- stimulation [J]. Dysphagia, 2003. Proceedings of the 11th Annual Dysphagia Research Society Meeting: 217.
- [27] 王线妮,林宏,齐海妮,等.电刺激对脑卒中吞咽障碍康复的效果[J].中国康复理论与实践,2008,14 (3):222—223.
- [28] 杨叶珠,顾旭东,时美芳,等. Vital Stim电刺激治疗脑卒中后吞咽障碍疗效观察[J].中国康复理论与实践,2007,13(2):147—148.
- [29] 汪洁,吴东宇. 吞咽障碍的电刺激治疗研究进展[J].中国康复医学杂志,2009,24(6):573—574.
- [30] Crary MA,Carnaby Mann GD,Groher ME,et al. Functional benefits of dysphagia therapy using adjunctive sEMG biofeedback[J]. Dysphagia,2004,19:160—164.
- [31] Reddy NP, Simcox DL, Gupta V,et al. Biofeedback therapy using accelerometry for treating dysphagic patients with poor laryngeal elevation; case studies[J]. J Rehabil Res Dev,2000,37:361—372.
- [32] 时海波,程英升,殷善开,等.老年吞咽障碍的临床研究进展[J].实用老年医学,2008,22(2):95—97.
- [33] 谭峰,张妍.急性脑卒中后吞咽困难的中医治疗[J].中国临床康复,2006,10(31):135—138.
- [34] 白晶,李宝栋,王志勇.不同刺法调整卒中后吞咽障碍的作用观察[J].中国针灸,2007,27(1):35—37.
- [35] 王炳强,韩广顺,赵景波,等.头针治疗脑卒中后球麻痹所致吞咽困难[J].吉林中医药,2004,24(9):49—52.
- [36] 欧阳八四.舌下针治疗脑卒中假性球麻痹81例总结[J].中医药信息,1998,15(3):49.
- [37] 李勇,李滋平,符文彬.舌针疗法治疗中风后吞咽障碍的临床研究[J].针灸临床杂志,2005,21(8):7—8.
- [38] 黄银兰,梁繁荣,吴曦.针刺治疗缺血性中风后吞咽障碍的临床研究方法学评价与分析[J].针刺研究,2007,32(1):68—70.
- [39] Khedr EM, Abo Elfetoh N, Rothwell JC. Treatment of post-stroke dysphagia with repetitive transcranial magnetic stimulation[J]. Acta Neurol Scand, 2009,119(3):155—161.
- [40] Guyomard V, Fulcher RA, Redmayne O, et al. Effect of dysphasia and dysphagia on inpatient mortality and hospital length of stay: a database study[J]. J Am Geriatr Soc, 2009,57(11):2101—2106.
- [41] Lin Perry 著,倪长江,陈兴洲,李宏建译.卒中后吞咽困难的诊断治疗[J].国外医学·脑血管疾病分册,2002,10(2):862—891.

· 综述 ·

脑损伤后单侧空间忽略的康复治疗进展*

张艳明¹ 胡 洁¹ 钱 龙¹ 宋为群^{1,2,3,4}

单侧空间忽略(unilateral spatial neglect, USN)是指脑损伤后对来自病灶对侧空间的刺激不能报告、反应或定位,不能注意到来自对侧的视觉、听觉、触觉等刺激,这些表现并不是因为感觉或运动障碍所导致。患者对患侧空间的注意能力下降,就像有一半的空间不存在。左侧忽略综合征是脑损伤后最常见的表现之一,是患者功能障碍中重要的部分,严重影响着患者的功能恢复及康复效果。此类患者经常在自己熟悉的环境中走失,重复地碰撞其左侧的物体,甚至会伤害到患者自己^[1-3]。

经过近几十年的研究,逐渐形成了大量的行为学试验治疗技术治疗右侧脑损伤后患者的左侧忽略综合征。这些技术包括视觉和触觉探寻,以此来提高患者向左侧忽略空间的自主性、内源性定向注意,抑制视觉反馈,降低生理上对右侧的注意吸引力。虽然这些治疗方法在试验研究中有一定的治疗效果,但是在现实生活中却得不到推广^[4]。

目前,有很多的视觉、前庭感觉或本体感觉刺激治疗技术治疗单侧空间忽略。这些已经得到证实,在视觉-空间和想象任务过程中,可以短暂地缓解患者单侧空间忽略的现象,涉及到自身外空间和自身空间^[5]。这些视觉-前庭-本体性刺激技术包括前庭冷热刺激、视动刺激、左侧颈部肌肉震动、左侧上肢或颈部的经皮神经电刺激、肢体运动训练、棱镜适应训练和经颅磁刺激等。有一些证据表明这些技术能够缓解疾病失认和躯体疾病幻想的症状,以及能够提高自我矫正和注意力^[6]。

1 前庭冷热刺激

前庭冷热刺激(caloric vestibular stimulation, CVS)是神经科医生用来评估前庭-本体感觉功能常规的诊断技术。这项技术包括将温水或冷水注入到耳道。在正常受试者中,将冷水注入耳道中后能够产生前庭-眼反射,眼震慢相转向受

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2011.05.028

*基金项目:国家自然科学基金(30540058,30770714);北京市自然科学基金(7052030);北京市委组织部优秀人才基金;北京市科技计划项目(Z0005187040191-1)

1 首都医科大学宣武医院康复医学科,北京,100053; 2 教育部神经变性病重点实验室; 3 认知功能障碍临床研究与康复基地; 4 通讯作者

作者简介:张艳明,男,治疗师; 收稿日期:2010-08-03

刺激耳道的一侧。同时头部的转向与眼震慢相的转向一致。这些自主反应是由前庭-脊髓活动所介导的。将温水注入到另外一侧耳道后会产生同样的效果^[7]。顶叶损伤和前庭功能障碍之间的联系已经认识很长时间了。H'caen等(1951年)首次报道了前庭-眼反射(vestibulo-oculo reflex, VOR)偏向受损的对侧。另外,对于右侧顶-枕叶损伤的患者,蒙上他的眼睛后,将他的上肢向前伸直,患者不能保持上肢在固定的位置^[1]。Marshall和Maynard最近也报道了对患者进行冷热水注入经过1周的治疗后向左凝视有所缓解^[8]。

Rubens等首次系统性地研究了单侧空间忽略与CVS之间的关系,他们注意到在急性期视觉忽略的患者趋于外在注意而注意力转向健侧。据此,Rubens做了一个试验,测试USN是否导致了凝视的偏差和姿势的转向。Rubens对18例急性期右侧脑卒中左侧忽略的患者在CVS治疗前、治疗过程中及治疗后进行了测试,包括患者凝视的方向、在床边的指向和计算能力、患者床边阅读和视觉的直线划销能力。结果表明一部分患者有明显的改善,原来这些患者在直接凝视左侧空间能力和在所有忽略的行为测试时有明显的前庭-眼反射。对左侧进行冷刺激比热刺激改善的更快、更集中。但是,在刺激后的5min后,直接凝视和忽略的症状恢复到刺激前的水平^[9]。

Vallar等^[10]已经证明卒中后出现类似偏身感觉障碍或左侧触觉消失的左侧躯体感觉的缺陷,通过CVS治疗后有所改善。Suzuki等^[11]在CVS过程中通过利用fMRI技术发现,前庭刺激能够提高顶叶内皮质的神经元活性。Dieterich等^[12]对健康受试者接受前庭刺激时进行了fMRI研究,结果表明半球间存在非对称的跨越激活模式。在CVS期间,皮质激活表明取决于三个因素:受试者的利手、受刺激耳部位、诱发前庭综合征的位置,目前已经证明在非优势半球、受损侧刺激耳、在受损侧半球前庭热眼震的快反应期激活得更强烈。

2 视动刺激

前庭系统是头部加速运动的传感器,不能在一个固定速度下检测运动,需要辅助的视觉信息。因此,由大范围视觉运动刺激(optokinetic stimulation, OKS)所引起的自身运动视觉感知是必要的。前庭刺激可以导致身体对运动的感知。然而,视觉运动的刺激有两个感知的解释:自身运动或客体运动。在自然环境中,前庭-眼反射功能性、协调性地与视觉运动反应相匹配(optokinetic response, OKR)^[13]。Pizzamiglio等首次进行了OKS对右侧脑损伤患者治疗作用的研究,探讨诱导正常受试者与不伴有忽略的脑损伤患者的空间坐标移动的可能性,以及通过OKS的治疗后重新调整忽略患者的空间坐标(例如纠正他们的空间偏差)。受试者进行直线二等分试验时,要求他们划出直线的中点。OKS能够使主

观中点随着背景的移动而移动,所有的受试者都有如此表现。忽略患者与正常人和脑损伤患者(无忽略)相比更容易受到OKS的影响。同样,在忽略患者中,向右侧偏移的趋势比向左偏移的趋势更明显。进一步地说,这些数据同样也表明了那些存在空间搜索障碍的忽略患者在主观中点偏移方向同样更容易受到OKS的影响,这个观点通过直线二等分试验得到了验证。在Pizzamiglio的研究中,对33例忽略患者中的13例治疗结束1周后再次测试,结果表明在大多数忽略患者中,在直线二等分试验中OKS的作用仍然存在,两个测试结果之间向右的相关性0.85,在OKS条件下向左的相关性为0.64^[14-15]。

Kerfhoff等研究了重复性的OKS对有左侧忽略的右侧脑损伤的患者是否有长期积极的治疗效果,经过5个疗程的OKS(每次45min)后,忽略症状得到了明显的改善,这种效果能够持续2周,研究结果表明重复性OKS与传统的视觉扫描训练相比治疗效果更明显^[16-17]。

3 躯干旋转训练

Ventre等^[18]首次提出了躯干旋转训练(trunk rotation, TR)方法的理念,此方法可以应用于基本动作的训练及步行训练过程中,在忽略患者进行各种视觉空间试验的过程中,通过躯干旋转可以瞬时重组自我参照系。在矢状面,自我参考框架可以将个体和个体外空间分为左右两部分空间。Chokron等^[19]将受试者蒙上眼睛,要求他们向前指出其身体所在空间的位置,以此判断受试者是否存在空间忽略。对正常受试者的研究表明,在头部保持不动的情况下,向左或向右旋转躯干,受试者能够很准确的确定躯干所在的空间位置。Fong等^[19]对60例单侧空间忽略的患者进行了躯干旋转训练的研究,结果表明早期进行躯干向患侧旋转训练可以有效地改善患者的运动功能及日常生活能力。

Karnath等^[20]对4例右侧脑损伤忽略患者、4例左侧脑损伤患者和13例正常受试者进行了研究,嘱受试者躯干和头部一起向左或向右旋转15°,或躯干相对于头部向左或向右旋转15°,结果表明当头部、躯干和视野范围对齐的时候,左侧视扫描反应时间比右侧的要长。左侧视野缺损的患者可以通过向左旋转躯干来代偿,而相对于躯干向左侧转动头部不能弥补左侧视野缺损,本研究证明了左侧忽略患者躯干的空间位置决定忽略视野的范围。

4 经皮肌肉机械振动

当身体执行协调运动时,要求肌肉将要进行动作的信息传送到前庭本体感觉系统。通过肌梭传入的放电率可以将肌肉长度的精确信息进行信号传递。当肌肉或肌腱振动时,对肌梭的传入放电增加。因此,经皮肌肉机械振动(transcu-

taneous mechanical muscle vibration, TMV)作用于人体后会产生身体位置和外形幻觉。Rorden等^[21]研究表明自我为中心的偏移与正常人内隐定向注意的偏移是无关系的。基于在正常受试者中所观察到的颈部肌肉振动的幻觉作用,有学者提出这种幻觉作用会反映出自我为中心的视觉空间参考框架的移位,利用左侧颈部TMV可以使左侧空间忽略患者的自我为中心的视觉空间参照系向左移位。

基于对TMV的研究发现,Karnath等^[5]解释了经过TMV治疗后躯干偏移的代偿作用,这种作用与右侧脑损伤忽略患者头、眼位置有关。Karnath通过对3例右侧脑损伤忽略患者、5例左侧脑损伤患者及15例非脑损伤患者研究后得到不仅可以通过躯干旋转来缓解忽略,还可以通过振动患者健侧颈后部肌肉治疗忽略,其原理是这两种方法可以诱导相同的传入信号。有研究发现躯干旋转和颈部肌肉振动可以通过本体感觉的输入,调整自我为中心参考框架,以此达到治疗忽略的作用^[22]。

5 经皮神经电刺激

Vallar等研究了经皮神经电刺激(transcutaneous electrical neural stimulation, TENS)在左侧忽略患者中应用,该刺激技术能够给前庭-本体感觉系统提供躯体感觉输入。TENS临床主要应用在缓解疼痛方面,这种效果涉及到对皮肤大量的有髓传入纤维的刺激和局部非阿片介导的机制。TENS对皮肤有髓传入纤维的机制类似于经皮肌肉机械振动,对左侧忽略的治疗有积极作用。Vallar的研究中,对14例右侧脑损伤患者的颈部肌肉进行经皮神经电刺激时,进行字母划销试验。当对13例患者颈部左侧肌肉进行刺激时候,即使用颈托限制其头部运动,这些患者的忽略症状还是有所改善。相反,在对9例患者进行颈部右侧肌肉刺激后没有明显的效果,甚至这些患者的视觉搜索功能下降^[23]。

Karnath利用TMV对颈部两侧肌肉刺激后发现,空间单侧忽略症状得到明显的改善^[5]。Vallar等^[24]对10例右侧脑损伤患者和4例左侧脑损伤患者的研究检验了TENS对患侧触觉障碍的治疗效果,所有的右侧脑损伤(right brain-damaged, RBD)患者接受健侧颈部刺激后,不管是否伴有左侧忽略躯体感觉障碍都得到短暂的改善,其中包括1例伴有右侧躯体感觉忽略的患者,3例不伴有忽略的左侧脑损伤患者,没有明显的治疗效果。1例右侧脑损伤患者,对健侧颈部进行刺激后躯体感觉障碍出现短暂的加重。Polanomised等^[25]将40例单侧忽略患者分为试验组和对照组,试验组接受患侧上肢电刺激治疗和视觉扫描训练,对照组只接受视觉扫描训练,治疗前后分别进行划销试验和字母阅读试验,经过1个月的治疗,结果表明在治疗忽略症状方面,患侧上肢电刺激治疗结合视觉扫描训练比单纯的视觉扫描训练明显有效,说

明加强右侧半球注意系统激活和改善个体外空间的视觉搜索范围对忽略的治疗有意义。

6 肢体运动训练

Gail等^[26]研究了肢体运动训练(limb activation)对单侧空间忽略患者的影响,结果经过肢体运动训练后左侧视觉扫描试验得到明显的改善,表明肢体运动训练可以作为治疗单侧空间忽略的技术。Rizzolatti研究的忽略运动前理论讨论了视觉注意与运动功能之间的联系^[27]。Robertson等^[28]对3例右侧脑损伤伴有左侧忽略患者进行基础水平和忽略警觉装置训练,治疗后删除试验及日常生活活动能力都有明显的改善,因此对忽略侧空间进行警觉装置训练,可以诱导患侧肢体主动活动,有利于提高右半球的警觉状态。其研究还发现激活受损半球的运动前回路在某种程度上能够促进感觉细胞之间建立联系,因而可以改善忽略侧半球的知觉,还有研究证明通过改善患侧肢体的运动功能,可以缓解患者的忽略症状,当不给予健侧大脑半球任何视觉反馈时,运动左侧手指后可以得到最佳的治疗效果。

7 棱镜适应训练

Rossetti等^[29]研究表明棱镜适应(prismatic adaptation, PA)可以作为一种警觉信号,戴上棱镜后可以将忽略患者的视线转向忽略侧,促进患者忽略的恢复。Ferber等^[30]在对情绪表达判断的过程中探讨眼球运动的研究中表明,在健康受试者中棱镜适应能够对场景中眼球运动搜索模式下产生偏移。在进行面部表情判断过程中,出现向右侧偏移。因此,可以确定眼球运动模式在搜索任务中的变化是在高级认知空间表征没有任何改变的情况下发生的。Redding等^[31]研究中让受试者戴上棱镜后进行指字试验,表明由于视觉运动的适应,试验结果得到了明显的改善,短期棱镜治疗后出现代偿的主要原因是由于自我为中心参考框架发生了转移。

Vallar等^[10]对9例右侧脑损伤伴有左侧空间忽略的患者进行了棱镜适应作用的研究,治疗后忽略症状得到明显的改善,并且治疗效果持续到60min。棱镜适应的作用不仅仅只应用在忽略的临床评定中。Tilikete等^[32]在最近的研究中将棱镜适应训练应用到了改善姿势控制能力方面,如经过棱镜适应训练后能够有效改善姿势控制的平衡能力。Rode等^[33]将棱镜适应与心理想象治疗结合起来,要求2例左侧空间忽略的患者想象一个地图,然后经过棱镜适应治疗后让患者指出该地图中城镇的名字明显增多,但是该结果只持续到治疗后24h。Serino^[34]的研究指出经过棱镜适应后视觉注意向左侧视野的转移导致首次向左视觉扫描范围扩大。空间注意机制中存在半球不对称性,棱镜适应是否对右侧忽略也会有治疗作用,Bultitude等^[35]研究了1例右侧空间忽略的患者接

受棱镜适应训练后,其忽略症状得到了缓解。

8 重复性经颅磁刺激

视觉空间忽略与注意神经网络的半球间竞争有关,大脑两半球处于相互抑制的平衡状态,当右侧半球受损,不仅引起左侧范围对信息定向的能力减低,而且减小对左侧半球皮质的抑制,而使左半球对右侧注意的趋势夸大^[36]。Lim等^[37]将14例左侧忽略患者分为试验组和对照组,对照组只接受常规的康复治疗,而试验组在常规康复治疗的基础上对左侧顶叶进行1Hz的重复性经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)治疗,治疗周期为10d,治疗前后分别进行直线二等分试验和Albert删除试验,结果治疗后试验组的直线二等分试验评分明显高于对照组,而两组Albert删除试验评分无明显差异,表明低频的rTMS可以安全有效地提高直线二等分试验评分,能够改善患者的忽略症状,对患者取得良好的康复效果发挥了重要的作用。Ghacibeh等^[38]利用rTMS对10例健康受试者进行了单侧空间忽略两种形式(注意力和动机)的研究,对右侧额叶进行rTMS导致运动动机的忽略,而对右侧顶叶进行rTMS导致感觉注意力的忽略。

Brighina等^[39]对3例右侧脑损伤左侧忽略的患者使用1Hz的rTMS治疗,分别在治疗前15d、治疗前、治疗后及治疗后15d进行直线二等分试验和画钟试验,结果显示后两次试验评分有明显提高,表明1Hz的rTMS能够改善患者的忽略症状。Shindo等^[40]对2例慢性期伴有忽略的患者右侧顶后叶进行0.9Hz的rTMS,结果表明0.9Hz的rTMS至少经过6周的治疗才会缓解患者的单侧空间忽略。rTMS对偏侧忽略患者的症状有改善作用,并且随着治疗时间的延长、治疗次数的增加忽略症状的改善越来越显著,具有一定的累积效应^[41]。rTMS治疗单侧空间忽略开始时间、治疗剂量及疗程等相关治疗参数需要进一步的临床研究。

9 视觉扫描训练

目前,大家一致认为单侧空间忽略是左侧视觉搜索功能障碍之一,因此视觉扫描训练(visual scanning training, VST)的焦点是引导视觉向忽略侧重新定位^[42]。Robertson提出了五种不同的治疗方法(非特异性刺激、自下向上的刺激、自上向下的刺激、抑制过程的控制、唤醒机制的控制),VST是自上向下的干预治疗^[43]。Code等提出另外一种模型,是基于干预治疗的特异性机制,该模式包括两个不同的过程(恢复和代偿),可以在神经、认知和行为等不同水平进行控制。据此观点,VST包括了行为学代偿机制。从实际角度来看,训练过程是循序渐进的,而且基于引导、定量、强度及反馈的原则。视觉引导包括视觉暗示,如在纸左侧的固定红线,在患者开始训练前要求患者看到这些视觉暗示点,利用该方法

忽略症状有明显的改善^[44]。

10 局限性及展望

单侧空间忽略是一种复杂的功能障碍,在治疗方面面临着巨大的挑战,由于临床试验证据的缺乏限制了我们对其诊断及治疗。然而,目前不断出现的新的治疗技术,基于神经科学的指导有助于引导我们对治疗方法的改进^[45]。同时很多新的治疗技术的治疗剂量、治疗时间等多种参数还需要进一步摸索。单侧空间忽略的治疗涉及环境及人为因素的影响,在治疗过程中需要考虑多种因素、多方法的治疗,以进一步改善患者的功能障碍,提高患者的生存质量。

参考文献

- [1] Bartolomeo P, Chokron S. Handbook of neuropsychology [M]. (2nd)Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 2001.67—98.
- [2] 王芎斌,陈晓春,宋为群.经颅磁刺激技术治疗偏侧忽略的研究进展[J].中国康复医学杂志,2005,20(9):715—718.
- [3] 徐倩,霍速,宋为群.听觉空间忽略研究进展[J].中国康复医学杂志,2008,23(6):574—576.
- [4] Chokron S, Colliot P, Atzeni T, et al. Active versus passive proprioceptive straight-ahead pointing in normal subjects[J]. Brain and Cognition, 2004, 55(2):290—294.
- [5] Karnath HO, Dieterich M. Spatial neglect—a vestibular disorder [J]. Brain, 2006, 129(Pt2):293—305.
- [6] Chokron S. Right parietal lesions, unilateral spatial neglect and the egocentric frame of reference[J]. NeuroImage, 2003, 20(1): 75—81.
- [7] Chokron S, Colliot P, Bartolomeo P. The role of vision in spatial representation[J]. Cortex, 2004, 40(2):281—290.
- [8] Marshall CR, Maynard FM. Vestibular stimulation for supranuclear gaze palsy: case report[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1983, 64(3):134—136.
- [9] Rubens AB. Caloric stimulation and unilateral visual neglect [J]. Neurology, 1985, 35(7):1019—1024.
- [10] Vallar G, Zilli T, Gandola M, et al. Productive and defective impairments in the neglect syndrome: graphic perseveration, drawing productions, and optic prism exposure[J]. Cortex, 2006, 42(6):911—920.
- [11] Suzuki M, Kitano H, Ito R, et al. Cortical and subcortical vestibular response to caloric stimulation detected by functional magnetic resonance imaging[J]. Cognitive Brain Research, 2001, 12(3):441—449.
- [12] Dieterich M, Bense S, Lutz S, et al. Dominance for vestibular cortical function in the non-dominant hemisphere[J]. Cerebral Cortex, 2003, 13(9):994—1007.
- [13] Brandt T, Dieterich M. The vestibular cortex. Its locations, functions, and disorders[J]. Annals of the New York Academy of Sciences, 1999, 871:293—312.
- [14] Pizzamiglio L, Antonucci G, Judica A, et al. Cognitive reha-

- bilitation of the hemineglect disorder in chronic patients with unilateral right brain damage[J]. *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology*, 1992, 14(6):901—923.
- [15] Bense S, Janush B, Schlindwein P, et al. Direction-dependent visual cortex activation during horizontal optokinetic stimulation[J]. *Human Brain Mapping*, 2006, 27(4):296—305.
- [16] Kerkhoff G, Keller I, Ritter V, et al. Repetitive optokinetic stimulation induces lasting recovery from visual neglect[J]. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 2006, 24(4—6):357—369.
- [17] Kerkhoff G, Rossetti Y. Plasticity in spatial neglect: recovery and rehabilitation[J]. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 2006, 24(4—6):201—206.
- [18] Ventre KM, Collingridge DS, DeCarlo D, et al. Performance of a consensus scoring algorithm for assessing pediatric advanced life support competency using a computer screen-based simulator[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2009, 10(6):623—635.
- [19] Fong KN, Chan MK, Ng PP, et al. The effect of voluntary trunk rotation and half-field eye-patching for patients with unilateral neglect in stroke: a randomized controlled trial[J]. *Clin Rehabil*, 2007, 21(8):729—797.
- [20] Karnath HO, Rorden C, Ticini LF. Damage to white matter fiber tracts in acute spatial neglect[J]. *Cereb Cortex*, 2009, 19(10):2331—2337.
- [21] Rorden C, Karnath HO, Driver J. Do neck-proprioceptive and caloric-vestibular stimulation influence covert visual attention in normals, as they influence visual neglect[J]? *Neuropsychologia*, 2001, 39(4):364—375.
- [22] Karnath HO, Ritter J, Mandler A, et al. The anatomy of object recognition-visual form agnosia caused by medial occipitotemporal stroke[J]. *Neurosci*, 2009, 29(18):5854—5862.
- [23] Vallar G, Ronchi R. Somatoparaphrenia: a body delusion. a review of the neuropsychological literature[J]. *Cereb Cortex*, 2004, 14(10):1164—1172.
- [24] Vallar G, Rusconi ML, Barozzi S, et al. Improvement of left visuo-spatial hemineglect by left-sided transcutaneous electrical stimulation[J]. *Neuropsychologia*, 1995, 33(1):73—82.
- [25] Polanowska K, Seni ó w J, Paprot E, et al. Left-hand somatosensory stimulation combined with visual scanning training in rehabilitation for post-stroke hemineglect: a randomised, double-blind study[J]. *Neuropsychol Rehabil*, 2009, 19(3):364—382.
- [26] Eskes GA, Butler B, McDonald A, et al. Limb activation effects in hemispatial neglect[J]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2003, 84(3):323—328.
- [27] Rizzolatti G, Sinigaglia C. Mirror neurons and motor intentionality[J]. *Funct Neurol*, 2007, 22(4):205—210.
- [28] Robertson IH. Do we need the "lateral" in unilateral neglect? Spatially nonselective attention deficits in unilateral neglect and their implications for rehabilitation[J]. *Neuroimage*, 2001, 14(1 Pt2):S85—90.
- [29] Rossetti Y, Rode G, Pisella L, et al. Prism adaptation to a rightward optical deviation rehabilitates left hemispatial neglect[J]. *Nature*, 1998, 395(6698):166—169.
- [30] Ferber S, Murray LJ. Are perceptual judgments dissociated from motor processes?—A prism adaptation study[J]. *Brain Research and Cognitive Brain Research*, 2005, 23(2—3):453—456.
- [31] Redding GM, Wallace B. Asymmetric visual prism adaptation and intermanual transfer[J]. *Cortex*, 2010, 46(3):390—396.
- [32] Tilikete C, Rode G, Rossetti Y, et al. Prismadaptation to rightward optical deviation improves postural imbalance in left-hemiparetic patients[J]. *Current Biology*, 2001, 11(7):524—528.
- [33] Rode G, Rossetti Y, Boisson D. Prism adaptation improves representational neglect[J]. *Neuropsychologia*, 2001, 39(11):1250—1254.
- [34] Serino A, Angeli V, Frassinetti F, et al. Mechanisms underlying neglect recovery after prism adaptation[J]. *Neuropsychologia*, 2006, 44(7):1068—1078.
- [35] Bultitude JH, Rafal RD. Amelioration of right spatial neglect after visuo-motor adaptation to leftward-shifting prisms[J]. *Cortex*, 2010, 46(3):404—406.
- [36] 宋为群,李永忠,杜博琪,等.低频重复经颅磁刺激治疗视觉空间忽略的临床研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2007, 22(6):483—486.
- [37] Lim JY, Kang EK, Paik NJ. Repetitive transcranial magnetic stimulation to hemispatial neglect in patients after stroke: an open-label pilot study[J]. *Rehabil Med*, 2010, 42(5):447—452.
- [38] Ghacibeh GA, Shenker JI, Winter KH, et al. Dissociation of neglect subtypes with transcranial magnetic stimulation[J]. *Neurology*, 2007, 69(11):1122—1127.
- [39] Brighina F, Bisiach E, Oliveri M, et al. 1 Hz repetitive transcranial magnetic stimulation of the unaffected hemisphere ameliorates contralesional visuospatial neglect in humans[J]. *Neurosci Lett*, 2003, 336(2):131—133.
- [40] Shindo K, Sugiyama K, Huabao L, et al. Long-term effect of low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation over the unaffected posterior parietal cortex in patients with unilateral spatial neglect[J]. *Rehabil Med*, 2006, 38(1):65—67.
- [41] 胡洁,杜博琪,岳月红,等.重复经颅磁刺激的累积效应在治疗偏侧忽略中的作用研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2010, 25(4):311—314.
- [42] Jacques L, Peter H, Gilles R. Visuo-spatial neglect: a systematic review of current interventions and their effectiveness [J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2006, 30(7):961—982.
- [43] Robertson IH, Murre JM. Rehabilitation of brain damage: brain plasticity and principles of guided recovery[J]. *Psychological Bulletin*, 1999, 125(5):544—575.
- [44] Code C. Multifactorial processes in recovery from aphasia: developing the foundations for a multileveled framework[J]. *Brain and Language*, 2001, 77(1):25—44.
- [45] Marshall RS. Rehabilitation approaches to hemineglect[J]. *Neurologist*, 2009, 15(4):185—192.