

针刺对脑梗死后痉挛期患者脑功能重塑作用的功能磁共振成像研究*

董培¹ 崔方圆¹ 谭中建² 蒋根娣² 张华¹ 邹忆怀^{1,3}

摘要

目的:观察健康人及脑梗死后左侧偏瘫患者执行左侧上肢运动及针刺左侧阳陵泉穴后的激活区分布特点,初步探讨脑梗死后痉挛期脑功能重塑的特点及针刺阳陵泉对其影响的机制。

方法:观察8例健康人及5例脑梗死后左侧偏瘫患者。试验1:分别对正常组及偏瘫组进行左侧上肢运动。试验2:分别对正常组及偏瘫组针刺左侧阳陵泉穴。两个试验均采用区块设计模式,运用BOLD-fMRI技术及BrainVoyager软件分析方法显示激活情况。

结果:正常组执行运动任务出现右侧初级感觉运动皮质及双侧小脑的明显激活;正常组针刺左侧阳陵泉穴出现左侧小脑、两侧中央后回和顶下小叶的激活;偏瘫组执行运动任务,双侧大脑皮质均有明显激活,包括双侧初级感觉运动皮质(SM1)、运动前区(PMC)和次级运动区(PPC)、双侧丘脑、小脑蚓部、双侧小脑、右侧岛叶、壳核,以及健侧苍白球;偏瘫组针刺左侧阳陵泉穴出现中脑、左侧大脑皮质的运动前区和次级运动区的激活。

结论:脑梗死后痉挛期脑功能重塑的机制在于通过功能区的转移和次级功能区的功能代偿,而针刺阳陵泉穴主要作用于锥体外系,通过调节中枢神经递质的释放,缓解痉挛状态。

关键词 脑梗死; 脑功能重塑; 针刺; 功能磁共振成像

中图分类号:R743,R445 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2010)-06-0507-07

A research of functional magnetic resonance imaging on the effects of acupuncture on brain reorganization in cerebral infarction patients with hemiplegia at spasm stage/DONG Pei, CUI Fangyuan, TAN Zhongjian, et al//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2010, 25(6): 507—513

Abstract

Objective: To observe the effects of extremity movement and acupuncture at left GB34 on the distribution of brain active regions in cerebral infarction patients at spasm stage by functional magnetic resonance imaging(fMRI), and to explore the characteristics and mechanism of brain reorganization in stroke patients.

Method: Examination 1: Left upper extremity movement task were executed in 8 normal people and 5 cerebral infarction patients with left hemiplegia. Examination 2: Acupuncture were applied at left GB34 in normal group and hemiplegia group. In both examination 1 and 2, block design were adopted, BOLD-fMRI and BrainVoyager software were used to analyze the active regions.

Result: In normal group, left upper extremity movement obviously activated right primary sensorimotor cortex and bilateral cerebellum; acupuncture at left GB34 activated left cerebellum, bilateral posterior central gyri and inferior parietal lobule. In hemiplegia group, left upper extremity movement activated the both cerebrum, including primary sensorimotor cortex(SM1), premotor cortex(PMC), posterior parietal cortex(PPC), bilateral thalami, vermis cerebelli, bilateral cerebellum, right insula, right putamen and globus pallidus of unaffected side; acupuncture at left GB34 activated midbrain, left premotor cortex and PPC.

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2010.06.004

* 基金项目: 国家自然科学基金(30672690)及教育部博士点基金项目(20060026009)资助

1 北京中医药大学东直门医院神经内科,北京,100700; 2 北京中医药大学附属第一医院东直门医院放射科; 3 通讯作者

作者简介:董培,女,博士研究生在读; 收稿日期:2009-10-19

Conclusion: Left upper extremity movement in hemiplegia group activates more regions of extrapyramidal system and PPC than that in normal group, the mechanism of brain reorganization after cerebral infarction is transposition of domains and functional compensation of secondary domains. Acupuncture at GB34 affect extrapyramidal, and regulate neurotransmitter to alleviate spasticity.

Author's address Dept. of Neurology, The Dongzhimen Hospital Affiliated to Beijing University of TCM, Beijing, 100700

Key words cerebral infarction; brain reorganization; acupuncture; functional magnetic resonance imaging

脑卒中病是临床的常见病、高发病。其中,运动功能障碍是造成患者生活能力下降的主要原因。在肢体康复的过程中,痉挛是阻碍患者运动功能恢复的主要因素。因此,了解此期脑功能重塑的特点,从而有效抑制痉挛、促进运动功能的恢复是决定康复效果的关键。中医对脑卒中痉挛状态的干预方式,除了传统的中药口服及泡洗外,针灸是不可或缺的一项手段。临床实践表明,虽然各研究者在选穴方法及针刺方法方面存在差别,但针灸在缓解痉挛状态^[1-2]从而改善生存质量方面的疗效是肯定的。在诸多穴位中,阳陵泉应用较为广泛,因传统针灸理论认为,阳陵泉为足少阳胆经合穴,八会穴之筋会,而脑卒中后痉挛状态即属于中医“筋病”范畴。

近些年兴起的血氧水平依赖功能磁共振成像(blood oxygen level depended functional magnetic resonance imaging, BOLD-fMRI)为探索针刺治疗痉挛性偏瘫的机制提供了新的手段。BOLD-fMRI是一种集功能、影像、解剖为一体的活体定位脑功能活动区的方法。由于其具有无创性、可视性强、空间高分辨率等特点,已被广泛应用于脑功能研究的各个领域^[3-4]。近些年,也被分别应用于脑梗死后脑功能重塑^[5]及针刺机制^[6-7]的研究,但研究针刺对脑梗死后脑功能重塑的影响机制方面尚有限。本研究即是通过健康人及脑梗死后痉挛期患者在进行患肢运动及针刺阳陵泉穴时 BOLD-fMRI 的对照,初步探讨脑梗死后痉挛期脑功能成像的特点,以及针刺阳陵泉穴对其影响方式。

1 资料与方法

1.1 临床资料

1.1.1 正常组:健康志愿者 8 例,包括男性 3 例,女性 5 例,年龄在 24—51 岁之间。均为右利手,无任何精神、神经、头部外伤史,无任何肢体活动障碍。受试

前无任何不适、劳累、激动等影响因素。

1.1.2 偏瘫组:偏瘫患者 6 例,均为 2008 年 3 月—2009 年 3 月北京中医药大学附属东直门医院神经内科住院患者。其中男性 5 例,女性 1 例,年龄在 40—85 岁之间。均为右利手,左侧痉挛性偏瘫者。经头颅 CT 或 MRI 诊断为脑梗死,病程在 2 周—6 个月之间,均为首次发作脑血管病,病灶均在右侧基底核和(或)放射冠,无意识障碍及视听障碍,Brunnstrom 分期在 1—4 期试验前进行神经功能评价,见表 1。

表 1 试验前偏瘫组神经功能评分

神经功能 评分	Brunnstrom		NIHSS		MRC		Ashworth	
	<3	≥3	<7	≥7	<3	≥3	<1	≥1
例数	2	3	3	2	2	3	0	5

诊断标准:参照 1995 年中华医学会第四届全国脑血管病学术会议通过的《各类脑血管疾病诊断要点》,并经经头颅 CT 扫描或 MRI 诊断为脑梗死者。

纳入标准:①经 CT 或 MRI 诊断为脑梗死者,处于脑梗死恢复期,病情基本稳定,意识清楚,无明显视听障碍;②左侧偏瘫,偏瘫的 Brunnstrom 分期(见表 1)在 1—4 期(上肢);③首次发病,病灶以左侧基底核和(或)放射冠为主;④患者年龄 40—85 岁;⑤知情同意。

排除标准:①脑血管病急性期,病情进展中或生命体征不稳定;②合并感觉性失语、严重痴呆、精神病患者或卒中后抑郁;③严重心、肺、肝、肾功能损伤;④心脏安装起搏器、支架、搭桥术后或其他不能进行磁共振检查者。

两组受试者在试验前均无不适,除偏瘫组 1 例男性患者在试验过程中出现烦躁、压抑感而脱落外,其余受试者在试验过程中均未出现明显不适,配合完成试验任务。

1.2 试验方法

1.2.1 试验 1: 在试验前告知受试者试验目的与方法,讲解左上肢运动的方法、力度、幅度及频率,或接受被动运动的训练。Brunnstrom 分期在 1—2 期的患者进行被动运动,Brunnstrom 分期在 3—4 期的患者进行主动运动。受试者主动或被动左上肢运动的频率为从平台上匀速自然抬起角度约 45°—60°,经过前期训练 30s 内完成 8 次。

受试者静息休息 10—15min 后进入核磁室,平卧位,视听封闭状态,线圈固定,保持头位不动。进行结构像扫描、左上肢主动或被动运动任务的 fMRI 扫描。采用组块设计模式:静息(69s),左上肢活动(30s),静息(1min),左上肢活动(30s),静息(1min),左上肢活动(30s),静息至第 5 分钟停止扫描。

MRI 扫描和 BOLD-fMRI 图像处理及分析:核磁扫描仪器为东直门医院 Simens Novus 1.5T 超导磁共振扫描仪。三维结构成像扫描采用 T1WI 序列,扫描全脑, Slice thickness:1.0mm, TR:1900ms, TE:3.93ms, Fov:240×240, Flip angle:15°, 成像帧数:176±5。fMRI 采用 T2*WI 梯度回波-平面回波成像(echo-planar imaging, EPI) 序列, Slice thickness:6.0mm, TR:3000ms, TE:50ms, Acquisition Matrix:128×128, Fov:240×240, Voxel Size:2.0mm×2.0mm×6.0mm, Flip angle:90°, Slice time:5min, 采集层数:20 层/帧, 3s/帧, 成像帧数:100。

采用 BrainVoyager 软件对 fMRI 数据进行随机效应模式统计分析。首先进行头动矫正,对处理过的图像进行统计学分析,计算各像素的 *t* 值, $P < 0.05$ 同时 voxel ≥ 4 的像素被认为差异有显著性意义,提取各激活簇的像素点 Talairach 坐标值 (*x, y, z*),经 SPSS13.0 进行数据转换处理,取得各激活簇像素点坐标值,用 TalairachClient 坐标软件进行脑结构和功能分区坐标定位转换,取得各激活簇像素点的脑区定位,利用 SQL Server7.0 软件进行统计分类,得到激活脑功能区分布表。将激活像素叠加到个人的高分辨率结构图像上,得到三维激活图像。

1.2.2 试验 2: 经过试验前针刺练习测定感受阈值,了解“得气”将会产生酸、麻、胀、痛的感觉。穴位选取左侧阳陵泉穴(GB34),小腿外侧,腓骨小头前下方凹陷处。选用 30 号 1.5 寸无菌银质针,针灸操作由有针灸专业背景的另一医师进行操作,经严格的针

具及皮肤消毒,穴位进针深度为 1 寸,进针角度 90°,捻针时行平补平泻手法,捻转频率约 200 次/min。扫描后询问受试者是否针刺期间有酸、紧、酸痛、重、胀、热、冷、麻、灼痛、钝痛、锐痛或其他感觉,并要求受试者对感觉进行评分。评分等级分为 10 级(0=没感觉,1—3:轻微,4—6:适中,7—9:强,10:无法忍受)。两组受试者在针刺过程中均有针感,对两组受试针感进行单样本 *t* 检验,结果 P 值 > 0.05,受试者均值差 < 1 分,说明样本总体针感适中。

受试者静息休息 10—15min 后进入核磁室,平卧位,视听封闭状态,线圈固定,保持头位不动。进行结构像扫描、针刺左侧阳陵泉的 fMRI 扫描。采用组块设计模式:进针,静息(69s),捻针(30s),静息(1min),捻针(30s),静息(1min),捻针(30s),静息至第 5 分钟停止扫描。

MRI 扫描和 Bold-fMRI 图像处理及分析: 同试验 1。

2 结果

2.1 试验 1

对正常组随机效应模式分析结果可见,左上肢主动运动的激活脑区在小脑的分布以左侧为主,包括小结、蚓部、后叶;右小脑激活区域以前叶、小脑扁桃体为主。在大脑皮质的激活区域以右侧中央前回(BA4)、中央后回(BA2,3,4,5,40)为主;左侧大脑皮质未见明显激活簇。见表 2。

表 2 正常组左上肢运动脑激活区像素数与 *t* 值

解剖部位	分布(Voxels)	<i>t</i> 值	Talairach 坐标			Brodmann 区
			<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	
小脑蚓部、小舌、小结	92	7.56	-6	-55	-11	-①
左小脑前叶、后叶	3878	8.45	-30	-49	-20	-①
右小脑前叶、后叶	358	7.35	36	-56	-32	-①
右小脑扁桃体	878	8.47	25	-49	-32	-①
右中央前回	694	6.74	25	-19	56	4
右中央后回	2088	9.38	28	-34	55	2—5,40②

①Brodmann 分区法未对该区域进行分区; ②该脑区位于不同 Brodmann 分区之间。

正常组左上肢主动运动脑功能抑制区以左右两侧边缘系统为主,包括前扣带回(BA24)、扣带回(BA23,31,32)、后扣带回(BA23,29,30,31)、海马(BA19,27,34,35,36,37,38)、杏仁核;左侧大脑皮质分布包括额下回(BA8,9)、中央前回(BA6,9)、顶

枕楔前叶(BA7,23,31,39)、顶叶角回(BA39)、枕叶楔叶(BA18,30)、枕颞内侧回(BA19,22)、颞叶(BA13,20,21,22,41)、岛叶(BA13,22),激活簇较小;右侧大脑皮质包括额中回(BA6,8)、顶枕楔前叶(BA23,31)、颞上回(BA38),激活簇较小。见表3。

表3 正常组左上肢运动脑抑制区像素数与t值

解剖部位	分布 (Voxels)	t 值	Talairach 坐标			Brodmann 区
			x	y	z	
左边缘叶扣带回	157	-6.18	-11	29	0	24
左边缘叶扣带回	1243	-9.27	-6	-37	34	23,31 ^①
左边缘叶杏仁核、海马回	406	-6.12	-29	-43	-4	19,36,37 ^①
左边缘叶后扣带回	1810	-7.24	-6	-50	19	23,29-31 ^①
左岛叶	402	-4.99	-47	-15	7	13,22 ^①
左额下回	24	-5.70	-15	35	32	8-9 ^①
左中央前回	45	-4.42	-38	-7	38	6
左顶叶楔前叶	290	-4.67	-38	-60	14	7,31,39 ^①
左顶叶角回	36	-5.58	-38	-60	31	39
左枕叶楔叶	99	-5.74	-34	-69	14	18,30 ^①
左枕颞内侧回、楔前叶	198	-5.24	-36	-59	15	22-23,31 ^①
左颞上回	257	-7.14	-44	-28	7	13,22,41 ^①
左颞下回	25	-4.84	-47	-17	-18	20-21 ^①
右边缘叶前扣带回	37	-4.55	1	27	-3	24
右边缘叶扣带回	127	-5.62	1	-37	25	31-32 ^①
右边缘叶杏仁核、海马回	767	-6.13	25	-11	-14	27,34-36,38 ^①
右边缘叶后扣带回	424	-4.60	10	-53	14	23,29-30 ^①
右额中回	124	-4.67	27	22	28	6,8 ^①
右楔前叶	185	-5.17	15	-61	23	23,31 ^①
右颞上回	43	-5.56	39	-33	-6	38

①该脑区位于不同 Brodmann 分区之间

对偏瘫组分析可见,左上肢运动的激活区包括:小脑蚓部、左小脑前后叶有明显激活,右小脑后叶有较小激活簇;边缘叶扣带回有较小激活簇;左右苍白球、壳核、左右丘脑及左岛叶(BA13)有明显激活;左侧大脑皮质激活簇分布于左中央前回、中央后回(BA2,3,4)、顶下小叶(BA40)、枕叶楔叶(BA17,18,19,23)、颞叶上、中回(BA21,22);右侧大脑皮质分布区为顶下小叶(BA40)、顶叶下部(BA40),上述区域激活程度较高,右枕叶楔叶和舌回(BA17,18)有少量激活。见表4。

对偏瘫组左上肢活动抑制区分析可见,脑干髓质、左尾状核体和左岛叶(BA13)有少量负激活簇。见表5。

2.2 试验2

在针刺阳陵泉穴 f-MRI 数据采集后进行针感评价,偏瘫组5例受试者在针刺期间均有针感,对针感强度进行初步分析,与正常组受试者针感进行单样本t检验分析,结果P>0.05,受试者均值差<1分,

表4 偏瘫组左上肢运动脑激活区像素数与t值

解剖部位	分布 (Voxels)	t 值	Talairach 坐标			Brodmann 区
			x	y	z	
小脑蚓部(蚓垂、结节、锥体)	300	31.66	2	-10	-31	- ^①
左小脑前叶	83	10.31	-16	-47	-14	- ^①
左小脑后叶	114	13.41	-9	-83	-29	- ^①
左豆状核(苍白球)	21	12.05	-14	-3	9	- ^①
左丘脑	202	16.49	-7	-9	11	- ^①
左中央前回	371	13.27	-28	-21	59	- ^①
左中央后回	69	13.31	-32	-29	53	2-4 ^①
左顶叶、顶下小叶	435	58.43	-40	-67	36	40
左枕叶楔叶、梭状回、舌回	414	22.85	-7	-82	40	17-19,23 ^①
左颞上回、中回	254	6.77	-48	-22	8	21-22 ^①
右小脑后叶	46	15.45	22	-80	-29	- ^①
右边缘叶前扣带回	25	17.96	7	-10	40	- ^①
右岛叶	148	14.68	50	21	9	13
右豆状核(壳核)	218	19.06	27	-7	7	- ^①
右丘脑	228	14.03	26	-21	7	- ^①
右额下回	1177	11.45	32	41	1	13,45,47 ^①
右中央前回	925	31.55	30	-29	59	4,6,44 ^①
右中央后回	1084	27.97	33	-45	61	1-5,40 ^①
右顶叶、顶下小叶	1137	7.69	40	-44	25	40
右枕叶楔叶	46	12.0	40	-79	4	17
右枕叶舌回	161	12.97	10	-90	19	18

①Brodmann 分区法未对该区域进行分区; ②该脑区位于不同 Brodmann 分区之间。

表5 偏瘫组左上肢运动脑抑制区像素数与t值

解剖部位	分布 (Voxels)	t 值	Talairach 坐标			Brodmann 区
			x	y	z	
左尾状核体	161	-24.01	-21	-30	-1	- ^①
左岛叶	16	-9.49	-42	-7	15	13
右脑干	128	-15.78	1	-37	-38	- ^①

①Brodmann 分区法未对该区域进行分区。

说明样本总体针感适中。

对正常组随机效应模式分析结果可见,针刺阳陵泉穴在小脑的激活区为小脑中部的小结、锥体、蚓垂、左小脑前叶、齿状核、山顶以及部分后叶山坡,右侧小脑半球无明显激活;大脑皮质的激活区主要分布于左侧顶下小叶(BA40区),右侧额中回、下回(BA10,44,46,47区)、中央前回(BA44区)、中央后回(BA1,2,3,40区)、顶下小叶(BA40区)、顶上小叶(BA7区)、颞上回和颞横回(BA22,41,42区)、岛叶(BA13,47区)及右丘脑。见表6。

偏瘫组针刺左侧阳陵泉穴的激活区包括:脑干中脑背侧、双侧红核、黑质、底丘脑核,以及左侧边缘系统扣带回、右侧边缘系统杏仁核、左右侧壳核有明显激活,左丘脑、左岛叶有少量激活;大脑皮质的激活区分布于左侧大脑,包括左额中回(BA6,9,10区)、额下回、中央后回(BA2区)、旁中央小叶(BA6

区)、顶下小叶、顶叶角回(BA39区)、楔前叶(BA39区)、右侧大脑额中回也有部分激活。见表7。

正常组针刺阳陵泉穴的抑制区分布于边缘叶前扣带回(BA24区)。见表8。

偏瘫组针刺阳陵泉穴的抑制区分布于边缘叶前扣带回(BA24,32区)以及右侧额中回(BA10区)。见表9。

偏瘫组、正常组分别执行左上肢运动与针刺左阳陵泉穴时的脑激活簇三维示意图见图1—2。

图1蓝色簇区为左上肢运动激活脑区,橙色簇

表6 正常组针刺阳陵泉激活脑区

解剖部位	分布 (Voxels)	t 值	Talairach 坐标			Broadmann 区
			x	y	z	
小脑小结、锥体、蚓垂	318	4.03	-14	-50	-25	-①
左小脑前叶、后叶	1064	5.15	-18	-40	-20	-①
左顶下小叶	801	5.27	-54	-33	28	40
右额中回、下回	544	5.34	43	44	7	10,44—47②
右中央前回	82	6.21	47	-32	39	44
右中央后回	197	5.39	40	-47	40	1—3,40②
右顶下小叶	1213	6.51	56	-25	22	40
右顶上小叶	77	6.63	42	-50	40	7
右颞上回、横回	236	4.69	60	-14	11	22,41,42②
右岛叶	248	5.23	40	16	-3	13,47②
右丘脑(腹前核、腹外侧核)	190	5.42	18	-7	13	-①

①Broadmann 分区法未对该区域进行分区; ②该脑区位于不同 Broadmann 分区之间。

表7 偏瘫组针刺左阳陵泉激活区

解剖部位	分布 (Voxels)	t 值	Talairach 坐标			Broadmann 区
			x	y	z	
左中脑(网状结构、红核、黑质、底丘脑核)	952	11.11	-3	-22	-4	-①
左边缘叶扣带回	200	6.41	-7	2	40	24
左豆状核(壳核)	154	9.81	-29	-16	12	-①
左丘脑	21	13.88	-15	-22	-1	-①
左额中回	206	6.12	-34	14	29	6,9—10②
左旁中央小叶	98	8.99	-4	-29	61	6
左中央后回	256	8.26	-48	11	28	2
左顶下小叶	103	14.87	-57	-22	28	40
左顶叶角回、楔前叶	222	12.97	-32	-61	31	39
右中脑 (红核、黑质、底丘脑核等)	448	7.37	8	-22	-4	-①
右额上回、中回	180	8.36	33	8	31	-①
右边缘叶钩回、扣带回	153	8.22	3	-47	19	28,34,36②
右壳核	196	6.06	25	5	7	-①

①Broadmann 分区法未对该区域进行分区; ②该脑区位于不同 Broadmann 分区之间。

表8 正常组针刺左阳陵泉抑制区

解剖部位	分布 (Voxels)	t 值	Talairach 坐标			Broadmann 区
			x	y	z	
边缘叶前扣带回	48	-5.23	-1	29	13	24

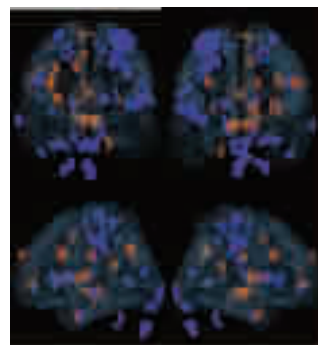
表9 偏瘫组针刺左阳陵泉抑制区

解剖部位	分布 (Voxels)	t 值	Talairach 坐标			Broadmann 区
			x	y	z	
左边缘叶前扣带回	69	-4.84	-5	40	-2	24,32
右额中回	121	-5.65	32	48	-5	10

区为针刺左侧阳陵泉激活脑区。偏瘫组左上肢运动和针刺左侧阳陵泉穴均在大脑两侧有激活簇,其中运动激活簇以右侧大脑及初级运动区、小脑激活为主;针刺激活簇分布于辅助运动区、次级运动区、基底节核团和丘脑、脑干,左侧激活区较多。

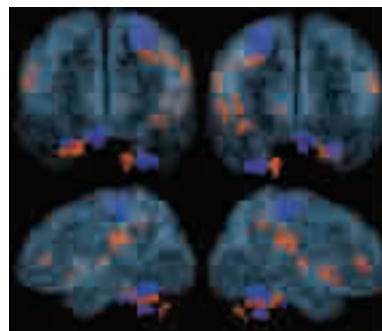
图2蓝色激活区域为健康人主动运动兴奋脑区,橙色为针刺左侧阳陵泉兴奋脑区。两种刺激任务三维图像结合显示,两种任务无明显重合的激活区,运动任务激活簇主要位于右侧中央前后回、左侧小脑及小脑蚓部;针刺任务激活簇主要位于右侧中央后回、顶下小叶,以及左侧顶下小叶、左侧小脑和右侧小脑蚓部、右侧丘脑。

图1 偏瘫组左上肢运动与针刺左阳陵泉穴脑激活簇三维示意图



左上:背面观,右上:前面观,左下:左侧,右下:右侧

图2 正常组左上肢运动与针刺左阳陵泉穴脑激活簇三维示意图



左上-背面观,右上-前面观,左下-左侧,右下-右侧

3 讨论

正常组左上肢主动运动脑激活区主要分布在右侧初级感觉运动皮质(primary sensorimotor cortex, SM1)及左侧小脑。另外,次级躯体感觉皮质(BA5区)及后顶叶皮质(BA40区)亦见大面积激活簇。本试验中,左上肢主动运动在右侧SM1有明显激活,并且沿中央前后回中上1/3分布,符合已知的皮质躯体定位排列方式。位于优势半球的BA5区属于次级躯体感觉皮质的一部分,其作用是整合到达初级感觉皮质的信息,并与原有记忆信息对比而成为经验的一部分。由于本试验为组块设计,此区的激活可能与运动任务的重复性有关。顶叶皮质的BA40区在优势半球被认为是较高的第三级联合区,推测运动觉、触觉、前庭觉、视觉、听觉在此进行最高水平的整合,并且此区可发出纤维直接投射到运动前区(BA6区),从而形成与锥体系和锥体外系的直接和间接联系^[8]。这与已有研究认为的一些原来只参与运动准备的次级运动区,如辅助运动区(supplemental motor area, SMA)、前运动皮质(premotor cortex, PMC)、次级运动区(posterior parietal cortex, PPC)也参与运动的执行^[9]的结果相符。在小脑激活区中以左侧旧小脑为著。旧小脑主要接受来自脊髓小脑通路的传入冲动,而其传出的冲动可以调节抗重力肌群的活动,提供运动时维持平衡的肌张力强度。由于本试验采用左上肢抬举运动,并要求运动保持一定的频率和速度,因而肢体运动过程中需要维持一定的肌张力,这可能是旧小脑激活的原因。

虽然多数研究表明同侧半球运动皮质在运动协调和运动控制方面起作用,如SMA在利手和非利手运动时都表现双侧激活^[10],同侧半球可能有控制精确运动的作用^[11],并且左侧优势半球的作用更强^[12]。更有研究发现右利手者即使在左手运动时左脑的激活程度强于右脑^[13]。这与本试验结果略有差异,考虑原因:首先不同于其他试验,本试验任务为左上肢的抬举运动,而非精细的对指运动,因此优势半球没有发挥较强的协调作用;其次,为了避免单个人的左侧半球激活簇小而且分散的情况,本试验分析采取严格的组群随机效应的方法,从而造成左侧大脑激活效应被剔除。

偏瘫组左上肢主动运动引起双侧大脑运动皮质

的明显激活,激活区包括双侧SM1、PMC和PPC,双侧丘脑、小脑蚓部、右侧小脑、右侧岛叶、壳核,以及健侧大脑的苍白球、扣带回。与正常组比,偏瘫组的激活区域出现明显泛化的情况,而且为双侧激活。这与以往的研究结果相符,如Kim等^[14]发现卒中患者患侧手运动会引起双侧SM1的激活。Butefisch等^[15]发现卒中患者患肢运动时引起双侧运动前区和初级运动皮质的激活。

两组左上肢主动运动时还出现了一些负激活的脑区,分布于扣带回后部(BA31)、楔前叶(BA7)、左侧BA39、左侧BA19、左额叶背外侧(BA8)等脑区。以上脑区被认为是静息态脑活动网络的一部分^[16-18],其确切功能尚不清楚,但与大脑对内外环境的监测、情节记忆及自我意识相关。

与正常组左上肢运动激活的脑区相比较,正常组针刺左侧阳陵泉激活的脑区具有以下分布特点:①对于运动系统的影响在于对小脑等锥体外系相应脑区的激活,而对初级运动皮质没有明显激活,这与Fang等^[19]的研究结果类似;②对于感觉系统显现明显激活,包括对初级感觉皮质及BA40区,后者尤其显著。后者推测针刺对于运动系统的作用主要在于对运动的协调、控制、肌张力的维持,以及在运动的整合调节方面起作用。感觉系统的激活可能与进针、捻针造成的强烈的机械刺激传入感觉皮质进而产生针感的过程有关。

与左上肢运动激活的脑区不同,偏瘫组针刺阳陵泉除在同侧运动前区(BA6)有部分激活外,双侧基底核有明显激活。已知的解剖知识认为,基底核是组成锥体外系的主要结构,与大脑运动皮质之间存在复杂的往返联系。它接受来自大脑新皮质如辅助运动区、感觉运动区、运动前区等的传入纤维,组成皮质-基底核-丘脑-皮质的反馈回路^[20]。该回路含有兴奋性谷氨酸(Glu)和抑制性氨基丁酸(GABA)两种神经递质,GABA降低或Glu增多都将导致痉挛的发生。另外,黑质-纹状体的DA神经元通过作用于纹状体GABA神经元上的D1、D2受体,影响GABA的释放,从而调节肌张力。据上推测,针刺阳陵泉穴改善脑梗死后偏瘫患者痉挛状态的机制可能为:来自于针刺部位的针刺感觉传入中枢,在进行信息整合后,调节神经递质的释放,从而达到改善痉挛状

态、促进肢体康复的作用。在针刺阳陵泉的兴奋和抑制区域都包含部分边缘叶扣带回,而在以往的针刺相关的脑功能成像研究中也发现了该区域的激活^[21-22]。但其效应机制尚未明确,有待进一步研究探讨。

综上,由于大脑是个复杂的联络体系,各功能区之间存在功能以及解剖结构上的联系,因此,当某一脑区受损后,大脑皮质出现动态的功能重组以适应这一变化。目前研究认为主要存在三种皮质重组的类型:一是患侧受累及的主要运动区发生移位;二是患侧未受累及的主要运动区仍有激活;三是非主要运动区的功能明显激活^[23]。结合本研究分析其机制可有在于:①脑梗死后患者运动功能的恢复有赖于锥体系以及锥体外系的共同作用,在随意运动恢复的过程中,张力、运动协调、控制能力起到关键作用。本研究中偏瘫组均为痉挛性偏瘫患者,与正常组相比,偏瘫组在执行运动任务时需要中枢神经系统更多的协调、控制作用,因此相应的脑区出现较多激活。②本研究中偏瘫组的运动激活区出现了向运动感觉皮质后方移动的现象,根据 Ziemann 等^[24]的研究,这可能与本研究选取的病灶部位均在皮质下相关。本研究中,针刺激活的区域主要集中在锥体外系。据此推测,针刺在脑梗死后脑功能重塑中的作用靶点主要位于锥体外系,即非重要运动区。分析其机制,可能是通过激活相应区域,调节脑内神经递质的释放从而改善痉挛状态,促进肢体运动功能恢复。

参考文献

- [1] 王丽平,周炜,王寅.不同针法治疗脑血管病后痉挛状态的疗效评价[J].中国针灸,2007,27(5):325—328.
- [2] 王桂芳.火针针刺拮抗肌治疗脑血管病肌痉挛疗效分析[J].中国康复医学杂志,2008,23(2):163—164.
- [3] Meda SA, Calhoun VD, Astur RS, et al. Alcohol dose effects on brain circuits during simulated driving: an fMRI study[J]. Hum Brain Mapp, 2009, 30(4): 1257—1270.
- [4] 常静玲,高颖,张华,等.电针通里、悬钟穴对1例皮质下失语症患者语言功能和fMRI改变的作用[J].中国康复医学杂志,2007,22(1):13—17.
- [5] 刘罡,吴毅,吴军发.脑卒中后大脑可塑性的研究进展[J].中国康复医学杂志,2008, 23(1):87—90.
- [6] Napadow V, Kettner N, Liu J, et al. Hypothalamus and amygdala response to acupuncture stimuli in Carpal Tunnel Syndrome[J]. Pain, 2007, 130(3):254—266.
- [7] 王威,李坤成,单保慈,等.针刺太冲穴的脑功能MRI研究[J].中华放射学杂志,2006,40(1):29—35.
- [8] Cavada C, Goldman-Rakic PS. Posterior parietal cortex in rhesus monkey: II. Evidence for segregated corticocortical networks linking sensory and limbic areas with the frontal lobe [J]. J Comp Neurol, 1989, 287(4):422—445.
- [9] Weng XC, Li EZ, Zang YF, et al. Neural correlates of sequential finger movements revealed by event-related fMRI [J]. NeuroImage, 2000, 11: S920.
- [10] Hlustik P, Solodkin A, Gullapalli RP, et al. Functional lateralization of the human premotor cortex during sequential movements [J]. Brain Cogn, 2002, 49(1):54—62.
- [11] Ehrsson HH, Fagergren A, Jonsson T, et al. Cortical activity in precision-versus power-grip tasks: an fMRI study [J]. J Neurophysiol, 2000, 83(1):528—536.
- [12] Jäncke L, Specht K, Mirzazade S, et al. The effect of finger-movement speed of the dominant and the subdominant hand on cerebellar activation: A functional magnetic resonance imaging study [J]. Neuroimage, 1999, 9(5):497—507.
- [13] Mueller WM, Yetkin FZ. Functional magnetic resonance imaging of the somatosensory cortex [J]. Neurosurg Clin North Am, 1997, 8:373—381.
- [14] Kim YH, Jang SH, Byun WM, et al. Ipsilateral motor pathway confirmed by combined brain mapping of a patient with hemiparetic stroke: a case report [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2004, 85(8):1351—1353.
- [15] Bütefisch CM, Kleiser R, Kober B, et al. Recruitment of contralesional motor cortex in stroke patients with recovery of hand function [J]. Neurology, 2005, 64(6):1067—1069.
- [16] ME Raichle, AM MacLeod, AZ Snyder, et al. A default mode of brain function [J]. PNAS, 2001, 98(2):676—682.
- [17] Mazoyer B, Zhao L, Mellet E, et al. Cortical network for working memory and executive function sustain the conscious resting state in man [J]. Brain Res Bull, 2001, 54(3):287—298.
- [18] Greicius MD, Krasnow B, Reiss AL, et al. Functional connectivity in the resting brain: a network analysis of the default mode hypothesis [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2003, 100(1):253—258.
- [19] Fang SH, Zhang SZ, Liu H, et al. Study on brain response to acupuncture by functional magnetic resonance imaging—observation on 14 healthy subjects [J]. Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi, 2006, 26(11):965—968.
- [20] 金国章. 脑内多巴胺的生物医学[M]. 上海:上海科技教育出版社, 1998. 141—166.
- [21] Hui KK, Liu J, Makris N, et al. Acupuncture modulates the limbic system and subcortical gray structures of the human brain: evidence from fMRI studies in normal subjects [J]. Hum Brain Mapp, 2000, 9(1):13—25.
- [22] 王苇,漆剑频,夏业玲,等.人脑运动皮质对针刺足三里和阳陵泉反应的功能磁共振成像研究 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2004, 26(8):472—475.
- [23] Alkadhi H, Kollias SS, Crelier GR, et al. Plasticity of the human motor cortex in patients with arteriovenous malformations: a functional MR imaging study [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2000, 21(8):1423—1433.
- [24] Ziemann U, Ilic TV, Pauli C, et al. Learning modifies subsequent induction of long-term potentiation-like and long-term depression-like plasticity in human motor cortex [J]. J Neurosci, 2004, 24(7):1666—1672.