

者运动过程中 HR 与运动强度间的相关性以及各项运动所需的代谢当量。

参 考 文 献

- [1] Scott J, Strath AN. Evaluation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, 2000, 32: S465-470.
- [2] Hiilloskorpi HK, Pasanen ME, Fogellholm MG. Use of heart rate to predict energy expenditure from low to high activity levels. *Int J Sports Med*, 2003, 24: 332-336.
- [3] Keytel LR, Goedecke JH, Noakes TD, et al. Prediction of energy expenditure from heart rate monitoring during submaximal exercise. *J Sports Sci*, 2005, 23: 289-297.
- [4] Utter AC, Robertson RJ. Validation of the adult OMNI scale of perceived exertion for walking/running exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 2004, 36: 1776-1780.
- [5] Keefer DJ, Tseh WD. Comparison of direct and indirect measures of walking energy expenditure in children with hemiplegic cerebral palsy. *Med Child Neurol*, 2004, 46: 320-324.
- [6] 高霞, 李京平, 陈刚. 偏瘫患者行走能量消耗与速度的相关性. 中国临床康复, 2006, 10: 110-111.

国临床康复, 2006, 10: 110-111.

- [7] Courbon A, Calmels P, Roche F, et al. Relationship between maximal exercise capacity and walking capacity in adult hemiplegic stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil*, 2006, 85: 436-442.
- [8] 张立. 运动时目标心率与 RPE 在监测运动强度时的功能及应用. 武汉体育学院学报, 1995, 3: 67-69.

附件一 主观劳累程度 Borg 15 级评分法

分级	劳累程度
6 ~ 8	非常轻
9	很轻
10 ~ 12	较轻
13	稍累
14 ~ 16	累
17	很累
18 ~ 20	非常累

(修回日期: 2008-10-12)

(本文编辑: 易 浩)

· 短篇论著 ·

干扰电、氦-氖激光和磁疗联合治疗骨折延迟愈合的疗效观察

丹壁 闫金玉

骨折延迟愈合是较为棘手的骨科疾病。我们从 2001 年至 2006 年采用干扰电、氦-氖激光和磁疗联合治疗骨折延迟愈合患者 52 例, 并与同期接受药物治疗的 52 例骨折延迟愈合患者进行对照观察。现报道如下。

一、资料与方法

(一) 临床资料

选取 2001 年至 2006 年我科治疗的 104 例骨折延迟愈合患者, 均为外伤性骨折。在复位、固定 3 个月后, 骨折局部仍然肿胀、压痛, 并有功能障碍。X 线摄片示骨折线清晰, 未见骨痂或仅有少量孤立骨痂。所有病例均符合骨折延迟愈合诊断标准^[1]。将 104 例患者随机分为观察组和对照组。观察组 52 例中, 男 35 例, 女 17 例; 年龄为 (33.2 ± 8.4) 岁; 病程为 (6.3 ± 3.1) 个月; 肱骨骨折 6 例, 桡骨骨折 5 例, 尺骨骨折 2 例, 尺桡骨双骨折 2 例, 手舟骨骨折 1 例, 指骨骨折 2 例, 股骨骨折 5 例, 胫骨骨折 10 例, 腓骨骨折 4 例, 胫腓骨双骨折 8 例, 外踝骨折 2 例, 跖骨骨折 1 例, 趾骨骨折 2 例, 腓骨骨折 2 例。对照组 52 例中, 男 34 例, 女 18 例; 年龄为 (32.9 ± 7.8) 岁; 病程为 (5.9 ± 3.3) 个月; 肱骨骨折 6 例, 桡骨骨折 4 例, 尺骨骨折 3 例, 尺桡骨双骨折 1 例, 指骨骨折 2 例, 股骨骨折 8 例, 胫骨骨折 9 例, 腓骨骨折 6 例, 胫腓骨双骨折 7 例, 外踝骨折 2 例, 跖骨骨折 2 例, 腓骨骨折 2 例。2 组患者性别、年龄、骨折部位、病程等方面差

异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。

(二) 治疗方法

1. 观察组: 采用干扰电、氦-氖激光和磁疗治疗。小夹板或石膏托固定者, 治疗时取下固定物, 有金属内固定器者不必去除^[2,3]。①干扰电治疗。采用北京产 K 8832-T 型电脑干扰电治疗仪, 最大输出电流 80 mA, 最大输出电压 35 V, 工作基频 3800 ~ 4000 Hz。一般选用 25 mm² 或 50 mm² 导电橡胶电极, 治疗时将 2 组 4 个导电橡胶电极衬垫交叉并置于骨折线远近两端, 尽量使两路电流在病灶处交叉。指骨、趾骨等狭小病变部位骨折, 采用 1 片四联电极, 使电极中心正对病灶并加以固定。电流 10 ~ 30 mA。每日 1 次, 每次治疗 20 min, 20 次为 1 个疗程。②氦-氖激光照射治疗。采用上海产 HN2SQ 氦-氖激光照射器, 输出功率 25 mW, 波长 632.8 nm。激光束对准骨折线体表投影区, 散焦照射, 光斑直径 2 ~ 5 cm, 距离 70 ~ 100 cm。每次治疗 20 min, 每日 1 次, 20 次为 1 个疗程; ③磁疗。采用安徽产 MCS-4B 型磁疗机, 疏密脉冲磁场。磁头 1 ~ 2 个, 与骨折部位体表密切接触, 依部位不同采取对置、并置或单极置放。磁场强度 0.2 ~ 0.4 T, 频率 20 ~ 80 次/min。每日 1 次, 每次治疗 20 min, 20 次为 1 个疗程。

2. 对照组: 采用谷康泰注射液肌肉注射。每日 1 次, 每次 4 ml, 20 次为 1 个疗程。

2 组均治疗 3 个疗程, 疗程间休息 3 d, 并摄 X 线片。

(三) 疗效评定

参照周嘉顺等^[4]所拟骨折愈合标准评定。痊愈: 骨折间隙

填满骨痂或骨性愈合,局部肿胀压痛消失,骨折部位功能恢复。进步:骨折线模糊,有少量至中等量骨痂生长,局部肿胀压痛减轻,功能部分恢复。无效:骨折处无骨痂生长,症状无改善,功能无恢复。

(四) 统计学分析

2 组疗效比较采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

二、结果

观察组 52 例患者中,痊愈 38 例,占 73.07%,进步 12 例,占 23.08%,总有效率为 96.15%。对照组 52 例患者中,痊愈 25 例,占 48.08%,进步 13 例,占 25.00%,总有效率为 73.08%。2 组痊愈率比较,差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 2 组总有效率比较,差异也有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 1。

表 1 2 组患者疗效比较(例, %)

组别	例数	痊愈	进步	无效	总有效率
观察组	52	38(73.07) ^a	12(23.08)	2(3.85)	96.15 ^b
对照组	52	25(48.08)	13(25.00)	14(26.92)	73.08

注:与对照组比较, ^a $P < 0.05$, ^b $P < 0.05$

三、讨论

骨折延迟愈合是骨折的主要并发症之一,手术治疗不易被患者接受,而药物治疗疗效有限,因此有必要研究其它非手术治疗方法,寻求更有效的治疗手段。许多实验和临床研究证实,生物物理学因素影响骨折愈合,多种生物物理因素可有效地促进骨折愈合^[5]。

干扰电流具有中频电疗法的一般优点,治疗时皮肤阻抗降低,无电解作用,人体能耐受较大的电流强度。当其作用于组织深部时有明显的促进局部血液循环作用。动物实验观察显示,干扰电流治疗后兔耳动脉有明显扩张。在人体上亦观察到干扰电流作用后局部毛细血管扩张,其机理可能是刺激了机体的植物神经系统以及细胞内担负新陈代谢作用的细胞器。使骨折处局部血液热循环改善,骨折端血肿的吸收机化加快^[6]。干扰电治疗能促使血液中钙离子和碱性磷酸酶增加,有利于骨折修复过程中基质的钙化,进而形成骨组织^[7]。基质钙化是骨折愈合的一个关键环节,基质所以发生钙化是由于钙化部位的基质小泡、基质纤维及钙盐之间的有机成分结构与无机盐之间的牢固结合所致。基质小泡主要由纤维细胞、软骨细胞及成骨细胞突起的一段形成。基质小泡内含有丰富的碱性磷酸酶和磷脂等物质,这些物质能将钙留住,从而促成钙盐沉积。钙盐则来自成纤维细胞、软骨细胞及成骨细胞的线粒体。线粒体内的钙离子以高电子密度的颗粒形式存在于线粒体膜下面或近嵴处。在沉积过程中钙离子通过线粒体膜,进入高尔基氏体区域,并进入有膜的小泡中,再输送至细胞边缘,最后排出至细胞外钙化部位,小泡膜被消化,钙离子被释放出来,从而引起钙盐结晶沉淀并融合扩大形成骨组织^[8]。另外干扰电治疗刺激骨折部位的主缩肌与拮抗肌同时轻微收缩,使骨折两端获得一定的、不引起骨折移位的、与长骨纵轴方向一致的纯压力,增加了骨折部位正常生理应力刺激,可有效地防止骨折处骨质疏松、促进骨痂生长。

在骨折愈合过程中,骨折处的微血管重建至关重要。损伤处如果血管丰富、血流快,不仅可以及时清除细菌等有害物质、

消肿,还为骨折区域运送必要的营养物质。有研究表明,氦-氖激光可使伤区血管基质加速沉积,并使与损伤组织修复有关的生物因子增加,这些均有利于受损区新生血管的重建^[9]。激光照射下的骨折区,碱性磷酸酶活动度增加,刺激成骨细胞内 DNA、蛋白质及碱性磷酸酶的合成,从而使成骨细胞增加,骨折区骨量沉积加快,加速骨折愈合^[10]。

实验研究与临床观察表明,磁场有促进骨折愈合的作用,对骨折延迟愈合与骨不连接有确切疗效^[11,12],其机制可能是磁场可以加快骨折部位血肿机化、促进断端血液循环的重新建立、加快纤维软骨骨痂的形成以及化骨过程、加快骨痂组织中钙的沉积、增加骨痂密度^[13]。一定强度的磁场可以增加组织通透性,增强相关酶和细胞色素的活性,改善血液循环,增强代谢。磁场还可以提高成纤维细胞活性,促进细胞组织再生,在抑制甲状旁腺素激活性的同时激活成骨细胞,从而促进新骨生成,使骨折愈合加快^[14]。

应用多种物理因子联合治疗骨折延迟愈合,可以发挥协同作用,疗效确切,安全,对患者无创伤,亦无副作用,是一种较好的治疗方法。

参 考 文 献

- [1] 格林斯潘,主编,唐光健,译. 骨放射学. 3 版. 北京:中国医药科技出版社,2003:63-64.
- [2] 马志清,陈菊春. 干扰电治疗骨折延迟连接和骨不连 34 例. 中华理疗杂志,1989,12:151.
- [3] May HU, Nippel FJ, Hansjürgens A, et al. Acceleration of ossification by means of interferential current. Prog Clin Biol Res, 1985, 187: 469-478.
- [4] 周嘉顺,李耀胜,袁超,等. 伤科接骨片治疗创伤骨折临床疗效观察. 中华创伤杂志,1999,15:384.
- [5] 潘滔,王国栋. 影响骨折愈合的生物物理学因素及其意义. 国际骨科学杂志,2007,28:261.
- [6] 钱显毅,屈少华. 静态干扰电疗法的物理原理与应用. 襄樊职业技术学院学报,2004,3:17-18.
- [7] 李伟,熊国欣,连建学,等. 干扰电流促进骨折愈合的实验研究. 中华物理医学与康复杂志,2002,24:529-532.
- [8] 柴本甫,汤雪明. 实验性骨折愈合的细胞生物学. 中华骨科杂志,1991,11:203-206.
- [9] Garavito I, Baranaukas V, da cruz-höfling MA. The effects of low laser irradiation on angiogenesis in injured rat tibiae. Histol Histopathol, 2004,19: 43-48.
- [10] Yang S, Leong KF, Du Z, et al. The design of scaffolds for use in tissue engineering. Tissue Eng, 2002,8:1-11.
- [11] 叶春山. 骨折延迟愈合和不愈合及其物理治疗. 中华理疗杂志,1989,12:114-115.
- [12] 孙学立. 脉冲电磁场治愈胫腓骨骨折延迟愈合 1 例. 中华理疗杂志,1988,11:114.
- [13] 李人杰,柳用墨,王崇武. 旋磁场促进骨折愈合的初步实验研究. 中华骨科杂志,1988,8:445-449.
- [14] Costantino C, Pogliacomì F, Passera F, et al. Treatment of wrist and hand fractures with natural magnets: preliminary report. Acta Biomed,2007,78: 198-203.

(修回日期:2008-09-09)

(本文编辑:松 明)