

骨折端微动数字化测控系统在胫腓骨中下段双骨折外固定支架固定后早期负重锻炼中的应用

于满秋, 侯仁平, 毕宏政

(山东省文登整骨医院, 山东 文登 264400)

摘要 **目的:**探讨骨折端微动数字化测控系统在胫腓骨中下段双骨折外固定支架固定术后早期负重锻炼中的应用价值。**方法:**2006 年 1 月至 2007 年 12 月收治 266 例胫腓骨中下段双骨折患者。男 196 例, 女 70 例; 年龄 22~65 岁, 中位数 47 岁; 病程 1 h 至 13 d, 中位数 3 d; 开放性骨折 110 例, 闭合性骨折 156 例。所有患者的胫骨骨折均为不稳定性骨折, 均采用外固定支架进行固定, 术后 7 d 内患肢制动, 仅进行踝关节活动, 术后第 8 天开始应用骨折端微动数字化测控系统进行负重锻炼, 设定骨折端微动范围为 0.1~2 mm。术后 6 周开始对患肢进行 X 线检查, 2 周 1 次, 观察骨折愈合情况。**结果:**除 49 例因设备故障或未按时复诊等原因未获得完整数据外, 其余 217 例患者均获得完整数据。212 例患者的骨折达到临床愈合标准, 其中 6 周 23 例、8 周 81 例、10 周 85 例、12 周 10 例、14 周 5 例、16 周 4 例、18 周 2 例、22 周 2 例, 5 例骨折不愈合或愈合不良, 经再次手术内固定后愈合。**结论:**胫腓骨中下段双骨折外固定支架固定术后, 应用骨折端微动数字化测控系统进行早期负重锻炼, 可精确控制骨折端微动范围, 有利于促进骨折愈合。

关键词 骨折愈合; 胫骨骨折; 腓骨骨折; 骨折固定术; 外固定器; 负重锻炼; 微动

由于在骨折端适当的微动能促进骨痂增殖, 加速骨折愈合^[1], 因此许多学者致力于微动与骨折愈合关系的研究。诱发骨折端微动的方式主要有主动和被动 2 种^[2-3]。但目前的设备和方法均无法对主动负重产生的骨折端微动进行有效控制和测量。为此, 我院研制了骨折端微动数字化测控系统^[4], 并将其用于胫腓骨中下段双骨折外固定支架固定术后的早期负重锻炼, 现总结报告如下。

1 临床资料

本组 266 例, 均为 2006 年 1 月至 2007 年 12 月在山东省文登整骨医院住院治疗的胫腓骨中下段双骨折患者。男 196 例, 女 70 例; 年龄 22~65 岁, 中位数 47 岁; 病程 1 h 至 13 d, 中位数 3 d; 开放性骨折 110 例, 闭合性骨折 156 例; 所有患者的胫骨骨折均为不稳定性骨折。

2 方法

所有患者的胫骨骨折均采用外固定支架进行固定, 术后 7 d 内患肢制动, 仅进行踝关节活动, 术后第 8 天开始应用骨折端微动数字化测控系统进行负重锻炼。

骨折端微动数字化测控系统由上位计算机配置软件系统及下位数据采集系统 2 部分组成, 二者之间

通过 RS232 方式通信。下位数据采集系统的信号采集单元由 4 个相同的应变式位移传感器按全桥方式连接, 可测量外固定支架受力过程中的微小位移并转化成电信号传出。

开始锻炼前将骨折端微动数字化测控系统的 4 枚传感器粘贴在骨折远近端 4 枚固定螺杆上, 依次连接系统各部件。分别选择骨折远近端距骨折端近的 1 枚螺杆, 将数字显示千分表两端分别与螺杆相连, 连接点尽可能贴近骨质表面。将骨折端微动范围设定为 0.1~2 mm, 当骨折端微动范围超过 0.1 mm 时报警系统会发出第 1 种报警音, 提示负重达到要求范围, 当微动范围超过 2 mm 时报警系统则会发出第 2 种报警音, 提示微动超出安全范围。打开测试开关, 要求患者扶双拐负重行走, 负重量由轻到重, 当系统发出第 1 种报警音时, 要求患者注意维持负重量, 一旦出现第 2 种报警音则减轻负重量。反复练习, 直到患者可自行控制行走力度, 以系统发出第 1 种报警音, 且不发出或偶尔发出第 2 种报警音为度。每次行走时间由患者自行确定, 以骨折局部无明显肿痛为度, 行走结束关闭电源开关。每周对测控系统中的存储信息进行收集整理, 并对设备参数进行重新测试和设定, 以消除误差。见图 1。

术后 6 周开始对患肢进行 X 线检查, 2 周 1 次, 观察骨折愈合情况, 确定骨折临床愈合时间。骨折达

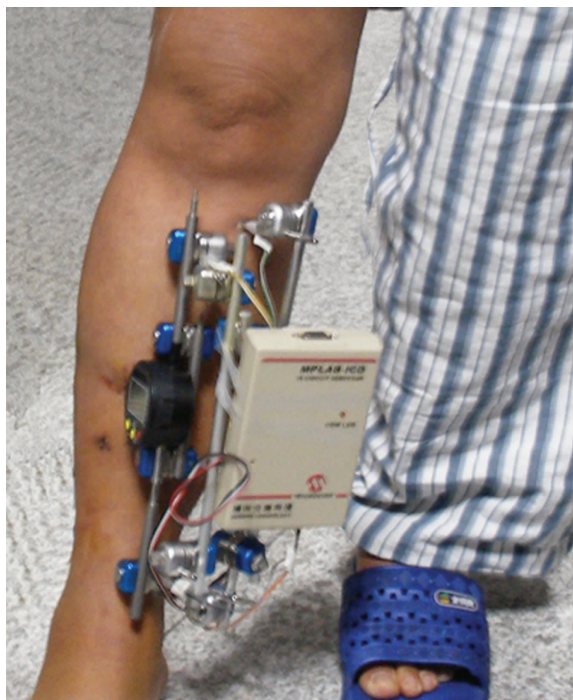


图 1 骨折端微动数字化测控系统

到临床愈合标准后,患肢负重状态下将外固定支架固定夹放松后再重新固定,以后每 2 周重新调节 1 次外固定支架,以减少外固定支架对骨折端的应力遮挡,当骨折达到骨性愈合标准后拆除外固定。

3 结果

除 49 例因设备故障或未及时复诊等原因未获得完整数据外,其余 217 例患者均获得完整数据。212 例患者的骨折达到临床愈合标准,其中 6 周 23 例、8 周 81 例、10 周 85 例、12 周 10 例、14 周 5 例、16 周 4 例、18 周 2 例、22 周 2 例,5 例骨折不愈合或愈合不良,经再次手术内固定后愈合。

4 讨论

目前尚无能全面阐述不同骨折、愈合不同阶段微动促进骨折愈合的细胞生物学和分子学理论,也没有可以测定特定骨折微动参数的系统方法^[5-8]。目前国内外在该领域的研究仍处于动物实验阶段,所用设备和方法不能应用于临床,而采用肢体主动式负重产生可控性的骨折端微动更是该领域研究的难点^[9]。

我们研制的骨折端微动数字化测控系统可在不改变骨折固定的前提下对骨折端的微动进行无创、连续动态监测。该系统采用 4 个传感器按全桥方式连接,可获取较为精确的信号,而且设备体积较小,便于携带,配合大容量的存储卡可记录存储患者长时间运动过程中的相关数据。前期的研究结果也证实该系

统可准确测定外固定支架固定的胫骨骨折受到纵向力过程中骨折端的微动范围^[4]。根据以往的研究结果,我们将患者负重锻炼过程中骨折端的微动范围设定在 0.1 ~ 2 mm^[10-12],既保证了骨折端可以得到有效刺激,同时也能避免过度负重影响骨折愈合。

本组患者的治疗结果提示,胫腓骨中下段双骨折外固定支架固定术后,应用骨折端微动数字化测控系统进行早期负重锻炼,可精确控制骨折端微动范围,有利于促进骨折愈合。

5 参考文献

- [1] 喻鑫罡,张先龙,曾炳芳. 低频可控性微动影响长骨骨折愈合的实验研究[J]. 中华创伤骨科杂志, 2005, 7(8): 744 - 748.
- [2] 喻鑫罡,张先龙,曾炳芳. 骨折段低频可控微动影响骨痂矿化与力学特性的实验研究[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2008, 28(12): 1491 - 1495.
- [3] 宋文超,段宜强,尹培荣,等. 可控性应力与微动对骨折愈合影响的组织学研究[J]. 中华创伤骨科杂志, 2010, 12(3): 256 - 259.
- [4] 毕宏政,杨茂清. 骨折端微动数字化测控系统的研制与测试[J]. 中国卫生产业, 2013, 10(9): 176 - 177.
- [5] 徐新如. 微动对骨折愈合的研究进展[J]. 创伤与急诊电子杂志, 2015, 3(1): 4 - 6.
- [6] 张宏军,范顺武,许纬洲,等. 自控微动带锁髓内钉对山羊骨折愈合的影响[J]. 中国病理生理杂志, 2007, 23(1): 178 - 182.
- [7] 赵铭,冯云华,韩文泉,等. 采用摹拟生物力学法对钢板固定的骨折断端微动试验研究[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2009, 6(5): 42 - 45.
- [8] 李可心,尚天裕,董福慧. “动静结合”骨折治疗原则生物力学基础研究[J]. 中国中医骨伤科, 1998, 6(1): 9 - 12.
- [9] 钟红刚,赵宏普,宋跃,等. 穿针滑动固定家兔胫骨实验性骨折愈合过程断端位移测试[J]. 中国骨伤, 2001, 14(10): 604 - 605.
- [10] Kershaw CJ, Cunningham JL, Kenwright J. Tibial external fixation, weight bearing, and fracture movement [J]. Clin Orthop Relat Res, 1993, (293): 28 - 36.
- [11] Sarmiento A, McKellop HA, Llinas A, et al. Effect of loading and fracture motions on diaphyseal tibial fractures[J]. J Orthop Res, 1996, 14(1): 80 - 84.
- [12] Augat P, Merk J, Ignatius A, et al. Early, full weightbearing with flexible fixation delays fracture healing[J]. Clin Orthop Relat Res, 1996, (328): 194 - 202.