

智能运动训练系统虚拟情景联合悬吊运动训练对不完全性腰骶髓损伤患者步行能力的影响

尹正录¹ 孟兆祥^{1,3} 王继兵¹ 全逸锋¹ 金星¹ 徐池¹ 林舜艳²

不完全脊髓损伤患者(incomplete spinal cord injury, ISCI)由于脊髓损伤使得其平面以下运动、感觉等功能受损,不仅肢体运动功能降低,还会影响躯干核心肌肉功能^[1];加之 ISCI 患者术后脊椎达到稳定状态需要制动一定时间,容易导致腰背肌废用性萎缩,影响到 ISCI 患者下肢运动功能以及将来的站立平衡和步行能力^[2]。MOTOmed 虚拟情景训练通过视、听觉反馈和游戏式训练方式来激发和维持患者主动重复训练,从而改善患者肢体运动功能^[3]。但是 MOTOmed 作为一种肢体训练设备无法兼顾躯干控制能力训练^[4]。悬吊运动训练(sling exercise training, SET)是一种运动感觉的综合训练系统,强调在不平稳状态下进行运动,加强中央躯干肌肉、髋部深层肌肉力量,提高身体在运动中的平衡、控制能力和稳定状态^[5]。本研究旨在探讨 MOTOmed 虚拟情景联合 SET 训练对腰骶段 ISCI 患者下肢运动功能和步行能力的影响。现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2016 年 1 月—2018 年 6 月在我院康复科进行治疗的腰骶段 ISCI 患者,诊断均符合 2013 版美国脊髓损伤协会(American Spinal Injury Association, ASIA)脊髓损伤诊断标准^[6]。所有患者均为外伤性脊髓损伤,经 CT 或 MRI 确诊。本研究经江苏省苏北人民医院医学伦理委员会批准,所有患者均签署治疗知情同意书。

纳入标准:①符合 2013 版 ASIA 损伤分级 C 级或 D 级标准;②神经损伤平面 L1—S2,并伴有下肢运动功能障碍;③病程≤6 个月;④意识清楚,生命体征平稳,脊柱稳定性好。

排除标准:①马尾综合征患者;②有严重认知功能障碍或精神病不能配合者;③有严重的胸腹腔脏器外伤或合并其他内科严重疾病者;④合并有深静脉血栓或四肢骨折者。

共有 38 例患者纳入本研究,按照随机数字表法分为 3 组:MOTOmed 组 13 例、SET 组 13 例和联合治疗组 12 例。3 组年龄、性别、病程等一般资料比较,差异无显著性意义($P>0.05$),具有可比性,见表 1。

表 1 3 组患者性别、年龄及病情等一般资料比较

($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	性别(例)		年龄(岁)	病程(月)	损伤平面				ASIA 分级	
		男	女			L1	L2	L3	L4	C	D
MOTOmed 组	13	10	3	56.4±10.7	3.4±0.5	2	5	5	1	6	7
SET 组	13	11	2	57.5±11.3	3.3±0.7	3	4	5	1	7	6
联合治疗组	12	10	2	58.5±10.9	3.5±0.5	2	5	5	0	6	6

1.2 治疗方法

3 组患者均给予一般药物治疗及常规康复训练, MOTOmed 组给予 MOTOmed 虚拟情景训练, SET 组给予 SET 训练,联合治疗组给予 MOTOmed 虚拟情景与 SET 训练。所有患者总治疗时间相等,每天治疗时间中除 MOTOmed 虚拟情景与 SET 训练外,均进行常规康复训练。

1.2.1 常规康复训练:加强患者站立位本体感觉、躯干控制平衡能力和步行能力:①残存肌力训练:根据患者恢复情况加强腰背肌及下肢等残存肌力训练;②平衡功能训练:坐位平衡功能和站立平衡功能训练,早期需佩戴胸腰固定器,由

静态平衡训练逐渐过渡到动态平衡(包括自动动态平衡和他动动态平衡)训练;③转移训练:坐-站转移训练,床-椅转移训练及站立一步行训练等;④步行能力训练:平衡杆内或借助助行器进行步行训练;⑤矫形支具治疗:根据患者具体情况选用合适的矫形支具辅助步行训练。每次 40min,每日 1 次,每周 5 次,持续 8 周。

1.2.2 MOTOmed 虚拟情景训练:采用 MOTOmed Viva2 型智能运动训练系统(德国 RECK 公司生产)进行训练,患者取坐位,根据下肢肌力选择训练的运动模式,将阻力调节到合适的强度,并通过视频游戏方式增加训练的趣味性和注意

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2020.10.020

1 江苏省苏北人民医院康复科,江苏扬州,225002; 2 江苏省苏北人民医院麻醉科; 3 通讯作者

第一作者简介:尹正录,男,副主任医师; 收稿日期:2018-10-16

力,通过视、听觉反馈,对患者的力量、协调和平衡能力展开训练。在治疗过程当中患者两侧肢体用力大小保持对称平衡。每次20min,每日1次,每周5次,连续8周。

1.2.3 SET训练:分别采取仰卧、俯卧、侧卧等体位,具体方法:①仰卧位:将宽带置于患者腰部,连接弹力带上的扣件、宽带扣件及SET主绳,根据患者所能完成的最大重量,调节弹性阻力,治疗师站在患者右侧,一手控制双膝关节,一手放于髌前上棘处引导患者充分做双桥式运动,强化躯干伸肌群。②俯卧位:单腿悬挂,另一侧下肢水平外展;双腿悬挂屈髋并维持,注意应保持腰前凸消失的位置,即腰椎应处于中立位。③侧卧位:单腿悬挂并维持,侧卧单腿悬挂提髋,动态训练。每组动作重复5次,重复3—5组,组间休息1min。训练时注意控制并保持身体的稳定,动作速度相对缓慢,注意与呼吸配合。每次30min,每日1次,每周5次,连续8周。

1.3 评价指标

治疗前、治疗8周后分别采用ASIA下肢运动积分、躯干控制能力测试(trunk control test, TCT)、Berg平衡量表(Berg balance scale, BBS)和6min步行试验(6-minute walk test, 6MWT)评定患者下肢运动功能、平衡功能及步行能力。评定均由同1名对分组情况不知情且不参与治疗的康复医师完成,并记录不良事件的发生。

ASIA下肢运动积分评定下肢运动功能,满分50分,得分越高,下肢运动功能越好。

TCT评定躯干控制能力,满分100分,得分越高,躯干功能越好^[7]。

BBS评定平衡功能,共14个项目,总分56分,得分越高,平衡功能越好。

6MWT:患者可以借助拐杖、助行器或支具等进行步行测试;统计患者6min平地步行距离休息和中止时间记录在内,不能完成步行的患者按0m记录^[8]。

1.4 统计学分析

采用SPSS19.0版统计软件进行统计学分析,计量资料

如符合正态分布用均数±标准差表示;若数据符合方差齐性,组内及组间比较采用双因素方差分析,若数据不符合正态分布和方差齐性,则选用成组设计多样本秩和检验。 $P<0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果

所有患者均顺利完成研究,无明显不良事件发生。见表2。

2.1 下肢运动功能比较

3组患者治疗后ASIA下肢运动积分均优于治疗前,差异均有显著性意义($P<0.01$);MOTomed组治疗后ASIA下肢运动积分(40.3 ± 2.7)高于SET组(38.1 ± 2.5),差异有显著性意义($P<0.05$);联合治疗组治疗后ASIA下肢运动积分(43.1 ± 1.3)高于MOTomed组和SET组,差异有显著性意义($P<0.05$)。

2.2 躯干控制能力比较

3组患者治疗后TCT评分均优于治疗前,差异均有显著性意义($P<0.01$);SET组治疗后TCT评分(73.5 ± 7.4)高于MOTomed组(65.6 ± 8.1),差异有显著性意义($P<0.05$);联合治疗组治疗后TCT评分(89.9 ± 7.9)高于MOTomed组和SET组,差异有显著性意义($P<0.05$)。

2.3 平衡功能比较

3组患者治疗后BBS评分均优于治疗前,差异均有显著性意义($P<0.01$);SET组治疗后BBS评分(43.4 ± 5.1)高于MOTomed组(40.2 ± 6.5),差异有显著性意义($P<0.05$);联合治疗组治疗后BBS评分(50.1 ± 4.3)高于MOTomed组和SET组,差异有显著性意义($P<0.05$)。

2.4 步行能力比较

3组患者治疗后6MWT距离均优于治疗前,差异均有显著性意义($P<0.01$);其中联合治疗组治疗后6MWT距离(190.1 ± 48.6)高于MOTomed组(130.3 ± 58.4)和SET组(134.1 ± 60.5),差异有显著性意义($P<0.05$)。

表2 3组患者治疗前后ASIA、TCT、BBS及6MWT

($\bar{x}\pm s$)

组别	ASIA(分)		TCT(分)		BBS(分)		6MWT(m)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
MOTomed组	20.7±4.3	40.3±2.7 ^{①②}	28.5±10.1	65.6±8.1 ^①	18.2±5.2	40.2±6.5 ^①	50.3±56.4	130.3±58.4 ^①
SET组	21.4±5.2	38.1±2.5 ^①	27.7±9.2	73.5±7.4 ^{①②}	19.1±6.3	43.4±5.1 ^{①②}	52.3±55.2	134.1±60.5 ^①
联合治疗组	21.3±6.1	43.1±1.3 ^{①②}	28.4±9.7	89.9±7.9 ^{①②}	18.6±4.9	50.1±4.3 ^{①②}	51.6±58.7	190.1±48.6 ^{①②}

注:①3组治疗前后对比 $P<0.01$;②组间对比 $P<0.05$

3 讨论

运动功能障碍是SCI患者最常见的功能障碍,尤其下肢运动障碍和步行障碍恢复难度较大,严重影响患者生存质量。对于不完全腰骶髓损伤患者而言,康复训练最终目标是改善下肢运动功能,完成社区功能性步行目标,提高生存质量。因此,如何提高SCI患者下肢运动功能,进而提高整体

步行能力是康复治疗的重点^[9]。

目前临床上针对改善SCI患者下肢运动功能的训练方法有很多,其中MOTomed作为一种智能运动系统,近年在SCI中的应用逐渐广泛^[10]。但常规的MOTomed智能训练常因单调的循环重复而使患者难以长时间注意力集中,加之多数SCI患者存在情绪低落、悲观等表现,造成康复实际训练

效果欠佳。MOTOmed 虚拟情景训练在普通 MOTOmed 智能训练的基础上增添了多种反馈模式,提供给患者一个视觉、听觉、速度等多种反馈方式的互动训练平台,把康复训练与趣味性、主动性、视觉反馈相结合,提高了患者参与治疗的主动性和积极性^[11]。本研究结果显示,MOTOmed 组患者治疗后 ASIA 下肢运动积分较治疗前明显改善,且优于 SET 组,提示 MOTOmed 虚拟情景训练可以针对性提高 ISCI 患者下肢肌力。研究表明,下肢肌力是影响 ISCI 患者步行功能最大的因素^[12-13]。同时在 MOTOmed 虚拟情景训练中,没有诱发痉挛和加重痉挛程度等发生。

ISCI 患者不仅有下肢运动功能障碍,核心肌群控制能力往往较差,影响患者平衡和步行能力的恢复。目前 SET 是发展核心力量的一种有效训练方法。SET 训练遵循渐进式难度递增模式,训练时力的用点基于不稳定的支撑平面上,不稳定的支撑条件加大了训练的难度,提高了参与工作肌肉的投入,尤其是核心区域深层小肌群,提高了患者的核心控制力量^[14-15]。本研究的结果发现,SET 组患者的 TCT 和 BBS 评分均较治疗前有明显改善,且优于 MOTOmed 组,但 6MWT 试验两组无明显差异,考虑 SET 虽然可以更好的改善 ISCI 患者躯干核心肌肉力量,但双下肢的力量改善可能并不优于 MOTOmed 组,因此在步行距离方面并没有明显优势。

站立及步行均要求 ISCI 患者具有良好的下肢运动功能与躯干控制能力。MOTOmed 虚拟情景训练系统可以改善双下肢肌力。躯干控制主要依赖本体感觉、视觉、前庭感觉系统及相应运动系统相互合作来保持身体重心稳定^[4]。SET 可有效激活大脑运动皮质和脊髓节律性运动中枢,改善中枢神经系统对躯干运动的控制能力^[16],二者联合应用,相得益彰。研究结果显示,联合治疗组的治疗后 ASIA 运动积分、TCT、BBS 评分和 6MWT 改善明显优于 MOTOmed 组和 SET 组,提示 MOTOmed 虚拟情景和 SET 训练能显著提高腰骶段 ISCI 患者下肢运动功能、平衡功能和步行能力。

在训练中,由于进行 SET 训练需要患者的主动运动较多,患者的脊柱稳定性就很重要,特别是对于没有行手术治疗的患者,应充分评定患者脊柱稳定性。本研究不足之处,一是样本量较小,需要纳入更多的样本;二是没有设置常规康复训练对照组,主要原因是在临床工作中,考虑到患者最大获益可能,所有患者均尽可能接受一些可能有效的治疗方案。综上所述,在常规康复训练的基础上结合 MOTOmed 虚拟情景和 SET 训练,能明显改善腰骶段 ISCI 患者下肢的运动功能和躯干控制能力,提高患者的平衡功能和步行能力,值得临床推广应用。

参考文献

- [1] Louie DR, Eng JJ, Lam T. Gait speed using powered robotic exoskeletons after spinal cord injury: a systematic review

and correlational study[J]. Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation, 2015, 12(1): 82—92.

- [2] Shin JC, Kim JY, Park HK, et al. Effect of robotic-assisted gait training in patients with incomplete spinal cord injury[J]. Annals of Rehabilitation Medicine, 2014, 38(6): 719—725.
- [3] 张彩侠, 高晶, 王丽娜, 等. 头针配合 MOTOmed 虚拟情景训练对痉挛型脑瘫患者粗大运动功能及 ADL 的影响[J]. 上海针灸杂志, 2015, 34(9): 829—832.
- [4] 朱娟. MOTOmed 智能运动训练系统结合躯干控制训练对脑卒中患者下肢功能的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(10): 1144—1146.
- [5] 尹正录, 孟兆祥, 王继兵, 等. 悬吊运动训练对不完全截瘫患者平衡及步行能力的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2017, 39(2): 114—116.
- [6] 王一吉, 周红俊, 李建军, 等. 脊髓损伤神经学分类国际标准检查表最新修订及解读[J]. 中国康复理论与实践, 2015, 21(8): 879—882.
- [7] 段好阳, 刘福迁, 闫兆红, 等. 四肢联动功能训练对脑卒中患者躯干控制能力及平衡功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(10): 747—749.
- [8] 吴霜, 刘春风, 楚兰, 等. 等速运动训练对不完全脊髓损伤患者肌耐力和社区步行的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2016, 38(12): 900—903.
- [9] Bosveld R, Fieldfote EC. Single-dose effects of whole body vibration on quadriceps strength in individuals with motor-incomplete spinal cord injury[J]. Journal of Spinal Cord Medicine, 2015, 38(6): 784—791.
- [10] 王继兵, 孟兆祥, 尹正录. MOTOmed 运动训练对不完全性胸腰段脊髓损伤患者步态功能及日常生活功能的影响[J]. 中国实用医药杂志, 2017, 12(31): 20—22.
- [11] 高晶, 赵斌, 张全全. MOTOmed 虚拟情景训练对痉挛型脑瘫患儿肌张力及关节活动度的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2013, 35(7): 559—560.
- [12] Stevens SL, Fuller DK, Morgan DW. Leg strength, preferred walking speed, and daily step activity in adults with incomplete spinal cord injuries[J]. Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation, 2013, 19(1): 47—53.
- [13] Nipiro ND, Holthaus KD, Morgan PJ, et al. Lower extremity strength is correlated with walking function after incomplete SCI[J]. Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation, 2015, 21(2): 133—139.
- [14] 陈瑞全, 吴建贤, 朱宗俊, 等. 悬吊运动疗法结合针刺夹脊穴对脑卒中偏瘫患者平衡功能的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2017, 23(7): 762—765.
- [15] Chang WD, Huang WS, Lee CL, et al. Effects of open and closed kinetic chains of sling exercise therapy on the muscle activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis[J]. J Phys Ther Sci, 2014, 26(9): 1363—1366.
- [16] 吕杭州, 胡文清, 曹建业, 等. 脊柱局部稳定肌训练对腰椎间盘突出术后功能恢复的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2011, 26(4): 378—379.