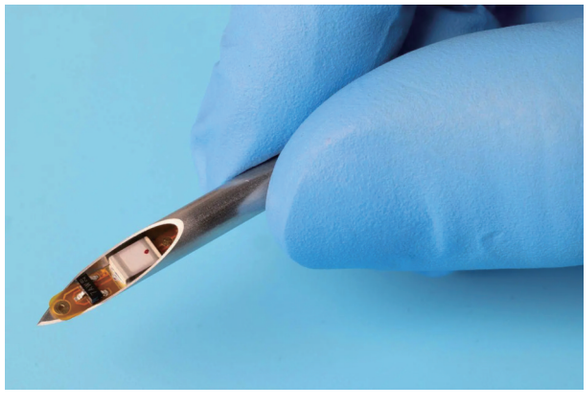


尺寸不足3 mm的微型植入式器件可通过注射器针头植入体内，并利用人体组织与体表穿戴设备无线通信
（图片来源:佐治亚理工学院官网）

被含水丰富的人体组织吸收衰减,而且通信模块需要配备较大尺寸的天线和电池,直接卡住了毫米级植入物小型化与长续航的脖子;若在体内铺设实体导线,又会带来额外的手术创伤与感染风险。

研究团队从人体神经系统的电信号传递中获得启发,利用生物组织天然的离子导电特性,在组织通道内发送特定电压和脉宽的低频电脉冲。接收端依靠特制的晶体管电路识别脉冲特征,只有“对上暗号”的目标植入物才会被精准唤醒,从而在同一组织通道内实现多器件独立寻址。由于植入端采用无源监听设计,待机时几乎不耗电,器件尺寸得以缩小至3 mm以内,直接通过普通注射器针头即可植入;按每天触发一次计算,单次植入可持续工作约1年。

实验数据显示,这种组织通信信号可穿透超过30 cm厚的生物组织,有效覆盖范围达到传统蓝牙的10倍以上,且微弱脉冲不会损伤周围组织。在大鼠在体实验中,绑在前肢上的穿戴式传感器捕捉到迈步动作后,信号瞬间经身体组织传至后肢的植入式神经接口,精准触发后腿肌肉收缩,完成了“前肢感知、后肢响应”的闭环运动控制。

“我们的最终目标是实现人类健康的完全自动化——能够随时随地在身体需要的部位精准实施相应治疗,而且整个过程需要以协调一致的方式来进行。”Abramson说道。

（综合:《Science》、佐治亚理工学院官网）

一根人工肌肉让软体机械臂弯曲更自如

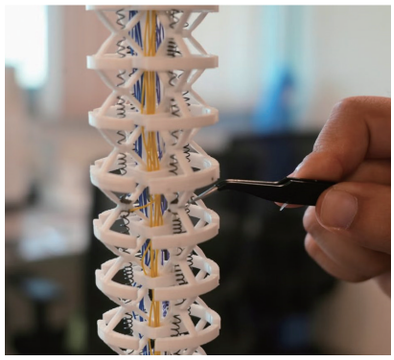
软体机器人想要像象鼻或章鱼触手一样灵活弯折,难道只能靠不断堆叠驱动器吗？新加坡国立大学联合东南大学、南方科技大学等机构给出了一种更轻巧的解法:在单根连续的人工肌肉上分段布设导电结点,按需激活不同区段,从而摆脱多执行器拼接带来的繁重结构。2026年9月23日,相关成果发表于《Science Advances》。

传统软体机械臂为了增加弯曲自由度,通常将多个独立的驱动单元串联起来。然而,单元之间的刚性连接件、固定端和复杂走线不仅挤占了内部空间,还把原本柔顺连续的机械臂切成了零散的刚性段。研究团队观察到,章鱼腕足之所以能任意扭转,靠的是神经系统对同一条连续肌肉束的局部精准激活。受此启发,他们将设计重心从“增加执行器数量”转向了“调控单根肌肉的激活区间”。

团队选用弹簧状的记忆合金作为人工肌肉核心,这种合金通电升温便会收缩,冷却后则在柔性支架的拉动下恢复原状。研究人员沿着整根合金弹簧设置了多个线键合结点(WBJ),通过切换通电结点的组合,既能让某几个局部小段独立收缩,也能将整根弹簧连成一个大跨度单元整体驱动,实现了驱动尺度的动态重构。

在同样长10 cm的机械臂对比测试中,新结构的极限弯曲角度达到91°,比传统串联堆叠结构的46°扩大了近一倍,原因正是省去了中间连接件,让整段材料都能参与有效形变。能耗测试还表明,在执行大角度整体弯曲时,将整根肌肉作为单一长单元通电控制,比拆成4段分别控制可省电约40%。

在此基础上,团队组装出末端带有夹爪和取样器的软体机械臂。整套系统连同控制模块仅重约450 g,能卷曲收纳在无人机腹部并随机升空作业;现场演示中,无人机携机械臂飞抵目标上方后,机械臂顺利探入狭窄孔洞,精准完成了固体抓取与液体采样。尽管形状记忆合金仍受限于冷却速率和负载上限,这一分区驱动架构已为轻量化巡检、搜救与微创作业机器人提供了新颖的硬件范式。



受章鱼神经肌肉接头启发设计的线键合结点(WBJ)沿软体机械臂人工肌肉分布
(图片来源:新加坡国立大学官网)

研究人员表示:“下一个挑战是弄清这种方法如何推广到不同尺寸、形状和类型的人造肌肉。更小的版本可用于内窥镜检查,用细长的器械探查人体内部,而更大、更强有力的机械臂则可在搜救行动中探查瓦砾废墟下方。”

(综合:《Science Advances》、新加坡国立大学官网)

哺乳动物细胞自制单质硫抵御氧化损伤

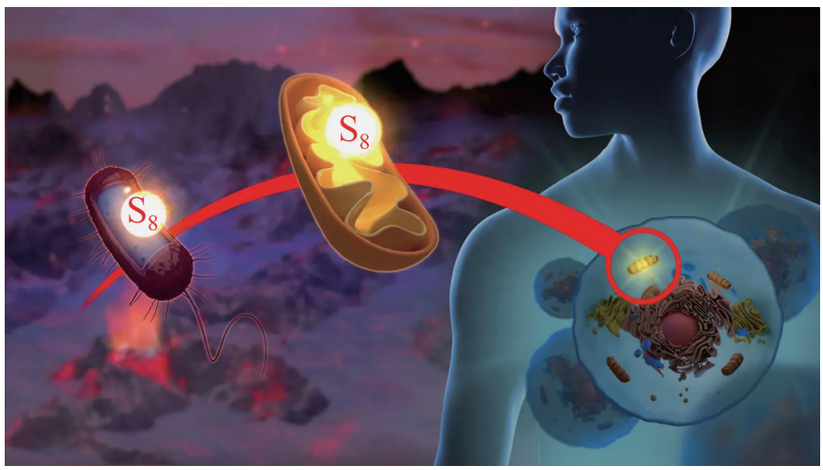
过去生命科学界普遍认为,只有细菌、古菌、藻类或部分植物才能直接合成并利用单质硫,哺乳动物体内的硫元素仅以含硫氨基酸或代谢化合物的形式存在。然而,日本东北大学与德国马克斯·普朗克高分子研究所等机构的联合研究打破了这一固有认知:人类和小鼠细胞不仅能自主合成由8个硫原子组成的环状单质硫(S_8),还会将其储存在细胞器内,作为抵御脂质过氧化和铁死亡的重要防线。2026年9月24日,相关成果发表于《Science》。

S_8极难溶于水,却很容易钻进富含脂质的细胞膜和脂滴中。由于缺乏高灵敏度的原位提取手段,常规生化检测很难捕捉到它的踪迹。为此,研究团队专门设计出一种像“捕兽夹”一样能捕获并稳定S_8的分子胶囊,结合质谱定量分析与拉曼显微成像,首次在人和小鼠细胞的线粒体膜及脂滴中测出毫摩尔级别的S_8储备。进一步溯源发现,原本为人熟知的一氧化氮合酶(NOS)和NADPH氧化酶,竟能在特定条件下催化含硫前体分子延长硫链,在动物细胞内合成出S_8。

细胞大费周章合成单质硫究竟有何用处?实验显示,一旦耗尽培养细胞内的S_8,细胞膜脂质过氧化便会失控,进而诱发铁死亡;反之,外源补充经增溶处理的S_8,则能显著保护脂肪细胞和血管内皮细胞免受氧化损伤。进一步的机制研究表明,S_8会与细胞内的谷胱甘肽发生反应,源源不断地生成具有强抗氧化活性的过硫化物与多硫化物。在骨关节炎小鼠模型中,向关节腔局部注射增溶S_8后,软骨组织的脂质过氧化损伤指标明显回落。

纽约大学医学院Richard Possemato在同期《Science》发表评述指出,S_8本身并非直接“冲锋陷阵”清除自由基的抗氧化剂,而是细胞设在脂滴和线粒体里的“硫元素战略仓库”,随时为过硫化物防御体系提供原料。这一发现也刷新了人们对脂滴的认识——它绝非单纯堆积脂肪的液滴,而是主动参与局部氧化还原调控的防御前哨。值得注意的是,该研究还观察到乳腺癌周围脂肪组织中的S_8水平异常升高,暗示肿瘤细胞可能也在利用这套机制逃避铁死亡,为未来抗肿瘤与抗炎干预提供了全新靶点。

(综合:《Science》、日本东北大学官网、马克斯·普朗克高分子研究网)



硫在早期生命形式的新陈代谢中发挥了重要作用。现代细胞以S_8的形式储存和利用单质硫,尤其是在它们的线粒体——细菌的后裔之中
(图片来源:德国马克斯·普朗克高分子研究所官网)