

振动法对外敷七厘散动物模型骨折愈合影响的实验研究

郝洪¹ 王爱梅¹

骨折愈合是一个复杂的生物学过程,包括多能干细胞的分化、软骨内钙化和骨重建等生物学反应,受到各种外在及内在因素的影响^[1]。Wolff指出,活的骨组织对给予它们的机械应力能相应改变它们的组织结构^[2]。本实验制备动物实验性骨折,采用中药七厘散外敷包扎,配合小型振动仪在不同时间对其进行周期性振动,观察机械应力的频率、强度及介入时机等因素对骨折愈合时骨质结构和功能的影响,并探讨其机制。

1 材料与方

1.1 动物

家兔,雌雄兼用,体质量在2.5—3kg,雌雄各半,无孕,月龄6—8个月。由南阳医学高等专科学校实验动物中心提供。

1.2 器材

小型振动仪(NS-Ⅱ型电动按摩器,浙江);多功能材料力学试验机(烟台)

1.3 药物

辽源七厘散(四川,药品批号:国药准字Z51021507)。

1.4 方法

骨折模型制作:家兔40只,分别麻醉后进行胫骨横断,制成骨折模型。对骨折后的胫骨进行对合、自制夹板外固定,中药辽源七厘散以白酒调敷患处(破伤处不用)。外敷后包扎固定,放入笼中,在同一环境中,采用同一种饲料饲养,局部持续固定但未制动。固定前后分别拍摄X线片。

1.5 分组及实施治疗

将40只兔随机分为4组,每组10只,1组为对照组,任其自然愈合;2、3、4组为实验组,采用小型振动仪,分别在骨折后24h、48h及72h开始施以振动疗法(频率为25Hz),每天1次,每次20min。分别在治疗后1周、2周和3周时拍摄X线片,观察骨痂形成情况。第3周末将动物处死,取胫骨进行弯曲实验,测试骨折愈合的强度,利用多功能材料力学试验机将截取的胫骨固定于弯曲试验台,通过微机自动采集载荷值及最大弯矩数据;取愈合处骨及周围软组织标本,观察愈合骨成熟度及软组织血供情况。

1.6 统计学分析

采用SPSS10.0统计软件分析处理,结果以均数±标准差表示,两组间比较用*t*检验,多组间比较用方差分析。

2 结果

2.1 弯曲试验

从表1可看出,各实验组与对照组比较,2组最大载荷和最大弯矩低于实验组,但无显著性意义,3组、4组最大载荷值及最大破坏弯矩值均明显增加($P<0.05$)。其中最大载荷平均增加了20%,最大弯矩平均增加了39%,提示愈合质量明显提高。

表1 各组弯曲试验结果 ($\bar{x}\pm s, n=10$)

组别	最大载荷(N)	最大弯矩(mm)
1组(对照组)	418±37	1085±124
2组	396±52	889±168
3组	492±43 ^①	1498±233 ^①
4组	509±36 ^①	1536±314 ^①

①与对照组(1组)比较 $P<0.05$

2.2 组织学检查

骨质结构软组织切片镜下显示,各振动治疗组血管吻合支丰富,结缔组织完整;而空白对照组大多有黏液样基质,夹杂少许含铁血黄素,提示供血不良(图1—2,见彩色插页)。骨质结构以骨折愈合程度划分为I、II、III级,各组骨质愈合情况见表2。振动组与对照组骨组织愈合比较,经 χ^2 检验 $P<0.01$,说明经振动后骨质愈合效果良好。

2.3 X线片

各组在第1周末、第2周末和第3周末拍摄X线片,由于本次实验采用动物模型,骨折标本外固定难度较大,对合不够理想,但X线片所示各组骨痂形成有明显差异(图3,见彩色插页),骨痂密度也有显著差异。骨痂形成情况见表3。由表中可见振动组骨痂形成率为76.7%,3组、4组明显大于对照组。

总之,通过上述三项指标综合分析,不管振动介入的时机如何,凡进行振动刺激者,骨愈合速度与质量均优于不振动,但在骨折后48h和72h开始振动组为优,骨折后24h介入次之。

表2 振动组和对照组组织学愈合情况比较

组别	组织学愈合等级			χ^2	<i>P</i> 值
	I、II	III	合计		
对照组	9	1	10	16.38	<0.01
振动组	17	11	28		

表3 各组X线片显示骨痂形成情况 (n=10)

组别	第1周末	第2周末	第3周末	骨痂形成率 (%)
	(例)	(例)	(例)	
1组	0	2	5	50
2组	0	3	6	60
3组	0	5	8	80 ^①
4组	0	4	9	90 ^①

①与对照组相比 $P<0.05$

3 讨论

本研究所用七厘散由血竭、红花、三七、当归、乳香(制)、没药(制)、土鳖虫、方海、骨碎补(烫,去毛)、大黄、儿茶、降香、冰片十三味中药组成,对于骨折早期,具有活血化瘀、抗炎消肿及镇痛作用;骨折中期能使骨折愈合时间提前,提高

1 南阳医学高等专科学校,河南省南阳市卧龙路1439号,473000

作者简介:郝洪,男,实验师

收稿日期:2008-10-28

骨痂愈合程度和质量,促进骨折愈合;而骨折后期则可以显著提高骨痂抗扭转的生物力学性能^[3]。

振动是一种非生理性机械刺激,因具有提高肌力、改善柔韧性、关节稳定性、增强本体感、促进疲劳恢复等作用而广泛应用于运动医学领域^[4]。近期研究表明,在去卵巢模型动物及绝经后女性,低于引起骨组织损伤的机械振动信号。有很强的成骨效应^[5-7],具有潜在的预防骨质疏松作用^[8],能有效的预防老年女性摔倒骨折^[9],并具有高依从性、高满意度、副反应小、无创等特点^[10-11],系列研究证明^[12-13],振动应力能够促进骨痂的成熟与改建。4组动物给予同一种药物促进愈合时配合小型振动仪在不同时间对其进行周期性振动,能够改变骨组织的组织结构。

3.1 振动的频率

振动应力促使骨重建的最佳频率在10—50Hz。在此频率的刺激下生长的骨痂,结构特征与材料性较好。表现在功能特征上,有较强的扭转承受力、抗变形能力和承载能力^[14]。因此,在实验的过程中,我们选用频率为25Hz的振动。

3.2 应力促进愈合

骨折端的动力性应变能使生长因子促进成骨诱导作用,促进骨痂的生长和新骨的形成^[15],因此,适当的振动能使骨折断端受到机械的刺激产生应变,是诱导骨痂形成的条件。

骨组织的形态结构、密度分布对应力刺激有良好的功能适应性。机械应力对刺激产生的应变能引起细胞间液体流动,进而引起细胞反应。本实验结果显示,凡进行过间歇性振动刺激的实验组,骨愈合速度与质量均优于不振动的对照组,3周骨痂形成率高出近40%,最大载荷平均增加了20%,最大弯矩平均增加了39%,证实了振动应力的促进作用。

3.3 振动的方向

有资料显示^[1],纵向载荷产生的压应力能驱动成骨细胞及成纤维细胞向分化成骨方向发展,对骨愈合有利,而剪切和扭转载荷产生剪切力,易造成骨断端动态摩擦,对形成的毛细血管和骨痂有伤害,并可驱动成纤维细胞增殖,产生纤维组织而不利于骨折愈合。为了便于临床操作,本实验采用小型振动仪自骨折处直接进行振动,效果同样明显,周围软组织的变化说明振动造成了局部血液循环加速,有利于成骨细胞活动,只要断端对合整齐,固定牢固,完全可避免剪切和扭转载荷产生的剪切力。

3.4 振动的介入时机

一般认为愈合早期是应力介入的最佳时机。Edmund等认为^[16],这是因为生物反应参与了愈合早期启动新骨形成的细胞召集和分化。但本实验显示,骨折后24h介入振动组尽管较对照组愈合效果较好,但二者无显著差异,且骨结构及强度不足,而骨折后36h和72h介入振动组则比对照组愈合的速度、骨质结构及强度明显提高,提示过早介入可能由于

血肿未能吸收而影响愈合质量。

参考文献

- [1] 苏佳灿,任可,张春才.应力对骨折愈合的影响及其作用机制[J].第二军医大学学报,2001,22(10):988—990.
- [2] Wolff JW,White AA,Panjabi MM,et al. Comparison of cyclic loading versus constant compression in the fracture in rabbits [J].Bone and Joint Surg(Am),1981,63:805—810.
- [3] 吴华,陈继革,陈超.接骨七厘片治疗骨折的实验研究[J].华中科技大学学报(医学版),2003,32(1):94.
- [4] 刘洋,叶超群,周军,等.全身振动对绝经后妇女骨量和骨代谢的影响[J].中国康复医学杂志,2008,23(10):875—877.
- [5] 刘洋,周军,叶超群.全身振动防治绝经后骨质疏松的研究进展[J].中国康复医学杂志,2008,23(2):190—192.
- [6] Rittweger J,Just K,Kautzsch K,et al.Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole-body vibration exercise: a randomized controlled trial [J].Spine, 2002,27(17):1829—1834.
- [7] Jordan J.Good vibrations and strong bones [J]. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol,2005,288(3):R555—556.
- [8] 邓轩庚,陈建庭,冯鹰,等.复合振动预防去势大鼠骨质疏松的实验研究[J].中国康复医学杂志,2008,23(4):325—329.
- [9] Verschuere SMP,Roelants M,Delecluse C,et al.Effect of 6-month whole body vibration training on hip density,muscle strength, and postural control in postmenopausal women:a randomized controlled pilot study [J].J Bone Miner Res, 2004,19(3):352—359.
- [10] Marian T, Hannan, Debbie M, et al. Establishing the compliance in elderly women for use of a low level mechanical stress device in a clinical osteoporosis study III [J]. Osteoporis Int,2004,15(11):918—926.
- [11] 查丁胜,陈建庭,邓轩庚,等.不同频率振动应变对成骨细胞增殖及分化能力的影响 [J]. 中国骨质疏松杂志,2008,14(5):303—307.
- [12] 陈国振,陈玺,崔洪洛,等.振动冲量促进骨重建的实验研究[J].生物力学杂志,1988,3:120—122.
- [13] 陈国振,陈玺,王进,等.骨与骨痂的力学强度研究[J].生物力学杂志,1989,4:210—212.
- [14] 申华,陈国振,王建国,等.振动应力促进骨重建最佳频率的生物力学实验研究[J].中华医学杂志,2000,80(10):795—796.
- [15] Perren SM.Physical and biological aspects of fracture healing with special reference to internal fixation [J].Clin Orthop, 1979,138:175—196.
- [16] Chao Eys, Inoue N. Enhancement of fracture healing by mechanical and surgical intervention [J].Clin Orthop,1998,355: 163—178.