

·循证医学·

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*

张淑君¹ 杨 莉¹ 汪 意¹ 陈 爽¹ 李 礼^{1,2,4} 刘 健^{1,2,3} 王 舒^{1,2,3,5}

脑卒中是影响我国居民健康的重要因素,2017年我国城市居民脑卒中中的2周患病率达6.3%^[1]。脑卒中早期有62%的患者存在下肢运动功能障碍,经康复治疗后有18%的患者不能步行^[2]。经皮穴位电刺激(transcutaneous electrical acupoint stimulation, TEAS)是通过一定频率、强度的电流对穴位进行刺激的治疗方法,是经皮神经电刺激(transcutaneous electric nerve stimulation, TENS)与穴位治疗的结合。目前不同研究对TEAS治疗运动功能障碍的疗效评价存在差异,部分研究显示TEAS作为辅助治疗可以进一步降低下肢痉挛、增强肌力^[3-4]。而Johansson^[5]早年的研究发现TEAS对脑卒中后肢体康复的疗效与假TEAS的对照组无显著性差异,而近年Sharareh^[6]的系统评价认为经皮电刺激可以提高下肢步行能力,但是无助于缓解痉挛。本文通过循证医学方法,按照完善的检索策略及严格的纳入排除标准,对TEAS应用于脑卒中后下肢运动功能障碍的文章进行分析与评价,确定TEAS的临床治疗效果,促进TEAS在脑卒中康复领域的应用。

1 资料与方法

1.1 文献纳入与排除标准

研究设计:纳入文献为随机对照试验(randomized controlled trial, RCT),无论是否明确提及盲法或分配隐藏。

研究对象:所选脑卒中患者应符合文献发表或者国内外认可的脑卒中诊断标准,同时经过CT和MRI进一步确诊;患者生命体征平稳,意识清楚,存在下肢运动功能障碍;纳入不受性别、年龄以及种族限制。

干预措施:对照组可采用康复、针刺、药物治疗或结合假TEAS治疗,干预组在康复、针刺、药物治疗基础上增加TEAS治疗。

结局指标:①痉挛指标:改良Ashworth量表(MAS)、综合痉挛量表(CSS);②运动功能指标:Fugl-Meyer下肢运动功能量表(FMA-LE)、起立-步行测试(time up and go test, TUGT)、步行速度测试。

排除标准:①治疗组或对照组的治疗措施中包含其他形式的电刺激;②通过各种渠道未获得原文,或提供提取信息不全的文献;③缺乏相应的结局指标。

1.2 检索策略

在7个数据库进行系统性检索,包括PubMed、Web of science、Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL)、EMBASE、中国知识资源总库(China National Knowledge Infrastructure, CNKI)、维普中文科技期刊全文数据库(VIP Database for Chinese Technical Periodical)、万方数据库(Wanfang Data)。文献检索起止时间从建库到2020年1月,并追溯纳入文献的参考文献,语言为中文、英文。

检索策略包括疾病、干预措施、试验类型三个方面,中文检索词包括(“脑卒中” OR “脑血管病” OR “痉挛” OR “运动功能”)AND(“经皮穴位电刺激” OR “经皮神经电刺激” OR “经皮电刺激”)AND (“随机化” OR “随机对照试验”)等;英文检索词包括(“stroke” OR “CVA” OR “spasticity” OR “motor function” OR “motor recovery” OR “walking”)AND (“transcutaneous electrical acupoint stimulation” OR “acu- TENS” OR “transcutaneous electrical nervestimulation” OR “transcutaneous electrical stimulation” OR “TENS”)AND (“RCT” OR “randomized controlled trial”)等。

1.3 文献筛选、资料提取和纳入研究的质量评价

1.3.1 文献筛选与资料提取:文献提取:①2名研究人员对所获文献去重;②根据纳排标准,对所获文献的题目和摘要进行初步阅读,选取初步符合纳入标准的文献;③进一步阅读分析全文,做出最终纳入还是剔除该文献的决定;④提取纳入文献的基本资料。

1.3.2 偏倚风险评估:用Cochrane偏倚风险评估表评估纳入研究的方法学质量,评估的主要内容包括:①随机分配方法;②结果数据的完整性;③分配方案隐藏;④选择性报告研究

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2022.06.014

*基金项目:长江学者和创新团队发展计划(IRT1167);国家重点研发计划项目(2018YFC1705004);天津市科技计划项目(18PTLCSY00040);天津市自然科学基金重点项目(18JCZDJC99200);天津市自然科学基金面上项目(18JCYBJC92300)

1 天津中医药大学第一附属医院,天津市,300193; 2 国家中医针灸临床医学研究中心; 3 国家中医药管理局脑病针刺疗法重点研究室,天津市针灸学重点实验室; 4 北京大学前沿交叉学科研究院; 5 通讯作者

第一作者简介:张淑君,女,博士研究生,住院医师; 收稿日期:2020-04-27

结果;⑤是否盲法;⑥其他偏倚来源。

1.4 统计学分析

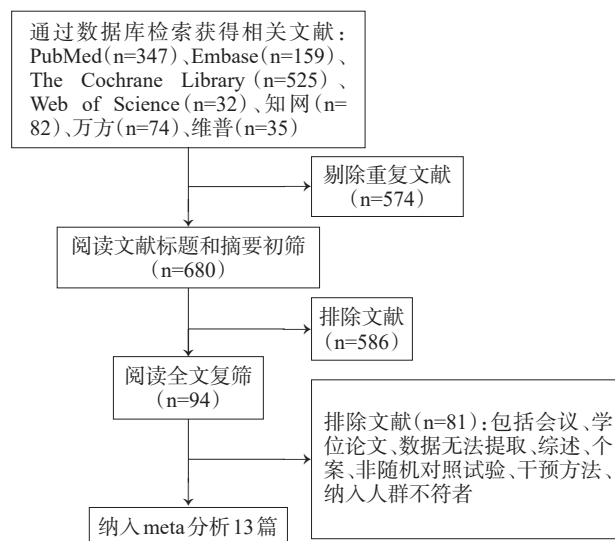
统计分析应用R语言软件,如果有2个及以上研究用相同指标评价痉挛或下肢运动功能的疗效,则将效应量合并做meta分析,利用试验后测量值(均值和标准差)来估算效应量,连续性变量采用加权均数差(weighted mean difference, WMD)为效应指标,各效应量均以95%CI表达,检验水准为0.05。研究中效应量的异质性可以用Q检验和I²检验,如果出现潜在异质性($P \leq 0.10$ 或 $I^2 > 50\%$)则用随机效应模型,并通过亚组分析或者敏感性分析寻找异质性来源,反之各研究间具有同质性($P > 0.10$ 或 $I^2 \leq 50\%$),则用固定效应模型。

2 结果

2.1 文献检索结果

共检索到相关文献1254篇,中文文献191篇,英文文献1063篇,剔除重复发表文献574篇,初筛题目、摘要后剔除文献586篇,全文复筛排除不符合的文献81篇,最终纳入13篇RCT。文献筛选的流程图及结果见图1。

图1 文献筛选流程



2.2 纳入研究的基本特征

纳入研究的基本特征见表1。

2.3 纳入研究的文献质量评价

共纳入13篇文献,8篇文献^[7-15]指出了具体的随机方法,6篇文献^[7-10,12-13]指出具体的分配隐藏方案,6篇文献^[8-13]应用无电流的假TEAS治疗对受试者设盲,7篇文献^[8-10,13,16-18]对评价者设盲,所有文献数据报道完整,无选择性报告结果。1篇文献^[7]未报道基线情况可能产生其它偏倚。纳入研究的文献评估表见图2。

图2 纳入研究的偏倚风险评估

研究	陈创 2016	李旭 2018	高晓斌 2007	徐利刚 2005	彭耀 2015	孙晓雯 2009	唐明正 2015	Yan 2009	Ng 2009	Kumar 2014	Husain 2013	Dahanukh 2013
Random sequence generation (selection bias)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Allocation concealment (selection bias)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Blinding of participants and personnel (performance bias)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Blinding of outcome assessment (detection bias)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Incomplete outcome data (attrition bias)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Selective reporting (reporting bias)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Other bias	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

2.4 meta分析结果

2.4.1 MAS量表:共纳入4项研究^[7,14,16-17],总计160例患者。纳入研究间具有同质性($I^2=0\%$, $P=0.9$),固定效应模型进行合并分析,WMD=-0.44,95%CI(-0.67,-0.21),TEAS组MAS量表评分低于对照组,差异有显著意义,见图3。

2.4.2 CSS量表:共纳入5项研究^[8,10-12,18],总计197例患者。纳入研究间具有异质性($I^2=71\%$, $P<0.01$),随机效应模型合并分析,WMD=-1.27,95%CI(-2.09,-0.44),TEAS组CSS量表得分低于对照组,差异有显著意义,见图4。按照病程进行亚组分析,急性期纳入研究间有同质性($I^2=0\%$, $P=0.87$),TEAS组得分低于对照组;恢复期研究间有异质性($I^2=54\%$, $P=0.14$),TEAS组得分低于对照组;后遗症期仅纳入1篇研究,TEAS组与对照组无显著性差异,见图5。

2.4.3 FMA-LE量表:共纳入4项研究^[10-11,18-19],总计152例患者,纳入研究间具有同质性($I^2=0\%$, $P=0.6$),固定效应模型进行合并分析,WMD=3.96,95%CI(2.73,5.19),TEAS组FMA-LE量表得分高于对照组,差异有显著意义,见图6。

2.4.4 TUGT:共纳入4项研究^[7-9,17],总计137例患者,纳入研究间具有同质性($I^2=0\%$, $P=0.42$),固定效应模型进行合并分析,WMD=-2.56,95%CI(-4.39,-0.73),TEAS组完成TUGT时间少于对照组,差异有显著意义,见图7。

2.4.5 步行速度:将2项研究^[13,20]合并分析,总计111例患者,纳入研究间具有同质性($I^2=0\%$, $P=0.76$ 核对数据),固定效应模型进行合并分析,WMD=8.40,95%CI(0.58,16.22),应用TEAS组患者步行速度较对照组更快,差异具有显著意义,见图8。

3 讨论

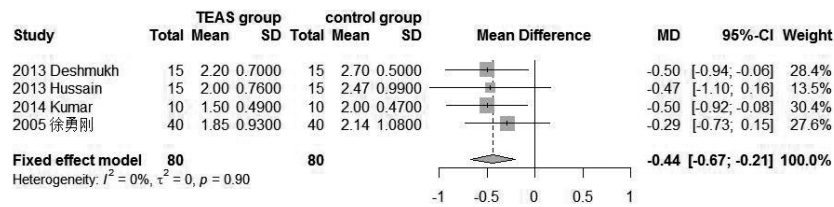
经皮神经电刺激是20世纪70年代由Long和Shealy发明并申请专利,最初以感觉阈上的强度刺激神经纤维以治疗疼痛^[21]。自80年代以来TENS在脑卒中肢体功能康复中得到广泛应用。现代医学证明TENS具有类针刺效应^[11],因此部分学者将TENS电极放置于穴位上而衍生“经皮穴位电刺激”,近年来已成为常用的针刺替代疗法^[22]。此前TENS治疗

表1 纳入研究的基本特征

文献	例数		样本特征			试验组		对照组	治疗 周期	评价 指标
	试验组	对照组	年龄	性别(男/女)	病程	干预措施	TEAS治疗参数	干预措施		
Deshmukh MK ^[7] 2013	15	15	40—47岁	—	—	TRT加传统物理 疗法加TEAS治 疗(各60min)	100Hz,连续 波,以患者可 耐受为度	TRT加传统物 理疗法 (60min)	5天/周, 共5周	1.MAS 2.TUGT 3.DGI
Hussain T ^[16] 2013	15	15	55.2岁	18/12	4.73月	TEAS(30min)加 Bobath技术 (15min)	100Hz,连续 波,感觉阈的 2—3倍	Bobath技术 (15min)	5天/周, 共4周	1.MAS; 2.10mWT; 3.Brunnstrom; 4.踝ROM; 5.徒手肌力测试
Kumar C ^[17] 2014	10	10	54.95岁	13/7	3月	TEAS(60min)加 传统物理治疗 (45min)	100Hz,连续 波,以患者可 耐受为度	传统物理治疗 (45min)	5天/周, 共4周	1.MAS; 2.DGI; 3.TUGT
Ng SS ^[8] 2007	21	20	57.3岁	33/8	5.3年	TRT加TEAS治 疗(各60min)	100Hz,连续 波,感觉阈的 2—3倍	TRT加假 TEAS(各 60min)	5天/周, 共4周	1.CSS; 2.步行速度; 3.表面肌电图
Yan T ^[9] 2009	19	19	70岁	—	9.2天	TEAS治疗 (60min)加康复 训练(物理治疗 加作业治疗) (120min)	100Hz,连续 波,以患者可 耐受为度。	物理治疗 加作业治疗 (120min)假 TEAS(60min)	5天/周, 共3周	1.CSS; 2.表面肌电图 (MIVC、CR); 3.TUGT
彭源 ^[10] 2015	21	20	67.1岁	23/18	1.95月	康复治疗加 TEAS治疗(各 60min)	100Hz,连续 波,以患者可 耐受为度	康复治疗(1h)	5天/周, 共3周	1.CSS; 2.FMA-LE; 3.BBS
孙倩雯 ^[18] 2009	24	24	49.9岁	35/13	18.95 天	康复训练加 TEAS治疗 (25min)加PNF (45min)	100Hz,连续 波,以患者可 耐受为度	康复训练加 PNF(45min)	1次/天, 连续4周	1.BI; 2.FMA-LE; 3.BBS; 4.CSS
唐朝正 ^[11] 2015	16	16	58.2岁	27/5	6.52周	康复训练 (60min)加TEAS 治疗(30min)加 TRT(60min)	100Hz,连续 波,以患者耐 受为度	康复训练 (60min)加假 TEAS(30min) 加TRT (60min)	康复训练: 5天/周,共 6周; TEAS/ TRT;每日 1次,连续 6周	1.mFMA-LE; 2.CSS; 3.wr-MBI
陈创 ^[19] 2016	16	17	59.9岁	29/18	66.6天	运动疗法加理疗 (60min)加TEAS 治疗(30min)	100Hz,连续 波,以患者耐 受为度	康复治疗(运 动疗法加理 疗)(60min)	5次/周, 共4周	1.FMA-LE; 2.Holden功能性 步行分级; 3.MBI
罗艳 ^[20] 2018	35	33	63.5岁	33/29	17.7天	头皮针抽添术 (留针1—2h)加 TEAS治疗	100Hz,连续 波,以患者耐 受为度	常规体针(留 针30min)	每日1 次,7次 为1疗程	1.10mWT; 2.步态分析
Ng SS ^[13] 2009	26	23	56.6岁	41/11	4.7年	TEAS治疗加 TRT(各60min)	100Hz,连续 波,患者感觉 阈的2倍	假TEAS加 TRT(各 60min)	5天/周, 共4周	1.步行速度 (GAITRite); 2.6MWT; 3.TUGT
燕铁斌 ^[12] 2007	17	16	70.0岁	17/17	9.2天	物理治疗加作业治 疗加TEAS治疗 (各60min)	100Hz,连续 波,以患者耐 受为度	物理治疗加作业 治疗加假TEAS (各60min)	5次/周, 治疗3周	1.表面肌电图 (MIVC、CR); 2.CSS
徐勇刚 ^[14] 2005	40	40	42—83岁	47/33	1—28 月	头针针刺(留针 6h)加TEAS治疗 (20min)	频率为1— 10Hz,脉宽 为50 μ s,最 大功率为 40W	头针针刺(留 针6h)	每日1次, 连续15次 为1疗程, 共2疗程	1.MAS; 2.MBI

注:TRT:任务导向型训练;MAS:改良 Ashworth 量表;CSS:综合痉挛量表;DGI:动态步行指数;TUGT:起立行走测试;10MWT:10m 步行测试;6MWT:6min 步行测试;BBS:Berg 平衡量表;MIVC:肌肉最大等长收缩力;CR:(肌肉)协同收缩率;HFAC:Holden 功能性步行分级;MBI:改良 Barthel 指数;BI:Barthel 指数;FMA-LE:Fugl-Meyer 运动功能量表下肢部分;wr-MBI:步行相关的改良 Barthel 指数;MUAP:肌电运动单位动作单位。

图3 两组治疗后MAS量表比较的meta分析



脑卒中后肢体运动功能障碍的meta分析中^[23-26],忽略电刺激在穴位的特殊治疗作用,常与位于神经、运动点的刺激合并分析。Mahmood^[25]在脑卒中后肢体痉挛的meta分析中单独分析了TEAS的疗效,但仅纳入1项研究,结论缺少可信性。本文纳入13项TEAS随机对照试验,从下肢痉挛、肢体运动功能方面探讨脑卒中后TEAS对下肢运动功能的康复作用。

3.1 纳入研究结论分析

脑卒中造成中枢神经系统损伤产生运动控制障碍,早期表现为肌力、肌张力减低,灵活性丧失,后期常出现肌肉痉挛伴异常运动模式,持续的痉挛状态影响患者运动功能恢复。TEAS作为感觉阈上的电刺激,避免了肌肉的过度收缩与疲劳,对痉挛具有治疗优势,其机制认为是电刺激信号引起肌梭兴奋传至脊髓,增强对痉挛肌肉的突触前抑制与交互抑制,直接降低肌张力^[27-28],燕铁斌等^[9,12]通过电生理指标发现TEAS降低下肢痉挛肌肉的共同收缩率(CR),Ng等^[8]发现TEAS降低痉挛肌肉的最大等长收缩力并增加了拮抗肌肌力。本文中4项研究^[7,14,16-17]通过MAS量表评价踝关节的肌张力,5项研究^[8,10-12,18]通过CSS量表评价下肢痉挛程度。meta分析表明TEAS组缓解痉挛的疗效优于对照组。虽然MAS量表纳入研究之间未表现出异质性,但是1篇文献^[14]治疗为低频(1—10Hz)TEAS结合针刺,其余为高频TEAS(100Hz)与康复治疗相结合,可能影响临床论证信度。CSS量表的研究之间具有较大异质性,根据病程进行亚组分析后,结果显示TEAS对急性期、恢复期的肢体痉挛有改善效果,而后遗症期痉挛改善不明显。唐朝正^[29]对卒中后上肢痉挛的临床研究同样显示,早期TEAS干预能有效控制痉挛,有助于运动功能重建。恢复期2篇研究存在异质性,

原因可能是2篇研究患者基线痉挛程度的差异过大,根据患者基线的CSS量表得分,彭源的研究^[10]患者入组时未出现痉挛(CSS<7分),而唐朝正的研究^[11]入组时已是中度痉挛(CSS>10分)。本次亚组分析的各组纳入的文献数量过少,后遗症期仅纳入1篇文献,应谨慎对待CSS量表亚组分析结果。

TEAS向中枢输入皮肤感觉及部分运动觉、本体觉的信息冲动,使电刺激反射性作用于神经系统各级水平,促进大脑的可塑性^[30-31]。且TEAS治疗增加脑梗死患侧与健侧的局部血流量,对患侧的作用更明显,有助于梗死区早期恢复^[32]。前期研究也证明肢体运动功能的恢复与痉挛改善相关,Hussain的研究^[16]显示TEAS减少Brunnstrom分期中痉挛期的时间,促进分离运动出现。本次

图4 两组治疗后CSS量表比较的meta分析

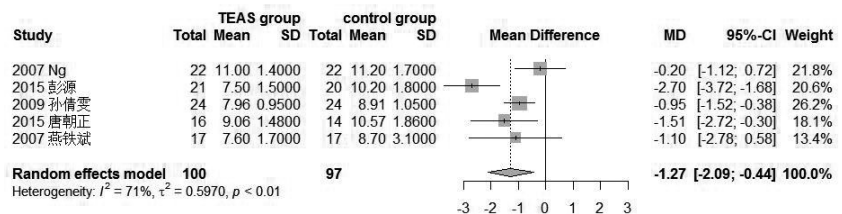


图5 CSS量表亚组分析

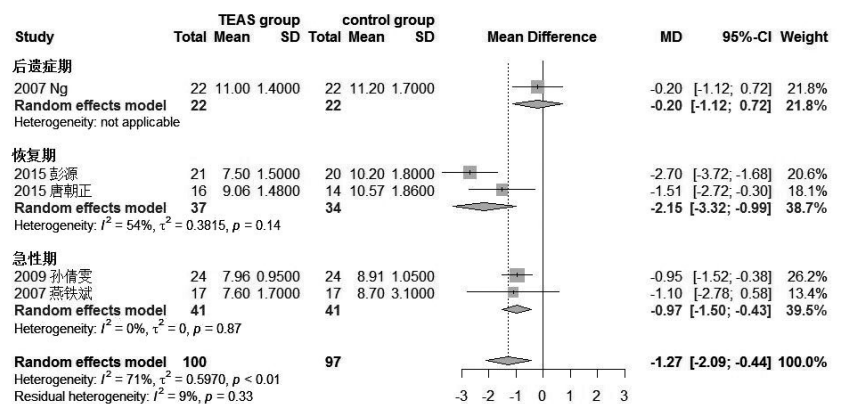


图6 两组治疗后FMA-LE量表比较的meta分析

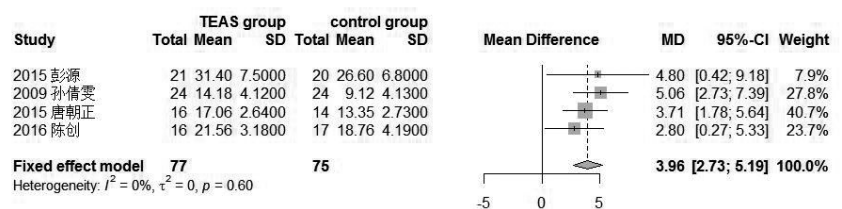


图7 两组治疗后TUGT比较的meta分析

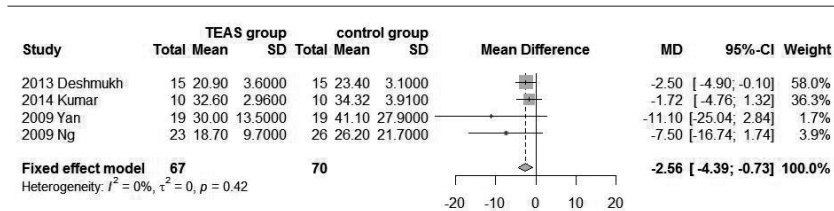
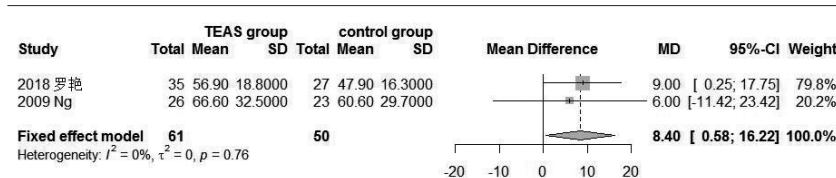


图8 两组治疗后步行速度比较的meta分析



meta分析纳入的文献中,有4项研究^[10-11,18-19]用FMA-LE量表评价下肢运动功能;2项研究^[13,20]比较步行速度;4项研究^[7,9,13,17]用TUGT评价步行平衡能力。这三项指标评价下肢的功能性活动,结果表明TEAS在改善下肢功能和步行方面疗效明显优于对照组。但是TUGT、步行速度的研究之间虽然无明显异质性,但纳入研究数量少且各研究间的差异可能给研究结果带来一定的临床异质性,影响结果论证信度。

值得注意的是,本次meta分析MAS量表的效应量[WMD=-0.44, 95%CI(-0.67, -0.21)]没有达到最小的临床改善值,TEAS降低踝关节肌张力的临床意义难以确定。MAS量表是临床上最广为使用的痉挛评定量表,是将关节被动运动中检查者对阻力的主观感觉作为评定基础,因此检查者的判断力及对痉挛变化的辨别能力会影响评定结果,其应用带有主观性;并且MAS量表缺少对下肢阵挛、腱反射的评价,对痉挛的变化不能全面体现^[33-36],越来越多的研究者质疑MAS的信度、效度以及敏感性。既往对脑卒中后遗症期(>6个月)患者的研究^[37]显示FMA-LE量表提高6分才能体现治疗效果,但是我国陈瑞全的研究^[38]显示,中文版FMA对下肢的最小临床改善值为3.31分,有较高的重测信度,因此本次meta分析中TEAS对FMA-LE量表的提高的效应量[WMD=3.96, 95%CI(2.73, 5.19)]应是具有临床意义的。FMA量表对肢体运动功能的评价具有良好的内部一致性,预测效度良好,是临床较为推荐的运动功能评价指标^[39-40]。当前对脑卒中后运动功能的评价体系多样,降低了评价效果的可比性^[41]。如痉挛有CSS、MAS量表或者电生理指标,肢体功能有FMA-LE量表、TUGT、DGI、步态分析等,建立规范的评价体系是今后研究的重要问题,量表评价带有主观性,应该更多使用客观的评价指标。

3.2 研究间潜在异质性分析

本次meta分析纳入的研究在对照组设置方面存在差异,13项研究中对照组的措施包括运动疗法^[7-8, 11, 16, 19](如:TRT、Bobath技术)、作业治疗^[9, 12, 18]及体针、头针^[14, 20]等传统康复疗法。其中TRT和作业治疗最多被应用,其应用是依据“运动再学习”理论,即通过重复有目的的运动训练促进大脑运动功能重建。虽然研究证实脑卒中患者常合并多种功能障碍,任务导向有关的训练与TEAS的感觉刺激互为补充,能增强康复效果^[42]。但是当前脑卒中康复手法多样,电刺激联合何种康复手段能使患者获得更大的获益,以及如何分期治疗仍无定论,需要进一步探索^[29]。在对照组5项研究^[8, 11, 13]应用假

TEAS对受试者设盲,然而在TEAS对受试者设盲有一定特殊性^[43],TEAS在治疗中会出现肌肉收缩、感觉异常,因此假TEAS对受试者难以真正设盲。同时有研究显示痉挛、运动功能恢复的结果很少被患者心理因素影响^[44],假TEAS设盲可能缺乏意义。

治疗组中TEAS的参数设置的存在明显差异,主要是体现在频率和治疗时间上。在频率方面,大部分研究为100Hz,这是引起感觉神经纤维兴奋最常用的频率,仅1项研究^[14]为1—10Hz。Pitcher等^[45-46]研究认为电刺激对大脑兴奋、抑制神经环路的调控可能是频率依赖性的,Liepert等^[47]指出中枢神经系统中神经递质失衡可能是造成痉挛的主要原因,低于10Hz的电刺激可以兴奋大脑中的氨基丁酸能(GABA)环路,从而对皮质脊髓束产生抑制作用从而减少痉挛。但是Garcia的试验^[46]显示不同频率电刺激对痉挛的疗效并没有明显差异。当前对电刺激的适宜频率并没有定论,100Hz的高频电刺激仍是在临床最多被推荐的治疗参数^[25-26]。对于TEAS的单次治疗时间,7项研究TEAS单次治疗时间为60min,5项研究少于30min。前期研究^[48]认为规律、持续的长时间电刺激使机体耐受,反而不能引起大脑皮层运动区(M1)的兴奋。因此部分研究采取变化的电刺激模式或直接缩短电刺激时间。然而Garcia研究^[46]发现无论是5min还是30min的经皮电刺激治疗后下肢痉挛患者的电生理指标(H波)并无差异。Laddha^[49]的研究显示持续3周30min或60min的经皮电刺激对下肢痉挛、步行能力都是有效的,且疗效没有显著差异。Mahmood的meta分析^[25]显示固定参数的TEAS治疗60min对脑卒中后下肢运动功能给你康复有更好的疗效。在治疗次数方面,本文纳入的文献从7次至42次不等,Cho的临床研究^[50]显示,一次TENS治疗便可降低脑卒中患者的肌张力、改善步行平衡能力,但是疗效仅

维持一天;Park研究^[51]显示TENS在步行康复中没有即刻效应,需要多次刺激才能取得疗效。试验结果只是强调累积刺激的重要性,对于最佳的治疗周期当前仍在不断探索阶段。TEAS参数缺乏标准化是其临床治疗一直存在的局限性,需要更多针对TEAS参数差异设计对照的RCT试验,来规范临床TEAS的使用。

3.3 本研究的局限性及展望

本文只有13个随机对照试验纳入且大部分试验样本量较小,单个结局指标的meta分析中纳入研究数量少。尽管已经有试验设计的标准^[52],但是部分纳入的文献存在设计方法学信息的不完备,这些研究并没有指明试验是怎样设计、分析和阐释的,期望更多大样本、高质量的RCT试验。如前文所述,纳入研究中患者病程、对照组设置、TEAS参数都存在潜在异质性,又因为文献数量限制,难以对干扰因素进行meta回归或亚组分析,需要更多针对TEAS参数设置的临床试验,使TEAS治疗更加规范化。另外,可能还存在文献未查全,未检索灰色数据库、试验注册网站,会议论文也没有包括在内。总之,本文肯定了TEAS作为辅助治疗进一步减缓痉挛、提高下肢运动功能的作用,但是以上的局限性会影响结果的可信度,需要谨慎对待本文研究结果。

参考文献

- [1] 国家卫生健康委员会. 中国卫生健康统计年鉴[M]. 北京:中国协和医科大学出版社, 2018.
- [2] Woolley SM. Characteristics of gait in hemiplegia[J]. Topics in Stroke Rehabilitation, 2001, 7(4):1—18.
- [3] 牟玉庆, 刘兴山, 魏彦龙. 经皮穴位电刺激的临床应用进展[J]. 长春中医药大学报, 2017, 33(1):169—171.
- [4] 晁敏, 梁丰, 王尊, 等. 经皮穴位电刺激在慢性病中的临床应用研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(6):710—714.
- [5] Johansson BB, Haker E, Von Arbin M, et al. Acupuncture and transcutaneous nerve stimulation in stroke rehabilitation: a randomized, controlled trial[J]. Stroke, 2001, 32(3):707—713.
- [6] Shariffar S, Shuster JJ, Bishop MD. Adding electrical stimulation during standard rehabilitation after stroke to improve motor function: a systematic review and meta-analysis[J]. Ann Phys Rehabil Med, 2018, 61(5):339—344.
- [7] Deshmukh M, Kumar C, Goyal M. Application of transcutaneous electrical stimulation on lower limb acupoints as an important adjunctive tool in stroke rehabilitation program&its effects on spasticity and functional ability[J]. Int J Physiother Res, 2013, 01(3):63—69.
- [8] Ng SS, Hui-Chan CW. Transcutaneous electrical nerve stimulation combined with task-related training improves lower limb functions in subjects with chronic stroke[J]. Stroke, 2007, 38(11):2953—2959.
- [9] Yan T, Hui-Chan CW. Transcutaneous electrical stimulation on acupuncture points improves muscle function in subjects after acute stroke: a randomized controlled trial[J]. Journal of Rehabilitation Medicine, 2009, 41(5):312—316.
- [10] 彭源, 张槿, 张延碧, 等. 经皮穴位电刺激对脑卒中患者偏瘫下肢运动功能的影响[J]. 广州医药, 2015, 46(1):19—22.
- [11] 唐朝正, 丁政, 陈昌成, 等. 经皮穴位电刺激结合任务导向训练对亚急性期脑卒中患者下肢运动功能和踝关节控制的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(4):276—279.
- [12] 燕铁斌, Hui-Chan CWY. 经皮穴位电刺激对急性脑卒中偏瘫患者踝关节肌张力及协同收缩率的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29(1):25—28.
- [13] Ng SS, Hui-Chan CW. Does the use of TENS increase the effectiveness of exercise for improving walking after stroke? A randomized controlled clinical trial[J]. Clin Rehabil, 2009, 23(12):1093—1103.
- [14] 徐勇刚, 魏晖, 徐福, 等. 低频电穴位刺激辅助治疗脑卒中偏瘫痉挛的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2005, 37(12):731—732.
- [15] 张振诚, 王小艳. 取穴经皮神经电刺激联合康复训练治疗脑出血开颅术后痉挛性偏瘫的临床疗效[J]. 实用临床医药杂志, 2019, 23(18):15—18.
- [16] Hussain T, Mohammad H. The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) combined with Bobath on post stroke spasticity: a randomized controlled study[J]. J Neurol Sci, 2013, 4(1):22—29.
- [17] Kumar C. Comparison between electrical stimulation over motor point and TENS over acupuncture point in reducing spasticity and improving function after stroke: a randomized clinical trial[J]. Int J Phys Med Rehabil, 2014, 2(6):1—7.
- [18] 孙倩雯, 黄秀金, 赵建华, 等. TENS配合PNF治疗脑卒中后踝跖屈内翻[J]. 中国康复, 2009, 24(3):175—176.
- [19] 陈创, 李娜, 唐朝正, 等. 经皮穴位电刺激对脑卒中患者下肢运动功能和ADL能力的影响[J]. 中国康复, 2016, 31(3):168—170.
- [20] 罗艳. 头皮针抽添法合经皮穴位电刺激对偏瘫患者肢体运动功能的影响[J]. 中西医结合心脑血管病电子杂志, 2018, 6(26):141—151.
- [21] 裴跃生. 基于FPGA的便携式低频脉冲治疗仪的研制 [D]. 重庆: 重庆大学, 2009.
- [22] Jun M, Kim Y, Kim JU. Modern acupuncture-like stimulation methods: a literature review[J]. Integr Med Res, 2015, 4(4):195—219.
- [23] Kwong PW, Ng GY, Chung RC, et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation improves walking capacity and reduces spasticity in stroke survivors: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Rehabil, 2018, 32(9):1203—1219.

- [24] Lin S, Sun Q, Wang H, et al. Influence of transcutaneous electrical nerve stimulation on spasticity, balance, and walking speed in stroke patients: a systematic review and meta-analysis[J]. J Rehabil Med, 2018, 50(1):3—7.
- [25] Mahmood A, Veluswamy SK, 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.
- [26] Marcolino MAZ, Hauck M, Stein C, et al. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation alone or as additional therapy on chronic post-stroke spasticity: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Disabil Rehabil, 2020, 42(5):623—635..
- [27] Ambrose AF, Verghese T, Dohle C, et al. Muscle overactivity in the upper motor neuron syndrome: conceptualizing a treatment plan and establishing meaningful goals[J]. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2018, 29(3):483—500.
- [28] Stevenson VL, Playford D. Neurological rehabilitation and the management of spasticity[J]. Medicine, 2012, 44(9):530—536.
- [29] 唐朝正, 李春燕, 张晓莉, 等. 低频经皮穴位电刺激对软瘫期卒中患者手和上肢功能的影响[J]. 中国康复理论与实践, 2015, 31(3):252—255.
- [30] 周鹏, 宋雨桐, 张阔, 等. 经皮穴位电刺激对大脑神经功能活动影响研究进展[J]. 航天医学与医学工程, 2019, 32(5):463—470.
- [31] Alt Murphy M, Häger CK. Kinematic analysis of the upper extremity after stroke-how far have we reached and what have we grasped?[J]. Phys Ther Rev, 2015, 20(3):137—155.
- [32] 郭友华, 燕铁斌, 卢献平, 等. 经皮穴位电刺激对卒中患者脑局部血流量的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2006,(11):747—751.
- [33] 窦祖林. 痉挛的评定与治疗[J]. 继续医学教育, 2006(30):17—22.
- [34] 郭铁成, 卫小梅, 陈小红. 改良 Ashworth 量表用于痉挛评定的信度研究[J]. 中国康复医学杂志, 2008, 23(10):906—909.
- [35] Chen SC, Chen YL, Chen CJ, et al. Effects of surface electrical stimulation on the muscle-tendon junction of spastic gastrocnemius in stroke patients[J]. Disabil Rehabil, 2005, 27(3):105—110.
- [36] 贾杰. 脑卒中后手功能康复评价和治疗并重[J]. 上海医药, 2014, 35(2):6—9.
- [37] Shanta P, Narayan AK, Dharmendra K. Minimal clinically important difference of the lower-extremity fugl-meyer assessment in chronic-stroke[J]. Top Stroke Rehabil, 2016, 23(4):233—239.
- [38] 陈瑞全. 中文版 Fugl-Meyer 运动功能评定量表的最小临床意义变化值 [D]. 合肥:安徽医科大学, 2015.
- [39] Satoru A, Atsushi U, Takashi T, et al. Clinimetric properties of the shortened Fugl-Meyer assessment for the assessment of arm motor function in hemiparetic patients after stroke[J]. Top Stroke Rehabil, 2020, 27(4):1—9.
- [40] Ng SSM, Liu TW, Chan CY, et al. Reliability and validity of the long-distance corridor walk among stroke survivors[J]. J Rehabil Med, 2020, 52(5):jrm00062.
- [41] 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.
- [42] 贾杰. 脑卒中上肢康复:手脑感知与手脑运动[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(4):385—389.
- [43] Stein C, Fritsch CG, Robinson C, et al. Effects of electrical stimulation in spastic muscles after stroke: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Stroke, 2015, 46(8):2197—2205.
- [44] Savović J, Weeks L, Sterne JA, et al. Evaluation of the Cochrane Collaboration's tool for assessing the risk of bias in randomized trials: focus groups, online survey, proposed recommendations and their implementation[J]. Syst Rev, 2014, 3(1):37.
- [45] Pitcher JB, Ridding MC, Miles TS. Frequency-dependent, bi-directional plasticity in motor cortex of human adults[J]. Clin Neurophysiol, 2003, 114(7):1265—1271.
- [46] Garcia MAC, Catunda JMY, Souza MNd, et al. Is the frequency in somatosensory electrical stimulation the key parameter in modulating the corticospinal excitability of healthy volunteers and stroke patients with spasticity?[J]. Neural Plast, 2016. DOI: 10.1155/2016/3034963.
- [47] Pino GD, Pellegrino G, Assenza G, et al. Modulation of brain plasticity in stroke: a novel model for neurorehabilitation[J]. Nat Rev Neurol, 2014,10(10):597—608.
- [48] Dimitrijević MR, Faganel J, Gregorić M, et al. Habituation: effects of regular and stochastic stimulation[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1972, 35(2):234—242.
- [49] Laddha D, Ganesh GS, Pattnaik M, et al. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on plantar flexor muscle spasticity and walking speed in stroke patients[J]. Physiother Res Int, 2016, 21(4):247—256.
- [50] Cho HY, Sung In T, Hun Cho K, et al. A single trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) improves spasticity and balance in patients with chronic stroke[J]. Tohoku J Exp Med, 2013, 229(3):187—193.
- [51] Park S, Wang J. The immediate effect of FES and TENS on gait parameters in patients after stroke[J]. J Phys Ther Sci, 2017, 29(12):2212—2214.
- [52] 钟丽丹, 郑颂华, 吴泰相, 等. SPIRIT 2013 声明:定义临床研究方案的标准条目[J]. 中国中西医结合杂志, 2014, 34(01):115—122.