

· 科研论著 ·

# 中度有氧运动对老年轻度认知障碍病人影响的 Meta 分析

李平平<sup>1</sup>, 陈璐<sup>2</sup>, 沈小芳<sup>2\*</sup>

1. 南京大学, 江苏 210008; 2. 南京鼓楼医院

## Effects of moderate aerobic exercise on elderly patients with mild cognitive impairment: a Meta analysis

LI Pingping, CHEN Lu, SHEN Xiaofang

Nanjing University, Jiangsu 210008 China

**Abstract Objective:** To systematically evaluate the effects of moderate aerobic exercise on elderly patients with mild cognitive impairment (MCI). **Methods:** Randomized controlled trials on effects of moderate aerobic exercise on elderly patients with mild cognitive impairment, were systematically retrieved from Web of Science, MedLine, PubMed, The Cochrane Library, Elsevier SDOL, EMBASE, CNKI, Wanfang Data, and VIP. The retrieval period was from the establishment of databases to 22 April, 2020. After literature screening, data extraction and quality evaluation, Review Manager 5.3 software was used for Meta analysis. **Results:** A total of 12 randomized controlled trials were included. Meta-analysis results showed that compared with control group, the score of Montreal Cognitive Assessment [MD=1.61, 95%CI(1.25, 1.98),  $P<0.000\ 01$ ], the score of Mini-Mental State Examination [MD=0.78, 95%CI(0.37, 1.20),  $P=0.000\ 2$ ] and the score of Wechsler Memory Scale [MD=3.08, 95%CI(1.77, 4.39),  $P<0.000\ 01$ ] of experiment group had improved. **Conclusions:** Existing evidence shows that moderate aerobic exercise can effectively improve cognitive function of elderly patients with MCI, but more high-quality studies are needed to verify the research results.

**Keywords** aerobic exercise; cognitive impairment; evidence-based nursing; systematic review; nursing

**摘要 目的:**系统评价中度有氧运动对于老年轻度认知障碍(MCI)病人认知状况的影响。**方法:**系统检索 Web of Science、MedLine、PubMed、The Cochrane Library、Elsevier SDOL、EMBASE、中国知网数据库、万方数据库、维普数据库中有关中度有氧运动对于老年 MCI 病人认知状况影响的随机对照试验。检索时限为建库至 2020 年 4 月 22 日。进行文献筛选、数据提取和质量评价后,采用 Review Manager 5.3 软件进行 Meta 分析。**结果:**共纳入 12 篇随机对照试验,Meta 分析结果显示,与对照组比较,试验组 MCI 病人的蒙特利尔认知评估量表评分 [MD=1.61, 95%CI(1.25, 1.98),  $P<0.000\ 01$ ]、简易精神状态量表评分 [MD=0.78, 95%CI(0.37, 1.20),  $P=0.000\ 2$ ] 和韦氏逻辑记忆量表评分 [MD=3.08, 95%CI(1.77, 4.39),  $P<0.000\ 01$ ] 提高。**结论:**现有证据表明,中等强度有氧运动可以有效改善老年 MCI 病人的认知功能,但还需要更多高质量研究佐证研究结果。

**关键词** 有氧运动; 认知障碍; 循证护理; 系统评价; 护理

doi:10.12102/j.issn.1009-6493.2021.18.007

阿尔兹海默病(Alzheimer's disease, AD)又称老年痴呆症,据 2018 年的《世界阿尔兹海默病报告》估计,全世界患有 AD 的病人超过 5 000 万例,预计在 21 世纪中期将增加为 1 亿以上<sup>[1]</sup>。轻度认知障碍(mild cognitive impairment, MCI)是公认的发生 AD 的主要

危险因素,其特征是认知能力下降的程度超过个体年龄和教育水平预期,但不影响日常生活<sup>[2]</sup>。已有调查显示, MCI 病人每年进展为 AD 的概率约为 10%<sup>[3]</sup>。针对 MCI 进行干预是延缓认知功能下降、预防 AD 发生的关键。多项研究显示,药物干预对 MCI 的作用较小,不能抑制 MCI 向 AD 转化,同时会有较多副作用<sup>[4-7]</sup>。相关试验表明,有氧运动可以预防认知能力下降和 AD<sup>[8-10]</sup>,且无副作用。同运动强度较低的人群相比,运动强度较高的老年人有更好的认知功能<sup>[11]</sup>。有氧运动是指持续时间较长、全身大肌群富有节奏的活

作者简介 李平平,硕士研究生在读

\*通讯作者 沈小芳, E-mail: sxfl019@sina.com

引用信息 李平平,陈璐,沈小芳. 中度有氧运动对老年轻度认知障碍病人影响的 Meta 分析[J]. 护理研究, 2021, 35(18):3235-3241.

动<sup>[12]</sup>,包括游泳、慢跑、自行车骑行、做健身操等。国内外关于有氧运动对MCI影响的研究已开展良久,但缺乏精确的运动强度对于病人认知功能影响的研究。本研究通过Meta分析方法,通过纳入采用计量运动中最大心率和耗氧量方式确定运动强度的文献,明确中等强度的有氧运动对老年MCI病人的影响,以期为临床工作提供循证依据,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入及排除标准

1.1.1 研究类型 所有研究中度有氧运动对老年MCI病人干预效果的随机对照试验(RCT)。

1.1.2 研究对象 年龄 $\geq 60$ 岁的MCI病人(参照Peterson提出的MCI诊断标准<sup>[13]</sup>诊断为MCI的病人,或依据临床诊断为MCI的病人)。

1.1.3 干预措施 试验组除给予常规治疗外还进行有氧运动训练,有氧运动包括跑步机运动、步行运动、脚踏车运动、太极拳运动、八段锦运动等。研究者有氧运动强度为中度,可通过Borg运动强度量表测量运动强度或选用Bruce改良方案确定在运动训练中研究者心率达到心率储备的50%~80%,或是耗氧量达到最大运动负荷耗氧峰值的50%~80%。干预时间 $\geq 12$ 周。对照组给予除有氧运动外的常规护理或者健康教育等,可根据研究设计者的方案进行,无指定措施。

1.1.4 结局指标 认知功能测评工具如下:①蒙特利尔认知评估量表(MoCA),总分为30分,包括注意力、执行能力、记忆、语言、视觉技能、抽象思维、结构计算和定向力8个维度,得分越高表示认知功能越好<sup>[14]</sup>;②简易精神状态量表(MMSE),总分为0~30分,包含认知功能定向力、记忆、语言、视空间、计算等维度,得分越高表示认知功能越好;③韦氏逻辑记忆量表<sup>[15]</sup>,为韦氏记忆量表的分量表,主要评价病人的短时记忆能力。

1.1.5 排除标准 ①重复发表、不能提供完整的试验数据、无法获取全文、没有清晰的研究设计或设计出现错误、质量较差的文献;②研究对象为存在沟通障碍、严重疾患或身体残障等问题而无法完成规定的有氧运动项目,抑郁症、头部外伤或血管性等因素引起认知下降的病人;③研究设计未标明干预措施运动强度;④对照组给予认知训练或运动训练等。

1.2 检索策略 系统检索Web of Science、MedLine、PubMed、The Cochrane Library、Elsevier SDOL、EMbase、中国知网数据库、万方数据库、维普数据库,检索时间均从建库至2020年4月22日。中文检索词包括:认知障碍、老年轻度认知障碍、认知减退、有氧运动、太极

拳、八段锦、脚踏车、步行。英文检索词包括:mild cognitive impairment、cognitive decline、mild neurocognitive disorder、aerobic、aerobic exercise、Taichi、Baduanjin、walk、cycling。检索时采用主题词与自由词相结合的方式,所有检索策略通过初期多次预检索后确定。

1.3 文献筛选和资料提取 利用EndNote X9对检索获得的文献进行初步查重,根据题目、摘要、研究内容、结局指标等对剩余文献进行逐步分析筛选,确定最终纳入文献。根据研究内容进行数据提取:①文献基本情况,包含题目、第一作者及发表年份;②纳入文献的研究质量信息;③研究对象基本情况,包含样本量、干预时间等;④具体干预措施;⑤结局指标,包含MoCA、MMSE和韦氏逻辑记忆量表评分。

1.4 质量评价 由2名护理学专业硕士研究生进行文献检索和筛选,并对最终纳入的文献进行独立评价,当二者意见相左时由第3名研究者决定。本研究根据Cochrane协作网推荐的偏倚风险评估工具对纳入文献进行偏倚风险评估,评估内容包含7个方面:随机分配方法、分配方案的隐藏、研究对象与实施者盲法、结果测评者盲法、数据报告的完整性、选择性报道和其他偏倚。评价等级分为3级:所有条目评估结果为“是”,其偏倚风险小,评为A级;只要有1项条目评估结果为“不清楚”且无条目评估为“否”,其偏倚风险中度,评为B级;只要有1项条目评估结果为“否”,其偏倚风险大,评为C级。

1.5 统计学方法 对纳入文献的资料进行整合,采用Cochrane协作网提供的Review Manager 5.3软件进行Meta分析。本研究纳入数据均为定量资料,计算均方差(mean difference, MD)或标准化均方差(standardized mean difference, SMD)作为效应量,并计算95%置信区间(confidence interval, CI)。运用 $\chi^2$ 检验进行统计学异质性分析,当 $P > 0.1$ ,  $I^2 < 50\%$ 时说明异质性可以接受,采用固定效应模型(fixed effect model)进行分析;当 $P \leq 0.1$ ,  $I^2 \geq 50\%$ 时,说明异质性较大,采用随机效应模型(random effect model)进行分析,找出影响异质性的因素予以剔除并再次合并效应量,若无法判断异质性来源,则放弃Meta分析,采用描述性研究进行表述。

## 2 结果

2.1 文献检索结果 初步检索获得相关文献2 149篇,其中,中文文献446篇,英文文献1 703篇。采用EndNote X9去除重复文献407篇,剩余文献1 742篇,经过阅读文题和摘要初筛后剩余文献177篇,其中无

法获得全文的文献 67 篇,未提供试验数据的文献 5 篇, 研究设计、干预措施和结局指标与本研究不符合的文 献 93 篇,予以剔除,最终纳入 RCT 文献 12 篇<sup>[16-27]</sup>。文 献筛选流程及结果见图 1。

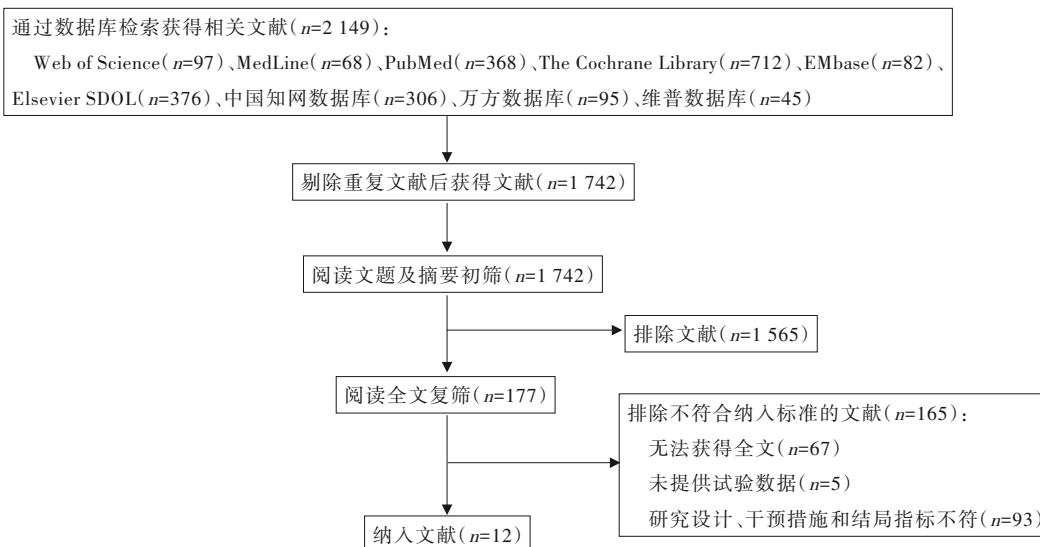


图 1 文献筛选流程及结果

2.2 纳入文献的基本特征 12 篇<sup>[16-27]</sup>文献中,10 篇<sup>[16,18-19,21-27]</sup>文献采用 MoCA 评价,5 篇<sup>[17-18,20,26-27]</sup>文献采用 MMSE 评价,3 篇<sup>[18,21,27]</sup>文献采用韦氏逻辑记忆量表评价,文献基本特征见表 1。

表 1 纳入文献的基本特征

纳入文献	样本量(例)		干预时间	干预措施		结局指标
	试验组	对照组		试验组	对照组	
Tao 等 <sup>[16]</sup> 2019	20	20	24 周	训练方式为八段锦,训练强度为运动试验中 55%~75% 的心率储备	健康教育	MoCA
Langoni 等 <sup>[17]</sup> 2019	26	26	24 周	训练方式为步行运动和健身器锻炼,训练强度为运动试验中 60%~75% 的储备心率	常规护理	MMSE
Qi 等 <sup>[18]</sup> 2019	16	16	3 个月	训练方式为有氧舞蹈,训练强度为运动试验中 60%~80% 的心率储备	常规护理	MMSE、MoCA、韦氏逻辑记忆量表
Song 等 <sup>[19]</sup> 2019	60	60	16 周	训练方式为踏步和上下楼运动,训练强度为使用 Borg 量表测量为 12~14 分的中等强度	健康教育	MoCA
Wei 等 <sup>[20]</sup> 2014	30	30	24 周	训练方式为手球运动,训练强度为运动试验中 60% 的心率储备	常规护理	MMSE
Zhu 等 <sup>[21]</sup> 2018	29	31	3 个月	训练方式为八段锦,训练强度为中度	常规护理	MoCA、韦氏逻辑记忆量表
刘涛等 <sup>[22]</sup> 2015	28	29	6 个月	训练方式为八段锦,训练强度为中度	无干预	MoCA
刘涛等 <sup>[23]</sup> 2018	30	30	6 个月	训练方式为八段锦,训练强度为中度	无干预	MoCA
宋艳丽等 <sup>[24]</sup> 2019	29	30	12 周	训练方式为有氧运动操,训练强度为运动试验中 70% 的心率储备	常规护理	MoCA
孙建平 <sup>[25]</sup> 2016	35	35	6 个月	训练方式为八段锦,训练强度为中度	无干预	MoCA
王石艳 <sup>[26]</sup> 2015	11	11	3 个月	训练方式为有氧运动操,训练强度为运动试验中 70% 的心率储备	健康教育	MMSE、MoCA
吴含等 <sup>[27]</sup> 2019	27	27	3 个月	训练方式为有氧运动操,训练强度为运动试验中 60%~80% 的心率储备	健康教育	MMSE、MoCA、韦氏逻辑记忆量表

2.3 纳入文献的方法学质量评价 根据Cochrane协作网提供的偏倚风险评估工具对纳入的12篇<sup>[16-27]</sup>文献进行质量评价,并利用Review Manager 5.3软件制作

风险偏倚评估表,其中质量等级为A的文献有2篇<sup>[17,21]</sup>,质量等级为B的文献有9篇<sup>[16,18-20,22-23,25-27]</sup>,质量等级为C的文献有1篇<sup>[24]</sup>。见图2。

Langoni等2019 <sup>[17]</sup>	Qi等2019 <sup>[18]</sup>	Song等2019 <sup>[19]</sup>	Tao等2019 <sup>[16]</sup>	Wei等2014 <sup>[20]</sup>	Zhu等2018 <sup>[21]</sup>	刘涛等2015 <sup>[22]</sup>	刘涛等2018 <sup>[23]</sup>	吴含等2019 <sup>[27]</sup>	孙建平等2016 <sup>[25]</sup>	宋艳丽等2019 <sup>[24]</sup>	王石艳2015 <sup>[26]</sup>	
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Random sequence generation (selection bias)
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Allocation concealment (selection bias)
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Blinding of participants and personnel (performance bias)
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Blinding of outcome assessment (detection bias)
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Incomplete outcome data (attrition bias)
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Selective reporting (reporting bias)
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Other bias

图2 偏倚风险评估表

2.4 Meta分析结果 根据Cochrane手册显示,试验前后基线变化值为结局的研究可以和最终测量值为结局的研究进行合并分析,因此本研究将纳入文献中的基线改变值结局同最终测量值共同纳入分析。部分文献存在多个试验组,将符合纳入标准的试验组纳入分析,结果如下。

MoCA评价MCI病人认知状况变化。对于相同测量工具得到的结果,采用MD合并效应量,各研究间异质性可以接受( $P=0.13, I^2=35\%$ ),采用固定效应模型进行分析,Meta分析结果显示:与对照组相比,试验组MoCA评分升高1.61分 $[MD=1.61, 95\%CI(1.25, 1.98), P<0.00001]$ 。见图3。

2.4.1 MoCA测量结果 10篇<sup>[16,18-19,21-27]</sup>文献采用

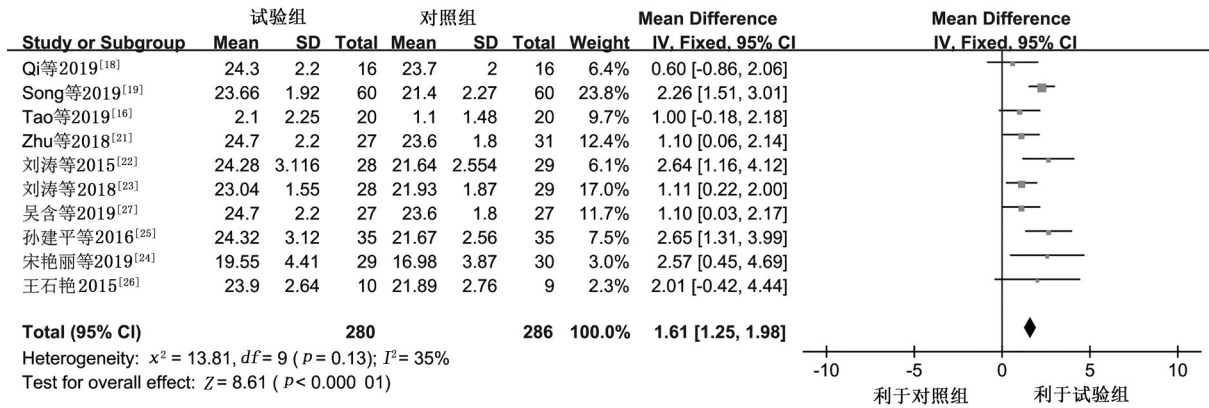


图3 两组MoCA测量结果比较的森林图

2.4.2 MMSE测量结果 5篇<sup>[17-18,20,26-27]</sup>文献采用MMSE评价MCI病人认知状况变化。对于相同测量工具得到的结果,采用MD合并效应量,各组间异质性较大( $P=0.04, I^2=61\%$ ),采用随机效应模型进行分析,Meta分析结果显示:MD=1.11,95%CI(0.34, 1.89), $P=0.005$ 。见图4。为降低研究异质性,使合并效应量更具可信度,对文献进行异质性来源分析。分析5篇文献的试验设计情况,其中1篇文献<sup>[17]</sup>运动干预

方案为每周2次,每次60 min,其余4篇文献<sup>[18,20,26-27]</sup>的运动干预方案均为每周3~5次,每次30~35 min,干预频次与时间基本一致,故剔除Langoni等<sup>[17]</sup>的文献,对其余4篇文献<sup>[18,20,26-27]</sup>进行Meta分析,各研究间异质性较小( $P=0.87, I^2=0\%$ ),采用固定效应模型进行分析,Meta分析结果显示:与对照组相比,试验组MMSE评分升高0.78分 $[MD=0.78, 95\%CI(0.37, 1.20), P=0.0002]$ 。见图5。

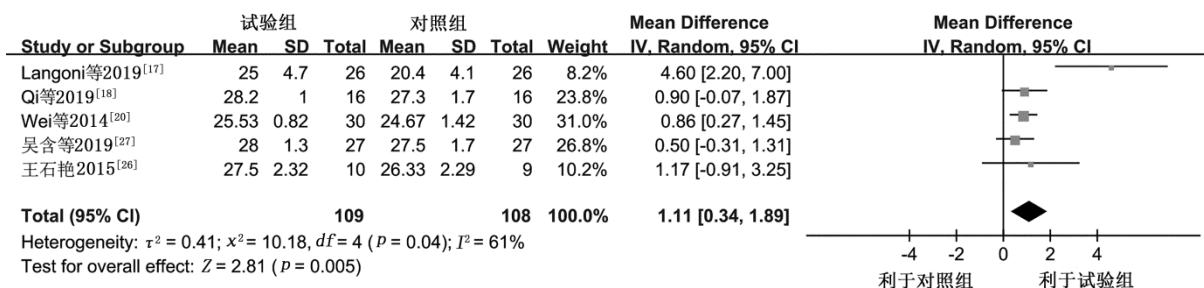


图4 两组MMSE测量结果比较的森林图

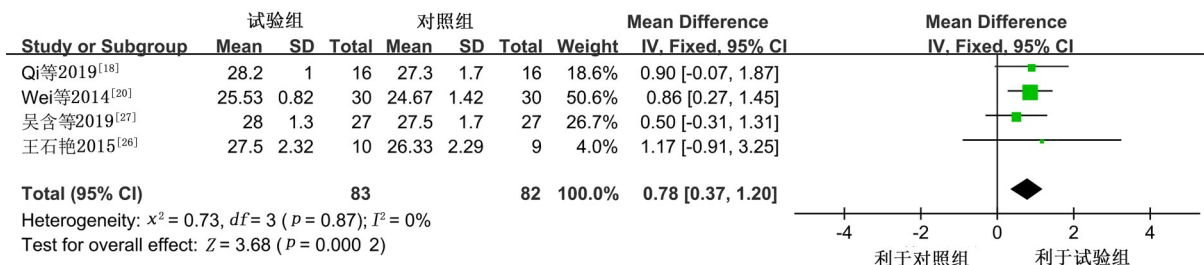


图5 剔除文献后两组MMSE测量结果比较的森林图

2.4.3 韦氏逻辑记忆量表测量结果 3篇<sup>[18,21,27]</sup>文献采用韦氏逻辑记忆量表评价MCI病人短时记忆能力状况。对于相同测量工具得到的结果,采用MD合并效应量,各研究间异质性可以接受( $P=0.95$ ,  $I^2=$

0%),采用固定效应模型进行分析,Meta分析结果显示:与对照组相比,试验组韦氏逻辑记忆量表评分升高3.08分[MD=3.08, 95%CI(1.77, 4.39),  $P<0.000 01$ ]。见图6。

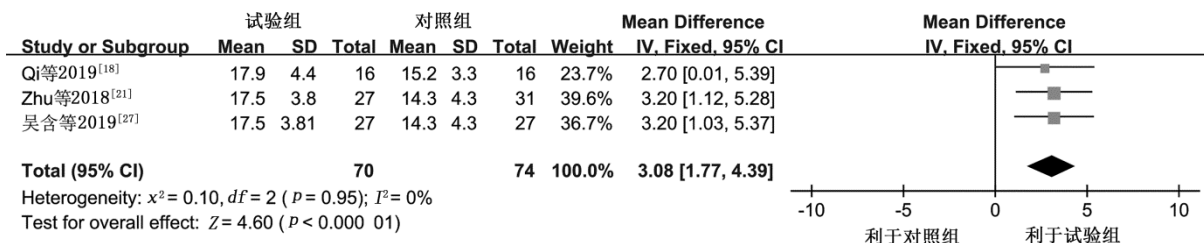


图6 两组韦氏逻辑记忆量表测量结果比较的森林图

2.5 发表偏倚分析 MoCA 测量结果纳入 10 篇<sup>[16,18-19,21-27]</sup>文献,可绘制漏斗图进行发表偏倚分析,结果显示:散点分布不对称。提示可能存在发表偏倚。见图7。

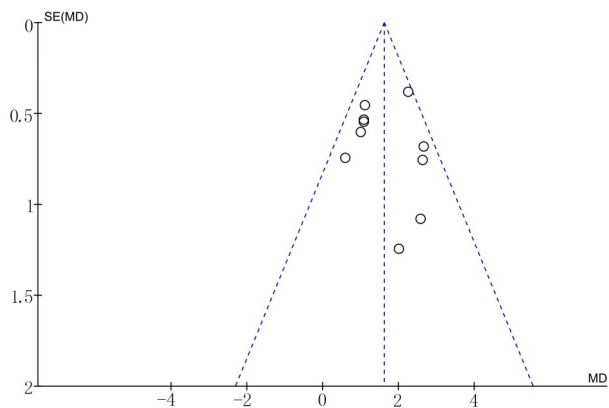


图7 MoCA 测量结果漏斗图

### 3 讨论

3.1 纳入研究的方法学质量分析 本次Meta分析纳入的12篇文献均为RCT,文献质量较高。12篇文献中病人年龄、疾病类型等基线资料均具有可比性,其中7篇<sup>[17,19,21-23,26-27]</sup>文献明确指出随机分组的方法,5篇<sup>[17-19,21,27]</sup>文献采用分配隐藏,2篇<sup>[17,21]</sup>文献研究对象、实施者以及研究结果测评者均不了解分组情况,纳入研究的方法学质量大部分在中等及以上,结局指标以评估病人认知功能为主,Meta分析3项指标合并结果较为一致,即对MCI病人进行中度有氧运动训练可以改善病人认知功能。

#### 3.2 中度有氧运动对MCI病人的干预效果分析

3.2.1 中度有氧运动改善认知功能的机制 相关研究发现,有氧运动改善认知功能的机制可能为以下几个方面。①有氧运动可以增加脑部血流灌注量,维持

大脑长时间高水平活动,有利于神经营养因子,如脑源性神经营养因子(BDNF)、血管内皮营养因子(VEGF)、胶质细胞源性神经营养因子(GDNF)和胰岛素样生长因子I(IGF-I)的产生<sup>[28]</sup>,中等强度的有氧运动相较于低强度运动可更有效地增加脑部血流量,更有利于神经营养因子产生,进而刺激脑血管、突触、胶质和神经生成,增加神经递质及其受体产生,增强大脑可塑性和修复能力<sup>[29]</sup>。②有氧运动可以增加大脑中受衰老和疾病影响而萎缩的区域体积,如海马、颞叶、颞叶和扣带皮层<sup>[30]</sup>,其有利于大脑空间记忆等功能改善<sup>[31]</sup>。Erickson等<sup>[32]</sup>研究指出强度较高的有氧运动可以增加病人海马体积,从而增加老年病人记忆能力,防止皮质衰退和认知障碍进展。

3.2.2 中度有氧运动治疗MCI的有效性 本研究纳入的12项研究均为中等强度有氧运动对老年MCI病人干预的RCT,干预措施主要包括步行运动、有氧运动操、八段锦等,干预持续时间为3~6个月,运动过程中监测的运动强度为中度,Meta分析结果显示:与对照组相比,试验组MoCA、MMSE和韦氏逻辑记忆量表得分均有不同程度提高,提示在短时间内,中等强度有氧运动可以有效改善MCI病人认知功能,包括语言、记忆、定向力、运用能力等。Porto等<sup>[33]</sup>阐述了有氧运动与大脑中静息区域脑葡萄糖代谢(rBGM)变化的关系,指出经过有氧运动后,MCI病人大脑中前扣带皮层的rBGM代谢减少,后扣带皮层和楔前叶rBGM代谢增加,这与病人认知功能改善显著相关。Choi等<sup>[34]</sup>研究也表明,有氧运动后可增加脑血流量,有效改善老年MCI病人认知功能。Baker等<sup>[35]</sup>研究表明6个月的中度有氧运动相对于拉伸运动而言,可以使病人认知功能明显改善,同时也可以使病人心肺健康有不同程度改善。以上证据均表明,3~6个月的中度有氧运动可以改善MCI病人认知功能。

3.3 研究局限性 ①由于检索文献均为中英文公开发表的文献,可能存在选择性偏倚、检索不全的风险;②本研究纳入了12篇文献,纳入文献较少,样本量较小,纳入文献虽经过判断不为同一项研究,但存在第一作者相同情况,不排除有共同研究对象的情况,论证强度受到一定限制,且纳入文献均为阳性结果,存在发表偏倚的可能性较大,论证强度受到一定限制;③纳入研究干预持续时间为3~6个月,持续时间较短,长期干预效果和干预时间的一致性有待进一步研究。建议在今后研究中选择大样本、长期RCT,同时除将认知功能作为结局指标外,还可以纳入运动功能、执行功能

等,还可深入探讨性别差异引起的结局差异等,全面评价中等强度有氧运动对于MCI病人的影响。

#### 4 小结

本研究采用Meta分析对已有研究进行整合分析,结果表明持续3~6个月进行每周2次或3次、每次30 min及以上、运动强度达50%~80%的心率储备或是50%~80%的最大耗氧量有氧运动后,老年MCI病人认知功能,包括语言、记忆、定向力等方面会有明显改善,效果优于常规治疗。但是目前对于有氧运动干预的具体方式尚缺乏统一标准,建议根据病人具体情况选择适合的锻炼方式,运动方案由专业人员进行个性化定制,可采取每周 $\geq 2$ 次、每次30 min、持续时间至少3个月的方案,根据病人情况及时调整,在运动过程中需由专业人员进行运动负荷和强度监测,使病人在专业指导下进行精确强度训练,从而增强运动疗法的有效性。有氧运动作为绿色、健康、经济的MCI病人干预措施,低成本、低风险,应推动有氧运动训练在MCI病人中的应用,促进社会公共卫生事业发展。

#### 参考文献:

- [1] PATTERSON C. The state of the art of dementia research: new frontiers world Alzheimer report 2018[R]. London: Alzheimer's Disease International, 2018:1-48.
- [2] HIROYUKI S, HYUMA M, TAKEHIKO D, *et al.* A large, cross-sectional observational study of serum BDNF, cognitive function, and mild cognitive impairment in the elderly[J]. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2014, 6(69):1-9.
- [3] UNTARI I, SUBIJANTO A A, MIRAWATI D K, *et al.* A combination of cognitive training and physical exercise for elderly with the mild cognitive impairment[J]. *Journal of Health Research*, 2019, 33(6):504-516.
- [4] EDMONDS E C, ARD M C, EDLAND S D, *et al.* Unmasking the benefits of donepezil via psychometrically precise identification of mild cognitive impairment: a secondary analysis of the ADCS vitamin E and donepezil in MCI study[J]. *Alzheimer's & Dement*, 2018, 4:11-18.
- [5] HU S L, SHI J T, XIONG W, *et al.* Oxiracetam or fastigial nucleus stimulation reduces cognitive injury at high altitude[J]. *Brain and Behav*, 2017, 7(10):e00762.
- [6] MORAN J M, PEDRERA-ZAMORANO J D. Comments on "efficacy and safety assessment of acupuncture and nimodipine to treat mild cognitive impairment after cerebral infarction: a randomized controlled trial"[J]. *BMC Complement Alternat Med*, 2017, 17(1):119.
- [7] LI S S, ZHANG X J, FANG Q, *et al.* Ginkgo biloba extract improved cognitive and neurological functions of acute ischaemic stroke: a randomised controlled trial[J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2017, 2(4):189-197.
- [8] ARCOVERDE C, DESLANDES A, MORAES H, *et al.* Treadmill training as an augmentation treatment for Alzheimer's disease: a pilot randomized controlled study[J]. *Arq Neuropsiquiatr*, 2014, 72(3):190-196.

- [9] HOFFMANN K, SOBOL N A, FREDERIKSEN K S, *et al.* Moderate-to-high intensity physical exercise in patients with Alzheimer's disease: a randomized controlled trial[J]. *J Alzheimers Dis*, 2016, 50(2):443-453.
- [10] YANG S Y, SHAN C L, QING H, *et al.* The effects of aerobic exercise on cognitive function of Alzheimer's disease patients[J]. *CNS & Neurol Disord Drug Targets*, 2015, 14(10):1292-1297.
- [11] BLONDELL S J, HAMMERSLEY-MATHER R, VEERMAN J L. Does physical activity prevent cognitive decline and dementia?: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies[J]. *BMC Public Health*, 2014, 14(1):510-522.
- [12] STRZELCZYK T A, CUSICK D A, PFEIFER P B, *et al.* Value of the Bruce protocol to determine peak exercise oxygen consumption in patients evaluated for cardiac transplantation[J]. *Am Heart J*, 2001, 142(3):466-475.
- [13] PETERSEN R C, SMITH G E, WARING S C, *et al.* Mild cognitive impairment: clinical characterization and outcome[J]. *Arch-Neurol*, 1999, 56(3):303-308.
- [14] ZHANG L L, ZHAO Y L, SHEN C, *et al.* Can long-term regular practice of physical exercises including Taichi improve finger tapping of patients presenting with mild cognitive impairment?[J]. *Frontiers in Physiology*, 2018, 9:1396.
- [15] WANG J, ZOU Y Z, CUI J F, *et al.* Revision of the Wechsler Memory Scale-fourth edition of Chinese version(adult battery)[J]. *Chin Ment Health J*, 2015, 29(1):53-59.
- [16] TAO J, LIU J, CHEN X L, *et al.* Mind-body exercise improves cognitive function and modulates the function and structure of the hippocampus and anterior cingulate cortex in patients with mild cognitive impairment[J]. *Neuroimage Clin*, 2019, 23:101834.
- [17] LANGONI C D S, RESENDE T L, BARCELLOS A B, *et al.* Effect of exercise on cognition, conditioning, muscle endurance, and balance in older adults with mild cognitive impairment: a randomized control-led trial[J]. *J Geriatr Phys Ther*, 2019, 42(2):E15-E22.
- [18] QI M, ZHU Y, ZHANG L, *et al.* The effect of aerobic dance intervention on brain spontaneous activity in older adults with mild cognitive impairment: a resting-state functional MRI study[J]. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 2019, 17(1):715-722.
- [19] SONG D, YU D S F. Effects of a moderate-intensity aerobic exercise programme on the cognitive function and quality of life of community-dwelling elderly people with mild cognitive impairment: a randomised controlled trial[J]. *International Journal of Nursing Studies*, 2019, 93:97-105.
- [20] WEI X H, JI L L. Effect of handball training on cognitive ability in elderly with mild cognitive impairment[J]. *Neuroscience Letters*, 2014, 566:98-101.
- [21] ZHU Y, WU H, QI M, *et al.* Effects of a specially designed aerobic dance routine on mild cognitive impairment[J]. *Clinical Interventions in Aging*, 2018, 13:1691-1700.
- [22] 刘涛, 白石, 黄悦, 等. 运动干预对轻度认知障碍患者认知水平和脑脊液相关指标的影响[J]. *陕西医学杂志*, 2015, 44(10):1388-1390.
- LIU T, BAI S, HUANG Y, *et al.* Effects of exercise intervention on cognitive level and cerebrospinal fluid related indicators in patients with mild cognitive impairment[J]. *Shaanxi Medical Journal*, 2015, 44(10):1388-1390.
- [23] 刘涛, 郭书庆, 白石. 八段锦对轻度认知障碍患者认知水平的影响[J]. *中国康复理论与实践*, 2018, 24(7):854-859.
- LIU T, GUO S Q, BAI S. Effect of Baduanjin on cognition in patients with mild cognitive impairment[J]. *Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice*, 2018, 24(7):854-859.
- [24] 宋艳丽, 刘伟. 有氧运动操对养老机构轻度认知障碍老人的干预[J]. *中国老年学杂志*, 2019, 39(13):3176-3178.
- SONG Y L, LIU W. Intervention of aerobic exercise on the elderly with mild cognitive impairment in nursing institutions[J]. *Chinese Journal of Gerontology*, 2019, 39(13):3176-3178.
- [25] 孙建平, 唐伟, 王久武. 运动干预对轻度认知障碍患者认知水平和脑脊液相关指标的影响[J]. *家庭医药*, 2016(5):93-94.
- SUN J P, TANG W, WANG J W. Effects of exercise intervention on cognitive level and cerebrospinal fluid related indicators in patients with mild cognitive impairment[J]. *Home Medicine*, 2016(5):93-94.
- [26] 王石艳. 有氧运动对 AD 及 MCI 患者认知和运动功能干预作用的研究[D]. 南京: 南京医科大学, 2015.
- WANG S Y. Effect of aerobic exercise on cognition and motor function in patients with AD and MCI[D]. Nanjing: Nanjing Medical University, 2015.
- [27] 吴含, 王彤, 徐蓉, 等. 有氧舞蹈对轻度认知障碍患者认知和运动功能的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2019, 34(12):1438-1443.
- WU H, WANG T, XU R, *et al.* Effects of aerobic dance on cognitive and motor functions in patients with mild cognitive impairment[J]. *Chinese Journal of Rehabilitation Medicine*, 2019, 34(12): 1438-1443.
- [28] MAASS A, DUZEL S, BRIGADSKI M T, *et al.* Relationships of peripheral IGF-1, VEGF and BDNF levels to exercise-related changes in memory, hippocampal perfusion and volumes in older adults[J]. *Neuroimage*, 2016, 131:142-154.
- [29] DESLANDES A, MORAES H, FERREIRA C, *et al.* Exercise and mental health: many reasons to move[J]. *Neuropsychobiology*, 2009, 59(4):191-198.
- [30] COLCOMBE S J, ERICKSON K I, SCALF P E, *et al.* Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans[J]. *The Journals of Gerontology: Series A*, 2006, 61(11):1166-1170.
- [31] ERICKSON K I, VOSS M W, PRAKASH R S, *et al.* Exercise training increases size of hippocampus and improves memory[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2011, 108(7):3017-3022.
- [32] ERICKSON K I, PRAKASH R S, VOSS M W, *et al.* Aerobic fitness is associated with hippocampal volume in elderly humans[J]. *Hippocampus*, 2009, 19(10):1030-1039.
- [33] PORTO F H, COUTINHO A M, PINTO A L, *et al.* Effects of aerobic training on cognition and brain glucose metabolism in subjects with mild cognitive impairment[J]. *Alzheimer's Dis*, 2015, 46(3):747-760.
- [34] CHOI W, LEE S. Ground kayak paddling exercise improves postural balance, muscle performance, and cognitive function in older adults with mild cognitive impairment: a randomized controlled trial[J]. *Med Sci Monit*, 2018, 24:3909-3915.
- [35] BAKER L D, FRANK L L, FOSTER-SCHUBERT K, *et al.* Effects of a controlled trial of aerobic exercise for mild cognitive impairment: a controlled trial[J]. *Archives of Neurology*, 2010, 67(1): 71-79.

(收稿日期: 2020-06-30; 修回日期: 2021-09-03)

(本文编辑 陈琼)