·专栏·

# 基于无创脑调控半球双向平衡模型探讨电针干预卒中患者运动功能康复的临床应用举例

张鹏翼[1] 韦利冬[2] 黄永原[2] 苏虹[2] 杨雪捷[2*]

（1.广西壮族自治区江滨医院物理治疗科，南宁 530021；2.广西中医药大学针灸推拿学院，南宁530001）

【摘要】 半球双向平衡模型是基于脑的可塑性理论提出的临床卒中无创脑调控干预方案，本研究基于半球双向平衡模型理论，对针灸治疗的临床应用展开进一步探讨，根据康复评估与临床检查明确患者竞争/代偿模型，进而通过电针与头针相结合的干预方法对1例脑出血后遗症1月余患者的卒中后运动功能进行了长达6周的追踪，并取得了较好的疗效。

【关键词】 针灸；卒中；康复治疗；无创脑调控技术

【中图分类号】 R245.3；R743.3 【文献标识码】 A 【DOI】 10.11876/mimt202505006

## A case of exploration of the clinical application of electroacupuncture in stroke patients based on the non-invasive brain regulation hemispheric bidirectional balance model

*Zhang Pengyi*[1], *Wei Lidong*[2], *Huang Yongyuan*[2], *Su Hong*[2], *Yang Xuejie*[2*]

(*1. Physiotherapy Department, Jiangbin Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530021, China;*
*2. College of Acupuncture and Manipulation, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning 530001, China*)

【Abstract】 The hemispheric bidirectional balance model is a non-invasive brain regulation intervention plan for clinical stroke based on the theory of brain plasticity. This study further explores acupuncture treatment based on the hemispheric bidirectional balance model theory. According to the rehabilitation assessment and clinical examination, the competitive/compensatory model of the patient was determined. Then, a combined intervention method of electroacupuncture and scalp acupuncture was used to conduct a 6-week follow-up on a patient with sequelae of cerebral hemorrhage for more than one month, and good therapeutic effects were achieved.

【Key words】 Acupuncture; Stroke; Rehabilitation treatment; Non-invasive brain modulation technology

半球双向平衡模型是无创脑调控技术如经颅直流电刺激（transcranial direct current stimulation, tDCS）、经颅磁刺激（transcranial magnetic stimulation, TMS）等技术在临床上干预卒中后患者常采用的模型方案，其理论基础来自于脑的可塑性理论。半球双向平衡模型由Di Pino于2014年基于半球间竞争模型与代偿模型提出[1]。该模型主张，应根据患者的脑结构保留完整度，判断半球间的主导干预模型。对于结构保留完整度更高的患者，半球间竞争模型占主导，其表现为健侧半球会抑制患侧半球的运动功能。这一现象的本质，源于卒中后患者脑半球间的抑制功能丧失：一方面患侧运动皮

资金项目：广西壮族自治区中医药管理局自筹经费科研课题（GXZYA20250257）

第一作者：张鹏翼，男，硕士研究生，住院医师，研究方向：中西医结合康复与物理治疗

通信作者：杨雪捷，女，博士研究生，副教授，研究方向：针灸康复

质的兴奋性降低，另一方面胼胝体对健侧运动皮质的抑制作用减弱，引发健侧过度兴奋，这种过度兴奋进一步阻碍患侧运动功能的恢复。因此，通过抑制健侧运动皮质，重新恢复大脑半球间兴奋性的平衡，有助于卒中后瘫痪肢体的恢复[2]。对于结构保留完整度低的患者，代偿模型则更为适用。研究者[3]认为健侧半球可代偿受损区域的功能，相较于结构保留度高的患者，其更加依赖于幸存的健侧运动皮质的可塑性，此外，健侧神经细胞可以通过侧芽发生的方式投射到失去神经支配的区域[4]，因此，对该类患者进行健侧运动皮质功能的上调刺激往往可取得理想的治疗效果。现有临床研究结果表明，无论是tDCS还是TMS，均可通过调控不同损伤程度卒中患者患侧或对侧的初级运动皮层（primary motor cortex, M1）[5]实现较为理想的治疗效果。在2024年的《脑卒中中西医结合康复临床循证实践指南》中，针灸已被推荐为脑卒中恢复期患者改善神经功能缺损的常用手段[6]。针灸对大脑功能网络的积极影响已被诸多实验证据支持。例如，活体脑成像技术已为针灸治疗脑病的起效机制提供了合理阐述[7]。另外，有研究[8]对现有针灸干预脑网络功能的相关文献进行统计分析指出，为进一步阐明经络与脑调控功能的特异性联系，未来亟需通过构建经络体表刺激的脑映射图谱，对针灸等体表刺激调节脑功能的内在规律开展系统、深入的研究与总结。

针灸头针疗法是传统中医理论与现代神经科学相结合的产物，通过在头皮特定区域施针来调节大脑功能，从而治疗神经系统疾病及全身性疾病，其核心理论包括补泄理论和激活抑制理论。补泄理论源于《灵枢·九针十二原》中的“凡用针者，虚则实之，满则泄之，宛陈则除之，邪胜则虚之。”研究[9]表明，补法（低强度刺激）能促进神经营养因子如脑源性神经营养因子（brain–derived neurotrophic factor, BDNF）的释放，增强神经可塑性[10]；而泄法（高强度刺激）可抑制过度兴奋的神经元活动，降低皮层异常放电。这种调节作用主要通过体感—皮层—丘脑环路实现，能够双向调节大脑功能状态[11]。从临床应用来看，补法适用于中风后遗症、神经功能低下等病症[12]，通过刺激运动区（MS6）或顶颞前斜线（MS7）可促进运动功能恢复[13–14]；泄法则适用于疼痛、痉挛、高血压等病症[15]，通过刺激额区（MS1或MS2）可降低皮层异常放电，提高癫痫的发作阈值[16]。此外，头针还能通过激活Wnt/β–连环蛋白信号通路促进血管再生，改善脑区缺血状态[17]。

目前，针灸作为一种微创疗法在临床干预卒中后遗症中已有诸多理论研究支持，然而尚未有具体研究将脑调控技术半球双向平衡模型与针灸补泄理论进行关联。笔者认为，针灸补泄理论实质上也是一种对局部的激活与抑制，有必要探讨针灸的补泄效应能否在理论上等效于TMS、tDCS等技术在半球双向平衡模型中所起到的调控作用。因此，本文在回顾针灸调控脑网络相关研究的基础上，结合真实世界的1例基于半球双向平衡模型理论应用针灸干预康复的病例，阐述针灸通过大脑半球双向平衡模型理论干预卒中后脑调控机制的可行性，以期为针灸临床实践与脑机制研究提供新的结合路径与理论参考。

## 1 患者

### 1.1 患者信息

患者，男，54岁，因“右侧肢体活动不利伴智能下降1月余”于2025年5月6日前往我院就诊。

现病史：家属代诉2025年4月1日发现昏倒，后送至当地医院行头颅CT检查提示左侧基底节区—放射冠区脑出血，后于急诊行脑内血肿外引流术，术后予辅助呼吸、止血、抗感染等对症支持治疗，术后恢复良好，现为针灸康复治疗前来就诊。

### 1.2 诊前评估

患者坐轮椅入院，症见双下肢无法独立支撑，需家属从轮椅辅助搬运至床边，无法单独坐立，具体评估如下。

（1）肌力：右侧上肢肌力2级，下肢肌力

3级。

（2）肌张力：参照改良 Ashworth量表（modified Ashworth scale, MAS），右侧肢体肌张力2级（0 ~ 4级），评估为肌张力明显增加。

（3）运动功能：Fugl–Meyer运动功能评定量表（Fugl–Meyer assessment scale, FMA）评分26分（满分100分），评估为严重运动功能障碍。

（4）日常生活活动能力（activity of daily living, ADL）：Barthel指数（Barthel index, BI）20分（满分100分），评估为ADL完全依赖。

（5）其他评估：患者被动肩关节活动疼痛视觉模拟量表（visual analogue scale, VAS）评分7分（满分10分），静息状态下肩关节疼痛VAS评分5分，中风病中医症状积分表评分40分（满分51分）。

### 1.3 辅助检查

HR 64排头颅螺旋CT平扫提示，左侧基底节区—放射冠区脑出血术后改变，见图1。

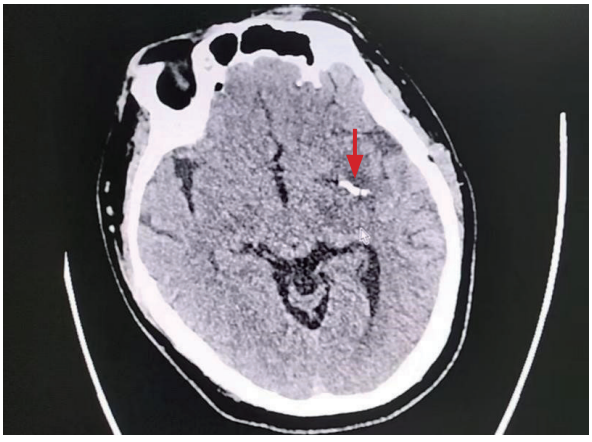


**图1** 患者头颅CT提示左侧基底节出血

注：箭头示病变部位。

### 1.4 诊断

脑出血恢复期。

### 1.5 治疗

（1）选穴：百会、四神聪、右侧顶颞前斜线。

（2）干预方法：头部穴位均采用华佗牌0.25 mm × 25 mm针灸针进行斜刺，针尖朝向沿经络循行方向，针刺深度为5 ~ 8 mm，取穴参照《针灸学》，取右侧顶颞前斜线行五等分划点，如图2所示，共6穴；选用华佗牌SDZ–II型电子针疗仪，取前神聪—右悬厘进行波形2 Hz连续波电刺激25 min，每周治疗5次，共治疗6周。

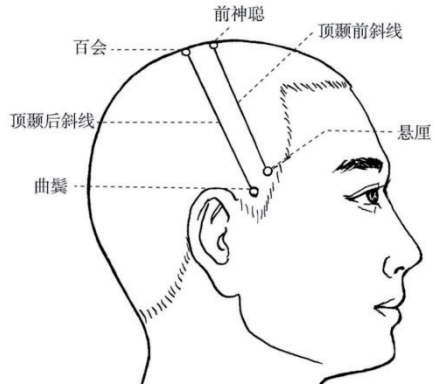



**图2** 顶颞前斜线示意

## 2 结果

在治疗前、治疗3周时、治疗6周时进行肌力、肌张力、运动功能、ADL、肩关节活动疼痛和中风病中医症状评估，评估结果见表1。患者下肢肌力在治疗3周时开始改善，6周时患者四肢肌力均出现改善；肌张力及被动、静息态下肩关节活动疼痛VAS评分降低，FMA评分改善说明患者运动功能得到改善，BI评分改善说明患者ADL依赖减少，自主生活能力增强。在进行6周干预后，患者相对于治疗前下肢无法支撑、不能直立坐位的情况，已可以在拐杖支撑下进行步行训练。

**表1** 患者治疗前、治疗3周时、治疗6周时各量表评级或评分

| 时间 | 肌力（级） | | 肌张力（MAS评级） | 运动功能（FMA评分） | ADL（BI评分） | 肩关节活动疼痛VAS评分 | | 中风病中医症状积分表评分 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 上肢 | 下肢 | | | | 被动 | 静息 | |
| 治疗前 | 2 | 3 | 2 | 26 | 20 | 7 | 5 | 40 |
| 治疗3周 | 2 | 4 | 1+ | 39 | 50 | 5 | 2 | 31 |
| 治疗6周 | 3 | 5 | 1 | 55 | 65 | 3 | 0 | 18 |

注：MAS为改良Ashworth量表；FMA为Fugl–Meyer运动功能评定量表；ADL为日常生活活动能力；BI为Barthel指数；VAS为视觉模拟量表。

## 3 讨论

双向平衡模型目前在临床干预上多用于TMS、tDCS等无创脑调控技术的开展，中医中电针刺激频率补泄对应的中枢神经促进与抑制作用与无创脑调控所采用的双向平衡模型表现出一致性。相关研究[18]证实了大脑可塑性能力与脑卒中上肢运动功能恢复结局的相关性，认为通过双向半球平衡模型的电针干预，可促进双侧大脑半球达到新的半球间“平衡”状态。因此，本研究尝试通过纳入1例左侧基底节区—放射冠区脑出血术后1月、右侧肢体活动障碍患者（适配代偿模型），采用“百会、四神聪、右侧顶颞前斜线”头针+2 Hz电针干预方案，探讨电针联合头针治疗卒中后遗症的可行性与作用机制，验证该针灸方案对卒中患者运动功能、日常生活能力的改善效果。

患者因脑出血术后1月余前来就诊，诊前评估患者右侧肢体肌力较差，运动功能严重障碍，ADL完全依赖，结合影像学评估，认为患者结构保留完整度较低，而对于结构保留完整度低的患者，其更加依赖于幸存的健侧运动皮质的可塑性，从而通过健侧半球代偿受损区域的功能。因而从双向平衡模型干预的角度出发，应对该患者进行健侧运动皮质功能的上调刺激，结合针灸理论选择方案时，应以补法实现激活其健侧脑区皮质功能为主。

头针是将传统中医脏腑理论与大脑皮质功能定位相结合提出的一种针灸疗法[19]，《黄帝内经》中首次记载了头针治疗疾病的相关理论依据，《素问·脉要精微论》提出“头者，精明之府”，强调通过观察头部状态能够对五脏精气盛衰进行判断和干预。头针理论按颅骨解剖分为额、顶、颞、枕4个区域，共14条经线，本案例中选取的顶颞前斜线（MS6），其区域与大脑运动皮层M1区体表投影相重叠，在头针理论中主治对侧肢体中枢性运动功能障碍，因此在干预上采用了顶颞前斜线五等分取穴法并结合电针进行刺激。关于针灸补泄理论中的迎随补泄，《灵枢·九针十二原》指出：“逆而夺之，恶得无虚；追而济之，恶得无实；迎之随之，以意和之，针道毕矣。”迎随补泄法以十二经脉气血流注方向为依据，针刺时顺经脉循行方向为补法，逆方向则为泄法。本案例选穴百会、四神聪，头针选右侧顶颞前斜线。前后神聪及百会穴过督脉，督脉循行《素问·骨空论》“与太阳起于目内眦，上额交巅上，入络脑”，取穴针刺方向应按督脉循行由后向前；《灵枢·经脉》“膀胱足太阳之脉，起于目内眦，上额，交巅”，左右神聪穴应按足太阳经循行方向由前向后，顶颞前斜线定位于前神聪与悬厘，分属督脉与足少阳经，“胆足少阳之脉，起于目锐眦，上抵头角，下耳后，循颈行手少阳之前”。因此本案例在取穴时认为，取穴前神聪时针尖向前，取经悬厘穴时针尖向后，顶颞前斜线中取三等分点则按照前神聪向悬厘穴方向进行针刺，以期随经循行而补之意。

电针是应用电针仪输出接近人体生物电的微量电流通过毫针作用于人体一定部位的疗法，电针连续波根据频率不同可分为疏波和密波，频率小于30 Hz称为疏波，具有短时兴奋肌肉、促进神经肌肉功能恢复的作用；频率大于30 Hz称为密波，对感觉神经和运动神经进行抑制，具有止痛、镇静的作用，因此本案例中所使用电针的目的是为了刺激健侧脑区功能，从而加速健侧脑区对患侧损伤部位的代偿，并在电针的循证依据基础上对双向平衡模型的调控结果表现出一致性。本案例通过针灸补法激活患者健侧脑区皮质功能，在课题组既往电针相关研究中，低频电针能够更好地调节背根神经节GABA的表达水平，降低股四头肌组织氧化应激相关因子[20]，证实低频电针对机体的兴奋作用，与针刺手法的补法相似[21]，因此选择2 Hz电针作为电针刺激的频率，以期通过补法激活患者的健侧脑区功能。

本案例根据现代康复TMS、tDCS等无创脑调控技术所使用的半球双向平衡模型理论，结合现代康复评定与中医量表，对患者的脑区功能保留度进行评估，确定以激活健侧区域半球为治疗目的，进而将上调脑区功能刺激与传统中医理论和现代中医治

疗设备进行结合，达到了理想的疗效。回顾本案例研究，仍存在着诸多局限：本研究在电针的循证疗效基础上试图结合现有脑调控理论探寻进一步的临床方案，然而目前半球双向平衡模型在无创脑调控方面仍然存在一定的争议，本案例仅采用针灸作为干预变量进行个案探讨，并未与 tDCS、rTMS 等无创脑调控干预技术进行对照研究，需要更多的循证依据进行证据补足，且基于半球双向平衡模型理论的针灸治疗能否明显提示对应脑区的激活与抑制尚不明确。本课题未来将在大样本量的基础上进一步结合功能磁共振、近红外等设备观察脑区调控情况，采用针灸和 rTMS 等常规无创脑调控手段，对大量评估分型为健侧激活模型的脑卒中患者进行对照干预与评估，以进一步阐明其理论依据的可行性。

## [ 参 考 文 献 ]


[1] Di Pino G, 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.

[2] 崔敬苇, 王春方, 孙长城, 等. 基于双向平衡模型探究经颅直流电刺激对脑卒中上肢功能障碍的影响 [J]. 中国康复, 2023, 38(5): 259–263.

[3] Buetefisch C M. Role of the contralesional hemisphere in post–stroke recovery of upper extremity motor function [J]. Front Neurol, 2015, 6: 214.

[4] 俞风云, 朱玉连, 王卫宁, 等. 经颅磁刺激在脑卒中患者中的应用及机制研究进展 [J]. 中国康复医学杂志, 2021, 36(8): 1030–1034.

[5] Sankarasubramanian V, Machado A G, Conforto A B, et al. Inhibition versus facilitation of contralesional motor cortices in stroke: deriving a model to tailor brain stimulation [J]. Clinical Neurophysiology, 2017, 128(6): 892–902.

[6] 朱冉冉, 王津翔, 潘蓓, 等. 脑卒中中西医结合康复临床循证实践指南 [J]. 上海中医药杂志, 2024, 58(6): 1–11.

[7] 王旭, 樊郑翠, 张震, 等. 活体脑成像技术在针灸脑病基础研究中的应用 [J]. 中国针灸, 2023, 43(12): 1363–1369.

[8] 樊郑翠, 颜靖岚, 胡逸君, 等. 大数据时代下的针灸研究：构建经络体表刺激的脑映射图谱 [J]. 中国针灸, 2025, 45(3): 265–273.

[9] 郭涛. 基于 BDNF/TrkB/CREB 信号通路探讨巨刺法改善缺血性卒中大鼠运动功能的作用及机制研究 [D]. 天津: 天津中医药大学, 2023.

[10] 袁洁, 高静, 苏凯奇, 等. 电针对脑缺血再灌注损伤诱导的学习记忆障碍大鼠 BDNF/TRKB/CREB 信号通路和海马突触可塑性的影响 [J]. 针刺研究, 2023, 48(9): 843–851.

[11] Lin D, Gao J, Lu M, et al. Scalp acupuncture regulates functional connectivity of cerebral hemispheres in patients with hemiplegia after stroke [J]. Front Neurol, 2023, 14: 1083066.

[12] 朱兵. 针灸的科学基础 [M]. 青岛: 青岛出版社, 1998.

[13] 张荦, 邹伟. 头针抑制脑出血后神经细胞凋亡机制初探 [J]. 针灸临床杂志, 2021, 37(5): 76–81.

[14] Liu H, Jiang Y, Wang N, et al. Scalp acupuncture enhances local brain regions functional activities and functional connections between cerebral hemispheres in acute ischemic stroke patients [J]. Anat Rec (Hoboken), 2021, 304(11): 2538–2551.

[15] 梁宜, 杜俊英, 房军帆, 等. 电针治疗大鼠骨癌痛的镇痛效应及其对外周阿片受体表达的干预 [J]. 中华中医药杂志, 2018, 33 (11): 4877–4882.

[16] 杨晨, 王东岩, 董旭, 等. 头针治疗缺血性脑卒中后吞咽障碍的机制研究概况 [J]. 环球中医药, 2025, 18(3): 609–614.

[17] Wang Y, Shen J, Wang X M, et al. Scalp acupuncture for acute ischemic stroke: a meta–analysis of randomized controlled trials [J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2012, 2012: 480950.

[18] 钟燕彪. 单相脉冲电针干预脑卒中患者预测上肢运动功能恢复能力及机制研究 [D]. 上海: 上海中医药大学, 2020.

[19] 梁繁荣, 王华. 针灸学 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2016: 168–173.

[20] 黄永原, 苏虹, 张鹏翼, 等. 不同频率电针对前交叉韧带损伤家兔股四头肌萎缩程度的影响 [J]. 中国中医药信息杂志, 2024, 31(6): 88–94.

[21] 苏虹, 黄永原, 张鹏翼, 等. 不同频率电针对前交叉韧带损伤家兔脊髓组织突触相关蛋白及神经递质的影响 [J]. 陕西中医, 2023, 44 (12): 1688–1692.