中国科学报

CHINA SCIENCE DAILY

总第 9066 期　2026 年 8 月 27 日　星期四　今日 4 版

中国科学院主管　中国科学报社出版

国内统一连续出版物号 CN 11－0084　代号 1－82

主办：中国科学院　中国工程院　国家自然科学基金委员会　中国科学技术协会

听《中国科学报》　《中国科学报》官微　科学网 App　科学网官微

新浪微博 http://weibo.com/kexuebao　科学网 www.sciencenet.cn

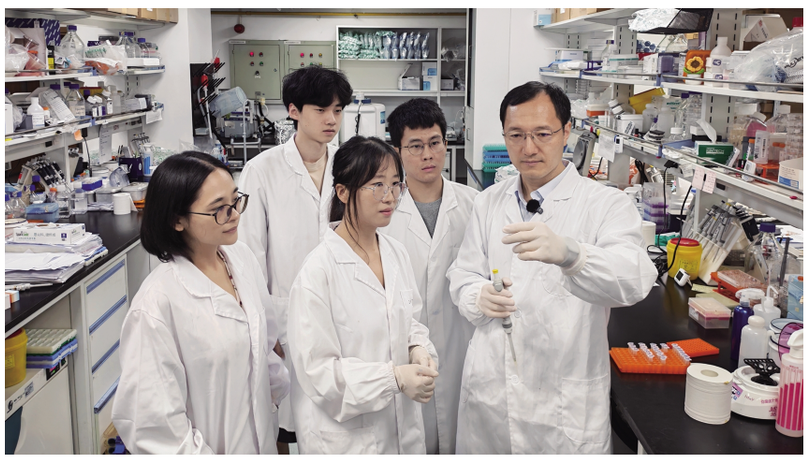
追寻“应急通道”来时路，为心梗探索新疗法

■本报记者 江庆龄

突如其来的胸痛、与时间赛跑的抢救……近两年频繁登上新闻“热搜”的心梗，是一种冠状动脉阻塞导致心肌缺血坏死的急性危重疾病。然而，同样是冠状动脉发生堵塞，不同患者的心肌损伤程度其实并不相同。其中一个重要变量，是心脏中是否存在足够发达的侧支循环。一些人的心脏有一套“备用方案”——侧支动脉，像天然搭建的应急通道，能够绕开堵塞区域，为缺血区域提供替代性血流。

这些“应急通道”从何而来？中国科学院分子细胞科学卓越创新中心（以下简称分子细胞卓越中心）研究员周斌团队联合香港中文大学教授吕爱兰团队，通过多种新型遗传谱系示踪技术，在模型小鼠中证明，新生侧支动脉的“建造者”主要为毛细血管，并探明了毛细血管向侧支动脉转变的机制，为促进心脏血运重建和缺血性心脏病的治疗提供了重要理论依据和潜在干预靶点。相关研究近日发表于《科学》。

审稿人评价这项工作“用多套新颖的遗传谱系示踪技术精准揭示了侧支动脉的形成机制”。



周斌（右一）与团队成员。　分子细胞卓越中心供图

架起“追踪网”

如果把整个心脏血管网络比作交通系统，冠状动脉就是高速公路，毛细血管则是羊肠小道。它们分工协作，将氧气和营养输送给心肌细胞，维持心脏的每一次跳动。

冠状侧支动脉被认为是心脏天然的“旁路系统”，能够绕过被阻塞的血管为缺血区域提供替代性血流。“侧支动脉并非人人都有。有些患者心梗后预后比较好，就是因为有侧支动脉。”周斌介绍，“在冠状动脉正常供血时，侧支血管中的血流通常较少。一旦主干血管堵塞，血流和压力的骤然变化使得这些备用通道开始承担明显的供血功能。”

此外，心脏损伤后能够产生新生侧支动脉。但对于新生侧支动脉的“来时路”，学界没有定论。长期关注心血管发育、损伤修复与再生的周斌团队，瞄准了这个问题。

2019 年，周斌将课题交给了读博不到一年的张铭珺。考虑到课题的难度，周斌同时给她安排了其他课题，确保不影响毕业。

之后 7 年，张铭珺从博士生成长为博士后，手中的课题一直没有放下。

首先是寻找合适的动物模型。新生小鼠左右冠状动脉分支之间没有侧支动脉，是观察侧支动脉从无到有的理想模型。周斌团队对新生小鼠实施左冠状动脉结扎术。术后 3 至 4 天，便能清晰观察到左右冠状动脉分支之间形成了侧支动脉。

找到模型只是第一步，更难的是找到能够看清侧支动脉形成过程的工具。

周斌团队进行了一轮“初筛”。连接蛋白 40（Cx40）是传统意义上的动脉标志物，如果新生侧支动脉中的细胞带有这一“身份证”，便可以认为它们来自既有动脉。但周斌团队研究发现，心脏的毛细血管网络中也藏着一小群表达 Cx40 的内皮细胞，它们能够在损伤后参与构建新生侧支动脉。

这一发现无疑给了团队更多信心。他们进一步开发并应用了多套新的遗传谱系示踪工具。一方面，团队利用邻近细胞遗传学技术设计了一种“细胞接触历史记录仪”，能够永久记录动脉内皮细胞；另一方面，团队基于双重组酶建立了一套高精度追踪系统，专门捕捉毛细血管转变而来的动脉。

摸清“来时路”

“在摸索邻近细胞遗传学技术的过程中，我们经历了非常多的失败。”张铭珺回忆，为了把这套原本用于体外的技术搬进体内，她反复调整尝试各种元件，直到 2022 年才建立起比较成型的系统。

工具小鼠的构建与繁育进一步拉长了实验周期。周斌介绍，一套复杂的遗传谱系示踪系统，可能需要将 4 种甚至更多工具小鼠品系组合到同一个动物模型中。每个品系都要经过构建、繁育和验证，任何一个环节失效，都可能使整套系统无法运行。

经过反复试错、头脑风暴，团队最终发现，约 80%的新生侧支动脉由毛细血管形成，其余则由原有动脉重新装配而成。毛细血管向动脉转变这一现象在成年小鼠心梗模型中得到了验证。

具体而言，“羊肠小道”在“高速公路”中断时会迅速启动“升级改造工程”，不断拓宽、加固，获得动脉的结构和功能，最终成为连接两条主干道的新“公路”，为受损心肌送去血液和养分。当研究人员特异性清除毛细血管来源的新生侧支动脉后，小鼠心肌纤维化加重、心肌损伤面积扩大。

那么，“改造工程”是如何完成的？

周斌团队与吕爱兰团队合作，将目光投向了血管内皮生长因子（VEGF）。已有研究表明，VEGF 对于冠状动脉血管生成和动脉化至关重要，其中 VEGF－A 是最重要的亚型。

研究显示，VEGF－A 就像施工总指挥。在动物实验中，利用修饰 mRNA（modRNA）技术短暂提高受损心脏的 VEGF－A 水平后，毛细血管转变为动脉的效率显著提升，小鼠心肌缺血面积减少，心功能得到改善。而 VEGF 信号过度激活则会产生大量不成熟的动脉血管，如同违规乱建的豆腐渣工程，大量铺设道路，却无法真正通车。

在此过程中，VEGF－A 并非“单打独斗”。它通过激活关键下游转录因子 YY1，打开决定动脉命运的 Notch 信号通路，引导毛细血管完成向动脉的“身份转换”。

走向“病床边”

“解析新生侧支动脉形成机制，对于探索心脏的修复与再生方法具有重要意义。”周斌表示，只有知道新通道是如何建起来的，找到真正的“施工队”，才能进一步寻找针对缺血性心脏病的新疗法。

目前，临床上主要采用经皮冠状动脉介入治疗和冠状动脉旁路移植术等手段恢复血流灌注。这两种疗法挽救了大量患者，但具有侵入性，且常伴随支架内再狭窄、血栓及桥血管再狭窄等并发症，并不适合所有患者。

周斌等人的研究刷新了人们对心脏自我修复能力的认识。未来有望通过精准调控 VEGFA－YY1 信号通路，激发心脏自身“生命之桥”的搭建，为缺血性心脏病提供更加温和、有效的新疗法。

“不同于小鼠，人类侧支动脉形成的情况非常复杂，具体机制有待进一步探索。”周斌表示，“侧支动脉并非马上就能形成，往往需要以天计。一种治疗思路是为高危病人预先注射 modRNA，提前生成一些侧支动脉作为储备。”

需要强调的是，这是尚待验证的治疗设想。周斌团队正与临床医生开展合作，探索人类心脏侧支动脉形成的机制，以及可能的缺血性心脏病新疗法。

此外，周斌表示，目前掌握邻近细胞遗传学技术的实验室还非常少，即便在他们的实验室，成功率也不高。“我们在努力优化这套技术，只有把它做得更好，才能被大家认可。”

“用极致的技术解决重要科学问题，是基础研究不断拓展认知边界的有效途径。”分子细胞卓越中心党委书记、副主任沈毅指出，“现阶段，根技术先行，尤其是核心底层技术的突破，对于提升发现和解决重大科学问题的能力具有重要意义。”

相关论文信息：

https://doi.org/10.1126/science.ady3027

2026 年全国科普月将于 9 月启动

本报讯（记者高雅丽）8 月 26 日，记者从中国科协举行的新闻发布会上获悉，9 月 1 日起，以“科技改变生活 创新赢得未来”为主题的全国科普月活动将在全国范围内开展，活动将持续一个月。

中国科协科普部副部长任海宏介绍，今年中国科协将联合 34 家全民科学素质纲要实施工作办公室成员单位，集中组织开展“系列主场活动”“纲要办成员单位特色活动”“科普报告话前沿”“科普阵地探未来”“千万 IP 创科普”“科学文化进基层”六大板块活动，同步开展全国学会联合行动、高校科协联合行动、园区（企业）科协联合行动、现代科技馆体系联合行动、全国农技协联合行动、反邪教警示教育联合行动、云上科普月联合行动、科学阅读联合行动八大联合行动，重点打造“全国科普月学会主场活动”“共探高校星火馆”“百场科学大师剧绽放校园”“科学一千零一夜”“科普之光·全国科普月大型网络展播活动”“典赞·科普中国”等特色活动，打造全领域行动、全地域覆盖、全媒体传播、全民参与共享的科普月盛宴。

其中，全国科普月主场活动在国家科技传播中心、中国科技馆和奥运园区举行，按照“寻初心——把科学交给人民”“悦科普——让公众体验科技”“探创新——让公众走近前沿”“向未来——让公众创享未来”4 个板块，串联百余项丰富多彩的展览和活动，引导公众踏上从认识、体验、探究到创造的科技探索之旅。

今年全国科普月活动突出基础研究科普。主场活动“探创新”板块设立基础研究科普展示区，从 2.1 万件科普作品中遴选基础研究方面的科普文章、手册、图书、课程、展览展品、科普智能体等优质作品予以重点展示；聚焦大科学装置和高校、科研院所最新研究成果，设计“科研强基科普惠民”创新成果展；围绕脑科学和人工智能最新研究成果，策划“沟壑的交响——脑科学主题展览”。同时，24 家全国学会将开展基础研究专项科普行动，举办科普报告、展览、研学等活动 150 余项；开展探秘科学实验室系列活动，动员主场区域周边的中国科学院国家天文台、中国科学院微生物研究所等多个科研院所参与全国科普月，推动全国各地科技企业、园区、高校、科研院所等各类创新主体，向公众开放展示场馆、实验室、科研设施、生产线等。

任海宏表示，全国科普月主场活动策划中强化互动性、趣味性、时尚感、科技感，举办“全国科普月欢乐科学游园活动”，推出“科学＋文化＋体验＋消费”的融合科普模式，发布“节目单”，策划主题科普路线，打造“全月有活动、每周有主题、天天不重样”的群众科学嘉年华。

目前，共有 24 家纲要办成员单位组织将开展重点示范活动，其中自然资源部、农业农村部、水利部、中国科学院等将打造部委主场活动，100 余家全国学会将开展群众性科普活动。

我国首次在轨验证地月双向高速激光通信能力

本报讯（记者甘晓 通讯员刘如楠）近日，中国科学院 A 类战略性先导科技专项“地月空间 DRO（远距离逆行轨道）探索研究”组织实施的地月激光通信试验任务取得重大突破。中国科学院空间应用工程与技术中心牵头，联合之江实验室成功研制 DRO－A 卫星激光通信试验载荷，联合中国科学院云南天文台和上海微系统与信息技术研究所研制建设了地面激光通信系统。

经过近一年多的在轨测试试验，科研团队成功构建了超过 40 万公里的地月距离双向激光链路并首次验证了地月高速激光通信能力，标志着我国空间激光通信正式从近地轨道迈入地月空间。

空间激光通信是一种利用激光传输信息的通信方式。与传统微波通信相比，它速度快、带宽大，方向准、保密性好，设备小、重量轻，双向高速、收发自如。“瞄准精度要求苛刻、信号衰减到极致、传输速率难以提升，这是深空激光通信领域长期面临的三座大山。科研团队经过 5 年的技术攻关，成功破解了这三大难题。”空间应用中心研究员、激光通信试验科研团队负责人杨雷向《中国科学报》介绍。

首先，针对“瞄准难”难题，科研团队提出了适用于超远距离、极微弱信号条件的双向捕获跟踪方案，通过对卫星轨道、望远镜安装及形变误差、大气折射、激光飞行时间等多种因素的计算和系统校准，使空间端与地面端能够在运动中持续保持高精度对准，确保激光在目标尚未显现时便能精准照向预定区域。

其次，针对“信号弱”难题，科研团队基于单光子探测和通信处理领域的长期理论研究和工程技术基础，突破了高速超导单光子探测技术和一系列复杂的高灵敏度通信信号处理算法，能够从海量背景噪声中甄别出有效信号。

最后，针对“通信慢”难题，科研团队突破了皮秒级时间识别的大带宽高效通信处理技术，采用高阶脉冲位置调制和高可靠信号处理方案，在极低信噪比条件下实现高码率数据传输。同时，通过强纠错编码策略对抗噪声，确保海量探测数据能够以高速度、低误码率传回地面。本次试验已初步实现上行 1.25Mbps、下行 100Mbps 的通信速率，为后续持续提升通信速率奠定了基础。

随着全球月球探测、载人登月和月球科研站建设加速推进，地月空间即将迎来一场“数据大爆炸”。利用传统微波通信方式传输，带宽窄、速度慢，下传一幅 8K 月面高清图像需 4~5 分钟，而采用百 Mbps 级激光通信后，可将传输时间缩短至约 12 秒。

“相关技术形成的地月空间轻量化、小尺寸、低功耗、高速率的信息传输能力，将为我国载人登月、月球科研站建设和深空探测提供高速信息传输新手段，支撑我国空间科学与应用取得更多更好的原创性科学成果。”杨雷说。

HICOOL2026 全球创业者峰会在京启幕

8 月 26 日，HICOOL2026 全球创业者峰会在北京中国国际展览中心开幕。这是 HICOOL 的第七届峰会。本届峰会以“从创新源头到产业潮头”为主题，会期首次延长至 4 天，预计汇聚超 5 万人次创新创业参与者。

作为峰会重要组成部分，HICOOL2026 全球创业大赛今年共收到来自全球 141 个国家和地区的 10209 个创业项目、13472 名创业者报名，项目数量和参赛人数再创新高。峰会期间还将围绕“创新源头、技术拐点、AI 落地、出海破局”设置四大主题论坛，并在 2.3 万平方米展览空间设置五大展区，汇聚 600 余家展商、300 余个创业项目和 300 余家投资机构，集中展示人工智能、医药健康、先进制造、绿色能源、低空安全、脑机接口、合成生物等领域创新成果。

图为展区内正在敲编钟的机器人。

图片来源：视觉中国

科学家发现可稳定 A 类 GPCR 二聚体的“分子胶水”

本报讯（记者刁雯蕙）南方科技大学医学院副教授徐俊与合作者首次揭示了偏向性变构调节剂 AP－7－168 可作为分子胶水稳定 β_2 肾上腺素受体（β_2AR）同源二聚体，阐明了 A 类 G 蛋白偶联受体（GPCR）通过二聚化实现信号偏向调控的全新分子机制。该发现为哮喘、慢性阻塞性肺疾病等气道疾病及 GPCR 靶向新药研发奠定了基础。相关成果近日发表于《自然》。

肾上腺素受体是人体交感神经系统的核心功能蛋白，其中，β_2AR 主要富集于气道平滑肌组织，是治疗哮喘、慢性阻塞性肺疾病等呼吸道疾病的核心靶点。然而，长期使用传统的 β_2AR 激动剂会通过 β－arrestin 蛋白介导发生脱敏及内吞，导致药效持续衰减。

该研究发现的偏向性变构调节剂 AP－7－168，能像分子胶水一样将两个 β_2AR 单体黏合在一起，稳定其二聚体构象。该构象会产生显著空间位阻，完全阻碍 β－arrestin 与 GRK 激酶结合，从而抑制受体脱敏。同时，二聚体结构并未阻断刺激性 G 蛋白的结合与激活，仍可正常启动与气道舒张相关的 cAMP 信号通路，实现了“保留治疗功效、关闭脱敏通路”的信号偏向调控。

研究证实，完整的细胞膜脂质环境是 AP－7－168 分子诱导 β_2AR 二聚化的前提。只有在细胞膜上预处理化合物，才能实现受体近乎完全的二聚化；在去污剂体系中直接混合配体与单体受体，二聚效率会大幅降低。AP－7－168 分子可剂量、时间依赖性地稳定细胞膜上的 β_2AR 二聚体，并促使受体组装形成更大的纳米簇。这些纳米簇可能作为信号枢纽，进一步重塑细胞内信号传导网络。

该研究首次证实小分子化合物可通过充当分子胶水稳定 A 类 GPCR 二聚体，并实现信号偏向调控。这一机制有望破解临床平喘药物脱敏难题。同时，该作用机制适用于其他 A 类 GPCR，将推动神经、心血管、代谢等多领域靶向药物的创新研发。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586－026－10892－y

纯有机三线态光敏分子设计有了新策略

本报讯（记者孙丹宁）中国科学院大连化学物理研究所研究员吴凯丰与副研究员朱井义团队通过调控给体－受体分子构型，揭示了不同电荷复合通道之间的竞争机制，提出利用中间二面角构型兼顾强电荷转移吸收和高效三线态生成的新思路，为纯有机三线态光敏分子设计提供了新的物理图像和调控策略。相关成果近日发表于《美国化学会志》。

分子三线态具有较长的激发态寿命，在光催化、光动力治疗、光子上转换及室温磷光等领域有重要应用。传统三线态光敏剂通常依赖重原子增强自旋－轨道耦合，而纯有机分子因自旋－轨道耦合较弱，实现高效三线态生成仍面临挑战。近年来，自旋－轨道电荷转移系间窜越（SOCT－ISC）为解决这一问题提供了新的途径。传统观点认为，接近正交的构型有利于三线态生成，但同时会削弱给体和受体之间的电子耦合，不利于形成较强的电荷转移（CT）吸收。相反，较小的二面角虽然能够增强 CT 吸收，却可能加快电荷复合回到基态。因此，如何在同一分子中兼顾长波长 CT 吸收和高效三线态生成，是该领域的一个重要问题。

团队以由 4 个咔唑给体和一个苝酰亚胺受体组成的 PBI－4Cz 分子为模型体系，利用变温飞秒瞬态吸收光谱研究了分子构型对电荷复合和三线态生成的影响。研究结果表明，在室温溶液中，热运动会使给体－受体构型不断涨落，其中部分瞬态构型具有更强的电子耦合，可加快回到基态的电荷复合，从而导致三线态损失。当温度降低或分子被固定在刚性环境中时，这类构型涨落受到抑制，单线态复合被减慢，而三线态生成得以保留。因此，纯有机 SOCT－ISC 分子的设计并非简单追求完全正交的给体－受体构型，而需要在电子耦合、自旋－轨道耦合和构型稳定性之间取得平衡。

基于 PBI－4Cz 兼具长波长 CT 吸收和高效三线态生成的特点，团队进一步以 TIPS－蒽为三线态湮灭剂，实现了 637 纳米红光驱动的三线态－三线态湮灭光子上转换，获得了明显的蓝绿色上转换发光，归一化上转换量子产率达到 7.1±0.3%，展示了该分子设计策略在长波长光化学和光能转换中的应用潜力。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1021/jacs.6c08126