

科技新闻

·前沿动态·

大脑皮层也有“导航轴”

长期以来,灵长类大脑皮层为何能在演化中形成如此复杂的功能分区,一直是神经科学研究的核心问题。中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心刘赐融、孙怡迪团队联合华大生命科学研究院郝世杰等,揭示灵长类大脑皮层存在一条由两端相向而行的“分子梯度轴”,为解释大脑皮层的起源、扩张和高级认知功能的形成提供了统一框架。2026年4月16日,相关研究成果发表于《Science》。

大脑皮层负责感觉、运动以及思维、决策等高级认知活动。在灵长类漫长的进化历程中,大脑皮层经历了显著的表面面积扩张,逐渐形成视觉、听觉、运动、语言、记忆等高度多样化的功能区域。这套精密有序的皮层结构是如何形成的?其组织规律长期存在争议。

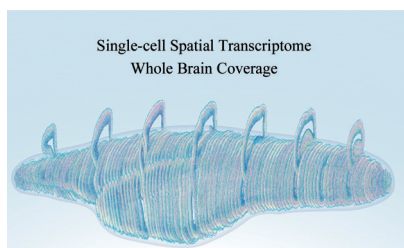
一类观点认为,皮层由演化上更古老的边缘皮层逐步扩展而来;另一类观点则强调,初级感觉区在发育早期就通过分子信号预先“标定”了皮层分区。由于过去始终缺乏同时覆盖全脑尺度、又具备细胞分辨率的整合数据,这场争论持续了百余年。此次研究表明,这2种理论都抓住了部分真相:灵长类大脑皮层的组织并非由单一中心主导,而是在2个对立“极点”共同作用下形成的。

该研究团队首先把普通猕猴

大脑切成薄片,逐一标记不同位置、不同细胞的“身份标签”,即基因表达特征。基于此,利用纳米级空间转录组技术 Stereo-seq,获取了152张全脑连续切片数据,覆盖超过2100万个细胞,原始数据量超过300 TB;再结合磁共振成像、弥散张量成像和神经示踪等多模态信息,构建出三维数字化分子脑图谱。

基于这一图谱,研究人员发现,大脑皮层沿着一条“初级感觉皮层—异皮层”的轴线连续变化:一端是处理外部感觉输入的初级感觉区,另一端是与情绪、记忆和嗅觉等内部状态密切相关的古老脑区。两端分别富集不同基因表达谱,并向中间逐渐过渡,形成彼此拮抗、相向分布的“双相反分子梯度”。这一轴线可解释大脑皮层细胞组成约40%的差异。

值得一提的是,这根分子梯度轴在出生时即已初具雏形,并在后续发育过程中不断“精细化”,好比一张被基因程序和后天经验共同打磨出来的“智慧地图”。跨物种分析进一步显示,类似的双向梯度模式在小鼠、猕猴和人类大脑中同样存在,表明这可能是哺乳动物皮层组织的一个基本规律。



借助单细胞空间转录组研究
猕猴大脑全域切片
(图片来源:《Science》)

更重要的是,研究发现,灵长类特有、与抽象思维和复杂决策密切相关的联合皮层,恰恰位于这2套分子信号相互汇聚的中间区域。这意味着,高级认知功能并非简单来源于某一类古老脑区或某一种感觉系统,更可能诞生于“外部信息处理”与“内部状态调控”2种演化力量的交汇地带。换言之,支撑人类智能的关键脑区,可能正是在这种双重分子牵引下逐步形成的。

这项工作不仅为大脑皮层起源与分区的百年争论提供了分子层面的解释,也为脑疾病研究和类脑智能开发带来新线索。例如,自闭症、阿尔茨海默病以及部分精神疾病,都可能涉及这条分子梯度轴不同区域的异常;而对脑机接口和人工智能来说,这种“从感觉输入到内部表征再到高级整合”的组织原则,也为构建更接近生物脑的信息处理架构提供了启发。研究还显示,这种分子梯度在小鼠、猕猴、猕猴和人类中具有保守性,但在灵长类中被明显拉长,并伴随更复杂联合皮层的出现,提示其可能是灵长类高级智能演化的重要基础。

(综合:《Science》、中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心官网、央视新闻、新华网、中国网)

铜箔打上纳米“铆钉”后获超高强度

在电子信息产业,铜箔被誉为芯片的“神经”和电池的“骨架”。然而,在材料科学领域,高强度、高导电、高热稳定性三者如同同一道难以逾越的“不可能三