

· 仪器与器械 ·

高频电容耦合骨折治疗仪促进骨折愈合的实验及临床研究

Experiment and clinical study of electrical capacitive coupling on acceleration of fracture healing

谷长跃¹ 武汉¹ 张翠萍² 宋显峰³ 王德宏⁴

GU Chang-yue, WU Han, ZHANG Sui-ping, SONG Xian-feng, WANG De-hong

【关键词】 骨折愈合; 电刺激疗法 【Key words】 Fractures healing; Electric stimulation therapy

1994 年英国皇家矫形研究院报道了利用高频电容耦合法治疗骨不连并获极大成功^[1]。为探讨其原理及有关参数指标,于 1997 年在电磁学专家的帮助下研制了 DG-1 型多用骨折治疗仪,并经动物实验证明,该方法有促进骨折愈合的作用,在动物实验的基础上,对 74 例新鲜骨折,43 例骨不连病人使用该仪器进行了治疗,效果满意。

1 实验研究

1.1 仪器构造及电学参数 刺激器采用单片微电脑控制、编程及记录,5 节镍氢充电电池供电,交直流两用,便携,重量小于 500 g,电极不锈钢交叉四电极,输出电场电压为 5~10 V,输出电流 5~10 mA,频率为 60 kHz 正弦波。

1.2 分组与方法 成龄圈养绵羊 30 只,均为雄性,体重在 20 kg 左右,分为 A 组(试验组)和 B 组(对照组),A 组 15 只,B 组 15 只。两组在全麻下,将右侧小腿用线锯锯断后,用 4 孔钢

板固定,术后全部绵羊在相同条件下圈养。A 组于术后 3 天在骨折线处皮肤上捆绑电极行电刺激,定期清理羊毛保持电极良好接触,检查仪器工作状态,保证每天电刺激 2 小时。饲养 6 周后全部动物杀死。拍摄取下钢板后的胫骨 X 线片。

1.3 结果

1.3.1 动物情况 术后动物情况良好,术后 2 天即可站立,创口一期愈合,无动物死亡,电刺激器工作正常。

1.3.2 X 线检查 术后 2 周摄一次 X 线片,见骨折对位对线及钢板位置良好,无明显骨痂生长,6 周处死动物后 X 线片应用 CIAM 真彩色生物医学分析软件对 A、B 两组动物术侧胫骨正侧位 X 线片加以分析,分别计算出 A、B 两组各个标本 X 线片上截骨部骨痂面积及整个胫骨面积,并求出二者面积的比值(正位骨痂面积+侧位骨痂面积/正位胫骨面积+侧位骨痂面积),从而对骨愈合情况进行比较,结果见表 1。

表 1 X 线正侧位片截骨部骨痂面积和与胫骨面积和之比

组别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
实验组	4.10	4.21	4.08	4.36	4.04	4.40	3.92	4.37	4.09	4.19	4.03	5.10	5.05	3.90	4.20
对照组	3.10	3.24	3.19	2.35	3.28	2.09	3.20	3.29	2.24	3.09	3.25	3.20	2.34	3.27	2.10

使用 SAS 6.1 统计软件对上述参数进行 t 检验, $t = 3.92, P < 0.05$ 。结果显示使用电刺激组生成的骨痂与非电刺激组生成的骨痂差异有显著性。

2 临床研究

2.1 一般资料 本组共 232 例,其中新鲜骨折 148 例,骨不连 84 例,病人为我院及吉大二院骨科收治的病人,采用随机分组,单数病人为治疗组,双数病人编入对照组,治疗组病人给以电刺激治疗,对照组不给电刺激,其余治疗两组相同,病人年龄 28~65 岁,平均 37 岁,骨不连时间 13~84 个月,平均 23 个月。骨折部位、病种及部位分布见表 2。

2.2 治疗方法 首先检查病人骨折固定情况,如内固定不牢固或骨不连无内外固定,则给以坚强外固定,如管型石膏或外固定支架,然后在石膏上开窗,将 4 个电极交叉放置骨折处,

表 2 各组病例分布及骨折部位分布情况(单位:例)

部位	治疗组		对照组	
	新鲜骨折	骨不连	新鲜骨折	骨不连
胫骨上端	12	2	8	3
股骨干	14	7	10	6
胫骨干	26	27	34	26
肱骨干	10	6	13	5
股骨髁上	12	1	9	1

即对应的电极一个放于骨折端内侧上部,另一个则放于骨折端外侧下部,使磁力线通过骨折处,每天治疗时间为 2 小时,治疗条件是 60 kHz 10 mA 电流,每天检查电极,以防电极接触不良。

2.3 观察指标

2.3.1 新鲜骨折 治疗组:视具体情况给以手术内外固定或在肿胀消退行石膏管型外固定后于骨折处放置电极进行电刺激,每天 2 小时,每半个月拍一次 X 线片,随访时间为 3 个月。对照组:行骨折内外固定后不给电刺激,比较二者骨痂出现的时间和骨痂量多少。

1. 吉林大学中日联谊医院,吉林 长春 130031; 2. 辽源市中医院,吉林 辽源; 3. 白城市中医院,吉林 白城; 4. 洮南市医院,吉林 洮南

基金项目:本课题为吉林省科委资助项目(19980343)

2.3.2 骨不连 治疗组:如原有内固定很稳定,则不用外固定,如原有内固定不稳定或无内固定,则给以石膏管型外固定,在石膏上开窗,安放电极进行治疗,每天 2 小时,每 1 个月拍一次 X 线片,治疗时间为 4~5 个月,此时如仍无明显骨痂形成,则动员病人行植骨手术。

2.4 治疗结果

疗效评定标准:显效:病人在 16~20 周内骨折异常活动消失,骨折线基本消失,骨痂明显形成,拆除固定后可逐渐练习行走;有效:骨折异常活动消失,骨折线模糊,可见有骨痂形成,但较少;无效:骨折异常活动存在,仍可见清楚骨折线,无明显骨痂生成。新鲜骨折病人随访时间为 3 个月,骨不连病人随访时间为 4~5 个月,随访结果:新鲜骨折治疗组 3 周内骨痂形成者 81%,而对照组为 47%,平均骨折愈合时间治疗组少于对照组约 2.5~4.8 周。根据评定标准 74 例新鲜骨折治疗组中显效者为 58 人,有效者为 14 人,无效者 2 人,有效率占 97%,对照组有效率为 68.8%。经统计学处理,试验组与对照组优良率有显著差异($\chi^2 = 7.183, P < 0.01$)骨不连病人两组对比试验组的显效率在 72%,对照组为 16%。经统计学处理,两组差异显著($\chi^2 = 8.157, P < 0.01$)。

3 讨论

利用电流来刺激骨生成是基于骨的压电现象原理,即骨受压的凹面出现负电位,有张力的凸面呈正电位,在活骨凹面将产生新骨积聚,凸面则出现老的骨质吸收,骨折后骨折区出现强烈负电位,并持续到骨愈合^[2],这些发现为电刺激成骨奠定了基础,以后陆续出现了各种直流电治疗骨折的方法,在发表的文章中均认为交流电没有明显的诱导新骨形成的能力^[3]。在直流电刺激骨折愈合的实验和临床观察中发现,直

流电刺激诱发的新骨折仅局限电极附近很小范围,而且阴阳电极也可由于腐蚀、气体形成、基质降解和 pH 值变化等对附近区域产生毒害作用^[2],而本实验中应用的高频电容耦合方法就可消除其不良的作用,该法使用高频耦合电流,电场正负极交变,而且电极交叉可强迫治疗电流通过骨折处,这样既不产生不利的代谢产物堆积,又可使大面积新骨形成。这是本法的主要优点^[4]。

和所有骨折愈合要求条件一样,在进行电刺激时要求骨折处给以切实的固定,不管是内固定或外固定,如果内固定不切实,那么就应给以一个切实的外固定,这样才能保证骨折在一个相对稳定的环境中愈合,如果不能保证一个稳定的骨愈合环境,任何促进骨愈合的努力都是枉然的。

本试验中的失败病例考虑与以下因素有关:①骨不连时有滑膜性假关节存在,这需手术切除假性滑膜;②电极移动及刺激时间不足;③骨折间隙过大;④骨折固定不牢固或负重行走,病人协作不好等。

参考文献

- 1 Gareth Scott, J. B. King. Prospective, double-blind trial of electrical capacitive coupling in the treatment of non-union of long bones. J Bone Joint Surg (Am), 1994, 76(6):820-826.
- 2 Barran SD, Spadaro JA, Berger TJ. In vitro effect of weak direct current on staphylococcus aureus. Clin Orthop Res, 1974, 100:250-255.
- 3 张峰, 罗二平, 张宏. 电磁方法刺激骨愈合的发展与应用. 生物医学工程学杂志, 1995, 12(3):266-270.
- 4 Lorich DG, Brighton CT, Gupta R, et al. Biochemical pathway mediating the response of bone cells to capacitive coupling. Clin Orthop, 1998, 350:246-256.

(收稿:2002-05-14 编辑:李为农)

第十一届全国中西医结合骨伤科学术研讨会征文通知

中国中西医结合学会骨伤科专业委员会、《中国骨伤》编辑部、甘肃省中西医结合学会骨伤科专业委员会联合举办的“第十一届全国中西医结合骨伤科学术研讨会”,拟定于 2003 年 8 月上旬在甘肃省兰州市召开。本届大会的主题是“微创骨科”。现将有关征文事宜通知如下:

一、征文内容 (1)微创骨科 ①微创骨科技术的发展状况;②各种微创骨科技术的临床应用;③微创技术使用时出现的问题讨论;④微创器械的研制与生物力学。(2)其他内容 ①西部大开发与中西医结合骨科的发展(对口支援与合作);②关节及关节周围骨科疾病的中西医结合诊治;③骨科临床、科研和教学成果总结;④骨科诊疗新技术;⑤骨科护理经验总结及新技术、新方法;⑥骨科国内外发展动态及文献综述;⑦骨科新药和新器械的研制与应用。

二、征文要求 (1)来稿要求未公开发表的论文,用 A4 纸打印(尽可能附软盘),4 000 字以内,另加 500~1 000 字的结构式摘要(包括目的、方法、结果、结论),组委会对来稿有删改权。(2)来稿请详细注明省、市及工作单位,详细通讯地址,邮政编码,电话号码,作者姓名,以便联系。(3)来稿须加盖单位公章或附单位介绍信。来稿一律不退,请作者自留底稿。(4)截稿日期:2003 年 5 月 31 日,以邮戳为准。

会将颁发国家级 I 类继续教育学分证书及论文证书,优秀论文将在《中国骨伤》杂志刊登。来稿请寄:甘肃省兰州市七里河区安西路 354 号,甘肃省中医院,张德宏收。邮政编码:730050。联系电话:(0931)2338800(办) 13993122066(手机) 联系人:李盛华;(0931)2335211—2032(办) 13038772211(手机) 联系人:张德宏 E-mail:zdh6789@sina.com