

意念操控 从梦想照进现实

探访全国首个脑机接口临床转化病房

脑机接口是生物智能与机器智能深度融合的前沿技术，已成为全球科技竞争的新热点。今年更被视为中国脑机接口技术正式步入临床的关键一年。

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

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，经过两个多月的训练，脑机接口技术让他感受到了科技“托举”的力量。

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，而是希望他们能重新拿筷子、扣扣子，甚至独立吃饭。”助理研究员柴晓珂说。

“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。整个过程大约需要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。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。

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了信心。

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，则聚焦在拓展适应症的疆域——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。”

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，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。

“仅仅五年前，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。”

相关链接

目前的脑机接口技术还能做些什么？

6月11日，华南地区首个专注于脑机接口技术临床研究的病房在南方医科大学珠江医院成立。珠江医院院长郭洪波介绍了该院在脑机接口领域的研究进展，如超声神经调控技术用于癫痫非人灵长类动物模型，率先开展无创超声迷走神经刺激治疗癫痫的临床研究，开发“多模态脑机接口系统”推动脑部疾病康复治疗技术突破等。她说，脑机接口技术快速从实验室走向临床，从概念验证走向实际应用，必将惠及广大饱受神经系统疾病困扰的患者。

据悉，目前该院神经功能外科团队联合科研机构开展了针对帕金森、癫痫、抑郁等病种的神经调控相关临床研究，有望为患者提供更为精准和有效的治疗方案。

综合北京晚报、经济日报、广州日报

