

Flexi-bar 主动振动训练对脑卒中恢复期患者步行能力及平衡功能的影响

冯焜, 岳翔, 陈勇, 方征宇

【摘要】 目的: 观察使用 Flexi-bar 主动振动训练对脑卒中恢复期患者步行能力及平衡功能的影响。方法: 将 43 名脑卒中恢复期患者随机分为对照组 21 例和观察组 22 例。2 组患者均给予常规康复治疗, 观察组患者在常规康复治疗的基础上给予 Flexi-bar 主动振动训练。在治疗前、治疗 4 周后, 采用 10m 步行测试 (10MWT), 起立-行走计时测试 (TUGT) 及 Berg 平衡量表 (BBS) 评估 2 组患者步行能力及平衡功能。结果: 治疗 4 周后, 2 组患者 10MWT、TUGT 值较治疗前明显降低 ($P < 0.05$), BBS 明显升高 ($P < 0.05$), 且治疗 4 周后观察组各指标均显著优于对照组水平, 组间差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。结论: Flexi-bar 主动振动训练结合常规康复治疗对脑卒中恢复期患者步行能力及平衡功能的改善较为明显。

【关键词】 Flexi-bar; 主动振动训练; 脑卒中恢复期; 步行能力; 平衡功能

【中图分类号】 R49; R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2024.01.008

随着医学的进步, 脑卒中患者生存率明显提高^[1], 但仍伴有不同程度的功能障碍, 其中步行与平衡功能障碍严重影响患者自理能力及社会参与能力。Flexi-bar 广泛应用于运动训练、康复治疗等领域, 可有效改善机体核心肌群的力量及协调性。周越等^[2]发现 Flexi-bar 训练对躯干稳定性肌群有显著改善作用。有研究通过增强患者核心能力从而改善脑卒中患者下肢运动功能^[3]。本研究设计脑卒中患者在常规康复训练基础上联合使用 Flexi-bar 主动振动训练, 观察其对脑卒中恢复期患者步行能力及平衡功能的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 3 月~2023 年 3 月本院住院脑卒中恢复期患者 (43 例) 作为研究对象。纳入标准: 均符合 1995 年全国第 4 次脑血管疾病会议制订的脑卒中诊断标准^[4]; 年龄 30~70 岁, 病程 ≥ 3 个月, 患侧上肢及下肢 Brunnstrom 分期 III 期及以上; 简易精神状态检查 (Mini-Mental State Examination, MMSE) 评分至少为 24 分, 能够完成治疗任务; 受试者可独立行走 > 10 m; 患者自愿参与研究并且签署知情同意书。排除标准: 合并心、肝、肾等重要脏器功能衰竭或患有严重基础疾病; 视力障碍、严重下肢关节疾病, 骨关节炎等不能进行训练者; 前庭功能障碍; 肩关节活受限、疼痛, 不能完成 Flexi-bar 训练者; 不能配合本研究治疗、检查和评估者。所有入组患者均为右利

手。使用随机数字表法将入组患者分为 2 组, 2 组一般资料比较差异无统计学意义。见表 1。

表 1 2 组患者一般资料比较

组别	n	性别 (例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	病变性 (例)		偏瘫侧 (例)	
		男	女			脑出血	脑梗死	右侧	左侧
对照组	21	12	9	54.35 $\pm$ 12.72	5.46 $\pm$ 1.52	7	14	8	13
观察组	22	14	8	57.41 $\pm$ 11.23	4.93 $\pm$ 1.03	5	17	7	15

1.2 方法 对照组: 采用宣教、常规康复治疗。下肢 Motomed 训练, 经颅磁刺激治疗, 运动治疗包括但不限于呼吸训练、躯干控制、站立位平衡训练、步行训练、步态矫正训练等。运动治疗每日 1 次, 每次 45 min, 每周治疗 6 d, 连续治疗 4 周。观察组: 在常规康复治疗的基础上, 联合使用 Flexi-bar 主动振动训练。运动治疗每日 1 次, 每次 45 min, 每周治疗 6 d, 连续治疗 4 周。Flexi-bar 训练说明: Flexi-bar 长约 152 cm、重 719 g, 其中间部分有一个长 17.9 cm 的橡胶手柄, 末端由重橡胶制成, 双手握住中间手柄, 以一定频率进行振动训练。①学习教育: 给患者示范并讲解如何使用 Flexi-bar, 患者熟练之后开始训练。②受试者站立时健侧手或与患侧手同时握住 Flexi-bar, 并进行前后振动练习。患者主动施加振动, 首先健侧开始, 上肢于前屈 45°, 健侧手握住 Flexi-bar 持续振动 30 s, 休息 1~2 min; 其次, 双上肢于前屈 45°, 双手同时握住 Flexi-bar 持续振动 30 s, 休息 1~2 min; 再者, 健侧上肢于前屈 90°, 健侧手握住 Flexi-bar 持续振动 30 s, 休息 1~2 min; 最后, 双上肢于前屈 90°, 双手握住 Flexi-bar 持续振动 30 s, 休息 1~2 min。交替完成 3 个回合。注意事项: 患者站立位, 训练前调整患者姿势, 尽量避免不良体态姿势下运动; 训练过程尽量保持重心在双下肢中间, 均匀调整呼吸, 不出现憋气等现象。当患侧手不能有效握住 Flexi-bar 时, 可使用弹性绷带进行缠绕固定。

收稿日期: 2023-08-24

作者单位: 华中科技大学同济医学院附属同济医院康复医学科, 武汉 430030

作者简介: 冯焜 (1990-), 女, 主管技师, 主要从事神经康复方面的研究。

通讯作者: 方征宇, zhengyuFang@hust.edu.cn

1.3 评定标准 2 组患者于治疗前、治疗 4 周后,由未参与本研究的物理治疗师对 2 组进行评定。

1.3.1 步行能力 ①10m 步行测试(10-meter walking test,10MWT)^[5]:10MWT 用于评估受试者的步行速度,包括让患者步行 14 m 并测量其在排除步行开始和结束(每次 2 m)后步行 10 m 实际所花费的时间。一共测试 3 次,取最快一次的时间进行记录,以 s 为单位。②起立-行走计时测试(Timed up and go test, TUGT)^[6]:TUGT 用于评估功能活动性,测量受试者从椅子上站起,尽其最大能力向前步行 3 m,然后转身返回椅子前坐下所需全部时间。TUGT 测试在评定脑卒中患者步行能力方面有良好的信度和效度,适宜评估脑卒中患者步行功能^[7]。

1.3.2 平衡功能 Berg 平衡量表(Berg balance scale, BBS)^[8]:使用 BBS 评估动态平衡功能,包含 14 个项目,总分为 56 分,总评分越低,表示受试者平衡功能障碍越严重。

1.4 统计学方法 本研究使用 SPSS 22.0 统计学软件分析数据,所得数据符合正态分布和方差齐性,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验,治疗前、后比较采用配对 *t* 检验,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

治疗前 2 组患者 10MWT、TUGT、BBS 组间差异均无统计学意义。治疗 4 周后,2 组患者 10MWT、TUGT 值较治疗前明显降低 ($P < 0.05$),BBS 明显升高 ($P < 0.05$);且治疗 4 周后观察组各指标均显著优于对照组水平,组间差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 2 组治疗前后 10MWT、TUGT、BBS 评分比较 $\bar{x} \pm s$

组别	<i>n</i>	时间	10MWT(s)	TUGT(s)	BBS(分)
对照组	21	治疗前	19.52±4.41	28.71±5.43	35.90±4.42
		治疗后	15.46±3.55 ^a	20.23±4.65 ^a	46.49±3.83 ^a
观察组	22	治疗前	20.34±5.07	27.23±5.36	36.26±4.33
		治疗后	12.65±3.76 ^{ab}	18.47±5.12 ^{ab}	49.32±3.01 ^{ab}

与治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组比较,^b $P < 0.05$

3 讨论

健全的神经系统、运动系统、感觉系统及其间流畅地相互作用是良好平衡功能的基础。脑卒中患者常有本体感觉功能受损^[9],不能正确感知支撑面的性质、平整度,并且随着支撑面的改变,身体不能及时给予中枢神经系统准确、有效的信息反馈。同时,脑卒中后躯干活动障碍还表现为^[10]:患侧躯干肌电活动减弱,激活延迟,肌群同步性下降,腹外斜肌和竖脊肌前馈姿势激活减少。脑卒中患者患侧肢体肌力下降、肌张力以及运动模式异常,肌群间相互协调能力减弱,进而影响患者的平衡与步行功能。

脑卒中患者核心肌群无力,导致躯干及骨盆等部位

难以完成稳定的抗重力运动,从而导致平衡功能障碍以及步行运动控制能力下降等问题^[11]。大量研究表明^[12-13],核心稳定性训练可明显改善脑卒中患者步行能力和平衡功能。

Flexi-bar 是一种起源于德国的振动训练工具,可有效参与到相关核心肌群的激活与增强。Flexi-bar 训练通过摇动长 152cm 的棍子,产生频率约为 5Hz 的振动,受试者通过主动控制产生的振动速度和振幅,从而提高静态和动态稳定性机械力。不同肩部角度位置的小振幅和大振幅的 Flexi-Bar 运动显著增加心率、收缩压、主观用力疲劳程度^[14],出现舒张压降低,但变化幅度不明显,表明该运动不会对心血管系统造成额外负荷及风险。随着运动重复次数的增加,肌肉疲劳程度也会相应加重,因此本研究观察组患者 Flexi-bar 训练时长每次不超过 10min。振动训练可募集更多的运动单位参与收缩,提高肌肉兴奋水平^[15]。

有研究发现,振动 Flexi-bar 不仅会产生 5Hz 的低频振动刺激,还能将这种振动传递到身体^[16],从而激活四肢和躯干肌群(腹外斜肌、腹内斜肌和竖脊肌等),这在 Flexi-bar 练习和非 Flexi-bar 练习之间显示出显著的差异。本研究在临床实践中观察到,在进行双上肢同时主动振动 Flexi-bar 时,起初患侧上肢明显运动不协调,而在随后的振动阶段中,出现可与健侧相协调的振动。有患者下肢也出现同步协调振动。研究指出在 Flexi-bar 训练中使用右手振动时^[17],右侧颈椎肌肉的激活水平明显高于左侧颈椎肌肉,而左侧胸腰椎区域肌肉活动明显高于右侧。连续振动刺激,对侧腹外斜肌和同侧腹内斜肌的活动比对侧肌肉表现出更高的激活水平^[18]。用重杆 Flexi-bar 进行平稳振动 30s,显示出肌肉阶段性贯序激活^[19]。Flexi-bar 可用于肌肉激活和再训练,以及脊柱肌肉失衡的特定运动疗法。有研究发现 Flexi-bar 训练可显著增加腹横肌厚度,多裂肌厚度和面积,可改善躯干稳定性肌肉功能^[20-21]。Flexi-bar 训练可提高脑卒中恢复期患者的躯干肌运动功能^[22],增强臀中肌肌力^[23],提高姿势控制和改善平衡、步行能力及速度。本研究结果 10MWT、TUGT 观察组较对照组显著改善。除了步行速度的加快,尤其在 TUGT 中,观察到体位转换、步行启动速度有明显提高,动作转换过程也更加平稳。有实验表明^[24],Flexi-bar 振动训练干预可提高受试者静态平衡能力,闭眼单腿站立的时间均比训练前具有不同程度的增长。这与本研究结果一致,体现在 BBS 量表中的闭眼单腿站立细目。本研究中后期,观察到患者不同阶段出现重心改善,大体位于双下肢中间。

Flexi-bar 训练不仅激活并改善了相关核心肌群的肌力,还有可能影响到筋膜,在相关筋膜上进行力的传导。

根据筋膜经线理论^[25],进行健侧上肢的振动,通过螺旋链的传导,同时增强患侧下肢肌筋膜、肌肉。筋膜包括浅、深筋膜,浅筋膜是紧邻皮肤下的一层结缔组织或脂肪组织,而深筋膜是一种更坚韧、致密的结缔组织。深筋膜通常排列成片状,常在其下方的肌肉和肌腱周围形成“长袜”。深筋膜将肌肉群分离、包裹成相对清晰的空间,称为“隔间”。深筋膜整合了这些隔间并在它们之间传递负荷。肌筋膜力传递的功能之一是加强骨骼、增强其功能。胸腰筋膜是背部的深筋膜,它位于躯干的胸椎和腰椎区域,并覆盖竖脊肌复合体,连接着身体两块重要肌肉—背阔肌和臀大肌。胸腰筋膜的后层,对于在脊柱、骨盆和下肢之间传递力很重要,它以一种促进上肢和下肢协调活动的方式功能性地连接这些肌肉,特别是在行走和跑步过程中对侧手臂和腿的钟摆状动作^[26]。

本研究前期对 Flexi-bar 的使用进行了教育,由于受试者个体运动能力的差异,并非所有患者都能实现相同的振幅,进而无法确定振幅的不同是否会影响相关肌肉厚度增加及增加的程度。

综上所述, Flexi-bar 主动振动训练能显著改善脑卒中恢复期患者步行能力及平衡功能,值得临床推广运用及进一步探讨其疗效机制和临床应用价值。

【参考文献】

- [1] 王春丽,林君英,王冬飞,等.首发脑卒中患者5年生存率及死亡影响因素分析[J].心脑血管病防治,2020,20(03):242-244.
- [2] 周越,刘旭,孙悦梅,等.不同运动模式下 Flexi-bar 训练对躯干稳定性肌肉的影响[J].中国康复理论与实践,2022,28(4):384-388.
- [3] 郭启程,王亚娟,赵潇潇,等.脑卒中患者平衡及步行能力的康复训练研究进展[J].中国康复,2022,37(7):435-439.
- [4] 中华神经科学会,中华神经外科学会,各类脑血管疾病诊断要点[J].中华神经科杂志,1996;29(6):60-61.
- [5] Bohannon RW. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants[J]. Age Ageing. 1997;26(1):15-19.
- [6] 张文通,孟殿怀,许光旭,等.计时起立行走与最大步行速度评估脑卒中步行功能的对比分析[J].中华物理医学与康复杂志,2016,38(4):246-249.
- [7] Hafsteinsdóttir TB, Rensink M, Schuurmans M. Clinimetric properties of the Timed Up and Go Test for patients with stroke: a systematic review[J]. Top Stroke Rehabil. 2014;21(3):197-210.
- [8] Alghadir AH, Al-Eisa ES, Anwer S, et al. Reliability, validity, and responsiveness of three scales for measuring balance in patients with chronic stroke[J]. BMC Neurol. 2018;18(1):141.
- [9] 宋利娜. 动静态平衡仪治疗卒中后平衡障碍的疗效观察[D]. 南京中医药大学,2013.
- [10] Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, et al. Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in post stroke hemiparetic patients[J]. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85(2):261-267.
- [11] Keser I, Kirdi N, Meric A, et al. Comparing routine neurorehabilitation program with trunk exercises based on Bobath concept in multiple sclerosis: pilot study[J]. J Rehabil Res Dev. 2013;50(1):133-140.
- [12] 彭全成,曹义,李鑫海.运动想象下行核心稳定性训练对脑卒中后偏瘫患者平衡功能和步行能力的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2017,39(5):362-363.
- [13] 朱志中,尹苗苗,崔立玲,等.核心稳定性训练对脑梗死患者平衡功能和步行能力的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2017,9(4):289-291.
- [14] Lin W, Wang W, Wu L, et al. Acute cardiovascular stress induced by shoulder vibratory exercise of different amplitudes[J]. J Back Musculoskelet Rehabil. 2021;34(5):865-875.
- [15] 许以诚,高炳宏,刘文海,等.振动与非振动力量练习时肌电图变化的比较研究[J].西安体育学院学报,2004,21(4):54-55.
- [16] Chung JS, Park S, Kim J, et al. Effects of flexi-bar and non-flexi-bar exercises on trunk muscles activity in different postures in healthy adults[J]. J Phys Ther Sci. 2015;27(7):2275-2278.
- [17] Doroudian A, Roostayi MM, Naimi SS, et al. Effect of using the Flexi-Bar tool on erector spinae muscle activation under different standing weight-bearing conditions[J]. J Back Musculoskelet Rehabil. 2019;32(3):505-509.
- [18] Kim JH, So KH, Bae YR, et al. A Comparison of Flexi-bar and General Lumbar Stabilizing Exercise Effects on Muscle Activity and Fatigue[J]. J Phys Ther Sci. 2014;26(2):229-233.
- [19] Wang TC, Tsai PJ, Hsu WH. Trunk Movement and Sequential Trunk Muscle Activation During Oscillation Exercises Using Flexible Poles[J]. J Sport Rehabil. 2022;31(7):827-834.
- [20] 孙悦梅,裴倩,黄秋晨,等. Flexi-bar 训练对非特异性腰痛的治疗效果[J].中国康复理论与实践,2021,27(10):1205-1210.
- [21] Lee SJ, Kim YN, Lee DK. The effect of flexi-bar exercise with vibration on trunk muscle thickness and balance in university students in their twenties[J]. J Phys Ther Sci. 2016;28(4):1298-1302.
- [22] 张倩,张通.悬吊固定 Flexi-bar 训练对恢复期脑卒中患者的效果[J].中国康复理论与实践,2020,26(9):1010-1014.
- [23] 吴玉霞,顾昭华,郭川,等.臀中肌反复促通和强化训练对脑卒中偏瘫患者平衡和步行能力的影响[J].中国康复医学杂志,2023,38(5):693-695.
- [24] 刘学栋. Flexi-bar 振动训练对普通大学生动、静态平衡能力的提高[D].武汉体育学院,2016.
- [25] Thomas W Myers.解剖列车:徒手与动作治疗的肌筋膜经线[M].第3版.北京:军事医学科学出版社,2015,259-272.
- [26] Vleeming A, Pool-Goudzwaard AL, Stoockart R, et al. The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs[J]. Spine (Phila Pa 1976). 1995;20(7):753-758.