

· 论 著 ·

48 例不同强度光刺激视皮层脑功能成像的临床观察

王 俊, 卢 环, 许红雨, 宋建民

(赣南医学院第一附属医院, 江西赣州 341000)

摘要:目的 利用功能性磁共振成像(fMRI)研究光强度变化在视皮层的信号强度的反应。方法 48 例受试者均接受不同强度白光的刺激。运用功能成像分析 AFNI 软件对原始数据进行处理,并用统计学方法对图像进行比较。结果 48 例受试者接受刺激后在双侧枕叶视皮层均有兴奋区,6 000 mcd 强度光刺激的平均 BOLD 信号强度比 4 000 mcd 光刺激增强 129% ($P < 0.05$),10 000 mcd 强度光刺激的平均 BOLD 信号强度比 6 000 mcd 光刺激增强 63% ($P < 0.05$)。同时发现右侧光刺激的平均 BOLD 信号强度比左侧增强 41% ($P < 0.05$)。此外,脑组织兴奋还见于外侧膝状体、上丘、脑干的顶盖前区、顶叶皮层等。结论 通过对 fMRI 图进行统计学分析,证实在光的刺激下枕叶视皮层血流信号增强,且与强度正相关,并且右侧信号强度变化比左侧强。

关键词:磁共振成像;视皮层;不同强度光的刺激

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2011.10.005

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2011)10-0946-03

The study of functional magnetic resonance imaging on different intensity light to stimulate the visual cortex

Wang Jun, Lu Huan, Xu Hongyu, Song Jianmin

(Department of Radiology, The First Affiliated Hospital, Gannan Medical College, Ganzhou, Jiangxi 341000, China)

Abstract: Objective To study the change of signal strength of visual cortex that to stimulating it with different intensity light by function MRI. **Methods** 48 volunteers accepted the stimulation of different intensity light. Functional imaging analysis AFNI software was used for processing the law data, computer automatically generated time signal intensity curves, and using statistical methods to compare them. **Results** Occipital lobe in the district on cortex were excited in 48 cases, The average signal intensity of 6000mcd light stimulating than 4000mcd increased 129% ($P < 0.05$). The average signal intensity of 10000mcd light stimulating than 6000mcd increased 63% ($P < 0.05$). The average signal intensity on right was higher than that of left by 41% ($P < 0.05$). It was discovered that other brain excited areas were also found in the corpus geniculatum laterale and Superior colliculus, brain stem of the cap before the area, parietal cortex. **Conclusion** The statistical analysis of fMRI confirm that the blood flow signals of occipital lobe on cortex is increased through different strength light stimulating, and positively correlate with the intensity of light and change is more occurred in right side than that in left side.

Key words: magnetic resonance imaging; visual cortex; the stimulate of different light

功能性脑成像使科研工作者直接窥视活体大脑内活动情况成为可能,为脑的研究提供了更先进、更精确的技术手段,从而成为脑科学研究的前沿。功能性磁共振成像(fMRI)是利用脑在进行各种感觉或认知活动时血流动力学参数发生变化,通过检测这些变化来进行大脑激活皮层的定位,从而识别功能区域。目前,利用 fMRI 技术,在感官、认知等方面已经取得了一定的进展。但是,用不同强度的光刺激相对应的脑区的确定及敏感度的研究很少。本文将不同强度的光刺激的脑功能成像作为主要的研究对象,并应用统计学方法进行处理。

1 资料与方法

1.1 一般资料 48 名实验者均来自学校的志愿者,没有视觉系统疾病与视力障碍。其中男 24 名,女 24 名,年龄 21~25 岁,平均 23 岁。采用西门子 1.5(特斯拉)磁共振成像仪。功能成像(fMRI)参数:采用功能皮层 EPI 成像系列,层数:16,层厚:3mm,视野:100%,矩陈 64×64,重复时间:1 600 ms,回波时间:60 ms,线圈:头线圈,阈值 4.0,采集次数 66。解剖定位像,采用 T1WI 序列,定位线与距状沟平行,重复时间(TR):20 ms,回波时间(TE):5 ms,矩阵:256×256,共 16 层;BOLD 数据采集,采用功能皮层 EPI 成像序列,重复时间

(TR):1 600 ms,TE 60 ms,矩阵 64×64,反转角:90 度。

1.2 刺激装置与方案 采用自制的专用液晶眼镜,保证被测者不受周围环境的干扰。该液晶眼镜由防磁材料制成,是一个能发出白光的眼罩光源。其光源波长为 520~530 nm,刺激强度为 4 000、6 000、10 000 mcd,用 5 V 的直流电源外加一控制开关对其进行光有无及强弱的控制。机房关上所有灯光,试验中受试者戴上眼罩,同时注视眼罩接受刺激。采集次数为 88 次:受试者躺于磁共振扫描床上,第一组先在不打开眼罩上的灯即静止状态下,先扫描 3 次,忽略数据,再扫描 8 次,收集数据,再重复一遍;然后打开眼罩上的灯即分别在不同强度刺激状态下,也是先扫描 3 次,忽略数据,再扫描 8 次,收集数据。

1.3 图像后处理 对采集到的功能图像数据,首先将刺激活动组与静止组分开,通过时间信号强度曲线将由移动造成的信号伪影排除。确定 R 值为 0.3, $P = 0.05$ 作为相关系数的分析阈值,并将每组的前 3 幅去掉,因为从刺激开始到信号改变之间有一个几秒的时间延迟,然后运用功能成像分析软件 AFNI 软件对原始数据进行处理,计算机自动产生出所选层面的时间信号强度相关图,最后将功能区与相应层面的 T₂WI 解剖图像进行叠加显示活动区的位置、大小、分布。

1.4 实验中应注意事项 在实验过程中要严格控制头动;避免血管伪影;尽量减少环境中的光源。

1.5 统计学处理 用 SPSS12.0 统计软件对实验数据进行统计分析,应用 *t* 检验,Fisher 精确概率相关分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 脑功能成像图与结果的分析 光刺激后能引起双侧枕叶视皮层、外侧膝状体、上丘、脑干的顶盖前区、顶叶皮层等脑组织兴奋增强,以双侧视皮层为主,见封 2 图 1。接着关掉室内一切光源,保持最低干扰,然后进行脑功能成像。从封 2 图 2 中发现,除一些零散的兴奋点外,其他没明显的兴奋区,说明实验条件还是比较合理的。

2.2 不同强度的白光刺激的脑功能图像的比较与分析 4 000、6 000、10 000 mcd 3 种强度的光刺激后的脑功能图,经放大并计算其信号强度的像素,进行统计学分析得出三者的平均信号强度分别为 34、78、127,相应所得标准差分别为 13.10、14.15、16.25。6 000 mcd 的光刺激与 4 000 mcd 的光刺激产生的信号强度用 *t* 检验进行统计学分析,*t* 值为 2.282,差异有统计学意义($P < 0.05$);10 000 mcd 的光刺激与 6 000 mcd 的光刺激产生的信号强度用 *t* 检验进行统计学分析,*t* 值为 2.274,差异有统计学意义($P < 0.05$)。所以,视皮层对光刺激随着强度增加,兴奋性增加,且呈正相关性,见封 2 图 3 及表 1。

表 1 不同强度光刺激的脑功能图分析 ($n=48$)

白光刺激强度(mcd)	平均信号强度	标准差
4 000	34	13.10
6 000	78	14.15
10 000	127	16.25

表 2 不同强度光刺激的脑功能图左、右侧比较与分析

位置	4 000 mcd	6 000 mcd	10 000 mcd
左侧视皮层	21	25	30
右侧视皮层	28	33	46

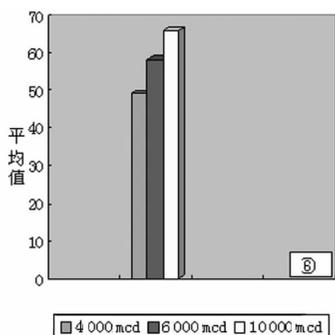


图 4 不同强度的光刺激信号比较图例

2.3 不同强度的光刺激形成的脑功能图左、右侧比较与分析 在不同强度光的刺激下形成的脑功能图,经放大并计算其信号强度的像素,进行统计学分析得出三种强度刺激下左右两侧

视皮层的平均信号强度,用 *t* 检验进行统计学分析,得出 *t* 值为 2.96,说明左右两侧差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 2。

3 讨 论

脑功能成像(BOLD-fMRI)的一个重要研究内容是试图找到脑内存在特定的功能区,即功能相同或相似的神经元在一定程度上相对聚集,构成一个相对独立的功能区域。该研究已经取得很大进展^[1-6]。同时观察多个脑区的活动,探讨多个功能区域之间的相互关系。这对研究脑的高级功能是个有利条件,因为脑高级功能通常需要多个功能区域的协同工作^[7]。从本研究结果也可以看出,fMRI 可对不同强度光刺激下视皮层功能定位定量研究。

本研究结果显示,在任何颜色光的刺激下,首先在枕叶距状沟周围(初级视觉皮层)的血流容积增加,产生兴奋信号,并且随着刺激强度增加,兴奋区域的像素明显增加。这与 Good-year 等^[8]和 Schroeter 等^[9]的研究结果一致。但当刺激强度在 4 000 mcd 以下时,兴奋信号与刺激强度相关性不大,而在 2 000 mcd 时几乎没有兴奋信号产生,这可能因为这个刺激强度区间与视神经兴奋阈值相当。而在 6 000 mcd 左右时,兴奋信号变化最快,所以,作者认为这个刺激强度可能为视觉最佳刺激强度。

研究发现,6 000 mcd 强度光刺激后视皮层区域平均兴奋信号(像素化)强度明显增强,比 4 000 mcd 强度光产生的平均信号强度大 129%,二者差异有统计学意义;而 10 000 mcd 强度光相同条件刺激下视皮层产生平均信号强度比 6 000 mcd 强度光刺激产生平均信号强度大 63%,二者间差异有统计学意义。从而得出结论,在兴奋阈值以上刺激下,视皮层平均兴奋强度与光刺激强度呈正相关。而在描绘兴奋信号与光刺激强度的变化关系时,发现不仅视皮层(V1、V2、V3、V4 和 MT/V5 各区)有兴奋信号出现,同时外侧膝状体、上丘、脑干的顶盖前区、顶叶皮层、颞下回和额叶等区域均有不同程度兴奋信号产生,甚至在顶叶出现过兴奋信号。这同 Bartels 和 Zeki^[10]提出视觉认知始于视网膜,经外侧膝状体核,投射到视皮层,最后颞下回和额叶激活,进一步识别物体的颜色,再向具有进一步处理功能的大脑皮层辐射这一过程相符合。另外,有学者认为不仅视觉刺激可激活视皮层区,而且视觉刺激想象也可激活视皮层,只是激活的范围有所差别。本研究 2 例因恐惧致实验中思想不集中,所以视皮层信号混乱,同时在额叶、顶叶均有不同程度的激活。

研究发现,在右侧视皮层产生平均信号强度分别是左侧的 1.33、1.32、1.53 倍,两侧差异有统计学意义,从而进一步证实视觉脑皮层中,右侧大脑半球为优势半球^[11-12]。

目前,血氧水平依赖 BOLD-fMRI 实现了对人类视觉系统相关脑区的功能定位,在视觉系统的研究中已取得重要成果^[13-15]。本试验进一步发现和证实,不论哪种强度光刺激,脑组织的兴奋区域基本相同,在视皮层、外侧膝状体、上丘、脑干的顶盖前区、顶叶皮层等均会出现刺激后的平均信号增强效应;在 3 种刺激颜色中,视皮层对蓝光敏感性最强,对红光敏感性最差;且右侧视皮层的兴奋性平均信号强度变化比左侧大。随着 3 T 以上磁共振应用,视觉传导纤维束成像成为可能。

参考文献:

[1] Benson PJ, Guo K, Hardiman MJ. Cortical evoked poten-

- tials due to motion contrast in the blind hemifield[J]. Neuroreport, 1999, 10(17): 3595-3599.
- [2] Yamagishi N, Gods N, Callan DE, et al. Attentional shifts towards an expected visual target alter the level of alpha-band oscillatory activity in the human calcarine cortex[J]. Brain Res Cogn Brain Res, 2005, 25: 799-806.
- [3] Perin C, Schwartz S, Seghier M, et al. Hemispheric specialization of human inferior temporal cortex during coarse-to-fine and fine-to-coarse analysis of natural visual scenes[J]. Neuroimage, 2005, 28: 467-472.
- [4] Schroeter ML, Kupka T, Mildner T, et al. Investigating the post stimulus undershoot of the BOLD signal—a simultaneous fMRI and fNIRS study[J]. Neuroimage, 2006, 30: 349-354.
- [5] Pourtois G, Schwartz S, Seghier ML, et al. View-independent coding of face identity in frontal and temporal cortices modulated by familiarity: all event-related fMRI study[J]. Neuroimage, 2005, 24: 1214-1220.
- [6] Eger E, Schweinberger SR, Dolan RL, et al. Familiarity enhances invariance of face representations in human ventral visual cortex: fMRI evidence[J]. Neuroimage, 2005, 26: 1128-1134.
- [7] Pen C, Schwartz S, Seghier M, et al. Hemispheric specialization of human inferior temporal cortex during coarse-to-fine and fine-to-coarse analysis of natural visual scenes[J]. Neuroimage, 2005, 28(4): 464-470.
- [8] Goodyear BG, Menon RS. Effect of luminance contrast on BOLD Fmri response in human primary visual areas[J]. J Neurophysiol, 1998, 79: 2204-2209.
- [9] Schroeter ML, Kupka T, Mildner T, et al. Investigating the post stimulus undershoot of the BOLD signal—a simultaneous fMRI and fNIRS study[J]. Neuroimage, 2006, 30: 349-355.
- [10] Bartels A, Zeki S. The architecture of the colour centre in the human visual brain; new results and a review[J]. Eur J Neuro Sci, 2000, 12(1): 172-177.
- [11] Le Bihan D, Jezzard P, Haxby J, et al. Functional magnetic resonance imaging[J]. Science, 1991, 268(5212): 296-301.
- [12] Sereno MI, Dale AM, Reppas JB, et al. Borders of multiple visual areas in humans revealed by functional magnetic resonance imaging[J]. Science, 1995, 268(5212): 889-894.
- [13] 刘虎, 张权, 张云亭, 等. BOLD-fMRI 在视觉研究中的应用[J]. 国外医学临床放射学分册, 2004, 27(4): 209-214.
- [14] 孙学军, 刘买利, 叶朝辉. 脑功能磁共振成像研究进展[J]. 中国神经科学杂志, 2010, 17(3): 270-276.
- [15] Eger E, Schweinberger SR, Dolan IU, et al. Familiarity enhances invariance of face representations in human ventral visual cortex: fMRI evidence[J]. Neuroimage, 2005, 26(14): 1128-1133.

(收稿日期: 2010-09-23 修回日期: 2010-11-17)

(上接第 945 页)

- 医学, 2008, 30(12): 1834-1837.
- [4] Liu EL, Qin XM. Advance in Codonopsis pilosula[J]. J Shanxi Med Univ, 2002, 33(6): 567-569.
- [5] Zhu EY, He Q, Wang ZT, et al. Chemical study on the root of codonopsis pilosula[J]. J China Pharm Univ, 2001, 32(2): 94-95.
- [6] 张驰, 刘信平, 周大寨, 等. 中国板党中硒多糖提取分离技术研究[J]. 食品科学, 2006, 27(10): 314-318.
- [7] 肖海, 赵瑞娟. 喉罩-丙泊酚复合氯胺酮麻醉在乳腺癌根治术中的应用[J]. 山西医药杂志, 2009, 38(1): 47-48.
- [8] 万兆星, 刘晶涛, 康红灿, 等. 丙泊酚、氯胺酮复合芬太尼用于人工流产术中镇痛效果比较[J]. 山东医药, 2007, 47(21): 105-106.
- [9] 谢慧玲. 长托宁、阿托品、氯胺酮在小儿麻醉前用药比较[J]. 海南医学, 2006, 17(4): 95-96.
- [10] 刘宏雁, 吴迪, 吕国蔚, 等. 兴奋性氨基酸在缺氧耐受形成中的变化[J]. 中国应用生理学杂志, 2000, 16(4): 342-346.
- [11] 肖本见, 陈国栋, 谭志鑫, 等. 富硒板党对低氧耐受小鼠兴奋性氨基酸的影响[J]. 中国应用生理学杂志, 2006, 22(2): 151-152.
- [12] 吴丽颖, 王福庄, 范明. 低氧预适应提高脑缺氧耐受性的研究进展[J]. 国外医学生理、病理科学与临床分册, 2001, 21(4): 315-316.
- [13] 王文益, 赵聪敏, 廖伟, 等. EPO 基因修饰 MSCs 对新生大鼠缺氧缺血性脑损伤的治疗作用[J]. 重庆医学, 2009, 38(22): 2787-2792.
- [14] 张雨平, 赵聪敏, 王丽雁, 等. Caspase-3 特异性肽类抑制剂抗新生鼠缺氧缺血性脑损伤量效研究[J]. 重庆医学, 2006, 35(19): 1762-1763.
- [15] 陈克克, 王拮之. 党参多糖的研究进展[J]. 现代生物医学进展, 2007, 7(4): 635-637.

(收稿日期: 2010-10-22 修回日期: 2010-11-03)