

曲池穴重复外周磁刺激改善脑卒中患者 上肢运动功能的疗效研究

陈捷¹,林志诚¹,李鑫磊²,赵雨晴¹,孔维橙²,詹文彬¹,徐沛韬¹,薛偕华^{1,3,4*}

1 福建中医药大学附属康复医院,福建 福州 350003;

2 福建中医药大学康复医学院,福建 福州 350122;

3 福建省认知功能康复重点实验室,福建 福州 350003;

4 福建省康复技术重点实验室,福建 福州 350122

* 通信作者:薛偕华,E-mail:f110015@fjtem.edu.cn

收稿日期:2024-10-08;接受日期:2024-11-19

基金项目:国家自然科学基金面上项目(82274620);国家中医药管理局高水平中医药重点学科建设项目中医康复学
(zyyzdk-2023102);福建省认知功能康复重点实验室开放研究课题(XKF2023005)

DOI:10.3724/SP.J.1329.2025.03009

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



摘要 目的 探究曲池穴重复外周磁刺激(rPMS)对脑卒中患者上肢运动功能的影响。**方法** 选取2024年5—10月福建中医药大学附属康复医院符合纳入标准的脑卒中后上肢运动障碍患者32例,按照隐藏式随机数字信封法将其分为对照组和曲池穴rPMS组,每组16例。对照组与曲池穴rPMS组均接受常规药物及康复治疗,曲池穴rPMS组在此基础上进行腧穴rPMS治疗。每天1次,每周治疗5 d,共4周。采用简化上肢Fugl-Meyer运动功能量表(FMA-UE)、Brunnstrom上肢分期评价2组治疗前后上肢运动功能;采用改良Barthel指数评定量表(MBI)评价2组治疗前后日常生活能力;采集2组治疗前后静息态脑电信号,分析 δ/α 功率比值(DAR)和 $(\delta+\theta)/(\alpha+\beta)$ 功率比值(DTABR);分析曲池穴rPMS组治疗后FMA-UE评分、MBI评分、Brunnstrom上肢分期与脑电DAR、DTABR的相关性。**结果** 治疗前,2组FMA-UE评分、MBI评分、Brunnstrom上肢分期、脑电DAR、DTABR差异均无统计学意义($P>0.05$)。组内比较,与治疗前比较,治疗后对照组FMA-UE评分、MBI评分均升高($P<0.05$);DAR(全脑)、DAR(额叶)、DTABR(额叶)均降低($P<0.05$);治疗后曲池穴rPMS组FMA-UE评分、MBI评分、Brunnstrom上肢分期均升高($P<0.05$);DAR(全脑)、DAR(额叶)、DTABR(全脑)、DTABR(额叶)均降低($P<0.05$)。组间比较,与对照组比较,曲池穴rPMS组治疗后FMA-UE评分、MBI评分、Brunnstrom上肢分期均升高($P<0.05$);DAR(全脑)、DAR(额叶)、DTABR(全脑)、DTABR(额叶)均降低($P<0.05$)。相关性分析发现,治疗后曲池穴rPMS组FMA-UE评分与脑电DAR(全脑)($r=-0.612, P=0.012$)、脑电DAR(额叶)($r=-0.525, P=0.037$)、脑电DTABR(全脑)呈负相关($r=-0.539, P=0.031$);FMA-UE评分与脑电DTABR(额叶)无线性相关($P>0.05$);MBI评分、Brunnstrom上肢分期与脑电DAR(全脑、额叶)、DTABR(全脑、额叶)均无线性相关($P>0.05$)。**结论** 曲池穴重复外周磁刺激可以改善脑卒中后上肢运动功能,脑电信号DAR、DTABR能够客观反映这种变化。

关键词 脑卒中;重复外周磁刺激;曲池穴;上肢运动功能;脑电信号

55%~75%脑卒中患者存在上肢运动功能障碍^[1],上肢在大脑皮质的功能投射区相较于下肢更大,一直是脑卒中运动功能康复的难点。重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation,

引用格式:陈捷,林志诚,李鑫磊,等.曲池穴重复外周磁刺激改善脑卒中患者上肢运动功能的疗效研究[J].康复学报,2025,35(3):291-297.

CHEN J, LIN Z C, LI X L, et al. Clinical efficacy of repetitive peripheral magnetic stimulation at Quchi acupoint on improving upper limb motor function in stroke patients [J]. Rehabil Med, 2025, 35(3):291-297.

DOI:10.3724/SP.J.1329.2025.03009

©《康复学报》编辑部,开放获取CC BY-NC-ND 4.0协议

© Rehabilitation Medicine, OA under the CC BY-NC-ND 4.0

rTMS)已广泛应用于脑卒中后上肢运动功能康复,通过激活受损脑区,从中枢层面干预神经通路,改善脑卒中患者上肢运动功能^[2-3]。由于部分脑卒中患者皮质脊髓束完整性严重受损,无法测得运动诱发电位,或颅内含有金属,难以通过调控大脑兴奋性进而“自上而下”地调节上肢运动功能,一定程度上制约了rTMS在临床中的应用^[4-5]。重复外周磁刺激(repetitive peripheral magnetic stimulation, rPMS)通过直接激活外周神经和肌肉,促进感觉运动环路的重建,增强中枢神经系统的可塑性^[6]。现阶段,rPMS刺激靶点多为单点刺激,或刺激肌肉,或刺激神经,探索能够同时刺激神经、肌肉的靶点能有效提高临床疗效^[7-8]。腧穴是人体脏腑经络之气输注于体表的特殊部位,从解剖学上看,腧穴区域通常有神经、肌肉分布,刺激腧穴能够影响神经和肌肉,可能是优化的rPMS刺激靶点。本研究将rPMS与腧穴刺激相结合,采用曲池穴rPMS的康复方案,结合Fugl-Meyer评定量表上肢部分(Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremities, FMA-UE)评分、改良Barthel指数(Modified Barthel Index, MBI)、Brunnstrom上肢分期量表及脑电图(electroencephalography, EEG)评价验证临床疗效,现报道如下。

1 临床资料

1.1 病例选择标准

1.1.1 诊断标准 符合中华医学会神经病学分会颁布的《中国各类主要脑血管病诊断要点2019》^[9]中关于脑卒中的诊断标准。

1.1.2 纳入标准 ①存在上肢运动功能障碍,FMA-UE评分 ≤ 45 分;②首次发生脑卒中(出血或梗死)者;③病程2周~6个月;④年龄30~80岁;⑤单侧肢体瘫痪者;⑥自愿参加本研究并签署知情同意书者。

1.1.3 排除标准 ①生命征不稳定者;②进展性脑卒中或出现继发性脑出血者;③治疗部位有金属植入物或开放性创伤的患者;④对rPMS恐惧、不耐受者;⑤患侧上肢存在骨折或严重疼痛者;⑥有镇静类药物用药史者;⑦有严重心肺系统疾病病史者;⑧有恶性肿瘤病史者;⑨存在认知障碍、失语等不能理解治疗师的指令者。

1.1.4 脱落及剔除标准 ①中途擅自退出;②患者拒绝配合数据采集;③研究过程中因上肢损伤导致治疗中断者。

1.2 一般资料

选取2024年5—10月福建中医药大学附属康复医院康复科住院的符合纳入标准的脑卒中后上肢运动障碍患者32例。由专人编制随机卡,并将其放入隐藏的信封,信封序号与卡片编号一致,同时按顺序排好。随机卡由专人保管,当有受试者入组时,按其进入顺序拆开序号相同的信封,根据分组进行干预。入组患者按隐藏式随机数字信封法分为对照组和曲池穴rPMS组,每组16例。无脱落及剔除病例。2组一般资料比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。见表1。本研究经福建中医药大学附属康复医院医学伦理委员会批准(审批号:2024YJS-007-01)。

表1 2组一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between two groups

组别	例数	性别		年龄/(\bar{x}±s,岁)	病程/ [M(P ₂₅ ,P ₇₅),d]	病灶侧		类型	
		男	女			左	右	脑梗死	脑出血
对照组	16	11	5	60.31±9.67	39(22,89)	8	8	7	9
曲池穴rPMS组	16	14	2	62.31±10.47	29(21,58)	10	6	9	7
t值/Z值		—		0.561	-0.566	—		—	
P值		0.207		0.579	0.590	0.483		0.486	

2 方法

2.1 治疗方法

2组均接受常规药物及康复治疗,曲池穴rPMS组在此基础上进行腧穴rPMS治疗。

2.1.1 对照组 按2023年发布的《中国脑血管病临床管理指南》^[10-12]给予脑卒中常规药物及康复治疗。

常规药物治疗包括控制血压、控制血糖、控制血脂、抗血小板聚集、预防癫痫等药物治疗。常规康复包括早期良肢位摆放、关节活动度训练、上肢功能训练、手功能训练等康复治疗。每天1次,每周治疗5d,共4周。

2.1.2 曲池穴rPMS组 曲池穴rPMS组在对照组的

干预基础上进行曲池穴 rPMS 治疗。rPMS 治疗使用经颅磁刺激仪(南京伟思医疗科技股份有限公司,型号 MN-D)。使用“8 字形”线圈,将线圈聚焦中心与曲池穴(定位:屈肘,在肘横纹桡侧端凹陷处,尺泽与肱骨外上髁连线之中点)正对。频率为 25 Hz,强度为 100% 阈强度,与皮肤相距 0.5 cm,每个穴位磁刺激 7 min,30 个脉冲个数、串数为 100 串,刺激间隔时间为 3 s,总脉冲数为 3 000 串,每天 1 次,每周治疗 5 d,共 4 周。

2.2 观察指标

2.2.1 上肢运动功能评分 采用 FMA-UE 量表进行评定,该量表共包含 33 个条目,总分 0~66 分。每项 0~2 分,无法做出相应动作,计为 0 分;可做出部分动作计为 1 分,可做出全部动作计为 2 分。评分越高,患者上肢运动功能越好。

2.2.2 日常生活活动独立性评分 采用 MBI 评分量表进行评定,该量表包括进食、洗澡、修饰、穿衣、大便、小便、如厕、转移、行走、上下楼梯等 10 项内容,总分 100 分。评分越高,日常生活活动独立性越佳。

2.2.3 上肢运动功能恢复情况分期 采用 Brunnstrom 上肢分期进行评定,分为 6 期,反映了患者从完全弛缓到接近正常功能的不同状态,Ⅰ期代表迟缓期,Ⅱ期代表联合反应,Ⅲ期代表共同运动,Ⅳ期代表部分分离运动,Ⅴ期代表分离运动,Ⅵ期代表正常。分期越高,上肢运动功能恢复得越好。

2.2.4 全脑与额叶 DAR、DTABR 平均值 采用 19 导的脑电图仪(南京左右脑医疗科技有限公司)采集闭眼静息态下脑电信号。患者处于微暗、安静环境中,取舒适坐位,保持放松、清醒与闭眼状态,按国际标准放置电极,记录时长 3 min。EEG 信号预处理采用科学计算软件 Matlab (2014a, MathWorks, 美国)。行独立成分分析(independent component analysis, ICA),最终选取无伪影脑电图数据。快速傅里叶变换(fast Fourier transform, FFT)进行时频转换,将频段划分为 α 波、 β 波、 θ 波和 δ 波。计算每导联不同频段范围内绝对功率,计算各导联 δ/α 功率比值(delta/alpha power ratio, DAR)、 $(\delta+\theta)/(\alpha+\beta)$ 功率比值 $[(\delta+\theta)/(\alpha+\beta)$ power ratio, DTABR],统计全脑与额叶 DAR、DTABR 的平均值。

2.2.5 安全性评价 记录 2 组治疗期间及检测期间不良事件发生情况。

2.3 统计学方法

采用 SPSS 24.0 软件对数据进行统计分析。计数资料以[例(%)]表示,组间比较采用 Fisher 确切概率法(样本 < 40 例)。计量资料服从正态分布,以 $(\bar{x}\pm s)$ 表示,组内比较采用配对样本 *t* 检验,组间比较采用两独立样本 *t* 检验;计量资料不服从正态分布,以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组内比较使用 Wilcoxon 符号秩检验,组间比较使用 Mann-Whitney *U* 检验;符合正态分布的相关性分析采用 Pearson 相关分析,不符合正态分布的相关性分析采用 Spearman 相关分析。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

3 结果

3.1 2 组治疗前后 FMA-UE 评分、MBI 评分、Brunnstrom 上肢分期、脑电 DAR、DTABR 比较

治疗前,2 组 FMA-UE 评分、MBI 评分、Brunnstrom 上肢分期、脑电 DAR、DTABR 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

组内比较,与治疗前比较,治疗后对照组 FMA-UE 评分、MBI 评分均升高($P < 0.05$);DAR(全脑)、DAR(额叶)、DTABR(额叶)均降低($P < 0.05$);治疗后曲池穴 rPMS 组 FMA-UE 评分、MBI 评分、Brunnstrom 上肢分期均升高($P < 0.05$);DAR(全脑)、DAR(额叶)、DTABR(全脑)、DTABR(额叶)均降低($P < 0.05$)。

组间比较,与对照组比较,曲池穴 rPMS 组治疗后 FMA-UE 评分、MBI 评分、Brunnstrom 上肢分期均升高($P < 0.05$);DAR(全脑)、DAR(额叶)、DTABR(全脑)、DTABR(额叶)均降低($P < 0.05$)。见表 2~3。

3.2 曲池穴 rPMS 组治疗后 FMA-UE 评分、MBI 评分、Brunnstrom 上肢分期与脑电 DAR、DTABR 相关性分析

相关性分析发现,治疗后曲池穴 rPMS 组 FMA-UE 评分与脑电 DAR(全脑)($r = -0.612, P = 0.012$)、脑电 DAR(额叶)($r = -0.525, P = 0.037$)、脑电 DTABR(全脑)呈负相关($r = -0.539, P = 0.031$);FMA-UE 评分与脑电 DTABR(额叶)无线性相关($P > 0.05$);MBI 评分、Brunnstrom 上肢分期与脑电 DAR(全脑、额叶)、DTABR(全脑、额叶)均无线性相关($P > 0.05$)。见表 4、图 1。

3.3 安全性比较

2 组治疗过程中均未见局部疼痛、晕厥等不良反应发生。

表2 2组治疗前后FMA-UE评分、MBI评分和Brunnstrom上肢分期比较($\bar{x}\pm s$)

分

Table 2 Comparison of FMA-UE scores, MBI scores, and Brunnstrom upper extremity stages before and after treatment between two groups ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	时间	FMA-UE评分	MBI评分	Brunnstrom上肢分期
对照组	16	治疗前	11.88±13.54	20.06±20.03	2.25±1.18
		治疗后	13.88±13.44 ¹⁾	28.56±20.30 ¹⁾	2.44±1.15
曲池穴rPMS组	16	治疗前	8.06±11.00	15.69±17.61	2.31±1.20
		治疗后	25.94±19.94 ¹⁾²⁾	52.31±23.71 ¹⁾²⁾	3.44±1.09 ¹⁾²⁾

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$;与对照组比较,2) $P<0.05$ 。

Note: Compared with that before treatment, 1) $P<0.05$; compared with the control group, 2) $P<0.05$.

表3 2组治疗前后脑电DAR、DTABR指标比较($\bar{x}\pm s$)

Table 3 Comparison of DAR and DTABR indexes before and after treatment between two groups ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	时间	DAR(全脑)	DAR(额叶)	DTABR(全脑)	DTABR(额叶)
对照组	16	治疗前	2.51±1.84	3.69±2.13	2.73±2.18	3.82±2.41
		治疗后	2.18±1.54 ¹⁾	2.82±1.74 ¹⁾	2.57±2.19	3.12±2.04 ¹⁾
曲池穴rPMS组	16	治疗前	2.64±2.11	3.18±2.15	2.74±1.77	3.33±1.96
		治疗后	1.10±0.78 ¹⁾²⁾	1.34±1.07 ¹⁾²⁾	1.45±1.05 ¹⁾²⁾	1.75±1.31 ¹⁾²⁾

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$;与对照组比较,2) $P<0.05$ 。

Note: Compared with that before treatment, 1) $P<0.05$; compared with the control group, 2) $P<0.05$.

表4 曲池穴rPMS组治疗后FMA-UE评分、MBI评分、Brunnstrom上肢分期与脑电DAR、DTABR指标相关性分析

Table 4 Correlation analysis of FMA-UE scores, MBI scores, Brunnstrom upper extremity stages and DAR, DTABR indexes after treatment in the rPMS group at Quchi acupoint

项目	DAR(全脑)		DAR(额叶)		DTABR(全脑)		DTABR(额叶)	
	r值	P值	r值	P值	r值	P值	r值	P值
FMA-UE评分	-0.612	0.012	-0.525	0.037	-0.539	0.031	-0.462	0.071
MBI评分	-0.421	0.105	-0.361	0.169	0.320	0.227	-0.327	0.217
Brunnstrom上肢分期	-0.280	0.294	-0.230	0.392	-0.175	0.517	-0.199	0.461

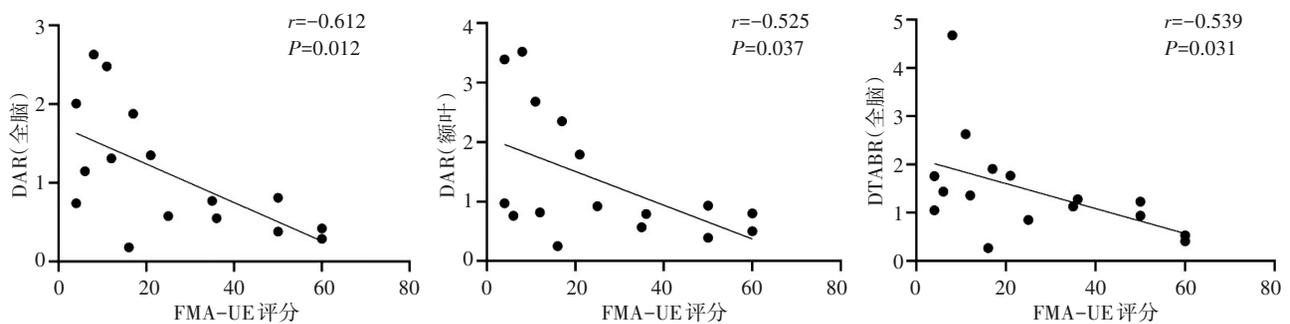


图1 FMA-UE评分与脑电DAR、DTABR的相关性分析

Figure 1 Correlation analysis between FMA-UE score and DAR, DTABR

4 讨论

脑卒中上肢功能障碍一直是脑卒中康复治疗难点,如何优化康复治疗方案以提高临床疗效是目前研究的重点。近年来,不少学者将神经调控技术与腧穴相结合^[13-14],通过中医经络腧穴作用机制,调节体内的气血流动和经络功能,从而提高临床疗效,促进上肢功能康复。

曲池穴是手阳明大肠经合穴,临床上广泛应用于上肢萎废的治疗^[15]。基于数据梳理的文献研究提示曲池穴是改善脑卒中后上肢运动功能常用的穴位,具有疏通经络、调和气血、通利关节的功效^[16]。从现代解剖学而言,曲池穴的深层结构中包舍桡神经,其支配肱三头肌、肱桡肌、桡侧腕长伸肌、桡侧腕短伸肌等肌肉,负责肘关节屈伸、腕关节

背伸与外展等功能。临床研究报道刺激曲池穴能显著改善FMA-UE、MBI评分^[17-18]。机制研究发现,电针曲池穴可以改善皮质纹状体网络,并通过调节PI3K/Akt通路发挥神经保护作用,从而改善运动功能^[19-20]。此外,针刺曲池可产生显著即刻效应,增强脑功能连接,促进额叶、顶叶及颞叶间信息交互^[17],调节脑网络活动^[21]。因此,本研究选择曲池穴作为磁刺激靶点,构建曲池穴rPMS的康复治疗方

案。本研究结果显示,相比治疗前,治疗后曲池穴rPMS组FMA-UE评分、MBI评分、Brunnstrom上肢分期均提升,提示曲池穴rPMS的康复治疗方

案能够提高脑卒中患者上肢功能,改善日常生活能力。本研究同样发现,组间比较,曲池穴rPMS组FMA-UE、MBI、Brunnstrom上肢分期优于对照组,提示曲池穴rPMS的康复治疗方

案改善脑卒中患者上肢功能、日常生活能力效果更优。这可能是由于rPMS通过神经冲动的传导使感觉神经纤维和运动神经纤维去极化产生神经信号,同时刺激肌肉激活机械感受器产生本体感觉神经信号,将这2种神经信号通过自下而上地传入中枢神经系统,使脑卒中患者的大脑得到激活与重塑^[8,22],增强患肢的神经控制能力,联合曲池穴具有疏经通络、调节气血、通利关节的作用,促进上肢运动功能康复。

行为学量表是目前评估脑卒中患者上肢运动功能的主要工具,但存在晕轮效应、误差、主观偏见等不足。脑电图作为一种检测脑细胞群自发性和节律性电活动的高时间分辨率技术,能够客观、量化地反映大脑在脑卒中后的神经活动变化并予量化。DAR为 δ/α 功率比值,DTABR为 $(\delta+\theta)/(\alpha+\beta)$ 功率比值,DAR、DTABR作为评估脑卒中运动功能预后的重要指标,其比值越高,表明神经受损程度越严重、运动功能恢复越差^[23];比值越低,表明运动功能及预后越好^[24-27]。本研究证实,曲池穴rPMS治疗后脑电信号DAR、DTABR下降。从脑电信号角度上,进一步证实曲池穴rPMS改善脑卒中后上肢运动功能的有效性。

相关性分析发现,曲池穴rPMS组治疗后FMA-UE与脑电DAR(额叶)呈负相关,考虑额叶区主要位于大脑前部额叶皮质区,中央前回大锥体细胞及其轴突组成皮质脊髓束,发放、传递运动冲动,进而影响上肢运动功能,与既往研究相一致^[28]。其次,刺激曲池穴,大脑兴奋性明显增强,额叶皮层尤为显著^[17],共同改善上肢功能。本研究结果还进一步

发现,曲池穴rPMS组治疗后FMA-UE分值与脑电DAR(全脑)、DTABR(全脑)呈负相关,提示广泛大脑皮层均在调控运动功能中发挥重要作用。顶叶通过整合视觉、触觉和运动信息,形成空间定位和动作指导,参与空间感知、物体定位和运动计划。后顶叶皮层位于多个感觉通路的顶端,在感觉整合、运动计划、空间认知与注意调控中起关键作用,预测即将到来的手部运动方向信息^[29]。颞叶不直接控制上肢运动,但它处理与运动相关的视觉和听觉感官信息,调整运动输出。其中海马体与记忆有关,涉及记忆形成、瞬间记忆转化为短期与长期记忆、记忆的储存与再提取,上肢运动功能的学习与记忆密切相关,故颞叶对上肢运动功能的康复起间接作用。枕叶主要功能处理视觉信息,包括支配视觉并确定物体的形状,形成视觉记忆,将视觉感知与相邻的顶叶提供的空间信息相结合,在进行上肢运动需要视觉反馈的情况下,枕叶对精确控制上肢运动提供重要帮助。这些说明上肢运动功能涉及多脑区的协同工作。

本研究也存在一些局限性,如样本量较小,未根据上肢运动功能受损程度进行亚组分析;磁刺激强度仅依据患者耐受程度进行调节,个体差异较大,这可能导致一定程度的结果偏倚。在后续研究中,将扩大样本量,延长干预时间,并对患者进行出院随访。此外,结合神经影像学等手段将有助于提高研究的科学性和严谨性。

综上,曲池穴rPMS可改善脑卒中患者上肢运动功能,提高生活自理能力,脑电信号DAR、DTABR能够客观反映上肢运动功能的变化。

注:本文为第二十七届中国科协年会学术论文。

参考文献

- [1] HUANG C Y, CHIANG W C, YEH Y C, et al. Effects of virtual reality-based motor control training on inflammation, oxidative stress, neuroplasticity and upper limb motor function in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial [J]. BMC Neurol, 2022, 22(1): 21.
- [2] 刘灿欢,沈滢,戴文骏,等.重复经颅磁刺激提高脑卒中后上肢功能靶点选择和定位的应用进展[J].康复学报,2024,34(3): 294-303.
- [3] LIU C H, SHEN Y, DAI W J, et al. Progress of the target selection and localization of repetitive transcranial magnetic stimulation to improve upper limb function after stroke [J]. Rehabil Med, 2024, 34(3): 294-303.
- [3] HARRIS-LOVE M. Transcranial magnetic stimulation for the prediction and enhancement of rehabilitation treatment effects [J]. J

- Neurol Phys Ther, 2012, 36(2): 87-93.
- [4] 孟江涛, 杨思宇, 孙蕾, 等. 弥散张量成像联合运动诱发电位评估脑梗死偏瘫患者运动功能预后价值的研究进展[J]. 中国全科医学, 2023, 26(32): 4098-4102.
MENG J T, YANG S Y, SUN L, et al. Advances in the prognostic value of diffusion tensor imaging with motor evoked potential for motor function in cerebral infarction patients with hemiplegia [J]. Chin Gen Pract, 2023, 26(32): 4098-4102.
- [5] 陈怡婷, 王倩, 崔慎红, 等. 双侧序贯重复经颅磁刺激干预脑卒中患者上肢运动功能的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2023, 29(8): 926-932.
CHEN Y T, WANG Q, CUI S H, et al. Effect of bilateral sequential repetitive transcranial magnetic stimulation on motor function of upper limbs in stroke patients [J]. Chin J Rehabil Theory Pract, 2023, 29(8): 926-932.
- [6] SATO A, TORII T, IWAHASHI M, et al. Alterations in motor cortical excitability induced by peripheral stimulation with magnetic stimulation [J]. IEEE Trans Magn, 2018, 54(11): 5000804.
- [7] 程期琳, 胡昔权. 外周磁刺激治疗脑卒中患者上肢运动功能障碍的研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2023, 38(6): 840-844.
CHENG Q L, HU X Q. Research progress of peripheral magnetic stimulation in the treatment of upper limb motor dysfunction in stroke patients [J]. Chin J Rehabil Med, 2023, 38(6): 840-844.
- [8] 朱光跃, 陈思韵, 霍聪聪, 等. 外周联合中枢双靶磁刺激促进脑卒中运动功能障碍康复专家共识[J]. 中国康复医学杂志, 2023, 38(7): 880-884.
ZHU G Y, CHEN S Y, HUO C C, et al. Expert consensus on promoting rehabilitation of motor dysfunction after stroke by peripheral combined with central dual-target magnetic stimulation [J]. Chin J Rehabil Med, 2023, 38(7): 880-884.
- [9] 曾进胜, 刘鸣, 崔丽英. 中国各类主要脑血管病诊断要点 2019[J]. 中华神经科杂志, 2019, 52(9): 710-715.
ZENG J S, LIU M, CUI L Y. Diagnostic key points of various main cerebrovascular diseases in China in 2019 [J]. Chin J Neurol, 2019, 52(9): 710-715.
- [10] 刘丽萍, 周宏宇, 段婉莹, 等. 中国脑血管病临床管理指南(第2版)(节选): 第4章 缺血性脑血管病临床管理推荐意见[J]. 中国卒中杂志, 2023, 18(8): 910-933.
LIU L P, ZHOU H Y, DUAN W Y, et al. Chinese stroke association guidelines for clinical management of cerebrovascular diseases (second edition) (excerpt): chapter four clinical management of ischaemic cerebrovascular diseases [J]. Chin J Stroke, 2023, 18(8): 910-933.
- [11] 张谦, 冀瑞俊, 赵萌, 等. 中国脑血管病临床管理指南(第2版)(节选): 第5章 脑出血临床管理[J]. 中国卒中杂志, 2023, 18(9): 1014-1023.
ZHANG Q, JI R J, ZHAO M, et al. Chinese stroke association guidelines for clinical management of cerebrovascular diseases (second edition) (excerpt): chapter five clinical management of intracerebral hemorrhage [J]. Chin J Stroke, 2023, 18(9): 1014-1023.
- [12] 张通, 赵军, 白玉龙, 等. 中国脑血管病临床管理指南(节选版): 卒中康复管理[J]. 中国卒中杂志, 2019, 14(8): 823-831.
ZHANG T, ZHAO J, BAI Y L, et al. Chinese stroke association guidelines for clinical management of cerebrovascular disorders (excerpts): management of stroke rehabilitation [J]. Chin J Stroke, 2019, 14(8): 823-831.
- [13] LU Z H, HUO T T, DENG J, et al. Transcutaneous electrical acupuncture stimulation induced sedative effects in healthy volunteers: a resting-state fMRI study [J]. Front Hum Neurosci, 2023, 16: 843186.
- [14] YIN N, WANG A X, WANG H L. Electroencephalogram analysis of magnetic stimulation at different acupoints [J]. Front Neurosci, 2022, 16: 848308.
- [15] 陶琳, 傅勤慧, 裴建. 针刺治疗脑卒中后上肢运动功能障碍的配穴规律研究[J]. 上海中医药大学学报, 2019, 33(4): 23-27, 47.
TAO L, FU Q H, PEI J. Research on acupoint matching regularity of acupuncture in treating patients with upper extremity motor dysfunction after stroke [J]. Acad J Shanghai Univ Tradit Chin Med, 2019, 33(4): 23-27, 47.
- [16] 庄朝安, 叶晓倩, 徐颖, 等. 应用德尔菲法筛选脑卒中肢体运动功能障碍适宜针刺穴组[J]. 世界中医药, 2017, 12(2): 414-416, 423.
ZHUANG C A, YE X Q, XU Y, et al. Delphi method on selecting acu-points for stroke patients with limb movement dysfunction [J]. World Chin Med, 2017, 12(2): 414-416, 423.
- [17] 吴林纳, 李凯, 宋蕊好, 等. 基于脑电图技术探讨曲池针刺作用下的脑网络神经动态特征[J]. 中国中医药信息杂志, 2023, 30(12): 153-158.
WU L N, LI K, SONG R H, et al. Discussion on the neural dynamic characteristics of brain network under effect of acupuncture at LI11 acupoint based on EEG technique [J]. Chin J Inf Tradit Chin Med, 2023, 30(12): 153-158.
- [18] 陈岚榕, 王林林, 陈松, 等. 艾灸曲池、合谷穴结合康复训练对脑梗死恢复期患者上肢功能障碍恢复疗效的回顾性分析[J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(12): 5652-5655.
CHEN L R, WANG L L, CHEN S, et al. Retrospective analysis of moxibustion at Quchi (LI11) and Hegu (LI4) acupoints combined with rehabilitation training for upper limb function recovery of convalescent patients with cerebral infarction [J]. China J Tradit Chin Med Pharm, 2017, 32(12): 5652-5655.
- [19] YIN L H, TANG T, LIN Y J, et al. Functional connectivity of ipsilateral striatum in rats with ischemic stroke increased by electroacupuncture [J]. J Integr Neurosci, 2022, 21(6): 162.
- [20] XUE X H, YOU Y M, TAO J, et al. Electro-acupuncture at points of Zusanli and LI11 exerts anti-apoptotic effect through the modulation of PI3K/Akt signaling pathway [J]. Neurosci Lett, 2014, 558: 14-19.
- [21] LIANG S X, LIN Y J, LIN B B, et al. Resting-state functional magnetic resonance imaging analysis of brain functional activity in rats with ischemic stroke treated by electro-acupuncture [J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2017, 26(9): 1953-1959.
- [22] 张志远, 黄路, 张江春, 等. 重复外周磁刺激在神经康复中的应

- 用参数和作用机制的研究进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2023, 45(10):942-947.
- ZHANG Z Y, HUANG L, ZHANG J C, et al. Research progress on the application parameters and mechanisms of action of repetitive peripheral magnetic stimulation in neurological rehabilitation [J]. Chin J Phys Med and Rehabil, 2023, 45(10):942-947.
- [23] 王晓梅, 黄光, 徐斌, 等. 定量脑电图对急性脑卒中患者的神经功能预后研究[J]. 海南医学, 2017, 28(16):2628-2630.
- WANG X M, HUANG G, XU B, et al. Neurological function prognosis of quantitative EEG in acute ischemic stroke [J]. Hainan Med J, 2017, 28(16):2628-2630.
- [24] HU Y X, WANG Y F, ZHANG R, et al. Assessing stroke rehabilitation degree based on quantitative EEG index and nonlinear parameters [J]. Cogn Neurodyn, 2023, 17(3):661-669.
- [25] SAES M, MESKERS C G M, DAFFERTSHOFER A, et al. Are early measured resting-state EEG parameters predictive for upper limb motor impairment six months poststroke? [J]. Clin Neurophysiol, 2021, 132(1):56-62.
- [26] BENTES C, PERALTA A R, VIANA P, et al. Quantitative EEG and functional outcome following acute ischemic stroke [J]. Clin Neurophysiol, 2018, 129(8):1680-1687.
- [27] AJČEVIĆ M, FURLANIS G, NACCARATO M, et al. Hyper-acute EEG alterations predict functional and morphological outcomes in thrombolysis-treated ischemic stroke: a wireless EEG study [J]. Med Biol Eng Comput, 2021, 59(1):121-129.
- [28] SOOD I, INJETY R J, FARHEEN A, et al. Quantitative electroencephalography to assess post-stroke functional disability: a systematic review and meta-analysis [J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2024, 33(12):108032.
- [29] LI Y H, WANG Y, CUI H. Posterior parietal cortex predicts upcoming movement in dynamic sensorimotor control [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2022, 119(13):e2118903119.

Clinical Efficacy of Repetitive Peripheral Magnetic Stimulation at Quchi (LI11) Acupoint on Improving Upper Limb Motor Function in Stroke Patients

CHEN Jie¹, LIN Zhicheng¹, LI Xinlei², ZHAO Yuqing¹, KONG Weicheng², ZHAN Wenbin¹, XU Peitao¹, XUE Xiehua^{1,3,4*}

¹ The Affiliated Rehabilitation Hospital of Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou, Fujian 350003, China;

² College of Rehabilitation Medicine, Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou, Fujian 350122, China;

³ Fujian Key Laboratory of Cognitive Function Rehabilitation, Fuzhou, Fujian 350003, China;

⁴ Fujian Key Laboratory of Rehabilitation Technology, Fuzhou, Fujian 350122, China

*Correspondence: XUE Xiehua, E-mail: fl10015@fjtcu.edu.cn

ABSTRACT Objective To explore the effect of repetitive peripheral magnetic stimulation (rPMS) at Quchi (LI11) acupoint on the upper limb motor function of stroke patients. **Methods** A total of 32 patients with upper limb motor dysfunction after stroke who met the inclusion criteria were selected from May to October 2024 at the Affiliated Rehabilitation Hospital of Fujian University of Traditional Chinese Medicine. The patients were randomly assigned to control group and repetitive peripheral magnetic stimulation at LI11 acupoint (rPMS) group according to the method of concealed random number envelopes, with 16 patients in each group. Both the control group and the rPMS group received conventional drug and rehabilitation treatments. The rPMS group underwent LI11 acupoint rPMS treatment additionally. The treatment was given once a day, 5 days a week, for a total of 4 weeks. The Simplified Fugl-Meyer Assessment for Upper Extremity (FMA-UE) and Brunnstrom upper extremity stages were used to evaluate the upper limb motor function of the two groups before and after treatment. The Modified Barthel Index (MBI) was employed to assess the activities of daily living of the two groups before and after treatment. Resting-state electroencephalogram (EEG) signals of the two groups were collected before and after treatment, and the delta/alpha power ratio (DAR) and the (delta+theta)/(alpha+beta) power ratio (DTABR) were analyzed. The correlations between the FMA-UE scores, MBI scores, Brunnstrom upper extremity stages of the rPMS group after treatment and the EEG DAR and DTABR were analyzed. **Results** Before treatment, there were no statistically significant differences in FMA-UE scores, MBI scores, Brunnstrom upper extremity stages, EEG DAR, and DTABR between the two groups ($P>0.05$). Within-group comparisons showed that after treatment, the control group exhibited significantly increased FMA-UE scores and MBI scores ($P<0.05$), and significantly decreased DAR (whole brain), DAR (frontal lobe), and DTABR (frontal lobe) ($P<0.05$). After treatment, the rPMS group showed significantly increased FMA-UE scores, MBI scores, and Brunnstrom upper extremity stages ($P<0.05$), along with significantly decreased DAR (whole brain), DAR (frontal lobe), DTABR (whole brain), and DTABR (frontal lobe) ($P<0.05$). Between-group comparisons revealed that, when compared with the control group, the rPMS group showed significant increases in FMA-UE scores, MBI scores, and Brunnstrom upper extremity stages after treatment ($P<0.05$). Meanwhile, the rPMS group exhibited significant decreases in DAR (whole brain), DAR (frontal lobe), DTABR (whole brain), and DTABR (frontal lobe) ($P<0.05$). Correlation analysis revealed that, after treatment, the FMA-UE scores of the rPMS group were negatively correlated with EEG DAR (whole brain) ($r=-0.612$, $P=0.012$), EEG DAR (frontal lobe) ($r=-0.525$, $P=0.037$), and EEG DTABR (whole brain) ($r=-0.539$, $P=0.031$). There was no linear correlation between the FMA-UE scores and EEG DTABR (frontal lobe) ($P>0.05$). There were no linear correlations between the MBI scores, Brunnstrom upper extremity stages and EEG DAR (whole brain, frontal lobe), as well as EEG DTABR (whole brain, frontal lobe) ($P>0.05$). **Conclusion** Repetitive peripheral magnetic stimulation at the LI11 acupoint can improve the upper limb motor function after stroke. EEG indices such as DAR and DTABR can objectively reflect these functional changes.

KEY WORDS stroke; repetitive peripheral magnetic stimulation; Quchi (LI11) acupoint; upper limb motor function; electroencephalogram signals

DOI:10.3724/SP.J.1329.2025.03009