

持续直流电刺激辅助 治疗骨不连8例报告

附院外科 汤押庚 施健行 肖光弟 毛冠群 王新生

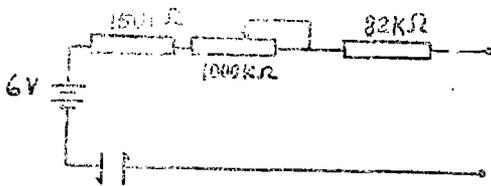
对骨折后所发生的骨不连处理比较麻烦，传统的治疗办法除了去除可能影响愈合的原因外，就是手术植骨加固定。七十年代初有人报告用持续直流电刺激治疗骨不连成功⁽¹⁾，我们从1978年开始采用此法辅助治疗骨不连8例病人，有一定效果，报告如下。

材料和方法

一、持续直流电刺激器：将电源连接一组电阻和电位器即组成一个最简单的电路图（见图1），中间装有测定电流强度的插座，电位器为调节电流强度的开关。我们所用的电源是6伏干电池，要求输出电流强度是10~30微安（ μA ）。根据欧姆定律即可算出所需要的电阻大小。这种电路所产生的电流强度不易受肢体的电阻影响，所以将电极接上人体后用电位器调节到所需要的治疗强度后波动极小。

二、使用方法：我们用克氏针作阴电极，套上塑料管或硅胶管绝缘。尖端留1.5~2.0厘米裸露，将阴电极在X线透视下插入骨折断端或手术植入。尾端留于皮肤外面，用导线连接到刺激器的阴极输出端，阳极用6×5厘米⁽²⁾的铅板或铜板作成，置于骨折断端部位的皮肤表面，用胶布固定在皮肤上（见图2），用导线连接到刺激器的阳极端。电流装置安置好之后，用微安计测定电流强度并调节至所需要的电流强度。直流电刺激器可放在衣服口袋内，上肢骨折者可自由行走，每天测定电流强度1~2次，使其恒定在所需的电流强度上，实际应用变化很小，我们所用的电流强度除例1胫骨下端骨折用25微安外。一般上肢骨折用16~18微安，下肢18~20微安。一节6伏干电池可持续供电三个月。

三、本组共8例病人，男6，女2，年龄12~50岁，平均33岁。除1例股骨颈骨折为陈旧性骨折（2个月）外，余7例发生骨折至电流刺激治疗开始的时间间隔（骨不连时间）最短6个月，最长2年零10个月，平均1年零7个月（见表）。骨折原因7例为创伤，1例为



↑ 图 1



图 2 →

慢性骨髓炎所致病理性骨折，其中5例为开放性骨折，有1例胫骨上端骨折合并动脉和神经断裂而行吻合，2例伤口感染三期愈合。电刺激前的治疗除1例股骨颈骨折单纯牵引外，余7例均作过长期的石膏固定和1~3次手术~切开内固定、植骨等。病例2还作过双钢板固定加植骨术和钢板、骨板固定加植骨术，病例3作过三次内固定，其中1次为加压钢板固定。插电极的方法：4例为X线透视下闭合穿针，4例为手术切开植入电极。同时切除硬化面，打通髓腔，一律采用普通钢板固定。为了使插入的电极稳定，一般都斜行从一侧正常骨皮质插入，尖端裸露部分插至骨折断端的间隙内，陈旧性股骨颈骨折闭合复位用2根骨圆针和1根克氏针固定，再插1根克氏针作电极；例8尺骨骨折系在x线透视下插入1根8号注射针头作电极。2例胫骨骨折置2根电极，余6例均1根电极。持续电流刺激时间最短33天，最长150天，平均95天，除例1胫骨下端骨折刺激33天后有少量骨痂生长即停止刺激外，其余病例均刺激至临床愈合标准为止。4例病人住院安置好电流装置后带着微安计出院自行测定调节。所有病人都间隔1个月摄片复查一次。电流刺激期间均用石膏或小夹板固定。例3未作任何固定。

8 例病人治疗情况表

病例	性别	年龄	骨不连部位性质	时间(月)	刺激前手术	插电极法	根数	电流强度(μA)	刺激时间(天)	结果	备注
1	男	27	左胫骨下端、闭合性	6	单纯石膏固定	闭合	1	25	33	愈	
2	男	37	左胫骨上端开放性	34	2次	手术	2	18	150	愈	
3	男	25	左尺骨中段开放性	27	3次	闭合2次手术1次	1	16	78	未愈	合并桡N损伤和多发骨折
4	女	28	右尺桡骨中段开放性	6	1次	手术	1	18	86	愈	
5	男	40	左胫腓上端开放性	21	1次	手不	2	20	140	愈	合并膈A、腓总N断裂、感染
6	女	12	左股骨中段病理性	30	2次	手术	1	20	90	愈	慢性骨髓炎
7	男	47	右股骨颈闭合性	2	单纯牵引	闭合	1	20	137	未愈	
8	男	50	左尺骨中段开放性	13	1次	闭合	1	16	45	愈	8号针头作电极
平均				19.				19	95		。例7除外

结 果

所有病人均作随访。随访时间从电刺激治疗开始起算。最短随访期11个月，最长二年另4个月，结果6例骨性愈合，2例失败。病例1经电刺激33天后见少量骨痂生长，因骨折线内侧有一大的骨缺损，决定手术植骨，手术时见插电极处骨痂已很牢固，只对缺损区作了松质骨植骨。失败病例中1例为股骨颈骨折，经刺激4个月后果见骨折线模糊即去除所有内固定和电极，立即负重，结果骨折移位，最后作麦氏截骨术。另1例为尺骨骨折，系开放性骨折同时伴有同侧桡骨骨折、肱骨骨折和桡神经损伤，骨不连时间2年另2个

月,电刺激前先后作过三次手术。植骨加内固定,最后一次为加压钢板固定,结果肱骨和桡骨愈合,但尺骨未连接。电刺激治疗共作三次,第一次闭合插克氏针作阴电极,数天后即松动,一个月后再次手术,去除原来加压钢板,换普通4孔钢板,植入一根阴电极,又刺激一个月,发现正负电极接错,并且电极又松动,拔除后再重新闭合穿针继续刺激78天未愈,插电极针眼感染。2年后复查仍未连接。

并发症:3例与阳极板接触的皮肤表面有过敏反应。皮肤发红,出现丘疹,骚痒,不得不经常更换放置位置;2例插阴电极孔感染,但拔针后很快愈合。

讨 论

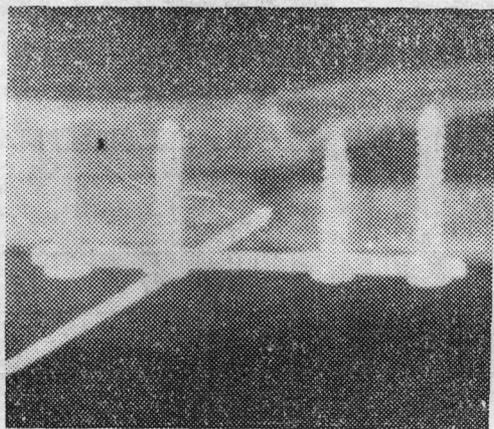


图3尺、桡骨骨不折连,经电刺激86天后,可见电极尖端被骨痂包围。

本组6例愈合的病例在作电刺激治疗之前均作过1~2次手术。有的作过骨板加钢板固定同时植骨,并且均经过长期的外固定至少6个月以上,第二,经电刺激治疗后一般首先在电极尖端出现骨痂(见图3);第三,失败的病例3先后作过3次手术,经电刺激1个月无效,再次手术,植入电极,也无效,可见手术也不能愈合,从以上三点说明,成功的6例病人不象是单纯手术或固定的效果,而是电刺激促进成骨的结果。

电刺激治疗骨不连的电流型有三种,即持续直流电,脉冲直流电和脉冲感应电磁场,

动物实验证明脉冲直流电的成骨作用比持续直流电作用强,对组织的破坏作用小⁽²⁾;感应电磁场又比前二者更好。它是用2个O型线圈置于骨折处相对应的两侧皮肤表面,用方波发生器输出电流,在骨折断端产生直交感应电磁场而发挥治疗作用⁽³⁾,无需植电极到体内。但是持续直流电的方法仪器设备最简单,文献报告也最多⁽⁴⁾,所以我们选用持续直流电的方法。电流强度的选择:动物实验结果以5~20微安成骨反应最明显⁽⁵⁾,Brighton氏等⁽⁶⁾通过临床实践提出,短小骨骨不连(如内踝骨)用10微安的电流强度插1根电极即可,长骨骨不连要用20微安的强度插多根电极才有效,因为成骨作用只是在阴电极尖端周围数毫米范围内。电流太小不起作用,太强不仅不能加强成骨作用,反而有破坏作用,动物实验证明,电流强度超过30微安即对组织有破坏作用⁽⁷⁾。所以我们选择10~30微安的范围作为治疗选择用,如何对各个个人和各个部位更精确的选择电流强度的大小则难以达到,只能据据骨骼的大小来大约选择。

刺激持续时间:有人动物试验证明,在刺激2周后成骨反应最明显,21天后成骨不再增加⁽⁸⁾,但临床应用上实际时间都较长,Brighton氏提出对短小骨骨不连刺激9周,长骨骨不连刺激12周⁽⁸⁾,我们的病例所要求的刺激时间更长。平均95天。最长150天,所以刺激时间究竟多长更为适合,还有待进一步研究。

文献中对陈旧性股骨颈骨折采用电刺激治疗的报告极少。只见到2例, 1例是由日本的酒匀等所报告⁽⁹⁾, 用的是持续直流电刺激法, 系1例74岁男性患者, 骨折至电刺激治疗时间7周, 用三翼钉固定后插1根克氏针作阴电极。刺激持续时间154天, 结果失败, 另1例是美国的Bassett氏所报告⁽³⁾, 用的是脉冲感应电磁场, 病人24岁, 患严重的地中海性贫血和糖尿病, 伴有严重的骨质疏松症。全身14处发生病理性骨折, 两侧股骨颈头下型骨折已2年, 用脉冲感应电磁场治疗各3个月后功能连接。我们所报告的1例经持续直流刺激137天后立即去除内固定负重而失败, 但从X线片上可见骨折线明显模糊, 尤其是靠近阴电极周围更明显。所以不能肯定直流电刺激治疗无效。对于年迈多病, 不宜作复杂手术的陈旧性股骨颈骨折病人, 还是可以采用电刺激治疗的, 但时间要足够长。

电刺激促进骨不连愈合的机制仍不清楚, 主要有几种推测⁽⁴⁾, 可能是电流或电场促进钙离子和胶原纤维的定向分布和排列, 降低局部组织的氧张力和提高局部组织的PH, 从而刺激静止的多能细胞分化成骨母细胞和软骨母细胞; 直接作用于软骨细胞, 促进软骨细胞的增殖等。不能用单一的钙离子电泳作用来解释, 恐怕是综合作用的结果。还有待于今后进一步研究。

无论是那种电刺激方法, 目前仍处于探索和试验阶段, 还有很多问题有待解决。选择病人应选择经多次治疗无效, 时间又较长的骨不连病人。对于新鲜骨折完全可以用常规治疗方法治好, 无需再加用电刺激治疗。即使采用电刺激治疗者, 骨折要给以固定。对骨折断端缺损较大者单靠电刺激成骨填满是困难的。所以我们主张植骨。

参 考 文 献

1. Z. B. Friedenberq: Healing of nonunion of the medial malleolus by mean of direct current, a case report J. Trauma 11(10): 883 1971.
2. J. Richez et al: Bone changes due to pulses of direct electric microcurrent Virchows Arch Abt. path Anat 357: 11 1972.
3. C. A. L. Bassett et al: Anon-operative salvage of surgically—resistant Pseudarthroses and non-unions by pulsing electro magnetic fields. —A Preliminary report Clin Orthop Relate Res 124: 128 1977.
4. 汤押庾、施健行: 电能对骨生长和修复的作用(文献综述) 国外医学外科学分册 4: 173. 1979.
5. Z. B. Friedenberq et al: Bone reaction to varing amounts of direct current S. G. O. 131: 894 1970
6. C. T. Brighton et al: Direct-current stimulation of non-union and congenital pseudarthroses—Exploration of its clinical application. J Bone Joint surg 57A(3): 368 1975.
7. z. B. Friedenberq et al: The response of non-traumatized bone to direct current. J Bone Joint surg 56A(5): 1023 1974
8. C. A. L. Bassett at al: Effects of electric currents on bone invivo Nature 204: 652 1964.
9. 酒匀 崇等(T. Sakon at al): (日文) 整形外科 29(2): 117 1978