

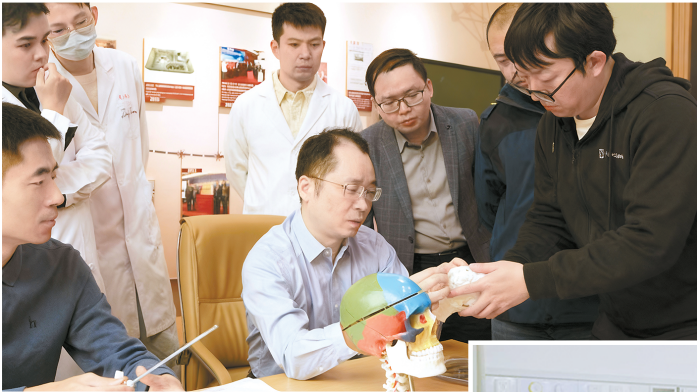


国内首款全无线脑机接口“上海造”，让瘫痪患者实现意念操控

本报记者 郢阳

加载大脑外挂 重建生命链接

虎科技团队就首例“三全”脑机接口临床试验进行深入研讨
▲ 华山医院毛颖、陈亮教授团队与脑



▼► 脑虎科技创始人兼首席科学家陶虎(右)与患者(通过脑机接口意念控制)游戏对战



创新「中国方案」

远离大脑的内置电池

患者的手术,是今年10月30日进行的。所谓的“三全”,指的是全植入、全无线、全功能。

“产品将所有核心模块完全植入体内,体表无任何线缆接口,从物理层面根除了传统外露系统易导致感染的风险。”陶虎介绍,“同时,集成了无线供能与无线数据传输功能,患者使用时,彻底摆脱体外设备的束缚,可以‘全场景’应用。”

让人没想到的是,脑虎科技创新性地将电池模块放在了胸口皮下。“大家都有给手机充电,手机会发烫的体验。当有这种感觉的时候,手机升高的温度就有几摄氏度甚至十几摄氏度了。”陶虎打比方说,“但大脑温度升高超过2摄氏度,就会造成休克。”

大洋彼岸,马斯克的Neuralink也遇到了相同的问题。他们的解决方案是:电池还是放在脑袋里,采用有损数据的传输方式,用牺牲数据的代价,换取电池的温度在安全的范围内。

“我们让发热单元远离大脑,植入对温度更耐受的胸部皮下,在系统安全性上实现了显著提升。”陶虎告诉记者。脑虎科技还考虑到,将来一旦有升级维护的需要,“开胸手术”显然比“开颅手术”更能让患者接受。

值得一提的是,“全无线”,是企业在研发过程中,患者和家属反复提出的期待。脑机接口若只能依赖外部电源,那只要“断电”,人也会跟着“没电”了;将电源内置,在术后康复及日常生活中,患者不用“拖着一根辫子”,真正实现了行动与尊严上的“无线自由”。

陶虎介绍,这款产品所用的皮层柔性电极,不直接插入大脑,对病人的短期损伤和长期稳定都有较大提升,还可以覆盖到更高级的语言功能区。



■ 脑虎科技的脑机接口产品
本版图片均由受访者供图

从开机到驾驭

意念操控实现「手随脑动」

术后1天转入普通病房,术后5天首次开机就成功实现意念操控;经过系统训练,标准测试中的脑解码速率达到每秒5.2比特,与国际顶尖水平相当……数字不会撒谎,脑虎新一代脑机接口产品,体现出了良好安全性和优良性能。

“患者可以意念操控‘马里奥赛车’电脑对战,‘贪吃蛇’多人线上对战等电子游戏,并能获胜。他可以通过气囊手控制自身每根手指,还能灵活脑控人形机器人。”复旦大学附属华山医院院长毛颖教授介绍。

“抢金币的游戏,我是玩不过他的。”陶虎笑着说。就玩游戏的操作来看,基本原理是大脑产生信号,通过中枢神经再到外周神经,控制外部肌肉;而用脑机接口这一“外挂”,便可“手随脑动”,没有“中间商”耽误时间,从这一角度看,陶虎的落败,也在情理之中。

“目前,充电两小时,可以维持患者一天的训练量。”他告诉记者。对于产品充电能力的评判,业内认同的底线是:充电时间不能比使用时间还要长。当前,患者进行的,还都是比较温和的训练,上下午各一小时;但这位28岁、瘫痪8年的小伙子在尝到甜头后,主动提出,训练时间可以更长一些,游戏难度也可以更高些。

当我们再把时间线推回手术台,脑机接口手术,让人一听就觉得是台复杂的、极具挑战性的、耗时很长的“拉锯战”。然而,毛颖却说,这是一个“小手术”。

“神经外科手术,历经了巨创,来到微创,现在接近于无创了。我们拥有神经导航技术,可以在亚毫米级——即1毫米以内的准确率,找到病灶,这让手术变得非常安全。”毛颖解释,脑机接口,看似要在大脑里植入“异物”,可事实上很多病人身上都有生物相容性的异物。这些“植入物”经过几十年的临床,已然证明了可以和大脑“和平相处”。

“此外,每一台植入手术,都经过了极其严苛的伦理论证,包括患者的适应证和材料的安全性等。”毛颖补充道。

解决真实痛点

脑机接口不只是「炫技」

接受脑机接口手术的患者,都会靠打游戏来证明康复效果。这是“炫技”,还是说,新一代脑机接口定义的“康复”,已超越了传统“恢复基本运动功能”的范畴,正朝着“重建有意义的生活与社交参与”这一更广泛的目标迈进?

上海交通大学医学院源申康复研究院院长、同仁医院康复中心主任单春雷说,现代康复医学的目标,本身也不局限于运动功能的恢复,还包括患者的认知功能、语言功能,乃至情感心理和日常的社会交往。

“通过脑机接口技术,的确能加快受损的神经环路的重塑。他们能实现打游戏、够取物品、和人交往。”单春雷表示。

两年前,单春雷在中国康复医学会牵头成立了“脑机接口与康复专委会”,纳入康复医师、脑机接口科学家,以及神经科学、语言学、心理学和计算机科学等专家,目的有两个:康复医师及时了解脑机接口技术的现状;让脑机接口研发者了解患者有什么需求,帮助产品真正落地。

在采访中,陶虎向记者讲述了一个故事:前两天,他在一个渐冻症病人的病友群里沟通,大家都对脑虎科技的新成果非常感兴趣,连连发问,这个产品能用到渐冻症患者身上吗,有几家医院在做临床了?

不难理解,从现代医学角度来说,想让人“活着”,上呼吸机就好了。可对于渐冻症患者来说,丧失了运动功能,靠呼吸机活着,这是“没有尊严地活着”。“对于企业来说,患者非常触动我们的一句话是‘哪怕只有1%的希望,我们也愿意尝试’。”陶虎说。

在人工智能飞速发展的当下,两个“分支”备受瞩目:具身智能和大语言模型。巧的是,脑机接口就是和它们分不开。“具身智能,不管是机器人、机械臂还是无人车,都是要运动控制的,而患者可以通过脑机接口来控制这些。”

值得一提的是,脑虎科技的广域多点采样架构,为AI大模型提供了更丰富、空间特征更明显的原始神经信号,有利于训练更强大、通用的解码算法。

当天的论坛上,陶虎的一席话,赢得了在场观众的掌声:所有技术路径的选择与功能场景的开发,都是以解决患者真实痛点为导向。从意念操控实现手指细微动作,到控制轮椅移动;从在线游戏重拾社交乐趣,到通过人形机器人完成日常基础任务——每一个功能的实现,都是对患者生活尊严一寸一寸的收复。“我们坚信,脑机接口不应是炫技的工具,而应是连接生命与希望的桥梁。”陶虎说。

穿越「喇叭口」

回归临床造福患者

毛颖透露,现阶段非常重要的,是要把脑机接口的定义、将来可能遇到的各种问题,以标准的方式确定下来。当然,无论从国家抑或是市级层面,还是就医学界,都在积极推动标准的落地,但“一项标准不可能在任何时候都是完美的,我们要根据发展不断更新”。

“我们只走了非常小的一步,在当下脑机接口的风口中,一定要保持冷静。”毛颖指出,将来脑机接口会是一个瓶颈样的“喇叭口”,当前大量脑机接口科学家、企业都在朝“喇叭口”集聚。从现在来看,这个“喇叭口”便是临床应用场景。从医学角度看,这个“瓶颈口”非常严格,“1000家脑机接口公司涌向‘瓶颈口’,能挤出去的,没几家。”

脑机接口汇聚了多项前沿技术,且需求迫切,发展是大势所趋。“当前百舸争流的态势有利于技术进步,最终必须回归临床、造福患者这一根本目标。”毛颖说。

脑机接口,医产学研结合尤为为重要。今年,全国首个脑机接口集聚区在上海启动建设,集聚区离华山医院虹桥院区不到500米,“医生可以直接把临床上遇到的问题告诉产业界的研发人员;产业界研发人员也可以走进手术室或来到病人床旁,更直观感受临床应用。”

“脑机接口的发展,最终会走向‘非侵入式’吗?”这个问题,所有人都关心。

“从惠及大部分人的角度来看,非侵入式一定是最佳状态。现在迫不得已的时候,我们只能采取侵入式,在技术向前推进的时候,我们会将对病人的损害做到越小越好。”毛颖表示。

“老百姓都懂一个基本逻辑:‘能吃药就别开刀’‘能开小刀就别动大刀’。可是现在,一些‘浅尝辄止’的技术没有办法解决问题,所以只能做有创的。”陶虎如是说,“但脑虎科技正在弄清楚一些问题:侵入式和非侵入式之间的信号关联性是怎么样的?两者的能力边界分别在哪儿?这些对未来脑机接口的发展非常重要。”

单春雷认为,侵入式意味着要开颅。手术都伴随着风险,侵入式的价格也更昂贵,所以说侵入式是有一定选择范围的——那些严重瘫痪尤其是四肢瘫痪、严重构音障碍或其他严重功能障碍的,他们有尽快康复的意愿,经济能承受,而非侵入式的脑机接口无法帮他们达到目标,“两种路线不矛盾,是根据病人病情和需求来选择的。”