

为什么降温不能阻断病程——热射病致死机理找到了

热射病治疗不理想

热射病又称“重度中暑”，是一种致命性急症，病死率高。今年 2 月发表于《自然》的一篇综述文章显示，经典型重症中暑的死亡率高达 63.2%。然而，高体温如何导致脏器损伤与机体死亡的机制一直不甚清楚。

当前对热射病患者的治疗，一般是先为患者降温，降温后患者若出现脏器功能衰竭，再立即进行相应脏器功能保护治疗。尽管业界对肾脏、肝脏等脏器功能治疗的设备和技术已很先进，但热射病的治愈率仍较低。

这可能与学术界对热射病致死机理的了解不甚清楚有关。既往学术观点认为，高体温主要通过物理性损伤导致组织细胞死亡和炎症反应。在这一观点的指引下，业内普遍采取降温 and 相应脏器支持的方式治疗热射病。

“降温治疗是重症中暑患者救治的第一关键点，但即便使其体温迅速降至正常，患者仍继续发



吕奔(右)和袁芳芳在开展细胞死亡检测实验。
王昊昊摄

5 月 5 日，中南大学湘雅三医院教授吕奔团队在《科学》在线发表研究论文，揭示了热射病的重要致死机理——高体温通过 Z-DNA 结合蛋白-1(ZBP1)诱发过度的程序性细胞死亡，进而导致危及生命的弥散性血管内凝血(DIC)与多脏器损伤。

近 10 年来，吕奔带领团队一直围绕危重症的发病机制开展系列研究，在先后揭示脓毒症休克和多脏器衰竭发生的重要病理生理机制、细菌感染诱发凝血反应的机制、脓毒症诱发弥散性血管内凝血的机制后，终于找到了热射病致死机理。



各脏器功能损伤，甚至最后还是死亡了。这提示即使医生能第一时间为高体温病人迅速降温，依然不能阻断热射病的病程。”论文第一作者、中南大学博士后袁芳芳说，“我们认为，肯定存在其他某种机制引起热射病死亡，而不是简单的物理因素。”

“因此我们团队进一步探索新的机制，发现程序性细胞死亡在热射病发生发展中起重要作用。”论文通讯作者吕奔说。

高温激活细胞程序性死亡通路

危重症是指病情严重且威胁患者生命的综合征，常由感染、创伤、高体温等诱发。其中，感染诱发的危重症为脓毒症，造成全球每年 1100 万患者死亡。脓毒症与热射病常表现为全身炎症反应、DIC 和多脏器衰竭。

在前期开展脓毒症相关研究中，吕奔团队发现了一个有趣的线索。

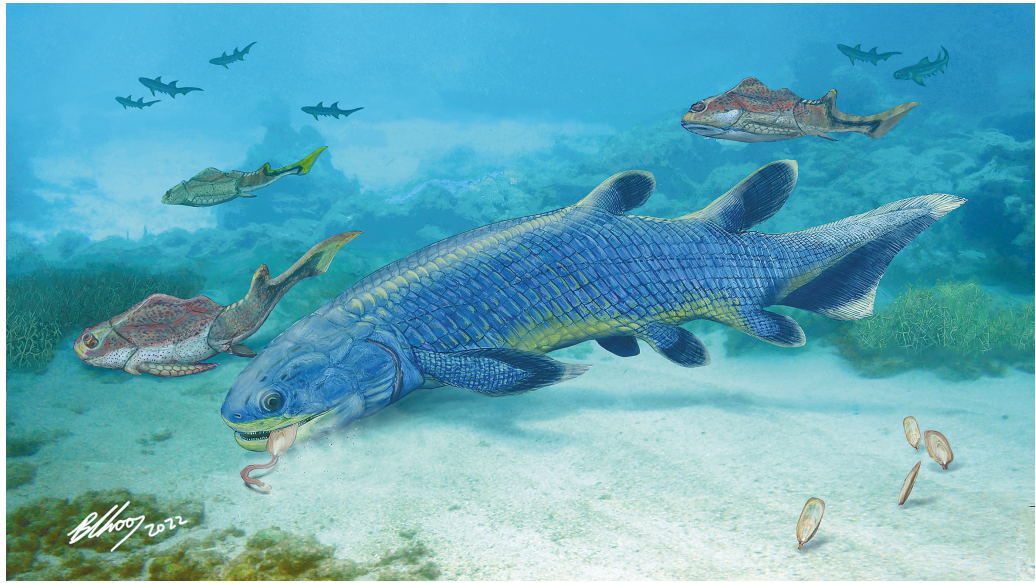
“我们采用高环境温度（39℃）与高湿度（60%）制备热射病小鼠模型时，发现了高体温通过 RIPK3 途径而非 HMGB1-caspase-11 途径诱发多种程序性细胞死亡，进而导致 DIC 与多脏器损伤。高体温可诱导肝、肺及肠等器官组织中 RIPK3 和 MLKL 的磷酸化，以及 caspase-8 等凋亡相关蛋白的剪切；敲除 RIPK3 基因能防止高体温诱发的炎症反应、DIC、多脏器损伤与死亡。”吕奔说。

团队随后采用 RIPK3 激酶失活小鼠、MLKL 敲除小鼠及 MLKL-Caspase-8 双基因敲除小鼠，证实了高体温诱导的致死效应主要依赖 RIPK3 激酶与其磷酸化底物 MLKL 介导的程序性细胞坏死，小部分依赖 caspase-8 介导的程序性细胞死亡。

“也就是说，我们发现高体温并不是快速直接‘杀死’细胞，导致细胞物理性损伤，而是激活了细胞的程序性死亡通路。热应激能直接诱发 RIPK3 依赖的程序性细胞死亡。RIPK3 基因是高体温诱发炎症反应、多脏器损伤甚至死亡的关键。”吕奔说。

既往研究表明，ZBP1 为一种细胞内的模式识别受体，能被病毒或宿主来源的 Z 型核酸活化，在抗病毒感染中发挥重要作用。吕奔团队通过进一步研究，首次发现 ZBP1 是热应激激活 RIPK3 和细胞程序性死亡的关键分子，并介导高体温诱导的 DIC、多脏器损伤与死亡。

(下转第 2 版)



最古老的肺鱼干群成员先驱杨氏鱼生态复原图 Brian Choo 绘

杨氏鱼牙钝能“啃”硬壳

本报讯(记者崔雪芹)近日，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所朱敏院士团队在《自然-通讯》发表了杨氏鱼食性方面的最新研究成果。

该工作深入研究了两件保存有与食性相关的解剖学结构的标本，明确揭示了杨氏鱼的食壳性，并定量分析了肺鱼类的分化时间和特征演化速率，不仅为揭示肺鱼类与食性相关结构的初始变化提供了关键化石实证，而且为肺鱼类的食壳性起源研究提出了一个全新的假说。

该研究的两件杨氏鱼标本保存了舌弓、颧弓及髁部结构。杨氏鱼具有齿板和强大的咬合力，能够捕食带有硬壳的无脊椎动物。综合解剖学结

构，研究人员还原了杨氏鱼的进食方式：主要使用粗钝的大牙碾碎猎物，而齿板上那些较小的牙齿则起到辅助固定作用。

该工作采用贝叶斯末端定年法，定量分析了古生代肺鱼类的系统发育关系、分化时间及特征的演化速率。结果显示，肺鱼类在志留纪晚期至早泥盆世洛赫考夫期末之间一个约 700 万年的窗口期起源并经历了快速演化，尤其是与取食相关的特征明显比其他特征具有更高的演化速率。肺鱼类自起源后迅速辐射演化，成为泥盆纪多样性最高的肉鳍鱼类。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-022-30091-3>

1200 公里 墨子号刷新地表量子态传输纪录

本报讯(见习记者王敏)中国科学技术大学潘建伟院士及同事彭承志、陈宇翱、印娟等利用“墨子号”量子科学实验卫星，首次实现了地球上相距 1200 公里两个地面站之间的量子态远程传输，向构建全球化量子信息处理和量子通信网络迈出重要一步。相关成果日前在线发表于《物理评论快报》。

2012 年，潘建伟团队在国际上首次实现百公里自由空间量子隐形传态。10 年过去了，团队成功实现突破，创造了 1200 公里地表量子态传输的新纪录。

通过远距离量子纠缠分发的辅助，量子态可通过测量然后再重构的方式完成远距离的传输，传输距离在理论上可以是无穷远，但在实现

中，量子纠缠分发的距离和品质会受到信道损耗、消相干等因素的影响。如何不断突破传输距离的限制，一直是该领域的重要研究目标之一。

利用星载纠缠源向遥远的两地先进行纠缠分发，再进行量子态的制备与重构，是实现远距离量子态传输的最可能路径之一。然而，由于大气湍流的影响，光子在大气信道中传播后，实现基于量子干涉的量子态测量非常困难。

在以往实验中，量子态传输的制备方都是量子纠缠源的拥有者，无法真正意义上由第三方提供纠缠来实现先分发后传态的量子态传输。随着“墨子号”量子科学实验卫星的成功发射，潘建伟团队首先实现了千公里的双站纠缠分发，“墨子号”平台为量子通信实验提供了宝

贵的纠缠分发资源。

为了克服远距离湍流大气传输后的量子光干涉难题，实验团队利用光学一体化粘接技术实现了具有超高稳定性的光干涉仪，无需主动闭环即可长期稳定。结合基于双光子路径一偏振混合纠缠态的量子隐形传态方案，团队在云南丽江站和德令哈地面站之间完成了远程量子态的传输验证，并在实验中对 6 种典型的量子态进行了验证，传送保真度均超越了经典极限。

审稿人认为，“这个实验比以前实验更具挑战性，克服了重大的技术挑战，对未来量子通信的应用具有重要意义。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.128.170501>

7 小时 研究揭示中老年最佳睡眠时长神经机制

本报讯 复旦大学类脑智能科学与技术研究院教授冯建峰、程伟团队利用大数据分析方，对近 50 万人的基因、影像、行为等多维度数据开展研究，首次系统刻画了中老年人睡眠时长与认知功能、精神健康等多维度表型之间的非线性关系，并发现该关系背后的遗传与神经基础。相关研究近日发表于《自然-衰老》。

基于英国生物样本库，该研究团队对其中 38 至 73 岁被试者的睡眠时长与认知、精神健康等广泛行为表征进行非线性建模分析，发现睡眠时长与中老年人的认知能力、精神健康呈显著的非线性关联，且存在着一致的 7 小时最优睡眠时长。进一步纵向随访数据分析表明，睡眠时长相对稳定的被试者表现出更好的认知能

力和精神健康。

“这提示我们，每天 7 小时睡眠以及保持规律的睡眠能够促进中老年人群体的身心健康。”冯建峰告诉《中国科学报》。

借助大数据统计建模方法，团队进一步利用神经影像多模态数据对上述非线性关系背后的神经机制展开研究。结果发现，睡眠时长与眶额叶皮层、海马、颞叶皮层以及中央前回等情感、记忆环路的核心脑区的脑结构特征(如脑结构体积、皮层面积等)也呈显著非线性关联，并与行为学的发现一致以 7 小时为转折点。

进一步中介分析表明，这些脑结构介导了睡眠时长与认知、精神健康的关系，表明这些脑区的功能可能是上述睡眠时长与行为学表征非

线性关系的神经基础。

最后，研究团队进一步整合遗传、影像、睡眠、认知、精神健康跨尺度的数据，利用结构方程模型系统刻画这 5 个维度数据之间的相互作用关系，建立睡眠问题从微观遗传基因到介观神经影像再到宏观行为表型的统一模型。

该研究系统阐释了睡眠时长与老年人精神健康关系及其遗传与神经机制，完善了全生命周期人群睡眠问题研究的重要一环，为人们理解老化过程睡眠与认知、精神健康复杂作用关系提供了全面的视角与统一的理论。

(张虎虎 黄辛)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s43587-022-00210-2>

我国首次实现浅层风精细预报保障重大航天发射任务

据新华社电 5 月 7 日，天舟四号和长征七号火箭组合体转运至发射区，由西昌卫星发射中心技术部气象团队研发的关键区域浅层风预报保障系统，为火箭组合体安全转运提供了技术保障支持。

这是我国首次实现浅层风精细预报保障重大航天发射任务。这一系统可根据最新气象资料实时处理生成转运区域浅层风可视化预报产品，通过立体形象的流体力学仿真图像和一目了然的风力风向变化参数，实时向指挥部和工作人员推送气象预报信息，从而为组合体转运提供技术保障。

据了解，浅层风是指从地表至距离地表 100 米高度之间的风，风速和风向受下垫面环境和周边高大建筑物影响而剧烈变化，对火箭的垂直转运影响巨大。

“火箭在转运时并没有加注燃料，一旦风速过大，火箭很可能因为‘身轻’而失去平衡发生危险。”西昌卫星发射中心技术部气象系统工程师张晓杰介绍说，浅层风随高度的变化在内陆平原地区不大，在滨海地区则会加剧，对浅层风实现精细预报是发射场气象预报保障的一项难题。

2018 年，文昌航天发射场浅层风预报技术

研究作为载人航天工程重点项目立项实施。经过多年努力创新，张晓杰所在的气象团队研发出关键区域浅层风预报保障系统，实现了场区浅层风定量化、可视化、精细化预报。2022 年 4 月 26 日，项目顺利通过终审验收。

“这一技术在天舟四号火箭组合体转运过程中表现出色，转运现场发回的风场监测数据验证了我们的预报精度达到 1 米以内，对于提升文昌航天发射场航天发射气象预报保障能力意义重大。”西昌卫星发射中心高级工程师杨道勇介绍说。

(李国利 何玲)

数学家为何最容易满足公众对天才的想象

王球

北京大学数学科学学院“韦神”韦东奕又上热搜了！他帮人“秒破”难题的消息刷屏全网。

有网友称，自己的科技公司要做一个数学模型来模拟产品的物理性能，但是模型越复杂，模拟就越失真。包括 6 名博士在内的团队耗时 4 个月都无法解决。求助韦东奕后，很快就破解了难题，并且韦东奕认为这事太简单所以拒收报酬。

这不是“韦神”第一次火爆“出圈”。此前在一段采访视频中，韦东奕手里拿着馒头和矿泉水瓶，憨厚的相貌、素俭的着装和朴实的言语，引发了网友热议。

人们热议的，其实是这幅画面与想象中的“北大老师”“数学天才”反差太大。这让人不禁想起不修边幅的爱因斯坦，甚至武侠小说里的扫地僧。

这回“韦神”再上热搜，让人看到这位天才数学家不仅“画风清奇”，而且“特别能打”。他的数学造诣网上都能查到，但罗列抽象的成就，都比不上这个故事来得生动叫绝。

概括起来，人们津津乐道的有两方面：一是数学天才轻松破解实用性的工程难题；二是淡泊名利，“事了拂衣去”。

有网友想去求证此事的真假，不过这不是重点。哪怕网传说法不实，也算不上是特别恶劣的谣言，这个故事只是符合“吃瓜群众”的愿景思维罢了。

人们期待这样一种天才。

他可能毫不起眼，甚至有点寒酸，但能

力超群，成就斐然；他看着像个书呆子，却拿出真本事，破解的难题可以给人带来切实的收益；他与世无争，道德上纯洁无瑕；他无视外界，活出自我……

科幻作家宝树在微博评论里说得好：“韦神完美地符合了一般人对天才的想象，科学天才就是一心沉浸于科学王国，不闻窗外事……我们年轻的时候，也经常觉得自己很有‘个性’，接近天才，但其实真是一毛钱关系也没有。”

我们绝大多数人不是天才，可是现实中总有冒牌的天才和大师招摇撞骗。正当我们怀疑是否真有天才这个“物种”时，这个有鼻子有眼的故事，让人再次相信山外有山。

事实上“江山代有才人出”，历史上各个行当以来不乏天才。但众人追捧的天才，需要满足一些条件。

人说“文无第一”，并不是所有行当只要出了天才，大家就会有目共睹。画家梵高、文学家卡夫卡，在各自领域堪称一等的天才，可惜他们都在死后才赢得声誉。

面对这些缺乏“现世报”的样本，人们更多的是投之以唏嘘感慨。也许说到底，人们还是会怀疑，比起科学，文学艺术在智力要求上似乎还是不够“硬”。科学界的天才，似乎更容易被业内专家识别出来。

人们喜爱的天才，道德上未必完美无瑕，但至少免于世俗。

牛顿在科学史上的地位无出其右，但在当年，牛顿担任教职期间的工作收入一直不

高。这也让年逾五十的牛顿决定，为了生计寻求收入更高的工作。1696 年，英国财政大臣查尔斯·蒙塔古来信邀请牛顿担任皇家造币厂督办。牛顿收到信件后，欣然前往。尽管后来牛顿改革金币生产技术，实现了英国金币制造标准化，但只要提及他的后半生，人们总觉得伟大的牛顿堕落了。

多数科学天才都有实现荣华富贵的能力。科学天才一旦有了名利，人们会认为是拜天赋所赐，若将天赋兑现为利益，虽然无可厚非，却也变得不那么可爱，也不那么可敬了。

正因如此，当年中科院遥感研究所所长李小文院士，一时成了明星科学家。他的“出圈”当然有辉煌的学术经历和过硬的学术贡献作支撑，但人们喜闻乐见的，还是他脚蹬布鞋、不修边幅的形象，以及他喜欢冷幽默、爱喝二锅头的侠士风骨。

还有一些天才，横空出世就被伯乐相中。他们的能力和成就横跨文、理、艺术多个领域，人格上也超凡脱俗，却因研究领域缺乏直接且显见的实用价值，导致难以“出圈”(这并不是说“出圈”本身是值得追求的)。

(下转第 2 版)

