



- [13] 周霞, 孙中武. 偏头痛的发病机制及诊治进展 [J]. 中华全科医学, 2019, 17(5):714-715.
- [14] Goadsby PJ, Holland PR. An update: Pathophysiology of migraine[J]. *Neurol Clin*, 2019, 37(4):651-671.
- [15] Prescott A, Becerra L, Pendse G, *et al.* Excitatory neurotransmitters in brain regions in interictal migraine patients[J]. *Mol Pain*, 2009, 5:34.
- [16] Dichgans M, Herzog J, Freilinger T, *et al.* ¹H-MRS alterations in the cerebellum of patients with familial hemiplegic migraine type 1[J]. *Neurology*, 2005, 64(4):608-613.
- [17] Abad N, Rosenberg JT, Roussel T, *et al.* Metabolic assessment of a migraine model using relaxation-enhanced ¹H spectroscopy at ultrahigh field[J]. *Magn Reson Med*, 2018, 79(3):1266-1275.
- [18] 王清清, 刘玉敏, 林晓, 等. 盐酸氟桂利嗪干预硝酸甘油致偏头痛大鼠的代谢组学研究 [J]. 中国药理学杂志, 2019, 54(3):193-199.
- [19] Ni N, Wang Q, Lin X, *et al.* Studies on the mechanism of glutamate metabolism in ntg-induced migraine rats treated with DCXF[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2019, 2019:1324797.
- [20] 马诗瑜, 沈岚, 林晓, 等. 基于尿液代谢组学技术分析大川芎方多组分中药制剂干预急性偏头痛大鼠模型的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(18):101-107.
- [21] 李慧, 吴艳华, 陈宝田, 等. 正天丸对偏头痛大鼠的血浆代谢组学研究 [J]. 浙江中医药大学学报, 2014, 38(9):1046-1049.
- [22] Wen Z, He M, Peng C, *et al.* Metabolomics and 16S rRNA gene sequencing analyses of changes in the intestinal flora and biomarkers induced by gastrodia-uncaria treatment in a rat model of chronic migraine[J]. *Front Pharmacol*, 2019, 10:1425.

• 国际译文 •

外周感觉神经元 STING/IFN-I 信号通路的镇痛机制

干扰素基因刺激蛋白 (STING) 属于天然免疫调节剂, 是免疫和肿瘤领域的明星分子, 其在神经系统的功能却尚不明确。研究者发现, 外周感觉神经元中 STING 通过 IFN-I 信号通路调控疼痛。结果如下: (1) 在正常小鼠鞘内注射 STING 激动剂可明显提高痛阈, 产生镇痛作用, 但不影响运动。在慢性疼痛模型 (包括骨癌痛和神经病理性疼痛), 激活 STING 通路同样产生明显的镇痛作用, 并且无明显的不良反应 (如耐受和运动障碍); (2) 激活 STING 可以引起 DRG 组 INF-I 的增加。这种现象在 STING-gKO 和 STING-cKO (*Sting1^{fl/fl};Nav1.8-cre*) 小鼠不存在。IFN-I 的受体 IFNAR1 在感觉神经元中大量表达。IFN-I 可以直接减弱伤害感受神经元的兴奋性, 最终实现镇痛。由此可以得出, STING 激动剂的镇痛作用是通过 IFN-I 来实现的; (3) 研究者在非人灵长类动物-猕猴上也验证了 STING 激动剂的镇痛作用。猕猴鞘内注射 ADU-S100 可以显著提高痛阈、并增加脑脊液 IFN-I 的水平。IFN-I 可以明显降低 DRG 神经元的兴奋性。因此, 该研究揭示了 STING/INF-I 信号通路的镇痛作用, 将为神经免疫调节和镇痛, 尤其为既有抗癌又有缓解癌痛药物的研发提供科学依据。

(Donnelly CR, Jiang C, Andriessen AS, *et al.* STING controls nociception via type-I interferon signaling in sensory neurons. *Nature*, 2021, 591(7849):275-280. 北京大学神经科学研究所, 刘风雨 译)