



- bar spine radiofrequency procedures in the presence of posterior pedicle screws: technical report of a cadaver study[J]. *Pain Med*, 2015, 16(5):877-880.
- [9] Meng M, Wang J, Sun T, *et al*. Clinical applications and prospects of 3D printing guide templates in orthopaedics[J]. *J Orthop Translat*, 2022, 13; 34:22-41.
- [10] 张愈峰. 3D 打印导航板在椎间孔镜下腰椎髓核摘除术中的临床应用 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2019, 29(5): 444-448.
- [11] 连学辉, 肖红利, 卢涛, 等. 3D 打印体外导板辅助经椎弓根螺钉固定术治疗胸腰椎骨折的临床疗效观察 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2022, 32(8):704-712.
- [12] 潘雪芹, 王然, 赵定亮, 等. 3D 打印导板在胸段带状疱疹后神经痛背根神经节脉冲射频治疗中的应用 [J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(43):3542-3548.
- [13] Chen YC, Lee CY, Chen SJ. Narcotic addiction in failed back surgery syndrome[J]. *Cell Transplant*, 2019, 28(3):239-247.
- [14] Rigoard P, Basu S, Desai M, *et al*. Multicolumn spinal cord stimulation for predominant back pain in failed back surgery syndrome patients: a multicenter randomized controlled trial[J]. *Pain*, 2019, 160(6):1410-1420.
- [15] Christopher R, Jamal H. High-frequency spinal cord stimulation salvages therapy in failed low-frequency treatment of failed back surgery syndrome[J]. *Neuromodulation*, 2023, 26(4):200.
- [16] 朱谦, 毛鹏, 胡宝良, 等. 硬膜外应用利多卡因和倍他米松治疗腰椎术后神经病理性疼痛 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2014, 20(4):222-225.
- [17] 汤达承, 黄穗翔, 叶婉仪, 等. 硬膜外自控镇痛联合臭氧介入治疗腰椎术后疼痛综合征下肢痛的临床疗效 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2018, 24(11):872-874, 877.
- [18] 张玲阁, 邓末宏, 龙星, 等. 3D 打印导板辅助射频温控热凝术治疗第 2 支三叉神经痛的临床研究 [J]. *华西口腔医学杂志*, 2018, 36(6):662-666.
- [19] 陆丽娟, 韩影, 槐洪波, 等. 3D 打印经皮穿刺导航系统在半月神经节射频热凝术中的应用 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2015, 21(12):914-918.
- [20] Li J, Lin J, Yang Y, *et al*. 3-Dimensional printing guide template assisted percutaneous vertebroplasty: Technical note[J]. *J Clin Neurosci*, 2018, 52:159-164.
- [21] 付军, 郭征, 王臻, 等. 多种 3-D 打印手术导板在骨肿瘤切除重建手术中的应用 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2014, 28(3):304-308.

• 国际译文 •

不同物种间疼痛特异性丘脑-皮质神经活动模式

寻找疼痛特异性神经元活动对于理解和控制疼痛具有重要的意义。丘脑是大多数感觉信号的上行中枢，其与大脑皮质的神经连接可能是处理不同感觉信息的基础。既往的动物研究表明，丘脑外侧核到初级和次级躯体感觉皮质（S1 和 S2）的外侧神经通路疼痛感觉的辨别处理相关，而丘脑内侧核与前额叶皮质和前扣带皮质（anterior cingulate cortex, ACC）的内侧神经通路疼痛刺激的情感-动机加工相关，但是人体内这两个通路是否特异性处理疼痛相关信息尚不明确。此外，在疼痛刺激传导中丘脑-皮质神经元活动的时间顺序以及有关疼痛特异性神经通路的临床转化价值也尚未揭示。以下是该研究要探索的三个问题。能否在人体中识别出疼痛特异性的丘脑反应和丘脑-皮质神经通路？能否在时间和空间两个维度识别丘脑神经元的疼痛特异性活动？上述神经活动能否在动物模型中得到验证？主要结果：（1）丘脑背内侧核（medial-dorsal, MD）被疼痛刺激特异性激活而不对其他感觉刺激产生反应，而丘脑腹后外侧核（ventral posterior lateral, VPL）被所有躯体感觉（如疼痛和触觉）特异性激活。（2）与电触觉刺激相比，疼痛刺激后的 MD 与背侧前扣带皮质（dorsal anterior cingulate cortex, dACC）和双侧岛叶的功能连接增强，VPL 与其他脑区之间的功能连接则没有显著变化。（3）在时间维度上，与 VPL 相关的外侧神经通路，在刺激后 65~159 ms 之间较早的开始处理与疼痛感觉辨别有关的信息，与 MD 相关的内侧神经通路在刺激后 89~295 ms 之间较晚的传递疼痛信息。（4）在动物模型（大鼠）中验证了疼痛刺激而不是电触觉刺激特异性激活 MD 神经元和 MD-ACC 的神经通路连接。结论：跨物种间存在趋同的疼痛特异性丘脑-皮质神经元活动。该研究可以指导未来的疼痛评估和管理策略。

（Tu Y, Li Z, Zhang L, *et al*. Pain-preferential thalamocortical neural dynamics across species. *Nat Hum Behav*, 2024, 8(1):149-163. 北京大学神经科学研究所，汪宇轩 邓敏智 译，刘风雨 校）