

· 基础研究 ·

实际屈伸和意想屈伸单侧膝关节的
脑功能磁共振成像研究*吴军发¹ 吴毅^{1,3} 胡永善¹ 姜鹭春¹ 刘树永² 刘含秋²

摘要 目的:探讨实际屈伸和意想屈伸膝关节的脑功能生理机制。**方法:**通过血氧水平依赖性磁共振脑功能成像(BOLD-fMRI)技术研究8例正常志愿者分别实际屈伸和意想屈伸单侧膝关节时脑激活的情况,通过SPM5图像处理软件处理脑功能磁共振成像资料。**结果:**实际屈伸单侧膝关节时,对侧旁中央小叶、对侧辅助运动区、右侧颞上回及两侧顶下小叶明显激活;意想屈伸单侧膝关节时,对侧辅助运动区、对侧顶下小叶有明显激活,旁中央小叶未见激活;意想屈伸或实际屈伸单侧膝关节都未见基底核区激活。**结论:**对侧顶下小叶和对侧辅助运动区参与构成意想屈伸膝关节的中枢神经网络,基底核区可能不参与构成实际屈伸和意想屈伸膝关节的中枢神经网络。

关键词 运动意想;膝关节屈伸;功能磁共振成像

中图分类号:R684,R493 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2008)-07-0598-03

A fMRI study of executing and imagining unilateral knee flexion-extension in healthy volunteers/WU Junfa, WU Yi, HU Yongshan, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2008, 23(7): 598-600

Abstract Objective:To explore the physiology mechanism of neurological function in executing and imagining unilateral knee flexion-extension. **Method:** Eight healthy volunteers executed and imagined unilateral sequential knee flexion-extension, and the activation pattern of cortex was showed with functional magnetic resonance imaging (fMRI). Image data were analysed by microsoft SPM5. **Result:** When subjects were executing unilateral knee flexion-extension, contralateral paracentral lobe and contralateral supplementary area and right temporal gyrus and both sides of inferior parietal lobes were significantly activated. When subjects were imagining unilateral knee flexion-extension, significant activations were observed in contralateral supplementary area and contralateral inferior parietal lobe, but paracentral lobe was not activated during imagining unilateral knee flexion-extension. Basal ganglia were not activated during executing or imagining unilateral knee flexion-extension. **Conclusion:** The neural network of imagining knee flexion-extension involved contralateral inferior parietal lobe and contralateral supplementary motor area, while basal ganglia might not be involved.

Author's address Dept. of Rehabilitation Medicine, Huashan Hospital, Shanghai, 200040

Key words motor imagery; knee flexion-extension; functional magnetic resonance imaging

运动意想(motor imagery, MI)是近年来神经康复医学领域的重要研究热点之一^[1]。研究表明运动意想可以促进脑损伤患者的偏瘫肢体运动功能的恢复,但其具体作用机制目前尚不完全清楚^[2]。血氧水平依赖性磁共振脑功能成像(blood oxygenation level dependent fMRI, BOLD-fMRI)和正电子发射断层扫描(positron emission tomography, PET)等神经功能影像技术的出现为研究人类日常行为的神经功能机制提供了新的切实可行的方法,具有无创性、高空间分辨率、在体研究等优点,但PET检查成本昂贵。近年来关于上肢运动意想的BOLD-fMRI研究较多,但关于下肢运动的此类研究很少^[3-4]。本研究通过BOLD-fMRI研究正常志愿者左、右膝关节分别进行实际屈伸和意想屈伸时脑激活情况,旨在探讨下肢膝关节实际屈伸和意想屈伸的中枢神经网络,为临床脑损伤患者进行偏瘫下肢运动意想治疗提供一定

的理论基础。

1 资料与方法

1.1 研究对象

8例健康志愿者均为右利手,其中男4例,女性4例,年龄20—40岁,平均为30±2.5岁,所有受试者均无神经系统或精神系统疾病,无肢体运动、感觉异常病史,所有受试者均签署知情同意书。

1.2 研究前准备

* 基金项目:上海市闸北区卫生局科研课题(2006重点05);复旦大学附属华山医院院级课题资助

1 复旦大学附属华山医院康复医学科,复旦大学上海医学院康复医学系,上海市乌鲁木齐中路12号,200040

2 复旦大学附属华山医院放射科

3 通讯作者:吴毅(复旦大学附属华山医院康复医学科, wuyi3000@yahoo.com.cn)

作者简介:吴军发,男,硕士,主治医师

收稿日期:2008-05-15

研究前向受试者详细说明实验目的及检测方法, 并对受试者进行膝关节实际屈伸和意想屈伸训练, 使受试者能够准确地进行膝关节实际屈伸和意想屈伸。检测当天, 提前 30min 到达指定地点, 检测前去取受试者身上所带的金属、磁性物品、电子器械及无活动性假牙。对受试者做好心理诱导工作, 嘱其放松, 头部及肢体勿动, 平躺在操作台上, 用棉球塞紧双耳, 用黑色眼罩蒙住双眼, 并用海绵垫填充头部两侧空间, 以防头部运动造成脑皮质的伪激活。放置头线圈后, 将受试者送入磁共振扫描仪中, 休息 10min。

1.3 fMRI 检测方法

应用美国产 GE3.0Tsinga VH/iMRI MRI 扫描仪进行检查。常规自旋回波序列采集横轴位 T1WI 定位图; 梯度回波-平面回波序列采集功能图像; FSPGR 序列采集全脑三维图像, 用以重建。

1.4 刺激模式

采用组块设计, 每个志愿者先后完成四组任务, 第一组任务是做左侧膝关节的实际屈伸运动, 第二组任务是左侧膝关节意想屈伸, 第三组任务是做右侧膝关节的实际屈伸运动, 第四组任务是做右侧膝关节意想屈伸。每组任务开始前预扫描 12s, 获得 16 幅静息期图像后暂停扫描, 在其后的 300s 时间内采用血氧水平依赖法采集图像, 每组任务按如下程序进行: 静息扫描 12s→实际屈伸或意想屈伸单侧膝关节 30s→静息 30s→实际屈伸或意想屈伸单侧膝关节 30s→静息 30s→实际屈伸或意想屈伸单侧膝关节 30s→静息 30s。

1.5 图像处理和统计学分析

1.5.1 图像处理: 所有图像数据通过 MRICRO 软件转化成分析格式, 然后采用 SPM5 软件(statistical parameters microsoft) 分析, 先去除 fMRI 扫描初始 12s 内的信号数据, 以减少血液动力学对被激活脑区信号的影响; 采用 SPM5 软件进行图像对齐、头动矫正、标准化及高斯平滑等处理。

1.5.2 统计学分析: 首先建立统计模型并作估计, 将 8 例受试者的数据平均化, 通过反卷积计算每个体素的统计值, 产生脑激活图, 将平均脑激活图叠加于经过标准化的三维解剖图上, 定义 $P < 0.001$ 为差异有非常显著意义。根据所获得的脑激活区中心坐标, 通过 Talairach Daemon Client 软件转换出相对应的脑区。

2 结果

2.1 核磁共振的扫描结果

2.1.1 左侧膝关节实际屈伸和意想屈伸时脑激活区位置和激活体积: 对 8 例正常人实际屈伸和意想屈伸左侧膝关节时脑功能磁共振图像进行统计处理, 获得平均脑功能图。结果显示: 实际屈伸左膝关节时, 激活区主要分布于右侧中央旁小叶、右侧额内回、右侧楔前叶、右侧颞上回, 同时还涉及双侧顶下小叶(表 1, 图 1, 见前置彩色插页 5); 意想屈伸左膝关节时, 右侧旁中央小叶未见有激活, 激活区主要分布在右侧顶下小叶、右侧中央前回 BA6 区、右侧额中回、右侧额内回、右侧缘上回等(表 1, 图 2, 见前置彩色插页 5); 实际屈伸和意想屈伸左膝关节时都未见基底核区有激活。

2.1.2 右侧膝关节实际屈伸和意想屈伸时脑激活区位置和激活体积: 对 8 例正常人实际屈伸和意想屈伸右侧膝关节时脑功能磁共振图像进行统计学处理, 获得平均脑功能图。结果显示: 实际屈伸右侧膝关节时, 激活区主要分布在左侧旁中央小叶、右侧颞上回、右侧颞中回、右侧额中回及两侧顶下小叶、楔前叶、扣带回等(表 2, 图 3, 见前置彩色插页 5); 意想屈伸右侧膝关节时, 左侧旁中央小叶未见有激活, 激活区主要分布在左侧额下回、左侧扣带回、左侧顶下小叶及左侧额上回等(表 2, 图 4, 见前置彩色插页 5)。实际屈伸和意想屈伸右侧膝关节时都未见基底核区有激活。

3 讨论

运动意想是指运动活动的意念冲动在内心反复地模拟、排练, 而不伴有明显的身体运动, 它同实际的运动执行之间的区别主要在于没有实际的运动, 故特别适合于脑损伤后早期肢体完全瘫痪的患者进行康复训练^[5-6]。步行障碍是脑损伤后最常见的运动障碍, 膝关节屈伸能力如何是脑损伤后偏瘫下肢能否步行的一个重要决定因素, 促进膝关节屈伸能力的恢复是偏瘫康复的重要内容, 运动意想是促进偏瘫膝关节屈伸能力恢复的主要方法之一^[7]。

本研究结果表明意想屈伸一侧膝节能明显激活对侧顶下小叶和辅助运动区(如 BA6、BA9 等), 实际屈伸一侧膝节能明显激活对侧旁中央小叶、顶下小叶及辅助运动区(如 BA6), 由此可见, 同侧膝关节做意想屈伸和实际屈伸时能激活相同的一部分脑区, 如顶下小叶和辅助运动区。这提示运动意想可能在某种程度上对实际运动的神经网络提供一种良性的刺激, 这有可能就是运动意想促进脑损伤后肢体运动功能进步的原因。由于运动意想无需做出实际的运动, 故有学者认为运动意想成为脑损伤后早期

表 1 实际屈伸和意想屈伸左膝关节时脑功能区的改变

脑激活区	左膝关节屈伸时						左膝关节意想屈伸时					
	脑区	X	Y	Z	t 值	体积	脑区	X	Y	Z	t 值	体积
右旁中央小叶	BA5	12	-33	69	8.92	354						
右额内回 ^①	BA6	3	-18	60	6.36		BA6	9	-3	60	4.28	12
右楔前叶	BA7	9	-51	57	6.24							
右颞上回	BA22	66	-42	21	5.83	58						
右颞上回	BA38	51	3	-3	3.48	8						
右缘上回 ^①	BA40	63	-51	33	4.51		BA40	66	-42	27	4.15	10
右顶下小叶 ^①	BA39	42	-53	42	3.85	31	BA40	42	-45	33	5.57	173
左顶下小叶	BA40	-57	-42	45	3.36	16						
左中央后回	BA7	-15	-51	66	3.91	5						
右额上回							BA6	21	24	54	3.81	6
右中央前回 ^①	BA6	57	3	36	3.80	10	BA6	54	9	6	6.04	100
右中央前回							BA6	51	-3	42	5.86	57
右额中回							BA6	24	6	60	4.64	55

①表示膝关节实际屈伸和意想屈伸时的共同激活区

表 2 实际屈伸和意想屈伸右膝关节时脑功能区的改变

脑激活区	右膝关节实际屈伸时						右膝关节意想屈伸时					
	脑区	X	Y	Z	t 值	体积	脑区	X	Y	Z	t 值	体积
左旁中央小叶	BA5	-3	-36	48	9.37	302						
左额内回	BA6	-3	-27	51	8.69							
右顶下小叶	BA40	58	-27	36	5.74	68						
左颞上回							BA13	-54	-39	21	5.54	7
右颞上回	BA42	63	-30	12	5.33	36						
右颞中回	BA19	42	-81	24	5.28	24						
左颞上回							BA6	-21	15	60	6.08	19
左颞中回	BA46	-45	42	15	3.84	4						
右额中回 ^①	BA6	51	0	39	5.3	25	BA6	51	6	36	5.46	7
左额下回							BA9	-45	3	33	8.95	496
右额下回							BA47	45	15	-3	5.37	6
右楔前叶	BA7	33	-72	42	4.54	19						
左楔前叶	BA7	-15	-72	42	4.36	5						
左顶下小叶 ^①	BA40	-54	-33	42	4.69	15	BA40	-54	-39	39	6.36	33
右顶下小叶	BA40	48	-54	42	4.43	7						
右扣带回	BA24	3	-12	42	4.2	21						
左扣带回 ^①	BA24	-3	0	42	3.64		BA32	-9	24	36	6.91	57
左额上回	BA10	-36	51	15	3.97	5						

①表示膝关节实际屈伸和意想屈伸时的共同激活区

肢体完全瘫痪时代替主动运动的一种训练方法,可作为激活实际运动的神经网络的另一个途径^[8]。

本研究结果提示顶下小叶和辅助运动区(如BA6)可能是构成运动意想神经网络的重要结构,所以临床上如果脑损伤累及这些区域,应注意患者能否准确地进行意想运动训练。国外有研究表明顶下小叶损伤的患者运动意想能力明显受到减弱,甚至出现运动意想不能的情况^[9]。目前国外也有用运动意想问卷(movement imagery questionnaire,MIQ)和运动意想筛选实验(motor imagery screening test,MIST)来评定运动意想的能力^[10-11]。因此,在临床上在进行运动意想治疗前,我们可以将影像学检查结果和上述两种问卷结合起来,选择合适的病例进行运动意想治疗。

本实验研究结果表明:意想屈伸一侧膝关节时旁中央小叶内的初级运动区未有明显激活,明显低于实际屈伸膝关节时旁中央小叶的激活状态;这可能与运动意想时机体主观上有抑制实际动作的出现有关,当辅助运动区激活时使初级运动区

处于抑制状态^[12];Munchau A 等^[13]用重复经颅磁刺激研究也发现在人类的辅助运动区和初级运动区之间关系是相互抑制的,目前关于辅助运动区和运动区之间的相互抑制的生理作用目前尚不太清楚。

另外,我们在研究中发现所有受试者无论是实际屈伸还是意想屈伸膝关节,双侧基底核区都没有激活,这与国外研究上肢实际运动和意想运动时基底核区有明显激活显著不同。这提示实际屈伸和意想屈伸单侧膝关节的神经网络可能不包括基底核区的神经核团,或者下肢粗大运动的执行和意想可能不需要基底核区神经核团参与,这是否与临床上大部分脑卒中患者偏瘫下肢功能较偏瘫上肢功能恢复要快有联系,尚须进一步深入研究,尽管过去一般认为脑卒中患者下肢运动功能恢复较上肢恢复快与上肢在大脑皮质对应的支配区明显大于下肢,容易受到病灶的累及有关^[14]。此外,这也从另一角度提示:病灶局限于基底核区的患者出现下肢运动意想不能的几率可能小于病灶累及顶上小叶和辅助运动区的

(下转 648 页)