

中国突破了脑机接口技术

四肢瘫痪患者用“意念”实现喝水

本报记者 熊建 赵竟凡

健康中国
奋发有为

老杨用戴着气动手套的右手稳稳握住水杯，拿起，喝水，再放下水杯。这个普通人习以为常的动作，在老杨身上却是“奇迹”——老杨因车祸四肢瘫痪且已卧床14年！

让老杨从瘫痪到实现“用意念喝水”，是脑机接口技术。

1月29日，首都医科大学宣武医院赵国光教授团队、清华大学医学院洪波教授团队宣布，全球首例植入式硬膜外电极脑机接口辅助治疗颈髓损伤引起的四肢截瘫患者行为能力取得突破性进展。案例中的患者正是老杨，他于去年10月接受

脑机接口手术。

几乎同时，美国Neuralink公司进行了脑机接口设备首例人体移植。当地时间2月20日，该公司创始人马斯克宣布最新突破：首位植入该公司脑机接口设备的患者已经能够通过大脑直接控制电脑鼠标。

远隔大洋，中美两国科学家几乎同时实现了这一看似科幻的技术突破。在马斯克脑机技术新闻刷屏之外，中国版的脑机接口技术有哪些特点？怎么运作？带着这些问题，本报记者在宣武医院采访了赵国光教授团队。

的气动手套、控制电动轮椅、开关电视机，这些动作都可以通过意念掌控。”

经过3个月居家康复训练，老杨能够通过脑电活动驱动气动手套，实现自主喝水等脑控功能，且抓握准确率超过90%——这就是本文开头的那一幕。而患者脊髓损伤功能性评分(ASIA)和感觉诱发电位测量等指标，也都有所改善。

脑机接口将造福更多患者

“我们特别感谢老杨，他第一个吃螃蟹，反映出旺盛的生命力和恢复健康的强烈愿望。”赵国光说，“通过脑机接口技术，老杨能在3个月内显著改善，无论对患者、患者家庭还是对医护人员、工程技术人员和设备厂家来说都令人振奋，激励我们更积极地去探索更多未知领域。”

未来脑机接口技术的应用场景非常广泛。通过记录和解读大脑信号，实现大脑和计算机之间的直接通信，不仅可以帮助渐冻症、脊髓损伤、癫痫等脑疾病患者康复，而且有望实现脑机融合智能、拓展人脑信息处理的能力，具有广泛应用前景。

以癫痫治疗为例，赵国光团队接待过一位15岁的女孩。她癫痫缠身12年，发作时右手剧烈抽搐，伴有整条腿痉挛，一个月发作高达700多次。赵国光介绍，通过把相应的装置和电极放入患者脑部，术后第一个月，癫痫发作减少到480次，第二个月骤减至57次，第五个月时停止发作。

等到这个女孩来复查时，由于疾病消除，整个人的状态好转了，医护人员差点没认出来。“能帮助患者解除痛苦，回归正常生活，这是我们当医生的最大幸福。”赵国光说。

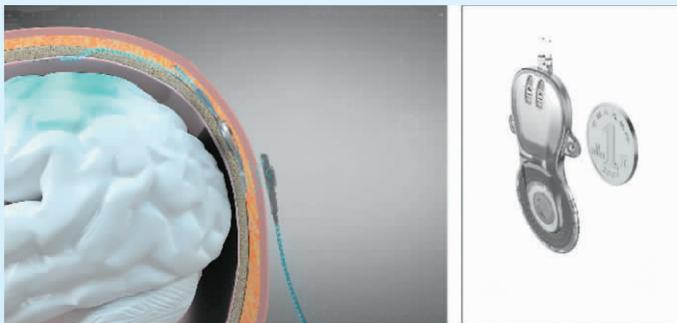
事实上，脑机接口概念提出至今已有50年。近年来，相关研究成为各国竞相研发追逐的热门赛道。赵国光表示，在这条赛道上，中国目前处于第一集团，发展非常快，“我们期待着0到1的原创，也需要1到100的飞跃；通过1到100、100到1000的数据分析，又能促进原创科技的发展。每一个赛道、每一个阶段，我们都要持续发力。”

在赵国光看来，正常人的活动，好比是大脑功能区的独唱，功能受损后，独唱的声音消失了。“脑机接口的出现，就是希望周边的人合唱起来，代替独唱，把乐章再继续演奏下去。”

为了完成好这个健康大合唱，中国技术团队将继续探索下去。



赵国光教授团队进行首例无线微创脑机接口植入手术。
本文配图均由首都医科大学宣武医院提供



无线微创植入脑机接口NEO系统及其体内机。

如果脑积液漏了，这个装置就会长期被浸泡，感染几率非常大，所以我们没有突破硬膜，而是在硬膜外‘施工’。也就是说，装置底下是一个包裹着重要脑组织的水囊，我们没有把水囊捅破，而是在脑膜表面采集脑信号，这就不会损伤脑组织。”赵国光说。

“在我们的系统中，给‘脑机’充电、信号采集都是无线的，所谓‘里应外合’。这样患者能够更快适应这种装置，既满足了记录的采样率，又保证能量的长期供给。”赵国光说。

第三步，埋好了处理器，能捕捉信号了，接下来的问题就是如何将脑信号“解码”成计算机语言。

成功接受手术10天后，老杨出院回家。居家使用时，体外机要隔着头皮，给体内机供电、接收脑内神经信号，再传送到电脑或手机上，最终实现脑机接口通信。



老杨通过无线微创脑机接口成功实现脑控抓握。

“我们遇到了无数毫秒级的电信号，就跟天书一样，不分析都不知道它代表什么。所以，解码非常重要。”赵国光说，“解成什么码？解成计算机能够听懂的话，就是0和1。解码后，就可以转换成各种生活场景，比如控制抓取物体

老杨的右手是怎么动起来的

所谓脑机接口，通常来说就是通过设备捕捉大脑内部的电活动，再创建一种直接通信路径，使信号把大脑跟计算机连起来，实现“意念控制计算机”。

听起来确实科幻，我们慢慢拆解。从技术上，要让四肢瘫痪患者老杨的右手动起来，需要分三步走。

第一步，处理器放在哪儿捕捉脑电信号？这就要为脑机接口处理器寻找落脚点。

2023年10月24日，赵国光教授团队和清华大学医学院洪波教授团队，共同完成了无线微创植入脑机接口NEO(Neural Electronic Opportunity)首例临床植入试验。

具体来说，就是将两枚硬币大小的脑机接口处理器，通过神经外科医生的操作，植入老杨颅骨中，成功采集感觉运动脑区颅内神经信号。

“这两个处理器各有4个接触点，总共8个接触点，放置在支配老杨右手的大脑运动区域上。”宣武医院院长赵国光解释，“怎么找到这个区域呢？手术前，我们通过对大脑功能的磁共振测定——无论是老杨的右手被动活动还是他意念想挪动的时候，磁共振测定会显示出大脑的激活区，这就让我们找到了它。”

这很不容易。“我们不打开包裹大脑的硬膜，还要准确地把每个接触点精准地放到感觉和运动区域，这需要手术有极为精准的导航性。因为你看不到大脑的皮肤，即便看到大脑的沟回，也很难识别。”赵国光说。

他打了一个比方：“这就好比我们走进足球场，有三四万观众同时喊加油，而我们要探测到第80排的某两个人在说什么话。况且大脑细胞何止成千上万，难度可想而知。”

第二步，区域确定了，怎么把装置埋进脑内？这就要选择适宜技术落脚。

找到激活区还不够，如何植入脑机接口处理器？与Neuralink的“心灵感应”技术不同，中国团队在无线微创方面实现了两大突破——

一方面，通过植入脑机接口NEO，将内机埋在颅骨内，电极覆盖在硬膜外，保证颅内信号质量的同时，不破坏神经组织；另一方面，它采用近场无线供电和传输信号，植入颅骨的体内机无需电池。“我们在设计上力求规避并发症。

加强健康产业发展的法治保障

林群丰

不久前，首都医科大学宣武医院与清华大学团队共同完成首例无线微创植入脑机接口NEO临床试验，将脑机接口处理器植入一位高位截瘫患者颅骨中，经3个月居家康复训练后，现已使其恢复自主喝水等脑控功能。

以脑机交互设备、基因治疗、AI辅助诊疗等为代表的健康产业，是形成新质生产力和未来发展产业中的重要内容，日渐成为影响人类健康服务的关键变量，对即将步入老龄化社会的中国具有深远意义。发展未来健康产业，不仅要精准“选种播种”，选准优势赛道加以支持，更要以坚实的法治保障悉心“育种育苗”，为产业发展保驾护航。

首先，加强未来健康产业领域知识产权保护。改革开放以来，商标法、专利法、著作权法等渐次颁行，为我国医疗健康领域的科技创新提供了有力支撑。虽然各国知识产权法已较为完善，但未来健康领域的科技迭代更新极快，相关知识产权保护也面临较多问题。如2022年科威克公司与德国生物新技术公司等关于mRNA疫苗的专利侵权纠纷；德康医疗公司和亚培公司关于小型皮下智能化血糖监测设备的专利诉讼，遍及英、美、德等多个国家。

工信部等七部门日前发布《关于推动未来产业创新发展的实施意见》，将未来健康产业确立为六大未来产业之一，强调要助推基因诊疗、合成生物、元宇宙、人工智能等前沿科技突破。通过加强知识产权保护，能够激励未来健康领域内企业和从业人员积极创新，实现技术突破并推动产业发展。

其次，规制未来健康产业发展中的风险。未来健康产业的发展也伴随着较多风险，如非法开展基因编辑、克隆胚胎等，不仅有悖于人类社会赖以存续的基本伦理，也可能对人体造成不可挽回的损害。

2016年瑞典科学家弗雷德里克·兰纳为研究人类基因调节早期胚胎发育的基本原理，对人类胚胎基因组实施了编辑。此后，又出现了将来经严格验证的基因编辑技术应用于辅助生殖医疗的案例，引起了广泛争议。

基因作为指挥人类身体细胞生长和死亡的生物分子，可以通过编辑来改变生物性状，并作为诊疗手段用于疾病诊断、预防和治疗。然而，基因本身极度复杂，不加规制的运用基因编辑等技术，不仅难以起到治疗效果，更有可能导致机体紊乱甚至危及生命。而且，滥用基因编辑、克隆胚胎等技术可能从根本上颠覆人类公平竞争秩序，威胁社会稳定。

我国《刑法修正案(十一)》增加了“非法植入基因编辑、克隆胚胎罪”罪名，用于规制非法从事人体基因编辑、克隆胚胎的犯罪行为，情节特别严重者处3—7年有期徒刑。此外，保险公司也可能利用AI诊疗等技术规避具有较高患病概率的用户，逃避潜在的赔付义务，这些都是应当强化法律规制的场景。

第三，为全民共享未来健康产业发展成果提供制度保障。健康产业发展是为了提升全体人民的生命健康质量。近年来，我国通过调整优化医保目录等方式，不断完善医疗保障法律制度，使广大人民能够共享未来健康产业发展成果。

2022年1月1日，经过国家医保机构与相关企业艰苦谈判，高达70万元/针的诺西那生钠注射液被降低至3.3万元并被纳入医保，为罹患致死率和高致残率的脊髓性肌萎缩症患者提供了续命药，仅一年内全国已有2812名患者得到该药治疗。

不久前，湖北仙桃8岁男童被确诊患上非典型溶血尿毒综合征，生命垂危，而治疗该病的特效药——依库珠单抗单支高达20万元以上。幸运的是，该药已于今年元旦被纳入医保，患者经医保报销后每支降至1000元左右。

此外，还应当根据未来健康产业发展趋势，完善老年人权益保障法等法律，使老年人等数字素养较弱群体也能共享优质医疗健康服务。

(作者为河北经贸大学法学院内聘教授、河北省中国特色社会主义理论体系研究中心特邀研究员)



健康视线

万人“拉花”舞动山城

2月17日，河北省石家庄市井陘县推出的“拉花井陘·龙年鑫鑫”健身操普及推广暨申报万人拉花大世界基尼斯活动在井陘全民健身中心举行。

据了解，井陘县是“中国民间艺术之乡——拉花之乡”，井陘拉花入选第一批国家级非物质文化遗产名录，是河北的文化名片。近年来，该县将井陘拉花的传承普及与全民健身有机结合，衍生出“健康井陘·全民拉花”健身操，以县城为中心进行全面推广普及，做好非物质文化遗产的传承和发扬。



2月17日，在井陘全民健身中心，当地群众表演拉花。 张晓峰摄(人民视觉)

吃出健康来

元宵怎样吃更健康？

本报北京2月22日电(记者王美华)元宵佳节即将来临，吃元宵是重要的节日习俗之一。俗话说“北滚元宵，南包汤圆”，北方人爱吃元宵，南方人爱吃汤圆，两者都寓意团圆、幸福、美满。然而，元宵和汤圆个头虽小，所含的能量却不低，到底怎么吃才更健康？

“汤圆和元宵是以糯米和糖为主的食品，它们体积小、热量高，因此，不宜把元宵、汤圆当作主食大量食用，应以‘品’为主，尝尝即可。”中国农业大学营养与健康系教授范志红介绍，糯米本身不易消化，再加上高糖、高油的馅料，容易引起胃酸分泌过多，因此胃酸过多和胃动力不足的人不宜多吃元宵或汤圆。

“需要注意的是，元宵和汤圆的升糖指数特别高。”范志红介绍，无论是白糯米、黑糯米、黏小米、大黄米，都属于高升糖指数食物，其升糖指数比白糖还高，堪比葡萄糖。特别是糯米+糖+脂肪组合而成的元宵或汤圆，更应控制其摄入量。食用元宵或汤圆前，可先吃些蔬菜或富含蛋白质的食物，有利于降低餐后血糖。

市场上有很多无糖元宵或汤圆宣称不含糖，糖尿病患者可以放心吃。对此，范志红表示，所谓的无糖食品通常指的只是没有蔗糖，但其中的碳水化合物、油脂的含量并没有减少，因此，无糖并不意味着低

热量，也不意味着血糖反应低，糖尿病患者、有胆囊疾病或慢性胰腺炎的人群、肥胖或高血脂人群都不宜多吃元宵或汤圆。此外，刚煮熟的元宵或汤圆温度很高，不注意的话很容易发生烫伤，切记慢慢、小口、细嚼慢咽，以免给胃增加负担。

对于一般人群来说，一次吃几个元宵或汤圆比较合适？“元宵、汤圆有大有小，馅料也各不相同，一次吃多少不能一概而论。”范志红表示，常规大小的元宵或汤圆，建议一般人群一次食用不超过3个，并相应地减少主食的摄入量。

“今年有很多主打杂粮的汤圆，例如加入高粱米、大黄米、燕麦或红豆等。全谷杂粮营养价值较高，但关键在含量。买杂粮汤圆时，要细看食物成分表中的杂粮含量。有的产品杂粮含量只有1%、2%，有的更低。这样的含量很难起到实际的营养改善效果。”范志红表示，有的汤圆大黄米含量超过一半，营养价值会有效提升，但大黄米属于糯性食物，与糯米类似，血糖反应也比较高。因此，高血糖、高血脂人士及胆囊疾病患者仍然需要限量食用。

范志红表示，元宵和汤圆寄托着人们对美好生活的向往。对于想控制体重、血脂和脂肪的人群来说，节日里可以适当少量食用，只要有节制、不贪吃、吃得合理，就能在健康的基础上为幸福生活添彩。