

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然－细胞生物学》

肿瘤间质液富集的磷酸乙醇胺抑制 T 细胞功能

美国匹兹堡大学的 Greg M. Delgoffe 团队揭示了肿瘤间质液富集的磷酸乙醇胺(pEtn)导致 T 细胞功能受到抑制。相关研究成果 4 月 21 日发表于《自然－细胞生物学》。

营养应激是抗肿瘤免疫的重要屏障，而肿瘤间质液通常含有阻碍免疫功能的代谢物。但目前的研究很难以将肿瘤营养应激的影响与其他抑制因素相分离。

对此，研究人员基于肿瘤间质液的代谢组学特征，制备了化学限定性细胞培养基——肿瘤间质液培养基(TIFM)。在 TIFM 中培养 CD8⁺T 细胞时，细胞扩增受限，且重新刺激后 CD8⁺T 细胞的效应功能受损，这表明仅肿瘤营养应激即可导致 T 细胞功能失调。鉴定结果显示，磷脂中间产物 pEtn 是 T 细胞功能失调的驱动因子。pEtn 通过消耗 T 细胞受体信号传导所需的二酰甘油，抑制 T 细胞受体信号传导。

研究结果表明减少肿瘤内 pEtn 的积累，可改善肿瘤内 T 细胞功能并增强对肿瘤的控制，提示 pEtn 的富集在肿瘤微环境免疫抑制中起主导作用。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41556-025-01650-9>

《癌细胞》

基质脂质种类决定黑色素瘤的转移与器官趋向性

英国曼彻斯特大学的 Amaya Virós 团队揭示了基质脂质种类决定黑色素瘤的转移与器官趋向性。4 月 24 日，相关研究成果发表于《癌细胞》。

研究人员发现，来自年轻皮下脂肪细胞的丰富基质脂质(包括磷脂酰胆碱)被黑色素瘤细胞摄取后，通过上调黑色素瘤的 PI3K-AKT 信号通路、脂肪酸氧化和氧化磷酸化(OXPHOS)，从而引发氧化应激，最终降低转移负担。高 OXPHOS 的黑色索瘤细胞主要定植于肺和脑，而使用抗氧化剂降低氧化应激会将器官趋向性从肺转移至肝。相比之下，衰老的肿瘤微环境(TME)提供的总脂质量较少，但富含神经酰胺，导致较低的 OXPHOS 水平和较高的转移负担。衰老的 TME 中的神经酰胺被黑色素瘤细胞摄取后，激活 SIP-STAT3-IL-6 信号轴，并促进肝脏趋向性。在年轻的 TME 中抑制 OXPHOS 或在衰老的 TME 中阻断 IL-6 受体，可减少由脂质供应引起的年龄特异性转移模式。

癌细胞会适应 TME 中的信号，但影响转移和趋向性的 TME 线索仍未被完全阐明。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.ccell.2025.04.001>

《自然－地球科学》

大氧化事件前由铁形成记录的海水氧气振荡

加拿大阿尔伯塔大学研究团队对大氧化事件之前由铁形成记录的海水氧振荡进行了研究。4 月 23 日，相关研究成果发表于《自然－地球科学》。

大约 24.5 亿年至 22.2 亿年前，地球大气在大氧化事件期间由于海洋蓝藻产生的过量氧气(O₂)而被永久性氧化。然而，由于缺乏敏感的示踪剂，学界了解大氧化事件之前海水氧合的时间和进程一直受到阻碍。

氮(N)同位素可以作为海洋氧合的一个指标。研究人员进行了来自西澳大利亚哈默斯利盆地新太古代至元古代条带状铁建造记录的约 2 亿年氮同位素振荡，这些地层沉积于相对较深的陆架海洋环境。结合杰里纳组页岩记录，来自马拉曼巴铁建造的数据表明，有氧条件在 26.3 亿年至 26.0 亿年前扩展至条带状铁建造沉积环境。随后，约 24.8 亿年前的戴尔峡谷段出现 δ¹⁵N 正偏移，标志着海水 O₂ 含量下降及反硝化作用增强。当 O₂ 亏损之后，约 24.6 亿年前的乔弗雷段和 24.5 亿年前的韦利沃利铁建造中 δ¹⁵N 值逐渐恢复至中等正值，显示 O₂ 水平进入第二阶段的上升期。这些变化凸显了海洋氧化的非线性历史，并揭示了大氧化事件前海水 O₂ 含量存在此前未被识别的振荡现象。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41561-025-01683-7>

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

(上接第 1 版)

协同聚力的系统思维：
“形散而神聚，无往而不胜”

空间中心怀柔园区的“子午楼”是子午工程综合信息与运控中心的所在地。运控中心的大屏幕实时滚动着来自全国各地 282 台设备传回的数据。屏幕旁边的墙上，贴着 16 家子午二期工程参与单位的标识，每个标识都被印在六边形上，六边形连成一片。

王赤自豪地说：“别看设备分布在全国各地、参与单位很多，我们却做到了形散而神聚，无往而不胜。”

“形散而神聚”5 个字，王赤用了 20 年才真正摸透。

2005 年，子午工程一期立项时，有 12 家单位参与。当时，一位同行善意地提醒王赤：“按照我们的经验，有些大装置一家都做不好。你们这么多家做，怎么散，怎么管？”

王赤一时给不出答案，只能诚实回答：“我们将

全球最大太阳望远镜的“心脏”开始跳动

本报讯 全球最大太阳望远镜——美国国家科学基金会位于夏威夷的丹尼尔·井上太阳望远镜(DKIST)，近日迎来了一个里程碑时刻。经过近 15 年筹备，DKIST 的“心脏”——可见光可调滤波器(VTF)，成功拍摄到首批太阳图像。

这台成像光谱偏振仪由德国太阳物理研究所(KIS)研发制造，德国马克斯·普朗克太阳系研究所(MPS)为项目合作伙伴。

此次公布的数据来自仪器的技术调试阶段。VTF 以前所未有的精度分析了 DKIST 捕获的太阳光，尤其是提取了太阳等离子体的流速、太阳可见表面及紧邻上层气体的磁场强度等信息。即便处于技术调试阶段，VTF 也能呈现出极小尺度的太阳结构。未来进入科学运行阶段并对数据进行深度后处理，其分辨率有望进一步提升。

得益于夏威夷哈莱阿卡拉火山的绝佳观测条件，以及先进的图像稳定与重建技术，该望远镜足以捕捉极小的结构——自 2022 年起便持续呈现令人惊叹的太阳详细视图。为从太阳光中提取尽可能多的细节，DKIST 正在逐步配备更多的科学仪器，后者通过分离特定波长范围或光的偏振态等方式处理入射光。目前 5 台仪器中的 4 台已投入运行。而最新加入的全球最大光谱偏振仪 VTF 是其中功能最强大的设备。作为技术调试阶段的一部分，VTF 拍摄的首批太阳图像已正式公布，研究人员将这一里程碑称为“技术上的曙光”。

“DKIST 旨在研究太阳作为空间天气驱动源的基础物理特性，而 VTF 这样的开创性仪器正是实现这一目标的理想平台。”负责运营该望远镜的美国国家太阳天文台主任 Christoph Keller 表示。

VTF 团队的目标是深入理解太阳的动态特性。太阳的不断爆发会向太空抛射粒子与辐射，而来自太阳的袭击在地球上可引发壮观极光，也可能干扰技术设施与卫星。借助 VTF，DKIST 将以前所未有的精度观测太阳爆发的区域——

续呈现令人惊叹的太阳详细视图。为从太阳光中提取尽可能多的细节，DKIST 正在逐步配备更多的科学仪器，后者通过分离特定波长范围或光的偏振态等方式处理入射光。目前 5 台仪器中的 4 台已投入运行。而最新加入的全球最大光谱偏振仪 VTF 是其中功能最强大的设备。作为技术调试阶段的一部分，VTF 拍摄的首批太阳图像已正式公布，研究人员将这一里程碑称为“技术上的曙光”。

“DKIST 旨在研究太阳作为空间天气驱动源的基础物理特性，而 VTF 这样的开创性仪器正是实现这一目标的理想平台。”负责运营该望远镜的美国国家太阳天文台主任 Christoph Keller 表示。

VTF 团队的目标是深入理解太阳的动态特性。太阳的不断爆发会向太空抛射粒子与辐射，而来自太阳的袭击在地球上可引发壮观极光，也可能干扰技术设施与卫星。借助 VTF，DKIST 将以前所未有的精度观测太阳爆发的区域——



图片来源:Pixabay

小鼠中，APC 几乎不活跃，但在中年小鼠中，APC 被“唤醒”并开始产生新脂肪细胞。

“虽然大多数成体干细胞的生长能力会随年龄增长而减弱，但 APC 恰恰相反——衰老解锁了它们的进化和扩散能力。”希望之城国家医疗中心的 Adolfo Garcia-Ocana 说，“这是第一次有证据表明，人的腹部会随年龄的增加而增长，是因为 APC 会产生大量新脂肪细胞。”

衰老还将 APC 转变为一种新的干细胞——年龄特异性前体脂肪(CP-A)细胞。在中年时，CP-A 细胞积极产生新脂肪细胞，这解释了为什么年长小鼠体重会增加。

一种名为白血病抑制因子受体(LIFR)的信号通路被证明对促进这些 CP-A 细胞增殖并进化为脂肪细胞至关重要。

“我们发现，身体生成脂肪的过程由 LIFR 驱动。虽然年轻小鼠不需要这种信号制造脂肪，

可见表面(光球层)及其上方的色球层。高温等离子体流与不断变化的磁场的复杂相互作用，是理解触发爆发过程的关键。VTF 可测定等离子体流速、磁场强度、压力与温度等关键属性。

“VTF 的调试代表了 DKIST 的重大技术进步。可以说，这台仪器就是太阳望远镜的心脏，现在它终于开始跳动了。”KIS 的 VTF 项目科学家 Matthias Schubert 说。

VTF 主镜直径 4 米、重 5.6 吨，相当于一个小型车库，有两层高，堪称“庞然大物”。其任务是以尽可能高的空间、时间与光谱分辨率进行太阳成像。为从入射可见光中过滤出极窄波长范围，仪器配备了两台尺寸与精度在全球独一无二的法布里－珀罗干涉仪，可以几皮米的精度实现太阳光谱扫描。此外，VTF 能分离特定偏振态，针对每个波长与偏振态生成太阳二维图像，进而确定太阳不同高度的温度、压力、速度与磁场强度。其观测数据空间分辨率为每像素约 10 公里，时间分



图片来源:Pixabay

但年长小鼠却需要它。”王琼解释说，“研究表明，LIFR 在触发 CP-A 细胞产生新脂肪细胞和‘扩张’年长小鼠腹部脂肪方面起着至关重要的作用。”

王琼和同事利用来自不同年龄段人群的样本进行了单细胞 RNA 测序，并在实验室研究了人体组织中的 APC。他们发现，中年人组织中类似的 CP-A 细胞数量有所增加。研究还表明，人体中的 CP-A 细胞具有产生大量新脂肪细胞的潜力。

“我们的发现强调了控制新脂肪细胞形成对解决与年龄有关的肥胖问题的重要性。”王琼说，“了解 CP-A 细胞在代谢紊乱中的作用，以及这些细胞在衰老过程中如何出现，可能为减少腹部脂肪、改善健康和延长寿命带来新的医疗解决方案。”

（文乐乐）
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.adj0430>

存的唯一方法——用后者脱落的皮肤和之前吃过的东西覆盖自己。”这使毛虫闻起来和尝起来更像是一袋垃圾，而不是美味大餐。大约两到三个月后，它就会蜕变成比米粒还小的飞蛾。

此外，“拾骨”毛虫还是一种同类相食的动物。研究人员把两只幼虫放入同一个笼子后发现，较大的那只只会吃掉较弱、较小的同伴。Rubinoff 说，这就是为什么在每一张蜘蛛网上只能看到一条“拾骨”毛虫。

研究人员在大约 22 年的 150 多次实地调查中只发现了 62 条“拾骨”毛虫。所有这些调查都是在怀厄奈山脉 15 平方公里的范围内进行的。

基因分析表明，“拾骨”毛虫的谱系比瓦胡岛的形成早约 300 万年，表明它曾经分布得更为广泛。“人类的到来让我们失去了很多本地物种。”Rubinoff 说，“我们能够找到它已是一个奇迹，令人难过的是，它们仅局限于这一个地方。”（王方）

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1126/science.ads4243>

“拾骨”毛虫用尸体作伪装



“拾骨”毛虫(左)与蜘蛛生活在一起。
图片来源:Daniel Rubinoff

本报讯 一种“拾骨”毛虫会用死去的昆虫伪装自己，从而生活在蜘蛛网中，伺机偷取它们的猎物。这是已知唯一使用如此可怕的伪装手段与蜘蛛为伴的毛虫。这种食肉动物甚至会同类

相食。4 月 24 日，相关论文发表于《科学》。

20 多年前，美国夏威夷大学马诺阿分校的 Daniel Rubinoff 和同事在瓦胡岛怀厄奈山脉徒步旅行时发现了这种毛虫。当时，他们正在寻找其他毛虫。Rubinoff 说：“我们看到这个小小的虫卵囊，但不确定它是什么，然后就把它带回实验室，发现里面有一条小毛虫。”

这种新描述的海波斯莫科马属物种尚未获得一个科学名称。它们生活在树干、岩石以及其他封闭空间里的蜘蛛网上，大约有指甲那么长，以困在蜘蛛网上的昆虫为食。“地球上只有 0.13% 的毛虫是肉食性的，因为它们进化到吃肉是极其困难的。”Rubinoff 说。

“拾骨”毛虫通过一种可怕的方式避免成为猎物。它会用死去昆虫的尸体残片和蜘蛛蛻下的外骨骼装饰自己的丝状外表。这种小动物会仔细掂量身体的每个部位，然后用蚂蚁的头、甲虫的肚子或苍蝇的翅膀把自己伪装起来。

Rubinoff 解释说：“这可能是与蜘蛛一起生

参照航天工程的管理方式，摸索出一个办法。”

20 年间，王赤对“这么散，怎么管”的问题越来越有底。他发现，相比设备本身，数据才是子午工程的“神”，“大家聚在一起是为了从各自不同的专业领域了解空间天气的变化规律，那么，能把大家聚在一起的就是数据”。

在业务管理上，子午工程采用矩阵化方式，分为空间环境监测系统、数据通信系统、科学应用系统 3 个分系统，各分系统下面又有很多子系统。“空间环境监测系统，是像感官一样来集数据的探测设备；数据通信系统是神经系统，对感受到的数据进行处理和传输；科学应用系统相当于大脑，可以分析科学数据。”王赤说。

单位间的合作，也在业务系统下得以实现。子午工程二期建设时，科学应用系统负责集成一期和二期监测设备的信息。为了确保监测设备顺

2024 年 10 月，超级地磁暴事件发生后不到半年，子午工程科学与应用系统副总师、空间中心研究员罗冰显在第七届“亚洲大洋洲空间天气

联盟研讨会”上，介绍了子午工程对 2024 年 5 月超级地磁暴的观测结果。

听完报告后，泰国先皇理工大学教授 Pomchai Supnithi 找到罗冰显。抱着试试看的心态，他问：“我们是否可以获得子午工程的数据支持？”

Pomchai 是一名空间天气研究专家，其团队在泰国多个站点建设了全球导航卫星系统接收机和测高仪，在观测赤道电离层方面有得天独厚的条件。然而，赤道等离子体泡、赤道异常等电离层异常扰动过程是一个沿着子午线、从赤道向低纬甚至中纬延伸和扩展的过程。这让位于南方的泰国“望北兴叹”。

回国后，罗冰显第一时间与子午工程科学运行团队进行沟通，很快便将整理好的数据共享给了 Pomchai。

这次合作让泰国先皇理工大学备受鼓舞。了

解到空间中心正在推动国际子午圈大科学计划后，他们主动申请加入。“目前，我们正在准备签署国际子午圈合作谅解备忘录。”罗冰显说。

对于子午工程里的科学家来说，开放共享的理念贯穿始终。早在 2002 年，子午工程一期立项前，魏泰思就提出过“国际空间天气子午圈计划”，希望以开放的姿态促进世界空间科学发展。

2014 年，作为国际子午圈大科学计划的先行示范项目，中国－巴西空间天气联合实验室成立。当中巴双方联合研制的钠钾双波长激光雷达传回第一组钠钾密度数据时，巴西国家空间研究院激光项目组高级工程师 Pimenta 激动地说：“因为你们的到来，我们整个项目组得以延续！”

“在完成子午工程一期、二期之后，国际子午圈大科学计划是我们推动全球性空间天气监测研究的第三步。”王赤说。

如今，子午工程“井”字形“观天巨网”正在向全球延展。“目前已有数百位国际科学家参与规划，我们得到了来自巴西、俄罗斯、泰国、法国、美国等国的 20 多个研究机构以及国际组织的积极支持。”王赤说。



丹尼尔·井上太阳望远镜。
图片来源:NSF/NSO/AURA

分辨率为每秒数百幅图像。

“VTF 实现了前所未有的图像质量，从而预示着地面太阳观测新时代的到来。”MPS 主任 Sami K. Solanki 说。

最新发布的图像利用了 588.9 纳米波长的太阳光，展示了太阳表面一块约 2.5 万公里×2.5 万公里的区域。

（蒲雅杰）

早睡的青少年认知表现更佳

本报讯 有些孩子早早睡觉，从不“挑灯夜战”，学习却更好。这可能是睡眠在“偷偷帮忙”。近日，中英研究人员发现，睡眠时间更长、入睡时间更早的青少年，大脑功能更强，认知表现更出色。相关成果 4 月 22 日发表于《细胞报告》。

“我们对成年人和老年人的睡眠有了很多研究，但对青少年的睡眠状况及其对大脑和认知的影响知之甚少。”英国剑桥大学精神病学系教授 Barbara Sahakian 表示。

为揭示睡眠与大脑的关系，研究团队借助美国青少年大脑认知发展研究项目(ABCD)的数据，对 3200 多名 11 至 12 岁的青少年进行了分析。不同于以往依赖自我报告的方式，他们通过 Fitbit 设备获得了青少年的客观睡眠数据，并与大脑扫描和认知测试结果进行了对比。

结果显示，青少年可分为三组：第一组睡得最少，平均每晚 7 小时 10 分钟，入睡时间最晚、起床时间最早；第二组睡眠时间中等，平均 7 小时 21 分钟；第三组睡得最多，平均 7 小时 25 分钟，入睡最早。

虽然三组学生在学业成绩上并无显著差别，但在词汇量、阅读理解、问题解决和注意力等认知测试中，睡眠最长的第三组遥遥领先，第二组居中，第一组表现最差。脑部结构扫描也显示，第三组的大脑体积和功能表现最佳，而第一组最差。

“即使最短和最长的睡眠时间相差仅仅 15 分钟，我们依然能观察到大脑结构和功能上的差异，以及任务表现的不同。这再次提醒我们，良好的睡眠在青少年成长阶段究竟有多重要。”Sahakian 强调。

不过令人担忧的是，即使是睡眠习惯最好的青少年，平均睡眠时间也未达到美国睡眠医学学会建议的 8 至 10 小时标准。换句话说，青少年普遍都“欠觉”。

“我们不能确定是睡眠使得认知能力提升，但已有许多研究支持这个假设。”该研究第一作者、复旦大学博士后马庆表示，“尤其在记忆巩固方面，睡眠的作用对学习来说不可或缺。”

由于 ABCD 研究是一个长期跟踪项目，研究人员利用两年前和两年后的数据进一步验证了该发现，表明无论睡眠模式、大脑结构，还是认知能力，这些差异都具有一定的稳定性。

“考虑到睡眠对健康和发育的影响，我们现在迫切需要弄清楚，为什么有些孩子更晚入睡、睡得更少。”复旦大学附属华山医院教授程伟补充道，“是打游戏、刷手机惹的祸，还是他们天生是‘夜猫子’？”

（宋书昂 冯丽妃）
相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.celrep.2025.115565>



图片来源:Pixabay

织“观天巨网”，探子午乾坤

空间中心怀柔园区的“子午楼”是子午工程综合信息与运控中心的所在地。运控中心的大屏幕实时滚动着来自全国各地 282 台设备传回的数据。屏幕旁边的墙上，贴着 16 家子午二期工程参与单位的标识，每个标识都被印在六边形上，六边形连成一片。

王赤自豪地说：“别看设备分布在全国各地、参与单位很多，我们却做到了形散而神聚，无往而不胜。”

“形散而神聚”5 个字，王赤用了 20 年才真正摸透。

2005 年，子午工程一期立项时，有 12 家单位参与。当时，一位同行善意地提醒王赤：“按照我们的经验，有些大装置一家都做不好。你们这么多家做，怎么散，怎么管？”

王赤一时给不出答案，只能诚实回答：“我们将