

康复机器人联合自助式康复训练对股骨骨折患者术后髋关节功能恢复情况的影响

张皖宁, 张笑薇, 胡芳, 张磊

(武汉市中医医院手术室 湖北 武汉 430000)

摘要 **目的:** 观察康复机器人联合自助式康复训练对股骨骨折患者术后康复的影响。**方法:** 随机将 2022 年 6 月—2023 年 8 月武汉市中医医院收诊的 108 例股骨骨折患者分为对照组 ($n=54$) 和试验组 ($n=54$), 对照组接受自助式康复训练, 试验组接受康复机器人联合自助式康复训练。统计两组患者术后康复情况及术后并发症发生率, 对比两组患者临床疗效、髋关节功能与治疗满意度。**结果:** 两组患者术后首次下床时间无差异 ($P>0.05$), 但试验组患者术后住院时间、并发症发生率低于对照组 ($P<0.05$)。此外, 试验组临床疗效与髋关节功能均优于对照组, 且治疗满意度更高 ($P<0.05$)。**结论:** 康复机器人联合自助式康复训练可以有效提高股骨骨折患者的康复质量和髋关节功能, 推荐临床使用。

关键词 康复机器人; 自助式康复训练; 股骨骨折; 髋关节功能

中图分类号 R608 R687.3 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2024) 04-0559-05

Effect of rehabilitation robot combined with self-service rehabilitation training on hip function in patients with femur fracture

ZHANG Wanning, ZHANG Xiaowei, HU Fang, ZHANG Lei

(Operating Room, Wuhan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Wuhan 430000, China)

Abstract **Objective:** To observe the effect of rehabilitation robot combined with self-service rehabilitation training on postoperative rehabilitation of femur fracture patients. **Methods:** 108 femur fracture patients who were treated in Wuhan Hospital of Traditional Chinese Medicine from June 2022 to August 2023 were randomly divided into the control group ($n=54$) and the experimental group ($n=54$). Patients in the control group received self-service rehabilitation training, while the experimental group received rehabilitation robot combined with self-service rehabilitation training. The postoperative rehabilitation and the incidence of postoperative complications were counted, and the clinical efficacy, hip function and treatment satisfaction of patients in the two groups were compared. **Results:** There was no significant difference in the first off-bed time after surgery between the two groups ($P>0.05$), but the length of hospital stay and postoperative complications in the experimental group were lower than those in the control group ($P<0.05$). In addition, the clinical efficacy and hip function recovery of patients in the experimental group were better than those in the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** The rehabilitation robot combined with self-service rehabilitation training can effectively improve the rehabilitation quality and hip function of femur fracture patients, which is worthy of clinical promotion.

Key words Rehabilitation Robot; Self-service Rehabilitation Training; Femur Fracture; Hip Function

收稿日期: 2024-01-11 录用日期: 2024-03-13

Received Date: 2024-01-11 Accepted Date: 2024-03-13

基金项目: 湖北省卫生健康委员会科研项目 (WJ2021M022)

Foundation Item: Scientific Research Project of Health Commission of Hubei Province(WJ2021M022)

通讯作者: 张磊, Email: 233637948@qq.com

Corresponding Author: ZHANG Lei, Email: 233637948@qq.com

引用格式: 张皖宁, 张笑薇, 胡芳, 等. 康复机器人联合自助式康复训练对股骨骨折患者术后髋关节功能恢复情况的影响 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2024, 5 (4): 559-563.

Citation: ZHANG W N, ZHANG X W, HU F, et al. Effect of rehabilitation robot combined with self-service rehabilitation training on hip function in patients with femur fracture [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2024, 5(4): 559-563.

股骨骨折是临床中最常见的骨折之一，严重者可导致休克等症状，危及患者生命安全^[1-2]。股骨骨折多见于中老年人群中，多由于骨质疏松症所致骨骼韧性降低，脆性增加导致骨折频发^[3]。据世界流行病学的统计显示，全球范围内股骨骨折的平均发病率为146/10万，其在65岁以上人群中的发病率达到了2%~4%，且会随着年龄的增加进一步提高^[4]。由于股骨骨折患者术后康复时间长，患者易发生患肢肌肉萎缩、髋内翻等术后不良事件，最终导致无法完全恢复正常活动能力^[5]。临床调查表明，超过50%的股骨骨折患者预后无法恢复到骨折前的活动能力^[6]，所以术后康复训练仍是股骨骨折患者康复的重要环节之一。

近年来，机器人在康复医学领域中的应用越来越普遍，它可以辅助提高患者的肢体力量、协调能力、控制能力等，提高肢体功能不佳者的康复训练效果，从而促进肢体功能恢复^[7-8]。目前，国内已有一些报道证实了康复机器人在骨科手术后的康复训练中具有良好的应用效果^[9-10]，但国内研究仍较为少见，这可能与康复机器人成本较高，在国内基层医院中普及程度不高所致。本研究旨在探讨康复机器人在股骨骨折患者康复中的应用价值，为康复机器人更好地帮助骨折患者康复提供参考。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取武汉市中医医院2022年6月—2023年8月收治的108例股骨骨折患者为研究对象，随机分为试验组（ $n=54$ ）与对照组（ $n=54$ ），对照组给予自助式康复训练，试验组在对照组的基础上使用康复机器人辅助康复训练，所有患者均在本院完成股骨骨折治疗手

术以及术后康复训练。纳入标准：①经影像学检查确诊为股骨粗隆间骨折；②年龄>60岁；③无严重术后并发症；④认知功能无障碍，可正常交流；⑤同意参与配合本次研究。排除标准：①失代偿性心力衰竭、瘫痪等影响活动的疾病；②恶性肿瘤、骨折炎诱发的病理性骨折；③严重的平衡障碍或肢体活动障碍。两组患者的基本资料比较，差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）。见表1。

1.2 方法 所有患者均由本院同一手术团队完成闭合整复PFNA内固定术，术后1周在康复医师的指导下进行。根据患者身高调节下肢牵引带长度，固定鞋套。统一向患者讲解康复治疗的目的、方法及意义，现场指导及动作示范等方式。训练内容包括股四头肌收缩、踝关节伸屈、屈膝、屈髋，每个动作保持5~10s。30 min/d，共训练1个月。训练过程中由康复医师协助指导，要求适当给予患者鼓励和积极反馈。试验组在自助式康复训练后穿戴康复机器人进行步态训练，即由机器人带动肢体活动模拟正常行走（负重调节为0），每次30 min，5次/周，共训练1个月。

1.3 观察指标 ①术后康复时间：术后首次下床及住院时间。②术后安全性：统计手术后至出院期间的不良反应发生率，如静脉血栓、患肢肿胀等。③临床疗效：康复训练完成后，参考股骨骨折康复指南^[11]评估患者疗效，可进行主动或被动活动，患侧关节无疼痛感且活动良好为显效，关节活动范围80°~90°但伴随轻微疼痛为有效，关节活动仍受限为无效，总有效率=（显效+有效）/总人数×100%。④髋关节功能：分别于训练前、后进行髋关节功能评分（Harris Hip Score，HHS）^[12]；量角器测量关节活动度，

表1 两组患者基线资料比较（ $\bar{x}\pm s$ ， n ）
Table 1 Comparison of general data of the two groups of patients（ $\bar{x}\pm s$ ， n ）

分组	年龄	男/女	骨折类型Ⅰ/Ⅱ/Ⅲ	左侧/右侧	手术时间（min）	术中出血量（mL）
对照组（ $n=54$ ）	65.57±4.57	34/20	28/21/5	26/28	92.61±8.71	128.22±16.26
试验组（ $n=54$ ）	64.52±6.88	30/24	33/16/5	29/25	92.13±10.15	124.76±11.74
t 值	0.939	0.614	1.086	0.333	0.265	1.269
P 值	0.350	0.433	0.581	0.564	0.792	0.207

包括髋关节屈曲、后伸、内旋、外旋、内收、外展角度，计算总活动度；肌力检测仪（Lafayette 01165，美国）检测伸直肌群肌力、屈曲肌群肌力（均重复3次）。

1.4 统计学方法 所有数据均采用 SPSS 24.0 软件进行统计学分析。计数资料以 $[n(\%)]$ 表示，组间比较使用 χ^2 检验。所有计量资料均以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，组间比较使用独立样本 t 检验，组内比较使用配对 t 检验。 $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期指标比较 两组患者术后首次下床时间比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），但试验组患者的术后住院时间较对照组明显缩短（ $P < 0.05$ ），见表 2。

2.2 术后安全性比较 试验组术后并发症发生率低于对照组（7.41% Vs 22.22%），且差异具有统计学意义（ $P < 0.05$ ），见表 3。

2.3 临床疗效比较 试验组的治疗总有效率高 于对照组（92.59% Vs 77.78%），且差异具有统 计学意义（ $P < 0.05$ ），见表 4。

2.4 髋关节功能比较 康复训练前，两组患者 髋关节功能比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。 训练后，两组患者 HHS、关节活动度、伸直肌 群肌力和屈曲肌群肌力均升高，且试验组高于 对照组（ $P < 0.05$ ）。见表 5，如图 1。

3 讨论

股骨骨折是临床常见的一类骨折损伤，在 内固定手术治疗后，患者需要经过长时间的骨 折愈合康复期，在这个过程中长期卧床、运动 量减少等问题均会导致患肢肌力下降 / 关节功能 降低^[13]。术后训练是保障骨折手术后关节功能 正常康复的关键之一^[14]。传统康复训练内容单 一，缺乏针对性和系统性，对股骨患者髋关节 功能的改善并不显著^[15]。本研究探讨了康复机

表 2 两组患者围手术期指标比较（ $\bar{x} \pm s$ ）

Table 2 Comparison of perioperative indexes between the two groups of patients（ $\bar{x} \pm s$ ）

分组	术后首次下床时间（h）	住院时间（d）
对照组（ $n=54$ ）	46.89 ± 6.29	12.43 ± 1.59
试验组（ $n=54$ ）	45.46 ± 5.60	8.31 ± 1.08
t 值	1.244	15.760
P 值	0.216	<0.001

表 3 两组患者术后并发症比较 [$n(\%)$]

Table 3 Comparison of postoperative complications between the two groups of patients [$n(\%)$]

分组	尿潴留	静脉血栓	肺部感染	畸形愈合	患肢肿胀	总发生率
对照组（ $n=54$ ）	4（7.41）	2（3.70）	1（1.85）	2（3.70）	3（5.56）	12（22.22）
试验组（ $n=54$ ）	1（1.85）	1（1.85）	0（0.00）	0（0.00）	2（3.70）	4（7.41）
χ^2 值						4.696
P 值						0.030

表 4 两组患者临床疗效比较 [$n(\%)$]

Table 4 Comparison of clinical outcomes between the two groups of patients [$n(\%)$]

分组	显效	有效	无效	总有效率
对照组（ $n=54$ ）	21（38.89）	21（38.89）	12（22.22）	42（77.78）
试验组（ $n=54$ ）	27（50.00）	23（42.59）	4（7.41）	50（92.59）
t 值				4.696
P 值				0.030

表 5 两组患者髋关节功能比较 ($\bar{x} \pm s$)Table 5 Comparison of hip function between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

项目	时间	对照组 (n=54)	试验组 (n=54)	t 值	P 值
HHS	训练前	59.20 ± 3.90	58.70 ± 4.00	0.658	0.512
	训练后	76.94 ± 5.38 ^a	83.87 ± 6.17 ^a	6.216	<0.001
关节活动度 (°)	训练前	134.61 ± 15.45	135.17 ± 14.02	0.196	0.845
	训练后	185.13 ± 5.92 ^a	197.70 ± 12.28 ^a	4.595	<0.001
伸直肌群肌力 (N)	训练前	32.07 ± 3.89	31.80 ± 4.22	0.355	0.723
	训练后	54.20 ± 7.00 ^a	60.72 ± 5.69 ^a	5.312	<0.001
屈曲肌群肌力 (N)	训练前	12.67 ± 3.10	12.96 ± 2.83	0.519	0.605
	训练后	35.44 ± 5.43 ^a	39.61 ± 5.86 ^a	3.831	<0.001

注: a. 和同组康复训练前的差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)

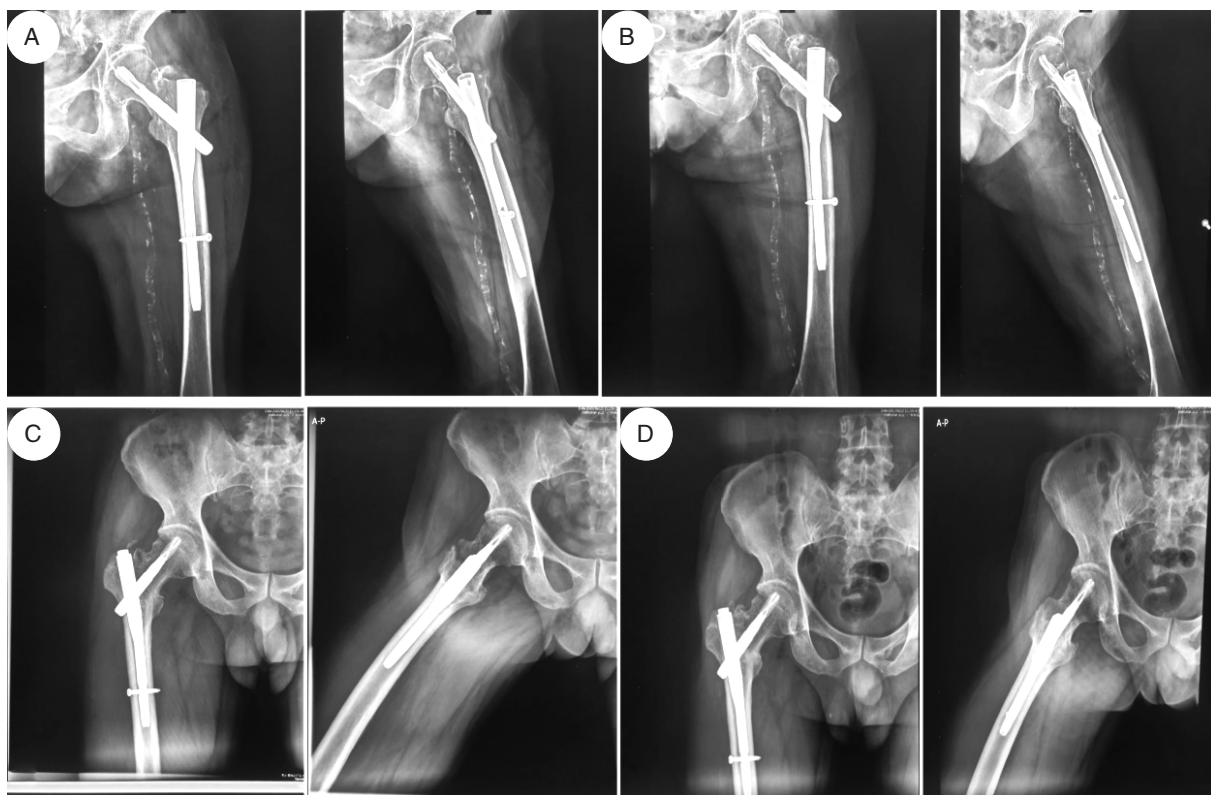


图 1 治疗前后股骨 X 线检查结果

Figure 1 Femoral X-ray examination results before and after treatment

注: A~B. 对照组患者治疗前后 X 线片; C~D. 试验组患者治疗前后 X 线片

器人联合自助式康复训练对股骨骨折患者的影响,结果进一步证实了康复机器人在骨科手术后的康复训练中效果明显。

本研究中,试验组术后住院时间较对照组显著缩短,且临床疗效更好,这提示康复机器人联合自助式康复训练可以更有效地促进股骨骨折患者术后的康复,这与普春等人^[16]的研究

结果一致。在传统康复训练中,患者可能存在康复训练动作不规范、肌肉力量不足等问题,这可能导致康复训练效果不理想,或是局部肌肉、骨骼无法得到有效训练^[17]。康复机器人辅助康复训练相比于传统康复训练的优势在于,康复机器人具有更高精度的关节协调性,可以更精细地刺激到患者每一处骨骼、肌肉的恢复,

不仅可以改善患者的整体活动能力，还能避免康复过程中的不良事件^[18]。本研究中试验组的术后并发症发生率低于对照组也证实了这一点。宋建飞等人^[19]的研究探讨了康复机器人对脑卒中患者上肢功能康复情况的影响，结果表明使用康复机器人后患者的不良反应发生率降低，这与本研究结果一致。

本研究结果表明，康复训练后，两组患者的关节功能均有明显的提升，但试验组患者的HHS、关节活动度、伸直肌群肌力和屈曲肌群肌力均高于对照组，说明康复机器人联合自助式康复训练能有效地改善患者的髋关节功能，这可能因为康复机器人可以重塑患者正常步态，从而改善了患者的髋关节平衡运动能力。Kawasaki S等人^[20]的研究结果表明，康复机器人对于脑瘫儿童髋关节功能的恢复具有积极作用，这与本研究结果相符。

本研究的不足在于研究周期较短，未能统计到骨折完全愈合时间及远期预后情况。此外，需要进一步地关注患者的步行功能，例如通过起立行走试验进行评估，同时也需要增加更多客观临床指标（如炎症因子等）来进一步评估康复机器人联合自助式康复训练的作用。本团队将在后续的研究中针对以上局限性展开更深入、全面的分析，从而为临床提供更可靠的证据。

综上所述，康复机器人联合自助式康复训练可以有效地提高股骨骨折患者术后的康复质量，改善其髋关节功能及预后，值得临床推广应用。

利益冲突声明：本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明：张皖宁辅助实施研究，起草文章和统计学分析；张笑薇、胡芳负责数据分析/解释；张磊负责文章指导并对本研究做出支持性贡献。

参考文献

- [1] Black D M, Geiger E J, Eastell R, et al. A typical femur fracture risk versus fragility fracture prevention with bisphosphonates[J]. *N Engl J Med*, 2020, 383(8): 743–753.
- [2] 田志, 时莉芳, 李文毅, 等. PFNA 治疗高龄严重骨质疏松

- 不稳定型股骨转子间骨折[J]. *实用骨科杂志*, 2023, 29(11): 1017–1019.
- [3] 张伟, 张斌. 老年股骨粗隆间骨折患者血清 SOX4 和 BMP2 水平表达及其临床意义[J]. *现代检验医学杂志*, 2023, 38(6): 108–113.
- [4] Tanzi L, Audisio A, Cirrincione G, et al. Vision transformer for femur fracture classification[J]. *Injury*, 2022, 53(7): 2625–2634.
- [5] 于晨, 王泽勇, 耿大伟, 等. 股骨近端防旋髓内钉治疗股骨转子周围骨折[J]. *临床骨科杂志*, 2023, 26(6): 856–860.
- [6] Baker H P, Lin Y, Dahm J, et al. Bilateral femur fractures are associated with concomitant femoral neck fracture[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2023, 33(2): 409–414.
- [7] Jamwal P K, Hussain S, Xie S Q. Review on design and control aspects of ankle rehabilitation robots[J]. *Disabil Rehabil Assist Technol*, 2015, 10(2): 93–101.
- [8] Lo H S, Xie S Q. Exoskeleton robots for upper-limb rehabilitation: state of the art and future prospects[J]. *Med Eng Phys*, 2012, 34(3): 261–268.
- [9] Molteni F, Gasperini G, Cannaviello G, et al. Exoskeleton and end-effector robots for upper and lower limbs rehabilitation: Narrative review[J]. *PM R*, 2018, 10(9 Suppl 2): S174–S188.
- [10] Schweighofer N, Choi Y, Winstein C, et al. Task-oriented rehabilitation robotics[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2012, 91(11 Suppl 3): S270–S279.
- [11] 梁芳红, 石文莉, 姚丽琴, 等. 股骨粗隆间骨折患者前馈控制模式的康复路径应用[J]. *浙江创伤外科*, 2023, 28(7): 1396–1398.
- [12] Nilsson A, Bremander A. Measures of hip function and symptoms: Harris hip score (HHS), hip disability and osteoarthritis outcome score (HOOS), oxford hip score (OHS), lequesne index of severity for osteoarthritis of the hip (LISOH), and american academy of orthopedic surgeons (AAOS) hip and knee questionnaire[J]. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 2011, 63 (Suppl 11): S200–S207.
- [13] 郭双, 郭月超, 郝红丽, 等. 老年股骨粗隆间骨折患者术后锻炼依从性调查及影响因素分析[J]. *中国临床保健杂志*, 2023, 26(5): 674–677.
- [14] 王桂花. CPM 锻炼仪联合早期量化康复训练对股骨转子间骨折患者术后髋关节功能康复效果的影响[J]. *中国医药指南*, 2023, 21(31): 84–86.
- [15] 金梦莹, 郑琳, 王飞飞. 持续被动运动康复训练仪在老年股骨粗隆间骨折术后患者中的应用效果[J]. *医疗装备*, 2023, 36(13): 148–150.
- [16] 普春云, 方琴, 吴建梅. 自助式心脏康复对急性心肌梗死介入治疗患者的影响研究[J]. *现代医药卫生*, 2020, 36(2): 180–183+187.
- [17] 黄潇楠, 方凡夫. 从临床视角看康复机器人应用与发展趋势[J]. *海军军医大学学报*, 2023, 44(12): 1385–1391.
- [18] 高贯斌, 肖纯杰, 那靖, 等. 下肢外骨骼康复机器人步态相识别[J]. *信息与控制*, 2024, 53(1): 47–57.
- [19] 宋建飞, 戴磊, 秦郑圆, 等. 上肢康复机器人辅助训练对脑卒中患者上肢功能的效果: 基于功能性近红外光谱[J/OL]. *中国康复理论与实践*, 2023, 29(11): 1339–1345.
- [20] Kawasaki S, Ohata K, Yoshida T, et al. Gait improvements by assisting hip movements with the robot in children with cerebral palsy: a pilot randomized controlled trial[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2020, 17(1): 87.

编辑：刘静凯