中国科学院深圳先进技术研究院与东华大学团队在《自然》发表研究成果

# “神经蚯蚓”让全脑监测成为可能

**据文汇报** 科幻电影中的“脑机接口”技术正加速走进现实。近日,中国科学院深圳先进技术研究院与东华大学的科研团队,在国际顶级期刊《自然》发表重磅研究成果,成功研发出名为“神经蚯蚓”(NeuroWorm)的智能纤维。这种仿地球蠕虫结构的软纤维,可在体内自由游走,实现大面积、跨区域精准监测神经电信号及组织微小形变,一举打破传统神经接口技术局限,让一次手术完成全脑监测成为可能,为脑机接口领域带来革命性突破。

## 突破,从“固定探针”到“游走监测者”,打造智能纤维新范式

在大自然中,蚯蚓凭借独特的“体节”结构,实现了高度分布式的感知与运动控制能力。从这一自然设计中汲取灵感,中国科学院深圳先进技术研究院的刘志远研究员联合东华大学的严威研究员团队提出“神经蚯蚓”——一种仿蠕虫结构的动态、柔软、可拉伸的纤维神经接口。

传统的神经接口设备更像“固定哨所”。例如,治疗帕金森病的电极,植入后便“钉”在大脑某一区域,若要监测其他部位,只能再次开刀、插入新的电极。科研团队在早期研究中也面临类似困境:特征尺寸40纳米的金属玻璃纤维虽能植入大脑,但一根纤维最多只能装载4个传感器,且质地偏硬,植入后身体会像排斥“外来入侵者”一样产生排异反应。而“神经蚯蚓”则大幅打破了这些限制。

项目战略指导专家、东华大学先进纤维材料全国重点实验室主任朱美芳院士介绍,该研究提出了“活性”纤维神经的概念,并创制了一种仿地球蠕虫结构的、与生物组织力学高度匹配的、可拉伸和可移动的在体神经接口纤维平台。该平台实现了神经接口在大脑与肌肉系统的可控导航,以及动态实时、长时域的神经电信号和生物力学信号监测。

东华大学先进纤维材料全国重点实验室、材料科学与工程学院研究员严威表示,这一突破性成果标志着神经电子学从静态植入向动态交互、从刚性器件向主动智能纤维系统的范式转变。

首先是“兵力升级”。团队在约200微米、一根头发丝粗细的纤维上,沿纤维轴向分布了60个离散化的电极与应变传感器。这相当于将60个“神经侦探”装入一根细针,不仅能在组织内部导航、实现微创植入,还能精准监测多点神经电信号和生物力学信号。

其次是“身段变软”。该研究中的纤维基底与人体组织的“软硬度”高度匹配。在动物实验中,这种纤维在肌肉中留存达13个月,取出时干净无痕——显示出良好的生物相容性,宛如“身体的一部分”。

最关键的是“学会游走”。研究人员联合中国科学院深圳先进技术研究院的徐天添研究员团队创新性地引入开放式磁控策略,实现了神经蚯蚓在组织内的初步可控推进与转向,使其在体内“听话”地游走。“它就像一个机器人在大脑和肌肉中漫游,全程无创,对人体无害。”严威解释道。

## 未来,患者或无需多次手术,神经疾病可提前预警

纤维“神经蚯蚓”的突破性进展,正在重新定义神经疾病的治疗模式。

在传统的帕金森病治疗中,患者可能需要在大脑的不同区域植入多个电极,每次手术都伴随着一定的风险。然而,“神经蚯蚓”仅需一次植入,便能游动至不同的病灶区域,监测神经电信号,甚至通过电刺激有效缓解症状——这预示着未来人类或将能够借助它,实现对神经活动的精准调控。

这项研究更深远的价值在于长期监测的能力。在动物实验中,研究团队通过极小的切口将“神经蚯蚓”植入大鼠肌肉,连续记录稳定的生理信号超过43周,且在植入54周后仍未引发明显的组织反应或纤维化包裹,展现出在同类器件中极为罕见的长期稳定性和生物相容性。

与传统临床导线类纤维相比,“神经蚯蚓”对周围组织的干扰极小,信号质量优异,显示出巨大的临床转化潜力。其13个月的体内留存能力,使其能够像“神经监护仪”一样,持续捕捉帕金森病、阿尔茨海默病等疾病的早期信号。“就像可穿戴设备监测心率一样,它能提前发现神经异常,在症状出现前发出预警。”严威解释道,这为神经疾病的早期干预开辟了新的途径。

■储舒婷

**秋分话养生** 9月23日迎来秋季的第四个节气秋分。中医专家介绍,秋分是阴阳平衡的关键节点,气候由“温燥”转为“凉燥”,风邪盛行,寒邪渐侵,养生以“平衡阴阳,润燥御寒”为核心理念,重在调和肝脾,防范消化系统和情志方面疾病。 ■新华社发 朱慧卿 作

# 结核病治疗重要突破

无复发成功率80%以上 疗程缩短至6—9个月

**据解放日报** 22日召开的2025浦江创新论坛“未来健康:全球健康与发展论坛”上,国家传染病医学中心主任、复旦大学附属华山医院感染科主任张文宏分享了国家传染病医学中心团队在结核病高发地区的实践成果:通过优化治疗方案,结核病短程治疗费用可降低90%以上,并实现80%以上的耐多药结核病治愈率。多国专家学者在论坛提出,需要携手消除传染病,共筑全球健康防线。

## 原创结核口服短程方案表现亮眼

张文宏在题为“全球协作创新,加快结核病消除”的主题演讲中表示,尽管结核病防治技术持续进步,但距离实现“2035年消除结核”的目标仍面临严峻挑战,“我们讨论新技术的同时,不能忘记世界各地区发展程度的差异,技术的发展不仅要先进,更要确保可负担、可及。”

在结核病治疗创新上,张文宏团队聚焦“提升效率、降低负担、覆盖全场景”,在药物敏感结核、耐药结核及潜伏结核感染预防三大方向均取得重要突破,显著提升了治疗效率与患者依从性。

其中,中国原创的TB-TRUST全口服短程方案已交出亮眼答卷:其无复发成功率达80%以上,疗程缩短至6—9个月;全疗程成本仅3万—5万元,且全部采用国产药物。这意味着,即便是经济欠发达地区,也能实现“用得上、用得起”。

针对更棘手的泛耐药结核,团队研发的TB-TRUST-plus方案,成为首个中国原创的泛耐药结核短程方案:6—9个月疗程治愈率高达近80%,打破了泛耐药结核“难治、无方”的困境。张文宏还呼吁:建立更加包容的国际合作机制,推动既前瞻又普惠的科技创新,在全球协作共抗耐药结核病领域,为全球防治带来新的机遇。

## AI时代下警惕快速扩散的“信息流行病”

中国科学院院士、中国科学院微生物研究所学术委员会主任高福在论坛主旨演讲环节中,以“信息流行病防控”为题提出,由AI生成、扩散的“信息病毒”正成为全球公共卫生与社会治理的新挑战。“AI技术使虚假信息传播更快、更广、更难识别,形成‘信息流行病’,威胁公众健康与社会信任。”为应对这一挑战,他呼吁通过立法、科普、教育等手段,提升公众信息素养,构建全民免疫屏障。

世界卫生组织驻华代表处技术官员陈仲丹则从全球视角分析了耐药结核病防控面临的新挑战和应对策略。他同时呼吁以统一标准、跨国协作和真实世界研究提升证据等级,依托WHO结核病试验平台及金砖国家合作平台等进行协作,把创新成果快速转化为可及、可负担的基层服务,真正实现终结结核病的目标。

论坛上,全球健康创新研究院同时启动。作为中国首家以全球健康为使命的新型研发转化机构,研究院由上海市生物医药科技产业促进中心和上海交通大学医学院发起成立,聚焦结核病、疟疾、妇女儿童健康等重要问题,旨在把“实验室里的创新”转化为“中低收入国家用得起的解决方案”,从而推动全球健康公平,守护人类共同福祉。

■顾泳

# 全球变暖,传染病会怎么变

**据文汇报** 基孔肯雅热感染病例猛增,埃博拉病毒走出非洲,从新冠到猴痘,近些年为何病毒侵袭人类愈加频繁?这背后的推手或许就是全球气候变化。

在22日举行的2025浦江创新论坛“未来健康:全球健康与发展论坛”上,与会专家指出,过去人们并未意识到这些公共卫生事件与气候变化有关,但现在已有研究和证据表明了两者之间的关联。

如果气温升高让疟疾重现温带,如果冰川融化释放出人类未知的“X病毒”,我们该如何应对?各国专家认为,要从整个社会系统层面增强传染病防控的能力与韧性,同时要加快创新药物和诊疗技术从实验室到产品的进程。

## 气候变化正让传染病“变强”

“未来疟疾也许将重新席卷欧洲。”帕斯适宜卫生科技组织副主席、亚欧中东地区主任纳比尔·戈希尔在论坛报告中说,这绝非危言耸听。

来自世界卫生组织(WHO)的数据显示,过去20年中,登革热的全球发病率显著上升,尤其自2023年初以来,全球登革热相关死亡案例逼近历史最高水平。而导致登革热病例意外激增的一个重要原因就是,随着全球变暖,传播登革病毒的“主力”埃及伊蚊和白纹伊蚊,扩散到了更多地区,特别是一些以前没有出现过登革热的国家。

戈希尔表示,气温升高除了让虫媒分布地区发生变化外,还可能增强病毒的毒性和耐药性。比如,气温升高会使病菌、病毒和蚊虫生长繁殖加速,导致肠道疾病的爆发,“环境是抗生素耐药性形成的关键因素,如果人们为了抑制病原体,在畜牧业中使用过多的抗生素,最终会加剧病原微生物的耐药性”。

与此同时,冰川融化则可能释放出从未见过的新病毒,让人类面临更多未知传染病风险。戈希尔预测:“未来,50%的人类传染病形势会因气候变化而恶化,而气候变化导致的死亡案例,一半会出现在非洲等欠发达及中低收入国家和地区。”

## 公共卫生产品研发遭遇市场失灵

人类一度以为已经“征服”了传染病,可实际上却要面对更多的危机和挑战。

戈希尔说,过去近50年,帕斯适宜卫生科技组织开展了大量科技创新,“要真正解决公共卫生问题,要从社会系统的角度来进行顶层设计”,也包括科学普及。中国科学院院士、中国科学院微生物研究所学术委员会主任高福在论坛演讲中提到,“谣言也是一种‘病毒’,这种‘信息流行病’甚至比生物病毒传播更快”。

然而,要对抗更新、更强的传染病,最直接的方式还是开发出合适的药物和诊断技术。“不过,公共卫生的药物和诊断试剂的产品化进程存在市场失灵的现象。”国家传染病医学中心(上海)主任、复旦大学附属华山医院感染科主任张文宏说,司美格鲁肽问世不久就销量日增,而一些抗结核创新药推广十年还无人问津,“因为需要这类药物的,大多是负担不起治疗费用的人”。

盖茨基金会北京代表处副主任龚文峰认为,要解决市场失灵问题,还需关注基层使用者的真实需求,比如开发村医、社区卫生工作者乐于使用的医疗产品。他表示,创新者往往不太了解中低收入国家人民的需求。无论是降低产品价格,还是提升产品质量、提升药品和医疗器械的可及性,都需要借助多方力量,包括通过国际合作来共同实现。

## 关注全球健康,上海设立新机构

为回应公共健康领域未被满足、却受到急切关注的需求,一家名为“全球健康创新研究院”的机构在论坛上宣布成立。

这是中国首家以全球健康为使命的新型研发转化机构,由上海市生物医药科技产业促进中心与上海交通大学医学院发起成立,首期五年研发经费由上海市和盖茨基金会共同提供,其中盖茨基金会提供项目赠款和技术支持,上海市提供相应经费和资源。

龚文峰希望,这家全新的研究院能成为主要面向中低收入国家需求的全球健康产品的技术落地“催化剂”,成为帮助创新技术从实验室跨越到市场的桥梁,并撬动多方资源,打通关键环节,解决市场失灵问题。

全球健康创新研究院首任院长何如意表示,研究院定位是非营利组织,将面向中低收入国家,聚焦结核病、疟疾等传染病,以及妇女儿童健康等重要问题,“我们将向全球合作伙伴提供技术支持和资源支撑,促进创新成果研发转化并加快进入国际市场,为提升中低收入国家健康福祉、促进全球健康公平贡献力量。”

■许琦敏