

聚焦植入式神经调控技术②



从倒水到写字：脑机接口又进化了

本报记者 陈静文

植入国产微创脑机接口系统后，经过1个月的系统辅助下个性化康复训练，40岁的脑卒中偏瘫患者朱先生给了医疗团队一个惊喜——他原本瘫痪无力的右手，不仅能完成手指抓握、倒水等简单动作，还能稳健持笔并书写文字。在一张便签上，朱先生笔画颤抖地写下两行感谢，又在落款后特意补上了“脑机接口”4个字。这一案例显示，脑机接口系统在临床康复中已不再局限于运动意图识别，而是开始应用于更复杂的精细运动控制训练。

该案例是“脑机接口技术用于脑卒中后上肢运动功能辅助重建研究”项目，由解放军总医院第一医学中心神经外科医学部主任张剑宁教授团队主导。依托“脑机接口与脑疾病神经调控北京市重点实验室”平台，该院神经外科医学部将继续深入分析患者康复过程中的电生理数据特征，持续优化针对精细运动规划的解码序列，通过更加标准化的康复干预方案，帮助更多神经损伤患者从“恢复功能”转向“回归生活”。

从抓握到书写的跨越

脑卒中后偏瘫是脑卒中常见的后遗症之一。我国每年新增脑卒中患者超200万，其中约70%—80%的患者会遗留不同程度的上肢运动功能障碍，多数患者在常规康复治疗后仍难以恢复理想的运动功能。手术前的朱先生，就处于出血性脑卒中后的慢性期，病程超过两年，右侧上肢存在显著的运动功能障碍，无法完成主动抓握、抬举等动作。

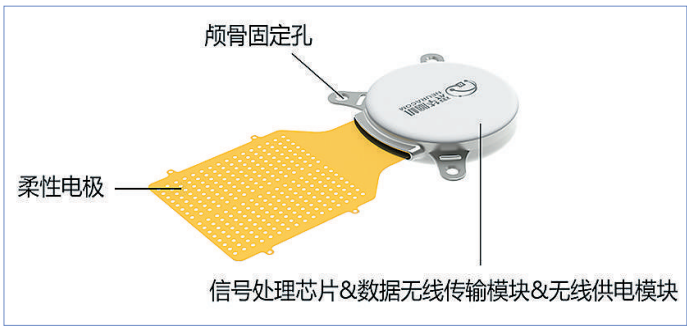
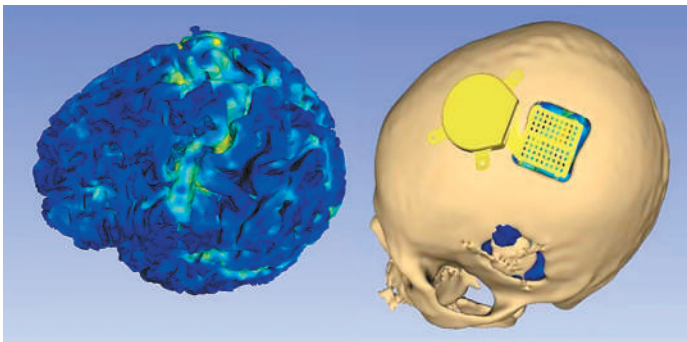
而植入式神经采集刺激系统作为新型脑机接口技术，可经硬膜外微创植入高密度多通道柔性电极阵列，采集并解码神经电信号以控制外部装置，助力上肢运动功能的辅助重建。

张剑宁介绍，朱先生是从400多名患者中挑选出来的合适受试者。他的皮层脊髓传导束虽有结构性损伤，但大脑皮层运动区的基础生理功能相对保留。换言之，大脑这个“人体指挥部”仍能产生运动意图，只是向下传出的“电话线”断了，这是脑机接口发挥作用的前提。

本案例采用的脑机接口系统，属于半侵入式植入系统。张剑宁教授团队中的副主任医师张艳阳、惠瑞通过微创开颅，根据高精度核磁共振与神经导航系统进行靶点的三维定位，将柔性薄膜电极阵列贴附于患者的初级运动皮层硬脑膜表面，在不破坏正常脑组织物理结构的条

件下，获取到了可用于中重度损伤解码的信号维度。

解放军总医院第一医学中心神经外科医学部功能神经外科主治医师赵虎林告诉记者，相对而言，非侵入式脑机接口（如脑电帽）虽然无创，但信号空间分辨率受限；全侵入式脑机接口（如微针阵列）信号保真度高，但电极需刺入脑软膜内，伴有相对较高的微小出血与远期组织排异风险。因此，在一定程度上，半侵入式技术路径是在手术安全性与临床康复获益之间寻求的



术前功能定位和脑机接口系统植入位置建模。

性脑机接口植入系统。本案例使用的国产微创采

医学平衡点。

术后康复阶段，经治医生丁瑜负责指导朱先生佩戴特制的气动手套，并在头皮相应位置贴放硬币大小的磁吸式收发线圈，然后开展运动想象：“想象自己正在握拳、张开。再握拳，每个手指均匀用力，再张开……”

那枚硬币大小的收发线圈，是植入系统的数字化旁路，一边为患者皮下芯片无线供电，一边把采集到的高频神经信号实时传至后台解码。计算机软件判明运动意图后，立刻向气动手套发出指令，辅助手指完成抓握，形成“意识识别—设备响应—感觉反馈—强化皮层运动记忆”的闭环训练。张剑宁强调，这套系统从电极、芯片、算法到系统全栈自主研制，能够清晰“读懂”运动意图，配合智能外骨骼等外部设备，为患者提高生活质量。

最初的治疗目标比较克制——恢复手部粗大运动，也就是手指能够开合、进行简单的抓握。随着训练深入，朱先生逐渐脱离手套辅助，实现自主抓握，现在已能握着勺子吃饭。

“训练几周后，朱先生突然给我发了一张照片，是他用右手写的字。”丁瑜告诉记者，“虽然歪歪扭扭，笔画有很多毛刺，但他的个人康复意愿很强，很有毅力，之后每天都会练习写字。”

据了解，与术后早期的初步功能恢复不同，现阶段的康复重点在

于对复杂、协同动作的精准重构。书写作为一项涉及多组小肌肉群协调及力量精细调控的活动，对脑机接口系统的信号质量和实时算法提出了极高要求。凭借硬膜外柔性高通道电极获取的高信噪比神经信号，系统对患者书写意图的实时解码准确率稳定在95%以上。

高精度的信号解析，支撑着患者从简单手指开合，迈到了连续笔画书写。尽管穿衣、洗漱这类需要多关节空间协同的复合动作仍是待解难题，但本例随访数据为加速神经回路重塑提供了电生理层面的基础，意味着陈旧性损伤患者依然具备神经功能再造的潜能。

脑机研究 百花齐放

专家表示，脑机接口中的应用图景日渐清晰：近期重在功能重建，帮卒中、脊髓损伤患者重建运动能力；中期聚焦疾病调控，针对帕金森病、难治性癫痫、阿尔茨海默病等脑疾病开展精准神经调控；远期则探索“强脑”与脑机融合，提升特殊作业环境下的效能。

当下的国内脑机接口研究格局是什么样的？用张剑宁的话说，“百花齐放、百家争鸣”，且不同层级医院定位各异：基层医院多直接引进成熟外骨骼等设备做康复应用；以解放军总医院为代表的平台型医院，则依托重点实验室做脑网络解析与电极算法研发。

技术路线上，非侵入、半侵入、侵入3种路径并行。具体范式包括“镜像”训练（好手带动患手）、视觉/听觉诱发、外骨骼意识驱动等，各有适配场景。

路径各异，发展节奏也不同。与欧美相比，张剑宁认为，中国在脑机接口领域的从业规模和应用落地速度上占优，但早期芯片架构与底层算法积累不及对方，各有优劣。

面对快速发展的脑机接口技术，张剑宁有两句话想说给公众听。第一，莫盲目跟风。每项技术都有适应症，想植入脑机接口系统的患者需前往专业医院，接受CT、磁共振、量表、步态、生物标志物等一整套评估，由医生权衡获益与风险。

第二，不必妖魔化新技术。门诊里，他遇到过几名患者，支开其他人，神秘兮兮地说自己“睡觉时被人植入了芯片，思维被人控制了”。张剑宁指出，这属于认知误区引起的幻想。脑机接口是修复神经

通路的工具，不是窥探思想的“读心术”，出现心理问题还需找心理医生。

神外医生是怎样炼成的

求学时期，张剑宁的导师这样概括神经外科的特点：“诊断难死人，手术累死人，效果有时气死人。”一句略带调侃的行话，道尽了这门学科的凶险与未知。从医40年里，张剑宁接诊过成千上万名患者，深知每一次诊疗决策的分量。

印象最深的一次，是为一名男孩“脑海捞针”——这并非比喻。那名男孩上高中时偶然查出严重脑积水，回溯病史才发现，儿时打闹时被同学从凶门扎进3根针，遗留在脑内多年，周边都已生锈。但男孩学习生活正常，无明显不适，团队评估后选择暂不取出，继续观察。

这个案例是在脑结构中寻找实体的“针”，但更多时候，神外医生是在错综复杂的神经网络间，寻找隐匿的病源与异常的传导通路。



张剑宁正在进行手术操作。

“神经系统是人体的司令部，病灶周围全是功能区 and 血管，差之毫厘，影响的是患者一辈子。”张剑宁说，神经外科未知多、挑战大，责任重千钧。

回顾从医路，他坦言年轻时总想追求技术完美，后来逐渐开始注重保护患者自身的机体功能，对生命的敬畏随着年龄增长愈发深沉。“外科医生好像越来越胆小，或者说，慎终如始。”张剑宁感慨，这份谨慎，源于每一个医疗决策背后沉

甸甸的家庭重托。

在解放军总医院第一医学中心的外科大楼里，像丁瑜这样的年轻医生们正是沿着这样的传承成长。他们总是步履匆匆，跟着上级医师查房、询问病史、书写病历、协助手术、换药拆线、指导患者康复训练，日复一日地积累着基本功。

谈及技术迭代，张剑宁的态度十分乐观。从医44年，他亲历了神经外科诊疗手段的三次更迭。早年靠气脑造影、颈部穿刺脑血管造影，手术如同“在黑屋里找门”；后来CT、磁共振普及，术中有了立体定向仪辅助定位；如今神经导航、显微镜、内镜、手术机器人同台协作，刀尖位置实时显示在屏幕上。“临床经验固然重要，但主观判断需要客观数据校正。”张剑宁表示，“面对新技术，医生必须敞开胸怀，与时俱进。”

技术革新代替不了人与人的沟通。真理解，才能少误解。方案和风险讲述，不偏不瞒，医患共同决策，是脑机接口等前沿技术应用的必经环节。

“‘以患者为中心’不是一句空话。”张剑宁说，“所谓真诚，就是真为一个好人好。什么是好？医生说了不算，患者说好才是真的好。”

（解放军总医院第一医学中心神经外科医学部张智发医生对本文亦有贡献）

致敬医师 医患携手防癌抗癌

本报北京电（舟游）8月19日第九个中国医师节之际，“中国健康知识传播激励计划医师节肿瘤防治专题访谈”在北京举办。多位医学专家围绕卵巢癌与结直肠癌的预防、筛查、治疗及患者管理展开讨论，向奋战在肿瘤防治一线的医务工作者致敬，并向公众发出科学防癌、主动筛查的倡议。本次访谈由中国健康促进基金会主办，并得到先声再明的公益支持。

1/3 癌症可预防，早筛早诊是关键

中国健康知识传播激励计划发起人孔灵芝表示，我国每年新发癌症病例数超过510万，每死亡4人中就有1人与癌症相关。但世界卫生组织早已明确，1/3的癌症可通过消除危险因素预防，1/3可通过筛查早期发现，1/3可通过规范治疗控制。

她列举了多种可改变的癌症危险因素，包括行为因素如吸烟、缺乏运动，饮食因素如蔬菜水果摄入不足、膳食纤维缺乏，代谢因素如肥胖、糖尿病，环境因素如PM2.5暴露，以及感染因素如幽门螺杆菌、乙肝病毒、人乳头瘤病毒等。主动改变这些可控因素，可预防或延缓癌症发生。

卵巢癌发病隐匿但可防可治，新进展助力治疗

卵巢癌发病部位深藏腹腔、早期症状缺乏特异性，多数患者确诊时已属晚期，目前仍是妇科肿瘤中的“第一凶癌”。中国医学科学院肿瘤医院妇科主任李斌提示，腹胀、腹部不适、体重下

降等非特异性表现，都可能是卵巢癌的早期信号，但易被忽视或误认为消化系统疾病。他建议日常体检中重视盆腔B超与肿瘤标志物CA125检测，有卵巢癌或乳腺癌家族史的女性主动进行遗传咨询和基因检测。

李斌表示，卵巢癌的治疗目标正向慢病化管理转变，通过长期规范治疗实现带瘤生存、提高生活质量。在应对卵巢癌耐药这一核心难点上，新药研发不断取得突破。结合ADC靶向化疗、新一代的苏维西塔单抗等多维度治疗，医生正一步步把耐药患者重新转化为敏感患者，进一步延长患者生存时间。

更早重视结直肠癌筛查，超低位保肛术让更多患者获益

海军军医大学长海医院肛肠外科主任张卫介绍，结直肠癌从息肉发展为恶性肿瘤通常需5至10年，这为早期阻断提供了窗口。但肠癌一旦进入恶性肿瘤阶段，近半数患者会出现肝转移、肺转移等严重情况，必须高度重视。

张卫指出，结直肠癌的高危人群包括有家族史者、既往有肠息肉或炎症肠病者、肥胖及缺乏运动者。公众应关注便血、大便秘结改变、不明原因贫血等预警信号。建议有家族史或相关症状者在45岁甚至更早开始筛查——肠镜是结直肠癌筛查的“金标准”，不仅能发现病变，还能在检查时同步切除癌前息肉。

在治疗新进展方面，张卫介绍了其团队荣获2025年度中华医学科技奖二等奖的“直肠癌全程诊疗体系优化和推广”项目。该体系使超低位直肠癌患者

的保肛率达92%，部分患者甚至可在严格评估后保留肛门功能。此外，通过放疗、化疗联合免疫治疗，更多局部晚期患者有望实现保留肛门和直肠的同时达到肿瘤消退。对于不可切除的肠癌肝转移晚期患者，包括国产创新靶向药物的合理运用，也能帮助更多患者争取转化机会，改善生存预后。

“爱医师就是爱我们自己”

访谈中，专家们分享了自己从医经历中难忘的故事和感受。

李斌分享了从医30余年间一位北大老教授的抗癌故事——该患者历经4次大手术，却始终看到北京大学下一个10年华诞为精神支柱，最终从期盼“3年生存”走到了见证北大双甲子华诞。李斌说：“这位患者不仅激励了无数病友，也深深激励了我。抗癌路上，医生与患者、家属乃至全社会都在携手同行。”

张卫将肿瘤治疗比作团队协作：“临床医生、预防工作者、药物与器械研发者都是战友，大家手中的武器越多越好，合作越紧密越好。”

“爱医师就是爱我们自己。”健康知识宣传员白岩松表示，医师与每个人的生活都息息相关，因为生老病死都离不开医师的护佑。

孔灵芝向医师表达了谢意和敬意，分享了农村和城市癌症筛查项目的重要作用。她表示，许多医师在癌症预防时甘做“隐形人”，默默推动早防早筛工作；在检查诊断时做“细心人”；在治疗中为患者做“撑伞人”，公卫医师和临床医师共同完成了“健康所系、生命相托”的承诺。

爱吃糖的小孩长大了，甜食配方怎么改？

陈静文

新视野▶▶▶

前几天，“旺旺最大的对手竟是糖”登上微博热搜。起因是国民级零食品牌旺旺遇到经营危机，集团董事长坦言症结在于依赖拳头产品，一直未能创新求变。

翻看评论区，呼声最高的几条是“旺仔牛奶太甜了”“能不能出低糖版”——不是不爱，是当年的小孩长大了，而有些配方还没跟着长大。随后，品牌迅速推出“听劝版”饮料，低糖、低脂、高钙。

企业经营承压固然有多方面原因，外部面临渠道分流、品类老化、消费场景迁移的冲击，内部又受产品迭代、研发投入、营销转型等多重现实约束，各有各的账，但网友不约而同盯上“糖”这个点，值得单独拎出来聊。

从两方面看。

消费端，网友喊话，显示出健康诉求正引领消费趋势。艾媒咨询《2023年中国无糖饮料行业研究及消费者洞察报告》显示，控糖、配料表干净程度已挤进饮料消费决策前排，无糖饮料从小众选择变为新基本盘。想喝“小甜水”时，“0糖”饮料、无糖可乐等成了越来越多人的选择。从只管入口痛快到理性克制，人们并没有戒掉快乐，只是喝法换“轻”了。大众健康和体重管理意识的提升，推动着消费逻辑的整体转向。

人为什么偏爱甜，又为何怕“太甜”？在自然界，甜味往往意味着能量充足，祖先靠寻甜果腹，这种偏好刻

进了基因。糖类是人体最主要能量来源，提供生命活动一半以上能耗，并非洪水猛兽。问题出在“量”上。

世界卫生组织发布的《成人和儿童糖摄入量指南》建议，游离糖摄入应控制在总能量的10%以下，最好进一步降至5%以内；中国营养学会《中国居民膳食指南（2022）》同样指出，成年人每日添加糖摄入不超过50克，最好控制在25克以下。什么概念？就拿旺仔牛奶来说，245毫升的经典装，一罐下肚，添加糖含量约为24.5克，已经逼近理想线。公众不再买账，是情理之中。

而供给端，品牌虚心听劝，着力亡羊补牢。透过一家兴衰以小见大，健康消费趋势下，食品企业必须跟上时代、顺势而为——跟上的留下来，敢变的更领先。

放眼行业，从老字号到国际品牌，减糖减油减盐已成为共同动作：苏州稻香村低糖低脂烘焙中心研发的多款产品，曾入选中国食品工业协会发布的《食品工业营养健康行动标志性成果名录》，后续推出的糖醇糕点、低糖月饼等，实现了油糖双降；王致和研发腐乳低盐化技术，将减盐玫瑰腐乳的盐分比传统风味红腐乳降低了25%以上，淡口系列全豆腐乳降低约40%；大洋彼岸，可口可乐、奥利奥也推出零糖版本，被越来越多入装进购物篮。

可见，零食的“三减”早该从被动招接变成主动出招。不能固守祖传秘方吃老本，而要了解市场、关心消费者，以研发创新接住新需求——更新配料表，少放糖、油、盐，既满足口腹之欲，又护住肠胃和体重。懂味道，更懂人，好产品跟消费者之间的默契才会越来越浓。