

我国侵入式脑机接口进入临床试验阶段

脑机接口被誉为“21世纪颠覆性的技术”。许多人对于它的了解,可能是从科幻电影开始的:一根数据线,将人类的大脑和机器连接,凭借意念实现“随心所欲”。

近日,中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心(以下简称“脑智卓越中心”)等单位联合成功开展中国首例侵入式脑机接口的前瞻性临床试验。这标志着我国在侵入式脑机接口技术上,成为全球第二个进入临床试验阶段的国家。

技术创新带来应用前景

脑智卓越中心研究团队研制及生产的神经电极,是目前全球最小尺寸、柔性最强的神经电极,截面积仅为国外同类产品的1/5到1/7,柔性超过百倍,最大程度上降低了对脑组织的损伤。

该超柔性神经电极具备高密度、大范围、高通量、长时间的稳定在体神经信号采集能力,已相继完成在啮齿类、

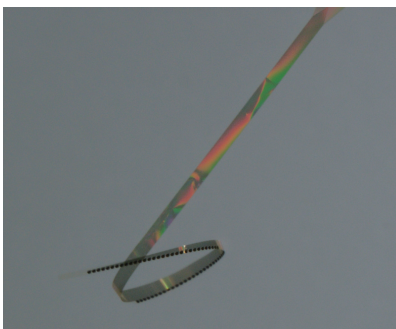
非人灵长类和人脑中长期植入及稳定记录验证,为植入式脑机接口前端电极组织相容性差和信道带宽窄的关键瓶颈,提供了开拓性的解决方案。

团队研发的侵入式脑机接口系统可以长期稳定采集到单神经元Spike信号的脑机接口系统。其毫秒级、单神经元水平的神经信号捕获特性,为应用提供了良好的神经电

信号数据基础。

在手术友好程度方面,植入体直径26毫米、厚度不到6毫米,是全球最小尺寸的脑控植入体,仅硬币大小。

有别于国外同类型产品,该侵入式脑机接口系统可通过较少数量的植入电极实现相似的控制水平,能够提高患者获益风险比。



超柔性电极尺寸极小



脑控植入体,仅硬币大小

实时在线解码算法让患者“随心所欲”

实时在线解码是脑机接口技术的关键环节。系统需在十几毫秒窗口期内,完成神经信号的特征提取、运动意图解析及控制指令生成全流程。

研究团队通过自主研发

的在线学习框架,创造性实现了神经解码器的动态优化。

该解码框架采用参数自适应调节机制,协调解码器优化和神经可塑性,突破传统静态解码模型难以适应神经信

号时变特性的局限性。

结合柔性电极信号采集稳定性优势,实现了低延迟、高鲁棒性、稳定的实时在线运动解码。

兼具安全性和功能性

在此前的动物实验中,侵入式脑机接口系统被植入到猕猴运动皮层的手部和手臂功能区,系统持续运行稳定,未出现感染和电极失效的情况。

经过训练,猕猴实现了仅

凭神经活动控制计算机光标运动,还能完成目标引导下的脑控打字。

在平稳运行一段时间后,猕猴的植入体被手术安全取出,并更换新植入体在同一个颅骨开孔位置完成二次植入。

术后系统持续运行稳定,同样未出现感染和电极失效的情况,猕猴快速适应新系统并流畅实现脑控光标。

该手术的顺利完成验证了植入体通过二次手术升级换代的可行性。

有望让患者“重获新生”

受试者是一位高压电事故导致四肢截肢的男性。

在为受试者进行手术前,研究团队采用了功能磁共振成像联合CT影像技术,重构了受试者专属三维模型与人脑运动皮层的详细功能地图以确保植入位置的精确性。整个手术过程精确到毫米级别,最大限度地保证了安全性和有效性。

自2025年3月植入该脑机接口设备以来,系统运行稳定,术后至今两个多月未出现感染和电极失效的情况。

仅用2周至3周的训练,受试者便实现了下象棋、玩赛车游戏等功能,达到了跟普通人控制电脑触摸板相近的水平。

下一步,研究团队将尝试让受试者使用机械臂,使她可以在物理生活中完成抓握、拿

杯子等操作。

后续还将涉及对复杂设备进行控制,例如对机器狗、具身智能机器人等智能代理设备的控制,从而拓展受试者的生活边界。

未来,该侵入式脑机接口系统有望显著改善百万完全性脊髓损伤、双上肢截肢及肌萎缩侧索硬化症患者群体的生存质量。



无线侵入式脑机接口系统前瞻性临床试验手术现场

相关报道

广东首个脑机接口研究病房揭牌成立

目前,我国脑机接口技术已正式进入临床应用阶段,广东也正在不断开展探索。

广东首个脑机接口临床研究病房于6月11日在广州揭牌成立。该病房将围绕脑机接口开展科研攻关、临床试验,并推动相关科技成果转化,加速脑机接口技术从实验室走向临床。

脑机接口是脑或神经系统与具有计算能力的设备之间,创建用于信息交换的连接通路,实现信息交换和控制。人工智能与数字经济广东省实验室(广州)常务副主任李远清表示,脑机接口技术应用前景广阔,尤其是在药物和手术难以治愈的疾病领域,适用于肢体残障、脊髓神经损伤、中风瘫痪、老年失能、渐冻症等肢体障碍人士。

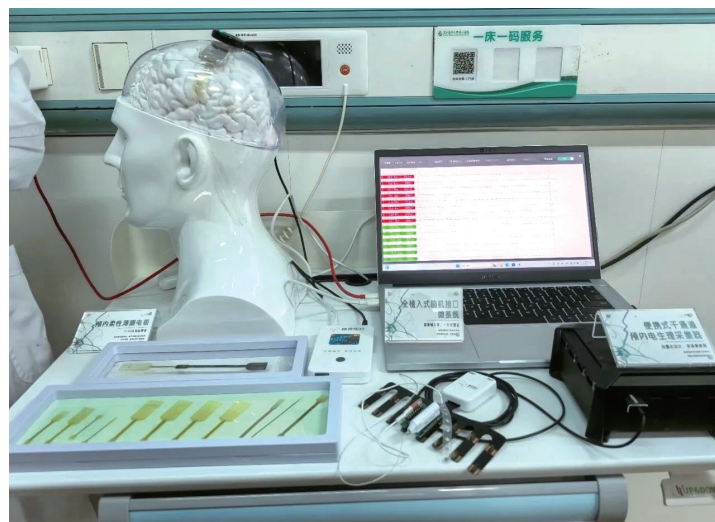
广东首个脑机接口临床研究病房下设5个病区,涵盖脑功能障碍、意识障碍、运动障碍、听觉障碍及神经退行性疾病等领域。在运动障碍脑机接口病房,一位因脊髓损伤无法行走的患者,头戴无创脑电帽,在外部设备的辅助下锻炼行走。患者正在运动障碍脑机接口临床研究病房接受康复训练。

南方医科大学珠江医院康

复医学科主任吴文解释,脑机接口通过头皮电极接收并解码脑电信号,利用视频及指导语引导,把“运动想象”变成操作指令,指令驱动外部设备(如机械外骨骼)或直接刺激脊髓、腿部神经,带动肢体活动或触发肌肉收缩,完成行走动作,从而促进患者下肢功能的恢复。这一技术为脊髓损伤、中风等患者提供了重新站立行走的可能。

南方医科大学珠江医院副院长张宏征表示,目前,脑机接口技术已应用于癫痫、中风后偏瘫、意识障碍(如昏迷或植物状态)、听力障碍(包括耳聋和耳鸣)等疾病的治疗研究。例如,迷走神经刺激治疗癫痫和卒中后肢体运动障碍显示出良好的效果;采用无创脑机接口技术,通过外骨骼设备辅助患者进行肢体运动康复,显著提升了康复效率;利用侵入式脑机接口进行神经刺激和功能调控,为癫痫和运动障碍患者带来了新的希望。

张宏征称,脑机接口技术的应用前景广阔,随着研究的深入和技术规范的完善,脑机接口的安全性和隐私保护也将得到进一步保障。



脑机接口临床研究病房的相关设备

图源广东卫生在线