

· 临床研究 ·

低强度超声治疗桡骨远端骨折的临床研究

潘晓华 肖德明 徐忠世 林博文 谢伟平 黎伟凡

【摘要】目的 观察我们自行研制的低强度超声仪用于桡骨远端骨折的治疗效果。**方法** 选取 90 例闭合性桡骨远端 A 型骨折患者为研究对象,随机分为超声组 44 例(骨折手法复位、石膏外固定后给予超声治疗者)和对照组 46 例(单纯骨折手法复位、石膏外固定者)。超声组每天治疗 1 次,每次为 20 min,超声平均强度为 30 mW/cm²;所有患者均由同一组医生随访平均 7.4(8~10)个月,观察两组骨折端复位及愈合过程、腕关节功能、并发症等相关指标并予以统计学分析。**结果** 超声组与对照组相比,临床愈合时间(34.22 ± 5.34 vs 42.62 ± 8.80 d, $P < 0.01$)、骨性愈合时间(65.10 ± 8.75 vs 80.53 ± 9.25 d, $P < 0.01$)、腕关节功能 Dienst 分级评分(优:35 vs 28 例、良:6 vs 7 例、可:2 vs 3 例、差:2 vs 8 例, $P < 0.05$)及 Sudeck 骨萎缩的发生率(相对危险度下降 82.6%)差异均具有统计学意义;通过解剖结构 Aro 等级评分未发现其对骨折复位后的结构稳定性造成不良影响。**结论** 所研制的 LIUS 仪能够有效治疗桡骨远端 A 型骨折;有利于腕关节功能早期锻炼和完全恢复;LIUS 能够预防及治疗 Sudeck 骨萎缩等骨折并发症。

【关键词】 低强度脉冲超声; 桡骨远端骨折; 愈合; Sudeck 骨萎缩

Clinical low-intensity pulsed ultrasound in the treatment of distal radius fracture PAN Xiao-hua, XIAO De-ming, XU Zhong-shi, LIN Bo-wen, XIE Wei-ping, LI Wei-fan. Department of Orthopedics, The 2nd Hospital of the Medical College of Jinan Jinan University, ShenZhen Shenzhen People's Hospital, Shenzhen 518020, China

【Abstract】 Objective To observe the clinical efficacy of a low-intensity pulsed ultrasound (LIUPS) apparatus developed by the authors for accelerating the healing of distal radius fractures. **Methods** Ninety patients with distal radius fracture (AO Muller type A) were randomly divided into a LIUPS group and a control group. All the patients in the LIUPS group were treated with pulsed ultrasound at an average intensity of 30 mW/cm² for 20 minutes once daily after manual reduction and cast immobilization, while those in the control group received only the manual reduction and cast immobilization. All the patients in both groups were followed up weekly by a group of orthopaedic surgeons for a period of 8 to 10 months (average 7.4 months) in terms of the clinical healing time, bone union time, wrist functional recovery and complications. **Results** There were significant differences between the two groups with regard to the time for clinical healing (34.22 ± 5.34 d vs 42.62 ± 8.80 d, $P < 0.01$), the time for bone union (65.10 ± 8.75 vs 80.53 ± 9.25 d, $P < 0.01$), wrist functional recovery as categorised by Dienst Classification (good:35 vs 28 case, mild:6 vs 7 cases, acceptable:2 vs 3 cases and bad:2 vs 8 cases, $P < 0.05$) and Sudeck atrophy occurrence (RRR 82.6%). No anatomic instability of the reduced fractures nor any other side effects were observed during the LIUPS treatment. **Conclusion** The LIUPS apparatus can effectively accelerate the fracture-healing process, speed up functional recovery of the wrist, and prevent such complications as Sudeck atrophy caused by fracture.

【Key words】 Low-intensity pulsed ultrasound; Distal radius fracture; Healing; Sudeck atrophy

国外研究表明,低强度脉冲超声(low-intensity pulsed ultrasound, LIUS)可通过信号转导,提高基因表达、改善血流、刺激骨组织构型、重塑及增强骨痂的机械属性等多种生物学机制非特异地作用于骨折愈合各个阶段,可使新鲜骨折愈合时间缩短近 40%,且安全无侵害性^[1],但国内对此研究不多。最近由清华大学

深圳研究院和深圳市人民医院合作研制出 LIUS 治疗仪(LGT-2060A 型, YZB/粤 0045-2004)。本课题随机选取 2004 年 7 月至 2005 年 2 月就诊我院的 90 例桡骨远端 A 型骨折患者行前瞻性对照试验,旨在观察 LIUS 的疗效和适应证。

材料与方法

一、研究对象及分组

骨折患者 90 例,男、女不限,年龄 20~35 岁,均为发生于两天内的闭合性桡骨远端骨折(AO 系统 A

基金项目:深圳市科技计划项目立项课题(No. 200404036)

作者单位:518010 深圳,暨南大学第二临床医学院(深圳市人民医院)骨科

型),在治疗期间未服用药物并自愿参加该项研究者。排除桡骨远端骨折 B、C 型;开放性骨折、合并全身并发症者;病理性骨折及陈旧性骨折;慢性病、长期病患者;吸烟、服用甾类或非甾类消炎药者。

将 90 例桡骨远端 A 型骨折患者随机分为两组,其中超声组 44 例,其中男 26 例,女 18 例;年龄 22~34 岁,平均 27 岁;左侧伤 32 例,右侧伤 12 例;骨折 AO 分型, A1 型 14 例, A2 型 16 例, A3 型 14 例;术前解剖结构评价(Aro 评价^[2])优 16 例,良 18 例,可 8 例,差 6 例。对照组 46 例,其中男 24 例,女 22 例;年龄 22~35 岁,平均 25 岁;左侧伤 33 例,右侧 13 例;骨折 AO 类型 A1 型 17 例, A2 型 15 例, A3 型 14 例;术前解剖结构评价(Aro 评价)优 17 例,良 16 例,可 10 例,差 3 例。

两组患者从年龄、性别、伤侧、骨折 AO 类型、术前解剖结构评价(Aro 评价)等方面进行统计学分析,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

二、治疗要点

患者确诊后立即给予其心理指导,在其了解超声治疗的安全性和同意后,由指定医生经骨折血肿内麻醉、常规手法复位,以石膏固定前臂于掌屈、尺偏位,立即复查正侧位 X 线平片,超声组在当天开始治疗,于患者腕背侧相当于骨折部位开一圆形石膏窗,直径约 2.5 cm,露出腕背侧皮肤将超声换能器声头涂抹耦合剂,通过石膏窗紧贴于皮肤之上,每天治疗 1 次,每次 20 min;对照组予管型石膏固定后戴有超声仪而声头未发放超声。掌屈、尺偏位石膏在 2 周左右更换为功能位;骨折固定 1 个月左右复查其体征消失、X 线片显示骨皮质开始连续后去掉石膏,视为骨折临床愈合,超声组继续每天治疗 1 次、每次 20 min 同时指导其逐步主动、被动握拳与伸屈腕部运动;当 X 线片显示骨折线完全消失,则确定为骨性愈合,再继续使用超声治疗 3 周后停止。

超声平均强度 30 mW/cm² (10~50 mW/cm²)、脉冲宽度 200 μ s、脉冲重复频率 1.0 MHz。

由 3 位不知患者分组的骨科医生每周同时复查患者 1 次,根据疗效标准逐项计分,由第四位医生作综合评价并决定停止超声使用时间(骨性愈合后第 3 周末)。

三、疗效标准

1. 骨折端解剖结构 Aro 等级^[2] (桡骨掌倾角、尺

偏角、桡骨关节面轴向下沉程度):综合计分后分成优、良、可、差四级。

2. 临床愈合时间:当症状、体征消失及 X 线片显示骨皮质开始连续,为骨折临床愈合。

3. 骨性愈合时间:X 线片骨折线完全消失视为骨性愈合。

4. 骨性愈合后解剖结构 Aro 等级。

5. 骨性愈合后腕关节功能 Dienst^[3] 等级:通过主观评估(疼痛时间\疼痛评分 VAS 分级\自主活动)结合客观评估(握力\各方向活动角度)综合计分后分成优、良、可、差四级。

6. 骨性愈合后疼痛评分:应用目测类比定级法(VAS)评估握持 2 kg 物体 2 min 疼痛分值(100 mm VAS:线段为长 10 cm 的竖线,标出 mm 刻度,设总分 100 分)每周评分 1 次、连续 3 周,取其 3 次评分的均值。

7. 并发症或后遗症、治疗不适感。

四、统计学分析

统计学分析采用 SPSS 10.0 软件包,处理方法:年龄、性别、伤侧、AO 类型差异性 & 临床愈合时间、骨性愈合时间用 t 检验;骨折复位前后及愈合后解剖结构 Aro 等级、腕功能评价及疼痛评分等级用 Radit 分析;并发症或后遗症用 χ^2 检验。

结 果

所有患者均由同一组医生随访至骨性愈合后 2 个月,平均 7.4(8~10)个月。

1. 治疗效果:由表 1 可见,超声组相比对照组骨折复位后的解剖结构差异无统计学意义($P>0.05$),临床愈合时间、骨性愈合时间明显缩短($P<0.01$),骨性愈合后腕关节功能恢复较完全($P<0.05$),遗留疼痛的程度轻(VAS 评分 $P<0.05$)及 Sudeck 骨萎缩后遗症少($P<0.01$)。

2. Aro 评价:超声组超声治疗前优 27 例、良 13 例、可 4 例、差 0 例,骨折愈合后优 30 例、良 12 例、可 2 例、差 0 例, $P>0.05$,表明 LIUS 微动对骨折端的解剖结构稳定性不构成影响。

3. Sudeck 萎缩情况:Sudeck 骨萎缩的相对危险度在对照组为 13.04%,而超声组中为 2.27%,相对危险度下降为 82.6%。

表 1 两组患者骨折愈合、腕关节功能及并发症或后遗症比较

疗效评价	骨折复位后 Aro 评价(例)			临床愈合 时间(d)	骨性愈合 时间(d)	骨性愈合后					Sudeck 萎缩(例)
	优	良	可			腕功能评价(例)			疼痛评分		
						优	良	可		差	
超声组	32	10	2	34.22 ± 5.34 *	65.10 ± 8.75 *	35	5	2	2 [△]	14.20 ± 21.9 [△]	1 *
对照组	33	12	1	42.62 ± 8.80	80.53 ± 9.25	28	7	3	8	30.33 ± 11.1	6

注:与对照组比较,^{*} $P<0.01$,具有统计学意义;与对照组比较, ^{Δ} $P<0.05$,具有统计学意义



注:a.骨折情况;b.给予行石膏外固定后开窗,行低强度超声一周后的骨折情况(Aro 评价:优);c.行低强度超声治疗两周后的骨折情况;d.行低强度超声治疗四周后的骨折情况;e.行低强度超声治疗八周后的骨折情况;f.行低强度超声治疗九周后,骨性愈合(Aro 评价:优)

图1 对照组骨折治疗前、后比较

讨 论

骨折愈合是骨组织再生并最终恢复原有的生物学结构特性和力学功能的创伤修复过程,受到全身和局部情况以及内、外在多种因素影响和制约。要深入研究 LIUS 治疗仪的临床疗效,首先选取合适的病例以消除或弱化该项干预以外常见因素的干扰。我们选取桡骨远端 A 型骨折 (Muller 系统分类) 患者,其特点:在常见四肢骨折中发生率为 14%,占急诊骨科处理患者的 17%^[4];可供观察的客观指标较多,较易观察到骨皮质连续或骨折线变化,骨折端的解剖结构能够通过其掌倾角、尺偏角、轴向缩短变化来定量反映,进一步综合为 Aro 分级以判断复位、制动效果及超声的作用;为囊外稳定型骨折,骨不连的发生率低,极少采用手术;对全身情况影响小,患者对超声治疗的接受程度高,顺应性好;较易出现骨折并发症或后遗症,不恰当复位或者制动,会造成骨折愈合时间延长或畸形愈合,导

致腕关节疼痛、无力、活动受限以及 Sudeck 骨萎缩。

本课题结果可见,超声组相比对照组平均临床愈合时间分别为 30.20 d、39.62 d,平均骨性愈合时间分别为 62.10 d、78.53 d ($P < 0.01$),此结果肯定 LIUS 治疗骨折的效果,此结果和 Kristiansen 等^[5]所作超声组平均骨性愈合时间 (61 ± 3) d,对照组平均为 (98 ± 5) d 的结果相似;通过超声组骨性愈合后的解剖结构 Aro 评价, $P < 0.01$ 反映 LIUS 对骨折结构稳定性没有影响;通过主、客观检查腕关节功能的 Dienst 评价,骨性愈合后超声组功能恢复较好、也较完全 ($P < 0.01$),我们认为这是因为超声组膜内化骨成熟早,且早期连续骨皮质抗扭转强度大,能够较早地开始腕关节功能活动,并产生机械刺激,通过 Wolf 定律促进了骨再生和骨塑形,进而缩短骨性愈合时间;另外骨折制动后可发生临近关节软骨、关节囊、韧带等组织结构、生物化学等方面的病理改变,故部分桡骨远端骨折患者经制动治疗后,腕关节功能恢复不完全^[6],由于 LIUS 不仅令骨皮质连续性恢复较早、平均临床愈合时间缩短,从而缩短肢体制动时间,避免制动治疗所致的不良作用,还改善局部应力微环境促进间充质细胞增殖,使其定向分化为纤维母细胞、软骨母细胞和软骨细胞,并可刺激蛋白多糖合成及胶原分泌来修复腕关节软骨和韧带原发性或继发于骨折的损伤^[7],最终能够完全恢复桡骨远端及腕关节的正常结构与功能。

桡骨远端骨折后畸形会导致附着于其上的肌腱端张力改变、疲劳、血管痉挛,引起肌膜性疼痛,Rawool 等^[8]所行狗尺骨截骨骨折模型的试验显示,LIUS 治疗超过 10 d 能刺激骨折周围血管增生,且在刺激解除后 10~15 d 内,看到了更大的血流增加,本研究超声组相比对照组,骨性愈合后疼痛 VAS 评分 $P < 0.05$ 具有统计学意义,可见 LIUS 可改善局部组织血液灌注,不仅利于营养物质、生长因子甚至细胞转运至骨折端以及清除代谢产物,还能够降低骨-腱接合部的组织张力,解除血管痉挛,从而缓解疼痛。

Sudeck 骨萎缩为外伤后疼痛性骨萎缩,是桡骨远端骨折常见晚期并发症甚至后遗症表现患肢疼痛、功能障碍与病情恢复程度不一致,患肢 X 线平片上骨折线消失,但出现斑片状骨小梁疏松、以邻近关节部位显著,关节面软骨明显变薄、关节间隙正常;本课题中对照组有 6 例患者骨性愈合后遗留 Sudeck 骨萎缩,超声组出现 1 例,其相对危险度下降 (RRR) 为 82.6%,回顾这些病例,没有发现性别分布差异及骨折复位质量不良 (Aro 评价:优 3 例、良 2 例、可 2 例、差 0 例),我们认为腕关节附近肌腱、韧带和关节囊集中而肌肉较少、不具有丰富血管网,难以产生“肌肉泵或静脉泵”作用以保障静脉回流,加之肌腱、韧带和关节囊形变空间有限,骨折后水肿较

易波及交感神经、令神经内膜液压增高,这种长时间炎性刺激以及制动诱发前臂远端反射性交感神经营养障碍(Sudeck 骨萎缩);鉴于 Otter 等^[9]发现,LIUS 不仅可以降低细胞内、外跨膜电位及细胞膜通透性、明显提高鼠胸腺细胞的钾离子出入速率,还使组织胶体变稀、促进胶体液中分散质与分散相合理分配,升高 cAMP、降低 cGMP 水平、增加第二信使活动、改善细胞代谢活性,我们认为 LIUS 对植物神经系统也有着类似作用,能够有效预防和治疗 Sudeck 骨萎缩。

自从 1983 年 Xavier 首先报道 LIUS 治疗难治性骨不连获得了 70% 愈合率后,骨科界日益重视超声疗法,Azuma 等^[10]分组于第 1 天至第 8 天、第 9 天至第 16 天、第 17 天至第 24 天以及第 1 天至第 24 天四个不同时间段使用 LIUS 处理大鼠双侧胫骨骨折,于第 25 天处死所有动物,通过影像学、组织形态学检查和生物力学测试发现每组骨折愈合均优于对照组,显示出 LIUS 对骨折的炎症反应、血管形成、软骨发生、膜内化骨、软骨内化骨以及骨塑形等各个愈合阶段均有促进作用。而 Parvizi 等^[11]发现 LIUS 能够增加培养状态下的软骨细胞 aggrecan 基因(聚糖基因)表达,促进软骨和胶原合成蛋白糖苷;进而转至体内实验,LIUS 干预大鼠模型后,骨痂中 aggrecan 基因表达上调,软骨细胞内蛋白聚糖合成增多,软骨内成骨明显,新生骨痂抗扭转强度显著增加,他认为 LIUS 仅仅令 aggrecan 基因表达上调,就足以促进骨折愈合的整个进程;另一方面,Sarasohn 等^[12]在比较 LIUS 疗法和手术治疗胫骨骨折的临床费用后发现前者明显较少($P < 0.01$),可见 LIUS 治疗骨折的前景令人鼓舞。

总之,我们所研制的 LIUS 仪能够有效治疗桡骨远端 A 型骨折,有利于缩短制动时间、尽早锻炼腕关节和较满意恢复桡骨远端骨-腱接合部以及腕关节的生物力学功能;能够预防和治疗 Sudeck 骨萎缩,当然 LIUS

的作用机制和适应证还有待深入探讨。

参 考 文 献

- 1 Rubin C, Boander M, Ryaby JP, et al. The use of low intensity ultrasound to accelerate the healing of fracture. J Bone Joint Surg, 2001, 83: 259-270.
- 2 Aro HT, Koivunen T. Minor axial shortening of the radius affect outcome of Colles fracture treatment. J Hand Surg, 1991, 16: 392-398.
- 3 Dienst M, Wozasek GE, Seligson D. Dynamic external fixation for distal radius fracture. Clin Orthop, 1997, 338: 160-171.
- 4 Hanel DP, Jones MD, Trumble TE. Wrist fractures. Orthop Clin North Am, 2002, 33: 35-57.
- 5 Kristiansen TK, Ryaby JP, McCabe J, et al. Accelerated healing of distal radial fractures with the use of specific, low-intensity ultrasound. A multicenter, prospective, randomized, double blind, placebo-controlled study. Bone Joint Surg Am, 1997, 79: 961-973.
- 6 倪国新. 制动对骨骼肌的影响. 中华物理医学与康复杂志, 2000, 22: 125-126.
- 7 Buckwalter JA, Mankin HJ. Articular cartilage: degeneration and osteoarthritis, repair, regeneration, and transplantation. Instr Course Lect, 1998, 47: 487-504.
- 8 Rawool D, Goldberg, Forsberg B. Power Doppler assessment of vascular changes during fracture treatment with low intensity ultrasound. Trans Radiol Soc North Am, 1997, 83: 421-429.
- 9 Otter M, McLeod K, Rubin C. Electromagnetic fields in experimental fracture healing. Clin Orthop, 1998, 355: 90-104.
- 10 Azuma Y, Ito M, Harada Y, Takagi H, Ohta T, Jingushi S. Low-intensity pulsed ultrasound accelerates rat femoral fracture healing by acting on the various cellular reactions in the fracture callus. J Bone Miner Res, 2001 Apr, 16: 671-680.
- 11 Parvizi J, Wu CC, Lewallen DG, et al. Low-intensity ultrasound stimulates proteoglycan synthesis in rat chondrocytes by increasing aggrecan gene expression. J Orthop Res 1999, 4: 488-494.
- 12 Sarasohn-Kahn, Heckman JD. The economics of treating tibia fractures: The cost of delayed union. Bull Hosp Jt Dis, 1997, 56: 63-72.

(修回日期: 2006-01-12)

(本文编辑: 阮仕衡)

粘连期肩周炎的综合康复治疗

容国安 毛容秋 危静

【摘要】目的 探讨粘连期肩周炎康复治疗的有效方法。方法 选择粘连期肩周炎患者 100 例,随机分为综合治疗组和对照组,每组 50 例。综合治疗组采用物理因子、按摩、关节松动术和医疗体操进行综合康复治疗;对照组仅采用物理因子治疗。于治疗前、后采用高岸肩关节功能评分法对患者肩关节活动范围和疼痛进行评估。结果 经治疗后,综合治疗组肩关节活动范围和疼痛评分的改善均明显优于对照组($P < 0.01$)。结论 在物理因子治疗的基础上加按摩、关节松动术和医疗体操进行综合康复治疗能进一步缓解肩周炎患者疼痛,增加肩关节活动范围,促进肩关节功能恢复,提高粘连期肩周炎的疗效。

【关键词】肩周炎; 关节松动术; 医疗体操