临床研究　文章编号:0253-3626(2008)s1-0078-04

Necker立方体知觉翻转的功能核磁共振研究

申　林[1],黄晓绮[2],曾志磊[1],吕　粟[2],龚启勇[2],谢　鹏[1]

(1.重庆医科大学附属第一医院神经内科,重庆　400016;2.四川大学华西医学院放射科,成都　610041)

【摘　要】目的:探索知觉竞争现象激活的大脑功能部位。方法:运用功能核磁共振方法,使用区组设计的刺激呈现序列,提取并比较Necker立方体的内源性翻转和外源性翻转的信号。结果:功能核磁共振的结果显示,在双侧额上回和额中回内源性翻转和外源性翻转有显著的差异的。结论:额叶皮质可能是产生知觉翻转神经生理过程的功能部位。

【关键词】Necker立方体;双稳态图形;功能核磁共振;意识;知觉

【中国图书分类法分类号】R814.46;R339.145　　【文献标识码】A　　【收稿日期】2007-08-29

An fMRI study for perceptual reversal of Necker cube

SHEN Lin, et al

(*Department of Neurology, the First Affiliated Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: We try to examine the hypothesis that perceptual reversal is function of frontoparietal cortex. *Methods*: We employed block design in functional MRI, extracted event signal of endogenous reversal of Necker cube and compared with that of exogenous reversal. *Results*: Functional MRI revealed that spatial varieties were significant in bilateral superior and middle frontal lobe. *Conclusion*: Perceptual reversal may be the function of frontal cortex.

【Key words】Necker cube; Bistable figures; fMRI; Conscious; Perception

Necker立方体知觉竞争现象的神经生理过程的理论假设主要涉及两种:自下而上(Bottom-up)和自上而下(Top-down)。自下而上的理论假设解释知觉竞争现象为低水平视觉通路(枕叶视皮质)上神经元细胞的交替疲劳和活跃,出现Necker立方体的两种知觉状态交替发生的现象[1]。自上而下的理论假设解释为较高水平的脑功能施加作用于低水平视觉通路的神经元,从而发动知觉状态翻转[2-5]。

我们采用fMRI的方法,比较内源性翻转和外源性翻转的空间信号差异,探索知觉竞争现象激活的脑功能部位。

Necker立方体具有知觉交替的属性(图1),添加深度线索后的Necker立方体无知觉交替属性,将其作为对照(图2、图3)。

我们提取内源性翻转知觉和外源性翻转知觉二种事件诱导发生的血氧水平依赖(BOLD)信号,对BOLD信号在个体水平和组水平进行分析并探测两种事件的激活部位的空间差异。

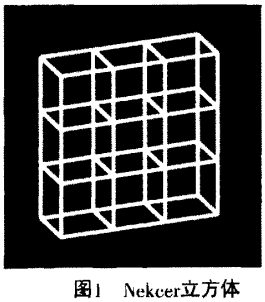


图1　Nekcer立方体

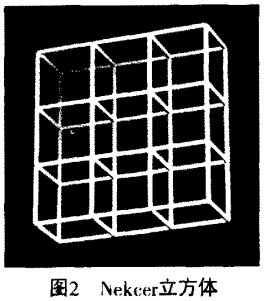


图2　Nekcer立方体(添加深度线索)

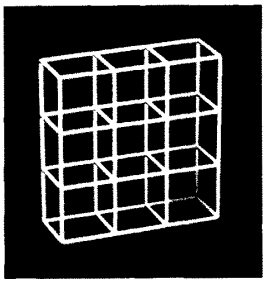


图3　Nekcer立方体(添加深度线索)

作者介绍:申　林(1981-),男,硕士,研究方向:神经心理学,神经影像学。

通讯作者:谢　鹏,男,教授,E-mail:pengxie58@gmail.com。

1 材料和方法

1.1 受试者

六位右利手的正常成人(3位女性),23~26岁,正常或矫正至正常视力纳入试验。所有受试者知情同意。

3个Necker立方体晶格,1个没有添加深度线索,余2个添加深度线索。所有刺激由Cogent 2000呈现,在Matlab 6.5运行,通过Philips显示器投射,刷新率为60Hz。

1.2 刺激序列

采用区组设计。没有添加深度线索的Necker立方体连续呈现,持续20s,构成内源性翻转事件(图4A)。添加深度线索的Necker立方体交替呈现,持续20s,构成外源性翻转事件(图4B)。两种事件随机出现,间隔时间随机,平均30s。

1.3 试验过程及任务介绍

受试者在每种事件呈现结束时按键。如果觉知到内源性翻转时用优势手按一个键,觉知到外源性翻转时则按另一个键。两种不同的事件发生时间和顺序是预先已知的,按键的目的是确认受试者忠实的注意于试验过程。由于不同的注视点可能影响知觉状态,因此要求受试者注视Necker立方体晶格的正中部分以避免注视点效应。所有按键反应由Cogent 2000记录。

我们测试了受试者是否理解试验任务。直到受试者觉知到三维的Necker立方体的两种知觉状态而不是两维的Necker立方体时,受试者被纳入我们的试验。

二个事件按照预编程的伪随机序列随机呈现以避免序列效应,即受试者不能预测到下一个事件。相邻两个事件间隔黑屏的休息时间,平均30s(20~40s,随机分布)。总共2个进程,每个进程分布316个容积。

1.4 fMRI数据采集

连续的全脑BOLD信号采集(GE 3.0,echo time 30ms;TR 2s;flip angle 90°;32 descend slices; voxel size=3.3mm × 3.3mm × 3.5mm)。

扫描过程中,受试者通过头上方的镜片看到投射至屏幕的随机呈现的Necker立方体晶格。

1.5 fMRI 数据分析

采用SPM5软件分析fMRI数据(www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm)。两个进程最开始的4个容积被移除,每个进程剩余的312个功能图像进行重排,层面时间校正,结构像和功能像融合,分割结构像,空间标准化和平滑。

对预处理后的数据进行固定效应分析,使用SPM5的一般线性模型。头动参数用于减少头动所致的伪影。定义对照供组水平分析。

在个体水平,比较两个事件的对照被定义以探测BOLD信号的空间差异。在个体水平定义的对照呈递到组水平进行组分析。在组水平,选用单样本t检验估计群体效应并最后重叠到SPM5提供的。

2 结 果

我们在组水平比较了内源性翻转和外源性翻转两个事件存在的空间信号差异。如果某个脑区和内源性翻转功能相关或者对内源性翻转贡献大,那么在和外源性翻转比较时该脑区会出现更高的激活水平。我们的结果和先前的功能核磁共振研究结果一致[6-8],在双侧额上回和额中回探测到显著的差异(图5)。这一结果揭示,额顶叶皮质对内源性翻转贡献更大。

3 讨 论

我们通常知觉到的世界是一个稳定的确定的

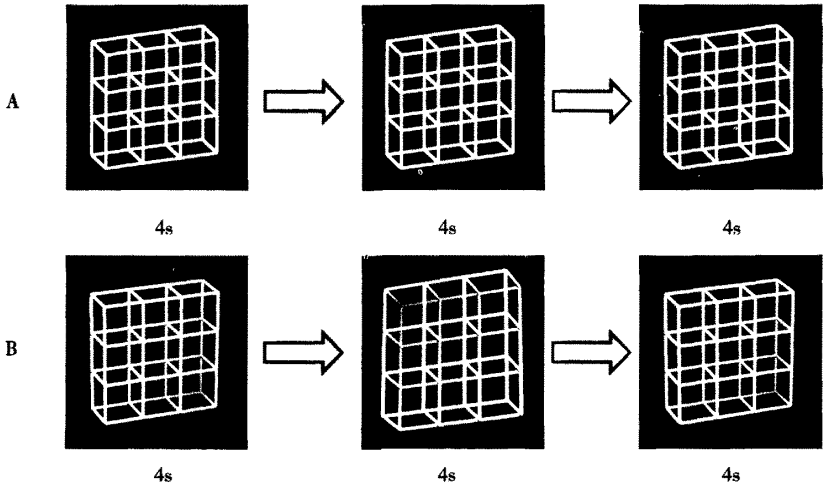


图4 刺激呈现序列

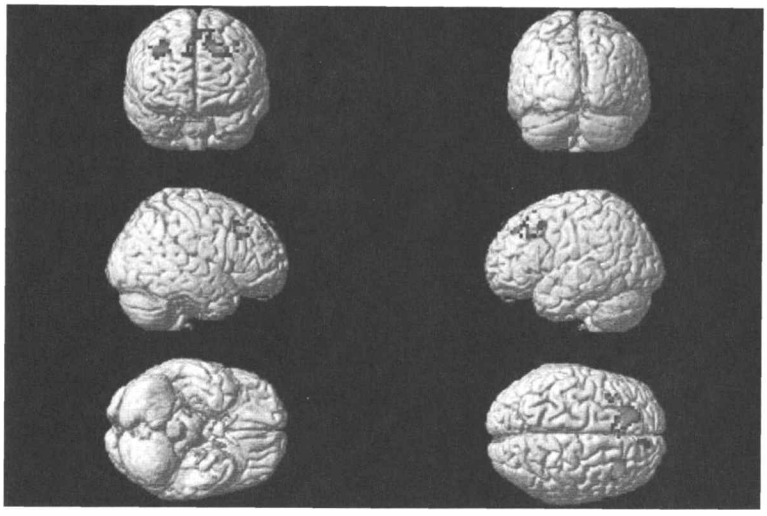


图5　知觉翻转相关的脑区(组水平Heightthreshold t=1.637 744,P<0.1,未校正)

世界[9]。然而持续注视双稳态图形(比如Necker立方体)时,我们却经历到两种相互竞争并快速交替的知觉状态,而Necker立方体的物理属性没有发生任何改变。关于Necker立方体知觉竞争现象的神经生理过程的理论假设主要涉及两种假设:自下而上和自上而下。

自下而上的理论假设解释知觉竞争现象为低水平视觉通路(枕叶视皮质)上神经元细胞的适应或疲劳。对应于一种知觉状态的局部神经元簇的适应或疲劳导致这种知觉状态的短暂缺失,同时对应于另一种知觉状态的局部神经元簇活跃导致另一种知觉状态的出现。局部神经元簇交替疲劳和活跃,出现Necker立方体的两种知觉状态交替发生的现象。

自上而下的理论假设解释知觉竞争现象为较高水平的脑功能,比如注意,期望和记忆等,它们施加作用于低水平视觉通路的神经元,从而发动知觉状态翻转或者维持一种知觉状态不被另一种知觉状态所替代[2-5]。

在本次研究中,我们采用了区组设计的刺激呈现序列,并比较了从fMRI时间序列中提取的内源性翻转和外源性翻转的事件信号。结果显示相对于其它脑区,双侧额叶有更强的激活。双侧额叶的激活支持注意、既往的经验等高水平的脑功能可能启动了Necker立方体的知觉交替过程的观点[3,10-13]。

然而,也有相反的研究结果报道。Sheinberg和Bradley指出颞叶对于知觉翻转是重要的[14,15],并且对双稳态的三维图形贡献更大[16]。Karnath等暗示颞叶掌控着空间知觉的功能[17]。注意可能不能影响知觉翻转过程[18]。在没有注意参与的情况下,主动翻转仍然存在,只是翻转频率降低[19]。额叶肿瘤的病人保留正常的翻转率但是易化翻转的能力受损[20]。这些证据暗示额顶叶皮质不能发动知觉翻转。以上文献支持知觉翻转相关的神经部位在低水平视通路的观点。其因果关系仍然存在争论:是否是高水平视通路的皮质发出的回返纤维影响了低水平视通路上的神经细胞,从而导致了知觉翻转现象?解决这些争论首先需要考虑在知觉翻转时不同脑区活动的时间关系。Sterzer等人最近的研究发现右侧额下回先于其它脑区激活,提示额叶皮质发动了知觉的翻转过程。

本试验结果支持额叶皮质发动了知觉翻转过程的理论假设。对于知觉竞争现象的解释仍然存在争论。微电刺激(Electrical microstimulation)能干扰知觉翻转过程相关脑区的电活动,从而检验各脑区之间的因果联系[21,22],可能是解决知觉竞争现象争论的一种很有希望的方法。

参 考 文 献

[1] Toppino TC,Long GM. Selective adaptation with reversible fig ures: don't change that channel[J]. Percept Psychophys,1987;42(1):37-48.

[2] Rock I,Hall S,Davis J. Why do ambiguous figures reverse[J]? Acta Psychol(Amst),1994;87(1):33-59.

[3] Slotnick SD,Yantis S. Common neural substrates for the control and effects of visual attention and perceptual bistability[J]. Brain Res Cogn Brain Res,2005;24(1):97-108.

[4] Maloney LT,Dal Martello MF,Sahm C,et al. Past trials influence perception of ambiguous motion quartets through pattern com-

pletion[J]. Proc Natl Acad Sci USA,2005;102(8):3164-3169.
[5] Hopfinger JB,Buonocore MH,Mangun GR. The neural mechanisms of top-down attentional contrd[J]. Nat Neurosci,2000;3(3):284-291.
[6] Sterzer P,Kleinschmidt A. A neural basis for inference in perce ptual ambiguity[J]. Proc Natl Acad Sci USA,2007;104(1):323-328.
[7] Kleinschmidt A,Buchel C,Zeki S,et al. Human brain activity during spontaneously reversing perception of ambiguous figures [J]. Proc Biol Sci,1998;265(1413):2427-2433.
[8] Lumer ED,Friston KJ, Rees G. Neural correlates of perceptual rivalry in the human brain[J]. Science,1998;280(5371):1930-1934.
[9] Blake R, Logothetis NK. Visual competition[J]. Nature Reviews Neuroscience,2002;3:13-21.
[10] Corbetta M,Miezin FM,Shulman GL,et al. A PET study of visuospatial attention[J]. J Neurosci,1993;13(3):1202-1226.
[11] Kawabata N,Mori T. Disambiguating ambiguous figures by a model of selective attention[J]. Biol Cybern,1992;67(5):417-425.
[12] Peterson MA,Gibson BS. Directing spatial attention within an object: altering the functional equivalence of shape descriptions[J]. J Exp Psychol Hum Percept Perform,1991;17(1):170-182.
[13] Inui T,Tanaka S,Okada T,et al. Neural substrates for depth per ception of the Necker cube;a functional magnetic resonance imaging study in human subjects[J]. Neurosci Lett,2000;282(3):145-148.
[14] Sheinberg DL,Logothetis NK. The role of temporal cortical areas in perceptual organization [J]. Proc Natl Acad Sci USA,1997;94(7):3408-3413.
[15] Bradley DC,Chang GC,Andersen RA. Encoding of three-dimensional structure-from-motion by primate area MT neurons [J]. Nature,1998;392(6677):714-717.
[16] Dodd JV,Krug K,Cumming BG,et al. Perceptually bistable three-dimensional figures evoke high choice probabilities in cortical area MT[J]. J Neurosci,2001;21(13):4809-4821.
[17] Karnath HO,Ferber S,Himmelbach M. Spatial awareness is a function of the temporal not the posterior parietal lobe[J]. Nature,2001;411(6840):950-953.
[18] Meng M,Tong F. Can attention selectively bias bistable perception? Differences between binocular rivalry and ambiguous figures [J]. J Vis,2004;4(7):539-551.
[19] Pastukhov A,Braun J. Perceptual reversals need no prompting by attention[J]. Journal of Vision,2007;7(10):1-17.
[20] Windmann S,Wehrmann M,Calabrese P,et al. Role of the prefrontal cortex in attentional control over bistable vision[J]. J Cogn Neurosci,2006;18(3):456-471.
[21] Salzman CD,Britten KH,Newsome WT. Cortical microstimulation influences perceptual judgements of motion direction[J]. Nature,1990;346(6280):174-177.
[22] Gold JI,Shadlen MN. The influence of behavioral context on the representation of a perceptual decision in developing oculomotor commands[J]. J Neurosci,2003;23(2):632-651.

(上接第 69 页)

多为横向分布且有明显分支,鉴别较容易。由于腰骶干紧邻椎静脉、髂内血管及分支,受到血管信号干扰,因而显示率较低(43.3%)。正常腰丛神经神经节信号高于近端的根和远端的干,边缘光滑,周围未见异常信号。神经信号在不同神经、不同节段和不同个体存在差异。

3.4 展望

CT、超声、MRI等影像检查显示腰丛神经有不同的价值。CT密度分辨率高,但不能把周围神经和血管、肌肉等软组织区分开;超声虽可显示四肢神经,但对显示神经丛较困难;常规MRI检查对显示椎管内病变较好,但对椎旁的神经根和神经丛难以识别。MRN可通过薄层高分辨扫描加脂肪饱和技术,去除脂肪高信号,在肌肉较低信号背景中显示较高信号的神经结构[4,5]。运用MRN技术对周围神经进行研究,能更清晰的显示周围神经的走行及大小分布等,能更好的为临床疾病的诊断及治疗提供有效的帮助。

参 考 文 献

[1] Howe F,Filler A,Bill B,et al. Magnetic resonance neurography [J]. Magn Reson Med,1992;28(2):328-338.
[2] 陈伯华,夏玉军,周秉文,等.腰骶神经节的应用解剖及临床意义[J]. 中华骨科杂志,1994;14(4):213-215.
[3] 曾南林, 张小明,赵琼慧,等.尸体标本腹腔神经丛:磁共振图像后处理分析[J].中国医学影像技术,2006;22(8):1258-1261.
[4] Filler AG,Maravilla KR,Tsumda JS. MR neurography and MR imaging for imaging diagnosis of disorders affecting the peripheral nerves and musculature[J]. Neurol Clin,2004;22(3):643-682.
[5] Filler AG,Haynes J,Jordan SE,et al. Sciatica of nondisc origin and piriformis syndrome: diagnosis by magnetic resonance neurography and interventional magnetic resonance imaging with outcome study of resulting treatment[J]. J Neurosurg Spine,2005;2(2):99-115.
[6] 吕发金,谢 鹏,牟 君,等.格林-巴利综合征腰丛神经磁共振神经成像研究[J]. 中国医学影像技术,2007;23(10):1457-1460.