

· 基础研究 ·

# 健康青少年视觉注意作业的功能性 磁共振成像初步研究\*

吴丽慧<sup>1</sup> 赵钱雷<sup>2</sup> 尹玲玲<sup>2</sup> 王美豪<sup>3</sup> 李建策<sup>3</sup> 叶笃筠<sup>4</sup>

**摘要 目的:**应用功能性磁共振成像(fMRI)探讨视觉注意作业时健康青少年脑功能定位。**方法:**使用美国 GE 1.5T Signa Horizon LX 超导型磁共振仪,对 19 名健康青少年进行视觉注意作业的 fMRI 检查,采用梯度回波-平面回波成像序列采集数据,经工作站处理后获功能图像。同时进行氢谱分析。**结果:**健康青少年视觉注意作业测验激活脑区的范围较广泛,不同脑区的激活计数不同,9 岁—12 岁和 13 岁—15 岁两个年龄段比较,结果无显著性差异( $P>0.05$ )。本研究健康青少年双侧苍白球 <sup>1</sup>H MRS 结果(峰下面积比值):左侧,NAA/Cr $3.24\pm 1.27$ ,cho/Cr $0.71\pm 0.15$ ,ml/Cr $0.66\pm 0.17$ ,a-Glx/Cr $0.84\pm 0.18$ ;右侧,NAA/Cr $3.17\pm 1.12$ ,cho/Cr $0.66\pm 0.19$ ,ml/Cr $0.60\pm 0.16$ ,a-Glx/Cr $0.71\pm 0.28$ 。经 Fisher 精确检验法,健康青少年双侧额上回、双侧额中回和左侧额下回的激活脑区计数与理想激活脑区计数的差异均无显著性,其余脑区激活计数的差异均有显著性。**结论:**本组健康青少年脑区激活计数及氢谱分析可供临床参考。视觉注意作业主要涉及记忆信息的提取速度和注意能量,双侧额叶可能参与其过程。

**关键词** 健康青少年;功能性磁共振成像;视觉注意作业;额叶

中图分类号:R445.2, R338.3 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2008)-05-0388-03

**Primary study on brain activity during visual attentional task in healthy adolescent using functional magnetic resonance imaging/WU Lihui, ZHAO Qianlei, YIN Lingling, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2008, 23(5): 388—390**

**Abstract Objective:** To investigate the characteristics of brain activity during visual attentional task using functional magnetic resonance imaging (fMRI). **Method:** The data of 19 healthy adolescent were collected when they performed the visual attentional task, using brain fMRI and proton magnetic resonance spectroscopy. The data of activation and rest images were reconstructed with an offline workstation and the activation map was obtained. **Result:** The activated brain areas were comprehensive during the visual task of attention and the number of activated areas was diversified in different brain areas. The comparison between 9—12 years-old and 13—15 years-old showed no significant difference, such brain areas as frontal lobe, temporal lobe were significantly activated. The data on <sup>1</sup>H MRS in bilateral globus pallidus (GP) of healthy adolescent in this study was as follows: In the left GP, NAA/Cr was  $3.24\pm 1.27$ , cho/Cr was  $0.71\pm 0.15$ , ml/Cr was  $0.66\pm 0.17$ , a-Glx/Cr was  $0.84\pm 0.18$  while in the right GP, NAA/Cr was  $3.17\pm 1.12$ , cho/Cr was  $0.66\pm 0.19$ , ml/Cr was  $0.60\pm 0.16$ , a-Glx/Cr was  $0.71\pm 0.28$ . No significant difference was found in bilateral superior frontal gyrus, bilateral middle frontal gyrus, and left inferior frontal gyrus in healthy adolescent and significant differences were found in other brain areas. **Conclusion:** The results provide the possible reference range of activated areas' number and the <sup>1</sup>H MRS of brain areas for clinical work. It indicates that visual task of attention mainly might be related to the retrieval of memory and attention source, and the bilateral frontal lobe might be involved in the visual task of attention.

**Author's address** Yuying Children's Hospital of Wenzhou Medical College, 109 Xueyuan Road, Wenzhou, Zhejiang, 325003

**Key words** healthy adolescent; functional magnetic resonance imaging; visual attentional task; frontal lobe

功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)可在进行神经心理或脑电生理测试的同时对脑组织进行功能显像<sup>[1]</sup>,并具有无创性、较高的时间和空间分辨率等特点。为取得我国健康青少年 fMRI 的有关资料,作为今后研究青少年精神疾病 fMRI 的参考,本研究测试 19 名正常青少年视觉注意作业测验时的 fMRI 脑功能定位。

\* 基金项目:浙江省自然科学基金资助项目(M303002);浙江省科技厅国际合作面上项目(2004C34008)

1 华中科技大学同济医学院,现工作单位:温州医学院附属二院/育英儿童医院儿保科,325003

2 温州医学院附属育英儿童医院儿童保健科

3 温州医学院附属一院放射科

4 华中科技大学同济医学院

作者简介:吴丽慧,女,教授/主任医师,在读博士

收稿日期:2007-12-11

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

19名健康青少年于2003年2月—2005年4月入组,均为温州市某学校学生。入组标准:①体检未发现躯体疾病。②血常规及心电图等常规检查均无异常。③脑诱发电位检查正常。④确认以往从未发生过各类心理问题或精神障碍。⑤二系三代内无任何神经精神疾病遗传史。其中男12名,女7名,均为汉族,年龄9—15岁,平均 $11.9\pm 1.9$ 岁。均为自愿参加本试验,学校老师或家长知情同意。

### 1.2 方法

**1.2.1 刺激模式<sup>[2-4]</sup>:**任务是视觉注意作业测验。在扫描前对受试者进行详细解释且进行学习训练。采用组块(Block)设计方式进行刺激,即基线-刺激(海洋,显示图片为一艘飞艇)-基线-刺激(陆地,显示图片为一辆坦克)-基线-刺激(天空,显示图片为一架飞机)范式,共6个时相,每时相持续60s(即基线和刺激各30s)。刺激模式放在扫描床尾部的木架上以视觉方式呈现,基线对照时受试者平静注视着反光镜内的十字架。刺激时,要求被试者按照图片提示说出(默读)尽可能多的与提示图片相关的内容(如提示“飞机”,受试者说出尽量多的飞机名称,如:战斗机,民航机,航天飞机等),并要求做动作反应。比如,战斗机单独出现时按键,战机伴随出现炸弹则不按键等。

**1.2.2 fMRI方法<sup>[2-7]</sup>:**实验在温州医学院附属医院放射科进行,实验小组由青少年保健和心理学专家及功能影像学专家及技术员组成。使用美国GE公司1.5T Sigma Horizon LX超导型磁共振成像系统进行扫描。受试者仰卧,并用真空枕及固定带固定头部,以减少头部运动,受试者通过安置在头线圈上的反光镜接受实验刺激。嘱其以默读或按键的方式对刺激做出反应。先使用快速自旋回波(FSE)序列采集T<sub>1</sub>WI横断面解剖图像,扫描参数为:重发时间(TR)/回波时间(TE)=315/14ms,层厚/间隔=7mm/0mm,视野(FOV)=22cm,矩阵为256×192,激励次数(NEX)=2。功能成像T<sub>2</sub>\*WI(BOLD)采用单次激发梯度回波-平面回波成像(GRE-EPI)序列,扫描参数为:TR/TE/翻角(FA)=3000ms/60ms/90°,NEX=2,矩阵为64×64,FOV=22cm,层厚/间隔=7mm/0mm,采集时间为373s,每层62帧,每帧6s,每序列成像496幅,采集与解剖图像完全相同层面的功能图像。此外,尚使用扰向梯度系列采集了全脑三维解剖图像。

### 1.3 图像后处理及分析<sup>[3-5]</sup>

所有原始数据传输至工作站,利用美国威斯康

辛医学院的MCW-AFNI软件中的有关程序进行图像后处理。阈值设定为0.001,剔除初始的两幅图像,计算机重建出像素对像素匹配减影的功能激发图像,然后与结构图像融合,分析活动区的分布特点。对被激活的感兴趣区进行计数。

### 1.4 波谱分析<sup>[8-9]</sup>

双侧苍白球<sup>1</sup>H MRS测量,用点解析序列(PRESS)采集波谱,氢谱分析应用Elscent/GE仪器公司提供的软件。计算中分别测量各峰的峰高和积分计算峰下面积,按照以肌酸(Cr)内标准计算氮-乙酰天门冬氨酸(NNA)、乙酰胆碱复合物(Cho)、肌醇(MI)和 $\alpha$ -氨基酸( $\alpha$ -Glx)相对于Cr比值。

### 1.5 统计学分析

fMRI图像处理中,通过配对t检验确定激活的功能区。利用SPSS10.0软件对功能区的计数进行四格表的确切概率法分析。

## 2 结果

### 2.1 视觉注意作业测验的fMRI检查

本研究对9岁—12岁(11例)和13岁—15岁(8例)两个年龄段比较,结果无显著性差异( $P>0.05$ )见表1。健康青少年视觉注意作业测验激活脑区的范围较广泛,不同脑区的激活计数不同。

表1 19名健康青少年视觉注意作业测验  
激活与未激活的脑区 (人数)

脑区	激活脑区人数/ 未激活脑区人数	脑区	激活脑区人数/ 未激活脑区人数
左额上回	15/4	右额上回	16/3
左额中回	16/3	右额中回	16/3
左额下回	15/4	右额下回	12/7
左直回	4/15	右直回	3/16
左眶回	5/14	右眶回	5/14
左扣带回	11/8	右扣带回	14/5
左颞上回	9/10	右颞上回	11/8
左颞中回	8/11	右颞中回	9/10
左颞下回	10/9	右颞下回	11/8
左岛叶	9/10	右岛叶	8/11
左海马	2/17	右海马	3/16
左海马旁回	3/16	右海马旁回	1/18
左杏仁体	0/19	右杏仁体	1/18
左尾状核	5/14	右尾状核	8/11
左苍白球	12/7	右苍白球	4/15
左丘脑	4/15	右丘脑	6/13
左中央前回	12/7	右中央前回	13/6
左中央后回	8/11	右中央后回	12/7
左顶上小叶	8/11	右顶上小叶	8/11
左中央旁小叶	3/16	右中央旁小叶	2/17
左缘上回	6/13	右缘上回	5/14
左角回	3/16	右角回	4/15
左楔前叶	1/18	右楔前叶	2/17
左楔叶	4/15	右楔叶	5/14
左放射冠	3/16	右放射冠	2/17
左枕颞内侧回	8/11	右枕颞内侧回	6/13
左枕颞外侧回	4/15	右枕颞外侧回	6/13
左小脑	10/9	右小脑	11/8

## 2.2 视觉注意作业测验脑功能激活区与理想激活脑区比较

各个激活脑区与理想激活脑区比较,经 Fisher 精确检验法检验,双侧额上回、双侧额中回和左侧额下回的激活脑区计数与理想激活脑区计数的差异无显著性,其余脑区激活计数差异均有显著性,左右侧激活脑区不对称,见表 2。

## 2.3 双侧苍白球 $^1\text{H}$ MRS 测量

采用峰下面积测量数据,峰高的比值统计结果与峰下面积相同,故省略。本组健康青少年只接受  $^1\text{H}$  MRS 检查,均不服药,见表 3。

表 2 19 名健康青少年视觉注意作业测验脑功能激活脑区与理想激活脑区比较

脑区名称	激活脑区 (个)	P	脑区名称	激活脑区 (个)	P
左额上回	16	0.230	右额上回	16	0.230
左额中回	16	0.230	右额中回	16	0.230
左额下回	15	0.105	右额下回	12	0.008
左眶回	5	0	右眶回	5	0
左扣带回	11	0.003	右扣带回	14	0.046
左颞上回	9	0	右颞上回	11	0.093
左颞中回	8	0	右颞中回	9	0
左颞下回	10	0.001	右颞下回	11	0.003
左岛叶	9	0	右岛叶	8	0
左尾状核	5	0	右尾状核	8	0
左中央前回	12	0.008	右中央前回	13	0.020
左中央后回	8	0	右中央后回	12	0.001
左顶上小叶	8	0	右顶上小叶	8	0
左缘上回	6	0	右缘上回	5	0
左枕颞内侧回	8	0	右枕颞内侧回	6	0
左小脑	10	0.001	右小脑	11	0.003

注:理想激活脑区数为 19

表 3 19 名健康青少年  $^1\text{H}$  MRS 测量结果(峰下面积比值)

取样部位化合物	左侧	右侧
苍白球	-	-
NAA/Cr	3.24±1.27	3.17±1.12
cho/Cr	0.71±0.15	0.66±0.19
ml/Cr	0.66±0.17	0.60±0.16
a-Glx/Cr	0.84±0.18	0.71±0.28

## 3 讨论

1990 年 Ogawa<sup>[10]</sup>首次报导 fMRI 用于人脑,fMRI 使直接窥视活体大脑内部活动情况成为可能,为探索高级精神活动的脑部基础提供了新的研究工具。目前 fMRI 主要包括 3 种成像技术<sup>[1]</sup>:①血氧水平依赖性测量成像 (blood oxygen level dependent, BOLD);②灌注成像;③弥散加权成像。最常用的是 BOLD。其成像原理是,人体血液中的氧合血红蛋白是抗磁性物质,脱氧血红蛋白是顺磁性物质。当大脑受到视觉刺激式进行运动感知及认知活动时,相应皮质区域的血液、血体积及脱氧程度就会产生变化,从而使该区域的磁化率发生改变。利用对磁化率敏感的快速高分辨梯度回波序列 (gradient recalled echo,GRE) 可检测并显示这种变化的空间分布及其

动态过程,识别功能区域,从而建立刺激与响应之间的联系。fMRI 多使用回波平面成像技术,它是目前为止最快速的 MR 成像法,可在极短时间内 (小于 1s) 对大脑皮质活动的区域进行实时成像。BOLD 成像基本过程是:用任务和静息两种状态交替刺激受试者,对两种状态下获得的原始图像进行匹配剪影,用交叉相关技术重建功能激发图像。目前 fMRI 研究中较多使用“组块”设计,此方法用于脑电生理、生理心理试验中,并研究注意、知觉、记忆、认知等临床问题<sup>[1]</sup>。

目前对受试者视觉注意作业测验的心理过程有不同的观点,有学者认为它是工作记忆的指标,主要测定工作记忆的执行控制功能<sup>[4]</sup>;也有学者认为它主要测定选择性注意的能力<sup>[4]</sup>。还有学者认为,由于刺激模式以视觉方式呈现,受试者为了记住图片,需要视觉选择性注意的参与,因此,视觉注意作业测验主要测定受试者对图片材料信息保持功能,同时有选择性注意及执行控制的认知成分参与<sup>[5]</sup>。但更多学者认为它主要测定的是长时记忆的提取过程<sup>[1,4]</sup>。在本研究中,由于我们要求被试者尽可能多地说出飞艇、坦克和飞机的名称,是在线索提示下要求受试者从长时记忆中尽可能多地提取信息,因此,我们认为主要测定的是长时记忆的提取过程,同时有选择性注意及工作记忆成分的参与。

一般认为,在信息传入大脑的最初时间内,主要是额叶等皮质结构参与,但有时这些信息也被传入颞叶内侧结构<sup>[1,4]</sup>。随着时间推移,记忆需要重新组织和稳定,即其他大脑皮质的参与<sup>[4]</sup>。Fletcher<sup>[11]</sup>归纳为,双侧额叶背外侧及右侧额叶腹外侧可能参与长时记忆的提取过程,前者可能参与核实和管理工作,而后者可能参与搜寻目标的过程。本研究显示,视觉注意作业测验主要激活了双侧额上回、双侧额中回及左侧额下回,即双侧额上回及额中回可能主要参与管理工作,左侧额下回可能参与搜寻目标的过程,本研究显示健康青少年的主要激活脑区与上述文献基本一致<sup>[1,3]</sup>。

视觉注意作业需要选择性注意的参与,扣带回前部是有关注意测验的功能影像学研究最多的脑区<sup>[12-13]</sup>,Davis 等<sup>[13]</sup>研究显示扣带回前上部是视觉注意作业测验激活的主要脑区。随后也有研究者认为,扣带回前上部参与认知控制过程,类似于额叶前部的功能。本项研究显示右侧扣带回是视觉注意作业测验的脑功能区,这一结论支持上述观点。

本研究对 19 名健康青少年进行 fMRI 检测,其中理想激活脑区系指 19 个受试者的脑区均有激活,  
(下转 415 页)