

·综述·

任务导向性训练在脑卒中后偏瘫康复中的应用进展

刘四维¹ 关 敏¹ 高 强^{1,2}

脑卒中是临床常见神经系统疾病,目前中国每年发病人数超过200万,其中大部分患者在发病后较长时间内,因脑卒中所导致的偏身运动功能障碍,需要依赖他人协助才能完成各种日常生活活动^[1]。针对脑卒中所导致的偏瘫,国内外康复治疗从业者提出了为数众多的治疗方法,其中任务导向性训练(task-oriented training, TOT)近年来被越来越多地报道,大多数研究者认为相对于其他治疗方法,TOT对脑卒中后偏瘫的恢复训练更具疗效^[1-3]。TOT还能加速偏瘫患者总体恢复进程^[2],脑卒中急性期、亚急性期与慢性期的康复治疗患者均可从中获益^[3]。美国和加拿大均在其近年出版的脑卒中治疗指南中对TOT有极高证据水平的推荐^[4-5]。本文将对TOT在偏瘫康复中的临床应用研究及相关延伸应用进行综述。

1 任务导向性训练简介

1.1 任务导向性训练应用于偏瘫治疗的起源

Janet H. Carr 和 Roberta B. Shepherd 于1987年发表著作,推出了针对脑卒中偏瘫患者训练的运动再学习理论(motor relearning program, MRP)。MRP是把中枢神经损伤后运动功能的恢复训练视为一种学习过程,综合应用生物力学、运动科学、神经科学、行为学等为理论基础,以作业或任务为导向,强调病人主动参与的一种训练方式。近年来“运动再学习理论”被更直接地改称为“运动学习(motor learning, ML)理论”^[6-7]。TOT被应用于脑卒中偏瘫的康复治疗,正是由当初的MRP最先推荐使用,并被设计成为运动学习四大步骤中至关重要的一步^[7]。

1.2 任务导向性训练方法

ML理论指出,TOT是通过将运动训练融入特定的任务环境中,设计适当的目标,采用分阶段式的难度调整,进而激发患者训练动机,诱导患者的外部关注,激活运动中肌肉期前收缩,同时要给予患者适当的内、外部反馈,最终达到改善患者运动控制的一种训练方式^[7]。Timmermans等^[8]通过系统分析认为,“治疗者的反馈”、“足够明确的任务目标”以及“分阶段训练”是影响TOT训练效果的关键因素。Paik等^[9]指出,TOT训练应结合生活环境,使用日常生活中常见的物品如:

硬币、毛巾、杯碟等作为任务目标。条件允许的情况下,双侧肢体同时参与的TOT比单肢体训练更受推荐^[10]。临床实践中,TOT训练的阶段难度调整既可以体现在改变目标物的形状、重量或尺寸,也可以表现为改变训练中的运动距离、外界阻力或持续时间^[11]。

总的来说,TOT是一种发散性的康复训练方式,他没有统一的操作方法与设计思路,临床工作者需根据每一位偏瘫患者具体的功能障碍以及训练目标,个体化地设计合适的任务类型与阶段性难度,并在训练过程中给予恰当的反馈以引导患者控制姿势、抑制代偿。基于ML理论对患者训练质量的要求,TOT训练效果评价应该以完成运动的质量和保证质量前提下的完成次数作为考核指标,而非仅仅评价是否触及目标、肢体活动范围或肌力大小等^[7]。

2 任务导向性训练在偏瘫患者中的应用研究

TOT应用于偏瘫患者的相关研究报道,主要集中在上肢功能、下肢功能、平衡功能以及日常生活活动(activities of daily living, ADL)能力等方面。

2.1 任务导向性训练提高偏瘫患者上肢运动功能

脑卒中偏瘫患者通常存在上肢运动功能障碍,大部分患者均不能正常使用偏瘫侧上肢完成日常活动^[12]。李响等^[13]研究认为TOT对偏瘫上肢功能的恢复具有较强的针对性,通过4周训练,与对照组相比,治疗组患者上肢及手部Brunnstrom分期得到了明显的提高。Park等^[14]在其试验中通过表面肌电图,直观的描述了TOT训练对慢性偏瘫患者上肢肌肉力量的恢复效果,并且认为TOT训练能有效纠正偏瘫患者的代偿策略,建立正常的运动模式。McCombe等^[10]通过fMRI观察到对偏瘫患者上肢进行TOT训练,能有效激活梗死侧大脑皮层相应表达区,促进相应功能区中枢神经系统重塑。Wattchow等^[15]通过系统评价认为针对病程4周以内偏瘫患者的上肢功能恢复,TOT较传统的Bobath训练技术以及其他大多数训练方式均更具优势。

近年来,将TOT与上肢机器人训练相结合成为偏瘫患者上肢训练的一个热点。侯红等^[17]研究认为,上肢智能机器

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2020.03.026

1 四川大学华西医院华西康复医学中心,四川省成都市,610041; 2 通讯作者

第一作者简介:刘四维,男,康复治疗师; 收稿日期:2018-07-31

人辅助TOT训练具有三点优势:①通过固定装置可给予关节保护,并针对性的训练特定关节;②可以提供多方面的实时反馈,激励患者反复训练;③训练难度可视患者情况随时调节。付桢等^[17]在其研究中指出,上肢机器人辅助的TOT训练能更好的改善偏瘫患者手指主动活动度及手的抓握功能。脑机接口(brain-computer interface, BCI)系统可为运动训练提供更多形式的反馈^[18],Nishimoto等^[19]在上肢机器人辅助TOT训练的基础上,进一步结合BCI,其研究认为,即便是完全性瘫痪的上肢,也能通过BCI联合TOT训练获得功能提升;并能有效地改善偏瘫上肢的习得性废用,诱导中枢神经系统重塑,颇具开发前景。不过,Timmermans AA等^[20]虽然也肯定了上肢机器人在TOT训练时能为患者提供额外的本体感觉反馈,但其研究认为上肢机器人结合TOT训练与单纯TOT训练相比,并未给慢性脑卒中患者带来额外的训练效果。

人类日常生活中总是伴随完成各项任务,其中绝大部分需要靠手操作完成,TOT将上肢功能训练融入到各种具体任务当中,正是顺应了人类对上肢功能最根本的需求。以上研究表明,TOT可以充分调动偏瘫患者上肢功能潜力,促进上肢肌群的协同运动,提高上肢运动控制能力,纠正代偿,从而让患者能以更接近正常的姿态完成上肢运动。使用上肢机器人结合TOT的方式虽然尚未达成统一认识,不过上肢机器人能增强训练反馈的效果受到研究人员的一致认可,这也正好符合TOT训练的要求,未来的研究成果值得期待。

2.2 任务导向性训练提高偏瘫患者下肢功能

直立步行是人类最独特也是最基本的活动之一,步行能力的下降严重影响偏瘫患者各种日常生活活动的独立性与持久性,降低偏瘫患者的生活质量^[21]。虽然80%的卒中患者仍可完成步行,但姿势、步态与正常情况存在显著差距^[22]。偏瘫患者下肢功能恢复与步行能力密切相关。李晓军等^[23]研究认为,重复性的TOT下肢训练,能显著提高偏瘫患者下肢运动功能FMA(Fugl-Meyer assessment)评分。刘美凤等^[24]发现TOT下肢训练能增加偏瘫患者下肢骨骼肌含量,预防肌肉萎缩,提高下肢运动协调性。吴耀敏等^[25]研究认为TOT能有效改善偏瘫患者下肢运动控制,患者通过TOT学会的动作可以直接在日常生活中使用,这有利于患者将治疗室内步行转化为日常步行能力。

当患者还无法独立步行或站立时,运动平板与电动起立床可用于辅助TOT下肢训练。Kwon等^[21]研究认为将运动平板与TOT相结合,通过完成不同速度、方向或平台斜率的步行任务,能显著提升偏瘫患者下肢功能,改善步行节奏,增加偏瘫侧下肢单支撑相时间;患者在起立行走试验(the timed up and go test, TUGT)与6min步行试验中也能有更好的表现。Jeong等^[26]研究发现,使用运动平板能为步行TOT训练

提供合理的保护,并易于调整难度阶梯,如:在患者功能较弱而任务难度较大时给予悬吊保护,防止摔倒;或根据任务需要调整悬吊支持强度、步行速度以及给予障碍物等。Kim等^[27]利用电动起立床辅助,对不同时期的偏瘫患者进行TOT下肢训练发现,对于发病4周左右的早期偏瘫患者的患侧下肢运动诱发及负重能力有明显疗效;而对于发病3—9个月的后期患者,可明显改善其各项步行能力相关指标,如:步长、步速、节律等,促进独立步行能力^[28]。

这些研究说明,TOT下肢训练能有效改善偏瘫患者下肢运动控制,对患者下肢功能恢复以及步行能力造成积极的影响;对于早期功能较弱的患者,借助辅助设备尽早开始TOT下肢训练也能表现出显著的训练价值。上述研究还表明,与上肢功能训练相比,偏瘫患者下肢功能的TOT训练可能需要更多的辅助设备。这是由于TOT上肢训练常常在坐位即可完成,TOT下肢训练则需要患者至少能维持站立,而要让偏瘫患者维持站立显然比维持坐位更加困难。虽然仰卧位和坐位也能进行下肢训练,但是非站立位的下肢TOT训练并不被提倡,因为运动训练效果具有环境特异性:运动训练所带来的效果,常常只能在接受训练时所处的体位或环境中得到体现,而无法转移到另一种体位或环境中去^[7]。人类下肢功能主要是维持站立和步行,仰卧位或坐位的下肢TOT训练效果难以转移到站立或行走当中,因此,有效的下肢训练应在站立或行走的环境下进行^[7]。Donath等^[29]在其研究中也发现了上述运动训练具有任务环境特异性的现象。故此,运动平板与电动起立床可以视为早期患者下肢TOT训练的合理辅助手段。

2.3 任务导向性训练提高偏瘫患者平衡功能

超过一半的脑卒中患者存在主观平衡信心不足,并在出院后至少有一次跌倒经历,而改善患者平衡功能是预防跌倒的主要手段^[30]。Priya等^[31]认为TOT作为平衡功能训练手段,能显著提升偏瘫患者的动态平衡,降低跌倒风险,并能减少患者的恐惧感。彭杰等^[32]研究证明,对患者进行TOT下肢训练,能显著提高偏瘫患者Berg平衡评分和FMA平衡功能评分,其训练效果优于其他传统神经生理学疗法。Park等^[33]发现TOT能有效改善偏瘫患者的头部及骨盆运动协调性,从而改善姿势调整能力,在提高患者Berg平衡评分的同时提升患者的稳定极限。近年来有研究显示,核心肌群稳定性的提高与偏瘫患者平衡功能的改善密切相关^[34],Kim等^[35]在其研究中发现,TOT训练也能增强偏瘫患者的核心稳定性,改善躯干控制,从而提升患者平衡功能。

以上研究显示,TOT训练带来的益处并不局限于训练任务所使用的肢体或训练的内容本身,即使训练任务并未刻意强调平衡,患者仍然能从TOT训练中获得平衡功能的改善。平衡不仅仅是对于刺激的反应,更重要的是它是一

种与环境之间的相互作用;相比于传统神经促通技术强调姿势和反射的训练策略,TOT训练的设计充分考虑各种环境因素,更加符合平衡功能发挥作用的实际场景,故能带来更实用的训练收益。另外,TOT对下肢功能直接的恢复效果,也是其提升偏瘫患者平衡功能的重要原因之一。不过,上述文献中对平衡任务的设计表现出较高的差异性,这是由于日常生活中与平衡相关的任务本就丰富多样,可以用于患者治疗的平衡任务也就拥有相对更多的选项。

2.4 任务导向性训练提高偏瘫患者ADL能力

Yoo等^[36]研究指出,ADL活动高度依赖于手部功能,偏瘫患者因手功能损伤往往在进行ADL活动时存在极大的难度,而TOT能显著改善偏瘫患者手部功能,进而有效提升ADL能力。Ludger^[6]认为相较于单纯的阻力训练,TOT可以为患者提供有挑战性的ADL目标,从而直接改善患者ADL执行能力。张水亮^[37]研究指出,针对ADL能力的TOT训练能丰富患者的训练项目,增强患者的训练趣味性,能显著提升偏瘫患者Barthel指数。而Park^[38]认为,针对有认知功能障碍的偏瘫患者,TOT可能是改善其ADL能力有效的方式。Shin等^[39]研究认为,利用虚拟现实技术进行TOT训练,可以模拟各项ADL活动,设置理想的难度阶梯,并给予即时反馈,能有效提升偏瘫患者应对多种日常活动的能力。

这些研究结果显示,患者通过对患病前已经熟悉的ADL活动进行TOT训练,做到训练生活化、生活训练化,能让患者即时感受到训练为其带来的益处,有利于患者尽快回归家庭生活;TOT通过其挑战性及趣味性可以增强患者训练动机,提升患者训练配合度及训练积极性,从而达到更好的训练效果;即便对认知功能有障碍的患者,普通的训练常常难以配合,但将其置身于TOT所创造的接近日常生活的训练环境中,仍有机会直接提高其ADL能力,满足康复治疗回归家庭的基本要求。

3 任务导向性训练在偏瘫患者中的延伸应用

除了常规训练方式以外,TOT还存在其他延伸应用方式,小组循环训练与任务导向性肌力训练是近年来研究报道较多的两种。

3.1 小组循环训练

任何运动技巧的获得都需要每天完成足够的训练强度与训练时间,为了增加偏瘫患者的训练强度与训练时间,ML理论推荐小组循环训练(circuit class training,CCT)。作为TOT的延伸,CCT包括两层含义:①将功能障碍相似的患者集合为小组,训练时间内,一人训练,其余组员观看,轮流交替;非训练时间内鼓励互相交流并互相监督进行额外训练;②训练内容应该是有意义的任务,即TOT^[7]。

Song等^[40]研究认为,CCT能放大TOT的优点,使患者的

训练更加积极主动并能让患者获得更多的成就感,极大地提高了患者社会参与能力。Kim等^[41]研究认为CCT训练中,一名治疗师可以同时面对多名患者,极大地节约了人力成本,具有较高的性价比;组员之间相互敦促与交流,使其能比个人练习有更好的训练体验。Sofia等^[42]也认为,高强度的运动训练是偏瘫功能恢复的关键因素之一,而CCT训练中的小组成员会出于自尊的考虑,产生良性竞争,进而自觉完成较高强度的额外训练。

CCT让小组中每一位患者完成同一项TOT训练,既可以激发小组成员间相互比较、相互竞争,提升训练积极性;又可以使小组中成员通过观察他人完成任务时的表现,反思自我,敦促主动学习,延长实际训练时间;还可以通过小组成员间互相的鼓励、监督和探讨,提高训练效率,同时改善患者社交能力以便出院后回归社会角色。这完全符合康复治疗回归家庭,回归社会的基本宗旨。

3.2 任务导向性肌力训练

以往通常认为肌力训练会加重偏瘫患者的痉挛。然而,对偏瘫患者进行肌力训练却受到ML理论的推荐,其认为肌肉力量与肌肉耐力是产生并维持运动的必要条件,而合理的肌力训练在提升肌力的同时不但不会引起患者肢体肌张力增高,反而可以缓解痉挛;另一方面,为了顺应运动训练的环境特异性,ML理论指出偏瘫患者的肌力训练应该与TOT相结合,ML理论称其为任务导向性肌力训练(task-oriented strength training,TOST)^[7]。

研究人员发现,接受抗阻力量训练确实能让一部分偏瘫患者肌力水平得到明显的提升,但这种肌力的增加并没有带来活动水平的改进^[43],Williams等^[44]认为这是常规肌力训练缺乏任务特异性而导致的结果。Silva等^[45]研究认为TOST比常规肌力训练或常规TOT训练均能更好的诱导神经肌肉适应性,从而促进运动功率生产和运动技巧学习,使偏瘫患者在力量、速度和运动质量方面均可获益。Folkerts等^[46]研究认为,常规肌力训练往往单调而重复,随着时间推移会降低对患者的吸引力,消磨患者的训练积极性,而TOST可以减少肌力训练的枯燥性,即便在没有治疗师监督的情况下也能为患者带来运动控制的改善。Miyata等^[47]研究也发现,TOST能够改善偏瘫患者的肌张力、预防关节挛缩。2015年加拿大卒中治疗指南^[4]中也明确指出,尚无足够的证据支持肌力训练与偏瘫患者上、下肢肌张力增高有必然联系。

是否应对脑卒中后偏瘫患者进行肌力训练目前并无充分的循证依据作为支撑,尚存在广泛争议。不过,上述研究表明,TOST既可以改善偏瘫患者肌肉张力、抑制痉挛,又能在提升患者肌力的同时改善相应的功能活动与运动质量,或许可以成为兼顾偏瘫患者肌力训练和功能训练的可行性方式。

4 小结

根据前述研究报道,TOT可以充分提升患者训练积极性,对脑卒中后偏瘫患者多个方面产生积极的治疗效果。然而其具体的训练内容在上述研究中并无统一规范,大部分研究中所提及的具体训练内容、训练强度、训练周期均不尽相同。近年来越来越多的研究者认为“中枢神经可塑性”是中枢神经系统损伤后躯体功能恢复的神经生理基础^[48-49]。与单纯的肢体运动训练相比,TOT被认为能更有效地诱导中枢神经系统重塑,这也是其对偏瘫患者表现出显著训练效果的重要原因之一,但也有研究人员指出,临床实践中,每日的训练强度、训练次数、训练时间,以及整体训练周期等细节与神经重塑程度的相关性还不够明确^[50]。故笔者认为,TOT训练的规范化与训练中细节因素对神经重塑的实际影响程度,可能是未来康复研究人员研究的重要方向;随着研究的深入,未来甚至可能根据TOT训练细节与神经重塑之间的具体关系,反向规范训练中的各种因素。

综上所述,TOT在偏瘫患者康复训练中操作性强,应用面广,对偏瘫患者上肢功能、下肢功能、平衡功能及日常生活活动能力均有显著疗效,值得在临床工作中被推广使用。

参考文献

- [1] Zhang X, Yue Z, Wang J. Robotics in lower-limb rehabilitation after stroke[J]. *Behav Neurol*, 2017, 2017:3731802.
- [2] Lewthwaite R, Winstein CJ, Lane CJ, et al. Accelerating stroke recovery: body structures and functions, activities, participation, and quality of life outcomes from a large rehabilitation trial[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2018, 32(2):150—165.
- [3] Jeon BJ, Kim WH, Park EY. Effect of task-oriented training for people with stroke a meta-analysis focused on repetitive or circuit training[J]. *Top Stroke Rehabil*, 2015, 22(1):34—43.
- [4] Hebert D, Lindsay MP, A McIntyre, et al. Canadian stroke best practice recommendations: Stroke rehabilitation practice guidelines, update 2015[J]. *Int J Stroke*, 2016, 11(4):459—484.
- [5] Winstein CJ, Stein J, Arena R, et al. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/ American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2016, 47(6):e98—e169.
- [6] Ludger van Dijk, Corry van der Sluis, Bongers RM. Reductive and emergent views on motor learning in rehabilitation practice[J]. *J Mot Behav*, 2017, 49(3):244—254.
- [7] 王宁华, 黄真(译). 神经康复:优化运动技能[M]. 第1版. 北京:北京大学医学出版社, 2015.
- [8] Timmermans AA, Spooren AI, Kingma H, et al. Influence of task-oriented training content on skilled arm-hand performance in stroke: A Systematic Review[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2010, 24(9):858—870.
- [9] Paik YR, Kim SK, Lee JS, et al. Simple and task-oriented mirror therapy for upper extremity function in stroke patients: a pilot study[J]. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy*, 2014, 24(1):6—12.
- [10] McCombe Waller S, Whitall J, Jenkins T, et al. Sequencing bilateral and unilateral task-oriented training versus task oriented training alone to improve arm function in individuals with chronic stroke[J]. *BMC Neurol*, 2014, 14:236.
- [11] 王月丽, 曾明, 姚云海, 等. 振动结合上肢任务导向性训练对脑卒中后偏瘫患者上肢运动功能的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(4):447—450.
- [12] Baniña MC, Mullick AA, McFadyen BJ, et al. Upper limb obstacle avoidance behavior in individuals with stroke[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2017, 31(2):133—146.
- [13] 李响, 张洪蕊, 杨宪章, 等. 以任务目标为导向的上肢功能训练对卒中患者日常生活活动能力的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2017, 32(10):1180—1182.
- [14] Park JH. The effect of task-oriented training on the muscle activation of the upper extremity in chronic stroke patients[J]. *J Phys Ther Sci*, 2016, 28(4):1384—1386.
- [15] Wattochow KA, McDonnell MN, Hillier SL. Rehabilitation interventions for upper limb function in the first four weeks following stroke: a systematic review and meta-analysis of the evidence[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2018, 99(2):367—382.
- [16] 付桢, 姜荣荣, 潘翠环, 等. 康复机器人辅助下任务导向训练对脑卒中手功能的效果[J]. *中国康复理论与实践*, 2017, 23(3):338—344.
- [17] 侯红, 王彤, 范亚蓓, 等. 上肢智能反馈结合任务导向性活动训练对偏瘫患者上肢功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(3):191—193.
- [18] 陈树耿, 贾杰. 脑机接口在脑卒中手功能康复中的应用进展[J]. *中国康复理论与实践*, 2017, 23(1):23—26.
- [19] Nishimoto A, Kawakami M, Fujiwara T, et al. Feasibility of task-specific brain-machine interface training for upper-extremity paralysis in patients with chronic hemiparetic stroke[J]. *J Rehabil Med*, 2018, 50:52—58.
- [20] Timmermans AA, Lemmens RJ, Monfrance M, et al. Effects of task-oriented robot training on arm function, activity, and quality of life in chronic stroke patients: a randomized controlled trial[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2014, 11(1):45—55.
- [21] Kwon OH, Woo Y, Lee JS, et al. Effects of task-oriented treadmill-walking training on walking ability of stroke patients[J]. *Top Stroke Rehabil*, 2015, 22(6):444—452.
- [22] Sánchez N, Acosta AM, Lopez-Rosado R, et al. Lower extremity motor impairments in ambulatory chronic hemiparetic stroke: evidence for lower extremity weakness and abnormal muscle and joint torque coupling patterns[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2017, 31(9):814—826.

- [23] 李晓军, 冯丽娜, 余鹏. 任务导向性训练在脑卒中偏瘫患者中的应用[J]. 神经损伤与功能重建, 2016, 11(4):362—363.
- [24] 刘美凤, 赵黎明, 孙红日,等. 任务导向性训练对脑卒中偏瘫者骨骼肌含量及肌力的影响[J]. 重庆医科大学学报, 2017, 42(10):1270—1273.
- [25] 吴耀敏, 沈杰, 王古月,等. 下肢任务导向性训练对脑卒中患者步行能力的影响[J]. 颈腰痛杂志, 2017, 38(5):494—495.
- [26] Jeong YG, Koo JW. The effects of treadmill walking combined with obstacle-crossing on walking ability in ambulatory patients after stroke: a pilot randomized controlled trial [J]. Top Stroke Rehabil, 2016, 23(6):406—412.
- [27] Kim CY, Lee JS, Kim HD, et al. Lower extremity muscle activation and function in progressive task oriented training on the supplementary tilt table during stepping-like movements in patients with acute stroke hemiparesis[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2015, 25(3):522—530.
- [28] Kim CY, Lee JS, Kim HD, et al. The effect of progressive task-oriented training on a supplementary tilt table on lower extremity muscle strength and gait recovery in patients with hemiplegic stroke[J]. Gait Posture, 2015, 41(2): 425—430.
- [29] Donath L, Roth R, Zahner L, et al. Slackline training and neuromuscular performance in seniors: a randomized controlled trial[J]. Scand J Med Sci Sports, 2016, 26(3):275—283.
- [30] Liu TW, Ng GYF, Ng SSM. Effectiveness of a combination of cognitive behavioral therapy and task-oriented balance training in reducing the fear of falling in patients with chronic stroke: study protocol for a randomized controlled trial[J]. Trials, 2018, 19(1):168.
- [31] Priya K, Vijaya KK, Abraham MJ, et al. Effects of task oriented exercises with altered sensory input on balance and functional mobility in chronic stroke: a pilot randomized controlled trial[J]. Bangladesh Journal of Medical Science, 2017, 16(2):307—313.
- [32] 彭杰, 郑琨, 陈红霞,等. 运动再学习疗法对偏瘫患者平衡能力的疗效观察[J]. 中国康复, 2014, 29(3):205—206.
- [33] Park MH, Won JI. The effects of task-oriented training with altered sensory input on balance in patients with chronic stroke[J]. J Phys Ther Sci, 2017, 29(7):1208—1211.
- [34] Koshiro H, Michiyuki K, Tomoyoshi O. Effect of core stability training on trunk function, standing balance, and mobility in stroke patients:A randomized controlled trial[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2017, 31(3):240—249.
- [35] Kim BH, Lee SM, Bae YH, et al. The Effect of a task-oriented training on trunk control ability, balance and gait of stroke patients[J]. J Phys Ther Sci, 2012, 24(6):519—522.
- [36] Yoo C, Park J. Impact of task-oriented training on hand function and activities of daily living after stroke[J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(8):2529—2531.
- [37] 张水亮. 早期肢体任务导向训练改善脑梗死偏瘫患者肢体功能和生活能力的效果分析[J]. 临床医学研究与实践, 2016, 1(8):82.
- [38] Park J. Effects of task-oriented training on upper extremity function and performance of daily activities in chronic stroke patients with impaired cognition[J]. J Phys Ther Sci, 2016, 28(1):316—318.
- [39] Shin JH, Ryu H, Jang SH, et al. A task-specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for stroke patients: 1 usability test and two clinical experiments [J]. J Neuroeng Rehabil, 2014, 11(1):1—10.
- [40] Song HS, Kim JY, Park SD. The effect of class-based task-oriented circuit training on the self-satisfaction of patients with chronic stroke[J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(1):127—129.
- [41] Kim SM, Han EY, Kim BR, et al. Clinical application of circuit training for subacute stroke patients: a preliminary study[J]. J Phys Ther Sci, 2016, 28(1):169—174.
- [42] Sofia S, Carlotta M, Andrea B, et al. Monitoring step activity during task-oriented circuit training in high-functioning chronic stroke survivors: a proof-of-concept feasibility study[J]. Ann Rehabil Med, 2016, 40(6):989—997.
- [43] Simone Dorsch, Louise Ada, Daniella Alloggia. Progressive resistance training increases strength after stroke but this may not carry over to activity: a systematic review[J]. J Physiother, 2018, 64(2):84—90.
- [44] Williams G, Kahn M, Randall A. Strength training for walking in neurologic rehabilitation is not task specific[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2014, 93(6):511—522.
- [45] Da Silva PB, Antunes FN, Graef P, et al. Strength training associated with task-oriented training to enhance upper-limb motor function in elderly patients with mild impairment after stroke: a randomized controlled trial[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2015, 94(1):11—19.
- [46] Folkerts MA, Hijmans JM, Elsinghorst AL. Effectiveness and feasibility of eccentric and task-oriented strength training in individuals with stroke[J]. NeuroRehabilitation, 2017, 40 (4):459—471.
- [47] Miyata S, Terada S, Matsui N, et al. Effects of task-specific paretic ankle plantar flexor training on walking in a stroke patient: a single-case study[J]. J Phys Ther Sci, 2018, 30(3): 443—447.
- [48] Karen C, Adam C, Phoebe I, et al. Evidence for training-dependent structural neuroplasticity in brain-injured patients: a critical review[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2018, 32 (2):99—114.
- [49] Miao P, Wang C, Li P, et al. Altered gray matter volume, cerebral blood flow and functional connectivity in chronic stroke patients[J]. Neurosci Lett, 2018, 662:331—338
- [50] Baptista CS, Sanders ZB, Berg HJ. Structural plasticity in adulthood with motor learning and stroke rehabilitation [J]. Annu Rev Neurosci, 2018, 41:25—40.