

运动准备和运动执行活动空间分布的功能磁共振成像研究* ☆

任金炯, 向华东, 袁 艺, 贾富仓, 臧玉峰, 李恩忠, 马 林, 翁旭初

任金炯, 向华东, 袁 艺, 贾富仓, 臧玉峰, 翁旭初, 中国科学院心理研究所脑高级功能研究实验室, 北京市 100101

李恩忠, 首都钢铁总公司总医院磁共振成像室, 北京市 100047

马 林, 解放军总医院放射科, 北京市 100853

任金炯, 女, 1974年生, 河南省南阳市人, 汉族, 2003年中科院心理所博士毕业, 主要从事运动、学习的脑功能成像研究。

rjg@mail.tsinghua.edu.cn

电话: +86-10-51779208

国家自然科学基金资助项目(30170325, 30128005); 国家重点基础研究项目(G1999054000)*

通讯作者: 翁旭初, 中国科学院心理研究所脑高级功能实验室, 北京市 100101 wengxc@psych.ac.cn

Telephone: +86-10-64854476

中图分类号 R445 文献标识码 A 文章编号 1671-5926(2004)04-0618-03

收稿日期 2003-08-12 修回日期 2003-12-06 (14/SN)

Spatial distribution of preparation- and execution-related activity as revealed by functional magnetic resonance imaging Jin-Ge Ren, Hua-Dong Xiang, Yi Yuan, Fu-Cang Jia, Yue-Feng Zang, En-Zhong Li, Lin Ma, Xu-Chu Weng

Jin-Ge Ren, Hua-Dong Xiang, Yi-Yuan, Fu-Cang Jia, Yue-Feng Zang, Xu-Chu Weng, Laboratory of Advanced Brain Function, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

En-Zhong Li, Department of Nuclear Magnetic Resonance, General Hospital of Capital Iron & Steel General Company, Beijing 100047, China

Lin Ma, Department of Radiology, General Hospital of PLA, Beijing 100853, China

Jin-Ge Ren, Female, Han Nationality, Born in 1974 in Nanyang City, Henan Province, China, Doctor of the Psychological Institute of the Chinese Academy of Sciences in 2003. Research direction: brain function research of motor and learning by fMRI. rjg@mail.tsinghua.edu.cn

Telephone: +86-10-51779208

Supported by: the National Natural Science Foundation of China, No. 30170325, 30128005; Special Funds for Major State Basic Research of China, No. G1999054000 *

Correspondence to: Xu-Chu Weng, Laboratory of Advanced Brain Function, Institute of Psychology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China wengxc@psych.ac.cn

Telephone: +86-10-64854476

Received: 2003-08-12 Accepted: 2003-12-06

Abstract**AIM:** To study the spatial distribution of preparation- and execution-related activity in cerebral cortical locomotor system by functional magnetic resonance imaging (fMRI).**METHODS:** fMRI was performed in all the subjects to detect brain activity by means of blocking methods during actual activity and imaginary activity. Multiple regression analysis and general linear examination were used for the analysis of the distribution of preparation- and execution-related activity.**RESULTS:** Motor-related cortical areas functioned as preparation and execution simultaneously. The distribution of preparation and execution presented characteristics and gradient. Supplementary motor area(SMA) and premotor cortex(PMC) had a declined tendency to participate in preparation activity, but an increased tendency to participate in execution activity from the front to the back; while posterior parietal cortex(PPC) was from the back to the front.**CONCLUSION:** Motor-related cortical areas all include preparation and execution, possessing a certain functional subsystem. Actually, brain cortical motor system consists of subsystems mentioned above, which is closely related with each other in function.Ren JG, Xiang HD, Yuan Y, Jia FC, Zang YF, Li EZ, Ma L, Weng XC. Spatial distribution of preparation- and execution-related activity as revealed by functional magnetic resonance imaging. *Zhongguo Linchuang Kangfu* 2004; 8(4): 618-20 (China)
任金炯, 向华东, 袁艺, 贾富仓, 臧玉峰, 李恩忠, 马林, 翁旭初. 运动准备和运动执行活动空间分布的功能磁共振成像研究[J]. 中国临床康复 2004 8(4) 618-20
http://www.zglckf.com/2004ml/04-04zy.pdf**摘要**

目的: 利用功能磁共振成像技术(fMRI)研究大脑皮质运动系统运动准备和执行活动的空间分布。

方法: 采用组块设计, 分别对受试者执行实际运动和想象运动时的脑活动进行fMRI扫描, 并运用多重回归分析和一般线性检验相结合的方法对运动准备和执行成分的空间分布进行分析。

结果: 大脑皮质运动系统各运动相关区均不是单一功能区, 而是同时参与运动准备和执行两种成分; 这两种成分各脑区的分布也不是均一的或者杂乱无章的, 而是呈特征性梯度分布: 其中辅助运动区(SMA)和运动前区(PMC)自前至后、后顶叶皮质(PPC)自后至前, 其参与运动准备的程度越来越低, 参与运动执行的程度越来越高。

结论: 组成大脑皮质运动系统的各随意运动脑区都不是孤立的功能单元, 而是一个个同时包含运动执行和准备成分、并具有一定层次的功能子系统; 大脑皮质运动系统实际上就是由这些功能上紧密相连的并行加工的子系统组成。

关键词: 运动皮质, 运动/生理学, 磁共振成像

0 引言

随意运动包含运动准备和运动执行两个基本神经过程。传统观点认为, 初级运动皮质(primary motor cortex, M1)主要参与执行功能, 而运动前区(premotor cortex, PMC)辅助运动区(supplementary motor area, SMA)和后顶叶皮质(PPC)等次级运动区主要参与准备过程^[1]。但近年来, 这种简单的两分法假说受到了严重的挑战。比如在非人灵长类的M1记录了与运动准备有关的神经元^[1, 2], 而本实验室和其他一些研究者利用功能磁共振成像(fMRI)也在人类M1观察到了运动准备成分^[3-5]。另一方面, 一些原来认为只参与运动准备的脑区如SMA^[6]、PMC和PPC却记录到了与运动执行有关的成分^[7-9]。但以上这些研究都没有对两种成分的空间分布进行系统研究。本研究拟采用fMRI技术对参与运动准备和运动执行的皮质区进行功能定位, 并综合运用多重回归分析和一般线性检验等方法对这两种成分的空间分布进行系统分析。采用国际公认的实验范式, 本实验以想像运动表征运动准备而以实际运动表征运动执行。

1 对象和方法

设计: 采用组块设计。

地点和对象: 资料收集地点为首都钢铁总公司总医院磁共振成像室。来自于北京工业大学7名青年志愿者(4男3女), 年龄20~28岁, 均为右利手, 无精神及神经系统疾病。

参与者: 研究设计者为翁旭初研究员; 资料收集者、干预实施者均为任金炯实验员进行过专业培训。

干预措施: 实验任务包括“运动任务”和“想象任务”两种实验任务。运动任务和想象任务组块按伪随机方式各重复3次。两种任务间插入一个静止阶段, 作为控制组块。在静止阶段要求被试全身放松, 不进行运动和想象任务。每一组块持续24s, 整个序列共持续216s。其中“运动任务”要求被试作右手拇指与其余4个手指的序列对指运动, 而“想象任务”则要求被试只是想像进行上述对指运动而不进行实际运动。两种任务均按2Hz(用声音控制)的节律进行。

磁共振成像扫描:采用美国 GE 公司生产的 Signa 1.5 T 磁共振成像系统进行扫描,所选参数基本同于作者先前的研究^[10]。

定位像扫描:采用自旋回波(Spin Echo)序列(T_1 加权),矢状位,重复时间(repetition time, TR)=440 ms,回波时间(echo time, TE)=11 ms,层厚=6 mm,间距=3 mm,观测范围(field of view, FOV)=240×240 mm²,平面矩阵=256×192。以最中间一层作为结构像和功能像的定位依据。

结构像扫描:根据定位像选取 4 层包括 M1, SMA, PMC 和 PC 的水平位平面作为实验序列的扫描平面。采用自旋回波序列(T_1 加权),TR=440 ms,TE=11 ms,层厚=5 mm,间距=2.5 mm,FOV=220×220 mm²,平面矩阵=256×256。

功能像扫描:采用梯度回波-回波平面成像(Gradient-Echo Echo Planar Imaging)序列(T_1 加权),在与结构像相同的位置进行扫描,TR=2 000 ms,TE=60 ms,Flip Angle=90°,FOV=220×220 mm²,平面矩阵=64×64。

三维全脑结构像扫描:采用 SPGR (Spoiled gradient-recalled at steady-state)序列(T_2^* 加权),轴位,TR=11.1 ms,TE=4.2 ms,Flip Angle=45°,层厚=1.5 mm,无间隔,FOV=220×220 mm²,平面矩阵=256×256。

主要结局观察指标:运动准备和执行成分的空间分布。

数据分析:采用国际通用的 fMRI 分析软件包 AFNI^[11]。

预处理:首先对功能像进行头动校正和去基线漂移。然后把功能像与三维全脑结构像对齐和空间标准化,并在该标准坐标系内以 3 mm×3 mm×3 mm 的体积单元进行重新采样。最后进行各向同性高斯平滑(FWHM=5 mm)。

功能定位和空间分布分析:首先对上述经过预处理数据进行多重回归分析分别获得参与运动任务、想象任务和两种任务复合的激活统计参数图(其统计域值为 $F > 47.73$,相当于 $P < 2.0 \times 10^{-15}$)。在此基础上,采用一般线性检验(general linear test, GLT)计算任务间差异的线性组合(linear combination, LC),并把 LC 值用伪彩色表示在标准化的三维全脑结构像上,对运动准备和运动执行活动的空间分布进行分析。

2 结果

参与随意运动的脑区:由图 1 可见,随意运动激活的脑区包括对侧 M1、双侧 SMA、双侧 PMA 和双侧 PPC。其中双侧 SMA、双侧 PMA 和双侧 PPC 主要参与运动准备,而对侧 M1 和 SMA 后部主要参与运动执行。

运动准备和运动执行成分的空间分布:GLT 分析更为精确地揭示了运动准备和运动执行成分的空间分布规律。图 1 的伪彩色显示,各激活脑区大多呈现明显的梯度分布。即 SMA 和 PMC 自前至后、PPC 自后至前,其参与运动准备的程度越来越低,而参与运动执行的程度越来越高。而 M1 主要参与运动执行,这种梯度不明显。

时间-反应曲线:为了更好地表达上述空间分布图的意义,图 2 给出了部分脑区的时间-反应曲线。由该图可见,从 A~D 4 条曲线,参与运动执行的程度越来越低,而参与运动准备的程度越来越高。但值得注意的是,尽管参与运动执行和运动准备的程度有很大差异,但所有 4 条曲线均可见到两种成分。

3 讨论

本研究揭示的参与随意运动的脑区与其他实验室和作者以前的结果基本一致。这些脑区主要包括对侧 M1 和双侧 SMA, PMC, PPC。其中,运动任务中激活最强的区域位于 M1 和 SMA

后部,而想象任务中激活最强的区域位于 PMC 和 PPC^[12,13]。更为重要的是,本实验还在上述所有区域都记录到了运动准备和运动执行两种成分。这一结果显然与各脑区有明确功能分工的传统观点不符合^[1],但却与电生理和最新的脑功能成像结果一致。如对动物的电生理学研究发现,各运动区不仅存在直接对运动行为响应的神经元,也存在与运动准备和计划相关的细胞。又如,本实验室最近的 fMRI 研究和其他一些研究者也发现人类 M1 参与运动准备过程^[3]。同样,在 SMA^[14]、PMC 和 PPC 都同时记录到了运动准备和运动执行两种成分^[7,8]。为了更深入地揭示随意运动的脑结构基础,本研究进一步对运动准备和运动执行两种成分在各脑区的空间分布规律进行了探讨。本实验结果显示,除 M1 外,上述两种成分在各其他脑区均呈现一个明显的梯度分布。其中在 SMA 和 PMC 自前至后其参与运动准备的程度越来越低,而参与运动执行的程度越来越高;而在 PPC,这两种成分却呈现相反的梯度分布,即自前至后其参与运动准备的程度反而越来越高(图 1)。这一结果与作者以前的结果吻合^[7],也与 Hanakawa 等^[15]最近的结果大体一致。但他们的研究只对结果进行了定性描述,而本研究则采用多重回归和一般线性检验的分析方法给出了定量的结果,从而更精确地揭示了运动准备和运动执行成分的空间分布规律。

在非人灵长类的电生理研究中,研究者也曾用定性的方法在运动肢体对侧的额叶和顶叶观察到相似的梯度变化规律^[2],这提示这种分布规律在不同动物脑中有一定的普遍性;此外,这也是首次用 fMRI 的方法在人脑中观察到比动物实验还要精确的定量分布结果。因此这种设计思想和分析方法完全可以被拓展到对其他脑功能的研究中去。那么,大脑皮质运动系统这种空间分布的功能意义是什么呢?传统观点认为,大脑皮质运动系统由一些相对独立的功能区组成,其中 M1 主要负责运动的发起和执行等较低级的功能,而 SMA、PMC 和 PPC 等主要负责运动的准备、程序编码和感觉运动整合等较高级的功能。而本研究发现参与运动的脑区大多呈特征性的梯度分布,提示个脑区都是一个包含运动执行和运动准备成分的功能系统,而不是孤立的功能单元。因此作者有理由认为,大脑皮质运动系统由许多功能上紧密相连的子系统组成,这些子系统可以被看做有一定分工的并行加工系统。有作者在生理学和形态学数据均发现,PMC 和 PPC 脑区之间不但有直接的纤维联系,而且呈现拓扑投射关系,即 PMC 的前部投射至 PPC 的后部,而 PMC 的后部投射至 PPC 的前部。这些拓扑投射关系很可能就是大脑皮质运动系统进行并行加工的形态学基础。

结论:大脑皮质运动系统并非由许多孤立的功能单元组成,而是由许多功能上紧密相连、本身又具有一定层次的并行加工的子系统所组成。

(图 1~2 见插图 4-1 页)

4 参考文献

- Alexander GE, Crutcher MD. Preparation for movement: Neural representations of intended direction in three motor areas of the monkey. *J Neurophysiol* 1990; 64: 133-50
- Johnson PB, Ferraina S, Bianchi L, et al. Cortical networks for visual reaching: physiological and anatomical organization of frontal and parietal lobe arm regions. *Cereb Cortex* 1996; 6: 102-19
- Zang Y, Jia F, Weng X, et al. Functional organization of the primary motor cortex characterized by event-related fMRI during movement preparation and execution. *Neurosci Lett* 2003; 337: 69-72
- 金真,张磊,曾亚伟,等. 偏瘫康复治疗中不同拇指运动方式的脑机制研究[J]. 中国临床康复 2003, 7(31): 4238-9

- Georgopoulos AP. Neural aspects of cognitive motor control. *Curr Opin Neurobiol* 2000; 10: 238 - 41
- Luppino G, Matelli M, Camarda R, et al. Corticocortical connections of area F3 (SMA-proper) and area F6 (pre-SMA) in the macaque monkey. *J Comp Neurol* 1993; 338: 114 - 40
- Weng XC, Li EZ, Zang YF, et al. Neural correlates of sequential finger movements revealed by event-related fMRI. *Neuro Image* 2000; 11: S920
- Kalaska JF, Crammond DJ. Deciding not to GO: neuronal correlates of response selection in a GO/NOGO task in primate premotor and parietal cortex. *Cereb Cortex* 1995; 5: 410 - 28
- 伍建林, 何立岩, 宋清伟, 等. 功能磁共振成像在人脑数字及汉字认知加工中的初步研究[J]. *中国临床康复* 2003, 7(19) 2690 - 1
- Xiang H, Lin C, Ma X, et al. Involvement of the cerebellum in semantic discrimi-

- tion: an fMRI study. *Hum Brain Mapp* 2003; 18: 208 - 14
- Cox RW. AFNI: Software for analysis and visualization of functional magnetic resonance neuroimages. *Computers and Biomedical Research* 1996; 29: 162 - 73
- Lee KM, Chang KH, Roh JK. Subregions within the supplementary motor area activated at different stages of movement preparation and execution. *Neuro Image* 1999; 9: 117 - 23
- 杨振燕, 赵小虎, 戴工华. 中英文语言活动区功能磁共振成像研究[J]. *中国临床康复* 2003, 7(10) 1492 - 3
- Zhu YH, Weng XC, Zhang MM, et al. Functional anatomy of motor preparation and execution characterized by event-related fMRI. *Neuro Image* 2002; 14: S898
- Hanakawa T, Immisch I, Toma K, et al. Functional properties of brain areas associated with motor execution and imagery. *J Neurophysiol* 2003, 89: 989 - 1002

多发性硬化 40 例临床神经电生理特征分析

郭涛, 成江 (宁夏医学院附属医院神经内科, 宁夏回族自治区银川市 750004)

关键词 核磁共振, 诱发电位, 多发性硬化

0 引言

多发性硬化(multiple sclerosis, MS)是以中枢神经系统白质脱髓鞘病变为特点的器官特异性自身免疫性疾病^[1], 由于其发病率较高, 呈慢性病程, 是神经系统及其需要临床康复介入的重要疾病之一。根据 Poser(1983)MS 诊断标准, 将本组临床确诊的 40 例 MS 临床表现特点及电生理特征报道如下。

1 对象和方法

1.1 对象 1990-01/2002-01 收集宁夏医学院附属医院神经内科 MS 患者 40 例, 男 11 例, 女 29 例, 年龄 14 ~ 61 岁, 平均 (33.3 ± 11.4) 岁。首次入院时病程最短 7 d, 最长 1 年。患者均无明显的家族遗传病史和其他可以解释病情的全身性疾病。

1.2 方法 回顾分析该组患者的主要临床表现, 实验室检查: 脑脊液检查; 神经电生理检查: 体感诱发电位、视觉诱发电位、脑干听觉诱发电位, 以及心电图和颅脑核磁共振。

2 结果

2.1 临床特点 无诱因 26 例, 有诱因 14 例。常见诱因为受凉, 其次为精神刺激、妇女产后、劳累。首发症状: 以双下肢麻木无力发病的最多, 有 2 例单以眩晕、头昏起病, 在病程中曾只表现眩晕、头昏。1 例以听力下降起病。首次发病临床症状及体征: 肢体无力、麻木 27 例, 单侧或双侧视力下降 18 例, 脑干功能障碍 7 例, 尿便功能障碍 11 例, 小脑性共济失调 6 例, 发作性症状 3 例, 发热(低热) 2 例。

2.2 脑脊液特点及分析 32 例 MS 行脑脊液检查, 1 例脑压 52 mmH₂O, 余脑压均正常。脑脊液常规检查均为无色透明, 糖 1 - 5 管阳性, 蛋白质阴性或弱阳性。脑脊液细胞学检查: 0 < 白细胞数(个 10⁶/L) ≤ 5 淋巴细胞占 90%, 单核细胞 10% 以下者 18 例, 5 < 白细胞数(个 10⁶/L) ≤ 10 淋巴细胞占 90%, 单核细胞 10% 以下者 5 例; 10 < 白细胞数(个 10⁶/L) ≤ 20, 中性粒细胞占 44% ~ 50%, 其余为淋巴细胞为主, 2% 单核细胞, 有 4 例, 20 < 白细胞数(个 10⁶/L) ≤ 5 有 5 例, 其中 1 例中性粒细胞占 50%, 余 4 例均以淋巴细胞为主, 2% 单核细胞。

2.3 神经电生理特点分析 行躯体感觉诱发电位测定 26 例, 22 例有异常表现(85%), 视觉诱发电位测定 26 例, 15 例有异常(58%), 脑干听觉诱发电位测定 26 例, 10 例有异常(38%)。在诱发电位检测结果中, 以体感诱发电位的阳性率最高(85%)。心电图和神经传导速度测定 10 例, 1 例心电图有异常(10%), 表现为神经源性损害, 神经传导速度测定 6 例有异常(60%), 均表现为神经传导速度减慢, 伴有感觉, 运动神经动作

电位波幅下降。在测定的 10 例中, 仅 1 例有手套、袜套样感觉障碍, 1 例有双手骨间肌萎缩, 余均无周围神经损害的临床表现。

2.4 影像学特点分析 行颅脑 CT 检查 14 例均未发现异常。行颅脑 MRI 检查 23 例, 12 例有异常(52%)。23 例颅脑 MRI 检查无一例发现视神经病灶, 临床神经系统病灶定位与 MRI 上发现病灶相符率最高为胸髓, 其次是脑干及小脑。

3 讨论

本组病例女性多于男性 1 倍多, 受凉是主要诱发因素, 从首发症状以肢体无力、麻木及视神经损害为主。MS 患者脑脊液中单个核细胞数正常或轻度增高, 一般在 15 × 10⁶/L 以内, 如 MNC 超过 50 × 10⁶/L 则应首先考虑其他疾病, 而不是 MS^[2]。在本组病例, MNC 数在 10 × 10⁶/L 以下。本组病例显示, 躯体感觉诱发电位异常(85%), 高于视觉诱发电位异常(58%), 考虑是因为本组病例, 临床症状以双下肢麻木、无力表现多见, 而不是以视神经损害的临床表现为主, 故导致研究结果不一。所检病例均有诱发电位异常(100%), 有一项异常占 38%, 有多项异常占 62%。说明诱发电位的敏感性高, 但诱发电位检查不能为疾病定性, 故不能单以诱发电位确诊 MS。

目前有许多研究发现, MS 有周围神经系统损害, 考虑原因: 中枢神经系统与外周神经系统存在共同的抗原成分^[3], 在本组病例有 10 例(25%)行 EMG 检查, 有 6 例(60%)异常, 仅 1 例临床有手套、袜套样感觉减退, 余病例均无周围神经损害的临床表现。30 例(75%)未行 EMG 检查, 主要是在概念中认为 MS 是中枢神经系统的脱髓鞘病变, 无周围神经系统的损害, 这一观念束缚了诊断思路。一旦临床出现 EMG 异常, 往往用“仪器误差”解释。这也提示临床医师, 对发病机制不很清楚的疾病, 应该用循证医学的方法和态度探讨, 研究疾病。

本组资料显示, 颅脑 CT 对急性期脱髓鞘病变不敏感, 而 MRI 较敏感, 这与急性期病变部位水肿是 MRI 异常的主要来源有关^[4]。视神经病灶在 MRI 上不容易显示, 临床定位与 MRI 检查病灶定位, 在胸段脊髓及脑干符合率较高。MRI 可显示某些亚临床病灶, 为临床诊断提供有力证据。但在白质区多发缺血灶与 MS 脱髓鞘病灶单从 MRI 上很难鉴别, 故不能单以 MRI 诊断 MS, 否则会使 MS 诊断扩大化。有资料显示^[5], 1/3 MS 很好地度过其终生, 1/3 有神经病学缺损, 1/3 变残疾, 需早期康复介入。

4 参考文献

- 陈惠峰. 医学免疫学[M]. 3 版. 北京: 人民卫生出版社 2002 209 - 11
- Olsson T. Cerebrospinal fluid. *Ann Neurol* 1994; 36: 100 - 3
- 詹淑琴, 谢淑萍, 王玉平, 等. 多发性硬化周围神经损害的肌电图及病理研究[J]. *中华神经科杂志*, 2003, 36(1) 8
- 高元桂, 蔡幼铨, 蔡祖龙. 磁共振成像诊断学[M]. 北京: 人民军医出版社, 1992: 230 - 5
- 诺恩. A. 罗拉克. 美国最新临床医学问答[M]. 北京: 科文(香港)出版有限公司 2000: 211 - 971

收稿日期 2003 - 08 - 18 (03/SZY)

Rehabilitation

中国临床康复

Chinese Journal of Clinical Rehabilitation

论著 Original Research

非痴呆老年人认知功能的差异性:从成功老化到轻度认知损伤 p798

Cognitive differences among non-dementia elders: from successful aging to mild cognitive impairment

运动准备和运动执行活动空间分布的功能磁共振成像研究 p618

Spatial distribution of preparation- and execution-related activity as revealed by functional magnetic resonance imaging

帕金森病运动功能评分量表的一致性和敏感性检验及其优越性体现 p762

The advantages and consistency and sensibility analysis of motor dysfunction rating scale for Parkinson's disease

早发性帕金森病与细胞色素 P4501A1 和 N-乙酰基转移酶 2 基因多态性及个体易感危险性 p621

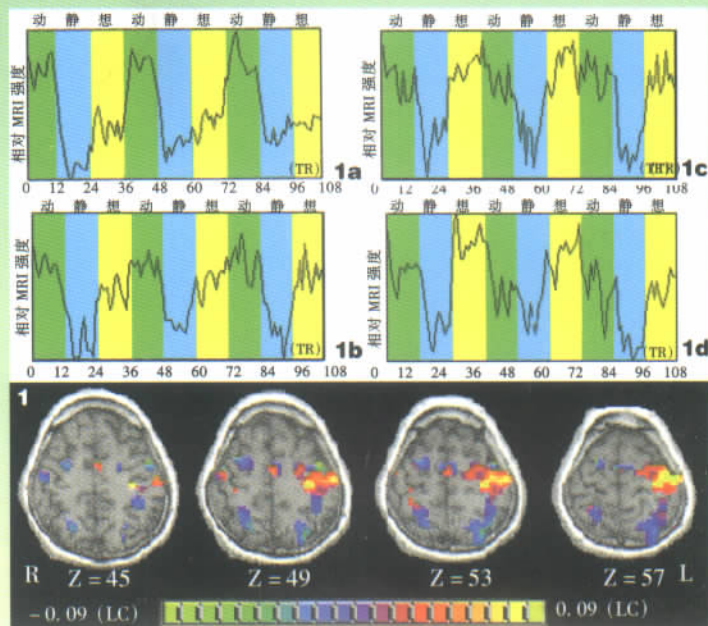
Relationship of early Parkinson's diseases to the polymorphisms of cytochrome P4501A1 gene and n-acetyltransferase 2 gene and individual predisposition to Parkinson's disease

记忆商与丘脑血肿位置及体积的多元线性回归分析 p626

Correlation of memory quotients with site and size of thalamic hematoma: a multiple linear regression analysis

持续性植物状态患者意识状态与氨基酸类神经递质水平的关系 p629

Relationship between the content of amino acid neurotransmitters and the consciousness of patients with persistent vegetative state



2004年2月 第8卷 第4期

Volume 8 Number 4 February 2004

2004.4

ISSN 1671-5926



9 771671 592033



中华人民共和国卫生部主管

中国康复医学会主办

中国科技论文统计源期刊

中国百种杰出学术期刊

中国科技核心期刊

中国医学核心期刊

《中国临床康复》影响因子 0.927