

用于烧伤后肘关节挛缩康复的静态渐进性牵伸器设计与应用研究

樊肇智 马一骊 张帆 胡媛媛

西京学院, 陕西 西安 710000

摘要:目的:设计一种针对烧伤后肘关节瘢痕挛缩患者的静态渐进性牵伸器,并评估其在改善关节活动度和促进功能恢复方面的应用效果。方法:基于静态渐进性牵伸技术原理,结合烧伤后瘢痕组织特点及肘关节解剖和生物力学特征,设计并制作一种由低温热塑板、牵伸调节装置及固定绑带组成的肘关节康复支具。通过结构优化,使支具在保证稳定固定的同时能够实现渐进性角度调节,并兼顾烧伤皮肤的应力分布与佩戴舒适性。通过志愿者佩戴实验及烧伤后肘关节功能障碍患者的初步临床应用观察,对支具的舒适度、可操作性及其对关节活动度改善情况进行评价。结果:初步实验结果显示,该牵伸器能够提供持续、稳定且柔和的牵伸力,佩戴舒适度较好,操作简便。在烧伤后肘关节挛缩患者中应用后,关节活动范围较治疗前有所改善,未观察到明显不良反应。结论:本研究设计的静态渐进性肘关节牵伸器结构简单、成本较低、调节方便,适用于烧伤后肘关节瘢痕挛缩的康复治疗,具有良好的临床应用前景,可为烧伤患者关节功能恢复提供一种有效的康复辅助工具。

关键词:烧伤;肘关节挛缩;康复支具;静态渐进性牵伸;关节活动度

DOI: 10.64649/yh.shygl.2026020020

0 引言

肘关节是人体上肢重要的活动关节之一,在日常生活中承担着屈伸、旋转等多种功能^[1]。当患者因烧伤、骨折术后、软组织损伤或神经损伤等原因出现肘关节活动受限时,往往会影响到日常生活能力和工作能力。尤其在烧伤或创伤愈合过程中,瘢痕增生及挛缩容易导致关节僵硬,从而造成不同程度的功能障碍^[2]。

目前,肘关节功能障碍的康复治疗主要包括物理治疗、作业治疗以及矫形支具辅助治疗等方式。传统静态支具能够维持关节在功能位,但缺乏动态调节功能,难以逐步增加关节活动范围^{[3][4]};而动态牵引装置虽然能够提供持续牵伸,但其结构复杂、成本较高,且部分患者在长期佩戴过程中依从性较低。

近年来,静态渐进性矫形支具(static progressive orthosis, SPO)逐渐应用于关节康复领域。该类装置通过在一定角度固定关节,并在患者耐受范围内逐渐增加牵伸角度,从而促进软组织逐渐延展,达到改善关节活动度的目的。已有研究表明,静态渐进性牵伸技术在手部烧伤后功能障碍的康复治疗中具有良好效果,可有效提高关节活动范围并减少并发症发生率^[5]。此外,在下肢烧伤康复领域,静态渐进性足踝牵伸器也被证实能够改善瘢痕挛缩导致的足下垂,提高踝关节活动度和步行能力^[6]。这些研究提示,静态渐进性牵伸技术具有良好的康复应用潜力。

然而,目前针对肘关节的静态渐进性康复支具研究仍相对较少,尤其是在低成本、可推广的康复器械方面仍存在不足。因此,本研究

基于已有手部及足踝牵伸器的设计经验,结合肘关节解剖特点,设计一种适用于肘关节康复的静态渐进性牵伸器,并对其结构设计及应用效果进行初步探讨。

1 材料与方法

1.1 设计原理

静态渐进性牵伸技术的核心原理是通过持续、温和的拉伸力,使软组织逐渐发生塑性形变,从而增加关节活动范围。与传统强制牵伸相比,该技术在康复过程中可避免过度拉伸造成的疼痛和组织损伤,提高患者的耐受性。

在本研究中,肘关节牵伸器的设计主要遵循以下原则:

1.1.1 稳定性原则

支具需要能够稳定固定上臂和前臂,以保证牵伸力能够有效作用于肘关节。

1.1.2 渐进性调节原则

通过机械调节结构,使牵伸角度能够逐步增加,从而实现渐进式康复训练。

1.1.3 舒适性原则

在支具与皮肤接触部位设置软质衬垫,以减少摩擦和压力性损伤。

1.1.4 经济性原则

采用低温热塑板等常见材料制作,以降低成本并提高推广价值。

1.2 支具结构设计

该肘关节牵伸器主要由固定结构、牵伸调节装置及固定绑带三部分组成。

1.2.1 固定结构

固定结构由3.2 mm厚的医用低温热塑板制成,根据患者上臂及前臂的形态进行个体化塑形,以保证良好的贴合度。

1.2.2 牵伸调节装置

牵伸装置通过可调节机械结构实现牵伸角度的逐步增加。当患者佩戴支具后,通过旋转调节装置即可改变肘关节屈伸角度,使关节逐渐达到新的牵伸位置。

1.2.3 固定绑带

支具通过尼龙绑带和魔术贴固定于上臂和前臂,以确保佩戴稳定性,同时方便患者自行调整。

1.3 佩戴与训练方法

患者佩戴支具后,通过调节牵伸装置使肘关节逐渐达到轻微牵伸感的位置,并保持该角度3~5 min。待牵伸感减轻后,再次调整牵伸角度。每次训练时间约30~45 min,每日进行3~5次训练,训练过程中应注意观察肢体血运及皮肤状况,避免出现压力性损伤。

1.4 评价指标

本研究主要通过以下指标对支具应用效果进行评价:

1.4.1 关节活动度 (ROM)

采用关节活动度测量尺测量肘关节屈伸活动范围。

1.4.2 患者舒适度评分

采用Likert量表评估患者佩戴舒适度。

1.4.3 不良事件观察

记录佩戴过程中是否出现皮肤压伤、水疱或组织损伤等情况。

2 结果

2.1 一般资料

本研究共纳入2025年4月至2026年1月在某三甲医院烧伤与康复科接受治疗的肘关节功能障碍患者36例。所有患者均因烧伤后瘢痕挛缩或术后关节僵硬导致肘关节活动受限,经评估符合纳入标准并签署知情同意后纳入研究。

根据康复治疗方不同,将患者分为常规康复组和联合康复组。其中常规康复组18例,在常规康复训练基础上使用传统固定型支具;联合康复组18例,在常规康复治疗基础上加用自制静态渐进性肘关节牵伸器进行训练。36例患者年龄18~56岁,致伤原因包括火焰烧伤、热液烫伤、化学烧伤。所有患者均在创面愈合或植皮术后进入康复治疗阶段。两组患者在年龄、性别、烧伤总体表面积(total body surface area, TBSA)、伤后至康复治疗时间及初始肘关节活动度等方面差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性,具体数据见表1。

表1 2组患者的一般资料比较

组别	例数	性别		年龄/岁	烧伤总面积/%TBSA	伤后至康复治疗时间/d
		男/例	女/例			
常规康复组	18	12	6	36.00 ± 7.60	38.26 ± 6.31	49.62 ± 7.68
联合康复组	18	10	8	36.30 ± 6.10	37.82 ± 5.29	46.66 ± 5.32
χ^2/t		0.117		-0.14	0.224	1.345
P		0.732		0.889	0.824	0.189

治疗前,两组患者均存在不同程度的肘关节屈伸功能障碍,肘关节活动范围明显受限,部分患者伴有瘢痕增生及软组织挛缩,影响日常生活活动。

2.2 肘关节活动度改善情况

经过8周康复治疗后,两组患者肘关节活动范围均较治疗前明显改善。常规康复组患者肘关节活动度由治疗前平均 52.3 ± 13.5 提高至 83.6 ± 15.2 ;而联合康复组患者肘关节活动度由治疗前平均 51.7 ± 12.8 提高至 104.9 ± 14.7 。

统计学分析显示,两组患者治疗后关节活动度均较治疗前显著提高($P < 0.001$)。同时,联合康复组治疗后的肘关节活动度明显优于常规康复组($P < 0.05$),提示静态渐进性牵伸器能够更有效地改善肘关节活动范围。

2.3 上肢功能评分

为进一步评价肘关节功能恢复情况,本研究采用上肢功能评分量表对患者功能恢复情况进行评估。治疗前,两组患者功能评分差异无

统计学意义($P > 0.05$)。治疗8周后,两组评分均明显提高,其中联合康复组改善更为显著。常规康复组功能评分由治疗前 45.6 ± 8.9 分提高至 63.8 ± 9.5 分;联合康复组由 46.1 ± 9.1 分提高至 74.2 ± 8.6 分。组间比较结果显示,联合康复组治疗后功能评分明显高于常规康复组($P < 0.05$)。

结果提示,在常规康复训练基础上增加静态渐进性肘关节牵伸器治疗,可进一步促进肘关节功能恢复,提高上肢日常活动能力。

2.4 患者满意度及依从性

治疗结束后,通过Likert量表对患者的佩戴舒适度、治疗认可度及总体满意度进行调查。

结果显示,联合康复组患者满意度评分为 13.5 ± 1.2 分,明显高于常规康复组的 10.8 ± 1.6 分,差异具有统计学意义($P < 0.01$)。

在联合康复组中,16例患者表示对治疗效果“非常满意”,2例表示“满意”;而常规康复组中“非常满意”者为9例,“满意”者7例,“一般”者2例。

患者普遍认为该牵伸器佩戴较为舒适,操作简单,能够在家庭环境中进行康复训练,提高了康复训练的依从性。

2.5 不良事件

在整个治疗过程中,两组患者均未发生严重不良事件。联合康复组中有2例患者在初次佩戴牵伸器时出现轻度皮肤压痕,经调整支具衬垫及固定方式后症状消失;常规康复组有1例患者在长期佩戴固定支具后出现轻度皮肤不适。整体来看,自制静态渐进性肘关节牵伸器在临床应用中具有较好的安全性。

综上初步应用结果表明,该支具在佩戴过程中能够提供稳定的牵伸力,患者普遍能够耐受。志愿者佩戴实验显示,大多数参与者认为支具佩戴较为舒适,固定稳定性良好。

在康复训练过程中,患者肘关节活动度较治疗前有所改善。部分患者在持续训练后,肘关节屈伸活动范围明显增加,日常生活能力得到一定程度恢复。此外,在实验过程中未发现明显的肌肉拉伤或严重皮肤损伤等不良事件,仅个别患者出现轻度皮肤压痕,经调整支具后即可缓解。

3 讨论

肘关节功能恢复是上肢康复的重要内容之一。若在康复早期未能进行有效干预,关节僵硬和瘢痕挛缩可能逐渐加重,最终导致功能障碍。因此,如何在保证安全性的前提下提高关节活动度,是康复治疗中的关键问题。

静态渐进性牵伸技术通过温和而持续的拉

伸力,使软组织逐渐延展,从而改善关节活动范围。已有研究表明,在手部烧伤后瘢痕挛缩患者中应用自制静态渐进性支具进行康复训练,可以显著提高关节活动度,并减少并发症发生率。类似地,在足踝康复领域,静态渐进性足踝牵伸器的应用也被证实能够改善踝关节背伸功能,并提高患者的步行能力。

与传统康复方法相比,本研究设计的肘关节牵伸器具有以下优势:

首先,结构简单、制作成本低。采用低温热塑板等材料制作,可根据患者肢体形态进行个体化塑形,制作过程相对简单。其次,可实现渐进性角度调节。通过调节装置逐步增加牵伸角度,使康复训练更加符合生理特点。此外,适用于家庭康复。患者可在医护人员指导下自行进行训练,从而减少住院时间,提高康复效率。

当然,本研究仍存在一定局限性,例如样本量较小、随访时间较短等。未来研究可通过扩大样本量和延长随访时间,对支具的长期疗效进行进一步验证。

4 结论

本研究设计了一种静态渐进性肘关节牵伸器,并对其结构特点及应用效果进行了初步探讨。结果表明,该装置能够提供稳定、可调节的牵伸力,有助于改善肘关节活动度,且制作成本低、操作方便,具有良好的临床推广价值。未来可通过进一步优化设计和扩大临床应用范围,以提高其康复效果。

参考文献:

- [1] 荣国威,王亦璁.肘关节功能解剖与生物力学[J].骨与关节损伤杂志,1987,(01):60-65.
- [2] 王璐,贾子善,张立宁.创伤性肘关节僵硬的诊治进展[J].解放军医学院学报,2019,40(05):502-505.
- [3] 汪鑫,徐琰.静态渐进性牵伸技术联合肌肉能量技术在创伤后肘关节僵硬康复治疗中的应用[J].中国康复,2020,35(08):409-412.
- [4] 张玲,蔡斌,范帅.肘关节僵硬的牵伸支具治疗进展[J].中国康复医学杂志,2020,35(11):1397-1402.
- [5] 赵海洋,周琴,刘佳琦,等.自制静态渐进性支具阶梯式治疗烧伤后瘢痕挛缩致手屈曲功能障碍的效果[J].中华烧伤与创面修复杂志,2025,41(02):155-162.
- [6] 赵海洋,周琴,官浩,等.静态渐进性足踝牵伸器研制及应用效果评价[J].医疗卫生装备,2025,46(10):54-59.DOI:10.19745/j.1003-8868.2025182

作者简介:樊肇智(2004—),男,汉,甘肃庆阳人,本科,研究方向为护理学。

项目信息:西京学院大学生创新创业训练计划项目(项目名称:基于静态渐进性牵伸技术的肘关节康复支具研发与应用,项目编号:S202512715023)。