

脉冲电磁场与功能矫治器作用下大鼠下颌生长发育 X 线测量研究

郭宏铭 周学军 赵美英

摘要 选择 20 只青春期雄性 SD 大鼠随机分为对照组、戴矫治器组(FA 组)、脉冲电磁场组(PEMF 组)、二者共同作用组(PEMF 加 FA 组)4 个组,实验周期为 10 d。采用的矫治器为模拟临床功能矫治器,PEMF 为频率 100 Hz 的低能量电磁场。实验前后拍大鼠头侧位 X 线片。研究结果显示 PEMF 与功能矫治器在促进下颌髁突的生长中有协同作用,这为 PEMF 在临床功能矫形治疗中的应用提供了实验依据。

关键词 脉冲电磁场 功能矫治器 下颌骨 X 线测量

脉冲电磁场(pulsating electromagnetic field, PEMF)能够促进骨及软骨的生长与修复,用于治疗骨科中不愈合性骨折及假关节,这已得到了公认¹。近年来也有一些学者证实 PEMF 能够加速正畸治疗中的牙移动速度²。PEMF 对下颌髁突的影响研究才起步,且仅限于单独应用 PEMF 对髁突的研究³,未见有关 PEMF 与功能矫治器(functional appliance, FA)联合应用的报道。本实验采用 X 线测量,观察 PEMF 作用下功能矫形前后,下颌骨的变化情况,观察 PEMF 是否有促进功能矫形的作用,为其在正畸临床上的应用提供实验依据。

1 材料和方法

1.1 实验设计

将 20 只体重约为 100 g,5 周龄 SD 雄性大鼠随机等量分为对照组、PEMF 组、戴矫治器组(FA 组)、PEMF 加 FA 组,每组各 5 只大鼠。所戴矫治器为自制上颌活动矫治器(斜面导板),引导大鼠下颌功能性前伸,每日白天戴矫治器 10~12 h,需 PEMF 作用的所有动物每天有 8 h 处于 PEMF 环境中,动物头部位于电磁场中心,对照组和戴矫治器组也有 8 h 处于固定架中,但无 PEMF。实验周期为 10 d,每组动物实验前后分别摄取定位 X 线头侧位片,可测量下颌骨长度的变化。

1.2 矫治器设计

矫治器由上切牙套冠、斜面导板和固定装置三部分组成。斜面导板为 6 mm × 8 mm 带环片,切牙套唇面厚约 1 mm,斜面导板与上颌 平面呈 20°~25°角,为防止矫治器脱落,用橡皮圈将矫治器固位于大鼠上颌复合体,当下颌切牙咬在斜面导板上时,有引导下颌前伸的作用。

1.3 PEMF 设计

PEMF 由两个线圈组成,1 个 Helmholtz 线圈³(即两个线圈的半径与其分开的距离相等,此时两线圈内任一

垂直平面内各点磁场强度是相等的),线圈绕 40 匝,由 1.2 mm 铜丝绕成,它们与 PEMF 发生器的电路相连,能够产生 100 Hz,高峰磁感应强度为 4 mT 的 PEMF,PEMF 为矩形波,控制比 10:1(图 1)。每只实验组大鼠均配置一个 PEMF 发生装置及固定架,对照组大鼠仅配置固定架。

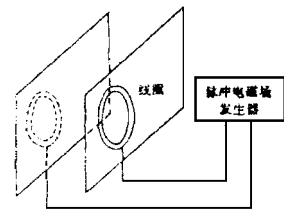


图 1 脉冲电磁场设计简易图大鼠头部位于两线圈之间

1.4 下颌骨 X 线片测量

大鼠在全麻下,用自制头颅定位仪定位,用牙科 X 线机摄 X 线头侧位片(球管距片盒 50 cm,55 kV,0.8 s)。将所摄取的头侧位片放大 3 倍进行描图。为消除摄片放大率,摄片前在大鼠旁放置 10 mm 钢丝,计算放大率,定点:选择 6 个解剖标志点(图 2)。

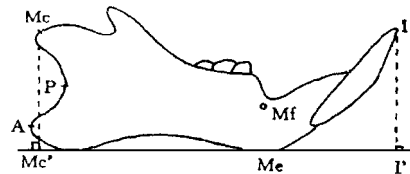


图 2 大鼠下颌骨各测量指标

Mc: 下颌髁突点, P: 后缘切迹点, A: 下颌角隆凸, Mf: 下颌颌孔, Me: 下颌体前缘最低点, I: 下切牙切缘点, Mp: 下颌平面(下颌下缘切线), Mc': Mc 在 MP 的投影, I': I 在 MP 的投影

作者单位: 610041 华西医科大学口腔医学院正畸学教研室(郭宏铭,赵美英),安徽医科大学附属第一医院口腔科(周学军)

M f-M c, M f-P, M e-M c, M e-A 表示下颌骨体长度, M e-M c' 表示下颌支高度, I-Γ 表示下牙槽高度。

分别计算出以上各测量项目在实验前后的增加量, 算出均值及标准差, 并进行 *t* 检验。

2 结 果

10 d 后, 下颌骨长度及高度各测量指标的改变见表 1, 2。

表 1 PEM F 作用下下颌骨 X 线头侧位片测量实验后增加值(mm)

测量项目	对照组 ($\bar{x} \pm s$)	PEM F 组 ($\bar{x} \pm s$)	<i>P</i>	FA 组 ($\bar{x} \pm s$)	PEM F 加 FA 组 ($\bar{x} \pm s$)	<i>P</i>
M f-M c	0.41 ± 0.15	0.51 ± 0.14	> 0.05	0.56 ± 0.04	0.96 ± 0.19	< 0.05
M f-P	0.39 ± 0.03	0.57 ± 0.05	< 0.01	0.55 ± 0.13	0.71 ± 0.17	< 0.05
M f-A	0.45 ± 0.16	0.47 ± 0.14	> 0.05	0.50 ± 0.02	0.78 ± 0.11	< 0.05
M e-M c	0.46 ± 0.22	0.52 ± 0.30	> 0.05	0.78 ± 0.14	1.13 ± 0.08	< 0.05
M e-A	0.38 ± 0.12	0.61 ± 0.23	> 0.05	0.72 ± 0.09	1.01 ± 0.08	< 0.01
M f-M c'	0.43 ± 0.06	0.54 ± 0.14	> 0.05	0.52 ± 0.04	0.76 ± 0.14	< 0.01
I-Γ	0.35 ± 0.15	0.61 ± 0.23	> 0.05	0.63 ± 0.10	0.91 ± 0.17	< 0.05

表 2 矫治器作用下下颌骨 X 线头侧位片测量实验后增加值(mm)

测量项目	对照组 ($\bar{x} \pm s$)	FA 组 ($\bar{x} \pm s$)	<i>P</i>	PEM F 组 ($\bar{x} \pm s$)	PEM F 加 FA 组 ($\bar{x} \pm s$)	<i>P</i>
M f-M c	0.41 ± 0.15	0.56 ± 0.04	> 0.05	0.51 ± 0.14	0.96 ± 0.19	< 0.01
M f-P	0.34 ± 0.03	0.55 ± 0.13	> 0.05	0.57 ± 0.03	0.71 ± 0.17	> 0.05
M f-A	0.45 ± 0.16	0.50 ± 0.02	> 0.05	0.47 ± 0.14	0.76 ± 0.11	< 0.05
M e-M c	0.46 ± 0.22	0.78 ± 0.14	> 0.05	0.52 ± 0.30	1.13 ± 0.08	< 0.05
M e-A	0.38 ± 0.12	0.72 ± 0.04	< 0.05	0.61 ± 0.23	1.01 ± 0.08	< 0.01
M f-M c'	0.43 ± 0.06	0.52 ± 0.04	> 0.05	0.54 ± 0.14	0.76 ± 0.14	< 0.01
I-Γ	0.35 ± 0.15	0.61 ± 0.10	< 0.05	0.61 ± 0.23	0.91 ± 0.17	< 0.05

表 1, 2 显示: PEM F 组与对照组相比, FA 组与对照组相比, 多数测量项目无显著性差异 (*P* > 0.05), 而 PEM F 加 FA 组与 PEM F 组相比, PEM F 加 FA 组与 FA 组相比, 多数测量项目有显著性差异 (*P* < 0.05)。

3 讨 论

电刺激能够改变骨的生物学特性, 促进骨的生长和修复, 可促进不愈合性骨折的愈合¹。1974 年 Bassett⁴ 首次应用传导性电刺激方式治疗不愈合性骨折, 其原理是两平行线圈间歇性通过电流, 便能产生变化的磁场, 它能够使放入其中的导体(包括生物体)产生感应电流。由于 PEM F 无损伤, 无感染, 使用无危险等优点, 很快在骨科临床上广泛应用。不愈合性骨折中的纤维软骨, 其组织学特性与下颌髁突中的继发性软骨类似⁵, 这提示如果 PEM F 具有促进不愈合性骨折的骨修复的作用也

应具有促进下颌髁突生长的作用。继发性软骨与原发软骨的区别在于影响其生长和软骨形成的机制很大程度上取决于外部环境⁶。有研究证明功能矫治器有增加髁突生长量的作用, 这种作用已证实是由于翼外肌张力增加, 使细胞增生与分化活跃^{3,7}, 具体的机制尚不清楚, 但某些激素参与控制这一过程现已得到肯定^{8,9}。本研究中由于脑垂体也位于 PEM F 之中, 故不能排除激素对实验结果的影响, 但单独采用 PEM F 治疗组与对照组各测量项目比较, 大多数均无显著性差异, 这说明单独应用 PEM F 就可以增加下颌髁突的生长量是值得怀疑的。

1985 年 Gerling 等³ 用 PEM F 作用于生长期豚鼠, 在 10d 和 30d 后, 下颌骨各测量项目无显著性差异, 也得出结论: 单独应用 PEM F 并不能显著性增加下颌骨的生长, 其结论与本研究相符合。1995 年 Hass¹⁰ 在猫颞下颌关节的关节窝及髁突中

种植金属种植体,以精确测量髁突软骨的生长量,结果显示在PEMF作用5周后髁突软骨生长量有显著性增加,但Hass的研究并未测量整个下颌骨长度,故而也仍得不出PEMF单独作用可显著性增加下颌长度的结论。在本研究中,单独用矫治器,10d之后下颌长度的变化与对照组相比无显著性差异,这可能是由于实验中戴矫治器时间尚短的原因,而当PEMF与矫治器联合应用时,则与单独用PEMF或单独用矫治器相比,均有显著性差异,这提示PEMF确有促进功能矫形的作用。

对于PEMF促进骨修复和软骨生长的具体机制,至今尚不清楚。许多实验证明PEMF能够加强细胞的增生与分化,并且改变细胞分化的代谢物(如软骨基质的合成)¹¹,这一作用是通过PEMF改变细胞膜的电生理特性来完成的,而并不直接改变细胞质内的物质,其作用与第一信使相似(如某些生长因子及激素),可以改变某些第二信使(如cAMP及一些微量元素)。本研究通过分别研究大鼠在PEMF及FA的作用下,下颌骨生长量的变化的X线测量分析,结果表明:单独用PEMF对下颌生长量所起作用无显著性差异;而PEMF与功能矫治器联合应用则有显著性差异,这提示PEMF与功能矫治器有协同作用,可促进功能矫形的效果。

4 参考文献

- 1 Noton, Hanley, Turkewicz Bioelectric perturbation of bone, research directions and clinical applications, Angle Orthod, 1984, 54: 73
- 2 Stark, Sinclair PM. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement Am J Orthod, 1987, 91: 91
- 3 Gerling JA, Sinclair PM, Roa RL. The effect of pulsating electromagnetic fields on condylar growth in guinea pigs Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1995, 108: 599
- 4 Janic J, Wilmot A. Autoradiographic study of the effects of pulsed electromagnetic fields on bone and cartilage growth in juvenile rats Arch Oral Biol, 1993, 38: 67
- 5 Bassett CAL. A non-operative salvage of surgically resistant pseudarthroses and nonunions by pulsed electromagnetic fields: A preliminary report Clin Orthop Rel Res, 1977, 124: 128
- 6 Meikle MC. The role of condyle in the postnatal growth of the mandible, Am J Orthod, 1973, 64: 50
- 7 王 昕. 功能矫形前伸下颌后大鼠翼外肌和浅层嚼肌活动的实验研究, 口腔正畸学杂志, 1995, 2: 100
- 8 赖文莉. 功能矫形前伸大鼠下颌后髁突胰岛素含量和分布规律的实验研究 博士研究生论文 成都: 华西医科大学, 1994
- 9 白玉兴. 功能矫形前伸大鼠髁突软骨雌激素及其受体变化规律的实验研究 博士研究生论文, 成都: 华西医科大学, 1995
- 10 Haas DW. Stimulation of condylar growth in the cat with pulsating electromagnetic currents Am J Orthod, 1995, 106: 599
- 11 Sakai A. Effects of pulsing electromagnetic fields on cultured cartilage cells Int Orthop, 1991, 15: 341

(1997- 12- 10 收稿)

Study on the Effects of Pulsating Electromagnetic Fields and Functional Appliance on Mandibular Growth by Analysis of Cephalometric Roentgenogram

Guo Hongming, Zhao Meiyang

College of Stomatology, West China University of Medical Sciences

Zhou Xuejun

Anhui University of Medical Sciences

Abstract

Twenty male 5-week-old growing SD rats were equally and randomly divided into 4 groups: the control group, the pulsating electromagnetic field (PEMF) group, the functional appliances group and the combining PEMF and functional appliances group. The experimental period was 10 days. The lateral cephalometric roentgenograms of the SD rats were taken before and after experiment. It showed that PEMF could enhance the orthopedic effect of functional appliance. The result of the study provided experimental basis for clinical application of PEMF to functional jaw orthopedics.

Key words: pulsating electromagnetic fields functional appliances cephalometric roentgenogram mandible