

## 危机干预对飞行事故后飞行员脑灰质体积的影响

王真真<sup>1,2\*</sup>, 徐安定<sup>1</sup>, 方金<sup>3</sup>, 冀虎圣<sup>2</sup>

(1. 暨南大学附属第一医院神经内科, 广东广州 510630; 2. 解放军第 458 医院神经心理科, 广东广州 510602; 3. 广东省第二人民医院影像科, 广东广州 510317)

**摘要:**【目的】探讨危机干预对飞行事故后飞行员脑灰质体积的影响。【方法】入组 16 例飞行事故后飞行员作为研究组和 16 例健康飞行员作为对照组, 进行静息态脑功能数据采集, 利用 SPM5 软件用基于体素的形态学方法处理静息态磁共振数据, 对比两者的差异。而后对研究组人员进行危机干预, 继而采集干预后飞行员脑功能数据, 处理后与干预前数据进行对比。【结果】相比对照组, 研究组事故后双侧额上回、额中回, 双侧海马和双侧扣带回前部灰质体积减小。而相比研究组干预前, 干预后飞行员双侧额上回、额中回, 双侧海马灰质体积增大。【结论】飞行事故后飞行员的脑灰质体积相对正常飞行员缩小。危机干预后飞行员脑灰质体积相对干预前增大。

**关键词:**危机干预; 飞行事故; 基于体素形态学分析; 灰质体积; 脑功能磁共振

**中图分类号:**R841.7      **文献标志码:**A      **文章编号:**1672-3554(2015)03-0432-05

## Influence of Crisis Intervention for Gray Matter Volume Changes in Pilots Experienced Air Accident

WANG Zhen-zhen<sup>1,2\*</sup>, XU An-ding<sup>1</sup>, FANG Jin<sup>3</sup>, JI Hu-sheng<sup>2</sup>

(1. Department of Neurology, The First Hospital of Jinan University, Guangzhou 510630, China; 2. Department of Neuro-psychology, No.458 Hospital of the Chinese People's Liberation Army, Guangzhou 510602, China; 3. Department of Medical Imaging, Guangdong Provincial No.2 People's Hospital, Guangzhou 510317, China)

Corresponding to: WANG Zhe-zhen, E-mail: gkwzz@126.com

**Abstract:** 【Objective】To investigate the influence of crisis intervention for gray matter volume changes in pilots experienced air accident. 【Methods】The subjects were 16 pilots experienced air accident and 16 healthy pilots. fMRI scanning were carried on the accident group (before and after crisis intervention) and control group. Gray matter volumes were analyzed using voxel-based morphometry (VBM) as implemented in SPM 5. Control group and air accident group after air accident and the data of air accident group before and after crisis intervention were compared to assess brain alterations. 【Results】The gray matter volumes reduced in bilateral superior frontal gyrus, middle frontal gyrus, hippocampal and anterior cingulate cortex in air accident group compared to controls and increased in bilateral superior frontal gyrus, middle frontal gyrus, hippocampal in the air accident subjects after crisis intervention compared to the air accident subjects before crisis intervention. 【Conclusion】The gray matter volumes reduced in pilots experienced air accident and increased after crisis intervention.

**Key words:** crisis intervention; air accident; voxel-based morphometry; gray matter volume; function MRI

[J SUN Yat-sen Univ(Med Sci), 2015, 36(3): 432-436]

飞行事故是指从飞机起飞前启动发动机至着陆后停止滑行并关闭发动机的全过程中, 飞机上发生的直接威胁安全操作或者造成人员伤亡、飞机损坏或失踪的事件。飞行事故对幸存者构成巨

大的心理影响, 可引起剧烈的情绪反应, 不易平复, 还会对幸存飞行员产生创伤后应激障碍(post-traumatic stress disorder, PTSD)。目前国内对飞行事故的研究多集中在事故后飞行员心理健康状况

收稿日期: 2014-12-31

基金项目: 全军“十一五”课题项目(06Q030)

作者简介: \* 通信作者: 王真真, 博士研究生, 目前在解放军第 458 医院神经心理科工作, E-mail: gkwzz@126.com

变化以及危机干预手段和效果评估上,对危机干预前后的大脑结构和功能的改变未见报道。而近年来国外虽然对各种原因造成的 PTSD 患者脑功能和结构的研究越来越多,但这些研究中引起研究对象 PTSD 的原因往往十分宽泛,没有严格的限定<sup>[1-5]</sup>。基于此前关于 PTSD 大脑结构和功能的研究<sup>[6-8]</sup>,推测经历过飞行事故的飞行员大脑结构也可能存在一定的改变,本研究利用基于体素形态学分析方法对 16 例飞行事故后飞行员和 16 例健康飞行员的脑灰质体积进行了测量和比较。此外,还对比了 16 名事故后飞行员心理干预前的大脑灰质体积的改变。

## 1 材料与方法

### 1.1 对象

研究组(B组)为某部飞行事故后飞行员 16 名,均为男性,本科学历 14 人,硕士研究生学历 2 人,年龄 25~42 岁,平均(30.5±6.7)岁,飞行时间(1 097±57)h。B 组干预前后分别由 preB 组和 postB 组表示。对照组(A组)为安全飞行的某部同机型飞行员 16 名,均为男性,本科学历,年龄 24~44 岁,平均(31.2±8.8)岁,飞行时间(1 029±58)h。所有纳入者均为右利手,没有任何精神病史,没有神经系统疾病史如脑肿瘤、中风、脑炎,事故前无脑外伤史,飞行事故均未造成脑外伤,研究对象无吸毒或酗酒史,入组前无 PTSD 症状,均签署了知情同意书。

### 1.2 危机干预

由受过专业训练的心理学专业人员进行危机干预,干预方案包括心理健康和危机干预讲座、小组心理辅导、个别心理咨询、系统脱敏、生物反馈治疗、事故情境重演和成功表象飞行训练等,干预时间半年。

### 1.3 MRI 数据采集

16 名 A 组人员和 16 名 B 组人员均进行 MRI 数据采集,其中 preB 组在事故发生后 15 d 左右进行 MRI 数据采集,postB 组在事故发生后 6 个月左右进行 MRI 数据采集。MRI 数据由飞利浦 Achieva 1.5T Nova Dual 双梯度磁共振扫描仪获得。每个患者行三维快速梯度回波(FFE)序列扫描,层厚 1 mm,回波时间(TE)=4.1 ms,重复时间(TR)=25 ms,矩阵=232×231,视野(FOV)=23

cm,翻转角度=30°,激励次数=1。

### 1.4 MRI 数据处理

MRI 扫描得到的 3 组原始 3DTFFE 数据处理使用 SPM5 的软件包 vbm5.1 工具箱进行,在 MATLAB 7.6 中运行。首先通过对原始图像进行组织分割、偏置校正和空间标准化到一个统一的标准模型。然后用雅可比行列式(Jacobian determinant)对所得的灰质图像进行调节,使得调节产生的体素值能代表局部绝对的灰质体积。然后对调节后的图像利用半高全宽 12 mm 的各向同性高斯核进行平滑处理。接下来,以年龄作为协变量,全脑数据为模版,采用协方差分析(ANCOVA)组间总 GM 体积,以消除大脑总体积与年龄对灰质体积比较的影响,绝对阈值采用 0.1。

### 1.5 数据分析

利用 SPSS 13.0 统计软件分别进行 A 组与 preB 组的年龄、飞行时间进行统计学分析,采用独立样本 *t* 检验, $P < 0.05$  时具有统计学意义。采用协方差分析(ANCOVA)分别进行 A 组与 preB 组,preB 组与 postB 组局部灰质体积的差异分析。A 组与 preB 组以总的灰质体积、年龄、受教育程度和飞行时间作为协变量,preB 组与 postB 组采用总的灰质体积作为斜变量。统计参数是为了测量 A 组与 preB 组,preB 组与 postB 组脑灰质体积的差异。对比阈值 *k* 设置为 70 个体素,超过此范围即认为两者之间有差异。

## 2 结果

两组基本资料可比。A 组与 preB 组在年龄、受教育年限及飞行时间上均无统计学意义(表 1)。

表 1 A 组与 preB 组一般情况比较

Table 1 The general data comparison between A and preB groups

Variable	A group	preB group	<i>P</i> value
Age	31.2±8.8	30.5±6.7	0.25
Education time	13.0±1.2	13.2±1.1	0.18
Time of flight	1 029±58	1 097±57	0.14

两组脑灰质体积有差别。与对照组相比,preB 组在双侧额上回、额中回,双侧海马和双侧扣带回前部灰质体积减小(表 2,图 1),未发现 preB 组有

脑区灰质体积增加。与 preB 组相比, postB 组在双侧额上回、额中回, 双侧海马灰质体积增大(表 3, 图 2), 未发现 postB 组相对 preB 组有脑区灰质体积减小。

### 3 讨 论

本文采用基于体素形态学分析方法对飞行事故后飞行员与健康飞行员的脑灰质体积进行了测量和比较, 发现飞行事故后飞行员在双侧额上回、额中回, 双侧海马、海马旁回, 双侧扣带回前部和右侧顶下回等脑区灰质体积较健康飞行员有所减小。该研究结果提示飞行事故后飞行员大脑结构和功能确实存在改变。此次发现的灰质体积减小的脑区在之前的一些研究也有报道, 这些报道<sup>[9-11]</sup>中灰质体积改变的脑区主要集中在前额叶内侧皮层、海马和边缘叶, 与本研究中的双侧额上回、额中回和双侧海马、海马旁回报一致。前额叶皮层与边缘系统之间的联系被认为在情绪的向上传导与向下调节过程中起着重要的作用<sup>[12]</sup>, 可引起患

者对压力事件的过度反应而又不能及时的通过自我调节恢复。而压力相关的海马区域的结构改变在此前的很多报道中都得到过证实<sup>[13-14]</sup>, 这可能与其在情绪调节中的重要作用有关, 比如区域中存在大量的皮质醇受体<sup>[15]</sup>。本研究还发现在事故后飞行员的双侧扣带回前部区域灰质体积也有所减低, 这与之前一些和 PTSD 有关的大部分研究结果一致<sup>[16-20]</sup>。扣带回前部是连接前额叶皮质和海马等区域的重要结构, 是边缘系统的重要组成部分, 在恐惧、压力、焦虑等心理活动中起着重要作用<sup>[21-22]</sup>。该结果提示飞行事故不仅引起处理这些心理的终端皮层产生改变, 对其传导通路也会引起改变。

本研究的第二个重要发现是在经过半年的危机干预后, 事故后飞行员的脑结构也产生了明显的变化, 具体表现在干预后飞行员双侧额上回、额中回, 双侧海马和海马旁回的灰质体积有所增加。这些灰质体积增加的区域与飞行事故后所发生的灰质体积减小区域高度重合, 为危机干预后飞行员心理健康状况改善、心理测评分数的提高提供

表 2 preB 组与对照组相比, 局部灰质体积的改变

Table 2 The gray matter volume change between preB and control groups

Voxel	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>		Region	<i>t</i> value	<i>P</i> value
78	24	48	24	right	superior frontal gyrus	3.18 <sup>2)</sup>	0.034 <sup>1)</sup>
89	-23	51	24	left	superior frontal gyrus	3.56 <sup>2)</sup>	0.019 <sup>1)</sup>
204	27	41	28	right	middle frontal gyrus	4.62 <sup>2)</sup>	0.003 <sup>1)</sup>
198	-26	43	27	left	superior frontal gyrus	5.13 <sup>2)</sup>	0.018 <sup>1)</sup>
183	35	31	-16	right	hippocampus	4.28 <sup>2)</sup>	0.022 <sup>1)</sup>
206	-34	29	-16	left	hippocampus	4.22 <sup>2)</sup>	0.005 <sup>1)</sup>
96	-9	37	21	right	anterior cingulate	4.45 <sup>2)</sup>	0.039 <sup>1)</sup>
107	7	43	23	left	anterior cingulate	3.65 <sup>2)</sup>	0.042 <sup>1)</sup>

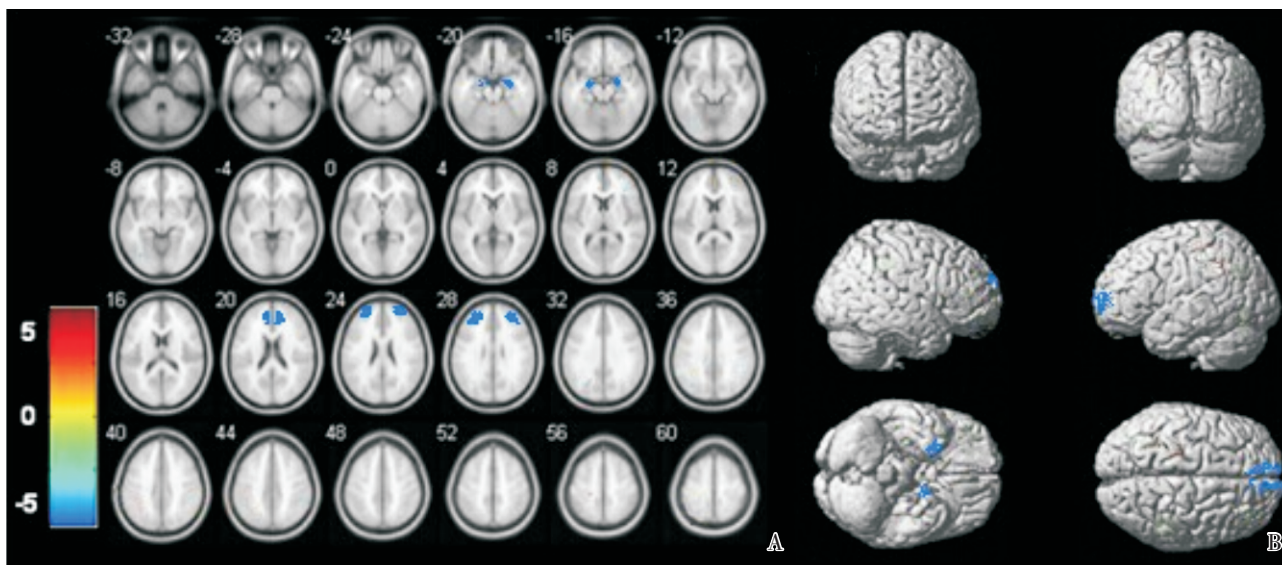
1) stands for  $P < 0.05$  and statistically significant; 2) stands for gray matter volumes reduced in preB group

表 3 postB 组与 preB 组相比, 局部灰质体积的改变

Table 3 The gray matter volume change between postB and preB groups

Voxel	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>		Region	<i>t</i> value	<i>P</i> value
89	23	44	23	right	superior frontal gyrus	-4.18 <sup>2)</sup>	0.011 <sup>1)</sup>
73	-24	50	25	left	superior frontal gyrus	-3.78 <sup>2)</sup>	0.015 <sup>1)</sup>
156	25	43	27	right	middle frontal gyrus	-4.54 <sup>2)</sup>	0.001 <sup>1)</sup>
134	-24	42	28	left	middle frontal gyrus	-4.13 <sup>2)</sup>	0.028 <sup>1)</sup>
257	37	-30	-6	right	hippocampus	-3.79 <sup>2)</sup>	0.018 <sup>1)</sup>
354	-35	-30	-10	left	hippocampus	-3.87 <sup>2)</sup>	0.004 <sup>1)</sup>

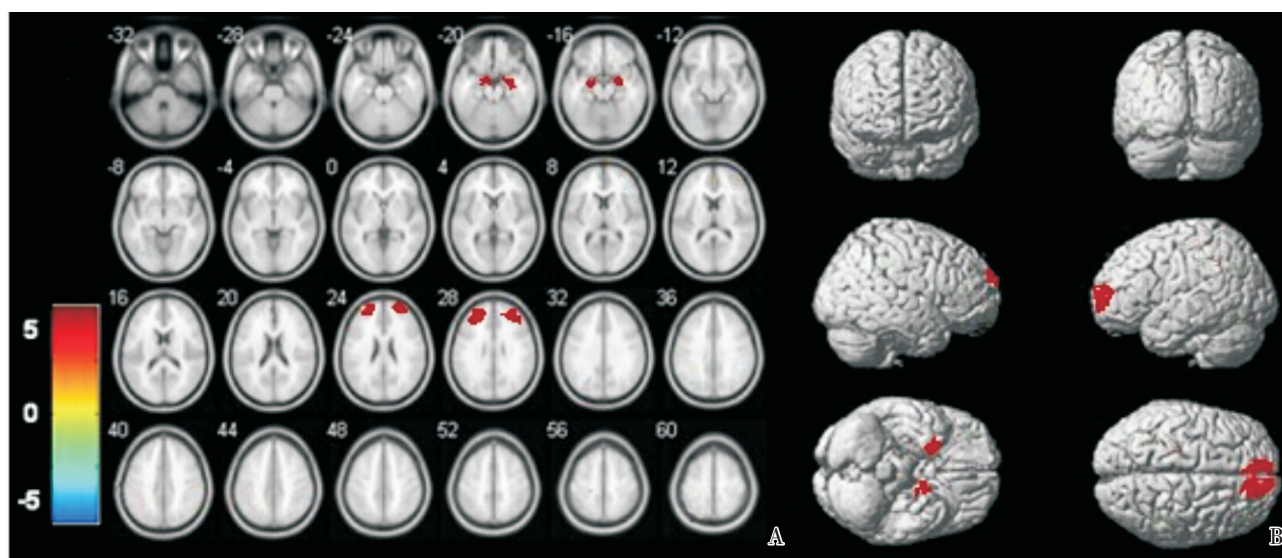
1) stands for  $P < 0.05$  and statistically significant; 2) stands for gray matter volumes increased in postB group



A: The differences map from  $Z = -32$  to  $Z = +60$  mm (every 4 mm) at the given threshold (extent threshold: 70 voxels, and  $P < 0.05$ ). Blue indicates that preB group has reduced gray matter density compared with the controls. B: The differences show in whole-brain rendering.

图 1 preB 组与对照组灰质体积的对比

Fig.1 Gray matter density differences between preB group and control groups



A: The differences map from  $Z = -32$  to  $Z = +60$  mm (every 4 mm) at the given threshold (extent threshold: 70 voxels, and  $P < 0.05$ ). Red indicates that postB group has increased gray matter density compared with preB group. B: The differences show in whole-brain rendering.

图 2 postB 组与 preB 组灰质体积的对比

Fig.2 Gray matter density differences between postB group and preB group

了生理基础。虽然目前还不能确定是由于飞行员心理状况改善引起了这些区域灰质体积的增大, 还是后者引起了飞行员心理状况的改善。但该研究强烈提示危机干预能对事故后飞行员产生积极的影响, 并在客观的脑结构改变中得到了论证。

本研究也有一些不足之处。虽然笔者发现飞行事故会造成飞行员某些区域灰质体积减低, 而

危机干预半年后可使部分区域灰质体积增加, 但也不排除时间让其发生自我修复的可能性, 尚需进一步研究。

总之, 本研究采用 VBM 的方法, 证实了飞行事故后飞行员的额叶、海马及扣带回区域灰质体积有所减低, 而经过危机干预后, 部分区域的灰质体积有所增大, 提示了这些区域与飞行事故后飞

行员的心理损害可能存在关联。

#### 参考文献

- [1] Daniels JK, Lamke JP, Gaebler M, et al. White matter integrity and its relationship to PTSD and childhood trauma: a systematic review and meta-analysis [J]. *Depress Anxiety*, 2013, 30(3): 207-216.
- [2] Weber M, Killgore WD, Rosso IM, et al. Voxel-based morphometric gray matter correlates of posttraumatic stress disorder [J]. *J Anxiety Disord*, 2013, 27(4): 413-419.
- [3] Chao L, Weiner M, Neylan T. Regional cerebral volumes in veterans with current versus remitted posttraumatic stress disorder [J]. *Psychiatry Res*, 2013, 213(3): 193-201.
- [4] Nardo D, Hogberg G, Lanius RA, et al. Gray matter volume alterations related to trait dissociation in PTSD and traumatized controls [J]. *Acta Psychiatr Scand*, 2013, 128(3): 222-233.
- [5] Long Z, Duan X, Xie B, et al. Altered brain structural connectivity in post-traumatic stress disorder: a diffusion tensor imaging tractography study [J]. *J Affect Disord*, 2013, 150(3): 798-806.
- [6] Cisler JM, Steele JS, Lenow JK, et al. Functional reorganization of neural networks during repeated exposure to the traumatic memory in posttraumatic stress disorder: an exploratory fMRI study [J]. *J Psychiatry Res*, 2014, 48(1): 47-55.
- [7] Killgore WD, Britton JC, Schwab ZJ, et al. Cortico- limbic responses to masked affective faces across PTSD, panic disorder, and specific phobia [J]. *Depress Anxiety*, 2014, 31(2): 150-159.
- [8] Sekiguchi A, Sugiura M, Taki Y, et al. White matter microstructural changes as vulnerability factors and acquired signs of post-earthquake distress [J]. *PLoS One*, 2014, 9(1): e83967.
- [9] Francati V, Vermetten E, Bremner JD. Functional neuroimaging studies in posttraumatic stress disorder: review of current methods and findings [J]. *Depress Anxiety*, 2007, 24(3): 202-218.
- [10] Rauch SL, Shin LM, Phelps EA. Neurocircuitry models of posttraumatic stress disorder and extinction: human neuroimaging research: past, present, and future [J]. *Biol Psychiatry*, 2006, 60(4): 376-382.
- [11] Karl A, Schaefer M, Malta LS, et al. A meta-analysis of structural brain abnormalities in PTSD [J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2006, 30(7): 1004-1031.
- [12] Yehuda R, LeDoux J. Response variation following trauma: a translational neuroscience approach to understanding PTSD [J]. *Neuron*, 2007, 56(1): 19-32.
- [13] Smith ME. Bilateral hippocampal volume reduction in adults with post-traumatic stress disorder: a meta-analysis of structural MRI studies [J]. *Hippocampus*, 2005, 15(6): 798-807.
- [14] Brambilla P, Barale F, Caverzasi E, et al. Anatomical MRI findings in mood and anxiety disorders [J]. *Epidemiol Psychiatr Soc*, 2002, 11(2): 88-99.
- [15] McEwen BS. Stress and hippocampal plasticity [J]. *Annu Rev Neurosci*, 1999, 22: 105-122.
- [16] Yamasue H, Kasai K, Iwanami A, et al. Voxel-based analysis of MRI reveals anterior cingulate gray-matter volume reduction in posttraumatic stress disorder due to terrorism [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2003, 100(15): 9039-9043.
- [17] Shin LM, Wright CI, Cannistraro PA, et al. A functional magnetic resonance imaging study of amygdala and medial prefrontal cortex responses to overtly presented fearful faces in posttraumatic stress disorder [J]. *Arch Gen Psychiatry*, 2005, 62(3): 273-281.
- [18] Rougemont-Bucking A, Linnman C, Zeffiro TA, et al. Altered processing of contextual information during fear extinction in PTSD: an fMRI study [J]. *CNS Neurosci Ther*, 2011, 17(4): 227-236.
- [19] Milad MR, Pitman RK, Ellis CB, et al. Neurobiological basis of failure to recall extinction memory in posttraumatic stress disorder [J]. *Biol Psychiatry*, 2009, 66(12): 1075-1082.
- [20] Bremner JD, Narayan M, Staib LH, et al. Neural correlates of memories of childhood sexual abuse in women with and without posttraumatic stress disorder [J]. *Am J Psychiatry*, 1999, 156(11): 1787-1795.
- [21] Shin LM, Liberzon I. The neurocircuitry of fear, stress, and anxiety disorders [J]. *Neuropsychopharmacology*, 2010, 35(1): 169-191.
- [22] Hamner MB, Lorberbaum JP, George MS. Potential role of the anterior cingulate cortex in PTSD: review and hypothesis [J]. *Depress Anxiety*, 1999, 9(1): 1-14.

(编辑 刘清海)