

机器人辅助步态训练护理对老年烧伤后下肢功能障碍患者的疗效影响

刘颖维, 周多, 曹洁, 王立娜, 周琴

(空军军医大学第一附属医院全军烧伤中心 陕西 西安 710032)

摘要 **目的:** 探讨机器人辅助步态训练护理对治疗烧伤后下肢功能障碍的老年患者的影响。**方法:** 选取2020年3月—2023年3月在空军军医大学第一附属医院就诊的90例烧伤后下肢功能障碍老年患者,按照随机数表法分为对照组(45例,行常规训练护理)和研究组(45例,行机器人辅助步态训练护理),比较两组患者步态参数、步行能力、平衡功能和下肢运动功能。**结果:** 与训练前相比,两组患者训练2个月后步长、步速、步频、6 min步行测试(6MWT)距离、功能性步行量表(FAC)评级、Berg平衡量表(BBS)评分、Fugl-Meyer量表(FMA-LE)评分均升高,且与对照组相比,研究组各项指标更优。**结论:** 机器人辅助步态训练护理应用于治疗烧伤后下肢功能障碍的老年患者,可提高步行能力,改善平衡能力和下肢运动功能。

关键词 机器人辅助步态训练; 护理; 烧伤; 下肢功能障碍; 老年患者; 步行能力

中图分类号 R644 R493 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721(2024)04-0554-05

Effect of robot-assisted gait training nursing on the treatment of elderly patients with lower limb dysfunction after burn injury

LIU Yingwei, ZHOU Duo, CAO Jie, WANG Lina, ZHOU Qin

(Army Burn Center, the First Affiliated Hospital of Air Force Military Medical University, Xi'an 710032, China)

Abstract **Objective:** To explore the effects of robot-assisted gait training nursing on the treatment of elderly patients with lower limb dysfunction after burn injury. **Methods:** 90 cases of elderly patients with lower limb dysfunction after burn injury who were treated in the First Affiliated Hospital of Air Force Military Medical University from March 2020 to March 2023 were selected. They were divided into the control group ($n=45$) and the research group ($n=45$) using a random number table. Patients in the control group were given routine training nursing, and patients in the research group received robot-assisted gait training nursing. Gait parameters, walking ability, balance function and lower limb motor function were compared between the two groups. **Results:** Compared with that before training, stride length, leg speed, stride frequency, 6-Minute Walking Test (6MWT) distance, Functional Ambulation Category (FAC), Berg Balance Scale (BBS) and Fugl-Meyer Assessment of Lower Extremity (FMA-LE) scores of the two groups increased after 2 months of training, and the above indicators in the research group were better than those in the control group. **Conclusion:** Application of robot-assisted gait training nursing in treating elderly patients with lower limb dysfunction after burn injury could improve walking ability, balance ability and lower limb motor function.

Key words Robot-assisted Gait Training; Nursing; Burn Injury; Lower Limb Dysfunction; Elderly Patient; Walking Ability

收稿日期: 2023-12-28 录用日期: 2024-03-17

Received Date: 2023-12-28 Accepted Date: 2024-03-17

基金项目: 陕西省重点研发计划项目(2023-YBSF-578)

Foundation Item: Key R&D Program of Shaanxi Province (2023-YBSF-578)

通讯作者: 周琴, Email: zhouqin@163.com

Corresponding Author: ZHOU Qin, Email: zhouqin@163.com

引用格式: 刘颖维, 周多, 曹洁, 等. 机器人辅助步态训练护理对老年烧伤后下肢功能障碍患者的疗效影响[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2024, 5(4): 554-558.

Citation: LIU Y W, ZHOU D, CAO J, et al. Effect of robot-assisted gait training nursing on the treatment of elderly patients with lower limb dysfunction after burn injury[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2024, 5(4): 554-558.

随着老龄化社会的加速，烧伤后下肢功能障碍成为老年烧伤患者常见的康复问题。这类功能障碍往往源于烧伤对神经肌肉系统的损害，导致患者行走能力下降，生活质量受到严重影响^[1]。为了解决这一问题，机器人辅助步态训练逐渐崭露头角，成为治疗烧伤后下肢功能障碍的重要手段^[2]。机器人辅助步态训练是一种结合机器人技术和康复医学的创新方法，与传统的物理疗法相比，具有更高的精确性和个性化^[3]，可以根据患者的病情和需求，提供定制化的步态训练方案，从而更有效地促进患者下肢功能的恢复，对烧伤后下肢功能障碍的老年患者康复具有显著的优势。既往研究表明^[4-5]，机器人辅助步态训练能够减少医护人员的工作负担，提高康复效率，避免因传统物理疗法引起的疼痛和不适，减轻患者的心理压力，有助于患者在家中进行的康复训练，从而节省时间和金钱成本。本研究旨在探讨机器人辅助步态训练护理对治疗烧伤后下肢功能障碍的老年患者的影响，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年3月—2023年3月在空军军医大学第一附属医院就诊的烧伤后下肢功能障碍老年患者90例。纳入标准：①60岁≤年龄≤80岁；②一侧或者双侧下肢烧伤；③2个月≤病程≤6个月；④残余创面在5%

以内，且无严重感染者；⑤能够独立的步行，或者能在辅助下步行，对研究没有影响者；⑥在医院签署知情同意书。排除标准：①下肢发生截肢或者截趾者；②踝关节的背伸功能严重受限者；③伴有下肢骨关节疾病者；④伴有下肢神经损伤者；⑤伴有下肢骨折者。按照随机数表法将患者分为对照组（45例，行常规训练护理）和研究组（45例，行机器人辅助步态训练护理），两组基线资料比较，差异无统计学意义（ $P>0.05$ ），见表1。本研究获得医学伦理委员会的审核与批准。

1.2 方法 对照组进行常规训练护理，具体方法如下。①指导抬高患肢消除肿胀，并在床上进行静力性肌肉收缩运动。②如果患者不存在关节烧伤或无需行植皮手术，可以进行关节屈伸运动增加关节活动度。③若患者存在关节处烧伤或行植皮手术，手术后7~12 d应采取固定体位，待创面愈合后才能进行全方位的训练。④体位摆放非常重要，可以消除肿胀，预防后期瘢痕挛缩，下肢应采用关节微屈的功能位来最大限度抗挛缩。训练持续每次60 min，1次/天，5天/周，共8周。不进行其余药物、物理治疗。

研究组在对照组的基础上，进行机器人辅助步态训练护理。使用河南翔宇医疗设备股份有限公司生产的XYKXZFK-9型智能下肢反馈康复训练机器人进行辅助训练。打开电源，当指示灯闪烁时，自检程序开始，自检结束后固定患

表1 两组患者基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline data between the two groups of patients

指标	研究组 (n=45)	对照组 (n=45)	t/ χ^2 值	P 值
年龄 (岁)	70.67 ± 3.66	71.18 ± 3.64	-0.664	0.506
性别			1.460	0.227
男	36 (80.00)	31 (68.89)	—	—
女	9 (20.00)	14 (31.11)	—	—
BMI (kg/m ²)	25.67 ± 2.44	26.49 ± 2.78	-1.485	0.141
烧伤总面积 (%)	48.02 ± 8.70	44.84 ± 9.89	1.618	0.109
下肢烧伤面积 (%)	22.40 ± 6.38	20.87 ± 6.17	1.159	0.250
下肢Ⅲ度烧伤面积 (%)	12.58 ± 2.39	12.98 ± 2.36	-0.799	0.426
创面基本愈合时间 (d)	56.71 ± 7.21	57.96 ± 5.69	-0.909	0.366
创面基本愈合后纳入本研究时间 (d)	14.71 ± 4.38	13.89 ± 3.93	0.937	0.351

病肢体，程序设置为训练下肢，阻力 0~30 Nm，速度 15~30 r/min。在训练过程中，如果痉挛侧出现倒转，则应先缓解痉挛，再选择方向，并根据患病肢体恢复情况适当增加和减少阻力。训练结束后，松开患病肢体，关闭仪器，断开电源。训练持续每次 30min，2 次/天，5 天/周，共 8 周^[6]。

1.3 观察指标 ①记录两组患者训练前后步长、步速、步频等步态参数。②使用 6 min 步行测试 (6-Minute Walking Test, 6MWT) 评价患者步行能力。在平坦地面绘制一条 30 m 的直线，两端各有一个标志，要求患者在 6 min 的时间内以最快速度来回走动，步伐的缓急由患者根据其体能确定，步行距离越长说明步行能力越好。③使用功能性步行量表 (Functional Ambulation Category, FAC)^[7] 评估患者下肢行走功能。根据患者步行状态及距离分为 0~5 级，评级越高说明步行能力越好。④使用 Berg 平衡量表 (Berg Balance Scale, BBS)^[8] 评定患者平衡功能。量表共包含 14 个项目，总分为 56 分，得分越高说明平衡功能越好。⑤使用 Fugl-Meyer 评估量表 (Fugl-Meyer Assessment of Lower Extremity,

FMA-LE)^[9] 评价患者下肢运动功能。共 17 项指标，总分为 34 分，得分越高说明下肢功能越好。

1.4 统计学方法 以 SPSS 22.0 统计学软件分析各项数据。计数资料以例数 (百分比) [n (%)] 表示，组与组之间行 χ^2 检验；计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，数据均符合正态分布，组与组之间行 *t* 检验。*P* < 0.05 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 步态参数 与训练前相比，两组患者训练后步长、步速、步频均增加，且与对照组相比，研究组训练后步长、步速、步频更高，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)，见表 2。

2.2 步行能力 与训练前相比，两组患者训练后 6MWT 距离、FAC 评级升高，且与对照组相比，研究组训练后 6MWT 距离、FAC 评级更高，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)，见表 3。

2.3 平衡和下肢运动功能 与训练前相比，两组患者训练后 BBS、FMA-LE 评分均升高，且与对照组相比，研究组训练后 BBS、FMA-LE 评分更高，差异有统计学意义 (*P* < 0.05)，见表 4。

表 2 两组患者步态参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

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

组别 (n=45)	步长 (cm)		步速 (m/s)		步频 (step/min)	
	训练前	训练 2 个月	训练前	训练 2 个月	训练前	训练 2 个月
研究组	31.31 \pm 9.00	46.60 \pm 6.77 ^a	5.04 \pm 0.79	17.68 \pm 3.30 ^a	14.29 \pm 4.63	32.47 \pm 6.28 ^a
对照组	29.93 \pm 7.20	38.44 \pm 10.52 ^a	5.23 \pm 0.77	11.94 \pm 3.79 ^a	15.22 \pm 4.99	24.58 \pm 8.46 ^a
<i>t</i> 值	0.802	4.373	-1.156	7.663	-0.919	5.023
<i>P</i> 值	0.425	<0.001	0.251	<0.001	0.360	<0.001

注：与训练前相比，^a*P* < 0.05

表 3 两组患者步行能力比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of walking ability between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

组别 (n=45)	6MWT (m)		FAC (级)	
	训练前	训练 2 个月	训练前	训练 2 个月
研究组	208.47 \pm 11.49	392.38 \pm 8.48 ^a	2.60 \pm 0.65	4.11 \pm 0.38 ^a
对照组	210.56 \pm 10.45	242.33 \pm 7.81 ^a	2.56 \pm 0.59	3.29 \pm 0.59 ^a
<i>t</i> 值	-0.902	87.288	0.340	7.856
<i>P</i> 值	0.369	<0.001	0.735	<0.001

注：与训练前相比，^a*P* < 0.05

表4 两组患者平衡和下肢运动功能比较(分, $\bar{x} \pm s$)Table 4 Comparison of balance and lower limb motor function between the two groups of patients (score, $\bar{x} \pm s$)

组别 (n=45)	BBS		FMA-LE	
	训练前	训练2个月	训练前	训练2个月
研究组	15.36 ± 2.07	34.11 ± 1.21 ^a	17.51 ± 1.49	33.20 ± 1.08 ^a
对照组	15.42 ± 1.44	24.96 ± 1.40 ^a	17.80 ± 1.44	25.87 ± 1.42 ^a
t值	-0.178	33.224	-0.936	27.539
P值	0.860	<0.001	0.352	<0.001

注：与训练前相比，^aP<0.05

3 讨论

烧伤后下肢功能障碍是指由于烧伤导致下肢肌肉、关节、神经等功能受损，引起的下肢运动、感觉等功能障碍，与烧伤严重程度、治疗方式、康复训练等因素有关，发病率较高，对患者的危害较大，可能导致长期残疾，影响患者生活质量^[1]。同时，下肢是支撑身体的重要部位，下肢功能障碍也可能导致行走困难、生活自理能力下降等问题^[10]。康复训练是治疗烧伤后下肢功能障碍的关键，可以帮助患者恢复肌肉力量、关节活动度和日常生活能力^[11]。60岁以上的老年患者由于身体机能下降，恢复速度较慢，容易受到烧伤的影响而出现功能障碍，因此需要更加耐心和细致地康复训练^[12]。机器人辅助步态训练能够精确地模拟人体运动特征，根据患者的实际情况进行个性化的步态训练，提高康复治疗效果，还能实时监测患者步态数据并及时调整训练方案，确保患者得到最佳的康复训练效果^[13-14]。

本研究结果显示，与训练前相比，两组患者训练后步长、步速、步频均升高，且研究组更高。分析原因如下。①精准度：机器人辅助步态训练能够提供精准的肢体运动和力量反馈，帮助患者更好地控制下肢运动，从而提高步长、步速和步频。②重复性：机器人辅助步态训练可以重复进行相同的动作，使得患者能够更好地掌握正确的步态模式，并加深对下肢肌肉的控制能力^[15]。③安全性：机器人辅助步态训练可以减少治疗师的工作量，同时避免因治疗师手动操作不当而引起的意外伤害。④个性化：机器人辅助步态训练护理可以根据患者具体情况，

如年龄、性别、身体状况等，制定个性化的治疗方案，从而更好地满足患者的需求。与训练前相比，两组患者训练后6MWT距离、FAC评级均升高，且研究组更高，表明机器人辅助步态训练护理应用于治疗烧伤后下肢功能障碍的老年患者可以提高步行能力，这与马婷婷等人^[16]的研究结果相符。分析原因为机器人辅助步态训练可以根据患者的步态特征进行个性化的训练，针对患者的具体情况制定合适的训练方案，提高训练的针对性和有效性，并且可以提供稳定的支撑和阻力，帮助患者进行有效的肌肉力量训练和协调性训练，从而增强患者的下肢肌肉力量和协调性^[17]。此外，机器人辅助步态训练还可以模拟正常的步态模式，让患者适应正常的行走方式，从而改善患者的步态和姿势，提高行走的稳定性和舒适性^[18]。

研究结果显示，与训练前相比，两组患者训练后BBS、FMA-LE评分均升高，且研究组训练更高，说明机器人辅助步态训练护理应用于烧伤后下肢功能障碍的老年患者可以改善平衡能力和下肢运动能力，这与曲斯伟等人^[19-20]的研究结果相似。机器人辅助步态训练可以提供高度精准和重复的步态训练，这种训练方式可以确保患者在正确的生物力学路径上进行运动，避免不正确的步态导致二次损伤或疼痛。另外，个性化的步态训练方案能够更有效地满足患者的需求，提高治疗效果。而且通过机器人辅助步态训练，患者可以反复进行有针对性的练习，有助于促进神经系统的可塑性，帮助患者恢复或重建受损的运动控制和平衡能力。

综上所述，机器人辅助步态训练护理应用

于治疗烧伤后下肢功能障碍的老年患者,可提高步行能力,改善平衡能力和下肢运动能力。然而,机器人辅助步态训练也存在一些不足,例如需要使用先进的机器人设备和技术,因此相对于传统治疗方式成本较高;需要专业的医生和治疗师进行操作,如果操作不当,可能会对患者的身体造成损害等。未来可以对上述问题进行进一步的改进和完善,为之后的临床提供新的理论依据。

利益冲突声明: 本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明: 刘颖负责设计论文框架,起草论文;周多负责实验操作,实施研究过程;王立娜负责数据收集,统计学分析、绘制图表;曹洁负责论文修改;周琴负责拟定写作思路,指导撰写文章并最后定稿。

参考文献

- [1] 茹天峰,李菲虹,谢卫国,等.平衡训练联合常规治疗对严重烧伤后下肢运动及平衡功能障碍患者影响的前瞻性随机对照研究[J].中华烧伤杂志,2021,37(4):312-318.
- [2] Kayabinar B, Alemdaroğlu-Gürbüz İ, Yılmaz Ö. The effects of virtual reality augmented robot-assisted gait training on dual-task performance and functional measures in chronic stroke: a randomized controlled single-blind trial[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2021, 57(2): 227-237.
- [3] Calabrò R S, Sorrentino G, Cassio A, et al. Robotic-assisted gait rehabilitation following stroke: a systematic review of current guidelines and practical clinical recommendations[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2021, 57(3): 460-471.
- [4] 锥甜甜,徐秀瑛,甘华松,等.机器人辅助步态训练对卒中患者步态影响的Meta分析[J].现代临床护理,2023,22(3):66-77.
- [5] 杨瑞雪,王佳,李坚,等.机器人辅助步态训练对完全性脊髓损伤患者功能状态、行走和生活质量的影响[J].颈腰痛杂志,2022,43(6):885-887.
- [6] 田苗,许济,游芳,等.机器人辅助步态训练对卒中后患者大脑功能重组及下肢功能影响的研究[J].中国医学装备,2023,20(10):128-132.
- [7] 王盛强,黄杰,高春华,等.运动想象疗法结合下肢康复机器人训练对脑卒中亚急性期偏瘫患者下肢运动功能的影响[J].中国康复医学杂志,2016,31(11):1230-1233.
- [8] 周明,彭楠,朱才兴,等.功能性步态评价与Berg平衡量表对社区老年人跌倒风险的预测价值[J].中国康复理论与实践,2013,19(1):66-69.
- [9] 高谦,卓大宏.一种新的脑卒中患者运动功能评测方法——简化Fugl-Meyer运动功能评测表的制订[J].中国康复医学杂志,1994,9(6):244-249.
- [10] 毕蒙蒙,周甜甜,李星茹,等.双重任务训练对卒中患者步态及平衡功能影响的Meta分析[J].中华物理医学与康复杂志,2021,43(6):532-535.
- [11] 张佩佩,CAO Ning,陈真,等.下肢康复机器人在早期卒中患者步态康复中的应用进展[J].中国临床医学,2022,29(3):493-498.
- [12] Yesantharao L V, Vohra V, Cheng M, et al. Olfactory dysfunction and balance dysfunction are associated with increased falls in older adults[J]. Laryngoscope, 2023, 133(8): 1964-1969.
- [13] 黄信萍,吴娟妹,吴莹莹,等.下肢康复机器人步态训练对脑性瘫痪儿童下肢功能疗效的Meta分析[J].中国儿童保健杂志,2023,31(11):1241-1247.
- [14] 廖晨霞,李伦兰,张新兰,等.机器人辅助训练下脊髓损伤患者康复效果的Meta分析[J].护士进修杂志,2022,37(23):2150-2157.
- [15] 张绍华,王玉龙,章春霞,等.头针联合下肢智能反馈训练对卒中后下肢功能障碍患者下肢运动功能及步态的影响[J].河北中医,2020,42(12):1860-1865.
- [16] 马婷婷,张皓.机器人辅助步态训练对痉挛型脑性瘫痪患儿运动和步行功能的效果[J].中国康复理论与实践,2021,27(11):1260-1265.
- [17] 林在龙,傅雄伟,余朝伟,等.Flexbot下肢康复机器人结合虚拟现实训练对帕金森病患者平衡功能和步行能力的影响[J].浙江医学,2021,43(4):405-408,413.
- [18] 包译,朵强,张源芮,等.下肢康复机器人对缺血性卒中中恢复期患者步行功能的影响[J].中国康复医学杂志,2022,37(8):1079-1083.
- [19] 曲斯伟,朱琳,钱龙,等.镜像视觉反馈训练联合下肢康复机器人对卒中患者下肢运动功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2022,44(1):30-34.
- [20] 熊华春,陈精慧,王军,等.下肢康复机器人训练对痉挛型脑瘫患儿粗大运动功能及平衡功能的影响[J].郑州大学学报(医学版),2021,56(3):370-375.

编辑:张笑嫣

郑重声明

本刊唯一官方投审稿邮箱:jqrwkxzz@163.com。作者收到关于支付版面费或者收集个人信息等邮件时,请务必先通过官方渠道核实发件人身份。论文返修期间或者录用后,本刊编辑若需要与作者沟通稿件相关事项,会通过编辑工作邮箱与之联系。

返修稿件邮箱分别为,刘静凯:jqrwkxzz_ljk@163.com;魏小艳:jqrwkxzz_wxy@163.com;张笑嫣:jqrwkxzz_zxy@163.com;赵敏:jqrwkxzz_zm@163.com。敬请广大作者与读者周知并相互转告,谨防上当受骗。若有疑问,可拨打编辑部电话(029-87286478)核实真伪。

本刊编辑部