

踝关节动态关节松动术对脑卒中患者步态和平衡功能影响的 Meta 分析

孙一鸣¹, 张思卓², 姜嘉悻³, 杨琨⁴

【摘要】 目的:系统评价踝关节动态关节松动术(MWM)对脑卒中患者步态和平衡功能的影响。**方法:**计算机全面检索 AMED、ProQuest、PubMed、Embase、Cochrane Library、Scopus、OpenGrey、中国知网、万方、维普数据库,搜索关于踝关节 MWM 治疗脑卒中的随机对照试验(RCT),检索的时间范围是从建库至 2020 年 4 月。根据 Cochrane 手册对纳入文献进行风险偏倚评价,并在数据提取后使用 RevMan5.3 软件进行统计学分析。**结果:**共 9 项 RCT 纳入 Meta 分析,总计 214 例患者。Meta 分析结果显示,与对照组相比,踝关节 MWM 组在提高脑卒中患者踝关节被动背屈活动度(DF-PROM)[WMD=1.47, 95%CI(1.07, 1.87), $P<0.01$],步速[WMD=8.04, 95%CI(4.80, 11.29), $P<0.01$],步频[WMD=10.90, 95%CI(6.31, 15.50), $P<0.01$],患侧步幅[WMD=8.63, 95%CI(5.06, 12.20), $P<0.01$]以及 Berg 平衡量表评分(BBS)[WMD=4.12, 95%CI(2.64, 5.59), $P<0.01$]方面更优,差异具有统计学意义。**结论:**基于当前证据,踝关节动态关节松动术可有效改善脑卒中患者的步态和平衡功能。受纳入文献数量和质量的限制,上述结论仍需更多高质量 RCT 进一步论证。

【关键词】 脑卒中;动态关节松动术;步态;平衡

【中图分类号】 R49;R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2021.09.010

Effects of ankle joint mobilization with movement on balance and gait function after stroke: A systematic review and meta-analysis Sun Yiming, Zhang Sizhuo, Jiang Jiayong, et al. Henan University, Kaifeng 475001, China

【Abstract】 Objective: To systematically evaluate the effect of ankle joint mobilization with movement (MWM) on balance and gait function of stroke patients. **Methods:** AMED, ProQuest, PubMed, Embase, Cochrane Library, Scopus, OpenGray, CNKI, Wanfang and VIP were searched for randomized controlled trials (RCTs) of ankle joint MWM in the treatment of stroke from the establishment of the database to April 2020. The risk bias was evaluated according to Cochrane Handbook, and statistical analysis was performed using Revman 5.3 software after data extraction. **Results:** A total of 9 RCTs were included in the Meta-analysis, with a total of 214 patients. Meta-analysis results showed that as compared with the control group, the dorsiflexion passive ROM (DF-PROM) [WMD=1.47, 95%CI (1.07, 1.87), $P<0.01$], gait speed [WMD=8.04, 95%CI (4.80, 11.29), $P<0.01$], cadence [WMD=10.90, 95%CI (6.31, 15.50), $P<0.01$], affected stride length [WMD=8.63, 95%CI (5.06, 12.20), $P<0.01$] and Berg Balance Scale score (BBS) [WMD=4.12, 95%CI (2.64, 5.59), $P<0.01$] were significantly improved in the ankle joint MWM group. **Conclusion:** Based on the current evidence, ankle joint mobilization with movement can effectively improve the gait and balance function of stroke patients. Due to the influence of the number and quality of the included literature, more high-quality RCTs are needed to further demonstrate the above conclusions.

【Key words】 stroke; mobilization with movement; gait; balance

具备独立的步行能力是脑卒中患者进行日常生活活动的重要因素,而踝关节活动受限则降低了步行能力的独立性和安全性^[1]。既往研究显示^[2],脑卒中患

者常伴有踝关节功能障碍,表现为足下垂,其原因主要与上运动神经元损伤后导致的下肢伸肌痉挛模式有关。这极大地损害了踝关节的正常运动,降低了转移重心的能力,进而导致步态不稳,增加了跌倒风险^[3]。

在临床中常通过关节松动术改善关节活动度,多项研究证实关节松动术可有效改善脑卒中患者踝关节的被动活动范围^[4-5]。然而该方法仅是让患者接受被动治疗,缺乏对肌肉的主动刺激,故限制了其疗效的持久性^[6]。Mulligan 动态关节松动术(mobilization with

收稿日期:2020-07-20

作者单位:1. 河南大学,河南 开封 475001;2. 武汉商学院,武汉 430056;3. 上海体育学院,上海 200438;4. 河南医药健康技师学院,河南 开封 475000

作者简介:孙一鸣(1991-),男,讲师,主要从事运动训练与健康的研究。

通讯作者:杨琨,370925896@qq.com

movement, MWM)作为一种新兴的手法治疗技术,在治疗踝关节背屈障碍方面得到了广泛的应用。与传统关节松动术所不同的是, MWM 强调关节内的持续滑动并且配合关节的生理运动,增加了疗效的持续性^[7]。另外,该手法也强调无痛原则,且坚持主动训练和被动运动并举。这不仅使患者的肌肉得到主动刺激,还确保患者在无痛的状态下改善关节活动度,有效地弥补了传统关节松动术的不足^[8]。既往研究显示 MWM 可显著改善慢性踝关节不稳患者的被动背屈活动度和平衡功能^[9]。Yoon 等^[10]对踝关节背屈受限的患者使用 MWM,结果发现 MWM 不仅增加了踝关节的被动背屈活动度和足跟离地的时间,还改善了步行时足底的动态负荷。近年来, MWM 也逐渐被用于治疗卒中后的平衡障碍和步态异常等方面,然而大多研究存在样本量较小、方法学质量参差不齐等问题,故 MWM 对脑卒中患者的影响尚存争议。另外,迄今为止,尚无相关的荟萃分析表明踝关节 MWM 对脑卒中患者平衡功能和步态的影响。因此,本研究通过 Meta 分析的方法系统评价踝关节 MWM 对脑卒中患者平衡功能和步态的影响,以期临床决策提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

1.1.1 研究类型 检索中英文文献中关于踝关节 MWM 治疗脑卒中的随机对照试验(randomized controlled trials, RCT)。

1.1.2 研究对象 纳入的受试者均符合《各类脑血管疾病诊断要点》^[11]中的脑卒中诊断标准,并经过 CT 和 MRI 进一步确诊;患者年龄>18 岁,性别、病程不限;意识清晰,无认知功能障碍。

1.1.3 干预措施 对照组仅接受常规康复治疗,如平衡、拉伸训练等;实验组患者在接受常规康复治疗的基础上,同时接受踝关节 MWM 的干预。

1.1.4 结局指标: ①步态:踝关节被动背屈活动度(dorsiflexion passive range of motion, DF-PROM)、步速、步频、患侧步幅;②平衡功能: Berg 平衡量表(Berg balance scale, BBS)。

1.1.5 文献排除标准 ①文献多次发表;②数据无法提取;③缺乏主要结局指标;④文献全文无法正常获取;⑤非 RCT。

1.2 检索策略 系统检索 AMED(补充医学文献数据库)、ProQuest、PubMed、Embase、Cochrane Library、Scopus、OpenGrey、中国知网、万方、维普数据库,搜索关于踝关节 MWM 治疗脑卒中的 RCT。检索的时间范围是从建库至 2020 年 4 月,检索策略采用主题词

和自由词相结合的方法,必要时追查纳入文献的参考文献。中文检索词包括动态关节松动术、Mulligan、脑卒中等,具体的检索式是(以知网为例):(动态关节松动术 OR Mulligan OR 关节松动术 OR Mulligan 动态关节松动术) AND (脑卒中 OR 偏瘫 OR 脑出血 OR 脑梗死)。英文检索词包括 mobilization with movement、MWM、stroke 等,具体的检索式为(以 PubMed 为例):('RCT' OR 'randomized controlled trial' OR 'randomized' OR 'trial') AND ('mobilization' OR 'mobilization with movement' OR 'MWM' OR 'Mulligan') AND ('Stroke' OR 'cerebrovascular accident' OR 'CVA' OR 'Brain Vascular Accident' OR 'hemiplegia')。

1.3 文献筛选与资料提取 由 2 位两位作者(孙和杨)分别使用 Endnote X7 进行文献筛选。首先进行文献剔除,再按照提前设定的纳入标准阅读文献的标题和摘要,进而确定最终的纳入文献。在 Excel 中进行资料收集,提取的文献资料信息包括:第一作者和发表年份、发表国、样本量、性别、年龄、干预措施(实验组和对照组)、结局指标、干预时长。

1.4 文献质量评价

1.4.1 纳入研究的方法学质量评估 根据 Cochrane 手册设立的风险偏倚评估标准^[12],由两位作者(孙和杨)独立地对纳入文献进行方法学质量评价。评价内容包含 7 个条目,分别为随机化、分配隐藏、实施偏倚、测量偏倚、随访偏倚、选择性报告以及其他风险。如果遇到分歧,由研究小组集体讨论解决。

1.4.2 证据质量评估 基于文献风险偏倚评估和 Meta 分析的结果,使用 GRADEpro 3.6.1 对所有结局的证据质量进行分级^[13],共分为高、中、低、极低质量 4 个等级。其评价内容包含偏倚风险、不一致性、间接性、精确性以及发表偏倚。质量评级标准为:质量不降级为高质量,降 1 级为中等质量,将 2 级为低级质量,降 3 级为极低级质量。

1.5 统计学方法 采用 Revman5.3 软件进行统计分析。此次研究所有结局指标均为连续性数据,若结局指标为同一量表和单位所评定,则采用加权均数差(weighted mean difference, WMD)为效应指标;若采用不同的量表和单位,则采用标准化均数差(standard mean difference, SMD)为效应指标,各效应量均以 95%CI 表达,以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。对纳入研究进行异质性分析,当 $P > 0.1$, $I^2 < 50\%$,表示各研究之间具有同质性,采用固定效应模型进行 Meta 分析;反之,则表明各研究之间存在异质性,采用随机效应模型进行 Meta 分析,并通过亚组分析或者敏感

性分析寻找异质性来源。

2 结果

2.1 文献筛选结果和纳入文献的基本特征 对中英文数据库初次检索,共获取相关文献 861 篇,使用 EndnoteX7 剔除重复文献 275 篇,剩余 586 篇。通过初次阅读文献标题、摘要,筛选出 24 篇文献;经进一步全文分析剔除文献 15 篇,最终获得 9 项 RCT 研究^[12-20],共 214 例受试者,具体筛选流程见图 1,基本资料见表 1。

2.2 纳入研究的偏倚风险评估结果和证据质量等级 共纳入 9 篇文献^[12-20],其中有 8 篇文献报告了随机序列(如信封法、电脑随机)具体的产生方法;7 篇文献使用了分配隐藏方法;8 篇文献指出对研究人员实施盲法;2 篇文献指出对结局指标评价者实施盲法;所有纳入文献均未发现结局数据缺失;4 篇文献存在选择性报道的可能性较低;未有足够信息判断纳入文献是否存在其他偏倚来源。见图 2,3。本研究拥有 5 个结局指标,应用 GRADE 系统对所有指标的证据等级进行了分级,DF-PROM 的证据质量为中级,其余指标的证据质量均为低级。见表 2。

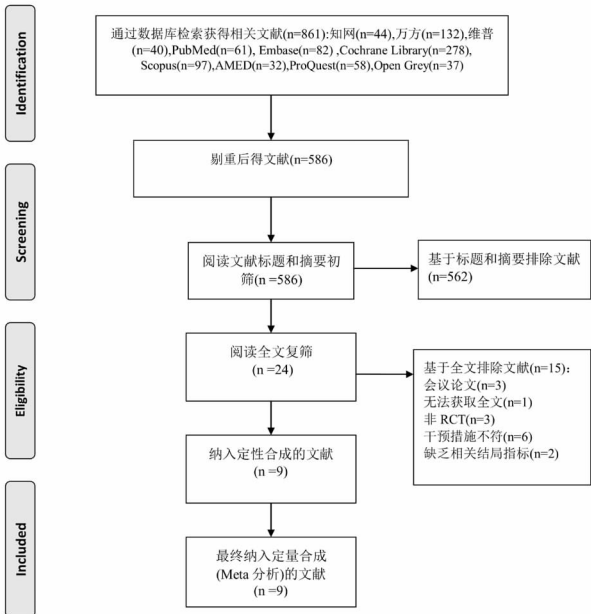


图 1 文献筛选流程图

表 1 纳入研究的基本特征

纳入研究	国家	n (EG/CG)	性别(例) (M/F)	年龄(岁) (EG/CG)	干预措施 (EG/CG)	结局指标	干预时长
An 2016 ^[14]	韩国	13/13	18/8	48.5±11.3/ 48.3±10.1	踝关节 MWM+常规康复治疗/常规康复治疗	踝关节 DF-PROM、BBS	3 次/周,持续 5 周
Chang 2016 ^[15]	韩国	12/10	18/4	48.3±11.6/ 47.4±10.7	踝关节 MWM+常规康复治疗/常规康复治疗	步速、患侧步幅	3 次/周,持续 5 周
Kim 2016 ^[16]	韩国	12/12	12/12	41.6/53.0	踝关节 MWM+常规康复治疗/常规康复治疗	步速、患侧步幅、步频	5 次/周,持续 4 周
Kluding 2008 ^[17]	美国	8/8	9/7	55.5±10.8/ 56.1±13.7	踝关节 MWM+常规康复治疗/常规康复治疗	踝关节 DF-PROM	2 次/周,持续 4 周
Lee 2018 ^[18]	韩国	15/15	18/12	42.5±9.8/ 51.4±14.4	踝关节 MWM+常规康复治疗/常规康复治疗	步速、BBS	5 次/周,持续 4 周
Park 2018 ^[19]	韩国	14/14	14/14	57.6±9.0/ 64.1±9.7	踝关节 MWM+常规康复治疗/常规康复治疗	踝关节 DF-PROM、BBS、患侧步幅、步频	3 次/周,持续 5 周
Park 2019 ^[20]	韩国	10/10	12/8	60.3±6.17/ 57.4±6.9	踝关节 MWM+常规康复治疗/常规康复治疗	踝关节 DF-PROM、BBS、步速、步频	3 次/周,持续 4 周
Park 2020 ^[21]	韩国	19/19	25/13	60.5±4.4/ 62.5±6.6	踝关节 MWM+常规康复治疗/常规康复治疗	踝关节 DF-PROM、步速、患侧步幅、步频	3 次/周,持续 4 周
Tomruk 2019 ^[22]	土耳其	20/20	11/9	53.6±6.8/ 54.8±5.9	踝关节 MWM+常规康复治疗/常规康复治疗	踝关节 DF-PROM	4 次/周,持续 4 周

注:EG=实验组;CG=对照组;M=男性;F=女性;MWM=动态关节松动术;DF-PROM=被动背屈活动度;BBS=Berg 平衡量表

表 2 GRADE 推荐分级

结局指标	结局重要性	n	偏倚风险	不一致性	间接性	精确性	发表偏倚	绝对效应 WMD(95%)	总体证据质量
DF-PROM	重要结局	168	严重 1	无	无	无	未发现	WMD 1.47(1.07,1.87)	中等
步速	重要结局	132	严重 1	严重 1	无	无	未发现	WMD 8.04(4.80,11.29)	低
步频	重要结局	110	严重 1	无	无	严重 1	未发现	WMD10.90(6.31,15.50)	低
患侧步幅	重要结局	112	严重 1	无	无	严重 1	未发现	WMD 8.63(5.06,12.20)	低
BBS	重要结局	104	严重 1	无	无	严重 1	未发现	WMD 4.12(2.64,5.59)	低

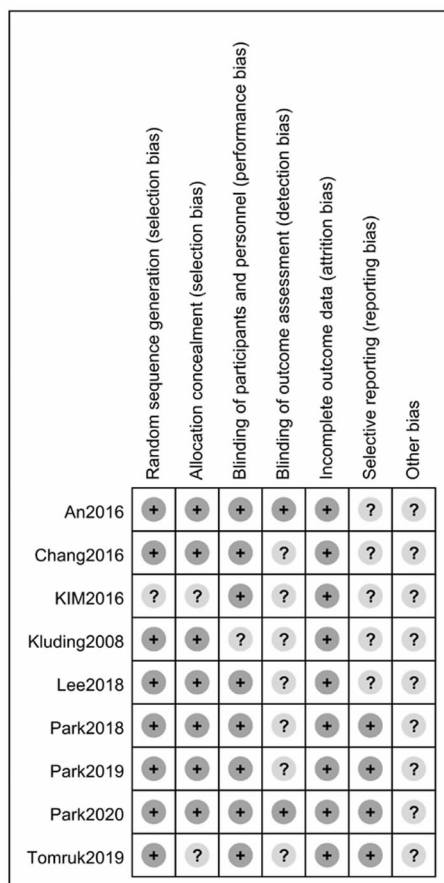


图2 风险偏倚评估总结图

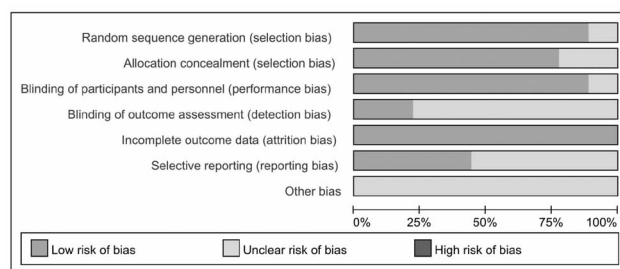


图3 风险偏倚评估比例图

2.3 Meta 分析结果

2.3.1 踝关节 DF-PROM 6 项研究分析了踝关节 MWM 对脑卒中患者踝关节 DF-PROM 的影响^[12,15,17-20], 总计 168 例患者。 χ^2 检验表明各研究间的异质性不明显 ($I^2=42\%$, $P=0.13$)。通过固定效应模型进行合并分析发现, 与对照组相比, 踝关节 MWM 在提高踝关节 DF-PROM 方面更优, 差异具有统计学意义 [$WMD=1.47$, $95\%CI(1.07, 1.87)$, $P<0.01$], 见图 4。

2.3.2 步速 5 项研究分析了踝关节 MWM 对脑卒中患者步速的影响^[13-14,16,18-19], 总计 132 例患者。 χ^2 检验表明各研究间具有较好的同质性 ($I^2=0\%$, $P=0.87$)。通过固定效应模型进行合并分析发现踝关节 MWM 在提高脑卒中患者步速方面优于对照组, 差异具有统计学意义 [$WMD=8.04$, $95\%CI(4.80, 11.29)$, $P<0.01$], 见图 5。

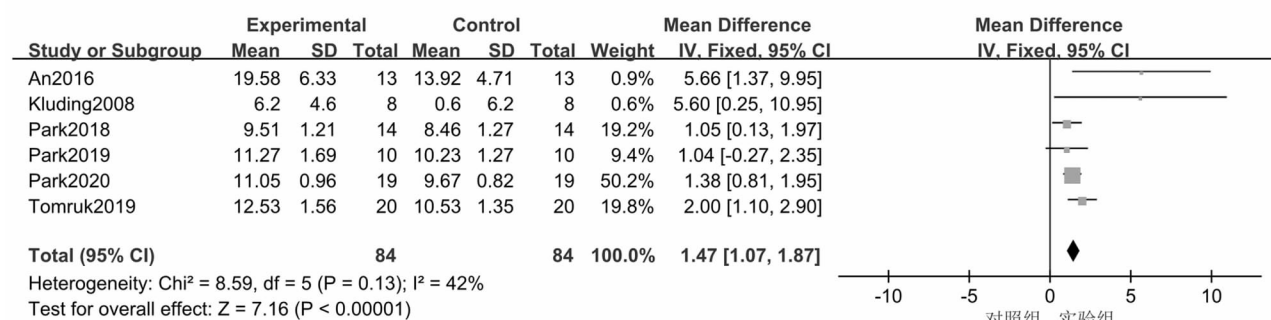


图4 踝关节 MWM 对脑卒中患者踝关节 DF-PROM 影响的 Meta 分析

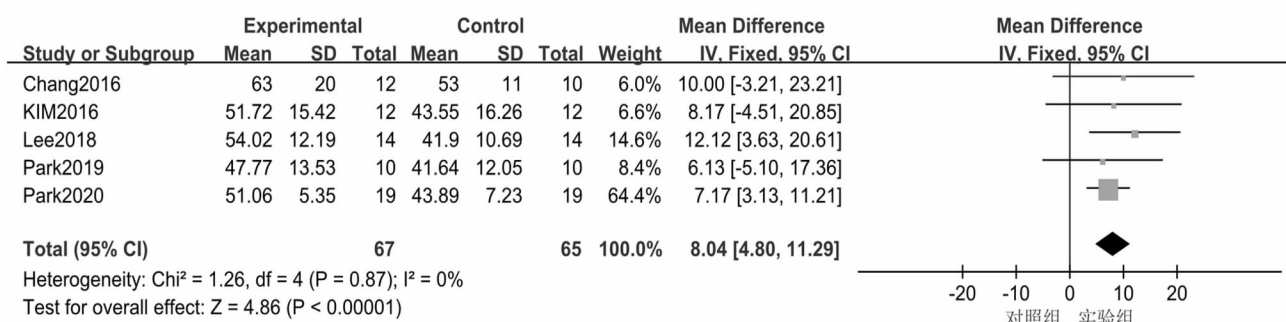


图5 踝关节 MWM 对脑卒中患者步速影响的 Meta 分析

2.3.3 步频 4项研究分析了踝关节 MWM 对脑卒中患者步频的影响^[14,17-19],总计 110 例患者。 χ^2 检验表明各研究间无异质性($I^2=0\%$, $P=0.74$)。通过固定效应模型进行合并分析发现,踝关节 MWM 在提高脑卒中患者步频方面优于对照组,差异具有统计学意义[WMD=10.90,95%CI(6.31,15.50), $P<0.01$],见图 6。

2.3.4 患侧步幅 4项研究^[13-14,17,19]分析了踝关节 MWM 对脑卒中患者患侧步幅的影响,总计 112 例患者。 χ^2 检验表明各研究间具有同质性($I^2=0\%$, $P=0.92$)。通过固定效应模型进行合并分析发现,踝关节 MWM 在提高脑卒中患者患侧步幅方面优于对照组,差异具有统计学意义[WMD=8.63,95%CI(5.06,12.20), $P<0.01$],见图 7。

2.3.5 BBS 量表 4项研究分析了踝关节 MWM 对脑卒中患者 BBS 评分的影响^[12,16-18],总计 104 例患者。 χ^2 检验表明各研究间的异质性不明显($I^2=5\%$,

$P=0.37$)。通过固定效应模型进行合并分析发现,踝关节 MWM 在改善脑卒中患者平衡功能方面优于对照组,差异具有统计学意义[WMD=4.12,95%CI(2.64,5.59), $P<0.01$],见图 8。

3 讨论

步态分析作为一种客观评价运动功能状态变化的工具,它主要包括动力学分析、运动学分析、肌电活动、能量参数等^[23]。本研究主要从运动学角度分析踝关节的关节活动和步态的时空参数。

踝关节的充分运动在功能活动中起着维持步态和平衡的重要作用。Singer 等^[24]和 Chung 等^[25]研究指出脑卒中患者的踝关节被动背屈活动度常常受限,且平均只有健康人群的一半,其原因与神经和非神经因素双重影响有关。在神经因素方面,上运动元神经的损伤使下肢伸肌痉挛加重,增加了踝关节被动背屈的抵抗力,进而影响其活动度^[26];在非神经因素方面,由

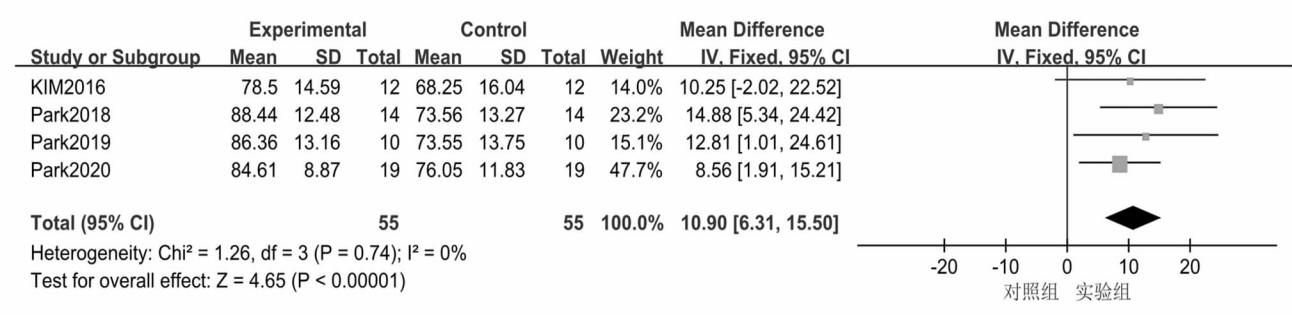


图 6 踝关节 MWM 对脑卒中患者步频影响的 Meta 分析

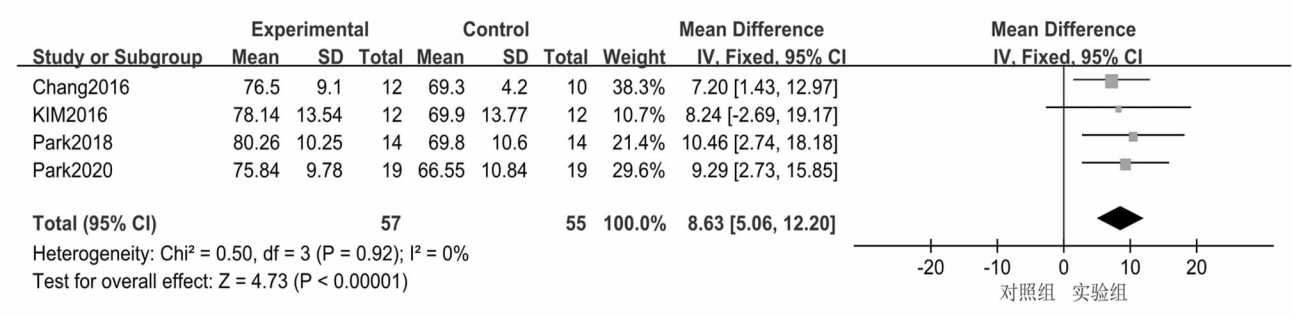


图 7 踝关节 MWM 对脑卒中患者患侧步幅影响的 Meta 分析

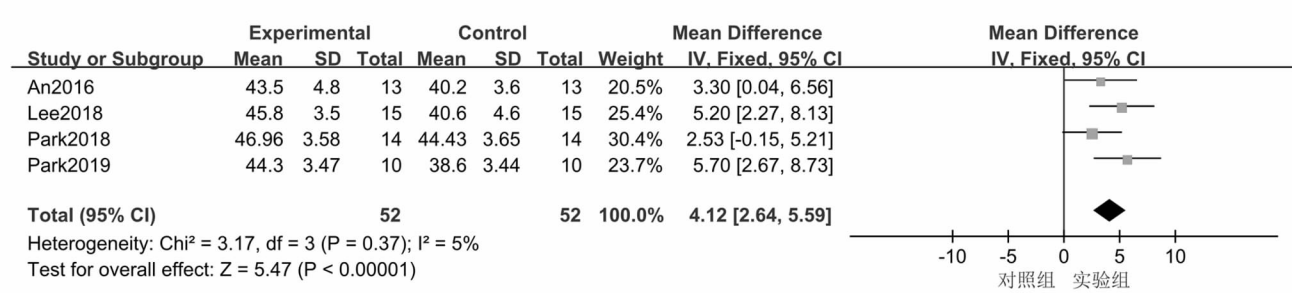


图 8 踝关节 MWM 对脑卒中患者 BBS 评分影响的 Meta 分析

于长期制动、固定、年龄增长等因素会引起踝关节周围软组织物理特性的变化,进而也导致踝关节被动背屈活动度受限^[27]。受限的DF-PROM改变了足部负重的位置,导致足跟离地时间提前以及膝关节过度伸展,进而增加了在站立和步行时进行重心转移的难度^[28]。本研究通过踝关节DF-PROM评估MWM对脑卒中患者步态的影响,结果表明踝关节MWM在改善踝关节DF-PROM方面优于对照组,提示MWM可有效促进踝关节运动功能的恢复。其改善的原因可能是:①踝关节MWM使距骨向后滑动和胫骨在距骨滑车上向前滑动,改善了关节运动时的相对位置,进而促进了踝关节背屈;②在治疗期间通过持续且重复的踝关节背屈动作使跖屈肌(腓肠肌)得到充分的牵伸,增强了高尔基腱器官的兴奋性,使牵张反射受到抑制,从而改善下肢伸肌痉挛状态,促进踝关节背屈^[29];③重复的关节活动促进了踝关节周围组织的柔韧性和延展性,改善软组织挛缩状态,从而提高踝关节活动范围^[30]。另外,本研究纳入研究之间无明显统计学异质性,这提示研究结果信度较高。受纳入文献数量的影响,未进行发表偏倚检验。

步速、步幅、步频是反映个体步行功能的重要时空参数。国内外研究显示脑卒中患者的步速、步频以及患侧步幅明显减少^[28, 31],其原因可能与代偿策略的选择有关。脑卒中患者通常以髋关节代偿策略为主来应对姿势变化。然而这样的代偿机制限制了重心向患侧的转移,进而增加步态的不对称性,使能量消耗增大,最终导致步态时空参数的改变^[32]。本研究通过时空参数(步速、步频以及患侧步幅)评估脑卒中患者的步态,Meta分析结果显示,踝关节MWM在改善步速、步频以及患侧步幅方面优于对照组,这表明MWM可有效改善脑卒中患者的步态,其原因可能与踝关节背屈功能和跖屈肌(腓肠肌)痉挛得以改善有关。还值得一提的是,步速、步频以及患侧步幅的效应值分别为8.04cm/s、10.90步/min、8.63cm,这对于脑卒中患者而言具有较大临床意义。再结合以上3项时空参数指标的差异具有统计学意义,这提示本研究结果兼具临床意义和统计学意义。另外,各指标的纳入研究之间具有较好的同质性,进一步增强了研究结果的可靠性。

脑卒中患者通常伴有不同程度的平衡功能障碍,进而导致步态不稳,并增加了跌倒风险。因此,科学的评估平衡功能对于了解患者平衡功能的改善情况和预测跌倒风险具有重要意义。

BBS量表被广泛用于评定脑卒中患者的平衡功能,并具有良好的信效度^[33]。本研究通过BBS量表对脑卒中患者的平衡能力进行评估,结果显示,踝关节

MWM在改善BBS评分方面优于对照组,这表明踝关节MWM可促进脑卒中患者平衡功能的恢复。此外,Shi等^[34]通过Meta分析发现MWM可明显提高慢性踝关节不稳患者的单腿站立平衡时间和星形偏移平衡测试评分,与本研究结果相似,这也进一步表明踝关节MWM在改善平衡能力方面有着积极影响。改善的原因可能是MWM在操作过程中有效刺激踝关节周围组织中本体感受器的活动,进而导致更有效的本体感受反馈,从而改善平衡能力^[35]。另外,踝关节背屈活动度的恢复也可促使脑卒中患者通过踝关节策略维持身体平衡,并在站立时保持正确的足部负重位置。BBS纳入研究之间无明显统计学异质性,这提示研究结果信度较高。受纳入文献数量的影响,故也未进行发表偏倚检验。

本研究也存在一定的局限性:①仅对中英文数据库进行了检索,可能存在一定的语言偏倚;②各研究样本量较小、患者基线水平不完全一致,一定程度上削弱了论证力度;③纳入研究的方法学质量普遍不高,可能给研究结果带来一定的偏倚;④受文献纳入数量的影响,未进行发表偏倚检验。

综上所述,踝关节MWM能有效改善脑卒中患者步态和平衡功能,再加MWM操作简单便捷且安全,故值得在临床推广。由于本研究存在纳入文献方法学质量参差不齐、样本量较小等问题,因此仍需更多高质量、大样本的RCT进一步论证。

【参考文献】

- [1] 徐梅,汪敏,王娟.基于行走模式的功能性电刺激对卒中偏瘫患者步态的即刻影响[J].中国康复,2019,34(11):590-592.
- [2] 鲍赛荣,廖迪,张其明,等.分散体外冲击波对卒中患者下肢痉挛及三维步态参数的效果研究[J].中国康复医学杂志,2019,34(12):1423-1430.
- [3] Tyson SF, Hanley M, Chillala J, et al. Balance disability after stroke[J]. Physical therapy, 2006, 86(1): 30-38.
- [4] Bressel E, McNair PJ. The effect of prolonged static and cyclic stretching on ankle joint stiffness, torque relaxation, and gait in people with stroke[J]. Physical therapy, 2002, 82(9): 880-887.
- [5] Gao F, Ren Y, Roth EJ, et al. Effects of repeated ankle stretching on calf muscle-tendon and ankle biomechanical properties in stroke survivors[J]. Clinical biomechanics (Bristol, Avon), 2011, 26(5): 516-522.
- [6] 谢凌峰,黄晓琳,岳翔,等. Mulligan 动态关节松动术结合牵伸疗法治疗肩周炎的疗效观察[J].中国康复医学杂志,2015,30(5): 476-478.
- [7] 王荣丽,黄真. Mulligan 手法在颈椎病中的应用[J].中国康复医学杂志,2005,20(3): 224-226.
- [8] 王雪强,郑洁皎,徐洲.动态关节松动术对继发性冻结肩关节活动度的影响:2例报告[J].中国康复医学杂志,2012,27(4): 358-

- 360.
- [9] Gilbreath JP, Gaven SL, Van LL, et al. The effects of mobilization with movement on dorsiflexion range of motion, dynamic balance, and self-reported function in individuals with chronic ankle instability[J]. *Manual therapy*, 2014, 19(2):152-157.
 - [10] Yoon JY, Hwang YI, An DH, et al. Changes in kinetic, kinematic, and temporal parameters of walking in people with limited ankle dorsiflexion: pre-post application of modified mobilization with movement using talus glide taping[J]. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 2014, 37(5):320-325.
 - [11] 中华神经科学会中华神经外科学会. 各类脑血管疾病诊断要点[J]. *中华神经科杂志*, 1996, 29(6):60-61.
 - [12] 李永杰, 扈盛. 水中运动训练对脑卒中患者下肢肢体功能和日常生活能力影响的 Meta 分析[J]. *中国康复医学杂志*, 2019, 34(10):1209-1215.
 - [13] Hislop AC, Collins NJ. Does adding hip exercises to quadriceps exercises result in superior outcomes in pain, function and quality of life for people with knee osteoarthritis A systematic review and meta-analysis[J]. *British journal of sports medicine*, 2020, 54(5):263-271.
 - [14] An CM, Jo SO. Effects of Talocrural Mobilization with Movement on Ankle Strength, Mobility, and Weight-Bearing Ability in Hemiplegic Patients with Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial[J]. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases: the official journal of National Stroke Association*, 2017, 26(1):169-176.
 - [15] Chang AM, Won JI. Effects of ankle joint mobilization with movement and weight-bearing exercise on knee strength, ankle range of motion, and gait velocity in patients with stroke: a pilot study[J]. *Journal of physical therapy science*, 2016, 28(2):689-694.
 - [16] Kim SL, Lee BH. Effect of Mulligan's mobilization with movement technique on gait function in stroke patients[J]. *Journal of physical therapy science*, 2016, 28(8):2326-2329.
 - [17] Kluding PM, Santos M. Effects of ankle joint mobilizations in adults poststroke: a pilot study[J]. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2008, 89(3):449-456.
 - [18] Kim SL, Lee BH. The Effects of Posterior Talar Glide and Dorsiflexion of the Ankle Plus Mobilization with Movement on Balance and Gait Function in Patient with Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial[J]. *Journal of neurosciences in rural practice*, 2018, 9(1):61-67.
 - [19] Park D, Lee JH, Kang TW, et al. Effects of a 4-Week Self-Ankle Mobilization with Movement Intervention on Ankle Passive Range of Motion, Balance, Gait, and Activities of Daily Living in Patients with Chronic Stroke: A Randomized Controlled Study[J]. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases: the official journal of National Stroke Association*, 2018, 27(12):3451-3459.
 - [20] Park D, Lee JH. Four-week training involving ankle mobilization with movement versus static muscle stretching in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. *Topics in stroke rehabilitation*, 2019, 26(2):81-86.
 - [21] Park D, Cynn HS. Four-week training involving self-ankle mobilization with movement versus calf muscle stretching in patients with chronic stroke: a randomized controlled study[J]. *Topics in stroke rehabilitation*, 2020, 27(4):296-304.
 - [22] Tomruk M, Soysal TM, Alkan E, et al. Immediate Effects of Ankle Joint Mobilization With Movement on Postural Control, Range of Motion, and Muscle Strength in stroke Individuals: A Randomized Controlled Trial[J]. *Journal of sport rehabilitation*, 2019, 20(8):1-9.
 - [23] 刘斐雯, 林乐乐, 朱文宗. 太极拳在帕金森病步态及平衡功能康复中的应用现况[J]. *中国康复*, 2019, 34(1):50-53.
 - [24] Singer B, Dunne J, Singer KP, et al. Evaluation of triceps surae muscle length and resistance to passive lengthening in patients with acquired brain injury[J]. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 2002, 17(2):152-161.
 - [25] Chung SG, Van Rey E, Bai Z, et al. Biomechanic changes in passive properties of hemiplegic ankles with spastic hypertonia[J]. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2004, 85(10):1638-1646.
 - [26] 周朝生, 朱玉连. 脑卒中患者踝关节运动控制障碍的研究进展[J]. *中国康复*, 2014, 29(1):61-64.
 - [27] Radinmehr H, Ansari NN, Naghdi S, et al. Comparison of Therapeutic Ultrasound and Radial Shock Wave Therapy in the Treatment of Plantar Flexor Spasticity After Stroke: A Prospective, Single-blind, Randomized Clinical Trial[J]. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases: the official journal of National Stroke Association*, 2019, 28(6):1546-1554.
 - [28] Lin PY, Yang YR, Cheng SJ, et al. The relation between ankle impairments and gait velocity and symmetry in people with stroke[J]. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2006, 87(4):562-568.
 - [29] Sahin N, Ugurlu H, Karahan AY. Efficacy of therapeutic ultrasound in the treatment of spasticity: a randomized controlled study[J]. *NeuroRehabilitation*, 2011, 29(1):61-66.
 - [30] 张佳佳, 奚婧, 王丽, 等. 牵拉运动的健康益处及机制研究进展[J]. *中国康复理论与实践*, 2018, 24(12):1426-1431.
 - [31] 李奎, 付奕, 李鑫, 等. 稳定极限训练的踝关节策略对脑卒中恢复期患者平衡及步态的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2012, 34(2):113-115.
 - [32] Boudarham J, Roche N, Pradon D, et al. Variations in kinematics during clinical gait analysis in stroke patients[J]. *PloS one*, 2013, 8(6):e66421.
 - [33] 王云龙, 陈长香, 马素慧, 等. 不同平衡量表应用于脑卒中患者的相关性分析[J]. *中国康复医学杂志*, 2015, 30(2):143-146.
 - [34] Shi X, Han J, Witchalls J, et al. Does treatment duration of manual therapy influence functional outcomes for individuals with chronic ankle instability: A systematic review with meta-analysis? [J]. *Musculoskeletal science & practice*, 2019, 40(15):87-95.
 - [35] Silva RD, Teixeira LM, Moreira TS, et al. Effects of Anteroposterior Talus Mobilization on Range of Motion, Pain, and Functional Capacity in Participants With Subacute and Chronic Ankle Injuries: A Controlled Trial[J]. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 2017, 40(4):273-283.