

“灰尘”也能治病？肿瘤治疗有了新方案

■本报记者 杨晨 通讯员 罗莎

想象一下，一粒灰尘大小的治疗器件被装进穿刺针，送到人体深部的肿瘤内。随后，体外超声“隔空唤醒”它，让它发出红光，释放化疗药，对肿瘤发起光动力与化疗的联合攻击。

这一治疗场景正在变成现实。近日，电子科技大学物理学院教授薛欣宇团队联合肿瘤精准放疗四川省重点实验室医生陈梅华研制出一种超声无线驱动的“治疗微尘”器件。这粒“微尘”使小鼠实体乳腺癌肿瘤体积降至对照组的 3% 以下，为深部恶性肿瘤的微创精准干预提供了新方法。相关研究成果发表于《科学进展》。

把治疗器件做成“灰尘”

实体恶性肿瘤，尤其是位于脑部、胆管、胰腺等深部或复杂解剖区域的肿瘤，常常面临手术切除困难、全身化放疗作用明显、局部治疗需要反复穿刺等问题。

现有植入式无线治疗器件有望把光、电、热或药物直接送到病灶，但不少装置体积偏大，部分系统还采用含铅压电材料，限制了它们在深部、狭小组织空间中的应用。

如何将微小治疗装置送入人体深部组织，并进行安全、有效的治疗，是薛欣宇团队研发的初衷。在压缩器件体积的同时集成多种功能，也是首要任务。

在需要无线供电的植入式医疗器件领域，锆钛酸铅（PZT）凭借较高的压电系数，成为应用最广泛的压电材料之一，能够稳定、高效地将体外超声转换为电能。但 PZT 含铅，而铅在人体内具有较强毒性风险，可能对体内组织造成影响。

此次研发过程中，团队选择了无铅钛酸钡陶瓷体系（BTO）作为替代，但普通钛酸钡的压电系数偏低。“我们通过锡元素掺杂调控材料微结构，使其在人体生理温度范围内形成菱方相—正交相共存结构。”团队成员、电子科技大学物理学院博士生林睿解释，这相当于在材料内部搭起一座“应变桥梁”，让两种晶相在人体温度附近协同响应，从而增强极化响应。

“锡掺杂钛酸钡并非一种全新的材料。”



被一根手指托住的“治疗微尘”。 受访者供图

薛欣宇坦言，不少研究人员尝试在钛酸钡上做文章，希望通过各种掺杂提升性能，“而我们算是首次把这种材料用在生物领域”。

不过，掺杂提升压电性能后，材料的居里温度会下降，即工作温度上限降低。但团队所用体系的居里温度将近 100 摄氏度，而人体内最多约 37 摄氏度。因此，在人体温度范围内，它既能保持较高压电性能，又无毒且工作区间合适，恰好寻得一个平衡点。

更重要的是，锡掺杂后的钛酸钡陶瓷压电系数提高，可在更小体积下实现更高的声电转换效率，从而输出整个系统工作所需的电能。

“同时，我们在柔性电子结构上采用折叠式电路板，把平面电路变成立体结构，以实现微型化。释药单元则把化疗药装载到纳米颗粒框架中，再用水凝胶封装，进一步压缩体积。”林睿表示，团队有意把电路系统设计得相对简单，并将柔性电路电极连接的线宽控制在微米级别，从而降低加工难度和成本。

最终，团队研发出集成了压电陶瓷、微发光二极管（LED）和释药单元的治疗器件，尺寸约 1.0 毫米×1.0 毫米×0.9 毫米，重约 6 毫克。因为器件尺寸接近一粒灰尘，团队将其命名为“治疗微尘”。

一粒“微尘”如何工作

在动物模型实验中，得益于亚毫米级尺

寸，治疗微尘可预先装载于穿刺针内，在超声影像引导下经皮精准植入小鼠肿瘤内部。

完成治疗后，医生可在影像引导下通过活检钳抓取并移除器件，实现从植入、治疗到取出的微创闭环，降低创伤和感染的风险。

微创植入是这项技术的重要优势。薛欣宇表示，穿刺针的直径在毫米级左右，对人体组织尤其是脑组织造成的损伤，比目前部分器械更小。“虽然与一些治疗中采用的微电极相比仍偏粗，但总体而言穿刺尺寸控制在毫米级以下，仍是可以接受的。”

“我们目前在实验中做的是单点式器件植入，针对的肿瘤模型体积有限。”林睿表示，如果未来要治疗更大体积的病灶，可以根据实际情况采用多点式布局。

治疗时，体外超声作用于压电陶瓷，将其转换为电能，驱动微 LED 发出 660 纳米红光，激活光敏剂并产生具有杀伤肿瘤作用的活性氧。同时，超声控制释药单元释放阿霉素化疗药物。

“超声在生物组织中穿透能力较好、空间定位能力较强，安全性较高。”薛欣宇介绍，团队自制了聚焦超声设备，用形状像凹陷半球、具有特定曲面的换能器把声波聚焦到特定焦点，使能量集中在治疗范围，减少对周围组织的影响。

“未来如果应用于临床，我们也会有针对性地进行设计超声参数，不能让其他设备随意激活它。”他补充道。

治疗微尘植入肿瘤内部后，团队每隔一天实施一次超声治疗，每次 5 分钟，总共 5 次。这一时间方案并非凭空设定。团队先通过细胞级体外实验摸清器件对肿瘤细胞的大致“杀伤力”，再结合肿瘤科医生的实操经验最终敲定。

得过好几道关卡

实验结果显示，光动力联合化疗组肿瘤抑制作用最明显：最终肿瘤体积降至对照组的 3% 以下，肿瘤重量较对照组减轻约 93%。

不仅如此，治疗期间动物体重保持稳定，

血液学、生化指标和主要器官组织学检查未发现明显异常。局部释放的阿霉素与光动力治疗产生的活性氧共同引发 DNA 损伤和氧化应激，激活线粒体相关细胞凋亡通路。

同时，该治疗促进树突状细胞和 CD8⁺T 细胞浸润，改善肿瘤免疫微环境，从而形成直接杀伤肿瘤细胞与激活抗肿瘤免疫相结合的双重作用。

但这一粒“微尘”想要真正走向临床应用，还得过好几道关卡。

“目前植入时会利用超声影像定位，但超声影像不如 CT、X 光清晰，且器件只有毫米级，超声下可能有一点伪影。”林睿介绍，团队后续考虑引入 CT 和 X 光扫描定位，并对材料表面进行改性，增强超声可见性。同时，他们在结构上增加锚点，便于抓取，并计划引入磁性材料等，使取出更方便。

“外科操作对抓取精准性要求很高，这些都是后续改进方向。”她说。团队还在探索更便利的方案，“技术思路不变，但把器件材料换成可降解的”。

在薛欣宇看来，治疗微尘更像一个平台型器件，并非只针对某一种癌的单一方案。“器件形状也要多样化，针对肺部病灶的器件可能会做成片状，而有的组织或器官可能更适应棍状、细长如针。”

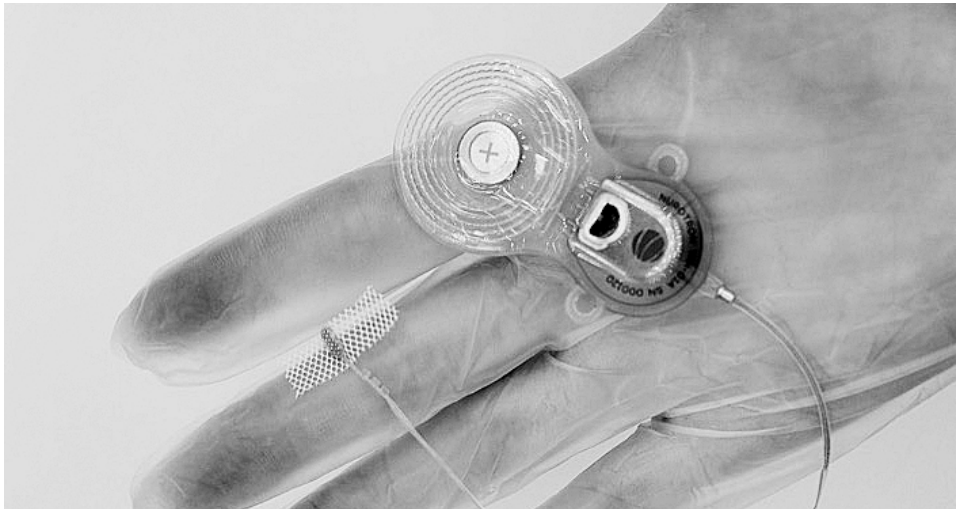
功能也可继续扩展，例如集成微电极、加热元件等，增加电刺激、热疗等功能。除癌症治疗外，还可探索消炎、杀菌、组织修复等场景。

“我们研发之初的目标并不限于乳腺癌的治疗，也希望瞄准一些更恶性、更难治的癌症。比如胆管癌，胆管很细，除了这种小颗粒，其他治疗器械很难放进去。”薛欣宇透露，目前团队成员正在开展这类病症的“微尘”治疗研究。他希望这项研究能引起更多关注，也期待更多合作者加入。

“虽然距离临床应用还有很长的路要走，但这粒‘微尘’至少提供了一种可能性。”薛欣宇说。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/sciadv.aeh5237>



“听觉脑干植入体”产品。

上海交通大学医学院附属第九人民医院供图

按图索技

中国首个植入式听觉神经接口产品获批

本报讯(记者江庆龄)10月20日,国家药品监督管理局发文,批准“听觉脑干植入体”创新产品注册申请。该产品由上海交通大学医学院附属第九人民医院教授吴皓团队与浙江诺尔康神经电子科技股份有限公司合作研发,为国内首创有源Ⅲ类植入器械“听觉脑干植入体”(ABI),也是我国第一个在颅内中枢进行电刺激和神经信号提取的产品。

人工耳蜗是重度、极重度感音神经性耳聋恢复听觉的主要方法。然而,对于内耳严重畸形或听神经缺如的患者,人工耳蜗也无能为力,患儿依然要进入聋哑学校学习。听觉脑干植入体将电极阵列植入脑干耳蜗核表面,直接刺激中枢听觉感受神经元产生听觉,是一种感觉重建的侵入式脑机接口装置。该

手术难度极高,国际上能开展这项技术的中心屈指可数,也长期制约着该技术向国内引进和普及。

2019年,吴皓组建医工交叉攻关团队,确定了符合脑干耳蜗核结构特征的16导电极阵列,采用高速率刺激芯片和汉语四声编码策略,可实现同时刺激和记录神经元响应。2021年7月,项目成果以专利技术许可的方式实施专利包转让,许可浙江诺尔康神经电子科技股份有限公司、上海汉声医疗科技有限公司进行临床产品开发,2022年正式启动注册临床试验。2024年,团队完成全部听觉脑干植入手术和随访,开机后12个月治疗总有效率达到96.67%。2024年底,产品申请国家药品监督管理局创新医疗器械特别审查程序并获受理。

专家讲坛

潜伏十年的漏洞突袭将改变什么

■刘伟

10月21日,英国国家网络安全中心发布紧急安全预警,广泛用于网站开发的PHP脚本语言存在严重安全漏洞,瞬间触发全球网络安全应急响应。

当前,PHP凭借低成本、高兼容、易部署的特性,深度嵌入政府政务、企业服务、民生平台等各类网络场景,是人机环境网络系统中连接人机交互、承载网络环境运转的基础核心载体,其安全稳定直接关系到全网人机协同服务的有序开展。此次事件将对网络安全格局带来怎样的影响?

高危漏洞致全球网络服务短期震荡

本次曝光的两处高危漏洞具备极强隐蔽性与破坏性,攻击者可通过特殊请求触发服务器内存耗尽与数据损坏,进而实现远程代码执行,非法入侵并操控后端服务器。值得关注的是,这一漏洞蛰伏网络环境十余年,长期隐匿在常规运维视野之外,暴露了传统网络治理中人、机、网络环境三元脱节的核心问题。

过去网络安全防控过度依赖人工运维经验与机器固定程序,缺少三者的协同智能感知,使得底层代码隐患长期游离在安全监测体系之外。漏洞曝光后,PHP开发团队火速推进修复补丁,国内阿里云、腾讯云等主流厂商同步发布风险提示通告,督促全行业排查升级,落实防护措施。

从国内情况看,此次漏洞同样波及我国网络空间,影响集中在对公网提供服务的后端环境。国家网络安全通报机构与国家信息安全漏洞共享平台第一时间发布风险提示,要求重点行业对暴露在互联网的PHP服务开展全面核查与补丁验证;政务云、教育、医疗、电商等Web服务依赖度较高的领域成为

排查重点,部分单位连夜组织应急值守、分批实施升级,个别业务系统采取临时限流、错峰维护等方式规避风险。

与国际同行相比,国内主流云厂商与安全企业响应较快,依托云端统一巡检、自动化补丁下发等手段,将大部分存量风险在较短时间内收敛。但大量自建机房、老旧业务系统仍存在版本混杂、责任主体不清、无人跟进升级的治理盲区,暴露出国内基础软件资产台账不清、跨部门协同不畅的短板。这也说明,我国网络安全防护同样需要从单点应急转向人机环境协同的常态化治理。

为规避恶意攻击风险,英国、芬兰、荷兰等多国官方机构紧急关停政务网站、公共网络服务平台,以服务暂停的极端方式守住网络安全底线。从用户层面来看,该漏洞仅作用于服务器后台机器环境,不涉及个人终端设备,普通网民无需恐慌。

倒逼网络安全治理向智能防护体系升级

这一次,已潜伏十余年的漏洞集中爆发,绝非偶然的技术故障,而是传统网络安全模式不能适配现代化人机环境网络系统的短板充分暴露的结果,深刻凸显了传统“人工运维+固定机器防御”模式的滞后性,倒逼全球网络安全治理向人机协同、全域联动的智能防护体系加速转型。

同时,本次事件也暴露了当下人机环境协同治理的结构性缺陷。大量老旧政务、企业系统长期未完成技术迭代,人机交互模式老旧,机器适配性不足,与新型网络安全环境严重脱节;中小机构缺少智能化运维工具,仅依靠人工单打独斗,无法实现人、机、环境的动态匹配与风险联动,在全球性网络风险面前

极为脆弱。

此次危机为行业治理革新提供了重要契机,推动网络安全彻底跳出单一技术防护思维,转向人机环境网络系统一体化智能治理。未来网络安全防护不再是人工排查与机器防御的简单叠加,而是以智能技术为纽带,实现人的风险研判、机器的智能监测、网络环境的动态感知三者深度融合。行业将逐步建立底层软件常态化智能巡检机制,依托机器智能弥补人工短板,依靠人的专业经验校准机器算法偏差,结合全网环境动态数据预判潜在风险,构建事前预警、事中处置、事后复盘的闭环治理体系,彻底破解长期存在的底层安全盲区,全面筑牢数字化网络空间的安全根基。

重塑人机环境网络系统攻防新格局

此次高危漏洞的成功挖掘,核心是依托人工智能(AI)智能工具的赋能。这一标志性事件彻底改写了传统网络安全攻防逻辑,正式宣告人机环境网络系统迈入AI驱动的智能共治新时代,实现了人、机、网络环境三者协同思考、联动防御的跨越式升级。

在传统防护模式下,人、机、环境系统处于低阶协同状态,漏洞挖掘完全依赖资深工程师人工审计。面对PHP海量、复杂的底层代码,人工无法实现全域无死角遍历,难以识别无异常表象、长期休眠的隐性漏洞,而机器只能被动执行固定检测指令,无法自主适配动态变化的网络环境,人、机、网络三者无法形成智能联动,最终导致重大风险长期隐匿。

AI的介入赋予了人、机、环境网络系统真正的系统性智能思考能力,打破了人、机、环境三者间的协同壁垒。AI依托深度学习、代码语

义分析、全域风险推演能力,替代人工完成海量底层代码的极速遍历与深度审计,精准捕捉人工与传统机器无法识别的深层漏洞;同时AI能够实时感知全网网络环境的动态波动、异常行为与隐性风险,动态调整防护策略,让机器从“被动执行”变为“主动思考、主动预判”;再结合安全人员的专业研判、场景决策与经验复盘,形成人做高阶决策、机器做智能研判、环境做动态反馈的高阶协同模式,完美补齐了传统防护体系的核心短板。

在此次全网应急处置中,AI驱动的人机环境智能体系发挥了关键作用。智能算法快速拆解漏洞原理、测算全网影响范围、匹配差异化修复方案,机器自动完成海量业务系统的批量排查与版本核验,人工针对性处置特殊场景、完善防护策略,依托三者联动大幅缩短应急处置周期,实现了风险的规模化、智能化管控。

在笔者看来,这类长期隐匿的底层软件漏洞不会彻底消失,未来网络安全的核心竞争力不再是单一的人力技术或设备性能,而是人、机、环境网络系统的整体智能思考与联动防御能力。

AI的持续赋能,正在重塑全球网络安全治理新格局,推动攻防博弈从“单点对抗”转向“系统博弈”。未来全球网络安全治理,将依托AI搭建全域智能中枢,打通人、智能机器、网络环境的数据壁垒与协同断层,构建动态感知、自主研判、快速响应、主动防御的智能化安全体系。各国机构、技术企业与研究团队也将基于人机环境智能治理逻辑,搭建全球协同共治机制,统一漏洞发现、研判、修复、管控标准,以系统性智能思考应对复杂多变的网络安全风险,持续守护全域数字网络空间的安全与稳定。

(作者系北京邮电大学人机交互与认知工程实验室主任)

集装箱

“天蓬·豚谋”生猪育种智能体平台发布

本报讯(记者王昊昊 通讯员杨心宇)10月24日,在福建厦门举行的2026前沿科学创新大会上,由中国科学院亚热带农业生态研究所、岳麓山实验室、湖南大学、长沙理工大学、湖南农业大学共同打造的生猪育种智能体平台“天蓬·豚谋”发布。

“天蓬·豚谋”智能体面向种猪育种全流程需求打造,依托大规模生猪育种专业知识库,融合育种专业知识、多源数据和分析工具,整合基因型、表型、系谱、生产记录等多源异构数据。用户通过自然语言交互,即可开展知识检索、数据挖掘和模型计算,实现需求解析、信息聚合到分析评估、辅助决策的一站式智能服务。

“陆地鱼油”油菜新品种获登记证书

本报讯(记者李媛 通讯员杨远远)近日,西北农林科技大学农学院黄镇敏教授团队于澄宇副研究员培育的两款黄褐籽油菜新品种——西油5号和西油6号,正式拿到农业农村部品种登记证书。

Omega-3中的α亚麻酸,是人体自身无法合成的必需脂肪酸。过去,Omega-3油脂大多从深海鱼虾提取。但海洋渔业资源有限,过度捕捞还会破坏海洋生态。于是科研人员萌生了新思路:在陆地上培育油料作物,打造“陆地鱼油”,不靠海洋也能获取珍贵的Omega-3营养。

团队将油菜中调控脂肪酸合成的BnFAD3、BnFAD2优良变异基因,与黄籽突变基因进行组合,促使种子内的油酸、亚油酸更多转化为亚麻酸。普通油菜的亚麻酸含量大约仅有9%。经过技术改良,新品种亚麻酸含量提升至近20%。

此次登记的两个品种创造了正式育成油菜品种的亚麻酸最高纪录:西油5号亚麻酸含量18.52%,含油量46.9%,适宜长江下游冬油菜生态区秋播;西油6号亚麻酸含量达19.29%,含油量46.0%,适合长江中、下游冬油菜生态区以及陕西南部秋播。两个品种都耐菌核病、抗病毒病,抗寒性强,抗倒性较好。

广告

坚守采购「三公」、打铁还需自身硬

一家第三方平台的合规实践与启示

■胡琅琦

技术赋能：把“三公”原则编码进系统

2016年以来，国家相继赋予高校和科研院所科研仪器设备自行采购权，科研急需的设备耗材可特事特办、随到随办。政策本意是为科研松绑，但“放活”之后，限额以下采购单笔金额小、品类繁杂、频次高，传统“人盯人”的监管难以穿透。

“不是不想管，是传统手段管不住。”喀斯玛总经理李红林坦言。科研试剂耗材需求碎片化、时效性强，完全套用标准化集中采购流程不现实，完全放手又风险巨大。根源在于信息流、物流、资金流线上线下混杂，与科研、财务系统数据割裂，流程断裂、数据沉睡，为科研经费的虚报冒领留下操作空间。

出路何在？喀斯玛的答案是，以数智化技术重构采购流程，将“三公”原则从纸面要求转化为算法约束。

目前，平台内置5大类24项92条合规规则，辅以人工智能引擎，对异常交易行为毫秒级识别拦截。在比价采购环节，系统汇聚市场价、销售价、近三个月成交价等多维数据，自动生成比价参照与预警；在招标询价环节，公开询价、竞争性谈判全流程线上留痕，供应商背靠背报价，系统自动比价存档。“这相当于把财经纪律、审计规则写进了代码里。”李红林说。过去靠人工翻阅台账的事后审查，如今变成了系统实时计算的事中拦截，用“技防”代替“人防”，捍卫了制度执行的刚性。目前，喀斯玛已累计保障超300亿元科研经费的规范使用。

坚守“三公”，打铁还需自身硬

喀斯玛坚持第三方平台独立运营，平台自身既不生产，也不销售任何商品，不以下场者身份参与任何一笔交易。只制定规则、提供系统、实施监管，公平、公正、公开才有根本保证。

喀斯玛将上述原则落实为一套可核验的制度安排。首先，从入驻审核到定价交易，平台规则全部公开，对所有供应商一视同仁；其次，平台对供应商和采购单位的数据安全负全责，信息系统通过公安部信息安全等级保护三级认证，数据分级分类存储，权限分级管控，数据调取均留痕、可审计；最后，供应商的经营数据、采购单位的科研数据，除法律法规另有规定外，任何机构和个人均无权调取。

第三方不是一种身份标签，而是一套制度安排。作为上市公司体系内的企业，喀斯玛的经营管理受到《中华人民共和国公司法》《上市公司治理准则》的严格规制；关联交易须接受审计监督并履行信息披露义务，平台每年还须接受独立审计和持续督导。在平台众多的市场里，“三公”不取决于谁口号喊得响，而取决于谁被制度管得严。对采购单位而言，判断平台的可靠性，不看宣传看“背书”：有权威认证、有无治理约束、有无公开可查的运行记录、有无被官方渠道列入“黑名单”的记录。

“喀斯玛成立的最初目的就是为科研采购的管理提供符合‘三公’原则的工具，所以平台本身更要经得起公平、公正、公开的检验，打铁还需自身硬。”李红林强调。