

- Tissue Eng,2001,7(2):211—228.
- [8] Katz AJ, Liull R, Hedrick MH, et al. Emerging approaches to the tissue engineering of fat [J]. Clin Plast Surg, 1999, 26(4): 587—596.
- [9] Huang JI, Beanes SR, Zhu M, et al. Rat extramedullary adipose tissue as a source of osteochondrogenic progenitor cells[J]. Plast Reconstr Surg, 2002, 109(3): 1033—1041.
- [10] Halvorsen YD, Franklin D, Bond AL, et al. Extracellular matrix mineralization and osteoblast gene expression by human adipose tissue-derived stromal cells[J]. Tissue Eng, 2001, 7(6): 729—741.
- [11] Tholpady SS, Katz AJ, Ogle RC. Mesenchymal stem cells from rat visceral fat exhibit multipotential differentiation in vitro [J]. Anatomical Record Part A, 2003, 272(1): 398—402.
- [12] Wickham MQ, Erickson GR, Gimble JM, et al. Multipotent stromal cells derived from the infrapatellar fat pad of the knee[J]. Clin Orthop Relat Res, 2003, (412): 196—212.
- [13] 张新合, 郭东来, 高建华. 取材方法对脂肪细胞损伤程度的人体观察[J]. 中华整形外科杂志, 2001, 17(5): 290—291.
- [14] Gronthos S, Franklin DM, Lelley HA, et al. Surface protein characterization of human adipose tissue-derived stromal cells[J]. J Cell Physiol, 2001, 189(1): 54—63.
- [15] Cousin B, Andre M, Arnaud E, et al. Reconstitution of lethally irradiated mice by cells isolated from adipose tissue [J]. Biochemical and Biophysical Research Communications, 2003, 301(4): 1016—1022.
- [16] Rangappa S, Chen F, Lee EH, et al. Transformation of adult mesenchymal stem cells isolated from the fatty tissue into cardiomyocytes [J]. Ann Thorac Surg, 2003, 75(3): 775—779.
- [17] Kang SK, Lee DH, Bae YC, et al. Improvement of neurological deficits by intracerebral transplantation of human adipose tissue-derived stromal cells after cerebral ischemia in rats[J]. Experimental Neurology, 2003, 183(2): 355—366.
- [18] De Ugarte DA, Alfonso Z, Zuk PA, et al. Differential expression of stem cell mobilization-associated molecules on multi-lineage cells from adipose tissue and bone marrow[J]. Immunol Lett, 2003, 89(2-3): 267—270.
- [19] Zuk PA, Zhu M, Ashjian P, et al. Human adipose tissue is a source of multipotent stem cells [J]. Mol Biol Cell, 2002, 13(12): 4279—4295.
- [20] Safford KM, Hicok KC, Safford SD, et al. Neurogenic differentiation of murine and human adipose-derived stromal cells[J]. Biochemical and Biophysical Research Communications, 2002, 294(2): 371—379.
- [21] Ashjian PH, Elbarbary AS, Edmonds B, et al. In vitro differentiation of human processed lipoaspirate cells into early neural progenitors. Plast [J]. Reconstr Surg, 2003; 111(6): 1922—1931.
- [22] Yang LY, Liu XM, Sun B, et al. Adipose tissue-derived stromal cells express neuronal phenotypes [J]. Chin Med J (Engl), 2004, 117(3): 425—429.
- [23] 杨立业, 刘相名, 孙兵, 等. 脂肪组织源性基质细胞表达神经元表型的实验研究[J]. 中华神经医学杂志, 2002, 1(1): 45—48.
- [24] 郑汉巧, 欧阳静萍, 余峰, 等. 脂肪组织干细胞分化为神经元样细胞研究[J]. 武汉大学学报(医学版), 2003, 24(4): 305—306.
- [25] Safford KM, Safford SD, Gimble JM, et al. Characterization of neuronal/glial differentiation of murine adipose-derived adult stromal cells[J]. Exp Neurol, 2004, 187(2): 319—328.
- [26] 吴孟海, 刘斌. 神经节苷脂对脂肪间充质干细胞向神经元样细胞分化的影响[J]. 中国煤炭工业医学杂志, 2005, 8(12): 1259—1261.
- [27] Jackson KA, Mi T, Goodell MA. Hematopoietic potential of stem cells isolated from murine skeletal muscle [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1999, 96(25): 14482—14486.
- [28] 戴宜武, 徐如祥, 赵春平, 等. 骨髓基质细胞源神经干细胞自体移植治疗脑干损伤初步观察[J]. 中华神经医学杂志, 2003, 2(1): 57—60.
- [29] 周进, 田国萍, 朱春艳, 等. 脂肪组织源性基质细胞经侧脑室立体定向移植治疗大鼠局灶性脑缺血实验研究[J]. 中华神经医学杂志, 2006, 5(7): 649—652.
- [30] Rehman J, Traktuev D, Li J, et al. Secretion of angiogenic and antiapoptotic factors by human adipose stromal cells [J]. Circulation, 2004, 109(10): 1292—1298.
- [31] Planat-Benard V, Silvestre JS, Cousin B, et al. Plasticity of human adipose lineage cells toward endothelial cells: physiological and therapeutic perspectives [J]. Circulation, 2004, 109(5): 656—663.
- [32] Fredduzzi S, Mariucci G, Tantucci M, et al. Nitro-aspirin (NCX4016) reduces brain damage induced by focal cerebral ischemia in the rat [J]. Neurosci Lett, 2001, 302(2-3): 121.
- [33] Wang Y, Sheen VL, Macklis JD. Cortical interneurons upregulate neurotrophins in vivo in response to targeted apoptotic degeneration of neighboring pyramidal neurons [J]. J Exp Neurol, 1998, 154(2): 389—402.
- [34] 杨立业, 郑佳坤, 惠国桢, 等. 脂肪组织的干细胞作为神经系统基因治疗载体的研究[J]. 四川大学学报(医学版), 2004, 35(4): 463—465.

· 综述 ·

“运动再学习”疗法在脑卒中康复治疗中的应用

陈兆聪^{1,2} 黄真^{1,3}

“运动再学习”疗法治疗脑卒中患者主要以中枢神经损伤后的功能重组为理论基础,并且认为实现功能重组需要反复练习功能性的活动,把中枢神经损伤后的运动功能恢复视为一种再学习的过程。“运动再学习”把神经生理、运动科学、生物力学和行为科学有机地结合起来,按照运动技能习得的过程对患者进行再教育,以恢复其运动功能^[1]。

为了最大限度地发挥“运动再学习”的优势,需要让患者进行足够的重复性活动,使重组中的大脑皮质通过深刻的体验来学习和储存正确的运动模式。因此,有必要强调患者在治疗室,尤其在病房内进行功能活动的反复练习。另外,教导

患者练习的活动应具有一定的任务导向性,即与实际生活中的功能相关的活动,而在训练中依据患者的兴趣设置一定的目标则是其中的一种手段。

1 反复练习

- 1 北京大学第一医院物理医学与康复科, 100034
 - 2 中山大学康复治疗专业 03 级实习生
 - 3 通讯作者: 黄真(北京大学第一医院物理医学与康复科, 100034)
- 作者简介: 陈兆聪, 男
收稿日期: 2007-05-22

脑损伤后神经系统会发生适应性改变(adaptation),这依赖于自身对运动的体验^[2]。当患者经过有效的治疗,重新掌握正确的运动模式,这种积极的适应性改变可称为脑的功能性重组(functional reorganization)。重组的主要条件是需要练习一定的活动,其中的机制可能包括抑制皮质受损范围的进一步扩大,从而减少运动支配能力的丧失,以及在受损区域周围的皮质形成适应性的功能重组。功能性影像技术显示这是一个复杂的过程,但可以推断增加练习活动相当于增加了对运动皮质的信号输入,避免了肢体运动代表区的萎缩,同时诱使周围非受损区域发生神经解剖和神经生理方面的变化^[3-4]。Classen等^[5]通过经颅磁刺激技术(transcranial magnetic stimulation, TMS)发现,反复活动拇指15—30min,就可以使拇指的皮质运动代表区发生变化,这种变化可以看作是皮质的短时记忆,而这正是机体掌握运动模式的第一步。Carey^[6]让脑卒中患者进行强化的患侧手指跟踪练习(finger movement tracking programme)的随机对照实验,并通过功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)观察大脑皮质的功能变化。他们发现接受了强化训练的患者,皮质区的活动是发生在患侧肢体的对侧大脑半球,而对照组的患者由于过多使用健侧,皮质区的活动发生在偏瘫的同侧,但再进行患侧手功能训练后皮质的活动现象可以转移到对侧。这说明反复、强化的练习可以使支配患侧肢体的皮质区发生功能性的变化。

Kwakkel^[7]做过连续的随机分组对照实验,观察增加练习的强度对改善患者上肢功能的效果。他们关心的不仅是高强度反复练习的短期效果,还在1年后对参加实验的患者进行了随访,以观察远期效果。但结果显示实验组患者经过一段时间高强度反复练习后,反映上肢功能的指标或评分与对照组相比差异有显著性,但远期效果并不明显。这可能与训练的内容有关。Kwakkel的实验要求患者练习的动作比较多,这可能导致患者短时间内无法掌握和巩固。

Feys^[8]将100例脑卒中患者随机分成实验组和对照组,实验组比对照组在6周治疗时间内接受额外的上肢康复训练。训练的方法是让患者坐在一张能前后摇摆的椅子上,患侧上肢由支具维持在一个抗痉挛的位置。为了保持椅子的平衡,患者必须不断地用患侧上肢做出推和拉的动作,借此促使患者反复使用患肢。每天练习30min。在训练前、中、后及结束半年和1年后用Fugl-Meyer量表、上臂动作研究评分(action research arm, ARA)和巴氏指数进行评估,发现实验组患者训练后上肢功能要优于对照组,但只有Fugl-Meyer量表的统计学差异在随访时才体现出来。

5年后Feys^[9]再对能随访到的62例包括实验组和对照组在内的患者的上肢功能进行评估,发现实验组的患者Fugl-Meyer和ARA评分相比对照组都有明显的改善,说明训练的效果可以持续数年时间。与其他研究中得出的,中等病情的患者进行反复练习,上肢功能的改善最明显的结论不同,他们分析病情较重者也可有较大幅度的恢复。他们解释这可能是因为反复练习是一种相对单调的训练方法,练习的内容在一段时间内是单一固定的,因此对瘫痪较重的肢体更有效,而病情轻者的训练内容则要求丰富和多变。

2 任务导向

反复练习是重获运动控制和康复的基础。对于肌肉无力或已发生萎缩的患者,以往的做法是通过高强度的抗阻练习来增加肌肉的力量和恢复肌肉的容积^[10]。但单纯的、非功能性的运动和肌力训练并不能使患者达到基于其自身病程和身体状况所期望的最佳康复程度,而且反复的强化练习与多种因素有关,并非在任何一种环境和对每一个患者都适用^[11-12]。Winstein等^[13]对64例患者分别用功能性任务和抗阻肌力训练来治疗,观察这两种训练方法的近期和远期效果。他们发现训练任务的特异性和脑卒中中的程度是急性期影响康复治疗效果的两个重要的因素。任务导向性训练和抗阻训练都能在短时间内使患者的肌力和Fugl-Meyer评分增加,而前者对患者的远期效果有更积极的作用。Thielman^[14]的研究则认为这两种训练方法的功效与患者最初的功能水平有关系,水平低者进行任务导向性训练的益处更大。目前有关任务导向性训练改善患者功能性活动的原理主要有以下观点。

2.1 特定的生物力学因素

通过渐进式抗阻训练来提高患者的活动能力,是以假设力量的增强能自然地转化为功能的改善为前提的。然而事实并非完全如此。人的身体机能只会对目标性的任务产生适应性的反应。多年的研究也证实,训练的效果是相对于其执行的具体任务和所处的具体环境来说的^[15]。运动训练具有较强的特异性^[16],例如,举重训练未必能提高投掷的成绩,速跑并不能改善耐力,有氧运动可以提高耐力但不能提高爆发力。也就是说,只能在具体的训练当中才能观察到最显著的变化,因为肌力的增加是取决于诸如关节角度(肌肉长度)、人体的位置(站立还是仰卧),动作的速率和肌肉的收缩形式等因素。这种特异性是与特定肌肉的结构和生物力学因素如手臂的长度和其他肌肉的协同作用有关的。功能性的活动是由复杂的动作组成的,而这些动作又包含了力量、协调和平衡等多种成分。不同的体位也可能会影响到肌肉活动的形式。比如,“运动再学习”遵循由易到难的训练原则,肩肘部的控制训练通常从仰卧位开始,这是由于此体位下肩胛骨被很好地固定而使肩肘部的运动控制更加容易。而站立位时身体要同时与保持平衡的肌肉进行协同收缩,所以当患者的肩肘控制能力恢复到一定程度时,训练就可以从仰卧位进阶到坐位或站立位下进行。

Dean等^[17]将20例脑卒中后至少1年的患者随机分成实验组和对照组,观察进行2周的任务导向性训练后,患者上肢够物的距离及患侧下肢在这一动作中支持身体和保持平衡的能力有否增加。实验组患者练习够取他们上肢长度以外的物品,而对照组只要求去拿位于他们身旁、不超过手臂一半长度范围以内的物品。研究者使用肌电、摄像和测力平台等设备进行分析,指标包括动作时间(movement time)、够物距离(distance reached)、下肢的地面反作用力(vertical ground reaction forces)和肌电活动信号。训练结束后,实验组够物的距离和速度、患侧下肢的负重和肌电活动比起对照组都有明显的增加。与此同时,研究者还测试了两组患者由坐到站和行走能力的变化。完成在坐位够物的任务需要上肢与躯干的相互协调,实验组的患者,无论是他们特定练习的够

物的动作还是与之相关的由坐到站的动作, 都得到明显的改善。因为当患者想要去够手臂长度以外的物体时, 他通过增加下肢负重使躯干前倾, 这与由坐到站初期将重心从臀部、大腿处转移到脚掌并蹬地把臀部抬离床面的动作, 具有相似的生物力学因素。因此训练的效果表现出了转移的现象。而患者的行走能力没有明显的进步, 可能因为步态各期所具有的生物力学特征与够物动作的相似之处不多^[18]。

2.2 限制不必要的肌肉活动

脑卒中后肌肉活动恢复时, 常会发生一种错误倾向, 即可能活动了不应活动的肌肉, 并通过用力而强化了这种错误。如非受累肌群收缩过强以代偿控制不良, 或虽活动了应活动的肌肉, 但肌群间的动力学关系紊乱。因此, “运动学习”强调激活较多的运动单位和抑制不必要的肌肉活动两方面。最好尽可能按正常的运动力学要点, 遵循一套指导运动的规则, 包括哪些肌肉参与, 肌肉收缩的顺序和速度等^[19], 对完成动作的肌肉进行训练, 运动学习过程中要保持恰当用力, 以免兴奋在中枢神经系统中扩散。

最近的一个研究在分析推动重物的动作时注意到, 限制活动中不必要动作的重要性^[20]。他们发现在活动中稳固住某个关节会对其他肌肉的作用方式产生影响, 例如推物时, 固定腕关节的位置会使完成该活动的主动肌如肱三头肌、三角肌的肌电信号发生变化。

任务导向性训练可以改善脑卒中患者的功能活动, 但这往往伴随有身体其他部分如躯干或健侧肢体的代偿活动的增加。Michaelsen^[21-23]从 2001 年起, 在 6 年内做了一系列的有关限制躯干代偿性活动下训练上肢功能的临床实验。这三个实验他们都将患者随机分成实验组和对照组。在最初的一个实验中^[21], 他们让实验组直接在限制躯干的情况下进行测试, 以观察患者在向前够物时肩和肘的主动关节活动度和它们之间的协调性。结果表明, 实验组比缺少强制限制躯干活动的对照组患者有明显的改善。之后 Michaelsen^[22]尝试把限制躯干下练习够物动作作为一种训练方法, 并观察其疗效。他将 28 例患者随机分成实验组和对照组, 实验组患者穿上磁铁背心, 背心与椅背上的磁铁互相吸引, 从而限制了躯干的活动。两组患者均被要求在训练的时候尽量不去移动躯干。实验组进行每组 10 次, 共 6 组的伸手够物练习, 在练习前后及次日用三维运动分析设备收集躯干位移、肘关节伸展度数等数据, 以及用 Fugl-Meyer 等量表进行评分。测试时实验组去掉背心。结果显示, 实验组的练习效果在结束当时及一天后都要优于对照组。Michaelsen^[23]在最近的另外一个研究中又引述了一些指导训练的建议。例如, 要根据上肢功能恢复的程度提供具有一定难度的任务, 丰富练习的内容, 变换取物的动作(整个手的抓握或指尖的拿捏, 单手或双手)和目标物的形状、大小, 以及增加给予患者的反馈。由此可知, 制定一个既能促进功能又能减少代偿发生的治疗方案至关重要。

2.3 肌力与功能的关系

过去学者们会认为力量和功能间必然存在某种关联性, 即力量的增加随之必然会出现功能的改善。但其实是十分复杂的, 并且要根据肌肉无力的程度来决定。Buchner 作出了这样的推断, 他认为力量和功能间是曲线性的关系, 和活动特

异性密切相关。在一个老年患者的研究中, Buchner 和他的同事^[24]发现下肢的肌力和行走的速度间存在曲线关系, 具体地说就是, 成人患者在肌力水平较低时, 肌力较小的增加能产生功能的明显改善, 而随着肌力的提高, 虽然肌力增加了但功能改善并不明显。在另一个实验中, Cuoco^[25]将 48 例老年患者进行运动时的下肢力量控制在三个水平, 分别是一次最大重复量(repetition maximum, 1RM)及 1RM 的 70% 和 40%, 并用回归模型分析肌力和习惯步行速度(habitual gait velocity, HGV)等反映日常功能活动表现的指标之间的相关性。实验结果显示, 肌力输出为 1RM 的 40% 时, 与 HGV 的相关性最大。这提示了患者在进行大多数的日常功能活动时, 力量的输出并不在其所能达到的峰值。所以, 当肌肉的力量已经达到完成一般日常活动所需的肌力阈值时, 应进行特定任务的训练, 以使功能活动得到明显的改善。

3 设置目标

在患者进行某个动作练习时, 应该提供一个具体可见的目标物, 因为比起单纯地让患者作某个抽象而缺少目标的动作, 这更能帮助患者去完成整个动作^[26]。Wu^[27]的资料数据显示, 有具体目标物存在时, 患者的动作更容易产生速度的峰值, 完成动作的过程更流畅协调, 路线更直接。因为目标物可以在动作开始前给予患者清晰的视觉输入以及在动作过程中和结束后提供反馈信息。有本体感觉和触觉缺陷, 不一定是脑卒中预后不良的指征, 利用视觉和语言反馈, 患者将学到有效的运动, 而运动训练本身有助于改善患者的感知觉, 因为在主动的训练和功能活动的练习中, 会产生自然、连续的感觉输入, 这将使运动技巧得以改善。任务导向性练习为受损的系统将感觉的输入和恰当的运动输出以及相关的认识、记忆、判断等功能整合到一起提供了机会, 从而促进脑功能的重组。

患者完成某个任务或动作的质量既取决于当时的环境等外在因素, 还与患者性格和心理状态等内在因素有关。这两者都不能单独地影响神经损伤后患者动作控制的情况。因为它们是互相作用的。在一定范围内, 任务的难度水平增加的同时, 患者完成动作的精确性也会随之提高。Van Vliet^[28]等让脑卒中患者完成不同难度的任务, 较难的如端起杯子喝水, 较易的如移动一杯水, 发现较难的任务能产生较短的动作时间、较快的瞬时速度和平均速度。Mamolo^[29]的研究也显示, 需要一定技巧的任务(比如使用工具作用于目标物上), 更容易使患者做出伸手的动作。另外, 物体摆放的位置、物体的重量、与身体的距离等都是影响患者完成动作的因素^[30]。以往的治疗可能忽视了患者的心理因素, 如果提供患者选择的机会, 他们在完成自己感兴趣的任务时会更投入, 完成的质量会更好。因此在治疗中应注意设置任务的难度梯度, 并结合不同患者的个人情况选择任务内容。

4 小结

本文从临床应用的角度论述了“运动再学习”疗法治疗脑卒中患者时的几个值得关注的要点, 并就支持它们的可能理论作了文献综述。“运动再学习”疗法的效果与临床治疗中

的应用原则的准确性有着密切的关系。患者只有通过反复练习,才能奠定重新掌握正确运动模式的基础,而他们在宝贵的住院治疗时间内练习的应该具有一定任务导向性的活动,因为这类活动往往是针对日常生活中最基本的自理能力,如伸手够物、由坐到站和行走。在临床治疗中注意进行重复的、密集的任务导向性训练,可以使“运动再学习”疗法在脑卒中患者的疗效方面发挥更大的作用。

参考文献

- [1] Carr JH, Shepherd RB. A motor relearning programme for stroke [M]. 2ed. London: Batterworth-Heinemann, 1987.
- [2] Cauraugh JH, Summers JJ. Neural plasticity and bilateral movements: A rehabilitation approach for chronic stroke [J]. Prog Neurobiol, 2005, 75(5):309—320.
- [3] Carr JH, Shepherd R. Stroke rehabilitation—guideline for exercise and training to optimize motor skill [M]. Batterworth-Heinemann, 2003.
- [4] Rossini PM, Altamura C, Ferreri F, et al. Neuroimaging experimental studies on brain plasticity in recovery from stroke [J]. Eur J Med Biol, 2007, 43(2):241—254.
- [5] Classen J, Liepert J, Wise SP, et al. Rapid plasticity of human cortical movement representation induced by practice [J]. J Neurophysiol, 1998, 79(2):1117—1123.
- [6] Carey JR, Kimberley TJ, Lewis SM, et al. Analysis of fMRI and finger tracking training in subjects with chronic stroke [J]. Brain, 2002, 125:773—788.
- [7] Kwakkel G, Kollen BJ, Wagenaar RC. Long term effects of intensity of upper and lower limb training after stroke: a randomised trial [J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2002, 72(4):473—479.
- [8] Feys HM, De Weerd WJ, Selz BE, et al. Effect of a therapeutic intervention for the hemiplegic upper limb in the acute phase after stroke: a single-blind, randomized, controlled multicenter trial [J]. Stroke, 1998, 29(4):785—792.
- [9] Feys H, De Weerd W, et al. Early and repetitive stimulation of the arm can substantially improve the long-term outcome after stroke: a 5-year follow-up study of a randomized trial [J]. Stroke, 2004, 35(4):924—929.
- [10] Rutherford OM. Muscular coordination and strength training: implications for injury rehabilitation [J]. Sports Med, 1988, 5:196—202.
- [11] Page SJ. Intensity versus task-specificity after stroke: how important is intensity [J]? Am J Phys Med Rehabil, 2003, 82(9):730—732.
- [12] Kwakkel G. Impact of intensity of practice after stroke: issues for consideration [J]. Disabil Rehabil, 2006, 28(13-14):823—830.
- [13] Winstein CJ, Rose DK, Tan SM, et al. A randomized controlled comparison of upper-extremity rehabilitation strategies in acute stroke: A pilot study of immediate and long-term outcomes [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2004, 85(4):620—628.
- [14] Thielman GT, Dean CM, Gentile AM. Rehabilitation of reaching after stroke: task-related training versus progressive resistive exercise [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2004, 85(10):1613—1618.
- [15] Morrissey MC, Harman ES, Johnson MJ. Resistance training modes: specificity and effectiveness [J]. Med Sci Sports Exerc, 1995, 27:648—660.
- [16] 黄真. 脑性瘫痪的防治重在规范化 [J]. 中国康复医学杂志, 2003, 18:196.
- [17] Dean CM, Shepherd RB. Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke. A randomized controlled trial [J]. Stroke, 1997, 28(4):722—728.
- [18] Dean CM, Channon EF, Hall JM. Sitting training early after stroke improves sitting ability and quality and carries over to standing up but not to walking: a randomized trial [J]. Aust J Physiother, 2007, 53(2):97—102.
- [19] CA Zaino. 黄真译. Brief Overview of Motor Learning and Its Application to Rehabilitation: Part I: Motor Learning Theory [J]. 中国康复医学杂志, 2003, 18:310—312.
- [20] Kornecki S, Keibel A, Siemienski S. Muscular co-operation during joint stabilization as reflected by EMG [J]. Eur J Appl Physiol, 2001, 84:453—461.
- [21] Michaelsen SM, Luta A, Roby-Brami A, et al. Effect of trunk restraint on the recovery of reaching movements in hemiparetic patients [J]. Stroke, 2001, 32(8):1875—1883.
- [22] Michaelsen SM, Levin MF. Short-term effects of practice with trunk restraint on reaching movements in patients with chronic stroke: a controlled trial [J]. Stroke, 2004, 35(8):1914—1919.
- [23] Michaelsen SM, Dannenbaum R, Levin MF. Task-specific training with trunk restraint on arm recovery in stroke: randomized control trial [J]. Stroke, 2006, 37(1):186—192.
- [24] Buchner DM, Larson EB, Wagner EH, et al. Evidence of a non-linear relationship between leg strength and gait speed [J]. Age Ageing, 1996, 25:386—391.
- [25] Cuoco A, Callahan DM, Sayers S, et al. Impact of muscle power and force on gait speed in disabled older men and women [J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2004, 59(11):1200—1206.
- [26] Van der Weel FR, van der Meer AL, Lee DN. Effect of task on movement control in cerebral palsy: implications for assessment and therapy [J]. Dev Med Child Neurol, 1991, 33:419—426.
- [27] Wu C, Trombly CA, Lin K, et al. A kinematic study of contextual effects on reaching performance in persons with and without stroke: influences of object availability [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2000, 81:95—101.
- [28] Van Vliet P, Sheridan M, Kerwin DG, et al. The influence of functional goals on the kinematics of reaching following stroke [J]. Neurol Rep, 1995, 19:11—16.
- [29] Mamolo CM, Roy EA, Bryden PJ, et al. The effects of skill demands and object position on the distribution of preferred hand reaches [J]. Brain Cogn, 2004, 55(2):349—351.
- [30] Jordan K, Newell KM. Task goal and grip force dynamics [J]. Exp Brain Res, 2004, 156(4):451—457.