

中国首次开展涡虫空间再生实验——随“神舟”上天，涡虫有什么神奇

潮声 | 执笔 沈烨婷

人们常说蟑螂是“打不死的小强”，但很多人并不知道，自然界有一种被称为“不死之身”的生物——涡虫，它拥有一个在科幻大片中才有的再生超能力：哪怕被大卸八块，砍掉尾巴、内脏甚至头部，也能再生成为完整的个体。

这不是魔术，不是特效，而是生物再生的现实剧本。

这么厉害，怎能不上天呢？

前不久，神舟二十号载人飞船顺利升空，山东理工大学提供的涡虫作为科研对象，也被一起带上天。这是我国首次开展涡虫空间再生实验。此项研究将进一步认识再生基本机制，研究结果有助于解决人类空间损伤等健康问题。

长度不足1厘米、大小就像苹果籽的涡虫，再生超能力来自哪？在西湖大学生命科学学院，干细胞再殖和组织再生研究实验室负责人雷凯带着团队也正在努力破译它再生的秘密。前不久，他们在Nature Communications(《自然-通讯》)杂志上发表了一项研究成果——研究发现线粒体形态动态变化调控涡虫个体再生。

小小的涡虫身上，还有哪些神奇的地方吸引科学家的关注？通过研究涡虫，未来我们是否有可能将这种再生能力运用到人体中？近日，记者走进西湖大学，和涡虫来了一次“亲密接触”。

切成 1/279 也能活

“带你去瞧瞧我们养的‘小宠物’。”初见雷凯，他热情地带着记者去看看涡虫。在一间十几平方米的实验室里，透明的培养皿里传来哗哗的水流声，密密麻麻蠕动着许多“小黑点”。

雷凯感叹，涡虫的再生能力实在太强，2018年实验室刚建起来时，仅有几百条，如今粗算算已有几万条。

涡虫是扁形动物门涡虫纲动物的统称，家族成员有几百种，在地球上已存活了5亿多年。雷凯团队养的地中海圆头涡虫，喜欢生活在流动的池塘或泉水中，完全依赖湿润的体壁进行呼吸。

据报道，4月25日，随神舟二十号飞船上行的生物和生命类科学实验样品，在航天员协助下顺利转运至空间站，正常开展科学实验，目前已获取一批实验数据和图像视频。涡虫等实验对象状态良好。

这当然不是中国空间站第一次“养动物”——斑马鱼在那里游过泳，果蝇绕着培养箱飞过圈，如今“断头不死”的涡虫也来“打卡”。在微重力与辐射交织的特殊环境下，地球生命体会呈现出怎样的奇妙变化？这正是空间生命科学研究的焦点。

“我们日常实验时，也会用γ射线或X射线等辐射去干扰涡虫体内的成体干细胞，看是否会干扰它的细胞增殖能力。”雷凯说，太空本身就是个特殊的辐射环境，涡虫空间再生实验的开展，或许能为涡虫领域的科研工作者带来新的启发。

奇妙的涡虫，其实早已吸引了一代又一代科学家对它的持续观察和探索。早在古希腊时期，亚里士多德就观察到了涡虫的这种再生能力。20世纪初，为了验证涡虫的生命力到底是由于健康的饮食观改变了现代人的消费方式，大家变得越来越爱吃瘦肉，所以瘦肉型的猪更容易获得养殖户的青睞。

这让我国以脂肪型为主的本土猪种“受了伤”。浙江省农科院质量营养所畜产品质量安全研究室主任肖英平



雷凯实验室成员正在为培养皿中的涡虫换水。

本报记者 沈烨婷 摄



长着双斗鸡眼的地中海圆头涡虫。



地中海圆头涡虫。

雷凯供图

雷凯做的第一个关于涡虫的实验，是读大学的时候。“我们去学校后山采集涡虫做实验，把它切成三段，一周后得到了三只涡虫。”这种有趣的生物，令雷凯印象深刻。2011年，在美国斯托尔兹医学研究所做博士后时，雷凯决定钻研干细胞再殖和组织再生领域，他和涡虫的漫长故事自此开启了。

“逆天改命”的秘密

显微镜下，涡虫还有点萌——长着双滴溜溜的斗鸡眼，身体的中下部位还有个“长鼻子”。

“这是进食的器官，每天就靠它把食物吸进去。”雷凯说，涡虫在实验室里其实很好养，吃的是牛肝酱，一小块牛肝就是实验室里所有涡虫的口粮，此外只需要合适的水质和温度。

而在另一个小培养皿里，已经被切成几段的涡虫身体，还在微微蠕动。“它们正在进行再生。涡虫体内丰富的成体多能干细胞，就是修复损伤器官和组织的关键。”雷凯给记者解释，涡虫是少数几种在胚胎发生后，仍能维持体内多能干细胞的生物之一。

这个多能干细胞群被誉为“万能细胞”，可以迅速响应并迁移至受损部位，不断分化成各种细胞类型，用于生长、再生和替换凋亡细胞。

雷凯团队做过一个实验，用低剂量γ射线照射杀死了涡虫体内大量的干细胞，但他们后来观察到，最少只需1个仍存活的成体多功能干细胞，涡虫就可以完成包括干细胞群在内的所有细胞类型的体内再生！这在果蝇、线虫、小鼠等动物以及放、化疗病人身上是很难实现的。

举例，本土猪种如金华猪、兰溪花猪等，养至12个月时，瘦肉率为40%至45%。相比之下，国外引进品种的瘦肉率高达65%至70%。“从经济效益的角度来看，喂食1000克的饲料，国外引进品种可以长400克瘦肉，本土猪种仅有250克至300克。这影响了养殖户们的选择。”他说。

能不能有一种科学方法，让本土猪种减肥又增肌？

减肥，并不意味着减去所有脂肪

然而，涡虫如何感知自己丢失了哪部分的组织并“逆天改命”？成体多能干细胞是如何受到调控并分化成不同细胞类型的？这是科研界众多未解之谜的一小部分，也是雷凯团队的课题。

他们已经向前迈进了一小步。“在再生过程中，细胞代谢活动和能量需求会有显著变化。线粒体作为细胞内的一种细胞器，就像是能量工厂和信号中枢，在发育、伤口愈合及干细胞命运决定中发挥着重要作用。”2019年，入职西湖大学后不久，雷凯与北京大学等团队合作，联手利用先进的线粒体成像技术和新型线粒体荧光探针，探索线粒体的活动如何参与涡虫再生的过程。

怎么做？“我们通过基因表达调控技术手段，敲降了涡虫的一种基因，破坏线粒体融合。”雷凯说，但是研究发现这并不会导致涡虫死亡，只是导致涡虫的再生能力显著受损，不能再生神经和肠道等复杂组织结构。而且，恢复线粒体的形态动态平衡后，再生缺陷得到有效挽救。

其后，通过对线粒体动态平衡调控的下游再生信号等进一步探索，研发团队发现，在涡虫再生过程中，线粒体动力学平衡是维持涡虫正常再生功能的关键。这一平衡不仅影响干细胞的多能性，还决定了细胞命运的选择和再生效率。

这一发现，被雷凯形容为“在庞大的迷宫里发现了一扇透着光的门，前路怎么走、能不能走通还要继续探索”，但该研究为利用涡虫体系研究损伤后再生，尤其是个体再生及干细胞命运决定中的线粒体和代谢调控机制

奠定了基础。

这种新发现，只是漫长科研过程的“偶然事件”。雷凯在与这种“小宠物”的相处中，发现了乐趣。如果雷凯在显微镜下观察到涡虫的脸部凹陷，或者双眼失神了，他就知道涡虫是在“说”自己生病了，这是他与它朝夕相处中的独特对话。

今天是涡虫，明天是谁？

看到这里，是不是很多人和记者一样想问：有一天，人类是否可以像涡虫一样再生器官？人类的心脏、大脑或者其他器官，可不可以培养皿里面造出一个新的？

“推动人类医学进步，是我们科研的终极目的。如何让受损和衰老组织再生出有功能的新组织，是人类临床医学面临的重大难题。其中一个主要障碍是我们缺乏对调节再生机制的彻底理解。”雷凯说，团队的初心是确定细胞再生的总体原理和分子因素，这或许对人类细胞克服老化、延缓衰老等具有重要意义。

涡虫大约70%的基因能在人类基因组中找到同源序列。但与拥有“不死之身”的涡虫相比，人类只有肝脏等少数器官具有非常有限的修复能力，且这种能力可能还会随着年龄的增长而削弱。雷凯补充道，“以人的肝脏来说，把部分的坏死组织切除后，剩余的肝脏细胞组织可以通过细胞分裂，修复受损的组织，这是人类极为特别的自愈能力。”

科研工作者希望借助研究涡虫，了解其再生的奥秘，为人类再生医学提供新的思路。“比如，在体外培养出类似骨骼、脏腑等‘类器官’，作为医疗

菌”的微生物与脂肪代谢密切相关。皮下脂肪高的猪体内丁酸梭菌的含量就较少。

进一步，他们将分离出的丁酸梭菌与其他营养素组合添加到饲料中，反复进行养殖验证试验。在小鼠试验中，研究人员通过高脂饮食诱导小鼠形成类似人类肥胖症的表型，验证丁酸梭菌分离株对高脂饮食诱导的肥胖小鼠脂肪沉积和肠道微生物的作用。同时，他们以金华

或者实验的重要材料。”雷凯说，我们希望诱导成既有神经元，又有骨骼肌单元的一个神经肌肉“类器官”，或许对治疗肌无力的渐冻症患者有极大帮助。

雷凯团队还在同步研究无脊椎动物和脊椎动物等不同动物物种支持再生的分子机制，涡虫的研究也为小鼠再生的同步研究提供了信息，可以比较无脊椎动物和脊椎动物再生机制的异同。

除了再生超能力，涡虫还给科研工作者带来更多的惊喜。在饥饿状态下，涡虫会通过缩小体积来维持自身稳态；而当它“吃撑”了，还会自行分裂成多个个体。

目前，涡虫再生还是一个冷门的基础研究，尤其是产出的成果短时间内无法和转化挂上钩，从实验室到临床应用有非常长的一段路要走。对此，雷凯说自己甘愿做“冷板凳”，毕竟人们现在所拥有的一切医学技术，都是长期探索的结果。九尺高台都要起于垒土，何况是攀科学高峰。

西湖大学和浙江，给雷凯他们吃了颗“定心丸”，无论从政策、项目审批以及资金支持上，都在努力为愿意长期致力于攻关医学难题的科研团队营造更为宽松的环境。

去年八月，浙江省科学技术厅发布《关于进一步加强和改进科研作风学风建设工作的通知》，其中提出，鼓励全省科技工作者不盲目追逐热点，不随意变换研究方向，专注于自己的科研事业，甘坐“冷板凳”、勇闯“无人区”。

等一朵花开，需要很多的耐心和微笑，但收获是水到渠成的。近年来，浙江在生命科学领域不断有创新突破，有在血液病治疗中“追赶”全球前沿的CAR-T疗法，也有给残障人士带来曙光的视觉脑机接口研究，还有敲开逆转细胞衰老“时光之门”的医学新进展……

14年，对很多人来说是一个漫长的时间，但对雷凯来说，这才仅是他投身研究涡虫等组织再生领域的前奏。涡虫断裂后再生，还保留从前的记忆吗？重新长出来的头，还是原来的那个头吗？它又如何实现原比例重构身体？还有非常多的未解之谜，等着他们去破译。

或许某一天，人类能借鉴自然界的再生智慧，实现器官再造与抗衰老的终极目标。

这一切，可能就从这些不足1厘米的小虫开始。

英国科学家阿南德——研究中国带回的月球样品是“至高荣誉”

近日，人类时隔近半世纪获得的首批月壤样品中的一份，由英国开放大学行星科学家马赫什·阿南德教授从中国北京带回英国。

作为获准借用中国嫦娥五号带回月壤样品的英国科学家，阿南德日前接受新华社记者专访时说，能使用这一宝贵样品开展科学研究是一种“至高荣誉”，他期待国际科学界继续加强科研工作。

“过去20年来，我一直致力于研究美国阿波罗任务带回的月球样品等地外样品。如今，能有机会对这些(中国嫦娥五号从月球带回的)样品展开科学研究，我感到非常荣幸，我觉得自己是这个星球上的幸运儿。”阿南德说，“这些样品将为推动新的科学发现提供无限可能。”

2020年，中国嫦娥五号探测器从月球表面采集约1731克样品，并由返回器带回地球。2023年11月，中国国家航天局向国际开放嫦娥五号任务月球科研样品借用申请。今年4月24日，在第十个“中国航天日”启动仪式上，中国国家航天局发布嫦娥五号任务月球样品国际借用申请结果，同意6个国家的7家机构的申请，包括法国巴黎地球物理研究所、德国科隆大学、巴基斯坦空间和大气层研究委员会、英国开放大学等。

“这次我们精心挑选了来自月球表面三个不同位置的样品，每个样品重20毫克。”阿南德说，这三个样品虽然看上去很小，“但我们的科学仪器可以将其放大100万倍甚至10亿倍，变成巨大的颗粒”。

阿南德的团队计划借助这些样品进行一系列实验，主要尝试解答有关月球起源和形成，以及揭示太阳系中氢、碳、氮等元素的历史。

中国驻英国大使郑泽光日前在社交媒体平台祝贺阿南德获准借用嫦娥五号带回的月壤样品，强调科学只有通过国际交流与合作才能取得进步，并期待中英之间有更多合作。

对此，阿南德表示“要感谢中国提供的所有支持”，希望这是中英科学家之间太空科研合作的新开端，期待这种扩大合作的势头能扩展到全球科学界。

阿南德强调，当前的世界存在许多冲突和分歧，科学合作显得尤为重要。“我认为科学，尤其是行星科学，有助于将人们团结起来，跨越分歧和挑战。”

“有些(科学)问题极其艰难和复杂。如果不合作，我们可能永远无法进一步揭示自然界的真相。科学合作可以更有效地将各方聚集在一起并为实现建设性目标而努力。我认为科学有这样的力量。”他说。

(据新华社)

新型合成小分子精准杀伤癌细胞

法国国家科学研究中心日前在官网介绍，该中心参与的一项研究成功设计并合成了一种新型小分子“磷脂降解剂”，能够诱导那些导致肿瘤复发并对标准治疗耐药的癌细胞死亡。该研究结果有望成为当前癌症化疗之外的有效补充疗法。

据悉，当前的抗癌治疗主要针对快速增殖的原发肿瘤细胞，但对于那些具有转移潜能、能够适应现有治疗的癌细胞，却难以有效清除，而癌症患者中有70%的死亡正是由病灶转移引起。

来自法国居里研究所、国家科学研究中心等机构的研究人员，聚焦一种具有高度转移潜能的“持久性癌细胞”。这类细胞表面高表达一种名为CD44的蛋白质，可增强对铁的摄取能力，使其侵袭性更强，并更易适应常规治疗。这也使其对铁催化的细胞死亡(即铁死亡)更加敏感。铁死亡会引发细胞膜脂质的氧化与降解，导致细胞最终死亡。

在此基础上，研究团队成功设计并合成了一类可激活铁死亡的小分子，即“磷脂降解剂”。该分子一端可靶向细胞膜并进入细胞的消化器官溶酶体，另一端能增强癌细胞溶酶体中富集铁的反应性，从而触发铁死亡。

研究人员将这类分子中的一种设计为具备荧光特性，可通过荧光显微镜追踪其在细胞中的定位，并确认其确实聚集在溶酶体中。在给实验动物注射这种分子后，研究人员在转移性乳腺癌的临床前模型中观察到肿瘤生长明显减缓；此外，在患者的胰腺癌及肉瘤活检样本中，也发现了显著的细胞毒性反应。这些结果确认了该治疗方案在临床前阶段对常规化疗疗效有限的癌种具有显著效果。

相关研究论文已于日前发表在英国《自然》杂志上。接下来，研究人员还需要进行临床研究来验证这一治疗方案能否成为当前常规化疗之外的补充疗法，特别靶向那些具有转移潜能且对标准治疗耐药的癌细胞。

(据新华社)

科技速递

小小“益生菌”，减肥又增肌

本报记者 何冬健

一提到猪，大家就会想到胖乎乎的动物形象。

事实上，现在猪的平均体脂率并不高。猪之所以越来越“苗条”，主要是由于健康的饮食观改变了现代人的消费方式，大家变得越来越爱吃瘦肉，所以瘦肉型的猪更容易获得养殖户的青睞。

这让我国以脂肪型为主的本土猪种“受了伤”。浙江省农科院质量营养所畜产品质量安全研究室主任肖英平

举例，本土猪种如金华猪、兰溪花猪等，养至12个月时，瘦肉率为40%至45%。相比之下，国外引进品种的瘦肉率高达65%至70%。“从经济效益的角度来看，喂食1000克的饲料，国外引进品种可以长400克瘦肉，本土猪种仅有250克至300克。这影响了养殖户们的选择。”他说。

能不能有一种科学方法，让本土猪种减肥又增肌？

减肥，并不意味着减去所有脂肪

的含量。“猪的肌间脂肪含量影响猪肉的风味，所以我们要精准减少它的皮下脂肪和内脏脂肪。”肖英平说，这正是研究的难点所在。

2014年起，肖英平团队便致力于肠道微生物群落的研究。每天清晨五六点，这群“养猪人”便相聚于猪舍，在数十头金华猪的包围中取样粪便，用超声设备测定猪背的脂肪和肌肉厚度。4年时间里，通过对数千份样本的分析，他们发现了一类名为“丁酸梭

菌”的微生物与脂肪代谢密切相关。皮下脂肪高的猪体内丁酸梭菌的含量就较少。

进一步，他们将分离出的丁酸梭菌与其他营养素组合添加到饲料中，反复进行养殖验证试验。在小鼠试验中，研究人员通过高脂饮食诱导小鼠形成类似人类肥胖症的表型，验证丁酸梭菌分离株对高脂饮食诱导的肥胖小鼠脂肪沉积和肠道微生物的作用。同时，他们以金华

猪为研究对象，通过丁酸梭菌饲喂试验，验证丁酸梭菌对猪体脂沉积的调控作用。

结果显示，该菌株就像一种“益生菌”，能减少皮下脂肪和内脏脂肪含量，而不影响肌肉脂肪。同时，它还能改善肠道健康，抑制病原菌生长。

团队据此创建了猪“肥膘”调控技术体系。在金华猪等地品种中应用后，猪的皮下脂肪降低了8%至12%，瘦肉率提高了4%至5%。