

# 脉冲电磁场对骨折愈合及钙磷代谢的影响

夏群 冯远明\* 金鸿宾 梁晓会\* 高巍\*

天津市创伤急救中心 (300211)

**【摘要】** 目的 研究脉冲电磁场对人体钙磷代谢及免疫功能的影响以及对骨折愈合的作用。方法 随机选择住院骨折病人 30 例为试验组, 30 例为对照组。试验组除与对照组相同治疗外, 加用 LS-I 型骨折治疗仪治疗 (2h/bid)。比较两组骨折愈合时间。两组在治疗前后分别取血, 检测血钙磷、碱性磷酸酶、免疫球蛋白 (IgG、IgA、IgM)、血清补体 (C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>) 及血白细胞计数。结果 试验组平均临床骨折愈合时间短于对照组 ( $P < 0.05$ )。试验组治疗后血钙降低, 血磷升高, 碱性磷酸酶活性增高 ( $P < 0.05$ )。结论 脉冲电磁场可缩短骨折愈合时间, 并可促进人体钙磷代谢。

**【关键词】** 脉冲电磁场 骨折 骨折愈合时间 钙磷代谢 免疫

**Fracture Healing and Blood Calcium-Phosphorus Metabolism Influenced by Pulse Electromagnetic Fields** Xia Qun, Feng Yuanning, Jin Hongbin, et al. Tianjin Accident Emergency Center (300211)

**【Abstract】** **Objective** To study the effect of pulse electromagnetic fields (PEMF) on human body. **Methods** 60 inpatients with fracture were divided randomly into experimental group and control group, 30 cases for each. In addition to the same treatment for both groups, the experimental group received PEMF treatment 2 hours, twice per day. The fracture healing time between the two groups was compared. The levels of calcium and phosphorus, alkaline phosphatase (ALP), immunoglobulins (IgG, IgA, IgM), serum complements (C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>), and leukocyte count in the blood of the two groups were examined before and after treatment. **Results** The mean clinical healing time of experimental group was shorter than that of the control ( $P < 0.05$ ). The calcium was increased, the phosphorus was decreased, and the activity of ALP was increased in the blood of experimental group after PEMF treatment ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** PEMF can promote the fracture healing and the calcium-phosphorus metabolism in the human body.

**【Key words】** Pulse electromagnetic field Fracture Fracture healing time Calcium-phosphorus metabolism

1974 年 Bassett 首次报道用脉冲电磁场 (PEMF) 治疗骨不连并取得满意效果<sup>[1]</sup>。脉冲电磁场因不需体内植入电极、无损伤、使用方便等优点, 而特别适于临床应用<sup>[2]</sup>。国内外有关脉冲电磁场治疗骨不连和骨迟缓愈合的报道较多<sup>[3]</sup>, 但对其作用机理的探讨多是从组织学的角度加以研究, 而有关血液生化方面的研究未见报道。基于已往对脉冲电磁场治疗作用的认识, 即将人体的血管和淋巴管看成流动的导体, 且含有钾、钠、钙、镁等多种无机盐。当使用脉冲电磁场治疗时, 磁力线切割血管、淋巴管等导体产生微电流, 其结果不仅影响人体的生物电, 还可引起离子浓度和运动速度的变化。依据这种观点, 作者应用天津大学研制的 LS-I 型脉冲电磁场骨折治疗仪治疗各种新鲜骨折, 观察其对人体钙磷代谢及免疫功能的影响。

## 临床资料

于 1995 年 9 月~ 1996 年 6 月间, 随机选择住院治

疗的各种新鲜骨折病人 30 例为试验组, 共计 42 个骨折部位, 其中男 23 例, 女 7 例; 年龄 14~ 50 岁 (35 ± 11 岁); 创伤严重度评分 ISS (按 AIS~ 90 版标准) 为 4~ 25 分 (12 ± 7 分); 损伤部位: 股骨转子间骨折 4 例, 股骨颈骨折 2 例, 股骨干骨折 8 例, 股骨髁间骨折 3 例, 髌骨骨折 2 例, 胫腓骨骨折 14 例, 踝关节骨折 4 例, 尺桡骨骨折 4 例, 肱骨干骨折 1 例。另外, 随机抽取同期损伤部位及常规治疗方法与试验组相同的各种新鲜骨折病人 30 例为对照组, 其中男 26 例, 女 4 例; 年龄 18~ 60 岁 (39 ± 12 岁); ISS 为 4~ 36 分 (17 ± 8 分)。

## 治疗方法

1. 常规治疗方法: 两组相同。包括各种内固定、骨牵引、外固定支具、石膏或夹板外固定。
2. 脉冲电磁场疗法: 只用于试验组。(1) 仪器: LS-I 型骨折治疗仪 (大连连顺集团生产) 是一种便携式

\* 天津大学精密仪器工程系

脉冲电磁场治疗仪,由主机和治疗线圈两部分组成。外接 220V 交流电。脉冲发生器产生的脉冲电流输出至治疗线圈,频率为 1HZ,占空比 1%。在双极线圈间产生与线圈垂直的磁力线,磁场强度 20GS。较单极线圈产生的磁力线发散小,穿透性强。(2)方法:试验组病人的骨折部位经内固定或牵引或手法复位外固定后,将 LS- I 型骨折治疗仪磁性线圈的两极板相对地固定在骨折断端的上下或左右两侧。接通电源,确信仪器处于正常工作状态。从骨折后第 3 天开始,每日治疗 2 次,2h/次,一般持续治疗 6 周。

**检查方法**

两组病人均定期拍 X 光片,记录骨折愈合情况。

两组病人在伤后及治疗 1 周后分别取血,检测血白细胞计数、血钙磷(比色法)、碱性磷酸酶(酶化学测定法)、免疫球蛋白(IgG、IgA、IgM)及血清补体(C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>) (琼脂扩散法。)

**结果**

1. 两组骨折愈合时间的比较:骨折临床愈合标准<sup>[4]</sup>:骨折断端由网质骨连接,X 线片显示明显的连续性骨痂,仍可见骨折线,断端无异常活动度,承受轻微外力时疼痛,骨痂尚不结实,虽可去除外固定,但不允许负重。结果:试验组骨折临床愈合时间为 6.7 ± 1.685 周,对照组为 8.1 ± 1.640 周 (t = 2.1, P < 0.05)。

2. 两组病人伤后及治疗 1 周后血白细胞计数、血钙磷、免疫球蛋白及血清补体的变化:经配对 t 检验结果见表 1, 表 2。

表 1 试验组治疗前后几种化验数值的比较

项目	例数	$\bar{d} \pm Sd$	t	p
WBC	20	$0.5 \times 10^3 \pm 5.45 \times 10^3$	0.410	> 0.05
血钙	19	-0.126 ± 0.26	2.112	< 0.05
血磷	19	0.098 ± 0.20	2.136	< 0.05
碱性磷酸酶	19	18.396 ± 24.57	3.445	< 0.05
IgG	18	-1.410 ± 4.06	1.473	> 0.05
IgA	18	-0.266 ± 0.68	1.660	> 0.05
IgM	18	-0.221 ± 0.69	1.360	> 0.05
C <sub>3</sub>	18	-0.115 ± 0.42	1.162	> 0.05
C <sub>4</sub>	18	-0.041 ± 0.17	1.023	> 0.05

**讨论**

1. 从以上结果可见试验组与对照组骨折平均临床愈合时间的差别有统计学意义,说明 LS- I 型脉冲电磁场骨折治疗仪可以促进骨折愈合。脉冲电磁场不仅可治疗骨不连或骨迟缓愈合,也可用于治疗新鲜骨折,

缩短骨折愈合时间。尤其是低频电磁场成骨作用更强<sup>[5]</sup>。

表 2 对照组治疗前后几种化验数值的比较

项目	例数	$\bar{d} \pm Sd$	t	p
WBC	24	$-1.47 \times 10^3 \pm 3.99 \times 10^3$	1.804	> 0.05
血钙	26	0.073 ± 0.218	1.706	> 0.05
血磷	26	0.109 ± 0.75	2.019	> 0.05
碱性磷酸酶	26	17.165 ± 26.380	3.318	< 0.01
IgG	26	-0.325 ± 4.066	0.358	> 0.05
IgA	26	0.077 ± 0.578	0.681	> 0.05
IgM	26	-0.001 ± 0.962	0.005	> 0.05
C <sub>3</sub>	26	-0.094 ± 0.436	1.093	> 0.05
C <sub>4</sub>	26	0.028 ± 0.252	0.560	> 0.05

2. 从表 1 可见试验组在应用脉冲电磁场治疗前与治疗 1 周后,血钙、血磷及碱性磷酸酶的变化具有统计学意义,即治疗 1 周后血钙降低,血磷增高,碱性磷酸酶活性增加,说明脉冲电磁场在人体局部应用后可促进人体的钙磷代谢,使人体处于正钙平衡。而表 2 所示未经脉冲电磁场治疗的对照组,其伤后及 1 周后的血钙、血磷变化无统计学意义,只表现为碱性磷酸酶活性增加,说明骨折病人的钙磷代谢也较活跃,但不及使用脉冲磁场治疗后明显。

3. 从表 1、表 2 可见两组病人在伤后及治疗 1 周后血白细胞计数、免疫球蛋白(IgG、IgA、IgM)及血清补体(C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>)的变化均无统计学意义。此结果与文献报道<sup>[6]</sup>不同,尚不能认为脉冲电磁场可对人体免疫系统产生影响。

**参考文献**

1. Bassett CAL. Augmentation of bone repair by inductively electromagnetetic fields Science, 1974, 184: 575
2. 吴立东, 范顺武, 潘立军, 等. 脉冲电磁场治疗骨折 53 例. 浙江医科大学学报, 1994, 23 (5): 216
3. 莉莉, 张崇文. 电刺激成骨的实验研究与作用机制. 中华骨科杂志, 1990, 10 (4): 303
4. 陆裕朴, 胥少汀, 葛宝丰, 等. 实用骨科学. 北京: 人民军医出版社, 1991. 57
5. Kenneth JM, Clinton TR. The effect of low-frequency electrical fields on osteogenesis J Bone Joint Surg (Am), 1992, 74 (6): 920
6. 郭巨灵. 临床骨科学(骨病). 北京: 人民卫生出版社, 1989. 146

(收稿: 1997- 05- 21 修回: 1998- 03- 05)