

fMRI联合WCST对颅脑爆震伤额叶执行功能的评估

高玉松 吕宏迪 扈俊华 罗新民 胡承啸 张松坡 柴超 雷亚平

**【摘要】目的** 利用静息态功能磁共振成像(fMRI)和威斯康辛卡片分类测试(WCST)评估颅脑爆震伤恢复期的额叶执行功能。**方法** 以同一次军事训练中受伤4例成年男性颅脑爆震伤为观察组,以6例健康男性成年人为对照;采集fMRI数据构建脑网络并计算其平均额叶度;同时进行WCST测试。**结果** 受试者头动分析发现,平移不超过2 mm,角度不超过2°,无受试者因头动被剔除。观察组额叶度(4.750±0.646)显著低于对照组(5.550±0.409; $P<0.05$ );两组WCST测试结果均在正常范围内,但观察组WCST值(4.500±0.577)明显低于对照组(6.167±0.753; $P<0.05$ )。观察组额叶平均度和WCST测试得分具有显著相关性( $r=0.821$ ,  $P<0.05$ ),对照组额叶平均度和WCST测试得分也具有显著相关性( $r=0.813$ ,  $P<0.05$ )。**结论** 颅脑爆震伤恢复期额叶网络可能存在潜在的问题,会引起执行力测试在正常范围内的下降。

**【关键词】** 颅脑爆震伤;功能磁共振;威斯康辛卡片分类测试;额叶执行功能;评估

**【文章编号】** 1009-153X(2017)12-0821-03 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 651.1\*5

Evaluation of executive function of frontal lobes in patients with blast craniocerebral injury by resting fMRI combined with WCST

GAO Yu-song, LÜ Hong-di, HU Jun-hua, LUO Xin-min, HU Cheng-xiao, HU Song-po, CHAI Chao, LEI Ya-ping, YAN De-qi.  
Department of Neurosurgery, 159th Hospital, PLA, Zhumadian 463000, China

**【Abstract】 Objective** To evaluate the executive function of frontal lobes in the patients with blast craniocerebral injury by brain function network constructed with resting functional magnetic resonance imaging (fMRI) and Wisconsin Card Sorting Test (WCST). **Methods** The resting fMRI was performed 3 months after the injury in 4 patients with blast craniocerebral injury and 6 healthy subjects serving as control in order to construct the brain nets and then the average frontal lobes degrees were calculated. WCST was performed at the same time in all the patients and the subjects. The differences in frontal lobe degree and WCST scores were compared between both the groups. The correlativity of the frontal lobes degree with WCST scores were analyzed by pearson correlation. **Result** The frontal lobes degree and WCST scores were significantly lower in patients with blast craniocerebral injury than those in the healthy subjects ( $P<0.05$ ), although the WCST scores were in the normal range. Frontal lobes degree was significantly positively associated with the WCST scores in both the groups ( $P<0.05$ ). **Conclusion** It is suggested that the frontal lobe networks 3 months after the injury in the patients with blast craniocerebral injury may have potential disturbance, which may lead to a decrease in executive ability shown by WCST in the normal range.

**【Key words】** Blast craniocerebral injury; Wisconsin card sorting test; Frontal lobe network; Executive function

颅脑爆震伤的受伤机制复杂,可能会造成影像学不可见的损伤,社会危害不可忽视,特别是在没有受伤记忆的情况下<sup>[1]</sup>,病人出现的症状很容易被误诊为心理疾病,延误了诊治时机,因此,颅脑爆震伤的脑功能评估尤为重要。额叶是整个皮层发育中最高级的部分,在脑的高级功能中具有重要作用,调控人类的智力、语言、记忆、人格等复杂的功能。额叶损伤则可能导致难以逆转的脑功能障碍<sup>[2]</sup>。在本研究

中,我们将静息态功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)与威斯康辛卡片分类测试(Wisconsin Card Sorting Test, WCST)相结合,用以评估颅脑爆震伤恢复期的额叶执行功能。

1 资料和方法

1.1 研究对象 观察组来自解放军第159医院4例颅脑爆震伤,在同一次军事训练中受伤,无其他影响意识的合并损伤,均为男性;年龄为19~29岁,中位年龄19.5岁;均有明确的颅脑爆震伤史;头部CT扫描可见明确的颅脑损伤征象,检查时已恢复自理能力。对照组为6例健康男性成年人;年龄为18~30岁,中位年龄22岁。

入组标准:右利手,母语为汉语,受教育程度相

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2017.12.007

基金项目:军队后勤科研计划项目(CJN15J089)

作者单位:450000 河南驻马店,解放军第159医院神经外科(高玉松、扈俊华、罗新民、胡承啸、张松坡、柴超、雷亚平),院长(吕宏迪)

通讯作者:吕宏迪, E-mail: rancho1213@foxmail.com

同,意识、视觉、听觉、语言能力良好,人际交往能力正常,重要脏器功能正常,体内无金属植入物,既往无脑部疾病史、无颅脑手术史及全身麻醉史、无神经精神疾病家族史。所有受试者及其家属均签署知情同意书。本研究由解放军第 159 医院医学伦理委员会审批允许。

1.2 病情评估 由 1 名神经外科医师和 1 名放射科医师完成受试者的病史采集、体格检查、影像学诊断和伤后病情评估工作,综合意见入组。伤后(90±2)d 行 fMRI 检查;fMRI 前后 24 h 内完成 WCST 评估。

1.3 数据采集 使用 GE Discovery MR750 3.0 T 磁共振成像机,8 通道线圈,棉垫固定保持头部不动。扫描前向要求受试者平卧,放松,清醒且无自主思维活动。先行三维扫描以适应环境,然后行静息态 fMRI。静息态 fMRI 为 EPI 序列,TR=2 000,TE=30,层厚 4 mm,间距 0.5 mm,反转角=90°,共 33 层,视野=240 mm×240 mm,矩阵=64×64,NEX=1,共扫描 186 次,每次用时 2 s,总扫描时间 372 s。T<sub>2</sub>WI 采用三维快速扰相梯度翻转恢复序列获取解剖图像:TR=11.5 ms,TE=5.1 ms,层厚 1.2 mm,层距 0 mm,视野=240 mm×240 mm,共 232 层。

1.4 数据预处理 使用北京师范大学制作的 GREYNA 软件对数据进行预处理<sup>[3]</sup>。预处理流程包括:数据格式转换、去除初始 10 个时间点、层间时间矫正、头动矫正,将 EPI 标准化到三维磁共振,然后行平滑、去漂移和滤波,去除全脑、白质、脑脊液和头动信号等协变量。预处理过程中,需剔除头动平移>2 mm 或转角>2°的数据。

1.5 脑功能网络的构建 使用皮层解剖模板 AAL 90 对脑区进行标记,定义 0.3 为网络阈值,长短连接区别为 75,得到脑区平均时间序列并计算相关系数,得出 90×90 的无向加权矩阵。取正负连接的绝对值为边值,在稀疏度 0.01:0.01:0.50 范围内,逐步计算网络参数。

1.6 网络参数的计算和积分 在阈值范围内,分别计算每个脑区的度值,即节点连接边权重的累积。将获得的度积分,即为阈值下脑区的度值。将所有额叶区域的度值平均,获得额叶的度。

1.7 WCST 评估 使用北京师范大学多维神经脑功能评估系统的 WCST 界面对所有受试者进行 WCST 评估,实验环境保持安静,整个测试过程中无打扰。评估时间控制在 MRI 检查前后 24 h 内完成。

1.8 统计学分析 使用 SPSS 20.0 软件进行分析,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用 *t* 检验;采用 Pearson 相关系数

检验颅脑爆震伤的额叶度与 WCST 相关性;*P*<0.05 有统计学差异。

2 结果

2.1 一般情况 受试者头动分析发现,平移不超过 2 mm,角度不超过 2°,无受试者因头动被剔除。

2.2 额叶度和 WCST 值的差异性 在阈值 0.01:0.01:0.50 下,计算每个受试者的额叶平均度,发现颅脑爆震伤病人额叶度(4.750±0.646)显著低于对照组(5.550±0.409;*P*<0.05)。WCST 测试的评分范围见表 1,正常值 9~4 分。两组受试者 WCST 测试结果均在正常范围内,但颅脑爆震伤病人 WCST 值(4.500±0.577)明显低于正常受试者(6.167±0.753;*P*<0.05)。

2.3 额叶度和 WCST 值相关性 颅脑爆震伤额叶平均度和 WCST 测试得分具有显著相关性(*r*=0.821,*P*<0.05)。健康受试者额叶平均度和 WCST 测试得分也具有显著相关性(*r*=0.813,*P*<0.05)。

表 1 威斯康星卡片分类测验测试的评估范围

等级	得分	参考标准
1	9	很优秀
2	7~8	优秀
3	4~6	正常
4	2~3	差
5	1	很差

3 讨论

近年来,慢性创伤性脑病逐渐成为了颅脑损伤研究的热点,文献报道多为颅脑爆震伤和拳击、橄榄球等运动员<sup>[4]</sup>。在我国,颅脑爆震伤的发病率较低,多伴随合并损伤,往往会提高颅脑爆震伤的研究难度。本研究采用同一次爆炸中受伤的颅脑爆震伤,对其伤后 3 个月的脑网络进行研究,从执行功能的角度开展研究,以探索其发病机制和疾病转归。

执行功能是一种以额叶调控为主的复杂的认知功能,包括计划、工作记忆、冲动控制、监控、抑制等一系列功能,其主要在认知加工的协调中发挥作用<sup>[5]</sup>。额叶脑功能是执行功能的主要调控中心<sup>[6]</sup>。因此,我们选择额叶脑网络来与执行功能测试相对应。WCST 是一种广泛应用于脑肿瘤、抑郁症、精神分裂症等可能影响执行功能的疾病,用于评估受试者执行能力的心理学测试。

度是网络中每个节点连接边的权重和,是复杂

网络和神经科学中是最基础的网络参数,其神经生物学解释也最简单,因此我们选择平均AAL90脑区的额叶相关脑区的度,得到平均的额叶度,反应额叶脑功能。本研究发现颅脑爆震伤的额叶度显著降低。因此,我们认为颅脑爆震伤本身可能导致额叶功能的障碍,使得额叶与其他脑区连接的能力降低,沟通减弱,连接减少,进而其高级神经功能的调控能力可能也受到影响。

另外,两组WCST评分均在正常范围内,而且颅脑爆震伤在检查时均已恢复自理能力,但是颅脑爆震伤的WCST评分依然明显低于正常受试者。我们认为随着创伤的恢复及脑功能的逐步康复和代偿,病人已经恢复了自理能力,但在高级神经功能的测试中可能依然会处于劣势。虽然脑功能的代偿让病人的SCWT测试仍处于正常范围,但是4例颅脑爆震伤得分均未达到良好水平且整体得分低于同等受教育程度的健康人。这说明颅脑爆震伤的脑功能仍未代偿至最佳状态,这也提示对于颅脑爆震伤后期康复训练和康复后的社会功能再适应依然重要。

我们还发现,无论健康受试者还是颅脑爆震伤,WCST评分均与额叶度显著相关。这也证实WCST进行的执行功能测试确实与额叶调控相关,而颅脑爆震伤与健康人测试得分之间的差异可能是额叶相关功能的减退造成的。

有研究发现额叶脑挫伤病人7~15 d的执行功能降低<sup>[7]</sup>。本研究发现即使像颅脑爆震伤这样未必损伤额叶的颅脑损伤,其执行功能也存在一定问题,这可能与额叶相关的脑网络有关。但是我们的研究依

然存在一些问题。我们的样本量较少,仍需后续研究扩大样本量,以得出更明确的结论。同时我们选取额叶度这一个侧面进行脑网络分析,既没有关注脑网络的整体结构,也没有关注额叶内部的次级网络结构。网络的整体和次级结构对执行功能的具体影响,我们将在后续的研究的进一步探索。

【参考文献】

[1] Thompson JM, Scott KC, Dubinsky L. Battlefield brain: unexplained symptoms and blast-related mild traumatic brain injury [J]. Can Fam Physician, 2008, 54(11): 1549–1551.

[2] Kim JS, Kim OL, Seo WS, *et al.* Memory dysfunctions after mild and moderate traumatic brain injury: comparison between patients with and without frontal lobe injury [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2009, 46(5): 459–467.

[3] Levin HS, Robertson CS. Mild traumatic brain injury in translation [J]. J Neurotrauma, 2013, 30(8): 610–617.

[4] Hill EL. Evaluating the theory of executive dysfunction in autism [J]. Develop Rev, 2004, 24(2): 189–233.

[6] Godefroy O, Cabaret M, Petit-Chenal V, *et al.* Control functions of the frontal lobes: modularity of the central-supervisory system [J]? Cortex, 1999, 35(1): 1–20.

[7] 余果,鲍伟民,毛颖,等.轻度左侧额、颞叶挫伤患者执行功能的评价[J].复旦学报(医学版),2010,37(4): 447–449.

(2016-12-26收稿,2017-10-30修回)



(上接第820页)

[3] 刘明铎.实用颅脑损伤学[M].北京:人民军医出版社,2003.589–597.

[4] 张小林,张文静,蒋峰,等.颅脑损伤术后迟发性颅内血肿发生原因和手术治疗[J].浙江医学,2015,37(8):650–653.

[5] 陈江生,马文斌,李志祥.急性颅脑损伤迟发性颅内血肿预后的影响因素分析[J].海南医学,2016,27(3):379–381.

[6] 袁运尚,蔡可胜,卞文彬.颅脑外伤术后远隔部位迟发性颅内血肿64例临床分析[J].中华神经外科疾病研究杂志,2016,15(4):365–366.

[7] 尹宗杰,康全利,吴桐.创伤性脑损伤术后迟发性颅内血肿再手术治疗分析[J].中国药物与临床,2015,11(8):

1145–1146.

[8] 郝继山,刘玉和,李鹤松,等.多发伤合并颅脑损伤病人颅内血肿进展相关因素分析[J].创伤外科杂志,2016,18(6):324–327.

[9] 郑兆聪,王如密,赵琳,等.颅脑损伤术后迟发性颅内血肿的形成机制[J].中华神经外科疾病研究杂志,2002,1(4):354–355.

[10] Ding J, Guo Y, Tian H. The influence of decompressive craniectomy on the development of hydrocephalus: a review [J]. Arq Neuropsiquiatr, 2014, 72(9): 715–720.

[11] Karibe H, Hayashi T, Hirano T, *et al.* Surgical management of traumatic acute subdural hematoma in adults: a review [J]. Neurol Med Chir (Tokyo), 2014, 54(11): 887–894.

(2017-04-21收稿,2017-09-29修回)