

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然》

成人近端小肠空间表达图谱绘就

以色列魏茨曼科学研究所 Shalev Itzkovitz 研究团队绘制出成人人体近端小肠的空间表达图谱。相关论文近日在线发表于《自然》。

研究人员利用空间转录组学、空间蛋白质组学和单分子荧光原位杂交技术，重建了成人人体近端小肠的综合空间表达图谱。研究人员描述了上皮、间质和免疫细胞类型的区域化表达和细胞类型分布，并发现迁移的肠上皮细胞在绒毛底部进行脂滴组装和铁摄取，而在绒毛尖端则进行乳酸微粒生物合成和铁释放。

绒毛尖端细胞具有促免疫性，可招募 $\gamma \delta$ T 细胞和巨噬细胞到尖端，这与小鼠中的免疫抑制作用形成对比。研究人员还发现，人类小肠包含丰富的锯齿状和分支的绒毛，这些绒毛主要分布在圆形褶皱的顶部。该研究提供了一个详细的资源，有助于理解成人人体小肠的生物学。

据介绍，小鼠小肠在隐窝-绒毛轴上表现出显著的基因表达变异。然而，成人人体肠道是否存在类似的空间异质性仍不清楚。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07793-3>

《自然-方法学》

用于染色优化和分子计数的通用标记程度测定方法

英国伯明翰大学 Dirk-Peter Herten 团队开发出一种用于染色优化和分子计数的通用标记程度测定方法。相关研究近日在线发表于《自然-方法学》。

研究人员介绍了一种名为蛋白标签标记程度 (ProDOL) 的标记程度 (DOL) 测定技术，可以快速量化和优化蛋白标签标记。通过 ProDOL，可以轻松评估影响标记效率的各种因素，包括底物类型、孵育时间和浓度，以及样品固定和细胞类型。

研究人员利用 ProDOL 揭示了人类免疫缺陷病毒 -1 致病因子 Nef 如何调节 CD4 T 细胞激活，并测量了信号微簇中适配蛋白 SLP-76 的总拷贝数和激活拷贝数。ProDOL 被证明是一种多功能且稳健的标记校准工具，能够确定标记效率、优化策略和量化蛋白量子化学计量。

研究人员表示，确定标记与靶标比率对定量荧光显微镜至关重要。高 DOL 且最小化非特异性标记对荧光显微镜有利。然而，目前还没有稳健、通用且易于使用的工具来测量细胞特异性标记效率。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41592-024-02376-6>

《自然-神经科学》

星形胶质细胞初级纤毛信号介导发育和区域特异性功能特化

加拿大卡尔加里大学研究团队提出，星形胶质细胞的初级纤毛信号能够介导发育和区域特异性功能特化。相关研究成果近日在线发表于《自然-神经科学》。

星形胶质细胞多样性受局部环境调节的影响很大。研究人员发现，小鼠大脑中的大多数星形胶质细胞都具有定位在细胞体上的单一初级纤毛。比较单细胞转录组学表明，初级纤毛介导典型的 SHH 信号传导，以调节星形胶质细胞亚型在突触调节、细胞内运输、能量和代谢中的特定核心特征。初级纤毛独立于典型的 SHH 信号传导，是星形胶质细胞形态和细胞内信号平衡的重要调节因子。

树突棘分析和转录组学表明，星形胶质细胞纤毛的紊乱会导致大脑中神经元发育和整体细胞间连接体的破坏。原发性纤毛缺陷星形胶质细胞小鼠在感觉运动功能、社交能力、学习和记忆方面表现出行为缺陷。

该研究揭示了初级纤毛在传递局部信号方面的关键作用，这些信号驱动了发育中大脑星形胶质细胞的区域特异性多样化。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41593-024-01726-z>

《物理评论 A》

自旋压缩不等式不同测量方案的误差估计

德国锡根大学 Otfried Gühne 团队实现了自旋压缩不等式不同测量方案的误差估计。相关研究成果近日发表于《物理评论 A》。

如何在不对量子态层析成像的情况下分析大型且嘈杂系统中的量子相关性？一种既定方法是测量总角动量，并基于期望值和方差运用自旋压缩不等式计算。这种方法能够检测到对计量有用的纠缠，但估计此类非线性量的有效策略尚待确定。

研究人员发现，自旋压缩不等式不仅可以通过测量总角动量来评估，还可以通过双量子比特相关性来评估，这涉及所有配对相关性或随机选择的配对相关性。

研究人员从假设检验的角度分析了该研究方法的估计误差。为此，他们讨论了如何借助方差为非线性估计器推导误差界限，以描述将可分离状态错误检测为纠缠状态的概率。他们重点关注多量子比特系统中的自旋压缩不等式。该研究方法同样适用于量子比特或其他量子态非线性参数的统计分析。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1103/PhysRevA.110.022410>

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

美洲肺鱼拥有动物最大基因组

本报讯 南美洲的一种肺鱼是迄今发现的拥有最大基因组的动物。8 月 14 日，一项发表于《自然》的研究显示，这种肺鱼的基因组包含了 910 亿个碱基，是人类基因组的 30 倍。

然而，这 910 亿个碱基只包含了与人类相同数量的基因——大约 2 万个，其余都是非编码 DNA，甚至可能是“垃圾”DNA。

此外，通过将美洲肺鱼基因组与其他肺鱼基因组进行比较，研究人员确定，美洲肺鱼每 1000 万年向其 DNA 中添加相当于一个人类基因组的基因。

没有参与该研究的乌拉圭共和国大学进化遗传学家 Graciela García 说：“这是迄今在动物中发现的最大基因组。”他研究过鲑鱼的基因组，它们也有很多非编码 DNA。

肺鱼被称为“活化石”，是一种呼吸空气的总鳍鱼类。此外，它被认为与所有脊椎动物最古老的共同祖先最为相似。自 2018 年以来，德国维尔茨堡大学进化生物学家 Axel Meyer、Man-

fred Schartl 和同事一直致力于破译三大洲的肺鱼基因组，以更好地了解脊椎动物的进化。

他们首先对澳大利亚肺鱼的鳍骨进行了测序。这些鳍骨与人类和其他陆地动物的四肢相似。然后，他们转向非洲肺鱼，其鳍骨已大大减少。现在，他们又研究了美洲肺鱼，它的鳍变小了，而基因组是澳大利亚和非洲同类的两倍。

这个庞大的基因组中包含了生物体的基因，用 4 种不同化学“字母”，即核苷酸或碱基编写的蛋白质指令，以及有用的 RNA 编码。但绝大多数的美洲肺鱼基因组是由其他东西组成的——被称为转座因子的重复片段，它们可以自我复制，并将这些副本插入 DNA 中。

研究人员发现，美洲肺鱼大约 90% 的基因组是由这些“自私”序列组成的，而人类基因组的这一比例约为 40%。

肺鱼基因组是如何被重复 DNA 弄得如此混乱的？研究人员将其与其他脊椎动物基因组进行比较后发现，它的生长不受控制，因为南美洲

和非洲的肺鱼失去了一些关键基因，而正是这些基因的 RNA 和蛋白质产物能够抑制转座因子。

“这对动物来说一定付出了巨大的代价。”Meyer 说。这种肺鱼的 19 条染色体中，除了一条外，其余的每条染色体大小都和整个人类基因组一样大。所以复制这些 DNA 需要很多能量，包裹它的细胞核和细胞也更大。

García 表示，更大的基因组有时可以帮助生物体适应不断变化的环境。当转座因子进入或接近一个基因时，它们可以改变该基因的活性，这在适当的条件下可能是有益的。这些变异的 DNA 基因甚至可以完全成为新基因的“饲料”。

然而，如果无法调节那些确保生物体生存能力的基因，它也可能成为“达摩克利斯之剑”。因此，目前尚不清楚为什么美洲肺鱼没有进化出控制这些所谓“跳跃基因”传播的新方法。Meyer 说：“它们是被进化遗忘的鱼。”

美洲肺鱼的基因组并不是所有生物中最大的。这个头衔最近被授予了太平洋新喀里多尼



美洲肺鱼。图片来源：KATHERINE SEGHERS

亚岛上一种拥有 1600 亿个碱基的蕨。奥地利因斯布鲁克大学进化生物学家 Claus Peter Stelzer 则希望对石花肺鱼基因组进行测序，和美洲肺鱼一决胜负。

（王方）
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07830-1>

■ 科学此刻 ■

水熊超能力从何而来



嵌在琥珀中的微小缓步动物 *Beorn leggi* 在博物馆存放了 70 年，如今研究人员对其进行了详细研究。
图片来源：MARC MAPAL

嵌有另一只水熊，它缩紧了身子，已经干瘪。

在这项研究中，Ortega Hernández 和研究生 Marc Mapalo 使用激光共聚焦显微镜重新检查了这块琥珀。这种方法使研究人员能够用特定波长的窄光束以惊人的细节研究微小结构的 3D 结构。当受到激光照射时，构成水熊保护性角质层的甲壳质会自然地发出荧光。通过测量荧光，研究人员重建了水熊的 3D 图像，包括科学家用来区分物种的鱼钩状爪子的细节。

Ortega Hernández 说，他们获得了迄今分辨率最高的缓步动物化石图像。图像显示，*Beorn leggi* 长约 310 微米，大概是人类头发丝直径的两倍。它还有 7 只保存完好的爪子，其中向身体弯曲的爪子比远离身体的爪子小。第二个之前未被识别的水熊标本长约 100 微米，其前三对爪子长度相似，但第四对爪子更长。

Ortega Hernández 说，这表明缓步动物在 8000 万年前就已经变得多样化。

尽管这两个标本属于同一种，但它们的年龄有助于科学家重新调整各种缓步动物种群进化出关键特征以及分化的时间。根据重新校准的家谱，Ortega Hernández 研究团队首次提出，水熊的超能力肯定是在 1.8 亿年前进化的，甚至可能在 4.2 亿年前就已出现。这些能力帮助它们在几次生物大灭绝中幸存下来。

Guidetti 说，修改后的进化时间表“相当可观，而且看起来很可靠”。他希望研究人员能在琥珀中找到更多标本，这可能会为其他问题提供答案，比如为什么水熊的体会随着时间的推移而逐渐缩小。

（李木子）
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s42003-024-06643-z>

用杀虫剂对付蟑螂可能白花钱

本报讯 购买杀虫剂对付蟑螂其实是在浪费钱，因为它们已经对一种关键成分产生了耐药性。这引发了人们要求美国监管机构加强防蟑产品测试的呼声。

与人类共生的约 30 种蟑螂中，遍布全球的德国小蠊最有可能大举入侵建筑物。此前的研究表明，它已经对常见的拟除虫菊酯杀虫剂产生了广泛的耐药性。

最近，美国佛罗里达大学的 Johnalyn Gordon 和同事发现，虽然家用杀虫剂能够杀灭实验室培育的从未接触过杀虫剂的德国小蠊，但对从真实环境中捕捉的蟑螂却毫无效果。相关研究 8 月 14 日发表于《经济昆虫学杂志》。

通常情况下，蟑螂经过被杀虫剂喷过的区域后便会死亡。但在该团队的测试中，从真实环境中捕捉的蟑螂暴露在喷洒区域 20 分钟后，死亡率仅为 20%。Gordon 说：“即使在封闭容器中直接用喷雾喷这些蟑螂，也无法达到 100% 的致死率。”

就算蟑螂被强制留在喷过杀虫剂的表面，大部分产品也需要 8 到 24 小时才能杀死这些昆虫。此外，先前的研究表明，蟑螂会尽量避免在喷有拟除虫菊酯杀虫剂的区域停留，因此这种情况在现实中不太可能出现。

在美国销售的害虫防治产品受美国环境保护署监管，生产商必须证明其产品的有效率达到 90%，但目前没有对野外采集的害虫进行测

试的普遍要求。

Gordon 认为，这一现状应该改变。她指出，在美国售卖的防治臭虫的产品必须使用最近捕捉的臭虫样本进行测试。她说：“类似的举措也应该用在防蟑螂产品上。我们相信这会提升蟑螂防治产品的标准，并且确保货架上销售的产品能够达到人们期望的效果。”

Gordon 表示，蟑螂饵剂可能是当前最有效的家用防虫产品，并且还有能够减少人类接触有毒杀虫剂的优势。其他方法，例如清除家中暴露的饮食以及杂物，也对防治蟑螂有效。此外，专业除虫服务也值得推荐。

（冯雨晴）
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1093/jee/toac158>

科学家揭示双星系统不同物理特征

本报讯 5 个科学家团队报告了对“李太星”双小行星系统的研究成果，这些发现基于美国国家航空航天局 (NASA) “双小行星重定向测试” (DART) 任务的观测数据。研究结果有助于进一步了解这些天体的物理和地质特征以及它们的形成，对未来探测任务和行星防御策略将有潜在影响。相关研究近日发表于《自然-通讯》。

近年来，由一颗主星和一颗环绕卫星组成的双小行星系统尤其受到关注，因为它们能提供对系统组成的精确物理表征，而且能揭示小型天体系统的形成和演化过程。李太星及其超小卫星李小明离地球较近，并且是近地空间的常见小行星类型，因此是难能可贵的研究对象，为科学家提供了近距离观测的独特机会。利用 NASA 的 DART 任务采集的数据，5 个研究团队调查了李太星双小行星系统的不同物理特征。

美国约翰斯·霍普金斯大学应用物理学实

验室的 Olivier Bamouin 和同事利用 NASA 的 DART 任务数据以及意大利航天局的“意大利小行星成像立方星”任务的影像，分析了李太星和李小明的地质特征和物理特性。他们发现，李太星的高海拔表面崎岖不平，有 10 米到 160 米长的大型石块和陨击坑；低海拔表面则较平坦，大型块和陨击坑都较少。相比之下，李小明上有各种大小的石块、大量裂缝或断层，还有一些陨击坑。研究人员指出，李小明可能是由李太星脱落的物质在引力作用下聚集形成的，两颗行星的表面黏聚力特性较低，加上观测到的陨击坑，显示李太星的表面年龄是李小明的 40 至 130 倍。他们估计李太星和李小明的年龄分别在 1250 万年左右和不到 30 万年。

法国图卢兹大学的 Naomi Murdoch 和同事分析了小行星表面的石块裂缝，确认了李太星表面的承载力（表面支撑重力载荷的能力）比地球干旱沙地或月壤的承载力要低很多。

在另一篇论文中，意大利帕多瓦天文台的 Maurizio Pajola 和共同作者分析了石块大小、形状及其在这两颗小行星表面的分布模式。科学家发现，李小明上的石块大小分布模式显示，它们是分阶段而不是一起形成的，而且直接来自李太星。这进一步支持了双小行星系统是由主星脱落物质形成的假说。

帕多瓦天文台的 Alice Lucchetti 和同事则发现，热疲劳能使李小明表面的石块快速破裂，这可能是热疲劳在这类 S 型小行星上引起这种快速（约 10 万年）石块破裂的首个观测结果。

最后，图卢兹大学的 Colas Robin 和共同作者将李小明表面 34 个石块的形态特征与其他多个砾石堆小行星的表面石块进行了对比。根据石块形态特征的相似性，以及与实验室实验的对比，发现这类小行星有一个共同的形成和演化机制。

（冯维维）
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-50146-x>



研究人员在李小明表面发现 15 条疑似巨石轨迹的痕迹。
图片来源：J.Bigot、P. Lombardo

<https://doi.org/10.1038/s41467-024-50148-9>
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-50145-y>
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-50149-8>
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-50147-w>