

科技新闻

·深度报道·

纳米线替代受损视网膜细胞

碲纳米线网络或将开辟人工视觉新途径

文/Eduardo Fernández^{1,2,3,4}

视网膜退行性疾病是全球不可逆视力丧失的主要病因。这类疾病的共同特征是视网膜(眼球后部的感光层)中的感光细胞(视杆细胞和视锥细胞)逐渐退化。然而,视网膜中的其他神经元(包括双极细胞、无长突细胞、水平细胞和视网膜神经节细胞)通常仍能维持大部分功能,并通过视神经维持与视觉皮层的连接。视网膜假体的设计初衷是通过人工刺激这些存活的视网膜神经元来提供有用的视觉感知,但大多数系统面临依赖外部电源以及对视网膜神经元刺激有限等挑战。在《Science》上,Wang等研究人员提出了一种由碲纳米线网络构成的视网膜假体,该技术在解决部分现有局限的同时,亦能响应比视锥细胞和视杆细胞更广的电磁波谱范围。

视力障碍是一项重大的全球健康挑战。尽管基于基因疗法和

干细胞疗法以及其他几种创新疗法的临床方法正逐步普及,但许多致盲原因仍缺乏有效治疗。老龄化和视网膜变性疾病等病理因素所导致失明和视力障碍的患者数量预计将持续增加。因此,全球众多研究团队正在探索改善这些患者视觉功能的替代性治疗策略,并取得了不同程度的成功。

视觉假体技术通过植入式电极阵列来帮助患者恢复一定程度的视力,这些电极阵列通常由铂、铂铱合金、金、氮化钛或氧化铱等材料制成,用于电刺激视觉通路中存活神经元,从而产生称为“光幻视”的视觉感知。由于失明通常源于视网膜病变,许多治疗都以视网膜为刺激部位。这些设备通常绕过受损或退化的感光细胞,直接作用于视网膜内存活的神经元,主要包括视网膜下植入物(针对双极细胞)或视网膜上植入物(针对视网膜神经节细胞)。

安在眼镜上的摄像头会捕捉周围的视觉场景,并使用无线电信号将信息传输到植入物。然而,尽管初期结果令人鼓舞,但视网膜植入物的性能并未能达预期,最终导致这项技术退出市场。其原因很复杂,包括分辨率低、用户适应困难及市场推广的挑战。此外,植入这些假体所需的手术

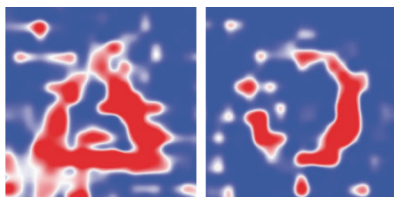
非常复杂,且设备在长期生物相容性(与眼组织的相互作用)、可靠性和稳定性方面也面临挑战。

为克服现有视网膜假体局限,研究人员提出应用多种先进材料,包括不同类型的纳米粒子、碳纳米管、石墨烯、量子点和有机半导体。Wang等利用碲纳米线网络构建了一种视网膜下假体,实现入射光向高效光电流的转换。这些纳米线的直径范围为十至数百纳米,长度为数百纳米至数十微米。其光电特性可实现显著的光伏转换效率,能够在可见光和红外光照射下产生电流。这一特性对于视力恢复具有潜在优势,因为近红外光的组织穿透深度更深且安全阈值更高。

为评估这种传输光信号和引发视觉行为方法的安全性和有效性,Wang等将碲纳米线网络植入小鼠和非人灵长类动物的视网膜下腔。这个狭小的解剖空间位于视网膜下方,介于感光细胞层和视网膜色素上皮之间。植入物在小鼠体内维持了60 d,在非人灵长类动物体内维持了112 d,在此期间表现出良好的生物相容性,但仍需进行更长期的生物相容性研究。研究发现失明动物在植入碲纳米线网络假体后,通过定制的可见光和近红外光激光投影系统刺激时,视网膜神经节细胞表现出强烈反应,且这些反应传播至处理视觉信息的脑区。此外,与未植入的对照动物相比,这些动物在定位光源和执行简单模式识别任务方面的能力有所提高。

这项技术通过碲纳米线网络替代受损感光细胞,并消除了对

1. 米格尔·埃尔南德斯·德埃尔切大学生物工程研究所及比冬斯·埃加拉研究中心,西班牙埃尔切
2. 生物工程、生物材料和纳米医学网络生物医学研究中心,西班牙马德里
3. 犹他大学约翰·莫兰眼科中心,美国犹他州盐湖城
4. 拉德堡德大学唐德斯神经科学中心,荷兰奈梅亨



碳纳米线网络对三角形(左)和圆形(右)
激光图案产生电压响应(红色)

额外电源模块的依赖,展现出成为有效恢复视力方法的潜力。此外,该技术亦能在不明显干扰正常视力的情况下增加红外光敏感性。但在临床应用之前,所提出的方法仍需进一步研究。例如,尽管该方法保留了视网膜的部分信号处理能力,但视网膜的持续退化可能会影响该技术干预,或导致植入物效果随时间推移而下降。虽然碳纳米线网络能够产生大的光电流,但仍需要激光照射才能激活。因此,在正常日光下无需外部设备即可实现足够敏感度仍是一项挑战。此外,植入碳纳米线网络需要先造成局部视网膜脱离,然后通过视网膜小切口将设备植入视网膜下腔。由于存在视网膜脱离、纤维化和瘢痕形成的风险,在脆弱病变视网膜中执行此手术存在巨大挑战。

尽管已达到监管里程碑并展现出部分功能性优势,目前可用的视觉假体设备尚未达到足以在成本、手术风险及密集康复需求方面持续超越其价值的视觉改善水平,难以获得广泛的患者接受度和市场成功。因此,这些技术的长期成功取决于开发成本效益高的解决方案,并确保其适用于更广泛的患者群体。随着该领域的发展,建立严格、标准化的设备适应症、患者选择及个体化植入最佳时机评估

标准至关重要。同时,行业亦须重点考虑这些技术涉及的伦理影响,尤其是其使用情况、可及性、长期后果及安全性。这些设备检测人眼可见光谱范围以外光线的能力也值得探索,然而将这些信息从抽象模式或信号转化为有意义且可用的视觉感知,仍是艰巨挑战。

Wang等提出的方法为开发新

一代设备提供了可能性,这些设备能够将光转换为神经刺激信号,并为许多盲人恢复有限但有用的视力。然而,鉴于此前其他视网膜假体技术方案的负面经验,有必要避免产生不切实际的期望,以免对这些技术的进步产生不利影响。

原文参考文献略。

(译自《Science》,2025,388(6751))

美国国家科学院、工程院和医学院 濒临大幅裁员

特朗普政府取消合同,重创百年学术机构

文/Meredith Wadman

2025年5月23日,一篇新闻报道披露美国国家科学院、工程院和医学院(NASEM)即将大幅裁员。次日清晨,美国国家科学院院长 Marcia McNutt 向员工发送了一封致歉备忘录。她此前向 STAT(美国在线新闻媒体平台)透露,到夏末可能裁减250个职位,这一消息令约1100名NASEM员工震惊不已。McNutt表示,关于即将裁员的具体人数“尚未做出决定”。

毫无疑问,这家拥有162年历史、通过独立专家委员会发布权威报告的荣誉性机构正面临剧变。“财政状况迫使我们做出裁员和重组的准备,这让人心痛”,McNutt在备忘录中写道。她于2016年接掌NASEM,此前担任过3年《Science》主编。在连续2年预算赤字后,这家私人非营利机构正遭受特朗普政府削减合同冲击。

作为NASEM的执行分支,美国国家科学研究委员会(NRC)已

裁员超50人,下一步举措或即将揭晓。在6月10—11日的会议上,NRC执委会将审议工作组提出的重组方案。

“虽然目前无法公开具体结果,但我们预计NRC将成为一个规模更小、部门更精简的机构。”McNutt在5月21日致NRC各委员会主席的邮件中写道。这些委员会由专家学者组成,负责确定研究议题、界定研究范围和明确问题。McNutt还提到,“此次重组的目标是消除冗余的行政层级、降低间接成本,并更好地协调运营与我们的战略重点”。

这让NASEM的一些当选成员感到担忧,其中包括加州大学伯克利分校细胞生物学家Randy Schekman,他曾担任《Proceedings of the National Academy of Sciences》的主编。他对NASEM共识报告的未来表示忧虑:“据我所知,NASEM从未经历过这样的危机,这是一场灾难。”