

镜像疗法在复杂区域性疼痛综合征治疗中的应用进展*

华 艳¹ 白玉龙^{1,2,3}

1 复杂区域性疼痛综合征

复杂区域性疼痛综合征(complex regional pain syndrome, CRPS)是一种自发产生或者由创伤等原因引起的慢性神经病理性疼痛综合征,患者常常在受累区域出现痛觉过敏,疼痛难忍,严重影响生存质量。除此以外,还经常出现血管舒缩异常、汗液分泌异常、运动受限、营养不良等症状。临床上常常根据有无明确的神经损伤将CRPS分为I型和II型。其中I型曾称为反射性交感神经性营养不良,特发或者继发于其他损伤,一般不伴神经系统的损伤。最近相关研究表明,部分I型CRPS患者存在神经微损伤^[1-2],II型曾称为灼性神经痛,一般由神经系统的损伤引起。

自美国内战期间首次被报道后,CRPS相关的研究报道不断深入,人们对该疾病的认识也不断更新,大多学者认为CRPS的发生与局部软组织损伤及外周神经系统的损伤和敏化^[3]、缺血再灌注损伤^[4]、中枢的炎症及敏化^[5]、皮质重组^[51]、交感神经的改变^[6]、自身免疫^[7]、花生四烯酸代谢异常^[8]和基因因素^[9]等因素有关。关于皮质重组,有学者认为是来自躯体相应部位而非刺激部位的本体感觉所对应的大脑皮质区发生改变^[34]。近年来,通过功能成像和脑电图成像发现,在CRPS初级体感皮质,患肢对应的代表区面积减少(脸-手距离缩短)。进一步说明皮质重组参与CRPS的发生发展。CRPS的诊断也较为统一,目前主要采用2013年新版CRPS临床诊断和治疗指南新修订的Budapest标准^[10]。

由于CRPS的临床症状复杂多变,其发生机制尚不十分清楚,其临床治疗相当棘手。目前临床上坚持早发现、早诊断、早治疗的治疗理念,采取以患者为中心的多学科间共同协作的治疗模式,尽最大努力提高治疗效果,提高患者的生存质量。相关治疗主要包括康复治疗、心理治疗、药物治疗、特殊干预等^[11]。康复治疗主要包括运动想象训练^[12-13],镜像疗法^[14],经皮电刺激^[15],脊髓电刺激^[16],神经肌肉电刺激^[17]等。通过不断的康复治疗,在一定程度上预防组织萎缩和关节僵直,缓解疼痛的作用;通过与患者的沟通,进行相关心理教育,让其了解疾病发生发展的过程,鼓励患者以积极的态度

接受治疗、以积极的心态面对生活,最大程度提高患者的治疗效果,临床上认知行为疗法疗效得到肯定^[18];通过药物、无创及有创干预,达到缓解疼痛、控制水肿的目的。临床常用的药物多种多样,目前比较常用的药物有甾体类抗炎药^[19-20](如糖皮质激素)、NSAIDs药(如扑热息痛等)、抗癫痫药^[21-22](如加巴喷丁、普瑞巴林、卡马西平等)、抗抑郁药^[23](如阿米替林、去甲阿米替林、帕罗西汀、文拉法辛等)、阿片类药物^[24-25](如曲马多等)。药物相关研究大多以临床经验为依据,临床试验证据相对较少^[52]。最近一些关于二磷酸盐类药物^[26-27]的相关研究表明其在镇痛和改善运动功能方面效果较好,尤其是在CRPS的早期阶段。一项随机对照试验表明,奈立膦酸钠100mg,10天内4次静脉注射,取得非常好的效果^[53]。但是其长期有效性及安全性仍有待进一步研究验证。特殊干预有经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation TMS)^[28],交感神经阻滞术(星状神经节阻滞,桡神经阻滞术等)^[29],植入刺激器^[30]等。TMS在CRPS的治疗中发挥了很好的作用,但TMS疗效的持久性和适用人群的广泛性仍需进一步研究。除此以外,交感神经阻滞术(星状神经节阻滞和腰交感神经阻滞)在临床上也得到比较广泛的应用,其临床疗效是值得肯定的。对于严重的慢性CRPS患者,可以考虑植入脊髓刺激器,最近一项长达12年的前瞻性研究表明,大部分患者在植入脊髓刺激器疼痛获得大幅度缓解^[29]。目前临床上应用于CRPS治疗的方法和手段层出不穷,但大多效果不佳或相关临床证据不足。近年来镜像疗法以其治疗效果明显、无创、易被患者接受等优点,受到广泛关注,本文就此展开介绍。

2 镜像疗法

镜像疗法(mirror therapy, MT)又称镜像视觉反馈疗法(mirror visual feedback, MVF),它通过展现健侧肢体在镜中的影像,让患者误以为是患肢的活动,从而达到减轻患肢疼痛,促进肢体功能恢复的目的。简言之,就是通过镜子的视觉反馈,给大脑一种患肢依旧能活动的错觉。镜像疗法是1995年由Ramachandran^[31]学者首次提出,并首先应用于截肢

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2018.01.025

*基金项目:上海申康医院发展中心“郊区三级医院临床能力建设”项目(SHDC12014906)

1 复旦大学附属华山医院康复医学科,上海,200040; 2 复旦大学附属华山医院北院康复医学科; 3 通讯作者

作者简介:华艳,女,硕士研究生,住院医师; 收稿日期:2016-09-06

后幻肢痛的治疗,效果很好。随后在1998年,Altschuler首次将镜像疗法应用于脑卒中后患者的运动功能康复^[32],并于次年发表一篇关于镜像疗法在卒中后偏瘫患者的康复治疗中的应用的论文^[33],引起了广泛关注。之后相关研究陆续展开,从首次报道至今20余年,镜像疗法作为一种较新的康复治疗手段,得到了很大的发展,从最初幻肢痛的治疗逐步扩展到脑卒中后的肢体康复、脑性瘫痪、CRPS,甚至骨折的康复治疗中,并取得了一定的疗效。

3 镜像疗法在CRPS治疗中的应用

3.1 目前的研究进展情况

近年来,关于镜像疗法对CRPS治疗的相关研究越来越多。早在2003年,McCabe等^[34]便发现镜像疗法对早期的CRPS I型患者有显著的缓解疼痛和改善运动功能的作用,而对慢性患者效果不佳(>2年)。随后,Moseley^[35]在2004年的一项试验中发现运动想象治疗方案(镜像疗法在其中占重要地位)可以改善慢性CRPS I型(>6个月)患者的症状。在2006年的另一项试验中他发现该运动想象治疗方案对非慢性的CRPS及幻肢痛的患者具有很好的治疗效果,当时很难判断是否是镜像疗法起的关键作用^[36]。随后,相关研究陆续展开,镜像疗法对CRPS的治疗也不断完善。

2009年,Ezendam等^[37]的一项研究应用多种方法来评定患者的疼痛程度、CRPS的严重程度、各种症状体征的缓解程度和患肢的功能等级等,提示镜像疗法对CRPS的治疗有效。Cacchio等^[38]通过一项随机对照研究比较48例急性脑卒中后上肢患CRPS I型的患者镜像疗法治疗效果,在该试验中,患者被随机平均分为两组,一组为试验组,患者除了接受传统的卒中相关康复治疗外,还接受镜像疗法治疗,对照组则只接受传统的卒中相关康复治疗。每位患者均在治疗师的陪同下,单独训练,互不影响。该试验中用VAS(visual analog scale)评分来评估患者的疼痛情况,用WMFT(wolf motor function test)和MAL(motor activity log)评分来评估患者的运动功能恢复情况,通过为期6个月的治疗和随访,发现两组在VAS和WMFT、MAL评分中均有显著性意义,提示镜像疗法在卒中后CRPS I型患者的疼痛和功能恢复中起到一定的治疗作用。Vural等^[39]在另一项随机对照试验中,将患有上肢CRPS I型的患者(30例)分为随机两组,两组均进行传统的康复治疗,每天2—3h,每周5d,连续治疗4周,其中一组额外增加镜像疗法,每天30min。采用Brunnstrom分期(the scores of the Brunnstrom recovery stages)进行运动恢复的评分,用FMA(the Fugl-Meyer assessment)和FIM量表(function independent measure)评价手及腕部功能,用MAS量表(modified ashworth scale)评定痉挛程度,用VAS评估疼痛程度。研究结果表明,镜像治疗组在疼痛缓解及功

能恢复方面取得了更大的效果。Smart等^[40]则在一项随机对照试验中进一步证明分级运动想象疗法和镜像疗法可能对CRPS I型患者的疼痛缓解及功能恢复有一定疗效,而其他多式联动物理治疗、电疗及淋巴引流等效果不佳。更高质量的随机对照试验仍需进一步开展,以便于更好地指导临床治疗,提高患者生存质量。关于镜像疗法在CRPS II型治疗中的应用目前相关报道较少,2008年Selles等^[54]进行了2例案例报道,研究结果显示镜像疗法对CRPS II型患者亦有短期的缓解疼痛作用,其是否可以成为CRPS II型患者可能的治疗方法仍有待进一步研究和探讨。

很多CRPS患者似乎陷入了肢体疼痛和废用的恶性循环,一直没有非常有效的方法可以帮助其缓解疼痛,恢复肢体功能。或许镜像疗法可以让我们看到一些希望。但是对CRPS的治疗,不同学者看法不一,大多认为患病>2年者,镜像疗法的疗效不佳^[41],其原因可能与长期关节痉挛、运动受限有关,同时还可能随着时间的推移,已形成的神经通路不断巩固,难以改变。但亦有研究表明镜像疗法对患病1年以上的患者也有一定的缓解疼痛的效果^[42]。但总体来说,镜像疗法的前景可观,其疗效仍需大量的临床研究验证。

3.2 镜像疗法可能的作用机制

镜像疗法的临床治疗效果渐渐被肯定,但是其确切的作用机制仍然不清楚,不少学者提出了各种假设,相关的试验研究也在大量展开。此处总结了目前比较受大部分学者肯定的几种作用机制,归纳如下:

3.2.1 视觉反馈的作用:有学者认为镜像疗法的机制可能与视觉反馈有关,一项关于猴子的实验表明,视觉系统观察到的某种行为可以直接反映到该行为的运动代表区^[43]。该实验让猴子在休息状态下观察另一个体进行某个特定的行为(抓起某一食物吃),其脑内特定区域的神经元出现兴奋,观察另一个不同的动作时,则脑中另外特定区域神经元出现兴奋^[43]。早在1999年,Harris等^[55]便提出了CRPS患者的疼痛症状可能与其观察-执行匹配机制失调有关。2005年,McCabe等^[56]间接地验证了这一假设,他们通过诱导pud正常人观察-执行匹配失调,观察是否出现疼痛感觉。在试验中,他们在受试者面前放一面镜子,使其只能看见其中一侧肢体的运动,另一侧肢体藏于镜后,然后上下肢进行有节奏的双侧运动。一组运动为两侧肢体一致的运动,即对称的旋转、屈伸运动,另一组运动为不对称运动,即反对称的旋转、屈伸运动。结果20s内,大部分的实验者出现异常感觉,如麻木、僵直和急性疼痛。且其中大部分(66%)出现在不对称运动中,该试验说明观察-执行匹配机制失调可以导致疼痛发生。近年来,通过功能成像和脑电图成像发现,在CRPS初级体感皮质,患肢对应的代表区面积减少(脸-手距离缩短)。进一步说明了皮质重组在CRPS的发生发展中发挥重要作用。

所以镜像疗法可能通过观察、模仿镜像中健侧肢体活动,误以为是患肢的活动画面,从而刺激患侧皮质相应运动代表区,影响其电活动和兴奋性,减少运动意向-感觉反馈之间的比例失调,促进其达到平衡状态,重建错配的传入传出反馈,促进皮质重组逐渐正常化。达到缓解疼痛、促进运动功能恢复的目的。

3.2.2 镜像神经元的作用:镜像神经元(mirror neuron, MN)是指个体在执行某一行为或者观察其他个体执行同一行为时都发放冲动的神经元^[44],镜像神经元分布于不同脑区,彼此之间构成了镜像神经元系统。镜像神经元由Rizzolatti等^[45]学者首先发现,镜像系统为行为观察与具体行为活动之间的联系提供了一个特殊有效的途径。随后大量研究通过肌电图、脑磁图、正电子发射型计算机断层显像(positron emission computed tomography PET)、功能磁共振(functional magnetic resonance imaging, fMRI)等证明了人类镜像神经元的存在。Nojima等^[46]采用经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)进行镜像神经元相关的研究,结果表明通过镜像疗法治疗后,相关运动功能的改善与初级运动皮质区的重塑关系密切。一项实验表明,镜像神经元与行为理解有关,该实验不让猴子观察具体行为过程,但是通过其他方法给它一些线索,比如声音(砸碎花生、撕纸等),在猴子的特定脑区,依然可见镜像神经元发放冲动^[47]。

3.2.3 运动神经通路易化:大脑的神经网络错综复杂,许多运动的神经支配来自双侧的大脑半球,相关研究表明,健侧与患侧肢体同时运动可以增加大脑皮质的去抑制作用,促进肢体功能恢复^[48],镜像疗法通过双侧运动训练,即患者观察镜中健侧运动影像,误以为患侧肢体活动,从而达到健侧与患侧同时运动的效果,通过反复训练刺激,从而下调皮质内抑制信号,增强患侧相应的运动神经支配,促进患侧运动功能恢复^[48]。

3.2.4 习得性废用减轻:患侧肢体运动功能障碍、神经通路不同程度破坏使得患者不愿或不能使用患肢,容易引起患侧肢体习得性废用(learned nonuse)^[49]。镜像疗法通过视错觉误以为是患肢的活动,增加肢体存在感^[50],从而减轻习得性废用,再经过反复的康复训练刺激,促进运动功能恢复^[48]。

4 小结

镜像疗法的临床治疗效果得到大部分学者的肯定,但该方法仍然存在诸多不确定性。其治疗剂量、治疗时间、相关操作的安全性以及最符合的目标人群仍有待进一步研究明确。同时,受到镜像装置的限制,镜像疗法训练的规范性、统一性很难量化,对相关临床研究结果存在较大影响。除此以外,目前的大多研究缺少meta分析及相关的质量评估,其结果的可靠性仍然需要进一步证实。在以后的发展中,需要影

像学(如fMRI等)及神经电生理学技术(如TMS等)相关数据的更多支持。

CRPS的临床治疗相关研究层出不穷,但镜像疗法以其治疗效果明显、副作用低、患者依从性好等优点受到了越来越多学者的关注,虽然目前仍有很多问题有待解决,但是镜像疗法在CRPS治疗中的作用不容忽视,相信不久的将来,会有更多相关试验展开,为我们提供更有说服力的研究数据。

参考文献

- [1] Oaklander AL, Rissmiller JG, Gelman LB, et al. Evidence of focal small fibre axonal degeneration in complex regional pain syndrome-I (reflex sympathetic dystrophy)[J]. Pain, 2006,120:235—243.
- [2] Albrecht PJ, Hines S, Eisenberg E, et al. Pathologic alterations of cutaneous innervation and vasculature in affected limbs from patients with complex regional pain syndrome [J]. Pain, 2006,120:244—266.
- [3] De Rooij AM, Gosso MF, Alsina E, et al. No mutations in the voltage gated NaV1.7 sodium channel of subunit gene SCN9A in familial complex regional pain syndrome[J]. European Journal of Neurology, 2010,17(6):808—814.
- [4] Coderre TJ, Bennett GJ. A hypothesis for the cause of complex regional pain syndrome-type I (reflex sympathetic dystrophy): pain due to deep-tissue microvascular pathology[J]. Pain Med, 2010,11(8): 1224—1238.
- [5] Eisenberg E, Chistyakov AV, Yudashkin M, et al. Evidence for cortical hyperexcitability of the affected limb representation area in CRPS: a psychophysical and transcranial magnetic stimulation study[J]. Pain, 2005,113:99—105.
- [6] Baron R, Schattschneider J, Binder A, et al. Relation between sympathetic vasoconstrictor activity and pain and hyperalgesia in complex regional pain syndromes: a case-control study[J]. Lancet, 2002,359:1655—1660.
- [7] Li WW, Sabsovich I, Guo TZ, et al. The role of enhanced cutaneous IL-1 β signaling in a rat tibia fracture model of complex regional pain syndrome[J]. Pain, 2009,144:303—313.
- [8] Ramsden C, Gagnon C, Graciosa J, et al. Do omega-6 and trans fatty acids play a role in complex regional pain syndrome[J]. A pilot study Pain medicine, 2010,11(7):1115—1125.
- [9] Herlyn P, Muller-Hilke B, Wendt M, et al. Frequencies of polymorphisms in cytokines, neurotransmitters and adrenergic receptors in patients with complex regional pain syndrome type I after distal radial fracture[J]. Clin J Pain, 2010,26:175—181.
- [10] Harden RN, Oaklander AL, Burton AW, et al. Complex regional pain syndrome: practical diagnostic and treatment guidelines, 4th edition[J]. Pain Med, 2013,14:180—229.
- [11] Pertoldi S, Di Benedetto P. Shoulder-hand syndrome after stroke. A complex regional pain syndrome[J]. Europa Medi-

- cophysica, 2005, 41(4):283—292.
- [12] Marinus J, Moseley GL, Birklein F, et al. Clinical features and pathophysiology of complex regional pain syndrome[J]. *Lancet Neurol*, 2011,10:637—648.
- [13] Moseley GL, Gallace A, Spence C. Space-based, but not arm-based, shift in tactile processing in complex regional pain syndrome and its relationship to cooling of the affected limb[J]. *Brain*, 2009,132:3142—3151.
- [14] Cacchio A, De Blasis E, Necozone S, et al. Mirror therapy for chronic complex regional pain syndrome type I stroke[J]. *N Engl J Med*,2009,361(6): 634—636.
- [15] Bilgili A, Çakır T, Doğan ŞK, et al. The effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation in the management of patients with complex regional pain syndrome: A randomized, double- blinded, placebo- controlled prospective study[J]. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 2016 (Preprint). 1—11.
- [16] Kriek N, Groeneweg JG, Stronks DL, et al. Comparison of tonic spinal cord stimulation, high-frequency and burst stimulation in patients with complex regional pain syndrome: a double-blind, randomised placebo controlled trial [J]. *Pain Practice*, 2015, 15(6):E59—E64.
- [17] Devrimsel G, Turkyilmaz AK, Yildirim M, et al. The effects of whirlpool bath and neuromuscular electrical stimulation on complex regional pain syndrome[J]. *Journal of Physical Therapy Science*, 2015, 27(1):27—30.
- [18] Zhu Z, Zhang L, Jiang J, et al. Comparison of psychological placebo and waiting list control conditions in the assessment of cognitive behavioral therapy for the treatment of generalized anxiety disorder: a meta- analysis[J]. *Shanghai Arch Psychiatry*,2014,26(6):319—331.
- [19] Bove GM. Focal nerve inflammation induces neuronal signs consistent with symptoms of early complex regional pain syndromes[J]. *Experimental Neurology*, 2009, 219(1): 223—227.
- [20] Jänig W. The fascination of complex regional pain syndrome[J]. *Experimental Neurology*, 2010, 221(1):1—4.
- [21] Tan AK, Duman I, Taşkınatan MA, et al. The effect of gabapentin in earlier stage of reflex sympathetic dystrophy [J]. *Clin Rheumatol*, 2007, 26: 561—565.
- [22] De la Calle JL, De Andres J, Pérez M, et al. Add-on treatment with pregabalin for patients with uncontrolled neuropathic pain who have been referred to pain clinics[J]. *Clinical Drug Investigation*, 2014, 34(12):833—844.
- [23] Dworkin RH, O'connor AB, Audette J, et al. Recommendations for the pharmacological management of neuropathic pain: an overview and literature update[J]. *Mayo Clin Proc*, 2010, 85: S3—14.
- [24] Chu LF,Clark DJ,Angst MS. Opioid tolerance and hyperalgesia in chronic pain patients after one month of oral morphine therapy: a preliminary prospective study[J]. *Journal of Pain*, 2006, 7(1):43—48.
- [25] Chopra P, Cooper MS. Treatment of Complex Regional Pain Syndrome (CRPS) using low dose naltrexone (LDN) [J]. *Journal of Neuroimmune Pharmacology the Official Journal of the Society on Neuroimmune Pharmacology*, 2013, 8(3):470—476.
- [26] Cassisi G, Sartori L. Efficacy of intramuscular clodronate in Complex Regional Pain Syndrome type I: description of a case located in the astragalus in a patient with psoriatic arthritis[J]. *Acta bio-medica: Atenei Parmensis*, 2009, 80(3): 268—277.
- [27] Varenna M, Adami S, Rossini M, et al.Treatment of complex regional pain syndrome type I with neridronate: a randomized, double- blind, placebo- controlled study[J]. *Rheumatology (Oxford)*, 2013,52: 534—542.
- [28] Gaertner M,Johnson K,Mackey S. Treating complex regional pain syndrome with transcranial magnetic stimulation[J]. *Journal of Pain*,2014,15(4):S69.
- [29] O'Connell NE, Wand BM, Mcauley J, et al. Interventions for treating pain and disability in adults with complex regional pain syndrome[J]. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2013, 27(3):298—299.
- [30] Geurts JW, Smits H, Kemler MA, et al. Spinal cord stimulation for complex regional pain syndrome type I: a prospective cohort study with long-term follow-up[J]. *Neuromodulation*, 2013,16(6):523—529.
- [31] Ramachandran VS, Rogers- Ramachandran D, Cobb S. Touching the phantom limb[J]. *Nature*,1995,377(6549):489—490.
- [32] Altschuler EL. Motor rehabilitation in a stroke patient using a mirror[J]. *Society for Neuroscience Abstracts*, 1998, 1—2(24):1408.
- [33] Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L, et al. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror[J]. *Lancet*, 1999, 353(9169):2035—2036.
- [34] McCabe CS, Haigh RC, Ring EF,et al. A controlled pilot study of the utility of mirror visual feedback in the treatment of complex regional pain syndrome (type 1)[J]. *Rheumatology (Oxf)*, 2003,42:97—101.
- [35] Moseley GL. Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomized controlled trial[J]. *Pain*, 2004,108:192—198.
- [36] Moseley GL. Graded motor imagery for pathologic pain: a randomized controlled trial[J]. *Neurology*, 2006,67:2129—2134.
- [37] Ezendam D, Bongers RM, Jannink MJ. Systematic review of the effectiveness of mirror therapy in upper extremity function[J]. *Disability & Rehabilitation*, 2009, 31(26):2135—2149.
- [38] Cacchio A, De Blasis E, De Blasis V, et al. Mirror therapy in complex regional pain syndrome type I of the upper

- limb in stroke patients[J]. *Neurorehabilitation & Neural Repair*, 2009, 23(8):792—799.
- [39] Pervane Vural S, Nakipoglu Yuzer GF, Sezgin Ozcan D, et al. Effects of mirror therapy in stroke patients with complex regional pain syndrome type 1: A randomized controlled study[J]. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2015, 97(4):575—581.
- [40] Smart KM, Wand BM, O'Connell NE. Physiotherapy for pain and disability in adults with complex regional pain syndrome (CRPS) types I and II (Protocol)[J]. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2013, 2(11):CD10853.
- [41] Vladimir Tichelaar YI, Geertzen JH, Keizer D, et al. Mirror box therapy added to cognitive behavioural therapy in three chronic Complex Regional Pain Syndrome type I patients: a pilot study[J]. *Int J Rehabil Res*, 2007, 3:181—188.
- [42] 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, 361:634—636.
- [43] Rizzolatti G, Fabbri-Destro M, Cattaneo L. Mirror neurons and their clinical relevance[J]. *Nature Clinical Practice Neurology*, 2009, 5(1):24—34.
- [44] Kraskov A, Philipp R, Waldert S, et al. Corticospinal mirror neurons[J]. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 2014, 369(1644):20130174.
- [45] Rizzolatti G, Fogassi L, Gallese V. Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action[J]. *Nature Reviews Neuroscience*, 2001, 2(9):661—670.
- [46] Nojima I, Mima T, Koganemaru S, et al. Human motor plasticity induced by mirror visual feedback[J]. *J Neurosci*, 2012, 32(4):1293—1300.
- [47] Kohler E, Keysers C, Umiltà MA, et al. Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons[J]. *Science*, 2002, 297(5582):846—848.
- [48] 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.
- [49] 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.
- [50] Dohle C, Pullen 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.
- [51] Pleger B, Tegenthoff M, Ragert P, et al. Sensorimotor re-tuning in complex regional pain syndrome parallels pain reduction[J]. *Ann Neurol*, 2005, 57:425—429.
- [52] Perez RS, Zollinger PE, Dijkstra PU, et al. Evidence based guidelines for complex regional pain syndrome type 1 [J]. *BMC Neurol*, 2010, 10:20.
- [53] Breuer B, Pappagallo M, Ongseng F, et al. An open-label pi-lot trial of ibandronate for complex regional pain syndrome[J]. *Clin J Pain*, 2008, 24: 685—689.
- [54] Selles RW, Schreuders TA, Stam HJ. Mirror therapy in patients with causalgia (complex regional pain syndrome type II) following peripheral nerve injury: two cases[J]. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 2008, 40(4):312—314.
- [55] Harris AJ. Cortical origin of pathological pain[J]. *Lancet*, 1999, 354:1464—1466.
- [56] McCabe CS, Haigh RC, Halligan PW, et al. Simulating sensory-motor incongruence in healthy volunteers: implications for a cortical model of pain[J]. *Rheumatology*, 2005, 44:509—516.

(上接第104页)

- 2004, 13(5):509—516.
- [2] Strafun SS, Lazarev IA, Homonai IV. Biomechanical aspects of efficiency of Latarjet's surgery for habitual dislocation of the shoulder in the bones fractures[J]. *Klinichna Khirurgiia*, 2014(11):71—74.
- [3] 张治华,张伟滨,王蕾. 肩关节习惯性前脱位的病理特点和治疗进展[J]. *国际骨科学杂志*, 2004, 25(2):89—92.
- [4] Gray Cook. 动作-功能动作训练体系[M]. 张英波,梁林,赵洪波译. 北京:北京体育大学出版社, 2010.3—248.
- [5] Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer A cluster-randomized controlled trial[J]. *The American Journal of Sports Medicine*, 2011, 39(11):2296—2303.
- [6] 李勇,袁鹏. 优秀网球运动员肩袖损伤康复体能训练个案分析[J]. *中国运动医学杂志*, 2014, 33(4): 344—346.
- [7] DO Draper. The deep muscle stimulator's effects on tissue stiffness in trigger-point therapy[J]. *Athletic Therapy Today*, 2005(6):52—53.
- [8] 袁鹏,吴翠娥,朱晓梅. 等速测力评价柔道运动员伤后力量特征及应用[J]. *体育科研*, 2010, 31(6): 27—28.
- [9] Noffal GJ. Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in Throwers and Nonthrowers [J]. *Am J Sports Med*, 2003, 31(4): 537—544.
- [10] Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, et al. Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes[J]. *American Journal of Sports Medicine*, 1991, 19(1):76—81.
- [11] Chestnut JL, Docherty D. The Effects of 4 and 10 repetition maximum weight-training protocols on neuromuscular adaptations in untrained men[J]. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 1999, 13(4):353—359.