

电针曲池、足三里穴对缺血性卒中大鼠脑功能的影响*

李明哲^{1,2,3} 魏雷⁴ 王鹤⁴ 张英杰¹ 张思聪³ 李源莉² 洪大基² 单春雷^{2,3,5}

摘要

目的:建立缺血性卒中(MCAO)大鼠模型,观察电针曲池、足三里穴对MCAO模型大鼠脑功能的影响。

方法:将24只SPF级雄性SD大鼠随机分为假手术组(S组)、模型组(M组)和电针组(EA组),记录体重、神经缺损评分(NDS)、脑血流及造模前(B)、造模后(1d)、造模后(10d)的静息态功能磁共振(rs-fMRI),对比观察电针干预对脑缺血大鼠脑功能康复的影响。

结果:NDS评分:M组、EA组2h、1d、3d、5d、7d均显著高于S组($P < 0.05$);M组1d、3d、5d、7d均显著高于EA组($P < 0.05$)。体重:S组、EA组3d、5d、7d与B、1d相比显著上升($P < 0.05$);M组7d与1d相比显著上升($P < 0.05$);M组与S组相比1d时显著下降($P < 0.05$);M组与S组、EA组相比5d、7d时均显著下降($P < 0.05$)。血流量、红细胞浓度:S组、EA组2h与B相比显著下降($P < 0.05$);S组1d与2h相比显著上升($P < 0.05$);EA组3d与2h相比显著上升($P < 0.05$);M组1d、3d、5d、7d时与其S组、EA组相比均显著下降($P < 0.05$)。脑成像中,10d时EA组在健侧小脑、脑干的基于体素的形态学分析(voxel-based morphometry, VBM)显著高于S组($P < 0.05$)。

结论:电针早期干预对脑缺血大鼠的脑功能有影响,可能与建立有效的侧支循环及增强神经元活动有关,从而影响运动相关的脑区,具有促进运动功能康复的潜力。

关键词 电针;大脑中动脉阻塞模型;脑血流;静息态脑功能成像;基于体素的形态学分析

中图分类号:R743.3,R246 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2022)-06-0721-07

Effects of electroacupuncture at Quchi and Zusanli on brain function in rats of middle cerebral artery occlusion model/LI Mingzhe, WEI Lei, WANG He, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2022, 37(6):721—727

Abstract

Objective: A stroke rat model(middle cerebral artery occlusion, MCAO) was established to dynamically observe the effects of electroacupuncture at Quchi(LI 11)and Zusanli(ST 36) on brain function recovery in cerebral ischemia rats.

Method: Twenty-four male SD rats were randomly divided into sham group(S), model group (M) and electroacupuncture group(EA). Body weight, neurological deficit scores(NDS), cerebral blood flow, resting functional magnetic resonance imaging were recorded. The effects of electroacupuncture intervention on brain function recovery in MCAO rats were observed.

Result: NDS in M group and EA group increased significantly compared with S group on 2h, 1d, 3d, 5d, 7d($P < 0.05$), and increased more significantly in M group compared with EA group on 1d, 3d, 5d, 7d ($P <$

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2022.06.001

*基金项目:上海市卫生健康委中西医结合康复诊疗提升项目[ZY(2018-2020-FWTX-8002)];上海市卫生健康委加快中医药事业发展三年行动计划项目[ZY(2018-2020-CCCX-2004-05)];上海领军人才项目[010,2018-2020]

1 上海市针灸经络研究所,上海市,200030; 2 上海中医药大学; 3 上海中医药大学附属岳阳中西医结合医院; 4 复旦大学张江国际脑影像中心; 5 通讯作者

第一作者简介:李明哲,女,博士,助理研究员; 收稿日期:2020-07-30

0.05). Body weight in S group and EA group on 3d, 5d, 7d increased significantly compared with B, 1d($P < 0.05$); M group on 7d increased significantly compared with 1d ($P < 0.05$); M group on 1d decreased significantly compared with S group($P < 0.05$); M group on 5d, 7d decreased significantly compared with S group, EA group($P < 0.05$). In blood flow and erythrocyte concentration, S group, EA group decreased on 2h significantly compared with B ($P < 0.05$), S group increased on 1d significantly compared with 2h ($P < 0.05$), EA group increased on 3d significantly compared with 2h ($P < 0.05$), M group decreased significantly compared with S group, EA group on 1d, 3d, 5d and 7d ($P < 0.05$). In 10d, the VBM in EA group increased significantly compared with S group in left cerebellum and brain stem.

Conclusion: The early intervention of electroacupuncture has effect on the brain function of MCAO rats, and is the potential treatment to promote motor rehabilitation which may related to establishing effective brain collateral circulation and enhancing neuronal activity in effecting motor-related brain regions.

Author's address Shanghai Research Institute of Acupuncture and Meridian, Shanghai, 200030

Key word electroacupuncture; cerebral artery occlusion model; cerebral blood flow; rs-fMRI; voxel-based morphometry

脑卒中是世界范围内致死率和致残率较高的疾病之一。随着我国社会老龄化的加剧,缺血性脑卒中发病风险大大增加,严重影响我国居民的生存质量和健康水平。此外,缺血性脑卒中患者常合并血脂异常^[1],也在一定程度上影响患者的脑功能康复。目前,临床中电针干预康复治疗介入时机往往在发病7天后,且以头针结合患侧穴为主^[2],而针对发病后数小时内双侧肢体取穴的电针相关研究较少。本研究利用激光多普勒和静息态功能磁共振成像(resting state functional magnetic resonance imaging, rs-fMRI)技术,对缺血性卒中模型大鼠再灌注后2h内进行电针干预的安全性及干预后的脑结构和功能的变化进行观察和评价,以期为进一步缩短脑缺血后脑功能康复的介入时间提供一定的依据和参考。

1 材料与方

1.1 实验动物与分组

SPF级雄性SD大鼠24只,体重 200 ± 20 g,饲养于上海中医药大学附属岳阳中西医结合医院动物实验中心,许可证号为SYXK(沪)2013—0109。饲养环境为:昼夜12h/12h,室内温度 $24 \pm 2^\circ\text{C}$,湿度50%—70%,正常饮食。适应性饲养1周后,随机分为假手术组(S组)、模型组(M组)和电针组(EA组),每组各8只。

1.2 缺血性卒中大鼠模型制备

动物体重达到260—280g,参照文献^[3]制备大脑

中动脉闭塞(middle cerebral artery occlusion, MCAO)模型大鼠。异氟烷呼吸麻醉,固定、备皮。在大鼠颈部做正中切口,钝性分离出右侧颈总动脉、颈外动脉和颈内动脉。结扎大鼠颈外动脉远心端,在颈外动脉近心端处打一虚结,夹闭颈总动脉和颈内动脉。在颈外动脉结扎处和虚结之间剪一小口,插入栓线,系紧虚结,松开动脉夹。无出血后,剪断颈外动脉,将栓线推入颈内动脉约18mm,缝合、消毒。90min后进行再灌注。S组钝性分离出右侧颈总动脉、颈外动脉和颈内动脉,缝合、消毒。

1.3 治疗方法

1.3.1 EA组:缺血再灌注后2h,在异氟烷吸入麻醉状态下进行电针干预,取双侧曲池、足三里^[4],采用规格 $0.25\text{mm} \times 25\text{mm}$ 的针灸针直刺 $0.2\text{—}0.3\text{cm}$ 。双侧足三里、曲池接华佗牌SDZ-III型电子针仪,连续波,刺激频率2Hz,电流范围在 $1.5\text{—}3\text{mA}$,干预时间30min。造模后2h—7d每天4—8pm干预1次,干预方法同第一次干预,共干预7次。

1.3.2 S组与M组:造模后2h—7d,S组与M组每天下午4—8pm进行抓取和麻醉,麻醉30min,共7次。

1.4 观察指标

1.4.1 大鼠体重:分别测量各组大鼠在造模前(B)、造模后1d(1d)、造模后3d(3d)、造模后5d(5d)、造模后7d(7d)五个时间点的体重,观察各组大鼠体重的变化。

1.4.2 大鼠术后评分:对造模前(B)、缺血再灌注后2h(2h)、造模后1d(1d)、造模后3d(3d)、造模后5d(5d)、造模后7d(7d)每组各8只大鼠,采用Zea-Lon-

ga 及 Bederson 进行神经缺损评分^[5](neurological deficit scores, NDS), 0分为正常, 无神经功能缺损; 1分为提尾部左前肢内收不能充分伸展; 2分为自发行走时偏向左而不能走直线, 轻度局灶神经功能丧失; 3分为自发行走时向左侧轻度打转, 中度局灶神经功能丧失; 4分为自发行走时向左侧明显打转, 重度局灶神经功能丧失; 5分为爬行时向左侧倾倒或不能自发行走, 有意识丧失。以大鼠麻醉清醒后1—4分为有效模型, 0分和5分的大鼠均为失败模型, 应被剔除。

1.4.3 小动物静息态功能磁共振成像(rs-fMRI):采用布鲁克11.7T小动物磁共振扫描仪对造模前(B)、造模后1天(1d)、造模后10天(10d)的S组、M组和EA组大鼠(每组各4只)进行扫描。将大鼠头部放于大鼠专用头部表面线圈内, 静息态成像采用自由感应衰减平面回波序列(free induction decay echo-planar imaging, FID-EPI), 扫描参数如下: TR 2000, TE 12.41, 240个时间点, FOV 35×35mm, 层数为45, 层厚为0.5mm, 层间距0, 平均1, 重复200, 矩阵125×125, FA 90°, 带宽454545.5Hz, 时间10min。T2加权结构像参数: 扫描序列是TURBO RARE, RARE factor=8, TR: 6556.99ms, TE: 9.80ms, 矩阵256×256, 层数为70, 层厚为0.3, FOV 30×30mm, FA 90°, 带宽454545.5Hz, 时间2min13s。采集脑成像数据, 并进行脑区局部一致性(regional homogeneity, ReHo)、低频振荡振幅(amplitude of low-frequency fluctuation, ALFF)及基于体素的形态学(voxel-based morphometry, VBM)分析。

1.4.4 大脑湿重及脏器系数:第10天时, 按照体重5% (5ml/kg)的量腹腔注射7%水合氯醛, 于冰上快速断头取脑, 快速分离脑组织, 于电子天平上分别称取全脑、双侧大脑、双侧海马的重量并记录。计算相关组织的脏器系数, 脏器系数=[(脏器湿重/体重)×100]。

1.5 统计学分析

采用SPSS 24.0软件进行统计分析, 体重和神经功能评分采用两因素重复测量方差分析, 数据以均数±标准差表示, 有交互作用时, 分析各因素的单独效应; 无交互作用时, 分析各因素的主效应。rs-fMRI的功能数据的矫正, voxel $P=0.001$ cluster $P=0.05$; 通过阈值校正后得到具有显著性差异的脑激活区图像

叠加到标准脑图像中。

2 结果

2.1 NDS比较

NDS的干预和时间存在交互作用($P < 0.01$), M组、EA组2h、1d、3d、5d、7d均显著高于S组($P < 0.05$); M组1d、3d、5d、7d均显著高于EA组($P < 0.05$), 见图1。

2.2 大鼠体重

S组、EA组3d、5d、7d与造模前、1d相比显著上升($P < 0.05$); M组7d与1d相比显著上升($P < 0.05$); M组与S组相比1d时显著下降($P < 0.05$); M组与S组、EA组相比5d、7d时均显著下降($P < 0.05$), 见图2。

2.3 脏器湿重与脏器指数

脏器湿重中左脑减左海马S组与M组、EA组($P < 0.05$); 左脑S组与M组、EA组($P < 0.05$); 左海马加右海马S组与M组、EA组($P < 0.05$), 见图3—5。脏器指数各组间无显著性差异($P > 0.05$)。

2.4 脑血流监测

血流量、红细胞浓度中, S组2h与造模前相比显

图1 各组不同时间点NDS评分情况

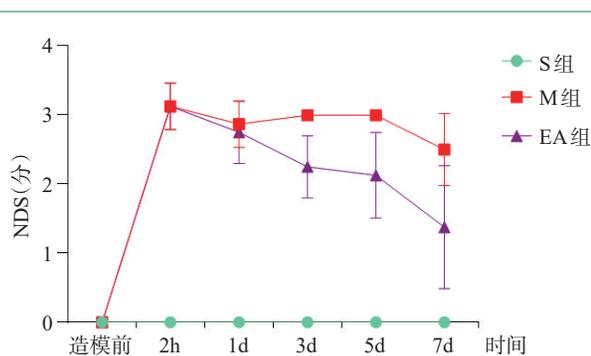
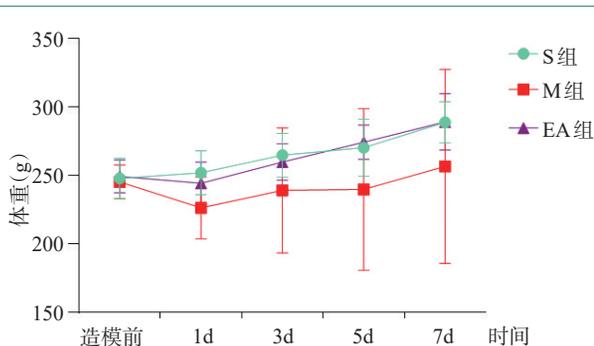


图2 各组不同时间点体重情况



著下降($P < 0.05$);1d与2h相比显著上升($P < 0.05$);EA组2h与B相比显著下降($P < 0.05$);3d与2h相比显著上升($P < 0.05$);而M组1d、3d、5d、7d与S组、EA组相比均显著下降($P < 0.05$)。见图6—7。

2.5 rs-fMRI数据

图中显示的彩色区域为两组组间比较的差异具有显著性意义的脑区($P < 0.001$, cluster > 20)。基于当前样本制作的模板T2模板(template),基于当前样本分割组织后的模板,这里是灰质模板(tissue),以构建3D模式图。见图8。

2.5.1 功能数据ReHo:1d、10d时,EA组与S组相比多个脑区功能活动增强,但差异无显著性意义($P > 0.05$)。见图9。

2.5.2 形态学分析VBM:10d时,EA组与S组相比增强的脑区为健侧小脑或脑干($P < 0.05$)。见图10。

2.5.3 功能数据ALFF:1d和10d时,EA组与S组相比多个脑区功能活动增强(红色区域),M组病灶过大,无

法得到良好的配准结果,无法进行比较。见图11。

3 讨论

影响缺血性脑卒中发生、病情严重程度及脑功能康复疗效的因素众多,如梗死部位、缺血持续时间、严重程度、侧支循环、血压、病原学及年龄、性别、并发症和遗传背景等,且灵长类动物中神经细胞死亡的发生比在大鼠中更快速^[6]。所以原则上在临床中康复干预的介入时机应该早于动物实验得出的安全的实验介入时机,以及使用在此时安全的康复干预方法。

目前,脑成像已广泛用于缺血性脑卒中的研究中。研究显示,T2WI序列可取代TTC染色法,能够快速、准确的测量缺血性卒中动物模型的脑梗死体积,简化实验流程^[7],以提高实验效率;水分子水通道蛋白磁共振分子成像(AQP MRI)技术可在分子谱基础上处理细胞膜上AQP信息^[8]、多b值DWI较

图3 干预后10天左脑减左海马湿重比较

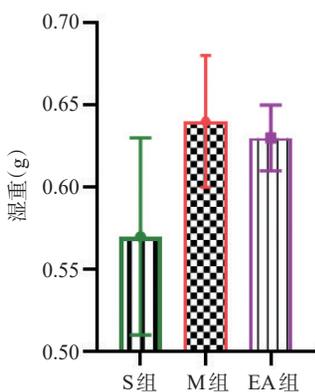


图4 干预后10天组间左脑湿重比较

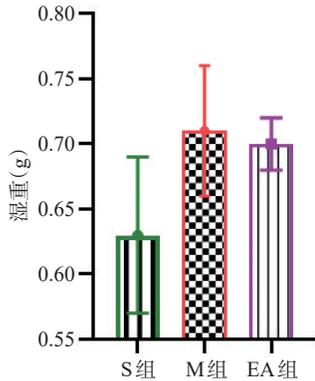


图5 干预后10天左海马加右海马湿重比较

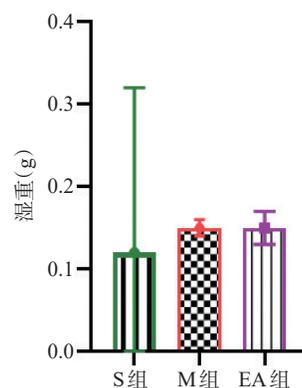


图6 各组不同时间点血流量均值

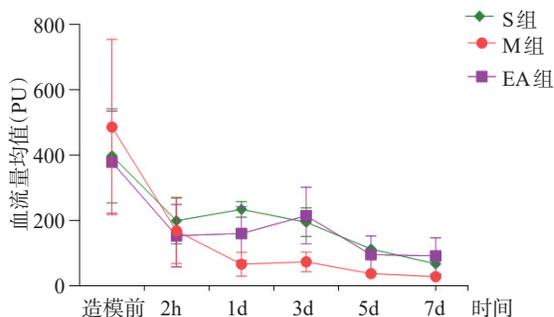


图7 各组不同时间点红细胞浓度均值

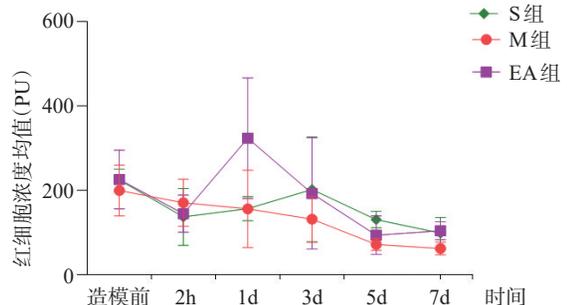


图8 各组不同时间点 42/60 层病灶定位图

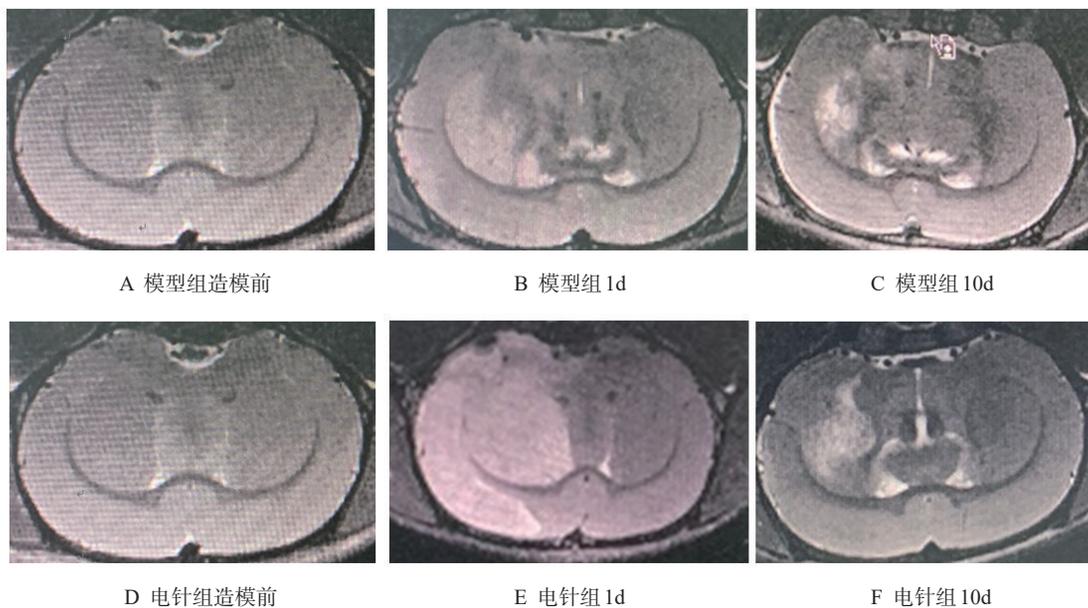


图9 干预后第1天和第10天 ReHo

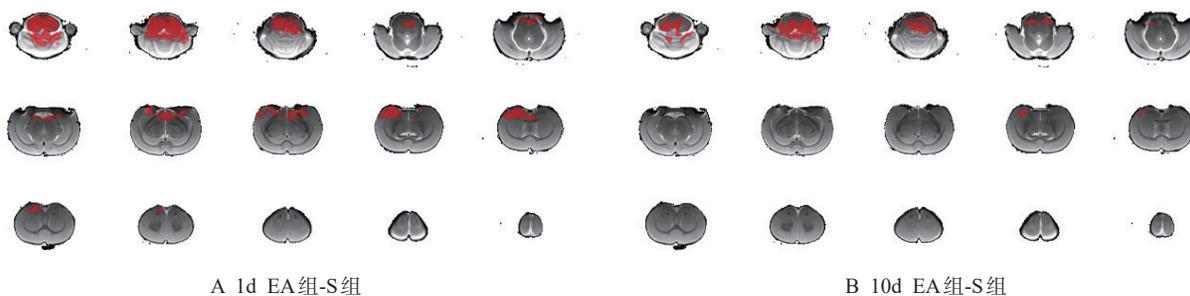
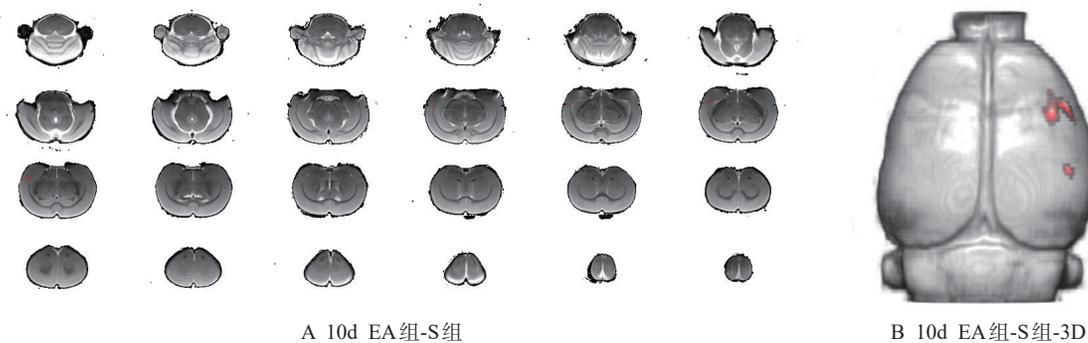


图10 干预后10天EA组与S组 VBM

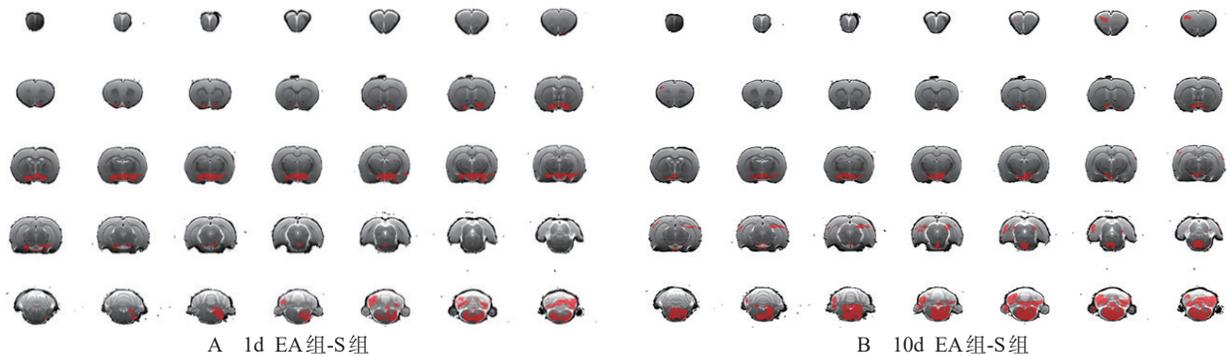


常规 MRI 对微小病变的敏感性及对缺血半暗带观察具有优越性^[9]。所以说,多种先进的脑成像技术和方法都对缺血性脑卒中的诊断和评估具有显著的优势,对缺血性脑卒中的病情和预后的判断也具有

重要意义。

近年来,缺血性脑卒中的神经血管机制越来越受到关注,对其脑康复过程中侧支循环的评估也越来越重要。侧支循环的优劣与治疗方法的选择、临

图 11 干预后第 1 天和第 10 天 ALFF



床预后、出血转化风险、卒中再发风险等均有相关性^[10]。有效侧支循环的开放和建立可稳定梗死区脑血流量、减少梗死灶容积、改善缺血后脑组织损伤等,一般情况下,机体会根据自身情况建立一级侧支代偿,建立有效的二级及三级侧支循环是目前研究的重点,对于促进缺血性卒中患者的神经功能恢复有着重大意义^[11],所以本研究中将脑血流与rs-fMRI技术结合共同用来研究急性脑缺血大鼠的脑功能康复机制。

由于大鼠脑功能的个体差异较大,本研究中脑成像每组只采集 4 只大鼠进行比较。NDS 评分是目前普遍采用的判断大鼠脑功能损伤后运动神经功能缺损的指标。本研究发现 NDS 评分与 rs-fMRI 数据存在正相关,评分是由两位不知道大鼠分组的实验人员进行,但存在评分较高,但脑成像数据显示脑缺血梗死区较小或未见缺血区,可能是由于大鼠的个体差异、行为学评价方法的偏差、样本量太小等导致的,若能结合脑功能成像,可能会使研究结果更真实、客观。

针刺干预是目前中医药疗法中在早期缺血性卒中康复中应用较多的干预方法,以中医的辨证论治和整体观念的原则,多靶点、多环节作用,对神经血管单元各成分及整体都有显著作用^[12]。针刺能有效促进缺血性脑卒中患者皮质脊髓束结构重塑^[13];上调脑缺血大鼠血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)表达水平;下调海马神经细胞凋亡率;提高促进组织脑血管形成;调节磷酸化氨基末端蛋白激酶(p-Jun N-ternuial kinase, p-JNK)以及磷酸化细胞外信号调节激酶(phosphorylated extacellular signal-regulated kinase, p-ERK1/2)表达水平^[14];电针可能通过增加压后皮质(retro-

splenial cortex, RSC)与海马、扣带回和中脑之间的功能连接,改善大鼠的学习记忆能力^[15]等,以上均说明针刺干预对缺血性脑卒中的脑保护作用,对缺血性脑卒中后脑功能障碍具有潜在的促进作用。

缺血性脑卒中属于中医“中风病”的范畴,其病机为脏腑功能失调、气血逆乱、痹阻经脉,其病因多与“风邪”(内风和外风)有关。风为阳邪,多犯阳经。故古有“风取三阳”、“治痿独取阳明”之说。痿病的组方多在“益气、养血、祛风、除湿、通经、活络”中变构,其中软硬瘫各有所侧重^[16]。阳明经为多气多血之经,手阳明主津、足阳明主血,针刺阳明经穴可促进脾胃运化水谷,气血津液生化之源充盛,气血循络发挥濡养肢节筋脉的作用。根据患者偏瘫不同类型选择合适的穴位,对于弛缓性偏瘫患者应选择督脉、足少阳经、手足阳明穴位;对于痉挛性偏瘫患者应选择足太阳经、手足少阳经、手阳明经^[17-18]。

本研究中选择双侧曲池、足三里穴进行干预。曲池、足三里为手足阳明经之“合穴”,根据阳明经多气多血、合穴主治脏腑疾病的中医理论,两穴合用具有调和阴阳、通经活络、益气养血之效。单侧单次针刺曲池、足三里穴可以时间依赖性的调节双侧大脑半球运动皮层的兴奋性,并且可以通过调节皮层兴奋性特异性改变双侧皮层的可塑性^[19];电针曲池和足三里穴可明显减轻脑缺血大鼠的神经功能缺损症状,改善脑缺血大鼠偏瘫侧前肢的步态运动功能,提高其运动协调能力^[20];可促进缺血侧运动皮层 M2 型小胶质细胞外泌体的分泌,有效改善缺血再灌注损伤大鼠的运动功能^[21-22]。电针曲池、足三里可增强大鼠左侧运动皮层与运动功能相关脑区(包括运动

皮层、感觉皮层和纹状体)之间的功能连接^[23];增强大鼠运动皮层、背侧丘脑和纹状体等运动功能相关脑区的神经活动,具有治疗缺血性脑卒中的潜力^[24]。

研究表明针刺对多种疾病干预的介入时机越来越早。对针刺干预脑缺血损伤的介入时间已经从以往的24h提前到脑缺血后数小时内,甚至很多研究开始采用预针刺,如:针刺预处理10天,可调节中枢及外周促肾上腺皮质激素释放激素(corticotropin releasing hormone, CRH)含量,进而调节神经内分泌系统,减轻机体的应激性反应^[25]。本研究选择缺血再灌注后1.5h进行电针干预。1d时,血流量M组显著低于S组、EA组,说明EA组可能促进血流量;3d时M组显著低于S组、EA组,说明EA的促进作用可能持续;5d时与D1有相同的促进趋势;7d时EA的促进作用下降。红细胞浓度中EA组从3d起与S组表现出更相似的变化,而M组在1d、3d、5d时与S组、EA组相比均显著下降,尤其在5d时,且数值一直最低。所以,电针对缺血性卒中的保护作用,可能通过改善脑血流,促进侧支循环的开放和建立,建立有效的二级及三级侧支循环。本研究中rs-fMRI结果表明电针可能有调控双侧大脑与促进侧支循环的建立的作用。10d时,EA组与S组相比增强的脑区为:健侧小脑或脑干。说明电针可能减少了卒中后并发症,对改善躯体稳定性有一定的作用,具有作为脑卒中的脑保护和神经保护作用的生物学标记的潜力。

本研究对缺血性脑卒中大鼠梗死侧脑血流及rs-fMRI脑成像进行研究,选取了多个时间作为检测点,为缺血性脑卒中模型的动态在体研究奠定了基础,动态的脑血流及rs-fMRI检测可实现对侧支循环的有效评估,对于早期缺血性脑卒中的安全性、个体化治疗和预后判断提供指导。

参考文献

- [1] 李中康, 杨惠民, 孙琛琛, 等. 中西医结合治疗血脂异常合并缺血性脑卒中临床研究[J]. 辽宁中医药大学学报, 2020, 22(5):84—87.
- [2] 黄满婷, 雷蕾, 李海燕, 等. 基于复杂网络的穴位—分子生物学效应研究[J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2017, 19(10):1654—1660.
- [3] 刘勇, 王洪, 赵军, 等. 针刺介入时机对缺血性中风大鼠神经功能评分和Bcl-2、Bax表达的影响[J]. 环球中医药, 2014, 7(8):581—586.
- [4] 林文注. 实验针灸学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1994: 288—289.
- [5] 卢岩, 殷颖, 赵海军, 等. 针刺对局灶性脑缺血大鼠脑梗死灶周围皮质单羧酸转运体2表达的影响[J]. 针刺研究, 2019, 44(6):399—404.
- [6] 贾敬澜, 于萍, 吕莉. 缺血性卒中的动物模型与人类卒中的比较研究状况[J]. 中国临床药理学杂志, 2019, 35(9):907—910.
- [7] 程晓青, 李建瑞, 方晓堃, 等. 大鼠缺血性卒中模型MRI与TTC染色法测量脑梗死体积的对比研究[J]. 医学影像学杂志, 2015, 25(10):1871—1873.
- [8] 邢培秋, 陈秋雁, 吴富淋, 等. 短暂性脑缺血大鼠模型的水通道蛋白磁共振分子成像研究[J]. 磁共振成像, 2017, 8(1):51—56.
- [9] 李娜, 柴梦琪, 陆玉敏. 多b值扩散加权成像在缺血性脑卒中诊断中应用的研究进展[J]. 右江民族医学院学报, 2018, 40(4):380—383.
- [10] 赵勇, 汤其强, 许敏伍, 等. 急性缺血性卒中侧支循环建立的影像学评估方法及其临床价值研究进展[J]. 山东医药, 2018, 58(29):98—100.
- [11] 高慧, 谢春明, 闫福岭. 脑侧支循环建立的影像学评估方法研究进展[J]. 东南大学学报(医学版), 2016, 35(3):457—460.
- [12] 李广大, 韩永升. 针刺治疗缺血性脑卒中的神经血管单元机制研究进展[J]. 针刺研究, 2019, 44(12):863—866.
- [13] 李静, 刘永康, 厉励, 等. 基于结构MRI探讨针刺对脑卒中偏瘫患者皮质脊髓束重塑的影响[J]. 磁共振成像, 2020, 11(2):99—103.
- [14] 姜杨阳, 穆晓红. 针刺对脑缺血大鼠血管生成和细胞外信号调节激酶1/2信号通路的影响[J]. 中医学报, 2017, 32(11):2166—2170.
- [15] Zhang Q, Li J, Huang S, et al. Functional connectivity of the retrosplenial cortex in rats with ischemic stroke is improved by electroacupuncture[J]. Acupunct Med, 2021, 39:200—207.
- [16] 杨春梅, 杨雪梅, 陈立典, 等. 古文献痿痹方药关联规则分析[J]. 中华中医药杂志, 2013, 28(3):609—612.
- [17] 孟芳. 探讨针灸治疗中风偏瘫选穴规律[J]. 中医临床研究, 2015, 7(22):45—46.
- [18] 张红艳, 张双飞. 针灸治疗中风偏瘫选穴规律研究[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2018, 2(3):144.
- [19] 孙倩倩. 针刺曲池、足三里穴时间依赖性调节运动皮层兴奋性及脑可塑性的研究[D]. 福州: 福建中医药大学, 2018.
- [20] 高兆鹤, 李世斌, 颜华, 等. 电针曲池和足三里穴对缺血性脑卒中大鼠运动功能的影响[J]. 福建中医药, 2020, 51(4):49—50.
- [21] 金婷婷, 柳维林, 李钻芳, 等. 电针曲池、足三里对缺血再灌注大鼠缺血侧运动皮层小胶质细胞与外泌体蛋白的影响及机制[J]. 中国康复, 2019, 34(8):395—398.
- [22] 陈淑琪. 基于ReHo观察巨刺法对缺血性中风偏瘫患者脑功能影响研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2019.
- [23] Li Z, Yang M, Lin Y, et al. Electroacupuncture promotes motor function and functional connectivity in rats with ischemic stroke: an animal resting-state functional magnetic resonance imaging study[J]. Acupunct Med, 2021, 39(2):146—155.
- [24] Liang S, Lin Y, Lin 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.
- [25] 闫亚南, 杨萍, 田瑶, 等. 预针刺对应激性胃溃疡模型大鼠睡眠时间及其CRH含量的影响[J]. 针灸临床杂志, 2016, 32(3):67—70, 91.