

不挨饿也能长寿的“开关”找到了

■本报记者 王昊昊

全球老龄化加速,如何延长健康寿命,成为生命科学研究领域最紧迫的课题之一。诸多抗衰老策略中,营养干预被认为最现实。已有研究表明,减少饮食中蛋白质的摄入,能延长酵母、果蝇和小鼠等模式生物的使用寿命。

科学界一直在追问:蛋白质营养究竟如何触发衰老信号?能不能只关闭其中促衰老的部分,让人们既能享受美食,又能活得久、活得好?

科学家在果蝇体内找到了答案。湖南师范大学教授翟宗昭团队联合湖南大学副教授王奕蓉团队、中国科学院上海营养与健康研究所研究员陆炯明团队,从黑腹果蝇体内一个名为 Lsp2 的氨基酸感应诱导因子入手,发现关闭 Lsp2 可精准降低核糖体蛋白翻译并延长寿命。相关成果 9 月 23 日在线发表于《自然》。

一个“不期而遇”的方向

“没想到,这个‘偶得’的方向走通了。”采访伊始,翟宗昭告诉《中国科学报》,这个方向一开始并不在计划内。

2018 年,翟宗昭结束在海外 10 余年的研究工作后回国,加入湖南师范大学生命科学学院。

“我喜欢自由的研究氛围,自己发现兴趣、钻研方向,反而更容易做出有意思的成果。”在国外,翟宗昭就是在这种“散养”式的课题组开展研究,“不经常见到导师,但有问题导师会第一时间和团队探讨。”

回国后,翟宗昭把这种习惯带到了自己的课题组。他不会每天给学生交代任务,组会也是两三周开一次,但效率很高。学生的具体研究方向不一样,都是根据兴趣确定的。

2019 年 9 月,翟宗昭招到第一个博士生,该论文共同第一作者王骏。翟宗昭此前的研究方向为动物肠道稳态和天然免疫,经过探讨,王骏决定围绕免疫方向开展深入研究,但进展并不顺利。

“一段时间过后并没有获得令我们满意的成果。”翟宗昭说,他建议王骏换个思路,有兴趣的话可以探索一下蛋白质营养研究。

果蝇在基因和代谢调控通路上与人类高度相似,且非常适合饮食营养干预研究。Lsp2 是果蝇体内一种早就被发现的蛋白质。这类储存蛋白可能存在于

所有昆虫体内,但它没有哺乳动物同源物。这个被科学家描述过的蛋白有着明确的“幼虫储存蛋白”身份标签,功能似乎早就被写清楚了,因此在衰老等研究中并不受科学家青睐。论文审稿人之一、美国布朗大学教授 Marc Tatar 的研究组也曾注意到 Lsp2 受蛋白质营养强烈诱导,但没太把它当回事。

不过,这个“不起眼”的蛋白在王骏的实验中露出了另一副面孔。他发现,Lsp2 是一个特异受必需氨基酸诱导的脂肪因子。通俗地说,它就像身体里的蛋白质质检员,只有必需氨基酸配齐了才会被唤醒,缺一不可都不行。

“营养传感器”给衰老“踩油门”

Lsp2 这个“蛋白质质检员”被唤醒后,到底在身体里干了什么?翟宗昭团队发现,它在给细胞的蛋白质翻译机器“踩油门”。

机制性雷帕霉素靶蛋白复合物 1(mTORC1)是连接氨基酸营养感知与机体合成代谢(包括蛋白质翻译)的核心枢纽。“饮食限制能延长果蝇寿命,在很大程度上是因为限制了必需氨基酸。”翟宗昭说,团队换了个思路,不去看“少吃”这个过程,而是观察蛋白质营养如何改变基因表达。

氨基酸营养在动物的进食调控、营养选择、睡眠等方面都发挥着重要作用。团队研制出 Lsp2 基因功能解析研究工具,在这些方向逐一尝试,但进展不大。

转机来得有些偶然。王骏在做睡眠分析时,发现过表达 Lsp2 的果蝇明显比对照组死得快。这让他们怀疑它是不是一个寿命调控因子?翟宗昭团队与陆炯明团队联合开展研究,建立起 Lsp2 调控寿命的因果关系。“那一刻,大家意识到之前所有的试错可能都在为这个发现做铺垫。”王骏说。

然而,机制解析再次陷入僵局。团队尝试了转录组、蛋白组等多种手段,均未获得太多线索,但这些尝试提示 Lsp2 调控果蝇的蛋白质稳态。“我们与王奕蓉团队合作,惊讶地发现 Lsp2 缺失导致核糖体蛋白 mRNA 的翻译效率集体下降,这一过程依赖于 4E-BP 这个翻译调控因子。果蝇体内的结果与此前在哺乳动物细胞中的发现完美吻合。”翟宗昭表示。

故事的脉络终于浮出水面。果蝇脂肪

体分泌蛋白 Lsp2,在果蝇进食蛋白质时被强烈诱导。果蝇脂肪体在功能上类似哺乳动物的脂肪组织和肝脏。Lsp2 对营养很“挑剔”,只有当食物中的必需氨基酸配齐时才能被强烈诱导。这一过程依赖氨基酸感知通路 mTORC1,同时受控于其他传递机体营养和生理状态信息的通路。

而 Lsp2 像一个必需氨基酸完整性的传感器,把吃进来的蛋白质质量告诉身体。在含不同酵母(实验室果蝇的主要蛋白质来源)浓度的食物中,Lsp2 突变体果蝇都活得更久,雌性果蝇中位寿命延长 14%至 28%;相反,过表达 Lsp2 则使寿命缩短。值得注意的是,Lsp2 突变体并未表现出常见的“延寿代价”,在运动、生殖和抗应激性等方面都表现正常。

王骏解释,Lsp2 相当于 mTORC1 的一个反馈放大器或油门。当果蝇吃到富含必需氨基酸的食物时,Lsp2 被诱导产生,反过来增强 mTORC1 的活力,让细胞优先翻译核糖体蛋白 mRNA,多产零件加速合成代谢。短期看,这是身体在营养充足时“抓紧干活”;长期看,这个“油门”一直踩着,寿命反而缩短。

意外遇同行,拼出完整衰老机制图

Lsp2 在成年果蝇体内发挥着上述作用,那么在幼年果蝇体内是否也这样?

“如果 Lsp2 在幼虫阶段就参与营养感知和蛋白质翻译调控,那么成年后的寿命调控可能只是这条通路的后半段。”翟宗昭说,团队计划在后续研究中回答这个问题时,意外遇到了一个同行。

在翟宗昭的朋友、武汉大学教授宋威参加的一个国际学术会议上,日本理化学研究所的 Fumiaki Obata 团队介绍了 Lsp2 相关研究。宋威将消息告诉了翟宗昭,“两个团队或许能合作取得更大突破”。

收到信息后,翟宗昭团队与 Obata 团队建立了联系。“大家既意外又兴奋,原来其他国家也有一群科学家盯上了



果蝇。王昊昊 / 摄

这个‘不起眼’的蛋白。”翟宗昭表示,“更让大家惊喜的是,Obata 团队正是围绕果蝇幼虫发育至成虫这一时期开展 Lsp2 脂肪因子研究的,而且结论与我们相似。”于是,他们决定一起向《自然》投稿。

最终《自然》决定,以背靠背形式于同一天发表两篇论文。两项成果均聚焦果蝇 Lsp2 蛋白,从不同角度揭示生理性蛋白质翻译调控机制在控制动物寿命中的关键作用。

陆炯明表示,中国和日本科研团队,一个聚焦营养感应对成虫翻译机器的推动,一个关注幼虫储存蛋白对成虫翻译机器的塑造。两个角度拼在一起,让 Lsp2—核糖体蛋白翻译这条通路与寿命的关系,得到更全面、扎实的证实,拼出更完整的衰老机制图。

“我们遇到了 3 位严谨、负责的审稿人。”翟宗昭说,“有两位审稿人是果蝇衰老研究领域的开创者。”

翟宗昭表示,该研究把机体水平的氨基酸营养感知、选择性翻译与动物寿命直接联系了起来,提出衰老也许并非只能靠“少吃”来延缓,为打破营养与寿命之间的冲突提供了新思路。团队将继续追踪 Lsp2 调控蛋白质翻译和寿命的详细机制,并尝试在哺乳动物中寻找功能类似的翻译调节因子,希望这些基础研究工作最终能为延缓人体衰老提供理论依据和潜在干预靶点。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-11029-x>

研究发现全球陆地热浪季节明显延长

本报讯(记者朱汉斌)中国科学院华南植物园副研究员徐文芳、研究员刘菊秀与合作者研究发现,自 1979 年以来,全球陆地热浪开始时间显著提前,结束时间显著推迟,热浪季节明显延长;进入 21 世纪以来,发生快速起始型首次热浪的陆地面积占当年热浪影响区面积的比例显著增加。相关成果 9 月 23 日发表于《自然—气候变化》。

近年来,极端高温已成为全球气候风险治理的重要议题。在全球持续变暖的背景下,热浪不仅变得更加频繁、强烈和持久,是否也来得更早、发展得更快?研究团队基于 1979—2023 年全球气候数据,系统分析了全球陆地热浪开始时间、结束时间、热浪季节长度及每年首次热浪起始速度的长期变化,并利用多个独立气候数据集对结果进行交叉验证。结果显示,全球陆地首次热浪发生时间平均每 10 年提前约 3.3 天,过去 45 年总体提前约 2 周;最后一次热浪结束时间平均每 10 年推迟约 5.4 天,45 年间总体推迟约 24 天;热浪季节平均每 10 年延长约 8.7 天,45 年间总体延长约 39 天。从空间范围看,全球 72.0%的陆地区域呈现热浪提前发生趋势,79.6%的区域呈现热浪推迟结束趋势,92.1%的区域呈现热浪季节延长趋势,其中干旱地区的变化总体更为明显。

科学家揭示大气黑碳的增暖潜势

本报讯(记者刁雯蕙)南方科技大学副教授沈惠中团队与合作者在大气黑碳组成及其气候效应研究领域取得进展。相关研究成果近日发表于《自然—地球科学》。

黑碳是燃料不完全燃烧产生的吸光性含碳颗粒,也是影响地球气候的重要短寿命气候强迫因子。黑碳主要由焦炭和烟灰两类典型组分形成,前者由有机物热解,或含碳材料在供氧受限条件下的不完全燃烧形成,后者主要由烃类在高温条件下经气相过程凝结形成,两者在形成机制和吸光能力上存在差异。现有全球气候评估通常将黑碳作为一个整体处理,较少考虑其内部组分的变化。工业化以来,能源消费和燃烧方式发生了很大转变,不同来源产生的焦炭和烟灰比例也不相同。这些变化是否改变了黑碳的平均吸光能力,又如何影响其气候效应评估,仍缺乏系统认识。

研究团队整合了约 2500 次碳组分测量数据,构建了涵盖 141 类排放源的组分比例数据库,并结合全球多源高分辨率温室气体及大气污染物排放清单中的黑碳排放数据,建立覆盖 224 个国家和地区、时间跨度为 1750 至 2019 年的焦炭和烟

灰排放清单,评估了黑碳组成变化及其气候影响。

研究显示,在有机碳干扰较小且测量条件可比的情况下,烟灰的单位质量吸光能力通常高于焦炭。燃煤电厂、柴油机动车和工业锅炉等燃烧效率较高的排放源,其黑碳排放中烟灰相对较多;居民燃烧和野火等燃烧效率较低的排放源则以焦炭为主。这表明黑碳的吸光效应不仅取决于排放量,也与其来源和组分构成有关。全球黑碳组成呈现明显的区域差异。2019 年,欧洲、北美和东亚的人为烟灰排放量与焦炭相近,而南亚、东南亚及部分非洲地区则以焦炭为主,忽略组分差异可能对不同地区黑碳吸光贡献的判断。

研究人员强调,评估黑碳气候影响需要同时关注排放量和组分变化,这为柴油交通、工业燃烧等烟灰丰富来源的针对性减排提供了科学依据。未来,他们将进一步研究焦炭和烟灰在真实大气中的包覆、老化、沉降及云相互作用过程,以完善气候模式,为减排降碳协同治理提供支撑。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41561-026-02085-z>

休刊启事

根据出版计划,本报 9 月 25 日休刊。敬请留意。

苏刚:从问题的“根”出发,才能做出原创突破

■本报记者 韩扬眉

苏刚永远忘不了 27 岁时那个周三的下午。

1993 年秋,美国纽约州立大学石溪分校数学楼六楼,初到美国从事博士后研究的苏刚正向导师、物理学家杨振宁汇报哈伯德模型研究。该模型被认为是理解高温超导机理的关键理论框架之一。彼时,这是凝聚态物理的热门研究方向。

听完汇报,杨振宁没有对具体研究做评价,而是对苏刚说,“做科学研究,不能从‘中间半拉子’做起,一定要从问题的‘根’上出发。只有这样,才有可能做出原创性工作”。

30 多年来,这句话成为苏刚学术人生的“总纲”。如今,苏刚担任中国科学院理论物理研究所研究员和中国科学院大学教授。他追本溯源,带领团队发展出一套精确、高效的张量网络量子多体物理计算方法并实现重要应用,站上了国际领先舞台。

“科学家追求的,是在几十年甚至上百年以后还站得住、最终能在历史上留下下来的研究成果。”苏刚说。

学术之根与家国之根

苏刚的“根”由两位导师共同植下。博士后导师杨振宁教他“从根上做学问”,研究生导师、中国科学院院士葛墨林教他“把根扎在祖国”。

1993 年,苏刚博士毕业后任教于中

国科学院研究生院(中国科学院大学前身)。同年,经葛墨林推荐,他赴纽约州立大学石溪分校,在杨振宁指导下从事博士后研究。临行前,葛墨林只叮嘱了两件事,一是按照杨振宁先生建议的方向做研究;二是学成后一定要回国。

在石溪,杨振宁送给苏刚一本签名论文选集,建议他关注非线性物理、激光冷却、玻色—爱因斯坦凝聚等方向。每周三下午,杨振宁与苏刚、美国布鲁克海文国家实验室科学家余理华进行讨论,直至暮色四合。讨论结束后,杨振宁还会开车送苏刚回住处,途中他们仍在谈物理。那种“心无旁骛、毕生不辍”的状态,让苏刚亲身体会到了大师治学的日常。

比具体建议影响更深远的,是杨振宁强调的“从根上出发”的方法论。彼时,苏刚试图通过贝特拟设求解低维量子多体系统的微分积分方程,追求严格解。但他很快撞上现实的墙:由约 10^{23} 个粒子组成的真实体系,可严格求解的模型极其稀少;采用不同近似方法,又可能得到彼此矛盾或者不具确定性的结论。不过,在他看来,一条道路越难,就越能看见“根”的分量。

葛墨林则把“家国之根”深植在苏刚心中。博士后研究接近尾声时,苏刚牢记嘱托,拜别杨振宁后启程归国。后来,他又赴德国、日本等地做研究。1997 年,31 岁的苏刚被中国科学院研

究生院聘为教授,当时他正在日本,有人私下议论,说“苏刚这次肯定不会回来了”。苏刚用行动打消了质疑,每一段工作结束,他都准时归国。

“在自己的国家,是心安理得的,可以做很多自己想做的事情。”对苏刚而言,学术之根与家国之根从不分离,它们共同决定了他的事业安放在哪里。

为复杂量子世界“织网”

回国后的苏刚,很快直面量子多体问题这块“硬骨头”。

量子多体系统由大量相互作用的微观粒子组成,单个粒子不具备的性质会在粒子集合中“涌现”,非常规超导、量子磁性、超流,皆属此类。由于粒子数量庞大、关联复杂,即使借助超级计算机,传统方法也常力不从心。

旧工具不够用,怎么办?苏刚的回答依旧是“从根上做起”——创造新工具。

2005 年前后,他带领团队探索量子多体关联系统理论计算新方法,提出有限温度张量网络进阶方法,包括线性张量重正化群、超正交化张量网络优化消减等技术,系统性成果形成专著并于 2020 年出版。

他们像物理世界的编织者,把海量量子行为编织到一张精心设计的“网上”,再给系统“加温”,捕捉量子材料在真实实验条件下的丰富状态。

(下转第 3 版)



图片来源:视觉中国

美国牵头的巨型望远镜项目拒绝西班牙备用选址



本报讯 据《科学》报道,近日西班牙加那利天体物理研究所发表声明称,30 米望远镜(TMT)项目拒绝了西班牙支付 10 亿欧元让 TMT 建在拉帕尔马岛上的报价。

TMT 是美国领导的两大新一代大型地面望远镜项目之一。最初,该项目计划落地美国夏威夷莫纳克亚山,但遭

到视该山为圣地的夏威夷原住民反对,项目因此停滞。

鉴于此,规划者不得不重新选址,于是考察了加那利群岛、智利等合适的地点,结果西班牙拉帕尔马岛凭借完善的基础设施和便捷的交通条件脱颖而出。

西班牙政府对此很支持。2025 年,西班牙提出,如果该项目建在拉帕尔马岛,将出资 4 亿欧元加入项目。几个月前,西班牙又加码,将报价提升至 10 亿欧元。但是,TMT 项目成员——美国加州大学、加州理工学院,以及加拿大、印度

和日本的机构“无法就该财务报价达成共识”。最终,这一备用选址还是被 TMT 项目拒绝了。如今,项目可选地址已所剩无几。

除了选址,资金也是一大问题。目前,美国牵头的 TMT 和巨型麦哲伦望远镜(GMT)项目都举步维艰。尽管吸引了不少国际合作伙伴,但资金仍不充足。它们联合申请了美国联邦资助,但美国国家科学基金会决定只推进 GMT。GMT 目前正朝着最终设计评审迈进,而 TMT 前路则充满不确定性。

(徐锐)