

- vestigative Dermatology, 2015, 135(2): 378—388.
- [55] Brock K, Huang WY, Fraser DR, et al. Low vitamin D status is associated with physical inactivity, obesity and low vitamin D intake in a large US sample of healthy middle-aged men and women[J]. The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology, 2010, 121(12):462—466.
- [56] 张彩芳. 太极拳对老年人平衡能力的影响研究[D]. 首都体育学院, 2011.
- [57] 方叙伦. 12周循环力量练习对上海社区50-75岁女性体质的影响[D]. 上海体育学院, 2013.
- [58] Sahin UK, Kirdi N, Bozoglu E, et al. Effect of low-intensity versus high-intensity resistance training on the functioning of the institutionalized frail elderly[J]. International Journal of Rehabilitation Research, 2018, 36(12):346—363.
- [59] Ferreira CB, Teixeira PDS, Alves Dos Santos G, et al. Effects of a 12-week exercise training program on physical function in institutionalized frail elderly[J]. Journal of Aging Research, 2018, 7(2):181—193.
- [60] Jadcak AD, Makwana N, Luscombe-Marsh N, et al. Effectiveness of exercise interventions on physical function in community-dwelling frail older people: an umbrella review of systematic reviews[J]. JBI, 2018, 16(3): 752—775.
- [61] Cho YH, Mohamed O, White B, et al. The effects of a multicomponent intervention program on clinical outcomes associated with falls in healthy older adults[J]. Aging Clinical and Experimental Research, 2018, 20(4):763—775.
- [62] 刘明超. 排舞对中年女教师健康体能影响的实验研究-以河北师范大学为例[D]. 河北师范大学, 2014.
- [63] 俞捷, 左群. 老年人健身走对下肢肌力的影响[J]. 中国体育科技, 2008, 44(2): 76—80.
- [64] Uusi-Rasi K, Patil R, Karinkanta S, et al. Exercise and vitamin D in fall prevention among older women: a randomized clinical trial[J]. JAMA Internal Medicine, 2015, 175(5): 703—711.
- [65] Wen HJ, Huang TH, Li TL, et al. Effects of short-term step aerobics exercise on bone metabolism and functional fitness in postmenopausal women with low bone mass[J]. Osteoporosis International, 2017, 28(2): 539—547.
- [66] Verschueren SM, Boqaerts A, Delecluse C, et al. The effects of whole-body vibration training and vitamin D supplementation on muscle strength, muscle mass, and bone density in institutionalized elderly women: a 6-month randomized, controlled trial[J]. Journal of Bone and Mineral Research, 2011, 26(1): 42—49.

· 综述 ·

肘关节僵硬的牵伸支具治疗进展*

张玲¹ 蔡斌^{1,3} 范帅²

关节僵硬是肘关节创伤或术后常见并发症,发生率达3%—20%^[1]。肘关节正常的屈曲或旋转活动度受限大于50°将导致日常生活功能丧失80%^[2]。肘关节僵硬的康复一直以来具有挑战性^[3]。遵循从无创到有创的康复原则,关节僵硬的治疗通常包括物理治疗、牵伸支具、麻醉下手法松解(manipulation under anaesthesia, MUA)和关节镜下或切开松解^[1,4]。正如Morrey所言^[5],肘关节是一个高度敏感的和包

容的关节,常规物理治疗的效果往往有限。同时由于肘关节骨化性肌炎的易患性,MUA在治疗肘关节僵硬的应用中也一直存在争议^[6]。因此关节镜下或切开松解术被认为是治疗肘关节僵硬的最后选择^[7]。对于常规物理治疗效果不佳的肘关节僵硬,牵伸支具可作为改善肘关节功能活动和避免再次手术的可能措施^[8-10]。Müller等^[10]对13篇研究进行了总结分析,认为牵伸支具治疗肘关节僵硬具有良好的临床疗效。国

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2020.11.025

*基金项目:上海市科学技术委员会科研计划项目(17441900100)

1 上海体育学院,上海市,200438; 2 上海交通大学医学院附属第九人民医院康复医学科; 3 通讯作者

第一作者简介:张玲,女,硕士研究生;收稿日期:2019-04-26

内牵伸支具应用报道较少^[11-12],临床上也存在误用现象,故本文对常见牵伸支具在肘关节僵硬患者中的临床应用方案和疗效等进行了综述,以期对牵伸支具的选择和制定有效的治疗方案提供循证依据。

1 支具牵伸的作用原理

创伤后肘关节僵硬的主要病理学基础是关节囊及关节周围软组织发生了挛缩^[13]。牵伸支具通过特定的机械结构对挛缩的组织产生持续的牵伸力,利用软组织的黏弹性,改变软组织长度,从而增加关节活动度(range of motion, ROM)^[14]。黏弹性即结缔组织在外力作用下伸展的能力,黏性成分和弹性成分的结合赋予了结缔组织动态变形的属性^[15]。其中黏性成分允许塑性形变,是指结缔组织受到外力时发生的永久性改变;弹性成分允许类似弹簧的弹性拉伸,是指受到应力时结缔组织长度发生暂时的改变^[15]。支具牵伸治疗肘关节僵硬利用应力松弛或蠕变的力学机制实现软组织的塑性形变,达到增加ROM的目的^[16]。应力松弛是指将软组织拉伸到某长度后保持不动,持续一段时间后软组织内部张力逐渐下降;蠕变则表现为在恒定外力作用下,软组织的长度随时间延长而逐渐增加^[16]。相比于蠕变,应力松弛可以使软组织更快地发生塑性形变^[16]。支具牵伸治疗肘关节僵硬患者的目的是使结缔组织在安全范围内发生塑性形变以永久性增加肘关节ROM^[16]。

2 支具的分类和应用

依据牵伸支具的力学机制不同,将治疗肘关节僵硬的牵伸支具分为静态支具和动态支具两大类^[17]。静态支具基于软组织应力松弛的机制,动态支具则是应用蠕变机制。

2.1 静态支具

静态支具将肘关节固定在一个可以最大程度改善ROM的位置并施加牵伸力,即肘关节的位移是恒定的,而施加的作用力是变化的。根据工程构造不同静态支具分为传统的螺旋扣支具和静态进展性牵伸支具(static-progressive splinting, SPS)。两种静态支具的最大区别在于支具的旋转中心与关节的旋转中心的位置不同,传统螺旋扣支具的旋转中心与关节的旋转中心位于同一位置;而SPS的曲杆装置使支具的旋转中心远离关节的旋转中心。从生物力学角度而言,螺旋扣支具容易造成较大的关节挤压力,患者易产生疼痛。而SPS产生的作用力可以分解为顺着肢体长轴方向的分力和垂直肢体长轴的分力,前者让关节面产生分离,减少牵伸过程中的不适感^[18]。

2.1.1 螺旋扣支具:螺旋扣支具因那根连接于上臂和前臂之间的螺旋扣而得名,通过旋转螺旋扣来产生牵伸力。螺旋扣支具基于应力松弛的原理将肘关节固定在被动牵伸终点但

不会引起患者疼痛的位置,施加特定的牵伸载荷,并保持一段时间^[19]。不同的研究中关于螺旋扣支具治疗的介入时间和牵伸强度有同样的建议,经过常规康复仍达不到功能性ROM,肘关节僵硬患者可开始佩戴螺旋扣支具,治疗强度以患者感到不适但不产生疼痛为宜。而关于螺旋扣支具的佩戴时间和治疗周期,不同的学者有不同的看法(表1)。Bhat等^[19]建议患者平均每天佩戴15h,夜间睡觉时移除,三餐前移除支具1h进行肘关节各个方向的ROM训练(尤其是伸展的主动活动)以避免肘关节其它方向的活动受限,佩戴5个月。Gelinas等^[20]主张长时间地佩戴螺旋扣支具以最大程度地改善ROM,患者平均每天佩戴20h,三餐及睡觉前移除支具以进行1h的肘关节主动活动和卫生护理,佩戴4.5个月。然而,长时间佩戴螺旋扣支具不仅使患者产生明显的不适感,还会增加压疮等并发症的发生风险,因此患者对螺旋扣支具的依从性较低^[21]。

2.1.2 SPS:SPS基于应力松弛的原理,通过旋转上臂和前臂之间的调节钮(由如螺杆、铰链等无弹性的零件构成)产生扭力将肘关节定位在固定的位置,并在前臂施加定时增量的扭矩以牵伸挛缩的软组织^[22]。SPS在肘关节活动的终末位置持续牵伸,随时间延长软组织内部张力下降,软组织抵抗外力牵拉的阻力减小,使肘关节角度增加^[16]。在疼痛耐受的情况下,扭矩在短时间间隔内(5—10min)逐步增加,挛缩的软组织从而发生渐进性伸展^[23]。Bonutti等^[24]最早报道了SPS治疗肘关节僵硬良好的临床疗效,经其他治疗效果不佳,20例肘关节僵硬患者开始使用SPS,每天3次,30min/次,以2周内肘关节功能性ROM无进步为停止使用标准。同样的治疗方法在其他许多研究中得到证实^[22,25]。然而有一些研究中关于SPS的使用频次和时间有所差异(表1)^[16,26]。总的来说,SPS治疗肘关节僵硬通常建议患者每天每个方向(屈曲和伸展)佩戴3次,每个牵伸方向30min/次,牵伸强度以患者能够耐受为准,佩戴周期取决于患者肘关节功能的改善情况^[17]。

螺旋扣支具和SPS均基于应力松弛原理,降低软组织内部张力,以永久性提高肘关节ROM^[27]。螺旋扣支具的主要特点是对肘关节和前臂的支持性较好;SPS较螺旋扣支具而言佩戴时间短,节省了治疗时间并且患者易于接受。关于静态支具介入时间的选择,多数国外研究建议于常规康复治疗效果不佳时介入静态牵伸支具治疗。而国内学者李勇强等^[11]提出肘关节僵硬较早期(3—6周)即介入支具治疗,患者肘关节ROM的改善优于那些在常规康复治疗效果不佳时介入支具治疗的研究结果。两种静态支具治疗创伤后肘关节僵硬通常以肘关节ROM的改善情况为停止使用标准。螺旋扣支具要求患者尽可能长时间地(>20h/天)佩戴以最大程度改善肘关节ROM;SPS通常要求患者在每个牵伸方向上每天佩戴3次,30min/次^[21]。相比于传统的螺旋扣支具,使用

表1 不同肘关节牵伸支具的研究

研究人员	研究类型	研究对象	治疗周期	治疗处方	治疗结果
螺旋扣支具治疗模式					
Bhat, et al. ^[19]	前瞻性研究	28例肘关节僵硬患者(19例术后,9例保守治疗后)	康复11周仍达不到功能性ROM,损伤或术后7个月开始使用,佩戴5个月	白天佩戴15h,夜间不佩戴,三餐前移除以进行1h不同方向的关节主动活动,治疗强度以患者感到不适但不产生疼痛为宜	治疗前ROM:59°—118°,治疗后ROM:27°—126°,19例取得功能性ROM
Gelinas, et al. ^[20]	回顾性研究	22例肘关节僵硬患者(15例急性肘关节屈曲挛缩)	接受强化康复2个月仍达不到功能性ROM,损伤或术后4个月开始使用,佩戴4.5个月	20h/天,三餐及睡觉前移除主动活动1h,治疗强度以不产生疼痛为宜	治疗前ROM:32°—108°,治疗后ROM:26°—127°,11例取得功能性ROM
SPS治疗模式					
Bonutti, et al. ^[24]	前瞻性研究	20例肘关节僵硬患者	其他治疗(包括系列石膏、动态支具、物理治疗和/或手术)效果不佳	每天3次,30min/次,以超过2周肘关节功能性ROM无进展为终止标准	治疗后:ROM改善:31°,屈曲改善:14°,伸展改善:17°,随访一年无任何并发症和ROM无减少
Lindhovius, et al. ^[25]	前瞻性随机对照试验	SPS组35例,肘关节屈曲或伸展受限>30°	超过4周常规牵伸训练后ROM无进展,损伤或术后任何时间均可开始使用	每天3次,30min/次,以超过1个月肘关节ROM无进展为终止标准	随访12个月后:治疗前ROM:47°—101°,治疗后ROM:21°—126°,2例发生感染,7例进行手术松解
Ulrich, et al. ^[16]	回顾性研究	37例肘关节僵硬患者(伸直受限>15°,屈曲<120°)	至少2周的运动训练后ROM改善<5°,损伤或术后14周开始使用,佩戴10周	第一周每天1次,30min/次;第二周每天2次,30min/次;两周以后每天3次,30min/次	治疗前ROM:30°—110°,治疗后ROM:19°—125°,35例对治疗结果满意
Suksathien, et al. ^[26]	前瞻性研究	3例烧伤后肘关节屈曲挛缩患者	平均损伤后16.7个月开始使用,佩戴14周	>20h/天,每天移除支具1—2h以进行主动活动	治疗前伸展:-70°,治疗后伸展:-38.3°
Doornberg, et al. ^[22]	回顾性研究	29例肘关节僵硬患者(12例接受二次手术松解)	标准的运动康复无效,损伤或术后55天开始使用,佩戴4个月	白天佩戴3次,每个方向30min/次,夜间不佩戴	治疗前ROM:71°,治疗后ROM:112°,3例屈曲挛缩>30°,10例屈曲<130°
动态支具治疗模式					
Gallucci, et al. ^[28]	回顾性研究	30例肘关节僵硬患者(21例术后和9例石膏固定后)	经过康复仍达不到功能性ROM,损伤后78天开始使用,佩戴75天	14—16h/天,夜间6—8h+白天4次,2h/次,治疗强度以患者舒适为宜	治疗前ROM:41°—109°,治疗后ROM:21°—126°,20例取得功能性ROM
Lindhovius, et al. ^[25]	前瞻性RCT	动态支具组31例,肘关节屈曲或伸展受限>30°	超过4周常规牵伸训练后ROM无进展,损伤或术后任何时间均可开始使用	白天或夜晚持续佩戴6—8h,以超过1个月肘关节ROM无进展为终止标准	随访12个月后:治疗前ROM:48°—100°,治疗后ROM:28°—128°,3例治疗前3个月内改选SPS,3例进行手术松解
Davalos, et al. ^[29]	回顾性研究	17例肘关节僵硬患者(14例术后)	损伤或术后常规康复失败,损伤或术后94天开始使用,佩戴86天	16h/天,夜间8h+白天4次,2h/次,治疗强度以患者舒适为宜	随访17个月后:治疗前ROM:42°—108°,治疗后ROM:19°—126°

SPS治疗不仅有利于增加患者的依从性,还减少了压疮和皮肤破损等并发症^[10]。

2.2 动态支具

动态支具主要基于蠕变的原理,施加恒定的作用力而肘关节被牵拉的软组织长度发生变化。动态支具利用弹簧或橡皮筋等弹性材料在肘关节屈曲挛缩或伸展挛缩的反方向提供一个持续恒定的牵伸力,肘关节的位移是变化的,适用于单一活动方向受限的肘关节僵硬^[28]。Gallucci等^[28]进行了回顾性研究,30例肘关节僵硬患者平均损伤后78天开始使用动态支具,佩戴75天,每天佩戴14—16h,包括夜间佩戴6—8h和白天佩戴4次,2h/次。Lindhovius等^[25]和Davalos

等^[29]使用同样的治疗方法,证实了动态支具治疗肘关节僵硬的有效性。Lindhovius等^[25]要求患者每天持续佩戴6—8h,以超过1个月肘关节ROM无进展为终止标准。不同的研究结果显示动态支具在临床使用过程中,对治疗处方和周期的控制基本一致。经常规康复治疗仍达不到功能性ROM,损伤或术后任何时间均可开始使用动态支具,以肘关节主动活动达到平台期为参考决定佩戴周期。动态支具强调小负荷,长时间牵伸,每天至少佩戴8h,白天佩戴4次,2h/次,根据患者需求制定夜间佩戴时间和牵伸方向^[28]。患者一般被要求佩戴动态支具的时间长,因此对于动态支具牵伸强度的调节非常重要。恒定的作用力一般采用弹性材料(如弹簧或橡

皮筋等)实现^[29]。弹性材料的自身张力难以被精确调控,因此无法确保患者能够承受动态支具施加的张力。佩戴动态支具要求肘关节保持适度的紧张感是很重要的^[28-29]。

2.3 支具的应用情况

尽管目前国外多数研究显示静态和动态牵伸支具通常于常规康复治疗失败后介入肘关节僵硬的康复治疗,但一些学者对于牵伸支具介入时间的选择持有不同的看法。Mel-lema等^[4]建议于创伤后肘关节僵硬的早期阶段(肘关节僵硬发生后6个月内)介入牵伸支具治疗,Adolfsson等^[30]发现肘关节僵硬晚期阶段(肘关节僵硬发生后6—12个月内)介入牵伸支具治疗的效果不理想。也有研究报道了创伤后预防性使用支具,中国台湾学者评估了肘关节损伤术后7天开始使用支具的治疗效果,随访14个月发现创伤后预防性使用牵伸支具可以帮助患者获得功能性ROM和避免发生创伤后肘关节僵硬^[31]。尽管Jones^[9]认为牵伸支具介入时间越早越好,但迄今没有研究明确牵伸支具介入治疗的时间点,也没有研究可以证实支具介入治疗的时间与疗效之间的相关关系。因此,对于牵伸支具介入治疗的最佳时间点尚待临床进一步研究。使用牵伸支具治疗肘关节僵硬还需要考虑到牵伸强度、佩戴时间和使用频次等因素,多数研究以患者的主观感受和自身耐受性作为牵伸强度的调节标准,以患者感到不适但不产生疼痛为宜。尚未有明确的研究报道如何量化支具治疗肘关节僵硬的牵伸强度,市场上也缺乏结合力矩反馈的肘关节智能牵伸支具。不同的支具治疗肘关节僵硬时建议患者的佩戴时间有所不同,其中螺旋扣支具建议患者每日佩戴时间大于20h;SPS建议患者每个方向每日佩戴3次,每次30min;动态支具则主张患者每日佩戴8h。然而长时间佩戴牵伸支具在取得疗效的同时也减低了患者的舒适感和依从性。因此,在牵伸支具的临床应用中需要考虑到患者的舒适感、依从性和适应能力等。牵伸支具治疗肘关节僵硬的治疗周期因人而异,主要取决于患者肘关节ROM的改善情况。已有研究发现牵伸支具开始治疗后一年内都有治疗效果,在最初6个月内肘关节僵硬患者的ROM改善较明显^[17]。迄今,已有的研究中牵伸支具最长的治疗周期为5个月,临床上建议以患者肘关节ROM达到平台期(一个月内ROM无改善)作为支具停止使用的标准,但治疗周期最长不应超过1年^[17]。

3 牵伸支具的选择

牵伸支具治疗肘关节僵硬的疗效在长期的临床实践和研究中已被证实,得到了患者和临床工作者的广泛认可^[17,32]。从工程学角度而言,静态支具施力点在前臂远点,力臂延长不仅提高了作用力矩,还增加了患者的不适感,而动态支具的施力点靠近肘关节,患者较少产生不适感。静态支具施力于肢体两侧,仅部分分力作用于肘关节,这降低了静

态支具的作用效率。另一方面,动态支具通常使用弹簧或橡皮筋施加作用力,对改善肘关节屈曲受限有显著作用,而静态支具对改善肘关节屈曲和伸展受限均有明显疗效^[10]。从佩戴时间而言,螺旋扣支具的佩戴时间是SPS的13倍,动态支具的佩戴时间是SPS的5倍^[33]。已有研究显示10%使用动态支具治疗肘关节僵硬的患者3个月内因无法耐受长时间佩戴动态支具而改选SPS^[34]。从治疗效果而言,Lindhovius等^[25]的随机对照研究结果显示静态支具和动态支具在改善肘关节僵硬患者ROM方面无明显差异。Sodhi等^[21]回顾了静态和动态支具治疗肘关节僵硬的文献,分析结果显示三种牵伸支具均可用于治疗肘关节僵硬,但根据支具佩戴时间和治疗风险的差异,作者认为SPS对于肘关节僵硬患者来说是一个明显优越的选择。对比不同研究的结果,不难发现静态支具和动态支具作为肘关节僵硬的保守治疗方式,对提高肘关节ROM均具有显著的、持续的治疗作用。在选择牵伸支具时,除了疗效和舒适度,同时也要考虑到支具的价格和患者的经济承受能力。因此,临床上如何选择肘关节牵伸支具主要依靠临床医生和患者的决定。

4 支具治疗的适应证和并发症

形成关节僵硬的各种因素直接影响临床的处理,为了获得最好的治疗效果,必须要明确牵伸支具使用的临床适应证。首先,牵伸支具适用于常规物理治疗效果不佳的肘关节僵硬患者,牵伸支具治疗肌源性挛缩有显著的临床疗效^[35];其次,肘关节需要存在60°—90°适度的活动范围,挛缩不超过6—12个月,这证明了软组织仍存在一定的黏弹性^[36-37]。相反的是,若患者存在严重肘关节僵硬(ROM<30°)、异位骨化、尺神经病变或患者没有高度的治疗积极性,那么不适合使用肘关节牵伸支具。支具的作用效果依赖于时间的累积效应而非取决于牵伸强度,“暴力牵伸”(高强度牵伸)可能会导致异位骨化、组织损伤或炎症反应的发生。Veltman等^[17]报道了动态支具使用后异位骨化的发生率是4%,尺神经损伤的发生率是1%;静态支具使用后异位骨化的发生率是6%,尺神经损伤的发生率是3%。也有少数研究报道了支具治疗后患者出现压疮^[20]、皮肤过敏或破损^[35]等并发症。

5 支具治疗的注意事项

支具治疗初期牵伸强度不能设定过大,以患者能很好耐受为宜,并且临床支具使用分期应该参考瘢痕组织的形成时间。关于何时停止使用牵伸支具,Lindhovius等^[25]提出将患者的判断或肘关节主动运动达到平台期(连续30天主动ROM没有可测量的增加)作为支具停止使用的标准,但需要慢慢减少佩戴时间,不能一下子完全停用。牵伸支具治疗肘关节僵硬的有效性主要取决于患者的依从性^[10]。患者需要

长时间佩戴肘关节牵伸支具以实现康复方案中预期的目标^[38]。关于牵伸支具的使用频次和使用时间是有争议的。Gelinis等^[20]认为短时间使用支具不但可以增加患者的耐受性和依从性,还可以更好地改善治疗效果,但某些研究建议尽可能长时间地佩戴牵伸支具以最大程度改善肘关节ROM^[10]。提高依从性的关键是患者可以忍受牵伸支具施加的作用力而不感到痛苦,调适支具的牵伸强度可以增加患者白天的依从性。患者对支具的适合程度、对支具是否过敏、能否承受支具的重量以及支具使用的并发症等都会影响患者的依从性^[26]。除了支具本身设计、材料等方面的创新以提高患者的依从性之外,物理治疗师对支具治疗原理、支具使用处方以及支具治疗有效性的详细解释也可能会提高患者的依从性。

6 小结和展望

作为创伤后肘关节僵硬的保守治疗手段,静态支具和动态支具均可以有效提高肘关节僵硬患者ROM和改善肘关节功能^[39]。Müller等^[10]对13项研究进行meta分析,认为SPS是肘关节僵硬患者的首选治疗方式。Veltman等^[17]对232例肘关节僵硬患者进行系统综述,结果显示静态支具和动态支具均可有效治疗肘关节僵硬。在选择牵伸支具时,患者倾向于体积小、重量轻、舒适性高的牵伸支具,同时临床医师还需要考虑到支具的疗效和价格、患者的依从性和经济承受能力。因此,临床如何选择合适的肘关节牵伸支具主要依靠临床医生和患者的决定。关于牵伸支具介入时间的选择,一些学者持有不同的看法,迄今没有研究明确牵伸支具介入治疗的时间点。因此,对于牵伸支具介入治疗的最佳时间点尚待临床进一步研究。通常以患者肘关节主动ROM达到平台期(一个月内ROM无改善)作为支具停止使用的标准,建议支具佩戴周期最长不应超过1年^[17]。关于支具每日佩戴的时间,研究结果不一,一些学者有不同的看法,未来需要更多的研究探讨支具佩戴时间对治疗效果的影响。

目前市场上已经出现结合角度反馈的肘关节智能牵伸支具,可用于实时显示角度数据和监测肘关节僵硬患者关节角度的改变,但仍缺乏结合力矩反馈的智能牵伸支具。现有的牵伸支具不能实现患者疼痛感觉的交互,即训练者无法根据患者的实际疼痛感觉及医生要求的疼痛感觉调整牵伸强度,训练过程中可能存在牵伸负荷、训练角度与实际功能偏差过大。训练过程中过大的负荷会导致患肢再次受伤,过小的负荷则达不到预期的疗效。未来应该将压力反馈传感器加入牵伸支具中,研发带力矩反馈的肘关节牵伸支具,以期监测牵伸过程的关节力矩变化,定量反映关节牵伸程度和治疗效果,增加患者的依从性和耐受性,提高牵伸的安全性。

参考文献

- [1] Mittal R. Posttraumatic stiff elbow[J]. *Indian J Orthop*, 2017, 51(1):4—13.
- [2] Sivakumar R, SomaSheker V, Shingi PK, et al. Treatment of stiff elbow in young patients with interpositional arthroplasty for mobility: case series[J]. *J Orthop Case Rep*, 2016, 6(4):49—52.
- [3] Everding NG, Maschke SD, Hoyen HA, et al. Prevention and treatment of elbow stiffness: a 5-year update[J]. *J Hand Surg Am*, 2013, 38(12):2496—2507.
- [4] Mellema JJ, Lindenhovius AL, Jupiter JB. The posttraumatic stiff elbow: an update[J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2016, 9(2):190—198.
- [5] Morrey BF. The posttraumatic stiff elbow[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2005, 56(431):26—35.
- [6] Spitler CA, Doty DH, Johnson MD, et al. Manipulation under anesthesia as a treatment of posttraumatic elbow stiffness[J]. *J Orthop Trauma*, 2018, 32(8):1304—1308.
- [7] Zheng W, Song J, Sun Z, et al. Effect of disease duration on functional outcomes and complications after arthrolysis in patients with elbow stiffness[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2018, 27(3):381—386.
- [8] Merolla G, Bianchi P, Porcellini G. Efficacy, usability and tolerability of a dynamic elbow orthosis after collateral ligament reconstruction: a prospective randomized study[J]. *Musculoskelet Surg*, 2014, 98(3):209—216.
- [9] Jones V. Conservative management of the post-traumatic stiff elbow: a physiotherapist's perspective[J]. *Shoulder Elbow*, 2016, 8(2):134—141.
- [10] Müller AM, Sadoghi P, Lucas R, et al. Effectiveness of bracing in the treatment of nonosseous restriction of elbow mobility: a systematic review and meta-analysis of 13 studies[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2013, 22(8):1146—1152.
- [11] 胡筱蓉, 李勇强, 励建安, 等. 肘关节活动训练器对创伤后肘关节僵硬患者关节活动范围的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2014, 36(11):875—877.
- [12] 黎景波, 梁玲毓, 丘开亿, 等. 渐进式牵伸矫形器对创伤性肘关节僵硬患者功能康复的疗效分析[J]. *中国康复*, 2018, 33(6):519—522.
- [13] 李军, 毕胜. 静态进展型支具在关节牵伸中的应用进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2013, 28(8):778—781.
- [14] 何晴, 李建华, 宋海新. 静态渐进性牵伸技术联合综合康复治疗骨折后膝关节僵硬的疗效观察[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 8(11):1307—1310.
- [15] Iwasawa H, Nomura M, Sakitani N, et al. Stretching after heat but not after cold decreases contractures after spinal cord injury in rats[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2016, 474

- (12):2692—2701.
- [16] Ulrich SD, Bonutti PM, Seyler TM, et al. Restoring range of motion via stress relaxation and static progressive stretch in posttraumatic elbow contractures[J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2010, 19(2):196—201.
- [17] Veltman ES, Doornberg JN, Eygendaal D, et al. Static progressive versus dynamic splinting for posttraumatic elbow stiffness: a systematic review of 232 patients[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2015, 135(5):613—617.
- [18] Abd Razak NA, Abu Osman NA, Gholizadeh H, et al. Biomechanics principle of elbow joint for transhumeral prostheses: comparison of normal hand, body-powered, myoelectric & air splint prostheses[J]. *Biomed Eng Online*, 2014, (13): 134.
- [19] Bhat AK, Bhaskaranand K, Nair SG. Static progressive stretching using a turnbuckle orthosis for elbow stiffness: a prospective study[J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2010, 18(1):76—79.
- [20] Gelinas JJ, Faber KJ, Patterson SD, et al. The effectiveness of turnbuckle splinting for elbow contractures[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2000, 82(1):74—78.
- [21] Sodhi N, Khlopas A, Vaughn MD, et al. Manufactured brace modalities for elbow stiffness[J]. *Orthop*, 2017, 41(1): 756—759.
- [22] Doornberg JN, Ring D, Jupiter JB. Static progressive splinting for posttraumatic elbow stiffness[J]. *J Orthop Trauma*, 2006, 20(6):400—404.
- [23] Schultz-johnson K. Static progressive splinting[J]. *J Hand Ther*, 2002, 15(2):163—178.
- [24] Bonutti PM, Windau JE, Ables BA, et al. Static progressive stretch to reestablish elbow range of motion[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1994, 63(303):128—134.
- [25] Lindenhovius AL, Doornberg JN, Brouwer KM, et al. A prospective randomized controlled trial of dynamic versus static progressive elbow splinting for posttraumatic elbow stiffness[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2012, 94(8):694—700.
- [26] Suksathien Y, Suksathien R. A new static progressive splint for treatment of knee and elbow flexion contractures [J]. *J Med Assoc Thai*, 2010, 93(7):799—804.
- [27] Sodhi N, Yao B, Anis HK, et al. Patient satisfaction and outcomes of static progressive stretch bracing: a 10-year prospective analysis[J]. *Ann Transl Med*, 2019, 7(4):67.
- [28] Gallucci GL, Boretto JG, Dávalos MA, et al. The use of dynamic orthoses in the treatment of the stiff elbow[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2014, 24(8):1395—1400.
- [29] Dávalos MA. Dynamic splint for the treatment of stiff elbow[J]. *J Hand Ther*, 2010, 23(4):114—115.
- [30] Adolfsson L. Post-traumatic stiff elbow[J]. *EFORT Open Rev*, 2018, 3(5): 210—216.
- [31] Liu HH, Wu K, Chang CH. Treatment of complex elbow injuries with a postoperative custom-made progressive stretching static elbow splint[J]. *J Trauma*, 2011, 70(5): 1268—1272.
- [32] 江航, 张锦明. 矫形器在肘关节创伤后功能障碍康复中的应用进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(9):1117—1121.
- [33] Sodhi N, Khlopas A, Vaughn MD, et al. Manufactured brace modalities for elbow stiffness[J]. *Orthop*, 2018, 41(1): 1127—1135.
- [34] Mcalister I, Sems SA. Arthrofibrosis after periarticular fracture fixation[J]. *Orthop Clin North Am*, 2016, 47(2):345—355.
- [35] Dion S, Wong JJ, Côté P, et al. Are passive physical modalities effective for the management of common soft tissue injuries of the elbow?: a systematic review by the ontario protocol for traffic injury management (OPTIMa) collaboration[J]. *Clin J Pain*, 2017, 33(1):71—86.
- [36] Iordens GI, Van Lieshout EM, Schep NW, et al. Early mobilisation versus plaster immobilisation of simple elbow dislocations: results of the FuncSiE multicentre randomised clinical trial[J]. *Br J Sports Med*, 2017, 51(6):531—538.
- [37] Bocolari P. Alternative splinting approach for proximal interphalangeal joint flexion contractures: noprofile static-progressive splinting and cylinder splint combo[J]. *J Hand Ther*, 2010, 23(4):288—293.
- [38] Fusaro I, Orsini S, Sforza T, et al. The use of braces in the rehabilitation treatment of the post-traumatic elbow[J]. *Joints*, 2014, 2(2):81—86.
- [39] Sodhi N, Yao B, Khlopas A, et al. A case for the brace: a critical, comprehensive, and up-to-date review of static progressive stretch, dynamic, and turnbuckle braces for the management of elbow, knee, and shoulder pathology[J]. *Surg Technol Int*, 2017, 31(6):303—318.