

·短篇论著·

下肢步行机器人用于C-D级脊髓损伤患者步行训练的疗效研究*

石芝喜¹ 刘明俭¹ 蔡朋¹ 王俊¹ 刘四文¹ 秦雪佳¹

脊髓损伤后主要功能缺陷是步行功能障碍^[1],因此,步行功能恢复是脊髓损伤患者康复的重要方面,特别是C-D级脊髓损伤患者,由于这类患者大部分双下肢均残存有部分肌肉力量,但常因肌力不足、肌痉挛等因素的影响,导致无法步行或步态的异常。在目前的康复治疗中,主要是通过给予肌力训练、牵伸训练、站立训练、平衡训练等一系列治疗后,患者功能条件允许,才进行步行、步态训练。为了寻找更好的训练方法,部分有条件的医院,会运用运动平板训练。但是,由于治疗师帮助的减重运动平板训练对治疗师的体力消耗较大,人员需要较多,从而使其临床应用受限^[2-3]。此外,对于体质较弱及C级的患者或肌痉挛严重的患者来说,也是难以应用的。而且,由于治疗师的疲劳,实现重复一致的步态训练是非常有困难的,难以实现定量的、高强度的、针对性的、重复性的早期介入训练。目前,已有多种机器人设备被应用于神经康复领域,但将步行机器人用于脊髓损伤步行、步态的研究仍较少^[4],仅有个例的报道。本研究将步行机器人技术应用于C-D级脊髓损伤患者步行能力的研究,并同时观察其下肢运动评分(lower extrem motor scores, LEMS)分数的变化。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取2011—2015年在我院的颈段、胸段C-D级脊髓损伤患者分为两组,并按所设定的准入标准各筛选出20例(总40例),再从两组中采用分层随机法抽取试验组20例,进行步行机器人训练,常规组20例,进行常规运动治疗(为了尽量保证随机化后的组间基线水平更加可比性,采用了分层随机法)。两组病例中,颈段、胸段病例数量相等,并且将脱离率控制在15%左右。试验组患者中,男15例,女5例;平均年龄(33.21±9.57)岁;常规组患者中,男16例,女4例;平均年龄(33.21±8.65)岁。

1.1.1 纳入标准:①所有患者需符合《脊髓损伤神经学分类国际标准(2011年修订版)》中C及D级的诊断标准;②脊柱稳定性良好;③选取平面:颈段(C5—7)、胸段(T₁—T₄);④双下

肢屈肌反射及伸肌反射无过度活跃;⑤双下肢各肌群肌张力≤2级(MAS);⑥病程<3个月;⑦近期内无进行各类手术(两周内);⑧性别、年龄、身高、功能情况等要求相近($P>0.05$)。

1.1.2 排除标准:①不易控制的高血压、糖尿病、体位性低血压、严重的心肺疾病、血栓性疾病等;②严重的骨质疏松;③下肢外伤、不稳定性骨折、关节疼痛及关节活动度受限;④认知功能障碍;⑤体重>135kg;⑥明显双下肢不等长,其中大腿长度不小于35cm,不大于47cm。

1.2 治疗方法

试验组训练时间为12周,每周一到周五各做1次步行机器人训练,每次训练40min,训练中监测患者的心率,不能超过预计最大心率(220-年龄)的80%。同时,给予其他的运动治疗如转移、平衡训练、肌力及步行、步态训练等,每日运动治疗的总时间约30min。步行机器人减重的重量、给予的阻力、步行速度、关节的角度尽量根据患者的耐受程度调节。

常规组进行常规的运动治疗,治疗时间12周,每周一到周五约70min的运动治疗,内容包括肌力训练、牵伸训练、平衡训练、转移、站立训练、步行及步态训练等等。

1.3 疗效评定标准

每位患者在入组时由同一位物理治疗师进行肌力、步行及步态等参数的评估,肌力测定为徒手肌力测定,步行及步态采用三维步态分析系统。三维步态分析系统是以步态中的运动学参数为测量对象:分别将7个内含加速度计和陀螺仪等惯性测量模块和高性能嵌入式微处理器DSP数据采集处理模块的传感器绑定在患者骶骨、大腿正面中部、小腿胫骨内侧和脚背处,要求患者以自然姿态站立,后开始采集患者行走数据。在入院时及开始训练后4周、12周均进行数据的收集。

10m步行速度测试(m/s):在使用三维步态分析系统的基础上,为消除加速和减速的影响,让患者以最快、最稳定的速度在平地以直线步行14m,记录中间10m的步行时间,反复测量3次,取平均值,每次测量间隔使患者休息5min。

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2018.01.021

*基金项目:广东省医学科研基金(A2016347)

1 广东省工伤康复医院,广州市白云区白云大道,510440

作者简介:石芝喜,男,主管治疗师;收稿日期:2017-03-25

6min步行耐力测试:在患者能耐受的情况下指导患者尽最大努力以直线步行6min,记录全部步行距离。测试过程中,如果患者因疲劳不能坚持,中途可以停下来休息,治疗师在每次测试时给予患者相同的鼓励和指导。为防止转弯太多可减少步行距离,一次直线步行距离定为30m。不能完成测试时计为0。另外,为了减少两组病例在疗效评定参与的脱落率,本研究设置有适当的激励(如不仅每次参与评定有奖励,参与试验所设的完整评定有更大的奖励),在第二次评定中,试验组有1例患者因进行尿流动力检查而未参与评定,其余的评定两组患者参与率均100%。

1.4 统计学分析

对两组患者所收集的步行功能情况、肌力等数据分别进行治疗前后的组内对照及两组间的对照,数据用SPSS统计软件分析,研究所得计量数据比较选用 t 检验进行分析,以 $P<0.05$ 为具有显著性意义。

2 结果

治疗前,两组患者步行能力及LEMS分值组间比较,差异均无显著性意义($P>0.05$);治疗后,两组患者6min步行距离、10m步行时间及LEMS分值与组内治疗前比较,差异均有显著性意义($P<0.05$),且试验组治疗后6min步行距离、10m步行时间及LEMS分值显著优于常规组,差异有显著性意义($P<0.05$),见表1。

表1 两组患者治疗前、后的6min步行距离、10m步行时间及下肢运动评分 ($\bar{x}\pm s, n=20$)

| 组别 | 治疗前 | 6周 | 12周 |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 6min步行距离(m) | | | |
| 常规组 | 15.71±12.38 | 19.21±10.12 ^③ | 35.21±9.51 ^④ |
| 试验组 | 15.23±11.38 ^① | 28.11±12.18 ^{②③} | 41.35±11.23 ^{②④} |
| 10m步行时间(s) | | | |
| 常规组 | 99.21±34.20 | 88.21±31.21 ^③ | 55.21±27.14 ^④ |
| 试验组 | 100.21±35.24 ^① | 75.21±25.13 ^{②③} | 38.20±27.14 ^{②④} |
| LEMS分值 | | | |
| 常规组 | 10.21±5.29 | 17.11±3.41 ^③ | 28.02±3.42 ^④ |
| 试验组 | 10.11±5.38 ^① | 25.01±3.21 ^{②③} | 40.01±3.18 ^{②④} |

组间比较:① $P>0.05$;② $P<0.05$;组内比较:③ $P<0.05$;④ $P<0.01$

3 讨论

脊髓损伤患者,特别是C-D级脊髓损伤患者,只能通过使用助行设备及非瘫痪上肢或下肢的代偿作用才能实现步行,但这种辅助步行影响了患者步行时的协调性及正常步行功能的恢复^[7],也影响了治疗效果。目前,随着科技的不断进步,已有多种形式的机器人设备被应用于神经康复领域,但将步行机器人技术应用于脊髓损伤患者步行、步态的研究仍较少^[6],仅有个例的报道,Colombo G等^[8]比较徒手辅助步行

与自动机器辅助步行训练对截瘫患者的影响,而得出的结论仅说明自动机器辅助步行训练能减轻治疗师负担,可代替传统治疗。Field-Fote, EC, Roach KE等^[9]研究脊髓损伤患者通过跑台上徒手帮助步行、跑台上电刺激帮助步行、地面电刺激帮助步行及Lokomat辅助步行,观察步行过程中减重的变化及步行速度的变换。其他的研究主要是机器人结合虚拟环境、生物反馈的研究^[10-11],另有一小部分则侧重于对摄氧量、心率、卡路里等方面的研究^[12]。而在国内,郭素梅等^[6]进行了Lokomat全自动机器人步态训练对不完全性脊髓损伤患者步行功能影响的相关研究,发现机器人自动步态训练有助于改善不完全性脊髓损伤患者的步行能力,但研究的样本量较小。虽然国外在少量的相关研究中报道了机器人在脑卒中及脊髓损伤步态康复训练方面的训练效果^[13-20],但对于步行机器人对C-D级脊髓损伤患者的步行参数及与步行相关肌肉力量的影响的研究还比较少。而本研究则通过40例符合准入标准的脊髓损伤患者,前瞻性的、随机的进行组间及组内的研究,从结果来看,常规组及试验组的步行能力及LEMS分值在治疗12周后与治疗前比较差异均有显著性,但介入机器人治疗后疗效较好。值得一提的是,常规组20例患者中,C级进展至D级有2例,D级进展至E级1例,试验组中,C级进展至D级有3例,D级进展至E级有2例。

从本研究来看,常规运动治疗结合步行机器人训练可明显改善C-D级脊髓损伤患者步行能力及LEMS分值。另外,虽然机器人介入后试验组的疗效比常规组要比常规组好,但此研究也同样存在其局限性,如基于伦理学的考虑,很难做到患者仅进行机器人治疗而不给予常规的治疗,特别是住院的患者,另一个则是脊髓损伤病理复杂很难设计同质的测试群体。从另一方面讲,机器人技术在脊髓损伤患者康复中的应用是近年热门课题,它的问世对于脊髓损伤患者来讲也是福音,但对于步行机器对脊髓损伤患者的步行姿势、步行参数、肌痉挛、与步行相关肌肉力量的影响、训练的持续时间,对于不同患者训练参数的设置还没有确定的标准及研究。所以,步行机器人训练在脊髓损伤康复中的应用是值得进一步探索的领域。

参考文献

- [1] 石芝喜,刘四文,杨振辉,等.下肢康复机器人在脊髓损伤康复中的应用[J].中国康复医学杂志,2015,30(1):57-61.
- [2] Protas EJ,Holmes SA,Qureshy H,et al. Supported treadmill ambulation training after spinal cord injury:a pilot study[J]. Arch Phys Med Rehabil,2001,82(6):825-831.
- [3] Hicks AL,Adams MM,Martin Ginis K,et al.Long-term body weight supported treadmill training and subsequent follow-up in persons with chronic SCI: effects on functional walking ability and measures of subjective well-being[J].Spinal Cord,2005,43(5):291-298.
- [4] Dobkin B,Apple D,Barbeau H,et al. Weight-supported tread-

- mill vs over-ground training for walking after acute incomplete SCI[J].Neurology,2006,66(4):484—493.
- [5] Leahy TE. Impact of a limited trial of walking training using body weight support and a treadmill on the gait characteristics of an individual with chronic, incomplete spinal cord injury[J].Physiother Theory Pract,2010,26(7):483—489.
- [6] 郭素梅,李建民,吴庆文,等. Lokomat全自动机器人步态训练与评定系统对不完全性脊髓损伤患者步行功能的影响[J]. 中国组织工程研究,2012,16,(13):2324—2325.
- [7] Mehrholz J,Kugler J,Pohl M.Locomotor training for walking after spinal cord injury[J].Spine(Phlla Pa 1976),2008,33E68—777.
- [8] Colombo G, Wirz M, Dietz V. Driven gait orthosis for improvement of locomotor training in paraplegia patients[J]. Spinal Cord, 2001, 39, 252—255.
- [9] Field-Fote EC, Roach KE. Influence of a locomotor training approach on walking speed and distance in people with chronic spinal cord injury: a randomized clinical trial[J]. Physical Therapy, 2011,91(1): 1—13.
- [10] Wellner M, Thüring T, Smajic E, et al. Obstacle crossing in a virtual environment with the rehabilitation gait robot Lokomat[J]. Stud Health Technol Inform,2007,125:497—499.
- [11] Lünenburger L, Colombo G, Riener R, et al. Biofeedback in gait training with the robotic orthosis Lokomat[J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2004,7:4888—4891.
- [12] Nash MS, Jacobs PL, Johnson BM, et al. metabolic and cardiac responses to robotic-assisted locomotion in motor-complete tetraplegia: a case report[J]. J Spinal Cord Med, 2004,27(1):78—82.
- [13] Hornby TG, Zemon DH, Campbell D. Robotic-assisted, body-weight-supported treadmill training in individuals following motor incomplete spinal cord injury[J]. Phys Ther, 2005,85(1):52—66.
- [14] Wirz M, Zemon DH, Rupp R, et al. Effectiveness of automated locomotor training in patients with chronic incomplete spinal cord injury: a multicenter trial[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2005,86(4):672—680.
- [15] Nooijen CF, Ter Hoeve N, Field-Fote EC. Gait quality is improved by locomotor training in individuals with SCI regardless of training approach[J]. J Neuroeng Rehabil,2009,6: 36.
- [16] Field-Fote EC, Lindley SD, Sherman AL. Locomotor training approaches for individuals with spinal cord injury: a preliminary report of walking-related outcomes[J]. J Neurol Phys Ther,2005,29(3):127—137.
- [17] Mayr A, Kofler M, Quirbach E, et al. Prospective, blinded, randomized crossover study of gait rehabilitation in stroke patients using the Lokomat gait orthosis[J]. Neurorehabil Neural Repair,2007,21(4):307—314.
- [18] Westlake KP, Patten C. Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke[J]. J Neuroeng Rehabil, 2009,6:18.
- [19] Hidler J, Nichols D, Pelliccio M, et al. Multicenter randomized clinical trial evaluating the effectiveness of the Lokomat in subacute stroke[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2009, 23(1):5—13.
- [20] Hornby TG, Campbell DD, Kahn JH, et al. Enhanced gait-related improvements after therapist- versus robotic-assisted locomotor training in subjects with chronic stroke: a randomized controlled study[J]. Stroke,2008,39(6):1786—1792.

2018年北京大学第一医院举办国家级继教学习班通知

Alberta 婴儿运动量表及高危儿早期干预培训班

暨 Peabody 发育评估与干预方案培训班

内容:①Alberta 婴儿运动量表是一个通过观察来评估0—18个月龄婴儿运动发育的工具,与以往经典的里程碑式的运动发育量表相比,它更注重对婴儿的运动质量的评估,因此可以较早地识别运动发育不成熟或运动模式异常的婴儿,适用于高危儿早期监测,并为干预方案的制定提供有价值的参考信息;②以2016年翻译出版的《婴幼儿期脑性瘫痪:目标性活动优化早期生长和发育》为教材,讲授高危儿或脑瘫早期干预思路和技术要点。该书以大量研究成果为依据,结合儿童发育特点,从不同角度,不同层面,全面阐述了脑瘫的特征及其形成原因,提出了以终为始的早期干预策略和技术,剖析了有针对性设计的目标性活动训练对优化高危儿发育的重要性。培训班主讲教师由黄真主任医师及部分参译专家承担,将紧密联系临床,强调实用性。授课内容不仅有助于治疗师学习规范的评定和治疗技术,更有助于提高康复医师临床思维能力和临床技能。时间:Alberta 培训班2018年4月26—28日(25日报到),紧接在往年Peabody 培训班之后;Peabody 培训班2018年4月22—25日(21日报到)。参加两个培训班者获两个国家级继续教育学分。食宿统一安排,费用自理。报名方式:Alberta 学习班报名可电子邮件联系王翠:wanguibill@sina.com,也可电话联系:13811093176;Peabody 学习班报名可电子邮件联系田甜:cnhc_pku@aliyun.com,也可电话联系:18710030337。

北京大学第一医院