

# 康复机器手在脑卒中后手功能康复中的研究进展

刘岩松, 孙青峰, 李红玲

【关键词】 康复机器手; 脑卒中; 手功能康复

【中图分类号】 R49; R743.3 【DOI】 10.3870/zgkf.2022.07.011

脑卒中是导致全球成年人残疾的主要原因, 据统计, 我国现有脑卒中病人 7000 万例, 且每年新增 200 万例以上, 而超过 1/2 的脑卒中病人会导致不同程度的上肢功能障碍<sup>[1]</sup>。据统计, 在脑卒中发生 3 个月后, 38% 的脑卒中患者有严重的手功能障碍<sup>[2]</sup>。发病 4 年后大约 67% 的脑卒中患者无法使用患侧手进行日常生活活动<sup>[3]</sup>。而如果脑卒中患者手功能完全丧失, 那么整体功能将减少 27%<sup>[4]</sup>, 严重影响患者日常生活活动能力, 导致患者生活质量下降。

针对脑卒中患者手功能障碍的康复手段有许多, 主要包括作业治疗、运动功能训练、功能性电刺激、经颅直流电刺激、强制性运动疗法、生物反馈技术、镜像疗法、音乐疗法等<sup>[5-6]</sup>。但由于手功能的神经生理机制复杂及特殊性, 脑卒中后手功能恢复极其缓慢<sup>[7]</sup>。有研究认为手功能恢复的最有效方法是脑卒中后尽早进行积极的、大量重复进行的康复训练<sup>[8]</sup>。目前临床上多采用常规康复训练, 因其训练动作需要在康复医师指导下完成, 且训练过程枯燥乏味, 导致病人不能长期坚持训练, 影响训练效果<sup>[9]</sup>。随着患者康复期望值不断地提高, 康复工作者需要不断地去探索新的治疗方法与模式。

康复机器人技术在各类疾病的治疗中得到了广泛发展, 如用于脑卒中<sup>[10]</sup>, 脊髓损伤<sup>[11]</sup>, 脑瘫<sup>[12]</sup>, 多发性硬化<sup>[13]</sup>, 截肢<sup>[14]</sup>等, 都取得了良好的疗效。针对手部功能障碍研发的康复机器手也开始逐渐应用于临床, 可以为脑卒中患者患侧手提供重复性、定时定量, 渐进性的康复治疗。应用康复机器手能够简化康复治疗师与患者一对一手把手的康复治疗, 使脑卒中患者尽量能够人人得到规范的康复治疗, 从而降低脑卒中患者的残疾率。本文就脑卒中后手功能的现状, 康复机

器手的分类, 作用机制以及临床应用进行综述。

## 1 康复机器手的分类

第一个手部康复装置是由 Bouzit 及其同事共同研发的 Rutgers Hand Master II, 它由放在手中的气动活塞提供动力, 在虚拟现实环境中模拟与物体的接触力, 属于端点控制机器人<sup>[1]</sup>。随后手部康复机器人不断得到改进并蓬勃发展。

1.1 根据结构不同 主要分为刚性外骨骼式机器手和柔性穿戴式机器手<sup>[15-17]</sup>。刚性外骨骼式机器手是指通过刚性结构(如曲柄滑块, 连杆, 齿轮等)将动力传递到患者手部来带动手指运动的机器手。优点是控制准确, 有机器保护限位; 但刚性外骨骼式康复机器手有一定的缺点, 比如重量较大, 肌力较低的患者可能容易疲劳; 柔性穿戴式机器手是指通过弹性结构(如气动肌肉, 弹簧, 鲍登线等)将动力传递到患者手部来带动手指运动的机器手。优点是重量轻, 贴合人手。缺点是弹簧、鲍登线等结构容易损坏, 设备维护成本升高。

1.2 根据控制部位的不同 主要分为指端控制式机器手, 关节控制式机器手, 接触物体控制式机器手, 外骨骼式机器手<sup>[18-19]</sup>。指端控制式机器手是指将动力施加在手指的远端来带动手指活动的机器手。优点是控制简单, 可以控制每个手指; 关节控制式机器手是将力矩按比例施加给每个手指关节来带动手指活动的机器手。优点是可以控制每个手指及其关节; 接触物体控制式机器手是控制手抓握物体的增大和缩小的机器手。优点是控制简单, 但是缺点为手部运动的范围较小; 外骨骼式机器手是指套在手指外边, 可以直接控制每个手指关节的机器手, 优点是控制简单, 但是缺点为手部运动的范围较小。

1.3 根据监控设备的不同 有研究人员为了能实时监测患者手部运动的情况, 给予患者一定程度的反馈, 且让医务人员更好的量化、分析患者的每一次治疗, 研制出了能通过表面肌电图、功能性磁共振成像(func-

收稿日期: 2021-10-30

作者单位: 河北医科大学第二医院, 石家庄 050000

作者简介: 刘岩松(1997-), 男, 硕士研究生, 主要从事神经康复方面的研究。

通讯作者: 李红玲, honglingli2010@qq.com

tional magnetic resonance imaging, fMRI) 监测患者训练情况的康复机器人。

1.3.1 基于表面肌电信号的康复机器人 基于表面肌电信号的康复机器人可根据患者的手部肌电信号触发手部运动,提高患者训练的积极性和效率<sup>[20]</sup>。宁波大学研制的一款基于表面肌电信号的康复机器人由1个气动手套、1个气泵、1个配备 ARM 芯片的 Stm32f103 微处理器、2个继电器、1个 Myoware 表面肌电传感器、2个三通电磁阀和1台主机组成。气动康复手套能很好地包裹患者的手指、手掌和手背。气泵为气动手套提供动力。表面肌电传感器用于收集患者的表面肌电信号。配备 ARM 芯片的 Stm32f103 微处理器用于处理表面肌电传感器采集的原始表面肌电信号。它还用作空气泵的驱动器,并将处理后的表面肌电信号传输至主机。主机采用 QT 软件(用于开发应用程序和设备的跨平台软件开发框架,由 QT 集团开发)分析肌电信号。通过对采集到的表面肌电信号进行分析,判断手的运动趋势。根据手的运动趋势,向气泵驱动器发送相关指令。传感器可采集多种肌电信号特征值,例如峰值(peak value, PV)、平均波长(wavelength average, WAV)、均方根(root mean square value, RMS)等。主机将针对不同患者的肌电信号特征值进行分析,并向气泵发送相关运动指令。由于患者间存在个体差异,患者首次训练时应先在医师指导下采集表面肌电信号,建立患者的个体数据库并储存于主机中,以便后续训练。基于表面肌电信号的康复机器人目前大部分应用于科研阶段,而并未大规模用于临床。其用于临床,优点在于能测出不同患者的表面肌电特征值,以给予更准确、有效的运动反馈,并且可根据每位患者的特征值制定个体化的训练方案。但也存在一定的缺点:比如不同人群手部大小不一致,肌电信号采集系统可能对不同人群敏感性不同。未来应招募更多受试者,分析不同人群手部大小等特征以研制出能更准确采集表面肌电信号的康复机器人。同时,未来也应该研究若患者在训练过程中出现痉挛,是否会对表面肌电系统的准确性产生影响。

1.3.2 基于 fMRI 的软式康复机器人 功能磁共振成像技术可以动态检测不同情况下大脑的活动状态<sup>[21]</sup>。由于常规康复机器人含金属材质,这会干扰 fMRI 的磁场环境,并且存在安全隐患,所以无法与 fMRI 兼容<sup>[22]</sup>。Hong 等<sup>[23]</sup>将硬质金属材料进行优化,研制出了一款可与 fMRI 兼容的软式康复机器人。此款康复机器人使用聚氨酯和橡胶等软质材料替换铁磁性零部件,可与 fMRI 成功兼容。软式康复机器人相较于常规康复机器人的优点不只是能与 fMRI 兼

容,还可更精细化控制手部关节活动的角度,以更详细的结合 fMRI 来对患者进行分析。患者在 fMRI 扫描期间将进行3中模式的运动:①被动运动模式。患者在康复机器人的作用下持续被动活动,在该模式下可研究大脑对被动运动的反应。②助力模式。首先令患者在1~3s的时间内尝试按指令主动运动,随后康复机器人完成后续运动。给予患者主动运动的时间可根据指令难度和患者手功能的情况进行调整。③双侧运动模式。患者在此模式下同时进行双侧手的主动运动。结合 fMRI,在此模式下可研究患者进行双侧手训练时的大脑状态,并可与仅患侧手活动时的大脑状态进行对比,以探索双手训练策略的有效性<sup>[23]</sup>。此款康复机器人也有一定的缺点:由于基于 fMRI 的康复机器人所使用的全部为弹性材料,无任何金属材料,因此手部屈肌张力增加的患者(改良 Ashworth 评定大于1+级)可能无法完全被动伸展手指。未来研究者将会对此进行深入的研究及优化。

## 2 作用机制

康复机器人促进脑卒中后手功能的恢复机制尚不完全清楚,可能的机制包括外周机制及中枢机制。

2.1 外周机制 ①增强肌力、关节协调性。康复机器人可以单独训练某个指关节或同时训练多个指关节,增加患手手指的协调性,提高其肌力和耐力。而且通过康复机器人的正确训练,能够降低康复治疗师在实际操作中错误训练所引起的伤害。②训练与生活技能相结合。康复机器人可以强化患者在训练中的正确行为,比如抓握能力等,将在训练中所学习的能力更好地运用到实际生活中,减少将康复训练中的抓握能力转化为日常生活技能的过程,缩短了训练的进程,从而更有利于患者恢复<sup>[24]</sup>。

2.2 中枢机制 ①增加感觉输入。通过康复机器人在一定时间内高强度、重复性训练不仅可以提高患者手部的运动功能,还可以增加患者的感觉信息的输入。而且有研究表明在康复机器人的辅助下的运动训练中感觉和运动信息同步性比传统康复同步性更好<sup>[25]</sup>,这对于患者形成正确感觉-运动回路,以及神经功能的重塑更有帮助,更有利于患者恢复。②促进中枢神经系统重塑。中枢神经系统的重塑在脑卒中后功能障碍的恢复中起着重要的作用<sup>[26]</sup>。患者使用康复机器人进行训练的同时会伴有触觉以及本体感觉的反馈,此种反馈可促进中枢神经系统的重塑<sup>[27-28]</sup>。有学者对正在使用康复机器人训练的患者进行脑电图及功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)进行监测,此项研究发现在患者使用康复机器

手进行训练时活跃的脑区不止 M1 区,中央旁小叶、顶叶、额叶等多个脑区也会被同时激活。并且随着训练次数的增加,脑电及 fMRI 的活动会越来越明显,患者手功能评分也会随之提高,揭示了康复机器人促进手功能恢复机制可能涉及中枢神经系统复杂的活动<sup>[29-30]</sup>。

### 3 不同时期的临床应用

目前康复机器人促进脑卒中后手功能恢复的最佳介入时期仍然不明确,但是国内外大量的研究表明康复机器人作用于脑卒中患者的急性期,亚急性期,慢性期都能促进其恢复。

**3.1 急性期与亚急性期** 脑卒中急性期是指发病后 2 周以内<sup>[27]</sup>,指发病后 6 个月内<sup>[32]</sup>。有研究表明,脑卒中后中枢神经系统重塑的基本过程是皮质功能重组。此过程为受损大脑功能迁移至未受损脑区的过程。并且人类皮质重组的时间大约为 2 周左右,而手部功能尤为精细,在此期(应在发病 24h 后,病情稳定时)进行训练可最大限度地促进皮质重组<sup>[31-32]</sup>。并且在脑卒中发病后 6 个月内进行康复训练都将有利于受损的神经再生和重塑。其中的过程包括受损的神经组织周围脑源性神经营养因子增多、树突和轴突的再生等<sup>[27]</sup>。Parker 等<sup>[33]</sup>对 44 名脑卒中患者在急性期(平均发病后 6.8d)即介入康复机器人治疗,他们将患者分为实验组和对照组。实验组的治疗将运动分析与振动反馈相结合,即患者能达到目标运动幅度或角度,康复机器人将给予患者振动反馈;对照组仅给予运动训练。结果显示,进行 30d 的康复治疗后,两组患者的运动功能都得到提升,但实验组患者单位时间内进行正确运动的次数要显著多于对照组,且错误运动的次数显著少于对照组。这项实验肯定了在脑卒中急性期使用康复机器人的疗效,并且如果存在一定的运动反馈,将会显著提升疗效。付桢等<sup>[34]</sup>对康复机器人(Glo-reha2)辅助下任务导向训练对脑卒中后手功能的效果进行研究,他选取了 35 例病程为 1~6 个月亚急性期脑卒中患者(Brunnstrom II~IV 期),试验组采用康复机器人辅助患手进行实物抓握、训练,对照组在治疗师的辅助下进行实物抓握训练,结果发现康复机器人辅助下任务导向训练可以改善脑卒中亚急性期患者的手功能,且比治疗师辅助下的手部训练效果更好。此项实验说明使用康复机器人能将日常生活活动与训练相结合,弥补了由于手抓握功能差而导致许多日常生活活动无法完成的不足。而脑卒中后手功能障碍的患者训练的重点正应该是日常生活活动及生产作业活动等,因此使用康复机器人可使患者更高效地强化此类功

能。总之,在脑卒中发生后 6 个月内受损脑组织有着极强的再生潜力,上述许多临床实验也表明应用康复机器人进行康复训练效果要明显好于单纯应用传统康复手段。因此在病情稳定后就应尽快介入康复机器人治疗,以最大限度地恢复手功能。

**3.2 慢性期** 最近的研究表明在慢性期使用强制性运动疗法与双臂训练法等技术能有效改善患者上肢功能。但此两种疗法需要患者上肢具备一定的运动功能,不适用于肌力极低的患者<sup>[35]</sup>。为了更好地帮助脑卒中患者在慢性期进行有效康复,许多学者探索了康复机器人在慢性期的治疗效果。Calabro 等<sup>[18]</sup>对脑卒中慢性期患者使用康复机器人进行训练的疗效进行了研究。他们选取了 50 例脑卒中慢性期(病程 6 个月以上)手运动功能障碍患者,对照组为传统手部康复训练,试验组为机器人辅助训练,经过 40 次的训练后,结果发现实验组 FMA、九孔柱测试均高于对照组,表明在脑卒中慢性期机器人辅助训练比传统康复训练更有效。在进行训练时,他们使用脑电图等对患者中枢神经系统进行监测;结果发现试验组患者在训练时额叶、顶叶激活程度要远高于对照组患者,并且额叶顶叶之间连接性也会增强。因此尽管脑卒中患者在慢性期康复过程会减慢,但此时使用康复机器人进行训练能更强烈的激活中枢神经系统,从而加速患者康复进程。Grace 等<sup>[36]</sup>对某社区 12 名脑卒中慢性期患者(病程均大于 6 个月)进行 60min/次,3 次/周,为期 6 周的康复机器人治疗。治疗前后对患者进行包括 FMA、上肢运动功能测试(Arm Motor Ability Test, AMAT)等评定。结果显示所有患者的手部运动功能都有所改善。上述患者生活在社区,康复机器人的治疗在社区卫生服务中心完成,此实验说明康复机器人对脑卒中慢性期的患者也具有一定疗效,可能与上述机制有关。

### 4 缺点与不足

虽然各国的专家都在积极致力于将康复机器人运用于临床的研究,但是目前仍然存在很多不足,比如对于介入时间,治疗的时间、频率、强度仍无统一标准,作用机制还不清楚。而且康复机器人的本身也有一些问题需要解决,比如:现在康复机器人体积较大,不便捷携带;患者的病情比较复杂,患者的手部障碍程度不一;而且患者手掌大小不一;目前康复机器人仅仅局限于手指的屈曲和伸展,没有对各个手指外展和内收的实现等。

### 5 小结和展望

康复机器人相较于传统康复治疗能给患者更有效

的感觉及运动反馈,从而加速脑卒中患者的神经可塑性,使患者的手功能康复进程加快。并且使用康复机器人进行康复治疗效率明显高于传统康复方法,即由治疗师带领患者进行屈、伸、抓握等动作训练。使用康复机器人能使每一位患者都能享有高强度、高重复性、个性化定制、渐进性的康复治疗方案。新研制的带监控设备的康复机器人能实时监测患者中枢神经系统状态或肌电信号等,使医务人员能更好地了解患者的病情,及时根据患者的各项参数调整新的康复治疗方案。总之,康复机器人对于脑卒中后手功能障碍的疗效显而易见,已经成为改善脑卒中患者手功能障碍的非常有前景的治疗措施。

虽然,目前国际上对于康复机器人改善脑卒中患者的手功能障碍多为肯定的报道,但是对于手部康复功能机器人的介入时间,治疗的时间、频率、强度等参数没有统一的规定,在未来的研究中,应该在统一标准、规范治疗、客观评估等方面去深入探讨,以寻求最佳的治疗效果。并且目前新型的康复机器人监控设备多为表面肌电、fMRI等设备,未来可以研制出其他监控设备的康复机器人,以更好地了解患者的各方面情况,加速患者的康复进程。对于康复机器人的本身的一些问题,未来的研究中,我们应该与康复工程师共同努力改进,使其更好地应用于临床,更好地为脑卒中患者服务。

### 【参考文献】

- [1] 孙海欣,王文志. 我国脑卒中流行状况及其防控策略[J]. 中华神经科杂志,2017,50(12): 881-884.
- [2] Lum P S,Godfrey S B,Brokaw E B,et al. Robotic approaches for rehabilitation of hand function after stroke [J]. Am J Phys Med Rehabil,2012,91(11 Suppl 3): S242-S254.
- [3] Potla N,Ganti L. Tenecteplase vs. alteplase for acute ischemic stroke: a systematic review [J]. Int J Emerg Med. 2022,15(1): 1.
- [4] Goldstein L B. Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke: the EXCITE trial [J]. Curr Atheroscler Rep,2007,9(4): 259-260.
- [5] Samuelkamaleshkumar S,Reethajanetsureka S,Pauljebaraj P, et al. Mirror therapy enhances motor performance in the paretic upper limb after stroke: a pilot randomized controlled trial [J]. Arch Phys Med Rehabil,2014,95(11): 2000-2005.
- [6] 汪文静,李甲笠,张思聪,等. 经颅直流电刺激的作用机制及在脑卒中康复中的应用进展 [J]. 中国康复,2019,34(10): 535-539.
- [7] 向珊. 针灸联合个性化运动康复处方对脑卒中后肩手综合征自发性疼痛及上肢运动功能的影响 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2018, 16(06): 699-702.
- [8] Prange GB,Jannink MJ,Groothuis-Oudshoorn CG,et al. Systematic review of the effect of robot-aided therapy on recovery of the hemiparetic arm after stroke [J]. J Rehabil Res Dev,2006,43(2): 171-184.
- [9] Hong Z Q,Sui M H,Zhuang Z Q,et al. Effectiveness of Neuromuscular Electrical Stimulation on Lower Limbs of Patients With Hemiplegia After Chronic Stroke: A Systematic Review [J]. Arch Phys Med Rehabil,2018,99(5): 1011-1022.
- [10] Lee H C,Kuo F L,Lin Y N,et al. Effects of Robot-Assisted Rehabilitation on Hand Function of People With Stroke: A Randomized,Crossover-Controlled,Assessor-Blinded Study [J]. Am J Occup Ther,2021,75(1): 7501205020p1-p11.
- [11] Liu YC,Yang YR,Tsai YA,et al. Cognitive and motor dual task gait training improve dual task gait performance after stroke-A randomized controlled pilot trial[J]. Sci Rep,2017,7(1):4070.
- [12] Olmos-Gómez R,Gómez-Conesa A,Calvo-Muñoz I,et al. Effects of Robotic-Assisted Gait Training in Children and Adolescents with Cerebral Palsy: A Network Meta-Analysis[J]. J Clin Med, 2021,10(21):4908.
- [13] Russo M,Dattola V,Logiudice AL,et al. The role of Sativex in robotic rehabilitation in individuals with multiple sclerosis: Rationale,study design,and methodology[J]. Medicine (Baltimore), 2017,96(46):e8826.
- [14] Schweitzer W, Thali MJ, Egger D. Case-study of a user-driven prosthetic arm design: bionic hand versus customized body-powered technology in a highly demanding work environment[J]. J Neuroeng Rehabil,2018,15(1):1.
- [15] Haghshenas-Jaryani M,Patterson RM,Bugnariu N,et al. A pilot study on the design and validation of a hybrid exoskeleton robotic device for hand rehabilitation[J]. J Hand Ther,2020,33(2):198-208.
- [16] Chu CY,Patterson RM. Soft robotic devices for hand rehabilitation and assistance: a narrative review[J]. J Neuroeng Rehabil, 2018,15(1):9.
- [17] Ben-tzvi P, Ma Z. Sensing and Force-Feedback Exoskeleton (SAFE) Robotic Glove [J]. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng,2015,23(6): 992-1002.
- [18] Calabro R S,Accorinti M,Porcari B,et al. Does hand robotic rehabilitation improve motor function by rebalancing interhemispheric connectivity after chronic stroke Encouraging data from a randomised-clinical-trial [J]. Clin Neurophysiol, 2019, 130(5): 767-780.
- [19] Lambelet C,Temiraliuly D,Siegenthaler M,et al. Characterization and wearability evaluation of a fully portable wrist exoskeleton for unsupervised training after stroke[J]. J Neuroeng Rehabil,2020, 17(1):132.
- [20] Feng Y,Zhong M,Wang X,et al. Active triggering control of pneumatic rehabilitation gloves based on surface electromyography sensors [J]. PeerJ Comput Sci,2021,7: e448.
- [21] Ward N S,Brown M M,Thompson A J,et al. Neural correlates of motor recovery after stroke: a longitudinal fMRI study [J]. Brain,2003,126(Pt 11): 2476-2496.
- [22] Kim SJ,Kim Y,Lee H,et al. Development of an MR-compatible hand exoskeleton that is capable of providing interactive robotic rehabilitation during fMRI imaging[J]. Med Biol Eng Comput,

- 2018,56(2):261-272.
- [23] Hong Kai Y, Kamaldin N, Jeong Hoon L, et al. A Magnetic Resonance Compatible Soft Wearable Robotic Glove for Hand Rehabilitation and Brain Imaging [J]. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, 2017, 25(6): 782-793.
- [24] Rong W, Li W, Pang M, et al. A Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) and robot hybrid system for multi-joint coordinated upper limb rehabilitation after stroke [J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2017, 14(1):34.
- [25] Hu X L, Tong K Y, Song R, et al. A comparison between electromyography-driven robot and passive motion device on wrist rehabilitation for chronic stroke [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2009, 23(8): 837-846.
- [26] 韩晴, 徐宁, 庄贺, 等. 运动想象疗法在卒中后运动功能障碍康复的研究进展 [J]. *中国康复*, 2021, 36(6): 372-375.
- [27] Coleman E R, Moudgal R, Lang K, et al. Early Rehabilitation After Stroke: a Narrative Review [J]. *Curr Atheroscler Rep*, 2017, 19(12): 59.
- [28] Whishaw I Q, Alaverdashvili M, Kolb B. The problem of relating plasticity and skilled reaching after motor cortex stroke in the rat [J]. *Behav Brain Res*, 2008, 192(1): 124-136.
- [29] Yuan K, Wang X, Chen C, et al. Interhemispheric Functional Reorganization and its Structural Base After BCI-Guided Upper-Limb Training in Chronic Stroke [J]. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, 2020, 28(11): 2525-2536.
- [30] Formaggio E, Storti SF, Boscolo Galazzo I, et al. Time-frequency modulation of ERD and EEG coherence in robot-assisted hand performance [J]. *Brain Topogr*, 2015, 28(2): 352-363.
- [31] Fujii Y, Nakada T. Cortical reorganization in patients with subcortical hemiparesis: neural mechanisms of functional recovery and prognostic implication [J]. *J Neurosurg*, 2003, 98(1): 64-73.
- [32] Lee MM, Shin DC, Song CH. Canoe game-based virtual reality training to improve trunk postural stability, balance, and upper limb motor function in subacute stroke patients: a randomized controlled pilot study [J]. *J Phys Ther Sci*, 2016, 28(7): 2019-2024.
- [33] Parker J, Powell L, Mawson S. Effectiveness of Upper Limb Wearable Technology for Improving Activity and Participation in Adult Stroke Survivors: Systematic Review [J]. *J Med Internet Res*, 2020, 22(1): e15981.
- [34] 付桢. 辅助任务导向训练对脑卒中早期手功能康复的影响 [D]. 广州医科大学, 2017.
- [35] Ramos-Murguialday A, Broetz D, Rea M, et al. Brain-machine interface in chronic stroke rehabilitation: a controlled study [J]. *Ann Neurol*, 2013, 74(1): 100-108.
- [36] Kim G J, Taub M, Creelman C, et al. Feasibility of an Electromyography-Triggered Hand Robot for People After Chronic Stroke [J]. *Am J Occup Ther*, 2019, 73(4): 7304345040p1-p9.

## · 外刊拾粹 ·

### 应用磁共振弥散张量预测痴呆症

小血管疾病是血管性认知障碍和痴呆最常见的病理基础。这被认为是由于白质 (WM) 束受损导致神经网络中断。由于弥散张量成像 (DTI) 已被证明是识别白质束超微结构损伤的敏感方法, 因此本研究评估了 DTI 测量在预测痴呆症发作方面的有效性。本研究创建了优化的多模态 MRI 标记, 用作脑小血管疾病所致血管认知障碍试验中的替代标记 (OPTIMAL), 以确定 DTI 测量是否能预测小血管疾病 (SVD) 引起的痴呆。纳入六组 SVD 严重程度不同的患者。所有患者均在基线期接受 MRI 检查, 并进行了 3 年以上的随访。认知使用对 SVD 敏感的标准化测试进行评估。处理速度用 Trail Making Test-B 评估。对脑容量和 WMH 容量进行 MRI 处理, 计算 WMH 与总脑容量 (SVD<sub>p</sub>) 的比值, 使用线性回归检验 DTI 和认知之间的关系。研究发现平均弥散率 (MD) 中位数与所有队列的认知相关。在对临床标志物进行控制后, 较高的 MD 中位数与较高的痴呆风险相关。三年内 MD 中位数的变化预测了五年内痴呆症的转变。结论: 本研究发现白质改变在痴呆的发病机制中起核心作用。 (邹颖译)

Engle M, et al. Prediction of Dementia Using Diffusion Tensor MRI Measures: The Optimal Collaboration. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2022; 93:14-23.

中文翻译 由 WHO 康复培训与研究合作中心(武汉)组织  
本期由中国医科大学附属盛京医院 张志强教授主译编