

机械动力牵拉法结合递进式目标康复锻炼对旋前外旋型踝关节骨折术后功能恢复的影响^{*}

王士冲¹ 赵定亮¹ 化龙昂² 黄莹¹

(1. 南京大学医学院附属鼓楼医院疼痛科, 江苏 南京 211800; 2. 上海交通大学医学院附属瑞金医院康复医学科, 上海 200025)

【摘要】 目的 探讨机械动力牵拉法结合递进式目标康复锻炼对旋前外旋型(PER)踝关节骨折术后患者功能恢复效果的影响。**方法** 选取 2017 年 2 月—2021 年 2 月南京大学医学院附属鼓楼医院收治的 94 例 PER Ⅲ度或Ⅳ度踝关节骨折患者为观察对象, 根据术后康复锻炼的方式不同分为观察组(44 例)和对照组(50 例)。对照组术后予以递进式目标康复锻炼, 观察组在对照组基础上联合机械动力牵拉。比较两组 VAS 评分、踝关节背伸与跖屈角度、踝关节肿胀、AOFAS 踝-后足评分、生活质量评分及并发症发生率的差异。**结果** 观察组患者术后 3、6 月 VAS 疼痛评分显著低于对照组(均 $P < 0.05$)。观察组患者术后 2 周、1 月、3 月、6 月踝关节背伸与跖屈角度显著高于对照组(均 $P < 0.05$)。两组患者术前、术后 2 周、1 月、3 月、6 月踝关节骨折患者踝关节肿胀度比较, 差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。观察组患者 AOFAS 踝-后足评分优良率高于对照组(90.9% vs 70.0%, $\chi^2 = 6.345$, $P = 0.012$)。观察组 AOFAS 踝-后足评分中异常步态、前后活动(屈/伸)评分明显高于对照组(均 $P < 0.05$)。观察组患者术后 6 个月的物质、心理、社会、躯体等生活质量的各维度评分明显高于对照组(均 $P < 0.05$)。两组患者并发症发生率比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 机械动力牵拉法结合递进式目标康复锻炼应用于 PER Ⅲ度或Ⅳ度踝关节骨折术后患者可减轻疼痛程度, 改善踝关节功能。

【关键词】 踝关节骨折; 旋前外旋型; 递进式目标康复训练; 机械动力牵拉; 踝关节功能

【中图分类号】 R454 ; R683 **【文献标志码】** A **DOI:** 10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2023. 08. 009

Influence of mechanical power traction combined with progressive target rehabilitation exercise on functional recovery of pronation external rotation ankle fracture

WANG Shichong¹, ZHAO Dingliang¹, HUA Longang², HUANG Ying¹

(1. Department of Pain Treatment, Nanjing Drum Tower Hospital, The Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 211800, China;

2. Department of Rehabilitation Medicine, Ruijin Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China)

【Abstract】 Objective To investigate the effect of mechanical dynamic stretching combined with progressive target rehabilitation exercise on functional recovery of patients with pronation external rotation (PER) ankle fracture. **Methods** 94 patients with PER type III or IV ankle fractures treated in Nanjing Drum Tower Hospital from February 2017 to February 2021 were selected as the research objects. The control group was given progressive target rehabilitation exercise after operation, and the observation group was given mechanical power pulling on the basis of the treatment of control group. Statistical analysis was performed to compare the VAS scores, ankle dorsiflexion and plantar flexion angles, ankle swelling, AOFAS ankle-hindfoot score, quality of life score, and complication rate after surgery between the two groups. **Results** The VAS pain scores in the observation group at 3 and 6 months after operation were significantly lower than those in the control group (all $P < 0.05$). The ankle dorsiflexion and plantar flexion angles of the observation group were

基金项目: 国家自然科学基金项目(81801100)

通讯作者: 黄莹, 博士, 副主任医师, E-mail: 1655118557@qq.com

引用本文: 王士冲, 赵定亮, 化龙昂, 等. 机械动力牵拉法结合递进式目标康复锻炼对旋前外旋型踝关节骨折术后功能恢复的影响[J]. 西部医学, 2023, 35(8): 1142-1146, 1157. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2023. 08. 009

significantly higher than those of the control group at 2 weeks, 1 month, 3 months, and 6 months after operation (all $P < 0.05$). There was no significant difference in ankle swelling between the two groups of patients with ankle fractures before surgery at 2 weeks, 1 month, 3 months, and 6 months after surgery ($P > 0.05$). The excellent and good rate of the AOFAS ankle-hindfoot score in the observation group was 90.9% (40/44), which was significantly higher than the control group by 70.0% (35/50) ($\chi^2 = 6.345$, $P = 0.012$). The AOFAS ankle-hindfoot scores of abnormal gait and anterior and posterior activities (flexion/extension) in the observation group were significantly higher than those in the control group (all $P < 0.05$). The various dimensions of quality of life such as material, psychological, social, physical in the observation group 6 months after surgery were significantly higher than those in the control group (all $P < 0.05$). There was no significant difference in the incidence of complications between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** Mechanical power traction combined with progressive target rehabilitation exercise can reduce pain and improve ankle function in patients with PER type III or IV ankle fractures after operation.

【Key words】 Ankle fracture; Pronation external rotation type; Progressive target rehabilitation training; Mechanical power stretch; Ankle function

踝关节是人体最重要的负重关节,由胫腓骨远端的关节面和距骨组成。踝关节骨折是最常见的关节内骨折,可导致踝部畸形及活动受限^[1]。踝关节骨折类型多样,不同类型骨折治疗及康复方法不一,对术后功能恢复的影响较大。旋前外旋型(Pronation-external rotation, PER)是受伤时足处于旋前位,距骨受外旋应力所致的踝关节骨折。临床上,手术是 PER 踝关节骨折的主要治疗方式,但术后伤肢由于长时间的制动,可能会发生关节粘连,关节积液,影响关节的功能^[2];后期还可能会遗留疼痛、肿胀、功能障碍等问题,甚至还会引起创伤性关节炎,影响患者踝关节的功能活动^[3]。递进式目标康复锻炼是遵循循序渐进和个体化的原则,根据骨折情况、患者的耐力等调整训练的强度、次数和项目,促进骨折修复^[4]。机械动力牵拉是借助支具的作用固定并保护伤肢,预防踝关节畸形,促进骨折修复^[5]。本研究通过分析机械动力牵拉法结合早期递进式目标康复锻炼对 PER Ⅲ度或Ⅳ度踝关节骨折术后功能活动的影响,为踝关节骨折术后患者提供科学、合理的康复治疗方

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2017 年 2 月—2021 年 2 月南京大学医学院附属鼓楼医院收治的 94 例 PER 踝关节骨折手术患者为观察对象。纳入标准:①外伤史明确,根据 Lauge-Hansen(L-H)分型^[6],且术前经 X 线、CT 检查等确诊为 PER Ⅲ度或Ⅳ度踝关节骨折。②为单侧闭合性损伤,病史两周以内,无软组织缺损。③接受手术治疗及术后康复训练和随访,对本研究知情同意并签字。排除标准:①内踝前丘骨折的患者。②伴骨肿瘤、骨结核、软骨肉瘤等病理性骨折的踝关节骨折。③年龄小于 14 岁,骨骺尚未闭合。④既往同侧足踝骨折或畸形患者。根据术后康复锻炼的方式不同分为观察组(44 例)和对照组(50 例)。本研究

经南京大学附属鼓楼医院医学伦理委员会批准。

1.2 研究方法

1.2.1 对照组 手术治疗方式:对无内踝骨折,内踝间隙大于 5 mm 怀疑三角韧带深层损伤患者及内踝丘上骨折,内踝间隙正常患者行切开复位内固定,腓骨及内踝丘上骨折固定及下胫腓螺钉固定。所有患者术后均接受抗感染、抗凝及镇痛等常规治疗。对照组在常规治疗基础上采用递进式目标康复锻炼康复训练。通过骨折运动康复量表对踝关节骨折患者进行评估^[7],制定递进式康复目标。得分 > 70 分的 A 类踝关节患者锻炼安全性较高,适当增加训练时间和难度,术后第 1 至 4 天开始进行跖趾关节屈伸训练,开展踝关节屈伸运动,每次 10~15 min,每天 3 次。术后第 5 天至 4 周,除增加关节运动外,医师帮助患者进行直腿抬高和踝关节内外翻、旋转活动,每次 10~15 min,每天 2 次。术后第 4 周协助患者下地行不负重练习,术后第 6 周, X 线检查提示骨痂生长时,可协助患者行部分负重训练及抗阻力运动,根据患者康复情况逐渐增加至完全负重练习。得分介于 41~70 分的 B 类踝关节骨折患者康复锻炼需慎重进行,术后第 4 天开始进行跖趾关节屈伸训练,开展踝关节屈伸运动,术后 1 周开始进行直腿抬高和踝关节内外翻、旋转活动,随后按照 A 类患者进行锻炼。得分 ≤ 40 分的 C 类踝关节骨折患者,术后重视休养,术后 1 周开始进行跖趾关节屈伸训练和踝关节屈伸运动,术后 2 至 4 周直腿抬高和踝关节内外翻、旋转活动,随后依次按照 B 类患者进行锻炼。

1.2.2 观察组 观察组是在对照组递进式目标康复锻炼的基础上联合机械动力牵拉法。术后第 1 天为患者佩戴机械动力牵拉支具,在第 1 至第 3 天患者在支具保护下进行跖趾关节屈伸活动锻炼,每次 10~15 min,每日 3 次,3 天后进行主、被动屈膝、屈髋及直腿

抬高运动,逐渐踝关节旋转活动,每次 10~15 min,每天 4 次。术后第 2 周,行主动、被动踝关节跖屈和背伸运动,测试患者可以忍受的跖屈和背伸范围,记录刻度,然后为患者佩戴机械牵拉动力支具,将支具活动度调控在这个范围之内,让患者反复进行踝关节最大角度的跖屈和背伸,每次 5 s,连续训练 20 min,取下机械动力牵拉支具,患者主动进行踝关节内翻及外翻活动,持续 15 min,然后重新佩戴机械动力牵拉支具,将踝关节分别固定于极度屈、伸位各 10 min(患者可以忍受的位置),训练结束后冰袋外敷 15 min,每日 2 次。第 4 至 6 周,重复前期康复训练,增加踝关节力量的对抗训练,由医师协助患者在机械动力牵拉支具的保护下进行,每次 20 min,每日 3 次。第 6 至 8 周,复查 X 线检查片显示骨折线模糊,鼓励患者开始拄拐负重行走锻炼,逐渐过渡到全负重。第 8 周后鼓励患者逐渐弃拐完全负重训练,重复前期康复锻炼。

1.3 观察指标

1.3.1 疼痛视觉模拟评分(Visual analogue scale, VAS) 于术前及术后 2 周、1 月、3 月及 6 月,采用 VAS 评分评估两组患者的疼痛程度。VAS 评分 0~10 分,得分越高表明疼痛越严重。

1.3.2 踝关节背伸和跖屈活动度 在术前、术后 2 周、1 月、3 月、6 月测量,并记录相关数据。患者平躺后,双下肢自然伸直,患者主动进行踝关节背伸和跖屈运动,用量角器记录踝关节背伸和跖屈时的角度,连续测量 3 次,结果取平均值。

1.3.3 踝关节肿胀度评价 分别在术前及术后 2 周、1 月、3 月及 6 月,用软尺(通过内踝和外踝的尖端)测量患侧踝关节的周长,并测量健侧踝关节的正

常周长,计算肿胀值=患侧踝关节周径-健侧踝关节周径。

1.3.4 美国矫形足踝协会(American Orthopedic Foot and Ankle Society, AOFAS)踝-后足评分 在术前及术后 2 周、1 月、3 月及 6 月采用美国矫形足踝协会(American Orthopedic Foot and Ankle Society, AOFAS)制定的评分系统评估两组患者的踝关节功能^[8],包含疼痛、功能和自主活动、支撑情况、最大步行距离(街区)、地面步行、前后活动(屈/伸)、后足活动(内翻加外翻)、足部对线等维度,共 100 分,评分越高,踝关节功能越好。

1.3.5 生活质量评分 根据生活质量综合评定问卷(GQOLI-74)^[9],对所有踝关节骨折患者术后 6 月进行生活质量评分,评分主要包括物质、心理、社会及躯体四个方面,以百分制形式表示。

1.3.6 并发症 两组干预治疗期间,观察患者有无关节粘连、关节积液、下肢静脉血栓等的发生。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 21.0 统计软件进行统计学分析,对计数资料用(%)表示,组间比较行 χ^2 检验。连续型变量用 Shapiro-Wilk 检验进行正态性检验;对符合正态分布的计量资料采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,两组间比较采用两独立样本 t 检验,不符合正态分布的采用 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表达,两组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料比较 两组患者的性别、年龄、病程、患侧分布、健侧周径及骨折分度等一般资料比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表 1。

表 1 两组一般资料比较 $[n, (\bar{x} \pm s)]$
Table 1 Comparison of general data between the two groups

组别	<i>n</i>	性别(男/女)	年龄(岁)	病程(d)	患侧(左/右)	健侧周径(cm)	骨折分度(Ⅲ/Ⅳ度)
对照组	50	25/25	46.59±2.41	11.16±0.78	23/27	24.44±0.45	24/26
观察组	44	23/21	47.79±7.41	11.34±2.34	22/22	23.94±1.94	20/24
<i>t</i> / χ^2		0.048	1.083	0.513	0.150	1.770	0.061
<i>P</i>		0.826	0.282	0.609	0.698	0.080	0.805

2.2 两组 VAS 评分、踝关节背伸与跖屈角度及踝关节肿胀度比较 术前、术后 2 周、术后 1 月两组患者 VAS 疼痛评分比较差异无统计学意义($P > 0.05$);观察组患者术后 3 月、6 月 VAS 疼痛评分显著低于对照组患者,差异具有统计学意义(均 $P < 0.05$)。两组踝关节骨折患者术前踝关节背伸与跖屈角度比较差异无统计学意义($P > 0.05$);观察组患者术后 2 周、1 月、3 月、6 月踝关节背伸与跖屈角度显著大于对照组(均 $P < 0.05$);术前、术后 2 周、1 月、3 月、6 月两组踝关节

骨折患者踝关节肿胀度比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。表明观察组治疗能够有效改善踝关节背伸与跖屈角度。

2.3 两组术后 AOFAS 踝-后足评分比较 术后 1 月、3 月及 6 月两组患者在疼痛、功能和自主活动及支撑情况、最大步行距离(街区)、地面步行、后足活动(内翻加外翻)、足部对线得分比较,差异无统计学意义(均 $P > 0.05$)。与对照组相比,观察组术后 1 月、3 月及 6 月在异常步态、前后活动(屈/伸)评分明显较

表 2 两组 VAS 疼痛评分、踝关节背伸与跖屈角度及踝关节肿胀度比较($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Comparison of VAS pain scores, ankle dorsiflexion and plantar flexion angles and ankle swelling between the two groups

组别	<i>n</i>	术前	术后 2 周	术后 1 月	术后 3 月	术后 6 月
VAS 疼痛评分(分)						
对照组	50	7.68±1.32	4.69±1.31	2.60±0.40	1.77±0.23	0.66±0.30
观察组	44	7.61±0.62	4.43±0.62	2.84±0.30	0.50±0.13 ^①	0.15±0.02 ^①
背伸活动度(度)						
对照组	50	4.87±0.38	7.47±0.60	11.35±0.61	11.58±0.59	14.86±0.43
观察组	44	4.97±0.97	11.56±1.15 ^①	16.03±1.24 ^①	17.61±0.85 ^①	19.42±0.69 ^①
跖屈活动度(度)						
对照组	50	9.12±0.37	20.41±1.59	25.56±0.60	38.33±0.77	48.47±0.59
观察组	44	9.18±1.18	27.14±0.90 ^①	34.12±1.36 ^①	43.46±1.51 ^①	53.39±1.34 ^①
关节肿胀度(度)						
对照组	50	3.34±0.66	2.02±0.47	1.29±0.56	0.33±0.08	0.27±0.07
观察组	44	3.19±0.19	1.98±0.68	1.16±0.57	0.25±0.09	0.15±0.04

注:与对照组比较,① $P<0.05$ 。

高,差异具有统计学意义(均 $P<0.05$),见表 3。对照组 AOFAS 踝-后足评分优 19 例,良 16 例,差 15 例,优良率为 70.0%(35/50);观察组优 24 例,良 16 例,差 4 例,优良率为 90.91%(40/44),观察组 AOFAS 踝-后足评分优良率显著高于对照组,差异具有统计学意义($\chi^2=6.345, P=0.012$)。

表 3 两组术后 AOFAS 踝和后足评分比较($\bar{x}\pm s$,分)

Table 3 Comparison of postoperative AOFAS ankle and hindfoot scores between the two groups

组别	<i>n</i>	疼痛	功能自主活动及支撑情况	最大步行距离(街区)	地面步行	异常步态	前后活动(屈/伸)	后足活动(内翻加外翻)	足部对线
术后 1 月									
对照组	50	22.48±4.08	5.61±2.19	0.68±0.17	1.06±0.38	1.32±0.45	1.28±0.24	1.18±0.17	7.74±1.30
观察组	44	23.09±4.25	5.93±2.24	0.74±0.22	1.11±0.40	2.24±0.56 ^①	2.40±0.66 ^①	1.26±0.58	8.12±1.41
<i>P</i>		0.480	0.486	0.140	0.536	<0.001	<0.001	0.354	0.177
术后 3 月									
对照组	50	34.46±4.29	5.57±2.03	4.54±0.74	1.69±0.45	4.26±0.71	3.17±0.66	4.64±1.69	7.79±2.03
观察组	44	36.01±4.70	6.34±2.18	4.38±0.63	1.80±0.35	5.59±1.32 ^①	4.65±1.08 ^①	4.47±1.50	8.58±2.18
<i>P</i>		0.098	0.080	0.265	0.193	<0.001	<0.001	0.609	0.072
术后 6 月									
对照组	50	38.15±4.28	7.48±2.34	4.74±0.42	2.78±0.43	5.48±1.69	6.32±1.46	5.40±1.16	8.71±1.55
观察组	44	37.56±3.59	7.72±2.29	4.80±0.38	2.86±0.49	6.77±1.92 ^①	7.50±1.38 ^①	5.35±1.30	9.08±1.40
<i>P</i>		0.474	0.618	0.472	0.401	0.001	<0.001	0.844	0.230

注:与对照组比较,① $P<0.05$ 。

2.4 两组生活质量评分及并发症发生率比较 观察组患者术后 6 个月的物质、心理、社会、躯体等生活质量的各维度评分明显高于对照组,差异有统计学意义(均 $P<0.05$),见表 4。两组总并发症发生率(关节粘连、关节积液、下肢静脉血栓)比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 5。

表 4 两组生活质量评分比较($\bar{x}\pm s$,分)

Table 4 Comparison of quality-of-life scores between the two groups

组别	<i>n</i>	物质	心理	社会	躯体
对照组	50	80.25±4.64	81.19±4.36	84.57±4.04	80.37±4.06
观察组	44	90.28±4.42	89.47±4.80	93.67±4.29	91.09±4.18
<i>t</i>		10.691	8.763	10.586	12.598
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

3 讨论

踝关节骨折是骨科常见的关节创伤性疾病,临床

表 5 两组并发症发生率比较[$n(\times 10^{-2})$]

Table 5 Comparison of complication rates between the two groups

组别	<i>n</i>	关节粘连	关节积液	下肢静脉血栓	总计
对照组	50	2(4.00)	2(4.00)	3(6.00)	7(14.00)
观察组	44	1(2.27)	0(0.00)	0(0.00)	1(2.27)
χ^2					4.134
<i>P</i>					0.044

上无移位的轻度踝部骨折可以选择保守治疗;但多数患者需要手术复位以实现精确的解剖复位和坚强的内固定,恢复踝关节关节面的完整性,避免不良复位引起的创伤性关节炎和继发性踝关节不稳^[10]。踝关节骨折术后长期制动可导致关节周围软组织粘连和踝关节功能活动的障碍,约有 10% 的患者术后会出现不同程度的功能活动障碍^[11]。因此,术后早期的功能锻炼可避免粘连和关节僵硬、关节囊挛缩,维持肌肉

张力,提高踝关节骨折患者的生活质量。踝关节稳定结构较多,踝关节损伤的结构多样,不同类型及不同程度的踝关节骨折的治疗方法及预后差异较大,临床很难排除不同影响因素对患者术后功能恢复的影响。此外,以往缺少对 PER 踝关节骨折术后功能恢复的研究。因此,本研究以 PER 踝关节骨折患者为观察对象,分析术后不同功能康复锻炼方式对术后功能的影响。

递进式目标康复锻炼不仅为患者提供长期、分阶段的功能康复锻炼,还基于锻炼的安全性和患者的实际情况对不同患者提供不同的训练方案,确保康复训练计划的可行性,预防术后畸形,保持关节的稳定性和活动度^[12]。但临床上受到术后疼痛、骨骼肌易疲劳等因素的影响,存在患者训练不规范、依从性不高等问题,影响血管软组织的修复,导致骨折愈合延迟。机械动力牵拉能够限制并根据锻炼情况调整关节活动范围,增加关节的稳定性,促进骨折恢复^[13]。本研究中,相比于对照组,观察组术后 3 月、6 月的 VAS 疼痛评分较低、术后踝关节背伸与跖屈活动度较大、AO-FAS 踝-后足评分优良率较高,上述结果均表明递进式目标康复锻炼联合机械动力牵拉可减轻踝关节患者的疼痛,改善踝关节活动度。分析其原因为机械动力牵拉弥补了康复训练中的不足,并且能够根据患者踝关节活动情况逐渐增加运动的次数、时间和强度,逐渐增加踝关节训练的耐受性和最大活动范围,改善踝关节的运动功能^[14]。有研究证实,采用机械动力牵拉能够明显增加踝关节的运动范围及活动度,减轻疼痛,患者运动质量得到显著提高^[15]。也有研究发现,机械动力牵拉能够降低肌肉和软组织的僵硬程度,调整肌肉及韧带等纤维软组织的生物力学分布特征,增加踝关节背屈范围^[16]。应用机械动力牵拉能够按照预设的角度和速度进行连续的被动康复训练,尽可能快速恢复到受伤前踝关节运动的角度,促使患肢功能恢复。此外,手术后由于炎性物质的渗出,关节中容易发生肌肉、韧带的粘连,导致关节活动受限,影响关节功能活动的恢复。机械动力牵拉能够在固定伤肢的同时进行康复训练,促进局部血液循环和血管舒张,减少术后局部炎症物质的渗出及积累,减轻疼痛^[17]。本研究中观察组患者的总并发症率较低,表明机械动力牵拉能够减少踝关节术后并发症的发生,其原因一方面是机械动力牵拉能够通过改善骨折局部血液和淋巴循环,促进关节软骨、韧带、肌肉和肌腱软组织的修复,防止因制动引起的关节粘连、积液和下肢静脉血栓形成^[18]。另一方面,有学者研究发现,机械动力牵拉的机械刺激能够促进关节软骨细胞中蛋白多糖 4 的合成代谢,蛋白多糖 4 作为滑膜液和关节软

骨表面的润滑和保护因子,避免关节粘连等并发症的发生^[19]。本研究中,两组患者术后各时间点的踝关节肿胀度之间无明显差异,提示两组的康复方式均具有良好的消肿作用。分析其原因为踝关节骨折术后早期采取递进式目标康复锻炼,有助于骨折局部血液循环的恢复和再生,有利于局部软组织的修复,减轻局部组织水肿^[20]。本研究发现,观察组患者在物质、心理、社会、躯体等各维度的生活质量均明显高于对照组,可能是踝关节功能改善后,患者的社会生活能力得到提高,同时心理状态、身体健康也得到了改善,生活质量显著提高。但本研究样本量有限,并且随访过程中临床数据的采集受研究者自身临床能力的限制,对最终结果可能产生一定的影响。因此,有必要今后开展相关基础生物力学研究进一步探讨。

4 结论

机械动力牵拉法结合功能锻炼和单纯行递进式目标康复锻炼均有不同程度的疗效,但机械动力牵拉法联合递进式目标康复锻炼的疗效明显优于单纯行递进式目标康复锻炼治疗,特别是对 PER 踝关节骨折术后踝关节背屈功能的改善尤为明显,促进踝关节骨折后期功能的恢复,为临床防治 PER 踝关节骨折术后功能障碍提供了新思路。

【参考文献】

- [1] LEE S, LIN J, HAMID K S, *et al.* Deltoid Ligament Rupture in Ankle Fracture: Diagnosis and Management[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2019, 27(14):e648-e658.
- [2] LOPEZ-CAPDEVILA L, RIOS-RUH J M, FORTUÑO J, *et al.* Diabetic ankle fracture complications: a meta-analysis[J]. *Foot Ankle Surg*, 2021, 27(7):832-837.
- [3] 苏嘉,沈新升. 踝关节骨折手术治疗和手法复位治疗效果分析[J]. *中国全科医学*, 2021, 24(S01):120-122.
- [4] KEENE D J, COSTA M L, TUTTON E, *et al.* Progressive functional exercise versus best practice advice for adults aged 50 years or over after ankle fracture: protocol for a pilot randomised controlled trial in the UK-the Ankle Fracture Treatment: Enhancing Rehabilitation (AFTER) study[J]. *BMJ Open*, 2019, 9(11):e030877.
- [5] 陈志祥. 康复训练联合机械动力牵拉对踝关节骨折术后康复效果的影响[J]. *反射疗法与康复医学*, 2021, 2(13):118-120.
- [6] SHARIFF S S, NATHWANI D K. Lauge-Hansen classification—a literature review[J]. *Injury*, 2006, 37(9):888-890.
- [7] 白斌飞,鄢文琳,王鑫. 应用 SF-36 评价老年骨折患者运动干预中危险因素及干预措施[J]. *中国老年学杂志*, 2020, 40(24):5314-5316.
- [8] ALHADHOUD M, ALSIRI N, ALSAFFAR M, *et al.* Cross-cultural adaptation and validation of an Arabic version of the American Orthopedics Foot and Ankle Score (AOFAS)[J]. *Foot Ankle Surg*, 2020, 26(8):876-882.

- sponse and endochondral ossification during bone fracture healing via β -AR signaling[J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2019, 116(17):8615-8622.
- [12] MORIOKA K, MARMOR Y, SACRAMENTO JA, *et al*. Differential fracture response to traumatic brain injury suggests dominance of neuroinflammatory response in polytrauma[J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1):12199.
- [13] GILEV M V, BAZARNY V V, VOLOKITINA E A, *et al*. Laboratory Monitoring of Bone Tissue Remodeling after Augmentation of Impression Intraarticular Fracture with Different Types of Bone Graft[J]. *Bull Exp Biol Med*, 2019, 167(5):681-684.
- [14] 陈伟, 李鹏, 万永建, 等. 创伤性骨折延迟愈合患者血清骨转化标志物的表达水平及意义[J]. *东南大学学报(医学版)*, 2021, 40(2):225-229.
- [15] 吴海波, 肖育志. 骨生长相关因子在开放性骨折术后感染患者血清中的表达及其意义[J]. *医学临床研究*, 2019, 36(7):1411-1413.
- [16] IVERSEN I J, PHAM T M, SCHMAL H. Do acute inflammatory cytokines affect 3- and 12-month postoperative functional outcomes—a prospective cohort study of 12 patients with proximal tibia fractures[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22(1):342.
- [17] CHEN P, YANG B, WU Y, *et al*. YAP1 regulates chondrogenic differentiation of ATDC5 promoted by temporary TNF- α stimulation through AMPK signaling pathway[J]. *Mol Cell Biochem*, 2020, 474(1-2):209-218.
- [18] MA Y, ZHOU Y, WU F, *et al*. The Bidirectional Interactions Between Inflammation and Coagulation in Fracture Hematoma[J]. *Tissue Eng Part B Rev*, 2019, 25(1):46-54.
- [19] 张文韬, 段宁, 陈勋, 等. 血清血管细胞黏附因子-1、骨形态发生蛋白-2 动态监测对尺桡骨骨折延迟愈合的预测价值[J]. *中国临床医生杂志*, 2019, 47(2):198-200.
- [20] HAO Z, LI J, LI B, *et al*. Smoking Alters Inflammation and Skeletal Stem and Progenitor Cell Activity During Fracture Healing in Different Murine Strains[J]. *J Bone Miner Res*, 2021, 36(1):186-198.
- [21] MANGUM L H, AVILA J J, HURTGEN B J, *et al*. Burn and thoracic trauma alters fracture healing, systemic inflammation, and leukocyte kinetics in a rat model of polytrauma[J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1):58.
- [22] LU Y, DI Y P, CHANG M, *et al*. Cigarette smoke-associated inflammation impairs bone remodeling through NF κ B activation[J]. *J Transl Med*, 2021, 19(1):163.
- [23] 刘善明, 赵元, 陈黎兵, 等. 胫骨骨折髓内钉固定术患者血清 FGF-2、IGF-1、sICAM-1 水平与骨折愈合的关系研究[J]. *创伤外科杂志*, 2019, 21(11):846-849.
- [24] SHEN L, XIAO Y, XIE H, *et al*. A naturally derived small molecule NDSM253 inhibits IKK1 to suppress inflammation response and promote bone healing after fracture[J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(1):24-37.

(收稿日期:2022-07-16;修回日期:2023-06-29;编辑:黎仕娟)

(上接第 1146 页)

- [9] 王振, 杨生民, 李西要, 等. 分柱显露复位内固定治疗 Ruedi-Allgower Ⅲ型 Pilon 骨折[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2020, 35(8):796-799.
- [10] STEPHENS A R, GRUJIC L. Post-Traumatic Hindfoot Arthritis[J]. *J Orthop Trauma*, 2020, 34(1):S32-S37.
- [11] GOOST H, WIMMER M D, BARG A, *et al*. Fractures of the ankle joint: investigation and treatment options[J]. *Dtsch Arztebl Int*, 2014, 111(21):377-388.
- [12] 王春红, 戈道云, 何欢欢, 等. 递进式目标康复干预对绝经后女性上肢骨折术后康复的影响[J]. *中国妇幼保健*, 2020, 35(6):1083-1086.
- [13] 陈志祥. 康复训练联合机械动力牵拉对踝关节骨折术后康复效果的影响[J]. *反射疗法与康复医学*, 2021, 2(13):118-120.
- [14] STOLZ B, GRIM C, LUTTER C, *et al*. Assessing Foot Loads in Continuous Passive Motion (CPM) and Active Knee Joint Motion Devices[J]. *Sportverletz Sportschaden*, 2021, 35(1):18-23.
- [15] CHUANG L, CHUANG Y, JHU Y, *et al*. Effects of Ankle Continuous Passive Motion on Soleus Hypertonia in Individuals with Cerebral Palsy: A Case Series[J]. *Biomed J*, 2022, 45(4):708-716.
- [16] JANSEN H, JORDAN M, FREY S, *et al*. Active controlled motion in early rehabilitation improves outcome after ankle fractures: a randomized controlled trial[J]. *Clin Rehabil*, 2018, 32(3):312-318.
- [17] HAYASHI K, FUKUYASU-MATSUO S, INOUE T, *et al*. Effects of cyclic stretching exercise on long-lasting hyperalgesia, joint contracture, and muscle injury following cast immobilization in rats[J]. *Physiol Res*, 2020, 69(5):861-870.
- [18] YANG X, LI G, WANG H, *et al*. Continuous Passive Motion After Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-analysis of Associated Effects on Clinical Outcomes[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2019, 100(9):1763-1778.
- [19] NUGENT-DERFUS G E, TAKARA T, O'NEILL J K, *et al*. Continuous passive motion applied to whole joints stimulates chondrocyte biosynthesis of PRG4[J]. 2007, 15(5):566-574.
- [20] 林桦, 袁景, 季亚峥, 等. 三维扫描定制压力袜结合康复训练对老年患者下肢水肿的疗效观察[J]. *中国康复医学杂志*, 2020, 35(10):1203-1208.

(收稿日期:2022-04-02;修回日期:2023-05-11;编辑:黎仕娟)