

· 综述 ·

体外冲击波在骨不连治疗中的应用研究

韩玉华 周宁

骨折后骨不连是骨科临床常见病,治疗较为困难,传统的方法是切除硬化骨,用带血管蒂的骨膜和骨移植以及吻合血管的游离骨膜和骨移植是常用方法^[1]。但部分骨不连经手术治疗仍不能愈合,非手术方法虽多,效果却都不太理想。因此,寻找新的治疗途径成为当前临床医生的重要课题。

由于骨组织的声阻抗比软组织和水大 5 倍,与肾结石的声阻抗相仿,所以受体外冲击波碎石治疗泌尿系结石的启发,20 世纪 90 年代人们开始将体外冲击波疗法应用于骨科。研究发现,冲击波有刺激成骨的作用,而且其副作用小,并发症少,现在已经成为治疗骨不连的重要非手术方法^[1]。

体外冲击波作用机制

体外冲击波属于一种特殊形式的声波,具有很高的压强,周期很短,仅 10 μ s,可在三维空间传播,传播速度随压力的增加而加快^[2]。应用于医学领域的体外冲击波主要可以通过以下三种物理效应来进行治疗:电液效应、电磁效应和压电效应^[3,4]。

体外冲击波对组织及结石的作用主要由两部分组成:直接作用及间接作用。直接作用即体外冲击波的压力直接产生的作用,间接作用则是体外冲击波的“空化效应”产生的。由于不同组织的声阻抗不同,体外冲击波在声阻抗相近的组织中传播时能量衰减很小,而当其遇到声阻抗相差很大的不同组织时,在两组织的界面上,由于物质声阻抗的突然改变,会引起能量转换,产生压力和拉力,从而可以击碎较硬的物体。“空化效应”是指在外力作用下,使存在于液体或组织中的气体(溶于液体中)重新回到其气体状态的现象。体外冲击波波谷的负压在水中(或液体中)可产生拉力,从而产生气泡,所形成的气泡携带着巨大的能量,当气泡破裂时这些能量被释放出,对组织或结石产生作用^[5-7]。

体外冲击波治疗骨不连的作用机制

一、体外冲击波能局部诱导成骨

体外冲击波作用于骨不连接处,造成其两硬化端粉碎性骨折,形成血肿,随之产生无菌性炎症,炎症反应和炎症细胞的释放产物可以产生各种成骨诱导因子而募集骨髓祖细胞诱导成骨^[8],即使处于静止状态的成骨细胞和来自髓腔及邻近软组织的原始成纤维细胞发生聚集和增殖^[8],改变了骨不连的生物学状态—启动骨折修复过程。

二、体外冲击波对组织细胞具有刺激作用

骨外膜及骨内膜生发层细胞和未分化的间充质细胞在受到骨折刺激后可以大量增殖,然后分化成为成骨细胞和成软骨

细胞,形成大量的新生骨组织来修复骨折缺损^[9]。生发层细胞和未分化的间充质细胞分化为成软骨细胞和成骨细胞,是通过各种成骨细胞生长因子的诱导作用实现的。王五洲等^[10]的研究表明,体外冲击波能使冲击部位的转化生长因子 β 、骨形态发生蛋白、成纤维细胞生长因子等的表达增加。Chen 等^[11]通过动物实验发现,体外冲击波能够提高转化生长因子 β 和胰岛素样生长因子 I 的表达,从而促进新骨的形成。已有研究证明,骨形成蛋白和转化生长因子 β 是骨修复中最主要的诱导分化因子。

三、体外冲击波能刺激血管再生

良好的血液供应是促进骨折愈合的关键因素之一。Chen 等^[12]用体外冲击波对骨不连大鼠做实验时发现,转化生长因子 $\beta 1$ mRNA 在体外冲击波治疗后 3 d 表达,血管内皮生长因子 A 在冲击波治疗后 28 d 表达,且治疗组的表达量高于对照组。形态学观察显示,创口内的毛细血管数、新形成的上皮细胞数和血管外周的巨噬细胞数明显增加。Wang^[13]也认为冲击波除了明显促进密质骨增生外,还与大量血管形成及促血管生长因子,如内皮细胞型一氧化氮合酶、血管内皮细胞生长因子、骨形态发生蛋白-2 和增殖细胞核抗原等形成有关。研究发现,在接受冲击波治疗后,血管源性标记物最早在第 1 周就可大量出现并持续约 8 周左右时间,而血管化进程伴随细胞增殖过程在第 4 周才发生,但可持续 12 周,甚至更长时间。

有充足的证据显示,体外冲击波疗法能改善治疗区域的血液循环,坚持长期治疗可使病变区域的新陈代谢得到明显改善,达到治疗目的。

另外,体外实验研究显示^[14],成纤维细胞比成骨细胞更容易受到体外冲击波的损伤。由于成骨细胞和成纤维细胞对体外冲击波损伤的敏感性不同,在体外冲击波治疗后敏感性较差的细胞(成骨细胞)受损伤小,因而可以获得更好的生长条件,迅速增殖。这也可能有利于加速骨折愈合。

体外冲击波治疗骨不连的临床应用

自从 1988 年体外冲击波用于治疗骨折不愈合和延迟愈合以来^[1],许多学者对其治疗剂量、治疗效果、作用方式、并发症等方面做了大量的研究工作,并取得了一定的成就。

一、治疗剂量

虽然体外冲击波用于治疗骨骼系统疾病已有 30 多年的历史,但其具体能量分级、治疗次数、总剂量等方面还存在很大分歧。钟俊等^[15]通过利用不同能量体外冲击波对动物骨不连进行治疗后发现,0.33 mJ/mm^2 能量组治疗前、后骨不连间隙改变的差异无统计学意义,而 0.42, 0.54, 0.60 mJ/mm^2 能量组骨不连间隙改变显著。但 0.60 mJ/mm^2 能量组冲击波治疗后有明显软组织损伤。他们认为,0.42 ~ 0.54 mJ/mm^2 是体外冲击波治疗骨不连较理想的能量。Wang 等^[16]将 24 只建立股骨骨折模型后的兔子分为 3 组:对照组(不给予冲击波治疗)、低能

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院康复医学科

通讯作者:周宁,Email:xczhou@tjh.tjmu.edu.cn

量组(能量密度 0.18 mJ/mm², 冲击 2 000 次)、高能量组(0.47 mJ/mm², 冲击 4 000 次), 结果表明, 高能量组的骨质量和骨强度的各项指标均高于对照组, 而对照组和低能量组之间无差异。

鉴于体外冲击波治疗效果可能具有剂量依赖性, 治疗前应根据不同部位设定参数^[17], 如胫骨和股骨的参数是: 电压 28 kV, 能量密度 0.4 mJ/mm², 脉冲次数 1 200 次。而治疗舟状骨的参数为: 电压 20 ~ 24 kV, 能量密度 0.24 ~ 0.35 mJ/mm², 脉冲次数 1 000 ~ 25 000 次。目前, 国际骨关节冲击波治疗学会推荐的治疗方案是: 能量密度 0.54 mJ/mm², 脉冲次数 2 000 ~ 6 000 次, 治疗次数 1 ~ 3 次。

二、疗效评价

目前, 体外冲击波治疗骨不连疗效已得到肯定, 大量实验已经证实了体外冲击波疗法有较好效果, 长期临床观察的结果显示, 经过体外冲击波治疗后, 骨折端的疼痛减轻或消失, 骨折愈合率达 40.0% ~ 82.9%, Schaden 等^[18]通过对 115 例骨不连患者的观察, 发现在体外冲击波治疗 3 个月后, 骨不连的愈合率达到 75.7%。Rompe 等^[19]对 43 例骨不连患者进行体外冲击波治疗 4 个月后, 骨折愈合率为 82.9%。Wang 等^[20]用体外冲击波治疗 72 例骨不连患者, 结果显示, 3 个月后骨折愈合率达到 40%, 6 个月后骨折愈合率达到 60.9%, 1 年后骨折愈合率为 80%。Bulut 等^[21]通过对手术造成双桡骨骨不连模型的家兔行体外冲击波治疗, 结果表明治疗侧骨愈合较快。但是, 国内外也有研究者表示, 由于体外冲击波治疗骨不连的具体机制还不是十分清楚, 而且尚缺乏可靠的随机前瞻性研究证实其疗效确切, 因此要将其应用于临床治疗骨不连, 还需对这种方法作进一步研究^[22]。

三、安全性

体外冲击波是一种安全可靠的治疗方法。其安全性主要表现在以下 3 个方面: (1) 人体软组织与水有着相似的声阻抗, 冲击波穿过时不会引起能量释放而损伤组织; (2) 冲击波精确定位和聚焦使能量高度集中于约 1.5 cm² 范围的靶区发挥效应, 不会对金属内置物造成损害, 也不会产生大的骨折^[23]; (3) 冲击波破坏作用是以一种内爆炸形式产生的, 因此, 所形成的碎片动能极小, 这使得冲击波很少在治疗过程中损伤邻近组织。虽然如此, 冲击波也不是毫无创伤性, 它在治疗过程中可以引起周围正常组织的轻度、可修复的损伤, 如局部肿胀、皮下出血点和局部小血肿等。

四、适应证

冲击波治疗适于各种原因导致的骨不连, 对肥大型骨不连具有更好的效果^[24]。冲击波治疗不成功者多为萎缩型骨不连或先天性假关节, 这可能与不同骨不连的形成机制不同有关。肥大型骨不连本身骨不连断端血运存在, 只是骨折修复处于停滞状态, 应用冲击波治疗后激活了骨不连的愈合状态。因此肥大型骨不连是体外冲击波疗法的绝对适应证。另外, 大多数学者认为骨端间隙小于 5 mm 的治疗效果优于骨端间隙大于 5 mm 的骨折, 但 Bulut 等^[21]则通过动物实验发现冲击波对骨端间隙 6 mm 的骨折仍有较好的治疗效果, 他们认为这可能与导致骨折的原因不同有关。

五、禁忌证

骨不连患者存在下列情况之一者, 禁忌使用体外冲击波治

疗^[18-20]: (1) 骨折端间隙大于 5 mm 者; (2) 病理性骨折者; (3) 接受震波区域内存在软骨或肺脑脊髓或重要的神经血管者; (4) 活动性感染者; (5) 凝血机制障碍者; (6) 孕妇; (7) 正接受类固醇抗凝血药物、钙通道阻滞剂、免疫抑制药物治疗者; (8) 安装心脏起搏器者; (9) 有血栓性静脉炎或血管机能不全的患者。

六、并发症

许多研究表明^[20,25,26], 体外冲击波治疗无全身并发症, 局部并发症有: 局部小血肿、皮下出血点和局部肿胀。血肿和出血点的发生与冲击波的能量和剂量有关, 能量低于 0.25 mJ/mm² 和剂量少于 1 500 次的冲击波不会引起血肿, 能量低于 0.25 mJ/mm² 和剂量少于 1 000 次的冲击波不出现皮下出血点。除了与冲击波本身有关外, 采用凝胶介质使水囊与皮肤间无气泡存在有助于减少血肿和出血点的发生。局部并发症可给予冰袋等保守治疗。

综上所述, 体外冲击波治疗骨不连接, 是一种安全有效、非侵袭性、并发症少的治疗方法, 为骨不连患者带来康复的福音。但目前尚缺乏对各组织、器官的确切效应和作用机制的研究结果, 而且在剂量选择、是否麻醉、治疗次数等方面存在争议, 这些都需要继续深入研究。相信随着人们对它的认识的加深, 体外冲击波在骨不连治疗中的应用将更加普遍。

参 考 文 献

- [1] Haupt G. Use of extracorporeal shock waves in the treatment of pseudarthrosis tendinopathy and other orthopedic diseases. *J Urol*, 1997, 158:4-11.
- [2] 江明, 邢更彦. 体外冲击波疗法在骨组织及肌肉系统疾病中的应用. *中国临床康复*, 2005, 2:191-193.
- [3] Ogden JA, Toth-Kischkat A, Schultheiss R. Principle of shock wave therapy. *Clin Orthop Relat Res*, 2001, 387:8-17.
- [4] Thiel M. Application of shock waves in medicine. *Clin Orthop Relat Res*, 2001, 387:18-21.
- [5] Maier M, Milz S, Tischer T, et al. Influence of extracorporeal shock-wave application on normal bone in an animal model in vivo. *Scintigraphy. MRI and histopathology. J Bone Joint Surg Br*, 2002, 84:592-599.
- [6] Lingeman JE, Kim SC, Kuo RL, et al. Shockwave lithotripsy: anecdotes and insights. *J Endourol*, 2003, 17:687-693.
- [7] Pishchalnikov YA, Sapozhnikov OA, Bailey MR, et al. Cavitation bubble cluster activity in the breakage of kidney stones by lithotripter shockwaves. *J Endourol*, 2003, 17:435-446.
- [8] Einhorn TA. Enhancement of fracture-healing. *J Bone Joint Surg Am*, 1995, 77:940-956.
- [9] 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.
- [10] 王五洲, 邢更彦. 体外冲击波与成骨细胞生长因子的研究进展. *中华物理医学与康复杂志*, 2006, 28:67-69.
- [11] Chen YJ, Wang CJ, Yang KD, et al. Extracorporeal shock waves promote healing of collagenase-induced Achilles tendonitis and increase TGF-beta 1 and IGF- I expression. *J Orthop Res*, 2004, 22:854-861.
- [12] Chen YJ, Wurtz T, Wang CJ, et al. Recruitment of mesenchymal stem cells and expression of TGF-beta 1 and VEGF in the early stage of shock wave-promoted bone regeneration of segmental defect in rats. *J*

- Orthop Res, 2004,22:526-534.
- [13] Wang CJ. An overview of shock wave therapy in musculoskeletal disorders. Chang Gung Med J, 2003,26:220-232.
- [14] 李晓林,杜靖远,曾晖,等. 高能震波对体外培养的大鼠成骨细胞和成纤维细胞的影响. 中华实验外科杂志,1998,15:126-127.
- [15] 钟俊,李家元,彭昊,等. 不同能量体外冲击波治疗骨不连接的实验观察. 湖北医科大学学报,2000,21:312-314.
- [16] Wang CJ, Yang KD, Wang FS, et al. Shock wave treatment shows dose-dependent enhancement of bone mass and bone strength after fracture of the femur. Bone, 2004,34:225-230.
- [17] 王蕾,杨庆铭. 骨折延迟愈合和不愈合的治疗进展. 中华创伤骨科杂志,2004,6:115-116.
- [18] Schaden W, Fischer A, Sailer A. Extracorporeal shock wave therapy of nonunion or delayed osseous union. Clin Orthop Relat Res, 2001,387:90-94.
- [19] Rompe JD, Rosendahl T, Schöllner G, et al. High-energy extracorporeal shock wave treatment of nonunions. Clin Orthop Relat Res, 2001,387:102-111.
- [20] Wang CJ, Chen HS, Chen CE, et al. Treatment of nonunions of long bone fractures with shock waves. Clin Orthop Relat Res, 2001,387:95-101.
- [21] Bulut O, Eroglu M, Ozturk H, et al. Extracorporeal shock wave treatment for defective nonunion of the radius: a rabbit model. J Orthop Surg (Hong Kong), 2006,14:133-137.
- [22] Biedermann R, Martin A, Handle G, et al. Extracorporeal shock waves in the treatment of nonunions. J Trauma, 2003,54:936-942.
- [23] Ikeda K, Tomita K, Takayama K. Application of extracorporeal shock wave on bone; preliminary report. J Trauma, 1999,47:946-950.
- [24] 钟俊,李家元,刘世清,等. 体外冲击波治疗对动物骨不愈合的影响及机理探讨. 中国中医骨伤科杂志,2004,12:19-22.
- [25] McClure SR, Van Sickle D, White MR, et al. Effects of extracorporeal shock wave therapy on bone. Vet Surg, 2004,33:40-48.
- [26] Gebauer D, Mayr E, Orthner E, et al. Low-intensity pulsed ultrasound: effects on nonunions. Ultrasound Med Biol, 2005,31:1391-1402.

(修回日期:2007-08-18)

(本文编辑:熊芝兰)

· 临床研究 ·

中西医结合治疗急慢性腰腿痛的疗效观察

陈超 王泰仪 许涛 李光辉 王晋贤

【摘要】 目的 探讨中西医结合治疗急慢性腰腿痛的疗效。**方法** 将 813 例患者分为治疗组(713 例)及对照组(100 例)。在控制类固醇用药剂量和时间的前提下,对治疗组患者进行小针刀松解、局部注射类固醇、密集银针艾蒿熏疗;对照组患者仅局部注射类固醇。**结果** 治疗组有 90.7% 的患者基本痊愈,6.7% 的患者好转,2.5% 的患者未愈,3.45% 的患者复发;对照组有 65.0% 的患者基本痊愈,15.0% 的患者好转,20.0% 的患者未愈,27.5% 的患者复发,经统计学分析,发现治疗组疗效明显优于对照组($P < 0.01$)。**结论** 中西医结合治疗对急慢性腰腿痛具有显著疗效。

【关键词】 中西医结合; 腰腿痛; 小针刀; 类固醇; 密集银针

腰腿痛是一种症状群,泛指因腰腿部疾病引起的疼痛。急慢性腰腿痛是指腰腿部因急性扭伤或其它原因引起突然加重或缓慢加重的腰腿痛症状,如腰椎间盘突出症、第三腰椎横突综合征、腰椎骨质增生、腰椎滑脱、梨状肌综合征、棘间韧带损伤或腰背肌筋膜炎等引起的突然或缓慢加重的腰腿痛,该症以软组织疼痛及压痛为主要特征。大多数患者病情与职业性体位、环境或工种等有一定关系^[1,2]。临床治疗腰腿痛的方法较多,但疗效均不够理想。我们采用中西医结合手段在患者局部施以小针刀松解、局部注射类固醇和密集银针艾蒿熏疗等,获得满意疗效。现报道如下。

对象与方法

一、临床资料

共选取 2003 年 12 月到 2005 年 3 月间在我院门诊治疗的

急慢性腰腿痛患者 813 例,均排除合并肿瘤、结核或糖尿病等严重疾病,其中男 391 例,女 422 例;年龄 18~84 岁,平均 49.9 岁;病程 1 周~37 年;主要表现为腰痛,部分患者伴腿痛,疼痛部位有压痛,腰部活动功能受限等;确诊为腰椎间盘突出症 217 例,第三腰椎横突综合征 54 例,腰椎骨质增生 98 例,腰椎滑脱 48 例,梨状肌综合征 63 例,棘间韧带损伤 79 例,腰背肌筋膜炎 254 例。将上述患者分为治疗组(713 例)及对照组(100 例),2 组患者性别、年龄、病种、病程等经统计学分析,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

二、治疗方法

本研究采取解剖定点、压痛点、活动时痛点三者相结合的方式确定治疗位点。通常选择 T_{11} 旁、骶棘肌附着点、大腿前侧髂前上棘与耻骨联合连线中点下方 4 cm 的卵圆窝区、尾骨末端旁 4 cm 处、髂脊与粗隆联线的中点、内收肌附着点或髂前上棘的下后方等^[2,3]。有些位点系病变组合位点,即必须对这几个位点同时治疗,常用的联合位点是三联(即 T_{11} 旁、骶棘肌附着点和髂脊与粗隆联线的中点,分为左三联和右三联)。

治疗组患者采用小针刀、注射类固醇及密集银针艾蒿熏

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院骨科(陈超,王泰仪,李光辉,王晋贤),康复医学科(许涛)