

· 综述 ·

运动疗法在脑血管疾病康复中的应用

胡永善¹

脑血管疾病是由各种血管源性病因引起的脑部疾病的总称,常因上运动神经元损伤而致肢体瘫痪^[1]。目前,运动疗法是脑血管疾病康复的主要治疗方法之一,它是借助以运动为形式所产生的“力”这一物理因子,根据脑可塑性、操作性条件反射论、进化论等理论基础,使患者恢复和重新获得功能,以及防止继发性功能障碍的治疗方法。近年来,随着医学影像学、分子生物学、电子技术、计算机科学等领域的不断发展,运动干预与脑血管疾病康复之间的内在联系得到进一步阐明,同时新的运动干预形式层出不穷。

1 脑血管疾病的分期康复

脑血管疾病的康复通常可分为脑损伤修复期和脑功能重塑期。脑损伤修复期的康复以促进脑损伤的修复为主,可伴有大脑皮质功能重组;脑功能重塑期的康复以促进脑功能的重组为主,也可伴有部分神经修复的完成。

1.1 脑损伤修复期

在脑血管疾病发生后 1 个月内,大多数患者可出现自发性神经功能恢复,即脑损伤修复期。脑损伤的修复与损伤性质、损伤持续时间及损伤局部微环境等因素有关,是一个复杂的动态过程。功能性核磁共振的研究显示,脑卒中后损伤对侧感觉运动皮质的激活显著增强而抑制损伤同侧皮质的激活^[2],早期功能的快速恢复依赖于损伤同侧感觉运动皮质与其皮质脊髓束的完整性^[3],以及超早期缺血半暗带的有效再灌注^[4]。有关脑卒中后神经修复的细胞水平研究发现,脑卒中后脑损伤周围局部血流量增加,轴突芽生长加快,新突触间的联系增强,神经干细胞向脑损伤区域迁移;分子水平的研究则发现,抑制性蛋白质分子减少,促生长及促迁移的细胞因子增多;基因水平的深入研究也发现,脑促生长基因表达增加^[5~6]。

脑损伤修复期患者的偏瘫肢体主要表现为弛缓性麻痹,没有随意的肌肉收缩,或仅出现细微的联合反应,相当于 Brunnstrom 分期 I—II 期。在患者接受神经内科常规治疗的同时,当其生命体征平稳后 1 周内可尽早开展以中西医相结合的被动活动与及时的助力运动为主的康复治疗,以加速患者自然恢复的进程。姜从玉等^[7]将 52 例急性脑卒中后偏瘫患者随机分为治疗组和对照组,治疗组除常规的神经内科治疗外,在生命体征稳定后 1 周内开展康复治疗,包括瘫痪肢体的被动活动、卧位坐起、坐位平衡、站起训练及传统的推拿等,而对照组仅接受常规的神经内科治疗;1 个月后发现治疗组患者的运动功能、认知功能和综合功能总分比对照组明显改善,并且功能评分每改善 1 分,治疗组所耗费的相关成本费用明显比对照组低,提示了脑损伤修复期康复介入的经济性及有效性。

关于脑血管疾病后早期康复治疗的基础研究同样解释了在脑损伤修复期进行运动治疗可促进神经功能恢复的生

理学机制。Matteis 等^[8]应用经颅多普勒超声的研究发现,侧上肢的关节分别进行被动活动与主动运动时,对侧大脑中动脉平均血流速度的增加值是相同的,提示脑卒中早期进行肢体被动活动可以促进脑功能的恢复。Ding 等^[9]认为,运动训练可增加脑梗死区的微血管数量,以及神经再生相关因子 NGF、BDNF 水平的表达,从而加快神经修复。然而,运动干预对脑损伤修复期的治疗机制尚未完全明了,如不同的运动形式或运动量对脑血管疾病后神经修复的作用、神经修复相关的所有基因及其介导的细胞因子的变化情况等问题都有待进一步研究。

1.2 脑功能重塑期

脑血管疾病发病 1 个月后,患者自发性脑损伤修复基本完成,康复主要基于脑可塑性和皮质功能重组的理论,称为脑功能重塑期。此时,脑损伤局部微环境相对稳定,而从功能性核磁共振显像可见,随着患者运动功能的恢复,脑卒中早期损伤对侧感觉运动皮质的激活增强现象逐渐消失,损伤同侧感觉运动皮质的激活增强,提示脑皮质功能重组的过程^[2]。

在脑功能重塑期时,患者的偏瘫肢体将从细微的联合反应开始,经历上肢的屈肌协同运动和下肢的伸肌协同运动,逐步实现某些肌肉关节的独立运动,最终希望较大程度地恢复其功能,相当于 Brunnstrom 分期 II—V 期。我国近年在国外系统康复的经验基础上,总结了一套适合我国国情的、以运动疗法为主的脑功能重塑期规范三级康复治疗方案和实用技术^[10~12]。临床研究表明,积极采用规范的三级康复治疗在脑血管疾病患者运动功能恢复的过程中具有重要意义,前 3 个月能促进患者的恢复进程,3 个月后虽然功能恢复变慢,但仍较对照组明显^[13];接受规范三级康复治疗的患者运动功能每提高 1 分,需要消耗的住院相关费用、西药费、直接医疗费和总的治疗费用明显较对照组为低,提示三级康复是经济有效的脑功能重塑期治疗方案^[14]。

目前,脑功能重塑期的功能性核磁共振研究显示,运动干预可能通过降低损伤对侧皮质激活对损伤同侧皮质激活的抑制,促进双侧运动皮质激活状态的平衡,从而促进脑皮质功能的重组,改善患者偏瘫肢体的运动功能^[15]。但脑功能重塑期运动康复的很多干预机制仍缺乏深入探讨。

2 运动疗法在脑血管疾病康复中的新进展

运动训练可促进脑血管疾病后患者自发性神经功能恢复及脑功能重塑,加快患者的功能恢复进程。最近,有关运动学习的理论认为运动学习机制对脑血管疾病后的自发功能

1 复旦大学附属华山医院康复医学科,上海市乌鲁木齐中路 12 号,200040

作者简介:胡永善,男,主任医师,教授,博士生导师

收稿日期:2007-08-15

恢复及康复训练至关重要,它可通过不同的训练计划,针对患者特殊的运动功能损伤进行康复治疗,使患者的运动学习能力得以保留,从而获得最佳的疗效^[16]。随着运动学习理论的深入探讨,肌电生物反馈、强制性运动疗法、减重训练、运动想象、虚拟现实技术等运动治疗方法的出现,显示脑血管疾病的运动康复又有了新的内容。

2.1 肌电生物反馈电刺激

肌电生物反馈电刺激是一种由肌电生物反馈介导的低频电刺激,当来自患者肌肉自主收缩产生的微弱的肌电信号达到或超过某一设定阈值时,可立即转化为多种可视可听的感官信号,并同步启动神经肌肉电刺激,使患者肌肉进一步收缩。这种治疗方法的运动学习原理涉及重复训练与感觉运动整合,既可产生由随意运动诱发的模式化的、反复的被动活动,又可加强本体感觉的生物反馈,有助于运动皮质功能的重组。Meta分析显示,肌电生物反馈电刺激可有效增强肌力、抑制痉挛,促进脑卒中后各期患者偏瘫肢体的功能恢复^[17~18]。

2.2 强制性使用运动疗法

强制性使用运动疗法是一种对偏瘫患者固定健侧上肢,同时强迫性反复使用患侧上肢,从而促进患肢功能恢复的方法。脑损伤后患者偏瘫肢体的运动功能有所恢复时,由于代偿性健肢的替代使用,导致患肢失用。克服这种习得性失用就是强制性使用运动疗法的康复机制。近年来,强制性使用运动疗法对脑损伤慢性期(>6个月)患者偏瘫上肢功能恢复的显著疗效倍受关注^[19]。应用经颅磁刺激、正电子发射X射线层析照相术及功能性核磁共振等技术的研究显示,在接受强制性使用运动疗法前后,脑损伤同侧感觉运动皮质、脑损伤对侧运动皮质及脑损伤周围皮质的激活改变,提示强制性使用运动疗法能取得康复疗效可能与大脑皮质的功能重组有关^[20~22]。

2.3 减重步行训练

减重步行训练是利用悬吊装置不同程度地减少体重对下肢的负荷,减轻因负荷过重而引起的痉挛状态,为支撑能力不足的患者提供步行训练的机会,有利于患者全身各系统生理功能的恢复,并通过反复训练强化大脑重塑,以帮助患者建立正常步态。研究证明,反复进行减重步行训练可改善患者的下肢运动功能评分、步行速度、平衡能力及地面行走耐力,是脑血管疾病后有效的步态训练技术,其原理与感觉运动皮质功能的增强有关^[23~26]。

2.4 运动想象

运动想象是指运动活动在内心反复地模拟、排练,而不伴有明显的身体运动,是一种特殊的运动治疗方式。它不同于一般的主动或被动活动,主要通过形成独立于受损初级运动皮质的运动神经网络系统来促进运动功能的恢复,可应用于脑血管疾病后的各期康复中^[27]。最近,镜像神经元系统的发现同样支持了运动功能的恢复可独立于受损初级运动皮质的观点^[28]。该系统主要存在于运动前区皮质和下顶叶区,只有在亲眼目睹行为发生的条件下才能被激活,即观察一个行为就可以引发一个相对应的运动记忆的形成。研究显示,该系统在对动作的理解、模仿学习新的复杂动作以及对固有动作

的协调等方面起着重要的作用^[29]。这些技术提供了全新的运动网络替代理念。如果在此基础上同时伴有有关肢体的同步模式化的被动或助动运动,康复训练效果可能会更好。

2.5 虚拟现实技术

虚拟现实技术是利用计算机生成一种模拟真实事物的虚拟环境(如行走、跑步、取物、绘图等),通过多种传感设备使用户“投入”到该环境中,实现用户与该环境直接进行自然交互的技术。国外已将虚拟现实技术应用于脑血管疾病后瘫痪手的功能训练,包括改善关节活动度、增强肌力、增加速度和促进分离动作的出现等。临床试验证明,对脑血管病后恢复期患者进行以虚拟现实技术为基础的训练可促进偏瘫手功能的恢复^[30~32]。You 等^[33]应用功能性核磁共振发现脑卒中患者进行虚拟现实技术功能训练后,可提高感觉运动皮质的兴奋性,对运动功能的恢复起着重要的作用。Sergei 等^[34]设计了针对手功能训练的远程虚拟现实技术系统,实现了通过计算机网络远程监测的运动治疗,有利于家庭康复,减轻了往返于康复中心给患者带来的负担。

2.6 机器人辅助治疗

机器人辅助技术是在强调人-机交互的条件下,通过电机驱动帮助患者完成被动活动、助力运动或抗阻运动等不同运动形式的康复训练,可用于脑血管疾病后瘫痪上肢的功能训练。临床研究显示,机器人辅助治疗与传统的康复治疗相比,能更好地促进脑卒中后患者偏瘫上肢的运动功能恢复^[35]。目前,我国已成功研制了肩肘复合运动康复机器人、肩关节康复机器人和手的康复训练器等多种康复机器人,并在慢性偏瘫患者的康复治疗中观察到初步疗效^[36]。

3 与运动疗法相关的其他治疗方法

在脑血管疾病的康复中,患者的功能恢复情况是各不相同的,有些患者恢复较快,而有些患者恢复较慢,可能停留在痉挛阶段,甚至停留在早期的弛缓状态。因此,脑血管疾病后运动功能的康复宜因人而异,在采用运动疗法的同时,可根据个人情况适当选用药物或手术等辅助治疗方法。例如,当患者在康复进程中出现严重的痉挛状态时,除外物理疗法,还可采用局部麻醉或破坏神经的药物阻滞运动感觉通路或口服巴氯芬等产生突触前抑制的药物以降低肌肉对被动牵拉的反应强度;若患者保守治疗效果不佳或出现关节严重挛缩,则需手术治疗。

近年来,神经干细胞的移植也被用于脑缺血损伤康复的实验研究中。研究发现,脑缺血时,体内仅有少量内源性神经干细胞自身分化,给予外源性神经营养因子可明显活化体内神经干细胞;而外源性神经干细胞移植可解决内源性神经干细胞数量不足的缺点^[6,37]。这些基础研究结果都为脑血管疾病的神经干细胞移植治疗提供了一定的理论依据。运动疗法在内外源性神经干细胞的成活、功能重建等过程可能具有关键性的作用。

参考文献

- [1] 史玉泉,周孝达主编. 实用神经病学[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2004. 780—962.

- [2] David T, Isabelle L, Jérémie P, et al. A longitudinal fMRI study: in recovering and then in clinically stable subcortical stroke patients[J]. Neuroimage, 2004, 23(3): 827—839.
- [3] Fujii Y, Nakada T. Cortical reorganization in patients with subcortical hemiparesis: neural mechanisms of functional recovery and prognostic implication[J]. J Neurosurg, 2003, 98(1): 64—73.
- [4] Butefisch CM, Kleiser R, Seitz RJ. Post-lesional cerebral reorganisation: evidence from functional neuroimaging and transcranial magnetic stimulation [J]. J Physiol Paris, 2006, 99 (4-6):437—454.
- [5] Carmichael ST. Cellular and molecular mechanisms of neural repair after stroke: making waves [J]. Ann Neurol, 2006, 59(5): 735—742.
- [6] 白玉龙, 于健君, 郑庆平, 等. 缺血性脑卒中神经保护、再生和修复机制的研究进展 [J]. 中国康复医学杂志, 2005, 20(8): 624—626.
- [7] 姜从玉, 胡永善, 吴毅, 等. 脑卒中患者早期康复治疗的成本—效果分析[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2004, 26 (10): 604—607.
- [8] Matteis M, Caltagirone C, Troisi E, et al. Changes in cerebral blood flow induced by passive and active elbow and hand movements[J]. J Neurol, 2001, 248(2): 104—108.
- [9] Ding Y, Li J, Luan X, et al. Exercise pre-conditioning reduces brain damage in ischemic rats that may be associated with regional angiogenesis and cellular overexpression of neurotrophin [J]. Neuroscience, 2004, 124(3):583—591.
- [10] 朱玉连, 胡永善, 谢臻, 等. 脑卒中偏瘫患者规范化综合康复治疗方案研究[J]. 中国康复医学杂志, 2005, 20(1): 68—69,72.
- [11] 朱玉连, 胡永善. 脑卒中后运动功能障碍的治疗学研究进展 [J]. 神经病学与神经康复, 2004, 1(3): 181—183.
- [12] 胡永善. 脑卒中三级康复治疗方案的讨论[J]. 中华全科医师杂志, 2005, 4(12): 712—714.
- [13] 朱玉连, 胡永善, 吴毅, 等. 规范三级康复治疗中不同时期卒中患者运动功能改善规律的分析 [J]. 中国运动医学杂志, 2004, 23(4): 377—380, 408.
- [14] 姜从玉, 王倩, 胡永善, 等. 脑卒中患者6个月三级康复治疗期间的成本—效果研究 [J]. 中国康复医学杂志, 2004, 19(7): 486—489.
- [15] Ward NS. Mechanisms underlying recovery of motor function after stroke[J]. Postgrad Med J, 2005, 81(958): 510—514.
- [16] Krakauer JW. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation [J]. Curr Opin Neurol, 2006, 19 (1): 84—90.
- [17] Bolton DA, Cauraugh JH, Hausenblas HA. Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and stroke motor recovery of arm/hand function: a meta-analysis [J]. J Neurol Sci, 2004, 223(2): 121—127.
- [18] Moreland JD, Thomson MA, Fuoco AR. Electromyographic biofeedback to improve lower extremity function after stroke: a meta-analysis [J]. Arch Phys Med Rehabil, 1998, 79(2):134—140.
- [19] Mark VW, Taub E. Constraint-induced movement therapy for chronic stroke hemiparesis and other disabilities [J]. Restor Neurol Neurosci, 2004, 22(3): 317—336.
- [20] Liepert J, Uhde I, Graf S, et al. Motor cortex plasticity during forced-use therapy in stroke patients: a preliminary study[J]. J Neurol, 2001, 248(4): 315—321.
- [21] Wittenberg GF, Chen R, Ishii K, et al. Constraint-induced therapy in stroke: magnetic-stimulation motor maps and cerebral activation [J]. Neurorehab Neural Repair, 2003, 17(1): 48—57.
- [22] Levy CE, Nichols DS, Schmalbrock PM, et al. Functional MRI evidence of cortical reorganization in upper-limb stroke hemiplegia treated with constraint-induced movement therapy [J]. Am J Phys Med Rehabil, 2001, 80(1): 4—12.
- [23] Hesse S, Werner C, Frankenberg S, et al. Treadmill training with partial body weight support after stroke [J]. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2003, 14(1 Suppl): S111—123.
- [24] Barbeau H, Visintin M. Optimal outcomes obtained with body-weight support combined with treadmill training in stroke subjects [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2003, 84 (10): 1458—1465.
- [25] Moseley AM, Stark A, Cameron ID, et al. Selection Treadmill training and body weight support for walking after stroke[J]. Physiotherapy, 2003, 89(9): 515.
- [26] Miyai I, Suzuki M, Hatakenaka M, et al. Effect of body weight support on cortical activation during gait in patients with stroke[J]. Exp Brain Res, 2006, 169(1):85—91.
- [27] Sharma N, Pomeroy VM, Baron JC. Motor Imagery: A Backdoor to the motor system after stroke[J]. Stroke, 2006, 37 (7): 1941—1952.
- [28] Vries S, Mulder T. Motor imagery and stroke rehabilitation: a critical discussion[J]. J Rehabil Med, 2007, 39(1):5—13.
- [29] Kalra L, Ratan R. Recent advances in stroke rehabilitation 2006[J]. Stroke, 2007, 38(2): 235—237.
- [30] Boian R, Sharma A, Han C, et al. Virtual reality-based post-stroke hand rehabilitation [J]. Stud Health Technol Inform, 2002, 85:64—70.
- [31] Broeren J, Rydmark M, Sunnerhagen KS. Virtual reality and haptics as a training device for movement rehabilitation after stroke: a single-case study[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2004, 85(8):1247—1250.
- [32] Merians AS, Jack D, Boian R, et al. Virtual reality—augmented rehabilitation for patients following stroke [J]. Phys Ther, 2002, 82(9):898—915.
- [33] You SH, Jang SH, Kim YH, et al. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study [J]. Stroke, 2005, 36(6):1166—1171.
- [34] Sergei V, Alma S, Boian R, et al. A virtual reality-based exercise system for hand rehabilitation post-stroke [J]. Mas Inst Tech, 2005, 14(2):161—174.
- [35] Lum PS, Burgar CG, Shor PC, et al. Robot-assisted movement training compared with conventional therapy techniques for the rehabilitation of upper-limb motor function after stroke [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2002, 83(7):952—959.
- [36] 王广志, 任宇鹏, 季林红, 等. 机器人辅助运动神经康复的研究现状[J]. 机器人技术与应用, 2004, 4: 9—14.
- [37] 倪朝民. 脑卒中的康复研究 [J]. 中国康复医学杂志, 2005, 20 (1): 3.