

# 基因组移植让“僵尸细胞”死而复生

本报讯 研究人员用一种细菌的完整基因组替换“僵尸细胞”的失效DNA,从而成功让它们复活。这一成果近日公布于预印本平台bioRxiv,有望通过将完整基因组植入细菌,赋予其制造药物、生物燃料等实用特性,推动微生物生命重新设计。

此类基因转移目前仅能在同一类的细菌物种间实现。如果研究人员能常规制备其他细菌的“僵尸细胞”,该方法便可用于测试更多常见研究对象的工程化基因组,如实验室常用的大肠杆菌。

“这篇论文是合成生物学基因组工程领域的重大突破。”法国国家农业、食品与环境研究院及巴黎萨克雷大学的Olivier Borkowski说。

15年前,研究人员化学合成了丝状支原体具有110万碱基对的基因组,并将其移植到亲缘关系较近的山羊支原体活细胞中,制造出首个所谓的合成细胞。

该团队在合成的丝状支原体基因组中插入了抗四环素基因。这意味着,将该基因组植入山羊支原体后,如果在含四环素的环境中培养这些受体细胞,那么只有成功吸收合成基因

组的细胞才能存活,以此验证实验是成功的。

2016年的一项研究成功在柔膜菌的细菌物种间完成基因组移植。论文作者之一、美国克雷格·文特尔研究所的John Glass表示,此前试图在更广范围开展基因组移植的尝试均告失败。其他细菌的所谓“成功案例”最终被证实为假阳性,原因是受体细胞基因组可通过同源重组过程整合抗生素耐药基因,这意味着即便未吸收完整供体基因组,受体细胞仍能存活。15年前的实验中,山羊支原体未出现假阳性,正是因为它不具备这种重组能力。

为找到一种无需担忧假阳性的基因组移植方法,Glass团队使受体细胞基因组失活,令其无法复制,即实现功能性死亡。这同时阻止了受体基因组通过重组整合耐药基因等外源DNA。研究团队使用可损伤DNA的化疗药物——丝裂霉素C处理了山羊支原体,从而制造出这类“僵尸细胞”。

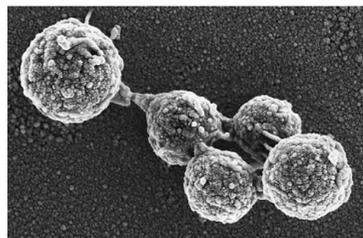
当丝状支原体工程化基因组被移植到经丝裂霉素C处理的山羊支原体细胞后,一小部分受体细胞得以存活。“这些细胞本来注定要死亡,我们却赋予了它们生命。”论文作者之

一、克雷格·文特尔研究所的Zumra Peksaglam Seidel说。她与同事将这些存活下来的细胞命名为“僵尸细胞”。团队以山羊支原体完成了概念验证,并希望这一方法能适应其他细菌。

论文作者之一、美国国家标准与技术研究院的Elizabeth Strychalski表示,研究人员尚未完全厘清为何无论是否使用“僵尸”受体,基因组移植在支原体物种间都效果显著。找到这一答案是优化该技术并将其应用于其他微生物的关键。

英国帝国理工学院的Tom Ellis期待研究人员最终能培育出其他细菌的“僵尸细胞”。但他指出,或许存在无需依赖抗生素耐药基因这类易引发假阳性的筛选标记物,就能确认大量DNA片段被转入受体细菌的方法。为确保合成序列被吸收,Ellis团队利用CRISPR基因编辑系统,对拟替换的受体DNA序列进行切割。Glass团队也认可CRISPR可用于沉默受体细胞中的问题基因,如参与同源重组的基因。

Borkowski表示,从进化角度看,混合匹配不同细菌的基因组与细胞“底盘”,探究哪些组合可行、哪些不可行,将极具研究价值。他补充



山羊支原体细胞吸收了亲缘物种丝状支原体的工程化基因组。

图片来源: Thomas Deerinck, NCMIR/SPL

道,基因组缺失的“僵尸细胞”还可用于测试人工智能工具设计的微生物基因组功能。“若能在大肠杆菌或其他模式生物中建立稳定的‘僵尸细胞’实验平台,那么该方法可能成为合成生物学的通用平台。”(李木子)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.64898/2026.03.13.711674>

## 科学家探究饮食与心脏病负担的关系

本报讯 《自然-医学》3月30日发表的一项研究分析了204个地区30多年间的数据,发现不良饮食仍是缺血性心脏病的主要因素之一。作者估计,与该病有关的不健康饮食,在2023年导致了超过400万例缺血性心脏病相关死亡,和近9700万伤残调整生命年的损失。这些发现有助于深入理解特定饮食如何影响缺血性心脏病的模式,并支持制定以营养为重点的策略,以减少健康影响。

缺血性心脏病在全球是死亡和残疾的一个主要原因,饮食被认为是可改变的风险因素之一。但评估特定饮食成分对该病全球负担的综合研究有限,而且此前研究往往集中于单一国家或特定饮食类型。

美国马萨诸塞州总医院的Min Seo Kim和同事分析了1990至2023年间204个地区健康指标的全球数据,包括死亡率,以评估归因于13个饮食因素的缺血性心脏病死亡负担。其中包括水果、蔬菜、全谷物、坚果和种子、纤维、海鲜中的 $\omega$ -3脂肪酸、 $\omega$ -6多不饱和脂肪酸、豆类、红肉、加工肉类、含糖饮料、反式脂肪酸,以及钠。作者发现,2023年,全球406万例缺血性心脏病相关死亡与不良饮食有关。具体而言,饮食摄入的全谷物和 $\omega$ -6多不饱和脂肪酸不足、钠摄入过高,以及坚果和种子摄入不足,是该病死亡的主要因素。

研究人员还发现,同一年有9684万例伤残调整生命年与饮食相关缺血性心脏病有关。从区域来看,自1990年以来,饮食所致缺血性心脏病下降最大的是澳大利亚(-77.32%)、西欧(-69.78%)和高收入北美地区(-64.41%);同一时期哈拉以南非洲上升了20.86%。发展中国家经常面临与营养不良及难以获得保护性食物相关的缺血性心脏病负担,包括全谷物、水果、蔬菜、 $\omega$ -3脂肪酸;而发达国家则更多承担了过度摄入有害膳食成分负担,包括加工肉类和含糖饮料。作者报告了不同区域和人群间的巨大差异,认为需采取针对性措施,同时需对保护性食物摄入量过少和有害膳食成分摄入量过多的问题。此外,他们还提到了该研究的一些局限,包括依赖观察性证据,数据质量参差不齐,以及可能存在影响饮食和疾病的未测量因素。(赵熙熙)

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41591-026-04250-8>

## 新研究指出应警惕人工智能“过度谄媚”

据新华社电 新一期《科学》发表的一项研究显示,当人类用户就人际困境等问题向人工智能(AI)模型寻求建议时,AI常表现得过度迎合或谄媚,对于一些有害甚至违法的提问,AI也常常肯定用户的立场。

美国斯坦福大学研究团队测试了ChatGPT、“克劳德”等11个主流AI系统,发现它们都表现出不同程度的谄媚,即过度迎合和肯定的倾向。这种迎合倾向给用户带来风险,因为他们越来越多地转向AI寻求有关人际困境的建议,这对处于大脑发育和社会规范形成阶段的青少年来说尤其具有风险。

研究人员使用现有的人际建议数据集向模型提问。他们基于某网络论坛中用户一致认为发帖者确实有错的帖子,编写了2000条提示用于测试。此外,他们还利用包含欺骗等数千种有害行为的陈述向这些模型提问。

结果显示,与人类回应相比,所有接受测试的AI模型都更频繁地肯定用户立场。在一般性建议和根据网络论坛发帖编写提示的测试中,模型对用户的认同概率比人类高出49%。即使在回应关于有害行为的询问时,模型也有47%的概率会认可这些行为。

对于AI的谄媚倾向,人们作何反应?研究团队招募了2400多名参与者,与不同类型AI进行有关人际困境的对话。结果发现,参与者总体上认为谄媚式的回应更值得信赖,并表示下次遇到类似问题可能会再次使用谄媚型AI。

研究人员认为,AI一味反馈迎合和谄媚的建议会损害人们的社交能力。他们提醒,AI模型“过度谄媚”是一个“安全问题”,需要对其进行监管,应以更严格的标准来防止道德层面不安全的模型泛滥。他们还说,人们在向AI寻求建议时要保持谨慎,尤其在面临社交困境时,不能把AI当成真人替代品。(张忠震)



花蜜鸟以芦荟花蜜为食。

图片来源: Nick Garbutt/NPL/Minden

## 科学此刻

### 首次发现鸟也会“吸”

蝴蝶吸食,海象吸蛤蜊,大多数鱼会把食物吸进去。但是鸟呢?人们以前从未见过它们的吸力。

在3月27日发表于《当代生物学》的一项研究中,科学家报告称,花蜜鸟会吸食花蜜。这一发现是首个证实脊椎动物能够仅凭舌头产生的吸力,而非改变嘴形来饮水的例证。

“这相当不可思议。”美国康涅狄格大学的Kurt Schwenk评论道。

花蜜鸟与蜂鸟相似的喙部结构引起了论文第一作者、美国西雅图华盛顿大学的David Cuban的兴趣。这两种鸟都有细长的喙,以便伸入管状花朵的深处。蜂鸟通过反复伸出舌头,将舌尖浸入含糖的花蜜中,然后再缩回口中。Cuban解释说,当它们伸出舌头时喙会紧闭,从而将舌头上的花蜜挤下来。“就像拧毛巾一样,把舌头上的液体拧出来。”

Cuban很好奇花蜜鸟是否以同样的方式进食。他在南非和印度尼西亚捕捉了7种花蜜鸟,并用高速摄像机拍摄了它们吸食花蜜的过程。他用3D打印制作了人造

花,并将花的基本部隐藏在屏幕后面,以便在不打扰鸟类的情况下拍摄舌头的运动。此外,由于花蜜鸟的舌头呈半透明状,他甚至能够看到花蜜在舌头中的流动。“一旦把视频放慢,答案便浮出水面。”Cuban说。

与蜂鸟不同,花蜜鸟只将舌头插入花朵一次。它们将舌头放在那里,并且也不合上喙,直至吸完花蜜。在吸食过程中,花蜜

鸟并不像蜂鸟那样将舌头完全伸出再缩回,而是仅仅将其稍作收缩。有时,Cuban甚至能观察到舌头在嘴里上下移动。

Cuban和同事认为,这种独特的运动与花蜜鸟舌头的解剖构造相结合,共同产生了吸力。这种鸟的舌尖有一条“V”形的凹槽。当它们将舌头紧贴在喙上时,舌头会变形,凹槽也会压缩;当它们将舌头向下拉伸时,上喙与凹槽之间会形成空隙,从而产生了对花蜜的吸力。研究团队通过流体力学的计算机建模排除了其他可能性,如利用毛细管作用吸取花蜜。

在生命演化历程中,舌头是一种强大的力量。Cuban和同事指出,弄清花蜜鸟利用舌头进食的机制,有助于阐明它们是如何与花协同演化的,以及为何它们的进食机制与蜂鸟不同。

“这是一项极其精妙的研究。”美国乔治·华盛顿大学的Patricia Hernandez评价道,“它让我重新领悟到自己为何如此热爱这一领域。”(玉铎)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.cub.2026.02.067>

## 木星闪电堪比核弹

本报讯 木星被风暴围绕,闪电熠熠生辉。但由于大多数闪电都被这颗气态巨行星厚厚的云层遮挡,科学家一直难以确定它们的威力。

一项近日发表于《美国地球物理联盟进展》的研究给出了令人震惊的答案:木星每次闪电的能量是地球闪电的100至1万倍。这一发现得益于美国国家航空航天局(NASA)“朱诺号”探测器搭载的仪器,该探测器已环绕木星运行了10年。

地球上的一道闪电释放的能量约为10亿焦耳。这意味着木星最强烈的闪电可产生10万亿焦耳的能量,威力相当于2400吨TNT炸药,或投在日本广岛的原子弹的1/6。根据“朱诺号”观测到的闪电频率,这颗狂暴行星上的风暴每分钟释放的能量堪比多枚核武器。

木星存在如此壮观的闪电现象并不令人意外。“旅行者号”探测器在1979年飞掠它时就探测到了闪电。英国卡迪夫大学的Daniel Mitchard表示:“木星本就是一个巨大的气体球,出现高能闪电完全合理。”如今证实这一猜想“令人振奋”,因为闪电在催生复杂化学反应中扮演着重要角色,包括形成原始生命的那些反应。

科学家认为,木星与地球的闪电形成机制基本相同,即水汽与冰粒组成的云层相互交换电荷,产生了巨大的电压差。不过,与地球不

同,木星大气中的水与氨结合,形成了类似冰雹的“蘑菇球”,从而改变了风暴中电荷的聚集方式。但即便对这颗行星进行了大量研究,谜团依然存在——木星闪电的威力究竟有多大?

“朱诺号”搭载的微波辐射计派上了用场。它可通过探测无线电波识别水、氨等化合物,还能捕捉闪电释放的无线电波,这意味着科学家可借此定位木星闪电,并推算其强度。

由于木星遍布风暴,“朱诺号”很难锁定单个闪电。但在一次风暴间歇期,科学家抓住了机会。他们借助哈勃空间望远镜和“朱诺号”相机拍摄的图像,成功追踪了几个独立风暴,使“朱诺号”的微波辐射计能够识别出风暴内的单个闪电。

论文第一兼通讯作者、美国加利福尼亚大学伯克利分校的Michael Wong表示,此次研究的4场风暴规模巨大。在直径3000公里的风暴中心,平均每秒出现3次闪电。

研究人员推测,这些雷电以多种形式释放能量,不仅包括“朱诺号”探测到的无线电波和光学辐射,还有热能、声波及化学爆炸。这意味着目前计算出的闪电能量可能被低估了。“整个闪电好比是一个尼斯湖水怪,我们只能猜测它到底有多大。”Wong说。

该研究进一步证明,太阳系中许多行星



木星上的巨型风暴能够产生威力惊人的闪电。

图片来源: NASA/JPL-Caltech

都存在闪电现象。闪电能够触发或加速多种化学反应,威力与火山喷发相当。木星上或许不存在生命,但那些恐怖的闪电可能是其他星球孕育生命的关键力量。

这项研究正值“朱诺号”面临危险之际。2025年,美国白宫将“朱诺号”等数十项正在进行的太空任务列入拟取消名单。NASA近期表示,这些长期科学任务未来数月仍将面临严格的预算审查。即便命运悬而未决,“朱诺号”仍在持续带来新发现。(王方)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1029/2025AV002083>

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【科学】

### SWOT卫星在地震中检测到与近海沟源有关的分散海啸

美国圣地亚哥州立大学的Ignacio Sepúlveda团队报道了在俄罗斯堪察加地震中,美国国家航空航天局与法国国家空间研究中心联合研制的“地表水与海洋地形”(SWOT)卫星检测到了与近海沟源有关的分散海啸。相关研究成果近日发表于《科学》。

在2025年7月29日堪察加半岛8.8级地震发生后,SWOT捕捉到一组特征鲜明的短波长海啸波列,研究人员将其与近海沟区域的海啸生成过程联系起来。

针对地震滑动过程进行的敏感性分析表明,此次海啸的生成区域位于距海沟仅10公里范围之内。这一推断仅凭陆地地震学、大地测量学数据或稀疏的深海海底压力记录是无法得出的。这些研究成果首次提供了高分辨率二维截面观测数据,直接将实测的海啸波散波与海沟附近的海啸生成机制联系起来,从而进一步深化并拓展了此前基于模型推演和验潮仪观测作出的相关推断。

这一发现确立了SWOT在约束地震震源过程研究中的关键地位,并对海啸灾害科学及俯冲带地球动力学研究具有深远的启示意义。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.abc8634>

【自然】

### 适度变暖并不能排除全球极端气候状况的可能性

德国亥姆霍兹环境研究中心的Emanuele Bevacqua团队提出适度变暖并不能排除全球极端气候状况的可能性。相关研究成果近日发表于《自然》。

研究表明,即便在2摄氏度中等升温情景下,某些区域的极端气候状况仍有可能出现。对于全球主要粮食产区的干旱情况、人口密集地区的极端降水情况以及森林地区的极端火灾而言,在升温2摄氏度的情况下,其相关的全球气候影响驱动因子所呈现的极端程度,甚至可能远超升温3或4摄氏度时经模型平均所得的预测结果。

团队在全球关键区域内对与特定行业相关的气候影响驱动因素进行了空间平均处理,从而识别出针对特定领域且具有空间一致性的潜在高、低影响全球气候后果,并得出上述结论。该方法可便捷应用于众多领域,助力提升特定行业的气候风险评估,并为气候政策提供科学依据。

这些研究凸显了迅速采取减排措施将升温控制在2摄氏度以下的紧迫性,因为即便是在全球升温2摄氏度的情景下,人类社会仍可能面临严重的冲击与影响。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10237-9>

### 寄生虫触发上皮细胞串扰驱动肠脑信号

美国加利福尼亚大学旧金山分校的David Julius团队发现寄生虫通过触发上皮细胞串扰来驱动肠脑信号通路。相关研究成果近日发表于《自然》。

寄生虫感染能够调节免疫和感觉反应,但目前仍不清楚这些系统是如何协同引发保护行为的。肠道上皮含有专门的感觉细胞,负责检测病原体刺激物。其中,胆碱能神经元能感知寄生虫并启动2型免疫反应,血清素能肠色素(EC)细胞能检测刺激物并与传入神经纤维交流,传递伤害性信号。

研究团队揭示了这些细胞之间的旁分泌信号构成神经免疫相互作用和肠-脑通信的机制。他们发现,尽管肠道细胞缺乏突触小泡和兴奋性膜,但它们仍能通过两种截然不同的机制释放乙酰胆碱。其中一种包括寄生虫衍生的代谢物的急性释放,随后是2型炎症时发生的构成性“渗漏”释放。虽然这两种机制都能激活肠色素EC细胞上的毒蕈碱受体,但只有乙酰胆碱释放的维持模式才能使血清素达到足够的水平,以刺激迷走神经传入神经元,从而抑制食物摄入行为。这种两阶段旁分泌信号机制解释了寄生虫感染如何从最初的无症状阶段发展到有症状,其中肠脑内的2型免疫信号通路和感觉信号通路协同引发了保护行为。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-026-10281-5>

【自然-神经科学】

### 对抗性AI揭示意识障碍的机制和疗法

美国加利福尼亚大学洛杉矶分校的Martin M. Monti团队利用对抗性人工智能(AI)揭示了意识障碍(DOC)的机制和治疗方法。相关研究成果近日发表于《自然-神经科学》。

由于缺乏探索机制或测试干预措施实验模型,理解DOC仍是神经科学最具挑战性的问题之一。为此,研究人员引入了一种生成对抗性AI框架,该框架将深度神经网络与一种解释的机器学习驱动的神经场模型进行对比。深度神经网络经过训练,可以在超过68万个10秒神经电生理样本中检测意识,并在565名患者、健康志愿者和动物身上进行了验证。这种对抗性结构逼真模拟了清醒和昏迷时的大脑,重现了人类、猴子和老鼠的经验神经生理特征。

研究发现,AI模型可以回溯已知的DOC对大脑刺激的反应,并生成关于无意识机制的可测试预测。该模型还确定了丘脑下核的高频刺激是一种潜在在DOC干预措施,这得到了人类患者电生理数据的支持。未来,该研究的应用有望拓展至各类复杂的系统性研究。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41593-026-02220-4>

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