

大脑依赖重力锚定空间朝向的编码机制获揭示

本报讯 近日,南方科技大学助理教授陈小菁团队和中国科学院深圳先进技术研究院研究员王成团队合作,揭示了大脑依赖重力锚定空间朝向的编码机制。相关研究发表于《当代生物学》。

空间导航能力是动物维系生存与开展生命活动的重要基础,也是当前智能机器人领域的关键研究议题。对空间朝向的感知和编码是空间认知的重要基础之一,可以分为两类:一类是以客观世界为中心编码的动物自身绝对朝向,另一类是以动物自我为中心编码的客观物体相对朝向。

长期以来,学术界普遍认为“视觉线索”在空间朝向编码的参考体系中居主导地位,尤其对以世界为中心的编码网络具有支配性作用。大脑对“重力线索”的感知与处理是维持该编码



图片来源:视觉中国

系统正常运作的基本前提,然而目前人们关于“重力线索”被感知后如何参与并调控该系统的认识十分有限。

团队运用单光子在体钙成像技术,对小鼠后顶叶皮层脑区的大量锥体神经元进行了多种空间线索组合范式下的连续追踪和记录。

当以客观世界作为参考框架时,研究人员发现重力线索能够显著增强以世界中心为参考系的头方向细胞的编码。随着重力线索的引入和增强,后顶叶皮层脑区会招募更多神经元进入头方向编码网络。与此同时,部分先前招募的头方向细胞也会从视觉线索参考转换为重力线索参考,且继承先前的方位调谐特性。这一发现表明,重力线索可以作为独立罗盘参考要素支撑头方向表征,并与视觉线索形成“竞争-协同”的复杂互作模式。

当以动物自身为参考框架时,边界

细胞在单一视觉线索条件下,其编码强度显著优于世界中心头方向,自我中心边界编码主导了后顶叶皮层脑区的空间表征模式。引入重力线索后,自我中心边界细胞的方位调谐强度与编码一致性仍保持高度稳定,表现出显著的抗干扰特性,而表征环境地标信息的细胞群并未受重力线索影响。

研究首次发现了重力线索作为参考系驱动头方向编码,在与视觉参考系的竞争中占据主导,揭示了后顶叶皮层在整合多感觉线索构建空间表征中起关键作用,为探索大脑导航系统的功能边界及其网络结构本质提供了重要的实验依据与理论基础。

(刁雯蕙)

相关论文信息:

[https://doi.org/10.1016/j.cub.2025.](https://doi.org/10.1016/j.cub.2025.08.048)

08.048

新型邻近标记技术 为下一代免疫疗法开路

本报讯 中国科学院分子细胞科学卓越创新中心研究员韩硕团队和复旦大学附属中山医院教授高强团队合作,开发了一种基于邻近标记的抗原扩增技术。通过红光或超声波响应的工程化纳米酶(PCN)催化含有人工抗原的探针与细胞表面蛋白质发生大量共价连接,实现对靶抗原的扩增。该技术解决了免疫治疗中抗原密度不足和特异性差的瓶颈问题,为开发更智能、更高效的下一代免疫疗法开辟全新道路。相关研究成果近日发表于《自然》。

肿瘤免疫治疗,特别是利用T细胞识别和清除癌细胞的疗法,已成为癌症治疗领域的一大突破。然而,治疗过程中,免疫细胞需要足够强和足够多的抗原“信号”才能发起攻击,但癌细胞表面的天然信号往往非常稀疏。

针对这一核心难题,研究团队首次将用于检测蛋白质空间关系的邻近标记技术转化为功能调控工具,开发了一种全新细胞表面蛋白工程化策略——基于邻近标记的抗原扩增技术。其核心是使用PCN催化邻近标记反应。

研究人员首先将PCN靶向递送至肿瘤细胞表面,随后通过外部的红光或超声进行

精准、无创局部激活。被激活的纳米酶会催化含有人工抗原FITC的探针分子,使其与PCN周围数纳米范围内的细胞表面蛋白发生快速、大量的共价连接,如同在靶细胞表面贴上高密度的人工抗原簇“补丁”,从而“无中生有”地制造出一个靶标。

这种原位构建的高密度抗原簇“补丁”成为免疫细胞的“超级信标”,针对癌细胞的“战斗集结号”正式吹响。通过一种可同时结合FITC和T细胞表面CD3分子的双特异性T细胞连接器(BiTE),T细胞的“最强攻击模式”被触发,从而精准对红光或超声波引导的部位实施毁灭性打击。癌细胞被摧毁后,暴露了更多内部“犯罪证据”,这些新线索进一步被免疫系统的“情报部门”获取并传遍全身,帮助免疫系统自主识别这类癌细胞。由此,免疫系统不仅可以主动攻击逃逸的“同伙”,还能形成长期记忆,如同接种了“肿瘤疫苗”,即使未来出现新的癌细胞,也能立刻识别并将之清除。该策略已在多种实体瘤动物模型和临床来源的肿瘤样本中取得突破性治疗效果。

(江庆龄)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09518-6>

本报讯 天津大学王汉杰、刘夺团队与西北农林科技大学杜涛峰团队合作,成功构建“可吞服光电子胶囊-工程菌双向交流系统”,建立起人类与肠道工程菌之间的光学“语言”,为肠道健康监测与疾病治疗开辟了新路径。近日,相关研究成果发表于《自然-微生物学》。

肠道内栖息着数以亿计的微生物,其组成和活动与人体健康密切相关。但由于肠道环境复杂,传统检测和调控手段难以精准捕捉菌群的实时状态。为此,联合团队研发出可吞服的光电子胶囊,如同“智能潜水艇”深入肠道,通过光学信号实现与工程菌的双向交流。

研究人员选择肠道中不存在的光信号作为“加密语言”:一方面,改造益生菌使其能根据肠道炎症标志物(如硝酸根)发光,胶囊的光电传感器将光信号转化为电信号,经无线传输至手机App,让人类“读懂”菌群的实时状态;另一方面,胶囊通过发光二极管(LED)发出绿光指令,调控工程菌表达抗炎蛋白等治疗物质,实现精准干预。

在猪肠炎模型实验中,该系统展现出显著优势,比传统检测方法提前1至2天捕捉到肠炎信号,并通过远程调控有效缓解炎症。这项技术构建了新型“菌-机接口”,丰富了生物电子接口类型,为实现“人-机-菌交互”、推动智能化疾病诊疗奠定了基础。

业内专家认为,该成果为肠道微生物研究提供了全新工具,未来结合人工智能和云技术,有望实现对肠道健康的动态监测与精准调控,为肠炎等疾病的治疗带来革新。

(陈彬 赵晖)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41564-025-02057-w>

人类与肠道工程菌实现远程『对话』