

The Influence of Aerobic Exercise on Cognitive Function

Dan Zhao, Yuping Liu, Weiquan Zhong*

Medical Institute of Technology, Xuzhou Medical University, Xuzhou Jiangsu
Email: *1549344063@qq.com

Received: May 26th, 2017; accepted: Jun. 12th, 2017; published: Jun. 15th, 2017

Abstract

Aerobic exercise therapy is an effective treatment method to improve cognitive function in the Rehabilitation Medicine; the study found that the improvements of aerobic exercise on cognitive function mainly reflect in the executive function, attention and memory. The mechanisms of aerobic exercise therapy to improve cognitive function are promoting angiogenesis, increasing cerebral blood circulation, promoting the nerve regeneration, enhancing synaptic plasticity, inhibiting oxidative stress and regulating autophagy pathways, etc. The review will discuss these contents.

Keywords

Aerobic Exercise, Cognitive Function, Mechanism

有氧运动对认知功能影响的研究进展

赵丹, 刘玉萍, 钟卫权*

徐州医科大学医学技术学院, 江苏 徐州
Email: *1549344063@qq.com

收稿日期: 2017年5月26日; 录用日期: 2017年6月12日; 发布日期: 2017年6月15日

摘要

有氧运动疗法是康复医学中改善认知功能的一种有效治疗方法, 研究发现有氧运动对认知功能的改善主要体现在执行功能、注意力、记忆力。有氧运动疗法改善认知功能的机制有促进血管生成、增加脑组织血液循环、促进神经再生、增强突触可塑性、抑制氧化应激和调控自噬通路等。本文就这些内容进行综述。

*通讯作者。

关键词

有氧运动, 认知功能, 机制

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来, 随着康复医学的兴起, 以运动处方为形式的康复运动疗法已经成为康复治疗的重要手段, 有氧运动疗法是指利用步行、游泳、慢跑、太极拳、健身操等有氧运动科学合理地防治疾病。越来越多的研究证实有氧运动对认知功能有重要影响, 表明有氧运动疗法能够提高动物和人的认知功能, 促进脑损伤后认知功能恢复, 阻止或延缓年龄增长及神经退行性疾病造成的认知损伤。

2. 有氧运动对认知功能的影响

有氧运动也称有氧代谢运动或耐力运动, 是人体在氧气充分供应的情况下进行的体育锻炼。即在运动过程中, 人体吸入的氧气与需求相等, 达到生理上的平衡状态, 具有运动强度低、方便易行等特点[1]。认知是指人认识外界事物的过程, 或者说是对作用于人的感觉器官的外界事物进行信息加工的过程。认知功能是大脑执行高级活动的功能[2], 集中体现在执行功能[3]、注意力[4]、记忆力[5]。研究表明, 不论是运动强度高低的有氧运动均能有效预防认知功能减退[6]。

2.1. 有氧运动与执行功能

执行功能是指产生和调节行为的神经处理过程, 包括选择性注意、形成计划、工作记忆、解决问题以及思维的灵活性[7]。常见的测试实验有画钟试验、斯特鲁普测验、言语流畅性测试、连线测试以及符号数字替换测试。Albinet CT [8]等人将 32 名久坐不动的老年人随机分为水上增氧健身操运动组和伸展对照组, 5 月后研究发现, 水上增氧健身操运动组参与者的执行能力明显提高。Mortimer JA [9]等人将 120 名来自上海的老年人随机分配到太极拳锻炼组、步行组、社交活动组与无锻炼干预四组中, 分别经 40 周、每周 3 次、每次 50 min 的太极拳锻炼、步行锻炼、社交活动干预及无锻炼干预后, 太极拳锻炼组言语流畅性测验得分显著提高。

2.2. 有氧运动与注意力

注意力是指人的心理活动指向和集中于某种事物而不被其他的内部刺激和外部环境干扰的能力。常见的检测方法有 Stroop 测试、注意力集中测试仪、划消字母测试和舒尔特方格量表。郭艳花[10]等人采用有氧运动综合干预措施对 11 名肥胖儿童进行饮食、运动、教育联合干预治疗, 结果发现有氧运动综合干预后, 肥胖儿童神经心理学测验各项指标学习记忆能力、注意能力、执行功能以及语言能力均显著升高。Nagamatsu [11]等用选择反应时间测试受试者注意力, 发现参与步行运动的 MCI 患者反应时明显缩短。刘楠[12]随机选取年龄相当的健身气功练习者和非健身气功练习者各 19 名, 通过纸笔方式对注意广度、注意分配进行测试, 结果发现在注意广度测试和注意分配测试中, 气功组正确个数和正确率均显著高于对照组, 说明健身气功练习提高了练习者提高注意广度和注意分配能力。

2.3. 有氧运动与记忆力

记忆是人对经历过事物的一种反应, 是对获得的信息的感知及思考、储存和提取的过程。记忆力是识记、保持、再认识和重现客观事物所反映的内容和经验的能力。常见的记忆力测试包括韦氏记忆量表、数字广度测试、听觉词语学习测试和临床记忆量表。有研究证实适度的运动可以提高记忆能力[13]。王乾贝[14]选取 65 岁至 85 岁的轻度认知障碍老年人 108 例随机分为对照组和太极拳运动干预组, 运动干预组同时进行每周至少 4 次、每次至少 40 min、共 3 个月的太极拳训练, 采用听觉词语学习测试评估记忆力, 干预组研究对象听觉词语学习测试得分显著高于对照组, 表明太极拳运动可以改善记忆力。

3. 有氧运动改善认知的机制

3.1. 促进血管发生, 增加脑组织血液循环

为了应对在体育运动过程中氧气和能量底物需要的增加, 体育运动能够促进大脑部分区域血管发生, 从而改善脑组织血液循环[15]。大脑血流量增加会触发不同的神经生物学反应, 这些神经生物学反应可以通过滋养更多的脑细胞和帮助清除代谢废物或者 β 淀粉样蛋白降低轻度认知损害、阿尔兹海默症。此外, 脑血管生成素(angiotensins, Ang)也会随着体育活动的开展而增加[16]。血管生成素及其内皮特异性酪氨酸激酶受体 Tie 通路是调节血管生成的一条重要信息途径。Zhang P 等人利用大鼠中动脉栓塞 90 分钟的 SD 大鼠, 使其术后 24 小时起开始为期 2 周的跑台运动(12 m/min, 每天 30 min), 结果发现大脑皮层 Ang 和 tie-2 表达增加, 同时大鼠的缺血区脑血流量显著增加, 梗死体积减小, 神经功能评分改善, 这提示早期运动康复可能与运动促进大脑血管发生、增加脑组织血液循环有关[17]。血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)是一种内皮细胞特异性分裂原, 是重要的血管生成和血管通透性因子, 其生物学作用包括: 1) 诱导血管生成; 2) 抑制细胞凋亡; 3) 增加小血管通透性; 4) 增高细胞内 Ca^{2+} 浓度[18]。血管内皮细胞的功能状态是决定缺血性卒中预后的关键之一[19]。Zhao Y 等人通过对大鼠中动脉栓塞的大鼠进行跑步机锻炼(0°倾斜, 20 m/min, 每天 30 min, 每周 5 天, 持续 7 或 28 天), 结果发现 caveolin-1/VEGF 信号通路表达增加, 增强神经干细胞增值、迁移、分化, 促进大脑血管生成, 从而减少脑梗死, 改善神经功能[20]。

3.2. 促进神经再生, 增强突触可塑性

有氧运动能促进大脑海马区的神经元再生[21], 增强大脑突触的可塑性, 从而改善认知功能。目前所开展的相关研究也主要涉及到以下因子, 如脑源性神经营养因子(Brain derived neurotrophic factor, BDNF)、胰岛素样生长因子-1 (Insulin-like growth factor 1, IGF-1)、N-甲基-D-天门冬氨酸盐(N-methyl-D-aspartic, NMDA)。BDNF 在成年和未成年大脑中的神经可塑性、神经存活、增长和分化均起到重要作用, 增加 BDNF 可以增加海马细胞增值, 阻止 BDNF 可以减少细胞增值。杨尚明[22]通过 SABC 免疫组化染色法观察适宜游泳运动后大鼠 BDNF 表达的变化, 结果发现运动组大鼠海马有 BDNF 阳性细胞的蛋白表达, 并以神经元表达为主, 说明适宜的有氧运动可以增加 BDNF 的表达, 促进大脑神经可塑性。Noble EE [23] 等人通过研究也证实在海马 CA3 区神经元增加 BDNF 表达可以改善记忆检索。IGF-1 是一种非选择性神经营养因子, 能够作用于中枢神经发育和成熟的全过程, 参与神经系统的增生、分化和神经功能的维持和调节。Zheng H [24]等人发现跑步运动能激活胰岛素样生长因子-1(insulin-like growth factor 1, IGF-1)/Akt 信号通路, 增加神经前体细胞数量, 从而直接影响神经系统功能的恢复。刘红军[25]发现 4 周的有氧跑台训练可以通过调控 IGF-1 信号通路相关分子促进机体记忆学习能力的提高。谷氨酸为中枢神经系统兴奋性递质, 大脑海马区具有丰富的谷氨酸受体[26], 其中 NMDA 受体是突触可塑性及皮质和海马神经元长

时程增强效应(long term potentiation, LTP)的主要调控者, 构成了中枢神经系统中学习和记忆等重要功能的基础[27]。徐淑君[28]等研究 NMDA 受体与运动记忆的关系, 并发现大鼠海马 NMDA 受体 I 型亚单位蛋白的基础表达量与新事物探究能力和空间学习能力相关。大鼠经过为期 8 周的游泳运动训练后, 对海马组织切片进行体外糖氧剥夺实验, 结果发现运动组细胞死亡百分比、凋亡标志物的表达、谷氨酸盐释放量均低于不运动对照组, 这提示有氧运动的保护作用可能与运动削弱了谷氨酸能系统激活有关[29]。

3.3. 抑制氧化应激, 调控自噬通路

氧化应激是机体氧化和抗氧化系统之间的稳态被破坏而造成的应激状态。自噬是降解损伤及丧失功能的细胞器或蛋白, 维持细胞更新和稳态的关键细胞机制。大量研究表明, 氧化应激中产生的活性氧能诱导自噬产生, 而自噬能缓解氧化应激造成的损伤, 从而保护细胞存活[30]。孙竹海等人利用 60 只 SD 大鼠来探讨不同强度运动对全脑缺血再灌注大鼠学习能力及海马区氧自由基代谢的影响, 结果发现有氧运动有利于保护脑缺血大鼠的学习能力[31]。郭春阳[32]等人选取 60 只雄性 SD 大鼠为研究对象, 进行为期 8 周的跑台训练, 发现跑台运动可激活 AD 大鼠神经元磷酸化 AMPK 通路和自噬, 保护神经元, 进而改善 AD 模型大鼠记忆能力和减少海马 CA 区神经元损伤数量。Zhang L [33]等人也利用递增负荷跑台运动发现运动可能通过减少自噬小体积累来促进神经发生, 从而改善神经系统功能。

4. 总结与展望

有氧运动疗法可以通过促进血管发生, 增加脑组织血液循环, 促进神经再生, 增强突触可塑性, 抑制氧化应激, 调控自噬通路运动来预防认知功能减退或减小大脑损伤部位体积, 减轻神经损害, 从而改善认知功能。随着医疗事业的发展和生活质量的提高, 越来越多的人认识到有氧运动疗法是一种有效的预防和康复手段。因此深入探讨不同运动方式如有氧运动、抗阻运动、无氧运动对认知功能的作用, 从运动形式、运动强度、运动频率和运动时间来寻找最合适的运动处方, 为康复医学治疗认知功能损伤提供思路, 这也是未来康复医学发展的重要方向。

参考文献 (References)

- [1] 李秀丽. 有氧运动健身的生物学分析[J]. 北京体育大学学报, 2013, 26(6): 776-783.
- [2] 张国初, 裴建中, 蒋宏. 认知干预在脑卒中患者康复治疗中的作用[J]. 实用临床医药杂志, 2010, 14(17X): 90-92.
- [3] Guiney, H. and Machado, L. (2013) Benefits of Regular Aerobic Exercise for Executive Functioning in Healthy Populations. *Psychonomic Bulletin & Review*, **20**, 73-86. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0345-4>
- [4] Li, J.W., O'Connor, H., et al. (2017) The Effect of Acute and Chronic Exercise on Cognitive Function and Academic Performance in Adolescents: A Systematic Review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **4**, 118-125.
- [5] Zheng, G., Xia, R., Zhou, W., Tao, J., et al. (2016) Aerobic Exercise Ameliorates Cognitive Function in Older Adults with Mild Cognitive Impairment: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *British Journal of Sports Medicine*, **50**, 1425. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095699>
- [6] Lytle, M.E., Vander Bilt, J., Pandav, R.S., et al. (2004) Exercise Level and Cognitive Decline: The MOVIES Project. *Alzheimer Disease & Associated Disorders*, **18**, 57-64. <https://doi.org/10.1097/01.wad.0000126614.87955.79>
- [7] Piper, B.J., Gray, H.M., Corbett, S.M., et al. (2014) Executive Function and Mental Health in Adopted Children with a History of Recreational Drug Exposures. *PLoS ONE*, **9**, e110459.
- [8] Albinet, C.T., Abou-Dest, A., et al. (2016) Executive Functions Improvement Following a 5-Month Aquaerobics Program in Older Adults: Role of Cardiac Vagal Control in Inhibition Performance. *Biological Psychology*, **115**, 69-77. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.01.010>
- [9] Mortimer, J.A., Ding, D., Borenstein, A.R., et al. (2012) Changes in Brain Volume and Cognition in a Randomized Trial of Exercise and Social Interaction in a Community-Based Sample of Nondemented Chinese Elders. *Journal of Alzheimer's Disease*, **30**, 757-766.
- [10] 郭艳花, 陈平. 有氧运动综合干预对肥胖儿童认知功能的积极影响: 1H-MRS 及事件相关电位研究的探索[J]. 中

- 国体育科技, 2015, 51(4): 79-85.
- [11] Nagamatsu, L.S., Chan, A., Davis, J.C., *et al.* (2013) Physical Activity Improves Verbal and Spatial Memory in Older Adults with Probable Mild Cognitive Impairment: A 6-Month Randomized Controlled Trial. *Journal of Aging Research*, **2013**, Article ID: 861893.
- [12] 刘楠. 健身气功对中老年女性注意力广度和分配的影响[J]. 运动, 2014(2): 142-143.
- [13] Diederich, K., Bastl, A., Wersching, H., *et al.* (2017) Effects of Different Exercise Strategies and Intensities on Memory Performance and Neurogenesis. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, **11**, 47.
- [14] 王乾贝, 绳宇. 太极拳对轻度认知障碍老年人记忆力和执行功能的影响[J]. 山东体育学院学报, 2016, 32(3): 68-72.
- [15] Lista, I. and Sorrentino, G. (2010) Biological Mechanisms of Physical Activity in Preventing Cognitive Decline. *Cellular and Molecular Neurobiology*, **30**, 493-503. <https://doi.org/10.1007/s10571-009-9488-x>
- [16] Burdette, J.H., Laurienti, P.J., Espeland, M.A., Morgan, A., Telesford, Q., Vechlekar, C.D., Hayasaka, S., Jennings, J.M., Katula, J.A., Kraft, R.A., *et al.* (2010) Using Network Science to Evaluate Exercise-Associated Brain Changes in Older Adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, **2**, 23. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2010.00023>
- [17] Zhang, P., Yu, H., Zhou, N., *et al.* (2013) Early Exercise Improves Cerebral Blood Flow through Increased Angiogenesis in Experimental Stroke Rat Model. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, **10**, 43. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-43>
- [18] 沈雪, 玄麗慧, 秦榮印, 等. 血管内皮生长因子对脑缺血的保护作用[J]. 国际脑血管病杂志, 2014, 22(9): 704-708.
- [19] 戴佳茹, 郭珊珊, 罗丽. 缺血性脑卒中运动康复机制研究进展[J]. 曲阜师范大学学报: 自然科学版, 2017, 43(1): 119-123.
- [20] Zhao, Y., Pang, Q., *et al.* (2017) Treadmill Exercise Promotes Neurogenesis in the Ischemic Rat Brains via Caveolin-1/VEGF Signaling Pathways. *Neurochemical Research*, **42**, 389-397. <https://doi.org/10.1007/s11064-016-2081-z>
- [21] Seo, T.B., Kim, T.W., Shin, M.S., *et al.* (2014) Aerobic Exercise Alleviates Ischemia-Induced Memory Impairment by Enhancing Cell Proliferation and Suppressing Neuronal Apoptosis in Hippocampus. *International Neuropsychology Journal*, **18**, 187-197. <https://doi.org/10.5213/inj.2014.18.4.187>
- [22] 杨尚明, 李红. 有氧运动对大鼠海马神经元 BDNF 表达的影响[J]. 四川体育科学, 2012(4): 28-31.
- [23] Noble, E.E., Mavanji, V., Little, M.R., *et al.* (2014) Exercise Reduces Diet-Induced Cognitive Decline and Increases Hippocampal Brain-Derived Neurotrophic Factor in CA3 Neurons. *Neurobiology of Learning and Memory*, **114**, 40-50. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2014.04.006>
- [24] Zheng, H.Q., Zhang, L.Y., Luo, J., *et al.* (2014) Physical Exercise Promotes Recovery of Neurological Function after Ischemic Stroke in Rats. *International Journal of Molecular Science*, **15**, 10974-10988.
- [25] 刘红军, 吕毓虎. 有氧运动通过上调 IGF-1 改善抑郁症大鼠的学习记忆能力[J]. 广州体育学院学报, 2014, 34(3): 101-106.
- [26] 孟盼盼, 张雨晴, 高媛媛, 孙莉, 李琦. CRMP2 衍生的 ST2-104 多肽对阿尔茨海默病大鼠皮质神经元的保护作用[J]. 中风与神经疾病杂志, 2016, 33(3): 203-206.
- [27] 张海红. NMDA 受体与中枢神经系统退行性疾病[J]. 神经药理学报, 2015, 5(2): 17-23.
- [28] 徐淑君, 沈海清, 陈忠, 等. 大鼠海马 N-甲基-D-天门冬氨酸受体 NR1 亚单位蛋白的基础表达量与学习记忆相关[J]. 浙江大学学报(医学版), 2003, 32(6): 465-469.
- [29] Mourão, F.A., Leite, H.R., de Carvalho, L.E., *et al.* (2014) Neuroprotective Effect of Exercise in Rat Hippocampal Slices Submitted to *in Vitro* Ischemia Is Promoted by Decrease of Glutamate Release and Pro-Apoptotic Marker. *Journal of Neurochemistry*, **131**, 65-73. <https://doi.org/10.1111/jnc.12786>
- [30] 吴艳萍, 王阳, 李雅丽, 曹雪芳, 李卫芬. 氧化应激与自噬[J]. 动物营养学报, 2016, 28(9): 2673-2680.
- [31] 孙竹梅, 赵雅宁, 李建民, 陈长香, 赵旭, 陈乃玲. 不同强度运动对脑缺血再灌注大鼠学习能力及氧自由基代谢的影响[J]. 中国康复理论与实践, 2015, 21(1): 26-30.
- [32] 郭春阳, 刘涛, 李明. 运动干预对阿尔茨海默病模型大鼠记忆能力及神经元 AMPK 信号分子和自噬的影响[J]. 河南大学学报(医学版), 2016, 35(3): 182-188.
- [33] Zhang, L., Hu, X., Luo, J., *et al.* (2013) Physical Exercise Improves Functional Recovery through Mitigation of Autophagy, Attenuation of Apoptosis and Enhancement of Neurogenesis after MCAO in Rats. *BMC Neuroscience*, **14**, 46. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-14-46>

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：aps@hanspub.org