

复发性视神经炎静息态低频振幅 功能磁共振成像研究

姚新宇 段云云 刘亚欧 任卓琼 黄靖 孙峥 毛贝 吴云清 张晓君 李坤成

【摘要】 目的 研究复发性视神经炎患者异常神经功能活动脑区的分布差异,探讨基线神经功能及其与临床的关系。**方法** 采用基于低频振幅(ALFF)的静息态fMRI技术对35例复发性视神经炎患者进行研究,并与50例性别、年龄和受教育程度相匹配的正常对照者进行比较,并分析mALFF值改变脑区与病程、同步听觉系列加法测验(PASAT)评分和视力之间的相关性。**结果** 与正常对照组相比,复发性视神经炎组患者左侧楔叶/楔前叶、左侧颞上回、双侧颞下回、双侧舌回和右侧枕中回mALFF值降低($P < 0.01$),而双侧额下回和左侧额叶内侧回mALFF值增加($P < 0.01$)。复发性视神经炎患者仅左侧颞上回($r = 0.403, P < 0.05$)和右侧舌回($r = 0.472, P < 0.05$)mALFF值与病程呈正相关。**结论** 静息态fMRI可以检出复发性视神经炎患者参与视觉信息处理的颞枕叶神经功能降低,以及与脑默认网络相关的额叶神经功能增强,为早期评价视神经炎患者神经功能和预测预后提供客观依据。

【关键词】 视神经炎; 复发; 磁共振成像

Study on resting - state fMRI based on amplitude of low - frequency fluctuation in patients with recurrent optic neuritis

YAO Xin-yu¹, DUAN Yun-yun¹, LIU Ya-ou¹, REN Zhuo-qiong¹, HUANG Jing¹, SUN Zheng¹, MAO Bei², WU Yun-qing², ZHANG Xiao-jun², LI Kun-cheng¹

¹Department of Radiology, Xuanwu Hospital, Capital Medical University; Beijing Key Laboratory of Magnetic Resonance Imaging and Brain Informatics, Beijing 100053, China

²Department of Neurology, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing 100730, China

Corresponding author: LI Kun-cheng (Email: kunchengli55@gmail.com)

【Abstract】 Objective To investigate the distribution of abnormal neurological activity of patients with recurrent optic neuritis (ON) by resting-state functional magnetic resonance imaging (fMRI), and to explore the relationship between baseline neurological function and clinic. **Methods** Resting-state fMRI were collected from 35 patients with recurrent ON and 50 normal controls who were matched in sex, age and education with patients. The amplitude of low-frequency fluctuation (ALFF) difference was investigated and compared between 2 groups. The correlation of brain regions with significantly different mALFF with duration, Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT) and vision was further explored. **Results** Compared to normal controls, patients with recurrent ON showed significantly decreased mALFF in left cuneus/precuneus, left superior temporal gyrus, bilateral inferior temporal gyri, bilateral lingual gyri, right middle occipital gyrus ($P < 0.01$), and significantly increased mALFF in bilateral inferior frontal gyri and left medial frontal gyrus ($P < 0.01$). The positive correlation between duration and mALFF in left superior temporal gyrus ($r = 0.403, P < 0.05$) and right lingual gyrus ($r = 0.472, P < 0.05$) was observed in recurrent ON patients. **Conclusions** Resting-state fMRI can detect decreased neurological function in the temporal and occipital lobes which are involved in visual processing and increased neurological function in the frontal lobe which is involved in default mode network (DMN) in recurrent ON. It will provide evidence for evaluating neurological function and predicting the prognosis of ON in the early stage.

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2016.06.007

基金项目:“十二五”国家科技支撑计划项目(项目编号:2012BA110B04);国家自然科学基金青年科学基金资助项目(项目编号:81401377);北京市医院管理局重点医学专业发展计划项目(项目编号:ZYLX201609)

作者单位:100053 北京,首都医科大学宣武医院放射科 磁共振成像脑信息学北京市重点实验室(姚新宇,段云云,刘亚欧,任卓琼,黄靖,孙峥,李坤成);100730 首都医科大学附属北京同仁医院神经内科(毛贝,吴云清,张晓君)

通讯作者:李坤成(Email:kunchengli55@gmail.com)

【Key words】 Optic neuritis; Recurrence; Magnetic resonance imaging

This study was supported by the National "Twelfth Five-Year" Science and Technology Support Program (No. 2012BAI10B04), the National Natural Science Foundation for Young Scholars of China (No. 81401377), and Key Medical Development Plan of Beijing Municipal Administration of Hospital (No. ZYLX201609).

视神经炎(ON)是好发于青年的炎性脱髓鞘性疾病,临床主要表现为视力下降、眼球和球后疼痛等眼部症状。视神经炎与多发性硬化(MS)和视神经脊髓炎(NMO)密切相关^[1-2],约25%的多发性硬化患者以视神经炎首发。美国视神经炎研究小组(ONSG)开展的一项前瞻性多中心研究显示,视神经炎患者5年累积进展为多发硬化的比例约为30%^[3],而复发性视神经炎最终进展为多发性硬化或视神经脊髓炎的风险显著增加^[4]。复发性视神经炎患者预后差异较大,部分患者急性期后通过重建皮质和皮质下视觉通路神经元使视力得以恢复,但也有部分患者视力逐渐下降,甚至失明^[5-7]。因此,早期发现视神经炎患者大脑皮质功能改变对全面评价病情、预测预后具有重要作用。本研究采用基于低频振幅(ALFF)的静息态fMRI技术探讨复发性视神经炎患者基线神经功能及其与临床的关系。

对象与方法

一、研究对象

1. 视神经炎组 选择2011年10月-2013年5月在北京首都医科大学附属北京同仁医院神经内科门诊和住院治疗的复发性视神经炎患者共计35例,均为右利手,入组前均知情同意并签署知情同意书。纳入标准:(1)复发性视神经炎的诊断符合美国视神经炎研究小组视神经炎治疗试验(ONTT)标准^[8]。①伴或不伴眼痛的急性视力下降。②神经纤维束损害相关性视野异常。③相对性瞳孔传入障碍或视觉诱发电位(VEP)异常。(2)视神经炎复发>1次,每次持续时间>24h,间隔时间>4周。排除标准:(1)存在导致急性视力下降的视网膜疾病及其他眼部和神经系统疾病的临床和实验室证据。(2)存在压迫性、缺血性、中毒性、遗传性、代谢性和浸润性视神经疾病的临床和实验室证据。(3)排除激素治疗期间突然减量或停药出现视神经炎复发。(4)不能配合完成MRI检查。男性11例,女性24例;年龄16~58岁,平均(34.41±12.83)岁;受教育程度6~16年,平均(12.03±3.01)年;总病程1~108个月,中

位病程12(7,66)个月,其中此次病程<7d者5例,7~14d者7例,>14d者23例;呈急性起病19例,亚急性起病12例,慢性或隐匿性起病4例;临床症状以单眼发病21例、双眼同时发病10例、双眼先后发病4例,其中5例伴头痛、8例伴转眼痛、3例伴肢体麻木;复发次数为2~12次,中位值为2.00(2.00,3.50)次;首次发作至复发时间1~108个月,中位时间为12(7,64)个月;入院时患侧眼标准化最小分辨视角对数(LogMAR)视力-0.08~3.00、中位视力0.30(0.10,1.30),病程中最差视力0.10~3.00、中位视力1.00(0.70,2.00);入院时认知功能评价同步听觉系列加法测验(PASAT)3s评分15~58分、平均为(38.31±11.36)分,2s评分16~56分、平均(32.75±9.92)分;头部MRI显示,脑组织无异常28例,脑内<3个非特异性白质改变(如皮质下点状病灶)7例。

2. 正常对照组 选择同期在我院进行体格检查的健康志愿者50例,均为右利手,双眼视力≥1.0,眼科检查未见明显异常,否认眼部疾病和中枢神经系统疾病病史,未见神经系统阳性体征,头部MRI检查无明显异常。男性16例,女性34例;年龄19~55岁,平均为(36.74±11.50)岁;受教育程度为9~19年,平均(14.00±2.42)年。

两组受试者性别($\chi^2=0.003, P=0.956$)、年龄($t=0.287, P=0.781$)和受教育程度($t=0.337, P=0.313$)比较,差异均无统计学意义,均衡可比。

二、研究方法

1. MRI检查 所有受试者安静平卧,保持清醒、闭眼、放松状态,软垫固定头部,采用德国Siemens公司生产的Magnetom Trio Tim 3.0T超导型MRI扫描仪,梯度场强45mT/m,12通道头部表面线圈,获得常规MRI和fMRI图像。(1)横断面T₁WI:重复时间(TR)650ms、回波时间(TE)6ms,扫描视野(FOV)240mm×210mm,矩阵256×224,激励次数(NEX)1次,扫描层厚4mm、层间距0.40mm,共扫描30层,扫描时间121s,范围覆盖自颅底至颅顶的全部脑组织。(2)横断面T₂WI:重复时间5500ms、回波时间94ms,视野240mm×210mm,矩阵256×

224, 激励次数 1 次, 层厚 4 mm、层间距 0.40 mm, 共扫描 30 层, 扫描时间 95 s, 范围覆盖自颅底至颅顶的全部脑组织。(3) 横断面 FLAIR 成像: 重复时间 8500 ms、回波时间 150 ms、反转时间(TI) 2200 ms, 反转角(FA) 150°, 扫描视野 240 mm × 210 mm, 矩阵 256 × 224, 激励次数 1 次, 扫描层厚 4 mm、层间距 0.40 mm, 共 30 层, 扫描时间 104 s, 范围覆盖自颅底至颅顶的全部脑组织。(4) 静息态 fMRI: 采集受试者静息态血氧水平依赖 (BOLD) 信号, 梯度回波序列 (GRE) 结合单次激发回波平面成像 (EPI) 进行扫描, 重复时间 2000 ms、回波时间 30 ms, 反转角 90°, 扫描视野 220 mm × 220 mm, 矩阵 64 × 64, 层厚 3 mm、层间距 1 mm, 共扫描 32 层、采集 180 帧图像, 扫描时间 366 s, 范围覆盖自颅底至颅顶的全部脑组织。

2. 图像处理 采用 SPM5 统计参数图软件 (www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm) 对所获得的图像进行处理。(1) 空间预处理: 首先剔除每例受试者前 10 帧 fMRI 图像以保证磁场稳定性, 并予时间矫正和头动校正; 接着以 3 mm × 3 mm × 3 mm 大小体素将图像归一至加拿大蒙特利尔神经病学研究所 (MNI) 标准空间; 再进行 4 mm 半高全宽 (FWHM) 高斯平滑处理以降低空间噪声; 然后采用线性回归消除头动及其他噪声的影响; 最后对每一体素进行 0.01 ~ 0.08 Hz 的时域滤波以消除低频漂移和高频噪声^[9]。(2) 计算 ALFF 值: 采用静息态 fMRI 数据分析工具包 REST 软件 (resting-fmri.sourceforge.net) 计算并分析 ALFF 值, 以快速傅里叶变换 (FFT) 将过滤的时间系列转换为频率域, 获取功率谱; 计算功率谱上每一频率的平方根和每一体素的平均平方根, 即 ALFF 值。将全脑体素除以全脑均值作归一化处理获得 mALFF 值, 去除个体差异, 即 M 化。

3. 统计分析方法 采用 REST 软件对经上述处理的数据进行分析, 两组受试者 mALFF 值的比较行两独立样本的 *t* 检验, 采用 AlphaSim 法对结果进行多重校正 [以性别和年龄为协变量, 各体素间 $P < 0.01$ 且团块体积 $> 270 \text{ mm}^3$ (10 个体素)], 将差异有统计学意义的脑区叠加于 MNI 标准空间 T1WI 上。mALFF 值与病程、PASAT 评分和视力的相关性采用 Pearson 相关分析。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

两独立样本的 *t* 检验显示, 与正常对照组相比,

表 1 复发性视神经炎患者 mALFF 值改变脑区分析*

Table 1. Analysis on brain regions of significant mALFF differences in recurrent ON patients*

Brain region	MNI (mm)			Voxel	<i>t</i> value
	x	y	z		
Left inferior frontal gyrus	-45	39	0	1146	-4.579
Right inferior frontal gyrus	-51	24	12	45	-3.965
Left medial frontal gyrus	-6	45	-18	183	-4.234
	-6	54	18	73	-4.960
Left cuneus/precuneus	-12	-96	15	862	5.965
Right inferior temporal gyrus	48	-69	-3	106	4.611
	63	-39	-27	21	4.251
Left superior temporal gyrus	-57	-60	12	47	4.338
	-57	-27	9	34	4.174
Left inferior temporal gyrus	-57	-66	-6	53	5.058
Left lingual gyrus	-15	-60	-12	105	4.577
Right lingual gyrus	9	-84	0	27	3.879
Right middle occipital gyrus	27	-93	0	56	4.032

*AlphaSim corrected $P < 0.01$. $t > 0$ represented significantly decreased mALFF in recurrent ON patients compared to normal controls; $t < 0$ represented significantly increased mALFF in recurrent ON patients compared to normal controls. MNI, Montreal Neurological Institute, 加拿大蒙特利尔神经病学研究所

复发性视神经炎患者左侧楔叶/楔前叶、左侧颞上回、双侧颞下回、双侧舌回和右侧枕中回 mALFF 值降低 ($P < 0.01$), 而双侧额下回和左侧额叶内侧回 mALFF 值增加 ($P < 0.01$; 表 1, 图 1)。

Pearson 相关分析显示, 复发性视神经炎患者各脑区 mALFF 值与 PASAT 评分和视力均无关联性 ($P > 0.05$), 仅左侧颞上回 ($r = 0.403, P < 0.05$) 和右侧舌回 ($r = 0.472, P < 0.05$) mALFF 值与病程呈正相关。

讨 论

视神经炎患者视觉功能评价方法主要包括视觉诱发电位、视野检查、光学相干断层扫描术 (OCT) 等^[10-11], 均集中于评价视神经自身的变化, 无法检测神经功能改变。近年来, 在视觉功能研究中, fMRI 可以直观显示与视觉形成相关的脑区, 从而能够全面、准确地了解视觉的神经机制, 故逐渐应用于科研和临床。

既往对视神经炎的影像学研究主要是任务态 fMRI, Gareau 等^[12]对 71 例存在视神经炎的多发性硬化患者进行任务态 fMRI 研究, 结果显示, 对患侧眼进行刺激时, 初级视觉皮质激活区域反应较健侧眼和正常对照组明显减少, 视觉诱发电位潜伏期较健

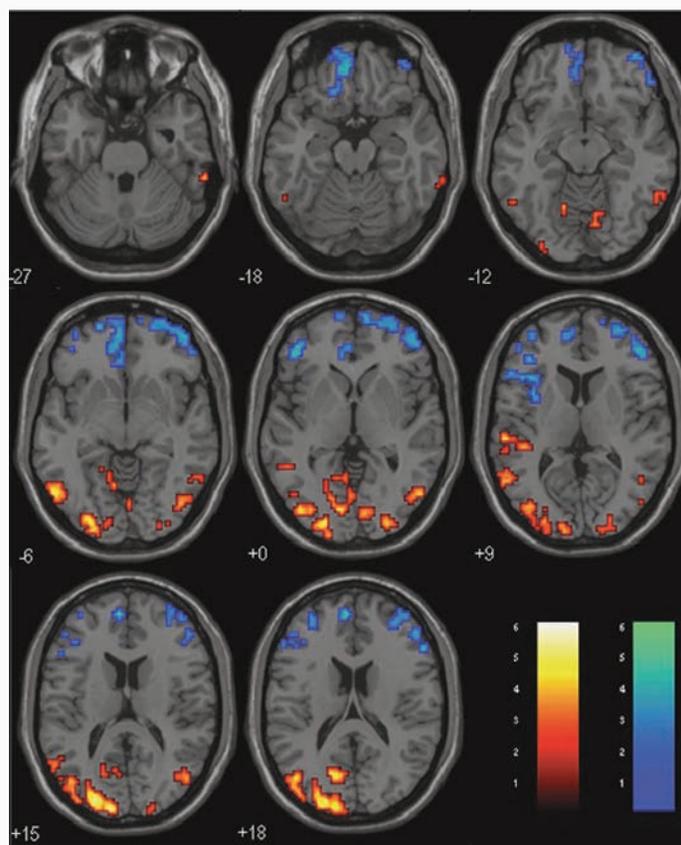


图1 复发性视神经炎组与正常对照组患者mALFF值两独立样本的 t 检验结果图:与正常对照组相比,复发性视神经炎组患者左侧楔叶/楔前叶、左侧颞上回、双侧颞下回、双侧舌回和右侧枕中回mALFF值降低(红色区域所示),双侧额下回和左侧额叶内侧回mALFF值增加(蓝色区域所示)

Figure 1 Two-sample t test results of mALFF of ON patients with recurrent and normal controls: compared with normal controls, patients with recurrent ON had decreased mALFF in left cuneus/precuneus, left superior temporal gyrus, bilateral inferior frontal gyri, bilateral lingual gyri and right middle occipital gyrus (red areas indicate), and increased mALFF in bilateral inferior frontal gyri and left medial frontal gyrus (blue areas indicate).

侧眼和正常对照组延长,提示fMRI与视觉诱发电位潜伏期具有较好的相关性。Levin等^[13]观察视神经炎恢复期患者的fMRI变化,结果显示,对患侧眼进行刺激时,初级视觉皮质信号激活强度弱于健侧眼,信号差异程度沿视觉皮质层次逐渐降低,显示出皮质反应的功能重构。

基于ALFF的静息态fMRI是通过功率谱计算出BOLD信号振幅,即从能量代谢角度获得BOLD信号相对基线变化的幅度,能够直接提示神经元自发性电活动,进而直接反映各脑区神经活动强度,不会出现因任务设计和受试者执行差异而导致的研究结果不可比。本研究结果显示,与正常对照组相比,复发性视神经炎组患者左侧楔叶/楔前叶、左侧

颞上回、双侧颞下回、双侧舌回和右侧枕中回mALFF值降低,而双侧额下回和左侧额叶内侧回mALFF值增加。枕叶是视觉中枢,枕中回负责视觉运动加工和空间分析;楔叶负责视觉信息处理;舌回参与视觉记忆的加工,并与楔叶一起组成视觉信息处理中心。颞下回是腹侧视觉传导通路的终点,参与物体识别和视觉记忆。Wang等^[14]研究显示,以初级视觉皮质作为兴趣区(ROI),生理情况下,与初级视觉皮质相关的脑区为双侧枕中回、楔前叶和舌回等脑区,以及中央前回/中央后回、额中回、梭状回、颞下回/颞中回、海马旁回等脑区。本研究结果亦显示,复发性视神经炎患者神经功能活动减弱的脑区主要是视觉中枢和与视觉信息处理、记忆加工相关的脑区,这些脑区神经功能活动降低可能是由于患者视力下降引起的视觉信息输入异常,从而导致视觉相关脑区神经功能损害。额下回和额叶内侧回是额顶叶网络的组成部分,Gazzaley等^[15]认为,视觉皮质在执行视觉功能时与额顶叶网络之间存在功能连接。额叶内侧回亦是静息态脑默认网络(DMN)的组成部分。脑默认网络于2001年由Raichle等^[16]提出,即静息态下人脑存在默认功能网络,由前扣带回/额叶内侧回,后扣带回/楔前叶、外侧颞叶皮质组成,脑默认网络在执行刺激任务时呈抑制状态,在自省认知过程中呈激活状态(如前瞻性或回顾性记忆、内部监控等)。

视觉皮质在执行不相关功能时与脑默认网络之间存在功能连接^[17]。本研究复发性视神经炎患者左侧额下回和左侧额叶内侧回mALFF值高于正常对照组,提示视神经炎患者出现视觉障碍时,脑默认网络存在代偿性活动。

笔者所在课题组既往采用基于ALFF的静息态fMRI技术分别对临床孤立综合征(CIS)、复发-缓解型多发性硬化(RRMS)和视神经脊髓炎患者进行研究,结果显示,临床孤立综合征患者右侧前扣带回、楔叶、舌回和尾状核ALFF值低于正常对照者^[18];进展为多发硬化的患者双侧丘脑、右侧岛叶和右侧颞上回ALFF值增加,而脑区未见ALFF值降低^[19];视神经脊髓炎患者楔前叶、后扣带回和舌回ALFF

值降低,额中回、丘脑和尾状核 ALFF 值增加^[20]。本研究更关注视神经炎患者的神经功能改变,提示复发性视神经炎患者存在颞枕叶视觉相关脑区 mALFF 值降低,且伴脑默认网络代偿性活动增强,为早期评价中枢神经系统脱髓鞘疾病的神经功能和预测预后提供客观依据。

本研究结果还显示,复发性视神经炎患者各脑区 mALFF 值与认知功能(PASAT 评分)和视力无明显关联性,仅左侧颞上回和右侧舌回 mALFF 值与病程呈正相关,表明随着病程的延长,颞枕叶神经功能活动有所恢复,提示视神经炎患者存在视觉相关脑区神经功能随病程增加的重塑。

本研究尚存在一定的局限性,由于是横断面研究,仅初步探讨复发性视神经炎患者异常神经功能活动脑区 mALFF 值变化,尚待进一步扩大样本量并纵向随访动态观察神经功能改变及其对判断预后的意义;本研究仅关注 fMRI 改变,尚待联合结构性和功能性影像学研究,进一步探讨神经功能改变的结构基础,以为临床提供更全面的信息。

参 考 文 献

- [1] Zhang SJ, Wang F, Lu J, Liu YO, Duan YY. Clinical and brain MRI appearances in neuromyelitis optica. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2011, 11:325-329. [张世娟, 王飞, 卢洁, 刘亚欧, 段云云. 视神经脊髓炎的临床及磁共振成像研究. *中国现代神经疾病杂志*, 2011, 11:325-329.]
- [2] Chu SG, Li ZX, Feng XY. MRI in neuromyelitis optica. *Zhongguo Xian Dai Shen Jing Ji Bing Za Zhi*, 2012, 12:140-142. [初曙光, 李振新, 冯晓源. 视神经脊髓炎 MRI 诊断. *中国现代神经疾病杂志*, 2012, 12:140-142.]
- [3] Optic Neuritis Study Group. The 5-year risk of MS after optic neuritis: experience of the optic neuritis treatment trial. *Neurology*, 1997, 49:1404-1413.
- [4] Flanagan EP, Weinshenker BG. Neuromyelitis optica spectrum disorders. *Curr Neurol Neurosci Rep*, 2014, 14:483-485.
- [5] Jenkins TM, Toosy AT, Ciccarelli O, Miszkiele KA, Wheeler-Kingshott CA, Henderson AP, Kallis C, Mancini L, Plant GT, Miller DH, Thompson AJ. Neuroplasticity predicts outcome of optic neuritis independent of tissue damage. *Ann Neurol*, 2010, 67:99-113.
- [6] Peng JT, Cong HR, Yan R, Kong XY, Jiang HQ, Wei WB, Zhang XJ. Neurological outcome and predictive factors of idiopathic optic neuritis in China. *J Neurol Sci*, 2015, 349(1/2): 94-98.
- [7] Zhang XJ. Optic neuritis and multiple sclerosis. *Zhongguo Shen Jing Mian Yi Xue He Shen Jing Bing Xue Za Zhi*, 2010, 17:19-21. [张晓君. 视神经炎与多发性硬化. *中国神经免疫学和神经病学杂志*, 2010, 17:19-21.]
- [8] Beck RW; Optic Neuritis Study Group. The optic neuritis treatment trial: implications for clinical practice. *Arch Ophthalmol*, 1992, 110:331-332.
- [9] Fox MD, Snyder AZ, Vincent JL, Corbetta M, Van Essen DC, Raichle ME. The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks. *Proc Nat Acad Sci USA*, 2005, 102:9673-9678.
- [10] Alpay A, Guney T, Unal A, Ugurbas SH. Comparison of retinal nerve fibre layer thickness with visual evoked potential and visual field in patients with multiple sclerosis. *Clin Experiment Ophthalmol*, 2012, 40:E25-31.
- [11] Kemenyova P, Turcani P, Sutovsky S, Waczulikova I. Optical coherence tomography and its use in optic neuritis and multiple sclerosis. *Bratisl Lek Listy*, 2014, 115:723-729.
- [12] Gareau PJ, Gati JS, Menon RS, Lee D, Rice G, Mitchell JR, Mandelfino P, Karlik SJ. Reduced visual evoked responses in multiple sclerosis patients with optic neuritis: comparison of functional magnetic resonance imaging and visual evoked potentials. *Mult Scler*, 1999, 5:161-164.
- [13] Levin N, Orlov T, Dotan S, Zohary E. Normal and abnormal fMRI activation patterns in the visual cortex after recovery from optic neuritis. *Neuroimage*, 2006, 33:1161-1168.
- [14] Wang K, Jiang T, Yu C, Tian L, Li J, Liu Y, Zhou Y, Xu L, Song M, Li K. Spontaneous activity associated with primary visual cortex: a resting-state fMRI study. *Cereb Cortex*, 2008, 18:697-704.
- [15] Gazzaley A, Cooney J, Rissman J, D'Esposito M. Top-down suppression deficit underlies working memory impairment in normal aging. *Nat Neurosci*, 2005, 8:1298-1300.
- [16] Raichle ME, MacLeod AM, Snyder AZ, Powers WJ, Gusnard DA, Shulman GL. A default mode of brain function. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2001, 98:676-682.
- [17] Chadick JZ, Gazzaley A. Differential coupling of visual cortex with default network or frontal-parietal network based on goals. *Nat Neurosci*, 2011, 14:830-832.
- [18] Liu Y, Duan Y, Liang P, Jia X, Yu C, Ye J, Butzkueven H, Dong H, Li K. Baseline brain activity changes in patients with clinically isolated syndrome revealed by resting-state functional MRI. *Acta Radiol*, 2012, 53:1073-1078.
- [19] Liu Y, Liang P, Duan Y, Jia X, Yu C, Zhang M, Wang F, Zhang M, Dong H, Ye J, Butzkueven H, Li K. Brain plasticity in relapsing-remitting multiple sclerosis: evidence from resting-state fMRI. *J Neurol Sci*, 2011, 304(1/2):127-131.
- [20] Liu Y, Liang P, Duan Y, Jia X, Wang F, Yu C, Qin W, Dong H, Ye J, Li K. Abnormal baseline brain activity in patients with neuromyelitis optica: a resting-state fMRI study. *Eur J Radiol*, 2011, 80:407-411.

(收稿日期:2016-04-27)

下期内容预告 本刊2016年第7和8期报道专题为中枢神经系统感染,重点内容包括:警惕神经梅毒再次蔓延;脑干脑炎;中枢神经系统人类免疫缺陷病毒及梅毒螺旋体感染研究进展;中国学者海外报道;人类免疫缺陷病毒相关性视神经病变发展历程;人类免疫缺陷病毒相关性脊髓病变研究进展;人类免疫缺陷病毒脑脊液细胞学改变;神经梅毒诊断与治疗新进展;脊髓痨临床及影像学特点分析;梅毒性脊髓炎临床及影像学特点分析;不同时期神经梅毒患者血清和脑脊液指标及临床特点分析;梅毒性视神经炎11例临床特点分析;微创引流术在人类免疫缺陷病毒合并隐球菌性脑膜炎颅内高压治疗中的应用