探访天坛医院全国首个脑机接口临床转化病房

意念操控 从梦想照进现实

本报讯(特约记者 柴嵘)北京天坛医院脑机接口临床转化病房里,患者石哲(化名)正紧盯着屏幕。他努力集中精神,根据屏幕上"请活动手腕"的提示,想象着抬起自己僵硬的左手腕。几乎同时,贴在他头部的小圆片释放出微电流。随着微电流释放,他的手腕微微收缩了一下,尝试去握住一杯水。两个月前,这位偏瘫患者的手腕还像被锁住一样,经过两个月的训练,脑机接口技术让他感受到了科技"托举"的力量。

作为国内脑机接口临床应用的先行者,天坛医院今年动作不断:3月开设全国首个脑机接口咨询门诊,5月成立首个脑机接口临床转化病房。这项前沿技术正加速从实验室走向病床。

临床转化 从"意念"到动作的人机对话

走进天坛医院脑机接口临床转化病房,最显眼的是一套精密设备。助理研究员柴晓珂和两位脑机接口技术工程师正轻声指导着石哲。他头上戴着布满传感器的帽子,手臂贴着电极片,屏幕上跳动着彩色的波纹线。

"请左手抬腕。"屏幕显示提示词。

石哲闭上眼,眉头微蹙。几秒后,电刺激触发,他的手腕完成了一个微小却清晰的抬举。这看似微小的动作,却是他漫长康复路上的一大步。

柴晓珂解释:"系统只在捕捉到'正确'的脑电意图时,才给电刺激反馈。"这就像在受损的神经通路上架桥,尝试"绕过"大脑基底节区的损伤点。

两个月前,石哲还深陷绝望。卒中导致他左侧身体瘫痪,左手腕连最轻微的颤动都无法完成。而现在,他的手指能微微弯曲,甚至能尝试握住一杯水。

另一位患者赵强(化名)在病房进行了两个多月这样的训练后,运动功能已明显改善。罹患脑出血后,他的右手腕完全僵直,手指蜷缩无法伸展。经过两个月的脑机接口训练,他的手腕已能小幅度活动,这意味着他的神经功能正在逐步重建。目前,他已转入国家康复中心进行强化训练。

"我们的目标不仅是让手腕、手指动一下,而是希望患者能重新拿筷子、扣扣子,甚至独立吃饭。"柴晓珂说。

"其实脑机接口植入手术本身不算复杂。"病房主任、天坛医院神经外科学中心常务副主任曹勇说。手术时,医生会根据术前精准的功能磁共振定位,在患者颅骨相应运动功能区开一个小窗,"相当于磨掉一小块骨头"。硬币大小的柔性电极阵列被稳妥地放置在硬膜外,紧贴大脑保护膜而不进入脑组织。再将连接的线圈像植入一条隐秘的"天线"一样,通过皮下隧道固定在耳后颅骨表面。整个过程需要3至4个小时。

手术时,脑机接口技术工程师全程守在手术室,如同给设备"把脉",实时监测着信号采集的质量,确保植入的"桥梁"根基牢固。术后约两周,伤口初步愈合,便迎来了最关键也是最需要毅力的阶段——患者与机器协同的训练。

"训练是核心,也是最需要耐心和坚持的部分。"柴晓珂介绍,两位患者每天要进行数小时的标准化训练。最初的几天甚至一两周,是"打基础"的时间。工程师会指导患者反复想象并尝试抬腕、握拳等特定动作,不断采集对应的脑电信号。

当基础足够扎实后,便进入更具挑战性的闭环训练阶段:患者主动尝试动作,系统实时"解读"其意图,一旦识别成功,立即给予电刺激反馈,帮助肌肉完成动作。每一次成功的"意念—动作—反馈"循环,都在潜移默化中强化着那条新建的神经通路,最终逐步改善患者受损的神经功能。

严格筛选 搭建脑机接口临床治疗全"链条"

石哲和赵强能走进这间病房,可以说是"百里挑一"的结果。治疗的起点在天坛医院脑机接口咨询门诊。这个门诊,每周三上午总是挤满了从全国各地慕名而来的患者和家属。其中,大多数是卒中后偏瘫或脊髓损伤患者。神经外科主任医师杨艺和柴晓珂是这里的坐诊医生。

"医生,我老伴中风两年了,手脚一点动不了,能做这个吗?"一位从河北省赶来的家属,急切地将厚厚一沓病历递到杨艺和柴晓珂面前。她们一边耐心倾听,一边翻阅着资料,仔细解释脑机接口的原理、适应证范围以及严格的筛选条件。

开诊以来,门诊每周接待近30名患者,但像石哲和赵强这样最终通过层层筛选、符合严苛标准并成功入选的很少,入选率大约只有5%。

大多数患者,或因病程过长、病灶位置不适宜、运动皮层功能受损严重、肌张力过高难以引出有效动作,或因认知状态不佳无法配合复杂训练,遗憾地未能入选。

石哲50多岁,患缺血性卒中约两年,左侧偏瘫。他逻辑清晰,认知功能良好,在门诊初筛和二次评估中表现稳定,大脑显示出清晰产生运动意图的能力和良好的神经可塑性。赵强46岁,患出血性卒中后14个月,右侧偏瘫。在那些需要高度专注力的评估测试中,他展现出了较好的耐心和依从性。

"虽然一位是脑缺血,一位是脑出血,在治疗方案的核心流程上并无本质区别,但潜在的神经恢复机制可能存在差异,这也是我们研究观察的方向之一。"柴晓珂说。

医院搭建起一个清晰的脑机接口临床转化"链条"——患者首先在门诊接受专业初筛;通过者会进入更深入的实验室评估,这些评估往往与后期的训练方案紧密匹配;评估顺利通过后,患者入院进行必要的生化、影像等术前检查。随后,神经外科、康复科等多学科专家和脑机接口技术工程师共同会诊,确认最终的手术方案。

方案确定后,便是实施关键的脑机接口植入手术。术后约两周,当伤口初步愈合后,患者便转至临床转化病房,开始为期一两个月的、与脑机系统深度协同的密集训练。

当阶段性目标达成,患者转入专业的康复中心,进行大约两个月的强化康复,将初步恢复的功能巩固、拓展。即使出院归家,医患联系也不会中断,医院会每三个月安排一次随访。植入设备的相关数据,也有望实现每日远程跟踪,为医生调整方案提供依据。

柴晓珂说,这个"链条"的每个环节都力求标准化,经过严格把控,核心目标就是确保患者安全,并获取高质量的数据。

未来前景 三到五年内有望惠及更多患者

尽管目前能踏进这间特殊病房的患者数量有限,但天坛医院团队对脑机接口的未来前景充满信心。

曹勇介绍,短期目标是力争在今年内完成3例脑机接口植入手术,用更丰富的临床数据为技术优化铺路。中期目标是启动全植入式脑机接口的临床试验,让设备更加隐蔽、小巧,使用更为便捷。更长远的目光,则聚焦在拓展适应证的疆域——例如脊髓损伤患者的运动功能重建、语言障碍患者(如渐冻症)的沟通辅助等,都是努力的方向。

同时,团队也在积极探索非侵入式技术更广泛的应用场景。"电极材料的生物相容性在不断提升,信号解码算法特别是人工智能的深度应用,正突飞猛进。"曹勇说,"基于这些突破,未来三到五年内,脑机接口技术有望惠及更多饱受神经系统疾病困扰的患者。"

中国科学院院士、天坛医院脑机接口转化研究中心主任赵继宗表示,脑机接口是"脑科学与类脑研究",已被纳入国家重点发展领域的关键核心技术之一。北京市也将其列为重点发展领域。此外,医保迈出了具有里程碑意义的一步——国家医保局设立了脑机接口专项收费项目,这为技术的临床转化和未来普及铺设了政策的"快车道"。

曹勇坦言,通向广泛应用、惠及大众的道路上,成本是横亘在面前的首要挑战。目前单例治疗成本高昂,估算达几十万元,且高度依赖实验室定制和小批量生产,亟须通过产业化、规模化来降低成本。

同时,专业人才缺口巨大且紧迫,全国范围内,能娴熟开展此类精准植入手术的神经外科医生和精通复杂神经信号解码算法的工程师,可谓凤毛麟角。

此外,脑机接口技术的长期安全性和有效性,仍需更多病例积累和更长时间的严密随访来给出确凿答案。

"仅仅5年前,大家觉得脑机接口还是遥不可及的科幻场景,"曹勇说,"现在,我们已经看到它在患者身上产生真实的疗效。虽然前路挑战重重,但随着持续的投入和创新,脑机接口技术离患者的期待越来越近了。"

丰台好人

秦永平:36年坚守铸就中药质量"钢铁防线"

好人说

"药材鉴别容不得半粒沙子,因为背后是患者的生命安全。"

东铁匠营街道,秦永平,男,1969年生,北京同仁堂科技发展股份有限公司原材料库质量办公室主任。

在北京同仁堂,提起秦永平,药商们都会敬畏三分:"老秦验货堪比CT扫描。"这位中药材质量"守门人",36年如一日扎根库房,用放大镜般的较真劲儿守护着中医药的品质生命线。"伪品不入库、劣质不接收、等级不符不放过",这句铁律一直被刻在他的工作日志首页。

没有谁的成功是偶然,初入药材仓库、年仅20岁的秦永平,没有选择慢慢成长的安逸,当同龄人还在享受青春,他已整日扎进堆积如山的药垛扒"废料"、辨识杂药,挑灯研读专业书籍,将浩繁药材知识化作自身深厚积淀,凭借13年专注与执着,于2002年考取全国执业药师资格证书、中药炮制与配制工高级工技能等级等专业认证,从"门外汉"进阶为"业内人"。2016年,师承同仁堂中药材鉴定专家、北京市非物质文化遗产项目传承人赵小刚的秦永平,迈进研习中药材原料和细料鉴定的大门。他大胆设想、小心求证,将"眼看、手摸、口尝、鼻闻"四大传统鉴别技法融合显微鉴定、理化检测等现代科技,开创"一货三验"验收标准和"显微鉴别+0.8cm过筛法",接连攻克冬虫夏草、牛黄等名贵药材鉴定难关,将2017年到库麦冬混有杂质、瘦小干瘪等质量危机化险为夷,以实际行动捍卫同仁堂这一老字号的业界招牌。

好人故事

秦永平(右二)正在检查药材。

"药材鉴别容不得半粒沙子,因为背后是患者的生命安全。"被称为药材界"钢铁防线"的秦永平,检测起杂质来绝不手软。即使在30吨(1000袋)薄荷堆成的药材山前,也没有改变他"每包必验"的坚持:拿着放大镜一捧一捧地细查,绝不错漏一株一苗,只为"连根拔起"隐藏其中的留兰香杂质,留在秦永平手上的不只有被检测出的"香",还有那一道道被封口的铁丝一次次划破的累累伤痕,也成为质检组新人们最好的"教科书"。秦永平凭借精湛的技艺和严谨的态度,累计检测中药材超3万批次,拦截伪劣品百余次,挽回经济损失千万余元,为企业筑起坚不可摧的质量防线。

作为"行走的中药百科全书",秦永平的贡献远不止于此。他深知这门手艺的"传承"对企业荣辱、行业发展意味着什么。2022年挂牌成立的"秦永平中药材质量检验首席技师工作室",现已成为同仁堂培养中药质检人的"黄埔军校"。他将自己丰富宝贵的药材鉴别经验毫无保留地传授;以多年积累和独到见解精心打造"理论讲解+实物辨识+实践带教"三维培养体系,为行业输送3名技术骨干,其中两人在全国中药传统技能竞赛中斩获佳绩;创设中药材标本室,那些陈列在31组展示柜中的500余种中药材标本,是鉴别真伪的"活标尺",也是学徒们打开中医药宝库的"金钥匙",绽放着历久弥新的赓续之美。

先后荣膺"北京市工业系统工人技术能手""第三届全国中药传统名堂职业技能竞赛同仁堂选拔赛优秀评审"等多项殊荣的秦永平,最看重的仍是工作室墙上挂着的那幅字:修合无人见,存心有天知。他让古老的中医药学在新时代焕发出蓬勃生机与活力,身体力行推动传统技艺薪火相传,成为新时代中医药高质量发展的生动实践典范,是激励着无数中医药从业者奋勇前行的先锋楷模。

火箭院大型油箱晃振试验助力国产直升机适航验证

本报讯(通讯员 陈奕君)近期,中国运载火箭技术研究院(简称火箭院)成功完成AC313A直升机燃油箱晃振适航验证试验。此次试验是国内首次完成的大型无支撑燃油箱晃振适航验证试验,填补了国内1000L以上大型油箱晃振试验的行业空白,为我国通用航空装备、应急救援直升机等规模化应用保驾护航。

本项试验为振动和晃动复合试验,是为了验证燃油箱是否能承受运行中可能遇到的各种振动和晃动载荷而不发生泄漏,满足《运输类旋翼航空器适航规定》(CCAR-29-R2)要求。通俗点讲,这项试验是为了验证直升机燃油箱的结构强度(够不够结实),测试它在极端条件下能不能不损坏、零漏油。试想下,直升机在空中飞行时,燃油箱一旦漏油,后果将不堪设想。因此,本项试验对确保直升机的安全性至关重要。

试验中的燃油箱为容积约1245L的橡胶油箱,试验时要往油箱内充入2/3有效容积的水介质,燃油箱(含水介质)和油箱舱总重量达1.3T。"这么重的大块头来回晃动,产生的惯性力巨大,试验难度极大。一开始,我们采用传统传动方式进行试验,发现传动装置特别容易打滑,晃动角度不稳定。经过研究讨论,我们决定通过伺服液压作动器和电动振动台同时激励,模拟直升机各种晃动和振动耦合工况开展晃振试验。这种方式应用到大型油箱的晃振试验,在国内尚属首次。"火箭院北京强度环境研究所所属瑞莱公司该项目团队负责人毛凯介绍。

试验过程中,团队争分夺秒,调试设备、精准控制晃动力度、时时监测油箱状态、反复验证数据……历时两周,最终交出了令用户满意的答卷,成功完成试验。

后续,团队将持续深化核心业务能力建设,以探索创新的进取姿态主动作为,为助力民生福祉提升作出更大的贡献。