

- [3] 樊瑜波. 抓住机遇 乘势而上 推动我国康复辅助器具产业发展——关于对《国务院关于加强发展康复辅助器具产业的若干意见》的思考[J]. 中国民政, 2016,(21):40—42.
- [4] 廖政文, 莫诒向, 张国栋, 等. 3D打印个性化康复矫形器的设计制作[J]. 中国医学物理学杂志, 2018, 35(4):470—477.
- [5] 邵景娇, 陶毓博, 潘玲, 等. 康复矫形器的设计与材料的应用现状[J]. 现代生物医学进展, 2019, 19(4):794—797.
- [6] Liu G, Zhao Y, Wu G, et al. Origami and 4D printing of elastomer-derived ceramic structures [J]. Science Advance, 2018, 4:eaat0641.
- [7] 汪新刚, 邵兆申. 4D 打印技术在卫星有效载荷中的应用展望[J]. 空间电子技术, 2016, 3:96—100.
- [8] Javaid M, Haleem A. 4D printing applications in medical field: A brief review [J]. Clinical Epidemiology and Global Health, 2019, 7(3):317—321.
- [9] 李春妍, 张风华, 王亚立, 等. 4D打印形状记忆聚合物在生物医疗领域的研究进展[J]. 中国科学: 技术科学, 2019, 49(1):13—25.
- [10] 信辰星, 赵彤, 穆宏赫, 等. 4D打印在可穿戴首饰服饰领域的运用[J]. 宝石和宝石学杂志, 2018, 20(5): 58—67.
- [11] Tibbitts S. 4D printing: Multi—material shape change[J]. Architectural Design, 2014, 84(1):116—121.
- [12] Momeni F, Liu X, Ni J, et al. A review of 4D printing [J]. Materials & Design, 2017, 122:42—79.
- [13] Mitchell A, Lafont U, Hołynska M, et al. Additive manufacturing—a review of 4D printing and future applications [J]. Additive Manufacturing, 2018, 24:606—626.
- [14] 陈花玲, 罗斌, 朱子才, 等. 4D打印:智能材料与结构增材制造技术的研究进展[J]. 西安交通大学学报, 2018, 52(2): 1—12.
- [15] Zhang ZZ, Demir KG, Gu GX. Developments in 4D-printing: a review on current smart materials, technologies, and applications [J]. International Journal of Smart and Nano Materials, 2019, 10(3):205—224.
- [16] Gladman AS, Matsumoto EA, Nuzzo RG, et al. Biometric 4D printing [J]. Nature materials, 2016, 15:413—418.
- [17] Cabrera MS, Sanders B, Goor O, et al. Computationally designed 3d printed self-expandable polymer stents with biodegradation capacity for minimally invasive heart valve implantation: a proof-of-concept study[J]. 3D Printing and Additive Manufacturing, 2017, 4(1):19—29.
- [18] 卢秉恒, 李涤尘. 增材制造(3D 打印技术)发展[J]. 机械制造及其自动化, 2013, 4:1—4.
- [19] 曹萍, 吴小高. 3D打印技术在矫形鞋垫中的应用进展[J]. 中国康复理论与实践, 2015, 21(7):753—756.
- [20] 苏宏伦, 郭俊超, 莫中军, 等. 个性化扁平足矫形鞋垫的生物力学研究[J]. 医用生物力学, 2016, 31(6):490—494.
- [21] Wang W, Yao L, Chen CY, et al. Harnessing the hygroscopic and biofluorescent behaviors of genetically tractable microbial cells to design biohybrid wearables [J]. Science Advance, 2017, 3:e1601984.

· 综述 ·

双重任务在老年轻度认知障碍患者中的应用进展*

韩静雨¹ 李庆雯^{1,2}

轻度认知障碍(mild cognitive impairment, MCI)是介于正常老龄与失智(痴呆)之间的一种过渡状态,其认知功能损害程度较正常老化严重,但临床症状并未达到失智(痴呆)的标准^[1]。随着年龄增大,MCI发病率逐渐增高^[2]。调查显示,我国65岁及以上的老年人MCI患病率达20.8%^[3],且向失智(痴呆)的转化率高达约6%—10%^[4]。

认知是人脑加工、储存和提取信息的能力,集中体现于执行功能、注意力与记忆力等,MCI患者以记忆力减退最为

常见^[5]。而随着认知能力的下降,MCI老年人步态、平衡能力等运动功能也下降,跌倒风险增加。相关研究证明认知障碍老年人的死亡风险为正常老年人的2—3.5倍,认知损害越严重死亡风险越高^[6]。MCI在某些情况下能够好转,而如果进展为失智就无法好转^[7]。因此,有必要积极对老年人进行筛查,尽早发现疑似的MCI患者,并通过及时的干预,降低认知障碍造成的各种危害。

当前对MCI的筛查主要应用包括简易智能精神状态检

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2022.07.024

*基金项目:天津体育学院科研发展基金项目(TJUSKF202138)

1 天津体育学院社会体育与健康科学学院,天津市,301617; 2 通讯作者
第一作者简介:韩静雨,女,硕士研究生; 收稿日期:2020-08-07

查(MMSE)、蒙特利尔认知评定(MoCA)等量表。但是这些量表存在低效、主观等局限性,且未考虑患者的文化水平。目前对于认知障碍的干预,通常是采用单纯认知训练或单纯运动训练的方法。而这些单一的训练方式忽视了运动经常与认知过程共存的事实,人体的感觉和运动系统并不是各自发挥作用,往往是相互影响^[8],单纯认知训练或者单纯运动训练获得的功能难以运用在日常生活中。

针对MCI筛查及干预的不足,有学者提出应用双重任务可以弥补这些不足,更好地完成筛查及干预。双重任务指的是同时进行两项或以上任务,包括主要的运动任务(例如步行或姿势控制任务)和次要的注意力要求任务(例如运动或认知任务)。双重任务已经在中枢神经系统疾病患者如脑卒中、帕金森病的康复研究中获得较为广泛的应用,随着对双重任务的研究更加深入,有学者将双重任务作为预测老年MCI、延缓认知能力下降和防止其向失智症发展的干预手段,取得了一些成效,近年来双重任务在老年MCI领域开始逐渐应用。本文就国内外双重任务在MCI患者的筛查及预防应用进行总结,以期对未来的研究有所借鉴。

1 老年轻度认知障碍双重任务执行基础研究

1.1 认知心理学基础

执行功能指个体在实现某一特定目标时所使用的灵活而优化的认知机制,是计划、监控和执行目标导向的复杂行动所需的一套认知技能,其子领域包括计划、工作记忆等^[9]。研究表明双重任务执行过程中存在干扰效应,同时进行的任务之间会相互干扰,从而影响双任务的执行^[10]。在MCI患者中,当工作记忆和执行功能持续下降时,发展为失智症的风险会增加^[11]。关于双重任务的干扰现象,Pashler^[12]首先提出了反应选择瓶颈(response-selection bottleneck, RSB)模型,认为个体信息加工中存在一个瓶颈,在瓶颈阶段个体一次只能加工一个任务,因此第一个任务的反应选择就会导致第二个任务受到制约,也被称为瓶颈理论。Tombu等^[13]在总结RSB模型的基础上提出了中枢能量共享(central capacity sharing, CCS)模型,提出中枢对两个任务的加工方式是平行加工的,机体认知负荷是有限度的,在进行两个及两个以上任务时,不同的任务会相互争夺认知负荷,并超出总认知负荷,造成任务成绩下降,也被称为认知负荷理论^[14]。生活中当老年人执行双重任务(例如走路时谈话或打电话)时,安全运动所需的皮层资源可能会负担过重,从而导致认知任务或步态稳定性下降,或两者兼而有之。认知和大脑老化的模型表明,当注意力需求增加时,前额叶代偿活动或神经募集可能会随之增加,并超过可用的资源^[15]。因此,当要完成多项任务时,多系统老化(例如感官或认知障碍、行动能力降低)意味着竞争共同的神经结构^[16]。

此外双重任务条件下注意力分配也存在着问题,注意力资源在不同任务间转换的协调能力下降。根据Beurskens和Bock^[17]的研究得出老年人倾向于优先考虑次要任务(运动或认知)而不是主要任务(步行)的结论。Bloem等^[18]也同样发现老年人通常采取姿势优先策略来使得主要任务更优化。双重任务活动需要更多的认知资源及注意力需求,因此认知障碍越严重,双重任务的完成越困难。

1.2 神经生理学基础

双重任务加工过程中大脑指导着人类复杂行为的完成。随着年龄增长大脑结构逐渐老化,其中最明显的变化是灰质萎缩和白质纤维连接被破坏。此外还伴随着大脑功能的老化,体现在执行各种任务时大脑神经活动的退化。执行双重任务要同时完成运动任务及认知任务,研究发现前额叶损伤患者双重任务执行能力受损,但是单任务处理能力不受影响^[19],前额叶皮层在双重任务执行过程中占据核心地位^[20]。采用功能近红外光谱成像技术fNIRS研究结果显示,行走时负荷增加(谈话时),老年人前额叶皮层的氧合水平降低^[21]。Beurskens等^[22]在老年人中也同样进行fNIRS研究,他们发现与双重任务负荷相关的前额叶激活减少。

1.3 MCI病理变化及分类体系

1999年Peterson^[23]最先提出了MCI概念,并将其概括为轻度记忆或认知损害但没有达到失智的中间状态。MCI病理改变主要有A β 前体蛋白的改变、tau蛋白异常磷酸化等。脑脊液中tau蛋白水平可以作为神经元变性的指标,tau蛋白完整性下降,提示发展成为阿尔茨海默病(Alzheimer's disease, AD)的可能性变大^[24]。影像学检查也提示MCI患者存在颞叶、内嗅区和经内嗅区皮质萎缩,同时还伴有脑室扩大等情况。应用脑部图像处理软件对海马进行三维重建,测量海马体积,海马体积的肥大预示MCI的可能性增大,转变为失智的可能性变大^[25]。根据功能障碍的不同,MCI大体上可以分为遗忘型MCI和非遗忘型MCI,遗忘型MCI表现为记忆力损害,又可分为单纯记忆损害型和多领域型,前者很有可能发展成为AD,后者可发展为AD或者血管性痴呆(vascular dementia, VD);非遗忘型MCI表现为记忆功能外的认知缺损,也可分为单认知领域损害及多认知领域损害^[26]。

2 应用双重任务进行轻度认知障碍的筛查

2.1 步态测试与认知活动相结合的双重任务筛查

研究发现,步态功能的下降可以通过认知策略来补偿^[27]。然而认知障碍患者在注意力认知领域中存在重大障碍,获得这种补偿的机会有限。在双重任务条件下时,运动功能尤其依赖执行功能,因此可以采用双重任务来进行认知状态筛查。1997年Camicioli^[28]最先提出边说边走条件下,认知障碍患者步行速度比正常老年人慢得多,因此可以应用双

重任务步行测试间接分析认知衰退早期的大脑功能。Muir等^[29]对双重任务条件下不同认知水平老年人步态进行分析,发现正常老年人、MCI老年人以及AD患者的步行速度、步幅等都有显著性差异。Manuel等^[30]发现MCI老年人的执行功能、工作记忆和步态减慢之间存在显著关联,在双重任务情况下可以更好地发现这些关联,老年人双重任务步态越差,老年人的执行能力越差。Tseng等^[31]的研究同样发现与认知正常的老年人相比,患有MCI的参与者在双重任务条件下步速更为迟缓,双重任务步速评估可以对MCI进行筛查。

2.2 上肢运动与认知活动相结合的双重任务筛查

步态测试已被普遍使用作为双重任务评估的运动任务组成部分,而许多老年人在测试过程中行动受限,跌倒的风险高,或者临床实践中测试场地受限等原因,可能会影响步态测试的执行,因此上肢任务测试筛查老年人认知障碍的研究逐步开展。Toosizadeh^[32]招募65岁以上的老年人进行上肢运动(upper-extremity function, UEF),参与者以最大的速度重复屈肘,一次进行单项任务,一次进行上肢运动与向后倒数结合的双重任务,使用蒙特利尔认知评估测量认知能力,结果显示单项任务状态下无明显差异,但在双重任务状态下,认知障碍老年人的手臂屈曲速度和运动范围显著降低,证明UEF双重任务测试可以作为一种替代性测试对老年人认知功能进行筛查。Hossein^[33]使用先前验证的UEF双重任务进行认知障碍筛查,结果表明应用三次向后计数的UEF双重任务测试中足以检测老年人的认知障碍,UEF双重任务测试优于步态任务双重任务测试,证明上肢运动参与的双重任务可以作为一种新兴方式进行老年人认知状态的筛查。

2.3 应用双重任务进行轻度认知障碍的筛查与传统筛查相比的优势

以往使用传统筛查量表进行认知障碍筛查时,单独使用某一量表常存在敏感性或特异性不高等问题,常联合使用多种评估量表,而联合使用量表会更加耗时。而Hossein^[33]在UEF双重任务测试中每个参与者只进行了20s的肘部屈曲试验,更加省时高效。Montero-Odasso^[30]等则认为由于步态和上肢运动比心理计量学更容易量化,因此在双重任务下对步态进行定量检查可以作为评估脑功能的一种方法。绝大多数认知筛查量表都未考虑到老年人的肢体残障等缺陷的问题,应用双重任务进行轻度认知障碍的筛查,可以充分考虑到老年人是否有身体活动障碍,Toosizadeh^[32]发现上肢运动与认知活动相结合的双重任务筛查更适合活动障碍的老年人,可以根据老年人的情况进行上肢或者下肢的双重任务认知障碍筛查。

2.4 应用双重任务进行轻度认知障碍筛查的机制

大脑中前额叶—纹状体网络控制着人体步态的执行,失智症患者由于此部位受损会影响步态控制。Doi等^[34]的研究

结果显示双重任务中步速与大脑灰质某些结构容积相关,步速增大,大脑灰质中内侧额回、上额叶、前扣带、枕中回、下颞回和中间颞回等的容积也增大。在双重任务执行过程中步态和手臂运动变化的幅度可以表示为双重任务成本,MCI脑成像研究表明,较高的双重任务步态成本与神经化学改变和初级运动皮层体积减小有关。认知受损老年人工作记忆、执行、注意力下降,这些能力与双重任务执行密切相关,因此双重任务测试可以作为一种“脑压力测试”用于认知障碍筛查,通过观察双重任务执行过程中的上肢运动速度和幅度及步行速度对老年人认知状态进行评测。

3 双重任务训练对轻度认知障碍患者的干预

双重任务训练主要包括运动—认知训练和运动—运动训练。即同时执行一项运动与一项认知任务或者两项运动任务,形式多样。以往的双重任务训练研究更多地针对中枢神经系统疾病患者和正常老年人,对于MCI老年人的研究相对较少。目前的研究表明,双重任务训练不仅能改善MCI老年人的认知能力,还可以提高步态、平衡等运动功能。与单一任务训练相比,双重任务训练更贴近老年人的生活,可以改善认知同时提高MCI老年人的日常生活技能。

3.1 双任务训练对轻度认知障碍患者认知能力的影响

认知老化并非是不可逆转的,认知功能受多种因素的影响,经过干预可以延缓认知老化进程。研究证明了与单一任务训练相比,双重任务训练对MCI患者认知功能具有更大的改善。Sheridan^[35]研究表明与仅进行有氧运动干预相比,双重任务训练对记忆等认知功能的影响可能更大。Yokoyama等^[36]研究了双重任务训练对健康老年人的执行功能和血浆淀粉样蛋白 β 肽(A β)42/40比(AD有效生物标志物)的影响,干预后,双重任务组的“注意力”,“口语流利性和理解力”和“相似性”得分高于单任务组。Kyoungah Kim等^[37]发现,进行认知运动双任务训练的MCI患者一般认知功能、额叶认知功能、注意力、工作记忆等明显高于单任务训练组。Amjad等^[38]对MCI老年人进行Xbox认知游戏双重任务训练,结果显示干预后MCI老年人的认知功能得到显著改善。

3.2 双任务训练对轻度认知障碍患者运动能力的影响

人体要完成日常生活中各种活动有赖于姿势的维持,姿势控制需要感觉、认知及运动系统相互作用,老年人认知能力下降,执行能力差,直接影响其运动能力,尤其影响在双重任务条件下的运动能力如平衡和步态,跌倒风险加大^[39]。双任务训练能同时提高老年人在双重任务条件下的平衡及步态,降低老年人跌倒发生率。Andrade^[40]对AD患者进行为期4个月的认知—姿势控制双重任务训练,发现AD患者的下肢肌肉力量、步态、柔韧性以及平衡能力等都得到了提高,跌倒风险下降。Gregory^[41]招募15例MCI老年人进行为期6个

月的双重任务步态训练和有氧训练,发现MCI老年人的记忆力和平衡能力均显著改善。

研究证实与单任务相比,双重任务训练能更好地提高MCI患者的运动能力。徐超等^[42]开展8周的随机对照试验,将60例MCI患者随机分为试验组和对照组,试验组进行双重任务步行训练,对照组进行常规步行功能训练,观察两组步频、步幅、步速等步态参数变化,结果发现,双重任务组患者的步行参数改善均优于对照组,与单一任务训练相比,双重任务训练提高MCI患者运动能力的效果更好。Schwenk^[43]招募61例老年失智症患者参加12周的随机对照试验,结果也证实了与单任务相比,双重任务训练能更好地改善认知障碍老年人的双重任务步态表现,但是双重任务的训练效果能否转移到未经训练的任务仍然需要进一步的研究。

3.3 双重任务训练改善轻度认知障碍患者认知及运动能力的机制

大脑可塑性理论认为,在老年认知衰退的情况下,大脑仍然可以表现出可塑性。通过运动训练可以增加大脑皮层神经元数量,加强神经元之间的连接,促进神经修复,使认知衰退的速度减慢,提高大脑可塑性。因此日常生活中执行双重任务时,可用的注意资源总量增多^[44];执行功能也具有可塑性,双重任务训练可以提高注意力转换速度,改善任务之间注意力分配的能力,使认知资源在不同任务之间的分配更加协调,老年人在不同的日常情境中可以选择更好的优先级策略^[45];双重任务训练可以从根本上重建和恢复MCI老年人日常生活活动技能,将双重任务训练中获得技能运用到日常生活中去。

4 小结

与传统筛查量表相比,双重任务因其客观高效的优点被引入认知功能领域的研究中。双重任务步态测试目前已普遍用于MCI的筛查,而对于下肢活动障碍老年人,上肢运动结合认知活动的双任务测试目前也已被证实是认知状态筛查有效方法。MCI具有可逆性,经过治疗有可能恢复,双重任务不仅可以作为筛查工具,还可以作为认知及运动训练手段。双重任务同时关注认知、运动以及其相互关系,应用双重任务对MCI患者进行训练,更贴近老年人的日常生活,不仅能提高患者认知能力,还能改善步态、提高平衡,更好地回归社会与家庭。随着我国老龄化的发展,双重任务可以为老年人认知障碍找到新的解决方法,减轻家庭和社区的负担,具有重要的经济价值和社会价值。

参考文献

- [1] Lane CA, Hardy J, Schott JM. Alzheimer's disease[J]. Eur J Neurol, 2018, 25(1):5—70.
- [2] 王丽娜, 赵岳. 轻度认知障碍的早期识别及相关理论模型的

- 研究进展[J]. 中华护理杂志, 2018, 53(5):612—617.
- [3] Ding D, Zhao Q, Guo Q, et al. Prevalence of mild cognitive impairment in an urban community in China: a cross-section analysis of the Shanghai aging study[J]. Alzheimers Dement, 2015, 11:300—309.
- [4] Bora E, Yener GG. Meta-analysis of social cognition in mild cognitive impairment[J]. J Geriatr Psychiatry Neurol, 2017, 30(4):206—213.
- [5] 马丽娜, 李耘, 王洁妍. 轻度认知功能障碍与抑郁的流行病学研究进展[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(5):1285—1287.
- [6] Agüero-Torres H, Fratiglioni L, Guo Z et al. Mortality from dementia in advanced age: a 5-year follow-up study of incident dementia cases[J]. J Clin Epidemiol, 1999, 52(8):737—743.
- [7] Petersen RC. Mild cognitive impairment[J]. Continuum (Minneapolis Minn), 2016, 22(2):404—418.
- [8] Wollesen B, Schulz S, Seydell L, et al. Does dual task training improve walking performance of older adults with concern of falling[J]? BMC Geriatrics, 2017, 17:213.
- [9] Nadkarni NK, Lopez OL, Perera S, et al. Cerebral amyloid deposition and dual-tasking in cognitively normal, mobility unimpaired older adults[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2017, 72(3):431—437.
- [10] Petrigna L, Thomas E, Gentile A, et al. The evaluation of dual-task conditions on static postural control in the older adults: a systematic review and meta-analysis protocol [J]. PMC, 2019, 8:188.
- [11] Makizako H, Doi T, Shimada H, et al. Relationship between dual-task performance and neurocognitive measures in older adults with mild cognitive impairment[J]. Geriatr Gerontol Int, 2013, 13(2):314—321.
- [12] Pashler H. Dual-task interference in simple tasks: data and theory[J]. Psychol Bull, 1994, 116(2):220—244.
- [13] Tombu M, Jolicoeur P. A central capacity sharing model of dual-task performance[J]. J Exp Psychol Hum Percept Perform, 2003, 29(1):3—18.
- [14] 吴彦文, 游旭群, 李海霞. 注意力资源限制与双任务的相互干扰机制[J]. 心理学报, 2014, 46(2):174—184.
- [15] Lacour M, Bernard-Demanze L, Dumitrescu M. Posture control, aging, and attention resources: models and posture-analysis methods[J]. Neurophysiol Clin, 2008, 38:411—421.
- [16] Lorentzen J, Greve LZ, Kliim-Due M, et al. Stress and gender effects on prefrontal cortex oxygenation levels assessed during single and dual-task walking conditions[J]. Eur J Neurosci, 2017, 45(5):660—670.
- [17] Beurskens, R, Bock, O. Age-related deficits of dual-task walking: a review[J]. Neural Plast, 2012, 2012:131608.
- [18] Bloem BR, Grimbergen YA, Dijk JG. et al. The “posture second” strategy: a review of wrong priorities in Parkinson's disease[J]. J Neurol Sci, 2006, 248(1—2):196—204.

- [19] Kim C, Johnson NF, Gold BT. Conflict adaptation in prefrontal cortex: now you see it, now you don't[J]. *Cortex*, 2014, 50:76—85.
- [20] Marusic U, Taube W, Morrison SA, et al. Aging effects on prefrontal cortex oxygenation in a posture-cognition dual-task: an fNIRS pilot study[J]. *Eur Rev Aging Phys Act*, 2019, 16:2.
- [21] Holtzer R, Schoen C, Demetriou E, et al. Stress and gender effects on prefrontal cortex oxygenation levels assessed during single and dual-task walking conditions[J]. *Eur J Neurosci*, 2018, 45(5):660—670.
- [22] Beurskens R, Helmich L, Rein R, et al. Age-related changes in prefrontal activity during walking in dual-task situations: a fNIRS study[J]. *Int J Psychophysiol*, 2014, 92(3):122—128.
- [23] Petersen RC, Smith GE, Waring SC, et al. Mild cognitive impairment: clinical characterization and outcome[J]. *Med Sci*, 1999, 56(3):303—308.
- [24] 张婷, 曹立. β -淀粉样蛋白在阿尔茨海默病诊断中的应用[J]. *国外医学老年医学分册*, 2008, 29(1):40—45.
- [25] Terry DP, Sabatinelli D, Puente AN, et al. A meta-analysis of fmri activation differences during episodic memory in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment[J]. *J Neuroimaging*, 2015, 25(6):849—860.
- [26] Grothe M, Heinsen H, Teipel SJ. Atrophy of the cholinergic Basal forebrain over the adult age range and in early stages of Alzheimer's disease[J]. *Biol Psychiatry*, 2012, 71(9):805—813.
- [27] Cohen JA, Verghese J, Zwerling JL. Cognition and gait in older people[J]. *Maturitas*, 2016, 93:73—77.
- [28] Camicioli R, Howieson D, Lehman S, et al. Talking while walking the effect of a dual task in aging and Alzheimer's disease[J]. *Neurology*, 1997, 48(4):955—958.
- [29] Muir SW, Speechley M, Wells J, et al. Gait assessment in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: the effect of dual-task challenges across the cognitive spectrum[J]. *Gait Posture*, 2012, 35(1):96—100.
- [30] Montero-Odasso M, Casas A, Hansen KT, et al. Quantitative gait analysis under dual-task in older people with mild cognitive impairment: a reliability study[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2009, 6:35.
- [31] Tseng BY, Cullum CM, Zhang R. Older adults with amnesic mild cognitive impairment exhibit exacerbated gait slowing under dual-task challenges[J]. *Curr Alzheimer Res*, 2014, 11(5):494—500.
- [32] Toosizadeh N, Ehsani H, Wendel C. Screening older adults for amnesic mild cognitive impairment and early-stage Alzheimer's disease using upper-extremity dual-tasking[J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1):10911.
- [33] Ehsani H, Mohler MJ, O'Connor K, et al. The association between cognition and dual-tasking among older adults: the effect of motor function type and cognition task difficulty[J]. *Clin Interv Aging*, 2019, 14:659—669.
- [34] Doi T, Makizako H, Shimada H, et al. Brain activation during dual-task walking and executive function among older adults with mild cognitive impairment: a fNIRS study[J]. *Aging Clin Exp Res*, 2013, 25(5):539—544.
- [35] Sheridan PL, Hausdorff JM. The role of higher-level cognitive function in gait: executive dysfunction contributes to fall risk in Alzheimer's disease[J]. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 2007, 24(2):125—137.
- [36] Yokoyama H, Okazaki K, Imai D, et al. The effect of cognitive-motor dual-task training on cognitive function and plasma amyloid β peptide 42/40 ratio in healthy elderly persons: a randomized control trial[J]. *BMC Geriatr*, 2015, 15:60.
- [37] Kyoungah Kim, Oksoo Kim. The effects of exercise-cognitive combined dual-task program on cognitive function and depression in elderly with mild cognitive impairment[J]. *J Korean Acad Nurs*, 2015, 27(6):707—717.
- [38] Amjad I, Toor H, Niazi IK, et al. Xbox 360 Kinect cognitive games improve slowness, complexity of EEG, and cognitive functions in subjects with mild cognitive impairment: a randomized control trial[J]. *Games Health J*, 2019, 8(2):144—152.
- [39] Montero-Odasso MM, Sarquis-Adamson Y, Speechley M, et al. Association of dual-task gait with incident dementia in mild cognitive impairment: results from the gait and brain study[J]. *JAMA Neurol*, 2017, 74(7):1—9.
- [40] de Andrade LP, Gobbi LT, Coelho FG, et al. Benefits of multimodal exercise intervention for postural control and frontal cognitive functions in individuals with Alzheimer's disease: a controlled trial[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2013, 61(11):1919—1926.
- [41] Gregory MA, Koblinski N, Morton H, et al. Dual-task gait-training and aerobic exercise for older adults with cognitive impairment, but not dementia (CIND)[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2014, 46(5):64.
- [42] 徐超, 赵祥虎, 卢洁, 等. 双重任务训练改善轻度认知障碍患者认知和步行能力的研究[J]. *按摩与康复医学*, 2019, 10(7):22—23.
- [43] Schwenk M, Zieschang T, Oster P, et al. Dual-task performances can be improved in patients with dementia: a randomized controlled trial[J]. *Neurology*, 2010, 74(24):1961—1968.
- [44] 蔡俊, 张忠兴. 功能性锻炼结合认知训练对老年轻度认知障碍患者认知功能影响研究[J]. *牡丹江师范学院学报(自然科学版)*, 2019, 2:43—47.
- [45] Choi W, Lee G, Lee S. Effect of dual-task training with cognitive motor task on walking and balance functions in patients with chronic stroke: randomized controlled pilot study[J]. *Phys Ther Korea*, 2015, 22:11—20.