

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【科学】

研究揭示
海螺向产仔过渡的遗传基础

英国谢菲尔德大学 Sean Stankowski 等人揭示了海螺向产仔过渡的遗传基础。相关研究 1 月 5 日发表于《科学》。

研究人员发现，在全基因组系统发育中，个体并不按照繁殖模式聚类，但局部谱系分析发现了许多小的基因组区域，在这些区域中，所有产仔螺都携带相同的核单倍型。候选区域显示了产仔特异性正选择的证据，并且在产卵和产仔系统中表达不同的基因。

选择性扫描的年龄表明，产仔特异性等位基因积累了 20 多万代。研究结果表明，新的功能是通过招募许多等位基因而不是通过单一的演化步骤演化而来的。

据悉，关键创新是生物多样性的基础，但人们对其遗传基础知之甚少。最近，海洋蜗牛从产卵到产仔的转变，为研究动物间反复演化的遗传结构提供了机会。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adi2982>食肉猪笼草趋同性
揭示复合性状演化机制

英国布里斯托大学 Ulrike Bauer 等人发现，食肉猪笼草的趋同性揭示了复合性状演化的机制。相关研究 1 月 5 日发表于《科学》。

研究人员将野外实验、显微镜、化学分析、激光多普勒测振仪与系统演化比较分析相结合，证明两个食肉的猪笼草属物种在 3 个不同的性状上独立演化出类似的适应性，从而获得了一种新的复合诱捕机制。

比较分析表明，这种新的性状是通过所需性状组合的“自发巧合”产生的，而不是在各组成性状中进行定向选择。研究结果表明了复合性状演化的合理机制，并强调了随机表型变异作为演化新颖性促进因素的重要性。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.ade0529>操纵灵长类动物中前回路
可平衡风险收益决策

日本京都大学 Tadashi Isa 等人发现，通过操纵灵长类动物的中前回路，可以平衡风险收益决策。相关研究 1 月 5 日发表于《科学》。

在猕猴的高风险 - 高回报(HH)与低风险 - 低回报(LL)选择任务训练中，研究人员发现腹侧布罗德曼第 6 区(6V)的可逆药理失活会损害决策的风险依赖性。选择性光遗传激活从腹侧被盖区(VTA)到 6V 腹侧的中前通路会引发更强的 HH 偏好，而激活从 VTA 到 6V 背侧的通路则会引发 LL 偏好。

最后，计算解码捕捉到了行为偏好的调节。研究结果表明，VTA 对 6V 的输入决定了 HH 和 LL 之间的决策平衡。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adj6645>

【细胞 - 干细胞】

具有功能性浦肯野细胞
的人类小脑类器官

美国南加州大学 Giorgia Quadrato 等人开发了具有功能性浦肯野细胞的人类小脑类器官。相关研究 1 月 4 日在线发表于《细胞 - 干细胞》。

据介绍，由于缺乏能够复现人类小脑细胞多样性和功能特征的基于人类细胞的系统，对人类小脑发育和疾病的研究一直受到阻碍。

研究人员报告了一种能够发展胎儿小脑复杂细胞多样性的人类类器官模型(hCerO)。两个月大的 hCerO 形成不同的细胞结构特征，包括层状组织分层，并在显示协调网络活动的抑制性和兴奋性神经元之间建立功能连接。hCerO 的长期培养使浦肯野细胞能够健康存活和成熟，这些细胞显示出其体内对应细胞的分子和电生理特征，解决了该领域的长期问题。

这项研究提供了一个与生理相关的全人类模型系统，以阐明控制小脑发育和疾病的细胞类型特异性机制。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.stem.2023.11.013>

【自然 - 神经科学】

睡眠恢复大脑皮层网络的
最佳计算机制

美国华盛顿大学圣路易斯分校 Keith B. Hengen 等人发现了睡眠恢复大脑皮层网络的最佳计算机制。相关研究 1 月 5 日在线发表于《自然 - 神经科学》。

研究人员旨在评估临界点是否是睡眠的计算设定点。通过让自由行为大鼠皮层神经元活动长达 10~14 天的连续记录，研究人员发现正常的觉醒经历会逐渐破坏临界性，而睡眠具有恢复临界状态的功能。临界状态是以一种依赖于情境的方式被扰乱的，而觉醒经历是驱动这些效应的因果关系。与慢波活动(SWA)、行为史或其他神经测量相比，临界状态的偏离程度能更准确地预测未来的睡眠或觉醒行为。

研究结果表明，临界状态的扰动和恢复是一种网络平衡机制，与睡眠的核心恢复功能相一致。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41593-023-01536-9>

更多内容详见科学网小柯机器人频道：

<http://paper.sciencenet.cn/Alnews/>胎儿脑组织首次在体外生长出脑类器官
有助建立大脑疾病模型并用于药物测试

本报讯 在出生时，人类婴儿大脑包含了最多的神经元。然而这种复杂器官如何在子宫内发育一直很难在人体内进行研究。如今，一种可能引起争议的新方法——在培养皿中用人类胎儿脑组织培养出微小的大脑类器官——可以提供一个现实的模型，并有助于对发育障碍或脑癌进行研究。

1 月 8 日，首次实现这一目标的团队在《细胞》上报告说，他们可以对组织块进行基因工程改造，使胎儿脑类器官(FeBOs)模拟某些疾病。

美国加州大学旧金山分校的神经学家 Arnold Kriegstein 说，FeBOs 可以帮助研究人员解决以前未探索的问题，例如，神经元如何在成熟的大脑中呈现特定角色。

研究人员已经用干细胞制造出模仿大脑和神经系统多个部分的类器官，这些干细胞能够在适当的刺激和环境条件下转化为所有已知的细胞类型。为了研究影响大脑发育的遗传条件，科学家还可以将患者的成熟细胞“重新编程”为干细胞，以制造类器官。一些干细胞衍生的大脑类器官通常只有米粒大小，甚至产生了类似胎儿大

脑的电活动。

但荷兰玛西玛公主儿童肿瘤医学中心的干细胞生物学家 Benedetta Artegiani 表示，尽管这些类器官可以作为大脑的有用表征，但起始的干细胞必须通过引入信号分子混合物的“推动”才能进入类似大脑的状态——这是一个复杂的过程，可能无法完全复制正常的发育。而使用天然胎儿脑组织可能会揭示更多关于人类大脑在这个发育阶段的真实样子。之前的研究已经在人类胎儿的肠道、肝脏和肺组织中制造出了类器官，但尚未在人类大脑中实现这一目标。

因此，Artegiani 与荷兰 Hubrecht 研究所的干细胞生物学家 Delilah Hendriks 及同事收集了受孕 12 周到 15 周的人类胎儿脑组织。在这一发育阶段，人类大脑迅速扩张；许多干细胞已经变成了神经细胞的祖细胞，但并非所有干细胞都分化成各种类型的神经元。

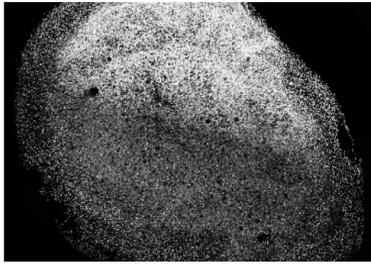
研究人员使用了来自不同大脑区域的组织，包括皮层、前脑和脊髓。他们将样本切成几层，并将每层样本放在一个单独的培养皿中，每个培养皿中有指示细胞生长的分子。研究人员报告称，由此产生的每个胎儿大脑类器官都生长成类似于原

始组织的 3D 结构。FeBOs 形成的球形组织在中心含有神经元，外部含有祖细胞，这使它们能够发育成更成熟的大脑。

接下来，为了测试稳定的 FeBOs 是否会变得更加成熟，研究小组改变了类器官周围液体介质中的信号分子，使祖细胞停止复制，转而变成神经元。这些细胞连接在一起，并像在一个完整的大脑中一样放电。

Artegiani 和 Hendriks 还改变了类器官的 DNA。他们使用基因组编辑器 CRISPR，使包括胶质母细胞瘤在内的脑癌相关基因发生突变。研究人员发现，这些细胞如预期的那样失去了控制，对抗癌药物的反应与完整的大脑一样。作者说，这个模型可以帮助测试新的脑癌药物，这是一项艰巨的任务，因为脑细胞通常不能在实验室中良好生长。他们还计划使用 FeBOs 观察神经发育障碍，如唐氏综合征。Hendriks 说，到目前为止进行的实验只是“冰山一角”。

尽管如此，对许多科学家来说，干细胞衍生的类器官可能更容易获得和使用。在美国，2019 年的一项法律禁止使用流产胎儿的组织进行大多数研究。总统拜登在 2021 年撤销了这一禁



由人类胎儿脑组织培养出的类器官可以模仿发育中的大脑结构。

图片来源: B. ARTEGIANI AND H. CLEVERS

令，但仍然需要孕妇的知情同意，并禁止研究人员为孕妇支付费用。美国国立卫生研究院要求，研究人员必须证明使用胎儿组织的合理性。

(李木子)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.12.012>

科学此刻

“吃自己”的
火箭来了

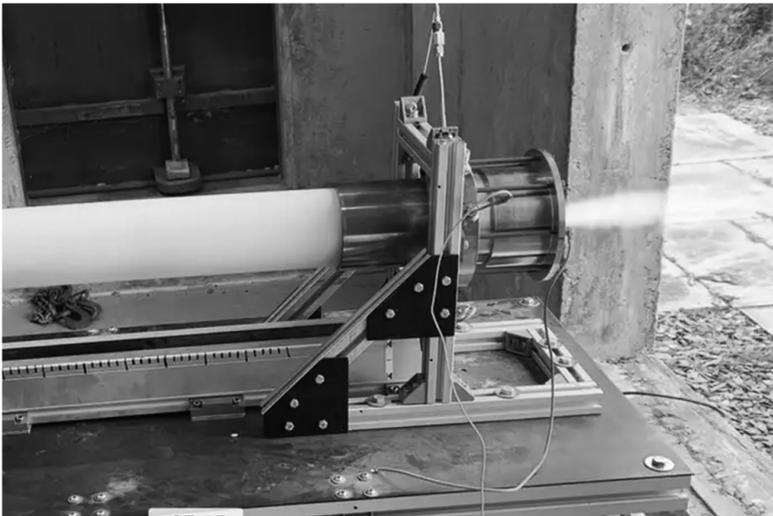
“吃自己”的火箭正在路上。为了进入轨道，火箭必须减轻自身重量、推进剂重量以及带入太空的任何有效载荷。如果火箭能够将自身的部件作为燃料，就可以腾出运力运输更重要的科学物资。一个工程师小组首次制造出了这种“自噬引擎”原型。

1938 年，“燃烧自身的火箭”这一概念首次获得专利，但由于在历来执行大多数发射任务的巨大火箭上难以实现，因此从未有过可用的原型。然而近年来，随着小型卫星越来越受欢迎，人们对体积小、效率更高的火箭的需求也越来越大，这种火箭在进入太空时不受自身巨大重量的限制。

在这项研究中，英国格拉斯哥大学的 Krzysztof Bzdyk 和同事制造出一个能“吃掉”自己燃料箱的小型火箭发动机原型，证明了这一概念的可行性。Bzdyk 说：“因为燃烧了机身，所以我们解决了火箭小型化的问题。当你想把一个小型有效载荷送入太空时，你可以马上进行，而不必等待大型火箭的搭乘任务。”

研究人员在 1 月 10 日于佛罗里达州举行的美国航空航天学会科学与技术论坛上介绍了他们的工作。该火箭发动机名为“街尾蛇-3”，源于西方古老的符号——街尾蛇。

与街尾蛇的象征意义一样，该火箭发动机的设计是在耗尽燃料后“吃掉”自己的后端。



科学家对“自噬引擎”进行测试。

图片来源: Bzdyk et al.

Bzdyk 说：“当推进剂燃烧殆尽时，就会剩下这些空的燃料箱，我们要做的就是消耗掉这些自重，不必在火箭上升过程中随身携带，从而可以将更多有效载荷送入太空。”

在原型机中，当发动机主要燃料氧气和丙烷燃烧时，储存燃料的塑料管也被送入发动机。这个管道占了燃烧所用推进剂总量的 1/5，能够提供大约 100 牛顿的推力。

目前，研究人员正在研制一个更大规模的原型，它可以提供约 1000 牛顿的推力，大约是发动机进入亚轨道空间所需推力的 1/6，进入轨道所需推力的 1/20。

美国罗格斯大学的 Haym Benaroya 说：“随着测试的升级，他们应该能够扩大火箭的规模，但这不是一件容易的事，面临的挑战包括确保塑料机身以一致的速度燃烧并被送入发动机，以及测试火箭碎片的燃烧如何改变其形状，进而改变飞行路径。”

“自噬引擎”不仅能提高发射效率，还能帮助缓解太空垃圾问题——那些航天器残留的碎片在轨道上四处乱飞，可能危及其他卫星。英国南安普顿大学的 Hugh Lewis 说，如果将这些没用的燃料箱烧毁，意味着向解决太空垃圾问题迈出了一小步。

(王兆昱)

极端干旱使草原植物生长减少近四成

本报讯 一项在全球 100 个地点进行的实验显示，在极端干旱期间，草地生产力下降幅度比想象的更大。这一发现表明，植物可能难以应对气候变化带来的更频繁、更严重的干旱。相关论文近日发表于美国《国家科学院院刊》。

美国科罗拉多州立大学的 Melinda Smith 和同事设计了一种可以放置在一小块土地上的遮蔽点，其顶部铺上塑料条，让雨水远离下面的植被。

该团队与世界各地的研究人员合作，在六大洲的 100 个草地或灌木丛中设立了这样的

遮蔽点。

Smith 解释说，对于每一个地点，研究小组的目标是模拟该地极端干旱的情况——这种情况每百年才会出现一次。与干旱地区相比，欧洲多雨地区的遮蔽点会有更多塑料条，以更好地模拟干旱。

一年后，研究小组发现，一些实验成功模拟了干旱条件，而另一些实验则因为当地降雨量高于平均水平而不太成功。

在经历极端干旱的 44 个地点，草原和灌木地区的植物生长分别减少了 38% 和 21%。“影响

很大。”Smith 说，植物的减少比科学家在过去的研究中观察到的情况要严重得多。

他们还发现，生物多样性较少的干旱地区特别容易受到干旱的影响。“干旱地区已经处于边缘。”Smith 说，“因为它们的系统中没有多少缓冲地带来应对。”

Smith 希望这些见解可以改进全球气候模型。到目前为止，这些气候模型一直低估了干旱在碳循环中的作用。

(王方)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1073/pnas.2309881121>

磨咖啡加点水，味道更浓没“静电”

本报讯 咖啡豆在研磨过程中会产生静电，导致咖啡颗粒聚集在一起，粘在研磨机上。现在，科学家发现，含水量较高的咖啡豆产生的静电更少，这意味着咖啡的浪费更少，需要清理的杂物也更多。这可以通过在咖啡研磨前加入少量水来模拟。研究小组还发现，在咖啡里加水再研磨，浓缩咖啡的口感会更稳定、更浓。相关研究近日发表于《物质》。

“水分，无论是烘焙咖啡内部的残余水分，还是研磨过程中添加的外部水分，都决定了研磨过程中形成的电荷量。水不仅可以减少静电，还可以对饮料的强度产生重大影响，并可能帮助获得更高浓度的风味。”论文通讯作者、美国俄勒冈大学计算材料化学家 Christopher Hendon 说。

研究人员表示，咖啡提取技术的这些改进可能会对咖啡产业产生巨大的经济影响。咖啡产业价值 3432 亿美元，占美国国内生产总值的 1.5%。Hendon 说：“将同样质量的干咖啡的浓度提高 10%~15%，对节省成本和提高质量有巨大

影响。”

咖啡行业从业者早就知道，研磨咖啡会产生静电，这会导致咖啡结块，但人们对咖啡的不同属性如何导致这种现象以及它是如何影响冲泡的知之甚少。为了确定咖啡研磨过程中产生静电的相关因素，Hendon 与火山学家合作，研究了火山爆发过程中类似的带电过程。

论文第一作者、美国波特兰州立大学火山学家 Joshua Mendez Harper 说：“在火山喷发期间，岩浆会分解成许多小颗粒，然后从火山中喷出来。在整个过程中，这些小颗粒相互摩擦，可使电荷能积累到产生闪电的程度。简单来说，就像研磨咖啡一样，你只是把这些咖啡磨成细粉。”

研究人员测量了研磨不同商业和室内烘焙咖啡豆时产生的静电量。这些咖啡豆因原产国、加工方法(天然、水洗或脱咖啡因)、烘焙颜色和水分含量等因素而有所不同。他们还比较了研磨粗糙度对静电量的影响。

大小之间存在联系。当咖啡内部水分含量较高，或在较粗糙的环境中研磨时，产生的静电较少。轻度烘焙产生的电荷较少，且这种电荷更有可能是正电荷，而深度烘焙——往往更干燥——则带负电荷，也会产生更多的电荷。研究还表明，在相同环境下，深烘焙的咖啡比浅烘焙的咖啡能产生更细的颗粒。

接下来，研究小组测试了用水研磨是否改变浓缩咖啡的冲泡方式。当比较了用相同的咖啡豆加水或不加水研磨时，他们发现加水研磨的浓缩咖啡提取时间更长，冲泡的咖啡更浓。加水研磨还能使每一杯浓缩咖啡的口感更加相似，从而克服咖啡师和量产咖啡面临的一个主要障碍。

虽然只测试了浓缩咖啡，但研究人员表示，这些好处适用于其他咖啡。“由于结块较少，在研磨过程中加水的主要好处是可以将咖啡压得更紧密。”Hendon 说，“该方法对浓缩咖啡的影响可能最大，但只有在把水倒在咖啡上或使用比乐蒂壶等类似冲泡方式时才有用，它对像

法式压滤壶这样的方式没有什么作用——在这一过程中，你会把咖啡浸入水中。”

研究人员计划进一步研究如何调制出完美的咖啡。Hendon 说：“既然知道了用什么研磨方法来制作可复制的浓缩咖啡，我们就可以尝试了解是什么因素导致了咖啡味道的感官差异。”

该研究还具有日常咖啡冲泡之外的意义，因为颗粒材料静电是材料科学、地球物理和工程学研究的一个重要领域。“这可能有点像一个笑话——火山学家和咖啡专家走进咖啡馆，然后拿着一篇文章出来。”Mendez Harper 说，“但我认为这种合作还有更多的方向，例如咖啡是如何破裂的，如何作为粒子流动的，以及如何与水相互作用的，我们还有很多需要了解。这些研究可能有助于解决地球物理学中的类似问题，例如山体滑坡、火山爆发、水渗透土壤等。”

(冯继维)

相关论文信息：

<http://doi.org/10.1016/j.matt.2023.11.005>