

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2025.03.013

足踝锻炼器联合功能康复训练在踝关节骨折中的 临床效果研究

宋振君 周 宁 闫家玲

(山东省立第三医院创伤与手足外科 山东 济南 250031)

摘要 **目的:**探讨足踝锻炼器联合功能康复训练在踝关节骨折中的临床效果。**方法:**采用信封抽签法将 2022 年 5 月至 2023 年 10 月我院收治的 86 例踝关节骨折术后患者分为对照组(接受功能康复训练干预,43 例)和观察组(接受功能康复训练联合足踝锻炼器干预,43 例)。观察两组干预前后的踝关节活动角度、不同状态下踝关节疼痛程度、踝关节功能及生活质量综合评定问卷-74 (GQOLI-74)评分的变化情况。**结果:**干预后,两组背伸活动角度、跖屈活动角度扩大,且观察组高于对照组($P<0.05$)。干预后,两组静息、运动状态下视觉模拟评分法(VAS)评分均下降,且观察组低于对照组($P<0.05$)。干预后,两组美国矫形足踝协会踝-后足评分系统(AOFAS)评分、Mazur 踝关节功能评分及 GQOLI-74 各维度评分均升高,且观察组高于对照组($P<0.05$)。**结论:**足踝锻炼器联合功能康复训练应用于踝关节骨折患者,可有效减轻术后疼痛,扩大踝关节活动角度,提高踝关节功能,改善患者的生活质量。

关键词:足踝锻炼器;功能康复训练;踝关节骨折;踝关节功能;生活质量

中图分类号:R3;R683.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2025)03-496-07

Clinical Effect Study of Ankle Exerciser Combined with Functional Rehabilitation Training in Ankle Fracture

SONG Zhen-jun, ZHOU Ning, YAN Jia-ling

(Department of Trauma and Hand and Foot Surgery, Shandong Provincial Third Hospital,
Ji'nan, Shandong, 250031, China)

ABSTRACT Objective: To explore the clinical effect of ankle exerciser combined with functional rehabilitation training in ankle fracture. **Methods:** By envelope lottery method, 86 patients with ankle

作者简介:宋振君(1995-),女,本科,研究方向:骨外科,E-mail: 13290339331@163.com

(收稿日期:2024-11-15)

fracture treated in our hospital from May 2022 to October 2023 were divided into control group (received functional rehabilitation training intervention, 43 cases) and observation group (received functional rehabilitation training combined with ankle exerciser intervention, 43 cases). The changes of ankle joint activity angle, ankle joint pain degree under different conditions, ankle joint function and quality of life comprehensive assessment questionnaire-74 (GQOLI-74) score before and after intervention were observed in two groups. **Results:** After intervention, the angle of dorsiflexion activity, angle of plantar flexion activity in two groups expanded, and observation group were higher than those of control group ($P<0.05$). After intervention, the scores of visual analogue scale (VAS) in the resting and motion state in two groups decreased, and observation group were lower than those of control group ($P<0.05$). After intervention, the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) score, Mazur ankle function score and each dimension of GQOLI-74 scores in two groups increased, and observation group were higher than those of control group ($P<0.05$). **Conclusion:** The application of ankle exerciser combined with functional rehabilitation training in patients with ankle fracture, which can effectively reduce postoperative pain, expand the angle of ankle joint activity, improve ankle joint function and improve the quality of life of patients.

Key words: Ankle exerciser; Functional rehabilitation training; Ankle fracture; Ankle joint function; Quality of life

Chinese Library Classification(CLC): R3; R683.4 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2025)03-496-07

前言

踝关节骨折是常见的下肢骨折之一,其发生率约占全身骨折的10%^[1,2]。钢板内固定术作为踝关节骨折的主要治疗手段,尽管能够有效恢复踝关节的解剖结构,但术后患者常面临肿胀、疼痛和关节活动受限等问题,严重影响了踝关节的功能恢复和患者的生活质量^[3,4]。因此,术后康复训练成为提高患者踝关节功能及生活质量的关键环节。传统的功能康复训练主要关注患者的肌力和活动范围训练,包括踝泵运动、跖趾关节屈伸锻炼等^[5]。然而,这些训练方式存在一些不足之处,如患者因术后疼痛难以长时间坚持训练,导致训练效果受限。足踝锻炼器作为一种新型的康复护理用具,为踝关节骨折的康复训练提供了新的解决方案。它是一种可以

控制踝关节运动的矫形器,设计上集成了角度尺、计数器、电机和自动控制器等组件,能根据个体情况按需调节踝关节的活动范围,实现被动功能锻炼^[6]。足踝锻炼器不仅能够减轻患者在康复训练中的痛苦,还能够提供更为精确和可控的康复训练,有助于提高康复效率和效果。鉴于此,本研究旨在探讨足踝锻炼器与功能康复训练相结合在踝关节骨折中的临床效果,为临床治疗提供新的参考依据,进一步优化踝关节骨折的康复方案。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2022年至5月2023年10月我院收治的86例踝关节骨折术后患者,采用信封抽签法将其分为对照组(43例)和观察组(43例)。对

照组男性、女性例数分别为 24 例、19 例；平均年龄(39.68 ± 4.37)岁；骨折部位：左踝、右踝例数分别为 22 例、21 例；损伤原因：车祸、坠落伤、跌伤例数分别为 18 例、16 例、9 例。观察组男性、女性例数分别为 26 例、17 例；平均年龄(39.27 ± 3.98)岁；骨折部位：左踝、右踝例数分别为 25 例、18 例；损伤原因：车祸、坠落伤、跌伤例数分别为 20 例、15 例、8 例。两组一般资料对比无差异($P > 0.05$)。纳入标准：(1)符合踝关节骨折相关诊断标准^[7]；(2)符合手术指征，均行钢板内固定手术；(3)患者临床资料完整，已签署知情同意书。排除标准：(1)踝关节周围皮肤软组织破损或开放性骨折；(2)合并严重性心、肝、肾等器官系统疾病；(3)合并恶性肿瘤、骨质疏松症；(4)合并其他部位多发骨折；(5)无法进行踝关节功能锻炼；(6)合并存在认知障碍、精神疾病。本研究已通过我院医学伦理委员会审批。

1.2 方法

两组患者均接受钢板内固定手术，术后给予抗感染治疗。对照组接受功能康复训练干预，观察组接受功能康复训练联合足踝锻炼器干预，两组均干预 8 周。对照组患者接受功能康复训练，术后第 1 天指导患者进行踝泵运动，术后第 2~3 天指导患者在能够承受的范围内进行足趾关节的屈伸运动，但需避免旋转和侧翻动作，每次练习持续 10 分钟，每天进行 3 次。从术后第 5 天开始，患者将逐步增加踝关节和足趾关节屈伸运动的持续时间，并相应提高训练的难度。观察组患者在对照组基础上接受足踝锻炼器，患者穿戴足踝训练器后进行踝关节背伸趾屈训练，同时让患者进行膝关节伸屈活动，并逐步过渡到下肢直腿抬高锻炼，每日坚持训练 0.5 h/次，3 次/d。

1.3 观察指标

(1)踝关节活动角度：分别于干预前、干预后使用医用量角器测量患者踝关节背伸活动角度、跖屈活动角度，连续测量三次，取平均值为最终结果。(2)疼痛程度：分别于干预前、干预后采用视觉模拟评分法(VAS)^[8]评估患者在静息、运动状态下的疼痛程度。VAS 总分为 10 分，分数越高，表明患者的疼痛程度越重。(3)踝关节功能：分别于干预前、干预后采用 Mazur 踝关节功能评分系统^[9]和美国矫形足踝协会踝-后足评分系统(AOFAS)^[10]评分评估患者踝关节功能。Mazur 踝关节功能评分总分 100 分，分值与踝关节功能呈正比。AOFAS 量表分别从关节疼痛、肿胀、X 线、功能四个维度对踝关节功能进行评估，总分为 100 分，分值越高，表明患者的踝关节功能越好。(4)生活质量：分别于干预前、干预后采用生活质量综合评定问卷-74(GQOLI-74)^[11]评估患者的生活质量。GQOLI-74 评分包含躯体、心理、物质、社会四个维度，每个维度评分为 100 分，分值越高，表明患者的生活质量越高。

1.4 统计学方法

采用 SPSS28.0 处理数据。计数资料(如损伤原因、男女比例等)以[n(%)]表示，采用 χ^2 检验。符合正态分布的计量资料(如 AOFAS 评分、GQOLI-74 评分等)以($\bar{x} \pm s$)表示，采用 t 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组踝关节活动角度对比

干预后，两组踝关节活动角度(跖屈、背伸)扩大，且观察组高于对照组($P < 0.05$)，见表 1、图 1。

2.2 两组静息、运动状态下 VAS 评分对比

干预后，两组静息、运动状态下 VAS 评分均下降，且观察组低于对照组($P < 0.05$)，见表 2、图 2。

表 1 两组踝关节活动角度对比 ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)Table 1 Comparison of ankle joint activity angle in two groups ($\bar{x} \pm s, ^\circ$)

Groups	Angle of dorsiflexion activity		Angle of plantar flexion activity	
	Before intervention	After intervention	Before intervention	After intervention
Control group (n=43)	7.25 $\pm$ 0.56	10.38 $\pm$ 1.29*	12.65 $\pm$ 2.35	16.24 $\pm$ 2.79*
Observation group (n=43)	7.31 $\pm$ 0.62	13.92 $\pm$ 1.36*	12.83 $\pm$ 2.43	21.85 $\pm$ 3.28*
t	-0.471	-12.384	-0.349	-8.543
P	0.639	< 0.001	0.728	< 0.001

Note: Compared with same group before intervention, * $P < 0.05$.

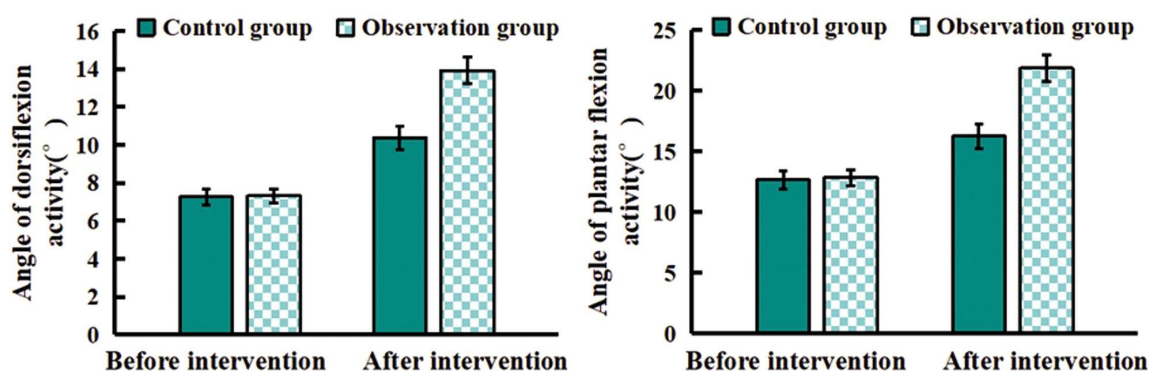


图 1 两组踝关节活动角度对比柱状图

Fig.1 Bar chart of comparison of ankle joint activity angle in two groups

表 2 两组静息、运动状态下 VAS 评分对比 ($\bar{x} \pm s$, 分)Table 2 Comparison of VAS scores in the resting and motion state in two groups ($\bar{x} \pm s$, score)

Groups	VAS score in resting state		VAS score in motion state	
	Before intervention	After intervention	Before intervention	After intervention
Control group (n=43)	4.18 $\pm$ 0.42	2.96 $\pm$ 0.33*	5.21 $\pm$ 0.78	3.29 $\pm$ 0.73*
Observation group (n=43)	4.21 $\pm$ 0.31	2.15 $\pm$ 0.35*	5.17 $\pm$ 0.69	2.46 $\pm$ 0.62*
t	-0.377	11.042	0.252	5.683
P	0.707	< 0.001	0.802	< 0.001

Note: Compared with same group before intervention, * $P < 0.05$.

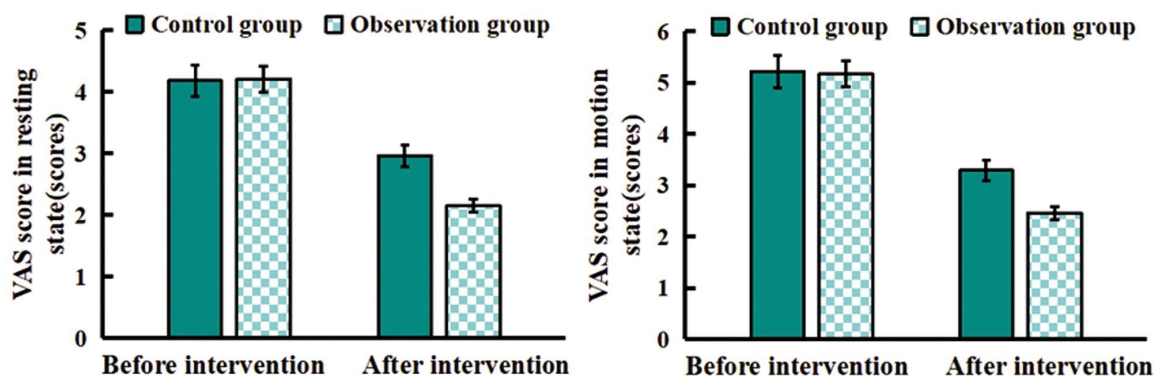


图 2 两组静息、运动状态下 VAS 评分对比柱状图

Fig.2 Bar chart of comparison of VAS scores in the resting and motion state in two groups

2.3 两组踝关节功能评分对比 评分均升高,且观察组高于对照组($P<0.05$), 干预后,两组 Mazur 踝关节功能评分、AOFAS 见表 3、图 3。

表 3 两组踝关节功能评分对比($\bar{x}\pm s$,分)

Table 3 Comparison of ankle joint function scores in two group ($\bar{x}\pm s$, score)

Groups	Mazur ankle function score		AOFAS score	
	Before intervention	After intervention	Before intervention	After intervention
Control group (n=43)	58.79± 5.61	72.08± 6.32*	58.74± 8.03	74.81± 7.29*
Observation group (n=43)	59.14± 6.75	87.11± 5.08*	58.36± 6.15	85.67± 6.44*
t	-0.262	-12.155	0.246	7.321
P	0.794	< 0.001	0.806	< 0.001

Note: Compared with same group before intervention, * $P<0.05$.

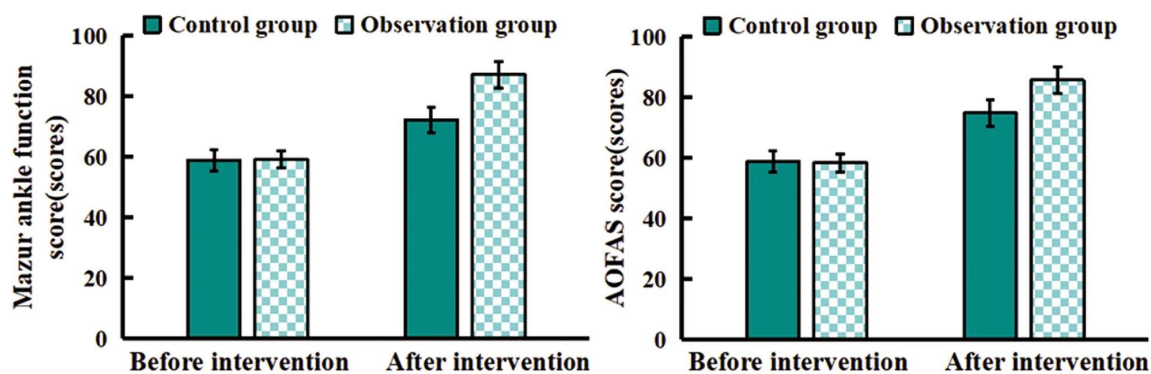


图 3 两组踝关节功能评分对比柱状图

Fig.3 Bar chart of comparison of ankle joint function scores in two groups

2.4 两组 GQOLI-74 评分对比 且观察组高于对照组($P<0.05$),见表 4、图 4。 干预后,两组社会、心理、躯体、物质评分升高,

表 4 两组 GQOLI-74 评分对比($\bar{x}\pm s$,分)

Table 4 Comparison of GQOLI-74 scores in two groups ($\bar{x}\pm s$, score)

Groups	Society score of GQOLI-74		Psychology score of GQOLI-74		Soma score of GQOLI-74		Substance score of GQOLI-74	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
	intervention	intervention	intervention	intervention	intervention	intervention	intervention	intervention
Control group (n=43)	65.57± 6.48	75.72± 7.26*	62.99± 6.75	73.64± 7.42*	61.52± 5.23	74.76± 7.63*	56.97± 5.26	71.15± 5.21*
Observation group (n=43)	66.73± 5.07	86.59± 6.37*	62.75± 5.87	84.68± 6.15*	61.57± 5.18	85.03± 6.02*	57.06± 6.71	82.86± 6.24*
t	-0.925	-7.380	0.176	-7.512	-0.045	-6.929	-0.069	-9.446
P	0.358	< 0.001	0.861	< 0.001	0.965	< 0.001	0.945	< 0.001

Note: Compared with same group before intervention, * $P<0.05$.

3 讨论

踝关节骨折是一种常见的下肢损伤,手术治疗已成为其治疗的首选方案。然而,术后踝关

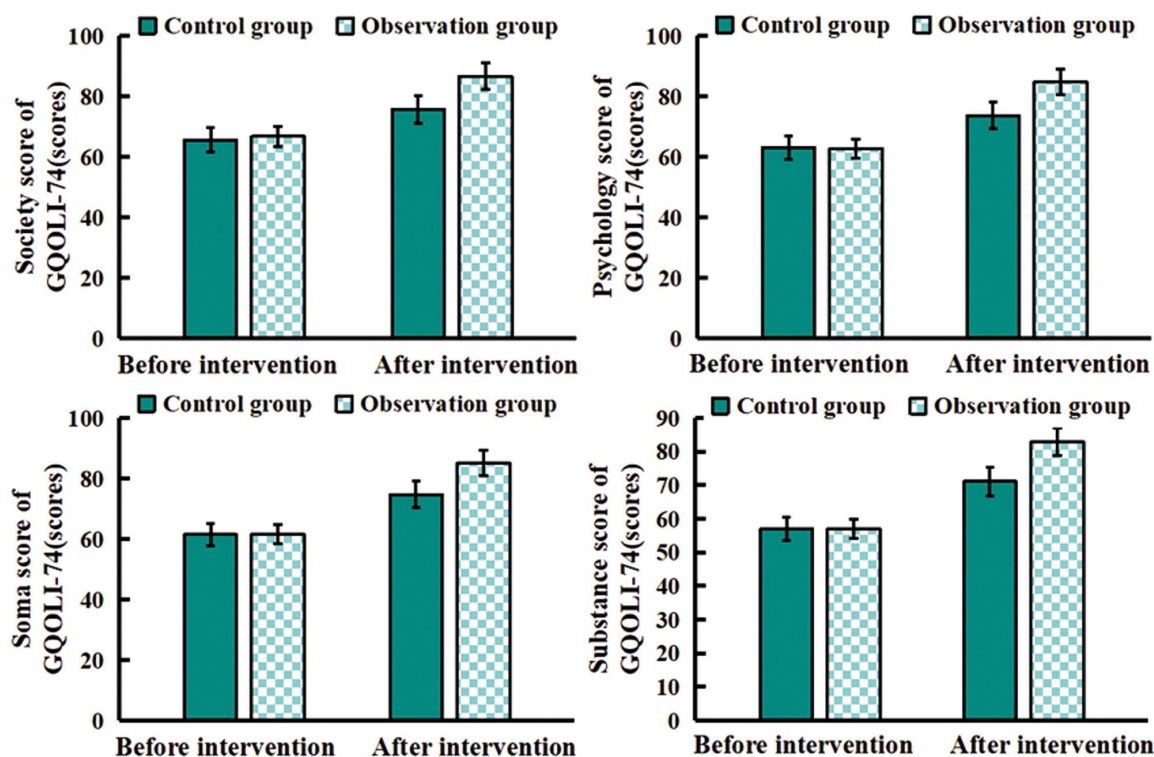


图4 两组 GQOLI-74 评分对比柱状图

Fig.4 Bar chart of comparison of GQOLI-74 scores in two groups

节的退行性变化和并发症发生率相对较高,这在很大程度上是由于术后长期关节制动所引起的。关节制动不仅影响局部血液循环,还可能阻碍正常新陈代谢,从而增加关节粘连的风险,影响踝关节的功能恢复^[12,13]。鉴于此,术后早期进行康复训练对于促进踝关节功能恢复至关重要。传统的功能康复训练包括踝泵运动和跖趾关节屈伸锻炼等,但患者在实际训练过程中常常因为疲劳而难以持续,导致训练效果不佳^[14]。为了解决这一问题,足踝锻炼器作为一种新型康复辅助工具,被引入到踝关节骨折的康复训练中。足踝锻炼器的设计包括底板、竖板、绷带、驱动竖板以及动力驱动装置,已有研究证实足踝锻炼器在促进关节软骨再生和修复方面、防治关节疾病和损伤具有积极作用^[15,16]。基于此,本研究旨在探讨足踝锻炼器在踝关节骨折患者中的应用效果,以期为临床治疗提供更为有效的康复策略。

本次研究结果显示,足踝锻炼器联合功能

康复训练用于踝关节骨折,可有效减轻术后疼痛,扩大踝关节活动角度,提高踝关节功能,改善患者的术后恢复效果。分析其原因:功能康复训练作为一种循序渐进的康复手段,通过肌肉收缩和正确的姿势摆放,促进局部血液循环,减轻肌肉痉挛,进而增加踝关节的活动范围,加速踝关节功能的恢复,帮助患者尽快恢复正常生活^[17,18]。此外,足踝锻炼器辅助下的踝泵运动,通过踝关节的屈伸活动,模拟肌肉泵的作用,促进下肢血液循环,减轻下肢疼痛^[19]。足踝锻炼器的设计特点在于其底板上集成的计数器、角度尺、电机和自动控制器。这些功能使得医护人员和患者能够准确记录和参考跖屈和背伸的有效活动数据^[20,21]。利用角度尺对锻炼进度进行科学评估,及时调整治疗方案^[22]。自动控制器可以按照患者需求调节踝关节的活动范围,实现被动功能锻炼^[23]。这种训练方式提高了患者配合治疗的积极性,有助于踝关节功能的恢复和活动角度的扩大。本次研究结果还显示,足踝锻炼

器联合功能康复训练用于踝关节骨折,有助于改善患者的生活质量。这可能归功于足踝锻炼器的一体式结构设计,它增加了肢体的暴露面积,改善了透气性,同时通过增加粘带有效防止肢体滑移,便于患者肢体固定,满足佩戴和功能锻炼的需求^[6]。足踝锻炼器联合功能康复训练提高了患者对训练的接受度和依从性,有助于早期功能恢复,提高治疗效果,使患者能够更快地回归日常生活,从而提高生活质量。

综上所述,将足踝锻炼器与功能康复训练相结合应用于踝关节骨折患者的术后康复,能够有效地减轻患者的术后疼痛,增加踝关节的活动范围,提升踝关节的功能,并改善患者的生活质量,为踝关节骨折的康复治疗提供了新的策略和思路。未来的研究应进一步探索这种综合康复方法的长期效果,以及在不同类型踝关节骨折患者中的应用效果,以期为临床实践提供更加全面和深入的指导。

参 考 文 献 (References)

- [1] 左贵松,胡勇,陶岳峰,等. 切开复位内固定术治疗老年复杂踝关节骨折的最佳手术时机及优势[J]. 中国老年学杂志, 2024, 44(4): 825-828.
- [2] Patel S, Dionisopoulos SB. Current Concepts in Ankle Fracture Management [J]. Clin Podiatr Med Surg, 2024, 41(3): 519-534.
- [3] Tu TY, Huang ST, Chou YJ. Comparison of plate versus screw internal fixation in the treatment of posterior malleolar fracture: A systematic review and meta-analysis [J]. Foot Ankle Surg, 2024, 30(3): 191-218.
- [4] 尚衍亮,王岩松. 旋后外旋型踝关节骨折下胫腓前韧带损伤不同处理方式的疗效分析[J]. 锦州医科大学学报, 2022, 43(5): 39-44.
- [5] 郑晓明,王康振,张会良,等. 补气活血利水法配合功能康复训练对踝关节骨折术后早期康复进程及凝血指标的影响[J]. 陕西中医, 2022, 43(2): 189-192.
- [6] 陈莉,叶祖峰,刘亮,等. 系统化足踝锻炼器锻炼对胫骨 pilon 骨折患者术后踝关节功能影响的研究[J]. 中华创伤骨科杂志, 2021, 23(7): 636-640.
- [7] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组,中华医学会骨科学分会外固定与肢体重建学组,中国医师协会创伤外科医师分会创伤感染专业委员会,等. 中国开放性骨折诊断与治疗指南(2019版)[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(11): 921-928.
- [8] Faiz KW. VAS--visual analog scale [J]. Tidsskr Nor Laegeforen, 2014, 134(3): 323.
- [9] 顾立强. Pilon 骨折的分类与功能评价 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2004, 6(8): 894-898.
- [10] Paget LDA, Sierevelt IN, Tol JL, et al. The completely patient-reported version of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) score: A valid and reliable measurement for ankle osteoarthritis[J]. J ISAKOS, 2023, 8(5): 345-351.
- [11] Lin Z, Gao LY, Ruan KM, et al. Clinical observation on the treatment of ankle fracture with buttress plate and traditional internal fixation and its effect on GQOLI-74 score and Baird-Jackson score [J]. Pak J Med Sci, 2023, 39(2): 529-533.
- [12] 刘伟娟,马洪舟. 踝关节损伤首选影像检查技术的调查分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2024, 39(6): 664-666.
- [13] 叶杏杏,王伟,丁建羊,等. 针刺联合关节松动手法应用于踝关节骨折术后患者的康复效果及对骨代谢指标和血清 IL-1 β 、IL-8、MMP-13 的影响[J]. 现代生物医学进展, 2024, 24(11): 2057-2061.
- [14] 姜伯恩. 踝关节骨折术后应用活血通络方配合功能康复训练临床观察 [J]. 实用中医药杂志, 2024, 40(9): 1733-1735.
- [15] 戴莉佳,周欢欢. 足踝锻炼器配合康复锻炼对 Pilon 骨折患者术后踝关节功能的影响[J]. 黑龙江医学, 2022, 46(11): 1374-1376.
- [16] 文天翀. 足踝锻炼器对 Pilon 骨折术后早期功能康复的影响 [J]. 中国医药指南, 2020, 18(14): 89-90.

(下转第 542 页)

- [10] Pruijssen J T, de Korte C L, Voss I, et al. Vascular shear wave elastography in atherosclerotic arteries: a systematic review[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2020, 46(9): 2145-2163.
- [11] 赵倩, 王颖, 谢依热·哈木拉提, 等. 睡眠质量与心脑血管疾病发病中、低危人群颈动脉粥样硬化的相关性分析 [J]. *上海交通大学学报 (医学版)*, 2023, 43(11): 1366-1373.
- [12] Antonopoulos A S, Siasos G, Oikonomou E, et al. Arterial stiffness and microvascular disease in type 2 diabetes[J]. *Eur J Clin Invest*, 2021, 51(2): e13380.
- [13] 刘青波, 李虹伟. 晚期糖基化终末产物与动脉粥样硬化[J]. *中国心血管杂志*, 2018, 23(1): 87-91.
- [14] Bergmark B A, Mathenge N, Merlini P A, et al. Acute coronary syndromes [J]. *The Lancet*, 2022, 399(10332): 1347-1358.
- [15] 刘文钊. FHR1、SLPI 与冠状动脉粥样硬化性心脏病的相关性研究[D]. 济南: 山东大学, 2022.
- [16] 戚文璐, 程莲, 杨艳, 等. 全息血管硬度分析技术评价 2 型糖尿病患者颈总动脉弹性改变的价值 [J]. *医学诊断*, 2024, 14(1): 112-118.
- [17] Sang Y, Cao M, Wu X, et al. Use of lipid parameters to identify apparently healthy men at high risk of arterial stiffness progression [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2021, 21(1): 1-10.
- [18] Zheng M, Zhang X, Chen S, et al. Arterial stiffness preceding diabetes: a longitudinal study [J]. *Circ Res*, 2020, 127(12): 1491-1498.
- [19] 冯玥琪, 田文. 生活方式及相关危险因素对动脉硬化影响的研究进展[J]. *临床内科杂志*, 2022, 39(4): 286-288.
- [20] Li S, Tang X, Luo Y, et al. Impact of long-term glucose variability on coronary atherosclerosis progression in patients with type 2 diabetes: a 2.3 year follow-up study[J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2020, 19(1): 1-13.

(上接第 502 页)

- [17] 桑婷婷, 杨颖, 赵金荣, 等. 下肢整体康复训练对踝关节骨折术后患者步态功能的影响 [J]. *实用骨科杂志*, 2024, 30(9): 852-854.
- [18] 于俊海, 黄强. 针刺结合康复训练对急性踝关节损伤患者踝关节功能及运动能力的影响 [J]. *解放军预防医学杂志*, 2019, 37(1): 102-104.
- [19] 石秀峰, 李惠萍, 张先棠, 等. 足踝功能锻炼器对老年髌部骨折术后功能锻炼的效果 [J]. *中国老年学杂志*, 2020, 40(6): 1265-1268.
- [20] 徐雪芬, 许小志, 梁妙莲, 等. 足踝锻炼器对 Pilon 骨折术后早期功能康复的临床研究[J]. *中国实用医药*, 2018, 13(30): 80-82.
- [21] Shin W, Nam D, Ahn B, et al. Ankle dorsiflexion assistance of patients with foot drop using a powered ankle-foot orthosis to improve the gait asymmetry[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2023, 20(1): 140.
- [22] 戴欣钰, 张东云, 袁桂平. 足踝功能锻炼器的研制与应用 [J]. *中华现代护理杂志*, 2015, 16(14): 1665-1665.
- [23] Rogati G, Caravaggi P, Leardini A. Design principles, manufacturing and evaluation techniques of custom dynamic ankle-foot orthoses: a review study [J]. *J Foot Ankle Res*, 2022, 15(1): 38.