



主管单位:中国科学院
主办单位:中国科学报社
学术顾问单位:
中国人体健康科技促进会
国内统一刊号:CN11-0289

学术顾问委员会:(按姓氏笔画排序)

中国科学院院士 卞修武
中国工程院院士 丛斌
中国科学院院士 陆林
中国工程院院士 张志愿
中国科学院院士 陈凯先
中国工程院院士 林东昕
中国科学院院士 饶子和
中国工程院院士 钟南山
中国科学院院士 赵继宗
中国科学院院士 葛均波
中国工程院院士 廖万清
中国科学院院士 滕皋军

编辑指导委员会:

主任:
张明伟
夏岑灿

委员:(按姓氏笔画排序)

丁佳	王岳	王大宁	计红梅
王康友	石炳毅	朱兰	朱军
孙宇	闫洁	刘鹏	祁小龙
安友仲	吉训明	邢念增	肖洁
谷庆隆	李建兴	张思玮	张海澄
金昌晓	贺涛	赵越	赵端
胡学庆	胡珉琦	栾杰	钟时音
薛武军	魏刚		

编辑部:

主编:魏刚

执行主编:张思玮

排版:郭刚、蒋志海

校对:何工芳

印务:谷双双

发行:谷双双

地址:

北京市海淀区中关村南一条乙3号

邮编:100190

编辑部电话:010-62580821

发行电话:010-62580707

邮箱:ykb@stimes.cn

广告经营许可证:

京海工商广登字 20170236 号

印刷:廊坊市佳艺印务有限公司

定价:2.50 元

本报法律顾问:

郝建平 北京灏礼默律师事务所

新型柔性电极“看”大脑更清晰

●本报记者 张思玮 沈春蕾

近日,《科学》期刊发表了一项有关新型柔性电极应用于神经外科领域的研究进展。该研究团队创新采用分子设计新策略,研制出一种由仅有2微米大小的电极点组成的新型柔性电极,在手术中放到大脑上,可以帮助医生精确地“看”到大脑的神经核团、功能区,最大限度地保护患者的大脑功能、减少致残致死情况。

业内专家表示,这是目前世界上精度最高的柔性可拉伸微阵列电极。未来,该技术可以作为脑机接口中的核心技术,帮助瘫痪患者康复,并有望在未来的脑科学研究与临床转化中发挥重要作用。

中国科学院外籍院士、美国斯坦福大学工程学院化工系主任鲍哲南,天津大学副教授王以轩为论文共同通讯作者,美国斯坦福大学博士后蒋圆闻、张智涛,王以轩和北京天坛医院神经外科副教授李德岭作为论文共同第一作者。其中,北京天坛医院副院长贾旺团队在提出生物医学问题、开展动物实验、调试电极参数、分析数据和撰写论文等方面发挥重要作用。

更清楚地看到大脑

大脑是中枢神经系统的最高司令部,也是自然界最复杂的事物。

“人的大脑中存在皮层功能区、神经核团等,是发放神经信号以控制人体各种行为的‘中枢司令部’,大脑中的多种神经传导束作为连接不同结构的‘桥梁’,传递各种信息。”贾旺对《医学科学报》说。

现代神经外科对于“精准”的要求极高,医生在手术中需要更及时、更精准地“看到”这些结构,以最大限度地保护患者的脑功能,减少致残甚至致死的概率。

但在临床实践中,目前的技术体系无法完全满足需求,疾病累及功能密集区域的患者,在开颅手术后致残甚至致死的概率仍比较高。

针对临床需求,研究团队提出“紧密贴合在大脑不规则区域的柔性微阵列电极”的解决方案,并用分子设计新策略,研发出能在拉伸数倍情况下仍能保持导电性能的新型导电高分子材料。

“这种电极在加工到2微米尺度下



科研人员展示柔性电极。

北京天坛医院供图

仍能保持可拉伸性和高导电性的特征,实现了可拉伸有机电子器件领域的重大突破。”蒋圆闻告诉《医学科学报》。

北京天坛医院和美国斯坦福大学的联合研究团队开展动物实验,由于这种电极极为柔软而且可拉伸,可以置于脑干或神经外科手术腔等多种不规则且容易受损伤的场景,手术器械牵拉扭转等操作都不会损伤;基于高导电性和高密度的特征,应用该电极能精准定位到单个细胞的精度,以“热图”的形式直接“看到”大脑的神经核团,得以保护这些重要的大脑结构。

从章鱼获得灵感

“这是我很喜欢的一项研究,因为它很好地诠释了化学之美,并且展示了通过材料创新,我们可以开辟新的应用场景,尤其是在神经工程等新领域。”鲍哲南对《医学科学报》表示。

在早期的研究工作中,为了突破现有导电材料无法综合兼顾力学和电学性能的瓶颈,研究团队经历了一次次失败后,最终设计出更为合理有效的结构——在导电高分子材料中引入了拓扑交联网络,并实现了创纪录的高拉伸性、高导电性和高分辨光图案化的性能优势。

“在寻找生物应用过程中,我们早期比较专注于在人体皮肤测试表面肌电。虽然结果还不错,但并不能完全突出我们器件的全部优势。”蒋圆闻说。

“从人体到软体,可以考虑在其他更需要柔性设备的方向上进行尝试。”这是鲍哲南给蒋圆闻的建议。

随后,蒋圆闻在软体动物上进行了测试,并发现不仅可以直接突出柔性可拉伸器件的优势,整个应用还更具有说

服力。在实验中,蒋圆闻选择了具有代表性的软体动物——章鱼,并首次记录了章鱼触腕运动过程中的精细肌肉信号。利用获得的高质量电生理信号,研究人员可以对软体动物独特的分布式智能系统进行更深一步的解码研究,有望研制出更加智能的人造软体机器人。

期望最终惠及患者

这条章鱼给蒋圆闻带来了全新的思路和实验结果,就像蒋圆闻所说“最终的结果都是一开始无法预测的”。

在随后的实验中,研究团队实现了一系列过去难以实现的生物医疗应用,特别是针对柔软且精细的组织,包括以高分辨率稳定记录软体动物的肌肉信号,以及通过脑干实现单核团级别精准神经调控。

研究团队选用大鼠来模拟脑外科手术,首次将该材料制备的神经电极运用在脑干等不规则并且高度易损伤的区域,并通过电极阵列精准定位到单个神经元的精度,以热图的形式快速且准确地勾勒脑干神经核团。

“我们团队花了很长时间才开发出这种材料,该材料让未来的可拉伸电子产品的出现成为可能,其中透明的可拉伸导体是关键部件。”鲍哲南表示。

谈到如何应用这种新技术,贾旺表示,北京天坛医院神经外科将依托国家神经疾病医学中心、国家神经系统疾病临床医学研究中心等平台,继续深入开展颅底手术中容易损伤重要神经的功能监测新技术和肢体瘫痪病人智能修复新策略等研究,从神经外科的角度助力脑科学发展,最终惠及患者。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.abj7564>