



- niques and clinical outcomes[J]. *Neurospine*, 2021, 18(4):871-879.
- [21] Chung SW, Kang MS, Shin YH, *et al*. Postoperative expansion of dural sac cross-sectional area after unilateral laminotomy for bilateral decompression: correlation with clinical symptoms[J]. *Korean J Spine*, 2014, 11(4):227-231.
- [22] Abumi K, Panjabi MM, Kramer KM, *et al*. Biomechanical evaluation of lumbar spinal stability after graded facetectomies[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1990, 15(11): 1142-1147.
- [23] Li X, Liu T, Fan J, *et al*. Outcome of lumbar lateral recess stenosis with percutaneous endoscopic transforaminal decompression in patients 65 years of age or older and in younger patients[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(29):e21049.

• 国际译文 •

不同神经通路调控了神经病理性疼痛早期和晚期阶段 脾脏 T_H2 细胞比例变化

在神经病理性疼痛的不同阶段，分别由躯体感觉皮质和中央杏仁核 (central amygdala, CeA) 调控了迷走神经背核向脾脏的神经投射，从而差异性调控脾脏 T_H2 细胞比例。这一发现揭示了大脑调节疼痛状态特异性免疫反应的可能机制。首先，研究人员在雄性小鼠上制作了选择性神经损伤 (spared nerve injury, SNI) 的神经病理性疼痛模型。基于该模型，他们检测了疼痛不同阶段脾脏不同免疫细胞的比例。通过流式细胞学筛选，发现术后 1 天 (急性痛阶段) 脾脏中表达 IL-4 和 IL-10 的 TH2 细胞比例显著增加，而在术后 4 周 (慢性疼痛阶段) 上述细胞的比例显著降低，表明慢性疼痛不同痛阶段可以引发不同的脾脏免疫细胞改变。为探究这一现象背后的机制，该研究首先观察了支配脾脏的神经通路。通过 FluoroGold 逆行示踪实验，发现 FluoroGold 逆行标记神经元和迷走神经背核的乙酰胆碱 (acetylcholine, ACh) 能神经元有显著共标，由此说明脾脏神经的上游通路来源为迷走神经背核。之后的 c-Fos 免疫荧光染色、显微钙成像和电生理学实验结果均显示，急性痛阶段迷走神经背核 ACh 能神经元兴奋性显著增高，而在慢性疼痛阶段其兴奋性则显著降低。通过化学遗传学方法增强或抑制上述核团 ACh 能神经元兴奋性，可分别导致脾脏 T_H2 细胞比例的增加和减少。这些结果从结构和功能上证实，迷走神经背核 ACh 能神经元对脾脏免疫细胞有直接的调控作用。接下来，为寻找导致 ACh 能神经元兴奋性变化的上游机制，他们通过逆行标记病毒注射的方法，发现迷走神经背核 ACh 能神经元主要接受初级躯体感觉皮质 (primary somatosensory cortex hind limb region, S1HL) 谷氨酸 (glutamate, Glu) 能神经元和 CeA γ -氨基丁酸 (γ -aminobutyric acid, GABA) 能神经元的支配。光遗传学操控上述通路的实验结果显示，抑制 Glu^{S1HL} 会显著降低急性痛阶段脾脏 T_H2 细胞的比例，而抑制 GABA^{CeA} 则显著增加慢性痛阶段脾脏 T_H2 细胞的比例。该研究揭示了神经病理性疼痛急性和慢性两个阶段的差异性神经免疫调控通路，即 “Glu^{S1HL}/GABA^{CeA} → 迷走神经背核 ACh 能神经元 → 脾脏” 通路，提出了一种新的疼痛引发的中枢神经系统对外周免疫反应的调节机制，同时为理解神经-免疫调节和中枢神经-外周器官的互作联系提供了新思路。

(Zhu X, Huang JY, Dong WY, *et al*. Somatosensory cortex and central amygdala regulate neuropathic pain-mediated peripheral immune response via vagal projections to the spleen. *Nat Neurosci*, 2024, 27(3):471-483. 北京大学神经科学研究所, 史翔君 译, 张瑛 校)