



不同运动方式对脑卒中患者平衡能力、下肢运动功能及生活质量的影响: 系统综述和Meta分析

李欣鑫

Effects of Different Exercise Modes on Balance, Lower Limb Motor Function and Quality of Life in Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis

引用本文:

李欣鑫. 不同运动方式对脑卒中患者平衡能力、下肢运动功能及生活质量的影响: 系统综述和Meta分析[J]. 上海体育大学学报, 2025, 49(6): 50-69.

LI Xinxin. Effects of Different Exercise Modes on Balance, Lower Limb Motor Function and Quality of Life in Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *Journal of Shanghai University of Sport*, 2025, 49(6): 50-69.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.16099/j.sus.2024.06.23.0001>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

体育参与何以提升中国城镇居民的生活质量?

How Sports Participation Improves the Quality of Life of Chinese Urban Residents

上海体育学院学报. 2022, 46(4): 28-39

运动对阿尔茨海默病患者认知功能干预效果的meta分析

Meta-analysis on the Effect of Exercise on the Cognitive Function of Patients with Alzheimer's Disease

上海体育学院学报. 2020, 44(10): 58-67

本体感觉训练对定向运动员平衡能力、下肢力量以及识图专项技能的影响

Influence of Proprioceptive Training on the Balance Ability, Lower Limb Strength and Map Reading Skills of Orienteers

上海体育大学学报. 2024, 48(12): 92-104

运动干预阿尔茨海默病患者认知功能元分析文献的方法学与证据质量评价

Quality Evaluation and Improvement of Meta-Analysis Literatures on Cognitive Function of Exercise Intervention in Alzheimer's Disease Patients

上海体育学院学报. 2022, 46(5): 19-28

身体活动对血液循环维生素D水平的影响——对观察性和实验性研究的系统综述与meta分析

Effects of Physical Activity on Vitamin D: A Systematic Review and Meta-analysis of Observational and Experimental Studies

上海体育学院学报. 2021, 45(10): 81-96

体育锻炼何以提升农村居民生活质量: 基本事实与潜在机制

How Physical Exercise Improve the Living Quality of Rural Residents: Basic Facts and Potential Mechanisms

上海体育大学学报. 2024, 48(7): 97-108



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

研究综述

不同运动方式对脑卒中患者平衡能力、下肢运动功能及生活质量的影响:系统综述和 Meta 分析

李欣鑫

(首都体育学院 体育教育训练学院, 北京 100191)

摘要: **目的** 系统评价有氧运动、抗阻运动、水中运动及传统健身功法 4 种不同运动方式对脑卒中患者日常活动功能及生活质量的干预效果。 **方法** 在 Cochrane Library、PubMed、Embase、Web of Science、EBSCO、中国生物医学期刊引文数据库 (CMCI) 等数据库进行全面检索, 筛选公开发表的涉及不同运动方式干预脑卒中患者的随机对照试验。使用 RevMan 5.3 软件和 Stata 16.0 软件对纳入的文献进行数据合并分析。 **结果** 最终纳入 60 篇文献, 总样本量为 2 881 人, 其中实验组 1 458 人、对照组 1 423 人。Meta 分析结果显示, 与常规康复疗法相比, 运动能够显著改善脑卒中患者 Berg 平衡量表评分 (BBS) ($SMD=0.88, 95\%CI: 0.71, 1.04, P<0.05$)、6 min 步行距离 (6MWT) ($SMD=0.39, 95\%CI: 0.22, 0.57, P<0.05$)、计时起立—行走测试 (TUGT) ($SMD=-0.63, 95\%CI: -0.82, -0.44, P<0.05$)、Fugl-Meyer 运动功能量表下肢部分 (FMA-L) ($SMD=0.87, 95\%CI: 0.63, 1.10, P<0.05$)、功能性步行分级 (FAC) ($SMD=0.68, 95\%CI: 0.47, 0.90, P<0.05$) 以及患者生活质量相关评分 ($SMD=0.76, 95\%CI: 0.61, 0.90, P<0.05$), 且都具有统计学意义。4 种不同运动方式都能有效提高脑卒中患者的平衡能力、下肢运动功能及生活质量; 此外, 有氧运动对于 6MWT 及 FAC 均有很好的改善效果且优于其他运动。 **结论** 有氧运动、抗阻运动、水中运动及传统健身功法对脑卒中患者的康复均有积极意义, 能有效改善脑卒中患者的平衡能力、下肢运动功能, 提高患者生活质量, 且有氧运动的改善效果更全面。

关键词: 运动; 脑卒中; 平衡能力; 下肢运动功能; 生活质量

中图分类号: G804.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5498(2025)06-0050-20 **DOI:** 10.16099/j.sus.2024.06.23.0001

脑卒中 (Cerebral Stroke) 是全球第二大死亡原因, 也是导致长期残疾的主要原因^[1]。2019 年我国脑卒中新发病例达 394 万例, 超过全球新发病例数的 30%^[2]。脑卒中也被称为脑血管意外 (Cerebral Vascular Accident, CVA), 是脑部血管破裂或阻塞导致血液不能流入大脑, 引起缺氧, 进而导致脑组织损伤的一种急性脑血管疾病^[3]。临床表现为肢体功能障碍、姿势控制异常、肌张力增高等, 同时可能伴有抑郁、焦虑等精神障碍^[4], 严重降低患者平衡能力、下肢运动功能及生活质量, 从而加重家庭及社会的经济负担。

目前, 对于脑卒中患者的治疗多采用常规康复方法, 如 Bobath、Brunnstorm、Rood 等技术。这些方法抑

制异常的原始反射活动, 重建正常的运动模式, 旨在最大限度地恢复运动功能并提高患者的生活质量。但仅用常规康复疗法耗费大量时间、金钱及精力, 且存在起效慢、治疗效果差异大等问题, 因此, 在常规康复治疗基础上辅以运动干预越来越受到广泛关注^[5-6]。运动对脑卒中患者功能恢复具有积极作用。胡旭等^[7]对 20 名脑卒中患者在常规康复治疗基础上增加下肢力量训练, 结果表明其能更有效地改善脑卒中患者下肢运动功能, 提高患者平衡能力。Matsumoto 等^[8]对 60 例脑卒中患者进行为期 12 周的水中运动训练发现, 其下肢运动功能和生活质量得到了显著改善。此外, 太极拳能有效改善脑卒中患者本体感觉, 提高平衡能力并降低跌倒发生

收稿日期: 2024-06-23; 修回日期: 2025-05-31

基金项目: 山西省高等学校人文社科重点研究基地项目 (20200114)

作者简介: 李欣鑫 (ORCID: 0009-0005-6498-1375), 男, 河北唐山人, 首都体育学院副教授, 博士; 研究方向: 体育教育训练学、田径教学训练理论与实践, E-mail: lxx19861007@163.com

率^[9]。不同国家的临床康复指南也推荐在单元康复中加入力量训练和有氧训练,以提高患者的运动功能,增强生活自理能力^[10]。大量国内外文献均采用随机对照试验(Randomized Controlled Trial, RCT)来研究运动对脑卒中患者的干预效果。针对运动恢复的大型干预试验^[11]报告称,受试者的运动表现有所改善,但在大多数试验中,干预组和对照组的改善程度相似。

既有研究存在以下问题:①纳入样本量较少,难以获得具有临床意义的结论,影响了研究结果的推广性和可信度;②大多数研究集中在短期(通常为12周内)效果评估上,对长期效果的观察较少,难以反映运动干预对患者功能恢复的持续性影响;③研究采用的运动方式、频率、强度和持续时间差异较大,难以形成一致的结论。相较之下,Meta分析能够整合多项研究证据,同时探索不同研究之间的异质性,从而改善结果的普适性和科学性,为科研和临床实践提供高质量的证据支持。本文在体医深度融合大背景下,结合运动在脑卒中康复中的应用现状,通过Meta分析的方法系统评价有氧运动、抗阻运动、水中运动及传统健身功法4种运动方式对于脑卒中患者平衡能力、下肢运动功能及生活质量的干预效果,以期对脑卒中患者的临床运动康复提供理论参考依据。

1 研究方法

1.1 文献检索策略

本文的系统评价和Meta分析严格遵守系统评价和Meta分析PRISMA报告指南(2020版)^[12]。通过计算机检索Cochrane Library、PubMed、Embase、Web of Science、EBSCO、中国生物医学期刊引文数据库(CMCI)、中国知网(CNKI)、万方数据知识服务平台(Wanfang)和维普中文期刊全文数据库(VIP)^[13]等数据库中公开发表的运动锻炼对于脑卒中患者干预效果的RCTs,检索时间段为从各数据库建立到2024年9月20日。以主题词加自由词进行检索,英文检索词为stroke、apoplexy、hemiparesis、cerebrovascular disease、brain vascular accident、aerobic exercise、Tai Chi、Baduanjin、aquatic exercise、aquatic therapy、underwater exercise、hydrotherapy、water treatment、resistance exercise、weight lifting exercise、strength exercise等,中文检索词为脑卒中、脑中风、脑梗死、有氧运动、太极、八段锦、水中运动疗法、抗阻运动等。在此基础上查

看相关文献的参考文献,查缺补漏。

1.2 文献纳入和排除标准

文献类型:针对脑卒中患者进行运动干预的RCTs。
干预措施:对照组的脑卒中患者仅接受常规康复治疗,而实验组在常规康复治疗的基础上增加不同的运动疗法干预,运动类型包括有氧运动、水中运动、中国传统健身功法和抗阻运动。纳入标准:①受试者为脑卒中患者,英文文献中受试者符合WHO 1978年制定的诊断标准^[14],中文文献中受试者符合1996年全国第四届脑血管会议修订的诊断标准^[15]且病情处于稳定期,即发病后1周至1个月,病情趋于稳定或略有改善,脑组织的损伤逐渐显现,可能伴随水肿或炎症反应,可以进行早期物理治疗(PT)和职业治疗(OT)等康复措施;②受试者年龄超过18岁;③受试者病情处于非急性期(Brunnstrom II-VI期),病情在实验期内未发生急性加重;④纳入文献均为探讨运动锻炼对脑卒中患者干预效果的研究,而非预防性研究;⑤受试者无认知或言语障碍(简易精神状态检查量表评分大于24分),能够自主参加运动锻炼。排除标准:①多次发表及重复发表的文章;②研究设计方案不严谨,文章质量较低的非RCT研究;③无法获取完整全文的文章;④缺乏所需结局指标的文章;⑤动物实验研究。结局指标:①平衡能力,以Berg平衡量表(Berg Balance Scale, BBS)为评价标准^[16];②下肢运动功能,以6 min步行距离(Six Minute Walk Test, 6MWT)、计时起立—行走测试(Timed Up-and-go Test, TUGT)、简式Fugl-Meyer运动功能量表(Fugl-Meyer Assessment, FMA)下肢部分(FMA-L)、功能性步行分级(Functional Ambulation Category Scale, FAC)为评价标准^[17];③生活质量,以改良Barthel指数(Modified Barthel Index, MBI)、医学结局研究简明调查问卷(Medical Outcomes Study Short Form 36, SF-36)、简明健康测量量表(Short Form Health Survey 12, SF-12)评价为主。

1.3 文献筛选与数据提取

由2名研究者独立进行文献筛选,并进行交叉复核。首先按照纳入排除标准以及事先编制好的数据提取表进行文献预筛选和预提取,对在此过程中出现的分歧进行统一,减少人为误差,提高文献筛选质量。若仍出现筛选文献不一致的情况,则对其进行记录并讨论,如讨论无果,则邀请第3名研究者进行讨论和判断,最终达成一致意见。在筛选文献时,首先阅读文章

献。剔除重复文献后, 剩余 4 267 篇。通过阅读文献题目和摘要, 剔除 2 342 篇与研究主题无关的文章。进一步仔细阅读全文后, 排除了 1 642 篇研究方案不严谨、结局指标不相关或实验数据不完整的文献。经过 2 名研究者独立筛选和共同商议, 最终纳入 60 篇文献, 样本量达 2 881 例(图 2)。

2.2 纳入文献的基本特征

在纳入研究的 60 篇文献中, 英文文献 27 篇, 中文文献 33 篇, 受试者共 2 881 例, 实验组 1 458 例, 对照组 1 423 例。按实验组干预方式进行分类, 包括有氧运动 15 篇, 抗阻运动 21 篇, 水中运动 15 篇, 传统健身功法 9 篇。使用改良 Jadad 评分量表对文献进行质量评分(表 1), 结果显示, 28 篇文献为中等质量、2 篇为高质量、30 篇为低质量。

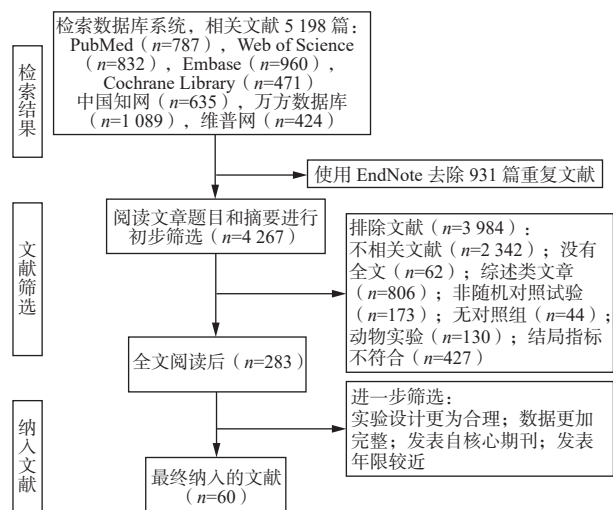


图 2 文献筛选流程

Figure 2 Literature screening flow chart

表 1 纳入文献的基本特征

Table 1 Characteristics of the included literatures

文献信息	受试者信息		干预措施					结局指标	Jadad评分
	年龄	n(男/女)	运动方式	运动类型	运动时间/ (min·次 ⁻¹)	运动频率/ (次·周 ⁻¹)	干预时 间/周		
李莺等 ^[20] (2014)	E: 73.32±7.58 C: 73.39±8.58	28(14/14) 28(14/14)	奥塔戈运动 ^[21]	有氧运动	60	3	16	①	3
Tang等 ^[22] (2009)	E: 64.7±3.6 C: 65.7±2.3	18(11/7) 18(11/7)	有氧运动	有氧运动	30	3	24	②	3
Globas等 ^[23] (2012)	E: 68.6±6.7 C: 68.7±6.1	18(14/4) 18(13/5)	跑步机有氧运动	有氧运动	30~50	3	12	①②⑥	4
王文清等 ^[24] (2008)	E: 54.2±10.9 C: 55.5±10.7	20(13/7) 20(14/6)	步行运动	有氧运动	15~30	5	6	⑤	2
赵秋云等 ^[25] (2018)	E: 65.3±8.1 C: 63.7±9.6	18(12/6) 18(11/7)	步行运动	有氧运动	30	10	4	④⑤	2
Moore等 ^[26] (2015)	E: 68±8 C: 70±11	20(18/2) 20(16/4)	社区锻炼	有氧运动	45~60	3	19	①②	3
Outermans等 ^[27] (2010)	E: 56.8±8.6 C: 56.3±8.6	22(19/3) 21(17/4)	步行运动	有氧运动	45	3	4	①②	3
Hornby等 ^[28] (2016)	E: 57±12 C: 60±9.2	15(12/3) 17(12/5)	步行运动	有氧运动	60	4~5	10	①②⑥	3
李萍等 ^[29] (2017)	E: 55.4±8.0 C: 56.2±8.2	36(22/14) 36(24/12)	有氧运动功率自行车	有氧运动	30	3	12	④	2
Kim等 ^[30] (2012)	E: 52.5±11.72 C: 53.4±12.11	10(N) 10(N)	慢跑、快走	有氧运动	60	3	4	①③	3
Macko等 ^[31] (2005)	E: 63±10 C: 64±8	32(22/10) 29(21/8)	跑步机有氧运动	有氧运动	40	3	24	②	3
Pang等 ^[32] (2005)	E: 65.8±9.1 C: 64.7±8.4	32(19/13) 31(18/13)	有氧运动	有氧运动	60	3	19	①②	3
Toledano-Zarhi等 ^[33] (2011)	E: 65±10 C: 65±12	14(11/3) 14(10/4)	有氧运动	有氧运动	35~55	2	6	②	4
梁丰等 ^[34] (2018)	E: 67.47±1.38 C: 68.31±2.13	30(23/7) 30(21/9)	普拉提运动	有氧运动	未明确表示	6	10	①③④	2
冯宏然 ^[35] (2020)	E: 53.11 ± 7.93 C: 55.73 ± 6.81	53(30/23) 52(27/25)	有氧运动	有氧运动	50	6	4	④⑥	3
姚晓岚等 ^[36] (2015)	E: 60.10±10.20 C: 61.30±8.40	40(22/18) 40(24/16)	核心力量训练	抗阻运动	45	5	12	⑥	3
Saeyns等 ^[37] (2012)	E: 61.94±13.83 C: 61.07±9.01	18(9/9) 15(8/7)	Truncal Exercise	抗阻运动	30	4	8	①⑤	2
Yang等 ^[38] (2006)	E: 56.8±10.2 C: 60.0±10.4	24(16/8) 24(16/8)	渐进式阻力力量训练	抗阻运动	30	3	4	②③	3
Flansbjerg等 ^[39] (2008)	E: 61±5 C: 60±5	15(9/6) 9(5/4)	渐进式阻力训练	抗阻运动	90	2	10	②③	3

续表 1

文献信息	受试者信息		干预措施					结局指标	Jadad评分
	年龄	n(男/女)	运动方式	运动类型	运动时间/ (min·次 ⁻¹)	运动频率/ (次·周 ⁻¹)	干预时 间/周		
Lee等 ^[40] (2008)	E: 62.9±9.3 C: 65.3±6.0	12(8/4) 12(6/6)	渐进式抗阻运动	抗阻运动	30	3	12	②	3
靳亚鲁等 ^[41] (2018)	E: 50.33±9.44 C: 44.4±7.02	30(16/14) 30(16/14)	抗阻迈步训练	抗阻运动	30	5	8	③⑤	2
李岩等 ^[42] (2019)	E: 55.43±8.12 C: 54.30±9.32	25(13/12) 24(14/10)	四肢联动抗阻训练	抗阻运动	30~50	5	8	①④⑤	2
李辉等 ^[43] (2013)	E: 48.4±2.3 C: 50.2±8.4	26(14/12) 24(11/13)	躯干肌抗阻训练	抗阻运动	20	10	6	①④	2
欧阳迎等 ^[44] (2015)	E: 60.64±6.39 C: 58.43±7.87	22(17/5) 21(16/5)	核心肌群训练	抗阻运动	60	3	7	②③	2
张勃等 ^[45] (2014)	E: 65.13±5.38 C: 62.36±6.43	20(12/8) 20(13/7)	核心稳定性训练	抗阻运动	40	5	6	①③④⑤	2
李俊等 ^[46] (2015)	E: 59.10±12.56 C: 58.30±16.47	30(19/11) 30(13/17)	核心肌训练	抗阻运动	40	6	8	①	2
席建明等 ^[47] (2011)	E: 63.1±12.2 C: 61.8±11.6	20(12/8) 20(13/7)	核心力量训练	抗阻运动	40	5	6	①	2
付常喜等 ^[48] (2016)	E: 59.7±7.6 C: 60.3±8.4	30(19/11) 30(18/12)	核心稳定性训练	抗阻运动	40	6	6	①⑤	2
张微峰等 ^[49] (2016)	E: 49.36±10.62 C: 48.40±10.78	30(18/12) 30(21/9)	核心稳定性训练	抗阻运动	20	10	6	④	2
梁天佳等 ^[50] (2012)	E: 56.33±9.46 C: 55.62±9.98	34(22/12) 34(20/14)	核心稳定性训练	抗阻运动	60	5	6	④⑥	2
沈怡等 ^[51] (2013)	E: 59.23±12.85 C: 58.18±13.16	40(21/19) 40(23/17)	核心稳定性训练	抗阻运动	30	10	4	①⑤	2
刘娇艳 ^[52] (2014)	E: 63.7±10.9 C: 63.2±9.9	53(27/26) 52(31/21)	核心肌群训练	抗阻运动	15	5	4	①⑥	2
曾智本等 ^[53] (2016)	E: 56.5±6.2 C: 54.8±5.6	40(21/19) 40(22/18)	核心力量训练	抗阻运动	45	6	6	①⑥	2
Cabanas-Valdés等 ^[54] (2016)	E: 74.92±10.70 C: 75.69±9.40	40(21/19) 39(18/21)	核心稳定性训练	抗阻运动	75	5	5	①⑥	3
李年贵等 ^[55] (2005)	E: 55.8±7.2 C: 54.6±8.4	32(19/13) 32(21/11)	抗阻训练	抗阻运动	30	14	6	④⑥	2
何予工等 ^[56] (2012)	E: 57.81±11.22 C: 55.92±12.75	30(19/11) 30(17/13)	下肢抗阻训练	抗阻运动	15	6	4	①③	2
Chu等 ^[57] (2004)	E: 61.9±9.4 C: 63.4±8.4	7(6/1) 5(5/0)	Water-Based Exercise	水中运动	60	3	8	①	2
Ku等 ^[58] (2020)	E: 55±7.3 C: 52.5±6.3	10(7/3) 10(7/3)	Ai Chi	水中运动	60	3	6	①④	4
Tripp等 ^[59] (2014)	E: 64.8±15.0 C: 65.0±15.1	14(9/5) 16(10/6)	Halliwick-Therapy	水中运动	45	3	2	①⑤	4
Kim等 ^[60] (2016)	E: 69.1±3.2 C: 68.0±3.1	10(5/5) 10(5/5)	Aquatic Dual-Task Training	水中运动	30	5	6	③	4
Kim等 ^[61] (2015)	E: 69.1±3.2 C: 68.0±3.1	10(5/5) 14(12/2)	Aquatic Lower Extremity Training	水中运动	30	5	6	③	5
Zhu等 ^[62] (2016)	E: 56.6±6.9 C: 57.1±8.6	14(12/2) 14(10/4)	Aquatic Exercises	水中运动	45	5	4	①③	4
Lee等 ^[63] (2018)	E: 57.58±13.98 C: 63.67±11.37	19(9/10) 18(10/8)	Aquatic Treadmill Exercise	水中运动	30	5	4	①④⑥	5
王轶钊等 ^[64] (2013)	E: 41.5±17.6 C: 41.4±15.3	10(10/0) 10(10/0)	水中运动	水中运动	45	3~4	4	④⑤	2
Eyvaz等 ^[65] (2018)	E: 58.5±6.27 C: 58.3±5.43	30(12/18) 30(17/13)	Water-Based Exercise	水中运动	60	3	6	①③⑥	4
Han等 ^[66] (2018)	E: 59.40±14.25 C: 62.40±12.72	10(6/4) 10(6/4)	Aquatic Treadmill Exercise	水中运动	30	5	6	②⑥	4
曾明等 ^[67] (2019)	E: 63.18±9.47 C: 61.10±12.32	17(9/8) 16(10/6)	水中平板步行运动	水中运动	45	5	6	①③	2
王俊等 ^[68] (2015)	E: 45.6±13.3 C: 45.9±13.7	30(22/8) 30(20/10)	水中平板步行运动	水中运动	20	5	4	②④⑤	2
王莉等 ^[69] (2014)	E: 48.56±5.26 C: 51.65±4.91	30(22/8) 30(20/10)	水中平板步行运动	水中运动	30	5	6	①④	2
Cha等 ^[70] (2017)	E: 64.0±12.1 C: 63.3±12.1	11(6/5) 11(7/4)	Bad Ragaz Ring Method	水中运动	30	3	6	③	4

续表 1

文献信息	受试者信息		干预措施					结局指标	Jadad评分
	年龄	n(男/女)	运动方式	运动类型	运动时间/ (min·次 ⁻¹)	运动频率/ (次·周 ⁻¹)	干预时 间/周		
Kim等 ^[71] (2015)	E: 65.9±6.2	10(5/5)	Aquatic Lower Extremity Training	水中运动	30	5	6	③	4
谢蓓菁等 ^[72] (2019)	C: 64.1±3.6	10(5/5)	八段锦	中国传统健身功法	50	5	3	①②⑥	2
	E: 51.10±12.92	20(13/7)							
付常喜等 ^[73] (2016)	C: 53.95±13.00	20(12/8)	太极拳	中国传统健身功法	40	6	8	①⑤	2
	E: 59.7±7.6	30(19/11)							
刘体军等 ^[74] (2009)	C: 60.3±8.4	30(18/12)	太极拳	中国传统健身功法	30	7	12	①	2
	E: 52.13±14.13	24(14/10)							
周祖刚 ^[75] (2013)	C: 53.51±12.63	24(11/13)	太极步态运动	中国传统健身功法	40	10	6	④⑥	3
	E: 62.6±5.7	34(20/14)							
王芃斌等 ^[76] (2016)	C: 63.3±6.0	32(22/10)	太极云手	中国传统健身功法	60	5	12	①	2
	E: 60.71±7.32	14(9/5)							
Au-Yeung等 ^[77] (2009)	C: 58.56±8.52	16(14/2)	太极拳	中国传统健身功法	未明确表示	未明确表示	12	③	4
	E: 61.7±10.5	59(33/26)							
Kim等 ^[78] (2015)	C: 65.9±10.7	55(33/22)	太极拳	中国传统健身功法	60	2	6	③⑥	3
	E: 53.45±11.54	11(7/4)							
杨慧馨等 ^[79] (2016)	C: 55.18±10.20	11(6/5)	太极拳	中国传统健身功法	40	5	8	①④	2
	E: 51.43±15.63	28(17/9)							
何静等 ^[80] (2022)	C: 54.85±11.85	21(14/7)	太极拳	中国传统健身功法	30	6	4	①④	4
	E: 62.96±8.98	26(20/6)							
	C: 62.50±10.73	29(23/6)							

注: E表示实验组, C表示对照组, N表示文献中未提及; 结局指标①表示BBS, ②表示6MWT, ③表示TUGT, ④表示FMA-L, ⑤表示FAC, ⑥表示生活质量。

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 不同运动方式干预对脑卒中患者 BBS 的 Meta 分析

在纳入研究的 60 篇文献中, 有 34 篇用 BBS 评估运动对于脑卒中患者平衡功能的影响, 共 1 648 例患者 (实验组 833 例, 对照组 815 例)。使用固定效应模型进行分析, 异质性检验结果显示 $I^2=56\%$ 。使用随机效应模型进行 Meta 分析, 结果显示, 与常规康复相比, 运动干预 (SMD=0.86, 95%CI: 0.71, 1.02, $P<0.000\ 01$) 能有效提高脑卒中患者的 BBS 得分 (图 3)。

为了准确判断异质性的来源, 通过敏感性分析逐个剔除所纳入的研究, 评估每个研究对脑卒中患者 BBS 评分的影响。结果显示, 剔除任何单个研究对 BBS 评分的异质性影响均较小。在传统漏斗图中, 顶部呈现良好的左右对称分布, 但在底部呈现不对称的小样本研究偏倚, 因此不排除存在一定的发表偏倚。从干预周期、训练频率、受试者年龄、发表年限、受试者人数和单次训练时间等 6 个方面进行 Meta 回归分析。结果发现, 训练频率、受试者年龄、发表年限、受试者人数和单次训练时间对异质性无显著影响, 而干预周期是异质性的显著影响因素, 并且具有统计学意义 ($P<0.000\ 01$) (表 2)。进一步分析发现, 当训练周期低于 12 周时, 运动对脑卒中患者 BBS 的改善可能会受到影响。因此, 进一步对于干预周期和效应量进行线

性回归分析, 结果显示 $R^2=0.01$, $P=0.582$, 表明两者之间不具有显著的剂量效应关系。

在 34 篇文献中有 8 篇运动类型为有氧运动、12 篇为抗阻运动、8 篇为水中运动、6 篇为传统健身功法。如图 4 所示, 根据运动方式的不同进行亚组分析, 结果表明, 有氧运动、抗阻运动、水中运动、传统健身功法都能有效提高脑卒中患者 BBS 水平, 且都具有统计学意义 ($P<0.000\ 01$)。这表明脑卒中患者可以通过有效且符合自身身体水平的体育活动来提高和加强其平衡能力。值得注意的是, 在亚组分析中, 组间差异较大 ($I^2=81.1\%$), 这是由于每种运动对患者机体的影响不同。有氧运动主要改善心肺功能, 增强耐力和活动能力; 抗阻运动能够增强肌力, 特别是患侧肢体的肌肉力量, 这对于改善患者的平衡能力起到至关重要的作用, 观察各组的效应值 Z 也能发现, 抗阻运动对于患者的 BBS 改善最佳; 水中运动能够减轻关节负担, 适合肢体瘫痪较重或有运动限制的患者; 中国传统健身功法强调身心结合, 一定的冥想或意识引导有助于减轻心理压力, 调节自主神经功能, 间接改善心血管功能。虽然各组之间有一定差异, 但在合并分析中差异较小, 结果相对稳定。

2.3.2 不同运动方式干预对脑卒中患者 6MWT 的 Meta 分析

在纳入研究的 60 篇文献中有 15 篇报告了运动对

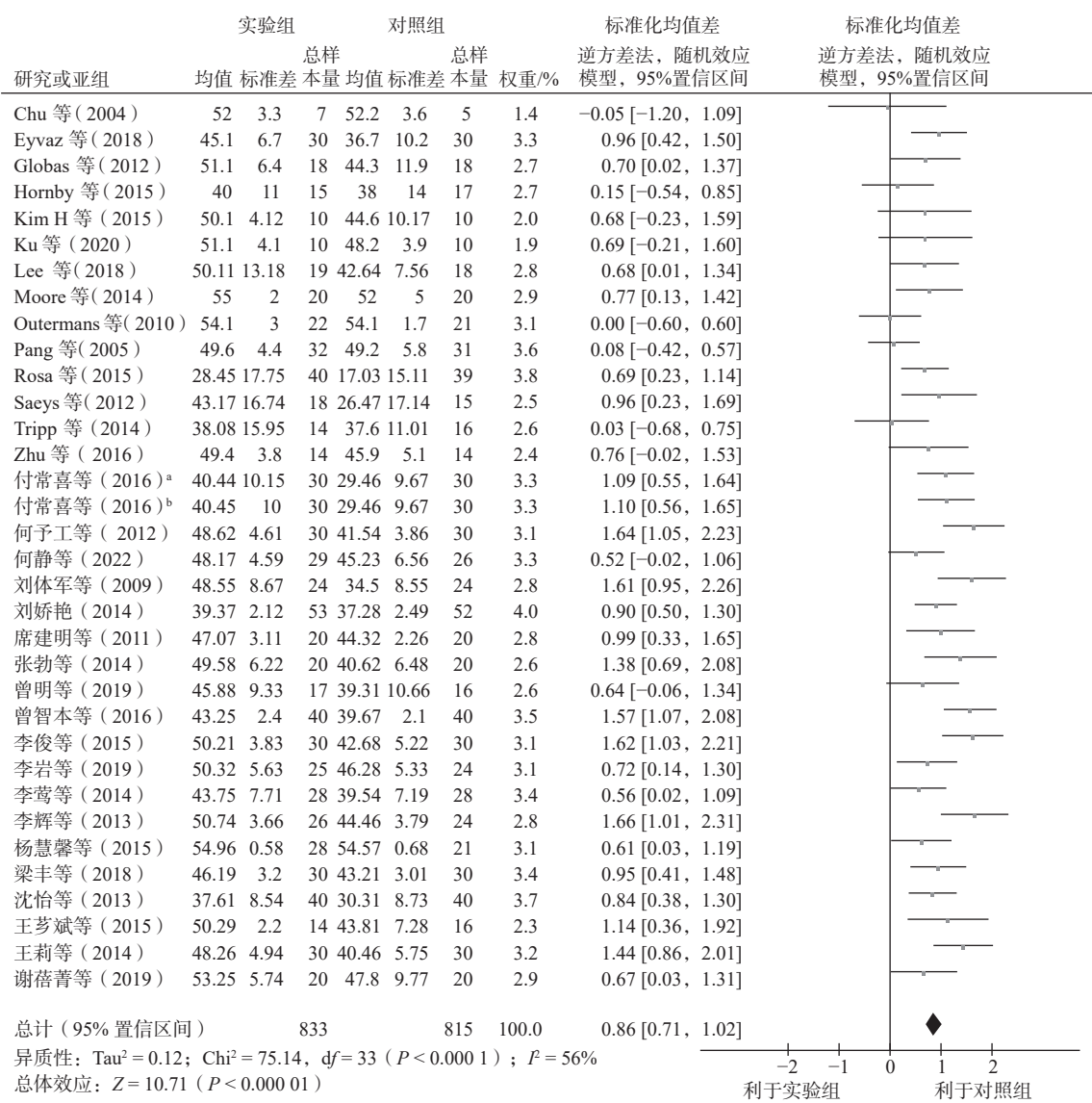


图 3 不同运动疗法对脑卒中患者 BBS 影响的森林图

Figure 3 Forest diagram of the influence of exercise on BBS of stroke patients

注: a 对应参考文献 [73], b 对应参考文献 [48]。

表 2 影响脑卒中患者 BBS 的异质性因素

Table 2 Heterogeneous factors affecting BBS in stroke patient

研究特征	回归系数	95%CI	t	P
干预周期	-0.762 476	-8.477, 11.022	0.39	<0.000 1
训练频率	-7.045 686	-16.104, 6.034	-1.64	0.264
受试者年龄	-5.743 128	-16.756, 10.087	-0.60	0.636
发表年限	-0.896 971	-24.725, 24.546	-0.01	0.991
受试者人数	4.906 877	-2.573, 2.365	2.07	0.226
单次训练时间	1.046 971	-4.918, 7.012	0.55	0.316

于脑卒中患者 6MWT 的影响, 共 598 例患者(实验组 304 例, 对照组 294 例)。采用固定效应模型进行 Meta 分析, 异质性检验结果显示 $I^2=10\%$ 。结果(图 5)显示, 与常规康复相比, 运动干预($\text{SMD}=0.39$, $95\%\text{CI}$: $0.22, 0.57$, $P<0.0001$)能有效增加脑卒中患者 6MWT。

在 15 篇文献中有 8 篇有氧运动、4 篇抗阻运动、2 篇水中运动、1 篇传统健身功法。根据运动方式的不同进行亚组分析, 结果表明, 有氧运动、抗阻运动、水中运动及传统健身功法都能有效增加脑卒中患者 6MWT, 但是仅有有氧运动($\text{SMD}=0.52$, $95\%\text{CI}$: $0.30, 0.74$, $P<0.05$)和传统健身功法($\text{SMD}=0.70$, $95\%\text{CI}$: $0.06, 1.34$, $P<0.05$)具有统计学意义, 抗阻运动以及水中运动无显著性差异($P>0.05$)(图 6)。因此, 可以通过科学、有规律的有氧运动及传统健身功法来增加脑卒中患者的 6MWT。

2.3.3 不同运动方式干预对脑卒中患者 TUGT 的 Meta 分析

在纳入研究的 60 篇文献中有 17 篇报告了运动对

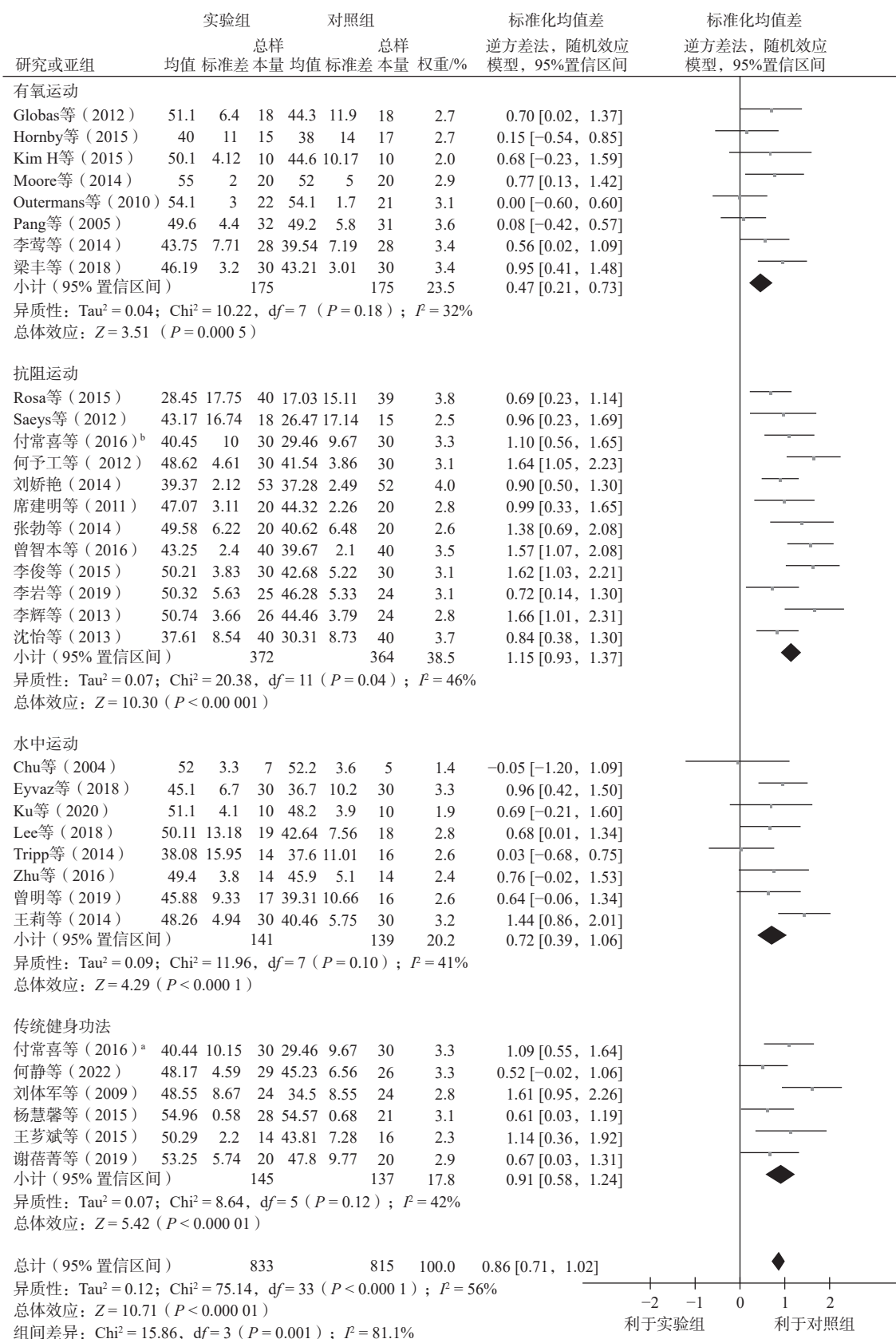


图 4 对脑卒中患者 BBS 影响的亚组分析森林图

Figure 4 Forest diagram of subgroup analysis on BBS of stroke patients

注: a 对应参考文献 [73], b 对应参考文献 [48]。

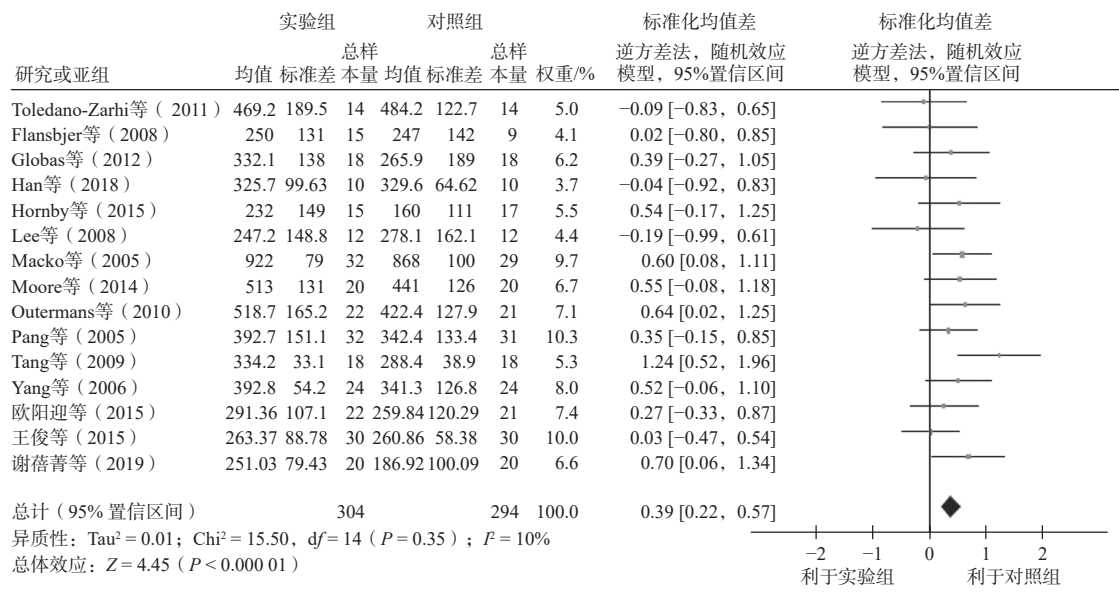


图 5 不同运动疗法对脑卒中患者 6MWT 影响的森林图

Figure 5 Forest diagram of the effect of exercise on 6MWT of stroke patients

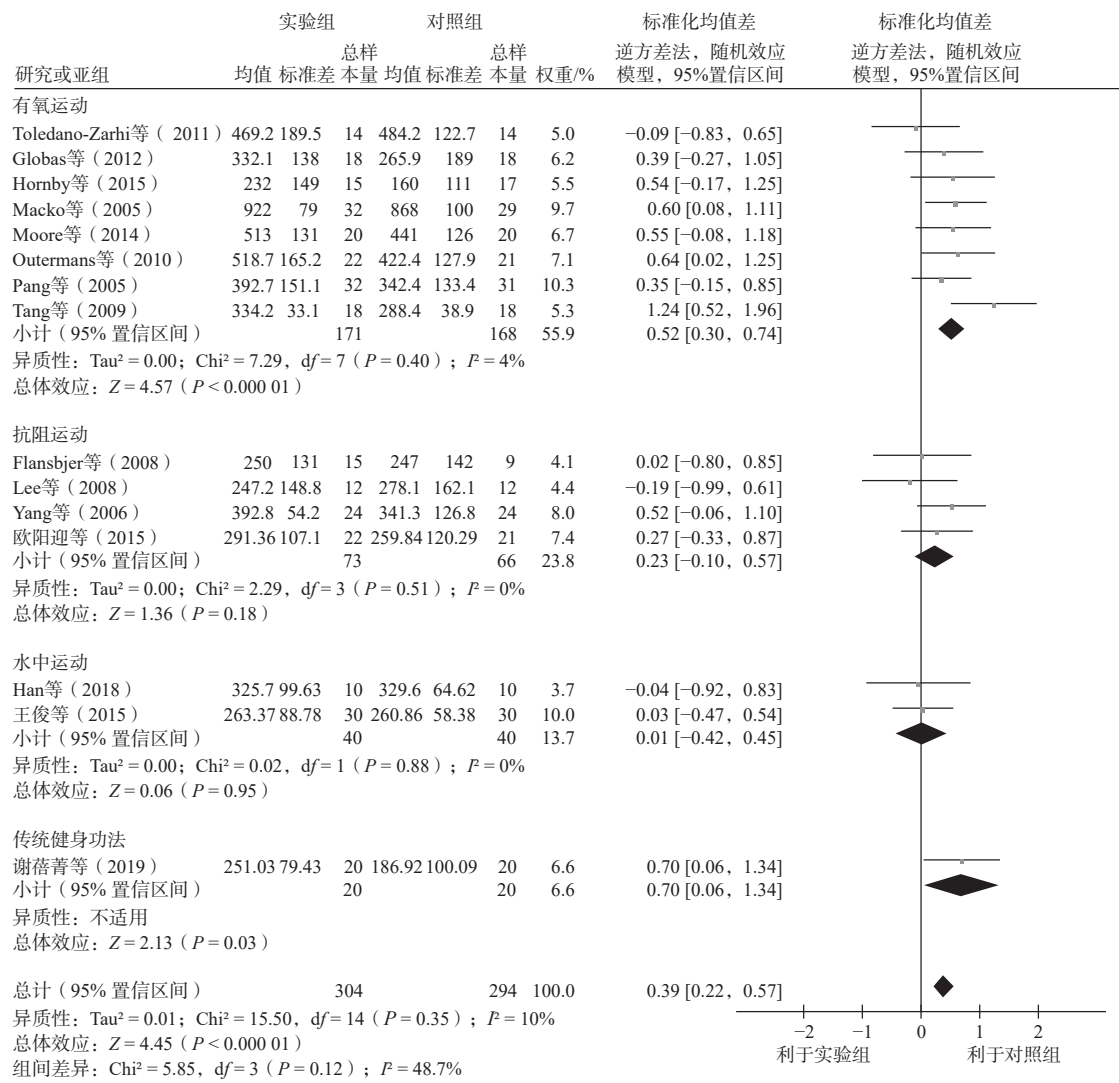


图 6 对脑卒中患者 6MWT 影响的亚组分析森林图

Figure 6 Forest diagram of subgroup analysis on 6MWT in stroke patients

于脑卒中患者 TUGT 的影响,共 694 例患者(实验组 353 例,对照组 341 例)。采用固定效应模型进行数据合并,异质性检验结果显示 $I^2=29\%$ 。结果如图 7 所示,

与常规康复治疗相比,运动干预($SMD=-0.52$, $95\%CI: -0.74, -0.30$, $P<0.000\ 01$)能有效提高脑卒中患者的 TUGT 水平。

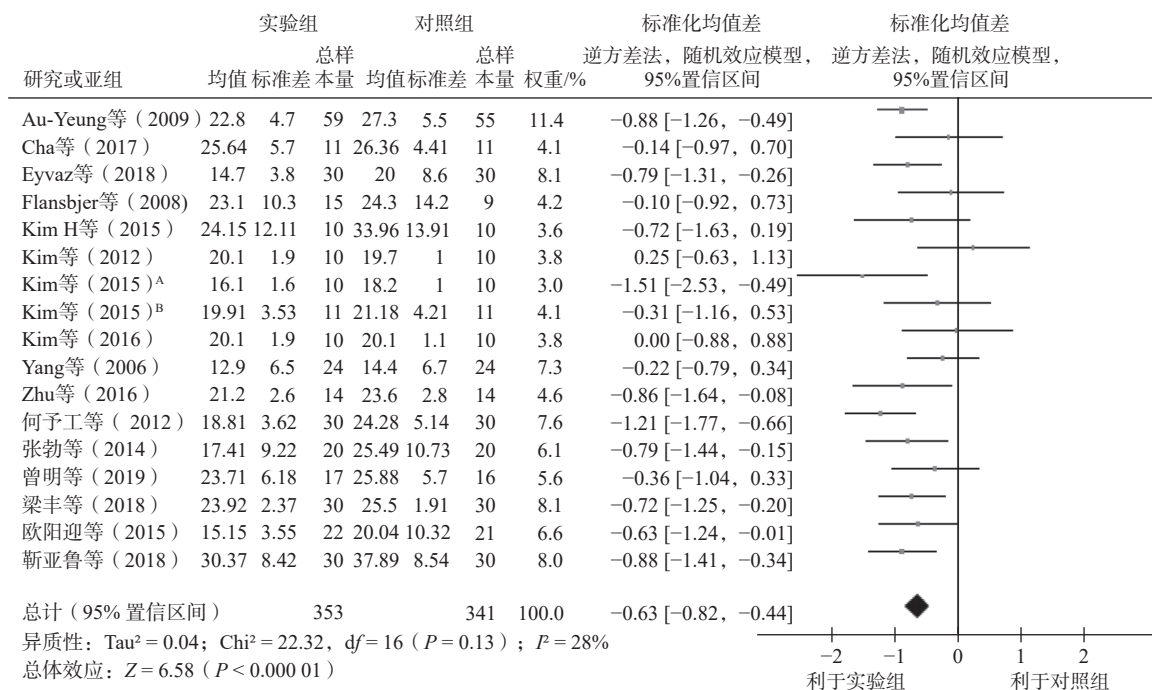


图 7 不同运动疗法对脑卒中患者 TUGT 影响的森林图

Figure 7 Forest diagram of the effect of exercise on TUGT in stroke patients

注: A 对应参考文献 [71], B 对应参考文献 [78]。

在 17 篇文献中有氧运动 2 篇、抗阻运动 6 篇、水中运动 7 篇、传统健身功法 2 篇。根据不同运动疗法进行亚组分析,结果表明,有氧运动、抗阻运动、水中运动和传统健身功法能有效提高脑卒中患者的 TUGT 水平,且均具有显著性差异($P<0.000\ 01$)。因此,规律性的、科学化的有氧运动、抗阻运动、水中运动及传统健身功法能提高脑卒中患者的定时起立-行走时间(图 8)。

2.3.4 不同运动方式干预对脑卒中患者 FMA-L 的 Meta 分析

在纳入的 60 篇文献中有 18 篇报告了运动对脑卒中患者 FMA-L 的影响,共 973 例患者(实验组 494 例,对照组 479 例)。使用固定效应模型进行分析,异质性检验结果显示 $I^2=63\%$,因此采用随机效应模型进行 Meta 分析。结果(图 9)显示,与常规康复相比,运动干预($SMD=0.85$, $95\%CI: 0.62, 1.07$, $P<0.000\ 01$)能有效提高脑卒中患者的 FMA-L 水平。

为了准确判断异质性的来源,通过敏感性分析逐个剔除纳入的研究,评估每个研究对脑卒中患者 FMA-L

的影响。结果显示,剔除任何单个研究对 FMA-L 的异质性影响均较小。在传统漏斗图中,中部呈现良好的左右对称分布,但在底部呈现不对称的小样本研究偏倚,因此不排除存在一定的发表偏倚。随后,从以下 6 个方面进行 Meta 回归分析,包括干预周期、训练频率、受试者年龄、发表年限、受试者人数和单次训练时间。结果(表 3)显示,只有发表年限是显著的异质性来源,且具有统计学意义($P=0.002$)。对纳入文献的发表年限进行回顾发现,绝大部分研究发表时间集中在 2010—2020 年,且发表年限更早的研究发现其对于患者 FMA-L 的治疗效果更佳。综上所述,发表年限为主要的异质性来源,这也是导致合并分析时 I^2 较高的原因。

在 19 篇文献中有 4 篇研究了有氧运动、6 篇研究了抗阻运动、5 篇研究了水中运动、4 篇研究了传统健身功法。根据不同运动方式进行亚组分析,结果显示,有氧运动、抗阻运动、水中运动和传统健身功法均能显著提高脑卒中患者的 FMA-L 评分,且具有统计学意义($P<0.000\ 1$)。组间无显著差异($I^2=0\%$),表明脑卒中

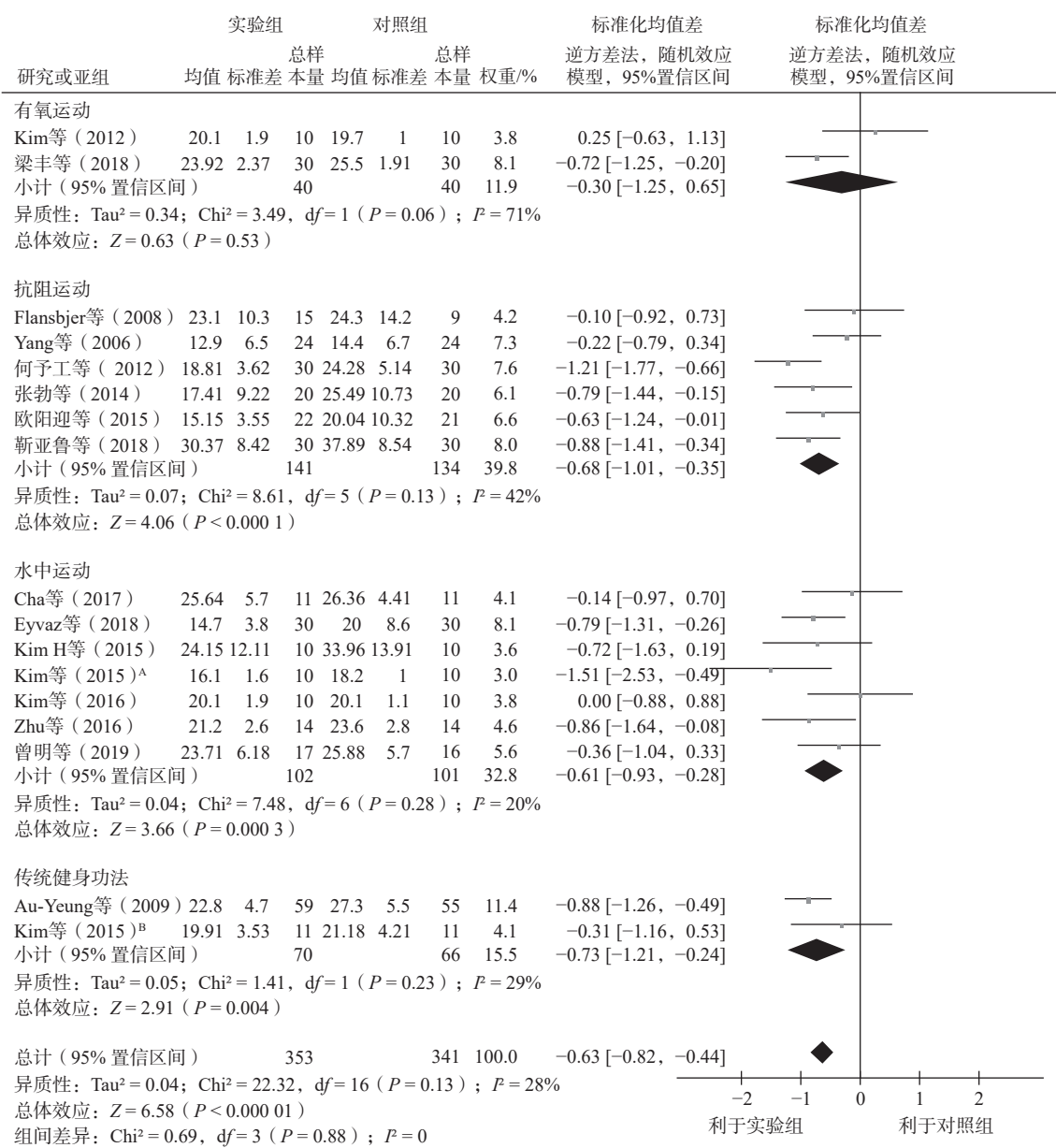


图 8 对脑卒中患者 TUGT 影响的亚组分析森林图

Figure 8 Forest diagram of subgroup analysis on TUGT in stroke patients

注: A 对应参考文献 [71], B 对应参考文献 [78]。

患者可通过有氧运动、抗阻运动、水中运动或传统健身功法提高 FMA-L 评分。

2.3.5 不同运动方式干预对脑卒中患者 FAC 的 Meta 分析

在纳入研究的 59 篇文献中有 12 篇文献报告了运动对于脑卒中患者 FAC 的影响, 共 568 例患者(实验组 285 例, 对照组 283 例)。采用固定效应模型进行 Meta 分析, 异质性检验结果显示 $I^2=33\%$ 。分析结果(图 10)显示, 与常规康复相比, 运动干预($SMD=0.68$, $95\%CI: 0.47, 0.90$, $P<0.00001$)能有效提高脑卒中患者的 FAC 水平。

在 12 篇文献中有 2 篇研究了有氧运动、6 篇研究了抗阻运动、3 篇研究了水中运动、1 篇研究了传统健身功法。根据不同的运动方式进行亚组分析, 结果显示, 有氧运动、水中运动、传统健身功法和抗阻运动都能有效提高脑卒中患者的 FAC 水平。然而, 仅有氧运动($SMD=0.86$, $95\% CI: 0.39, 1.34$, $P=0.0003$)和抗阻运动($SMD=0.80$, $95\% CI: 0.51, 1.09$, $P<0.00001$)具有统计学意义, 而水中运动和传统健身功法无显著统计学意义(图 11)。FAC 主要考察的是患者的步行能力, 对于上述几种运动而言, 其在康复目标上具有一致性, 因此各组间差异较小($I^2=27.1\%$)。

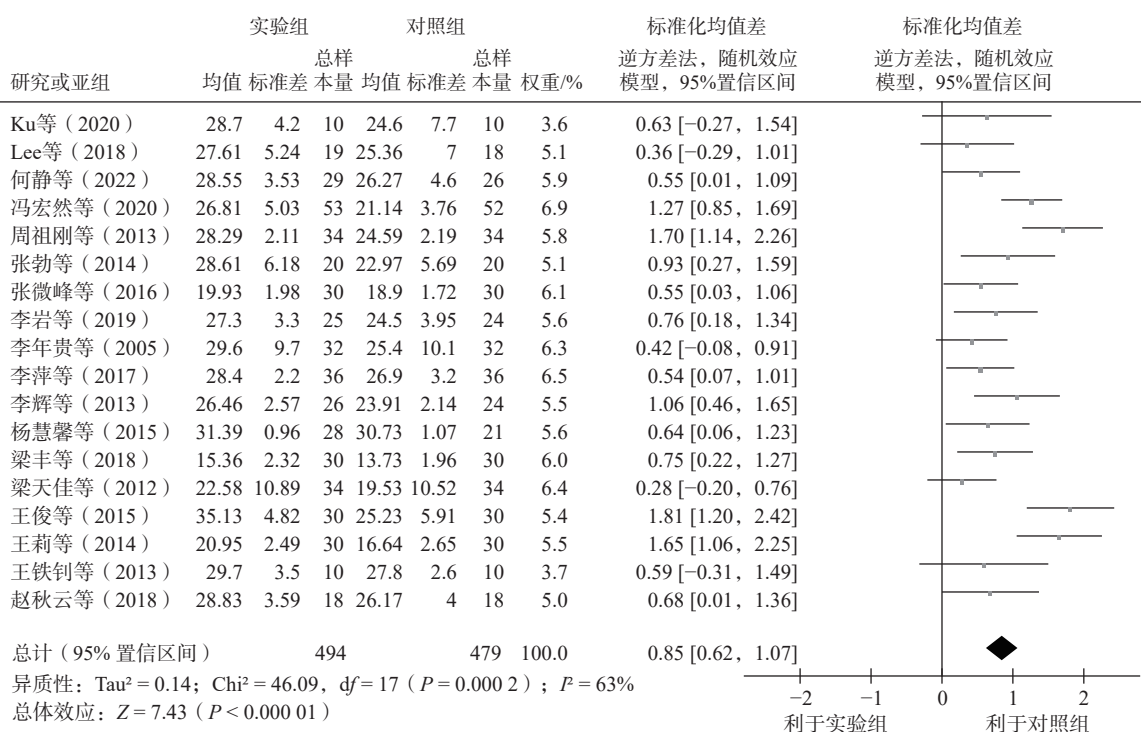


Figure 9 Forest diagram of the effect of exercise on FMA-L in stroke patients

表 3 影响脑卒中患者 FMA-L 的异质性因素
Table 3 Heterogeneous factors affecting FMA-L in stroke patients

研究特征	回归系数	95%CI	t	P
干预周期	-0.445 372	-23.157, 20.233	-0.09	0.872
训练频率	-2.188 964	-23.067, 23.652	-0.53	0.773
受试者年龄	-3.349 735	-30.460, 23.761	-0.63	0.689
发表年限	2.374 590	-11.116, 16.665	0.55	0.002
受试者人数	1.723 809	-18.875, 22.323	0.44	0.728
单次训练时间	4.675 169	-15.978, 16.907	0.07	0.861

2.3.6 不同运动方式干预对脑卒中患者生活质量的 Meta 分析

在纳入的 59 篇文献中有 15 篇报告了运动对于脑卒中患者生活质量的影响, 共 896 例患者(实验组 449 例, 对照组 447 例)。采用固定效应模型进行 Meta 分析, 异质性检验结果显示 $I^2=9\%$ 。分析结果(图 12)显示, 与常规康复相比, 不同运动干预($\text{SMD}=0.76$, $95\%\text{CI}: 0.61, 1.49$, $P<0.000\ 01$)能有效提高脑卒中患者的 FAC 水平。

在 15 篇文献中有 3 篇研究了有氧运动、6 篇研究了抗阻运动、3 篇研究了水中运动、3 篇研究了传统健身功法。根据运动方式的不同进行亚组分析, 结果表明, 有氧运动、抗阻运动、水中运动及传统健身功法都能有效提高脑卒中患者生活质量水平, 具有统计学意

义, 组间无显著差异性($P=0\%$)。

3 讨论

本文在分析研究文献的基础上, 探讨了对脑卒中患者更科学有效的不同运动干预指导方法, 以评估各种运动方式的治疗效果。结果表明, 运动干预能增强脑卒中患者的平衡能力和下肢运动功能, 并提高其生活质量。通过 Meta 回归分析, 探讨了运动干预对 BBS 和 FMA-L 改善效果的异质性来源。回归分析结果显示: ①训练频率、受试者年龄、受试者人数和单次训练时间对异质性无显著影响; ②干预周期是纳入文献中运动疗法对 BBS 异质性的主要来源, 并具有统计学意义; ③发表年限是运动疗法对 FMA-L 异质性的主要来源, 同样具有统计学意义。

脑卒中患者病灶周围存在缺血半暗带区域, 此区域的内源性神经干细胞遭到破坏, 致使神经修复能力下降, 给予强度、频率适宜的运动干预会激活内源性神经干细胞, 促进神经元的再生, 修复部分受损神经功能, 增强大脑皮质活动能力, 最终提高患者肢体运动功能, 改善生活质量[81]。有研究[82]对脑卒中患者早期运动的影响进行了分析, 结果显示, 脑卒中后早期运动锻炼可能有助于缺血后神经网络的恢复。动物实验结果[83]也表明, 运动训练可能通过增强内皮依赖性改善

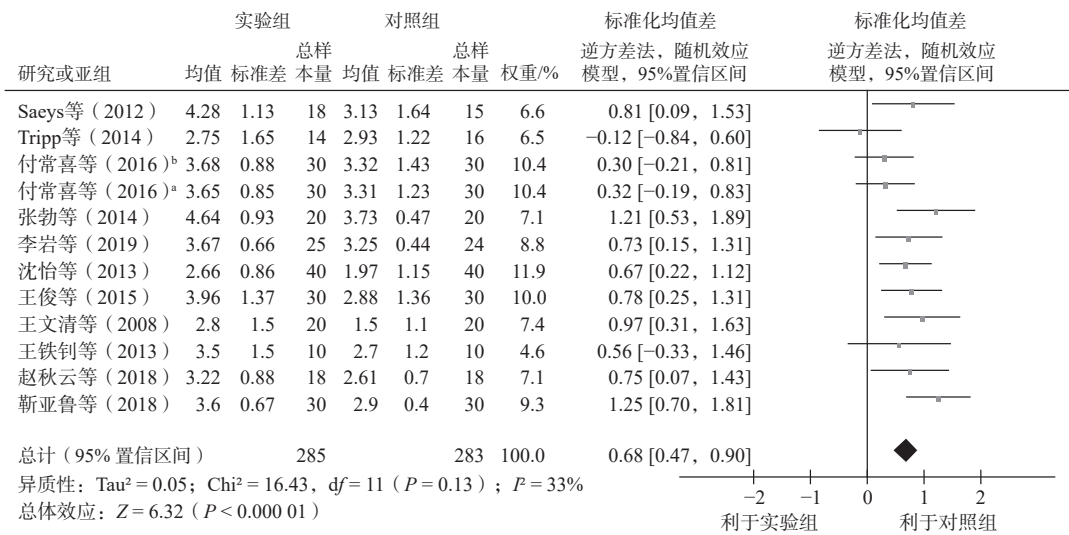


Figure 10 Forest diagram of the effect of exercise on FAC in stroke patients

注: a 对应参考文献 [73], b 对应参考文献 [48]。

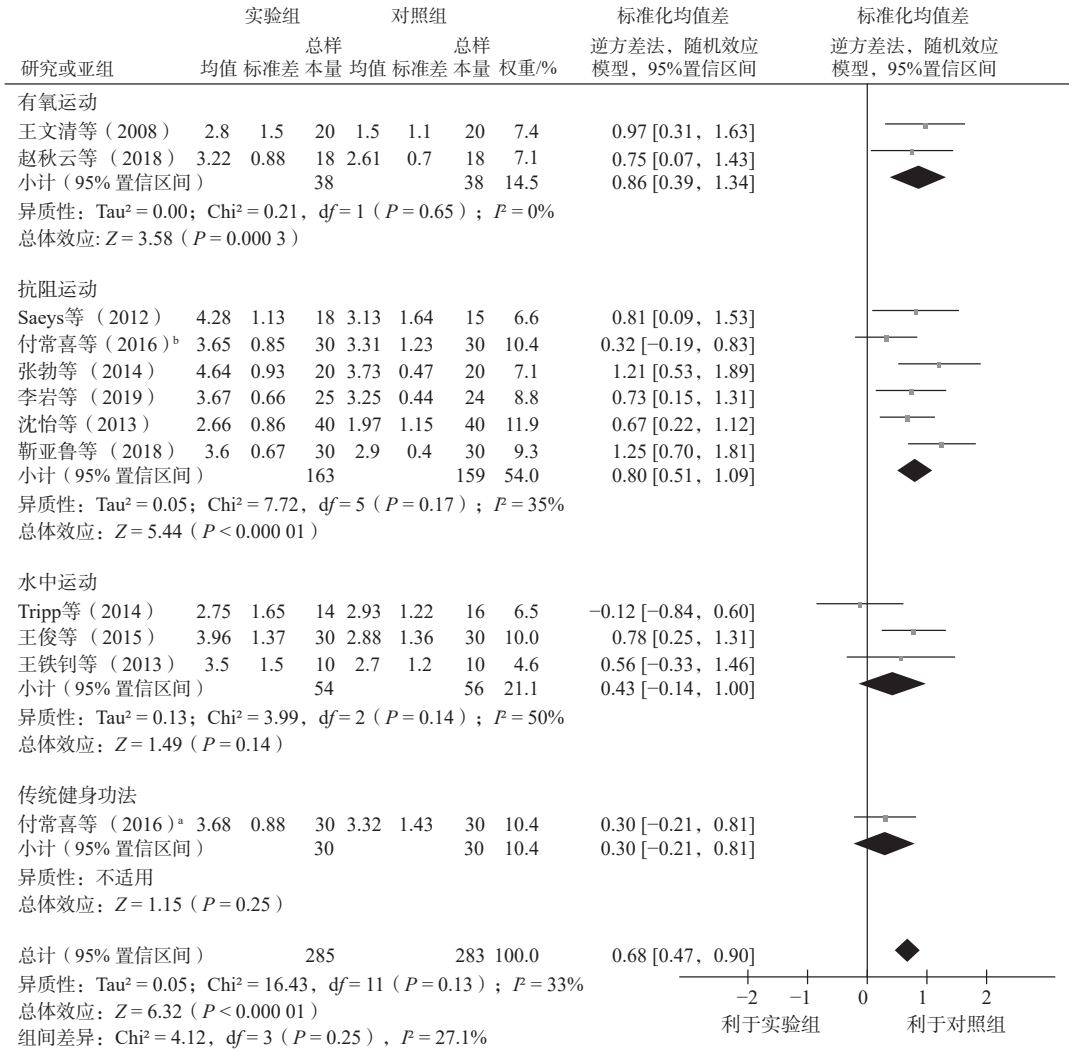


Figure 11 Forest diagram of subgroup analysis on FAC in stroke patients

注: a 对应参考文献 [73], b 对应参考文献 [48]。

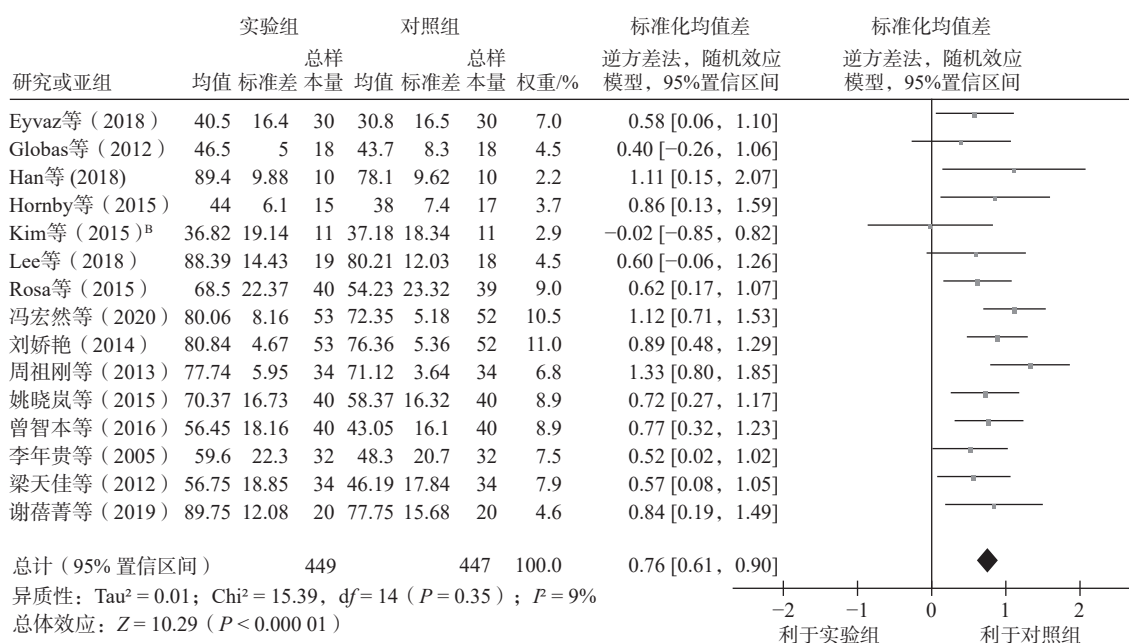


图 12 不同运动疗法对脑卒中患者生活质量影响的森林图

Figure 12 Forest diagram of the effect of exercise on quality of life in stroke patients

注: B 对应参考文献 [78]。

血流量,减轻大鼠脑内微血管内皮细胞凋亡,这也许是早期开始体能训练的益处之一。Zhang 等^[84]的研究显示,中风后 24~72 h 内开始的早期运动可能会增加线粒体发生,这可能在脑卒中神经保护机制中起到重要作用。因此,本文纳入了 4 种不同运动方式,对不同运动疗法的有效性进行验证。在 Meta 分析中,选取 BBS 反映患者平衡能力变化,选取 6MWT、TUGT、Fugl-Meyer, FMA-L、FAC 评估脑卒中患者下肢运动功能改善情况,生活质量是否提高以 MBI、SF-36、SF-12、评价为主,以此讨论不同运动疗法对脑卒中患者下肢运动功能、平衡能力及生存质量的治疗效果。结果显示,不同运动方式对脑卒中患者的平衡能力、下肢功能和生存质量均有显著的改善作用,且大部分结局指标的 95%CI 的上限或下限的绝对值均大于 0.2,达到了中等以上的效应值,能够为临床医生提供循证医学的证据。

偏瘫是脑卒中患者普遍出现的运动功能障碍,它导致活动期间运动单位募集减少,从而降低了肌肉耐力。同时,与偏瘫相关的身体活动不足又会加剧肌肉骨骼的废用,进一步限制有氧能力。有研究^[85]比较了瘫痪腿与非瘫痪腿在运动过程中的肌肉代谢变化,结果显示,瘫痪肌肉表现出肌肉血流量减少、乳酸产生更多、肌糖原利用率更高以及氧化游离脂肪酸的能力减弱。瘫痪肢体主要靠激活 II 型肌纤维以启动收缩,而

非瘫痪的肢体主要募集的是 I 型肌纤维。I 型肌纤维比例减少导致偏瘫中风患者氧化代谢能力下降和运动耐力降低。本文 Meta 分析结果表明,与常规康复治疗相比,有氧运动能够显著提高脑卒中患者的下肢运动功能和生存质量。同时观察 95%CI 发现,每一个结局指标的上限或下限的绝对值均大于 0.2,达到了中等效应值,对临床医生具有较强的指导意义^[86]。通过身体大肌群参与中等强度、有节奏、持续时间较长的有氧运动,能够提高 I 型肌纤维的募集率,同时增加血流量、提高代谢效率,从而促进患者肌力、肌耐力、肌肉携氧能力的提升。另外,有氧运动能够动员脑卒中患者躯干的浅深层肌群参与协调和平衡运动,提高下肢力量,进而改善下肢运动功能^[38, 87],促使患者往正确的运动模式发展。总结 15 篇研究有氧运动的文献发现,针对脑卒中患者制定有氧运动运动处方时,运动干预周期应至少为 4 周,每周至少运动 3 次,每次至少 30 min。

脑卒中患者最常见的运动系统功能障碍包括肌张力增高、偏身运动以及出现异常运动模式,因此,在急性期和恢复早期需要抑制痉挛,促进分离运动的出现以及避免异常运动的加强。通过抗阻力量训练刺激屈肌收缩,提高屈肌肌肉力量,能够有效降低伸肌的高肌张力,从而促进正常运动模式的恢复。并且,小样本量的 RCTs 表明,抗阻运动还能改善心功能、血糖调节以及脑卒中后的循环胆固醇水平^[88]。但对于脑卒中后身

体功能(如步态、功能活动能力、整体生活质量等)恢复的影响,目前还不清楚^[89]。本文结果显示,抗阻运动能够提高脑卒中患者的 TUGT、FMA-L、FAC 水平,这与之前的 RCT^[90] 和 Meta 分析^[91] 结果相似。这可能是由于抗阻运动不断牵拉使肢体肌肉发生向心收缩和离心收缩,改善下肢肌肉痉挛,通过不断调整训练阻力,改善膝关节屈伸肌力、下肢负重能力、下肢控制能力,增强躯干中心和平衡能力,逐渐增强脑卒中患者下肢运动功能^[92-93]。但在 2 组 6MWT 比较中发现,其差异无统计学意义,提示对脑卒中患者进行抗阻运动训练对其运动耐力方面的改善作用不明显。在制定抗阻训练运动处方时应注意循序渐进地增加阻力,运动干预时长应至少为 4 周,针对躯干的抗阻训练每周至少干预 5 次,针对四肢的抗阻训练每周至少干预 2 次,每次至少 15 min。

水中运动治疗(Aquatic Therapeutic Exercise, ATE)是一种将部分或全部肢体浸入温泉浴池、游泳池内或特定治疗水池中进行运动的治疗方法。ATE 对慢性腰痛、膝关节炎等肌肉骨骼疾病的治疗效果已得到验证^[94-95]。也有 Meta 分析结果^[96] 显示,与陆上运动相比,ATE 在改善脑卒中患者平衡、步态、肌肉力量、本体感觉等方面有更好的效果,但目前的证据还不足以支持将其纳入循证医学中的治疗形式。本文结果显示,ATE 能够提高患者 TUGT、FMA-L 水平,原因可能在于人体在水中会受到浮力的影响,水的浮力抵消了部分重力,从而降低了下肢部分肌群的能量消耗、收缩负荷及地面对关节的冲击力,因此脑卒中患者可以通过进行水中运动,改善下肢运动功能^[97-98]。但 2 组 6MWT($P=0.95$)、FAC($P=0.14$)比较结果显示,其差异均无统计学意义,提示 ATE 对脑卒中患者运动耐力、步行功能的改善作用不明显。在制定 ATE 处方时,运动干预时长应为 4~6 周,每周运动 3~5 次,每次 20~45 min。

过去几十年来,由于太极拳成为世界非物质文化遗产,各国健康领域的学者开始对其展开大量研究,太极拳和八段锦等中国传统健身功法在其他国家获得了越来越多的认可和普及^[99]。许多研究^[100-101] 也证实了这些古老的传统体育运动对人体特别是老年人的身心健康有积极影响。刘天宇等^[102] 的研究结果表明,太极拳能够调控认知控制功能相关脑区,并通过优化默认模式网络、额顶网络和感觉运动网络,提高大脑功能,

改善脑部健康。这对于脑卒中患者重新建立神经联系,促进中枢神经系统恢复具有重要作用。本文主要选取太极拳干预的相关文献,同时将八段锦及太极云手作为补充干预方式,将其归为一组进行合并分析。结果显示,传统健身功法能够改善脑卒中患者 6MWT、TUGT、FMA-L 水平,原因可能在于脑卒中患者在进行传统健身功法练习时下肢常处于半屈曲状态,当重心在左腿,则左腿为实,右为虚,反之亦然。这种重心动静、虚实有机结合大大发展了交互神经支配,有利于增强下肢协调性与下肢运动功能^[9, 103]。但 2 组 FAC 比较差异无统计学意义($P=0.25$),提示传统健身功法对脑卒中患者步行功能方面的改善作用不明显。在制定传统健身功法运动处方时,运动干预推荐时长应为 12 周,每周至少运动 5 次,每次至少 30 min。

综上所述,4 种不同的运动疗法均不同程度地改善了患者的下肢功能、平衡能力和生活质量,但不同运动对不同结局指标的改善效果有一定差异。因此,在脑卒中中的临床康复治疗过程中,推荐将不同类型的运动疗法相结合,同时与其他类型的物理治疗或作业疗法相结合,形成多方面的综合管理,从而达到更好的康复治疗效果。

4 结论、局限与展望

有氧运动、抗阻运动、水中运动及传统健身功法都对脑卒中患者的康复具有积极意义,能有效改善患者的平衡能力、下肢运动功能,提高患者生活质量,且有氧运动的改善效果更全面。建议在临床应用中:针对脑卒中患者制定有氧运动运动处方时,运动干预周期至少为 4 周,每周至少运动 3 次,每次至少 30 min;在制定抗阻训练运动处方时,运动干预时长至少为 4 周,每周至少运动 3 次,每次至少 15 min;在制定 ATE 处方时,运动干预时长应为 4~6 周,每周运动 3~5 次,每次 20~45 min;而对于传统健身功法运动处方,运动干预推荐时长应为 12 周,每周至少运动 5 次,每次至少 30 min。具体实施方案应根据实际情况适当调整。

本文存在以下局限:①未能纳入除中、英文文献外的其他语言的相关文献可能会导致对于干预效果、研究异质性和区域间差异的低估,从而影响结果的外部效度和普适性。②未对“灰色”数据(尚未正式发表或因负向结果而未被学术期刊接受的研究数据)进行检索,

可能导致部分相关文献的遗漏,从而影响检索的全面性和完整性。③研究对象既包括脑梗死患者,也包括脑出血患者,且年龄、病程、性别等人口学特征和临床特征存在一定差异。这种异质性可能对 Meta 分析结果产生潜在偏倚和影响。④纳入的文献普遍缺乏对受试者的长期追踪和随访,导致运动干预效果的持续性尚不明确。

为了更全面地了解运动干预对患者的长期影响,后续研究应增加随访时长,结合多时间节点的观察数据,以验证运动干预的持续性效果并确保结论的稳健性和可靠性。此外,未来可使用网状 Meta 分析方法对不同运动的疗效进行直接或间接对比,探索最优治疗方案。同时,针对传统健身功法对脑卒中患者的功能改善并不明显的情况,今后的研究可加大搜索范围,增加样本量进一步验证。

参考文献

- [1] FISHER M, IADECOLA C, SACCO R. Introduction to the stroke compendium[J]. *Circulation Research*, 2017, 120(3): 437-438
- [2] MA Q F, LI R, WANG L J, et al. Temporal trend and attributable risk factors of stroke burden in China, 1990–2019: An analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *The Lancet Public Health*, 2021, 6(12): e897-e906
- [3] 王新德. 神经病学: 神经系统血管性疾病 [M]. 第 8 卷. 北京: 人民军医出版社, 2001: 74-82
- [4] CAI W, MUELLER C, LI Y J, et al. Post stroke depression and risk of stroke recurrence and mortality: A systematic review and meta-analysis[J]. *Ageing Research Reviews*, 2019, 50: 102-109
- [5] BARELA A M F, DUARTE M. Biomechanical characteristics of elderly individuals walking on land and in water[J]. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2008, 18(3): 446-454
- [6] KOKAIA Z, LINDVALL O. Neurogenesis after ischaemic brain insults[J]. *Current Opinion in Neurobiology*, 2003, 13(1): 127-132
- [7] 胡旭, 牟翔, 段强, 等. 下肢运动控制强化训练对脑卒中患者下肢功能的影响 [J]. *中国康复理论与实践*, 2015, 21(5): 552-556
- [8] MATSUMOTO S, UEMA T, IKEDA K, et al. Effect of underwater exercise on lower-extremity function and quality of life in post-stroke patients: A pilot controlled clinical trial[J]. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 2016, 22(8): 635-641
- [9] TAYLOR-PILIAE R E, HOKE T M, HEPWORTH J T, et al. Effect of Tai Chi on physical function, fall rates and quality of life among older stroke survivors[J]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2014, 95(5): 816-824
- [10] MEAD G E, SPOSATO L A, SAMPAIO SILVA G, et al. A systematic review and synthesis of global stroke guidelines on behalf of the World Stroke Organization[J]. *International Journal of Stroke*, 2023, 18(5): 499-531
- [11] STINEAR C M, LANG C E, ZEILER S, et al. Advances and challenges in stroke rehabilitation[J]. *The Lancet Neurology*, 2020, 19(4): 348-360
- [12] PAGE M J, MCKENZIE J E, BOSSUYT P M, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews[J]. *BMJ*, 2021, 372: n71
- [13] 崔尧, 贾威, 曾明, 等. 水中运动治疗对脑卒中患者下肢运动功能及日常生活活动能力效果的 Meta 分析 [J]. *中国康复理论与实践*, 2020, 26(3): 263-277
- [14] World Health Organization. Cerebrovascular disorders (offset publications) [M]. Geneva: World Health Organization, 1978: 89-105
- [15] 吴逊. 全国第四届脑血管病学术会议纪要 [J]. *卒中与神经疾病*, 1997(2): 51-55
- [16] 俞惠, 董志霞, 宋洁, 等. 体感互动游戏对脑卒中患者下肢功能康复效果的 Meta 分析 [J]. *中国康复理论与实践*, 2019, 25(11): 1320-1326
- [17] 樊振梅, 王春钲, 谢婷, 等. 肢体协调辅助装置结合 VR 训练对急性脑梗死颅内血管介入治疗患者步态平衡和表面肌电图的影响 [J]. *中国卒中杂志*, 2023, 18(2): 194-200
- [18] CLARK H D, WELLS G A, HUËT C, et al. Assessing the quality of randomized trials reliability of the Jadad scale[J]. *Controlled Clinical Trials*, 1999, 20(5): 448-452
- [19] HIGGINS J P T, THOMAS J, CHANDLER J, et al. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions[M]. Chichester: Wiley, 2023: 123-130
- [20] 李莺, 程云, 赵丽蓉, 等. 奥塔戈运动对老年脑卒中患者害怕跌倒的影响 [J]. *中华护理杂志*, 2014, 49(12): 1442-1447
- [21] SHUBERT T E, GOTO L S, SMITH M L, et al. The Otago exercise program: Innovative delivery models to maximize

- sustained outcomes for high risk, homebound older adults[J]. *Frontiers in Public Health*, 2017, 5: 54
- [22] TANG A D, SIBLEY K M, THOMAS S G, et al. Effects of an aerobic exercise program on aerobic capacity, spatiotemporal gait parameters, and functional capacity in subacute stroke[J]. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2009, 23(4): 398-406
- [23] GLOBAS C, BECKER C, CERNY J, et al. Chronic stroke survivors benefit from high-intensity aerobic treadmill exercise: A randomized control trial[J]. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2012, 26(1): 85-95
- [24] 王文清, 晁志军, 柴叶红, 等. 减重步行训练对脑卒中偏瘫患者步行功能的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2008, 30(1): 49-52
- [25] 赵秋云, 林强, 杨婷, 等. 减重步行训练及肌张力对脑卒中患者下肢运动功能恢复的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2018, 40(11): 821-825
- [26] MOORE S A, HALLSWORTH K, JAKOVLJEVIC D G, et al. Effects of community exercise therapy on metabolic, brain, physical, and cognitive function following stroke: A randomized controlled pilot trial[J]. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2015, 29(7): 623-635
- [27] OUTERMANS J C, VAN PEPPEN R P S, WITTINK H, et al. Effects of a high-intensity task-oriented training on gait performance early after stroke: A pilot study[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2010, 24(11): 979-987
- [28] HORNBY A T, HOLLERAN C L, HENNESSY P W, et al. Variable intensive early walking poststroke (VIEWS): A randomized controlled trial[J]. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2016, 30(5): 440-450
- [29] 李萍, 孔海霞, 李洪娟. 有氧运动对脑卒中后慢性偏瘫患者下肢运动功能、血趋化素及代谢危险因素的影响 [J]. *中国动脉硬化杂志*, 2017, 25(4): 393-397
- [30] KIM B H, LEE S M, BAE Y H, et al. The effect of a task-oriented training on trunk control ability, balance and gait of stroke patients[J]. *Journal of Physical Therapy Science*, 2012, 24(6): 519-522
- [31] MACKO R F, IVEY F M, FORRESTER L W, et al. Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: A randomized, controlled trial[J]. *Stroke*, 2005, 36(10): 2206-2211
- [32] PANG M Y, ENG J J, DAWSON A S, et al. A community-based fitness and mobility exercise program for older adults with chronic stroke: A randomized, controlled trial[J]. *Journal of the American Geriatrics Society*, 2005, 53(10): 1667-1674
- [33] TOLEDANO-ZARHI A, TANNE D, CARMELI E, et al. Feasibility, safety and efficacy of an early aerobic rehabilitation program for patients after minor ischemic stroke: A pilot randomized controlled trial[J]. *NeuroRehabilitation*, 2011, 28(2): 85-90
- [34] 梁丰, 李厥宝, 霍文璟, 等. 普拉提运动对老年脑卒中患者平衡、步行及下肢功能的影响 [J]. *中国康复理论与实践*, 2018, 24(9): 1072-1076
- [35] 冯宏然. 有氧运动与常规康复治疗脑卒中偏瘫患者临床观察 [J]. *医学理论与实践*, 2020, 33(7): 1185-1187
- [36] 姚晓岚, 张晋红, 金莹祺, 等. 核心力量训练对脑梗死偏瘫患者运动能力及平衡能力的影响 [J]. *中国现代医生*, 2015, 53(19): 76-79
- [37] SAEYS W, VEREECK L, TRUIJEN S, et al. Randomized controlled trial of truncal exercises early after stroke to improve balance and mobility[J]. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2012, 26(3): 231-238
- [38] YANG Y R, WANG R Y, LIN K H, et al. Task-oriented progressive resistance strength training improves muscle strength and functional performance in individuals with stroke[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2006, 20(10): 860-870
- [39] FLANSBJER U B, MILLER M, DOWNHAM D, et al. Progressive resistance training after stroke: Effects on muscle strength, muscle tone, gait performance and perceived participation[J]. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 2008, 40(1): 42-48
- [40] LEE M J, KILBREATH S L, SINGH M F, et al. Comparison of effect of aerobic cycle training and progressive resistance training on walking ability after stroke: A randomized sham exercise-controlled study[J]. *Journal of the American Geriatrics Society*, 2008, 56(6): 976-985
- [41] 靳亚鲁, 方诚冰, 薛娜, 等. PNF 技术结合立位下健肢抗阻迈步行训练对脑卒中偏瘫患者步行功能的影响 [J]. *中国康复*, 2018, 33(1): 11-14
- [42] 李岩, 傅建明, 李辉, 等. 四肢联动训练对脑卒中患者平衡及运动功能的影响 [J]. *中国康复医学杂志*, 2019, 34(1): 78-80
- [43] 李辉, 李岩, 顾旭东, 等. 强化躯干肌联合上下阶梯训练对脑卒中患者平衡及下肢功能的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2013, 35(5): 426-427
- [44] 欧阳迎, 吴毅, 周立晨, 等. Bobath 理念引导下的核心肌群训练对脑卒中偏瘫患者步行功能的影响 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2015, 37(6): 424-427
- [45] 张勃, 丁玎, 吕立. 本体感觉训练结合核心稳定性训练对脑卒中偏瘫患者下肢功能及平衡的影响 [J]. *中国康复理论与实践*, 2014, 20(12): 1109-1112

- [46] 李俊, 苏俊剑, 武琼, 等. 核心肌训练对脑卒中偏瘫患者平衡功能的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(9): 678-679
- [47] 席建明, 冯晓东. 核心力量训练对脑卒中患者步行及平衡能力的影响 [J]. 中国康复医学杂志, 2011, 26(8): 777-778
- [48] 付常喜, 张秋阳. 核心稳定性训练对脑卒中偏瘫患者平衡功能和步行能力的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2016, 36(21): 5397-5398
- [49] 张微峰, 姜冬蕾, 马跃文. 核心稳定性训练对脑卒中偏瘫患者上肢联合反应的效果 [J]. 中国康复理论与实践, 2016, 22(12): 1375-1379
- [50] 梁天佳, 吴小平, 龙耀斌, 等. 核心稳定性训练对脑卒中偏瘫患者运动功能的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2012, 34(5): 353-356
- [51] 沈怡, 王文威, 陈艳, 等. 核心稳定性训练对脑卒中偏瘫患者站立平衡和步行能力的影响 [J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(9): 830-833
- [52] 刘娇艳. 核心肌群训练对脑卒中患者平衡障碍影响的临床研究 [D]. 成都: 成都中医药大学, 2014: 20-45
- [53] 曾智本, 秦少福, 詹素娟. 核心力量训练对脑卒中患者运动功能和平衡的影响 [J]. 现代诊断与治疗, 2016, 27(19): 3705-3707
- [54] CABANAS-VALDÉS R, BAGUR-CALAFAT C, GIRABENT-FARRÉS M, et al. The effect of additional core stability exercises on improving dynamic sitting balance and trunk control for subacute stroke patients: A randomized controlled trial[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2016, 30(10): 1024-1033
- [55] 李年贵, 孙蕾. 抗阻训练对脑卒中偏瘫患者下肢功能的影响 [J]. 中国康复, 2005, 20(1): 54
- [56] 何予工, 张天. 强化坐-站训练对脑卒中偏瘫患者平衡及步行能力的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2012, 34(8): 596-599
- [57] CHU K S, ENG J J, DAWSON A S, et al. Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: A randomized controlled trial[J]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2004, 85(6): 870-874
- [58] KU P H, CHEN S F, YANG Y R, et al. The effects of Tai Chi for balance in individuals with chronic stroke: A randomized controlled trial[J]. *Scientific Reports*, 2020, 10(1): 1201
- [59] TRIPP F, KRAKOW K. Effects of an aquatic therapy approach (Halliwick-Therapy) on functional mobility in subacute stroke patients: A randomized controlled trial[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2014, 28(5): 432-439
- [60] KIM K, LEE D K, KIM E K. Effect of aquatic dual-task training on balance and gait in stroke patients[J]. *Journal of Physical Therapy Science*, 2016, 28(7): 2044-2047
- [61] KIM E K, LEE D K, KIM Y M. Effects of aquatic PNF lower extremity patterns on balance and ADL of stroke patients[J]. *Journal of Physical Therapy Science*, 2015, 27(1): 213-215
- [62] ZHU Z Z, CUI L L, YIN M M, et al. Hydrotherapy vs. conventional land-based exercise for improving walking and balance after stroke: A randomized controlled trial[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2016, 30(6): 587-593
- [63] LEE S Y, IM S H, KIM B R, et al. The effects of a motorized aquatic treadmill exercise program on muscle strength, cardiorespiratory fitness, and clinical function in subacute stroke patients: A randomized controlled pilot trial[J]. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2018, 97(8): 533-540
- [64] 王铁钊, 黄力平, 张琳瑛, 等. 水中运动训练对恢复期脑卒中患者下肢肌肉力量和步行能力的影响 [J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(10): 929-933
- [65] EYVAZ N, DUNDAR U, YESIL H. Effects of water-based and land-based exercises on walking and balance functions of patients with hemiplegia[J]. *NeuroRehabilitation*, 2018, 43(2): 237-246
- [66] HAN E Y, IM S H. Effects of a 6-week aquatic treadmill exercise program on cardiorespiratory fitness and walking endurance in subacute stroke patients[J]. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 2018, 38(5): 314-319
- [67] 曾明, 崔尧, 王月丽, 等. 水中平板步行训练对脑卒中患者步行功能的影响 [J]. 中国康复理论与实践, 2019, 25(1): 76-80
- [68] 王俊, 黄彝, 杨占宇, 等. 水中平板步行训练对脑卒中患者步行能力改善的研究 [J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(7): 692-695
- [69] 王莉, 戴朝秦. 水中强化步行训练对脑卒中偏瘫患者步行能力恢复的影响 [J]. 中国康复医学杂志, 2014, 29(1): 76-78
- [70] CHA H G, SHIN Y J, KIM M K. Effects of the Bad Ragaz Ring Method on muscle activation of the lower limbs and balance ability in chronic stroke: A randomised controlled trial[J]. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, 2017, 37: 39-45
- [71] KIM K, LEE D K, JUNG S I. Effect of coordination movement using the PNF pattern underwater on the balance and gait of stroke patients[J]. *Journal of Physical Therapy Science*, 2015, 27(12): 3699-3701

- [72] 谢蓓菁, 杨铭, 白玉龙. 八段锦对脑卒中患者运动功能恢复影响的临床研究 [J]. 华西医学, 2019, 34(5): 515-519
- [73] 付常喜, 张秋阳. 太极拳对脑卒中偏瘫患者平衡功能及步行能力的影响 [J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(5): 536-539
- [74] 刘体军, 秦萍, 陈杏枝. 太极拳改善脑卒中患者平衡功能的疗效观察 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2009, 31(11): 781-782
- [75] 周祖刚. 强化太极步态训练对脑卒中偏瘫患者步态参数及步行能力的影响 [D]. 成都: 成都中医药大学, 2013: 15-45
- [76] 王芾斌, 侯美金, 陶静, 等. 太极“云手”对脑卒中偏瘫患者步态影响的相关性研究 [J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(12): 1328-1333
- [77] AU-YEUNG S S Y, HUI-CHAN C W Y, TANG J C S. Short-form Tai Chi improves standing balance of people with chronic stroke[J]. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2009, 23(5): 515-522
- [78] KIM H, KIM Y L, LEE S M. Effects of therapeutic Tai Chi on balance, gait, and quality of life in chronic stroke patients[J]. *International Journal of Rehabilitation Research*, 2015, 38(2): 156-161
- [79] 杨慧馨, 唐强. 太极拳用于脑卒中患者运动功能障碍康复的临床观察 [J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(10): 1146-1148
- [80] 何静, 汪伍, 厉坤鹏, 等. 六式太极拳训练对脑卒中患者姿势平衡功能的影响 [J]. 中国康复医学杂志, 2022, 37(4): 482-487
- [81] 卓金, 王莎莎, 陈其强, 等. 等速肌力训练联合有氧运动对脑卒中患者肺功能、下肢运动功能及生活质量的影响 [J]. 现代生物医学进展, 2020, 20(17): 3333-3336
- [82] NISHIBE M, URBAN E T R, BARBAY S, et al. Rehabilitative training promotes rapid motor recovery but delayed motor map reorganization in a rat cortical ischemic infarct model[J]. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2015, 29(5): 472-482
- [83] TIAN S, ZHANG Y C, TIAN S, et al. Early exercise training improves ischemic outcome in rats by cerebral hemodynamics[J]. *Brain Research*, 2013, 1533: 114-121
- [84] ZHANG P Y, XIANGLEI J, HONGBO Y, et al. Neuroprotection of early locomotor exercise poststroke: Evidence from animal studies[J]. *The Canadian Journal of Neurological Sciences*, 2015, 42(4): 213-220
- [85] LANDIN S, HAGENFELDT L, SALTIN B, et al. Muscle metabolism during exercise in hemiparetic patients[J]. *Clinical Science and Molecular Medicine*, 1977, 53(3): 257-269
- [86] PHIL P. Beyond statistical significance: Clinical interpretation of rehabilitation research literature[J]. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 2014, 9(5): 726-736
- [87] 徐英微. 瑜伽运动在老年患者康复治疗中的应用 [J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(10): 2230-2233
- [88] GAMBASSI B B, COELHO-JUNIOR H J, PAIXÃO DOS SANTOS C, et al. Dynamic resistance training improves cardiac autonomic modulation and oxidative stress parameters in chronic stroke survivors: A randomized controlled trial[J]. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019, 2019: 5382843
- [89] DORSCH S, ADA L, ALLOGGIA D. Progressive resistance training increases strength after stroke but this may not carry over to activity: A systematic review[J]. *Journal of Physiotherapy*, 2018, 64(2): 84-90
- [90] JULIE D M, CHARLIE H G, MARIA P H, et al. Progressive resistance strengthening exercises after stroke: A single-blind randomized controlled trial[J]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2003, 84(10): 1433-1440
- [91] VELDEMA J, JANSEN P. Resistance training in stroke rehabilitation: Systematic review and meta-analysis[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2020, 34(9): 1173-1197
- [92] 赵青, 石国凤. 抗阻运动在脑卒中患者肢体运动功能康复中的研究进展 [J]. 中华护理教育, 2020, 17(5): 419-423
- [93] 郭森林, 陈昇, 刘少峰, 等. 核心稳定性训练对脑卒中病人平衡及步行功能影响的 Meta 分析 [J]. 护理研究, 2021, 35(17): 3056-3064
- [94] 彭梦思, 王一祖, 刘胜锋, 等. 水中运动治疗慢性腰痛的研究进展 [J]. 中国康复医学杂志, 2024, 39(5): 738-746
- [95] 姚彬, 袁普卫, 杨锋, 等. 不同运动疗法治疗膝关节炎有效性的网状 Meta 分析 [J]. 中医正骨, 2023, 35(11): 18-28
- [96] VELDEMA J, JANSEN P. Aquatic therapy in stroke rehabilitation: Systematic review and meta-analysis[J]. *Acta Neurologica Scandinavica*, 2021, 143(3): 221-241
- [97] NOH D K, LIM J Y, SHIN H I, et al. The effect of aquatic therapy on postural balance and muscle strength in stroke survivors: A randomized controlled pilot trial[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2008, 22(10-11): 966-976
- [98] MORER C, BOESTAD C, ZULUAGA P, et al. Effects of an intensive thalassotherapy and aquatic therapy program in stroke patients: A pilot study[J]. *Revista de Neurologia*, 2017, 65(6): 249-256
- [99] GUO Y C, SHI H Y, YU D H, et al. Health benefits of

- traditional Chinese sports and physical activity for older adults: A systematic review of evidence[J]. *Journal of Sport and Health Science*, 2016, 5(3): 270-280
- [100] DONG J, WANG D S, LI H, et al. Effects of different Chinese traditional exercises on sleep quality and mental health of adults: Systematic review and meta-analysis[J]. *Sleep & Breathing*, 2024, 28(1): 29-39
- [101] YANG G Y, SABAG A, HAO W L, et al. Tai Chi for health and well-being: A bibliometric analysis of published clinical studies between 2010 and 2020[J]. *Complementary Therapies in Medicine*, 2021, 60: 102748
- [102] 刘天宇, 李治, 邬建卫. 太极拳促进脑健康的循证医学证据与推进路径 [J]. *上海体育大学学报*, 2024, 48(4): 81-91
- [103] VOUKELATOS A, CUMMING R G, LORD S R, et al. A randomized, controlled trial of Tai Chi for the prevention of falls: The Central Sydney Tai Chi trial[J]. *Journal of the American Geriatrics Society*, 2007, 55(8): 1185-1191

Effects of Different Exercise Modes on Balance, Lower Limb Motor Function and Quality of Life in Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis

LI Xinxin

Abstract: Objectives To systematically evaluate the intervention effects of four different exercise modes including aerobic exercise, resistance exercise, aquatic exercise and traditional fitness exercise on balance function, lower limb motor function and quality of life of stroke patients. **Methods** A comprehensive search of publicly available randomized controlled trials of the effects of exercise on stroke patients in databases, such as Cochrane Library, PubMed, Embase, Web of Science, EBSCO, China Citation Database of Biomedical Journals (CMCI) and so on. RevMan 5.3 software and Stata 16.0 software were used to analyze the outcome indicators of the included literatures. **Results** A total of 2 881 patients were included in 60 articles, including 1 458 in the experimental group and 1 423 in the control group. Meta-analysis showed that compared with conventional physical therapy, exercises significantly improved Berg Balance Scale (BBS) scores in stroke patients (SMD=0.88, 95%CI: 0.71, 1.04, $P<0.05$), 6-minute walking distance (6MWT) (SMD=0.39, 95%CI: 0.22, 0.57, $P<0.05$), timed standing-walking test score (TUGT) (SMD=-0.63, 95%CI: -0.82, -0.44, $P<0.05$), Fugl-meyer Motor Function Scale (FMA-L) (SMD=0.87, 95%CI: 0.63, 1.10, $P<0.05$), functional walking rating (FAC) (SMD=0.68, 95%CI: 0.47, 0.90, $P<0.05$) and quality of life (SMD=0.76, 95%CI: 0.61, 0.90, $P<0.05$). Four different exercise methods can effectively improve the BBS score, TUGT score, FMA-L score and quality of life score of stroke patients. In addition, aerobic exercise and traditional fitness exercises had a good effect on the improvement of 6MWT. For FAC, the improvement effect of aerobic exercise and resistance exercise was more obvious. **Conclusions** Aerobic exercise, resistance exercise, aquatic exercise and traditional fitness exercise have positive significance for the rehabilitation of stroke patients, effectively improve the balance function of patients as well as the lower limb motor function, and improve the quality of life of patients. Furthermore, the improvement effect of aerobic exercise is more comprehensive.

Keywords: exercise; cerebral stroke; balance function; lower limb motor function; quality of life

Author's address: School of Physical Education, Capital University of Physical Education and Sports, Beijing 100191, China