

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.16.019

踝关节骨折患者术后应用 CPM 进行康复功能训练对 ALP 水平、关节活动度及康复效果的影响^{*}

刘志翔¹, 安彪², 李亮¹, 马续彬¹, 翟星皓¹, 张建鹏^{3△}

1. 河北省邯郸市第一医院骨科, 河北邯郸 056002; 2. 河北省邯郸市第一医院创伤骨科, 河北邯郸 056002; 3. 河北省保定市第一医院骨科, 河北保定 171000

摘要:目的 探讨应用关节持续被动活动器(CPM)进行康复功能训练对踝关节骨折患者术后碱性磷酸酶(ALP)、关节活动度及康复效果的影响。**方法** 选择邯郸市第一医院 2022 年 1 月至 2023 年 1 月收治的 100 例踝关节骨折患者展开研究,按入院顺序分为对照组、观察组 2 组,每组 50 例。对照组术后进行常规康复锻炼,观察组配合使用 CPM 进行康复功能训练;2 组均接受 1 个月的干预。比较 2 组干预前和干预 1 个月后的自我管理力量表(ESCA)评分、视觉模拟评分法(VAS)评分、ALP 水平、骨科生活质量(QCL)评分;比较 2 组干预 1 个月后的踝关节活动度及 2 组康复效果。**结果** 干预 1 个月后,2 组 ESCA 评分、ALP 水平和 QCL 评分均高于干预前($P<0.05$),VAS 评分均低于干预前($P<0.05$);且干预 1 个月后,观察组 ESCA 评分、ALP 水平和 QCL 评分均高于对照组($P<0.05$),VAS 评分低于对照组($P<0.05$)。干预 1 个月后,观察组踝关节伸、屈、旋前和旋后活动度均明显大于对照组($P<0.05$)。观察组完全负重时间、下床活动时间和骨折愈合时间均明显短于对照组($P<0.05$)。**结论** 踝关节骨折患者术后应用 CPM 进行康复功能训练,可显著提升患者自我护理能力并缓解疼痛,提高 ALP 水平并改善生活质量,促进患者康复和踝关节活动,临床应用价值较高。

关键词: 关节持续被动活动器; 康复功能训练; 踝关节骨折; 碱性磷酸酶; 关节活动度

中图法分类号:R687.4

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2025)16-2263-04

Influence of postoperative CPM application for conducting rehabilitation function training on ALP level, range of motion and rehabilitation effect in patients with ankle fractures^{*}

LIU Zhixiang¹, AN Biao², LI Liang¹, MA Xubin¹, ZHAI Xinghao¹, ZHANG Jianpeng^{3△}

1. Department of Orthopedics, Handan Municipal First Hospital, Handan, Hebei 056002, China; 2. First Department of Traumatic Orthopedics, Handan Municipal First Hospital, Handan, Hebei 056002, China; 3. Department of Orthopedics, Baoding Municipal First Hospital, Baoding, Hebei 171000, China

Abstract: **Objective** To explore the influence of playing the joint continuous passive motion (CPM) to conduct the rehabilitation training on alkaline phosphatase (ALP), range of motion and rehabilitation effect in the postoperative patients with ankle fractures. **Methods** A total of 100 patients with ankle fractures admitted and treated in Handan Municipal First Hospital from January 2022 to January 2023 were selected for the study and divided into the control group and observation group according to the order of admission, 50 cases in each group. The control group conducted the conventional rehabilitation exercises after surgery, while the observation group cooperatively used CPM for conducting the rehabilitation training. Both groups received the intervention for one month. The self-care agency scale (ESCA) score, visual analogue scale (VAS) score, ALP level and orthopedic quality of life (QCL) score before intervention and in one month after intervention were compared between the two groups. The ankle joint range of motion and the rehabilitation effect after one month intervention were compared between the two groups. **Results** The ESCA score, ALP level and QCL score after one month intervention in both groups were higher than those before intervention ($P<0.05$), and the VAS score was lower than that before intervention ($P<0.05$); moreover in one month after intervention, the ESCA score, ALP level and QCL score in the observation group were higher than those in the control group ($P<0.05$), while the VAS score was lower than that in the control group ($P<0.05$). The range of motion of ankle extension, flexion, pronation and supination in one month after intervention in the observation group were significantly higher than those in the control group ($P<0.05$). The full weight-bearing time, time to get out of bed and fracture healing time in the observation group were significantly shorter than those in the

^{*} 基金项目:河北省医学科学研究课题计划项目(20231919)。

作者简介:刘志翔,男,副主任医师,主要从事骨科方向的研究。△ 通信作者,E-mail:17717700573@163.com。

control group ($P < 0.05$). **Conclusion** Postoperatively applying CPM for conducting the rehabilitation training in the patients with ankle fractures could significantly improve the self-care ability and relieve pain, increase the ALP level, improve the quality of life, promote the rehabilitation and ankle joint movement, and has high clinical application value.

Key words: joint continuous passive motion; rehabilitation functional training; ankle fracture; alkaline phosphatase; joint mobility

踝关节骨折在临床较为常见,据相关数据显示该骨折占全身骨折的 6% 以上,在足踝骨折中占比超过一半,且随着我国人口老龄化加快和各类体育运动的蓬勃发展,踝关节骨折率逐年升高^[1]。对于人体来说,踝关节是承受重量最大的屈戌关节。若治疗不当可能引发患者预后出现创伤性关节炎和其他功能障碍,目前临床上对于踝关节骨折以手术治疗为主,但术后由于局部炎症或疼痛的出现,会导致患者发生反射性痉挛,对微循环造成严重影响^[2]。碱性磷酸酶(ALP)是一种能反映成骨细胞功能以及骨密度的骨代谢指标,参与骨钙化与骨愈合等过程并发挥重要作用,与踝关节骨折恢复密切相关,可作为骨折患者康复效果评估的参考指标^[3]。有研究指出,骨折术后进行早期锻炼可避免患者出现肌肉萎缩,促进血液循环和淋巴液回流,但传统康复锻炼效果已无法满足人们日益增长的心理康复意识^[4]。关节持续被动活动器(CPM)是近年来临床上帮助骨折患者进行康复锻炼的一种工具,可作为骨折患者被动锻炼的辅助工具使用,进而促进关节软骨、韧带等快速恢复^[5]。但目前 CPM 仅在膝关节锻炼中有所应用,在踝关节骨折中应用相对较少,基于此本研究探讨踝关节骨折患者配合使用 CPM 进行康复功能训练的效果,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入标准:(1)有外伤史且经影像检查确诊为踝关节骨折;(2)均为新鲜骨折,致伤后 24 h 内入院治疗;(3)认知功能正常,可与医护人员正常交流和沟通;(4)临床信息填写完整且无错误、遗漏。排除标准:(1)病理性骨折;(2)合并甲状腺功能亢进、免疫系统缺陷等非踝关节骨折疾病,可能会影响研究数据;(3)合并心、肺、肾功能不全;(4)合并骨质疏松症;(5)入组前服用过影响骨代谢的药物。根据以上纳入、排除标准选择 2022 年 1 月至 2023 年 1 月邯郸市第一医院收治的踝关节骨折患者 100 例作为研究对象,按照入院顺序将前 50 例患者纳入对照组,余下 50 例纳入观察组。对照组中男 30 例,女 20 例;年龄 21~68 岁,平均(50.34±4.60)岁;骨折原因:车祸伤 15 例,摔伤 15 例,坠落伤 11 例,其他原因 9 例;骨折位置:单纯内踝/外踝骨折 27 例,双踝骨折 20 例,内、外、后三踝骨折 3 例;手术入路:内侧入路 10 例,外侧入路 19 例,外后侧入路 12 例,外侧入路+内侧联合入路 5 例,外侧入路+外后侧联合 4 例。观察组中男 32 例,女 18 例;年龄 20~69 岁,平均(50.51±4.59)岁;骨折原因:车祸伤 16 例,摔伤 17 例,坠落伤 10 例,其他原因 7 例;骨折位置:单纯内踝/外踝骨折 26

例,双踝骨折 22 例,内、外、后三踝骨折 2 例;手术入路:内侧入路 11 例,外侧入路 17 例,外后侧入路 10 例,外侧入路+内侧联合入路 6 例,外侧入路+外后侧联合 6 例。2 组一般资料比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。本研究经邯郸市第一医院医学伦理委员会审核并批准(2022-K-28)。所有研究对象对研究内容均知情并签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 干预方案 所有研究对象均实施手术内固定治疗。对照组术后实施注意事项讲解、运动技巧指导等常规康复功能锻炼干预,其中强调术后 1 周内行走需要辅助器械,并且保证无负重,家属与责任护士在锻炼期间需要实时陪伴并做好意外防护,进行 1 个月的干预。观察组术后在实施常规康复功能锻炼基础上同时配合使用 CPM 进行康复功能锻炼。首先评估患者的病情与身体状况,为患者制订个性化干预方案,使用 CPM 进行康复功能锻炼前后均需指导患者完成脚踝的收缩训练,护理人员日常需与患者及时沟通,倡导患者主动锻炼;同时在患者踝关节周围软组织等施加关节松动手法,患者会产生温热感,该手法可在使用 CPM 进行康复功能锻炼前后进行,或配合热水袋热敷后进行。使用 CPM 进行康复功能锻炼具体操作如下:指导患者取平躺位,将脚踝位置置于 CPM 机并穿戴鞋套,根据患者踝关节实际伸曲角度对 CPM 机初始角度进行调节,操作速度由慢至快,幅度也应循序渐进,根据患者病情和恢复情况,每次需增加 5°~10°的关节屈曲度,实际以患者疼痛忍耐度为限,锻炼时间为 20~30 min/次,2 次/日,进行 1 个月的干预。

1.2.2 血清 ALP 检测 于干预前、干预 1 个月后分别采集所有患者清晨空腹肘静脉血 5 mL,离心半径 10 cm、3 500 r/min 离心 10 min,然后取上层血清保存待检,采用酶联免疫吸附试验检测 ALP 水平。

1.2.3 自我管理能力和疼痛评估 分别于干预前、干预 1 个月后采用自我管理力量表(ESCA)^[6]评估所有患者自我管理能力。量表包括自我概念、自我责任感、自我护理技能、健康知识水平 4 个维度,总分 0~172 分,评分越高表明患者自我管理能力越强。采用视觉模拟评分法(VAS)^[7]评估疼痛程度,VAS 总分 0~10 分,患者根据自身实际情况选择合适的条目,评分越高表明疼痛越剧烈。

1.2.4 踝关节活动度评估 于干预 1 个月后采用关节活动范围(ROM)^[7]评估 2 组踝关节活动度。踝关节活动范围包括伸、屈、旋前、旋后、外翻、内翻,每个角度测量 3 次取平均值。

1.2.5 康复指标 记录 2 组患者下床活动时间、完全负重时间、骨折愈合时间并进行对比。

1.2.6 生活质量评估 于干预前、干预 1 个月后分别采用骨科生活质量表(QCL)^[8]评估 2 组患者生活质量,包括躯体功能、情绪功能、角色功能和社会功能 4 个维度,总分 0~100 分,分数越高表明患者生活质量越高。

1.3 统计学处理 采用 SPSS26.0 软件进行数据处理。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间

比较采用独立样本 t 检验。组内比较采用配对 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组干预前、干预 1 个月后 ESCA、VAS 评分比较 干预 1 个月后,2 组 ESCA 评分均高于干预前($P < 0.05$),且观察组 ESCA 评分高于对照组($P < 0.05$)。干预 1 个月后,2 组 VAS 评分均低于干预前($P < 0.05$),且观察组 VAS 评分低于对照组($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 2 组干预前、干预 1 个月后 ESCA 和 VAS 评分比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	<i>n</i>	ESCA 评分		VAS 评分	
		干预前	干预 1 个月后	干预前	干预 1 个月后
对照组	50	67.35±7.71	100.23±5.19*	7.62±1.02	5.29±1.17*
观察组	50	68.34±7.52	141.37±7.21*	7.79±1.13	3.56±1.05*
<i>t</i>		-0.650	-32.746	-0.790	7.781
<i>P</i>		0.517	<0.001	0.432	<0.001

注:与同组干预前比较,* $P < 0.05$ 。

2.2 2 组干预前、干预 1 个月后血清 ALP 水平比较 干预 1 个月后,2 组血清 ALP 水平均高于干预前($P < 0.05$),且观察组血清 ALP 水平高于对照组($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 2 组干预 1 个月后踝关节活动度比较 干预 1 个月后,观察组踝关节伸、屈、旋前和旋后活动度均明显大于对照组($P < 0.05$);2 组外翻和内翻踝关节活动度比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

2.4 2 组康复指标比较 观察组完全负重时间、下床

活动时间和骨折愈合时间均明显短于对照组($P < 0.05$)。见表 4。

表 2 2 组干预前、干预 1 个月后血清 ALP 水平比较($\bar{x} \pm s$,U/L)

组别	<i>n</i>	干预前	干预 1 个月后
对照组	50	89.31±10.15	96.28±7.81*
观察组	50	90.02±9.96	107.19±6.72*
<i>t</i>		-0.353	-7.488
<i>P</i>		0.725	<0.001

注:与同组干预前比较,* $P < 0.05$ 。

表 3 2 组干预 1 个月后踝关节活动度比较($\bar{x} \pm s$,°)

组别	<i>n</i>	伸	屈	旋前	旋后	外翻	内翻
对照组	50	8.23±1.62	24.06±3.02	16.25±1.74	25.03±4.27	2.59±0.79	1.96±0.68
观察组	50	9.42±1.01	28.98±4.17	18.95±2.08	29.25±3.86	2.48±0.82	1.89±0.72
<i>t</i>		-4.048	-6.757	-7.040	-5.184	0.683	0.500
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.496	0.618

表 4 2 组康复指标比较($\bar{x} \pm s$,d)

组别	<i>n</i>	下床活动时间	完全负重时间	骨折愈合时间
对照组	50	4.25±0.52	40.29±4.08	78.16±5.82
观察组	50	3.02±0.77	31.05±3.22	61.07±4.98
<i>t</i>		9.361	12.571	15.776
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

2.5 2 组干预前、干预 1 个月后 QCL 评分比较 干预 1 个月后,2 组 QCL 评分均高于干预前($P < 0.05$),且观察组 QCL 评分高于对照组($P < 0.05$)。见表 5。

表 5 2 组干预前、干预 1 个月后 QCL 评分比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	<i>n</i>	干预前	干预 1 个月后
对照组	50	68.51±10.58	78.59±6.71*
观察组	50	67.48±10.66	90.62±6.82*
<i>t</i>		0.485	-8.891
<i>P</i>		0.629	<0.001

注:与同组干预前比较,* $P < 0.05$ 。

3 讨 论

间接暴力造成踝部损伤是踝关节骨折的主要诱因,疼痛、肿胀是其典型临床表现,部分患者病情恶化后导致畸形^[9]。手术内固定是踝关节骨折的常选治疗方案,借助手术复位改善踝关节损伤,但术后需辅以康复功能锻炼,有助于增强关节功能恢复效果并降低预后不良风险,另外及早进行康复锻炼干预可以改善血液微循环、促进关节滑液吸收,继而促进关节修复、骨折愈合^[10]。CPM 是骨科临床上用于帮助骨折患者恢复关节活动度的一种机器,通过被动运动帮助患者在康复初期增加关节活动度,从而加快关节恢复^[11]。本研究发现,干预 1 个月后,2 组 ESCA 评分均高于干预前,VAS 评分均低于干预前,且观察组 ESCA 评分明显更高,VAS 评分明显更低,说明本研究根据患者的病情特点为其提供相应的康复指导训练,且在 CPM 锻炼的基础上增加主动功能康复锻炼,

可显著提升患者的自我管理能力和在干预期间坚持患者主动功能训练可从全方面对患者进行康复管理,显著增加患者积极性和临床康复效果^[12]。张迪等^[13]研究指出,骨折患者采用 CPM 进行康复功能锻炼,可明显增加患者关节活动度,起到一定的消肿止痛和降低深静脉血栓的发生风险,与本研究结果一致。本研究发现,经干预后,观察组踝关节伸、屈、旋前和旋后活动度均明显大于对照组。

ALP 的分泌场所主要是在早期成骨细胞内,是对成骨细胞分化、骨转化及骨代谢进行评价的指标,可参与细胞外基质矿化,并作用于有机磷酸酶,进而将钙化过程进一步激活,保证骨组织中钙、磷等离子的平衡^[14]。本研究发现,干预后,2 组血清 ALP 水平均显著升高,且观察组血清 ALP 水平明显高于对照组,分析原因是通过术后指导患者行早期功能锻炼,帮助患者恢复关节活动,同时在连续被动的情况下可促进关节周围肌腱和软组织愈合、再生,增强成骨细胞活性,促进骨折愈合并增强骨密度^[15]。

本研究还对比 2 组康复情况和生活质量,发现观察组在下床活动、完全负重和骨折愈合等方面的时间均明显短于对照组,而生活质量评分高于对照组,这是因为踝关节骨折患者术后使用 CPM 进行康复功能训练可帮助关节活动,增强其关节活动度,减轻患者恢复过程中的疼痛感、肿胀及僵硬等情况,尽可能促进患者关节愈合,缩短住院时间,帮助患者尽早回归正常生活,提升其生活质量^[16]。应秋雯等^[17]研究指出,使用 CPM 进行康复锻炼干预可以使患者的肘关节僵硬部位以及健侧足踝得到充分锻炼,同时有效降低肌肉萎缩风险。虽然本研究取得一定研究成果,但也存在不足,由于人力、物力的限制,对所有踝关节骨折患者的干预时间仅有 1 个月,时间较短无法判定其长期效果,因此在今后的研究中,可通过延长干预时间和随访时间,以判定使用 CPM 进行康复功能训练对踝关节骨折患者长期预后的影响。

综上所述,对踝关节骨折患者术后护理过程中使用 CPM 进行康复功能训练干预,可有效提高患者的自我管理能力和降低患者疼痛评分,缩短下床活动时间、完全负重时间和骨折愈合时间,提高患者血清 ALP 水平、生活质量和踝关节活动度,临床应用价值较高。

参考文献

- [1] FOKMARE P J, DHAGE P. Physiotherapy rehabilitation strategies for post-operative trimalleolar ankle fracture: a case report[J]. Cureus, 2022, 14(9): e29716.
- [2] PHYO N, WEE A. Managing acute ankle and hindfoot fracture in diabetic patients[J]. Foot Ankle Clin, 2022, 27(3): 639-654.
- [3] SHU J T, TAN A J, LI Y, et al. The correlation between serum total alkaline phosphatase and bone mineral density in young adults[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2022, 23

(1): 467.

- [4] 刘云午, 郭启明, 何颖慧, 等. 高频超声诊断踝关节外侧副韧带损伤及评估沙床康复训练效果[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(3): 665-669.
- [5] 毕菲, 蔡振媛. 关节持续被动活动机训练联合综合康复治疗在下肢骨折后膝关节活动功能障碍患者中的应用效果[J]. 中国医药导报, 2022, 19(3): 79-82.
- [6] 张占花. 基于微信平台的延续护理对稳定期慢阻肺患者疾病知识掌握率及 ESCA 评分的影响[J]. 重庆医学, 2022, 51(增刊 1): 340-341.
- [7] KHAN Z K, AHMED S I, BAIG A M, et al. Effect of post-isometric relaxation versus myofascial release therapy on pain, functional disability, rom and qol in the management of non-specific neck pain: a randomized controlled trial[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2022, 23(1): 567.
- [8] THO N D, TRANG N T, GREGORY S. Positivity and quality of college life of business students: The mediating role of learning approaches[J]. Stud Educ Eval, 2020, 66: 100908.
- [9] KEARNEY R, MCKEOWN R, PARSONS H, et al. Use of cast immobilisation versus removable brace in adults with an ankle fracture: multicentre randomised controlled trial[J]. BMJ, 2021, 374: n1506.
- [10] FISCHER D C, SCKELL A, GARKISCH A, et al. Treatment of perioperative swelling by rest, ice, compression, and elevation(RICE) without and with additional application of negative pressure(RICE+) in patients with a unilateral ankle fracture: study protocol for a monocentric, evaluator-blinded randomized controlled pilot trial[J]. Pilot Feasibility Stud, 2021, 7(1): 203.
- [11] 李晓纯, 冯宇恒, 周尤成, 等. 持续被动运动联合等速闭链训练对膝关节前交叉韧带重建术患者疼痛, 关节活动度及运动功能的影响[J]. 临床误诊误治, 2022, 35(2): 77-81.
- [12] GUO W, LIN W, CHEN W, et al. Comparison of deltoid ligament repair and non-repair in acute ankle fracture: a Meta-analysis of comparative studies[J]. PLoS One, 2021, 16(11): e0258785.
- [13] 张迪, 伍可心, 朱璐. 肘关节挛缩松解术后持续被动运动与物理治疗的疗效比较[J]. 中国康复, 2022, 37(7): 409.
- [14] 崔宏刚. 妥布霉素激活 Wnt/ β -catenin 信号通路上调 ALP 和 RUNX2 蛋白表达促进骨折愈合的实验研究[J]. 中国骨伤, 2021, 34(9): 866-869.
- [15] 王枫, 冯宝华, 雷博艺. 胫骨平台骨折术后持续被动运动对膝关节功能恢复的影响[J]. 贵州医药, 2020, 44(10): 1595-1596.
- [16] 闫振壮, 许丹丹, 左春磊, 等. 连续性被动运动训练对老年全膝关节置换术后下肢运动功能及炎症因子水平的影响[J]. 现代生物医学进展, 2020, 20(21): 4156-4159.
- [17] 应秋雯, 丁莉, 朱琳怡, 等. 关节镜手术治疗肘关节僵硬术后早期加速运动康复锻炼的临床疗效[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2022, 37(7): 752-754.