

骨盆辅助式机器人训练对急性期脑梗死患者步行与 躯干控制功能的影响

王卫国¹, 杨延辉¹, 张光明¹, 邢小桐¹, 赵欣贻¹, 曹乾²

(陕西省康复医院 1. 神经康复科; 2. 物理因子疗法科 陕西 西安 710065)

摘要 **目的:** 探讨骨盆辅助式机器人训练对急性期脑梗死患者步行与躯干控制功能的影响。**方法:** 前瞻性研究 2020 年 5 月—2023 年 4 月陕西省康复医院收治的 216 例急性期脑梗死患者临床资料, 根据随机数字表法分为对照组 ($n=108$, 采用常规训练) 和研究组 ($n=108$, 采用骨盆辅助式机器人训练)。比较两组患者的步行功能、步态参数、平衡功能和躯干控制功能。**结果:** 与训练前相比, 训练 2 个月后两组患者功能性步行量表 (FAC) 分级更优, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$); 与对照组比较, 研究组训练 2 个月后的 FAC 分级更优, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。与训练前比较, 训练 2 个月后两组患者步态参数更优, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$); 与对照组比较, 研究组训练 2 个月后患者步态参数更优, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。与训练前比较, 训练 2 个月后两组 Berg 平衡量表 (BBS) 和躯干控制能力测试 (TCT) 评分均升高, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$); 与对照组比较, 研究组训练 2 个月后 BBS 评分和 TCT 评分更高, 差异具有统计学意义 ($P<0.05$)。**结论:** 骨盆辅助式机器人训练可改善急性期脑梗死患者步行功能、平衡功能和躯干控制功能。

关键词 骨盆辅助式机器人; 脑梗死; 急性期; 步行功能; 躯干控制功能

中图分类号 R493 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2024) 04-0564-05

Effects of pelvic-assisted robot training on walking and trunk control function in patients with acute cerebral infarction

WANG Weiguo¹, YANG Yanhui¹, ZHANG Guangming¹, XING Xiaotong¹, ZHAO Xinyi¹, CAO Qian²

(1. Department of Neurological Rehabilitation; 2. Department of Physical Factor Therapy, Shaanxi Provincial Rehabilitation Hospital, Xi'an 710065, China)

Abstract **Objective:** To explore the effects of pelvic-assisted robot training on walking and trunk control function in patients with acute cerebral infarction. **Methods:** The clinical data of 216 patients with acute cerebral infarction admitted to Shaanxi Provincial Rehabilitation Hospital from May 2020 to April 2023 were prospectively studied. According to the random number table, they were divided into the control group (108 cases with routine training) and the study group (108 cases with pelvic-assisted robot training). The walking function, gait parameters, balance function and trunk control function were compared between the two groups. **Results:** Compared with that before training, after 2 months of training, the Functional Ambulation Category Scale (FAC) of the two groups were better, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). Compared with the control group, the FAC grade of the study group was better after 2 months of training, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). Compared with that before training, the gait parameters of the two groups were better after 2 months of training, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). Compared with the control group, the gait parameters of the

收稿日期: 2023-12-28 录用日期: 2024-02-25

Received Date: 2023-12-28 Accepted Date: 2024-02-25

基金项目: 陕西省重点研发计划项目 (2018ZDXM-SF-086)

Foundation Item: Key R&D Project of Shaanxi Province (2018ZDXM-SF-086)

通讯作者: 曹乾, Email: 13399105687@163.com

Corresponding Author: CAO Qian, Email: 13399105687@163.com

引用格式: 王卫国, 杨延辉, 张光明, 等. 骨盆辅助式机器人训练对急性期脑梗死患者步行与躯干控制功能的影响 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2024, 5 (4): 564-567, 574.

Citation: WANG W G, YANG Y H, ZHANG G M, et al. Effects of pelvic-assisted robot training on walking and trunk control function in patients with acute cerebral infarction[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2024, 5(4): 564-567, 574.

study group were better after 2 months of training, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). Compared with that before training, Berg Balance Scale (BBS) scores and trunk Control Ability Test (TCT) scores of both groups increased after 2 months of training, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). Compared with the control group, the BBS scores and TCT scores of the study group were higher after 2 months of training, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion:** Pelvis-assisted robot training could improve the walking function, balance function and trunk control function in patients with acute cerebral infarction.

Key words Pelvic-assisted Robot; Cerebral Infarction; Acute Phase; Walking Function; Trunk Control Function

急性期脑梗死是一种常见的神经系统疾病^[1],其特点是突然出现语言、运动和感觉功能障碍。这种疾病常常导致患者步行和躯干控制能力下降^[2],严重影响患者生活质量。近年来,随着康复医学的进步,越来越多的治疗方法被应用于脑梗死患者的康复^[3]。骨盆辅助式机器人训练作为一种新兴的康复手段,其具有高精度的定位能力,能够准确地确定骨盆的位置和姿态,从而提高训练的准确性和效果。目前骨盆辅助式机器人训练已被广泛应用于临床康复训练中,既往研究表明^[4],在急性期脑梗死患者中应用骨盆辅助式机器人有助于促进其下肢功能的恢复。然而,目前关于骨盆辅助式机器人训练对急性期脑梗死患者步行和躯干控制功能的影响仍需进一步探讨。鉴于此,本研究选取216例急性期脑梗死患者,以评估骨盆辅助式机器人训练对急性期脑梗死患者步行和躯干控制功能的积极作用,期望能为相关康复方案的制订提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 前瞻性研究2020年5月—2023年4月陕西省康复医院收治的216例急性期脑梗死患者临床资料。根据随机数字表法分为对

照组($n=108$,采用常规训练)和研究组($n=108$,采用骨盆辅助式机器人训练),两组患者临床资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表1。本研究已获得医学伦理委员会审批(审批号:[2024]54号)。

纳入标准:①经头颅MRI或CT诊断为脑梗死,且符合脑梗死的相关诊断标准者^[5];②首次发病,且为急性期者;③下肢Brunnstrom分期为Ⅲ期~Ⅳ期者;④签署手术知情同意书者。

排除标准:①重要脏器(心、肝、肾等)发生损伤者;②存在恶性肿瘤者;③下肢发生骨折、骨质疏松者;④既往发生过颅脑外损伤者;⑤意识或者精神存在障碍者;⑥中途退出本研究或随访脱落者。

1.2 方法 对照组采用常规训练,主要包括Bobath技术、运动再学习技术等,2次/天,每次45 min,连续训练8周。研究组在对照组训练基础上联合骨盆辅助式机器人训练,包括基础训练与进阶训练。机械设定参数:盆骨调控8 cm,旋转角度为35°,侧倾30°,高度为95~126 cm。具体训练方法:将Biodex腰带固定在机械操作台上,给予站立及平台步行练习。根据患者实际情况选择训练模式、训练速度与倾斜度,每天1次,每次20 min,持续治疗8周。

表1 两组患者临床资料比较($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of clinical data between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	年龄 (岁)	性别(n)		体重 (kg)	身高 (cm)	病程 (d)	NIHSS 评分(分)	发病部位(n)		偏瘫侧别(n)		下肢Brunnstrom分期(n)	
			男	女					基底核	其他	左侧	右侧	Ⅲ期	Ⅳ期
研究组	108	66.90 ± 4.92	59	49	70.72 ± 12.77	165.72 ± 8.83	14.49 ± 2.44	12.80 ± 1.96	43	65	70	38	42	66
对照组	108	67.33 ± 4.29	65	43	71.96 ± 12.77	165.25 ± 8.63	14.83 ± 2.13	13.14 ± 2.29	47	61	76	32	48	60
t/χ^2 值		-0.693	0.682	0.710	0.395	-1.099	-1.183	0.305		0.761			0.686	
P 值		0.489	0.409	0.479	0.693	0.273	0.238	0.581		0.383			0.408	

注:NIHSS.美国国立卫生研究院卒中量表

1.3 观察指标

1.3.1 步行功能 采用功能性步行量表 (Functional Ambulation Category Scale, FAC) 对患者步行功能进行评估, 总共分为 0~5 级, FAC 评分级别越高, 则患者的步行功能越理想。

1.3.2 步态参数 采用三维步态分析及运动训练系统对患者步态参数进行检测, 包括步速、步频、患侧步长。在自然行走状态下, 将 3 块传感器分别固定在患者髌、膝、踝部位, 并要求患者完成 12 m 的直线行走。随后通过分析步行曲线图和动态三维图, 统计相关参数, 以便进行更深入地分析和评估。

1.3.3 平衡能力 采用 Berg 平衡量表 (Berg Balance Scale, BBS) 对患者平衡能力进行评估, 包括对患者坐下、站立、闭眼站立等 14 个项目的评估, 每个项目 0~4 分, 总分 56 分, 分数越高代表平衡能力越好, 低于 40 分则存在较高的跌倒风险。

1.3.4 躯干控制能力 采用躯干控制能力测试 (Trunk Control Test, TCT) 对患者躯干控制能力进行评估, 要求患者做转向瘫痪侧、健侧及维持坐位平衡、卧位坐起等动作, 不能完成者计分为 0 分, 正常完成者 25 分, 总分 100 分, 躯干控制能力随着分数的增高而变强。

1.4 统计学方法 所有数据采用 SPSS 22.0 统计学软件进行分析, 计数资料采用例 (百分比) [$n (%)$] 表示, 组间行 χ^2 检验, 等级资料行秩和检验; 符合正态分布的计量资料采用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间行独立样本 t 检验,

组内训练前后行配对 t 检验。 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 患者步行功能 与训练前比较, 两组患者训练 2 个月后 FAC 分级更优, 差异具有统计学意义 ($Z = -7.243, -5.441, P < 0.05$); 与对照组比较, 研究组训练 2 个月后 FAC 分级更优, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 2。

2.2 患者步态参数 与训练前比较, 两组患者训练 2 个月后步速、步频、患侧步长等参数均升高, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$), 与对照组比较, 研究组训练 2 个月后步速、步频、患侧步长等参数也均升高, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 3。

2.3 患者平衡功能与躯干控制功能 与训练前比较, 两组患者训练 2 个月后 BBS、TCT 评分均升高, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$); 与对照组比较, 研究组训练 2 个月后 BBS、TCT 评分更高, 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 4。

3 讨论

脑梗死通常是由动脉粥样硬化引起^[6], 治疗不及时可能会导致大脑出现不可逆的损伤^[7], 进而对患者身体健康造成威胁。骨盆辅助式机器人训练是一种新兴的康复训练方法^[8-9], 通过模拟人体运动时的骨盆运动, 来改善患者的平衡、协调和步态功能^[10]。随着人工智能的发展, 机器人辅助训练广泛应用于医疗领域中, 其训练

表 2 两组患者 FAC 分级比较 [$n (%)$]

Table 2 Comparison of FAC grading between the two groups of patients [$n (%)$]

时点	组别	例数	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
训练前	研究组	108	9 (8.33)	60 (55.56)	35 (32.41)	4 (3.70)	0 (0.00)
	对照组	108	13 (12.04)	65 (60.19)	22 (20.37)	8 (7.41)	0 (0.00)
	Z 值				-1.197		
	P 值				0.231		
训练 2 个月	研究组	108	3 (2.78)	19 (17.59)	34 (31.48)	43 (39.81)	9 (8.33)
	对照组	108	4 (3.70)	31 (28.70)	60 (55.56)	9 (8.33)	4 (3.70)
	Z 值				-4.584		
	P 值				<0.001		

表 3 两组患者步态参数比较 ($\bar{x} \pm s$)Table 3 Comparison of gait parameters between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	步速 (m/s)		步频 (step/min)		患侧步长 (m)	
		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	108	0.39 ± 0.13	0.62 ± 0.08 ^a	60.12 ± 5.95	77.20 ± 8.46 ^a	0.37 ± 0.12	0.51 ± 0.09 ^a
对照组	108	0.41 ± 0.09	0.53 ± 0.15 ^a	59.15 ± 5.69	69.36 ± 7.17 ^a	0.38 ± 0.04	0.43 ± 0.06 ^a
t 值		-1.312	5.512	1.228	7.347	-0.825	7.663
P 值		0.191	<0.001	0.221	<0.001	0.410	<0.001

注：与训练前比较，^aP<0.05表 4 两组患者 BBS 评分与 TCT 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)Table 4 Comparison of BBS scores and TCT scores between the two groups of patients (score, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	BBS		TCT	
		训练前	训练 2 个月	训练前	训练 2 个月
研究组	108	14.77 ± 3.39	39.55 ± 4.63 ^a	44.11 ± 9.23	74.81 ± 6.07 ^a
对照组	108	15.41 ± 5.31	36.17 ± 5.47 ^a	42.09 ± 13.66	59.11 ± 10.39 ^a
t 值		-1.053	4.899	1.272	13.554
P 值		0.293	<0.001	0.205	<0.001

注：与训练前比较，^aP<0.05

效果较理想。郑莉等人^[11]的研究表明，康复机器人辅助训练能够提高脑卒中患者的上肢功能。在本研究中，与对照组相比，研究组的步行功能明显更高。究其原因为骨盆辅助式机器人训练通过针对性地加强患者的骨盆运动和稳定性训练，帮助患者重新建立正确的走路姿势和平衡感。同时，机器人训练具有重复性、量化等特点，可以通过预设的程序和参数，对患者的骨盆运动进行精准控制和调整，从而更好地恢复患者的步行能力^[12]。梁慧等人^[13]的研究表明，脑卒中偏瘫患者应用上肢机器人辅助训练能够进一步改善患者的肢体功能，从而恢复其日常活动能力。本研究显示，与对照组相比，研究组步态参数更优。究其原因为骨盆辅助式机器人训练通过模拟正常步态的骨盆运动，对患者进行有针对性的训练。在训练过程中，骨盆辅助式机器人能够提供适当的阻力和支持，帮助患者纠正步态、平衡站姿，增加步行耐力^[14-15]，进一步改善患者步态参数。林在龙等人^[16]的研究显示，下肢盆骨控制康复机器人训练能够改善脑卒中的平衡能力与步行能力。本研究显示，与对照组比较，研究组训练 2 个月步速、步频、

患侧步长更高。究其原因为机器人训练可以根据患者的具体情况进行个性化设置，使训练更加精准、安全、有效^[17-18]。机器人训练能够提供持续、稳定的骨盆运动刺激，帮助患者逐步恢复肌肉力量和协调性，同时避免传统按摩带来的力度不均、操作不当等问题^[19-20]，最终改善脑梗死患者的大脑功能，提高其平衡能力和躯干控制能力。

利益冲突声明：本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明：王卫国负责设计论文框架，起草论文；王卫国、杨延辉、张光明、邢小桐、赵欣怡、曹乾均参与该项目具体操作及研究过程的实施；杨延辉、张光明负责数据收集，统计学分析及绘制图表；邢小桐、赵欣怡负责论文修改；赵欣怡、曹乾负责拟定写作思路，指导撰写文章并最后定稿。

参考文献

- [1] Das A, Kelly C, Teh I, et al. Acute microstructural changes after ST-segment elevation myocardial infarction assessed with diffusion tensor imaging[J]. Radiology, 2021, 299(1): 86-96.
- [2] 黎春镛, 陈欢, 罗高权, 等. 针刺穴位联合康复训练治疗急性脑梗死上肢运动功能障碍并功能磁共振研究[J]. 神经损伤与功能重建, 2022, 17(2): 76-78, 88.
- [3] 郝筱坤, 林倩, 于腾波. 机器人辅助后外侧入路全髋关节置换术的早期临床疗效[J]. 临床医学进展, 2024, 14(4): 6.

(下转 574 页)