

· 述评 ·

电、磁治疗的现状与思考

王冰水

电、磁治疗是传统的物理治疗方法,它应用范围广,是现代康复的重要治疗手段。随着科学技术的发展,医学上电、磁疗法也不断创新,包括理论上的探索、治疗方法的革新、新仪器设备的推陈出新等。近年电、磁治疗发展很快,从高端的治疗设备到家庭使用的小型仪器,应有尽有,在治疗上涉及到了临床的各个科室,很难用有限的篇幅,把电、磁治疗进行全面的概述。本期刊登了 7 篇有关电、磁治疗方面的文章,涉及到了基础理论和临床研究等方面,其中电刺激、脉冲电磁场及电磁辐射等都是当前研究的热点,这些论文代表了目前对电、磁治疗研究的部分方向。相信能对读者起到抛砖引玉的作用,让更多的人从新的角度认识电、磁治疗,以促进其进一步发展。

一、电、磁的基本概念

历史上,电与磁是分别被发现和研究的,而电与磁之间的联系是后来研究发现的,如奥斯特发现的电流磁效应,安培发现的电流与电流之间的相互作用规律,法拉第提出的电磁感应定律等。电流的本质是电荷的定向移动;恒定的电场叫静电场,不产生磁场;变化的电场产生磁场。电场的场源为电荷,而磁场的场源为磁体或电流,磁体的磁性源于磁体的分子电流。因此,磁铁的磁场和电流的磁场一样,本质都是由电荷的运动产生的。同样,恒定的磁场不产生电场,而变化的磁场可产生电场。变化的电场和变化的磁场是相互联系的,形成不可分离的统一场,这就是电磁场。电磁场由发生区域向远处传播就形成了电磁波。

二、电刺激治疗

目前,电刺激治疗大多用低频电流或低频调制的中频电流。在医疗机构,传统的电刺激方法往往和现代科技相结合。同时,更多的智能化、小型化电磁治疗仪器在不知不觉中已走进了百姓的家中。应用的范围多为治疗疼痛、刺激神经肌肉兴奋及促进血液循环等。随着对电刺激研究的深入,其治疗范围也不断扩大。应用电刺激治疗疾病的报道极多,新的方法也不断出现。例如,近年应用电刺激治疗尿失禁^[1],使解决脊髓损伤后尿失禁这一难题有了希望;另外有研究对一些难治疗性的疾病也进行了探索,如电刺激治疗帕金森病^[2]、癫痫^[3]、颈椎病椎动脉供血不足^[4]等,都取得

了满意的效果。

本期刊登的《神经肌肉电刺激结合功能训练改善脑卒中后吞咽障碍的临床疗效观察》正是伍少玲等^[5]对电刺激新的治疗理念探索的结果。吞咽困难是脑卒中后较为常见的合并症,对脑卒中后吞咽困难的传统治疗,包括药物及对咽部的物理刺激等,效果不甚理想。该文作者应用低频脉冲电流刺激咽喉部肌群,并与传统的冰刺激物理治疗进行了比较,以标准的吞咽功能评估(Standardized Swallowing Assessment, SSA)和血氧饱和度改变评定患者的吞咽功能变化,结果发现电刺激较冰刺激的治疗效果又有了明显的进步。

众所周知,主动运动是增强肌力最有效的方法,也是保持或增加肌容积的有力措施。有一点需要强调的是,对于因各种原因而制动的患者,按摩或其它形式的被动运动均不能防止肌肉萎缩,只有肌肉本身的收缩,才能保持肌肉容积,防止肌萎缩。但由于种种原因,部分患者需要制动或不能主动运动,另外多数患者对被动治疗有依赖心理。对这些患者,如何延缓肌肉萎缩出现的时间及减轻肌萎缩程度,也是康复医学研究的重点。本期刊登的《电刺激对大鼠失用性萎缩肌肉围度及超微结构影响的实验研究》一文中,吕晓宇等^[6]观察制动后不同时间给予低频调制中频电刺激,动物股四头肌的围度和线粒体数量及体积的变化,为电刺激治疗失用性肌萎缩提供了实验依据。实验发现:受制动因素的影响,肌肉围度和线粒体数量、体积的降低均呈现加速趋势,开始 1 周下降不明显,至第 2 周下降趋势明显加快。电刺激不能逆转失用性肌萎缩的总趋势,但可以使之延缓,且在制动后电刺激治疗实施得越早,肌肉功能降低的速率越慢,降低的幅度也越小。对此笔者提出,电刺激是防治失用性肌萎缩、加速去制动后康复速率的一种有效方法,制动后宜尽早实施电刺激疗法。

三、磁疗及其剂量

磁疗是一种非损伤、安全、易于操作且直接作用于局部的治疗方法。一般利用永久磁或电磁感应产生的电磁场进行治疗。国外最新的综述显示,磁疗主要用于损伤、疼痛、炎症及部分其他类型的疾病^[7]。何建华等^[8]探讨了旋转交变磁场治疗骨性关节炎引起的疼痛,以主观症状——疼痛和客观检查——平衡功能作为指标,对旋转交变磁场的临床应用做了有益的探

索,发现表面磁场强度大于 600 mT 的旋转交变磁场,可显著改善膝骨性关节炎患者的平衡功能并缓解疼痛症状。由于人随年龄增长,骨关节出现的退行性改变是一种不可逆的变化,极易出现非特异性炎症反应,该研究为这种常见病的治疗提供了新的思路。

虽然磁疗的效果已较为肯定,应用也相对广泛,但对于磁疗的治疗剂量,目前还没有严格的统一标准。对磁疗的研究大多针对其生物学效应,而剂量方面的研究相对较少。制约磁场强度的因素很多,故报道中治疗应用剂量的差异也极大,人体的治疗大多采用数十 mT。有学者对磁疗时磁场的分布进行了测量,显示直径 1 cm 的磁片中轴表面的磁场强度为 120 mT,而距磁片 1 cm 处,磁场强度即下降为 2.2 mT,下降为最大值的 2%;直径为 16 cm 的线圈,在距表面 3 cm 处最大磁场强度为 6.8 mT,约为最大值的一半;而边长为 42 cm × 42 cm 矩形线圈,磁场强度下降到最大值的一半时,距离为 11 cm^[9]。由此可见,磁场强度的变化与线圈的直径及磁源距离的关系密切。由于在某些生产、工作和生活环境中存在不同强度的恒定磁场暴露,故在应用磁疗的同时,其安全限量也受到了人们的重视。暴露时间不同,建议的暴露限量也由数十到一千 mT 不等^[10],差异极大。本期刊登了王益民等^[11]的《永磁磁场对内皮细胞的影响及其量效关系研究》一文,探讨了磁源空间的磁场定量及磁场对内皮细胞的作用。其结果也表现出与磁源间的距离越远,其磁场强度越小;并发现实验剂量范围内的磁场强度,对人脐静脉内皮细胞体外增殖有抑制作用。虽然细胞培养的实验研究与实际在体的结果可能有较大差异,但本结果对进一步的临床研究还是有一定的参考价值。

四、脉冲电磁场及电磁辐射的研究

近年对脉冲电磁场的临床应用和基础研究较多。从近 3 年的文献看,研究主要集中在对骨关节疾病方面的影响,包括骨质疏松、骨折延迟愈合或不愈合、骨性关节炎或软骨损伤等的基础和临床研究,还有少量对神经损伤及其他创伤修复、心血管系统疾病、疼痛及强直性脊柱炎等影响的报道。脉冲磁疗安全、无创、无明显不良反应,适用于各年龄段人群,为疾病的治疗提供了一种全新的方式。

一般认为,生物体在脉冲磁场的作用下可使细胞膜在原有的静电位的基础上,产生一个新的跨膜电位,其大小与磁源的参数有关,也与膜的种类、体积及大小等参数有关。这种跨膜电位的大小、持续时间以及产生方式直接影响细胞的功能,包括细胞的酶活性、细胞膜的结构和通透性等,还有多种假说解释脉冲电磁场的生物学效应,但到目前为止,还没有确切的机制。从今年的国外综述报道看,电磁场对微血管及细胞的生

物学效应结果不一,有些结果甚至相悖^[12]。

可喜的是,本期刊登的文章从多角度探讨了脉冲电磁场的生物学效应。在《脉冲电磁场对原代大鼠骨髓来源内皮前体细胞生长及分化的影响》一文中,李飞等^[13]应用频率为 15 Hz、磁感应强度为 1 mT 的脉冲磁场作用于大鼠骨髓内皮前体细胞,发现可促进大鼠骨髓来源内皮前体细胞的增殖及分化。虽然作用机制还不清楚,但这一结果对某些缺血性疾病的治疗提供了新思路,作者认为其在缺血性疾病及构建工程方面具有潜在的应用价值。杨勇等^[14]在《脉冲电磁场对骨髓间质干细胞成骨成脂肪分化的影响》中,观察了频率为 15 Hz、磁感应强度为 1 mT 的脉冲磁场对骨髓间充质干细胞碱性磷酸酶、骨钙蛋白、骨桥蛋白、脂肪素及脂肪细胞结合蛋白 2 等的影响。结果表明 15 Hz、1 mT 脉冲磁场具有定向促进骨髓间充质干细胞向成骨分化的作用,这一实验结果为脉冲磁治疗骨折及骨不连接提供了理论依据。作者设想利用脉冲电磁场刺激附有干细胞的支架载体使其定向成骨分化,并移入骨缺损处从而促进骨缺损的愈合是一个新的方法,也易于控制,可为骨组织工程提供良好的途径。

骨质疏松症是常见的骨骼系统疾患,女性绝经后雌激素水平下降,骨吸收超过骨形成,骨质疏松更为常见。脉冲电磁场治疗骨质疏松疗效肯定,国内很多医院已开展了这项治疗。在《不同治疗时间脉冲电磁场对去势大鼠股骨生物力学性能的影响》一文中,何成奇等^[15]从生物力学角度探讨了脉冲电磁场对骨质疏松的影响。作者在动物实验中,用去势骨质疏松大鼠作模型,选择股骨结构力学和材料力学指标作为观察对象,验证了低频脉冲磁场对雌激素降低引起的骨质疏松有预防作用。

电磁辐射的本质是电磁波,电磁场变化得越快,向空间传播的能力越强。电疗的高频部分以及热辐射和可见光等都是电磁辐射,紫外线和能量低于紫外线的所有电磁辐射均属于非电离辐射。有关电磁辐射的临床和基础研究,国内外的相关文章极多,涉及到各个系统和器官。效应方面包含有益的治疗作用,也有损伤作用,极低频电磁场 (extremely low frequency, ELF) 是否致癌也在争论中^[16]。中枢神经系统被证明对电磁辐射较为敏感。本期刊登的《电磁辐射对大鼠小脑蛋白激酶 C 活性及谷氨酸受体 2 蛋白质磷酸化的影响》一文中,刘勇等^[17]研究了作为重要的学习记忆功能区——小脑的运动性学习记忆功能障碍的分子机制,包括与学习记忆密切相关的蛋白激酶 C、谷氨酸受体 2 及磷酸化谷氨酸受体 2 蛋白的表达水平。从更深层次探讨了电磁辐射对小脑运动性学习记忆的神经信号传导通路的损伤特点。

对电磁方面的临床和基础研究,历来是物理因子研究中的热点,近年在治疗疑难病症方面有不少可喜的突破,但需要深入研究和解决的问题也还很多。包括电磁在内,物理因子的作用机理特别是始动机制还远远没有阐明,需要加大投入进行研究。我们康复工作者可能更注重物理因子在治疗应用方面的研究,但随着社会的发展,象手机、家用电器等一些电磁辐射源已渗入到我们生活的各个角落,电磁辐射的损害作用及安全限量也越来越受到重视,这方面的研究也还很薄弱。

参 考 文 献

- [1] 张世民,廖利民. 骶神经根电刺激与电调节治疗脊髓损伤后盆腔器官排泄功能障碍. 中国康复理论与实践, 2003, 9: 669-672.
- [2] 周丽娜,王世民. 脑深部电刺激术治疗帕金森病研究进展. 国际神经病学神经外科学杂志, 2007, 34: 150-154.
- [3] Adrian Handforth, Antonio AF, Desalles, et al. Deep brain stimulation of the subthalamic nucleus as adjunct treatment for refractory epilepsy. Epilepsia, 2006, 47: 1239-1241.
- [4] 金建明,周沈贤,吴雪莲,等. 双向交替牵引手法配合低频电刺激治疗椎动脉型颈椎病的疗效观察. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29: 181-183.
- [5] 伍少玲,燕铁斌,马超,等. 神经肌肉电刺激结合功能训练改善脑卒中后吞咽障碍的临床疗效观察. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29: 537-539.
- [6] 吕晓宇,郝选明. 电刺激对大鼠失用性萎缩肌肉围度及超微结构影响的实验研究. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29: 507-509.
- [7] Markov MS. Magnetic field therapy: a review. Electromagn Biol Med, 2007, 26: 1-23.
- [8] 何建华,黄晓琳. 旋转交变磁场对膝骨性关节炎患者疼痛和静态平衡功能的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29: 474-476.
- [9] 阎坚强,韩星海,徐美娟,等. 磁疗磁场分布测量及剂量表达方法. 中国临床康复, 2006, 10: 112-114.
- [10] 郭润霞. 恒定磁场生物效应与暴露安全限量. 环境与健康杂志, 2003, 20: 50-52.
- [11] 王益民,靳世久,陆一竹,等. 永磁磁场对内皮细胞的影响及其量效关系研究. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29: 522-524.
- [12] McKay JC, Prato FS, Thomas AW. A literature review: the effects of magnetic field exposure on blood flow and blood vessels in the microvasculature. Bioelectromagnetics, 2007, 28: 81-98.
- [13] 李飞,程康,王海昌,等. 脉冲电磁场对原代大鼠骨髓来源内皮前体细胞生长及分化的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29: 514-516.
- [14] 杨勇,吴华,赵东明,等. 脉冲电磁场对骨髓间充质干细胞成骨成脂肪分化的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29: 517-520.
- [15] 何成奇,王维,肖登,等. 不同治疗时间的脉冲电磁场对去势大鼠股骨生物力学性能的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29: 510-513.
- [16] Santini MT, Ferrante A, Rainaldi G, et al. Extremely low frequency (ELF) magnetic fields and apoptosis: a review. Int J Radiat Biol, 2005, 81: 1-11.
- [17] 刘勇,王登高,余争平,等. 电磁辐射对大鼠小脑蛋白激酶 C 活性及谷氨酸受体 2 蛋白质磷酸化的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29: 525-528.

(收稿日期: 2007-07-19)

(本文编辑: 吴 倩)

· 研究简报 ·

电刺激对大鼠失用性萎缩肌肉围度及超微结构影响的实验研究

吕晓宇 郝选明

肢体因受伤等原因需要长期制动,这必然导致肌肉的失用性萎缩,而且肌萎缩的程度随着时间推进呈现逐渐加重趋势。这对伤愈后患者功能的康复造成严重的影响。如何延缓肌萎缩的进程,减轻肌萎缩的程度,加快失用性肌萎缩的康复速率,一直是康复医学研究的重点之一。

本实验通过大鼠后肢制动建立肌萎缩的动物模型,并在制动后不同时间进行电刺激,观察股四头肌的围度和线粒体数量及体积的变化,为将电刺激疗法有效地应用于失用性肌萎缩的康复提供实验依据。

材料与方法

一、材料

实验于 2003 年 9 月至 2004 年 3 月在华南师范大学运动人

体科学实验室进行。实验对象为清洁级 SD 大鼠,由中山大学动物实验中心(合格证号:粤检证字 2002A057)提供。实验环境温度为 18~25℃,湿度为 45%~65%。动物均采用固体饲料分笼喂养,自由饮水。整个实验期间实验大鼠无流失或死亡现象。

二、预试验方法及结果

该实验为正式实验前的预备性实验,目的是利用后肢制动方法建立肌肉萎缩的动物模型,并检验建模是否成功。雄性 SD 大鼠 40 只,随机分为正常对照组和建模组,每组各 20 只。实验组采用长腿石膏固定法,使大鼠膝关节制动:用 846 麻醉合剂 0.005 ml/kg 体重肌注麻醉大鼠;将纱布(4~5 层)或脱脂棉(0.5 mm 厚)垫于大鼠踝至髌关节之间,把经 35~40℃ 湿水浸透的石膏绷带均匀固定,约 10~12 层,其间加自制细钢丝网 1~2 层(防止鼠啃咬),均固定右后肢体,膝关节为 180°。

每周从各组中随机取 4 只大鼠进行股四头肌围度测定,连续观察 4 周。大鼠股四头肌围度测定麻醉法同前。以膝上

作者单位:510010 广州,解放军广州军区总医院康复理疗科(吕晓宇);华南师范大学体育科学学院(郝选明)