



体力活动对老年人认知功能影响的研究述评

郭璐, 毛志雄

摘要: 随着社会进步, 人类的平均寿命日益延长, 老龄化问题已经凸显, 关注老年人的生活质量是全世界需要面对的共同课题。认知功能作为老年人生活质量的重要预测因子之一, 其与体力活动的关系已经成为锻炼心理学的热点研究领域之一。本文综述了体力活动对老年人认知功能影响及其机制的研究。在此基础上, 提出该领域的后续研究还应深入探讨以下问题: (1) 体力活动对老年人认知功能影响的剂量反应效应; (2) 体力活动影响老年人认知功能的生理及心理机制。(3) 其他练习形式对老年人认知功能的影响。(4) 身体锻炼与其他形式的干预相结合的途径及效益。

关键词: 体力活动; 身体锻炼; 老年人; 认知功能

中图分类号: G804.8 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2014)02-0032-05

Effects of Physical Activity on Cognitive Function of the Elderly

GUO Lu, MAO Zhixiong

(Beijing Sport University, Beijing, 100084)

Abstract: With the progress of the society, the average life span of the human race is being prolonged and the aging problem has emerged. Paying more attention to the old people's life quality is a common issue faced by the whole world. Cognitive function is one of the significant predictors for the old people's life quality. The relationship between physical activity and cognitive function has become one of the hot research fields in exercise psychology. This paper summarizes the studies on effects of physical activity on cognitive function of the elderly and the related mechanism. It suggests that the future researches should be focused on the following issues: (1) Dose response effects of physical activity on cognitive function of the elderly.(2)Physiological and psychological mechanism of the effects of physical activity on cognitive function of the elderly.(3)Effects of other physical exercises on cognitive function of the elderly.(4)Possibility and benefits of combining physical exercise with other intervention means.

Key words: physical activity; physical exercise; the elderly; cognitive function

随着社会进步, 人类寿命日益延长, 老龄化问题已经凸显, 老年人的生活质量成为了全世界需要共同面对的重要课题之一。通常认为, 老年人的生活质量取决于个体的健康状况、身体能力及独立程度。其中, 心理健康体现了个体在心理和社会功能上的完好状态, 是老年人生活质量的重要预测因子之一^[1]。依据美国运动医学学院(ACSM)关于老年人体力活动的意见书, 心理健康包括3个维度, 即认知、情感及主观感受。在这3个维度中, 个体的认知功能主要依赖于大脑皮层的功能, 而后者随年龄的增长衰退并老化。因此, 探索维持及改善老年人认知功能的手段及途径, 具有重要的理论意义及实践价值。在此背景下, 自20世纪90年代以来, 相关领域的研究者愈发关注体力活动对老年人认知功能的影响及机制, 已经获得了丰富的研究成果。笔者拟综述该领域的相关研究, 在此基础上, 提出对后续研究的展望。

1 体力活动对健康老年人认知功能的影响

依据研究所采用的范式不同, 可以将体力活动对老年人认知功能影响的研究划分为调查研究 and 干预研究两类。

1.1 来自调查研究的证据

在调查研究中, 研究者多采用问卷调查老年人的体力活动水平, 同时利用神经心理测量或心理行为实验测量老年人的认知功能。通过相关或回归等统计分析方法, 获得体力活动与老年人认知功能间的相关关系。

Roth等人调查了65至95岁老年人的身体锻炼情况, 并利用有效视野衡量其视觉注意能力^[2]。结果发现, 在控制年龄、性别及视力因素对视觉注意能力的影响后, 自我报告参加规律身体锻炼的老年人的视觉注意能力显著优于较少参与身体锻炼的老年人。

也有研究者探讨体力活动与认知功能其他成分的关系, 获得了类似的结论。Van等人对295名老年男性进行调查^[3]。结果发现, 与每天走路超过3 km的老年人相比, 走路较少的老年人的认知功能衰退较前者多3.5倍。而在另一项调查研究中, Bixby等人发现, 体力活动水平与老年人的抑制功能(利用其在Stroop测验上的成绩衡量)呈现显著的正向关系^[4]。而在Eggermont等人的研究中, 研究者试图在控制疾病状态对认知功能的影响后, 探讨体力活动与老年

收稿日期: 2014-01-13

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项基金资助课题(2012YB018)

第一作者简介: 郭璐, 女, 副教授, 博士, 硕士研究生导师。主要研究方向: 锻炼心理学。

作者单位: 北京体育大学, 北京 100084



人认知功能的关系^[5]。结果发现,在控制性别、年龄、教育程度及药物使用量对认知功能的影响后,体力活动水平与多项认知功能间(除词汇流畅性及延迟回忆任务)呈现正向关系;而当进一步控制心血管疾病及其风险因素后,体力活动水平与执行功能间仍呈现显著的正向关系。

此外,也有纵向调查研究支持了二者间的正向关系。如Weuve等人针对71岁至86岁的老年女性,进行了为期8年的追踪调查(每两年收集一次数据)^[6]。调查内容包括体力活动水平,以及涵盖总体认知、词汇记忆、类别流畅及注意等认知功能。结果发现,体力活动水平与老年女性的认知功能呈现显著的正向关系。

然而,也有研究发现,即使在老年期,体力活动水平与认知功能的关系也因年龄阶段而异。Boucard等人的调查涉及3个不同的年龄组,即18至28岁的青年组,60至70岁的老年早期组和71至81岁的老年晚期组。研究者探讨了不同年龄阶段个体的体力活动水平与执行功能3个子成分(即抑制、刷新及转换功能)间的关系^[7]。结果发现,仅在71至81岁的老年晚期组中,体力活动水平不同的老年人的执行功能存在显著差异,且差异仅体现在抑制功能上。这提示,后续研究应注意年龄阶段对体力活动水平与认知功能关系的调节作用。

近年来,研究者在探讨二者关系时,开始重视对体力活动强度进行分级,以探讨不同强度的体力活动与认知功能的关系。如Jacqueline等人将体力活动划分为轻度(进一步划分为低和高两个强度),中等强度及大强度,调查了217名平均年龄83岁的老年人的不同强度的体力活动水平及认知功能^[8]。结果表明,低强度的轻度体力活动(LLPA)与认知功能未呈现稳定的关系;而高强度的轻度体力活动(HLPA)则与认知功能呈现显著的正向关系,但在控制性别、年龄及教育程度的影响后,该关系不再显著。然而,即使控制上述协变量的影响,中等及大强度的体力活动与老年人的认知功能仍呈现显著的正向关系。这提示,体力活动对老年人认知功能的影响,可能存在剂量反应效应,即不同强度的身体活动对老年人认知功能的影响存在差异。类似的结论在一项包括11个欧洲国家,涉及17 333名50岁以上成年人的研究中也得到支持^[9]。研究者调查了个体不同强度体力活动的频率,利用延迟的词汇回忆及词汇流畅性任务测量其认知功能。间隔2.5年后,再次对个体的认知功能进行测试。分层多元回归发现,在控制相关协变量对认知功能下降的贡献后,基线测量时的无体力活动与延迟词汇回忆及词汇流畅性的下降呈现显著的正向关系;而基线测量时的中等及大强度的体力活动,尤其是每周超过1次的大强度体力活动则能够显著减缓随年龄引起的认知功能衰退。

此外,研究者也开始重视纳入其他心理指标,探讨其与体力活动共同对老年人认知功能的影响。如郭璐的研究调查了老年人的社会活动频率及体力活动情况,利用心理行为实验,测量了老年人执行功能(包括抑制、刷新及转换功能3个子成分)^[10]。结果表明,中等强度的体力活动与社会活动频率对老年人的刷新功能具有正向影响;中等强度的体力活动对抑制功能的反应速度具有正向影响;社

会活动频率则对其反应正确率具有正向影响;中等强度的体力活动及社会活动频率对刷新功能的负向影响达到显著或边缘显著,进一步分析发现,体力活动水平及社会活动频率均低的参与者多在认知游戏及认知任务(诸如证券投资)上具有较高的投入。这提示,在探讨体力活动对老年人认知功能的影响时,应注意与老年人认知功能相关的其他心理指标可能具有的调节或中介作用。

1.2 来自干预研究的证据

该领域的另一些研究采用纵向干预设计,将健康但久坐少动的老年人随机划分为实验组及控制组(或对照组),对实验组进行规律的身体锻炼干预,通过对不同组前后测数据的分析,获得身体锻炼对老年人认知功能影响的确定因果关系。

Moul等人将30名久坐少动的65至72岁的老年人随机分为3组,分别接受干预处理(即步行锻炼组,力量练习组)或安慰剂控制组^[11]。干预持续16周,每周5次,每次持续30~60 min。干预结束后的测试发现,步行锻炼组相较于其他两组,个体的最大吸氧量显著增加,同时,其信息加工能力也得到显著改善。其他的研究也获得了类似的结果。如Williams等人的研究涉及71名老年女性,她们完成了为期12个月的团体有氧锻炼^[12]。结果发现,与控制组相比,干预组老年人的认知功能如反应速度、记忆广度等均得到显著改善。

相比有氧训练干预,探讨其他形式的身体锻炼对老年人认知功能影响的研究还较少。Perrig等人将46名正常老年志愿者随机划分为干预组 and 对照组(各23人),干预组进行为期8周、每周1次的力量练习^[13]。在训练开始前一周和训练结束后一周,对参与者进行认知功能测试。结果发现,相比于对照组,力量练习组老年人的自由回忆及再认成绩的后测与前测相比有显著提高,且对自由回忆的改善作用在训练结束一年后仍然存在。这不仅提示了其他身体锻炼形式作为干预手段的有效性,也提供了身体锻炼干预具备长时效应的证据。Kramer等人则关注了有氧锻炼与其他锻炼形式干预效果的差异^[14]。他们将124名60岁至75岁的久坐少动的老年人随机分组,让其接受为期6个月的有氧锻炼(步行)或无氧锻炼(拉伸)。结果发现,与无氧锻炼组相比,有氧锻炼组的老年人在需要执行控制的认知功能方面改善更为显著。上述结果提示,后续研究应重视其他形式的身体锻炼这一可能的干预途径,并深入探讨其与有氧锻炼干预效益的差异。

此外,也有研究者尝试将身体锻炼与其他干预手段结合,探讨其对老年人认知功能的效益,获得了有意义的结果。Fabre等人将32名60至76岁的老年人随机划分为4组,其中3组分别接受有氧锻炼、心理训练、有氧锻炼及心理训练混合干预,另一组为控制组,不接受干预^[15]。为期两个月的干预结束后,控制组的记忆成绩未见显著改善,实验组则均有显著改善;其中,有氧锻炼及心理训练相结合对记忆的改善效应优于单独使用有氧锻炼或心理训练。这提示,在对老年人的认知功能进行干预时,研究者应重视结合其他有效手段,实施联合干预,以获得更大的效益。

然而,也有研究者指出,规律的身体锻炼并未对老年



人的认知功能具有显著的改善作用。如 Hill 等人的研究招募了 87 名被试参与为期 1 年的身体锻炼^[16]。结果发现,干预结束时,身体锻炼组的韦氏记忆量表分数显著高于控制组。然而,进一步分析发现,导致这种差异的原因是控制组的记忆成绩从前测到后测有所下降。据此,研究者指出,有氧锻炼对老年人认知功能的提高作用,即使有,也很少。然而,这一结果从另一角度提示,有氧锻炼能够避免或减缓因年龄增长而导致的认知功能衰退。

对以往的纵向干预研究,有研究者进行了元分析,以明晰身体锻炼对老年人认知功能的影响。Colcombe 和 Kramer 的元分析包括了 1966 年至 2001 年的 18 篇干预研究^[17]。结果发现,有氧锻炼对正常老年人的认知功能具有确定的改善作用;但对认知功能的不同成分,其益处存在差异,具体表现为,身体活动对与执行控制有关的认知功能具有最大的益处。Smith 等人的元分析也获得了类似的结论^[18]。这项元分析包括了 1966 至 2009 年间的 29 项干预研究(涉及 2 000 多名参与者及 234 个效果量)。分析表明,有氧锻炼对注意、加工速度、认知功能及记忆方面有中等程度的改善,而对工作记忆的效益则缺乏具有说服力的证据。研究者同时指出,在干预研究中,研究者需注意其他因素对身体锻炼与认知功能关系的调节作用,如干预持续时间、干预类型、每次干预时间及性别等。而且,个体的认知及神经可塑性可能持续生命全程,但有氧锻炼对认知功能的改善具有选择作用。后续研究应重视对这种选择作用进行深入探讨。

2 体力活动对非健康老年个体认知功能的影响

除关注体力活动对健康老年人认知功能的维持及改善效益外,研究者也关注体力活动对非健康老年人认知功能的可能效益。

2.1 来自调查研究的证据

在调查研究中,研究者主要关注非健康老年人的体力活动水平与认知功能的关系。如 Motl 等人针对平均 59 岁的多发性硬化老年人的调查发现,在控制年龄、性别及教育程度后,认知加工速度与体力活动的相关程度较高($p=.35$),而学习及记忆与体力活动的相关程度则较低($p=0.20$)^[19]。

此外,另一些调查研究关注了中年期体力活动对老年人认知功能的长时效应。如 Geda 等(Geda et al., 2010)对 1 324 名老年人进行调查^[20]。研究者利用自陈报告获得其体力活动情况,由神经科专家评估其认知功能,并进一步将参与者划分为 1 126 名正常认知功能及 128 名中等认知功能损害(MCI)者。逻辑斯蒂克回归表明,在控制年龄、性别、教育年限、医疗合并症及抑郁症状后,中年期中等强度的任何频率的体力活动与无体力活动相比,对老年人的中等认知功能损害减少率为 39%,而老年期中等强度的体力活动对其中等认知功能损害的减少率则为 32%。这提示,不仅老年阶段的体力活动能够降低认知功能损害的风险,中年期的体力活动亦对降低认知功能损害具有长时效应。其他研究也获得了类似的结论。如 Chang 等人调查了中年期的体力活动与老年期认知功能及老年痴呆的关系

(时间间隔为 26 年)^[21]。结果发现:在控制人口统计学变量及心血管因素后,与中年期无体力活动组相比,体力活动组在老年期表现出加工速度、记忆及执行功能等认知功能优势;而中年期周体力活动小于 5 h 组,其患老年痴呆的风险最小。Tierney 等人的研究则涉及绝经期女性^[22]。研究者调查了参与者在高中及绝经前的中等及大强度的体力活动水平,测量了其在绝经期的认知功能。结果发现,在控制相关协变量的影响后,中等强度的体力活动与韦氏成人智力测验成绩、数字广度回忆、韦氏数字符号测验成绩、连线测验 B 部分成绩呈现显著的正向关系;而大强度体力活动则与听觉符号学习(听觉延迟回忆)、复杂图形测验(延迟的视觉记忆)、数字广度回忆、类别流畅性及韦氏数字符号测验成绩呈现显著的负向关系。这提示,尽管中等强度的体力活动能够预防女性的认知功能下降,然而绝经前的长时间大强度的体力活动则可能损害其认知功能,加速其衰退。上述结果共同提示,不同强度的体力活动对老年人认知功能可能存在复杂的同时及滞后效应,后续研究需对此进行深入探讨。

2.2 来自干预研究的证据

相比于对健康老年人进行的干预研究,对非健康老年人认知功能的干预研究还较少。Scherder 等对中等认知损害的老年人(平均年龄 86 岁)进行为期 6 周、每周 3 次、每次 1 h 的步行或小肌肉练习干预^[23]。结果发现,与对照组相比,步行及小肌肉练习(手部及面部动作)干预组的执行功能有显著改善。其他研究也得到了类似的结果,如 Baker 等人对 33 名 55 至 85 岁的中等认知损害(MCI)的老年人进行干预^[24]。干预组进行大强度的有氧练习(达到最大心率的 75%~85%),控制组则进行拉伸练习,干预持续 6 个月。结果发现,在加工速度及执行功能方面,有氧练习具有干预优势,同时发现了认知功能改善的性别差异。Lam 等人的研究对 389 名中等认知损害的老年人进行干预^[25]。干预组进行太极练习,控制组则进行拉伸练习。结果发现,两组个体的总体认知功能、延迟回忆及主观认知抱怨均有显著改善,但平衡、视觉广度及老年痴呆评分的改善仅出现在太极干预组中。新近的一项针对随机控制组设计的干预研究进行的元分析,涉及 30 项研究和 2 020 名个体^[26]。结果发现,体力活动对中度认知损害及老年痴呆个体的认知功能具有显著的改善作用,效果量为 0.57。这提示,有氧锻炼作为干预手段,能够显著改善已经发生认知损害的老年人的认知功能。

此外,也有研究关注了有氧锻炼作为干预手段,对其他功能受损的老年人认知功能的效益。Parinda 等对 84 名抑郁症老年人进行为期 4 个月的有氧锻炼及抑郁药物干预^[27]。在干预前后测查了老年人的多项认知功能,包括记忆、心理反应速度、执行功能、注意/集中等。结果发现,在记忆及执行功能方面,发现了有氧锻炼相比于药物干预的优势;而在其他认知功能方面,则未发现有氧锻炼的干预优势。而 Langlois 等人针对 61 至 89 岁的虚弱老年人(frail older adults)进行每周 3 次、持续 12 周的锻炼干预^[28]。结果发现,相比于控制组,有氧锻炼能够显著改善虚弱老年人的身体能力、认知功能(如加工速度,执行功能及工作记忆)及与



娱乐活动和身体能力满意感相联系的生活质量。上述结果提示, 有氧锻炼不仅对认知损害的老年人的认知功能具有改善作用, 也对其他疾病状态的老年人认知功能具有效益。

3 体力活动对老年个体认知功能影响的机制

体力活动或身体锻炼能够维持或改善老年人的认知功能, 先前研究已经获得了较为一致的结论。然而, 对其影响机制的研究仍稍显薄弱。近年来, 研究者主要沿着两条途径对其影响机制进行探讨: 其一是体力活动或身体锻炼通过改善心肺功能, 进而改善大脑循环, 对认知功能产生效益; 其二则是大脑结构及功能通过体力活动或身体锻炼发生适应性改变, 进而维持或改善老年人的认知功能。

Barners 等人的一项为期 6 年的纵向调查研究表明^[29], 心肺功能(最大摄氧量, 活动平板试验持续时间, 摄氧效率斜率)与 6 年后的多项认知功能衰退呈现负向关系(如词汇流畅, 词汇记忆, 执行功能, 注意力等)。在控制人口统计学变量及与健康相关的协变量后, 心肺功能仍与整体认知功能、执行功能及注意呈现最强的正向关系。一些调查研究发现, 体力活动水平与老年人的心肺功能及认知功能间均呈现正向关系, 也间接地为该途径的存在提供了证据。因此, 有研究者指出, 总体来说, 许多横断研究的结论都支持心肺功能与老年人的认知功能存在正向关系^[30]。另一类证据则来自纵向干预研究。如 Dustman 等对中老年人进行为期 4 个月的干预^[31]。结果发现, 与控制组相比, 有氧锻炼组的心肺功能与简单反应时任务同时获得改善。

近年来, 研究者开始关注体力活动或身体锻炼促进大脑结构与功能产生适应性变化, 进而维持及改善老年人认知功能这一途径。Chang 等人将 40 名健康老年人分为高、低身体活动组进行 ERP 测试^[32]。结果表明, 高身体活动组的老年人在斯腾伯格任务(Sternberg task)上的反应时快于低身体活动组; ERP 结果显示 P3、N1 的振幅增大, 且 P3 的潜伏期缩短。据此, 研究者分析, 身体锻炼可能通过在恢复阶段分配更多的注意资源和提升刺激评价的速度, 并且在完成工作记忆任务的解码阶段的区分过程中分配更多的注意, 来促进工作记忆。

此外, 研究者也提出了其他可能的机制, 如身体锻炼通过扩展身体资源(如饮食和睡眠; 减少慢性疾病), 改善心理资源(如减缓抑郁, 焦虑及慢性压力, 提高自我效能)等途径, 进而对老年人的认知功能产生效益。

总体来说, 体力活动及身体锻炼对老年人认知功能影响的生理及心理机制, 研究还较为薄弱, 研究结论尚不丰富。后续研究应重视从多种途径, 探讨可能的影响机制。

4 结语与研究展望

在体力活动对老年人认知功能影响的研究领域, 研究者已经获得丰硕的研究成果。然而, 后续研究还需对以下问题进行深入探讨: (1) 体力活动对老年人认知功能影响的剂量反应效应; (2) 体力活动影响老年人认知功能的生理及心理机制; (3) 其他练习形式对老年人认知功能的影响; (4) 身体锻炼与其他形式的干预相结合的可能性及效益。

参考文献:

- [1] Spirduso W, Francis K, MacRae P. (2004). Physical Dimensions of Aging(2nd ed.)[M]. Champaign, IL: Human Kinetics.
- [2] Roth D, Goode K, Clay O. (2003). Association of physical activity and visual attention in older adults[J]. *Journal of Aging and Health*, 15(3): 534-547.
- [3] Van B, Tijhuis M, Kalmijn S, et al. (2004). Physical activity in relation to cognitive decline in elderly men: The FINE study[J]. *Neurology*, 63(12): 2316-2321.
- [4] Bixby W, Spalding T, Haufler A, et al. (2007). The unique relations of physical activity to executive function in older men and women. *Medical Sciences Sports & Exercises*[J]. 39(11): 1408-1416.
- [5] Eggermont M, Milberg W, Lipsitz L, et al. (2009). Physical activity and executive function in aging: the MOBILIZE Boston study[J]. *Journal of the American Geriatrics Society*. 57(10): 1750-1756.
- [6] Weuve J, Kang H, Manson E, et al. (2004). Physical activity, including walking, and cognitive function in older women[J]. *The Journal of the American Medical Association*, 292(12): 1454-1461.
- [7] Boucard G, Albinet C, Bugaiska A. (2012). Impact of physical activity on executive functions in aging: a selective effect on inhibition among old adults[J]. *Journal of Sport & Exercise Psychology*. 34(6): 808-827.
- [8] Jacqueline K, Simon M, Ruth P, et al. (2013). Objectively measured physical activity is related to cognitive function in older adults[J]. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61(11): 1927-1931.
- [9] Aichberger M, Busch M, Reischies F, et al. (2013). Effect of physical inactivity on cognitive performance after 2.5 years of follow-up: longitudinal results from the Survey of Health, Ageing, and Retirement(SHARE)[J]. *The Journal of Gerontopsychology and Geriatric Psychiatry*, 23(1):7-15.
- [10] 郭璐. 身体活动及社会活动对老年人执行功能的影响[A]. 中国心理学会. 第十六届全国心理学学术大会论文摘要集[C]. 2013: 1874-1875.
- [11] Moul J, Goldman B, Warren B. (1995). Physical activity and cognitive performance in the older population[J]. *Journal of Aging and Physical Activity*, (3):135-145.
- [12] Williams P, Lord R. (1997). Effects of group exercise on cognitive functioning and mood in older women[J]. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 21(1): 45-52.
- [13] Perrig P, Perrig W, Ehrensam R, et al. (1998). The effects of resistance training on well-being and memory in elderly volunteers[J]. *Age Ageing*, 27(4):469-475.
- [14] Kramer A, Hahn S, Cohen N, et al. (1999). Ageing, fitness and neurocognitive function[J]. *Nature*, 400(6743): 418-419.
- [15] Fabre C, Chamari K, Mucci P, et al. (2002). Improvement of cognitive function by mental and/or individualized aerobic training in healthy elderly subjects[J]. *International Journal of Sports Medicine*, 23(6): 415-421.
- [16] Hill R, Storandt M, Malley M. (1993). The impact of long-term



- exercise training on psychological function in older adults[J]. *The Journal of Gerontology*, 48(1):12-17.
- [17] Colcombe S, Kramer A. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults a meta-analytic study[J]. *Psychological Science* 14(2): 125-130.
- [18] Smith P, Blumenthal J, Hoffman B, et al. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials[J]. *Psychosomatic Medicine*, 72(3): 239-252.
- [19] Motl R, Gappmaier E, Nelson K, et al. (2011). Physical activity and cognitive function in multiple sclerosis[J]. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 33(5):734-741.
- [20] Geda Y, Roberts R, Knopman D, et al. (2010). Physical exercise, aging, and mild cognitive impairment a population-based study[J]. *Archives of Neurology*, 67(1): 80-86.
- [21] Chang M, Jonsson P, Snaedal J, et al. (2010). The effect of midlife physical activity on cognitive function among older adults: AGES-Reykjavik Study[J]. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 65(12):1369-1374.
- [22] Tierney M, Moineddin R, Morra A, et al. (2010). Intensity of recreational physical activity throughout life and later life cognitive functioning in women[J]. *Journal of Alzheimer's Disease*, 22(4): 1331-1338.
- [23] Scherder E, Paasschen J, Deijen J, et al. (2005). Physical activity and executive functions in the elderly with mild cognitive impairment[J]. *Aging & Mental Health*, 9(3): 272-280.
- [24] Baker L, Frank L, Foster-Schubert K, et al. (2010). Effects of aerobic exercise on mild cognitive impairment: a controlled trial[J]. *Archives of Neurology*, 67(1): 71-79.
- [25] Lam L, Chau R, Wong B, et al. (2011). Interim follow-up of a randomized controlled trial comparing Chinese style mind body (Tai Chi) and stretching exercises on cognitive function in subjects at risk of progressive cognitive decline[J]. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 26(7):733-740.
- [26] Heyn P, Abreu Beatriz, Ottenbacher K. (2004). The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: A meta-analysis[J]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(10): 1694-1704.
- [27] Parinda K, James B, Michael B, et al. (2001). Effects of exercise training on cognitive functioning among depressed older men and women[J]. *Journal of Aging and Physical Activity*, 9(1): 43-57.
- [28] Langlois F, Minh T, Chassé K, et al. (2013). Benefits of physical exercise training on cognition and quality of life in frail older adults[J]. *The Journals of Gerontology: Series B*, 68(3): 400-404.
- [29] Barnes D, Yaffe K, Satariano William, et al. (2003). A longitudinal study of cardiorespiratory fitness and cognitive function in healthy older adults[J]. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(4): 459-465.
- [30] Bherer L, Erickson K, Liu-Ambrose T. (2013). A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults[J]. *Journal of Aging Research*.
- [31] Dsutman R, Ruhling R, Russell E, et al. (1984). Aerobic exercise training and improved neuropsychological function of older individuals[J]. *Neurobiology of Aging*, 5: 35-42.
- [32] Chang Y K, Huang C J, Chen K F, et al. (2013). Effect of physical activity on working memory among older adults: An ERP study[A]. ISSP. Abstracts of the ISSP 13th World Congress of Sport Psychology[C]. Beijing: Beijing Sport University:95.

(责任编辑: 何聪)