

往复式截瘫步行矫形器结合强化步行训练对截瘫患者步行能力的疗效研究

邓小倩¹, 王杨¹, 张朝阳², 韩俊奇¹

【摘要】 目的:本研究旨在探讨往复式截瘫步行矫形器(RGO)结合强化步行训练对截瘫患者步行能力的疗效。**方法:**选取配置了 RGO 的 30 名截瘫患者进行强化步行训练,分别在训练第 2 周、第 4 周、第 8 周测量 6min 步行距离、10m 步行时间和心率,并计算由此产生的生理消耗指数(PCI)。**结果:**与第 2 周测试结果相比,受试者第 4、第 8 周后的步行距离显著增加($P<0.01$),10m 步行时间明显下降($P<0.01$),PCI 在第 8 周明显降低($P<0.05$)。**结论:**通过往复式截瘫步行矫形器结合强化步行训练,可提高脊髓损伤患者使用 RGO 的治疗性步行能力,可进一步临床推广。

【关键词】 往复式截瘫步行矫形器;步行训练;截瘫;行走能力;生理消耗指数

【中图分类号】 R683.2 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2019.05.010

随着现代生物力学、康复工程及康复辅助器具的发展,针对脊髓损伤患者矫形器特别是下肢矫形器的应用有了显著进步,使患者重建站立和恢复步行能力成为可能^[1]。近年来,以往复式步行矫形器(reciprocating gait orthosis, RGO)为代表的步行矫形器在临床上取得了较好的效果^[2]。通过强化配戴矫形器进行站立和步行步态训练可降低使用的矫形器能量消耗,并对脊髓损伤患者的生理和心理功能有积极作用^[3]。目前国内临床上对下肢矫形器的使用训练重视不够,在步行训练对矫形器步行功能改善方面较少有文献报道。治疗师大多凭借自身经验实行 RGO 训练,或是交由患者自行回家训练。经常出现同样损伤平面的患者使用 RGO 的步行能力存在较大差别。本研究针对配置 RGO 的脊髓损伤患者制定为期 8 周的强化步行训练方案,并探讨其对步行功能的改善情况。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2018 年 1 月~2018 年 11 月在我院配置 RGO 的 30 例截瘫患者作为研究对象,其中男 21 例,女 9 例,平均年龄(39.08 ± 10.3)岁;平均病程(12.13 ± 6.41)个月。纳入标准:均符合《脊髓损伤神经学分类国际标准(2011 年修订版)》中 A 及 B 级的诊断标准;损伤平面:T1~L1;病程在 24 个月内;脊柱稳定性良好;双下肢各肌群肌张力 ≤ 2 级[改良的 Ashworth 评定量表(Modified Ashworth Scale,

MAS)];双下肢髋、膝、踝关节被动 ROM 基本正常;患者自愿参加本研究,并签署知情同意书。排除标准:合并不稳定性骨折;严重的心肺疾病、血栓性疾病;严重并发症如压疮、骨质疏松等;下肢外伤、关节疼痛;认知功能障碍。

1.2 方法 ①装配 RGO 前的训练:所有患者均进行截瘫常规康复训练,以最大限度地提升装配 RGO 自身条件。包括:站立床训练、上肢肌力训练、躯干肌群残余肌力训练、坐位平衡训练、转移训练及其它综合康复训练和治疗,包括 ADL、理疗、针灸,膀胱功能训练及心理治疗等。②RGO 的装配:由经统一培训的矫形器技师为受试患者量身制作 RGO。患者试穿后进行 RGO 静态及动态调整,直至到达最佳状态。其检验标准为:金属髋关节位于生理髋关节向上、向前 1cm 位置,膝关节铰链位于膝间隙向上 1~2cm 位置;金属支条位于躯体侧中线;各机械关节锁可轻松锁闭及打开;穿戴 RGO 后身体各个部位无压迫。③装配 RGO 后常规训练:穿脱训练、坐-站训练、站立训练;平行杠内步行训练:移动左足,首先右手沿平行杠向前伸出约 15cm,通过前倾将重心向右侧肢体移动,这样左脚可以轻轻地离开地面。然后通过伸展躯干,使臀部回收,双臂向下撑,RGO 互动铰链的作用可以带动左足向前摆动。用同样的方法迈出右腿。④装配 RGO 的强化步行训练:第一阶段:平行杠内平地步行训练,为期 2 周。训练要点及训练强度同上。患者掌握使用 RGO 迈步的策略,实现平行杠内稳定的治疗性步行能力。第二阶段:借助助行架的室内平地直线步行训练,为期 2 周。强化患者躯干控制能力以及步行稳定性。第三阶段:借助助行架的室内平地转弯步行训练:为期 2 周。强化患者躯干侧方控制能力以及应对路面障碍的

基金项目:广东省医学科研基金项目(B2018020)

收稿日期:2018-12-24

作者单位:1. 广东省工伤康复医院假肢矫形科,广州 510440;2. 成都体育学院,成都 610041

作者简介:邓小倩(1982-),女,主管技师,主要从事康复辅具研发及临床应用方面的研究。

能力。第四阶段:借助助行架的室外步行及上下缓斜坡($<5^{\circ}$)的训练,为期2周。强化患者躯干前后向控制能力以及跨越简易障碍的能力。RGO强化训练时间为60min/次,1次/d,6d/周,共8周。

1.3 评定标准 在强化步行训练2、4及8周后分别由经过培训的康复治疗师测定患者使用RGO时在6min内步行的距离^[4]、10m行走时间及生理性消耗指数^[5]。其中生理性消耗指数(Physiological Cost Index, PCI)的测量方法为:受试者测试前佩戴PALOR(M400型)有胸带心率表,胸带固定在受试者心尖部位。测试前受试患者穿戴RGO先在座位安静休息5min,然后用心率表持续测量1min确定休息时静息心率。随后让受试者以自身喜好的步速在50m的步道上连续步行6min,测定步行距离,计算步行速度。受试者步行结束后立即在座位安静休息同时测定其心率,方法同前,以确定运动后心率。以下面的公式计算:

$$PCI = \frac{\text{运动后心率} - \text{静息心率}^{[6]}}{\text{步行速度}}$$

1.4 统计学方法 应用SPSS 21.0统计学分析软件进行数据处理,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用重复测量方差分析,两两比较采用配对样本 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

30例患者6min步行距离、10m步行时间、PCI 3个指标分别在训练2、4及8周后测得的数据差异有统计学意义($P < 0.01$);两两比较,与训练2周后比较,30例患者训练4、8周后的6min步行距离显著增加($P < 0.01$);10m步行时间显著降低($P < 0.01$);与训练2周相比,受试者训练4周后PCI无显著性差异,训练8周后明显下降($P < 0.05$);与训练4周后比较,受试者训练8周后6min步行距离显著增加($P < 0.01$);10m步行时间和PCI显著降低($P < 0.01$),见表1。

表1 30例患者训练2、4及8周后6min步行距离、10m行走时间、PCI比较

项目	训练2周后	训练4周后	训练8周后
6min步行距离(m)	36.44±19.88	44.05±22.73 ^b	51.97±25.37 ^{bc}
10m步行时间(s)	118.33±70.47	97.29±57.62 ^b	77.43±39.72 ^{bc}
PCI(beats/min)	9.89±9.02	8.18±7.30	6.93±5.99 ^{ac}

与训练2周后比较,^a $P < 0.05$,^b $P < 0.01$;与训练4周后比较,^c $P < 0.01$

3 讨论

本研究结果显示,通过8周强化步行训练,截瘫患

者使用RGO的6min步行距离明显提高,10m步行时间、PCI均明显降低,该结果在统计学上被证明是有意
义的,并且在整个训练期间都有持续的改进。本研究结果与国外报道存在一定差异,Massucci等^[7]报告经过6~8周的强化步行训练,使用RGO后6min步行距离可以达到 $90.16 \pm 3.48\text{m}$,10m步行时间 $64 \pm 1.6\text{s}$,PCI为 1.51 ± 0.33 。经分析,与本研究存在差异的主要原因之一是,纳入标准不同。本研究纳入的30名研究对象为T1~L1损伤水平,含上胸段损伤(T1~T6)患者6名。而国外文献研究纳入标准为胸腰段患者,且均为个案报道,研究样本较小。而损伤平面是影响脊髓损伤患者的步行能力的关键因素^[8]。在本研究单位,出于对步行功能的渴望,也有不少上胸段脊髓损伤患者选择配置RGO。二是,受试者使用的助行器不同。国外研究对象多为胸腰段脊髓损伤患者,配置RGO后可使用肘拐进行步行。而在国内,由于早期康复介入较晚,患者平衡功能较差,极少有患者能使用肘拐步行。本研究中30例患者,在训练4~8周后均使用助行架辅助步行。肘拐可以提供最快和最有效率的步态,而且更容易操纵,适合于在不平坦的路面上行走。而助行架可以提供更好的稳定性和安全性,并且使站起和坐下更加容易;助行架较慢因为在每向前迈一步时都要停顿一下^[9]。在今后的临床工作中,对于平衡功能较好的RGO患者,可考虑训练其使用肘拐步行,以达到更有效率的步态。

目前,我国各类矫形器在临床中的应用已十分普遍,矫形器的功效也得到越来越多的认可。但长期以来,矫形器的装配与患者功能需要及装配后康复训练结合的紧密度仍存在不足,包括对所装配患者的残存功能未作必要的训练,矫形器装配后的功能评价与训练的脱节等等。而临床实践表明,缺乏规范的装配和使用程序,将大大影响步行矫形器的应用效果^[10]。为了使脊髓损伤患者应用RGO能达到最佳效果,我们结合十几年来矫形器临床装配及脊髓损伤康复工作实践,并参考国内外该领域的先进经验,总结出RGO的强化步行训练方法,其疗效在本研究中得到验证。本研究设计的RGO强化训练方案特点在于:①针对性强,根据完全性脊髓损伤患者借助RGO步行存在无下肢感觉反馈、稳定性差的特点,本方案每个阶段的训练目标都是围绕着这两点制定,如第一阶段要求通过反复迈步训练,以视觉反馈代替感觉反馈,逐渐建立患者应用RGO的信心;第二阶段通过借助助行架的室内平地训练,以提高躯干控制能力及步行的稳定性。每个阶段目标的达成,增强了患者应用RGO的综合能力;②循序渐进:按照RGO技能由易到难的顺序将

训练划分为4个阶段,治疗师根据患者的完成情况循序渐进实施训练,患者在长时间内反复练习,能有效保证每个阶段的操作要求都能熟练掌握;③内容丰富:训练内容涵盖了患者使用RGO的各种场景,如室内外步行、进出房间、跨越障碍等,使得患者对该训练项目的主动参与性及配合性提高。另外该方案采用分阶段、系统化的强化训练,便于患者更好地掌握RGO的使用方法,从而提高步行能力。

本研究采取生理消耗指数作为RGO步行能力改善的主要评价指标,在临床上有借鉴推广价值。步行时的能量消耗评估是确定运动功能障碍的病人临床和功能改善的重要参数^[11]。传统上能量消耗由测量氧耗量计算,但这种方法需使用昂贵和复杂的仪器,在临床上难以推广实施。MaeGrego于1979年提出使用生理消耗指数(PCI)这一术语。PCI是一种使用方便、有效和可靠的能量消耗测量方法,它可能是物理治疗师评估运动残疾、肢体功能以及矫形器或假肢等的效果的有用工具^[12]。本研究显示,进行强化步行训练可以提高脊髓损伤患者使用RGO与基线资料相比的能量消耗,且随着训练时间的增加PCI继续减少。分析原因主要为以下几个方面:首先,由于使用RGO重建截瘫患者站立、步行能力,从而刺激肌肉活动,提高了下肢肌肉的耐力。Scivoletto等^[13]报告说,下肢肌肉活动与使用矫形器行走所需能量呈正相关。其次,通过在治疗师指导下的重复训练,患者使用RGO的动作更加标准、流畅,步行的稳定性也逐渐提高,从而减少能力消耗。

本研究结果为后续开展外骨骼下肢机器人(Exo-skeleton lower limb Robot, ELLR)的临床应用研究提供了参考数据。RGO虽然有一定的助动功能,但使用RGO行走时步态僵硬、不能上下楼梯、自行穿脱和独立站起、坐下困难,不能满足截瘫患者日常行走的需求,其日常移动还是以轮椅为主^[14]。而ELLR可提供更为仿生的步态,降低步行时的能量消耗,为截瘫患者实现功能性步行提供可行性^[15]。ELLR是在RGO的基础上增加了外动力装置,其结构基本形式相似,两者的临床应用具有可比性。

从本研究来看,往复式截瘫步行矫形器结合强化步行训练,可提高脊髓损伤患者使用RGO的治疗性步行能力,可进一步临床推广。鉴于本研究样本均在本院完成,且样本量偏少,未能开展随机对照研究,研究的有效性还需要大量样本及多中心研究来进一步验证。另外,长时间的训练也导致医疗费用的不断增加,超过8周的强化步行训练是否能进一步改善脊髓损伤患者使用RGO的步行能力,还需进一步研究以确认。

【参考文献】

- [1] 唐丹,刘四文,邓小倩,等. 重心移动式截瘫步行矫形器对胸腰段脊髓损伤患者的疗效分析[J]. 中国临床解剖学杂志, 2017, 2(35): 224-231.
- [2] 杨勤,唐丹,赵艳玲,等. 胸段脊髓损伤患者应用截瘫步行矫形器对下肢康复的影响[J]. 中国组织工程, 2015, 19(31): 4967-4972.
- [3] Arazpour M, Gholami M, Bahramizadeh M, et al. Influence of Reciprocating Link When Using an Isocentric Reciprocating Gait Orthosis (IRGO) on Walking in Patients with Spinal Cord Injury: A Pilot Study[J]. Top Spinal Cord Inj Rehabil, 2017, 23(3): 256-262.
- [4] Enright PL. The six-minute walk test-[J]. Respir Care, 2003, 48(8): 783-785.
- [5] Van Hedel HJ, Wirz M, Curt A. Improving walking assessment in subjects with an incomplete spinal cord injury: responsiveness [J]. Spinal Cord, 2006, 44(6): 352-356.
- [6] Arazpour M, Samadian M, Bahramizadeh M, et al. The effect of trunk extension on physiological cost index in spinal cord injury patients when using the advanced reciprocating gait orthosis: A pilot study[J]. Prosthet Orthot Int, 2016, 40(6): 696-702.
- [7] Massucci M, Brunetti G, Piperno R, et al. Walking with the advanced reciprocating gait orthosis (ARGO) in thoracic paraplegic patients: energy expenditure and cardiorespiratory performance [J]. Spinal Cord, 1998, 36(1): 223-227.
- [8] 帅浪,冯珍. 截瘫步行矫形器在胸腰椎脊髓损伤患者中的应用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2012, 34(8): 612-614.
- [9] Arazpour M, Hutchins SW, Ahmadi Bani M, et al. The influence of a rocker sole adaptation on gait parameters in spinal cord injury patients ambulating with the advanced reciprocating gait orthosis - a pilot study[J]. Disabil Rehabil Assist Technol, 2015, 10(1): 89-92.
- [10] Samadian M, Arazpour M, Ahmadi Bani M, et al. The influence of orthotic gait training with an isocentric reciprocating gait orthosis on the walking ability of paraplegic patients: a pilot study[J]. Spinal Cord, 2015, 53(10): 754-757.
- [11] Arazpour M, Bani MA, Hutchins SW, et al. The physiological cost index of walking with mechanical and powered gait orthosis in patients with spinal cord injury[J]. Spinal Cord, 2013, 51(1): 356-359.
- [12] Leung, Aaron KL. The Physiological cost index of walking with an isocentric reciprocating gait orthosis among patients with T₁₂-L₁ spinal cord injury [J]. Prosthetic and Orthotics international, 2009, 33(1): 61-68.
- [13] Scivoletto G. Clinical relevance of gait research applied to clinical trials in spinal cord injury[J]. Brain Res Bull. 2009, 78(1): 35-42.
- [14] Arazpour, Mokhtar, Chitsazan, et al. Design and simulation of a new powered gait orthosis for paraplegic patients[J]. Prosthet Orthot Int, 2012, 36(1): 125-130.
- [15] Arazpour M, Bani MA, Kashani RV, et al. Effect of powered gait orthosis on walking in individuals with paraplegia[J]. Prosthet Orthot Int, 2013, 37(1): 261-267.