

躯体痛苦障碍患者基于言语流畅性任务下近红外脑功能成像研究

应修文¹, 向 慧^{2*}

¹贵州中医药大学人文与管理学院, 贵州 贵阳

²贵州省人民医院心理科, 贵州 贵阳

收稿日期: 2025年4月28日; 录用日期: 2025年5月21日; 发布日期: 2025年5月30日

摘 要

目的: 运用fNIRS检测技术, 比较躯体痛苦障碍(Bodily Distress Disorder, BDD)患者和健康对照组(Healthy Control Group, HC)患者, 在基于言语流畅性任务(Verbal Fluency Task, VFT)期间前额叶激活是否存在差异, 以及基于ROI感兴趣区, 比较BDD患者与压力知觉是否相关。方法: 通过近红外光谱脑功能成像(functional near infrared spectroscopy, fNIRS)技术, 比较14例BDD患者与20例HC患者, 在VFT下前额叶氧合血红蛋白(oxyhemoglobin, Oxy-Hb)浓度变化以及基于感兴趣脑区与压力知觉的关系研究。结果: 基于ROI感兴趣脑区分析发现VFT任务下, BDD组在背外侧前额叶皮质($Z = -2.62, P < 0.05$)和额极区域($Z = -4.27, P < 0.01$)的血流动力学变化明显小于HC组。压力知觉与前额叶皮层, 尤其是背外侧前额叶($r = -0.599, P < 0.05$)以及额极区($r = -0.551, P < 0.05$)存在显著负相关。结论: 与HC患者相比, BDD患者在前额叶皮质区域功能相对减退, 其脑区集中在背外侧前额叶皮质和额极区域; 前额叶皮层的功能减退与BDD个体高压力感知有关。

关键词

躯体痛苦障碍, 近红外光谱脑功能成像, 压力知觉, 言语流畅性任务

A Study on Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) Brain Functional Imaging in Patients with Somatic Symptom Disorder during Verbal Fluency Tasks

Xiuwen Ying¹, Hui Xiang^{2*}

¹School of Humanities and Management, Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang Guizhou

²Department of Psychiatry, Guizhou Provincial People's Hospital, Guiyang Guizhou

*通讯作者。

文章引用: 应修文, 向慧. 躯体痛苦障碍患者基于言语流畅性任务下近红外脑功能成像研究[J]. 临床医学进展, 2025, 15(5): 2419-2425. DOI: 10.12677/acm.2025.1551635

Abstract

Objective: To utilize functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) technology to compare differences in prefrontal activation between patients with bodily distress disorder (BDD) and healthy control subjects (Healthy Control Group, HC) during the verbal fluency task (VFT), as well as to investigate the correlation between BDD and stress perception based on regions of interest (ROI). **Methods:** Through functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) technology, we compared changes in oxyhemoglobin (Oxy-Hb) concentration in the prefrontal cortex of 14 BDD patients and 20 HC subjects during the VFT, and explored the relationship between brain regions of interest and stress perception. **Results:** ROI-based analysis revealed that during the VFT, the BDD group exhibited significantly smaller hemodynamic changes in the dorsolateral prefrontal cortex ($Z = -2.62, P < 0.05$) and the frontal pole region ($Z = -4.27, P < 0.01$) compared to the HC group. There was a significant negative correlation between stress perception and the prefrontal cortex, particularly the dorsolateral prefrontal cortex ($r = -0.599, P < 0.05$) and the frontal pole region ($r = -0.551, P < 0.05$). **Conclusion:** Compared to HC subjects, BDD patients showed relatively reduced function in prefrontal cortical regions, specifically in the dorsolateral prefrontal cortex and the frontal pole region. This reduction in prefrontal cortical function is associated with heightened stress perception in individuals with BDD.

Keywords

Bodily Distress Disorder, Functional Near-Infrared Spectroscopy, Stress Perception, Verbal Fluency Task

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

躯体痛苦障碍(Bodily Distress Disorder, BDD)是《国际疾病分类》第 11 版(International Classification of Diseases, ICD-11)中一个新的疾病诊断病名,以躯体症状导致的个体痛苦感以及个体对这些躯体症状不成比例地过度关注为特征。本障碍以多种躯体症状为主诉,但强调当身体出现阳性症状后个体异常的认知、情感、行为等精神症状的特征,强调 BDD 和躯体疾病可以共病[1]。BDD 是新的疾病分类名称,目前尚缺乏相关研究,由于其与 DSM-5 中躯体症状障碍(Somatic Symptom Disorders, SSD)及 ICD-10 中躯体形式障碍诊断(Somatoform Disorder, SFD)诊断的同质性,故沿用既往的诊断概念阐述。

言语流畅性任务(Verbal Fluency Task, VFT)可以反映大脑的认知、记忆与执行功能,前额叶皮层(Prefrontal cortex, PFC)作为大脑功能的执行控制核心与认知障碍有关,这是调节认知功能中最重要的部分[2]。目前 BDD 患者在 VFT 任务下的行为学表现和神经病理机制尚不明确。fNIRS 技术是一种新型的脑功能成像技术,可以检测大脑皮质氧合血红蛋白(oxyhemoglobin, Oxy-Hb)浓度的变化,评估任务状态下大脑功能活动水平[3]。基于此,本研究基于 VFT 任务采用 fNIRS 检测比较 BDD 患者和健康人 Oxy-Hb 的信号差异以及压力敏感性与 BDD 患者 PFC 改变是否存在相关性,探究压力对于 BDD 患者认知功能的影响,为 BDD 脑神经机制的研究奠定理论基础,具有重要的临床意义。

2. 对象与方法

2.1. 对象

研究对象为 2024 年 12 月至 2025 年 2 月就诊于贵州省人民医院心理科门诊的未系统接受精神类药物治疗的 BDD 患者, 或接受过药物治疗, 但经过两周洗药期的 BDD 患者。根据自愿原则, 参与本研究符合标准的 BDD 患者 17 例, 同时面向社会招募符合标准的健康对照者 22 例。经 Matlab 预处理后, 剔除超过要求范围内的坏导数例, 最终符合要求的 BDD 组(共 14 例), 健康组(20 例)。

入组标准: (1) 由 1 名主治医师职称及以上精神心理专科医生经过结构化临床晤谈, 排除精神障碍类疾病; (2) 年龄 18~65 岁, 性别不限; 近两周内未服用任何精神疾病药物; (3) 均为右利手; (4) 实验合作, 意识清楚, 签署知情同意书并自愿参加排除标准: (1) 药物、酒精等精神活性物质滥用者或哺乳期或妊娠妇女者; 有精神疾病史患者; (2) 合并有其他严重器质性疾病者; (3) 合并其他精神类疾病; (4) 有严重自杀倾向者; (5) 正在参加其他临床试验的患者。排除标准: 药物、酒精等精神活性物质滥用者或哺乳期或妊娠妇女者; 有精神疾病史患者; 合并其他严重器质性疾病者; 有严重自杀倾向者; 正在参加其他临床试验的患者。

本试验通过贵州省人民医院医学伦理委员会同意(批准文号: 2025-037), 所有参与的受试者同意参与试验并签署书面知情同意书。

2.2. 方法

2.2.1. 评估工具

中文版压力知觉量表(the Chinese version of the Perceived Stress Scale, CPSS)。该量表主要测量近一个月内被试的压力知觉水平, 该量表包含 14 个条目, 分为两个维度(压力紧张感和失控感), 量表按照 Likert 5 级(0~4)评分, 分别代表“从不、偶尔、有时、经常、总是”5 个选项, 量表总分为 0~56 分, 分数越高, 表示个体心理压力越高。该量表的 Cronbach's α 系数为 0.869。

2.2.2. 言语流畅性任务(Verbal Fluency Task, VFT)

主要测试人们在一定时间内生成词汇的效率, 通过评估词汇的生成, 主要来评估患者执行功能和认知的灵活性, 是一类非常简便的认知功能检查方法。而被广泛应用于 fNIRS 研究中。主要分为第一阶段需跟随语音数数 30 s, 然后根据语音提示的文字进行组词, 每个字有 15 s 组词时间共 60 s, 组词任务结束后, 跟随指令再次数 60 s。

2.2.3. 近红外脑功能成像检查(Functional Near-Infrared Spectroscopy, fNIRS)

对受试者进行 VFT 任务时, 使用近红外光谱成像仪(BS-5000 型)进行检测, 光极帽包含 16 个光源探头和 16 个探测器, 共 53 通道, 采样频率 100 Hz, 光源和探测器之间距离 3 cm。VFT 任务范式统一选取高频词语言流畅性任务, 该研究中 ROI 包括: 前运动皮层与辅助运动皮层, Broca 区, 背外侧前额叶, 前额叶眼动区以及额极区, 见表 1。

2.2.4. 数据分析

fNIRS 数据分析主要包括数据预处理、个体血液动力学响应指标计算和群体水平分析。整个数据分析采用 MATLABR 2014a 软件进行分析。预处理包括数据格式转换, 数据质量控制(筛除质量不好的通道 20%), 通过 Homer2 进行伪影检测、运动伪影矫正、滤波、将光密度转为光强度转为血氧浓度转为叠加平均转为血液动力学响应函数(HRF)。计算个体血流动力学响应指标包括使用 NIRS_KIT 进行个体的一般线性模型(GLM)分析, 组水平分析: 对关键指标进行感兴趣脑区的统计推断。结果可视化包括组水平任务

诱发激活波形图,使用 NIRS_KIT 进行图形绘制。统计方法采用 SPSS26.0 软件进行数据导入和统计分析,计量资料组间比较采用独立样本 t 检验, 检验标准双侧 $\alpha=0.05$, $P<0.05$ 差异具有统计学意义。

Table 1. Brodmann brain area classification for 53 channels

表 1. 53 个通道的 Brodmann 脑区划分

脑区	通道
前运动区与辅助运动区	ch1 ch4 ch10 ch40 ch47 ch52
Broca 区	ch2 ch3 ch5 ch7 ch8 ch13 ch44 ch46 ch49 ch50 ch51 ch53
额叶眼动区	ch12 ch24 ch26 ch38
背外侧前额叶	ch6 ch11 ch14 ch17 ch18 ch20 ch25 ch31 ch32 ch34 ch39 ch42 ch45
额极区	ch9 ch15 ch16 ch19 ch21 ch22 ch23 ch27 ch28 ch29 ch30 ch33 ch35 ch36 ch37 ch41 ch43 ch48

3. 结果与分析

(1) 两组一般资料分析可得, 两组在年龄、性别及文化程度均无统计学差异($P>0.05$), 见表 2。

Table 2. Comparison of general demographics/characteristics between the two groups

表 2. 两组一般资料比较

		健康组(n = 20)	患者组(n = 14)	X^2/t	P
年龄	$x \pm s$	(39.35 $\pm$ 10.89)	(47.21 $\pm$ 13.46)	1.88	0.069
性别	男/女(%)	(8/12)	(5/9)	0.06	0.800
	初中及以下	10 (50%)	8 (57.1%)		
文化程度	高中	9 (45%)	5 (35.7%)	0.788	0.674
	大专及以上	1 (5%)	1 (7.2%)		

(2) 根据 Brodmann 分区, 对 BDD 组与 HC 组两组进行对比, 基于 ROI 脑区两组平均 Oxy-Hb 进行 Mann-Whitney 检验显示, 两组在背外侧前额叶($Z=-2.62$, $P<0.01$), 额极($Z=-4.27$, $P<0.01$)存在组间统计学差异(见表 3、图 1)。

(3) 在 VFT 任务下, 压力知觉与 BDD 组前额叶皮层平均 Oxy-Hb 浓度也存在相关, 尤其是背外侧前额叶($r=-0.599$, $P<0.05$)以及额极区($r=-0.551$, $P<0.05$)存在显著负相关(如表 4)。

Table 3. Presents the average changes in Oxy-Hb concentration based on the ROI for the BDD group and the HC group

表 3. 基于 ROI BDD 组和 HC 组平均 Oxy-Hb 浓度变化

	前运动皮层和辅助运动皮层	Broca 区	背外侧前额叶	前额眼区	额极
Z	-0.175	-1.96	-2.62	-1.645	-4.27
P	0.861	0.05	0.009	0.10	0.00

Table 4. Presents the correlation analysis between perceived stress and the average Oxy-Hb concentration in the distinct brain regions showing inter-group differences between the Qi-stagnation constitution group and [the reference/control] group

表 4. 压力知觉与气郁质、两组差异脑区平均 Oxy-Hb 浓度相关性分析

	前运动皮层和辅助运动皮层	Broca 区	背外侧前额叶	前额眼区	额极
CPSS	-0.141	-0.196	-0.599*	-0.145	-0.551*

注: *表示 $p<0.05$, ** $p<0.01$ 。

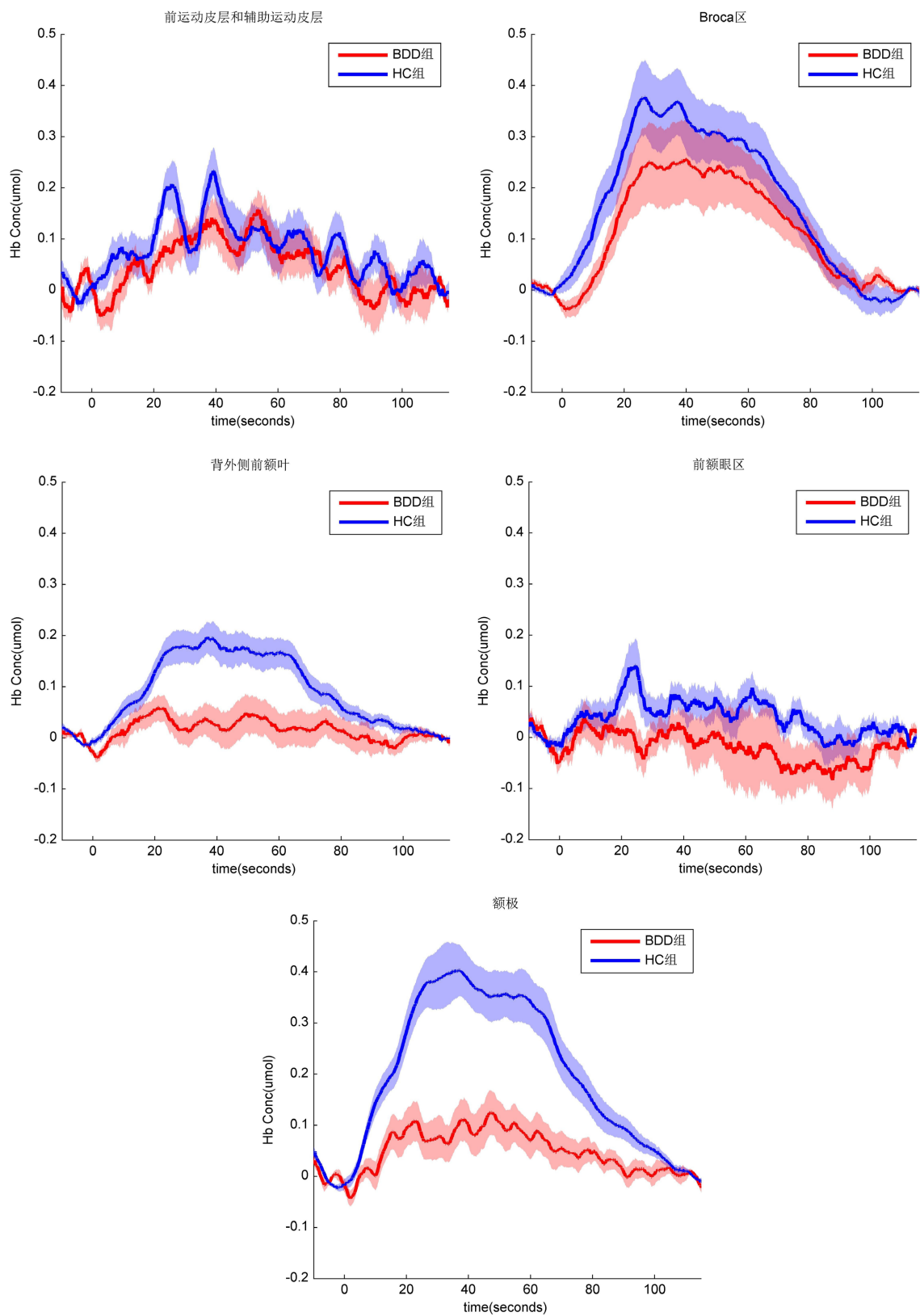


Figure 1. Illustrates the average trend of Oxy-Hb concentration changes in the ROI-based BDD group and the HC group
图 1. 基于 ROI BDD 组和 HC 组平均 Oxy-Hb 浓度变化趋势

4. 讨论

BDD 强调当患者身体出现阳性症状后个体异常的认知、情感、行为等精神症状, 这就意味着 BDD 可能存在 PFC 功能的异常, 这与我们的研究结果一致, 在本研究中, 以 VFT 为认知任务, 使用 fNIRS 检测 PFC 中的激活情况, 与 HC 组相比, BDD 患者在前额叶皮层, 特别是背外侧前额叶(DLPFC)和额极区域皮层的激活反应明显降低, 呈低激活状态。既往有学者研究发现, SSD 患者在 VFT 期间脑区激活情况, 与健康对照组相比, 发现 SSD 患者 PFC 激活减少, 表明 PFC 可能在疼痛调节方面功能失调, 并且还与 SSD 患者的认知能力不佳有关[4]。PFC 功能的损伤, 患者常表现为注意力下降、记忆力功能减退、思维活动迟缓等症状[5]。该脑区的病理改变不仅会造成认知功能下降, 还会显著削弱目标导向执行能力和决策能力, 尤其是影响情感和情绪[6][7]。一些学者认为, 认知障碍可能会加重或维持躯体不适的症状, 这与我们研究发现, BDD 患者认知障碍可能与 PFC 功能减退有关, BDD 患者主观慢性躯体不适症状可能与认知障碍的受损有一定的关联。

基于 ROI 我们研究结果发现, 两组主要存在差异的脑区分布在 DLPFC 及额极区域。影像学研究表明, DLPFC 在执行功能中起着至关重要的作用, 例如工作记忆、认知灵活性、计划、抑制和抽象推理。DLPFC 作为高级认知调控的核心脑区, 其激活可能反映患者对情绪-躯体整合功能失调的代偿, 可能诱发 DLPFC 的功能负荷增加。慢性压力是精神障碍类疾病的主要危险因素, 压力会改变认知和情绪功能, 并增加患各种心理障碍的风险。PFC 对执行功能和情绪调节至关重要, 与许多受压力影响的心理障碍有关。有学者通过对动物进行建模研究发现, 在压力诱导下, PFC 结构和功能会发生变化[8], 本研究还发现压力知觉与患者组 PFC 平均 Oxy-Hb 浓度存在负相关, 尤其是背外侧前额叶以及额极区, 说明在压力下, BDD 前额叶的功能会受到影响, 压力可能是 BDD 患者症状发生或维持的可能诱因。这与 Stoeter P 等[9]通过 fMRI 研究发现, SPD 患者某些特定脑区的神经活动显著增强, 具体而言, 前额叶部分区域在疼痛与认知压力叠加条件下呈现异常激活。这一发现表明, SPD 患者在疼痛感知与认知压力处理过程中存在神经反应的过度强化, 可能与其疼痛预期在皮质层面的功能调节异常密切相关。这说明 BDD 患者的功能损害与疾病因素有关, 还与高压压力知觉有关, 这对于评估 BDD 患者病理因素提供了另一个方向的思路。

本研究也存在很多局限性, 第一, 样本量较小, 在以后的研究过程中, 可以开展大样本多中心的临床研究, 以尽量减少实验带来的随机误差。第二, 我们通过扩大样本量, 可纳入更多的 BDD 患者分析中医偏颇体质与压力知觉以及脑功能特质的研究, 更好地验证结论。第三, 近红外光谱的缺点, 与 MRI、fMRI、PET 相比, 使用 fNIRS 的空间分辨率低, 只能检测大脑皮层的活动, 使得结果存在一定的局限性, 我们无法排除深部脑区如杏仁核、海马体等脑区对结果的影响; 在成像过程中, 头发以及环境光线等因素往往会造成干扰, 导致信噪比相较于 fMRI 而言较低。第四, BDD 患者常伴有抑郁症和焦虑症等共病, 这些共病可能会影响 PFC 的功能活动, 而研究并未充分控制这些混杂因素影响; 第五, 研究仅进行了组间比较, 未进行组内分析, 无法探究 VFT 任务对 BDD 患者和 HC 对照组 PFC 激活的影响; 未来的研究应扩展有关合并症可能影响 BDD 患者认知障碍的因素。

综上所述, 本研究基于 VFT 任务发现, BDD 患者存在广泛前额叶激活下降, 特别是背外侧前额叶和额极区域的激活减退。同时, BDD 患者的前额叶激活水平受压力知觉的影响, BDD 患者的功能损害与高压压力有关。总之将 fNIRS 特征参数与 BDD 临床症状表现相结合, 或进一步结合心理量表从而可提升该病症的识别准确率。

参考文献

- [1] Basavarajappa, C., Dahale, A.B. and Desai, G. (2020) Evolution of Bodily Distress Disorders. *Current Opinion in Psychiatry*, 33, 447-450. <https://doi.org/10.1097/ycp.0000000000000630>

-
- [2] Chen, W., Wagner, J., Heugel, N., Sugar, J., Lee, Y., Conant, L., *et al.* (2020) Functional Near-Infrared Spectroscopy and Its Clinical Application in the Field of Neuroscience: Advances and Future Directions. *Frontiers in Neuroscience*, **14**, Article 724. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00724>
- [3] 吴毅. 近红外光学技术在脑功能成像和神经调控中的应用[J]. 中国康复医学杂志, 2024, 39(2): 153-156.
- [4] Ren, X., Lu, J., Liu, X., Shen, C., Zhang, X., Ma, X., *et al.* (2017) Decreased Prefrontal Brain Activation during Verbal Fluency Task in Patients with Somatoform Pain Disorder: An Exploratory Multi-Channel Near-Infrared Spectroscopy Study. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, **78**, 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2017.05.006>
- [5] Szczepanski, S.M. and Knight, R.T. (2014) Insights into Human Behavior from Lesions to the Prefrontal Cortex. *Neuron*, **83**, 1002-1018. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2014.08.011>
- [6] Hermann, A., Neudert, M.K., Schäfer, A., Zehner, R.I., Fricke, S., Seinsche, R.J., *et al.* (2020) Lasting Effects of Cognitive Emotion Regulation: Neural Correlates of Reinterpretation and Distancing. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, **16**, 268-279. <https://doi.org/10.1093/scan/nsaa159>
- [7] Gifuni, A.J., Perret, L.C., Lacourse, E., Geoffroy, M., Mbekou, V., Jollant, F., *et al.* (2020) Decision-Making and Cognitive Control in Adolescent Suicidal Behaviors: A Qualitative Systematic Review of the Literature. *European Child & Adolescent Psychiatry*, **30**, 1839-1855. <https://doi.org/10.1007/s00787-020-01550-3>
- [8] Wellman, C.L., Bollinger, J.L. and Moench, K.M. (2020) Effects of Stress on the Structure and Function of the Medial Prefrontal Cortex: Insights from Animal Models. *International Review of Neurobiology*, **150**, 129-153. <https://doi.org/10.1016/bs.irm.2019.11.007>
- [9] Stoeter, P., Bauermann, T., Nickel, R., Corluka, L., Gawehn, J., Vucurevic, G., *et al.* (2007) Cerebral Activation in Patients with Somatoform Pain Disorder Exposed to Pain and Stress: An fMRI Study. *NeuroImage*, **36**, 418-430. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.01.052>