

肝硬化患者工作记忆任务的 fMRI 研究

倪玲, 张龙江, 梁雪, 罗松, 孔祥, 戚荣丰, 许强, 卢光明

【摘要】 目的:通过 n-back 语义工作记忆任务的功能磁共振成像(fMRI)技术探讨肝硬化患者语义工作记忆损伤的神经病理学机制。方法:对 10 例轻微肝性脑病(MHE 组)、14 例单纯肝硬化(non-HE 组)患者及 16 例正常对照者(对照组)行 n-back 语义工作记忆任务的 fMRI 研究。n-back 实验采用组块设计,对照状态为 0-back,任务状态为 1-back 和 2-back。采用基于 MATLAB 的 SPM8 软件对数据进行处理分析。采用单样本 t 检验分析三组受试者在两种任务状态下的大脑激活情况,采用单因素方差分析观察三组受试者两种任务状态(1 和 2-back)下脑区激活的差异,采用 Pearson 相关分析行工作记忆任务脑激活区与任务执行正确率及反应时间之间的相关性。结果:在 n-back 任务中,三组受试者均表现为额顶叶脑网络的激活,包括双侧前额叶、双侧顶叶、双侧前运动区以及辅助运动区。在 1-back 任务下,non-HE 组及 MHE 组主要表现为工作记忆部分脑区激活的增加;在 2-back 任务下,non-HE 组及 MHE 组表现为工作记忆相关脑区激活的减低。肝硬化患者左侧额中回激活与 2-back 任务执行正确率密切相关。结论:肝硬化患者存在语义工作记忆相关脑区的损害。1-back 任务时主要表现为脑区的代偿,但 MHE 较单纯肝硬化代偿能力减低;2-back 任务难度超出代偿限度,主要表现为激活下降,且 MHE 较单纯肝硬化损伤更明显。

【关键词】 肝硬化;肝性脑病;工作记忆;磁共振成像

【中图分类号】 R575.2; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2014)01-0025-05

The fMRI study of working memory in cirrhosis patients NI Ling, ZHANG Long-jiang, LIANG Xue, et al. Department of Medical Imaging, Nanjing General Hospital of Nanjing Military Command, Nanjing University, Nanjing 210002, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the neuro-pathologic basis of working memory impairment in cirrhotic patients by using n-back functional MRI (fMRI). **Methods:** Twenty four patients (mild hepatic encephalopathy, MHE=10; non-hepatic encephalopathy, non-HE=14) and sixteen healthy subjects as control group underwent functional MRI examination with n-back working memory task. Block design was used for n-back fMRI. Control block (0-back) and task blocks (1, 2-back) ran alternately. The fMRI data were processed by SPM8 software based on MATLAB. single sample t-test was used to analyze the brain activation pattern of three groups under different tasks. The brain activation was compared with ANOVA tests among MHE, non-HE and healthy control groups. Correlation analyses were performed to explore the relationships between brain activation and the accuracy and reaction time. **Results:** All the three groups showed activation of frontal-parietal networks, including the prefrontal cortex, bilateral parietal lobe, bilateral premotor cortex and the supplementary motor area under the n-back task. Under the 1-back task, the patients manifested as an increase in related brain activation. Under the 2-back task, the patients showed reduced brain activation. The left middle frontal gyrus of cirrhotic patients was closely related to 2-back accuracy. **Conclusion:** The cirrhotic patients showed impaired semantic working memory related to brain regions. The patients mainly manifested as a compensatory mechanism under 1-back condition, but the compensation in MHE was weakened than non-HE. The 2-back condition was beyond the compensation limit, mainly manifested as a reduction of brain activation, and the impairment in MHE was more serious than that of non-HE.

【Key words】 Liver cirrhosis; Hepatic encephalopathy; Working memory; Magnetic resonance imaging

工作记忆是指完成认知任务时,负责对信息进行暂时性加工和贮存的能量有限的记忆系统,是许多高级认知功能如学习、语义理解、推理和判断等的基础^[1]。行为学及动物实验研究表明肝硬化患者存在工作记忆损害^[2-5],工作记忆的损伤对肝硬化患者的生活质量产生较大的影响。近年来,随着神经功能影像学的发展,功能磁共振成像(functional MRI, fMRI)技术

越来越多地被应用于神经精神疾病的感知觉、语言、记忆等多个认知功能领域的研究,为特定认知功能障碍的神经病理机制的阐明奠定了较好的基础。目前关于肝硬化患者工作记忆损伤的神经病理机制的研究较少。本研究采用 n-back 工作记忆任务的 fMRI 技术,旨在探讨肝硬化患者工作记忆损伤的神经病理学机制。

材料与方 法

1. 研究对象

本研究纳入 2011 年 12 月—2013 年 1 月经病理学和/或临床检查证实的 33 例肝硬化患者,其中 9 例

作者单位:210002 南京军区南京总医院医学影像科/南京大学医学院附属金陵医院影像科

作者简介:倪玲(1987-),女,江苏盐城人,硕士,住院医师,主要从事脑功能磁共振成像研究工作。

通信作者:卢光明, email: cjr. luguangming@vip. 163. com

基金项目:国家自然科学基金项目资助(81230032, 81322020)

由于环境恐惧、紧张等原因,任务执行正确率低于 70% 或头动超过 2 mm 而被排除;余 24 例肝硬化患者中男 17 例,女 7 例,平均年龄(48.0±9.7)岁。同期 16 例既往无慢性肝病史的健康志愿者作为对照组纳入本研究,其中男 10 例,女 6 例,平均年龄(46.0±9.4)岁。所有受试者均为右利手、视力正常、无精神性疾病及其他可能影响脑结构与功能的疾病,无不良生活习惯(如酗酒)和药物滥用史,头颅常规 MRI 扫描未显示明显异常病灶。所有患者及志愿者均以书面形式被告知本研究内容,该研究经南京军区南京总医院医学伦理委员会批准通过。

2. 神经心理学相关测试

根据《肝性脑病的定义、命名、诊断及定量》指南建议^[6],轻微肝性脑病(minimal hepatic encephalopathy, MHE)的诊断至少应采用以下神经心理学测试中的两项:数字连线试验-A(number connection test A, NCT-A)、数字连线试验-B(NCT-B)、数字符号试验(digit symbol test, DST)和积木图(block design test)测验。本研究采用了该指南中最常用的两种测试方法,即 NCT-A 和 DST,以 NCT-A 高于正常对照组的 +2 个标准差(standard deviation, SD)、DST 低于正常对照组的 2 个标准差为异常。肝硬化患者以上心理学测试两者或其中之一有异常者即提示 MHE,本研究 24 例患者中 MHE 10 例,单纯肝硬化(non-HE) 14 例。所有神经心理学测试均在 MRI 扫描前完成,具体操作及说明均由同一研究者完成。患者组及对照组病例资料见表 1。

3. 实验设计

本组 n-back 任务采用组块设计,对照状态为 0-back,任务状态为 1、2-back,任务状态和对照状态交替进行,次序为对照—任务—对照……任务,共 10 个组块交替进行。每个组块呈现 10 个数字,相邻数字之间用“+”相隔,数字呈现至“+”出现共 2 秒,“+”呈现 1 秒。0-back 提示语为“3 按左,其他按右”,判断当前呈现的数字,如果是“3”按左键,否则按右键;1-back 提示语为“倒退 1 记忆”,判断当前出现的数字与倒数第 1 个数字是否相同;2-back 提示语为“倒退 2 记忆”,要求受试者按先后记忆两个数字,判断屏幕中央出现的数字与其倒数第二个数字是否相同,如果相同按“左”键,否则按“右”键。要求受试者尽量快速地进行按键,反应时间从刺激开始呈现时计算至按键。实验之前,要求受试者充分理解实验要求,保证配合,并先在计算机上进行模拟训练,选择能顺利完成模拟实验的受试者进行正式实验。正式实验内容与训练内容相似。

4. 磁共振数据采集

采用 Siemens Magnetom Trio 3.0T 超导型磁共

振扫描仪进行数据采集。受试者取平卧位,塞耳,头部固定,嘱受试者在实验过程中保持身体静止不动,均匀呼吸,告知受试者当前执行的记忆任务。采用高分辨力横轴面 T₁-FLASH 序列获取全脑结构图像以排除脑器质性病变,扫描参数:TR 350 ms, TE 2.46 ms,视野 240 mm×240 mm,矩阵 320×256,层厚 4 mm,层间距 0.4 mm,共 30 层。采用基于梯度回波脉冲的单次激发平面回波成像(gradient-echo echo-planar imaging, GRE-EPI)序列采集 n-back 任务状态功能磁共振图像,扫描参数:TR 2000 ms, TE 30 ms,翻转角 90°,视野 240 mm×240 mm,矩阵 64×64,层厚 4 mm,层间距 0.4 mm,采集 150 个时间点,共 300 s。受试者对刺激有无作出反应可通过扫描室外的指示灯来观察,刺激的呈现及反应的收集同步进行。

5. 数据分析

fMRI 数据处理包括两部分:预处理和统计分析。预处理:采用基于 MATLAB 的 SPM8 软件进行处理。首先对每个受试者的 fMRI 数据进行时间校正、头动校正,用以排除头部转动大于 1.5°,平动大于 1.5 mm 的受试者对象,本研究 24 例肝硬化患者中 2 例由于头动超过 2 mm 而被排除;再将校正后的图像采用 EPI 模板进行空间标准化,并归一化到标准的蒙特利尔空间,同时将每个体素以 3 mm×3 mm×3 mm 重新采样;最后采用全宽半高值为 8 mm 的高斯核函数进行平滑处理,以降低空间噪声。对以下数据进行统计学分析:①三组受试者在两种任务(1 和 2-back)状态下大脑激活情况采用单样本 *t* 检验分析;②三组受试者两种任务状态下脑激活区比较采用单因素方差分析,将年龄、性别和教育程度作为协变量以去除影响,采用 Alphasim 校正法对统计结果进行校正,以 $P < 0.01$ 和最小激活体素 ≥ 10 为差异具有统计学意义。若差异具有统计学意义,进一步行组间两两比较;③采用 Pearson 相关分析行工作记忆任务脑激活区与任务执行正确率及反应时间之间的相关分析($P < 0.05$,未校正)。

实验过程中三组受试者的反应情况包括反应时间、正确率,均以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,并通过重复测量方差分析进行统计分析。所有行为学数据的统计学处理均在 SPSS 16.0 软件上进行,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 行为学结果

1-back 任务下, MHE 组、单纯肝硬化组、对照组的反应时间分别为(934.88±225.80)s、(916.60±200.88)s、(736.33±85.47)s,正确率分别为(87.25±

10.26)%、(90.66±8.32)%、(94.00±5.58)%；2-back 任务下,MHE 组、单纯肝硬化组、对照组的反应时间分别为(1210.51±137.74)s、(1078.28±140.15)s、(1002.48±98.15)s,正确率分别为(85.00±10.44)%、(86.72±5.01)%、(89.46±7.17)%。组内分析发现,随着任务难度增大,记忆负载增加,正确率逐渐下降,但差异无统计学意义[一般线性模型(GLM), $F(1,27)=3.76, P=0.063$];随着任务难度增大,平均反应时间逐渐延长,差异具有统计学意义[GLM, $F(1,27)=49.236, P<0.001$]。组间比较发现,在1-back 和2-back 任务负载下,执行正确率在正常对照组、non-HE、MHE 三组间有逐渐下降趋势,但差异无统计学意义($P>0.05$),平均反应时间在正常对照组、non-HE、MHE 三组间逐渐延长,MHE 与正常对照组之间差异有统计学意义($P=0.002$)。

表1 三组受试者的一般特征及行为学数据

变量	对照组	non-HE 组	MHE 组	P 值
年龄(岁)	46.0±9.4	43.0±8.5	51.0±7.7	0.183 ◆
性别(男/女)	10/6	10/4	8/2	0.689 ★
教育水平(年)	13.60±3.30	10.00±2.93	10.38±1.99	0.006 ◆
NCT-A(s)	41.13±13.25	42.70±10.39	64.88±10.87	<0.01 ◆
DST(个)	52.47±12.61	43.20±9.46	29.63±3.66	<0.01 ◆

注:★Fisher 确切概率法;◆单因素方差分析。

2. n-back 任务结果

单样本 t 检验结果显示,在 n-back 任务中,三组受试者均表现为额顶叶脑记忆网络的激活,包括双侧前额叶、双侧顶叶、双侧前运动区以及辅助运动区(图1),结果与使用类似 n-back 任务研究语义工作记忆的报道一致^[7,8]。

任务激活组间分析比较:在1-back 任务下,MHE 组较对照组激活增高脑区、non-HE 组较对照组激活增高脑区及 MHE 组较 non-HE 组激活降低的脑区如表2 所示(图2a)。在2-back 任务下,MHE 组较对照组激活减低及增高的脑区、non-HE 组较对照组激活减低脑区、MHE 组较 non-HE 组升高脑区如表3 所示(图2b)。

表2 在1-back 任务下三组受试者激活脑区组间比较结果

组间比较	MNI 坐标(mm) (x,y,z)	T 值	体素数
MHE 组与对照组			
楔前叶(双)	0,-57,51	+3.89	38
顶下小叶(左)	-57,-48,42	+3.72	62
枕上回(右)	36,-81,45	+4.66	19
颞中回(左)	-66,-51,0	+4.52	76
额下回(左)	-42,21,-18	+4.23	50
岛叶(右)	39,-30,18	+4.01	12
non-HE 组与对照组			
额中回(左)	-27,48,6	+3.42	31
额中回(右)	33,39,30	+3.38	52
前扣带回(双)	0,15,27	+4.00	47
丘脑(右)	9,-12,6	+3.18	12
颞中回(左)	-51,-60,0	+3.92	64
额下回(左)	-27,27,-9	+3.37	19
岛叶(右)	39,-30,15	+5.17	32
MHE 组与 non-HE			
额中回(右)	33,36,27	-2.49	47
额中回(左)	-30,45,9	-2.51	26
丘脑(左)	-9,-12,3	-2.55	10
颞下叶(右)	45,-42,-21	-2.54	35
楔前叶(左)	-12,-18,57	+3.58	17
岛叶(右)	33,-30,18	-2.52	13

相关分析结果显示肝硬化患者左侧额中回激活与2-back 任务的正确率呈正相关($P<0.05$,未校正,图3)。

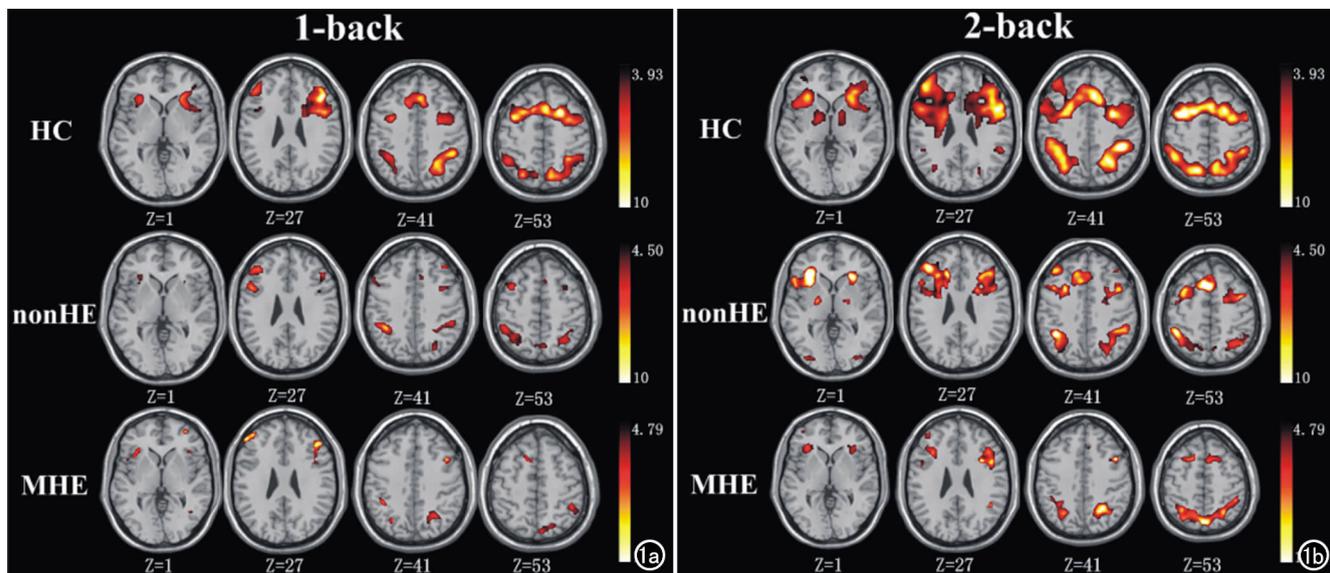


图1 三组受试者执行1-back 及2-back 任务同时行功能磁共振检查后单样本 t 检验脑激活图,红色区域代表激活脑区,主要包括双侧前额叶、顶叶、前运动区以及辅助运动区(Alphasim 校正, $P<0.001$)。HC=正常对照;nonHE=单纯肝硬化;MHE=轻微肝性脑病。a) 1-back 任务负载下脑区激活图;b) 2-back 任务负载下脑区激活图。

表 3 在 2-back 任务下三组受试者激活脑区组间比较结果

组间比较	MNI 坐标(mm) (x,y,z)	T 值	体素数
MHE 组与对照组			
额中回(左)	-27,3,54	-2.57	74
中央前回(左)	-27,-9,39	-2.52	53
岛叶(左)	-30,12,6	-2.51	12
岛叶(右)	30,21,-3	-2.56	11
颞下叶(左)	-51,-45,-28	-2.50	11
颞下叶(右)	51,-45,-28	-2.50	11
中颞叶(左)	-63,-57,-6	+4.76	50
non-HE 组与对照组			
额中回(左)	-27,-6,54	-2.51	48
中央前回(左)	-24,-6,33	-2.51	18
MHE vs non-HE			
中颞叶(左)	-66,-54,-2	+4.22	25

讨论

本研究结果显示,单纯肝硬化及 MHE 患者均存在语义工作记忆相关脑区的损害。在 1-back 任务下,所有肝硬化患者主要表现为部分脑区激活的增加;在 2-back 任务下,所有肝硬化患者表现为脑区激活的减低,且 MHE 组较单纯肝硬化组表现为更多脑区激活的下降。肝硬化患者左侧额中回与 2-back 任务执行正确率密切相关。n-back 实验范式通过逐步增加记忆负荷来研究不同脑区激活的变化过程,被广泛应用于工作记忆神经机制的研究^[9,10]。本研究两组患者在不同负载难度下脑区激活情况不同,提示 n-back 工作记忆任务在研究肝硬化的神经病理机制中具有重要价值。

在 1-back 任务下,non-HE 组和 MHE 组较对照组表现为前额叶腹侧皮层、前扣带回、顶叶皮层激活的增加,可能与脑区的重组^[11]、该网络内新的脑区或者是其他脑网络内脑区的激活代偿^[12]有关。顶下小叶主要负责语义工作记忆的贮存过程,而前额区主要负责语义工作记忆的复述过程^[13]。Repovš 等^[14]认为工作记忆中语义信息的贮存可能并非仅由某单一的脑区负责,可能由前额叶-顶叶神经网络联合控制。Rypma 等^[15,16]认为前额叶皮层的背侧区(BA 9,46)与腹侧区(BA 45,47)对工作记忆负荷变化较敏感,在较低负载下,腹侧区激活,其激活可能与工作记忆信息的贮存有关;当任务负载超出腹侧区的能力范围时,背侧区开始激活,其激活可能与工作记忆执行加工功能有关,支持前额皮层与顶后区一起参与信息的临时贮存。此外,Carter 等^[17]推测前扣带回与新异刺激的应对、定势反应的克服等有关,当达到一定记忆负荷时,前扣带回可能参与协调控制信息加工过程。本研究中以上脑区功能障碍提示肝硬化患者在 1-back 负载下主要表现为工作记忆信息的贮存功能异常,肝硬化患者与正常人相比可能需要募集更多的脑区以维持工作记忆信息的贮存及加工,且 MHE 较单纯肝硬化代偿能力减弱。

在 2-back 任务下,non-HE 组和 MHE 组较对照组表现为左侧额中回激活的减低,且 MHE 较单纯肝硬化损伤范围及强度增加,提示 2-back 任务可能已超出肝硬化患者工作记忆容量,工作记忆相关脑区的总

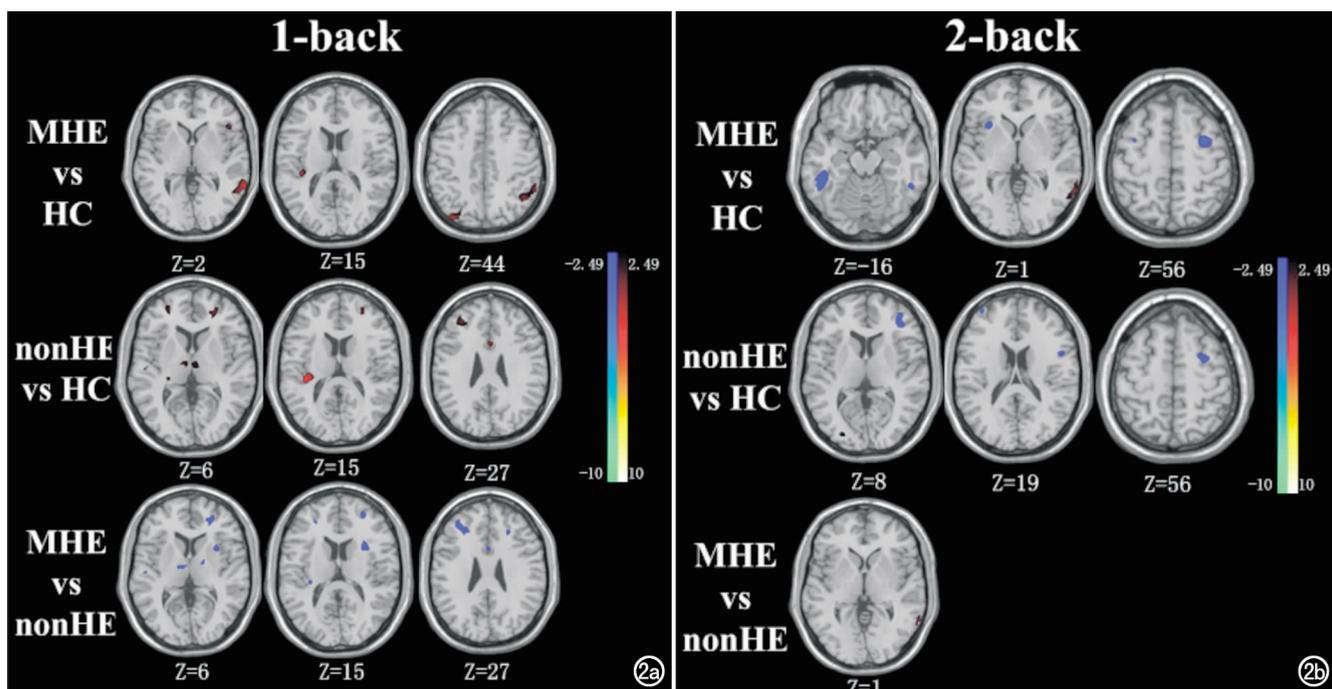


图 2 三组受试者执行 1-back 及 2-back 任务同时行功能磁共振检查后方差分析所得脑区激活差异图,红色区域代表激活增加脑区,蓝色区域代表激活减低脑区(Alphasim 校正, $P < 0.01$)。a) 1-back 任务负载下脑区激活差异图; b) 2-back 任务负载下脑区激活差异图。

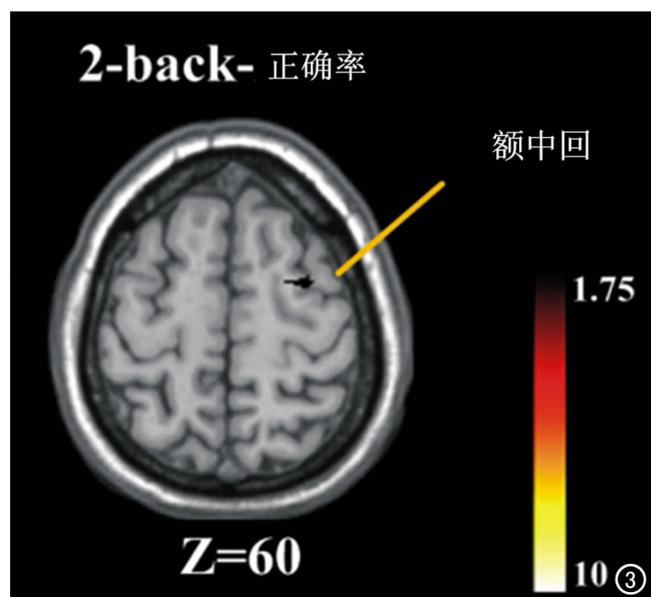


图3 肝硬化患者 2-back 任务执行正确率与左侧额中回激活呈正相关($P < 0.05$, 未校正)。

负载敏感性降低,随负载增加持续募集脑资源的能力降低,且随着疾病的进展,肝硬化患者工作记忆能力进一步损伤。背外侧前额皮层(BA9, 46)对记忆负荷的变化尤为敏感,本研究发现,随着记忆负载的增加,左侧额中回功能不足以代偿,较工作记忆环路内其他脑区功能损害更严重。Liao 等^[18]利用 n-back 任务研究 MHE 患者空间工作记忆发现前额叶负载效应减弱,提示 MHE 患者前额叶功能明显受损,部分支持本研究结果。大脑前额叶在工作记忆的执行加工中起重要作用,工作记忆在信息加工过程中还需要对这些加工过程本身进行加工,包括注意、抑制、任务管理、计划、监控等^[19,20]。本研究发现肝硬化患者左侧额中回与 2-back 正确率呈正相关,提示额中回在工作记忆任务正确执行中的重要性,本研究 non-HE 者和 MHE 组与对照组任务执行正确率差异虽无统计学意义($P > 0.05$),但 MHE 组、non-HE 组任务执行正确率较对照组存在逐渐减低的趋势,与前额叶激活的损伤部分吻合。前额叶功能的减弱提示肝硬化患者语义工作记忆下降与语义信息的执行加工异常有关,前额叶功能的损伤很可能是肝硬化患者语义工作记忆障碍的基础,在 2-back 负载下可能是反映疾病进展的一个指标。

总之,本研究采用 n-back 任务的 fMRI 技术分析肝硬化患者语义工作记忆能力和脑功能区激活特征,证实了肝硬化患者存在语义工作记忆脑区的损伤;发现肝硬化患者在 1-back 任务下主要表现为脑区激活的代偿,且 MHE 较单纯肝硬化代偿能力减弱,工作记忆损害可能与信息的贮存功能异常有关;2-back 任务

超出了肝硬化患者的代偿范围,表现为脑区激活的减低,且 MHE 较单纯肝硬化损伤更为严重;工作记忆损伤与语义信息的执行加工异常有关,前额叶功能的损伤很可能是肝硬化患者语义工作记忆障碍的基础,在 2-back 负载下可能是反映疾病进展的一个指标。

参考文献:

- [1] Baddeley A. Working memory[J]. *Science*, 1992, 255(5044): 556-559.
- [2] Weissenborn K, Heidenreich S, Giewekemeyer K, et al. Memory function in early hepatic encephalopathy[J]. *J Hepatol*, 2003, 39(3): 320-325.
- [3] Méndez M, Méndez-López M, López L, et al. Working memory impairment and reduced hippocampal and prefrontal cortex c-Fos expression in a rat model of cirrhosis[J]. *Physiol Behav*, 2008, 95(3): 302-307.
- [4] Méndez M, Méndez-López M, López L, et al. Basal and learning task-related brain oxidative metabolism in cirrhotic rats[J]. *Brain Res Bull*, 2009, 78(4-5): 195-201.
- [5] Méndez M, Méndez-López M, Lopez L, et al. Mammillary body alterations and spatial memory impairment in Wistar rats with thioacetamide-induced cirrhosis[J]. *Brain Res*, 2008, 1233(3): 185-195.
- [6] Ferenci P, Lockwood A, Mullen K, et al. Hepatic encephalopathy-definition, nomenclature, diagnosis and quantification: final report of the working party at the 11th World Congresses of Gastroenterology, Vienna, 1998[J]. *Hepatology*, 2002, 35(3): 716-721.
- [7] Nystrom LE, Braver TS, Sabb FW, et al. Working memory for letters, shapes and locations: fMRI evidence against stimulus-based regional organization in human prefrontal cortex[J]. *Neuroimage*, 2000, 11(5 Pt 1): 424-446.
- [8] Jansma JM, Ramsey NF, Coppola R, et al. Specific versus nonspecific brain activity in a parametric N-back task[J]. *Neuroimage*, 2000, 12(6): 688-697.
- [9] Zhu DF, Wang ZX, Zhang DR, et al. fMRI revealed neural substrate for reversible working memory dysfunction in subclinical hypothyroidism[J]. *Brain*, 2006, 129(Pt 11): 2923-2930.
- [10] Chen CJ, Wu CH, Liao YP, et al. Working memory in patients with mild traumatic brain injury: functional MR imaging analysis[J]. *Radiology*, 2012, 264(3): 844-851.
- [11] Matthews PM, Johansen-Berg H, Reddy H. Non-invasive mapping of brain functions and brain recovery: applying lessons from cognitive neuroscience to neurorehabilitation[J]. *Restor Neurol Neurosci*, 2004, 22(3-5): 245-260.
- [12] Strangman G, O'Neil-Pirozzi TM, Burke D, et al. Functional neuroimaging and cognitive rehabilitation for people with traumatic brain injury[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2005, 84(1): 62-75.
- [13] Barch DM, Csernansky JG. Abnormal parietal cortex activation during working memory in schizophrenia: verbal phonological coding disturbances versus domain-general executive dysfunction[J]. *Am J Psychiatry*, 2007, 164(7): 1090-1098.
- [14] Repovš G, Barch DM. Working memory related brain network connectivity in individuals with schizophrenia and their siblings[J]. *Front Hum Neurosci*, 2012, 23(6): 137.

- [15] Rypma B, Berger JS, D'Esposito M. The influence of working-memory demand and subject performance on prefrontal cortical activity[J]. J Cogn Neurosci, 2002, 14(5): 721-731.
- [16] Rypma B, D'Esposito M. The roles of prefrontal brain regions in components of working memory: effects of memory load and individual differences[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1999, 96(11): 6558-6563.
- [17] Carter CS, Braver TS, Barch DM, et al. Anterior cingulate cortex, error detection and the online monitoring of performance [J]. Science, 1998, 280(5364): 747-749.
- [18] Liao LM, Zhou LX, Le HB, et al. Spatial working memory dysfunction in minimal hepatic encephalopathy: an ethology and BOLD-fMRI study[J]. Brain Res, 2012, 1445(3): 62-72.
- [19] Godefroy O, Jeannerod M, Allain P, et al. Frontal lobe, executive functions and cognitive control[J]. Rev Neurol, 2008, (Suppl 3): S119-127.
- [20] Orellana G, Slachevsky A. Executive functioning in schizophrenia [J]. Front Psychiatry, 2013, 4(1): 35.

(收稿日期: 2013-07-29 修回日期: 2013-10-28)

本刊可直接使用的医学缩略语

医学论文中正确、合理使用专业名词可以精简文字, 节省篇幅, 使文章精炼易懂。现将放射学专业领域为大家所熟知的专业名词缩略语公布如下(按照英文首字母顺序排列), 以后本刊在论文中将对这一类缩略语不再注释其英文全称和中文。

ADC (apparent diffusion coefficient): 表观扩散系数
 ALT: 丙氨酸转氨酶; AST: 天冬氨酸转氨酶
 BF (blood flow): 血流量
 BOLD (blood oxygenation level dependent): 血氧水平依赖
 BV (blood volume): 血容量
 b: 扩散梯度因子
 CAG (coronary angiography): 冠状动脉造影
 CPR (curve planar reformation): 曲面重组
 CR (computed radiography): 计算机 X 线摄影术
 CT (computed tomography): 计算机体层成像
 CTA (computed tomography angiography): CT 血管成像
 CTPI (CT perfusion imaging): CT 灌注成像
 DICOM (digital imaging and communication in medicine): 医学数字成像和传输
 DR (digital radiography): 数字化 X 线摄影术
 DSA (digital subtraction angiography): 数字减影血管造影
 DWI (diffusion weighted imaging): 扩散加权成像
 DTI (diffusion tensor imaging): 扩散张量成像
 ECG (electrocardiography): 心电图
 EPI (echo planar imaging): 回波平面成像
 ERCP (endoscopic retrograde cholangiopancreatography): 经内镜逆行胰胆管造影术
 ETL (echo train length): 回波链长度
 FLAIR (fluid attenuation inversion recovery): 快速小角度激发反转恢复
 FLASH (fast low angle shot): 快速小角度激发
 FOV (field of view): 视野
 FSE (fast spin echo): 快速自旋回波
 fMRI (functional magnetic resonance imaging): 功能磁共振成像
 IR (inversion recovery): 反转恢复
 Gd-DTPA: 钆喷替酸葡甲胺
 GRE (gradient echo): 梯度回波
 HE 染色: 苏木素-伊红染色
 HRCT (high resolution CT): 高分辨率 CT
 MPR (multi-planar reformation): 多平面重组

MIP (maximum intensity projection): 最大密(强)度投影
 MinIP (minimum intensity projection): 最小密(强)度投影
 MRA (magnetic resonance angiography): 磁共振血管成像
 MRI (magnetic resonance imaging): 磁共振成像
 MRS (magnetic resonance spectroscopy): 磁共振波谱学
 MRCP (magnetic resonance cholangiopancreatography): 磁共振胰胆管成像
 MSCT (multi-slice spiral CT): 多层螺旋 CT
 MTT (mean transit time): 平均通过时间
 NEX (number of excitation): 激励次数
 PACS (picture archiving and communication system): 图像存储与传输系统
 PC (phase contrast): 相位对比法
 PET (positron emission tomography): 正电子发射计算机体层成像
 PS (surface permeability): 表面通透性
 ROC 曲线 (receiver operating characteristic curve): 受试者操作特征曲线
 SPECT (single photon emission computed tomography): 单光子发射计算机体层摄影术
 PWI (perfusion weighted imaging): 灌注加权成像
 ROI (region of interest): 兴趣区
 SE (spin echo): 自旋回波
 STIR (short time inversion recovery): 短时反转恢复
 TACE (transcatheter arterial chemoembolization): 经导管动脉化疗栓塞术
 T₁ WI (T₁ weighted image): T₁ 加权像
 T₂ WI (T₂ weighted image): T₂ 加权像
 TE (time of echo): 回波时间
 TI (time of inversion): 反转时间
 TR (time of repetition): 重复时间
 TOF (time of flight): 时间飞跃法
 TSE (turbo spin echo): 快速自旋回波
 VR (volume rendering): 容积再现
 WHO (World Health Organization): 世界卫生组织
 NAA (N-acetylaspartate): N-乙酰天门冬氨酸
 Cho (choline): 胆碱
 Cr (creatinine): 肌酸

(本刊编辑部)