



最新 *Cell*: 戴隐形眼镜解锁红外视觉超能力



利用多色上转换发光材料制作可穿戴的隐形眼镜

我校与中国科学技术大学等国内外科研机构合作研究成果 5 月 22 日以“Near-infrared spatiotemporal color vision in humans enabled by upconversion contact lenses”(上转换隐形眼镜赋能人类近红外光视觉)为题发表在《细胞》(*Cell*)杂志上。该研究创新性地将一种含有多个荧光发射的稀土颗粒与隐形眼镜相结合,通过可穿戴的形式使人类感知近红外光的时间、空间和色彩多维度信息,更为色盲等视觉疾病的治疗提供新的解决方案。

十余载跨学科研究 探索近红外光奥秘

自然界中的光,包含各种不同频率的电磁波。当人眼捕获到外界自然光后,可以激活视网膜上识别红、绿、蓝三原色的三种视锥细胞,并根据三种视锥细胞被激活的比例,向大脑发送外界的颜色信息。

然而,相对于自然界广阔的光学波段,人眼可感知的波长范围仅有 400–700 纳米,这就意味着自然界中的大量潜在信息会被忽略。

与可见光区域紧密相邻的是近红外光,波长范围涵盖 700–2500 纳米。近红外光被证明具有优异的生物体穿透性能,对生物体的辐射损伤小,被誉为“生物透明波段”。

近十年来,化学系张凡教授带领课题组致力于近红外波段的生物医学研究。团队开发的创新成像方法多次在国际顶级刊物 *Nature Materials*, *Nature Nanotechnology* 和 *Nature Photonics* 上发表,获得上海市自然科学一等奖和科学探索奖等奖项,也实现了基础研究到应用的转化,目前在附属华山医院、肿瘤医院等进行临床前研究。

开发多色稀土发光材料 让近红外光“肉眼可见”

2022 年起,张凡团队与中科院大薛天团队合作,开展化学与生命科学的交叉融合。

如何将不可见的近红外光转变为肉眼可见的光? 这需要发挥稀土的优势。课题组成员、化学系 2019 级直博生陈子晗介绍,稀土元素具有独特光学性质,通过近红外光激发,可以把不同颜色的光进行转换。人体可以通过纳米颗粒的荧光颜色,判断外界的肉眼不可见的近红外光波长,实现对近红外“色彩”的识别。

团队对纳米颗粒进行表面改性,使其可分散在高分子聚合物溶液中,并最终制作成高度透明的隐形眼镜。研究过程中,要在单个颗粒上集成多色功能,面临极大挑战。“单颗粒目标产物从设计到合成至少需一两个月,且需确保每一步零差错。”陈子晗说。

志愿者佩戴隐形眼镜后,通过纳米材料发出红、绿、蓝等三种可见波段的荧光,分别感知三种不可见的近红外光,也可以识别由不同波长近红外光组成的“复色光”,以及多组由不同波长近红外光组成的图案内容。这表明,具有抗干扰、正交发光和多光谱转换特性的多色稀土发光材料,可以有效地实现人类对近红外图像视觉。

研究实现了多个近红外光视觉的概念验证。未来,相关成果在医疗、信息处理及视觉辅助技术领域具有广泛的应用前景,通过可穿戴、非侵入式的隐形眼镜,可以灵活调节人体视觉的感知范围,有望为色盲等视觉疾病的治疗提供新的解决方案。

论文链接:

[https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674\(25\)00454-4](https://www.cell.com/cell/fulltext/S0092-8674(25)00454-4)

实习记者 丁超逸

重获可见光并拓展红外视觉

集成电路与微纳电子创新学院周鹏/王水源团队、脑科学研究院张嘉漪/颜彪团队联合中国科学院上海技术物理研究所胡伟达团队开发出全球首款覆盖可见光至近红外二区(470–1550nm)的超视觉假体,在器件的光电流密度和视觉修复的光谱范围上均达到国际最高水平。6 月 6 日以《碲纳米线视网膜假体增强失明视觉》(“Tellirium Nanowire Retinal Nanopropthesis Improves Vision in Models of Blindness”)为题,发表在《科学》(*Science*)主刊。

修复视网膜上退化的感光细胞,是让失明者重见光明的关键突破口。现有侵入式的治疗手段创伤较大,且需随身携带外

接设备。联合团队以碲纳米线网络(TeNWNs)取代受损的光感受器。在没有外部电刺激的情况下,这种材料经过光照可以自发产生高密度光电流来激活残余的视网膜通路,达到不同维度纳米材料下的最高光电流水平,从而将视觉修复波段从可见光推进至近红外二区(470–1550nm),这也是目前国际上最广谱的视觉光感重建波段。无需依赖任何外部设备,只要一次微创且可逆的视网膜下植入手术,就可让盲猴恢复可见光视觉,甚至拥有识别复杂红外图像的能力。

这是复旦医工交叉融合助力视觉重建与增强的又一硕果,为全球超 2 亿视网膜退化患者带

来希望。

在周鹏/王水源团队看来,这次的交叉融合创新并非偶然,而是脑科学和微电子科学之间蓄力已久的“双向奔赴”。

双方团队开启持续六年的紧密合作。其中,周鹏/王水源与胡伟达合作负责前期的材料筛选、理论计算和后期的器件性能验证,确保器件既能自发产生强大光电流,也能满足理想的生物相容性,避免材料毒性或易降解性。而器件在生物体上的一系列验证环节,则交由张嘉漪团队负责。

论文链接: <https://www.sciencedirect.com/science/article/doi/10.1126/science.adu2987>

文/王 越

生物医学研究院建院 20 年成果丰硕

2005 年 5 月,生物医学研究院(Institutes of Biomedical Sciences,简称 IBS)揭牌运行。今年 5 月,迎来建院二十周年。

20 年来,IBS 以创建“中国第一、世界一流的生物医学交叉学术研究机构”为使命,形成“代谢与肿瘤的分子细胞生物学”“医学表观遗传学”和“系统生物医学”三个优势方向,孵化出众多基础性、原创性技术突破。“IBS 就像一座现代化国际机场,各课题组恰似在此运营的航空公司。这座科研‘航空枢纽’为科研团队搭建起腾飞的跑道。”中国科学院院士、生物医学研究院院长葛均波表示。

不求稳求突破

自创立之初,筹建团队提出,坚决不在原有的基础上画延长线,要建设面向未来的学科,打造史无前例的平台。对于初期引进的 PI(课题组长),研究院也对他们提出要求,不能做已经名满天下、要做强国内,甚至世界上都没人做过的事。

2023 年 12 月 22 日,生物医学研究院/附属肿瘤医院研究员徐彦辉团队在《科学》(*Science*)

杂志上在线发表研究长文。此前三年内,团队连续在《科学》(*Science*)杂志发表 5 篇论文。成果被认为是分子生物学领域的重大突破性进展。

2009 年,在 IBS 运行的第四年,分子细胞生物学团队在《科学》杂志发文,提出代谢物具有信号调控概念。2010 年,团队又率先发现蛋白质乙酰化是生物进化保守的广谱机制,入选国际《生物化学》教材的专门章节。

2024 年,研究员许杰团队在《细胞》(*Cell*)杂志发表 CD3L1 新靶点论文,这是“五年磨一剑”的结果,“新靶点的研究是一个长周期,是我加入 IBS 五年后的第一篇顶刊成果。”许杰表示,在这个过程中,IBS 给予充分信任和全力支持,让他们得以安心深耕。

双聘机制推动基础临床融合

研究院提出“章鱼模式”的发展理念:以核心平台为“头部”,向外延伸出多学科触角,整合资源攻克医学难题。建院 20 年来,IBS 不断在新兴领域中开辟出崭新的天地,在多领域产生广泛的影响力。

亮眼科研成果迭出得益于

IBS“大人才观”之下的人才流动机制。2009 年,IBS 确立全职 PI 与双聘 PI 并重的发展模式。双聘机制既盘活了校内各单位的资源,也将基础研究和临床工作有机链接起来。不仅实现跨学科人才集聚,更如同“黄埔军校”一般,持续向各院系及附属医院输送复合型人才。

引育并举铸就复合型人才

20 年来,IBS 坚持“引育并举”的人才发展战略,建院之初就向海内外广发“英雄帖”。院领导出马寻觅全球英才,一旦考核成功,相关服务立即跟进,确保人才迅速融入并开展工作。这种高效的引才模式被誉为“IBS 速度”。

IBS 以培养高层次学术创新型人才为核心使命,率先实行长学制研究生培养模式。研究院在《科学》《自然》《细胞》等发表的多篇高水平论文,主要由自主培养的研究生作为第一作者完成。20 年来,IBS 已累计培养近千名高素质毕业生,广泛投身于国内外高水平科研机构、国际一流医药企业,或以选调生身份服务基层建设。

文/张欣驰

开拓癌症早期介入治疗策略

罗敏/卢智刚团队 5 月 23 日在 *Nature Communications* 发表题为“Neoantigen enriched bio-mimetic nanovaccine for personalized cancer immunotherapy”的论文。该研究开发出基于肿瘤抗原富集性细胞膜(AECM, Antigen-Enriched Cell Membrane)的仿生纳米疫苗 AECM@PC7A,为癌症早期介入治疗开拓了一种

快速且通用的个性化疫苗新策略。

总体而言,相较于传统新抗原疫苗长达 3 个月的制备周期,AECM@PC7A 疫苗仅需要约 10 天,且适用于多种癌症类型。

原文链接: <https://doi.org/10.1038/s41467-025-59977-8>

来源:附属儿科医院 生物医学研究院

解析高分子囊泡对气体递送的调控规律

高分子系闫强课题组基于气体调控高分子组装方面的研究基础与李剑锋教授合作,近日在 *Angew* 发表以 Gas-Releasing Polymer Tubesomes: Boosting Gas Delivery of Nanovehicles via Membrane Stretching 为题的相关研究。

这项研究利用渗透压诱导

的膜变形策略,构建了一种非球形的高分子纳米载体——聚合物管状囊泡(tubesomes),通过调控管状体的膜轴向拉伸比,显著提升了载体对硫化氢(H₂S)气体信号分子的递送能力和在细胞内的气体治疗效果,并解析了高分子载体几何形状与气体释放动力学之间的

量化关系。不仅为提高气体递送载体的治疗效率开辟了新方向,也为开发基于形态调控的气体递质高分子纳米载体提供了重要启示。

论文链接: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/anie.202421405>

来源:高分子科学系