

DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2024.04.015

引用格式:黄佳莉,何杨,刘静兰,等.经皮神经电刺激对脑卒中患者上肢功能影响的 Meta 分析[J].巴楚医学,2024,7(4):105-111.

经皮神经电刺激对脑卒中患者上肢功能影响的 Meta 分析

黄佳莉¹ 何杨¹ 刘静兰² 王妮³ 邓红艳⁴

(1. 三峡大学健康医学院,湖北宜昌 443002; 2. 三峡大学第一临床医学院[宜昌市中心人民医院]护理部 & 三峡大学临床护理研究中心,湖北宜昌 443003; 3. 三峡大学第一临床医学院[宜昌市中心人民医院]急危重症医学科,湖北宜昌 443003; 4. 三峡大学第一临床医学院[宜昌市中心人民医院]纪委办公室,湖北宜昌 443003)

摘要: **目的:** 系统评价经皮神经电刺激(TENS)对脑卒中患者上肢功能的影响。**方法:** 全面检索 8 个数据库,包括中国知网、中国维普、万方、PubMed、Web of Science、EMBASE、Cochrane Library、CINAHL,严格按照纳入排除标准进行文献的筛选。采用 Cochrane 系统对纳入文献进行质量评价,采用 Revman 5.4.1 软件进行 Meta 分析。**结果:** 共纳入了 11 项随机对照研究,包括 559 名患者,Meta 分析结果显示,TENS 可以提高脑卒中上肢功能障碍患者的 Fugl-Meyer 上肢评估(FMA-UE)量表评分($MD=5.77,95\%CI:3.12,8.42$)、降低改良 Ashworth 肌张力评定(MAS)量表评分($MD=-0.38,95\%CI:-0.65,-0.11$)、提高改良 Barthel 指数(MBI)评分($MD=10.68,95\%CI:8.28,13.09$)。亚组分析结果显示,是否偏瘫不是产生异质性的来源。**结论:** TENS 可以提高脑卒中上肢功能障碍患者的 FMA-UE 量表和 MBI 评分,降低 MAS 量表评分,对脑卒中患者的上肢功能恢复有积极影响。

关键词: 经皮神经电刺激; 脑卒中; 上肢功能; meta 分析

中图分类号: R493 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-6113(2024)04-0105-07

Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Upper Limb Function in Stroke Patients: A Meta-Analysis

Huang Jiali¹ He Yang¹ Liu Jinglan² Wang Ni³ Deng Hongyan⁴

(1. College of Medicine and Health Sciences, China Three Gorges University, Yichang 443002, China; 2. Department of Nursing, Yichang Central People's Hospital, The First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University & Clinical Nursing Research Center, China Three Gorges University, Yichang 443003, China; 3. Department of Emergency and Critical Care Medicine, Yichang Central People's Hospital, The First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University, Yichang 443003, China; 4. Department of Discipline Inspection Committee Office, Yichang Central People's Hospital, The First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University, Yichang 443003, China)

Abstract Objective: To systematically evaluate the effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on upper limb function in stroke patients. **Methods:** A comprehensive search was conducted across eight databases, including CNKI, VIP, Wanfang, PubMed, Web of Science, EMBASE, Cochrane Library, and CINAHL, strictly adhering to the inclusion and exclusion criteria for literature screening. The quality of

基金项目: 中央引导地方科技发展专项基金项目(No: 2022BGE237); 湖北高校省级教学研究项目(No: 2021255); 宜昌市科技创新项目(No: A24-2-017)

作者简介: 黄佳莉,女,硕士在读,研究方向为循证护理。E-mail: 1772878717@qq.com

通信作者: 邓红艳,女,副教授、主任护师,研究方向为护理管理、人力资源管理。E-mail: 1160279690@qq.com

the included studies was assessed using the Cochrane system, and a meta-analysis was performed using Revman 5.4.1 software. **Results:** A total of 11 randomized controlled studies, including 559 patients were included. The meta-analysis showed that TENS could improve the Fugl-Meyer Upper Extremity Assessment (FMA-UE) scores ($MD=5.77$, $95\%CI: 3.12, 8.42$), reduce the Modified Ashworth Scale (MAS) scores ($MD=-0.38$, $95\%CI: -0.65, -0.11$), and increase the Modified Barthel Index (MBI) scores ($MD=10.68$, $95\%CI: 8.28, 13.09$) in stroke patients with upper limb dysfunction. Subgroup analysis results indicated that hemiplegia was not a source of heterogeneity. **Conclusion:** TENS can improve the FMA-UE and MBI scores and reduce the MAS scores in stroke patients with upper limb dysfunction, having a positive impact on the recovery of upper limb function in these patients.

Keywords transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS); stroke; upper limb function; meta-analysis

脑卒中是由于突发的脑部血液循环障碍而引起的一种严重颅内疾病^[1]。随着我国人口生活方式的改变以及老龄化的不断加剧^[2],根据现有的心血管健康与疾病报告来看,截至2019年,中国脑卒中的总发病例数达到了390万,与1990年的脑卒中人数相比增长了124%^[3],而且逐渐呈现出年轻化的趋势^[4]。上肢损伤是脑卒中常见且严重的后遗症^[5]。大约三分之一的脑卒中幸存者在6个月后仍有上肢运动功能障碍,患者不能随意支配上肢来进行日常活动^[6]。且已有研究表明^[7],脑卒中患者的上肢功能与日常生活能力呈正相关。因此,强化脑卒中后上肢运动功能恢复的干预措施至关重要^[8]。

经皮神经电刺激(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)主要是对患者瘫痪一侧的皮肤产生一定的电刺激,将已经调试好的低频率或者是高频率脉冲电流通过皮肤输入人体,以达到促进肢体功能恢复、缓解肌肉痉挛的电疗方法^[9]。其具有成本效益高、副作用小等优点^[10]。且前已有研究报告,电刺激对脑卒中患者下肢功能的影响^[11],但是缺乏TENS对上肢功能影响的综合报告,因此本文旨在系统评价TENS对脑卒中患者上肢功能的影响,以推动TENS在脑卒中患者上肢功能恢复中的应用。

1 资料与方法

1.1 文献检索策略

在8个数据库中进行文献检索,其中外文数据库包括PubMed、Cochrane Library、Web of Science、EMBASE、CINAHL,中文数据库包括中国知网、万方数据库、维普中文科技期刊全文数据库。文献检索时间为建库至2023年12月,语言为中文和英文。检索策略包括干预措施、疾病、实验方式三部分进行检索。采用主题词与自由词相结合的方式。

中文检索词以中国知网为例,检索式为:

(主题:经皮神经电刺激+经皮电刺激+经皮神经电刺激疗法+经皮神经电刺激法)AND(主题:脑卒中+中风+脑血管病)AND(主题:上肢+运动功能)。英文检索词以Cochrane Library为例,主题词为Transcutaneous Electric Nerve Stimulation、Stroke、Upper Extremity。

1.2 文献纳入标准与排除标准

1.2.1 纳入标准

①研究对象年龄 ≥ 18 岁;②符合脑卒中的诊断标准;③脑卒中后上肢功能障碍的患者;④干预措施:在常规康复训练、缪刺、肌内效贴或者任务导向训练的基础上增加TENS治疗;⑤对照措施:在常规康复训练、缪刺、肌内效贴或者任务导向训练基础上使用假TENS或安慰剂治疗;⑥采用随机对照试验;⑦结局指标:Fugl-Meyer上肢评估(Fugl-Meyer assessment-upper extremity, FMA-UE)量表、改良Ashworth肌张力评定(modified ashworth scale, MAS)量表、改良Barthel指数(modified Barthel index, MBI)。研究至少含有1项上述结局指标。

FMA-UE量表中上肢功能评分包括33个项目,共66分,评分越高,上肢功能状况越好^[12];MAS量表可评估肢体痉挛及肌张力情况,包括0~5级,等级越高肌张力越高^[13];MBI通过患者完成日常的生活任务来评分,共10个项目,总分100分,分值越高,日常生活能力越好^[14]。

1.2.2 排除标准

①非随机对照试验;②无法获得全文;③缺乏完整数据、数据模糊或者不能进行数据的转换以及合并;④重复的文献;⑤结局指标不符合。

1.3 文献筛选与资料提取

由两名评审员独立进行文献的检索与提取,并核对结果是否一致,不一致则由第三方评价后小组讨论

后求得统一。提取基本信息包括作者、发表时间、地区、分组、年龄、干预措施、频率、治疗时间、结局指标。

1.4 文献质量评价

采用 Cochrane 偏倚风险评估工具来评估纳入研究质量,将纳入的文献根据文献质量分为 3 个等级: A 级(满足 4 个或 4 个以上的低风险条目)、B 级(满足 2 个或 3 个低风险条目)、C 级(满足 1 个或没有低风险条目)^[15]。

1.5 统计学分析

采用 Revman 5.4.1 来进行 Meta 分析,计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,并计算 95% 可信区间(confidence interval, CI 表达)。采用 I^2 值评估异质性,若 $P \leq 0.10$ 或 $I^2 > 50\%$,说明存在潜在的异质性,则选择随机效应模型;若 $P > 0.10$ 或 $I^2 \leq 50\%$,认为有较小的异质性,则选择固定效应模型^[16]。采用 Stata 17.0 进行敏感性分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

文 421 篇。通过查重后排除了 153 篇文献,阅读题目、摘要后排除 332 篇文献,仔细阅读全文后排除了 46 篇文献,最终纳入了符合纳排标准的 11 篇文献,共计 559 名研究对象,见图 1。

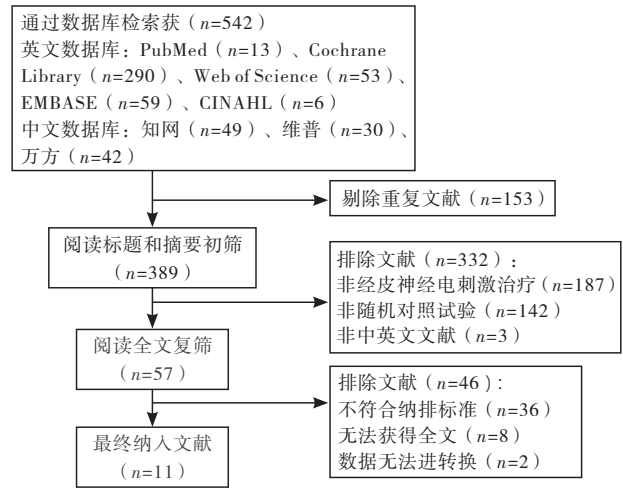


图 1 文献筛选流程图

2 结果

2.1 文献检索结果

初步共检索到 542 篇文献,其中中文 121 篇,英

2.2 纳入研究的基本特征

纳入研究的基本信息见表 1。共有 11 项(7 篇中文,4 篇英文)符合标准的随机对照试验被纳入。纳入共计 559 名脑卒中上肢功能障碍患者为研究对象。

表 1 纳入文献的基本信息

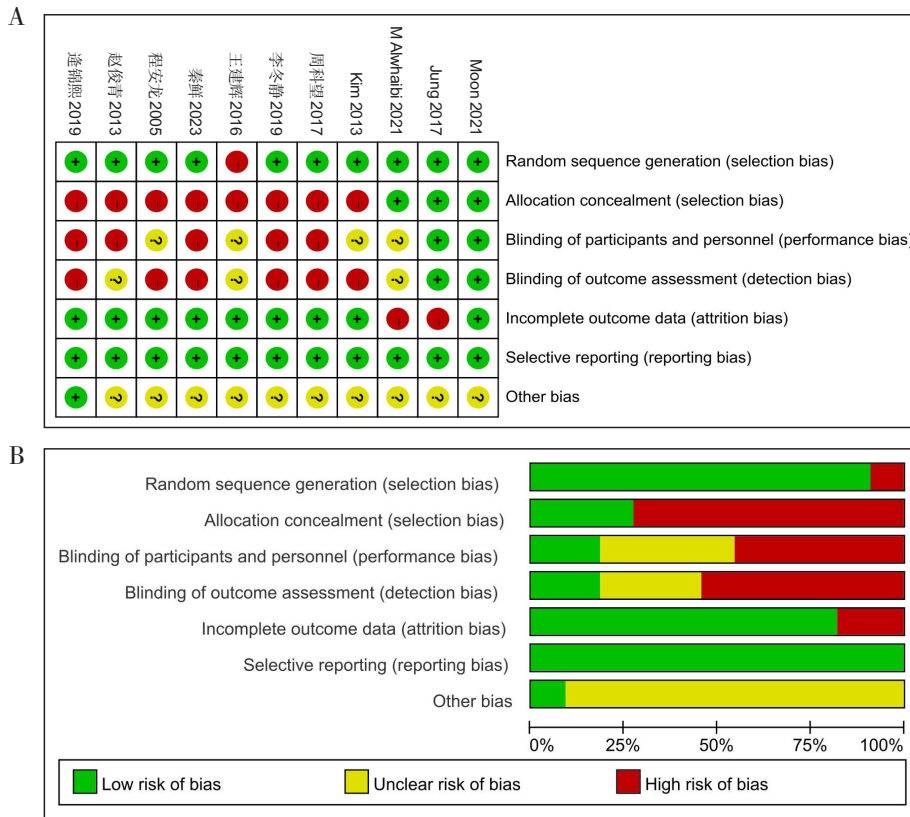
文献	地区	分组	年龄 (岁)	样本量	干预措施	干预时间 (min)	干预频次	频率 (Hz)	结局指标	文献质量
赵俊青 2013 ^[17]	中国	观察组	56.8±7.6	20	常规康复训练+TENS	20	6天/周,共4周	100	①	B
		对照组	57.6±10.6	20	常规康复训练					
逢锦熙 2019 ^[18]	中国	观察组	66.35±7.34	20	常规康复训练+TENS	30	5天/周,共6周	120	③	A
		对照组	65.55±8.50	20	常规康复训练					
李冬静 2019 ^[19]	中国	观察组	58.00±9.91	20	常规康复训练+缪刺+TENS	20	5天/周,共4周	100	①	B
		对照组	56.10±11.98	20	常规康复训练+缪刺					
周科望 2017 ^[20]	中国	观察组	63.71±6.45	20	常规康复训练+TENS	45	6天/周,共6周	100	①	B
		对照组	63.12±6.89	20	常规康复训练					
王建晖 2016 ^[21]	中国	观察组	49.7±11.5	40	常规康复训练+TENS	30	每日1次,4~5周	50~100	①	B
		对照组	48.9±10	40	常规康复训练					
秦鲜 2023 ^[22]	中国	观察组	61.38±3.84	50	常规康复训练+肌内效贴+TENS	20	隔日1次,共3周	100	①③	B
		对照组	61.74±4.29	50	常规康复训练+肌内效贴					
程安龙 2005 ^[23]	中国	观察组	58±5	30	常规康复训练+TENS	—	6次/周,共4周	3~1000	①	B
		对照组	58±5	30	常规康复训练					
Moon 2021 ^[24]	韩国	观察组	61.23±7.24	22	任务导向训练+TENS	30	5次/周,共4周	100	②③	A
		对照组	61.62±8.32	21	任务导向训练+假TENS					
Kim 2013 ^[25]	韩国	观察组	63.3±8.3	15	任务导向训练+TENS	30	5次/周,共4周	100	①②	B
		对照组	61.3±9.97	15	任务导向训练+安慰剂					
Jung 2017 ^[26]	韩国	观察组	54.8±3.18	23	任务导向训练+TENS	30	5次/周,共4周	100	①	A
		对照组	57.3±9.06	23	任务导向训练+安慰剂					
M Alwhaibi 2021 ^[27]	阿拉伯	观察组	52.5±4.9	20	任务导向训练+TENS	20	3次/周,共6周	100	①	B
		对照组	51.8±5.7	20	任务导向训练+假刺激					

注:①:FMA-UE; ②:MAS; ③:MBI; FMA-UE:Fugl-Meyer 上肢评估; MAS:改良 Ashworth 肌张力评定; MBI:改良 Barthel 指数。

2.3 纳入研究的文献质量评价

共纳入 11 篇文献^[17-27], 10 篇文献^[17-20, 22-27]详细说明了随机分配的方法, 其中 3 篇文献^[24-25, 27]说明了隐藏随机方案的方法, 2 篇文献^[24, 26]对参加实验的受

试者采用了盲法, 2 篇文献^[24, 26]对结果的评估员采用了盲法, 所有文献结局指标以及数据都是完整的, 没有选择性报告的结果。纳入研究风险评估表, 见图 2。



注: A: 偏倚风险总结图; B: 偏倚风险百分图。

图 2 纳入文献质量评价

2.4 Meta 分析的结果

2.4.1 FMA-UE 量表

共有 9 项研究采用 FMA-UE 量表评估 TENS 对脑卒中患者上肢功能的影响, 共计 476 名患者。I² = 87%, 采用随机效应模型对数据进行分析。观察组患者的 FMA-UE 量表评分明显高于对照组, 差异具有统计学意义 (MD = 5.77, 95% CI: 3.12, 8.42), 见图 3。

由于 FMA-UE 量表评分的结果显示有较大的异质性, 进而对此进行亚组分析。根据研究对象是否偏瘫分为偏瘫组与非偏瘫组, 偏瘫组的 FMA-UE 量表评分高于对照组, 差异有统计学意义 (MD = 8.18, 95% CI: 5.59, 10.77); 非偏瘫组的 FMA-UE 评分也高于对照组, 差异有统计学意义 (MD = 1.81, 95% CI: 0.34, 3.27), 见图 4。

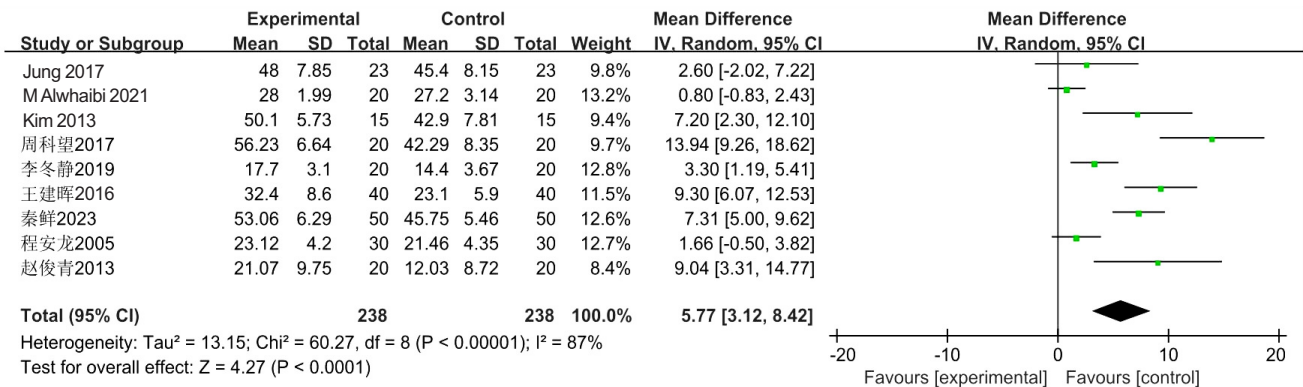


图 3 治疗后 FMA-UE 量表评分

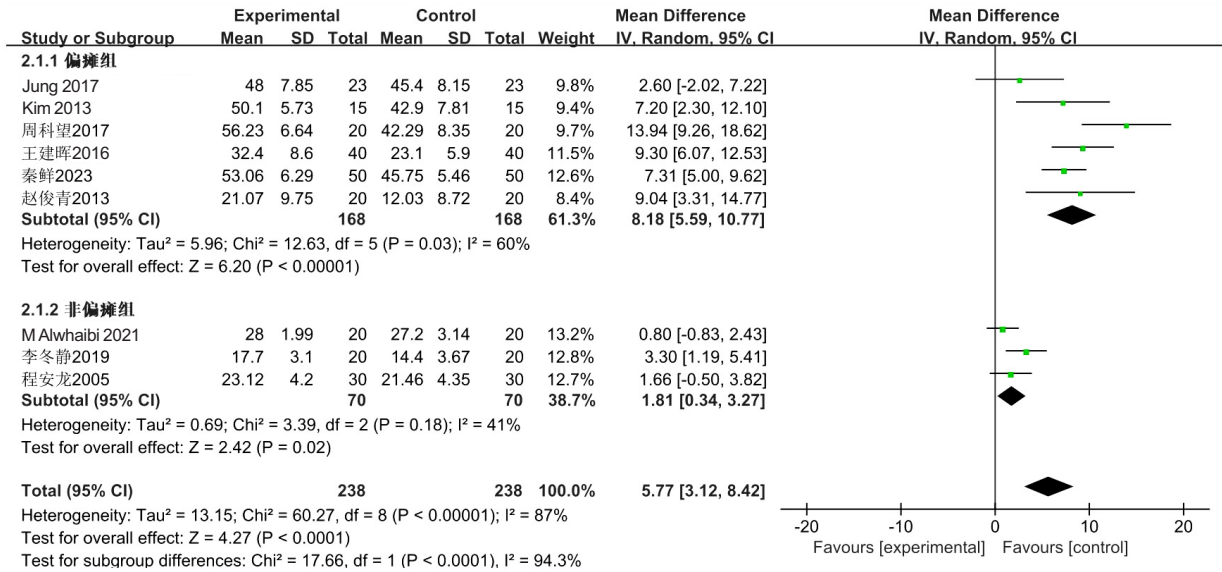


图 4 FMA-UE 量表评分亚组分析

2.4.2 MAS 量表

共有 2 项研究通过 MAS 评分来反映脑卒中患者上肢的痉挛情况, 共计 73 名患者。I² = 0%, 采用固定效应模型, 观察组 MAS 得分低于对照组, 差异具有统计学意义 (MD = -0.38, 95% CI: -0.65, -0.11), 见图 5。

2.4.3 MBI

共有 3 项研究通过 MBI 了解脑卒中患者的日常生活能力情况, 共计 183 名患者。I² = 33%, 采用固定效应模型, 观察组 MBI 得分高于对照组, 差异具有统计学意义 (MD = 10.68, 95% CI: 8.28, 13.09), 见图 6。

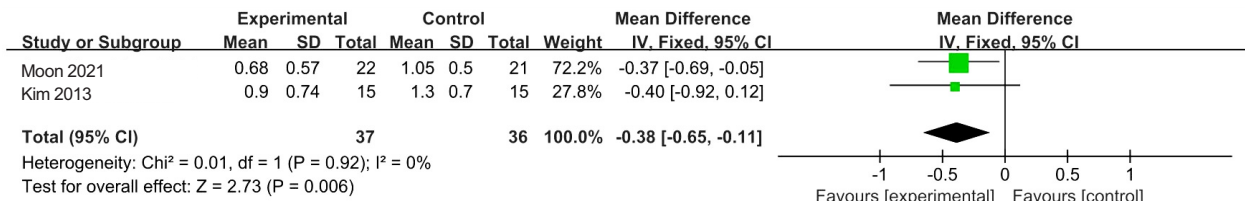


图 5 治疗后 MAS 量表评分

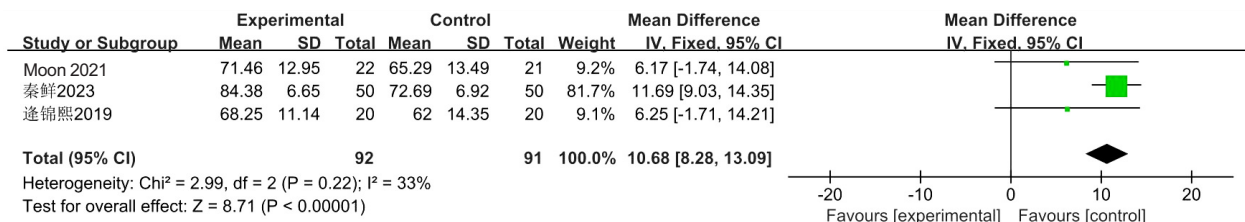


图 6 治疗后 MBI 评分

2.5 发表偏倚及敏感性分析

采用 Stata 17.0 对 FMA-UE 量表进行 Egger 检验, 分析发表偏倚。Egger 检验结果得出 P 值为 0.994, P > 0.05 认为 FMA-UE 量表无显著的发表偏倚, 见图 7。FMA-UE 量表是本研究纳入最多的结局指标, 但产生较大异质性, 因此运用 Stata 17.0 进行了敏感性分析, 采用逐一剔除法, 没有发现纳入的文献对合并效应量存在影响, 具有较好的稳定性, 见图 8。

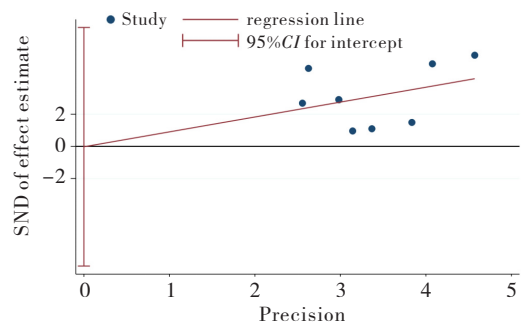


图 7 Egger 发表偏倚图

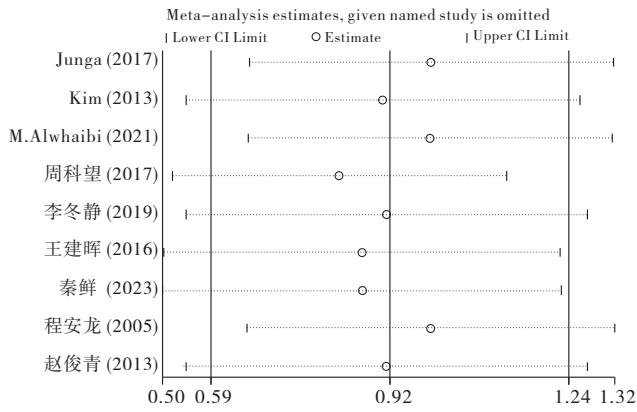


图 8 FMA-UE 评分敏感性分析

3 讨论

本研究结果显示,TENS 可以提高脑卒中上肢功能障碍患者的 FMA-UE 量表评分和 MBI 评分,降低 MAS 量表评分。TENS 能够有效缓解脑卒中患者上肢的肢体痉挛情况,促进上肢功能的恢复,进一步提高患者的日常生活能力。

FMA-UE 量表已被证实能够可靠地评估卒中后偏瘫患者受损上肢功能^[28]。本研究分析显示,TENS 治疗后,脑卒中上肢功能障碍患者 FMA-UE 量表评分明显升高。这说明,TENS 对患者的上肢功能恢复产生了积极影响。但由于异质性较高,随后按照偏瘫和非偏瘫分组,进行亚组分析。结果显示,是否偏瘫不是造成异质性的原因。采用逐一剔除法对 FMA-UE 量表评分的敏感性分析中可以看出,该结果具有良好的稳健性。另外,除了单纯地使用 TENS 治疗,在脑卒中患者的上肢康复方面,有研究将任务导向训练与 TENS 相结合,激发患者的主观能动性,将以往的被动运动转为主动运动^[29]。Chen 等^[30]也证实了 TENS 联合任务导向训练能够加快恢复脑卒中患者的肢体功能障碍,逐步提高患者日常生活能力。

TENS 治疗后患者 MAS 评分显著下降,这说明 TENS 能够有效缓解上肢痉挛。TENS 通过电流对皮肤产生刺激,可以增强中枢神经系统的可塑性,提升 α 运动神经元的兴奋性,进一步触发感觉和运动神经元重组^[31],增加突触前抑制^[32],从而有效抑制肌痉挛^[10]。这与唐朝正等^[33]、严伟等^[34]研究的结果一致。值得注意的是,TENS 会对皮肤产生一定的刺激,因此很难对研究对象实施盲法。

脑卒中患者大多面临着肢体瘫痪的情况,长期卧床以及肢体功能障碍会严重限制患者的日常生活能力,降低其生活质量^[35]。由于其简便性和能够迅速完成评估的优势,MBI 被广泛应用于评估患者的日

常生活活动能力,也为患者制定相应的运动康复护理计划提供了可靠的基础^[36]。本研究结果显示,经过 TENS 治疗后,MBI 评分明显升高,患者的日常生活活动能力得到了显著提高。

本研究存在一定局限性,纳入随机对照试验均为小样本单中心研究、TENS 治疗强度存在差异、TENS 的参数频率没有实现标准化、干预时间不一致等。因此未来还需要多中心高质量临床研究进一步探讨。总之,TENS 能够有效缓解脑卒中上肢功能障碍患者的肢体痉挛情况,促进上肢功能的恢复,进一步提高患者的日常生活能力。

参考文献:

- [1] 吴晓缺,刘显言,白玲. 早期综合康复干预对脑卒中偏瘫患者肢体运动及神经功能的影响[J]. 临床医学, 2024, 44(3): 68-70.
- [2] 梅丹,卢孟倩,裴鑫悦,等. 积极老龄化及社会支持对社区老年人衰弱的影响研究[J]. 护理管理杂志, 2023, 23(8): 669-673.
- [3] 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2022 概要[J]. 中国循环杂志, 2023, 38(6): 583-612.
- [4] 沈源,王鑫,柏旭,等. 恢复期脑卒中患者自我调节疲劳现状及影响因素分析[J]. 护理学杂志, 2023, 38(24): 10-14.
- [5] 曾雅琴,程瑞动,张利,等. 高精度经颅直流电刺激联合康复机器人对亚急性期脑卒中患者上肢和手功能的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2023, 29(11): 1327-1332.
- [6] 崔莎莎,樊瑞震. 脑卒中后上肢功能康复的中西医研究进展[J]. 光明中医, 2023, 38(13): 2635-2638.
- [7] 夏渊,卢悦,李爱玲,等. θ 节律刺激对脑卒中后患者上肢运动功能和日常生活能力影响的 Meta 分析[J]. 中国医学物理学杂志, 2022, 39(3): 341-348.
- [8] 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.
- [9] Knotkova H, Hamani C, Sivanesan E, et al. Neuro-modulation for chronic pain [J]. Lancet, 2021, 397(10289): 2111-2124.
- [10] Mahmood A, Veluswamy S K, Hombali A, et al. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on spasticity in adults with stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2019, 100(4): 751-768.
- [11] 张淑君,杨莉,汪意,等. 经皮穴位电刺激对脑卒中患者下肢运动功能影响的 meta 分析[J]. 中国康复医

- 学杂志, 2022, 37(6): 798-804.
- [12] 郑莉, 鲍治诚, 张琪, 等. 经皮耳迷走神经电刺激结合康复机器人训练对脑卒中患者上肢功能的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2023, 29(6): 691-69
- [13] Nicholas J, Lublin F, Klineova S, et al. Efficacy of nabiximols oromucosal spray on spasticity in people with multiple sclerosis: Treatment effects on Spasticity Numeric Rating Scale, muscle spasm count, and spastic muscle tone in two randomized clinical trials[J]. *Mult Scler Relat Disord*, 2023, 75: 104745.
- [14] 陈杰, 张莉, 袁艳秋, 等. 经颅直流电联合闭链运动控制训练对脑卒中后上肢运动功能障碍的影响[J]. 中国医药导报, 2023, 20(29): 87-90.
- [15] 王妮, 雷云宏, 刘琼, 等. ABCDE(F)集束化干预对ICU患者谵妄影响的Meta分析[J]. 巴楚医学, 2019, 2(4): 60-69.
- [16] 王妮, 龚勋, 刘静兰, 等. 音乐干预对老年痴呆症患者影响的Meta分析[J]. 巴楚医学, 2021, 4(2): 91-98.
- [17] 赵俊青, 张萍. 经皮电刺激疗法在脑卒中患者偏瘫上肢康复中的作用[J]. 中国卫生标准管理, 2013, 4(S4): 5-7.
- [18] 逢锦熙, 倪克锋, 黄金秀, 等. 穴位贴敷联合经皮神经电刺激治疗脑卒中后上肢及手功能障碍的疗效研究[J]. 中国现代医生, 2019, 57(36): 29-33.
- [19] 李冬静, 肖洪波, 陈朝晖, 等. 缪刺法结合经皮神经电刺激治疗脑卒中后肩手综合征的临床观察[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(92): 161-162.
- [20] 周科望, 陈旭丰, 郭旭, 等. 经皮电刺激神经疗法结合运动疗法治疗肩-手综合征的疗效观察[J]. 现代实用医学, 2017, 29(8): 1012-1014.
- [21] 王建晖. 综合康复训练联合经皮神经电刺激疗法对脑卒中偏瘫后患者肩痛的疗效观察[J]. 国际医药卫生导报, 2016, 22(10): 1401-1403.
- [22] 秦鲜, 韦方宁, 祝子惠, 等. 肌内效贴联合经皮神经电刺激对脑卒中后偏瘫肩痛患者肩关节疼痛、肩关节功能和血液流变学的影响[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(18): 3445-3448.
- [23] 程安龙, 沈晓艳, 杨建. 经皮神经电刺激配合康复训练对脑卒中患者记忆和运动功能恢复的影响[J]. 中国临床康复, 2005, 9(37): 15-17.
- [24] Moon J H, Cho H Y, Hahm S C. Influence of electrotherapy with task-oriented training on spasticity, hand function, upper limb function, and activities of daily living in patients with subacute stroke: a double-blinded, randomized, controlled trial[J]. *Healthcare (Basel)*, 2021, 9(8): 987.
- [25] Kim T H, In T S, Cho H Y. Task-related training combined with transcutaneous electrical nerve stimulation promotes upper limb functions in patients with chronic stroke[J]. *Tohoku J Exp Med*, 2013, 231(2): 93-100.
- [26] Jung K, Jung J, In T, et al. The influence of Task-Related Training combined with transcutaneous electrical nerve stimulation on paretic upper limb muscle activation in patients with chronic stroke[J]. *NeuroRehabilitation*, 2017, 40(3): 315-323.
- [27] M Alwhaibi R, Mahmoud N F, M Zakaria H, et al. Therapeutic efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation acupoints on motor and neural recovery of the affected upper extremity in chronic stroke: a sham-controlled randomized clinical trial [J]. *Healthcare*, 2021, 9(5): 614.
- [28] 何洁莹, 贾杰. 脑卒中后上肢和手感觉功能评定的研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2021, 36(11): 1450-1455.
- [29] 彭秋婷, 叶鑫璇, 王安森. 任务导向性训练对上肢周围神经损伤患者的手功能及肌电图的影响[J]. 按摩与康复医学, 2022, 13(8): 7-9.
- [30] Chen P M, Liu T W, Kwong P W H, et al. Bilateral transcutaneous electrical nerve stimulation improves upper limb motor recovery in stroke: a randomized controlled trial[J]. *Stroke*, 2022, 53(4): 1134-1140.
- [31] 李子洁, 刘婷婷, 吴铮, 等. 电刺激在脑卒中后运动功能障碍治疗中的研究进展[J]. 医学综述, 2021, 27(14): 2796-2801.
- [32] Chen S H, Lin Y W, Tseng W L, et al. Ultrahigh frequency transcutaneous electrical nerve stimulation for neuropathic pain alleviation and neuromodulation [J]. *Neurotherapeutics*, 2024, 21(3): e00336.
- [33] 唐朝正, 贾杰. 经皮电神经刺激在脑卒中后上肢功能障碍中的应用[J]. 中国康复理论与实践, 2014, 20(4): 306-310.
- [34] 严伟, 霍文璟, 姚波, 等. 变频经皮神经电刺激治疗脑卒中后上肢屈肌痉挛的临床观察[J]. 心脑血管病防治, 2010, 10(3): 214-215.
- [35] 连雅雯, 李莹华, 徐国兴, 等. 脑卒中患者采用力反馈感知康复训练后手指运动功能障碍恢复效果评价[J]. 吉林大学学报(医学版), 2024: 1-7.
- [36] 黄杨, 施加加, 孙莹, 等. 改良 Barthel 指数在缺血性脑卒中评估的最小临床重要差值的研究[J]. 中国卫生统计, 2022, 39(2): 215-217.

[收稿日期 2024-06-07]