

· 综述 ·

镜像疗法在偏瘫型脑瘫患儿上肢功能康复中的应用研究进展

庄金阳¹ 贾杰^{1,2,3,4}

¹复旦大学附属华山医院康复医学科, 上海 200040; ²上海市静安区中心医院康复医学科, 上海 200040; ³国家老年疾病临床医学研究中心(华山), 上海 200040; ⁴国家神经疾病医学中心, 上海 200040

通信作者: 贾杰, Email: shannonjj@126.com

【摘要】 偏瘫型脑瘫上肢功能的康复是目前儿童康复的难点和热点。镜像疗法作为上肢功能康复的治疗技术, 具有操作简便, 无创, 成本低等优势, 近年来也被国内外学者应用于偏瘫型脑瘫患儿的上肢功能康复。本文旨在通过综述镜像疗法在偏瘫型脑瘫儿童上肢功能康复中的应用研究进展, 以期为偏瘫型脑瘫上肢康复的临床应用和推广提供参考。

【关键词】 镜像疗法; 偏瘫型脑瘫; 上肢; 运动功能; 感觉功能

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFC2002300, 2018YFC2002301); 国家自然科学基金创新研究群体项目(82021002); 国家自然科学基金重大研究计划集成项目(91948302); 上海市静安区卫生系统重点学科建设资助(2021ZB02)

Funding: National Key R&D Program of China (2018YFC2002300 and 2018YFC2002301); National Natural Science Foundation for Innovative Research Group Project of China (82021002); National Natural Science Foundation of China Major Research Program Integration Project (91948302); Funding for the Construction of Key Disciplines in the Health System of Jing'an District, Shanghai (2021ZB02)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.11.021

脑性瘫痪简称脑瘫(cerebral palsy, CP), 是一组持续存在的中枢性运动和姿势发育障碍、活动受限症候群, 这种症候群是由于发育中的胎儿或婴幼儿脑部非进行性损伤所致, 临床表现为运动功能障碍, 姿势异常, 感知觉障碍, 可伴有癫痫和继发性肌肉骨骼障碍等, 严重影响患儿的身心健康^[1-3]。偏瘫型脑瘫(hemiplegic cerebral palsy, HCP)是CP的常见类型之一, 占有CP儿童的35.1%, 且新生儿患病率为0.6‰~0.9‰^[4-7]。

HCP临床表现为患儿的一侧躯体感觉、运动功能障碍或半身瘫痪, 相对于下肢, 上肢更容易受影响^[4]。研究表明, 近50%的CP患儿存在上肢功能障碍^[8]。目前, 解决HCP患儿上肢运动功能障碍的主要途径包括以作业疗法为主的综合康复疗法, 如强制性诱导运动疗法、上肢双手强化治疗等^[9-10]; 和当下热门的无创脑部调控技术, 如经颅直流电刺激、重复经颅磁刺激等^[11-12]。近年来, 镜像疗法(mirror therapy, MT)以其简便、低成本和无创等治疗优势, 也被逐渐应用于HCP的上肢功能康复。本文旨在通过综述镜像疗法在HCP患儿上肢功能康复中的应用研究进展, 以期为HCP上肢康复的临床应用和推广提供参考。

镜像疗法应用于HCP的原理和机制

镜像疗法在学界也称为镜像视觉反馈疗法, 于1995年被Ramachandran等学者首次提出, 用于解决截肢后幻肢痛的问题^[13], 后广泛应用于脑卒中后偏瘫患者的上肢康复, 并被证明对于脑卒中后的运动功能障碍具有中度疗效的循证证据,

是脑卒中后上肢康复较为有效的方法之一^[14-15]。除了脑卒中康复领域, 学者逐渐将镜像疗法应用于HCP患儿的上肢功能康复中^[16-17]。

一、镜像疗法应用于HCP的原理

在成人偏瘫的临床实践中, 镜像疗法被认为是一种自上而下的中枢干预技术^[18]。镜像疗法在HCP的临床应用中, 与成人偏瘫具有相似的治疗原理。HCP患儿的临床应用过程中, 镜像疗法也利用放置于双侧肢体正中矢状面的镜子, 通过镜子反映健侧肢体的活动镜像, 让患儿全程观察镜像中的肢体运动, 并鼓励患儿偏瘫侧肢体尽可能地参与活动或在辅助下活动, 以此诱导患儿在活动过程中产生双侧肢体正常活动的“镜像视错觉”, 并促进患儿自身努力活动, 以达到调控大脑中枢皮质重塑和提高肢体功能能力的目的, 因此镜像疗法可视为HCP的主动康复技术之一。

二、镜像疗法应用于HCP的作用机制

目前, 镜像疗法机制研究集中的对象主要是成人偏瘫, 对于偏瘫儿童的治疗机制的探索仍然较少, 虽然二者治疗方法和原理相同, 但是由于儿童具有年龄依赖性的神经元可塑性机制, 因此针对成人的“镜像视错觉”的机制并不完全适用于儿童。近年来, 学者们也逐步探索镜像疗法在CP的应用机制。如Bai等^[19]在近红外脑功能成像研究中发现, 单侧肢体进行镜像疗法时, 同侧感觉运动皮质的适度激活可能与辅助运动皮质区的激活相关, 且楔前叶可能不是镜像疗法相关神经网络的组成部分。Weisstanner等^[20]通过功能性核磁共振研究发现, 双侧任务下的“镜像视错觉”可能通过激活偏瘫患

儿中涉及视觉冲突检测和认知控制的大脑区域来解决视觉冲突。皮质脊髓重组被归类为对侧(从对侧半球到受影响手的皮质脊髓投射)或同侧(从同侧半球到受影响手的皮质脊髓投射),Grunt 等^[21]的研究发现,“镜像视错觉”可激活对侧脊髓重组的偏瘫患儿初级运动皮质的兴奋性。Derakhshanrad 等^[22]的研究也发现,偏瘫患儿健侧手的镜像视觉反馈引起的视觉感觉系统的改变可能导致感觉皮质的变化,从而改变其感知和运动意图,进而改善其运动控制。

镜像疗法需要诱导 HCP 患儿偏瘫的上肢活动,被认为可以减少偏瘫侧肢体的习得性废用^[23]。HCP 患儿在日常生活中往往倾向于避免使用患侧的上肢,有学者将这种现象称为“发育性忽略”,这严重影响患儿的日常生活活动^[24]。在这种情况下,运动输出和感觉再输入之间的不一致会阻碍 HCP 患儿的功能活动,而镜像视觉反馈可以恢复运动效应和视觉效应之间的一致性,使患者摆脱“习得性瘫痪”^[21,25]。镜像疗法可通过提供视觉反馈来代偿 HCP 患儿感觉运动刺激的减少,从而改善其大脑皮质的缺陷^[26]。此外,镜像疗法也被认为可以激活额上回和前运动皮质等区域的镜像神经元,促进大脑中枢的调控^[27]。综上,镜像疗法在 HCP 患儿的临床应用中,具备一定的神经生理机制,可能诱导脑功能的适应性重塑,这为其在 HCP 上肢康复领域的应用提供了理论的基础。

镜像疗法在 HCP 患儿上肢感觉功能康复中的应用

正常的上肢和手的功能活动与感觉的正常输入紧密相关,且离不开大脑中枢的调控。偏瘫患儿的患侧手在身体感觉和触觉感知方面存在缺陷,这会阻碍其精细运动技能,包括手指的精细运动技能和手指施加的力量控制^[28]。在感觉功能方面,现已有研究将镜像疗法应用于脑卒中后的触觉、本体感觉等感觉功能障碍的康复治疗^[29]。上肢正常运动的“镜像视错觉”可代偿受影响上肢本体感觉信息的缺乏,从而允许运动前皮质的募集^[30]。

近年来,许多研究开始关注镜像疗法对 HCP 患儿上肢感觉障碍的影响。Smorenburg 等^[31]的研究发现,镜像视觉反馈对偏瘫患儿积极的影响不仅来自于双侧对称运动肢体的简单感知,也包括来自受影响程度较轻肢体的视觉反馈,以减少患侧肢体的离心性神经肌肉活动。这种基于“镜像视错觉”的视觉效应对于 HCP 患儿感觉、触觉等的影响也受到了一定的关注。Feltham 等^[32]在比较镜像视觉反馈,玻璃和不透明屏幕等三种视觉条件差异的研究中发现,用受损较轻的手臂的镜像反射代替受损较重的手臂的真实视觉信息,可以改善 HCP 患儿在肢体间耦合过程中的运动控制。Smorenburg 等^[33]的研究发现,提供静态肢体的镜像视觉反馈可以改善 HCP 患儿肢体主动的关节位置觉。Auld 等^[34]的研究中,6 例 HCP 患儿偏瘫患儿按交替顺序分别参加镜像疗法和双侧训练,并在训练前、后分别进行触觉记录和知觉评估,结果发现,相较于传统的双侧训练,镜像疗法可更有效地改善 4 例患儿的触觉感知。此外,Auld 等^[35]还在系统综述中推荐,将镜像疗法作为脑瘫儿童上肢触觉障碍的康复技术。综上,镜像疗法通过提供镜像视觉反馈,对于 HCP 患儿的身体感觉和触觉感知可能具有改善作用,然而这方面的研究仍缺少高质量的临床随机对照研究(randomized controlled trial, RCT),其具体的涉及皮质调控

的机制仍不清楚,这仍需要进一步的研究来明确。

镜像疗法在 HCP 患儿上肢运动功能康复中的应用

HCP 会导致患儿上肢痉挛、握力和捏力下降以及手部精细运动减退等运动功能障碍,进而严重影响患儿的独立生活能力。目前,国内外许多学者已将镜像疗法应用于改善 HCP 上肢运动功能障碍,临床系统评价指出,镜像疗法在脑瘫的作业治疗实践中具备临床价值^[36]。

一、镜像疗法对 HCP 患儿上肢痉挛的影响

上肢痉挛是 HCP 临床常见的运动功能障碍之一,也是目前儿童康复的临床难题。赵秀英等将 66 例 HCP 患儿随机分为观察组和对照组,所有患儿均接受常规家庭康复训练,观察组在此基础上增加家庭镜像康复方案,干预 8 周后,家观察组患儿的肌张力较组内治疗前和对照组治疗 8 周后均显著改善,差异均有统计学意义($P>0.05$)^[37]。Elanchezian 等^[38]的研究也发现,镜像疗法较常规康复治疗,可更显著地改善 HCP 患儿上肢的改良的 Ashworth 分级。然而,刘洋等^[39]的研究则发现,在常规康复治疗的基础上增加镜像疗法,对 HCP 患儿的痉挛程度并无显著影响。综上,本课题组认为,镜像疗法对 HCP 患儿痉挛的疗效目前仍然存在争议,未来仍需进一步临床研究的探索。

二、镜像疗法对 HCP 患儿握力和捏力的影响

研究发现,HCP 患儿患侧手部的握力和捏力显著低于正常儿童,严重限制着其肢体的功能性活动,而经 3 周的镜像疗法干预后,镜像疗法组 10 例 HCP 患儿(6~14 岁)的上肢握力显著优于仅采用常规双侧训练的对照组^[40]。Mohammed 等^[41]的研究发现,在常规康复治疗的基础上增加镜像疗法,可更显著地改善 HCP 患儿的手部力量。赵秀英等^[37]的研究也发现,家庭镜像疗法可显著改善 HCP 患儿的上肢肌力和活动范围。Bruchez 等^[42]的研究却发现,相较于传统的上肢训练,镜像疗法对 HCP 患儿上肢的握力和捏力并无更为显著的影响。Narimani 等^[7]的研究也发现,镜像疗法对 9~14 岁 HCP 患儿的握力并无显著的促进作用。然而,本课题组却发现,Bruchez 等^[42]的研究是在家庭中进行,未能保证患儿具体执行的依从性,且每天仅干预 15 min,剂量偏低。综上,目前镜像疗法对于 HCP 患儿手部握力和捏力的疗效尚无统一的定论,由于各个临床研究纳入对象普遍存在年龄差异,因此通过进一步的研究来探索镜像疗法对于不同年龄 HCP 患儿握力和捏力的影响,尤为必要。

三、镜像疗法对 HCP 患儿手部精细功能的影响

儿童精细运动能力涉及手眼协调的能力和大脑中枢感觉运动环路控制,而视觉输入对于精细运动功能的完成具有重要作用^[43]。研究表明,镜像疗法可通过提供“正常”的视觉反馈,以促进大脑躯体感觉系统内的激活,并改善 HCP 患儿的肢体功能^[43]。Jung 等^[44]在个案报导中指出,镜像疗法可以促进 HCP 患儿手部的精细功能的康复,并改善其注意力。不少 RCT 也观察了镜像疗法对于精细功能的影响。如彭光阳^[45]的研究发现,镜像疗法可显著改善 HCP 患儿上肢的精细运动功能。刘洋等^[39]的研究发现,经镜像疗法干预后,镜像疗法组的 Peabody 精细运动量表评分显著优于仅采用常规康复治疗干预的对照组。赵秀英等^[37]的研究也发现,镜像疗法

可以显著改善 HCP 患儿的精细运动能力测试量表 (fine motor function measure, FMFM) 评分。本课题组认为, 镜像疗法可显著改善 HCP 患儿上肢的精细运动功能, 但该结论仍受限于小样本的临床研究, 需要更大样本的临床治疗观察, 以进一步确定其疗效, 方便临床推广。

镜像疗法对 HCP 患儿日常生活活动能力的影响

Shahanawaz 等^[46]的个案报道发现, 每日 1 次, 每日 30 min, 每周 6 d, 连续 3 周的镜像疗法不仅可以改善 1 例 HCP 患儿患侧上肢的运动功能, 还可提高其日常生活活动能力。Bruchez 等^[42]的研究发现, 镜像疗法可显著改善 HCP 患儿的上肢灵巧性和日常生活活动能力。彭光阳^[45]的研究采用儿童残疾量表对 HCP 患儿的日常生活活动能力进行了评估, 结果发现, 镜像疗法可以改善 HCP 患儿的日常生活活动能力。

镜像疗法联合其他疗法在 HCP 患儿上肢功能康复中的应用

联合训练或合并疗法是神经疾病康复的常见治疗模式, 近年来, 许多研究均尝试将镜像疗法与其他疗法相结合, 应用于 HCP 患儿上肢功能的康复。Kara 等^[47]的研究发现, 镜像疗法结合力量训练可显著改善改善 HCP 患儿的上肢运动功能。Mohamed 等^[26]的研究发现, 镜像疗法联合肌内效贴, 相比于单纯的镜像疗法, 可更有效地改善 HCP 患儿的上肢运动功能和握力。柯明慧等^[48]的研究也发现, 肌电生物反馈与镜像疗法相结合, 相较于单纯的肌电生物反馈或单纯的镜像疗法, 可更显著地改善 HCP 患儿的精细运动功能。赵秀英等^[49]的研究也提出, 在镜像疗法的基础上增加任务导向性训练, 可更进一步地改善 HCP 患儿的上肢运动功能和日常独立能力。上述研究均表明, 在镜像疗法的基础上增加其他上肢训练方法, 对于 HCP 患儿的上肢功能康复具有促进作用。

除了与常见的上肢训练方法结合外, 还有研究尝试将镜像疗法与其他干预手段相结合, 用于 HCP 患儿的上肢功能康复。如 Palomo-Carrion 等^[24]的研究将镜像疗法与动作观察疗法组合起来, 形成了镜像观察疗法, 但该研究尚未对其后续的疗效进行报道。王东升等^[50]研究发现, 镜像疗法合并运动想象可更为显著地改善脑性瘫痪合并精神发育迟滞患儿的粗大运动功能和功能独立性。此外, 通过对传统镜像设备的改进, 也可以达到镜像疗法与其他治疗方法相结合的目的, 提供新的治疗策略。如 Asmaa 和 Emam^[51]将传统的镜像装置进行了改良, 在该设备下, 可以实现手臂双侧强化训练与镜像疗法的结合, 现已成功应用于 HCP 患儿的上肢功能康复。

镜像疗法应用于 HCP 患儿上肢功能康复的优势

近年来, 镜像疗法已经成为治疗 HCP 上肢功能的一种具有推广潜力的康复技术。李晓捷等^[52]基于全国多中心、大样本的脑瘫流行病学调查研究发现, 社区家庭康复是当前 CP 康复的主要途径之一。相比于其他干预技术, 如重复经颅磁刺激和经颅直流电刺激, 镜像疗法具有操作方便, 简单易行的特点, 因此适合作为 HCP 患儿社区和家庭康复的辅助手段。Pasquet 等^[53]的研究表明, 镜像疗法作为家庭治疗的自我康复

管理项目, 具有良好的可行性和依从性, 治疗过程中无不良反应出现。因此, 镜像疗法在 HCP 的社区家庭康复中具备较大的优势。

总结和展望

镜像疗法作为一种主动康复治疗技术, 现已应用于改善 HCP 患儿的上肢感觉障碍 (包括触觉、本体感觉等), 上肢运动功能障碍 (包括痉挛、握力与捏力, 和精细运动等) 和日常生活活动能力等。镜像疗法在 HCP 康复的临床应用中仍然存在一定的局限性。首先, 目前关于镜像疗法在 HCP 上肢康复中的临床研究, 其样本量普遍偏小, 且大多缺少长时间的随访, 因此镜像疗法在 HCP 上肢康复的临床疗效, 仍有待进一步探索。其次, 有研究发现, 即使在无认知障碍的情况下, 仍然有一部分患儿无法保持对于镜像反馈中健侧肢体的注意, 这可能会影响镜像疗法的实际疗效^[7,26]。这也提醒治疗师, 镜像疗法在应用于 HCP 康复中, 应注重结合外周的引导 (如治疗师对患侧肢体的辅助)。最后, 镜像疗法对于不同年龄阶段的 HCP 患儿的疗效差异及其具体机制尚未明确, 这也限制了镜像疗法在临床的应用和推广。基于此, 本课题组认为, 未来镜像疗法应用于 HCP 患儿的研究应基于不同年龄阶段, 采用大样本、多中心的临床研究, 积极探索镜像疗法的真实疗效和机制。

参考文献

- [1] Aravamuthan BR, Fehlings D, Shetty S, et al. Variability in cerebral palsy diagnosis[J]. *Pediatrics*, 2021, 147(2): e2020010066. DOI: 10.1542/peds.2020-010066.
- [2] Jahan I, Muhit M, Hardianto D, et al. Epidemiology of cerebral palsy in low- and middle-income countries: preliminary findings from an international multi-centre cerebral palsy register[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2021, 63(11): 1327-1336. DOI: 10.1111/dmcn.14926.
- [3] Smits D, Gorter J, Riddell C, et al. Mobility and self-care trajectories for individuals with cerebral palsy (aged 1-21 years): a joint longitudinal analysis of cohort data from the Netherlands and Canada[J]. *Lancet Child Adolesc Health*, 2019, 3(8): 548-557. DOI: 10.1016/S2352-4642(19)30122-1.
- [4] Odding E, Roebroeck M, Stam H. The epidemiology of cerebral palsy: incidence, impairments and risk factors[J]. *Disabil Rehabil*, 2006, 28(4): 183-191. DOI: 10.1080/09638280500158422.
- [5] Ravn SH, Flachs EM, Uldall P. Cerebral palsy in eastern denmark: declining birth prevalence but increasing numbers of unilateral cerebral palsy in birth year period 1986-1998[J]. *Eur J Paediatr Neurol*, 2010, 14(3): 214-218. DOI: 10.1016/j.ejpn.2009.06.001.
- [6] Hoare B, Wasiak J, Imms C, et al. Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2007, 2: CD004149. DOI: 10.1002/14651858.CD004149.
- [7] Narimani A, Kalantari M, Dalvand H, et al. Effect of mirror therapy on dexterity and hand grasp in children aged 9-14 years with hemiplegic cerebral palsy[J]. *Iran J Child Neurol*, 2019, 13(4): 135-142. PMC6789091.
- [8] Arnould C, Bleyenheuft Y, Thonnard J. Hand functioning in children with cerebral palsy[J]. *Front Neurol*, 2014, 5: 48. DOI: 10.3389/

- fneur.2014.00048.
- [9] Ramey SL, DeLuca SC, Stevenson RD, et al. Constraint-induced movement therapy for cerebral palsy: a randomized trial[J]. *Pediatrics*, 2021, 148(5): e2020033878. DOI: 10.1542/peds.2020-033878.
 - [10] Robert M, Gutterman J, Ferre C, et al. Corpus callosum integrity relates to improvement of upper-extremity function following intensive rehabilitation in children with unilateral spastic cerebral palsy[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2021, 35(6): 534-544. DOI: 10.1177/15459683211011220.
 - [11] 张新恒, 王德强, 毕锋莉, 等. 重复经颅磁刺激治疗痉挛型脑瘫儿童运动功能障碍的研究进展[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2021, 43(3): 273-275. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.03.021.
 - [12] Inguaggiato E, Bolognini N, Fiori S, et al. Transcranial direct current stimulation (tDCS) in unilateral cerebral palsy: a pilot study of motor effect[J]. *Neural Plast*, 2019, 2019: 2184398. DOI: 10.1155/2019/2184398.
 - [13] Ramachandran V, Rogers-Ramachandran D, Cobb S. Touching the phantom limb[J]. *Nature*, 1995, 377(6549): 489-490. DOI: 10.1038/377489a0.
 - [14] Thieme H, Morkisch N, Mehrholz J, et al. Mirror therapy for improving motor function after stroke[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018, 7(7): CD008449. DOI: 10.1002/14651858.CD008449.
 - [15] Pollock A, Farmer S, Brady M, et al. Interventions for improving upper limb function after stroke[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2014(11): CD010820. DOI: 10.1002/14651858.CD010820.
 - [16] Gaillard F, samson E, Rauscent H, et al. Investigations of the effects of mirror therapy in children with unilateral cerebral palsy[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2018, 61: e305-e306. DOI: 10.1016/j.rehab.2018.05.1311.
 - [17] Farzamfar P, Heirani A, Sedighi M. The effect of motor training in mirror therapy on gross motor skills of the affected hand in children with hemiplegia[J]. *Iran Rehabil J*, 2017, 15(3): 243-248. DOI: 10.29252/nrip.irj.15.3.243.
 - [18] 贾杰. 多模态创新驱动, 促进脑卒中后手与上肢功能康复发展——ISPRM2019 手与上肢功能康复研究专题报道[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2019, 41(7): 554-558. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.07.019.
 - [19] Bai Z, Fong KNK, Zhang J, et al. Cortical mapping of mirror visual feedback training for unilateral upper extremity: a functional near-infrared spectroscopy study[J]. *Brain Behav*, 2020, 10(1): e01489. DOI: 10.1002/brb3.1489.
 - [20] Weisstanner C, Saxer S, Wiest R, et al. The neuronal correlates of mirror illusion in children with spastic hemiparesis: a study with functional magnetic resonance imaging[J]. *Swiss Med Wkly*, 2017, 147: w14415. DOI: 10.4414/sm.w.2017.14415.
 - [21] Grunt S, Newman CJ, Saxer S, et al. The mirror illusion increases motor cortex excitability in children with and without hemiparesis[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2017, 31(3): 280-289. DOI: 10.1177/1545968316680483.
 - [22] Derakhshanrad SA, Piven E, Zeynalzadeh Ghoochani B, et al. Effect of mirror therapy on upper limb function: a single subject study[J]. *Iran Rehabil J*, 2017, 15(3): 227-234. DOI: 10.29252/nrip.irj.15.3.227.
 - [23] Palomo-Carrión R, Pinero-Pinto E, Ando-LaFuente S, et al. Uniman-
 - ual intensive therapy with or without unaffected hand containment in children with hemiplegia. A randomized controlled pilot study[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(9): 2992. DOI: 10.3390/jcm9092992.
 - [24] Palomo-Carrion R, Zuñi-Escobar JC, Cabrera-Guerra M, et al. Mirror therapy and action observation therapy to increase the affected upper limb functionality in children with hemiplegia: a randomized controlled trial protocol[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(3): 1051. doi: 10.3390/ijerph18031051.
 - [25] Ramachandran VS, Altschuler EL. The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function[J]. *Brain*, 2009(7): 1693-1710. DOI: 10.1093/brain/awp135.
 - [26] Mohamed RA, Yousef AM, Radwan NL, et al. Efficacy of different approaches on quality of upper extremity function, dexterity and grip strength in hemiplegic children: a randomized controlled study[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2021, 25(17): 5412-5423. DOI: 10.26355/eurrev_202109_26648.
 - [27] Deconinck FJ, Smorenburg AR, Benham A, et al. Reflections on mirror therapy: a systematic review of the effect of mirror visual feedback on the brain[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2015, 29(4): 349-361. DOI: 10.1177/1545968314546134.
 - [28] Sgandurra G, Ferrari A, Cossu G, et al. Upper limb children action-observation training (UP-CAT): a randomised controlled trial in hemiplegic cerebral palsy[J]. *BMC Neurol*, 2011, 11: 80. DOI: 10.1186/1471-2377-11-80.
 - [29] 庄金阳, 贾杰. 镜像疗法治疗脑卒中后感觉功能障碍的研究现状[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2021, 43(4): 371-374. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.04.020.
 - [30] Michielsen ME, Smits M, Ribbers GM, et al. The neuronal 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. DOI: 10.1136/jnnp.2009.194134.
 - [31] Smorenburg AR, Ledebt A, Feltham MG, et al. The positive effect of mirror visual feedback on arm control in children with spastic hemiparetic cerebral palsy is dependent on which arm is viewed[J]. *Exp Brain Res*, 2011, 213(4): 393-402. DOI: 10.1007/s00221-011-2789-6.
 - [32] Feltham MG, Ledebt A, Deconinck FJ, et al. Mirror visual feedback induces lower neuromuscular activity in children with spastic hemiparetic cerebral palsy[J]. *Res Dev Disabil*, 2010, 31(6): 1525-1535. DOI: 10.1016/j.ridd.2010.06.004.
 - [33] Smorenburg AR, Ledebt A, Deconinck FJ, et al. Visual feedback of the non-moving limb improves active joint-position sense of the impaired limb in spastic hemiparetic cerebral palsy[J]. *Res Dev Disabil*, 2011, 32(3): 1107-1116. DOI: 10.1016/j.ridd.2011.01.016.
 - [34] Auld ML, Johnston LM, Russo RN, et al. A single session of mirror-based tactile and motor training improves tactile dysfunction in children with unilateral cerebral palsy: a replicated randomized controlled case series[J]. *Physiother Res Int*, 2017, 22(4): e1674. DOI: 10.1002/pri.1674.
 - [35] Auld ML, Russo R, Moseley GL, et al. Determination of interventions for upper extremity tactile impairment in children with cerebral palsy: a systematic review[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2014, 56(9): 815-832. DOI: 10.1111/dmcn.12439.
 - [36] Park EJ, Baek SH, Park S. Systematic review of the effects of mirror therapy in children with cerebral palsy[J]. *J Phys Ther Sci*, 2016, 28

- (11):3227 - 3231. DOI: 10.1589/jpts.28.3227.
- [37] 赵秀英, 阙利双, 李娜娇, 等. 家庭镜像疗法联合康复训练对偏瘫型脑性瘫痪儿童上肢运动功能的疗效研究[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2020, 12(7): 161-164. DOI: 10.12037/YXQY.2020.07-33.
- [38] Elanchezian C, Swarna KP. Mirror therapy to improve hand function in spastic cerebral palsy children[J]. Int J Res Pharm Sci, 2019, 10(3): 2381-2387. DOI: 10.26452/ijrps.v10i3.1483
- [39] 刘洋, 李晓捷, 汤敬华, 等. 镜像视觉反馈疗法治疗 20 例偏瘫型脑性瘫痪儿童上肢功能疗效观察[J]. 中国中西医结合儿科学, 2013, 5(2): 162-164. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3865.2013.02.032.
- [40] Gyax MJ, Schneider P, Newman CJ. Mirror therapy in children with hemiplegia: a pilot study[J]. Dev Med Child Neurol, 2011, 53(5): 473-476. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2011.03924.x.
- [41] Mohammed IE, Shariff N, Mohd Hanim MF, et al. Effect of mirror visual feedback on hand functions in children with hemiparesis[J]. Int J Physiother, 2016, 3(2): 147-153. DOI: 10.5281/zenodo.51167.
- [42] Bruchez R, Jequier Gyax M, Roches S, et al. Mirror therapy in children with hemiparesis: a randomized observer-blinded trial[J]. Dev Med Child Neurol, 2016, 58(9): 970-978. DOI: 10.1111/dmcn.13117.
- [43] Cheng CH. Effects of observing normal and abnormal goal-directed hand movements on somatosensory cortical activation[J]. Eur J Neurosci, 2018, 47(1): 48-57. DOI: 10.1111/ejn.13783.
- [44] Jung M, Wachter S, Tomczak M. Single case study on the effects of mirror therapy on motor functions in a child with hemiparesis[J]. Physioscience, 2017, 13(2): 65-72. DOI: 10.1055/s-0035-1567189.
- [45] 彭光阳. 镜像疗法对痉挛型偏瘫患儿上肢功能的影响[J]. 中国儿童保健杂志, 2018, 26(7): 803-805, 810. DOI: 10.11852/zgetbjzz2018-26-07-31.
- [46] Shahanawaz SD. Effect of mirror therapy on hand functions in children with hemiplegic cerebral palsy: a case study[J]. Int J Neurol Phys Ther, 2015, 1(1): 5-9. DOI: 10.11648/j.ijnpt.20150101.12.
- [47] Kara OK, Yardimci BN, Sahin S, et al. Combined effects of mirror therapy and exercises on the upper extremities in children with unilateral cerebral palsy: a randomized controlled trial[J]. Dev Neurorehabil, 2020, 23(4): 253-264. DOI: 10.1080/17518423.2019.1662853.
- [48] 柯明慧, 陈波, 孟兆祥, 等. 镜像疗法结合肌电生物反馈对偏瘫型脑瘫患儿上肢运动功能的影响[J]. 按摩与康复医学, 2019, 10(1): 3-5. DOI: 10.19787/j.issn.1008-1879.2019.01.002.
- [49] 赵秀英, 阙利双, 廖锋, 等. 镜像反馈疗法结合任务导向训练在偏瘫型脑瘫患儿中的实践效果[J]. 中国医药导报, 2020, 17(17): 101-104, 108.
- [50] 王东升, 汤健. 镜像视觉反馈疗法结合运动想象疗法在脑性瘫痪合并精神发育迟滞患儿康复训练中的应用研究[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2019, 17(21): 3452-3455. DOI: 10.12102/j.issn.1672-1349.2019.21.052.
- [51] Asmaa AE, Emam HE. Impact of combining mirror therapy and habit on hand grip strength in children with hemiparesis[J]. Int J Physiother, 2016, 3(4): 460-468. DOI: 10.15621/ijphy/2016/v3i4/111055.
- [52] 李晓捷, 邱洪斌, 姜志梅, 等. 中国十二省市小儿脑性瘫痪流行病学特征[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2018, 33(5): 378-383. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2018.05.013.
- [53] Pasquet T, Gaillard F, Newman CJ, et al. Feasibility of a self-rehabilitation program by mirror therapy in children with hemiplegic cerebral palsy[J]. Ann Phys Rehabil Med, 2016, 59:e9. DOI: 10.1016/j.rehab.2016.07.023.

(修回日期:2023-09-18)

(本文编辑:阮仕衡)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

关于杜绝和抵制第三方机构代写代投稿件的通知

近期中华医学会杂志社学术期刊出版平台在后台监测到部分用户使用虚假的手机号和 Email 地址注册账号,这些账号的投稿 IP 地址与作者所在单位所属行政区域严重偏离,涉嫌第三方机构代写代投。此类行为属于严重的学术不端,我们已将排查到的稿件信息通报各编辑部,杂志社新媒体部也将对此类账号做封禁处理,相关稿件一律做退稿处理。

为弘扬科学精神,加强科学道德和学风建设,抵制学术不端行为,端正学风,维护风清气正的良好学术生态环境,请广大读者和作者务必提高认识,规范行为,以免给作者的学术诚信、职业发展和所在单位的声誉带来不良影响。

中华医学会杂志社