

运动想象的脑机制及其在卒中患者运动功能康复中的应用

曹 湾(综述), 陈启波(审校)

基金项目: 广西卫生厅科研课题(编号:Z2012307)

作者单位: 530021 南宁, 广西壮族自治区人民医院康复医学科

作者简介: 曹 湾(1981-), 女, 医学硕士, 主治医师, 研究方向: 神经康复。E-mail: caowan_student@163.com

[摘要] 运动想象(motor imagery, MI)与物理治疗相结合可以改善脑卒中后患者肢体功能。MI 简便易行, 能充分调动患者积极主动参与康复训练, 现已逐步应用到临床实践中。该文就 MI 的脑机制及其在脑卒中患者运动功能康复中的应用进行综述。

[关键词] 运动想象; 脑卒中; 康复; 植入型运动想象

[中图分类号] R 49 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2014)01-0088-05

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2014.01.33

Brain mechanisms of motor imagery and its application in motor rehabilitation in patients with stroke CAO Wan, CHEN Qi-bo. Department of Rehabilitation Medicine, the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530021, China

[Abstract] Motor imagery (MI) combined with physiotherapy can offer functional benefits after stroke. Due to the simple, MI can fully mobilize the patients to actively participate in rehabilitation training, and is gradually applied to clinical practice. This paper briefly reviewed the brain mechanisms of motor imagery and its application in motor rehabilitation in patients with stroke.

[Key words] Motor imagery (MI); Stroke; Rehabilitation; Embedded motor imagery

在最近的几十年里,许多新的脑卒中后康复治疗技术被研发出来,如强迫性运动疗法(constraint-induced movement therapy, CIMT)、机器人辅助治疗技术、经颅磁刺激技术(transcranial magnetic stimulation, TMS)、运动想象疗法等。运动想象与物理治疗相结合可以改善脑卒中后患者肢体功能。运动想象简便易行,能充分调动患者积极主动参与康复训练,正逐步应用到临床实践中。本文将运动想象的概念、可能神经机制、运动想象在脑卒中后患者康复中的应用、运动想象能力的评估、具体实施方法等综述如下。

1 运动想象的概念及可能的神经机制

1.1 运动想象的概念 Decety^[1]定义运动想象是一种特殊的运动功能状态,想象者想象自己执行一个动作,但是没有肢体活动,甚至没有肌肉的收缩。运动想象按想象的方式不同可分为肌肉运动知觉想象(kinesthetic motor imagery)和视觉运动想象(visu-

al motor imagery)。在肌肉运动知觉想象中,受试者感觉到自己实际完成了某些动作。在视觉运动想象中,受试者好像在一定距离处看到自己或者他人完成了某些动作。运动想象按照具体执行方式不同,可分为植入型运动想象(embedded motor imagery)和附加型运动想象(added motor imagery)。植入型运动想象即将运动想象训练整合入康复训练过程中,以患者需求设计任务,再根据任务进行想象训练。附加型运动想象指在训练任务结束后进行完整的运动想象训练,具体实施方法是听录音指令。

1.2 运动想象的神经机制 近年来正电子发射断层扫描技术(positron emission tomography, PET)、脑电图(electroencephalogram, EEG)、肌电图(electromyography, MEG)、功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)、ECT-脑血流断层显像(ECT-cerebral blood flow, SPECT)等技术为研究运动想象的神经生理机制提供了依据。Milton 等^[2]

通过对正常人对手及手指的运动进行想象及实际运动的对比研究发现,运动想象与实际运动涉及的脑区相似,包括皮质运动前区 (premotor cortex)、辅助运动区 (supplementary motor area, SMA)、基底神经节 (basal ganglion)、顶叶皮层 (parietal cortex)、扣带回 (callosal convolution)、小脑 (cerebellum) 等;但同时指出,不同类型的运动想象 (肌肉运动知觉想象和视觉运动想象) 由于受试者个人技术能力的不同 (例如新手或精英运动员),激活的脑区存在差异。Ehrsson 等^[3]通过对 7 名健康受试者研究表明,想象右手、右脚趾以及舌头的运动可以系统地激活大脑初级运动皮层 (primary motor cortex) 的特定区域,同时也激活某些身体特殊代表的非初级运动区域 (nonprimary motor areas)。一些对皮层兴奋性的研究发现,运动想象参与调节脊髓皮层和脊上水平运动皮层活动。Li 等^[4]通过对 9 名年轻健康受试者手指屈伸反射及运动想象时神经肌肉电信号的研究表明,运动想象可激活脊髓运动神经元 (spinal motoneurons) 和 (或) 脊髓中间神经元 (spinal interneurons),是一种脊髓反射阈下活动 (subthreshold activation) 状态,可参与调节脊髓反射通路兴奋性。Li^[5]随后的研究表明,运动想象可增强阈下水平脊髓皮层兴奋性 (corticospinal excitability)。Park 等^[6]进一步的研究表明,运动想象可激活实际运动所兴奋的一类神经元,但无法轻易改变等长收缩幅度。Stinear 等^[7]利用 TMS 比较两种运动想象 (肌肉运动知觉想象和视觉运动想象) 对皮层运动兴奋性的影响发现,肌肉运动知觉想象,而不是视觉运动想象,可以调节脊上水平 (supraspinal level) 运动皮层 (corticomotor) 区域的兴奋性。另外一些研究表明运动想象可能参与调节认知功能。Ueno 等^[8]通过利用功能磁共振成像技术,观察 15 名右利手正常受试者手指真实运动和想象手指运动的脑激活区的研究表明,在真实的运动中,对侧运动和躯体感觉皮层 (somatosensory cortex) 被强烈激活,在运动想象中,对侧额下皮层 (inferior frontal cortex)、同侧运动皮层 (ipsilateral motor cortex)、躯体感觉皮层、中脑 (mid-brain) 被较高的激活。通常认为额下皮层和中脑区域的活动在认知反馈中具有重要作用。Lotze 等^[9]则提出反面证据发现顶叶和左侧额叶损伤的病人不能完成运动想象任务。进一步的研究发现,运动想象不仅在大脑激活区域上与实际运动有很高的相似性,在一些行为表现上也具有一定相似性。Parsons^[10]通过心理测时法 (mental chronometry) 检测

实际运动与运动想象的反应时,发现两者的时间差异没有显著性。Decety 等^[11]对比了真实运动与想象运动时受试者呼吸、频率和心率的变化,结果发现运动想象时也会出现呼吸频率和心率的明显增加。顾丽燕等^[12]使用近红外光谱技术 (near infrared spectroscopy) 监测运动和运动想象时大脑血氧反应的变化,发现运动想象与实际运动同样会提高大脑皮质血氧饱和度,改善相应区域或大脑皮质血氧供应。综上所述,运动想象与实际运动具有相似的神经机制,但又具有自身特点。运动想象不仅能激活与实际运动相似的脑区,还能参与调节脊髓皮层和脊上水平运动皮层兴奋性,同时由于运动想象还能激活特定脑区 (如额下皮层、中脑),被认为参与认知活动。

2 运动想象在脑卒中后患者康复中的应用

2.1 由于运动想象与实际运动具有相似的神经机制,并且简便易行,正逐步应用到脑卒中后患者康复治疗中。部分研究集中于运动想象在脑卒中后患者偏瘫上肢功能恢复上。Page 等^[13]对比研究 32 例脑卒中恢复期患者上肢功能康复的效果,32 例患者被随机分为实验组、对照组和假实验组。实验组接受基础康复训练后进行 30 min 的运动想象训练,1 次/d,对照组仅接受基础康复训练,假实验组接受基础康复训练后进行放松练习。结果发现同时进行运动想象训练的患者上肢病损程度明显下降,与上肢功能相关的日常活动能力明显提高。王朴等^[14]通过计算机检索系统评价运动想象对脑卒中患者上肢功能康复的效果,对符合质量标准的 16 个随机对照试验 (RCT) 进行 Meta 分析,结果显示,Furl-Meyer 运动评分量表持续 8 周、6 周和 4 周的运动想象训练对患者上肢运动功能障碍的康复效果与脑卒中后常规康复治疗比较,其差异均有统计学意义,上肢动作研究量表 (ARAT) 持续 6 周的运动想象训练患者上肢运动功能障碍的康复效果与其他行脑卒中后康复疗法的效果比较,其差异也有统计学意义。王瑞平^[15]的研究将 58 例脑卒中偏瘫手指屈伸功能障碍的患者随机分为对照组和治疗组,两组均进行常规康复治疗,治疗组加用肢体摆放结合运动想象治疗。两组患者于治疗后 56 d 分别进行手功能 Brunnstrom 分期的评定。结果显示治疗组手指屈伸功能障碍的改善明显优于对照组,即肢体摆放结合运动想象对脑卒中偏瘫后手指屈伸功能障碍有明显的改善作用。

2.2 运动想象对脑卒中患者下肢功能的恢复也有疗效。Verma 等^[16]采用随机对照双盲试验对 30 例

亚急性(卒中后4~12周)脑卒中患者步态进行研究,患者被随机分为治疗组和对照组各15例,治疗组接受任务-导向循环分级训练(task-oriented circuit class training, TOCCT)结合运动想象步态训练,对照组接受以Bobath神经发育治疗技术为基础普通训练,每周7次,共2周。采用功能性步行分类(functional ambulation classification, FAC)、Rivermead视觉步态分析(Rivermead visual gait assessment, RVGA)、跨步长、步速(walk speed, WS)及6 min步行试验(6-minute Walk Test, 6MWT)进行评估,结果发现TOCCT结合运动想象可以改善亚急性期脑卒中患者的步态,提高步行能力。闫彦宁等^[17]对20例脑卒中恢复期患者进行两阶段交叉实验研究。两组患者均进行常规康复训练,其中A组在第I阶段(6周)、B组在第II阶段(6周)于常规康复训练前进行运动想象;洗脱期(2周)内两组均不进行运动想象。每一阶段实验前后分别采用Berg平衡量表(BBS)、Fugl-Meyer评定量表平衡功能部分(FM-B)、单位体重患腿最大承重值及功能独立性评定(FIM)进行评定。结果显示结合运动想象阶段与仅进行康复训练阶段相比,BBS、单位体重患腿最大承重值和FIM治疗前后差值比较有非常显著性差异;FM-B有显著性差异。结论指出,常规康复训练结合运动想象可以促进卒中恢复期患者平衡能力,提高与下肢功能相关的日常生活活动能力。华东^[18]通过观察减重步行训练(BWSTT)联合运动想象疗法对脑损伤偏瘫患者步行能力的影响的研究,发现BWSTT联合运动想象加常规康复治疗对脑损伤偏瘫患者步行功能恢复具有明显促进作用。

2.3 运动想象疗法应用于脊髓损伤的康复苏善英等^[19]研究将“运动想象”理论引用到脊髓炎病变所致神经源性膀胱训练中。实验组采用运动想象结合膀胱功能训练,对照组采用常规护理方法。30 d后统计两组自主排尿的例数及发生泌尿道感染率。结果运动想象结合膀胱功能训练与常规护理相比能改善患者排尿功能同时也能降低泌尿系感染率。综上所述,运动想象疗法可以改善偏瘫患者上肢和下肢运动功能,提高患者日常生活活动能力;同时也能促进神经源性膀胱排尿功能的恢复。在临床应用中已经取得了较好的疗效。

3 运动想象能力的评估

运动想象作为一种促进卒中后患者康复的新技术已应用于临床,但不是所有卒中的患者都适合。Liepert等^[20]应用心理测时法比较同时有感觉、运动

障碍的脑卒中患者、单纯运动障碍的脑卒中患者及健康对照组的反应时间,发现与对照组相比,脑卒中患者反应时间延长,即运动想象能力的下降,其中有严重感觉障碍的脑卒中患者的损害更为明显。Lotze等^[9]则提出反面证据发现顶叶和左侧额叶损伤的病人不能进行运动想象。因此对运动想象进行研究时,对受试者运动想象能力(motor imagery ability)进行评估尤为重要。然而,运动想象属于精神心理活动,很难直接评估,只能用不同的评价方法来评定其不同方面,提供一些相互补充的信息。如心理时间测量(mental chronometry)用于探知实际运动及运动想象之间的时间耦合程度;心理旋转(mental rotation)提供想象运动准确的相关信息;运动想象量表则用于评估运动想象的形象程度。其中量表因其简单易行且可定量显示而被广泛应用于临床,根据填写量表得分的多少来代表一个人的运动想象能力的高低。目前评估想象能力的量表有4个使用工具,即运动想象问卷(movement imagery questionnaire, MIQ)^[21]、运动想象问卷修订版(MIQ2R)、运动想象逼真度问卷(vividness of movement imagery questionnaire, VMIQ)^[22]及运动觉及视觉想象问卷(kinesthetic and visual imagery questionnaire, KVIQ)^[23]。另外,也有人提出采用生理指标如前额肌电值、心率、手指皮肤电值、手掌心温度、指端血容波幅等监测想象过程^[24]。因此如何将客观生理指标设计入评估表中,也将成为未来量表重要发展方向。

4 运动想象训练的具体实施方法

4.1 在21世纪早期,许多运动想象训练尝试用于卒中恢复期患者偏瘫肢体康复训练当中,其训练方式主要以附加型运动想象(added motor imagery)为主,即在训练任务结束后进行完整的运动想象训练,具体实施方法是听录音指令。Page等^[25]的研究中使用的是听录音指令的方法,在60 min常规康复训练后进行10 min的运动想象指导语录音诱导训练,训练可安排在医院或患者家中安静的房间进行。运动想象诱导作业项目有:功能性ADL训练,使患者上肢移动木块,用患侧上肢抓住杯子,用患侧上肢拿杯子喝水,做饭,购物,增加步行速度及对称性,踝关节运动等。胡永新等^[26]研究运用的运动想象指导语内容从训练及评估内容中选取,包括第一部分(1~2 min):请您设想自己躺在一个温暖、舒适的沙滩上,收缩及放松全身肌肉;第二部分(15 min):(1)请您全身放松,想象坐位下,上肢上举过头并保持伸直,然后慢慢将上肢恢复原位;(2)请您想象坐

在桌前,胸前桌上放一水杯,用手握住水杯,用力向前将水杯推离自己,直至上肢向前伸直,默数 1、2、3、4、5,然后恢复原位;(3)请您想象坐在桌前,手握一支铅笔在纸上连续快速地点点儿 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10,然后做手腕旋转运动;(4)请您想象五指用力伸开,然后用力握拳;(5)请您想象坐位下保持上肢自然下垂,屈肘 90 度,手心向下,然后将手心翻向上,再翻向下,反复五次,最后将上肢恢复自然下垂;(6)请您想象用拇指与每一个手指对指,先用拇指与食指用力对捏,拇指与中指用力对捏,拇指与环指用力对捏,最后拇指与小指用力对捏。(7)最后请您想象伸手拿杯子喝水的动作,想象手臂前伸同时松开五指,握住杯子,然后缓慢送入口中,最后将杯子放回原位。(8)请您想象躺在一个温暖舒适的沙滩上,腹部放一乒乓球,想象用手将它拿到身体旁边。每个动作重复 4 遍。第三部分(1~2min)请您把注意力集中于自己的身体和周围环境,睁开眼睛,全身放松。

4.2 近年来,植入型运动想象(embedded motor imagery)训练模式被应用到临床。植入型运动想象即将运动想象整合入康复训练过程中(例如:物理治疗和作业治疗的训练过程中),以患者需求设计任务,再根据任务进行想象训练。Liu 等^[27]将运动想象嵌入作业治疗训练中,在执行作业任务前,先让患者看图片并口述图片任务内容,再进行任务想象训练,最后真实进行任务训练。Schuster 等^[28]在 Liu 的基础上予标准化想象任务即将倒下、睡在地板上、再次站立动作分解成 7 张示意图。0 期:站立;1 期:跨步站立;2 期:单腿跪立;3 期:双腿跪立;4 期:半坐位;5 期:侧卧位;6 期:仰卧位。在每个分解训练动作前根据图片提示进行 5 次运动想象训练,完成 7 个步骤分解动作后患者躺在地板上进行完整 7 步骤训练想象 4 次,然后重新站位下完整想象 4 次后开始重复上述动作,共进行 10 次站-卧转移训练和想象,每周 5 次。整个想象以内部透视(internal perspective)方式完成,即要求想象亲自完成某个动作而不是看着自己或其他人完成这个动作。

5 结语

随着对运动想象疗法研究的深入,植入型运动想象被越来越广泛地应用到脑卒中偏瘫患者康复训练中。一些研究将运动想象整合进不同的康复治疗技术中,发现运动想象不仅仅应用于作业治疗的过程中及治疗后,运动想象还可以被整合进康复中心的常规治疗和家庭护理当中,特别在物理治疗、言语

训练治疗中发挥重要作用^[29~31]。Schuster 等^[28]通过对比植入型运动想象(embedded motor imagery)和附加型运动想象(added motor imagery)临床效果,发现两者结合物理治疗均能提高脑卒中后患者从卧位到站立的转移能力。但只有植入型运动想象组的运动想象能力发生变化,两者间的差别需进一步扩大试验例数发现。Liu 等^[27,32]尝试将植入型运动想象代替加入型运动想象应用到脑卒中或脑外伤患者的作业治疗中。因此,植入型运动想象较传统录音播放式运动想象,操作性更强、更容易整合入训练过程中,将成为下一个研究热点。近年来,脑-机接口技术(brain-computer interface, BCI)、镜像疗法(mirror therapy)、虚拟环境(virtual environment)及神经反馈技术(neruofeedback)结合运动想象训练在改善卒中后患者肢体运动功能上取得了很大的进展^[33~35]。目前 BCI 已实现利用手、脚及舌头的运动想象实现对计算机的初步控制^[36]。因此,在未来的工作中,可以借助这些技术,更好地开展运动想象的脑机制研究,同时发展出更加标准化的、有效的、带反馈的运动想象康复训练。

参考文献

- 1 Decety J. The neurophysiological basis of motor imagery [J]. Behav Brain Res, 1996, 77(1-2): 45-52.
- 2 Milton J, Small SL, Solodkin A. Imaging motor imagery: methodological issues related to expertise [J]. Methods, 2008, 45(4): 336-341.
- 3 Ehrsson H, Geyer S, Naito E. Imagery of voluntary movement of fingers, toes, and tongue activates corresponding body part-specific motor representations [J]. J Neurophysiol, 2003, 90(5): 3304-3316.
- 4 Li S, Kamper DG, Stevens JA, et al. The effect of motor imagery on spinal segmental excitability [J]. J Neurosci, 2004, 24(43): 9674-9680.
- 5 Li S. Movement-specific enhancement of corticospinal excitability at subthreshold levels during motor imagery [J]. Exp Brain Res, 2007, 179(3): 517-524.
- 6 Park WH, Li S. No graded responses of finger muscles to TMS during motor imagery of isometric finger forces [J]. Neurosci Lett, 2011, 494(3): 255-259.
- 7 Stinear CM, Byblow WD, Steyvers M, et al. Kinesthetic, but not visual, motor imagery modulates corticomotor excitability [J]. Exper Brain Res, 2006, 168(1-2): 157-164.
- 8 Ueno T, Inoue M, Matsuoka T, et al. Comparison between a real sequential finger and imagery movements: an fMRI study revisited [J]. Brain Imaging and Behavior, 2010, 4(1): 80-85.
- 9 Lotze M, Cohen LG. Volition and imagery in neurorehabilitation [J]. Cogn Behav Neurol, 2006, 19(3): 135-140.
- 10 Parsons LM. Integrating cognitive psychology, neurology and neuroimaging [J]. Acta Psychol, 2001, 107(1-3): 155-181.

- 11 Decety J, Jeannerod M, Durozard D, et al. Central activation of autonomic effectors during mental simulation of motor actions[J]. *J Physiol*, 1993, 461(1): 549 - 563.
- 12 顾丽燕, 姚丽华, 尤桂杰, 等. 近红外光谱技术用于运动和运动想象时大脑皮质血氧反应监测的研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2011, 26(8): 725 - 727.
- 13 Page SJ, Levine P, Leonard A. Mental practice in chronic stroke: results of a randomized, placebo-controlled trial[J]. *Stroke*, 2007, 38(4): 1293 - 1297.
- 14 王 朴, 郭 毅, 张俊梅, 等. 运动想象疗法对脑卒中后患者上肢功能康复效果的系统评价[J]. *中国循证医学杂志*, 2011, 11(5): 529 - 539.
- 15 王瑞平. 肢体摆放结合运动想象治疗脑卒中偏瘫后手指屈伸功能障碍临床研究[J]. *中医学报*, 2011, 26(163): 1487 - 1488.
- 16 Verma R, Arya KN, Garg RK, et al. Task-oriented circuit class training program with motor imagery for gait rehabilitation in poststroke patients: a randomized controlled trial[J]. *Top Stroke Rehabil*, 2011, 18(Suppl 1): 620 - 632.
- 17 闫彦宁, 槐雅萍, 刘翠罗, 等. 运动想象对脑卒中偏瘫患者平衡功能恢复的影响[J]. *中国康复理论与实践*, 2008, 14(1): 55 - 56.
- 18 华 东. 减重训练联合运动想象法对偏瘫步行的影响[J]. *中国中医急症*, 2008, 17(12): 1668 - 1669.
- 19 苏善英, 覃楚群. “运动想象”理论在脊髓炎病变致神经源性膀胱康复训练中的应用[J]. *护理实践与研究*, 2008, 5(10): 10.
- 20 Liepert J, Greiner J, Nedelko V, et al. Reduced upper limb sensation impairs mental chronometry for motor imagery after stroke: clinical and electrophysiological findings[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2012, 26(5): 470 - 478.
- 21 Maring JR. Effects of mental practice on rate of skill acquisition[J]. *J Phys Ther*, 1990, 70(3): 165 - 172.
- 22 Roberts R, Callow N, Hardy L, et al. Movement imagery ability: development and assessment of a version of the vividness of movement imagery questionnaire[J]. *J Sport Exerc Psychol*, 2008, 30(2): 200 - 210.
- 23 Malouin F, Richards CL, Jackson PL, et al. The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) for assessing motor imagery in persons with physical disabilities: A reliability and construct validity study[J]. *J Neurol Phys Ther*, 2007, 31(3): 20 - 29.
- 24 李继刚, 田 宝. 运动想象的理论模式生理机制与引用研究[J]. *武汉体育学院学报*, 2005, 39(5): 64 - 67.
- 25 Page SJ, Levine P, Sisto S, et al. A randomized efficacy and feasibility study of imagery in acute stroke[J]. *Clin Rehabil*, 2001, 15(3): 233 - 240.
- 26 胡永新, 王 强, 孟萍萍, 等. 运动想象疗法对脑卒中偏瘫患者上肢功能恢复的影响[J]. *中国物理医学与康复杂志*, 2010, 32(4): 273 - 276.
- 27 Liu KP, Chan CC, Lee TM, et al. Mental imagery for promoting relearning for people after stroke: A randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2004, 85(9): 1403 - 1408.
- 28 Schuster C, Butler J, Andrews B, et al. Comparison of embedded and added motor imagery training in patients after stroke: results of a randomized controlled pilot trial[J]. *Trials*, 2012, 13: 11.
- 29 Bovend'Eerdt TJH, Dawes H, Sackley C, et al. Mental techniques during manual stretching in spasticity: a pilot randomized controlled trial[J]. *Clin Rehabil*, 2009, 23(2): 137 - 145.
- 30 Bovend'Eerdt TJH, Dawes H, Sackley C, et al. An integrated motor imagery program to improve functional task performance in neurorehabilitation: a single-blind randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2010, 91(6): 939 - 946.
- 31 Braun S, Beurskens A, Kleynen M, et al. Rehabilitation with mental practice has similar effects on mobility as rehabilitation with relaxation in people with Parkinson's disease: a multicentre randomised trial[J]. *J Physiother*, 2011, 57(1): 27 - 34.
- 32 Liu KP, Chan CC, Lee TM, et al. Mental imagery for relearning of people after brain injury[J]. *Brain Inj*, 2004, 18(11): 1163 - 1172.
- 33 Arya KN, Pandian S. Effect of task-based mirror therapy on recovery of the upper extremity in chronic stroke patients: a pilot study[J]. *Top Stroke Rehabil*, 2013, 20(3): 210 - 217.
- 34 Formaggio E, Storti SF, Boscò Galazzo I, et al. Modulation of event-related desynchronization in robot-assisted hand performance: brain oscillatory changes in active passive and imagined movements[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2013, 26(2): 10 - 24.
- 35 Mihara M, Hattori N, Hatakenaka M, et al. Near-infrared spectroscopy-mediated neurofeedback enhances efficacy of motor imagery-based training in poststroke victims: a pilot study[J]. *Stroke*, 2013, 44(4): 1091 - 1098.
- 36 姚德中, 刘铁军, 雷 旭, 等. 基于脑电的脑-机接口: 关键技术和应用前景[J]. *电子科技大学学报*, 2009, 38(5): 550 - 554.

[收稿日期 2013-05-23][本文编辑 谭 毅 韦所苏]

参考文献中英文作者姓名的著录方法

医学期刊的论文中, 引用英文文献的比例很高, 但有不少作者将英、美人的姓名搞错, 以至用光盘核实时出现错姓、错名或姓名全错。英、美人姓名的习惯写法是: “名”可以有 1 个、2 个或 3 个, 但“姓”只有一个。姓是不可以简写的; “名”可以缩写, 第一个字母大写, 不用缩写点。

例如: John Quincy Public 写为 Public JQ

· 本刊编辑部 ·