

DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2024.01.018

引用格式:张 瑾,孙 妍.局部振动对脑卒中偏瘫患者躯体运动功能影响的 Meta 分析[J].巴楚医学,2024,7(1):111-117.

局部振动对脑卒中偏瘫患者躯体运动功能影响的 Meta 分析

张 瑾¹ 孙 妍²

(1. 成都中医药大学 护理学院, 四川 成都 610075; 2. 四川省人民医院 急诊科, 四川 成都 610072)

摘要: **目的:** 分析局部振动对脑卒中偏瘫患者躯体运动功能的影响。 **方法:** 从中国知网、万方、维普、中国生物医学数据库、Pubmed、Cochrane Library、Embase 及 Scopus 数据库检索脑卒中偏瘫患者接受局部振动训练的相关文献,检索文献时间段为 2013 年 1 月—2022 年 12 月,经过筛选文献、提取数据后运用 Revman 5.4 进行数据分析。 **结果:** 本研究共纳入 13 篇文章,共 526 人。Meta 分析结果显示,与常规康复训练相比,局部振动可改善脑卒中偏瘫患者的运动功能($SMD = 1.04$, $95\%CI: 0.70, 1.37$)、自理能力($SMD = 0.96$, $95\%CI: 0.23, 1.69$)及步行能力($SMD = 1.27$, $95\%CI: 0.35, 2.19$)。亚组分析结果显示,干预时间 ≤ 4 周或 > 4 周,局部振动均能改善脑卒中偏瘫患者的运动功能,而且在 > 4 周亚组中,该效应更大($SMD = 1.25$, $95\%CI: 0.84, 1.66$)。 **结论:** 局部振动能有效改善脑卒中偏瘫患者的躯体运动功能,且治疗效果随干预时间的延长而提高。

关键词: 局部振动; 脑卒中; 偏瘫; meta 分析

中图分类号: R493

文献标志码: A

文章编号: 2096-6113(2024)01-0111-07

Meta-Analysis of the Effect of Local Vibration on Motor Function in Stroke Patients with Hemiplegia

Zhang Jin¹ Sun Yan²

(1. School of Nursing, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610075, China; 2. Department of Emergency, Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu 610072, China)

Abstract Objective: To analyze the effect of local vibration on motor function in stroke patients with hemiplegia. **Methods:** Relevant literature of local vibration training on stroke hemiplegic patients was retrieved from CNKI, Wanfang, VIP, China Biomedical Database, Pubmed, Cochrane Library, Embase and Scopus databases from January 2013 to December 2022. After literature screening and data extraction, Revman 5.4 was used for data analysis. **Results:** There were 13 studies with a total of 526 participants were included in this study. The results of meta-analysis showed that local vibration could improve the motor function of stroke patients with hemiplegia ($SMD = 1.04$, $95\%CI: 0.70, 1.37$), self-care ability ($SMD = 0.96$, $95\%CI: 0.23, 1.69$) and walking ability ($SMD = 1.27$, $95\%CI: 0.35, 2.19$), when compared to conventional rehabilitation training. The results of subgroup analysis showed that local vibration improved motor function in stroke patients with hemiplegia both in intervention duration ≤ 4 weeks group and > 4 weeks group, and with greater effect in the latter ($SMD = 1.25$, $95\%CI: 0.84, 1.66$). **Conclusion:** Local vibration can effectively improve the physical motor function of stroke patients with hemiplegia, and the

基金项目:四川省科技厅重点研发项目(No: 2023YFS0068)

作者简介:张 瑾,女,硕士在读,主要从事临床护理的研究。E-mail: 360579552@qq.com

通信作者:孙 妍,女,博士在读,副教授,主要从事护理管理、慢病护理、急诊护理的研究。E-mail: 461530674@qq.com

therapeutic effect increases with the extension of intervention time.

Keywords local vibration; stroke; hemiplegia; meta-analysis

脑卒中是我国居民的首要死亡原因^[1]。我国成年人脑卒中的患病率、发病率和死亡率分别为2.60%、0.51%、0.34%^[2]。偏瘫是脑卒中常见的后遗症,由于运动输出和感觉反馈的下降,患者表现出单侧肢体活动障碍、口角歪斜等症状,除了影响正常的自理能力,还可能发展为畸形,需要尽早进行康复治疗^[3]。近年来,振动训练在神经康复领域中得到广泛应用。它可以影响血管的收缩和舒张,加速血液循环和淋巴回流,减轻炎症;还可以缓解软组织黏连以及肌肉痉挛,扩大肢体的活动范围,改善患者的运动能力^[4-5]。

既往的研究将重点放在了全身振动上,但全身振动可能导致头晕、疼痛加剧等不良反应,降低患者的依从性^[6]。近年来研究发现,局部振动能缓解卒中后肢体痉挛^[7]。但局部振动对其他躯体运动功能的影响暂不明确,本研究拟通过meta分析探讨局部振动对卒中偏瘫患者躯体运动功能的影响,以期为临床应用提供参考。

1 资料与方法

1.1 文献检索策略

在中国知网、万方、维普数据库、中国生物医学数据库、PubMed、The Cochrane Library、Embase及Scopus中检索2013年1月—2022年12月与局部振动治疗卒中偏瘫人群相关的文献,选择主题词与自由词相结合的检索方式,再通过滚雪球的方式手工检索符合要求的文献。中文检索词为局部振动、卒中、中风、脑梗死、脑出血、运动功能、躯体功能及偏瘫。英文检索词为local vibration、stroke、cerebral infarction、cerebral hemorrhage、motor function、physical function、hemiplegia。

1.2 纳排标准

1.2.1 纳入标准

①研究类型:随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)。②研究对象:卒中偏瘫患者;③干预措施:局部振动或在对照组的基础上加上局部振动;④对照措施:假振动或是常规康复训练;⑤结局指标:运动功能:采用Fugl-Meyer运动功能评分量表(Fugl-Meyer assessment, FMA)进行评价;躯体功能:采用巴氏指数量表(Barthel index, BI)、改良版的巴氏指数量表(modified Barthel index, MBI)或功能

独立性评估量表(functional independence measure, FIM)、10 m最大步行速度。研究至少含有一项上述结局指标。

Fugl-Meyer运动功能评分量表包括上肢运动功能和下肢运动功能两个部分,上肢部分总分为66分,下肢部分总分为34分,每个项目0~2分,总分为100分,得分越低,患者运动功能越差^[8]。BI量表包括吃饭、穿衣、上下楼梯、洗澡、上厕所等,总分为100分,得分越高,患者的活动能力越好^[9]。FIM量表评估患者的日常生活独立能力,总分为126分,分数越高,患者的功能恢复越好^[10]。10 m最大步行速度评估患者的行走能力,患者用最快速度通过10 m的走道,共测试3次,取平均值,所需时间越长,患者的行走能力越差^[11]。

1.2.2 排除标准

①动物实验、回顾性分析、个案、综述等;②干预措施不以局部振动为主或非非局部振动;③缺失数据或无法提取数据;④重复文献;⑤非中英文文献。

1.3 文献筛选与数据提取

由两名研究人员采用独立双盲的方式检索数据库,依据纳排标准纳入文献,提取数据。当数据不完整时,首先联系文章的作者申请原始数据,仍不能得到则将该文献排除。若两名研究人员纳入的文献不一致,则与第三名研究人员商讨,直至意见统一。两名研究人员精读纳入文献后,总结如下资料:①文献的基本信息:作者、发表年限、地区;②研究设计:样本量、干预措施、对照措施;③结局指标。

1.4 文献质量评价

2名研究人员采用Cochrane手册推荐的偏倚风险评价工具对文献进行评估^[12]。评估内容包括:①随机分配法;②分配隐藏;③研究人员和受试者均遵循盲法;④评价人员遵循盲法;⑤数据完整;⑥研究结果选择性报告;⑦其他偏倚。文献完全符合以上标准,等级为A;部分满足以上标准,等级为B;完全不满足上述标准,等级为C。

1.5 统计学分析

采用Revman 5.4软件进行数据处理和分析。效应量:不同的评价量表选择标准均差(standardized mean difference, SMD)并计算95%置信区间(confidence interval, CI)。异质性检验:使用卡方检验判断其异质性, I^2 表示异质性的程度。当 $P > 0.05$ 且 $I^2 \leq 50\%$ 时,认为研究间的异质性较小,选择固定效

应模型;当 $P \leq 0.05, I^2 > 50\%$ 时,认为研究间的异质性较大,选择随机效应模型。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献检索结果

研究人员对 8 个数据库进行检索,共检索出中文文献 313 篇,英文文献 632 篇,共计 945 篇,最终纳入 13 篇文献。检索流程如图 1 所示。

2.2 文献检索的基本信息

本研究共纳入 13 篇文献,实验组 267 人,对照组 259 人,类型均为 RCT,基本信息见表 1。

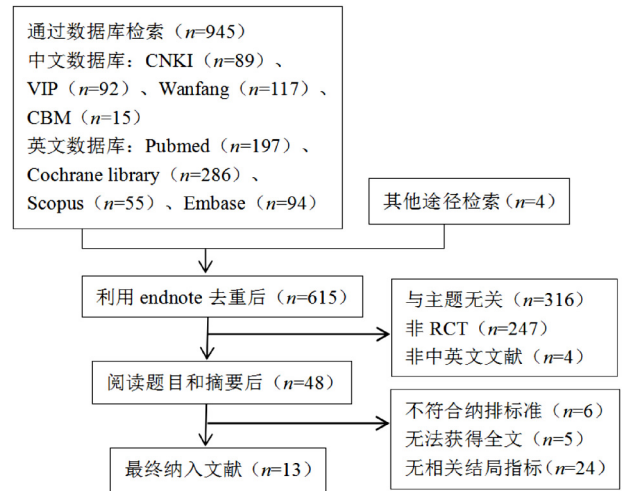


图 1 文献检索流程图

表 1 纳入文献的基本信息($\bar{x} \pm s, n$)

| 纳入文献 | 年份 | 地区 | 分组 | 年龄(岁) | 样本量 | 干预措施 | 干预时间 | 结局指标 |
|----------------------------|------|-----|-----|-------------|-----|----------------|-------------|-----------------|
| Costantino ^[13] | 2017 | 意大利 | 实验组 | 62.59±15.39 | 17 | 局部肌肉振动 | 30 min/d,每周 | FMA-UE、FIM |
| | | | 对照组 | 60.47±16.09 | 15 | 常规康复训练 | 3次,共4周 | |
| Calabro ^[14] | 2017 | 意大利 | 实验组 | 66.00±5.00 | 10 | 局部肌肉振动+机器人辅助训练 | 60 min/d,每周 | FMA-UE、FIM |
| | | | 对照组 | 67.00±4.00 | 10 | 机器人辅助训练 | 5次,共8周 | |
| Annino ^[15] | 2019 | 约旦 | 实验组 | 67.80±8.30 | 17 | 局部肌肉振动 | 30 min/d,每周 | BI |
| | | | 对照组 | 69.40±10.40 | 17 | 常规物理治疗 | 3次,共8周 | |
| Choi ^[16] | 2022 | 韩国 | 实验组 | 62.90±8.64 | 12 | 局部肌肉振动+棱镜适应训练 | 50 min/d,每周 | MBI |
| | | | 对照组 | 66.00±12.09 | 12 | 棱镜适应训练 | 5次,共4周 | |
| Etoh ^[17] | 2015 | 日本 | 实验组 | 60.00±9.50 | 15 | 局部肌肉振动 | 共4周 | FMA |
| | | | 对照组 | 60.40±10.20 | 9 | 常规康复训练 | | |
| 张伟 ^[4] | 2022 | 中国 | 实验组 | 59.80±12.20 | 23 | 局部肌肉振动 | 10 min/d,每周 | 10 m 最大步行速度 |
| | | | 对照组 | 60.50±11.60 | 23 | 常规康复训练 | 3次,共4周 | |
| 张伟 ^[5] | 2019 | 中国 | 实验组 | 55.90±12.80 | 20 | 局部肌肉治疗+肌电治疗 | 20 min/d,每周 | FMA、10 m 最大步行速度 |
| | | | 对照组 | 54.50±10.60 | 20 | 肌电治疗 | 6次,共8周 | |
| 袁小敏 ^[18] | 2018 | 中国 | 实验组 | 58.70±5.35 | 23 | 局部肌肉振动 | 30 min/d,每周 | FMA-UE |
| | | | 对照组 | 59.20±4.69 | 23 | 安慰剂治疗 | 5次,共4周 | |
| 陈钊德 ^[19] | 2015 | 中国 | 实验组 | 58.34±7.66 | 20 | 局部肌肉振动 | 20 min/d,每周 | FMA、MBI |
| | | | 对照组 | 57.11±6.34 | 20 | 常规康复训练 | 5次,共8周 | |
| 刘勇 ^[20] | 2021 | 中国 | 实验组 | 56.03±7.79 | 30 | 局部肌肉振动 | 25 min/d,每周 | FMA-UE、MBI |
| | | | 对照组 | 55.57±9.17 | 30 | 常规康复训练 | 5天,共8周 | |
| 席建明 ^[21] | 2019 | 中国 | 实验组 | 57.12±7.61 | 25 | 局部肌肉振动 | 20 min/d,每周 | 10 m 最大步行速度 |
| | | | 对照组 | 50.88±7.01 | 25 | 常规康复训练 | 5次,共4周 | |
| 袁丽 ^[22] | 2022 | 中国 | 实验组 | 69.40±12.30 | 25 | 局部肌肉振动 | 60 min/d,每周 | FMA-LE |
| | | | 对照组 | 67.20±11.60 | 25 | 常规康复训练 | 5次,共6周 | |
| 梁天佳 ^[23] | 2017 | 中国 | 实验组 | 56.42±8.24 | 30 | 局部肌肉振动 | 30min/d,每周 | FMA、MBI |
| | | | 对照组 | 57.16±7.53 | 30 | 常规康复训练 | 5天,共8周 | |

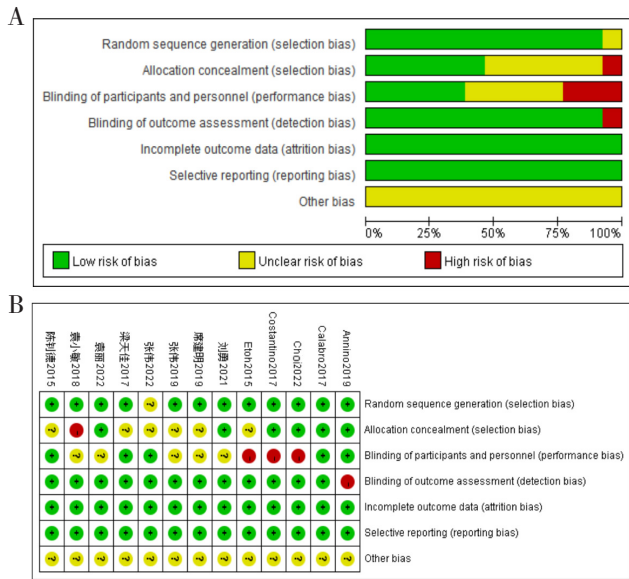
注:FMA:Fugl-Meyer 运动功能评分量表;FIM:功能独立性评估量表;BI:巴氏指数量表;MBI:改良版的巴氏指数量表

2.3 纳入文献的方法学质量评价

本研究共纳入 13 篇文献,有 2 篇质量等级为 A,有 11 篇质量等级为 B,文献总体质量比较好,见图 2。

在随机数列中,有 12 篇文献采用随机数字法或计算机随机法。有 2 篇文献的研究对象全程参与,有 1 篇文献^[15]的 3 例研究对象因个人原因退出,其他文献

没有说明。另外,由于局部振动的特殊性,部分研究仅对评价人员实施盲法,可能会影响研究结果。



注:A: 偏倚风险百分图; B: 偏倚风险总结图
图2 纳入文献质量评价

2.4 Meta 分析结果

2.4.1 运动功能评分

9项研究评估了局部振动对脑卒中偏瘫患者运动功能的影响,其中实验组190人,对照组182人,共372人(图3)。有4篇文献采用FMA-UE量表,4篇文献采用FMA量表,1篇文献采用FMA-LE量表,故采用SMD进行数据分析。Meta分析结果显示,局部振动可改善患者的运动功能,差异具有统计学意义($SMD = 1.04, 95\%CI: 0.70, 1.37$)。

由于运动功能评分结果提示存在较大的异质性($I^2 = 55\%$),分别从干预频率、干预部位及干预时间方面进行亚组分析。前两者不是异质性的来源,而不同的干预时间存在明显的差异,如图4。局部振动训练 ≤ 4 周的患者FMA评分显著高于对照组($SMD = 0.60, 95\%CI: 0.20, 1.00$);局部振动训练 > 4 周的患者FMA评分显著高于对照组($SMD = 1.25, 95\%CI: 0.84, 1.66$),干预时间 > 4 周的患者运动功能改善更为显著。

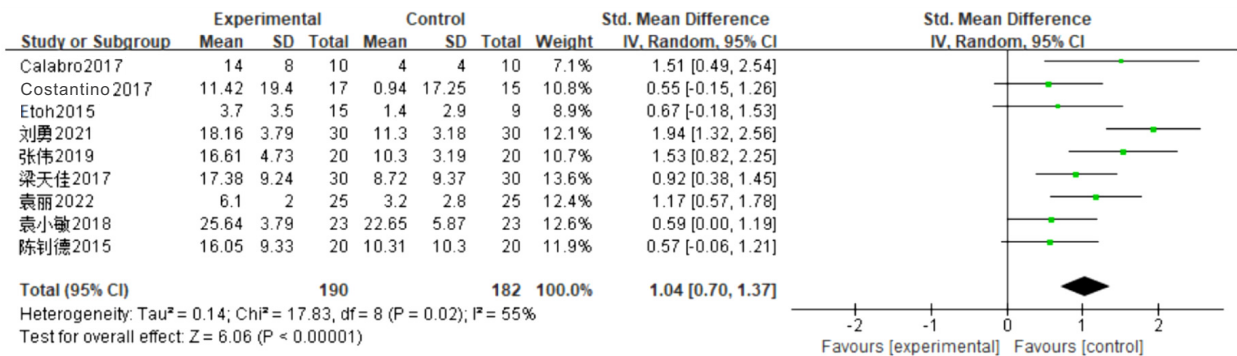


图3 局部振动对脑卒中患者运动功能的影响

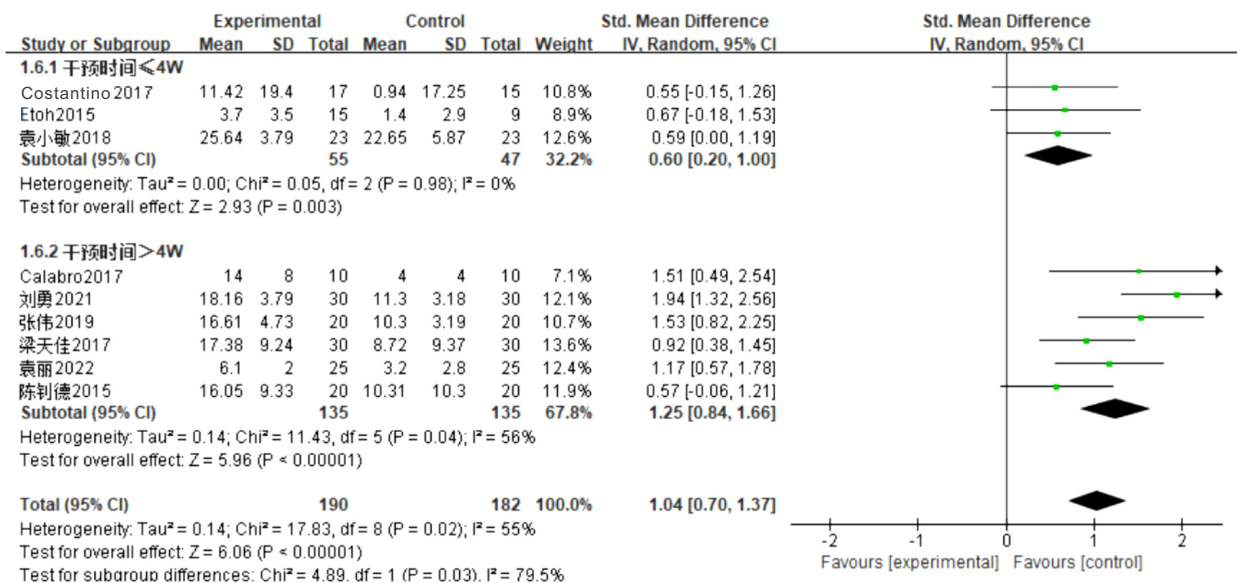


图4 不同干预时间的亚组分析

2.4.2 自理能力评分

7项研究对比了局部振动对脑卒中偏瘫患者自理能力的影响,共270名患者,其中实验组136人,对照组134人,见图5。其中4篇文献采用MBI量表,1篇文献采用BI量表,2篇文献采用FIM量表,故采用SMD进行数据分析。Meta分析结果显示,局部振动显著提高了患者的自理能力,差异具有统计学意义(SMD=0.96,95%CI:0.23, 1.69)。

2.4.3 10 m最大步行速度评分

3篇文献采用10 m最大步行速度量表来评估患者的行走能力,但由于单位不同,故采用SMD进行

数据分析以减少不同单位的影响。共纳入136名患者,其中实验组68人,对照组68人,见图6。异质性检验 $P=0.003$, $I^2=83\%$,研究存在明显的异质性。Meta分析结果显示,局部振动改善了中风患者的行走能力,差异具有统计学意义(SMD=1.27,95%CI:0.35, 2.19)。

2.5 发表偏倚

本研究通过Revman 5.4软件对纳入文献的偏倚风险进行检验,见图7。纳入的文献分布基本对称,偏倚风险较小。

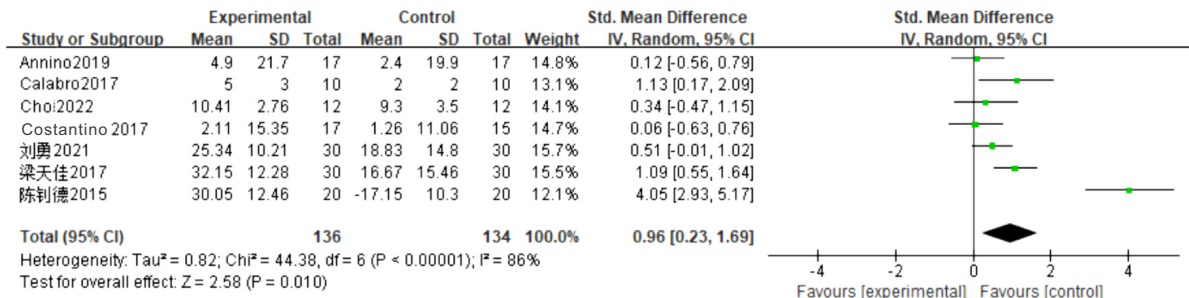


图5 局部振动对自理能力的影响

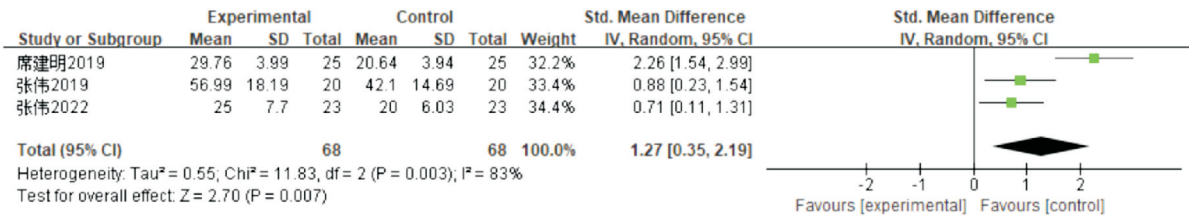
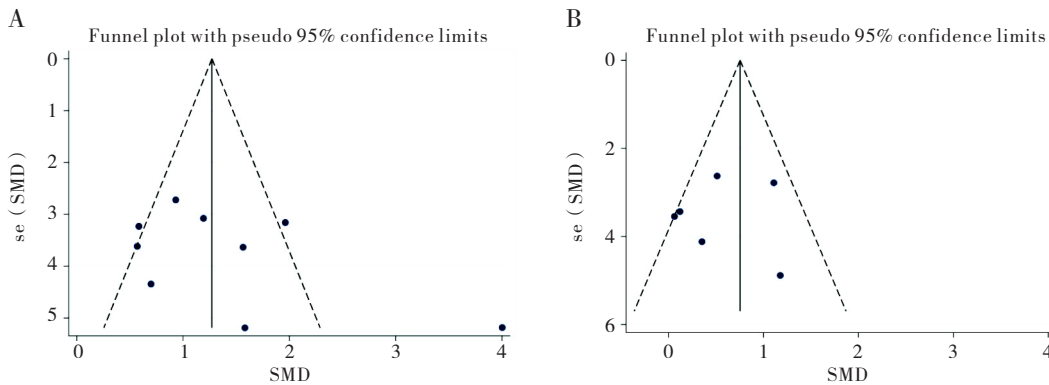


图6 局部振动对脑卒中患者10 m最大步行速度的影响



注:A:运动功能; B:自理能力

图7 风险偏倚图

3 讨论

本研究结果表明,局部振动能改善脑卒中偏瘫患者的躯体运动功能。脑卒中患者可能出现步幅缩小、步态不稳、行走速度降低、步行路径偏移及平衡性下降的情况,跌倒风险随之增加^[24]。不佳的行走能力

直接影响到患者的活动范围和强度。患者的活动量减少,社会参与度降低,容易产生消极的情绪。而长期卧床易导致各种并发症的发生率增加,机体负担加重,不利于疾病的康复。作为一种非侵入性、非药物的外周神经刺激手段,局部振动在调节步态和姿势上的作用已被证实。局部振动有助于调节脊柱反射兴

奋性,减少躯干摇摆,增强姿势的控制和肌肉反应,减少因不良的姿势控制导致的跌倒^[25]。局部振动可以增强本体感觉输入,提高肢体的协调能力^[26]。此外,局部振动在减轻肌肉痉挛及肢体疼痛,增强关节活动度上也有良好效果^[27]。随着生理功能的改善,患者的消极情绪明显减少,自理能力也有不同程度恢复。

脑卒中后偏瘫患者出现疼痛较为常见,对疼痛的感知会减少患者的活动行为,加剧单侧躯体的功能障碍,影响患者的顺利康复^[28]。Costantino等^[13]发现4周的高频振动可有效减轻脑卒中患者的疼痛。Casale等^[29]认为,局部振动能激活脊髓门控通道影响抗伤害感受系统,发挥镇痛作用,当振动作用于疼痛近侧或对侧时,也可以获得同样的效果。最早的局部振动被应用于竞技体育中,被认为是放松肌肉、缓解酸痛的重要手段,后来的局部振动也被用于缓解慢性盆腔疼痛^[30]、肌肉注射痛^[31]等,均有良好的效果。

在亚组分析中,干预部位、干预频次均无统计学差异,干预时间 ≤ 4 周或 >4 周,局部振动均能改善脑卒中偏瘫患者的运动功能,而且在 >4 周亚组中,该效应更大。然而Calabrò^[14]等干预结束一个月后,再次对患者进行评估,发现患者的自理能力、运动能力等有所下降,并未随着时间的推移而改善。值得注意的是,所有文献的干预时间均未超过8周,尚不清楚更长干预时间对患者的影响,期待未来的研究对这部分内容进行补充。近年来,局部振动作为康复医学中的一种治疗手段,在帕金森病^[32]、多发性硬化^[32]、糖尿病周围神经疾病^[33]等神经肌肉疾病上发挥着重要的作用。越来越多的研究表明,局部振动对脑卒中患者同样有益。在专业的指导下,局部振动能不同程度地缓解脑卒中患者的偏瘫后遗症,改善偏瘫患者的躯体运动功能,改善生活质量。

研究存在一定的局限性,可能是由于干预时间及措施的不一致,导致研究结果存在较大的异质性。大部分研究没有进行随访,无法得知局部振动对脑卒中偏瘫患者的长期影响。另外,关于局部振动缓解脑卒中偏瘫患者疼痛的高质量研究较少,文章难以进行深入的分析 and 讨论。国内尚未形成系统化的振动康复方案,在最佳的振动频率、振动时间及振动形式等内容上还没有统一的标准,相关研究还需要更多的学者进行思考和探索。

参考文献:

[1] 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]. *Lancet Public Health*, 2021, 6(12): e897-e906.

- [2] Tu W J, Zhao Z P, Yin P, et al. Estimated burden of stroke in China in 2020[J]. *JAMA Netw Open*, 2023, 6(3): e231455.
- [3] 刘 华, 徐冬梅, 邓小渝, 等. 低频神经肌肉电刺激辅助治疗老年脑卒中后偏瘫肌痉挛对肌张力恢复的影响[J]. *中国老年学杂志*, 2023, 43(5): 1114-1117.
- [4] 张 伟, 李瑞青, 谷玉静, 等. 局部振动与体外冲击波治疗对脑卒中后偏瘫患者小腿三头肌痉挛和步行能力的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2022, 44(4): 318-323.
- [5] 张 伟, 冯晓东, 任彬彬, 等. 局部振动结合肌电生物反馈治疗对脑卒中后偏瘫患者步行能力的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2019, 41(11): 850-852.
- [6] Cigdem Karacay B, Sahbaz T, Gurtekin B, et al. Effectiveness of whole-body vibration exercise and core stabilization exercise in chronic non-specific low back pain: a randomized-controlled study[J]. *Turk J Phys Med Rehabil*, 2022, 68(2): 184-194.
- [7] Chen Y L, Jiang L J, Cheng Y Y, et al. Focal vibration of the plantarflexor and dorsiflexor muscles improves poststroke spasticity: a randomized single-blind controlled trial[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2023, 66(3): 101670.
- [8] 王武浩, 张广鹏, 谢海江, 等. 坐式太极拳对Brunnstrom II期脑卒中患者上肢运动功能的影响研究[J]. *成都体育学院学报*, 2023, 49(2): 82-87.
- [9] 周 权, 曹 波. 运动疗法联合中频电治疗脑梗死后肩手综合症的疗效观察[J]. *心脑血管病防治*, 2023, 23(3): 50-52.
- [10] Zhuang J Y, Ding L, Shu B B, et al. Associated mirror therapy enhances motor recovery of the upper extremity and daily function after stroke: a randomized control study[J]. *Neural Plast*, 2021, 2021: 7266263.
- [11] 伦亿禧, 王 强, 毛 勇, 等. 运动想象疗法对后遗症期脑卒中患者下肢运动功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2023, 45(2): 131-133.
- [12] 李贝贝, 孟昭莉. 运动干预对糖尿病前期人群糖脂代谢影响的网状 Meta 分析[J]. *中国体育科技*, 2023, 59(1): 92-103.
- [13] Costantino C, Galuppo L, Romiti D. Short-term effect of local muscle vibration treatment versus sham therapy on upper limb in chronic post-stroke patients: a randomized controlled trial[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2017, 53(1): 32-40.
- [14] Calabrò R S, Naro A, Russo M, et al. Is two better than one? Muscle vibration plus robotic rehabilitation to

- improve upper limb spasticity and function: a pilot randomized controlled trial[J]. *PLoS One*, 2017, 12(10): e0185936.
- [15] Annino G, Alashram A R, Alghwiri A A, et al. Effect of segmental muscle vibration on upper extremity functional ability poststroke: a randomized controlled trial[J]. *Medicine*, 2019, 98(7): e14444.
- [16] Choi H S, Lee B M. A complex intervention integrating prism adaptation and neck vibration for unilateral neglect in patients of chronic stroke: a randomised controlled trial[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(20): 13479.
- [17] Etoh S, Noma T, Takiyoshi Y, et al. Effects of repetitive facilitative exercise with neuromuscular electrical stimulation, vibratory stimulation and repetitive transcranial magnetic stimulation of the hemiplegic hand in chronic stroke patients[J]. *Int J Neurosci*, 2016, 126(11): 1007-1012.
- [18] 袁小敏, 琚红艳. 重复局部肌肉振动疗法对脑卒中偏瘫早期患者上肢功能恢复的效果[J]. *中国康复理论与实践*, 2018, 24(8): 938-941.
- [19] 陈钊德, 龙耀斌, 梁天佳, 等. 局部振动对脑卒中后偏瘫患者上肢痉挛和功能障碍的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2015, 37(8): 600-601.
- [20] 刘勇, 谭同才, 沈一吉, 等. 局部振动联合虚拟现实技术对脑卒中上肢运动功能的疗效观察[J]. *中国康复医学杂志*, 2021, 36(8): 1000-1003.
- [21] 席建明, 门薇, 刘承梅, 等. 局部肌肉振动疗法对偏瘫患者步行及平衡功能的临床疗效[J]. *中国康复*, 2019, 34(8): 411-413.
- [22] 袁丽, 李航真, 胥泽华, 等. 触觉振动反馈训练对脑卒中后偏瘫患者平衡及行走功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2022, 44(10): 888-893.
- [23] 梁天佳, 龙耀斌, 周开斌, 等. 谐振治疗对脑卒中偏瘫上肢痉挛和运动功能的影响[J]. *实用医学杂志*, 2017, 33(10): 1628-1630.
- [24] Baronchelli F, Zucchella C, Serrao M, et al. The effect of robotic assisted gait training with lokomat[®] on balance control after stroke: systematic review and meta-analysis[J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 661815.
- [25] Paolucci T, Pezzi L, La Verde R, et al. The focal mechanical vibration for balance improvement in elderly-a systematic review[J]. *Clin Interv Aging*, 2021, 16: 2009-2021.
- [26] 周人龙, 张洪蕊, 刘陵鑫, 等. 局部振动治疗对急性期脑卒中患者下肢本体感觉及运动功能的疗效观察[J]. *中国康复*, 2022, 37(2): 109-112.
- [27] 肖悦, 许光旭. 振动治疗在脑卒中后肢体痉挛中的应用进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2019, 34(6): 742-746.
- [28] Borges H, de Freitas S, Liebano R, et al. Hemiplegic shoulder pain affects ipsilesional aiming movements after stroke: a cross-sectional study[J]. *Physiother Theory Pract*, 2022; 1-12.
- [29] Casale R, Hansson P. The analgesic effect of localized vibration: a systematic review. Part 1: the neurophysiological basis[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2022, 58(2): 306-315.
- [30] Calabrò R S, Billeri L, Porcari B, et al. When two is better than one: a pilot study on transcranial magnetic stimulation plus muscle vibration in treating chronic pelvic pain in women[J]. *Brain Sci*, 2022, 12(3): 396.
- [31] Savci C, Özkan B, Açiksari K, et al. Effectiveness of two different methods on the perceived pain and satisfaction during intramuscular antibiotic injection: Shot-Blocker and local vibration[J]. *Clin Nurs Res*, 2022, 31(5): 812-819.
- [32] Tahir S, Baig M O, Rathore F A, et al. The emerging role of focal muscle vibration in rehabilitation of neurological disorders[J]. *J Pak Med Assoc*, 2022, 72(10): 2126-2128.
- [33] Chandrashekhar R, Wang H W, Dionne C, et al. Wearable focal muscle vibration on pain, balance, mobility, and sensation in individuals with diabetic peripheral neuropathy: a pilot study[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(5): 2415.

[收稿日期 2023-03-06]