

迄今最完整人类成年海马体细胞图谱问世

揭示抑郁症患者大脑难以生成新神经元

本报讯 一项 8 月 21 日发表于《自然－医学》的研究发现, 抑郁症患者大脑生成新神经元的能力弱于正常人群。该研究绘制出迄今最完整的人类成年海马体细胞图谱。海马体是大脑参与学习、记忆与情绪调控的区域。

20 多年来, 一些研究人员一直推测, 神经发生(大脑生成新神经元的过程) 出现紊乱可能与抑郁症有关。“令人兴奋的是, 这篇论文首次在单细胞分辨率上精准展示了该过程中究竟是哪个环节出现了异常, 同时明确了其中涉及的分子机制。”美国宾夕法尼亚大学的 Amelia Eisch 表示。

这项研究并未证实神经发生受损会直接诱发抑郁症。研究人员谨慎地指出, 抑郁症涉及多个脑区, 而不仅仅是海马体。尽管如此, 这些发现依旧有望发掘新的治疗靶点。

论文通讯作者、美国哥伦比亚大学的 Maura Boldrini Dupont 表示: “我们找到了具备药物潜力的若干信号通路, 它们与发病机制

有关。”

这项研究也进一步证实了人类大脑在成年后依然可以生成新的神经元。成年神经发生长期存在争议, 过去有些研究并未检测到成年人脑中的新生神经元。

德国神经退行性疾病研究中心的 Gerd Kempermann 评价, 该研究进一步提示了这些新生成的神经元不仅真实存在, 还具备独特生理功能。“这项研究结果扎实, 非常有启发性。”

研究团队解析了 30 人死亡后的脑组织样本。其中 11 人患有重度抑郁症, 也叫临床抑郁症; 另外 19 人无精神疾病, 被作为对照组。研究人员对这些受试者海马体内近 50 万个细胞核进行了 RNA 测序。单细胞核 RNA 测序可以捕捉每一个细胞内的基因活性快照。科学家已经掌握神经元各个发育阶段对应的特征基因, 因此基因活性可以作为判断细胞成熟度的分子标记。

借助这些数据, 研究团队还原出神经发生

的完整轨迹: 从神经干细胞(可以分化产生神经元的细胞) 开始, 先转变为中间神经祖细胞, 再发育成神经元前体细胞, 即成神经细胞, 最终形成未成熟的神经元。

与对照组相比, 重度抑郁症患者脑组织里的神经干细胞比例更高, 成神经细胞比例更低。这说明细胞在后续阶段的分化进程受到阻碍。“整个发育轨迹仿佛被卡住了, 进度严重滞后。”Dupont 说。

不过, 荷兰神经科学研究所的 Evgenia Salta 指出, 如果神经发生完全停滞, 理论上会观测到未成熟神经元比例下降, 但该研究并未发现这一现象。“这就更值得我们进一步探索, 在疾病发展过程中, 神经发生究竟是在哪个时间点、以何种方式受到干扰。”

动物实验已经表明神经发生和类似抑郁的行为存在关联。Dupont 举例说, 小鼠实验中, 阻断神经发生会削弱它们应对压力的能力, 还会损害学习与记忆功能。记忆在人类抑

郁症中同样扮演着重要角色。“抑郁症患者的模式分离能力, 即分辨不同外界线索与记忆的能力会发生改变, 他们往往反复沉溺于负面记忆。”她说。

但这项研究的数据依旧无法厘清因果关系, 即究竟是神经发生受损导致抑郁症, 还是抑郁症反过来破坏神经发生, 抑或二者拥有共同的致病源头。Kempermann 表示: “这仍是一个悬而未决的问题。”

除单细胞核测序外, 研究团队还使用空间转录组学、蛋白质组学等技术解析了人类海马体细胞。此外, 该研究规模庞大、具有深度的数据集也获得了研究人员的高度赞扬。

Salta 评价: “毫无疑问, 这是一项令人赞叹的研究, 是真正的杰作。这些海量数据可供神经发生领域以及其他方向的科研人员继续挖掘。”(王方)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41591-026-04571-8>

带电雨滴有腐蚀性

本报讯 一项研究指出, 作为一种自然发生的现象, 带电雨滴能分解经过保护性涂层处理的表面。这一此前被忽视的腐蚀机制敦促科学家寻找一种新方法来保护汽车、船舶、建筑和文化遗址等的金属表面。相关研究成果 8 月 26 日发表于《自然》。

腐蚀是户外金属制品和结构面临的一个经济和安全问题。人们之前认为, 雨水造成的腐蚀主要是因为雨滴具有物理腐蚀性或带有来自污染物的酸性。虽然既往研究已证明水滴在滑过植物叶子和窗玻璃这类常见表面时会带电, 但这种电荷对金属表面的腐蚀作用却被忽视了。

在这项研究中, 德国马克斯·普朗克高分子研究所的 Rüdiger Berger、Hans-Jürgen Butt 和同事分析了电中性水滴如何带电并腐蚀不同材料。

研究人员将水滴到 4 种常见表面上——植物叶子、PVC(聚氯乙烯)、泡沫板、聚苯乙烯玻璃和常用疏水涂层 PFOTS (全氟辛基三乙氧基硅烷)。这些水滴随后会滑到有聚四氟乙烯涂层的铜上。研究发现, 水滴带上了很微弱的电荷(0.2~2 纳库仑)。在 3000 个水滴从这些表面滴到有聚四氟乙烯涂层的铜上后, 这一涂层会分解, 导致底下的金属被腐蚀。如果水滴不带电, 则不会观察到表面损伤。(赵熙熙)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10941-6>

大量沙丁鱼死亡 致南非下调核电站发电量

据新华社电 据南非媒体 8 月 24 日报道, 由于南非沿海近期出现大量死亡沙丁鱼, 堵塞南非库贝赫核电站的海水冷却系统进水区, 南非国家电力公司将该核电站 1 号机组发电量下调至 50%。

南非媒体援引南非国家电力公司的一份声明说, 因大量死亡沙丁鱼在海水进水区积聚, 库贝赫核电站 1 号机组的冷却泵自动关闭。为安全起见, 南非国家电力公司已将该机组的发电量降至 50%。

库贝赫核电站位于南非西海岸, 距离开普敦约 27 公里, 是非洲唯一在运核电站。该核电站于 20 世纪 80 年代建成投运, 两台机组的总装机容量约 1800 兆瓦。核电站 2 号机组从今年 4 月起暂停运行, 进行例行安全检查和维护, 预计 9 月下旬重新启用。

库贝赫核电站在运行过程中需要大量海水冷却。南非国家电力公司表示, 这是该核电站首次因大量死鱼堵塞海水进水区而影响机组运行。核电站应急响应小组已启动海水进水区清理工作, 待冷却系统完全恢复后, 1 号机组将恢复正常运行。(王晓梅 王雷)

环球科技参考

中国科学院西北研究院文献情报中心

月震信号可用于探测月球地下水冰资源

美国马里兰大学、劳伦斯伯克利国家实验室和夏威夷大学等机构研究人员提出一种利用月震信号探测月球地下水冰的新方法, 有望识别月球极地隐藏的冰资源, 为未来月球基地建设和原位资源利用提供新的探测手段。近日, 相关研究成果发表于《科学进展》。

月球水冰被认为是未来载人探月任务的重要资源。月球极地区域长期处于低温和永久阴影环境, 使水分子能够以冰的形式长期保存。近年来, 轨道遥感、撞击实验和探测任务已经提供了月球存在水冰的证据, 但如何确定地下冰层的位置、厚度和储量仍是当前月球资源探测面临的重要问题。

研究人员提出利用月震产生的地震波作为识别地下冰层的重要信号来源。他们通过实验模拟、温度环境分析和地震波传播建模 3 种方式, 研究冰存在条件下月球内部介质的地震响应特征。结果显示, 冰能够增强月壤颗粒之间的结合程度, 使地震波传播速度明显加快, 并产生区别于干燥月壤的特征信号。当月震波穿过富含冰的区域时, 其传播速度、振幅和反射特征会发生变化。通过分析这些变化, 可以判断地下是否存在冰层, 并进一步评估冰资源分布范围。研究团队进一步结合月球南极区域环境条件, 对

可能存在地下冰的区域进行了模拟分析。研究结果表明, 相比仅依靠轨道遥感观测, 地震探测能够提供地下结构信息, 有助于提高对冰层深度、连续性和资源规模的认识。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adz7220>

科学家借助人工智能模型 高精度预测全球冰川储冰量

意大利威尼斯卡福斯卡里大学与意大利国家研究理事会极地科学研究所联合团队提出一种基于机器学习的全球冰川冰厚和储冰量估算模型 IceBoost v2.0, 利用全球超过 700 万组冰厚观测数据训练模型, 并结合地形坡度、曲率、冰流速度和温度等 26 项物理与几何变量, 对全球冰川冰厚和冰体积进行高分辨率模拟。近日, 相关研究成果发表于《科学数据》。

冰川分布范围广、地形复杂, 直接获取全球冰厚观测数据存在较大困难。传统冰川厚度测量主要依赖雷达探测、钻探和野外调查, 覆盖范围有限, 难以满足全球尺度研究需求。

研究团队利用来自全球不同区域的 700 多万组冰厚测量数据对 IceBoost v2.0 模型进行训练, 并将模型应用于全球范围内应用最广泛的冰川数据库之一——兰道夫全球冰川清单(RGI)

中的全部冰川。模型基于冰川轮廓、地形特征、冰流运动和气候条件等信息, 对每一处冰川进行逐点冰厚模拟, 从而计算冰川总体积。研究估算表明, 全球冰川(不包括南极冰盖和格陵兰冰盖)约储存 15 万立方千米冰体, 如果全部融化, 将导致全球平均海平面上升约 32.3 厘米。该模型对冰川空间分布的模拟精度明显优于传统方法, 部分区域与实地观测结果的匹配度提高约 40%。

冰川融水是全球许多地区河流径流的重要来源, 支撑生态系统、农业生产和居民用水。研究指出, 全球约 19 亿人口生活在不同程度依赖冰川水资源的区域。更加准确的冰川厚度和储冰量估算有助于提高未来淡水资源变化预测能力, 尤其是在南美洲部分干旱地区以及其他水资源压力较大的区域。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41597-026-07744-9>

利用水文数字孪生技术 提升洪水风险预测与气候适应能力

近日, 美国加州大学伯克利分校智能基础设施实验室公布了其目前推进的“帕哈罗水文数字孪生项目”的详情。

帕哈罗水文数字孪生项目旨在利用数字孪生、人工智能、传感器网络和水文模拟技术, 构建

面向洪水风险管理的新型基础设施决策平台。该项目以加州蒙特雷县帕哈罗河流域为研究和应用场景, 通过建立物理流域系统与数字模型之间的动态连接, 实现对水文过程、基础设施状态和极端天气影响的实时分析, 为社区洪水预警、防灾减灾以及未来气候适应性规划提供技术支持。

帕哈罗河流域长期面临洪水风险, 极端降雨事件和气候变化进一步增加了区域防洪管理压力。项目团队认为, 传统洪水管理方式主要依赖历史水文记录、工程标准和定期检查, 在面对降雨模式变化、极端天气增加以及复杂流域环境变化时, 难以及时提供动态风险评估。为此, 帕哈罗水文数字孪生项目通过整合河流水位、降雨、地形、土地利用、遥感影像以及基础设施运行状态等多源数据, 构建流域高精度数字模型, 对不同气候和洪水情景进行模拟分析。

该数字孪生系统能够将实时观测数据持续输入虚拟模型, 并根据流域状态变化更新预测结果。例如, 在强降雨发生前, 系统可以模拟不同降雨强度下洪水传播路径、水位变化以及防洪设施承载能力, 帮助管理部门提前识别潜在风险区域并优化应急响应方案。同时, 该项目也关注长期基础设施管理, 通过持续积累运行数据, 评估堤坝、排水设施等关键基础设施的性能变化, 为未来防洪工程建设、维护投资和气候适应性规划提供依据。(刘文浩)

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

利用聚焦电子探针实现 原子尺度的双缝干涉测量

日本东京大学的 Naoya Shibata 团队利用聚焦电子探针实现了原子尺度的双缝干涉测量。近日, 相关研究成果发表于《自然》。

双缝干涉实验一直是波粒二象性的重要范例。如今, 这类实验构成了现代电子、中子、原子和分子干涉仪的基础, 其条纹可见度和相位信息可定量反映波函数及衍射物体的特性。若将此方法拓展至原子尺度, 能直接、局部地获取微观结构与动力学信息。

该研究表明, 在晶体内部可实现原子尺度的双缝干涉。通过扫描透射电子显微镜(STEM), 研究人员展示了利用聚焦电子束在两个间距为 1.36 埃的相邻 Si(110)原子列上产生干涉条纹。在有限温度下, 这两个原子“狭缝”发生显著振动, 并将其运动特征印刻在干涉条纹上。条纹从 300K 持续到 900K, 表明只有部分声子模式会降低可见度, 相邻原子之间的关联热振动保持了相干性, 而独立运动则会破坏这种相干性。

对这一保持的可见度进行定量分析, 可直接实验获取一对原子列之间的振动相关性。这些相关性对应于特定原子键的各向异性刚度, 从而揭示影响热输运的低能声子动力学。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10914-9>

氧－碳骨架编辑 由异噻唑合成吡咯

美国芝加哥大学的 Mark D. Levin 团队通过氧－碳骨架编辑由异噻唑合成了吡咯。近日, 相关研究成果发表于《自然》。

异噻唑和吡咯广泛存在于具有药用价值和生物活性的化合物中。尽管它们的核心结构仅相差一个原子(氧与碳), 但从头构建环系所需的合成方法却截然不同, 因为电子性质相近的异噻唑核心存在多种断裂方式, 这些方式对相应的吡咯是不可行的。鉴于这两类杂环化合物在结构上的相似性, 骨架编辑为解决这一问题提供了可能, 因为它能够实现非传统的逆合成断裂。

该研究实现了异噻唑中氧原子向碳原子的替换, 以一锅法高效合成吡咯。研究人员发现了连接两类杂环的关键中间体, 为原本难以合成的吡咯骨架提供了一种与传统合成正交的逆合成路径。在研究过程中, 研究人员发现了意想不到的脲胺酮反应活性, 并建立了一个预测性计算模型, 捕捉了控制反应结果的构象特征。通过将这两种杂环与以氧到碳的取代反应连接起来, 可实现难以合成的吡咯的区域选择性合成。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10933-6>

稳定中性粒细胞 胞外陷阱以实现炎症隔离

英国弗朗西斯·克里克研究所的 Venizelos Papayannopoulos 的团队发现, RAD51 可稳定中性粒细胞胞外陷阱(NET)以实现炎症隔离。近日, 相关研究成果发表于《科学》。

NET 具有分支状的染色质结构, 但其起源和功能仍不明确。研究发现, NET 的分支是由 RAD51 介导的, 该蛋白在 DNA 重组修复过程中生成 DNA 连接点。药物抑制、RAD51 敲除或使用 GEN1 和 RuvC 解聚酶处理, 可减少分支并导致 NET 不稳定; 而不同刺激下 RAD51 的上调则产生了稳定性各异的 NET。在小鼠肺部感染曲霉菌期间, RAD51 的抑制可破坏 NET 并降低肺部细胞因子水平。

然而, 循环中 NET 成分的积累增加, 导致循环单核细胞中白细胞介素-6(IL-6)的诱导, 从而加剧了 2 型炎症和哮喘。在人类曲霉病中, 细胞外血浆 DNA 与 IL-6 及嗜酸性粒细胞趋化因子呈正相关。RAD51 通过在结构上稳定 NET 将炎症隔离, 以阻止异常的全身性免疫激活, 并将 DNA 修复与炎症联系起来。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.aed9286>

近缘物种基因组揭示 禾本科演化前的关键代谢创新

美国威斯康星大学麦迪逊分校的 Hiroshi A. Maeda 团队利用禾本科近缘物种基因组揭示了禾本科演化前的关键代谢创新。近日, 相关研究成果发表于《科学》。

禾本科在经济和生态上具有重要意义, 并表现出独特的代谢特征, 包括淀粉和双木质素生物合成途径。研究人员对 Pharus Joinvillea、Ecdiecolea 和 Typha 等物种的基因组进行了测序, 以研究这些代谢创新相对于禾本科起源的时间与机制。

研究显示, 在产生所有禾本科植物最后共同祖先的谱系中, rho 全基因组重复(ρ WGD)促进了细胞质淀粉生物合成相关基因家族的扩张; 而更早的苯丙氨酸氨甲酰酶(PAL)串联复制则产生了苯丙氨酸/酪氨酸氨甲酰酶(P TAL), 该酶负责双木质素生物合成。该研究揭示了禾本科演化前的关键代谢创新的分子基础。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adv0443>

更多内容详见科学网小柯机器人频道：
<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>