

运动训练预防脑卒中患者跌倒的研究进展

刘庭^{1,2}, 刁子晏¹, 皮红英³

¹解放军医学院, 北京 100853; ²解放军总医院第二医学中心 消化内科, 北京 100853; ³解放军总医院卫勤训练中心, 北京 100853

摘要: 脑卒中患者因感觉和运动功能受损, 跌倒的发生率较常人倍增, 增加了医疗和照护负担, 采取适宜的措施加以预防是降低脑卒中患者跌倒发生率和减轻跌倒相关伤害的关键。运动训练是经过多项研究验证的在脑卒中患者跌倒预防中行之有效的办法。目前脑卒中患者常用的运动训练方法较多, 现就其中防跌倒运动训练的研究现状进行综述, 为脑卒中患者采用适宜的运动训练方法预防跌倒提供指导。

关键词: 脑卒中; 意外跌倒; 运动; 双任务训练; 机器人辅助训练; 核心稳定性训练

中图分类号: R473.74 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-5227(2022)07-0813-04 **DOI:** 10.3969/j.issn.2095-5227.2022.07.019

网络出版时间: 2022-07-07 16:58 **网络出版地址:** <https://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1117.R.20220706.1159.004.html>

引用本文: 刘庭, 刁子晏, 皮红英. 运动训练预防脑卒中患者跌倒的研究进展 [J]. 解放军医学院学报, 2022, 43 (7): 813-816, 封三.

Research advances in exercise for prevention of falls in post-stroke patients

LIU Ting^{1,2}, DIAO Ziyan¹, PI Hongying³

¹ Chinese PLA Medical School, Beijing 100853, China; ² Department of Gastroenterology, the Second Medical Center, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China; ³ Medical Service Training Center, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China
Corresponding author: PI Hongying. Email: pihongying@301hospital.com.cn

Abstract: Due to impaired sensory and motor functions, post-stroke patients have higher incidence of accidental falls, increasing the burden of medical service and care. Thus, taking appropriate measures to reduce the incidence of falls and fall-related injuries is essential. Exercise is proven to be an effective method for falls prevention, and there are a lot of exercise training methods for post-stroke patients, so the research advances in exercise for the prevention of falls in post-stroke patients are reviewed in this paper, so as to help post-stroke patients to choose appropriate exercise to prevent falls.

Keywords: stroke; accidental falls; exercise; dual-task training; robot-assisted training; core stability training

Cited as: Liu T, Diao ZY, Pi HY. Research advances in exercise for prevention of falls in post-stroke patients [J]. Acad J Chin PLA Med Sch, 2022, 43 (7): 813-816, inside back cover.

脑卒中是全球第二大死亡原因, 也是致残的主要原因^[1], 还是我国成人致死、致残的首位病因, 具有高发病率、高致残率、高死亡率、高复发率、高经济负担五大特点^[2]。脑卒中后常发生感觉功能障碍、平衡能力下降等后遗症, 使得跌倒成为脑卒中后常见不良事件^[3]。脑卒中幸存者跌倒的风险和跌倒后骨折发生率是同龄非脑卒中人群的2倍^[4-5]。跌倒还是脑卒中患者再次入院的最常见原因^[6], 因此脑卒中患者的跌倒预防尤为重要。有多项研究证实了运动训练在脑卒中患者跌倒预

防方面的有效性^[7-8]。欧洲跌倒预防协作网 (Prevention of Falls Network Europe, ProFaNE) 将预防跌倒的运动训练分为以下几类: 1) 平衡、步态和功能训练; 2) 力量和抗阻训练; 3) 灵活性训练; 4) 3D 训练 (如太极、气功、舞蹈); 5) 耐力训练; 6) 常规训练; 7) 其他训练^[9]。脑卒中患者跌倒预防的运动训练措施大多为平衡和步态训练、力量和抗阻训练等。本研究主要从这两个方面对国内外运动训练方法在脑卒中患者跌倒预防中的应用进行综述, 旨在为脑卒中患者采取适宜的运动措施预防跌倒提供依据。

1 平衡和步态训练

脑卒中患者常遗留偏瘫或单侧肢体肌力减弱等后遗症, 因此步态不稳、平衡障碍问题较为常见, 改善平衡状态对脑卒中患者的跌倒预防极为重要。目前用于改善脑卒中患者平衡能力和步态稳定性的运动措施主要有双任务训练 (dual task

收稿日期: 2022-01-26

基金项目: 国家重点研发计划 (2018YFC2001400)

Supported by the Research and Development Program of Ministry of Science and Technology of China (2018YFC2001400)

作者简介: 刘庭, 女, 在读硕士, 护师。研究方向: 老年护理。

Email: tmmuliuting@163.com

通信作者: 皮红英, 女, 博士, 主任护师, 教授。Email: pihongying@301hospital.com.cn

training, DTT)、机器人辅助训练和虚拟现实技术辅助训练等。

1.1 双任务训练 回归社会生活的脑卒中患者将面临在复杂的外部环境中行走的状况。有研究指出, 认知系统是一个有限的容量整体, 外界环境的干扰会分散患者注意力, 影响步态稳定性, 增加跌倒风险^[10]。因此, 有必要通过训练手段提高患者抗外部环境干扰的能力, 进而提高步行注意力, 降低跌倒发生率。

双任务训练分为认知双任务训练和运动双任务训练两类, 认知双任务训练是在执行一项运动任务的同时执行另一项认知任务, 运动双任务训练是同时执行两项运动任务^[11-12]。认知双任务训练多为在站立或步行状态下执行认知任务, 如口头朗诵、心算等, 运动双任务训练多为在站立或步行状态下执行运动任务, 常为携物行走、边走边接球或抛球等^[13]。一项纳入 13 项随机对照研究的 Meta 分析结果显示, 认知双任务训练能显著提高慢性脑卒中患者的平衡能力、步态稳定性和上肢功能^[14]。Saleh 等^[15]比较了水上与陆上运动双任务训练对慢性脑卒中患者平衡和步态的影响, 结果表明二者均可显著改善步态和平衡功能, 水上运动双任务训练效果更佳。有研究开展了一项为期 8 周的双任务训练随机对照研究, 随访时间为半年, 半年后接受双任务训练的慢性脑卒中患者行走功能较对照组明显改善, 跌倒发生率和跌倒相关伤害发生率分别降低了 25.0% 和 22.2%^[16]。

1.2 机器人辅助训练 近年来, 生物医学和工学融合发展, 步行辅助系统逐步应用于脑卒中患者步行训练中。一项系统评价表明, 机器人辅助步态康复可以减轻医疗成本和治疗师的负担, 使脑卒中患者在康复期获得充分的物理治疗疗程^[17]。一项为期 2 周的比较机器人辅助步态训练系统与常规地面步态训练对脑卒中患者步态改善效果的随机对照研究指出, 机器人辅助步态训练系统对包括步长、步速、足偏角在内的步态空间参数有明显的改善作用^[18]。其中 Lokomat 作为机器人辅助步态训练系统的代表之一, 已广泛应用于临床。Lokomat 将跑步机、体重支持系统和驱动外骨骼结合在一起, 外骨骼在步态周期中起着支持腿部运动的作用, 使患者在预先设定好步态模式的跑步机上进行行走训练, 可模拟对称的双边步态^[19]。

关于 Lokomat 对脑卒中患者步态矫正效果的结论并不统一。一项随机对照试验表明, 相比传统训练, Lokomat 能带来更好的行走结果, 虽无法

替代传统训练, 却可以作为传统训练的辅助措施实现一对一的康复训练^[20]。但有研究指出, 对于有中度至重度步态障碍的亚急性脑卒中患者, 传统步态训练干预的多样性相比 Lokomat 似乎能更好地促进步行能力的恢复, 此外 Lokomat 会限制躯干和骨盆活动, 可能会降低腿部肌肉的主动参与水平^[21]。鉴于以上问题, 团队研发了新型的步态辅助训练系统 AiWalker。与 Lokomat 相比, AiWalker 具有地面行走模式, 且在训练过程中可产生体感刺激。Zhang 等^[22]比较了 Aiwalker + 常规训练与常规训练对脑卒中患者平衡和步行能力的影响, 结果表明 Aiwalker + 常规训练组步态、平衡能力和下肢体感功能均有较大的提升。

1.3 虚拟现实技术辅助训练 虚拟现实 (visual reality, VR) 技术利用计算机系统、感觉反馈装置和建模技术, 创造出一种虚拟的场景, 可实现人体与虚拟环境或物体的交互^[23], 常运用于脑卒中患者康复期功能锻炼。VR 游戏主要包括球类、滑雪、骑车、冒险、躲避障碍等多种训练任务游戏, VR 设备主要包括 Kinect、BTS、Wii Fit 等^[24]。一项系统评价指出, VR 技术在提高脑卒中患者肢体功能、平衡能力和步态方面较传统干预措施更有效^[25]。有国外研究通过对比常规训练方案与虚拟现实反射疗法 (virtual reality reflection therapy, VRRT) 对慢性脑卒中患者平衡和步态的改善效果, 发现 VRRT 组患者的 Berg 平衡量表 (berg balance scale, BBS) 评分、功能性前伸测试 (function reach test, FRT) 结果、计时起步行走测试 (timed up and go test, TUGT) 结果、姿势摆动、10 m 步行速度测试结果均显著改善, 与常规训练组比较差异有统计学意义^[26]。与仅进行早期康复相比, 将 VR 技术加入脑卒中患者早期康复中对肌肉力量和身体功能状态有更大的提升效果^[27]。一项将 VR 技术应用于脑卒中偏瘫患者下肢功能康复的研究结果显示, VR 组运动功能评分、平衡功能评分、10 m 最大步行速度测试结果均明显优于对照组^[28]。有研究将 Lokomat 辅助训练技术联合 VR 技术应用于脑卒中康复期患者的步态和平衡训练, 结果显示联合 VR 的 Lokomat 辅助训练较无 VR 的 Lokomat 辅助训练在改善脑卒中患者步态和平衡方面更有效^[29]。

2 力量和抗阻训练

脑卒中患者常伴随肌肉力量减退, 可导致身体控制能力减弱, 跌倒风险升高。力量训练常采用克服器械重量、身体重量、阻力带阻力等方式

对偏瘫侧肢体或躯干以及核心肌群进行训练。

2.1 肢体训练 早期及时的肢体功能锻炼可在一定程度上恢复肢体功能,有利于脑卒中患者保持平衡,减少跌倒等不良事件的发生。一项系统评价指出,老年人进行平衡训练结合抗阻训练可降低跌倒发生率^[9]。踏车运动常用于脑卒中患者肢体功能锻炼中,刘加鹏等^[30]和袁建容等^[31]的研究表明踏车训练可有效改善脑卒中患者的肢体运动功能。何雯雯等^[32]将48例脑卒中后偏瘫患者均分为两组,对照组采用常规康复治疗,治疗组在常规康复的基础上增加Thera-Band弹力带对偏瘫侧肌肉进行渐进抗阻训练,治疗8周后治疗组Fugl-Meyer运动功能评定量表(Fugl-Meyer assessment, FMA)评分、BBS评分和步态分析中的步频、步幅、步速均优于对照组,差异有统计学意义。Vahlberg等^[33]研究了包含下蹲、起立行走、避障行走、柔软平面行走等项目的渐进式抗阻和平衡训练方案在慢性脑卒中患者中的应用效果,结果显示训练3个月后患者的平衡和行走速度有效改善。国外研究指出,低强度和高强度耐力训练在增强慢性脑卒中患者肌肉力量、提高身体活动性方面均有明显效果,低强度训练效果更佳^[34]。

2.2 躯干和核心稳定性训练 人体的核心区域(即腰椎-骨盆-髋关节)是保证人体在运动中合理发力、力量传递和力量控制的关键^[35]。核心稳定性在脑卒中患者躯干和下肢的协调运动中具有重要作用^[36]。脑卒中患者躯干功能与平衡和行走能力密切相关,被看作脑卒中患者功能恢复和住院时长的关键预测因素,躯干和核心肌群训练对脑卒中患者的平衡和移动功能具有积极意义,可显著降低跌倒风险^[37-39]。邸妍^[40]将64例脑卒中患者均分为两组,对照组进行早期康复训练,试验组在对照组的基础上进行针对性核心肌群训练(包括躯干旋转训练、平衡球半桥训练、腹部训练、抗阻训练),随访3个月后,试验组运动功能和步行功能均优于对照组,跌倒发生率也明显低于对照组,差异有统计学意义,与蔡超群和唐春妮^[41]、吴运明等^[42]的研究结论一致。

3 其他训练

传统的中医训练方法如太极、八段锦、气功、五禽戏等常被用于脑卒中患者运动功能的康复和跌倒预防,瑜伽、舞蹈、普拉提等也逐渐应用于脑卒中患者跌倒预防中,可对平衡、肌力、耐力、灵活性进行全面训练。太极作为中国传统锻炼方法,已被多项研究证实可改善脑卒中患者

的运动控制和感觉平衡功能,降低跌倒发生率^[43-46]。由于脑卒中患者多存在肢体感觉和功能障碍,无法完整完成传统的太极,因此符合脑卒中患者运动特征的改良式太极值得进一步探索。一项比较八段锦训练与传统训练的研究表明,八段锦训练可显著提高慢性脑卒中患者的平衡能力、腿部力量和灵活性,是一种安全、可持续的居家锻炼方式^[47]。有研究将基于舞蹈的运动游戏用于改善慢性脑卒中患者麻痹性上肢运动控制功能,发现基于舞蹈的运动游戏不仅对脑卒中患者上肢运动功能恢复有积极作用,也可降低跌倒发生率^[48]。Correia等^[49]研究发现眼动和凝视稳定性训练对降低脑卒中幸存者跌倒风险有积极作用。电刺激作为一种新型的神经调控和外周传导技术,对脑卒中患者运动功能的恢复有较好的临床效果^[50]。一项以跌倒发生例数和步态改善为主要结局指标的随机对照试验结果表明,功能电刺激(functional electrical stimulation, FES)可提高脑卒中患者的步态稳定性,减少跌倒发生^[51]。在电刺激基础上发展起来的脑机接口控制功能性电刺激训练(brain-computer interface-controlled functional electrical stimulation training, BCI-FES)在脑卒中患者中的应用愈发广泛,有研究表明相比于FES,BCI-FES改善步速和步频的效果更明显^[52]。

4 结语

运动训练在脑卒中患者跌倒预防中具有独特的优势,主要通过提升平衡功能和肌肉力量对脑卒中患者进行跌倒预防。目前人工智能在脑卒中患者运动功能康复和跌倒预防中呈现出较好的发展态势,机器人辅助训练和VR辅助训练逐渐应用于脑卒中患者跌倒预防中,但因价格昂贵、使用场所限制等原因,这些训练方式的可及性较差,医务工作者可深化医工结合,研发更为普惠便携的智能训练设备,造福广大的脑卒中患者。

参考文献

- 1 Collaborators G2S. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 [J]. *Lancet Neurol*, 2021, 20(10): 795-820.
- 2 《中国脑卒中防治报告》编写组.《中国脑卒中防治报告2019》概要[J].中国脑血管病杂志,2020,17(5):272-281.
- 3 Jönsson AC, Lindgren I, Delavan H, et al. Falls after stroke: a follow-up after ten years in Lund stroke register [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2021, 30(6): 105770.
- 4 Jørgensen L, Engstad T, Jacobsen BK. Higher incidence of Falls in long-term stroke survivors than in population controls: depressive symptoms predict Falls after stroke [J]. *Stroke*,

- 2002, 33 (2): 542-547.
- 5 Pouwels S, Lalmohamed A, Leufkens B, et al. Risk of hip/femur fracture after stroke: a population-based case-control study [J]. *Stroke*, 2009, 40 (10): 3281-3285.
 - 6 Tay MRJ. Hospital readmission in stroke survivors one year versus three years after discharge from inpatient rehabilitation: prevalence and associations in an Asian cohort [J]. *J Rehabil Med*, 2021, 53 (6): jrm00208.
 - 7 Denissen S, Staring W, Kunkel D, et al. Interventions for preventing Falls in people after stroke [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019, 10 (10): CD008728.
 - 8 O'Malley N, Clifford AM, Conneely M, et al. Effectiveness of interventions to prevent Falls for people with multiple sclerosis, Parkinson's disease and stroke: an umbrella review [J]. *BMC Neurol*, 2021, 21 (1): 378.
 - 9 Sherrington C, Fairhall NJ, Wallbank GK, et al. Exercise for preventing Falls in older people living in the community [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019, 1: CD012424.
 - 10 Zukowski LA, Tennant JE, Iyigun G, et al. Dual-tasking impacts gait, cognitive performance, and gaze behavior during walking in a real-world environment in older adult fallers and non-fallers [J]. *Exp Gerontol*, 2021, 150: 111342.
 - 11 Fritz NE, Cheek FM, Nichols-Larsen DS. Motor-cognitive dual-task training in persons with neurologic disorders: a systematic review [J]. *J Neurol Phys Ther*, 2015, 39 (3): 142-153.
 - 12 Akin H, Senel A, Taskiran H, et al. Do motor-cognitive and motor-motor dual task training effect differently balance performance in older adults? [J]. *Eur Geriatr Med*, 2021, 12 (2): 371-378.
 - 13 刘玉, 李庆雯. 双任务训练在脑卒中患者下肢康复中的研究进展 [J]. *中国康复医学杂志*, 2020, 35 (1): 100-105.
 - 14 Zhou Q, Yang HC, Zhou QF, et al. Effects of cognitive motor dual-task training on stroke patients: a RCT-based meta-analysis [J]. *J Clin Neurosci*, 2021, 92: 175-182.
 - 15 Saleh MSM, Rehab NI, Aly SMA. Effect of aquatic versus land motor dual task training on balance and gait of patients with chronic stroke: a randomized controlled trial [J]. *NeuroRehabilitation*, 2019, 44 (4): 485-492.
 - 16 Pang MYC, Yang L, Ouyang HX, et al. Dual-task exercise reduces cognitive-motor interference in walking and Falls after stroke [J]. *Stroke*, 2018, 49 (12): 2990-2998.
 - 17 Bruni MF, Melegari C, de Cola MC, et al. What does best evidence tell us about robotic gait rehabilitation in stroke patients: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Clin Neurosci*, 2018, 48: 11-17.
 - 18 Deng Y, Zhang Y, Liu L, et al. Robot-assisted gait training plan for patients in poststroke recovery period: a single blind randomized controlled trial [J/OL]. <https://doi.org/10.1155/2021/5820304>.
 - 19 Van Kammen K, Boonstra AM, Van Der Woude LHV, et al. Lokomat guided gait in hemiparetic stroke patients: the effects of training parameters on muscle activity and temporal symmetry [J]. *Disabil Rehabil*, 2020, 42 (21): 2977-2985.
 - 20 Mayr A, Kofler M, Quirbach E, et al. Prospective, blinded, randomized crossover study of gait rehabilitation in stroke patients using the Lokomat gait orthosis [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2007, 21 (4): 307-314.
 - 21 Hidler J, Nichols D, Pelliccio M, et al. Multicenter randomized clinical trial evaluating the effectiveness of the Lokomat in subacute stroke [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2009, 23 (1): 5-13.
 - 22 Zhang F, Li K, Wu DL, et al. Therapeutic effect of AiWalker on balance and walking ability in patients with stroke: a pilot study [J]. *Top Stroke Rehabil*, 2021, 28 (3): 236-240.
 - 23 Maggio MG, Latella D, Maresca G, et al. Virtual reality and cognitive rehabilitation in people with stroke: an overview [J]. *J Neurosci Nurs*, 2019, 51 (2): 101-105.
 - 24 孙志成, 张丽霞, 王彤. 虚拟现实技术在老年康复医学领域的应用进展 [J]. *中国康复医学杂志*, 2020, 35 (4): 493-498.
 - 25 Zhang BH, Li D, Liu Y, et al. Virtual reality for limb motor function, balance, gait, cognition and daily function of stroke patients: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Adv Nurs*, 2021, 77 (8): 3255-3273.
 - 26 In T, Lee K, Song C. Virtual reality reflection therapy improves balance and gait in patients with chronic stroke: randomized controlled trials [J]. *Med Sci Monit*, 2016, 22: 4046-4053.
 - 27 Lin RC, Chiang SL, Heitkemper MM, et al. Effectiveness of early rehabilitation combined with virtual reality training on muscle strength, mood state, and functional status in patients with acute stroke: a randomized controlled trial [J]. *Worldviews Evid Based Nurs*, 2020, 17 (2): 158-167.
 - 28 金庆华, 林岚, 冯朔, 等. 虚拟现实技术对脑卒中偏瘫患者下肢功能的康复效果 [J]. *中国老年学杂志*, 2020, 40 (11): 2273-2276.
 - 29 Calabrò RS, Naro A, Russo M, et al. The role of virtual reality in improving motor performance as revealed by EEG: a randomized clinical trial [J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2017, 14 (1): 53.
 - 30 刘加鹏, 王卫宁, 梁思捷, 等. 多通道功能性电刺激踏板训练对脑卒中患者步行功能的影响 [J]. *中国康复医学杂志*, 2021, 36 (2): 182-185.
 - 31 袁建容, 龚泽辉, 何明川, 等. 上、下肢踏板训练对早期偏瘫患者肢体功能及生活质量的影响 [J]. *心血管康复医学杂志*, 2020, 29 (2): 142-145.
 - 32 何雯雯, 李岩, 顾旭东, 等. Thera-Band抗阻肌力训练对脑卒中患者下肢运动功能及步态的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2018, 40 (2): 106-109.
 - 33 Vahlberg B, Cederholm T, Lindmark B, et al. Short-term and long-term effects of a progressive resistance and balance exercise program in individuals with chronic stroke: a randomized controlled trial [J]. *Disabil Rehabil*, 2017, 39 (16): 1615-1622.
 - 34 Lamberti N, Straudi S, Malagoni AM, et al. Effects of low-intensity endurance and resistance training on mobility in chronic stroke survivors: a pilot randomized controlled study [J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2017, 53 (2): 228-239.
 - 35 Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement [J]. *J Spinal Disord*, 1992, 5 (4): 383-389.
 - 36 Olczak A. Importance of core stability for coordinated movement of the human body in stroke rehabilitation [J]. *Neurol Res*, 2022, 44 (1): 7-13.
 - 37 van Crielinge T, Truijien S, Schröder J, et al. The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Rehabil*, 2019, 33 (6): 992-1002.
 - 38 高润, 葛剑青, 刘莉, 等. 核心肌群稳定性对脑卒中患者跌倒风险作用的研究 [J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2017, 37 (5): 634-636.
 - 39 Haruyama K, Kawakami M, Otsuka T. Effect of core stability training on trunk function, standing balance, and mobility in stroke patients [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2017, 31 (3): 240-249.
 - 40 邸妍. 核心肌群训练对脑卒中患者躯干控制、平衡步行及日常生活能力的影响分析 [J]. *中国现代药物应用*, 2021, 15 (3): 240-242.

- 41 蔡超群, 唐春妮. 脑卒中肢体功能障碍患者跌倒预防的核心稳定性康复训练 [J]. *护理学杂志*, 2017, 32 (23): 96-98.
- 42 吴运明, 郑鹏, 楚云杰. 核心肌群训练对老年偏瘫患者跌倒的影响 [J]. *中国老年学杂志*, 2014, 34 (20): 5648-5649.
- 43 Huang SJ, Yu XM, Lu Y, et al. Body weight support-Tai Chi footwork for balance of stroke survivors with fear of falling: a pilot randomized controlled trial [J]. *Complement Ther Clin Pract*, 2019, 37: 140-147.
- 44 Yu XM, Jin XM, Lu Y, et al. Effects of body weight support-Tai Chi footwork training on balance control and walking function in stroke survivors with hemiplegia: a pilot randomized controlled trial [J/OL]. <https://doi.org/10.1155/2020/9218078>.
- 45 Winser SJ, Tsang WW, Krishnamurthy K, et al. Does Tai Chi improve balance and reduce Falls incidence in neurological disorders? A systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Rehabil*, 2018, 32 (9): 1157-1168.
- 46 Walter AA, Van Puymbroeck M, Bosch P, et al. Complementary and integrative health interventions in post-stroke rehabilitation: a systematic PRISMA review [J]. *Disabil Rehabil*, 2022, 44 (11): 2223-2232.
- 47 Yuen M, Ouyang HX, Miller T, et al. Baduanjin qigong improves balance, leg strength, and mobility in individuals with chronic stroke: a randomized controlled study [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2021, 35 (5): 444-456.
- 48 Subramaniam S, Bhatt T. Dance-based exergaming for upper extremity rehabilitation and reducing fall-risk in community-dwelling individuals with chronic stroke. A preliminary study [J]. *Top Stroke Rehabil*, 2019, 26 (8): 565-575.
- 49 Correia A, Pimenta C, Alves M, et al. Better balance: a randomised controlled trial of oculomotor and gaze stability exercises to reduce risk of falling after stroke [J]. *Clin Rehabil*, 2021, 35 (2): 213-221.
- 50 Sharififar S, Shuster JJ, Bishop MD. Adding electrical stimulation during standard rehabilitation after stroke to improve motor function. A systematic review and meta-analysis [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2018, 61 (5): 339-344.
- 51 Gervasoni E, Parelli R, Uszynski M, et al. Effects of functional electrical stimulation on reducing Falls and improving gait parameters in multiple sclerosis and stroke [J]. *PM R*, 2017, 9 (4): 339-347.
- 52 Chung E, Lee BH, Hwang S. Therapeutic effects of brain-computer interface-controlled functional electrical stimulation training on balance and gait performance for stroke: a pilot randomized controlled trial [J]. *Medicine*, 2020, 99 (51): e22612.

(上接 812 页)

- 18 Zhou LJ, Ge YW, Fu YS, et al. Global screening of LUBAC and OTULIN interacting proteins by human proteome microarray [J]. *Front Cell Dev Biol*, 2021, 9: 686395.
- 19 Douglas T, Saleh M. The plot thickens: OTULIN regulation in cell death [J]. *Mol Cell Oncol*, 2020, 7 (4): 1740541.
- 20 Weinelt N, van Wijk SJJ. Ubiquitin-dependent and -independent functions of OTULIN in cell fate control and beyond [J]. *Cell Death Differ*, 2021, 28 (2): 493-504.
- 21 Xu HB, Wang Y, Luo Y. OTULIN is a new target of EA treatment in the alleviation of brain injury and glial cell activation via suppression of the NF- κ B signalling pathway in acute ischaemic stroke rats [J]. *Mol Med*, 2021, 27 (1): 37.
- 22 Chu YY, Kang YJ, Yan C, et al. LUBAC and OTULIN regulate autophagy initiation and maturation by mediating the linear ubiquitination and the stabilization of ATG13 [J]. *Autophagy*, 2021, 17 (7): 1684-1699.
- 23 Marzio A, Pagano M. Loss of the deubiquitinase OTULIN promotes hepatocellular carcinoma (HCC) in an mTOR-dependent manner [J]. *Cell Death Differ*, 2020, 27 (5): 1455-1456.