

- rattle's sound: electrophysiological evidence for action-effect binding in infancy[J]. Dev Cogn Neurosci, 2012, 2(1):90—96.
- [26] Moore A, Gorodnitsky I, Pineda J. EEG mu component responses to viewing emotional faces[J]. Behav Brain Res, 2012, 226(1):309—316.
- [27] Perry A, Stein L, Bentin S. Motor and attentional mechanisms involved in social interaction--evidence from mu and alpha EEG suppression[J]. Neuroimage, 2011, 58(3):895—904.
- [28] Perry A, Troje NF, Bentin S. Exploring motor system contributions to the perception of social information: Evidence from EEG activity in the mu/alpha frequency range[J]. Soc Neurosci, 2010, 5(3):272—284.
- [29] Heimann K, Umiltà MA, Guerra M, et al. Moving mirrors: a high-density EEG study investigating the effect of camera movements on motor cortex activation during action observation[J]. J Cogn Neurosci, 2014, 26(9):2087—2101.
- [30] Hadjidimitriou S, Zacharakis A, Doulgeris P, et al. Sensorimotor cortical response during motion reflecting audiovisual stimulation: evidence from fractal EEG analysis[J]. Med Biol Eng Comput, 2010, 48(6):561—572.
- [31] Virji-Babul N, Rose A, Moiseeva N, et al. Neural correlates of action understanding in infants: influence of motor experience[J]. Brain Behav, 2012, 2(3):237—242.
- [32] Perry A, Bentin S, Shalev I, et al. Intranasal oxytocin modulates EEG mu/alpha and beta rhythms during perception of biological motion[J]. Psychoneuroendocrinology, 2010, 35(10):1446—1453.
- [33] Frenkel-Toledo S, Bentin S, Perry A, et al. Mirror-neuron system recruitment by action observation: effects of focal brain damage on mu suppression[J]. Neuroimage, 2014, (87):127—137.
- [34] Fontana AP, Kilner JM, Rodrigues EC, et al. Role of the parietal cortex in predicting incoming actions[J]. Neuroimage, 2012, 59(1):556—564.
- [35] Palau-Baduell M, Valls-Santasusana A, Salvadó-Salvadó B. Autism spectrum disorders and mu rhythm. A new neurophysiological view[J]. Rev Neurol, 2011, 52(Suppl 1): S141—146.
- [36] Hamilton AF. Reflecting on the mirror neuron system in autism: a systematic review of current theories[J]. Dev Cogn Neurosci, 2013, (3):91—105.
- [37] Southgate V. Do infants provide evidence that the mirror system is involved in action understanding?[J]. Conscious Cogn, 2013, 22(3):1114—1121.
- [38] Blinowski G, Kamiński M, Wawer D. Trans3D: a free tool for dynamical visualization of EEG activity transmission in the brain[J]. Comput Biol Med, 2014, (51):214—222.
- [39] Reese B, Habel U, Neuner I. Simultaneous EEG-fMRI measurements: insights in applications and challenges[J]. Nervenarzt, 2014, 85(6):671—679.
- [40] Vitali P, Di Perri C, Vaudano AE, et al. Integration of multimodal neuroimaging methods: a rationale for clinical applications of simultaneous EEG-fMRI[J]. Funct Neurol, 2015, (1):1—12.
- [41] Kasuga S, Matsushika Y, Kasashima-Shindo Y, et al. Transcranial direct current stimulation enhances mu rhythm desynchronization during motor imagery that depends on handedness[J]. Laterality, 2015, 20(4):453—468.
- [42] Daly I, Faller J, Scherer R, et al. Exploration of the neural correlates of cerebral palsy for sensorimotor BCI control [J]. Front Neuroeng, 2014, (7):20.

## · 综述 ·

# 镜像疗法在脑卒中偏瘫患者上肢运动功能康复中应用的研究进展\*

沈 芳<sup>1</sup> 王 晶<sup>2</sup> 曾 明<sup>2,3</sup>

脑卒中,是目前世界上导致成年人残疾的主要原因<sup>[1]</sup>。据统计我国每年新发脑卒中近200万人,现存活患者有600万—700万,而存活者约75%致残<sup>[2]</sup>。针对脑卒中后上肢运动功能障碍这一难题,众多学者研究探索了多种康复措施,其中镜像疗法(Mirror therapy, MT)是近年来国内外学者研究

的热点,成为了一种具有良好应用前景的脑卒中康复治疗新方法。本文将对镜像疗法在脑卒中偏瘫患者上肢运动功能康复中的应用做简要论述。

## 1 镜像疗法的起源及应用领域

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.05.024

\*基金项目:浙江省嘉兴市科技计划项目(2014AY21031-9);国家自然科学基金资金资助项目(81201504);浙江省自然科学基金资助项目(LY12H17004)

1 浙江中医药大学,杭州,310000; 2 浙江省嘉兴市第二医院康复医学中心; 3 通讯作者

作者简介:沈芳,女,硕士研究生; 收稿日期:2015-03-31

镜像疗法(MT),又称镜像视觉反馈疗法,最初由Ramachandran和Rogers-Ramachandran<sup>[3]</sup>提出,被用于治疗截肢术后的幻肢痛(Phantom limb pain, PLP)。在1999年Altschuler等<sup>[4]</sup>将其用于上肢运动功能康复治疗的研究中,初步证实了镜像疗法可提高脑卒中偏瘫患者的上肢运动功能。此后Moseley<sup>[5]</sup>对镜像疗法治疗复杂性区域疼痛综合征(Complex regional pain syndrome, CRPS)进行了相关研究,得出镜像疗法可以有效减轻CRPS疼痛的结论,并可用于其他疼痛综合征的治疗,例如周围神经损伤后的疼痛<sup>[6]</sup>。之后关于镜像疗法的研究更多地集中于脑卒中、CRPS以及PLP的康复治疗中。而近年来越来越多的国内外学者就镜像疗法对偏瘫患者运动功能康复疗效,尤其是上肢的运动功能进行了临床试验。

## 2 镜像治疗的装置与操作

镜像疗法是指利用镜子,让患者看着镜子中健侧肢体活动的影子,想象成是患侧肢体在做相同动作的一种治疗方法。目前国内外关于镜像疗法的常用操作装置与程序的描述如下:患者靠近桌子坐,桌子上垂直放一35cm×35cm的镜子(镜子尺寸未有统一要求),镜子放在两上肢之间,健侧上肢朝向镜子的反射面,患侧上肢放在镜子无反射面的后面。要求患者的健侧肢体完成各项动作,如肩关节前屈、手指抓握和伸展以及拇指外展等,患者观察健侧上肢的运动成像并想象成患侧肢体在运动,并使患肢尽量做与健侧肢体相同的动作(患者自己不能完成的动作,由治疗师辅助完成)。

早期的镜像疗法是利用镜盒装置来进行,即将平面镜直立于长方形盒内部的正中矢状面上,盒子的顶面及靠近使用者的侧面被移除。患者通过观察镜盒中镜面反射出的健侧肢体的运动,想象成患侧肢体在做相同的运动。之后镜盒的装置不断被简化。镜子大小的选择,以可以看到健侧肢体在镜子中的运动影像,但不能看到患侧肢体为准。

在近几年的研究中,有学者运用了护目镜、扫描仪、在线液晶及相关软件包等,模拟镜像治疗方式:摄像机拍摄受试者正在活动的右手影像,通过软件进行水平180°的旋转,将右手影像处理成“左”手影像,再把处理后的“左”手影像投影到受试者所戴的护目镜上,产生看见“左”手活动的镜像疗法效果,并进行相关研究<sup>[7]</sup>。

## 3 镜像治疗的应用研究

镜像疗法最早被用于治疗截肢后的幻肢痛,后逐渐被用于脑卒中后肢体的康复治疗<sup>[4,8-17]</sup>。大量的临床研究证实了镜像治疗能提高脑卒中偏瘫患者上肢的运动功能。

国外对于镜像疗法的研究起源于20世纪90年代。1999年,Altschuler等<sup>[4]</sup>将镜像疗法用于促进上肢运动功能康复的

研究中,初步证实了镜像疗法能够提高患侧肢体关节活动度、运动速度及精确度。2008年,Yavuzer等<sup>[8]</sup>对40例12个月之内脑卒中患者进行随机对照研究,在传统康复治疗基础上,实验组接受镜像疗法,对照组以塑料板代替镜子,训练4周,并进行6个月的随访后,发现经过镜像治疗的患者肩臂和手运动功能的功能独立性评分(functional independence measure, FIM)较对照组有提高,但肢体痉挛无明显改善。之后Cacchio<sup>[9]</sup>的实验表明,镜像疗法能减轻脑卒中后伴CRPS I期患者的疼痛,并显著改善其运动功能。2009年,Dohle等<sup>[10]</sup>发现早期(脑卒中<8周)运用镜像疗法能明显改善脑卒中患者的感知觉和注意力,提高脑卒中患者偏瘫上肢的Fugl-Meyer评分(Fugl-Meyer assessment, FMA)、FIM、上肢动作研究试验(action research arm test, ARAT)。近年来国外学者的研究证明镜像疗法不但适用于医疗机构,也适用于家庭训练<sup>[11]</sup>;不仅适用于脑卒中急性期偏瘫上肢功能的恢复<sup>[12]</sup>,也对脑卒中后遗症患者的上肢的恢复具有一定的促进作用<sup>[13]</sup>。并且越来越多关于镜像疗法的研究着重于探讨其相关作用机制<sup>[14]</sup>。例如2011年,Michielsen等<sup>[15]</sup>运用功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)研究镜像疗法的作用机制,研究发现:镜像疗法在脑卒中患者做双手运动时利用视觉错觉效应,激活与自我意识和空间意识密切相关的两个大脑区域:楔前叶和后扣带回皮质区域,通过增强对偏瘫侧的意识,镜像疗法可能减少肢体的废用性,但是作者没有观察镜像疗法对运动区域的镜像相关神经元或者镜像神经系统系统的激活情况。同时也有一些学者将镜像疗法与其他疗法相结合来促进肢体功能的恢复及日常生活活动能力(activities of daily living, ADL)的提高<sup>[16]</sup>。2014年,Lin KC等<sup>[17]</sup>将镜像疗法和躯体感觉刺激相结合,研究表明,相对于单独使用镜像疗法,两者相结合的治疗更能显著提高患者偏瘫侧手的灵活性和上肢的运动功能(尤其是抓握功能)。据悉,这是最早研究镜像疗法和躯体感觉刺激相结合疗法效果的文章,但对于其如何起效,文章未给出明确的原因。综合国外的研究表明:镜像疗法能提高脑卒中患者上肢的运动功能,包括关节活动范围、协调性、灵活性等,并能有效减轻疼痛,但对缓解肢体痉挛作用不大,并且对于镜像疗法的作用机制,目前尚未有统一论。

国内对镜像疗法的研究起步较晚,且数量较少。2009年,朱琳等<sup>[18]</sup>研究镜像疗法对脑卒中12个月以内的偏瘫患者手功能康复的疗效,治疗前及治疗4周后采用Brunnstrom分期、痉挛评定(modified ashworth scale, MAS)及FIM自我照顾的评分对两组患者进行评定,并对患者进行随访,选择出院后继续自我训练3个月的2例患者进行功能磁共振成像检查和表面肌电图检查。结果显示治疗后镜像疗法组的Brunnstrom及FIM评分较治疗前均有提高,但MAS评分下

降,且治疗后1、3、6个月,镜像疗法组Brunnstrom、FIM评分高于对照组。2例患者的头部功能磁共振成像显示,镜像疗法组患者在患侧第一运动区和辅助运动区均有高信号显示。从而证实镜像疗法对提高卒中偏瘫患者手功能的恢复有疗效,但对缓解肢体痉挛的作用不明显。2011年,张洪翠等<sup>[19]</sup>的研究显示,镜像疗法对偏瘫患者的上肢运动功能,特别是肢体远端运动功能有显著疗效,并且能减轻患者偏瘫上肢的疼痛,但不能改善患者ADL及缓解患肢痉挛。同时作者也推测了镜像疗法不能改善患者ADL能力的原因可能是因为患者的ADL能力被偏瘫肢体所限制,从而使得患者进行ADL活动时主要依靠身体其他部分的代偿活动。同年,邹智等<sup>[20]</sup>的研究表明镜像疗法结合任务导向性训练可用于提高早期卒中患者短期内的上肢运动功能,但是对日常生活活动能力的改善不明显,并分析了其可能的作用机制。之后越来越多的学者将镜像疗法结合其他疗法(如运动想象训练、活动分析法)运用于临床,证明镜像治疗结合其他疗法不仅有利于改善脑卒中偏瘫患者的上肢功能和ADL能力<sup>[21]</sup>,恢复其日常生活活动能力,并能改善其抑郁的程度<sup>[22]</sup>。而通过比较镜像疗法与常规作业训练对老年脑卒中患者偏瘫肢体功能恢复的疗效,也证实了在常规康复训练和针灸治疗的基础上,镜像疗法比常规作业训练更能改善老年脑卒中患者3个月时的偏瘫肢体功能和生活活动能力<sup>[23]</sup>。综合国内的研究同样表明镜像疗法能提高偏瘫患者的上肢运动功能,但对患者日常生活活动能力及患肢痉挛程度的改善尚不确定,且未明确其作用机制。

#### 4 作用机制

镜像疗法涉及动作观察、运动想象、模仿学习等诸多过程,可通过幻像提高患手的存在意识,越来越多的证据表明镜像疗法在提高偏瘫患者上肢运动功能方面疗效较好<sup>[8-25]</sup>。但关于镜像疗法发挥作用的神经生理学机制目前尚无统一论。目前讨论的机制有:

##### 4.1 通过视觉反馈机制

Altschuler等<sup>[24]</sup>研究认为,通过镜子,带有运动想象的运动疗法使视觉信号不断输入第一运动区或初级运动区,从而建立了对患侧的视觉反馈,产生了对偏瘫侧恢复有利的影响。

##### 4.2 习得性废用的减轻

有部分研究观点则认为镜像疗法通过视觉反馈机制提高大脑运动皮质的兴奋性。应用fMRI发现当观察一侧手在镜子中的运动成像时,同侧大脑中手的相应运动皮质M1区亦会被激活<sup>[25]</sup>,这种视觉错觉通过激活神经传导通路,代替了原本减少或不存在的本体感觉输入,提高了患侧肢体的存在意识,很有可能阻止或降低瘫痪肢体“习得性废用”的产生,从而促进患侧肢体的功能恢复,并且可通过此方法纠正

单侧忽略<sup>[26]</sup>。

##### 4.3 激活镜像神经元

近年来,由于对镜像神经元研究的不断深入,使得镜像神经元系统成为解释镜像疗法神经机制的重要理论。研究证明,人类也存在镜像神经元系统,其主要位于颞上沟、顶下小叶以及额下回、后顶叶区、上颞叶沟和脑岛中叶,它们不仅在人类执行某种动作时激活,而且当进行观察、想象和模仿时也会被激活<sup>[27]</sup>。因此镜像疗法的机制可能是:通过镜像神经元系统的激活来促进大脑功能重组,进而使受损的运动功能恢复。但目前有最新的研究表明,镜像疗法与镜像神经元的系统可能不如想象中的密切,镜像疗法的产生疗效与兴奋镜像神经元系统无关,更多的是来自于初级视觉皮质和楔前叶的兴奋而产生的作用<sup>[7]</sup>。

##### 4.4 其他观点

Rocca等<sup>[28]</sup>的研究证实,镜像运动疗法能减弱胼胝体的抑制作用,从而使病灶侧运动皮质的活性增强,因此有利于偏瘫肢体运动功能的恢复。另外有研究显示,双侧运动训练比单侧效果显著,这主要是由于双侧肢体同源性肌肉进行对称性训练时,两侧大脑半球相似的神经网络均得到激活,皮质间的抑制减弱<sup>[29]</sup>,从而使患者的神经功能得以重组。镜像疗法中,患者注视镜中影像,以为患侧在动,独立或在治疗师帮助下,健侧与患侧同时运动,即所谓的双侧运动训练。还有学者认为镜像疗法通过视觉反馈缓解幻肢痛、I、II型复杂性区域性疼痛及卒中后的肩痛,从而可减轻对肢体疼痛和运动的恐惧感,减少了肢体的废用从而改善了肢体的运动功能<sup>[30]</sup>。同时,在观察镜子中肢体运动时,小脑半球亦被激活,也有利于促进偏瘫肢体的功能康复<sup>[31]</sup>。

上述关于镜像疗法神经生理学机制的探讨,仍需大量研究证实。而关于镜像疗法的具体作用机制尚未有统一论。

#### 5 未来展望

经过大量的研究证明,镜像疗法能有效地促进脑卒中偏瘫上肢运动功能恢复。研究也表明镜像疗法不仅适合大型医院推广应用,也适合社区康复机构使用,更适用于恢复期患者在家中自主训练;不仅能提高康复效率及降低致残率,也加强了患者的主动性及参与性,符合现代康复医学的理念。

另外,对于传统康复治疗,镜像疗法有其独有的治疗特点:①能超早期介入软瘫期;②对患侧肢体的要求不高;③更好地调动患者的积极性、主动性,节省医疗资源;④符合现代康复医学模式的要求。

但镜像疗法仍存在一些不足之处:目前对于镜像疗法研究仍偏少,对于具体操作程序、适用时间等目前尚无统一标准,且其作用机制尚不明确;会因个人条件的差异,导致治疗



效果出现很大不同。综合来看,镜像疗法仍是一种发展潜力巨大的康复新疗法,非常值得我们进一步研究、推广和应用。

## 参考文献

- [1] Bonita R, Mendis S, Truelsen T, et al. The global stroke initiative[J]. *Lancet Neurol*, 2004, 3(7):391—393.
- [2] 中华医学会神经病学分会脑血管病学组急性缺血性脑卒中诊治指南撰写组.中国急性缺血性脑卒中诊治指南2010[J].*中国全科医学*,2011,14(12B):4013—4017.
- [3] Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D, Cobb S. Touching the phantom limb[J]. *Nature*, 1995, 377(6549):489—490.
- [4] Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L, et al. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror[J]. *Lancet*, 1999, 353(9169):2035—2036.
- [5] Moseley GL. Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial[J]. *Pain*, 2004, 108(1—2):192—198.
- [6] Rosén B, Lundborg G. Training with a mirror in rehabilitation of the hand[J]. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*, 2005, 39(2):104—108.
- [7] Wang J, Fritzsche C, Bernarding J, et al. A comparison of neural mechanisms in mirror therapy and movement observation therapy[J]. *J Rehabil Med*, 2013, 45(4):410—413.
- [8] Yavuzer G, Selles R, Sezer N, et al. Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: a randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2008, 89(3):393—398.
- [9] Cacchio A, De Blasis E, Necozone S, et al. Mirror therapy for chronic complex regional pain syndrome type 1 and stroke[J]. *N Engl J Med*, 2009, 361(6):634—636.
- [10] Dohle C, Püllen J, Nakaten A, et al. Mirror therapy promotes recovery from severe hemiparesis: a randomized controlled trial[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2009, 23(3):209—217.
- [11] Michielsen ME, Selles RW, van der Geest JN, et al. Motor recovery and cortical reorganization after mirror therapy in chronic stroke patients: a phase II randomized controlled trial[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2011, 25(3):223—233.
- [12] Lee MM, Cho HY, Song CH. The mirror therapy program enhances upper-limb motor recovery and motor function in acute stroke patients[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2012, 91(8):689—700.
- [13] 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.
- [14] Lappchen CH, Ringer T, Blessin J, et al. Optical illusion alters M1 excitability after mirror therapy: a TMS study[J]. *J Neurophysiol*, 2012, 108(10):2857—2861.
- [15] Michielsen ME, Smits M, Ribbers GM, et al. The neural correlates of mirror therapy: an fMRI study on mirror induced visual illusions in patients with stroke[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2011, 82(4):393—398.
- [16] Lee YY, Lin KC, Wu CY, et al. Combining afferent stimulation and mirror therapy for improving muscular, sensorimotor, and daily functions after chronic stroke: a Randomized, placebo-controlled study[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2015, [Epub ahead of print].
- [17] Lin KC, Chen YT, Huang PC, et al. Effect of mirror therapy combined with somatosensory stimulation on motor recovery and daily function in stroke patients: A pilot study[J]. *J Formos Med Assoc*, 2014, 113(7):422—428.
- [18] 朱琳,贾晓红,刘霖,等.运动想象对卒中后偏瘫患者上肢及手功能康复的疗效观察[J].*中国脑血管病杂志*,2009,6(9):451—460.
- [19] 张洪翠,于大君,刘志华,等.镜像疗法对偏瘫患者上肢功能康复疗效的观察[J].*中国卒中杂志*,2011,6(5):381—387.
- [20] 邹智,张英,王珊珊,等.镜像治疗结合任务导向性训练对脑卒中患者上肢功能的影响[J].*中华物理医学与康复杂志*,2011,33(9):693—696.
- [21] 侯红,蔡可书,范亚蓓,等.镜像疗法结合运动想象训练对脑卒中后偏瘫患者上肢功能和日常生活活动能力的影响[J].*中华物理医学与康复杂志*,2013,35(2):112—114.
- [22] 崔颖,孙玉倩,汪凤兰,等.活动分析法结合镜像治疗对脑卒中患者康复的影响[J].*广东医学*,2013,34(21):3274—3276.
- [23] 朱仁洋,孙新芳,肖桂荣.镜像疗法与常规作业训练对老年脑卒中患者偏瘫肢体功能恢复的疗效比较[J].*中华老年医学杂志*, 2014,33(5):454—456.
- [24] Stevens JA, Stoykov ME. Using motor imagery in the rehabilitation of hemiparesis[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2003, 84(7):1090—1092.
- [25] Shinoura N, Suzuki Y, Watanabe Y, et al. Mirror therapy activates outside of cerebellum and ipsilateral M1[J]. *Neuro-Rehabilitation*, 2008, 23(3):245—252.
- [26] Thieme H, Bayn M, Wurg M, et al. Mirror therapy for patients with severe arm paresis after stroke—a randomized controlled trial[J]. *Clin Rehabil*, 2013, 27(4):314—324.
- [27] Rizzolatti G, Sinigaglia C. The functional role of the parieto-frontal mirror circuit: interpretations and misinterpretations[J]. *Nat Rev Neurosci*, 2010, 11(4):264—274.
- [28] Rocca MA, Mezzapesa DM, Comola M, et al. Persistence of congenital mirror movements after hemiplegic stroke[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2005, 26(4):831—834.
- [29] Stinear JW, Byblow WD. Disinhibition in the human motor cortex is enhanced by synchronous upper limb movements[J]. *J Physiol*, 2002, 543(Pt 1):307—316.
- [30] Hanling SR, Wallace SC, Hollenbeck KJ, et al. Preemptive mirror therapy may prevent development of phantom limb pain: a case series[J]. *Anesth Analg*, 2010, 110(2):611—614.
- [31] Small SL, Hlustik P, Noll DC, et al. Cerebellar hemispheric activation ipsilateral to the paretic hand correlates with functional recovery after stroke[J]. *Brain*, 2002, 125(Pt 7):1544—1557.