可取的。

误区七

误区:毫米波作用表浅,不能治疗深部疾病。

解析:毫米波作用于皮肤时穿透的深度为 0.2~0.6 mm,包括表皮各层组织、真皮的乳头层和网织层。毫米波生物学效应的机制有多种学说,主要是 Fröhlich 的相干振荡学说,认为低强度毫米波辐射能引起 DNA、RNA、蛋白质等生物大分子产生 $0.5 \times 10^{11} \sim 0.3 \times 10^{12}$ Hz 的相干振荡,但组织温度上升 $<0.1^\circ\text{C}$ 。有些研究显示毫米波局部辐射通过作用于皮肤内的神经末梢各类感受细胞、血管、血细胞及免疫功能细胞而引起全身性远位效应。神经-内分泌-免疫网络、穴位-经络系统是产生毫米波生物学效应的客观的传导途径。毫米波的信息调控作用是多途径的、整体性的、复杂的、非线性的作用过程。因此,毫米波的生物学效应和临床治疗作用是比较广泛的。

毫米波疗法不但能用于较表浅的炎症、伤口、疼痛、恶性肿瘤等病症的治疗,也曾用于溃疡病、高血压病、缺血性心脏病、慢性阻塞性肺病、肺炎、脑性瘫痪、脊髓损伤、骨关节疾病、放射和化疗药物所致骨髓造血功能障碍等多种深部、远位疾病。其中尤其是胃、十二指肠的消化性溃疡,在前苏联和我国先后有多份有关毫米波与常规药物、其他物理治疗疗效对照观察报告,一致肯定了毫米波的显著疗效。

误区八

误区:毫米波治疗部位必须完全裸露,不得有任何织物。

解析:由于考虑到毫米波的波长短,在空气中衰减快,治疗操作时往往要求患者裸露病患治疗部位,使辐射器紧贴皮肤。室温较低或伤口治疗时操作常有困难。

测试发现毫米波辐射器下空气距离 <10 cm 时,电场强度

无明显减弱。辐射器下垫以 8~16 层干纱布、1~8 层干棉布或干的纯棉内衣、纯毛薄毛衣、尼龙布时,电场强度无明显减弱。但所垫的纱布蘸以水、生理盐水、酒精、新洁尔灭液时,电场强度明显衰减。上述测试结果肯定了毫米波容易被水所迅速吸收的特性。所以毫米波治疗时辐射器与皮肤之间可以保持 1~2 cm 空气距离,也允许患者治疗部位穿单薄干燥衣服,患部有汗液或伤口有分泌物时需予擦干,干燥伤口上可覆盖 8~16 层干纱布,不致影响毫米波的辐射强度。

误区九

误区:在高频电磁波中超短波对人体的危害最大。

解析:不同波长频率、不同工作方式的高频电疗机的输出电极、电缆、辐射器会有不同程度的电磁漏能,向四周空间辐射。虽然高频电磁波属于非电离辐射,辐射于人体时不会像放射线电离辐射那样对人体造成较严重损伤,但对人体的健康会造成一定的影响。

有人认为超短波的温热效应明显,对人体的危害最大;微波的波长短,温热效应不如超短波强,对人体的危害不大;脉冲短波产生非热效应,对人体没有危害。这些认识都是错误的。

高频电磁波对人体健康影响的有关因素,首先是辐射源的频率、波形、功率、距离和操作方法。高频电磁波的频率越高对人体健康的影响越大;脉冲波的峰功率高,常达 1~2 kW,对人体的影响大于连续波;电磁波的总功率与功率密度越大对人体的影响也越大,一般认为功率密度 $< 10 \text{ mW/cm}^2$ 时影响较小;辐射源距离人体越近时对人的影响越大,以超短波为例,一般情况下,人体距离 200~300 W 超短波治疗机 3 m 以上以及距离 50 W 超短波治疗机 1 m 以上时人体所受影响较小;治疗操作时如使正在工作的辐射器、电极、电缆朝向人体,特别是眼睛、睾丸等敏感部位,对人体的影响较大。总之,高频电磁波的频率越高、功率越大、脉冲峰功率越高、距离越近时对人的影响越大。在同样功率、功率密度、距离时,微波对人体的影响大于超短波、短波,脉冲短波、超短波对人体的影响大于连续波。此外,还要结合考虑接触高频电的时间、个体差异等因素。

误区十

误区:周围血液中白细胞减少时禁用各种高频电疗。

解析:曾有报告,人体接受中小剂量短波、超短波、分米波、厘米波作用后周围血液中白细胞增多,大剂量作用后则减少,但实验观察显示这些波段电磁波对造血器官的造血功能没有抑制作用,小剂量超短波有刺激造血功能的作用,网织细胞增多。高频电工作人员没有其他原因而出现周围血象异常时,离开工作岗位后即恢复。因此,在这方面不要有顾虑,可根据实际情况对长期接触高频电的工作人员实行定期轮换岗位的制度。

至于毫米波对造血功能的良好影响,国内外各家的报告是一致肯定的。毫米波辐射鼠的骨髓悬液时骨髓细胞群落形成单位(CFU)的生成显著增加。毫米波辐射鼠的腰腹部可使周围血液白细胞增多,显示出保护骨髓造血功能的作用。临床观察也表明毫米波作用于穴位时,可减轻放疗或化疗后所引起的骨髓抑制,促进造血功能恢复。因此,骨髓造血功能抑制是毫米波疗法的适应证,而不是禁忌证。

参考文献

- 1 谭维溢. 高频电疗法. 见:乔志恒,范维铭,主编. 物理治疗学全书. 北京:科学技术文献出版社,2001. 464-511.
- 2 谭维溢. 电疗法. 见:南登崑,主编. 康复医学. 第 3 版. 北京:人民卫生出版社,2004. 143-147.
- 3 陈景藻,主编. 现代物理治疗学. 北京:人民军医出版社,2001. 160-219.
- 4 陈景藻. 关于毫米波生物学作用机理研究和临床应用的若干问题. 中华物理医学与康复杂志,2002,24:260-264.
- 5 Basford JR. Therapeutic Physical Agents. In: DeLisa J A. Physical Medicine & Rehabilitation: Principles & Practice. 4th ed. Lippincott: Williams & Wilkins Inc,2004. 260.

(收稿日期:2006-11-10)

(本文编辑:阮仕衡)

· 短篇论著 ·

康复训练对前列腺电切术后下尿路症状的疗效观察

杨玉杰 葛建强 张晓飞

良性前列腺增生症(benign prostatic hyperplasia, BPH)是困扰老年男性患者的常见疾患,经尿道前列腺电切术是治疗 BPH 的有效手段之一,但接受经尿道前列腺电切术治疗的患者在拔除尿管后几乎都不可避免地出现尿频、尿急、尿痛等下尿路症状以及暂时性的急迫性或压力性尿失禁,且一般持续时间较长,严重影响了患者的生活质量。我院自 2003 年 6 月至 2005 年 6 月间给予经尿道前列腺电切术后患者盆底肌肉锻炼及膀

胱训练,预防及治疗患者各类下尿路症状,取得了较好临床疗效。现报道如下。

一、资料与方法

本研究共选取 BPH 患者 80 例,年龄 58~85 岁,平均 (71.43 ± 8.37) 岁,入选患者均有明显的下尿路梗阻症状,经直肠 B 超测定前列腺体积达 35~110 ml,术前行耻骨上膀胱造瘘者 11 例,留置导尿管者 24 例。所有患者术前均行多道尿动力学检查,确定所有患者膀胱功能基本正常。本研究剔除膀胱功能严重受损、合并神经系统疾患、糖尿病或前列腺癌等疾病患者。

作者单位:054000 邢台,河北省复员军人医院护理部(杨玉杰、张晓飞),泌尿外科(葛建强)