迄今最详细基底神经节脑细胞图谱发布

有助于理解从帕金森病到成瘾等各种病症

本报讯 科学家发布迄今最详细基底神经节图谱，包含来自人类、猕猴和狨猴的2550万个脑细胞。相关26篇研究论文11月12日发表于《细胞》《细胞报告》《细胞报告方法》《细胞系统》《细胞基因组学》和《神经元》，涵盖了此前研究较少的神经元，揭示了部分脑细胞随年龄变化的情况，以及哪些细胞可能与疾病相关。

基底神经节是位于大脑深部的细胞群，负责处理运动、认知、情绪和决策信息。它们与多种神经退行性疾病和精神疾病相关，包括帕金森病、亨廷顿病、精神分裂症、双相情感障碍和成瘾。

图谱由9个国家的数百名科学家合作完成，是“脑计划细胞图谱网络”（BICAN）的一部分。BICAN是由美国国立卫生研究院于2022年启动的一个耗资5亿美元的项目，旨在创建哺乳动物大脑的参考图谱。

“这是该领域急需的一部大型词典。”西班牙加迪斯大学的神经科学家Ana Munoz Manchado说。她主要研究神经退行性疾病中的基底神经节。

基底神经节图谱包含6个人的大脑的2100万个细胞、3只食蟹猴和恒河猴大脑的300万个细胞，以及两只狨猴大脑的150万个细胞。研究人员还使用了此前已发表的完整小鼠大脑图谱中的数据。通过比较不同灵长类动物的基底神经节，研究人员在人类、恒河猴和狨猴中鉴定出61种在7600万年演化历程中保守的细胞类型。

团队分析了这些物种在整个生命周期不同发育阶段的脑组织样本。最新研究以前所未有的细节整合了这些细胞的信息——从测量基因表达和调控基因表达的DNA修饰到记录电活动，以及DNA在细胞核内的折叠方式。

研究人员还绘制了每个细胞在脑中的位置，并设计了一个通用框架，用于表征和注释这些细胞。参与该项目的美国艾伦脑科学研究所的生物信息学家Michael Hawyrylycz说：“我们现在可以很容易地在此基础上完成对大脑其余部分的描绘。”

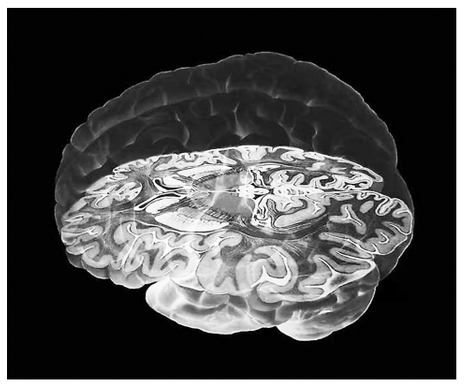
其中一项研究对19名已故捐献者基底神经节最大结构（纹状体）的110万个细胞进行了分析。与其他许多脑区不同，纹状体没有清晰的解剖边界。研究人员在人类和恒河猴纹状体中鉴定出6个具有独特分子特征的区带，每个区带都包含不同数量的神经元和胶质细胞。

“这些区域的细胞在显微镜下看起来都一样，但转录差异显著，而且个体之间高度一致。”论文作者、美国博德研究所的神经生物学家Evan Macosko说，他和同事还发现，随着年龄增长，区分各个区域的基因表达模式越来越相似，尤其是在受亨廷顿病或帕金森病影响的脑区。

另一项研究则分析了178名年龄在27岁至90多岁的已故捐献者的纹状体和前额叶皮层中的近400万个细胞。研究人员发现，这两个脑区的细胞构成因人而异，尤其是被称为胶质细胞的非神经元细胞，表明脑细胞图谱需要考虑这些个体差异。

研究还发现，某些类型的神经元和胶质细胞的比例会随年龄增长而下降。通过检查基因表达模式，研究人员能够预测捐献者的年龄，中位误差为6.6年。

BICAN团队表示，基底神经节图谱是绘制整个人脑图谱的模板。“我们下次再发表一组论文时，很可能描绘的就是整个人脑图谱了。”Hawrylycz说。（李木子）



基底神经节的磁共振扫描图像。 图片来源：Zephyr/SPL

相关论文信息：
https://doi.org/10.1016/j.celrep.2026.118269
https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.10.026
https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.10.012
https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.10.031

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然》

情绪调节能力缺乏统一的神经特征

德国曼海姆中央精神卫生研究所和奥地利因斯布鲁克大学的团队揭示了在跨数据集的分析中，常用的3种情绪调节能力指标未与经典的前额叶调控回路对应，说明不能用某些脑区的激活强弱来推断一个人的情绪调节水平。相关研究成果近日发表于《自然》。

认知重评是一种情绪调节策略，指通过改变对情绪事件的理解和认知评价来调整情绪反应。它对幸福感至关重要，并会调动前额叶调控回路。人们由此假定这些回路的活动反映了个体调节情绪的能力。然而，这一假定缺乏决定性证据，也从未在大规模样本中得到检验。

研究团队在一项研究中分析了40套基于任务的功能磁共振成像数据集，涵盖2175名参与者。结果表明，3种广泛使用的重评能力指标，即特质问卷、任务中的情感评分以及杏仁核下调程度，并不集中于一个共同核心。此外，这3种指标均未表现出与经典前额叶调控回路预期的关联。特质问卷在全脑范围内未显示出可检测的神经关联，任务中的情感评分与杏仁核和感觉运动皮层的反应相关。在过程层面，经典控制回路在情绪产生与重评期间均被调动，这对它们被推定具有的情绪调节特异性提出了挑战。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41586-026-11203-1

真核生物最近的亲属是互养型食肽古菌

日本海洋研究开发机构的Hiroyuki Imachi团队研究发现，通过培养获得的两株海姆达尔古菌必须与产甲烷菌互养、以多肽为食，细胞内存在突起和囊泡，却没有持久的内膜结构。这一谱系在演化上与真核生物最为接近，为了解真核生物的起源提供了新线索。相关研究成果近日发表于《自然》。

真核生物被认为起源于与阿斯加德古菌相关的谱系。最早培养出的古菌揭示了有价值的线索，但它们与真核生物的关系仍然较远，真核生物起源的许多问题因此悬而未决。

研究团队报道了HC1和SC1两株菌的分离，它们属于与真核生物分支最为接近的海姆达尔古菌——阿斯加德古菌超门中的一个类群。这些分离株分别构成纯共培养物，以及与产甲烷伙伴组成的三元培养物。两者都是厌氧、互养、降解多肽的中温古菌，会产生突起和囊泡，但缺乏持久的内膜结构，与阿斯加德古菌相似。所有已分离的阿斯加德古菌都表现出以细胞构建和膜结构为中心而非以分裂为中心的行为，这与典型原核生物形成对照。菌株HC1带有与需氧生活方式相关的基因，但其共培养物无法在微氧条件下生长。而当有需氧菌存在时，该菌株能在微氧条件下生长。比较基因组学提供的证据表明，海姆达尔古菌很可能并不进行氧呼吸。厌氧生活方式、无持久胞内膜的细胞结构以及膜突起在阿斯加德古菌中的广泛保守性，提示真核生物的古菌祖先可能就具有这些生理特征。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41586-026-11170-7

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

输沙量减少近90%，黄河“悬河”治理如何把握窗口期

（上接第1版）

与会专家还提出应变害为利，推动泥沙资源化利用。中国工程院院士、中国矿业大学教授胡振琪提出，将黄河泥沙与矿山生态修复协同治理，将流域清淤“泥沙输出”与矿区修复“材料输入”结合起来。他介绍，山东示范工程土地复垦率已达到100%，在复垦重构的土壤上，玉米产量每公顷可达10484.54公斤，与正常农田相当。

“未来，可以依托市场化水力抽沙，引入社会力量参与长效治理，有计划降低河床高程，实现地上悬河向地下河的转变。”清华大学教授、黄河研究中心主任张红武说。山东农业大学教授冯竟竟表示，需开展泥沙在工程材料中的高值化利用，例如微生物矿化原位固化、自流平砂浆、高韧性修复材料与生态护坡砖等。

不过，源头减沙仍是根本。水利部黄河水利委员会黄河上中游管理局总工程师祁永新指出，水土保持是削减入黄泥沙、遏制悬河抬升的根本路径。“十五五”时期需聚焦黄河上中游核心治理区精准施策，实现到2030年流域水土保持率超70%，年均新增保土拦沙能力超1亿吨。

与会专家建议通过多学科协同实现系统治理。山东大学黄河国家战略研究院副院长江恩慧提出“139+”梯级水库群水沙协同调控方案，认为悬河治理要强化广义黄河流域系统、广义水沙调控体系新理念，加强宏观－中观－微观多尺度科学研究。王国庆建议继续推进节水型社会建设，加快南水北调西线工程建设，优化黄土高原梯田和淤地坝建设规模，并强化干支流水库群联合调度。黄河水利科学研究院研究员杨飞则针对艾山等卡口河段提出工程治理与装备研发构想，以无动力船、绞吸、绕沙等方式“把好钢用在刀刃上”，并借助数字孪生实现边实验、边感知、边优化。多位专家建议设立黄河流域水沙研究重大科技计划、推动多学科协同与体制机制创新，同时强调尊重河流自然规律、科学把握治理尺度。

“即使未来潼关站每年来沙3亿吨，按照历史规律，仍会有6000万吨左右在其下河库淤积，这不是一个小数。抓住目前来沙大幅减少的窗口期治理悬河，是时代赋予我们的机遇和责任。”王飞说。



研究表明，雄性和雌性海带均能进行无性繁殖。 图片来源：Madelein_Wolf

■ 科学此刻 ■

“单身”海带照样繁殖

一项11月12日发表于《公共科学图书馆－生物学》的研究表明，当潜在“配偶”数量稀少时，部分海带能够自主完成繁殖。

“我们的研究结果表明，海带的繁殖方式比过去人们认为的更加灵活。”论文作者、德国亥姆霍兹基尔海洋研究中心的Daniel Liesner表示。

比利时根特大学的Olivier De Clerck认为，雄性生殖细胞无需精卵结合即可发育，这一现象十分惊人。因为和卵细胞不同，精子细胞体积微小，几乎没有可供发育的营养物质。

海带可以为海洋生物提供食物与栖息场所。“海带十分奇特，拥有各种特殊的生理机制。”英国苏格兰海洋科学协会的Reina Veenhof说，这项研究的价值在于解释了基因活性的变化如何帮海带切换不同的繁殖模式。

科学家已经知道海带可以进行无性繁殖，未受精的卵细胞能够直接发育成新个体，相关例子已有记录。新研究证明该现象并非个例。这项研究的对象是淡色海带（*Laminaria pallida*），分布在南非、纳米比亚的大西洋沿岸。在野外环境下，研究人员对523株海带个体进行观测，没有发现明确的无性繁殖证据，而在实验室培养皿中分开培养的雄性和雌性淡色海带都能进行无性繁殖。此时，雄性个体的基因表达发生改变，其模式更接近雌性。实验室培养环境中如果存在异性个体，海带则会优先选择有性繁殖。这说明海带可以通过化学信号感知周边的“配偶”。

“对于规模较小或相互隔离的种群，无性繁殖可以维持种群延续，一直等到合适的‘配偶’出现。”Liesner说。

但De Clerck指出，目前尚不清楚无性繁殖对野生种群的实际贡献有多大。研究人员发现，无性繁殖产生的海带个体数量少、生长速度慢，出现发育畸形的概率也高于有性繁殖的个体。Veenhof表示，这些无性繁殖后代能否在野外存活至性成熟，依旧是未知数。

全球的海带林正遭受海洋变暖和海洋热浪威胁。“搞清楚海带的繁殖机制，以及气候变化如何影响其繁殖，是我们当下最重要的研究任务之一。”Veenhof说。（王方）

相关论文信息：
https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3004065

联合国气候机构负责人敦促加快谈判进程

据新华社电 为期两周的《联合国气候变化框架公约》（以下简称《公约》）第三十一次缔约方大会（COP31）正在土耳其安塔利亚举行。《公约》秘书处执行秘书西蒙·斯蒂尔11月14日表示，本次大会已过半程，各方应迅速聚焦核心难点议题，加快谈判进程。

斯蒂尔在当天举行的新闻发布会上说，COP31是有史以来规模最大的缔约方大会之一。来自各国政府、国际机构、企业以及民间的代表齐聚安塔利亚，多国领导人重申对气候行动和联合国气候谈判进程的承诺。

他指出，各国应对气候变化既可以保护本国人民，也有助于提振经济，可再生能源是推动经济增长、创造就业以及保障安全和可负担能源供给的关键驱动力。

谈及谈判进程，斯蒂尔说，目前大会谈判全面展开，各方积极参与并取得进展。近200个国家正围绕大量谈判议题开展磋商。他强调，逐字逐句达成共识的工作艰巨但至关重要，“没有各方的妥协，就不会有集体成果”。

本次大会计划持续至20日。随着大会即将进入第二周，斯蒂尔敦促各方迅速聚焦最棘手议题，避免拖延。他强调，应对气候危机没有速效良方，没有哪次缔约方大会能够一劳永逸化解气候危机，但每一次大会都应有所进展。（张晓茹 王腾飞）

美“星舰”飞船首次被发射塔机械臂“捕获”回收

据新华社电 美国太空探索技术公司重型运载火箭“星舰”的第二级飞船11月14日返回地球，并由发射塔机械臂“捕获”回收，这是该公司首次实现以这种方式回收飞船。

“星舰”于美国中部时间13日下午从得克萨斯州发射升空，实施第15次试飞。此次试飞原计划尝试助推器和飞船双双返回发射场回收，但火箭一二级分离后，“超级重型”助推器因出现低燃料警报而改道，最终在墨西哥湾海域受控溅落。

据任务团队介绍，“星舰”飞船随后进入了距地球表面约275公里的轨道，并完成26颗新一代“星链”V3卫星的部署。所有卫星均与地面建立了通信联系。

飞船在轨飞行20余小时后，重新点燃一台“猛禽”发动机，脱离轨道并重返地球大气层，随后从墨西哥湾一侧接近发射场。经过翻转等操作，飞船最终以垂直姿态由发射塔机械臂“捕获”回收。

太空探索技术公司首席执行官埃隆·马斯克说，此次试飞中，助推器发动机表现低于预期，导致出现燃料不足问题，公司将通过提升发动机性能及稳定性、调整飞行软件等方式加以解决。他还表示，目前使用的飞船和助推器已落后于正在生产或处于测试中的改进型版本，此次助推器损失不会影响实现“星舰”高频次、完全可重复使用飞行的时间表。（谭晶晶）

“吸血鬼骆驼”曾出没于北美平原

本报讯 在近日将于《新墨西哥自然历史与科学博物馆公报》发表的一篇关于骆驼进化的论文中，研究人员描述了数十件高瘦、形似长颈鹿、长有一对钩状獠牙的骆驼化石。研究人员将其命名为“吸血鬼骆驼”。1300万年前，这些长着獠牙的“四足吸血鬼”在北美大平原上出没。当时，这片大陆上的稀树草原“居民”都在尝试各种奇特的创新进化。

“这无疑是一种独特的骆驼科动物。”美国南加州大学的古生物学家Kristin Watmore说，它并非孤例，古代北美的骆驼种类繁多，通过进化出各种各样的特征适应专门的生态位。

骆驼在约4600万年前就出现在北美了。“尽管北美拥有丰富的化石记录，但一个多世纪以来，还没有人对它们进行过全面的研究。”美国加州州立理工大学波莫纳分校的古生物学家Donald Prothero说。

记录中的大部分化石曾集中在古生物学家Childs Frick手中。20世纪70年代，他收藏的数万件骆驼化石标本全部转移到了美国自然历史博物馆。

Prothero于1982年开始研究Frick的骆驼藏品。经过数十年，他和同事对古代北美骆驼的多样性进行了全面总结。其中有一种神秘的骆驼尤为引人瞩目：该物种的化石主要为头骨和肢骨，发现于得克萨斯州和俄克拉何马州，其雄性拥有弯曲如刀刃般的前齿，每颗近5厘米长。Frick的工作人员曾称其为“匕首骆驼”，但未被正式归类。

Prothero和同事对这些化石进行了详细研究，并将它们的解剖结构与其他已灭绝骆驼进行了比较。他们得出结论，这种动物属于已灭绝的长颈、瘦长的骆驼谱系。

Prothero表示，通常情况下雄性骆驼的犬齿都十分醒目，“但这种骆驼的犬齿像刀片，而不是尖刺”。此外，吸血鬼骆驼的前臼齿也呈刀片状，这使其多了一对具有致命杀伤力的牙齿。

食草动物为何会有如此锋利的牙齿？大约1500万年前至700万年前，北美大草原上曾生活着大量大型食肉猫科动物，吸血鬼骆驼的这些獠牙很可能是用来防御猛兽攻击的。Watmore表示，牙齿上的微观磨损痕迹“或许能揭示这些獠牙的具体用途”。

论文作者、美国自然历史博物馆的古生物学家Katherine Marriott称，雄性骆驼最有可能在争夺配偶时将这种牙齿当作武器。现代雄性骆驼在争夺交配权时也会互相撕咬。“它们可能利用这些獠牙来吸引雌性，因为雌性骆驼没有獠牙。”

吸血鬼骆驼成为种类繁多的古代北美骆驼群的新成员。研究人员在一些化石坑中，有时能挖出七八种骆驼的化石。这表明，北美曾是骆驼的天下。（文乐乐）



“吸血鬼骆驼”艺术图。 图片来源：Kate LoMedico Marriott