

脉冲电磁场对接骨板性骨质疏松的影响

The influence of pulsed electromagnetic fields on osteoporosis induced by steel plates: An experimental study

王献印 齐志远 韩文朝 敬沛 张作峰 孙广智 王冠军 张雪峰

WANG Xianyin, QI Zhiyuan, HAN Wenchao, DING Jingpei, ZHANG Zuofeng, SUN Guangzhi, WANG Guanjun, ZHANG Xuefeng

【关键词】 骨质吸收; 脉冲电磁场 【Key words】 Bone resorption; Pulsed electromagnetic fields

我们对钢板固定家兔胫骨用 PEMFs 进行治疗, 观察固定骨段的骨孔隙率, 骨矿含量和矿化沉积率的变化, 以期为临床应用 PEMFs 防治接骨板性骨质疏松提供依据。

1 材料与方法

1.1 动物 健康成年大耳白家兔 18 只, 雌雄不限, 体重在 2.5~ 3.0 kg (河南医科大学实验动物中心提供)。标准全价营养饲料分笼喂养。

1.2 接骨板 采用天津产 4 孔 316L 不锈钢掌骨接骨板。

1.3 仪器 TF-VI 型中医多功能治疗仪由郑州市颈肩腰腿痛医院研究所提供(专利号: 992385423)。

1.4 分组与处理 动物随机分为 A、B、C 三组, 每组各 6 只。A 组为空白对照组, B、C 两组为实验组。B、C 两组在双侧完整胫骨中段前外侧置入 4 孔不锈钢接骨板。手术采用戊巴比妥钠(20 mg/kg) 静脉麻醉, 在无菌条件下行胫骨中部前外侧切口, 显露胫骨后将接骨板固定于胫骨中段的前外侧, 用相同的扭力拧紧双侧螺丝钉。A 组在相同部位只切开皮肤、筋膜, 剥离相同范围的骨膜, 不行钢板固定。动物分笼饲养, 自由活动。术后 4 d 用 TF-VI 型中医多功能治疗仪治疗, 左胫骨为治疗侧, 右胫骨为模型对照侧。治疗时将动物固定, 电磁场治疗仪的两极板放置于家兔左小腿钢板固定部位两侧, 极板相互平行, 每天治疗 2 h。B 组治疗 6 周, C 组治疗 12 周, A 组不用电磁场治疗, 但每天按同样方法固定 2 h。B 组 6 周后处死, A 组、C 组 12 周后处死。每组动物处死前 10 d, 用 1% 钙黄绿素 10 mg/kg 静脉注射, 处死前

2 d 再用同样方法进行 1 次钙黄绿素注射, 形成钙黄绿素双标记。处死后取胫骨标本进行各项指标检测。

1.5 观测指标

1.5.1 定量组织分析 在接骨板中间两螺孔之间截取约 10 mm 的骨段, 10% 福尔马林固定, 稀盐酸脱钙, 乙醇逐级脱水, 石蜡包埋切片, HE 染色。A 组动物在胫骨中段同一水平也截取 10 mm 的骨段作相同处理, 每个标本内都含接骨板下和对侧的全层骨皮质, 将接骨板下骨皮质纵横分 4 个区域, 在 Olympus 显微镜下观察每一区域内吸收腔, 任选 2 个视野做显微照相($\times 20\times 4$), 每个样本摄 8 张照片, 并放大成 5 cm \times 7 cm, 骨吸收腔面积(包括哈佛氏管)用复写纸描记在方格计算纸上, 计算其所占格数与总面积格数相比, 得出每张照片骨吸收腔的面积(%)的数值, 然后计算出样本均值进行统计学处理。

1.5.2 骨矿含量测定 将标本软组织去净, 放入试管中, 加丙酮脱水脱脂 3 次, 用 10% 三氯醋酸脱钙, 按 EDTA 滴定法测定骨钙, 用还原钼蓝法测定骨磷, 进一步计算出单位干重和单位体积内所含骨钙、骨磷^[1]。

1.5.3 矿化沉积率(MDR)测定 动物处死后切取标本, 按 Frost 氏法制成新鲜的、不脱钙的薄的骨磨片, 进行荧光显微镜观察, 用 CMSD 系列测微目镜数显/打印仪, 在镜下随意测得每张磨片上 10 个荧光标记线间距离, 均打印记录而后计算出均值, 用 2 次注射钙黄绿素间隔天数(8 d)去除, 即求出矿化沉积速率(MDR) $\mu\text{m}/\text{d}$ ^[2]。

1.6 统计学处理 所有数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用 Excel 97 做方差分析, 行相关性检验, 显著性检验采用 *t* 检验。

2 结果

2.1 光镜观察和定量组织学分析 表 1 显示, 空白对照组的骨孔隙率符合正常值 (1.16%), 接骨板内固定 6 周骨孔隙率为 12.79%, 12 周上升为 26.66%。电磁场治疗 6 周后治疗侧骨孔隙率较对照侧有所减少, 但差异尚无统计学意义 ($P > 0.05$), 至 12 周后治疗侧骨孔隙率明显小于对照侧 ($P < 0.05$)。

2.2 骨矿含量的测定 表 2, 3 显示, 6、12 周后除治疗侧单位重量的干重钙含量高于空白对照组外, 其余单位体积和单位重量干重的骨钙、骨磷含量治疗侧明显高于对照侧 ($P < 0.05$), 但均低于空白对照组, 并随固定时间延长而降低。

2.3 矿化沉积率 (MDR) 的分析 表 4 显示外膜矿化率 6 周时治疗侧明显高于对照侧, 至 12 周两侧无显著性差异; 内膜矿化率治疗侧与对照侧相比无显著性差异 ($P > 0.05$); 6、12 周哈佛氏系统矿化率治疗侧均高于对照侧, 有显著性差异 ($P < 0.05$)。

表 1 骨孔隙分析结果 ($\bar{x} \pm s, n = 6$)

组别	对照侧	治疗侧
A 组	1.15 ± 0.07	1.16 ± 0.09
B 组	12.79 ± 8.94	8.12 ± 4.59
C 组	26.66 ± 5.55*	8.87 ± 4.54

注: 表中数据均为与同期总方格数的比值; 对照侧与治疗侧比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; 下同。

表 2 骨钙量测定结果 ($\bar{x} \pm s, n = 6$)

组别	骨 Ca/干骨量 (mg/mg)		骨 Ca/体积 (mg/cm ³)	
	治疗侧	对照侧	治疗侧	对照侧
A 组	0.38 ± 0.02	0.38 ± 0.03	771.16 ± 38.50	778.81 ± 58.25
B 组	0.41 ± 0.03*	0.36 ± 0.02	769.68 ± 52.86*	668.85 ± 35.62
C 组	0.40 ± 0.04*	0.33 ± 0.01	754.37 ± 65.75*	587.58 ± 30.86

表 3 骨磷测定结果 ($\bar{x} \pm s, n = 6$)

组别	骨 P/干骨量 (mg/mg)		骨 P/体积 (mg/cm ³)	
	治疗侧	对照侧	治疗侧	对照侧
A 组	0.17 ± 0.01	0.17 ± 0.01	354.66 ± 16.77	357.85 ± 19.57
B 组	0.17 ± 0.03*	0.14 ± 0.01	314.72 ± 54.50*	258.07 ± 20.98
C 组	0.16 ± 0.01*	0.13 ± 0.02	289.77 ± 23.33*	243.86 ± 34.88

表 4 矿化沉积速率测定结果 ($\bar{x} \pm s, n = 6, \mu\text{m/d}$)

组别	外膜矿化率		内膜矿化率		哈佛氏系统矿化率	
	治疗侧	对照侧	治疗侧	对照侧	治疗侧	对照侧
A 组	1.41 ± 0.37	1.64 ± 0.18	1.56 ± 0.27	1.47 ± 0.17	1.42 ± 0.26	1.22 ± 0.32
B 组	2.20 ± 0.11*	1.91 ± 0.24	1.95 ± 0.50	2.03 ± 0.46	1.94 ± 0.13*	1.72 ± 0.08
C 组	2.02 ± 0.30	1.78 ± 0.41	1.84 ± 0.12	1.80 ± 0.24	2.02 ± 0.18*	1.68 ± 0.14

3 讨论

本实验结果显示正常家兔胫骨干皮质骨孔隙率很低, 钢板固定后骨孔隙率明显增加, 且随固定时间延长骨吸收进一步加剧, 因而我们认为接骨板固定段骨吸收增加引起骨量的下降及骨微细结构变化 (包括胶原纤维排列紊乱、断裂, 吸收腔增多) 是骨力学性能下降的主要原因。从动物模型对照组中得出, 早期钢板刺激可引起骨外膜的增生, 与 CaO 实验模型相同, 本研究发现骨矿化速率随着钢板固定时间的延长而增快, 这可能是骨内表面在 6 周和 12 周时发生高转换率性骨丢失。

脉冲电磁场 (PEMFs) 由脉冲电流供电的电磁体产生, 除引起磁效应以外, 还因电磁感应而引起电效应。本实验使用 PEMFs 对接骨板性骨质疏松进行治疗, 结果显示治疗侧均明显优于对照侧 ($P < 0.05$), 说明 PEMFs 主要作用于哈佛氏系统表面, 有阻止骨量丢失及促进新骨质钙化作用。

参考文献

- 1 朱太咏, 石印玉, 张戈, 等. 补肾益经方提高卵巢切除大鼠骨质疏松模型松质骨骨质量的实验研究. 中国中西医结合杂志, 2001; 21 (9): 688.
- 2 孙炳烈, 赵然, 王梦娟, 等. 明氏外用接骨膏促进骨折愈合的实验研究. 中国中医骨伤科杂志, 1998; 6 (4): 10.

(收稿: 2002-05-24 编辑: 李为农)

• 读者 • 作者 • 编者 •

关于一稿两投和一稿两用等现象的处理声明

文稿的一稿两投、一稿两用、抄袭、假署名、弄虚作假等现象属于科技领域的不正之风, 我刊历来对此加以谴责和制止。为防止类似现象的发生, 我刊一直严把投稿时的审核关, 要求每篇文章必须经作者单位主管学术的机构审核, 附单位推荐信 (并注明资料属实、无一稿两投等事项)。希望引起广大作者的重视。为维护我刊的声誉和广大读者的利益, 凡核实属于一稿两投和一稿两用等现象者, 我刊将择期在杂志上提出批评, 刊出其作者姓名和单位, 并对该文的第一作者所撰写的一切文稿 2 年内拒绝在本刊发表, 同时通知相关杂志。欢迎广大读者监督。

本刊编辑部