

金属植入物内固定骨折区域的物理治疗★

张 晗, 徐义明, 万大千, 白跃宏

文章亮点: 高频电疗及中频电疗法可应用于股骨骨折后内固定, 对于骨折的修复有促进作用, 高频治疗的效果优于中频治疗。

关键词: 股骨; 骨折; 内固定; 微波治疗; 中频电疗

摘要

背景: 对骨折区域采用金属植入物进行内固定后, 进行物理治疗且辅以康复训练是否可以促进骨折愈合? 实验对此进行探索。

目的: 验证骨折金属植入物内固定后物理治疗的可行性, 观察其对骨折愈合及周围组织的影响。

方法: 选取 24 只成年大白兔, 随机分为 3 组。制作右侧股骨中段横断性骨折模型, 并用钢板内固定。内固定后空白对照组不采取任何治疗; 中频治疗组自内固定后第 4 天起, 连续 30 d 采用电脑中频治疗仪 ECM99-IIB 治疗; 高频治疗组自内固定后第 4 天起, 连续 30 d 采用微波治疗仪 PM-800S 进行治疗。

结果与结论: 大体观察所见空白对照组纤维组织最多, 中频治疗组次之, 高频治疗组最少。神经传导速度 3 组间比较差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。组织学观察空白对照组未见明显骨基质, 中频治疗组可见形成中骨小梁, 高频治疗组可见较为成熟的骨小梁。空白对照组肌肉组织大量纤维化, 中频治疗组肌肉组织可见部分纤维化, 高频治疗组纤维化程度最低。血清生化指标结果显示 Ca^{2+} 和碱性磷酸酶指标高频治疗组、中频治疗组显著高于空白对照组 ($P < 0.05$)。结果表明, 高频电疗及中频电疗法可应用于股骨骨折内固定后, 且对于骨折的修复具有促进作用, 高频治疗的效果优于中频治疗。

上海交通大学附属第六人民医院, 上海市 200233

张晗★, 女, 1988 年生, 辽宁省沈阳人, 汉族, 上海交通大学医学院在读硕士, 主要从事康复医学与治疗学研究。
coldsusan@163.com

通讯作者: 白跃宏, 博士, 教授, 博士生导师, 上海交通大学附属第六人民医院, 上海市 200233
aibyh@126.com

中图分类号: R318
文献标识码: A
文章编号: 2095-4344 (2012)48-08983-05

收稿日期: 2012-03-12
修回日期: 2012-04-16
(20120112009/W · C)

Physical therapy in the fracture region with metal implants fixation

Zhang Han, Xu Yi-ming, Wan Da-qian, Bai Yue-hong

Abstract

BACKGROUND: After fracture fixation with metal implants, is it able to take physical therapy in promoting the fracture? This exploratory experiment can be the preparation for later discussion.

OBJECTIVE: To investigate the feasibility of physical therapy after fracture fixation with metal implants and to observe the effect of physical therapy on the fracture recovery and surrounding tissues.

METHODS: Twenty-four adult white rabbits were selected and randomly divided into three groups. The models of the transaction fracture on the middle of left femur were established and fixed with plate. After fixation, the models in the control group received no treatment; the models in the intermediate-frequency group received the intermediate-frequency electro-therapy with intermediate-frequency therapeutic equipment ECM99-IIB at 4 days after fixation and lasted for 30 days; the models in the high-frequency group received the microwave therapy with microwave apparatus PM-800S at 4 days after fixation and lasted for 30 days.

RESULTS AND CONCLUSION: General observation showed that the control group had the most fibrous tissue, followed by the intermediate-frequency group, and high-frequency group had the least fibrous tissue. There was no significant difference of nerve conduction velocity among three groups ($P > 0.05$). Histological observation showed that there was no visible bone matrix in the control group, trabecular bone formation could be seen in the intermediate-frequency group, mature trabecular bone could be seen in the high-frequency group. Fibrosis of muscle tissue could be seen in the control group, partly fibrosis of muscle tissue could be seen in the intermediate-frequency group and the fibrosis in the high-frequency group was not obvious. Serum biochemical indicators showed that the serum content of Ca^{2+} and alkaline phosphatase in the intermediate-frequency group and high-frequency group were significantly higher than those in the control group ($P < 0.05$). Under the experimental conditions, intermediate-frequency electro-therapy and high-frequency electro-therapy could be used after fracture fixation, and had a positive effect on the union of fracture. The effect of the high-frequency electro-therapy was better than that of the intermediate-frequency electro-therapy.

Affiliated 6th People's Hospital of Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200233, China

Zhang Han★, Studying for master's degree, Professor, Doctoral supervisor, Affiliated 6th People's Hospital of Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200233, China
coldsusan@163.com

Corresponding author: Bai Yue-hong, Doctor, Professor, Doctoral supervisor, Affiliated 6th People's Hospital of Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200233, China
aibyh@126.com

Zhang H, Xu YM, Wan DQ, Bai YH. Physical therapy in the fracture region with metal implants fixation. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2012;16(48): 8983-8987.

Received: 2012-03-12
Accepted: 2012-04-16

0 引言

传统观点认为,对于骨折实行内固定后,因体内有金属植入物,物理治疗尤其是高频电疗法是禁止使用的。由于在体内有金属植入物,物理治疗产生的能量在该金属物附近汇聚,会使周围组织产生热损伤。另外,物理治疗可使金属发生电离,破坏其表面的抗氧化涂层。但由于科技水平不断提高,内固定材料的不断创新,现行的材料(如钛合金等)或许可以一定程度耐受物理治疗为机体和金属本身所带来的各种改变。临床上也有个别应用物理治疗作为辅助疗法的实例,如20世纪80年代曾有学者探讨对子宫内有金属避孕器的部位能否进行高频治疗,结果表明其产生的热效应仍在人体安全范围内^[1];Caplong等^[2]通过实验证实,在体外组织内,高频治疗未见对金属有选择性加热作用。但目前极少有相关实验证明是否可以对骨折内固定后患处实行物理疗法作为辅助治疗。本实验旨在探讨骨折内固定后应用物理治疗的可行性,为临床治疗提供基础理论依据。

1 材料和方法

设计: 随机对照动物实验。

时间及地点: 实验于2011年1至10月在上海市第六人民医院动物实验中心及康复医学科完成。

材料:

实验动物与分组: 成年健康新西兰大白兔24只(由上海交通大学附属第六人民医院动物实验中心提供),雌雄不限,雌兔经检测均未孕,相同月龄,体质量3.0–4.0 kg。

主要实验仪器:

实验仪器	来源
微波治疗仪 PM-800S	伊藤公司, 日本
电脑中频治疗仪 ECM99-IIB	瑞众诚商贸有限公司
钛合金指掌骨钢板及其配套 (Synthes 手固定系统)	上海科特医疗器械有限公司提供
光学显微镜 BM-8CA	上海团结仪器制造有限公司

实验方法:

动物分组: 随机分成3组, 每组8只。空白对照组, 中频治疗组, 高频治疗组。

建立模型: 新西兰大白兔经30 g/L戊巴比妥钠(1.0–1.5 mL/kg)耳缘静脉麻醉后备皮, 仰卧位固定于手术台上, 常规消毒铺巾, 在膝关节上约2 cm处做股外侧切口, 长3.5–4.5 cm, 切开皮肤, 分离皮下组织和深筋膜, 分

离股四头肌外侧头和髂胫束, 暴露股骨干, 用线锯在股骨中段制作横断性骨折模型, 再选取适宜长度钛合金指掌骨钢板行骨折内固定, 彻底止血后, 碘伏、生理盐水冲洗切口, 逐层缝合。模型建立后应用 4×10^4 U庆大霉素局部肌肉注射, 并用铁皮及纱布包裹伤口外围, 避免抓伤, 撕裂伤口。对每组兔子标记后分笼喂养, 连续3 d用庆大霉素肌注预防感染, 3 mg/kg, 1次/d。观察其进食、活动及伤口愈合情况, 3 d后开始治疗。

治疗方法: ①空白对照组不予以治疗, 令其自行恢复。②中频治疗组: 自建立后第4天起, 每天采用电脑中频治疗仪ECM99-IIB进行治疗, 选取处方11(处方: 癍痕疙瘩, 术后粘连), 剂量6–8, 以其能耐受为限, 极片面积3 cm × 4 cm, 两只电极片分别置于距骨折断端1 cm处的远端和近端两侧, 与电极接触的皮除净体毛, 20 min/d, 治疗周期30 d。③高频治疗组: 自术后第4天起, 每天采用微波治疗仪PM-800S进行治疗, 强度18 W, 距离创口10 cm左右, 10 min/d。治疗周期30 d。

X射线摄片: 于治疗后第30天, 组织形态学观察前, 采用30 g/L戊巴比妥钠麻醉, 拍摄兔右侧股骨侧位片, 观察骨折对位对线愈合情况及骨痂形成情况。

肌电图检测: 于治疗后第30天, 组织形态学观察前, 采用30 g/L戊巴比妥钠麻醉, 切开创口处, 分离肌肉及筋膜, 暴露坐骨神经, 检测坐骨神经传导速度。

组织形态学观察: 治疗30 d后24 h, 采用30 g/L戊巴比妥钠(1.0–1.5 mL/kg)耳缘静脉麻醉, 仰卧位固定于手术台上, 消毒铺巾, 经原手术入路切开皮肤, 分离周围组织, 暴露钢板, 大体观察钢板及周围组织情况并记录, 小心松解螺钉和拆除内固定, 用线锯切下断端连接处骨、骨痂约0.5 cm × 0.5 cm × 1 cm, 并于骨折断端旁股四头肌处切取肌肉组织约0.7 cm × 0.7 cm × 0.7 cm, 置于体积分数4%的甲醛中固定24 h, 取出标本经固定后(骨骼标本浸入脱钙液中脱钙)再行常规石蜡包埋、切片、苏木精-伊红染色, 光学显微镜BM-8CA下, 放大倍数40倍, 观察组织形态学变化。

血清生化指标检查: 术后30 d, 病理取材之前, 经耳缘静脉抽血约2 mL, 检测血清中 Ca^{2+} 、 Cl^- 和碱性磷酸酶的水平。

主要观察指标: 创口大体观察情况, X射线摄片显示骨折愈合情况, 肌电图检测坐骨神经传导速度, 组织学切片光镜下观察, 血清中各离子含量。

统计学分析: 采用SPSS 13.0进行统计, 结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间比较采用样本均数 t 检验, 以 $P > 0.05$ 为差异无显著性意义。

2 结果

2.1 实验动物数量分析 新西兰大白兔24只, 分为3组, 无脱失, 全部进入结果分析。

2.2 各组兔骨折处大体观察结果 空白对照组在断端周围可见大量增生的瘢痕组织和结缔组织, 与周围肌肉有部分粘连, 切割取材较为困难。中频治疗组可见少量瘢痕组织, 断端处有少许骨痂形成, 肌肉及周围组织除粘连外, 未见高温灼伤或其他损伤痕迹。高频治疗组可见瘢痕组织很少, 断端外层肌肉呈现代偿性增厚, 周围组织未见高温灼伤或其他损伤痕迹。

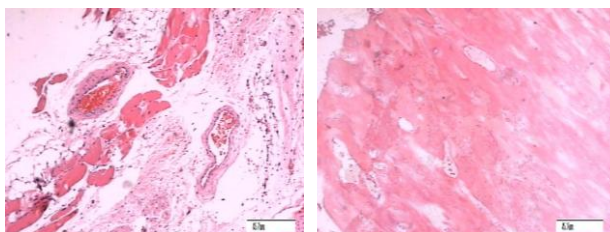
2.3 各组兔骨折处X射线观察 显示3组均基本完成对位对线, 未见钢板脱落。空白对照组骨折断端较清晰, 未有明显骨痂形成; 中频治疗组骨折断端连接处有少许高密度影, 少量骨痂形成; 高频治疗组骨折断端连接处有较为明显的高密度影, 有明显骨痂生成。

2.4 各组兔肌电图检测结果 测量兔坐骨神经传导速度, 以比较损伤及治疗过程是否会对神经产生影响。各组间比较差异均无显著性意义($P > 0.05$)。

表1 各组兔治疗30 d坐骨神经传导速度
Table 1 Sciatic nerve conduction velocity of the rabbits after treated for 30 d ($\bar{x} \pm s$, $n = 8$, m/s)

Group	Sciatic nerve conduction velocity
Control	65.563 8 $\pm$ 2.895 3
Intermediate-frequency	67.986 3 $\pm$ 1.669 0
High-frequency	67.417 9 $\pm$ 2.919 9

2.5 组织学观察结果 空白对照组肌肉组织纤维结缔增生化明显, 肌纤维排列紊乱, 见图1a; 骨折断端软骨性骨痂水平较低, 未见明显成熟的骨小梁和骨母细胞出现, 见图1b。



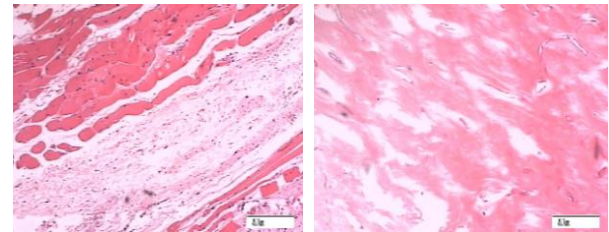
a : Muscles in the control group b : Bones in the control group

Figure 1 Histological observation in the control group under low magnification microscope (Hematoxylin-eosin staining, $\times 4$)

图1 空白对照组低倍镜下组织学观察(苏木精-伊红染色, $\times 4$)

中频治疗组肌肉组织纤维化较空白对照组减轻, 见

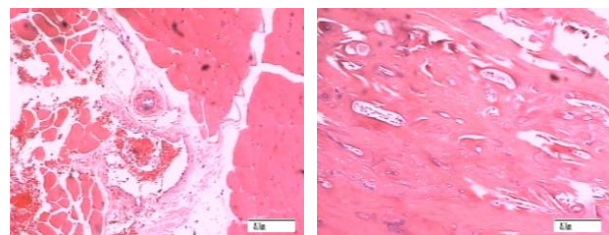
图2a, 骨折断端可见未成熟的骨小梁及少量骨母细胞, 骨基质不明显, 见图2b。高频治疗组肌肉组织少见纤维化, 见图3a, 骨折断端可见许多较为成熟的骨小梁及骨母细胞, 骨基质较为明显, 见图3b。



a : Muscles in the intermediate-frequency group b : Bones in the intermediate-frequency group

Figure 2 Histological observation in the intermediate-frequency group under low magnification microscope (Hematoxylin-eosin staining, $\times 4$)

图2 中频治疗组低倍镜下组织学观察(苏木精-伊红染色, $\times 4$)



a : Muscles in the high-frequency group b : Bones in the high-frequency group

Figure 3 Histological observation in the high-frequency group under low magnification microscope (Hematoxylin-eosin staining, $\times 4$)

图3 高频治疗组低倍镜下组织学观察(苏木精-伊红染色, $\times 4$)

2.6 各组兔生化指标检测结果 见表2。

表2 各组兔治疗30 d后生化指标检测结果
Table 2 Serum biochemical indicators of the rabbits in each group after treated for 30 d

Item	Control group	Intermediate-frequency group	High-frequency group
Cl ⁻ ion (mmol/L)	101.225 $\pm$ 2.233	109.343 $\pm$ 2.471	109.581 $\pm$ 1.328
Ca ²⁺ ion (mmol/L)	1.432 $\pm$ 0.069	1.672 $\pm$ 0.087 ^a	1.665 $\pm$ 0.060 ^a
Alkaline phosphatase (nkat/L)	460.89 $\pm$ 34.81	1 180.64 $\pm$ 42.48 ^a	1 176.67 $\pm$ 36.60 ^a

^a $P < 0.05$, vs. control group

血清检查Ca²⁺和碱性磷酸酶。Ca²⁺和碱性磷酸酶水平, 高频治疗组、中频治疗组均高于空白对照组, 差异有显著性意义($P < 0.05$)。

3 讨论

高频电是指频率大于100 kHz的交流电,应用高频电治疗疾病的方法称为高频电疗法,临床常用的有短波疗法,超短波疗法和微波疗法^[3]。按照传统康复医学观念,高频电疗作用表现在热效应和非热效应,热效应会使治疗局部升温,促进血液循环,非热效应可以使体内偶极子、离子、带电胶体发生电磁振荡,促进局部炎症消退和增加免疫力,假如体内有金属异物,热效应可能使金属温度升高较快,灼伤周围组织,非热效应可能使金属异物表面离子化,削弱其防腐能力^[4-5]。因此传统的观点认为,物理治疗,尤其是高频疗法,在体内有金属植入物的情况下是绝对禁忌的。

随着金属内置物材料学的迅猛发展,金属钛应用越来越广泛,在心脏外科,胃肠外科,骨科,口腔科钛合金内置物得到广泛认同,尤其在骨科内置物中,钛金属因为其密度小(质轻)、强度高(质硬)、耐腐蚀(寿命长)特性广泛应用于新型内固定器械中^[6-7]。新进的钛合金钢板其导电性及导热性能已与传统的金属植入物有很大区别,是否还会使组织产生局部烫伤及电离效应呢?

目前有关钛合金能否进行高频电治疗的相关研究较少;国外研究中,也只有关于高频电影响液态钛的研究^[8-9],国内研究中,巴方等^[10]曾观察超短波对骨折内固定后周围组织的影响,文中并未提供钢板的材料学资料,也未对钢板进行理化检测,但其实验结果显示实验组钢板的温度变化最大为1.25℃,而人体内温度最高的部位是肝脏38℃,正常体温需维持在35-41℃,超过42℃会引起细胞的实质性损害^[11]。故高频电场中钢板的温度变化尚在安全范围内,不会对人体器官造成实质性损害,为临床及试验提供了一定依据。谢涛等^[12]观察了高频电预防内置物感染的作用,但作者使用的高频电为小型高频电刀,与临床差异较大。总之,目前高频电对钛合金金属内置物的影响以及是否有治疗作用仍然难以判定,而高频电因为其热效应和非热效应假如能够应用于骨折内固定后患者,对于患者的早期和后遗症期康复及功能锻炼具有很大的益处。

实验中家兔经过中频及高频治疗后,肉眼未见骨折断端周围组织有骨折及恢复期以外的损伤,也未见有因温度过高而至灼伤的痕迹,可见高频电疗的热效应并未对组织造成局部烫伤。同时,经检测坐骨神经传导速度空白对照组(65.563 8±2.895 3)m/s,中频治疗组为(67.986 3±1.669 0)m/s,高频治疗组为(67.417 9±

2.919 9) m/s,3组神经传导速度数值均在正常范围之内,组间差异无显著性意义,可见物理疗法并未对病变部位神经传导产生影响。故可知中频及高频疗法对于具有内固定的骨折修复过程并未产生不良影响。

骨折愈合通常要经历血肿机化期,原始骨痂期和骨痂改造期。血肿机化期约骨折后2周完成,骨折部位产生无菌性炎性反应,机化的血肿形成肉芽组织并进而转化为纤维组织^[13];原始骨痂期骨折后4-8周完成,膜内化骨生成内骨痂和外骨痂,软骨内化骨生成环状骨痂及髓腔内骨痂,并不断钙化增强;骨痂改造期骨痂逐渐被清除,骨髓腔重新沟通,恢复骨的正常结构^[14-15]。本实验历时4周,骨折愈合多处于血肿机化期和原始骨痂期。

由组织学观察可知,空白对照组肌肉组织大量纤维化,中频治疗组肌肉组织可见部分纤维化,高频治疗组纤维化程度最低,故骨折断端恢复速度高频治疗组优于中频治疗组优于空白对照组;骨小梁形成情况空白对照组骨折断端软骨性骨痂水平较低,中频治疗组可见骨小梁雏形,高频治疗组可见较为成熟的骨小梁,故骨痂形成过程高频治疗组优于中频治疗组优于空白对照组。可见,中频治疗组及高频治疗组的骨折愈合效果优于空白对照组。且高频治疗组的效果明显优于低频治疗组。

生化检测结果显示,高频治疗组中频治疗组的Ca²⁺和碱性磷酸酶水平均高于空白对照组。可见,经物理治疗后,是高频治疗组和中频治疗组的Ca²⁺和碱性磷酸酶增加较多,而这两项离子参与骨折愈合^[16-17],基质钙化,促进新生骨组织的形成。有学者认为,骨折钙化部位的基质小泡内所包含的碱性磷酸酶等物质能与Ca²⁺结合,促进钙盐的结晶,沉淀,融合,形成骨组织。这是骨折愈合的一个重要过程^[18-19]。因此组织内Ca²⁺和碱性磷酸酶的水平可以反映出骨折愈合的情况,从而反映各治疗组之间的差异。结果显示高频治疗组和中频治疗组的骨折愈合速度明显优于空白对照组。

对于中频电疗法促进骨折愈合的机制目前说法较多。Bassett等^[20]认为,钙离子的泳动促使成骨细胞增生活跃,成骨活动加快,软骨内化骨过程加速,而电刺激对钙盐产生某种动力学影响,促进钙盐的泳动和沉着,从而加速钙化过程。李伟等^[21]实验后认为电刺激使生理性关闭的微血管开放,可改善局部血液供应,从而加速骨折愈合。电信号可改变细胞周围环境,刺激离子交换,使钙离子向胶原基质释放,形成骨化基质,使纤维软骨钙化,促进骨折愈合^[22-23]。20世纪50年代初,日本学者提出骨的压电效应,即在骨组织上施加压力可得到极化电位,同时逆压电效应也被证实,即当给骨组织施加电场时,正负极之间产生应

力和应变,这种骨折断端间的应力有利于骨折愈合^[24]。相关研究还认为,阴极的负电位促进骨生成^[25-26],电位的改变可以导致成骨细胞的分化或再分化;同时电解作用造成阴极周围氧张力减低和pH值升高,促进毛细血管生长。有关高频电疗法促进骨折愈合的机制尚不明确,国内外相关研究也较少,仍需进一步探讨。

综上所述,在实验条件下,高频疗法及中频疗法可应用于新西兰大白兔股骨骨折钛钢板内固定后,且对于骨折的修复具有促进作用,高频治疗的效果优于中频治疗。如应用于临床还需更多实验研究作为依据。

4 参考文献

- [1] Heick A, Espersen T, Pedersen HL, et al. Is diathermy safe in women with copper-bearing IUDs. *Acta Obstet Gynecol Scand*.1991;70(2):153-155.
- [2] Capulong ES, Ryaby JP, McCabe J, et al. Effect of short wave therapy on acute fracture of the tibia. *ARCH Phys Med Rehabil*.1983;64(10):518.
- [3] Dai M. Beijing: People's Medical Publishing House. 2007: 88-100.
戴闽.实用骨科治疗与康复[M].北京:人民卫生出版社,2007: 88-100.
- [4] Nan DK. Beijing: People's Medical Publishing House.2003: 111-112.
南登崑.康复医学[M].北京:人民卫生出版社,2003:111-112.
- [5] Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Andreas P, et al. Effect of High-Dosage Cholecalciferol and Extended Physiotherapy on Complications After Hip Fracture. *Arch Intern Med*.2010;170(9): 813-820.
- [6] Kim LB, Bernadette M, Alison G, et al. Effects of an exercise and manual therapy program on physical impairments, function and quality-of-life in people with osteoporotic vertebral fracture: a randomised, single-blind controlled pilot trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*.2010;11:36-47.
- [7] Wang P, Wu J, Huang XD, et al. Shijie Huaren Xiaohua Zazhi. 2010;18(7):1838-1841.
王萍,吴杰,黄晓东,等.经结肠镜高频电圈套器联合尼龙绳套扎和/或钛夹钳夹治疗大肠宽蒂和大息肉156例[J].世界华人消化杂志, 2010,18(7):1838-1841.
- [8] Arnold W. Effects of temperature on surgical metal implants under electrotherapy. *Beitr Orthop Traumatol*.1978; 25(2): 109-151.
- [9] Lozowa EJ, Petuchowa LJ. Use of electrotherapy in meta. Osteosynthesis. *Beitr Orthop Traumatol*.1972;19(8):448-521.
- [10] Ba F, Yu M, Zhang ZQ. *Zhongguo Yike Daxue Xuebao*. 2008; 37(3):349-351.
巴方,于敏,张志强.高频电场中金属植入物对周围组织影响的实验研究[J].中国医科大学学报,2008,37(3):349-351
- [11] Guo WX. Beijing: People's Medical Publishing House.1984: 196.
郭万学.理疗学[M].北京:人民卫生出版社,1984:196.
- [12] Xie T, Shang XF, Hu F, et al. *Yixue Zongshu*.2008;14(4): 635-637.
谢涛,尚希福,胡飞,等.高频电预防兔内置入物感染的实验研究[J].医学综述, 2008,14(4):635-637.
- [13] Sherrington C, Tiedemann A, Cameron I. Physical exercise after hip fracture: an evidence overview. *Eur J Phys Rehabil Med*.2011;47(2):297-307.
- [14] Wrigley BJ, Tapp LD, Shantsila E, et al. Antithrombotic therapy in anticoagulated patients with atrial fibrillation presenting with acute coronary syndromes and/or undergoing percutaneous coronary intervention/stenting. *Pol Arch Med Wewn*.2010; 120(7-8):290-293.
- [15] Guan Y. Beijing: Huaxia Chubanshe.2005:196
关晔.临床康复学[M].北京:华夏出版社,2005:196
- [16] Stephane C, Mathieu H, Patrick B. Accelerometer-based wireless body area network to estimate intensity of therapy in post-acute rehabilitation. *Journal of Neuroengineering and rehabilitation*.2008;5(1):20-31.
- [17] Zhang XP. Therapy of the distal fractures of radius: choices and thoughts. *Zhongguo Gu Shang*.2011;24(11):887-901.
- [18] Chung-Wei CL, Anne MM, Robert DH, et al. Pain and dorsiflexion range of motion predict short and medium-term activity limitation in people receiving physiotherapy intervention after ankle fracture: an observational study. *Predictors of outcome after ankle fracture*.2009;55:31-37.
- [19] Hakubun Y, Takashi Y, Kenichiro S, et al. Vertical Fracture of Mandibular Condyle Treated with Intra-articular Pumping Therapy: A Case Report. *Bull Tokyo Dent Coll*.2009;50(1): 37-40.
- [20] Bassett CA, Pilla AA, Pawlak RJ. A non-operative salvage of surgically-resistant pseudarthroses and non-unions by pulsing electromagnetic fields. A preliminary report. *Clin Orthop*. 1977;124:128.
- [21] Li W, Xiong GX, Lian JX, et al. *Zhonghua Wuli Yixue Yu Kangfu Zazhi*.2002;24(9):529-530.
李伟,熊国欣,连建学,等.干扰电流促进骨折愈合的实验研究[J].中华物理医学与康复杂志,2002,24(9):529-530.
- [22] Mehta SP, Jean SP. Systematic review of home physiotherapy after hip fracture surgery. *J Rehabil Med*.2011; 43:477-480.
- [23] John ML, Rachel M, Senthil R, et al. An innovative and cost-effective way of managing ankle fractures prior to surgery-home therapy. *Orthopaedic surgery*.2010;92:615-618.
- [24] Zhang CJ. *Zhonghua Liliiao Zazhi*.1998;(21):111-114.
张长杰.骨折愈合的物理治疗进展[J].中华理疗杂志,1998,(21): 111-114.
- [25] Becker RO. Boosting our healing potential. In: *Nauk WH. Science Year*.1975;41-45.
- [26] Bright on CT, Krebs AG. Oxygen tension of healing fractures in the rabbit. *J Bone Joint Surg (Am)*.1972;54:323-332.

来自本文课题的更多信息——

作者声明: 文章为原创作品,数据准确,内容不涉及泄密,无一稿两投,无抄袭,无内容剽窃,无作者署名争议,无与他人课题以及专利技术的争执,内容真实,文责自负。