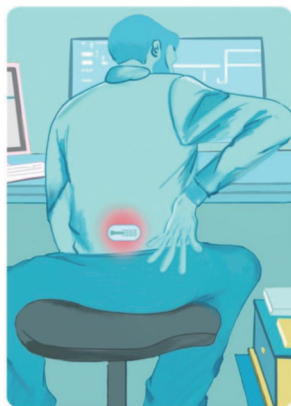


科技新闻

·卓越亮点·

一贴即凝,一贴即测:久坐疾病预警新工具

久坐被医学界称为“新型吸烟”,根据世卫组织数据显示,全球久坐人群已超15亿,每年约有200万人死于久坐导致的相关疾病,并且腰龄早衰的趋势正加速向青少年蔓延。然而在低动作幅度、长时程的久坐场景下,传统电极因界面阻抗高、易失水等问题,难以长期稳定采集微伏级肌电信号,因此临床诊断仍多依赖症状出现后的影像学检查,存在明显滞后,贻误病情。相较之下,水凝胶柔性机电传感器通过可穿戴的方式,能够实时监测腰椎健康状态并提前预警病情,展示了其在疾病预防领域的巨大潜力和广阔应用前景。然而,如何在电极-皮肤界面精确调控氢键、提升双电层电容并降低界面阻抗,以实现低幅度运动状态下微伏级信号的稳定监测,仍是当前面临的关键科学技术问题。



在长时间坐姿状态下实现了稳定的肌电信号监测
(图片来源:《InfoMat》)

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所张珽团队与西交利物浦大学陆骥峰合作,研发了一种由皮肤温度响应原位成型水凝胶与柔性网状电极构成的自适应柔性机电传感器(FES),能够在久坐状态下高保真、长期稳定地采集微伏级肌电信号,结合时频特征提取与机器学习算法提供精准的监测与预警。

FES的柔性电路采用低模量设计以提升皮肤顺应性与舒适度,水凝胶以明胶为基体,通过调控PCA-Na含量实现优异的导电与保水性能。该凝胶可在体温下完成溶胶-凝胶转变,并与皮肤形成稳定的氢键,黏附力是传统贴片的约15倍。其填充式皮肤-电极界面有效扩大双电层电容,可稳定采集低于0.5 mV的微弱肌电信号。结合机器学习,FES对疲劳状态的识别准确率达81.67%,表明该方案可为久坐人群腰椎状态的连续监测与相关疾病的早期预警提供新的路径。

(来源于中国科技期刊卓越行动计划入选期刊:《InfoMat》, 2025, e70066)

光子矩阵技术让拉曼信号从荧光背景中“显形”

拉曼光谱是材料科学、半导体工业、环境测试、考古学和生物医学的重要工具,但其应用的一个重要限制是荧光背景。由于拉曼信号和荧光信号同属光致发光现象,且光谱波长范围存在重叠,而荧光信号强度通常比拉曼信号强数个数量级,这使得荧光干扰问题

尤为突出。时间门控拉曼光谱技术是区分微弱拉曼信号与强荧光背景的关键工具,但由于单光子雪崩二极管(SPAD)技术瓶颈,难以同时满足高光谱分辨率、宽光谱范围和高时间分辨率的需求。

长春光机所李备团队与卡迪夫大学Wolfgang Langbein团队报道称,将单光子时间计数与傅里叶变换结合,利用光子矩阵的方法,通过在庞大的光子事件中对数据进行重新排列,组成存储有光谱数据的二维矩阵。将光子强度与时间关系的二维矩阵经过高精度位移台的校正,转换为光子强度与光程差(位移台干涉距离)的矩阵。通过设计高精度的校正算法,能够在超长光程差的情况下实现高信噪比的拉曼光谱。

实测结果表明,该系统可实现547 ps时间分辨率、-1000~10000 cm⁻¹光谱范围、最大0.05 cm⁻¹的光谱分辨率,在拥有时间分辨率的同时,其他参数表现要优于现有商用拉曼系统2~4 cm⁻¹, 300~2000 cm⁻¹光谱范围。团队设计了检验系统,证实了在时间尺度上拉曼信号的发生时刻要早于荧光信号。同时通过设置合适的时间门,该系统能够在复杂荧光背景环境下,滤除荧光信号,进而获取更加纯净的拉曼信号。

该工作成功突破了传统时间门控拉曼光谱在光谱范围窄和分辨率低方面的核心限制,为生物细胞检测、微塑料分选、材料学表征等领域提供了新途径。

(来源于中国科技期刊卓越行动计划入选期刊:《Light: Science & Applications》, 2025, 14, 378)