

文章编号:1004-7220(2014)04-0377-05

· 临床研究 ·

基于 Ilizarov 技术原理矫正器在矫正肘关节 屈伸挛缩畸形中的临床应用

秦大平^{1,2}, 张晓刚², 宋敏¹, 蒋宜伟¹, 高国栋²,
郭小荣², 郭成龙², 武生智³, 赵少俊⁴, 宋贵杰¹

(1. 甘肃中医学院 中医临床学院, 兰州 730000; 2. 甘肃中医学院附属医院 脊柱外科, 兰州 730000;
3. 兰州大学 土木工程与力学学院, 兰州 730000; 4. 兰州理工大学 土木工程学院综合实验中心, 兰州 730000)

摘要:目的 基于 Ilizarov 技术原理,设计具有主动矫形力、符合生物力学原理的肘关节矫正器,并研究其临床疗效。**方法** 将44例创伤后肘关节功能障碍的患者随机分为2组,其中对照组22例给予连续被动运动(continuous positive motion, CPM)治疗,治疗组22例给予肘关节矫正器治疗;所有患者均在治疗3个月后评定治疗前、后肘关节的功能恢复程度。**结果** 治疗组患者肘关节屈伸范围均明显优于对照组,有效率为90.91%,明显优于对照组的有效率(81.82%)。**结论** 本文设计的肘关节矫正器在创伤后肘关节功能障碍康复中有较好的治疗作用,值得临床进一步推广应用。

关键词: Ilizarov 技术原理; 矫正器; 康复; 创伤; 肘关节功能障碍
中图分类号: R 318.01 文献标志码: A

Clinical application of a new deformity correction device based on Ilizarov technique for flexion and extension contracture of elbow

QIN Da-ping^{1,2}, ZHANG Xiao-gang², SONG Min¹, JIANG Yi-wei¹, GAO Guo-dong²,
GUO Xiao-rong², GUO Cheng-long², WU Sheng-zhi³, ZHAO Shao-jun⁴, SONG Gui-jie¹

(1. Clinical College of Traditional Chinese Medicine, Gansu University of Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China; 2. Department of Spine Surgery, University Hospital of Gansu Traditional Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China; 3. School of Civil Engineering and Mechanics, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 4. Center of Comprehensive Experiment of Construction, School of Civil Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Objective To design a new correction device for elbow deformity with active orthopedic force based on Ilizarov technique, and discuss its curative effect on elbow orthotics in clinic. **Methods** A total of 44 patients with elbow joint dysfunction were randomly divided into treatment group ($n=22$) and control group ($n=22$), and treated with new deformity orthotic device and continuous positive motion, respectively. The functional recovery of the elbow joint for patients in two groups was evaluated after 3-month treatment. **Results** The range of motion (ROM) of elbow flexion-extension in treatment group was significantly larger than that in control group, and the effective rate for treatment group and control group was 90.91% and 81.82%, respectively. **Conclusions** The use of such correction device for elbow deformity showed good curative effect for treating elbow joint dysfunction,

收稿日期:2013-08-09; 修回日期:2013-10-24

基金项目:甘肃省卫生厅科研基金项目(GSWST2011-20), 甘肃省教育厅科研项目(1206-06), 甘肃中医学院2010级研究生创新基金项目(CX2012-07)。

通信作者:张晓刚,教授,主任医师,博士研究生导师, Tel:(0931)8765302; E-mail: zxg0525@163.com。

which is worth popularization and application in clinic.

Key words: Ilizarov technique; Orthotic devices; Rehabilitation; Trauma; Elbow joint dysfunction

肘关节的各类骨折后因固定时间较长,常易并发肘关节僵硬挛缩,影响其关节功能。研究表明,25%肱骨远端骨折和15%单纯肘关节脱位导致关节僵直,而21%肘关节脱位合并桡骨小头骨折的患者遗留有肘关节僵直^[1-4]。肘部损伤后,由于关节囊、韧带、肌肉等软组织挛缩以及关节软骨面破坏、退变、畸形愈合、骨赘形成和关节内游离体等原因,常造成肘关节僵硬^[5-6],是全身最易发生僵硬的关节,发生率约为5%^[7-9]。临床研究表明,肘关节对创伤非常敏感,但目前尚无肘关节创伤后治疗与功能康复的标准方法。尽管治疗方式多种多样,其中包括手术松解、理疗、中医中药等,但治疗效果仍然欠佳,很难达到患者的预期要求。本文基于 Ilizarov 理论研究设计肘关节挛缩活动器,并进行力学分析与临床实验,这对于肘关节术后挛缩的防治具有理论贡献与现实意义。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2010年11月~2012年4月甘肃中医学院附属医院骨科门诊及住院收治的创伤后肘关节屈伸功能障碍患者44例,男24例,女20例,年龄13~57岁,平均33.6岁,右侧23例,左侧21例,患者肘部损伤情况见表1。所有入选对象均对本研究充分理解并签署知情同意书。

表1 患者肘部损伤情况

Tab.1 General information on elbow injury of the patients

病情分类	病例数 (n)	治疗方式			合并(神经损伤及脱位)
		手术	非手术	关节镜松解	
尺骨鹰嘴骨折	16	9	5	2	3
肱骨髁间骨折	5	3	0	0	1
桡骨头骨折	6	5	0	0	2
肱骨下段骨折	5	5	3	0	4
肱骨内、外上髁骨折	8	8	0	2	0
孟氏骨折	4	4	1	1	2

采用矫正器矫正治疗前肘关节平均伸($-41.4 \pm$

11.3)°、屈(42.4 ± 8.2)°,治疗时间选择在手术、非手术及关节镜松解术后2周~3月,平均(1.6 ± 2.3)月。

1.2 治疗方法

1.2.1 矫正器组 肘关节矫正器矫正治疗采用肘关节屈曲挛缩矫正器^[10],患者佩戴适合的矫正器进行治疗,每次治疗前测定肘关节主动活动范围(range of motion, ROM),并以此为调节依据,由患者自行调节,调节速度与幅度以患者自身对疼痛的耐受程度为宜,每次30~45 min,每天1~2次,2周为一个疗程。

1.2.2 CPM组 将患侧肘关节外侧置于CPM治疗仪上,按照说明固定,根据每次治疗前测定的肘关节主动ROM设定角度并每天增加5°,以运动终末期有一定程度酸胀、疼痛感为度,每次30~45 min,每天1~2次,2周为一个疗程。

2组患者在治疗结束后可同时给予局部手法治疗10~25 min,再给予冰敷5~10 min。

1.3 疗效评定

由专人对采用肘关节屈曲挛缩矫正器治疗前、后关节进行ROM评定,屈曲伸展的标准ROM为0°~145°,其中日常功能活动ROM为60°~120°。依据美国特种外科医院(The United States Hospital for Special Surgery, HSS)肘关节评分标准^[10],设定临床治愈的疗效标准为疼痛肿胀消失,关节活动功能恢复正常,ROM > 110°;显效为疼痛肿胀减轻,关节活动明显改善,ROM 60°~110°;改善为关节粘连僵硬情况部分改善,活动功能明显受限,ROM < 60°。

1.4 统计学处理

采用SPSS 17.0进行分析处理数据,计量资料采用均数±标准差表示,组间比较采用t检验和 χ^2 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

本组44例患者肘关节矫正治疗持续时间2周~3月,平均2.3月后,2组患者肘关节ROM与治疗前组内、组间比较均有明显增加;且矫正器组治愈率及有效率均明显高于对照CPM组。治疗后无1例

患者发生异位骨化(见表 2、3)。

表 2 两组患者治疗前、后肘关节屈伸 ROM 变化 ($n=44$)

Tab.2 ROM difference in two groups before and after treatment

组别	例数	肘关节活动范围/(°)			Mayo 评分
		屈曲	伸展	ROM	
CPM 组治疗前	22	39.7 ± 7.6	-42.5 ± 11.9	36.6 ± 10.7	43.7 ± 11.9
CPM 组治疗后	22	78.3 ± 6.9*	-13.6 ± 10.4*	85.4 ± 11.3*	76.5 ± 12.4*
矫正器组治疗前	22	44.9 ± 8.8	-40.3 ± 10.7	40.2 ± 11.4	46.3 ± 13.4
矫正器组治疗后	22	89.4 ± 10.8*	-8.9 ± 7.8*	104.3 ± 12.5*	84.5 ± 12.8*

注: * 与治疗前比较 $P < 0.05$; 矫正器组与 CPM 组比较 $P < 0.05$

表 3 两组患者临床疗效比较

Tab.3 The efficacy of two groups

组别	n	痊愈	显效	改善	有效率/ %	治愈率/ %
矫正器组	22	18	3	1	95.4	81.8
CPM 组	22	10	8	4	81.9	45.5
χ^2					5.637	6.604
P					0.018	0.037

3 讨论

3.1 肘关节解剖及创伤后功能障碍病理机制

肘关节由肱尺、肱桡和尺桡 3 个关节组成,位于一个滑膜关节内,是协调肩关节、前臂和腕关节的重要关节。Morrey 等^[5]研究证明,肘关节大部分的日常活动弧度为屈伸 100°(伸展 30°~屈曲 130°)、前臂旋转 100°(旋前 50°~旋后 50°),这一关节活动范围能满足 90% 的日常生活要求。肘关节一旦发生功能障碍,对日常生活所需基本活动均会产生不同程度的影响。

肘关节损伤后局部的炎性化学刺激产生的生物学反应和疼痛引起的肌肉共同收缩会导致关节囊挛缩,尤以前侧关节囊明显^[12],其轻重取决于原始损伤程度、手术创伤大小、内固定牢固性、外固定时间长短和病人主观因素等。肘关节挛缩根据病理学可分为外部挛缩、内部挛缩或两者都有的挛缩。外部挛缩主要发生在关节囊、韧带和关节周围肌肉。肘关节损伤后,前部和后部关节囊常发生增生、肥厚、挛缩,关节周围侧副韧带和肌肉发生继发性挛缩。

其他外部原因为肘关节的骨性损伤、烧伤或肘关节骨折脱位等而导致的异位骨化。而内部挛缩常由关节软骨破坏、退变、畸形愈合、骨赘形成及关节内游离体等导致的关节内粘连而形成。关节内挛缩也常常继发关节囊、韧带和关节周围肌肉挛缩,趋向于混合性挛缩^[12]。Morrey^[13-14]基于损伤的定位和相关的解剖结构,把肘关节僵硬挛缩分为关节内和关节外因素。关节内因素有关节内粘连、软骨缺损、鹰嘴窝内纤维撞击、游离体、骨赘形成等,关节外因素有皮肤瘢痕、关节囊挛缩、侧副韧带短缩、肌肉挛缩、异位骨化等。虽然肘关节僵硬挛缩的原因很多,但软组织的平衡破坏是主要原因;目前,对肘关节出现创伤后僵硬挛缩的机制仍不完全明了,还有待进一步深入研究。

3.2 治疗体会

选择合适患者给予及时矫正治疗是临床中的关键。肘部骨折是临床常见的创伤性疾病,关节的正常伸屈可使手足部功能范围扩大 50%;肘关节正常运动能力的丧失,将导致手足部功能运动范围 70% 受限,由此可见肘关节正常伸屈是保证手部正常运动功能的重要因素。肘部骨折修复术后限制肘关节的活动度可以促进骨折愈合,但关节活动度的限制往往会引起关节的骨、软骨、关节周围软组织病理性改变,导致关节僵硬和屈曲挛缩,使关节功能活动障碍^[15]。为此,本研究设计了一款适合于人体肘关节活动并且符合生物力学特点的关节挛缩矫正器,根据生物力学三点或四点矫正来达到对肘关节功能丢失的矫正(见图 1、2)。

利用 Ilizarov 法则设计研制肘关节挛缩矫正器

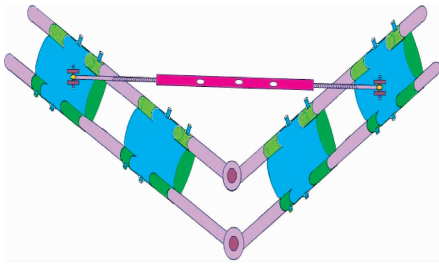


图1 肘关节屈曲挛缩矫正器示意图

Fig. 1 Schematic diagram of orthotic correction devices for elbow deformity

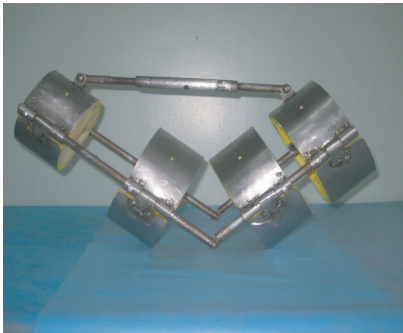


图2 肘关节屈曲挛缩矫正器实物图

Fig. 2 Picture of orthotic correction devices for elbow deformity

将改变通过手术完成对挛缩畸形的矫正。采用可调的、稳定的、持续的、周期性张应力作用对挛缩组织进行一种四维相矫治方法,可以避免以往经手术穿针外固定所带来的针道感染、佩戴不方便、佩戴者不能根据自身特点随时进行调整等问题,而且可以使关节周围组织及关节内、外力学环境和营养代谢得到改善^[16]。通过临床选择适合于用矫正器治疗的病人给予有针对性的治疗是临床应用和研究的关键。适应症的选择和早期康复对预防和治疗创伤后肘关节粘连、挛缩僵硬、功能障碍至关重要。一般选择病程在3个月以内的患者进行治疗,因为软组织在损伤后4~12周为瘢痕形成挛缩期,在此期间内采取及时有效的康复训练,可以减少患者病痛,提高临床治疗效果。创伤后3~6月为瘢痕转化期,患者肘部肌肉已经萎缩,肌力减弱,关节周围组织粘连,关节功能恢复较差,此时选择矫正治疗时间较长,严重者还需手术松解治疗。而对于肘关节本身的病变,如先天性多发性关节挛缩症,骨肿瘤、创伤后导致的骨缺损、骨不连,关节周围重度烧伤所致的关节

挛缩禁用矫正器治疗。

肘关节创伤后需要长期固定患者在保证稳定的前提下进行牵伸,牵伸速度以关节水平1 mm/d(牵伸杆伸长3~4 mm/d)为宜,主要应根据患者的感觉及耐受程度进行调整。另外,在牵伸过程中要注意肘部皮肤血运状况及温度,避免由牵伸力度过大而致肘部皮肤压疮及组织缺血性坏死。总之,关节周围组织结构病理改变导致关节活动度受限患者均可采用矫正器治疗,结构性病理改变包括关节囊、韧带和肌肉短缩及粘连形成,通常由炎症与制动双重因素所致。

Ilizarov的张力-应力法则(the law of tension-stress, LTS)表明,当组织受到一个持续缓慢的张应力时,能发生活性再生,从而使肘关节屈曲挛缩获得符合生物学的逐渐矫正^[17]。组织重塑形是经过长时间后发生的生物过程,而使用矫正器可长时间持续、稳定地施加张应力,引导组织重塑形,从而获得稳定的组织延长。在施加牵拉力的初期,应采取较小的牵拉力,而后逐渐调整增加。牵拉过程中软组织并发症的危险度与牵伸的程度、速度及软组织自身的弹性有关,牵伸程度取决于软组织结构挛缩畸形的程度。小的畸形可以一次性矫正,大的畸形就必须逐渐牵拉多次矫正^[18],这可以明显减少因疼痛、关节及周围组织炎症反应而致关节活动度受限等临床症状,有利于治疗与肘关节功能康复。以肘关节局部的肿胀、皮温升高作为组织反应的观察指标,同时以肘关节的疼痛程度、关节活动度及肘关节力学轴线方向的调整作为确定矫正器治疗频度、持续时间和强度以及向关节周围挛缩组织牵拉力的衡量指标^[19]。

在Ilizarov技术原理指导下,肘关节挛缩矫正器矫正作用力是通过轴向传导实现的,不是直接作用于肘关节的软骨面,而是通过弹簧压缩后将旋转牵伸力缓慢释放,从而使肘关节间隙获得一定范围的撑开。这种能够改变肘关节周围软组织力学环境的作用力符合Ilizarov的张力-应力法则。该矫正器结构简单、操作方便、佩戴安全、价格低廉,且佩戴患者能够根据关节屈伸挛缩畸形的程度和治疗的需要做自行调整,完全符合无创治疗要求,是关节挛缩僵直的治疗策略,值得在临床康复治疗中推广应用^[20]。Ilizarov技术原理的问世与不断发展,特别是

在外固定器方面的研究应用,使得可控制的组织牵伸成为可能,为进一步对重建挛缩畸形的肘关节功及其周围组织张应力变化的规律进行力学测定、数学建模、三维有限元模型的定量分析及骨科临床康复新材料、新型外固定器械的研究与应用提供新思路^[21],也将为利用外固定器治疗骨伤科各种损伤和骨疾病与生物力学研究应用新的发展平台提供理论依据。

参考文献:

- [1] Zagorski JB, Jennings JJ, Burkhalter WE, et al. Comminuted intraarticular fractures of the distal humeral condyles. Surgical vs. nonsurgical treatment [J]. Clin Orthop Relat Res, 1986, 202: 197-204.
- [2] 秦泗河,蔡刚,郑学建. 肘关节牵伸成形术治疗外伤后肘曲挛缩畸形[J]. 中国矫形外科杂志, 2007, 15(8): 579-582.
- [3] Jupiter JB, Goodman LJ, Saldana AE. Multiplane fracture of the distal humerus [J]. J Orthop Trauma, 1993, 7(3): 216-220.
- [4] Mehlhoff TN, Bennet JB, Tullos HS, et al. Simple dislocation of the elbow in the adult. Results after closed treatment [J]. J Bone Joint Surg Am, 1998, 70(2): 244-249.
- [5] Morrey BF. Surgical treatment of extraarticular elbow contracture [J]. Clin Orthop Relat Res, 2000, 370: 57-64.
- [6] 毕霞,许莉莎,孙丹,等. 创伤后肘关节僵硬的综合康复治疗[J]. 中国康复医学杂志, 2008, 23(3): 266-267.
- [7] Morrey BF. The posttraumatic stiff elbow [J]. Clin Orthop Relat Res, 2005, 431: 26-35.
- [8] Chinchalkar SJ, Szekeres M. Rehabilitation of elbow trauma [J]. Hand Clin, 2004, 20(4): 363-374.
- [9] Jupier JB, O'Driscoll SW, Cohen MS. The assessment and management of the stiff elbow [J]. Instr Course Lect, 2003, 52: 93-111.
- [10] 张晓刚,高国栋,秦大平. 肘膝关节挛缩矫正器: 中国, 2011104177971 [P]. 2011.
- [11] O'Driscoll SW, Giori NJ. Continuous passive motion (CPM): Theory and principles of clinical application [J]. J Rehabil Res Dev, 2000, 37(2): 179-188.
- [12] 陈百成,王晓峰,高石军,等. 创伤后肘关节挛缩及其治疗[J]. 中华创伤骨科杂志, 2005, 7(1): 87-88.
- [13] Morrey BF. The elbow and its disorders [M]. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1993.
- [14] Morrey BF. Post-traumatic contractures of the elbow. Operative treatment, including distraction arthroplasty [J]. J Bone Joint Surg Am, 1990, 72(4): 601-618.
- [15] 周淑华,杨朝晖,刘莉,等. 手法缓慢牵拉为主综合防治骨折后肘关节挛缩[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2005, 27(1): 14-15.
- [16] 秦大平,张晓刚,宋敏. 有限元分析 Ilizarov 技术对肘、膝关节屈曲挛缩畸形矫正器作用的机制[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(39): 7263-7266.
- [17] 秦泗河,夏和桃. 改良 Ilizarov 技术矫治儿童膝关节重度屈曲畸形[J]. 中华骨科杂志, 2002, 22(2): 125-126.
- [18] Beals RK, Stanley G. Surgical correction of bow in achondroplasia [J]. J Pediatr Orthop, 2005, 14(4): 245-249.
- [19] 蔡刚,秦泗河. Ilizarov 技术矫正畸形的原则[J]. 中国矫形外科杂志, 2007, 15(8): 597-600.
- [20] 张晓刚,秦大平,高国栋,等. Ilizarov 技术原理在肘膝关节屈伸挛缩畸形矫正器研制中的应用[J]. 中华骨科杂志, 2012, 32(3): 286-288.
- [21] 张晓刚,秦大平,宋敏,等. 骨生物力学应用与研究进展[J]. 中国骨质疏松杂志, 2012, 18(9): 78-82.