

有氧运动对高血压患者血压和记忆功能的影响

陈静^{1,2}, 刘涵慧³, 李会杰^{1,2}

[1. 中国科学院行为科学重点实验室(中国科学院心理研究所), 北京 100101; 2. 中国科学院大学心理学系; 3. 中国青年政治学院青少年工作系]

[摘要] 高血压是心血管疾病的重要风险因素。高血压会引起脑动脉硬化致血流量减少, 并且会导致记忆损伤。研究表明有氧运动是降低血压及改善认知的较为有效的非药物干预手段。通过改善血液循环及增加脑血容量, 有氧运动能够有效的减缓记忆丧失, 从而预防或推迟阿尔茨海默病的发生。本文对有氧运动对高血压患者血压及记忆功能的影响作一综述。

[关键词] 高血压; 运动疗法; 动脉硬化; 记忆; 综述

DOI: 10.3969/J.issn.1672-6790.2020.05.033

Effects of aerobics on blood pressure and memory function in patients with hypertension Chen Jing*, Liu Hanhui, Li Huijie (* CAS Key Laboratory of Behavioral Science, Institute of Psychology, Beijing 100101, China)

Corresponding author: Li Huijie, Email: lihj@psych.ac.cn

[Abstract] Hypertension is an important risk factor for cardiovascular disease (CVD). Hypertension causes arterial stiffness, decreases cerebral blood flow and leads to memory impairment. Previous studies showed that aerobic exercise was an effective non-pharmacological intervention approach in reducing blood pressure and improving cognition. By improving blood circulation and increasing cerebral blood volume, aerobic exercise could slow down memory loss, and thereby prevent or delay the onset of Alzheimer. This paper aims to review the effects of aerobic exercise on blood pressure and memory function in patients with hypertension.

[Keywords] Hypertension; Exercise therapy; Arteriosclerosis; Memory; Review

高血压是心脑血管疾病的重要风险因素, 2018 年中国心血管病患者人数为 2.9 亿, 给社会和很多家庭带来了沉重负担^[1]。研究表明, 高血压增加动脉僵硬度, 损害记忆功能, 进一步发展为血管性痴呆等认知障碍的风险较高^[2]。《中国高血压防治指南(2018 年修订版)》建议高血压患者要坚持运动来配合治疗和控制高血压^[3]。研究^[4]表明, 有氧运动能够增加血管直径, 改善血液循环, 降低血压, 减少中枢和外周血管的炎性反应, 改善记忆功能。本文就有氧运动对高血压患者的血压、动脉硬化和记忆的影响进行综述。

1 有氧运动与血压

1.1 有氧运动后血压反应 有氧运动又称有氧代谢运动。是指人体在充足氧气的条件下进行, 全身大部分关节、肌肉群参与的运动。有氧运动与人体的新陈代谢有着密切的联系, 能量供给主要来自脂

肪和糖。有氧运动的特点是规律、连续、持久。主要种类为有氧健身操、跑步、游泳、自行车、篮球等。有氧运动是通过增强压力感受器的敏感性、减少去甲肾上腺素、引起外周阻力下降。同时提高胰岛素敏感性、改变血管舒张和收缩因子表达来降低血压。规律的有氧运动可以使安静心率降低, 增强心脏对运动的适应, 从而加强心脏功能。另外运动可使呼吸肌发达、胸腔扩大、增强肺活量, 提升肺功能。有研究^[5]对肥胖高血压患者进行每周 3 次, 共 8 周的跑步机训练, 结果表明收缩压(SBP)和舒张压(DBP)有显著改善。Cornelissen 等^[6]基于 93 项试验的 Meta 分析显示, 有氧运动能显著降低男性高血压患者的血压。研究^[7]显示, 运动强度达到最大心率(HR_{max}) 60% ~ 79% 的有氧运动比达到 35% ~ 59% HR_{max} 的有氧运动更有利于舒张压的降低。12 周以上的运动周期较 6 ~ 12 周舒张压下降更多。

基金项目:国家自然科学基金项目(31871143)

作者简介:陈静, 硕士研究生, Email: 978764474@qq.com

通信作者:李会杰, 博士生导师, Email: lihj@psych.ac.cn

一项研究^[8]对男性重度高血压患者进行 16 周中等强度有氧运动结合药物治疗,结果显示舒张压降低和左心室肥厚明显减少,提示规律的中等强度有氧运动可以降低重度高血压患者急性心血管风险。另一项研究对男性中老年轻中度高血压的患者(31~54 岁)进行了每周 2 次共 24 周的足球运动干预,结果显示 SBP 和 DBP 分别减少了 13 mm Hg 和 8 mm Hg^[9],同时动脉增强指数及静息心率显著下降,最大摄氧量明显提高,上述结果提示高强度间歇有氧运动相比轻中等强度的持续有氧运动降压,高运动强度效果更好,在减少心血管风险因素上更有优势。高强度间歇有氧运动后,静息心率的下降与血管的氧化应激、内皮功能障碍和动脉粥样硬化减少有关。反过来增强血管内皮细胞抗氧化酶的表达,加强血管舒张介质的敏感性,有助于提高血压降低的幅度^[10]。

1.2 高血压的升压机制 高血压时,肾素-血管紧张素-醛固酮轴和交感神经系统激活,增强反射中枢活动,同时反射中枢内发生副交感神经活动调节障碍,对心血管交感神经的反射性调节无明显影响。血压调节异常的另一个主要机制是:高血压引起内皮型一氧化氮合酶与一氧化氮减少,引发心血管氧化应激增强和炎症。表现为细胞凋亡、基因表达信号传导损伤,并产生大量的蛋白质和细胞因子参与全身炎症状态,形成血管内皮功能障碍与血栓,导致血管平滑肌细胞增生肥大,使壁厚与管径比值增大,血管产生老化现象,引起总外周阻力增高^[11]。

2 有氧运动对动脉硬化的影响

2.1 脑动脉硬化与记忆认知 动脉硬化程度增加被公认为心脑血管疾病的独立危险因素之一。动脉硬化的机制可能是高血压患者长期受高压血流冲击动脉血管壁,因而造成了动脉壁机械性损伤,使大量的低密度脂蛋白被氧化,形成动脉硬化;此外,高血压患者交感神经和肾素-血管紧张素系统长期处于激活状态,造成内皮细胞产生的缩血管物质增多,引起血管发生退行性变,中层逐渐增厚,导致弹力层断裂,尤以中心弹力血管最为显著,也加速动脉硬化的形成。高血压所致的动脉硬化,造成动脉管腔的狭窄甚至血栓的形成^[12]。

高血压引起额叶、顶叶及颞叶的血液供应主要来自于颈内动脉系统,颈动脉狭窄可使脑血流量减少,脑血管会出现供血不足现象,引起海马区细胞凋亡和神经元减少,导致记忆衰退。提示顶、颞叶区局

部脑血流下降可能是脑动脉硬化患者记忆力减退的主要原因。脑动脉硬化患者表现为明显日常活动的近记忆力下降。脑梗死患者病灶侧脑半球血流量及速度明显下降,导致记忆功能明显异常。高血压、小动脉硬化及脑白质病变同时存在,会进一步加重记忆障碍进而发生痴呆症^[13]。

2.2 有氧运动对动脉硬化作用 有氧运动引起的动脉硬化减少的机制可能是有氧运动时的动脉机械性扩张,胶原纤维的“拉伸”改变了纤维的交联,增加了动脉顺应性,调节了动脉壁平滑肌细胞交感神经张力。另外有效运动强度增加了迷走神经张力,降低交感神经活力,调节血管收缩平衡,改善血管内皮功能或者增加了一氧化氮的生物分解能力,调节了大动脉的弹性。近期研究显示高血压常伴随着氧化应激水平增加。氧化应激是一种氧化水平与抗氧化水平的失衡状态,导致活性氧蓄积而引起氧化损伤。在氧化应激的条件下可能会导致大分子如 DNA、脂质、蛋白质的改变和破坏甚至危及到细胞死亡和组织损伤。研究表明有氧运动可以改善高血压伴随的氧化应激水平,有利于血管结构与功能的重塑,改善血管功能^[14]。一项随机交叉研究显示,单纯收缩期的老年高血压患者进行每周 3 次,共 8 周的中等强度自行车运动,对动脉血管力学、血脂、左心室质量没有影响。这提示短期有氧运动不能改善收缩期高血压(ISH)患者的大动脉硬化程度。尽管有氧训练提高健康中年人的动脉顺应性,但收缩期高压导致血管弹性基质的退化,平滑肌的应力松弛,胶原蛋白减少。这些加速了与年龄相关的动脉僵硬^[15]。一项研究^[16]表明更密集或更长时间的运动对平滑肌细胞或动脉粥样硬化斑块有一定效果但不会恢复血管弹性基质或逆转钙化。早年的训练可能会减少与年龄有关的硬化和防止 ISH。元分析结果显示有氧训练伴随着 SBP 大幅降低或持续时间延长可能导致动脉僵硬降低。Francesco 等^[17]研究老年女性高血压患者进行每周 2 次,共 24 周的步行,结果表明颈动脉-股动脉脉搏波速度显著下降。提示长期的轻度有氧运动也可以改善高血压患者主动脉弹性,减少心血管风险。

3 有氧运动对记忆的作用

3.1 高血压患者的记忆改变机制 长期高血压可引起营养深部脑白质的小动脉、穿支动脉的血管透明变性,管腔狭窄,血管纤维化,胶原蛋白沉积和细胞外基质成分改变,使血管壁僵硬,致脑血流自身调

节障碍。脑室周围白质,位于各动脉间的边界处,易发生低灌注。另外,高血压引起的脑白质损伤常常伴有淀粉样蛋白沉积^[18]、坏死,导致局部脑组织损伤和相邻脑组织的神经纤维和星形胶质断裂,出现脑微出血。此外,高血压与载脂蛋白 $\epsilon 4$ 相互作用加快血管淀粉样蛋白沉积,频繁脑微出血可导致白质病变和腔隙性梗死,导致高血压患者记忆减退,增加老年痴呆症的易感性。研究显示高血压患者在空间广度记忆上较正常血压者下降^[19]。一项研究使用综合神经心理测验发现,高血压患者在语言和记忆方面表现较正常血压者差^[20]。

3.2 有氧运动改善记忆的表现 脑结构方面:有氧运动增加脑额叶白质微结构,从而防止脑白质疏松症,降低高血压引起轻度认知损害的神经改变。最近的研究表明,运动可以增加海马以及前扣带皮层等脑区之间的功能连接,甚至导致额叶执行网络系统的改变。有氧运动通过增加神经细胞的增殖,生成突触和新血管,使海马齿状回脑血容量增加,促进皮质、小脑、纹状体和海马的生长^[21]。神经分子水平:有氧运动导致肾上腺素、糖皮质激素和皮质醇的释放。肾上腺素参与情绪记忆巩固。研究表明有氧运动调节海马脑源性神经营养因子(BDNF)^[22],当 BDNF 及其受体在脑内的表达与利用增加,诱导脑内神经的生长,直接诱发长时程增强效应,提高脑对刺激的耐受性与学习记忆能力。有氧的运动通过增加脑源性神经营养因子分泌,起到神经保护,改善记忆能力,预防高血压引起的神经性痴呆症。也有证据表明,减少胰岛素抵抗导致执行功能和记忆的增强,特别是胰岛素浓度降低与更好的延迟记忆有关。胰岛素抵抗的高血压患者参加运动,增加胰岛素样生长因子-1 水平,提高胰岛素敏感性和胰岛素信号通路,改善高胰岛素血症的神经毒性,导致神经新生和血管重塑,从而提高记忆功能^[23]。

一项研究报道,老年男性高血压患者经过 12 周低强度有氧训练后,工作记忆显著提高^[24],更多研究表明老年高血压患者进行中等强度的有氧运动后,工作记忆明显改善^[25-26]。提示低、中等强度的长期有氧训练可以改善老年高血压患者工作记忆损伤。工作记忆是一种对信息进行暂时加工和贮存的记忆系统。中枢神经系统中海马回的主要功能是处理信息形成短时记忆,而有氧运动使海马齿状回脑血容量增加^[27]。推测有氧训练是通过改善老年高血压患者海马功能实现了工作记忆力的提高。其他

研究也证明急性有氧运动对低难度工作记忆任务影响效果更明显。对老年人进行 1 年中等强度的有氧运动发现海马体积增大 2%,空间记忆的水平明显提升^[28],说明长期中等强度的有氧运动更全面提高工作记忆力。近来的一项研究中,研究者对 55 名主观性记忆障碍老年人(60~75 岁)开展了 4 周有氧运动结合记忆训练,结果明显提高老年人的语言记忆和视觉记忆^[29]。有氧运动结合认知可能是在运动环境中,提供了丰富的认知因素。使体育锻炼和认知刺激相互作用,共同促进了大脑的记忆功能改善。

4 总结

有氧运动有益高血压患者降低血压,减缓心血管风险因素和改善记忆功能。目前,我国建议高血压患者中等强度(40%~70% 最大心率)的有氧运动,每次连续或累计 30~60 min,每周 4~7 次^[3]。长期、规律的中等强度有氧运动更全面提高记忆力。进一步探究有氧运动对不同类型高血压患者及临床不同严重程度高血压人群的影响,是未来亟需开展的工作。

参考文献

- [1] 国家心血管病中心. 中国心血管病报告[R]. 北京:国家心血管病中心,2019.
- [2] JENNINGS J R, MULDOON M F, RYAN C, et al. Prehypertensive blood pressures and regional cerebral blood flow independently relate to cognitive performance in midlife[J]. J Am Heart Assoc, 2017, 6(3): e004856. DOI:10.1161/JAHA.116.004856.
- [3] 中国高血压防治指南修订委员会. 中国高血压防治指南(2018 年修订版)[M]. 北京:2018.
- [4] YATING W, DANYAN X. Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins[J]. Lipids Health Dis, 2017, 16(1):132.
- [5] Belozo F L, CARLOS A V, SILVA V R R, et al. A commentary on effects of ninety minutes per week of continuous aerobic exercise on blood pressure in hypertensive obese humans[J]. Int J Neurorehabil, 2018, 5:2-9.
- [6] CORNELISSEN V A, SMART N A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis[J]. Am Heart Assoc, 2013, 2(1):4473-4479.
- [7] 王军威. 有氧运动对原发性高血压病治疗效果的 Meta 分析[C]. 杭州:中国体育科学学会,2015:24-25.
- [8] KOKKINOS P F, NARAYAN P, COLLIERAN J A, et al. Effects of regular exercise on blood pressure and left ventricular hypertrophy in african-american men with severe

- hypertension[J]. *N Engl J Med*, 1995, 333 (22) : 1462-1467.
- [9] KRUSTRUP P, RANDERS M B, ANDERSEN L, et al. Soccer improves fitness and attenuates cardiovascular risk factors in hypertensive men[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2013, 45(3) : 553-560.
- [10] KOELWYN G J, CORR E M, ERBAY E, et al. Regulation of macrophage immunometabolism in atherosclerosis [J]. *Nature Immunol*, 2018, 19(6) : 526-537.
- [11] POGHNI P, QI F, RONG Z. Exercise, the brain, and hypertension[J]. *Curr Hypertens Rep*, 2015, 17(10) : 82-89.
- [12] 俞志红, 朱利月, 周欢琴. 规律有氧运动对原发性高血压患者动脉弹性的影响[J]. *浙江预防医学*, 2016, 28(3) : 240-243.
- [13] GORELICK P B, COUNTS S E, NYENHUIS D. Vascular cognitive impairment and dementia[J]. *Biochim Biophys Acta*, 2016, 1862(5) : 860-868.
- [14] 叶芳, 吴迎, 曾凡星. 有氧运动抑制老年高血压大鼠血管功能重塑的氧化应激机制[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2017, 25(7) : 679-687.
- [15] LEFFERTS W K, DEBLOIS J P, RECENO C N, et al. Effects of acute aerobic exercise on arterial stiffness and cerebrovascular pulsatility in adults with and without hypertension[J]. *J Hypertens*, 2018, 36(8) : 1743-1752.
- [16] RAINER H, JOSEF N, CHRISTIAN M, et al. Various intensities of leisure time physical activity in patients with coronary artery disease: effects on cardiorespiratory fitness and progression of coronary atherosclerotic lesions[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1993, 22(2) : 468-477.
- [17] FRANCESCO F, ANDREA R, SUSANNA M, et al. Supervised walking groups to increase physical activity in elderly women with and without hypertension: effect on pulse wave velocity [J]. *Hypertens Res*, 2012, 35(10) : 988-993.
- [18] SCOTT J A., BRASKIE M N, TOSUN D. Cerebral amyloid and hypertension are independently associated with white matter lesions in elderly[J]. *Front Aging Neurosci*, 2015, 7: 221-229.
- [19] ELIZABETH M H, EDWARDS J D, PONRATHI A, et al. A comparison of cognitive and everyday functional performance among older adults with and without hypertension[J]. *Clin Gerontol*, 2013, 36(2) : 113-131.
- [20] HENRIQUE C M, VALERIA A C, MICHEL F M. Hypertension severity is associated with impaired cognitive performance[J]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6(1) : 52-59.
- [21] KATHRIN H A, THOMAS W B, BRIGITTE R. Cardiovascular fitness modulates brain activation associated with spatial learning [J]. *Neuroimage*, 2012, 59(3) : 3003-3014.
- [22] 付燕, 谢攀, 李雪. 长期有氧运动对大鼠脑衰老过程中学习记忆与海马 BDNF 表达的影响[J]. *中国运动医学杂志*, 2015, 34(8) : 750-756.
- [23] ZHAO R R, SULLIVAN A J, FIATARONE S M. Exercise or physical activity and cognitive function in adults with type 2 diabetes, insulin resistance or impaired glucose tolerance: a systematic review[J]. *Eur Rev Aging Phys Act*, 2018, 15: 1-8.
- [24] 杨照宇. 不同运动方式对老年原发性高血压患者运动能力和认知功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2018, 40(3) : 191-194.
- [25] FRITH E, LOPRINZI P D. Physical activity and cognitive function among older adults with hypertension[J]. *J Hypertens*, 2017, 35(6) : 1271-1275.
- [26] 王晨宇. 3 个月有氧训练改善老年高血压患者血流动力学、运动能力和认知功能研究[J]. *沈阳体育学院学报*, 2015, 34(6) : 91-96.
- [27] RENDEIRO C, RHODES J S. A new perspective of the hippocampus in the origin of exercise-brain interactions [J]. *Brain Struct Funct*, 2018, 223(6) : 2527-2545.
- [28] KIRK I E, MICHELLE W V, RUCHIKA S P, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory[J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2011, 108(7) : 3017-3022.
- [29] MCEWEN S C, SIDDARTH P, ABEDELSATER B, et al. Simultaneous aerobic exercise and memory training program in older adults with subjective memory impairments [J]. *J Alzheimers Dis*, 2018, 62(2) : 795-806.

(收稿日期: 2019-11-27)