武汉科学家为肺部拍“彩照”

长江日报记者陈晓彤 徐丹 李佳 通讯员卢梦雨

吸一口气,静候几秒,电脑屏幕上出现一张彩色照片——气道如同树根层层分叉,肺泡气体交换的细微流转化作流动的斑斓色块。

10月29日,长江日报记者在中国科学院精密测量科学与技术创新研究院(以下简称精密测量院)看到,采用“彩磁”编码技术的新一代多核磁共振科研样机正在调试。

2024年11月,习近平总书记在武汉产业创新发展研究院考察时,“人体肺部气体磁共振成像系统”作为代表性成果出现在展示台上。

“两年来,我们牢记‘四个面向’,不断攀登技术高峰,研发出的最新成果能把常规核磁中的肺部‘黑洞’变成彩色功能影像,目前正探索用于脑部和腹部疾病精准诊断。”精密测量院院长、研究员周欣说,他和团队始终牢记习近平总书记的嘱托,全力推动科研成果走出实验室、走向临床一线,以科技自立自强守护人民生命健康。



中国科学院精密测量科学与技术创新研究院院长、研究员周欣(左一)正在指导团队。

给影像装上彩色滤镜

“给肺部做功能成像,是困扰全球医学界的难题。”周欣告诉记者,核磁共振的信号来源是水,但肺是空腔器官,含水量极低,在常规核磁下几乎没有信号,屏幕一片漆黑。

周欣团队啃下的这块硬骨头,到底有多难?

屏幕上,记者清晰看到:人的肺部不再是传统影像里黑乎乎的盲区,一张肺部“彩色照片”清晰铺展。

“传统磁共振成像就像黑白照片,只能捕捉氢核一个元素。我们的新技术好比给影像装上彩色滤镜,利用不同原子核的信号差异,把器官的功能、代谢状态用颜色区分展示出来,让医生能更直观地看到肺部情况。”团队骨干、精密测量院磁共振影像研究部主任、研究员郭茜旎说。

郭茜旎告诉记者,如今可以做到,人吸一口气,屏住呼吸几秒钟就能精准定位整个肺部三维气体轮廓,探查肺部气体密度分布,“知道哪里没有通气,从而精准施治”。

这项基础研究成果已于2025年8月公开发表。未来,借助彩色成像的区分优势,不同类型的肺癌也有望在仪器下呈现不同“颜色”,为早期精准判别提供依据。

团队研制出世界上增强倍数最高的肺部气体(氙气)多核磁共振仪器,并于2023年拿到全球同类产品中首张国家三类创新医疗器械注册证。那时候,临床上看肺,大多依靠胸透、CT。

“CT只能看见肺部结构,看不出气道通气好不好,就像开车没有地图,不知道哪里堵了。”武汉大学中南医院医学影像科主任徐海波说。

2023年,该院引进这套设备。在徐海波看来,氙气成像系统补上了这张功能地图,能够直观评估肺泡大小、气血交换速率,精准识别哮喘、慢阻肺引发的通气异常。

目前,这套仪器已经进驻解放军总医院、同济医院、湖北省肿瘤医院、武汉大学中南医院等全国10余家三甲医院。相关检查项目纳入医保目录,普通患者检查费用仅千元左右,真正实现高端科学仪器临床普惠。

为了能更早发现慢阻肺、肺纤维化等肺部疾病的早期功能损伤,从“看得见”到“看得快”,团队攻坚正加速从“黑白”到“彩色”、从“相机”变“摄像机”。

15年“破壁”之路

一项技术的跨越式突破,背后是10余年矢志不渝的坚守。聊起当年为什么选择啃下肺部磁共振这块硬骨头,周欣记忆犹新。

2024年11月,习近平总书记在武汉产业创新发展研究院考察时强调:“科技高峰和产业高峰都要靠我们自己去攀登。”

“这让我们备受鼓舞,方向更明。”对总书记的嘱托,周欣记忆犹新。

精密测量院的前身是中国科学院武汉物理与数学研究所,这里的核磁共振学科有着半个多世纪的深厚积淀。早在20世纪90年代,周欣在这里求学,中国科学院武汉分院院长叶朝辉在课堂上对研究生说的一句话深深印在了他心里:“国产高端医疗设备一定要做出来!”

那个年代,高端核磁仪器基本依赖进口,不仅售价高,维修也十分麻烦。周欣笑称,自己读博士的5年里,大把时间都耗在修仪器上。

除了高端医疗设备“卡脖子”难题,巨大的临床需求更倒逼这项技术加紧攻关。我国慢阻肺患者将近1亿人,肺部早筛、肺功能精准评估存在很大缺口。

“国家有需要、临床有呼唤,再难也要有人去闯。”周欣告诉记者。他带着几名刚毕业的学生,从零开始搭建实验平台。没有现成的设备,就自己动手改装;没有技术图纸,就边查文献边摸索。

那台后来震惊世界的仪器,最初的雏形不过是一堆散落在实验台上的零件和线缆。

2011年,周欣自主研发了一套远程探测的磁共振装置,为仪器研制奠定了相关理论基础。随后他牵头组建跨学科团队,汇聚物理、化学、精密工程、临床医学等领域青年科研人员协同攻关,团队成员平均年龄36岁。

攻坚之路布满难关:超极化气体制备、专用射频线圈研制、成像算法优化……每一项都是拦路虎,一台样机反复调试上百次是家常便饭。

作为系统核心的超极化装置,是放大氙气信号的关键。研发中部件频繁烧坏,连续数月没有突破。周欣回忆,那时候团队成员几乎吃住都在实验室,连续三四天不合眼是常态。因迟迟看不到进展,有年轻研究员一度崩溃痛哭。

熬过一轮又一轮推倒重来的试错,他们终于啃下这块硬骨头。2018年,周欣团队自主研制出世界上增强倍数最高的肺部气体(氙气)多核磁共振仪器,成功“点亮”肺部。

如今,团队实现了全球最快的肺部动态成像,单帧仅200毫秒,系统检测灵敏度提升8.4万倍。借助AI融合成像技术,这款仪器实现当前最高时空分辨率的活体肺部通气动态成像。

他们的目标,远不止肺部

人体内有60多种元素,传统磁共振大多只看氢元素。“钠元素和磷元素是神经、代谢等研究的关键,但眼下还很难精细观测。”周欣说,团队正全力突破单一氢核成像局限,研发钠、磷多维成像,结合AI获取肺、脑、心脏的代谢信息。

近年来,团队不满足于攻克肺部成像难题,他们瞄准了更广阔的目标:解锁多器官的代谢成像。

磷-31磁共振是团队另一攻关方向,可监测磷酸肌酸等能量代谢物和细胞内pH值。卒中、脑肿瘤、神经退行性疾病中,这些代谢指标会先于结构发生异常,是早期病变的重要信号。

“一旦实现这些元素的精准成像,就能在器官结构尚未明显变化时捕捉代谢异常,对脑病、心脏病、糖尿病、肥胖、酒精肝等疾病早筛早治意义重大。”周欣表示,为加快基础研究向临床器械转化,惠及更多患者,团队正紧锣密鼓开展样机优化与临床验证工作,计划明年申报新一代创新医疗器械注册证。

在他眼中,前沿探索是一场长线布局。周欣打了一个形象的比方:科研方向是既定轨道,一个个研究项目就如同卫星。“我们要在预定轨道上不断发射卫星,并根据世界科技前沿和国家重大需求,持续校准前行方向。”

全新技术走向临床,从来不是一帆风顺。研发创新医疗器械时,他们还曾碰到另一个棘手难题:彼时国内评审目录多参照欧美成熟产品设置,这类原创设备找不到匹配的申报类目。精密测量院联合国家评审中心搭建全新评审标准,为国产原创器械打通申报通道。依托人大代表履职契机,在周欣推动下,国家药监局华中分中心落地武汉,给中部地区创新医药产品开辟审批“快车道”。

2025年,湖北高端医疗器械收获喜人成果:全省新增第三类医疗器械同比增长83%,新增三类创新医疗器械数量创下历史新高。

周欣多次提出,科研前端要锚定科学仪器自主研发,夯实原始创新根基;应用端则要统筹政、产、学、研多方资源,完善临床评价与激励机制,敢于探索创新转化新模式。

“我们不单单在武汉开展科学实验,更立志把技术沉淀在武汉,把产业扎根在武汉。”郭茜旎说,高水平建设武汉区域科技创新中心,“国家队”责无旁贷。

多项科创成果已从实验室走进市场

武汉多项科创成果持续迭代验证,加快向产业端落地。

芯片原子钟

微型芯片原子钟由武汉大学卫星导航定位技术研究中心陈杰华教授团队研发,中科泰菲斯(武汉)技术有限公司承接成果转化,是武汉量子精密测量领域的标杆硬核成果。

这款全球体积最小的芯片原子钟仅2.3立方厘米、指甲盖大小,3万余年累计误差不足1秒,整机功耗低于200毫瓦。历经20余年持续攻关,这项成果从原理验证、实验室样机迭代,逐步完成工艺打磨、批量试制,率先实现星载搭载在轨验证。

高产高蛋白宜机收玉米

高产高蛋白宜机收玉米由华中农业大学严建兵院士团队研发,未来生物承担产业化转化。

新品种籽粒蛋白含量稳定达到12%以上,最高突破13%,在产量基本持平普通玉米的前提下,应用于饲料配方可减少豆粕添加,缓解我国饲用蛋白对外依赖压力。两年来,这份成果在全国多地铺开示范种植,初步构建起“专种、专收、专烘、专储、专用”订单闭环产业链。

国产自主可控多物理场工业仿真分析软件

由武创院联合十沣科技共建智能工业软件研究所研发,陈十一院士担任研究所首席科学家,是武创院当年重点展出的工业软件成果。

软件面向结构力学、流体、振动噪声等仿真需求,支撑装备设计、性能校核、虚拟试验,适配船舶、海洋工程、重型装备等高端制造领域,着力破解高端仿真软件长期依赖境外产品的难题。目前软件已完成多型船舶项目工程化试用,稳步推进船舶海工领域国产化替代,助力武汉船海装备产业链夯实工业软件底层支撑。

心血管疾病检测试剂盒及配套仪器

心血管疾病检测试剂盒及配套仪器由华中科技大学同济医学院附属同济医院汪道文教授团队联合武汉科泰生物开发,是全球首款专为暴发性心肌炎场景开发的快速诊断试剂盒。

这款试剂盒依托特异性可溶性ST2标志物检测方案,可实现15分钟快速出结果,助力急诊快速筛查、早期识别,为及时干预救治抢出窗口,降低危重患者死亡率。成果已从实验室原型进入多中心临床研究,在省内多家三甲医院、胸痛中心、急诊科室开展对照试验。

二维黑磷规模化制备技术

黑磷是新型二维半导体材料,由湖北三峡实验室牵头攻关。黑磷系列化学品规模化制备技术在全球范围内首次实现单批次百公斤级黑磷晶体可控制备,为黑磷在光电器件、快充储能、生物医药等领域的产业化应用扫清规模化与成本障碍。

黑磷在光电器件、储能电池、催化、传感等领域拥有广阔应用前景,是颇具潜力的下一代前沿电子候选材料。两年来,研发团队突破高纯黑磷可控合成难题,实现百公斤级稳定中试制备,生产成本显著下降,摆脱早期仅能制备毫克级样品的局限。

(长江日报记者徐丹 陈晓彤)