

# 脊髓损伤后步行功能障碍的康复现状

何志良, 张继荣

【关键词】 脊髓损伤; 步行功能; 康复评定

【中图分类号】 R49; R683.2 【DOI】 10.3870/zgkf.2016.06.023

脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)是一种严重的致残性疾病,它常造成正常的感觉、运动、自主神经功能和尿便功能出现障碍或丧失,最终影响患者的身体、心理以及家庭和社会<sup>[1-2]</sup>。近年来国内外流行病学研究显示国外外伤性 SCI(traumatic spinal cord injury, TSCI)的发病率约 20~45 例/百万人口,北京地区发病率约 68 例/百万人口,且 SCI 发病率呈现每年进行性增长、平均年龄有所增加的特点<sup>[3-4]</sup>。此病致残率极高,伤后多遗留截瘫或四肢瘫以及相关的并发症,其中运动功能障碍特别是步行障碍不仅使患者无法很好地进行站立、行走,同时也严重地影响其生存质量和平等地参与社会活动的的能力。因而提高 SCI 患者步行能力已成为康复工作者的主要目标。本文对近十几年来文献报道的关于 SCI 后步行功能障碍的各种步行功能评定方法及其康复训练方法的应用情况进行综述,为 SCI 患者步行功能障碍的临床康复评定和治疗提供一定的参考思路。

## 1 康复评定方法

### 1.1 主观量表评定

1.1.1 脊髓损伤神经学分类国际标准(American spinal injury association, ASIA)<sup>[5]</sup> ASIA 是临床上评估脊髓损伤最常用的量表,包括神经损伤平面和脊髓损伤分级两部分。神经损伤平面是通过脊髓损伤感觉运动评估表进行评定,脊髓损伤分级主要通过 ASIA 残损分级(ASIA Impairment Scale, AIS)来评估。而脊髓损伤平面是确定完全性 SCI 患者康复目标的主要依据,但对于不完全性 SCI 还应结合损伤平面以下的残存肌力来确定。临床上根据 ASI 分级和损伤平面评估结果,在确定康复目标、帮助 SCI 患者制定合适的康复训练方案(包括步行能力训练)、进行疗效和

预后评估等方面具有重要的临床意义。研究表明在损伤平面一致时,SCI 患者下肢运动评分越高或残损分级越高,其步行能力预后越好。

1.1.2 脊髓损伤步行指数(Walking Index for Spinal Cord Injury, WISCI) WISCI II 是在 WISCI I 的基础上改良而来的,其根据患者步行 10m 时需要的设备、支具和身体帮助为基础,分为 21 个等级,从 0 级到 20 级,分级越高,步行功能越好<sup>[6]</sup>。多中心研究证实,该量表在国内外应用中具有良好的信度和效度<sup>[7]</sup>。还有研究表明该量表更适合应用于步行能力障碍较为严重的 SCI 患者。

1.1.3 脊髓损伤功能性步行量表(Spinal Cord Injury Functional Ambulation Inventory, SCI-FAI) SCI-FAI 由步行移动参数、辅助设施使用分数和步态参数三部分组成<sup>[8]</sup>。与 WISCI II 对比,该量表更能综合地反映 SCI 患者步行障碍参数。研究证实该量表亦具有良好的信效度<sup>[9]</sup>。然而,该量表对于有一定步行能力的 SCI 患者更加适用。

1.1.4 脊髓独立性测量表(Spinal Cord Independence Measure, SCIM) SCIM-III 是在前两版的基础上修订了一些项目,同时较为普遍地应用于临床,其步行能力评定包括室内外的能力评定,它较功能独立性量表(Functional Independence Measure, FIM)和改良巴氏指数(Modified Barthel Index, MBI)等量表中的步行能力评定部分能更加准确地评定 SCI 患者步行能力的变化。研究对 SCIM-III 中文版进行了信效度的验证,结果表明该量表中文版具有良好的信效度,值得在临床上应用<sup>[10]</sup>。

1.1.5 步行时间和步行距离测试 包括步行时间评测的 10m 步行速度测定法和起立-步行-返回时间测试(timed up and go test, TUG),以及步行距离评测的 6min 步行距离测试(6-minute walk test, 6 MWT)。研究表明这 3 个步行测试同时结合 WISCI 和 SCI-FAI,能够更准确地反应步行功能的变化。

1.1.6 其它 功能独立性评定(function independent measure, FIM)、改良 Barthel 指数(modified Barthel

收稿日期:2016-04-12

作者单位:贵州医科大学,贵阳 550001

作者简介:何志良(1991-),男,硕士,主要从事神经肌肉疾病康复方面的研究。

通讯作者:张继荣, zjr1017@vip.sina.com

index, MBI)中包含步行能力评定部分,亦可用于评定SCI患者的步行功能障碍。然而它们在进行SCI患者步行功能评定时较为简略且灵敏性较差。

## 1.2 客观评定方法

1.2.1 步态分析(Gait Analysis)方法 包括定性和定量两种,定性法即目测法,在这里主要介绍定量法,即仪器分析法,如足印法、电子步垫、平面定点摄像法以及三维步态分析系统。目前最先进的方法是三维步态分析系统,其包括运动学分析、动力学分析、时空参数分析、动态肌电图及氧价分析等<sup>[11]</sup>。通过采用步态分析仪系统来测定SCI患者的步行功能障碍参数,帮助分析其步行障碍的机制和病因,以确定合适的步行训练策略。这种评定方法较量表评定和定性法能更客观、精准、可靠地评定患者的步行功能障碍,在国外已经广泛应用于临床,但是因为其设备昂贵、操作系统复杂及专业性较强等,在国内的应用尚未普及。

1.2.2 肌痉挛评定 SCI患者下肢肌痉挛的评定,有助于评估SCI患者的步行功能障碍,制定合适的康复步行训练方案。肌痉挛的评定包括主观痉挛评定量表和客观评定方法,目前用于客观评定SCI后肌痉挛主要有肌电图、H反射、F波、表面肌电和等速技术等<sup>[12]</sup>。故临床上对于SCI患者,在制定步行训练方案时结合肌电图、等速技术等客观评定,可以对肌痉挛做出更精准的评定和治疗,进而更有助于SCI患者步行功能障碍的评定及其康复治疗效果的评估。

## 2 康复训练方法

SCI患者步行能力训练之前需要进行平衡、协调和转移能力训练,关节活动度及肌力、肌耐力等训练,在这些方面达到一定程度,具有了一定的步行能力条件时开始进行步行训练。

2.1 平行杠步行训练 平行杠步行训是最基本的步行功能训练,对患者之后借助拐杖行走有很大帮助。平行杠中步行训练主要包括摆至步、摆过步、二点步、四点步等训练。但这对患者的平衡能力和上肢肌力及腰背核心肌群肌力有一定的要求,故在临床上部分患者需要佩戴相应的支具和矫形器来进行此项训练。

2.2 助行器 其主要分为拐杖和移动式助行架。与平行杠内步行的方法相比,拄拐步行训练需要更加纯熟的技巧,其训练方法类似于平行杠内步行训练方法,值得注意的是应该限制拐杖步行的速度和时间,因其容易引起较强的伴随心率上升的心血管系统的应激。移动式助行架步行训练以摆至步和交替步为主。平地训练平稳后则过渡为应用性步行训练,如斜面步行、上下台阶、跨越障碍物等动作练习。助行器作为一种辅

助工具,在脊髓损伤及其它下肢功能障碍疾病中已普遍适用。但也有研究表明,这种工具的使用增加了行走摔倒的危险性。这可能与大部分使用者未进行正确的教育和培训有关<sup>[13]</sup>。

2.3 矫形器 步行矫形器主要可分为助动式和无助动式。无助动式步行矫形器是通过患者身体重心前倾和骨盆侧倾来达到迈步行走的目标,必要时需借双拐。助动式步行矫形器是借助人体外部动力驱动的助行器,与无助动式相比,它克服了无助式耗能大、步态仿生性差等问题。临床研究表明根据SCI患者的不同损伤水平,配备个体化的步行矫形器并经过步行训练后,步行能力都能得到一定的改善<sup>[14]</sup>。

## 2.4 减重设备训练

2.4.1 减重平板步行训练(Body Weight Support Treadmill Training, BWSTT) 是一种普遍使用以改善SCI患者步行能力的训练方法,它是应用特定的悬吊装置在减轻患者下肢负荷的情况下,在活动平板上进行步行训练,治疗师根据患者的功能选择合理的平板运动速率和距离。研究表明,减重平板步行训练能明显改善SCI患者运动功能,其原因可能与增强神经元可塑性、促进脊髓内神经元回路功能重组有关<sup>[15]</sup>。大量研究表明SCI患者经过阶段性减重平板训练,患者的功能性步行评定及站立平衡功能较常规步行康复治疗后有明显的改善<sup>[16]</sup>。反重力减重跑台训练是近年来发展的一种新型的减重训练设备,但其在国内相关的介绍和应用还很少,它同其他减重平板步行训练一样,较常规的步行训练方法具有更早期介入、更安全、更有效的优势,同时它减重更加精确,对于本体感觉的重建优于一般的减重平板训练。大量国外研究表明反重力减重跑台训练能显著地提高神经肌肉系统相关疾病患者的行走能力和动态平衡能力<sup>[17]</sup>。

2.4.2 水中平板步行训练(Underwater Treadmill Training, UWTT) 其原理是利用水的相应特性如温度刺激、各种力学效应等,在水下进行活动平板步行训练,进而促进患者下肢功能改善的训练方式。水中平板步行训练的优势在于利用水的浮力一方面能够减轻下肢的负重,另一方面能使患者更容易保持直立姿势进而训练患者的平衡能力;而水的压力和温度刺激能够加强与关节有关的感觉输入,更好地提高SCI患者的步行能力。有研究者表明在常规康复训练基础上进行UWTT训练较单纯的康复训练更能改善患者的运动、感觉功能及步行能力<sup>[18]</sup>。

2.4.3 步态康复机器人 是近些年迅速发展的拥有减重、步行训练、步态矫正等多功能作用的新型康复机器人,其原理是使患者在减重状态下模拟正常人步行规

律进行运动,促进患者中枢神经系统对步行的控制,从而达到改善下肢运动、感觉功能以及纠正异常步态的作用<sup>[19]</sup>。与其它步行训练方法相比,它具有更安全、更有效、定量及可重复性高等优点,然而目前仍存在费用昂贵、未纳入医保等问题,故目前在国内只在部分经济发达地区应用较多,但不可否认的是,其依然是今后康复步行训练的主要发展趋势之一。大量研究表明步态康复机器人训练在 SCI 不同时期都可以改善 SCI 患者的步行能力<sup>[20]</sup>。

## 2.5 物理因子疗法

### 2.5.1 功能性电刺激 (Functional Electrical Stimulation, FES)

使用低频电刺激的手段,以一定的顺序和强度刺激瘫痪的肌肉,从而完成屈伸、抓握、站立、行走等动作或活动,达到康复治疗和功能重建的目的。目前常见的下肢功能性电刺激辅助步行设备,如足下垂刺激器、多通道刺激器等,但因部分疗效未确切,故部分功能性电刺激辅助步行设备尚未在临床上广泛应用<sup>[21]</sup>。有学者的荟萃分析结果表明功能性电刺激可以改善 SCI 患者瘫痪肌肉或肌群功能,恢复其部分运动功能<sup>[22]</sup>。

### 2.5.2 重复经颅磁刺激 (repetitive Transcranial Magnetic Stimulation, rTMS)

是一种无创、安全、有应用前景的治疗方法,对 SCI 患者的步行功能改善有一定的作用。它可以调节皮质的兴奋性,其机制可能是与它促使 5 羟色胺 (5-HT) 能使纤维神经递质分泌增加有关<sup>[23]</sup>。有作者研究发现在常规康复训练基础上加用 rTMS 可显著提高不完全性 SCI 患者的下肢运动评分及 WISCI 指数,且随访 2 周治疗效果仍有改善<sup>[24]</sup>。

## 2.6 神经假体 (neuroprosthesis)

神经假体是指通过电子装置替代损伤神经,刺激其控制的靶器官来实现恢复或替代肢体运动功能目的康复辅助系统。神经假体结合了功能性电刺激技术使不完全性 SCI 患者能够完成部分应用性行走,同时也使完全性 SCI 患者能够进行一些简单的动作如起坐、迈步等<sup>[25]</sup>。目前神经假体技术在 SCI 患者的功能康复和提升其生活质量方面取得了一定的效果,但同时也存在着假体系统供电、功耗大、携带性差、费用高等一些问题,这在一定程度上限制了其临床应用<sup>[26]</sup>。

## 2.7 传统康复疗法

针灸是治疗 SCI 的重要手段,有肯定的疗效<sup>[27]</sup>。研究证实电针可以改善神经的可塑性,可能的机制是其上调了 SCI 大鼠损伤区的神经营养因子的表达<sup>[28]</sup>。有研究者表明采用针灸等综合疗法能明显改善 SCI 患者的功能独立性量表评分,这说明早期针灸结合康复治疗有利于 SCI 患者下肢功

能恢复<sup>[29]</sup>。

## 2.8 其他

还有研究表明运动想象<sup>[30]</sup>,虚拟现实技术<sup>[31]</sup>等结合步行训练亦可以明显改善 SCI 患者的步行能力。近年来,有研究者对嗅鞘细胞 (Olfactory Ensheathing Cells, OECs) 移植在脊髓损伤中的应用进行了 Meta 分析表明,与移植前相比, OECs 移植后患者的运动和浅感觉功能评分有显著提高<sup>[32]</sup>。虽然细胞移植是治疗脊髓损伤的一种行之有效的方法,但因其仍有许多问题亟待解决,故其在临床上仍处于试验阶段,其应用的有效性和安全性仍需进一步的完善。

## 3 小结

总结近十几年关于改善 SCI 患者步行功能障碍的相关研究显示,随着现代生物力学、康复工程及康复辅助器具的发展,SCI 患者步行能力恢复的康复效果大大提高了,并且患者的生活质量也得到提高。但不可否认的是上述各种步行能力训练方法仍存在其各自的局限性。

大量临床研究表明,综合康复治疗疗效优于单一的康复疗法<sup>[33]</sup>。随着康复工程技术的不断发展,将现代康复以及传统康复疗法,与康复工程技术的优势结合,是目前和今后康复工作者以及相关领域研究者的一个重要研究方向。在综合康复治疗的研究中,如何根据 SCI 患者的损伤平面、损伤程度、年龄、性别、心理状况及其家庭经济情况等制定最佳的个体化治疗方案、整合并提高康复疗效,有待于今后更多的研究和分析,以便更好地为 SCI 患者解决其步行障碍,改善其生活质量,帮助其更大程度和意义上地回归家庭和重返社会。

## 【参考文献】

- [1] 励建安,许光旭,张宁,等. 实用脊髓损伤康复学[M]. 北京:人民军医出版社,2015,1-4.
- [2] 施海燕,郝又国,陆伟伟,等. 脊髓损伤的康复治疗进展[J]. 中国康复,2012,27(1):44-46.
- [3] Jain NB, Ayers GD, Peterson EN, et al. Traumatic spinal cord injury in the United States, 1993-2012[J]. JAMA, 2015, 313(22): 2236-2243.
- [4] 焦新旭,冯世庆. 创伤性脊髓损伤的流行病学研究进展[J]. 实用医学杂志,2011,27(7):1303-1305.
- [5] 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(8):879-882.
- [6] Morganti B, Scivoletto G, Ditunno P, et al. Walking index for spinal cord injury (WISCI): criterion validation[J]. Spinal Cord, 2005,43(1):27-33.
- [7] Calhoun C L, Mulcahey M J. Pilot study of reliability and validity of the Walking Index for Spinal Cord Injury II (WISCI-II) in chil-

- dren and adolescents with spinal cord injury[J]. Journal of pediatric rehabilitation medicine, 2012, 5(4): 275-279.
- [8] Field-Fote EC, Fluet GG, Schafer SD, et al. The spinal cord injury functional ambulation inventory (SCI-FAI) [J]. J Rehabil Med, 2001, 33(4):177-181.
- [9] Musselman K, Brunton K, Lam T, et al. Spinal Cord Injury Functional Ambulation Profile A New Measure of Walking Ability [J]. Neurorehabilitation and neural repair, 2011, 25(3): 285-293.
- [10] Itzkovich M, Gelernter I, Biering-Sorensen F, et al. The Spinal Cord Independence Measure (SCIM) version III: reliability and validity in a multi-center international study[J]. Disability and rehabilitation, 2007, 29(24): 1926-1933.
- [11] Cimolin V, Galli M. Summary measures for clinical gait analysis: a literature review [J]. Gait & posture, 2014, 39(4): 1005-1010.
- [12] 彭慧, 毛容秋. 脊髓损伤后肌痉挛评定的研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2010, 25(11):1110-1112.
- [13] Arango J, Montufar J. Walking Speed of Older Pedestrians Who Use Canes or Walkers for Mobility[J]. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2008, 2073(2073):79-85.
- [14] 唐丹, 刘四文, 刘海兵, 等. 不同步行矫形器在下胸段脊髓损伤中的应用探讨[J]. 中国康复医学杂志, 2004, 19(8):572-574.
- [15] 丁晓晶. 减重平板训练对脊髓损伤大鼠运动功能及远端脊髓形态学的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2011, 26(3):210-214.
- [16] 孟宪国, 范晓华, 宫艺, 等. 减重平板步行训练对不完全性脊髓损伤患者步行能力的影响[J]. 中国康复理论与实践, 2009, 15(8): 714-716.
- [17] Berthelsen MP, Husu E, Christensen SB, et al. Anti-gravity training improves walking capacity and postural balance in patients with muscular dystrophy [J]. Neuromuscular disorders, 2014, 24(6): 492-498.
- [18] 丛芳, 周红俊, 李建军, 等. 水中平板步行训练对脊髓损伤患者康复疗效的初步观察[J]. 中国康复理论与实践, 2006, 12(12): 1021-1023.
- [19] Esquenazi A, Packel A. Robotic - assisted gait training and restoration [J]. Am J Phys Med Rehabil, 2012, 91(11):217-227.
- [20] Hachisuka K. Robot - aided training in rehabilitation [J]. Brain Nerve, 2010, 62(2):133-140.
- [21] 孟殿怀, 励建安. 功能性电刺激辅助步行设备的应用进展[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27(10):973-976.
- [22] 邵阳, 李民, 陈力学, 等. 功能性电刺激对脊髓损伤的修复作用[J]. 中国医学物理学杂志, 2010, 27(1):1668-1671.
- [23] 张新, 李建军, 霍小林, 等. 重复经颅磁刺激对脊髓运动功能恢复的影响及其机制的实验研究[J]. 中国康复理论与实践, 2008, 14(3):228-230.
- [24] 潘钰, 汪漩, 杜巨豹, 等. 重复经颅磁刺激对不完全性脊髓损伤患者的干预效果[J]. 中国康复理论与实践, 2009, 15(11):1058-1060.
- [25] 高峰, 杜良杰, 李建军, 等. 脊髓损伤患者的下肢功能重建: 智能化康复手段[J]. 中国康复理论与实践, 2008, 14(9):845-846.
- [26] 张力新, 王忠鹏, 陈龙, 等. 运动神经假体康复技术回顾与展望[J]. 纳米技术与精密工程, 2015, (6):404-413.
- [27] 杨拯, 何彦芳, 陈建敏, 等. 电针在脊髓损伤功能康复中的研究[J]. 时珍国医国药, 2011, 22(1): 249-250.
- [28] 陈虹, 李俊岑, 党彦丽, 等. 电刺激对大鼠脊髓损伤后神经生长因子表达的影响[J]. 中国康复理论与实践, 2012, 18(01):33-36.
- [29] 胡华亮. 中医结合康复治疗脊髓损伤患者的临床疗效观察[J]. 中医临床研究, 2010, 2(8):81-82.
- [30] 罗绯, 刘建成, 李艳波, 等. 运动想象疗法对不完全脊髓损伤患者肢体功能及 ADL 的影响[J]. 中国康复, 2015, 30(5):364-365.
- [31] 李红玲. 虚拟现实技术及其在康复医学中的应用进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2013, 35(5):414-416.
- [32] 马昌科, 沈忆新. 嗅鞘细胞移植修复大鼠及人类脊髓损伤的 Meta 分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(10):905-911.
- [33] 吴映华, 蔡颖, 周莉, 等. 综合康复治疗脊髓损伤患者的疗效观察[J]. 中国现代医学杂志, 2010, 20(10):1581-1584.

作者·读者·编者

## 参考文献著录格式

参考文献: 文稿中有关引用资料以近期出版的期刊及著作为主, 应用的资料必需是正式发行的出版物, 按在文稿中首次出现的顺序编码, 并用方括号标注如“曾敏等<sup>[1]</sup>报道”。参考文献著录格式应将作者的前 1~3 名列出, 3 名后加等。①著作: 作者. 书名[M]. 出版地: 出版社, 年, 起止页码。②期刊: 作者. 文稿题[J]. 期刊名, 年, 卷(期): 起止页码。