

- 疾病中的应用[J]. 中风与神经疾病杂志, 2013, 30(6): 571-572.
- [9] 杨丹, 王健. 等速运动负荷诱发肱二头肌疲劳过程中 sEMG 信号变化[J]. 中国体育科技, 2002, 38(4): 48-49.
- [10] 万泽明. 脑卒中患者上肢肌肉表面肌电信号分解与疲劳研究[D]. 北京: 中国科学院大学, 2013, 10.
- [11] Riley NA, Bilodeau M. Changes in upper limb joint torque patterns and EMG signals with fatigue following a stroke[J]. Disabil Rehabil, 2002, 24(18): 961-969.
- [12] Mesin L, Cescon C, Gazzoni M, et al. A bi-dimensional index for the selective assessment of myoelectric manifestations of peripheral and central muscle fatigue[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2009, 19(5): 851-863.
- [13] Ashby P, Mailis A, Hunter J. The evaluation of "spasticity"[J]. Can J Neurol Sci, 1987, 14(3): 48-49.
- [14] 孙栋, 戴慧寒, 蔡齐芳, 等. 脑卒中偏瘫患者肘屈伸肌群最大等长收缩的表面肌电图研究[J]. 中国康复医学杂志, 2006, 21(5): 308-310.
- [15] Cheng PT, Chen CL, Wang CM, et al. Leg muscle activation patterns of sit-to-stand movement in stroke patients[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2004, 83(1): 10-16.
- [16] Den Otter AR, Geurts AC, Mulder T, et al. Abnormalities in the temporal patterning of lower extremity muscle activity in hemiparetic gait[J]. Gait Posture, 2007, 25(3): 342-352.
- [17] 赵军, 张通, 芦海涛, 等. 脑卒中偏瘫步态表面肌电图和动态关节角度分析及康复策略研究[J]. 中国实用内科杂志, 2013, 28(6): 948-952.
- [18] Rybar MM, Walker ER, Kuhnen HR, et al. The stroke-related effects of hip flexion fatigue on over ground walking[J]. Gait Posture, 2014, 39(4): 1103-1108.
- [19] Buurke JH, Hermens HJ, Erren-Wolters CV, et al. The effect of walking aids on muscle activation patterns during walking in stroke patients[J]. Gait Posture, 2005, 22(2): 164-170.
- [20] 樊留博, 刘宝华, 朱婧, 等. 膝关节控制训练治疗脑卒中后痉挛性偏瘫表面肌电图分析[J]. 浙江中西医结合杂志, 2015, 25(2): 152-154.
- [21] 许林海, 韩丽雅. 功能强化训练结合肌电生物反馈对急性脑卒中患者上肢功能的影响[J]. 中国康复, 2015, 30(3): 185-188.
- [22] Andersen LL, Zeeman P, Jorgensen JR, et al. Effects of intensive physical rehabilitation on neuromuscular adaptations in adults with poststroke hemiparesis[J]. J Strength Cond Res, 2011, 25(10): 2808-2817.
- [23] Buurke JH, Hermens HJ, Erren-Wolters CV, et al. The effect of walking aids on muscle activation patterns during walking in stroke patients[J]. Gait Posture, 2005, 22(2): 164-170.
- [24] Boudarham J, Pradon D, Roche N, et al. Effects of a dynamic-ankle-foot orthosis (Liberté®) on kinematics and electromyographic activity during gait in hemiplegic patients with spastic foot equinus[J]. NeuroRehabilitation, 2014, 35(2): 369-379.
- [25] 刘嵘, 丽娜. 茜药甘草汤结合运动训练治疗脑卒中后肌痉挛临床研究[J]. 河南中医, 2016, 36(4): 583-584.
- [26] 王彦斌, 陈剑, 李天骄, 等. 不同频率电针对脑卒中下肢痉挛患者肌电图及步行能力的影响: 随机对照研究[J]. 中国针灸, 2011, 31(7): 580-584.

脑卒中患者步行功能障碍的康复现状

陈源, 张继荣

【关键词】 脑卒中; 步行; 康复评定

【中图分类号】 R49;R743.3

【DOI】 10.3870/zgkf.2017.00.026

脑卒中是威胁人类健康的常见疾病, 步行功能障碍是脑卒中患者主要的功能问题之一。患者步行能力恢复情况直接关系到他们的生存质量。因此在脑卒中患者的康复中, 评定和恢复患者的步行功能是一个重要目标^[1]。就上述问题, 本文从常用的步行功能评定方法以及主要康复治疗技术的应用情况进行综述。

1 康复评定

1.1 量表评定法 ①威斯康星步态量表(Wisconsin gait scale, WGS): 该表适用于评定脑卒中后偏瘫的异常步态。观察项目包括患侧下肢步行周期中的站立时相、足趾离地、迈步时相以及足跟着地在内的4个时期

的动作表现, 共计14项。最低分14分, 最高分45分。得分越高, 提示步态异常程度越严重^[2]。Yaliman等^[3]研究发现, 该量表具有良好的信度、效度, 可明确指出步态的异常所在, 对制订康复方案及评价康复疗效有很好的价值, 可作为脑卒中患者步态评价的首选量表。②步态分级异常量表(gait abnormality rating scale, GARS): 用于评价老年人步态及其跌倒风险的量表, 包括3大部分, 一般情况; 下肢部分; 躯干、头部、上肢部分, 共16项。每项最低0分, 最高3分, 总分48分。得分高者步态差^[4]。目前其信度及应用价值已在社区老年人、智力障碍老年人、转移障碍老年人中得到证实^[5]。③Fugl-Meyer运动功能评定(Fugl-Meyer motor assessment, FMA) (下肢部分): 共17项, 每项分为3个等级记分(0~2分), 最高分为34分。分数越高提示下肢的分离运动越好^[6]。Fugl-Meyer运动功能评定能较准确地对偏瘫患者肢体功能做出定量评定, 是目前国际公认的、标准的评定方法。

收稿日期: 2016-04-15

作者单位: 贵州医科大学, 贵阳 550000

作者简介: 陈源(1989-), 男, 硕士研究生, 主要从事脑血管病康复的临床研究。

通讯作者: 张继荣, zjr1017@vip.sina.com

该方法评定用时短,结果解释较确切,评定内容详细,适用于科学研究及临床工作^[7]。④计时起立-步行测验(timed up & go test,TUG):常用于描述脑卒中后患者功能移动能力和基本活动技巧。测试内容是被检查者从坐位站起,向前步行3m,转身回到座椅前方坐下。记录全程所用时间。正常人7~10s即可完成测验,不能在此时间完成,尤其超过20s完成者提示存在移动障碍^[8]。李敏等^[9]研究证实该量表具有良好的信度和效度。⑤此外常用的量表还有功能性步态分析量表(functional gait analysis,FGA)和功能性步行分级(functional ambulation classification,FAC)^[10]。

1.2 定量分析法 三维步态分析系统是一种新兴的步态分析技术,使得原来步态的简单定性描述发展到从运动学和运动力学方面定量分析,为制订治疗计划和评定治疗效果提供客观数据^[11]。该系统可对下列参数进行定量分析:①时空参数:包括步长、步宽、步频、足夹角、跨步长度、步行速度、步行周期时间、站立相时间、迈步相时间等。②运动学参数:是步行中大关节运动变化规律(角度、速率、加速度等),重心位置、骨盆位置的变化规律,并绘制成曲线图。③动力学参数:研究引起运动的力的参数,如地面反作用力、关节力矩等。④肌电活动参数:表面肌电可提供行走中肌肉活动的模式、肌肉活动开始与结束、肌肉在步行中的作用、肌肉收缩类型和体位相关的肌肉反应水平等。⑤能量参数:包括能量代谢参数和机械能参数^[12]。脑卒中后患者的运动或感觉传导通路发生障碍导致肌张力异常、平衡功能下降、本体感觉下降、运动控制障碍,最终导致步态异常,常表现为划圈步态。赵军等^[13]研究发现,偏瘫患者步长和跨步长明显短于正常人,而步宽高于正常人;偏瘫患者步态周期明显高于正常人,患腿站立相和摆动相所占比例与正常步态无显著性差异;双腿支撑期所占比例明显增加,而患侧单腿支撑期所占比例明显减少。桑德春等^[14]提出利用三维步态分析数据可对异常步态的具体原因进行分析,并提出有针对性的指导意见;例如,在自然行走过程中,偏瘫患者双下肢的单支撑期和摆动相的明显缩短,可导致患者步行周期延长、步态异常、步速减慢、步行能力下降,提示增加单足支撑训练是改善患者步态和步速的有效方法。长期以来,由于设备昂贵,操作复杂,参数理解困难,分析耗时长,限制了临床的应用,近年来随着对运动解析的深入理解,以及计算机技术的高速发展,数据自动采集和分析的速率大大提高,简化了步态分析的过程^[15]。施黄骏等^[16]开发的三维步态分析辅助系统实现了三维步态实验数据的自动分析和批处理,能够准确快速地得到常用的静态平衡分析结果并生成相

应报告。并提供动态步态平衡分析的三维步态可视化窗口。三维步态分析让人们对偏瘫步态运动特点有了全新的认识,为今后人体运动科学和临床步态分析提供更好的发展方向。

2 康复治疗

2.1 步行训练 Elisabeth等^[17]在一项系统评价中发现,在康复病房管理的脑卒中患者,在3个月、6个月和12个月后独立行走的概率分别为0.60、0.65和0.91;而未在康复病房管理的患者,在3个月、6个月和12个月后独立行走的概率分别为0.39、0.69和0.74,康复训练有利于患者步行能力的提高和恢复。常用的步行训练内容有:①健康宣教:使患者掌握一定的康复知识,并积极进行康复训练;②坐位平衡性训练:训练患者由无力支撑其坐位直至不必扶持的静止性坐位,训练时通过移动自身重心从而调整姿势,最终获得坐位平衡。③站立位平衡性训练:要求其负重站立,来回移动身体重心,从而实施静止和动态平衡的训练。④行走训练:在早期即负重站立并且积极落实行走训练,易促使躯干力量恢复。⑤楼梯训练:在患者下肢Brunstrom级别超过3级时,可实施上下楼梯的训练,上楼梯时应使患腿先上,而下楼梯时则改由健腿先下^[18]。目前步行训练中融入神经发育疗法^[19]、本体神经肌肉促进技术^[20]、运动再学习技术的理论和方法^[21],极大地促进了患者步行能力的改善。Hamacher等^[22]提出通过向卒中患者中枢神经系统输入正常的运动模式、本体运动及皮肤感觉的冲动,这些机制反映了大脑的可塑性,促进大脑功能的重组或代偿,能有效促进急性卒中偏瘫患者步行能力的恢复。

2.2 减重步行训练(body weight support gait trainer) 通过器械悬吊的方式将患者身体的重量部分向上吊起,配合运动平板使患者步行时下肢的负担减轻,以帮助患者进行步行训练、平衡训练。减重步行使患者在步行训练中身体的重心分布趋于对称,提高步行稳定性;减少重力在步行中对下肢肌群的收缩负荷,使得下肢肌力小于3级的患者早期进行步行训练;减重状态下可以调节下肢的肌张力,缓解负重带来的下肢伸肌协同运动和病理步态;及早输入正常的生理步行模式,促进正常步态恢复;减重支撑装置保护下,安全性提高,消除患者紧张和恐惧心理^[23]。Combs等^[24]应用减重步行进行训练,结果表明在步态对称性、步行速度及耐久性方面有显著优势。刘鹏等^[25]研究发现减重步行训练通过改变肌肉的形态结构,从而改善患者的下肢运动功能。王文清等^[26]研究发现减重步行训练可提高患者步行速度及平衡功能,大脑皮质缺血

灶血流灌注较对照组增加,而血流灌注增加对中枢神经系统的重塑和功能重组有促进作用。

2.3 康复机器人(rehabilitation robot) 康复机器人是能自动执行预设任务的机器设备,协助人体完成某些功能,主要应用于脑卒中患者的步态和平衡能力训练^[24]。下肢康复机器人具有减重系统、反馈系统及虚拟训练系统。由设备带动患者以接近正常步态的模式进行训练,此时患者身体重心位于中线,骨盆和躯干运动稳定,同时刺激下肢的本体感受器,促进本体感觉的恢复,有效改善步行能力^[27]。林海丹等^[28]研究发现下肢康复机器人治疗6周后试验组下肢Fugl-Meyer运动功能评分、上田敏式分级及功能性步行分级均较治疗前明显改善,且显著优于对照组水平。而Wu等^[29]在下肢康复机器人训练中,下肢Fugl-Meyer运动功能评分、功能性步行分级上也得到相同的结论。康复机器人有多种运动模式如被动运动、助力运动、阻力运动等,不同的运动模式按照循序渐进的原则促进步行功能恢复。神经的可塑性和大脑功能重组是神经损伤后功能恢复的基础^[30]。Hu等^[31]研究表明,机器人辅助下的运动训练中感觉和运动信息同步性较好,形成正确的“感觉-运动回路”,这有利于神经结构和功能上重塑。如何通过机器智能与生物智能的融合,实现机器人与人的自然、精准交互,目前已经成为康复机器人研究的一个热点^[32]。

2.4 虚拟现实技术(Virtual Reality, VR) VR利用高性能计算机结合多种传感技术生成一个具有多种感官刺激的虚拟境界,患者通过感官获得反馈来与计算机进行交互,达到康复评估与训练的目的^[33]。VR应用于康复治疗时涉及重复、反馈和动机三个关键环节^[34]。反复练习是康复治疗中掌握一项运动技能的重要因素。视觉、听觉、嗅觉和本体感觉所提供的反馈信息,可以强化患者在练习中获得的正确行为,维持患者的动机水平和积极性,获得愉快的情绪体验,促使其反复地练习直至固化该行为。You等^[35]利用VR系统来训练患者的步行能力,结果表明,行走速度、社区中的步行距离,以及跨越的台阶数量均有显著增加。Kim等^[36]对24例卒中偏瘫患者进行4周,30min/d的VR训练,在步行时空参数,10m步行功能检查,改良运动功能评定量表有明显增加,步行能力得到改善。但杨雨洁等^[37]的一项系统评价中,经VR疗法训练后,患者下肢的Berg平衡量表评分和步行速度的改变较常规康复训练并没有明显统计学差异,提示患者经VR训练后,下肢运动功能改善不明显。

2.5 矫形器(Orthosis) 脑卒中偏瘫患者容易出现足内翻、足下垂、跟腱短缩等畸形,由此引起步态的异

常。正常人步行时以足跟先着地,而患者的患肢在支撑相早期以足的前外侧缘着地,进而影响了站立相的平衡和摆动相的足廓清,步行时表现为划圈步态和跨阈步态^[38]。张达彬等^[39]发现应用踝足矫形器治疗的偏瘫患者,在Berg平衡量表、10m最大步行速度和生理消耗指数较治疗前及对照组均有显著提高。矫形器通过控制踝关节的运动,使其相对固定,纠正异常的足内翻和足下垂,减轻肌肉痉挛,预防和矫正足部畸形,保持下肢正确的生物力学对线,提高平衡和步行功能^[40]。踝足矫形器帮助患者摆动相时的足廓清,使足跟在正确的位置着地,提高站立相时的稳定性,还能降低步行能量消耗^[41],符合患者理想运动频率,帮助偏瘫患者省力高效地完成步行。荣积峰等^[42]总结发现在患者早期卧床中,不正确的肢体摆放,导致关节的变形和肌肉挛缩,而其矫正是很困难的,严重妨碍站立和步行训练。所以应早期正确使用踝足矫形器,配戴固定的踝足矫形器后,脑卒中患者的踝关节的角度在各个方面都受到了较好的控制,对患者足部的异常模式加以预防和纠正,促进预后的改善。Bosch等^[43]提出将功能性电刺激与矫形器相结合,综合两者的优点,可以更高效的改善患者步行能力。

3 小结

总结上述文献可以发现,随着康复医学的发展,步行功能障碍的康复评定及治疗技术也在不断进步。量表评定因其简便、实用性和可行性高的特点仍然是步行功能评定的基础。而三维步态分析系统的应用使步态评定定量化、精确化,对步行功能的改善和临床治疗提出更有针对性的指导和建议。随着卒中康复基础理论的深入研究,传统康复治疗方法得到系统的理论支撑和技术改进。康复机器人的应用为临床带来新的治疗手段,是未来研究和发展的一个方向,但制约其应用的主要问题是设备操作复杂,价格昂贵,目前尚难以广泛普及。

【参考文献】

- [1] 张通.中国脑卒中康复治疗指南(2011完全版)[J].中华医学会神经病学分会神经康复学组,中华医学会神经病学分会脑血管病学组,卫生部脑卒中筛查与防治工程委员会办公室[J].中国康复理论与实践,2012,18(4):301-318.
- [2] Rodriguez AA, Black PO, Kile KA, et al. Gait training efficacy using a home-based practice model in chronic hemiplegia[J]. Archives of Physical Medicine & Rehabilitation, 1996, 77(8):801-805.
- [3] Yaliman A, Kesiktas N, Ozkaya M, et al. Evaluation of intrarater and interrater reliability of the Wisconsin Gait Scale with using the video taped stroke patients in a Turkish sample[J]. Neurorehabili-

- tation, 2014, 34(2):253-258.
- [4] Wolfson L, Whipple R, Amerman P, et al. Gait assessment in the elderly: a gait abnormality rating scale and its relation to falls [J]. Journal of Gerontology, 1990, 45(45):12-19.
- [5] 胡楠, 卢茜, 李军, 等. 两种步态量表在脑卒中偏瘫步行评定中的评测者间信度[J]. 中国康复理论与实践, 2015, 21(5):549-551.
- [6] Fuglmeier AR. Post-stroke hemiplegia assessment of physical properties[J]. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine Supplement, 1980, 7(4):85-93.
- [7] 桑德春, 纪树荣, 张缨, 等. Fugl-Meyer 量表在社区脑卒中康复疗效评定中的应用[J]. 中国康复医学杂志, 2007, 22(3):264-265.
- [8] Bscpt DP, Sandra Richardson MD. The Timed "Up & Go": A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons[J]. Journal of the American Geriatrics Society, 1991, 39(2):142-148.
- [9] 李敏, 瓮长水, 毕素清, 等. 计时"起立-行走"测验评估脑卒中患者功能性步行能力的信度和同时效度[J]. 中国临床康复, 2004, 8(31):6819-6821.
- [10] Wrisley DM, Marchetti GF, Kuharsky DK, et al. Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment[J]. Physical Therapy, 2004, 84(10):906-918.
- [11] 夏清, 穆景颂. 三维步态分析在偏瘫康复中的研究进展[J]. 安徽医学, 2011, 32(4):553-555.
- [12] 万青, 吴伟, 刘慧华, 等. 脑卒中患者偏瘫步态的时空及关节运动学参数分析[J]. 中国康复医学杂志, 2014, 29(11):1026-1030.
- [13] 赵军, 张通, 芦海涛, 等. 脑卒中偏瘫步态分析的临床应用[J]. 中国康复理论与实践, 2013, 19(7):655-657.
- [14] 桑德春, 卢利萍, 邵春霞, 等. 老年脑卒中偏瘫患者的三维步态分析[J]. 中国康复理论与实践, 2013, 19(9):860-862.
- [15] 岳雨珊, 俞君, 张文毅, 等. 三维步态分析的研究进展[J]. 中华生物医学工程杂志, 2011, 17(4):372-376.
- [16] 施黄骏, 吴昱, 马安邦, 等. 三维步态分析辅助系统的设计与实现[J]. 中国数字医学, 2015, (2):32-34.
- [17] Elisabeth P, Louise A, Dean CM, et al. What is the probability of patients who are nonambulatory after stroke regaining independent walking? A systematic review[J]. International Journal of Stroke Official Journal of the International Stroke Society, 2011, 6(6):531-540.
- [18] 刘艳荣. 强化步行训练对早期脑卒中偏瘫肢体康复效果的观察[J]. 河北医学, 2015, (6):1023-1026.
- [19] 欧阳迎, 吴毅, 周立晨, 等. Bobath 理念引导下的核心肌群训练对脑卒中偏瘫患者步行功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(6):424-427.
- [20] 古澤正道, 陈立嘉(译). 针对脑卒中患者的 Bobath 治疗方法[J]. 中国康复理论与实践, 2011, 17(9):805-809.
- [21] 辛玉甫, 荣姗姗, 尤爱民, 等. 改良 PNF 技术对脑卒中偏瘫患者下肢功能的影响[J]. 中国康复, 2015, 30(3):192-194.
- [22] Hamacher D, Herold F, Wiegel P, et al. Brain activity during walking: a systematic review[J]. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 2015, 57(2):310-327.
- [23] Kim K, Lee S, Lee K. Effects of progressive body weight support treadmill forward and backward walking training on stroke patients' affected side lower extremity's walking ability[J]. Journal of physical therapy science, 2014, 26(12): 1923-1935.
- [24] Combs SA, Dugan EL, Ozimek EN, et al. Effects of body-weight supported treadmill training on kinetic symmetry in persons with chronic stroke[J]. Clinical Biomechanics, 2012, 27(9):887-892.
- [25] 刘鹏, 王艳君, 毛玉瑢, 等. 减重步行训练改善脑卒中患者小腿肌肉形态结构的生物力学研究[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27(9):792-796.
- [26] 王文清, 崔志新, 李艳双, 等. 减重步行训练改善老年脑梗死偏瘫患者步行能力的局部脑血流灌注显像研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2011, 32(10):49-52.
- [27] 周媛, 王宁华. 康复机器人概述[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(4):400-403.
- [28] 林海丹, 张韬, 白定群. 下肢康复机器人训练对脑卒中偏瘫患者下肢运动功能的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(9):851-853.
- [29] Wu H, Gu XD, Fu JM, et al. Effects of rehabilitation robot for lower-limb on motor function in hemiplegic patients after stroke [J]. National Medical Journal of China, 2012, 92(37):2628-2631.
- [30] 余敏, 周一心, 陆静珏, 等. 神经康复学科研究进展[J]. 上海医药, 2015, 22(1):4-8.
- [31] Hu XL, Tong KY, Song R, et al. A comparison between electromyography-driven robot and passive motion device on wrist rehabilitation for chronic stroke[J]. Neurorehabilitation & Neural Repair, 2009, 2013(4):258-266.
- [32] 李光林, 郑悦, 吴新宇, 等. 医疗康复机器人研究进展及趋势[J]. 中国科学院院刊, 2015, 20(6):793-802.
- [33] 冯绍雯, 王萍, 王建国, 等. 虚拟平衡游戏训练在脑卒中患者平衡和步行功能康复中的应用[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(11):1171-1173.
- [34] Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: review[J]. Cyberpsychology & Behavior, 2005, 8(3):187-211.
- [35] You SH, Sung Ho J, Yun-Hee K, et al. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study[J]. Review of Scientific Instruments, 2005, 36(6):1166-1171.
- [36] Kim JH, Jang SH, Kim CS. Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: a double-blind, randomized controlled study[J]. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2009, 88(9):693-701.
- [37] 杨雨洁, 岳雨珊, 郭佳宝, 等. 虚拟现实技术对脑卒中患者上下肢运动功能康复效果的系统评价[J]. 中国康复理论与实践, 2013, 19(8):710-721.
- [38] 王妍, 熊杰. 不同类型矫形器在脑卒中偏瘫患者应用中的功能效应[J]. 中国组织工程研究, 2013, (42):7475-7480.
- [39] 张达彬, 刘国光, 梁志安. 踝足矫形器在卒中偏瘫异常步态患者康复中的应用效果[J]. 中国脑血管病杂志, 2015, 29(12):110-112.
- [40] 赵辉三, 曹学军, 张晓玉, 等. 假肢与矫形器学[M]. 北京:华夏出版社, 2013, 190-195.
- [41] White H, Jenkins J, Neace WP, et al. Clinically prescribed orthoses demonstrate an increase in velocity of gait in children with cerebral palsy: a retrospective study[J]. Developmental Medicine & Child Neurology, 2002, 44(4):227-232.
- [42] 荣积峰, 吴毅, 顾玲, 等. 脑卒中患者足下垂和足内翻康复研究进展[J]. 中国康复, 2015, 29(1):45-48.
- [43] Bosch PR, Harris JE, Wing K. Review of Therapeutic Electrical Stimulation for Dorsiflexion Assist and Orthotic Substitution From the American Congress of Rehabilitation Medicine Stroke Movement Interventions Subcommittee[J]. Archives of Physical Medicine & Rehabilitation, 2013, 95(2):390-396.