

前沿访谈

# 脑机接口:为大脑通信另辟蹊径

本期访谈嘉宾:赵国光

首都医科大学宣武医院党委副书记、院长,国家神经疾病医学中心主任,北京学者。长期从事功能性脑疾病的诊疗与转化研究,首次发现脑白质功能网络的传播机制;首创基于立体定向脑电图交叉消融的微创治疗体系及无创数字疗法,相关诊疗方案被纳入国际相关指南;研发了首台具有中国自主知识产权的神经外科手术机器人,该机器人被推广至全国200余家医院。

□本报记者 吴倩

■健康报:脑机接口作为一个新名词,一项新技术,近来得到人们密集关注。请您解释一下脑机接口到底是什么。

赵国光:通俗地来讲,脑机接口就是采集人的意念,经过算法处理、信号分析,将其转化为机器可识别的指令,并支配气动手、机械臂、轮椅等外部器械,实现人机联合。

大脑意念产生脑电波支配肢体就有了相应的动作,就像指挥部发出信号指挥士兵。患者神经系统受损会造成指挥部和士兵之间的通信受阻,脑机接口就是帮助重新打通这个链路。

人的头部从外向里看,依次是头皮、颅骨、硬脑膜、大脑皮层等结构,脑机接口装置的放置位点不仅影响着信号的采集,也影响着受试者的安全,各家公司对此有各自的研发理念和考量。

从目前实践来看,一种是无创的非侵入式,就是将脑机接口装置放在头皮上,其优点是安全性高,但是信号采集的敏感性较弱。另一种是侵入式,将脑机接口装置插至大脑皮层,创伤大、风险高,利用这种方式的患者往往需要长期在医院进行训练,很难回归家庭。还有一种是我们正在探索的介于上述两者之间的位置,这种脑机接口装置包括采集脑电信号的电极、运算处理的体内机(芯片)和供电的体外机。将体内机埋在颅骨内,电极覆盖在硬脑膜外,在保证颅内信号质量的同时,不破坏神经网络。

■健康报:从概念提出至今,这项技术经历了哪些阶段?

赵国光:要谈脑机接口,就绕不开人工智能。大约70年前,人工智能之父阿兰·图灵提出了图灵测试,图灵测试的方法,意在测试机器是否具有人类智能。后来,越来越多的行业、领域开始探索人工智能的可能性。

人工智能可以分析大量的脑电数据,通过机器学习和深度学习算法,帮助人们更好地理解大脑的区域分布和工作原理。这为脑机接口的发

展提供了条件。

我们团队联合清华大学医学院洪波教授团队,经过两三年时间的努力,在去年10月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。经过3个月的居家康复训练,一名四肢瘫痪的受试者目前可以通过脑电活动驱动气动手套,实现自主喝水等脑控功能。不仅如此,我们发现患者手指也有了更强的触觉。

关于脑机接口的探索才刚刚起步,目前都是一些个案。我们希望能开展多中心、前瞻性、随机对照的研究,对患者进行长期的治疗和观察,未来能够形成一些新的诊疗方案,促进脑科学的发展。这个过程可能会涉及脑机接口装置的测试、受试者的选择、临床医生对适应证的把握,植入装置以后还需要进行长时间的信号采集、分析、管理、康复训练。这是一个系统工程,还有更多环节需要细细打磨。

■健康报:最近时间,我国在脑机接口领域频频有好消息传出。目前,我国在脑机接口的相关科研、成果转化等方面的进展如何?

赵国光:脑机接口技术是一个多学科联合和交叉的领域,需要计算机科学、材料学、智能算法、医学等学科进行结合,我国在这方面有积极应对和相应的顶层设计。如果要看整个国家的发展位置,我认为我国处在脑机

接口研发的第一集团。无论是产品设计、生产,还是应用与临床场景的开发,我们都走在了前面。

■健康报:脑机接口技术的发展依赖于医工融合,但对于很多医务工作者来说,医工融合是一个全新的挑战。在您看来,医工融合团队该如何组建,怎样发挥更好的效果?

赵国光:医工融合是一个体系问题,要依托于新医科的发展,在医学专业之外融入其他学科。比如,神经科学就包括认知神经科学、计算神经科学、电生理等方面知识,磁共振成像也需要通过结合物理方式来实现疾病诊断。对于脑机接口技术来说,更是如此。

一般来说,做基础研究的科研人员往往不了解临床需求,临床医生虽有想法,但很难独自设计制造具体的器械设备,所以需要不同学科的人员形成一个团队。但团队组建起来并没有那么容易,在我看来,聚在一起是团伙,心在一起才是团队。

■健康报:听了您的讲述,我对脑机接口充满了期待。请您透露一下,脑机接口未来还会造福于哪些患者?

赵国光:脑机接口能解决什么问题,依然是个临床问题,也是个科学问题。一个好的想法,一套好的装置,要结合到一个恰当的适应证的治疗当中,才能发挥更多作用。由于脑机接口技术需要采集脑电

信号,因此我们关注更多的是大脑的基本功能在缺失受损以后是否能够通过脑机接口技术进行改善。最常见的大脑疾病引起的损伤包括运动功能障碍、语言功能障碍、情感障碍。具体就疾病来说,比如引起偏瘫的脑卒中、导致语言功能丧失的脑血管疾病、脊髓损伤,以及渐冻症、抑郁症等疾病都是临床面临的巨大挑战,目前还没有方法治愈。脑机接口应该在哪些方面进行积极探索。

然而,人们也不能将脑机接口看作灵丹妙药,认为它能解决所有问题。因为能够记录到的神经元的放电信号是有限的,目前技术还不能将脑电信号完全解码,还有很长的路要走。让我们兴奋的是,现在又多了一种新方法,让所有相关学科的专家能够围绕相同目标组成团队,共同攻克那些目前还不能治愈的疾病。



扫码看前沿访谈视频

## 新烟碱类杀虫剂暴露是儿童肥胖潜在危险因素

本报讯(特约记者孙国根)一项针对上海市学龄儿童新烟碱类杀虫剂的暴露情况及其与儿童肥胖关系的研究发现,新烟碱类杀虫剂暴露是儿童肥胖的潜在危险因素。

该研究对儿童尿液中是否存在8种新烟碱类杀虫剂及其4种代谢物进行检测。结果发现,儿童尿液中有6种新烟碱类杀虫剂和3种代谢物,检出率在1.4%到57.0%;新烟碱类杀虫剂代谢物总检出率为80.3%。

该研究由复旦大学公共卫生学院王和兴教授课题组与上海市市长宁区疾病预防控制中心唐传喜、加拿大渥太华大学医学院陈跃教授等合作完成,相关研究文章近日发表在《环境国际》(Environmental International)上。

王和兴说,新烟碱类杀虫剂是目前全球使用量最大的一类杀虫剂,人类主要通过食物和饮用水长期暴露于该类杀虫剂。新烟碱类杀虫剂可通过干扰神经功能和雌激素内分泌等影响机体能量代谢,是潜在的致肥胖物质。

课题组发现:与尿液中未检测出新烟碱类杀虫剂的儿童相比,尿液中检测出噻虫胺杀虫剂及其代谢物的儿童具有更高的体质指数,尿液中多种杀虫剂合并浓度处于中等水平的儿童具有更高的体质指数和腰围,但儿童尿液中噻虫胺杀虫剂及其代谢物浓度处于高水平的儿童具有更低的体质指数,而且浓度越高,体质指数越低。此外,与非中心性肥胖儿童相比,中心性肥胖儿童的尿液中3种杀虫剂(吡虫啉、啉啉啉啉和吡虫啉)合并浓度、全部新烟碱类杀虫剂和代谢物合并浓度处于中等水平的比例更高。王和兴说,不同新烟碱类杀虫剂暴露与儿童肥胖患病率之间存在正向或反向关联,提示新烟碱类杀虫剂暴露可促进或抑制儿童能量代谢和脂肪生成,对儿童肥胖存在不同的影响。

## 我国学者发现骨质疏松会加剧认知功能衰退

据新华社南京3月1日电(记者陈席元)近日,南京鼓楼医院(南京大学医学院附属鼓楼医院)科研团队发现,骨质疏松会加剧认知功能衰退,为临床上治疗阿尔茨海默病等神经退行性疾病提供了新思路。相关论文近期发表于国际学术期刊《自然·代谢》。

论文共同通讯作者、南京大学医学院副院长蒋青介绍,临床上经常发现骨质疏松的老年人常伴有认知功能衰退症状。同时,不少阿尔茨海默病患者骨代谢也表现出异常水平。

蒋青介绍,骨质疏松的老年患者,其骨骼会释放一种骨硬化蛋白,在患者的血液和脑脊液当中,骨硬化蛋白的比例均偏高。论文共同通讯作者、南京大学医学院郭保生副教授介绍,小鼠实验显示,老年小鼠骨髓细胞分泌的骨硬化蛋白可以突破“血脑屏障”,抑制中枢神经元的信号传递,损伤神经元突触的可塑性和完整性,导致小鼠认知功能衰退。

另外,在阿尔茨海默病小鼠模型实验中,研究人员发现,增加骨硬化蛋白浓度,淀粉样斑块形成速度加快,患病小鼠的认知功能也进一步恶化。“研究成果表明,骨硬化蛋白进入大脑后,对于健康的老年人,认知功能会受到损伤;对于阿尔茨海默病患者,病情会进一步加重。”郭保生说。

## “中文数字放射科医生”诞生

本报讯(记者崔芳 通讯员卢国强)通过分析磁共振图像描述可以诊断超过百种疾病,生成一个病例的诊断意见平均仅需0.8秒。近日,首都医科大学附属北京天坛医院放射科刘亚欧教授团队联合北京理工大学叶初阳教授、张美慧教授团队合作推出首个专为医学影像诊断构建的人工智能大语言模型——“龙影”大模型(RadGPT);同时,基于该模型研发的首个“中文数字放射科医生”——“小君”掌握了上述临床技能。

据介绍,“小君”目前可以实现对脑血管病以及脑部、颈部和胸部等十几个部位的肿瘤、感染性疾病等上百种疾病的磁共振图像给出诊断意见;经过近千例病例验证,准确率超过95%。

“这只是‘小君’初步掌握的技能。下一步,我们要继续训练‘小君’掌握对CT和X线影像的报告解析和诊断。”刘亚欧说。

研究团队表示,“小君”可以实现不间断工作,确保患者的影像诊断需求可以得到及时处理,并缓解放射科医生的诊断压力。同时,随着功能的不断丰富和完善,依据不同地区、语言特点、诊断习惯等,“龙影”大模型还可以训练出能够适应不同诊疗特色和区域特色的数字放射科医生,对于医疗条件尚不完善的地区提高影像诊断效率和准确性具有显著的提升作用。



## 医学精彩时光

# 第三次手术补好残缺“风箱”

□本报记者 崔芳 通讯员 王燕

发现胸壁肿瘤,第一次手术切除,却很快复发;第二次手术,肿瘤控制住了,但胸壁留下了“大坑”;再次复发,做手术还有用吗?“坑”会不会更大?6年间,张阿姨面对三次生死抉择。最纠结的第三次该怎么选?日前,从首都医科大学附属北京地坛医院顺利康复出院的张阿姨,庆幸自己作出了

正确选择。2018年,张阿姨发现胸壁长了一个包块。会是肿瘤吗?她不敢耽搁,很快决定在当地医院进行手术切除。术后病理诊断为一种恶性程度比较高的软组织恶性肿瘤——未分化多形性肉瘤。

术后仅半年,张阿姨忧心忡忡地发现,肿瘤复发了。这一次,肿瘤侵犯了更多区域。再切一次吗?问题摆在张阿姨一家面前。为了彻底摆脱病魔,张阿姨再次选择了手术。这次手术不仅切除了肿瘤,还切除了肿瘤侵

犯的胸肌和右侧第三肋、第四肋和肋软骨的一部分。手术后,肿瘤虽然控制住了,但她的前胸壁却留下了一个拳头大小的坑。每次一呼吸,那里就像风箱一样来回扇动。

胸壁不仅能保护胸腔内心脏、肺脏、食管等重要的循环、呼吸和消化系统脏器免受外力伤害,还对维持呼吸和循环系统的正常功能发挥着重要作用。但对张阿姨来说,残缺的胸壁是她在生死抉择中选择希望的同时,必须付出的代价。

张阿姨过了几年的平稳生活。直到近年,胸口部位隐隐鼓起包块——肿瘤再次复发。病肯定是要看的,但已做了两次手术,肿瘤还是复发了,手术还有用吗?第二次手术留下的坑已经不小,这次会不会更大?带着这两个问题,张阿姨一家来到北京地坛医院胸外科。

该科副主任杨龙海仔细查看了张阿姨的病史、各项检查结果后表示:“按照目前的情况,能够通过手术完全彻底切除肿瘤,而且能帮您把之前的

## 湖南32名援外医疗队员出征

本报讯(记者杨世嘉)3月6日,中国第25批援塞拉利昂医疗队和第21批援津巴布韦医疗队共32名队员,启程前往非洲执行为期一年的援外医疗任务。

中国第25批援塞拉利昂医疗队共有21名队员,其中8名队员来自主派单位南华大学。中国第21批援津巴布韦医疗队共有11名队员,其中两名队员来自主派单位湖南省人民医院。此次援外医疗队员专业涵盖内科、外科、儿科、妇科、产科等18个学科。两支援外医疗队将重点推进中非对口医院合作机制、中国—津巴布韦中医药中心、“光明行”、现场救护第一目击者培训等项目开展,持续培养当地医疗卫生人才。

据了解,50年来,湖南省累计向塞拉利昂和津巴布韦派出医疗队员55批677人次,救治患者100万人次,培训当地医务人员9000余人次,接收非洲来湘培训学员1500名。2023年,塞拉利昂和津巴布韦分别为医疗队颁发“金狮奖章”和“卓越勋章”。

□本报记者 李季 特约记者 华小亚

日前,全国首例ACTL7A基因c.A224C突变导致的受精失败患者成功孕育新生命,一名具有特殊意义的

宝宝在郑州大学第三附属医院(河南省妇幼保健院)产科诞生。

李先生和他的哥哥均已结婚10余年,但两个家庭都一直饱受生育问题困扰。2020年,李先生和妻子找到郑大三附院生殖医学科主任管一春。管一春了解到,夫妻俩已在其他

多家医院尝试过试管婴儿技术,但每次卵子都无法受精。在管一春的建议下,李先生和他的哥哥进行了基因检测。结果发现,两人都携带ACTL7A基因c.A224C纯合突变。

ACTL7A基因突变会导致精子顶体和核周膜的超微结构缺陷,以及

精子中ACTL7A和磷脂酶Czeta(一种由精子产生的关键的卵母细胞激活因子)的蛋白表达显著降低,从而导致卵母细胞激活失败和受精失败。ACTL7A致病的遗传模式为常染色体隐性遗传,即李先生的父母均为该位点杂合突变携带者,没有临床表现,而李

坑填上。”一番耐心解释后,张阿姨一家打消了顾虑,决定手术治疗。张阿姨入院后,该院胸外科团队完善了术前检查。胸部CT检查结果显示,复发的肿瘤位于胸骨下端右侧,与周围组织分界不清,已侵犯胸骨和邻近肋骨。杨龙海带领团队开展术前讨论和评估,制订了完善的手术计划。

手术中,杨龙海主刀,彻底切除了张阿姨的软组织肿瘤、肿瘤侵犯的部分胸骨以及邻近肋骨,并通过肋骨板等胸壁重建人工材料,修补了此次手术的胸壁缺损,还填补上了上次手术留下的坑,撑起了塌陷多年的胸壁,恢复了胸廓的完整性。这些不但改善了患者的胸壁外观,还恢复了胸廓原有的功能。

手术完成后,在胸外科团队精心治疗和照顾下,张阿姨恢复迅速。术后第一天,她就能下床活动,胸片复查结果提示胸廓重建效果好,肺复张良好。

先生和他的哥哥都遗传了父母的两个突变位点,形成该位点的纯合变异,临床上就表现为完全受精失败。困扰两个家庭10余年的谜题终于解开了。

在拿到基因检测结果之后,管一春带领胚胎学家郝大勇教授和遗传专家杨如镜教授查阅了文献资料,认为李先生携带的ACTL7A基因突变导致的生育可以通过ICSI-AOA技术(人工卵母细胞激活技术)来挽救。在管一春鼓励下,李先生夫妇决定在该院生殖医学科开始新的助孕周期。

经历3次促排卵及5次胚胎移植的艰辛过程,最终,李先生夫妻成功孕育了一个健康宝宝。