

脑卒中后手功能障碍的作业疗法应用进展*

唐朝正¹ 贾 杰^{1,2}

脑卒中是一种临床上常见的脑血管疾病,具有高发病率、高死亡率、高致残率的特点,其中80%是由缺血性脑梗死导致^[1]。脑卒中后约有55%—75%的患者会遗留肢体功能障碍,而手功能障碍占到其中的八成以上,这其中只有30%的患者能实现手功能的完全恢复^[2-3]。脑卒中造成的上肢功能障碍严重影响患者的日常生活、工作及学习^[4],本文就任务导向训练、双任务训练在脑卒中后手功能障碍中的应用做一概述,以帮助临床工作者更好地指导患者康复,促进患者早日重返家庭和社会。

1 作业疗法在脑卒中手功能障碍中的应用

1.1 强制性运动疗法

研究表明,强制性运动疗法(constraint-induced movement therapy, CIMIT)是一种有效的神经康复手段,能够促进各期脑卒中患者手功能障碍的恢复^[5]。

Livingston-Thomas等^[6]发现基于食欲刺激的自愿强制使用疗法对脑缺血大鼠前肢功能恢复有效,与假手术组相比模型组大鼠对侧前肢功能缺损评分显著减少,该疗效一直持续20天。Joo等^[7]的研究显示,CIMIT组缺血模型大鼠在颗粒检索任务中表现更好,前肢的使用也更对称,SEP波形振幅降低。另一方面,Barzel等^[8]研究发现6个月的家庭CIMIT干预患者运动活动日志和Wolf运动功能测试评分比对照组获得更大的提高。Singh等^[9]的研究也认为改良CIMIT能改善卒中患者的手功能障碍。Taub等^[10]的研究证实CIMIT转移训练能加强卒中患者上肢ADL中的使用能力,他们对患手实施每天3.5h,一共10周的实验室和日常生活中的使用干预。结果表明,CIMIT转移训练患者获得比对照组高2.4倍的运动活动日志评分和Wolf运动功能评分的显著提高,这种疗效能持续到治疗后1年,并且CIMIT转移训练的亚组分析表明治疗开始后的一个月每周与患者保持电话联系,能使6个月随访时的运动活动日志评分增加2倍。因此,作者认为CIMIT转移训练是一种增加卒中患者上肢实验室和ADL中使用能力的有效方法。

1.2 运动想象疗法

运动想象疗法(motor imagery therapy, MIT)根据运动

记忆在大脑中激活某一活动的特定区域达到提高运动功能的目的。研究提示MIT能加强运动区神经网络之间的联系和激活运动皮质,从而促进卒中患者运动功能的恢复^[11-12]。

De Vico Fallani等^[13]探究了基于脑机接口的上肢运动想象训练对患者功能神经网络的影响,发现解剖病变能在多层次影响脑功能网络,在 β (13—30Hz)频带,与健手比较患者进行MI时脑局部效率降低,受累半球感觉运动区及额叶和顶叶区的连接性增加。Sun等^[14]用fMRI观察患者运动想象后的皮质重组,发现MIT组受累半球感觉运动皮质激活增加,并且随着感觉运动皮质偏侧指数的增长皮质的活化聚焦,而传统康复组仅少量感觉运动皮质的激活或聚焦,并且MI与该变化间存在正相关。作者认为,卒中患者干预后存在不同的皮质重组模式(感觉运动皮质的激活或聚焦),患者可以根据自身情况选择合适的方式来改善他们的运动功能。Lipert等^[15]研究发现,有严重躯体感觉障碍的患者重复经颅磁刺激显示该组患者运动想象介导的皮质脊髓通路的兴奋性显著降低。最新的证据表明,运动想象疗法是一种安全、低成本、能多次重复的脑卒中后上肢运动功能康复的有效手段^[16]。

1.3 镜像疗法

镜像疗法(mirror therapy, MT)可改善卒中患者上肢的运动功能、日常生活活动能力和控制疼痛^[17]。

Wang等^[18]利用fMRI发现,虽然卒中患者激活模式与健康受试者明显不同,但作者认为镜像错觉还是能引起观察手对侧大脑激活。Mehnert等^[19]用功能近红外线光谱技术研究镜像运动错觉对楔前叶的激活效应,发现半球之间的竞争机制使运动皮质的激活显示出与运动手相反的偏侧优势,但没有揭示镜像效应。Invernizzi等^[20]将26例发病时间小于4周的卒中患者随机分为镜像治疗组($n=13$)和传统治疗组($n=13$),镜像治疗组进行每天30min的镜像训练,传统治疗组进行30min的假训练,连续干预1月后评价治疗效果。结果显示,镜像治疗组在上肢行为研究测试, Motricity指数及FIM评分上取得更大的改善($P<0.01$)。作者认为MT是一种改善卒中患者上肢运动功能障碍的有效方法。Wu等^[21]观察了MT对卒中患者运动和感觉功能恢复的影响。结果表明,MT

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2014.12.026

*基金项目:国家“十二·五”科技支撑课题(2013BAI10B03)

1 复旦大学附属华山医院康复医学科,上海静安区,200040; 2 通讯作者
作者简介:唐朝正,男,硕士研究生在读; 收稿日期:2013-11-04

组在Fugl-Meyer整体和远端的评分上得分更高,表现出更短的反应时间和更大的肩肘互相关,修订诺丁汉感官温度评价得分也显著提高。作者认为,卒中后MT的应用对患者的运动表现、运动控制、温度觉恢复有益,但对慢性卒中患者不一定能转化为日常生活活动能力。

1.4 双上肢训练

双上肢训练(bilateral upper limb training,BULT)包括上肢功能性任务训练、单块肌肉反复收缩训练和手固定下的反复伸手训练等,研究证实BULT相比单侧肢体训练能获得更好的上肢活动能力表现^[22]。

Van Delden等^[23]比较了单侧上肢训练、BULT和改良CIMT对卒中患者上肢功能的康复疗效,干预6周后发现各组上肢行为研究测试评分均显著改善,这种疗效一直持续到6周随访时,但干预后和6周随访的上肢行为研究测试评分组间比较并没有显著差异。Morris等^[24]对56例卒中患者进行20min/次,1次/d,为期6周的双上肢干预。结果表明,双上肢训练组在灵活性上表现出更大的改善,但这种影响在18周内失去了全部的康复效果,并且年轻的卒中患者(年龄≤68岁)表现出更大的整体恢复。Hijmans等^[25]使用Cywee Z辅助患者进行双上肢训练,发现患者的Fugl-Meyer上肢评分较干预前显著增加,但Wolf运动功能评分和上肢残疾结局评分并没有显著的改善。Sampson等^[26]运用BULT结合虚拟现实技术对卒中后上肢功能障碍的患者进行为期6周的干预。结果显示,患者的Fugl-Meyer上肢评分、等长肌力测试、动机目录调查问卷评分等均显著增加,因此认为BULT结合虚拟现实技术是一种有效的上肢康复方法。

1.5 任务导向训练

1.5.1 任务导向训练概述:任务导向训练(task-related training,TRT)是基于运动控制和运动学习理论系统模型,在强调患者主观参与和认知重要性的前提下,针对患者的缺失成分和异常表现,以实际生活所需的功能为目标,以任务为导向引导患者主动参与有控制的运动训练,采用解释、指示、练习结合语言、视觉反馈以及手法指导等,让患者在具体的任务实践中实现运动功能康复的一种治疗方法^[27]。TRT通过患者在达到目标或完成任务过程中不断得到的反馈来促进运动模式的有效整合,从而有利于优化神经网络和运动程序,而在训练中设定目标让患者有成功和失败的体验则能提高患者主动参与的兴趣,这些都有助于患者脑功能的重组。TRT作为一种有效的神经康复干预手段,其运动技能学习的心理机制及基于经验和学习的神经可塑性机制已经得到证实^[28]。研究表明,TRT的及时反馈、分配实践和明确功能性目标的训练能增加卒中患肢上肢的康复疗效^[32]。

1.5.2 任务导向训练的影像学研究:临床研究表明,TRT对卒中患者上肢功能的改善作用与大脑皮质的重组和激活有

关。Saleh等^[29]利用机器人辅助下的虚拟现实任务导向训练对2例脑卒中患者的瘫痪上肢进行为期2周的干预,fMRI扫描发现患者在休息状态和虚拟现实技术任务导向的引导下患手运动期间大脑皮质的激活发生变化,患侧初级运动皮质休息状态下和任务导向下的功能连接激活振幅明显增加,但一例患者健侧初级运动皮质和患侧运动皮质之间的功能连接在两种情况下都减弱,而另外一例患者则增加。作者分析认为,休息状态下大脑皮质的功能连接状况可作为脑功能重组的检测手段,特别是对于瘫痪上肢控制不佳的患者。Patel等^[30]利用fMRI研究发现,执行手指敲击任务时顶叶白质区高信号面积和BOLD信号变化之间有显著的负相关,该变化可能与老年人的脑血管损伤程度有关。Veverka等^[31]采用fMRI研究肉毒素A结合TRT对脑卒中患者上肢痉挛的影响,发现肉毒素A治疗之前患者任务导向相关脑区即显示激活、包括双侧额顶叶感觉皮质区、前扣带回、苍白球、丘脑和小脑,而肉毒素A治疗后患者的主动网络体积部分还原,健侧枕叶皮质、缘上回和楔前叶皮质激活显著增加,随着治疗的进行健侧岛叶皮质、对侧额上回、双侧额极的激活则进一步下降。作者认为,肉毒素A结合TRT干预期间,脑卒中后上肢痉挛的全脑激活模式与内部和外部的感觉运动系统有关。Rehme等^[32]的研究发现,卒中患者双侧大脑半球的初级运动皮质、前运动皮质及辅助运动皮质的激活增加与运动行为的改善相关,但严重的卒中患者执行任务导向活动时健侧和患侧运动区激活增加而全脑的活动下降。作者认为,随着严重卒中患者运动功能的恢复患侧初级运动皮质和前运动皮质的活性逐渐增加,表明早期的皮质重组与患手的运动功能恢复有关。Carey等^[33]研究发现,上肢运动功能的恢复与TRT引起的辅助运动区、扣带回、脑岛以及感觉运动皮质的局部脑血流变化有密切关系,这种动态变化体现了大脑对运动网络的适应。

1.5.3 任务导向训练的临床应用:Thielman等^[34]对TRT的研究表明,该干预方式能显著改善患肢肩关节和肘关节的运动控制,并且增加患者躯干的控制能力。作者分析认为,TRT所涉及的意识参与增加了患者的躯干控制从而更有效地促进患者运动功能的提高。进一步研究表明^[35],在瘫痪上肢进行任务导向训练时提供躯干控制是否正确听觉反馈,能加强患者对躯干的控制能力,减少对上肢活动的代偿反应,从而提高患者上肢的康复效率,改善上肢的运动功能。Brunner等^[36]将60例亚急性卒中患者随机分为改良CIMT组(n=30)和双侧TRT组(n=30)进行为期4周的干预,统计分析显示在上肢行为研究测试、九孔插板测试及运动活动日志评分上组间比较无显著差异($P>0.05$),但组内比较两组患者的评分都较治疗前获得显著改善,因此,双侧TRT和改良CIMT都是改善上肢运动功能的有效手段。Blennerhassett等^[37]将

60例卒中患者分成上肢组($n=30$)和移动组($n=30$),两组患者均接受为期4周的常规治疗加TRT干预,发现相比移动组,上肢组Jebsen Taylor手功能测试及运动评估量表得分显著提高,并且运动能力测试的所有项目也获得不同程度的提高,作者认为TRT巡回小组干预模式能帮助卒中患者上肢获得更多的功能改善。Kim TH等^[38]探讨了TRT结合经皮电神经刺激(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)对卒中患者上肢康复的有效性。他们对TRT+TENS组实施每天30min,每周5天,一共4周的干预。结果显示,相比对照组,TRT+TENS组患者的Fugl-Meyer上肢评分、手功能测试评分、盒和模块测试评分都显著增加,但改良Ashworth评分只有TRT+TENS组获得改善。作者认为,TRT结合TENS治疗能显著改善卒中患者肢体的运动功能损害,增加患肢的运动能力。Ikuno等^[39]也在进行的一项随机交叉试验中,证实TRT结合TENS治疗能显著改善卒中患者的Wolf运动功能评分。Schweighofer等^[40]研究认为,基于适宜的任务训练法则的机器人辅助下TRT能增加卒中患者上肢运动控制的协调性和补偿患者运动能力的不足,还能有效地减少治疗师体力上的付出,从而使卒中患者获得最大程度的治疗收益。Wallace等^[41]根据11例脑卒中患者患手的残余能力制定每天1h,连续10天的TRT干预。结果显示,患者的Borg自觉疲劳评分适宜(平均分14分),上肢行为研究测试和九孔插板测试评分相比治疗前也取得显著进步($P<0.001$),作者认为基于患者的残余能力确立的TRT训练强度更有利于患者上肢功能的康复。

1.6 双任务训练

双任务训练(dual-task training, DTT)是近年来发展起来的一种新的作业疗法,主要用于脑损伤后运动和认知功能的康复,它通过训练患者在特定的靶向性任务活动中进行动物枚举或者数字加减等认知活动,有效的促进患者运动控制和认知活动的整合,从而促进患者的整体康复^[42-43]。该疗法目前主要用于脑卒中后步态、平衡功能障碍、认知障碍的治疗,但作为一种兼备认知和运动功能康复的干预手段,在脑卒中后上肢功能障碍的临床康复中有一定的应用价值。

Van Kessel等^[44]研究发现,基于电脑视觉探测的双任务训练会增加卒中患者的反应时间和不对称性表现,由于注意负担的增加患者可能会产生轻微的忽略行为,尤其在复杂情况下即使患者没有明显的单侧忽略,由于双任务执行过程中注意力的分配患者可能出现视觉空间上的注意忽视。Almaghyuli等^[45]研究认为,双任务表现中患者对高频词的处理在整体上更容易,而在第2个任务执行过程中则会选择性的干扰任务表现。Melzer等^[46]研究证实,在单双任务条件下由于摇摆阶段的持续,卒中患者的患腿比健腿踏步时间更慢,而与单任务相比,双任务条件下由于踏步启动持续增加患者的踏步时间明显延长,虽然力学参数与健康受试者不同,但

单双任务条件下训练的效果并没有差别。Kizony等^[47]探究了基于虚拟环境的双任务训练对卒中患者的影响,发现卒中组比对照组在步态速度和步幅长度上表现出更大的变异性,但在双任务条件下卒中患者有一种增加步行速度和步幅长度的趋势,而步速和步幅持续时间的变化则是在双任务条件下双重任务导致的一个显著效果。作者认为,不同的步态策略,包括步行速度的增加或减少,可以用来应付双任务所要求的认知需求的增加。Plummer-D'Amato等^[48]的研究认为,双任务下患者的说话任务比视觉空间任务和记忆任务对患者的步行速度和幅度产生更大的影响,但步伐的时间变化率并没有发生明显的改变,双任务条件下的叙述虽然有停顿、产生的句子也较短,但是能产生更多的新信息,对于有运动障碍的卒中患者的认知功能有优先刺激作用。Yang等^[49]研究发现,除时间对称指数外,双任务训练能改善所选择的步行测量参数(如:步行速度,步频,步幅),而对照组的这些测量指标指没有发生明显变化。作者认为,双任务训练对于改善卒中患者的步行能力是一种可行且有效的方法。Bensoussan等^[50]研究证实偏瘫患者睁眼执行算数任务时姿势的控制比单纯闭眼情况下要好($P<0.014$),而在健康受试者睁眼执行算数任务时和单纯睁眼情况下身体的摇摆没有明显区别,而且睁眼执行算数任务时患者的摇摆面积和路径的增加还与患者的年龄有关。作者认为,算数任务和闭眼任务都降低了偏瘫患者姿势的稳定性,但提高训练难度,可更好地提高患者运动控制的能力。

Houwink等^[51]探究了执行DTT操作时患者的注意分配和上肢支持之间的关系,他们发现无上肢支持,中度卒中患者在双任务表现中偏瘫上肢显示出更大的侧偏差异。使用上肢支持,发现轻、中、重度卒中患者间无差异,证实在双任务表现上中度上肢瘫痪患者缺乏运动控制的自动化。此外,上肢的支持能降低患者注意力的使用负担。Pohl等^[52]也对DTT进行研究,他们让患者在行走或者说话的情况下,使用健手或患手进行运动,然后比较分析单任务和双任务条件下患者的语速、韵律和手运动速度的变化。结果显示,患手在单双任务条件下运动速度没有改变,由于说话时手的运动速度增加,健手运动速度在双任务条件下受到影响。虽然运动患手时患者说话的韵律发生下降,但是手的运动能增加说话速度。Wamain等^[53]研究了卒中患者在双任务条件下健手和患手执行小指到拇指的逆序运动时视觉分辨率的变化。结果表明,非利手的视觉分辨率没有受到运动任务的影响,然而利手执行运动任务的时候患者的视觉分辨受到影响。虽然DTT目前在脑卒中后手功能障碍的康复上运用很少,但是作为一种整合认知和运动功能康复的手段,其对轻中度脑卒中患者的康复疗效值得研究者的关注。

2 作业疗法应用的思考及展望

由于人的上肢接受中枢神经系统大量神经纤维的支配,脑卒中后患者手功能的恢复一直较独立行走更缓慢^[54],如何寻求更有效的康复治疗手段从而促进患者手功能的康复一直是临床康复工作者关注的问题。脑卒中后手功能障碍的康复一直强调采用综合治疗进行干预,作业疗法作为康复治疗中一种行之有效的康复手段,能改善卒中患者的运动功能障碍,提高其生存质量和独立生活能力^[55],但临床运用中存在治疗标准不统一、操作不规范、干预手段的选择不合理等问题。现就脑卒中后手功能障碍的临床康复中,作业疗法的分期选择做一些个人的探讨。脑卒中后软瘫期,由于患者基础状况还不是很稳定、患肢完全丧失运动能力,此时在常规康复治疗的基础上加上运动想象疗法将有助于患者运动功能的恢复,并且易于在床边操作。脑卒中后恢复期,经过神经内科的处理,患者基础状况较稳定,并且具备一定得运动能力,此时在常规康复治疗的基础上可根据患者的具体情况实施镜像疗法、强制性运动疗法、双上肢训练、任务导向训练等,强调患者的主动参与,进而促进患者运动功能的康复。脑卒中后遗症期,由于绝大部分患者已具备一定得独立步行和生活自理能力,患者的整体情况较好,可强化任务导向训练、实施双任务训练,以帮助患者获得更多、更好的日常生活操作技能,从而改善患者的生存质量和日常生活活动能力,进而帮助患者更快的重返家庭和社会。虽然作业疗法对脑卒中后手功能障碍的康复疗效已陆续得到相关临床实践和科学研究的证明,但就某个单一的作业治疗手段来说,仍然缺乏多中心大样本的随机对照临床研究来佐证其疗效。此外,作业疗法干预对卒中患者上肢功能康复的神经机制仍未明了,仍需研究者的进一步深入研究。

参考文献

- [1] 张晓钰,桑德春,王丽华.弥散张量纤维束成像分析脑卒中偏瘫患者镜像治疗康复后大脑重塑变化的临床研究[J].中国康复医学杂志,2013,28(8):727—730.
- [2] Kim MS, Lee SJ, Kim TU, et al. The influence of laterality of pharyngeal bolus passage on dysphagia in hemiplegic stroke patients[J]. Ann Rehabil Med, 2012, 36(5): 696—701.
- [3] Beebe JA, Lang CE. Active range of motion predicts upper extremity function 3 months after stroke[J]. Stroke, 2009, 40(5): 1772—1779.
- [4] 马平许,邹艳燕,朱士文,等.早期强化步行基本功训练对脑卒中偏瘫患者步行和日常生活活动能力的影响[J].中国康复医学杂志,2012,(11):1066—1068.
- [5] Page SJ, Boe S, Levine P. What are the "ingredients" of modified constraint-induced therapy? An evidence-based review, recipe, and recommendations[J]. Restor Neurol Neurosci, 2013, 31(3): 299—309.
- [6] Livingston-Thomas JM, Hume AW, Doucette TA, et al. A novel approach to induction and rehabilitation of deficits in forelimb function in a rat model of ischemic stroke[J]. Acta Pharmacol Sin, 2013, 34(1): 104—112.
- [7] Joo HW, Hyun JK, Kim TU, et al. Influence of constraint-induced movement therapy upon evoked potentials in rats with cerebral infarction[J]. Eur J Neurosci, 2012, 36(12): 3691—3697.
- [8] Barzel A, Ketels G, Tetzlaff B, et al. Enhancing activities of daily living of chronic stroke patients in primary health care by modified constraint-induced movement therapy (HOMECIMT): study protocol for a cluster randomized controlled trial[J]. Trials, 2013, 14(1): 334.
- [9] Singh P, Pradhan B. Study to assess the effectiveness of modified constraint-induced movement therapy in stroke subjects: A randomized controlled trial[J]. Ann Indian Acad Neurol, 2013, 16(2): 180—184.
- [10] Taub E, Uswatte G, Mark VW, et al. Method for enhancing real-world use of a more affected arm in chronic stroke: transfer package of constraint-induced movement therapy[J]. Stroke, 2013, 44(5): 1383—1388.
- [11] Sharma N, Baron JC. Does motor imagery share neural networks with executed movement: a multivariate fMRI analysis[J]. Front Hum Neurosci, 2013, 12(7): 564.
- [12] Kobashi N, Holper L, Scholkmann F, et al. Enhancement of motor imagery-related cortical activation during first-person observation measured by functional near-infrared spectroscopy[J]. Eur J Neurosci, 2012, 35(9): 1513—1521.
- [13] De Vico Fallani F, Pichiorri F, Morone G, et al. Multi-scale topological properties of functional brain networks during motor imagery after stroke[J]. Neuroimage, 2013, 83: 438—449.
- [14] Sun L, Yin D, Zhu Y, et al. Cortical reorganization after motor imagery training in chronic stroke patients with severe motor impairment: a longitudinal fMRI study[J]. Neuroradiology, 2013, 55(7): 913—925.
- [15] Liepert J, Greiner J, Nedelko V, et al. Reduced upper limb sensation impairs mental chronometry for motor imagery after stroke: clinical and electrophysiological findings[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2012, 26(5): 470—478.
- [16] Kho AY, Liu KP, Chung RC. Meta-analysis on the effect of mental imagery on motor recovery of the hemiplegic upper extremity function[J]. Aust Occup Ther J, 2014, 61(2): 38—48.
- [17] Thieme H, Mehrholz J, Pohl M, et al. Mirror therapy for improving motor function after stroke[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2012, 14(3): CD008449.
- [18] Wang J, Fritzsche C, Bernarding J, et al. Cerebral activation evoked by the mirror illusion of the hand in stroke patients compared to normal subjects[J]. NeuroRehabilitation, 2013, 33(4): 593—603.
- [19] Mehnert J, Brunetti M, Steinbrink J, et al. Effect of a mirror-like illusion on activation in the precuneus assessed with functional near-infrared spectroscopy[J]. J Biomed Opt, 2013, 18(6): 066001.
- [20] Invernizzi M, Negrini S, Carda S, et al. The value of adding mirror therapy for upper limb motor recovery of subacute stroke patients: a randomized controlled trial[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2013, 49(3): 311—317.
- [21] Wu CY, Huang PC, Chen YT, et al. Effects of mirror therapy on motor and sensory recovery in chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2013, 94(6): 1023—1030.
- [22] van Delden AE, Peper CE, Beek PJ, et al. Unilateral versus bilateral upper limb exercise therapy after stroke: a systematic review[J]. J Rehabil Med, 2012, 44(2): 106—117.
- [23] van Delden AL, Peper CL, Nienhuys KN, et al. Unilateral versus bilateral upper limb training after stroke: the Upper

- Limb Training After Stroke Clinical trial[J]. *Stroke*,2013,44(9):2613—2616.
- [24] Morris JH, Van Wijck F. Responses of the less affected arm to bilateral upper limb task training in early rehabilitation after stroke: a randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*,2012,93(7):1129—1137.
- [25] Hijmans JM, Hale LA, Satherley JA, et al. Bilateral upper-limb rehabilitation after stroke using a movement-based game controller[J]. *J Rehabil Res Dev*,2011,48(8):1005—1013.
- [26] Sampson M, Shau YW, King MJ. Bilateral upper limb trainer with virtual reality for post-stroke rehabilitation: case series report[J]. *Disabil Rehabil Assist Technol*,2012,7(1):55—62.
- [27] Harvey RL. Improving poststroke recovery: Neuroplasticity and task-oriented training[J]. *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine*,2009,11(3):251—259.
- [28] Hubbard JJ, Parsons MW, Neilson C, et al. Task-specific training: evidence for and translation to clinical practice[J]. *Occup Ther Int*,2009,16(3-4):175—189.
- [29] Saleh S, Adamovich SV, Tunik E. Resting state functional connectivity and task-related effective connectivity changes after upper extremity rehabilitation: a pilot study[C]. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*,2012:4559—4562.
- [30] Patel MJ, Boada FE, Price JC, et al. Association of small vessel ischemic white matter changes with BOLD fMRI imaging in the elderly[J]. *Psychiatry Res*,2012,204(2-3):117—122.
- [31] Veverka T, Hlustik P, Tomasova Z, et al. BoNT-A related changes of cortical activity in patients suffering from severe hand paralysis with arm spasticity following ischemic stroke[J]. *J Neurol Sci*,2012,319(1-2):89—95.
- [32] Rehme AK, Fink GR, von Cramon DY, et al. The role of the contralesional motor cortex for motor recovery in the early days after stroke assessed with longitudinal FMRI[J]. *Cereb Cortex*,2011,21(4):756—768.
- [33] Carey LM, Abbott DF, Egan GF, et al. Motor impairment and recovery in the upper limb after stroke: behavioral and neuroanatomical correlates[J]. *Stroke*,2005,36(3):625—629.
- [34] Thielman G. Insights into upper limb kinematics and trunk control one year after task-related training in chronic post-stroke individuals[J]. *J Hand Ther*,2013,26(2):156—160; quiz 161.
- [35] Thielman G. Rehabilitation of reaching poststroke: a randomized pilot investigation of tactile versus auditory feedback for trunk control[J]. *J Neurol Phys Ther*,2010,34(3):138—144.
- [36] Brunner IC, Skouen JS, Strand LI. Is modified constraint-induced movement therapy more effective than bimanual training in improving arm motor function in the subacute phase post stroke? A randomized controlled trial[J]. *Clin Rehabil*,2012,26(12):1078—1086.
- [37] Blennerhassett J, Dite W. Additional task-related practice improves mobility and upper limb function early after stroke: a randomised controlled trial[J]. *Aust J Physiother*,2004,50(4):219—224.
- [38] Kim TH, In TS, Cho HY. Task-related training combined with transcutaneous electrical nerve stimulation promotes upper limb functions in patients with chronic stroke[J]. *Tohoku J Exp Med*,2013,231(2):93—100.
- [39] Ikuno K, Kawaguchi S, Kitabepu S, et al. Effects of peripheral sensory nerve stimulation plus task-oriented training on upper extremity function in patients with subacute stroke: a pilot randomized crossover trial[J]. *Clin Rehabil*,2012,26(11):999—1009.
- [40] Schweighofer N, Choi Y, Winstein C, et al. Task-oriented rehabilitation robotics[J]. *Am J Phys Med Rehabil*,2012,91(11 Suppl 3):S270—279.
- [41] Wallace AC, Talelli P, Dileone M, et al. Standardizing the intensity of upper limb treatment in rehabilitation medicine[J]. *Clin Rehabil*,2010,24(5):471—478.
- [42] Rao AK, Uddin J, Gillman A, et al. Cognitive motor interference during dual-task gait in essential tremor[J]. *Gait Posture*,2013,38(3):403—409.
- [43] Szturm T, Maharjan P, Marotta JJ, et al. The interacting effect of cognitive and motor task demands on performance of gait, balance and cognition in young adults[J]. *Gait Posture*,2013,38(4):596—602.
- [44] van Kessel ME, van Nes JJ, Geurts AC, et al. Visuospatial asymmetry in dual-task performance after subacute stroke[J]. *J Neuropsychol*,2013,7(1):72—90.
- [45] Almaghyuli A, Thompson H, Lambon RM, et al. Deficits of semantic control produce absent or reverse frequency effects in comprehension: evidence from neuropsychology and dual task methodology[J]. *Neuropsychologia*,2012,50(8):1968—1979.
- [46] Melzer I, Goldring M, Melzer Y, et al. Voluntary stepping behavior under single- and dual-task conditions in chronic stroke survivors: A comparison between the involved and uninvolved legs[J]. *J Electromyogr Kinesiol*,2010,20(6):1082—1087.
- [47] Kizony R, Levin M F, Hughey L, et al. Cognitive load and dual-task performance during locomotion poststroke: a feasibility study using a functional virtual environment[J]. *Phys Ther*,2010,90(2):252—260.
- [48] Plummer-D'Amato P, Altmann LJ, Saracino D, et al. Interactions between cognitive tasks and gait after stroke: a dual task study[J]. *Gait Posture*,2008,27(4):683—688.
- [49] Yang YR, Wang RY, Chen YC, et al. Dual-task exercise improves walking ability in chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*,2007,88(10):1236—1240.
- [50] Bensoussan L, Viton JM, Schieppati M, et al. Changes in postural control in hemiplegic patients after stroke performing a dual task[J]. *Arch Phys Med Rehabil*,2007,88(8):1009—1015.
- [51] Houwink A, Steenbergen B, Prange GB, et al. Upper-limb motor control in patients after stroke: attentional demands and the potential beneficial effects of arm support[J]. *Hum Mov Sci*,2013,32(2):377—387.
- [52] Pohl PS, Kemper S, Siengsukon CF, et al. Dual-task demands of hand movements for adults with stroke: a pilot study[J]. *Top Stroke Rehabil*,2011,18(3):238—247.
- [53] Wamain Y, Tallet J, Zanone PG, et al. "Biological geometry perception": visual discrimination of eccentricity is related to individual motor preferences[J]. *PLoS One*,2011,6(1):e15995.
- [54] Chan MK, Tong RK, Chung KY. Bilateral upper limb training with functional electric stimulation in patients with chronic stroke[J]. *Neurorehabil Neural Repair*,2009,23(4):357—365.
- [55] Hoseinabadi MR, Taheri HR, Keavanloo F, et al. The effects of physical therapy on exaggerated muscle tonicity, balance and quality of life on hemiparetic patients due to stroke[J]. *J Pak Med Assoc*,2013,63(6):735—738.