
活体成像揭示视杆细胞光刺激下的快速形变

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/39192.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

活体成像揭示视杆细胞光刺激下的快速形变。 导读

视网膜功能成像技术有望促进对视网膜退行性疾病的早期检测，评估药物疗效，从而加速新药研发进程。近日，新加坡南洋理工大学凌瞳助理教授团队，美国华盛顿大学Ramkumar Sabesan副教授团队以及新加坡眼科研究所Leopold Schmetterer教授团队借助相位分辨光学相干断层扫描技术，在大鼠和人眼的视网膜中探测到视杆细胞在强光刺激下发生快速形变。该研究为在单细胞水平上以非侵入方式评估视杆细胞功能奠定了重要基础。相关研究成果以

Optoretinography reveals rapid rod photoreceptor movement upon rhodopsin activation

为题发表于《Light: Science

Applications》。论文通讯作者为南洋理工大学凌瞳、华盛顿大学Ramkumar

Sabesan，论文第一作者为南洋理工大学李花坤。

研究背景

视杆细胞因其极高的光敏感度而成为视觉科学研究的重要对象。在老龄性及遗传性视网膜退行性疾病中，视杆细胞功能的早期衰退进一步凸显了对其研究的重要性。现有的视网膜功能检测技术在灵敏度、特异性及空间分辨率方面仍存在局限。理想的评估方法应兼具高灵敏度与高空间分辨率，并能够在同一系统中实现结构和功能的同步成像。

研究亮点

本研究利用视网膜光图技术（optoretinography, ORG）揭示了视杆细胞在强光刺激下发生的快速形变。在大鼠视网膜成像实验中，研究人员结合高轴向分辨率的相位分辨光学相干断层扫描（optical coherence tomography, OCT）系统和无监督学习算法，检测到大鼠视网膜外层不同结构在强光刺激下发生几十到几百个纳米尺度上的快速形变（图1）。此外，借助配备自适应光学的高速相位分辨线扫描OCT系统，研究人员在人眼视网膜成像实验中有效区分了视锥和视杆细胞对光刺激的响应，并首次揭示人眼视杆细胞外节（outer segment, OS）在强光刺激下发生的快速收缩（图2）。

图1：强光刺激下大鼠视网膜外层的快速形变。(A)

大鼠视网膜结构图，比例尺：100微米。(B)视网膜外层不同结构——包括视杆细胞内节（inner segment, IS）、外节（outer segment, OS）以及视网膜下腔（subretinal space, SRS）——对强光刺激（5 毫秒，505 纳米波长，34% 漂白率）的响应。(C)以外界膜（external limiting membrane, ELM）作为参考时，视网膜外层主要结构的快速运动幅度。

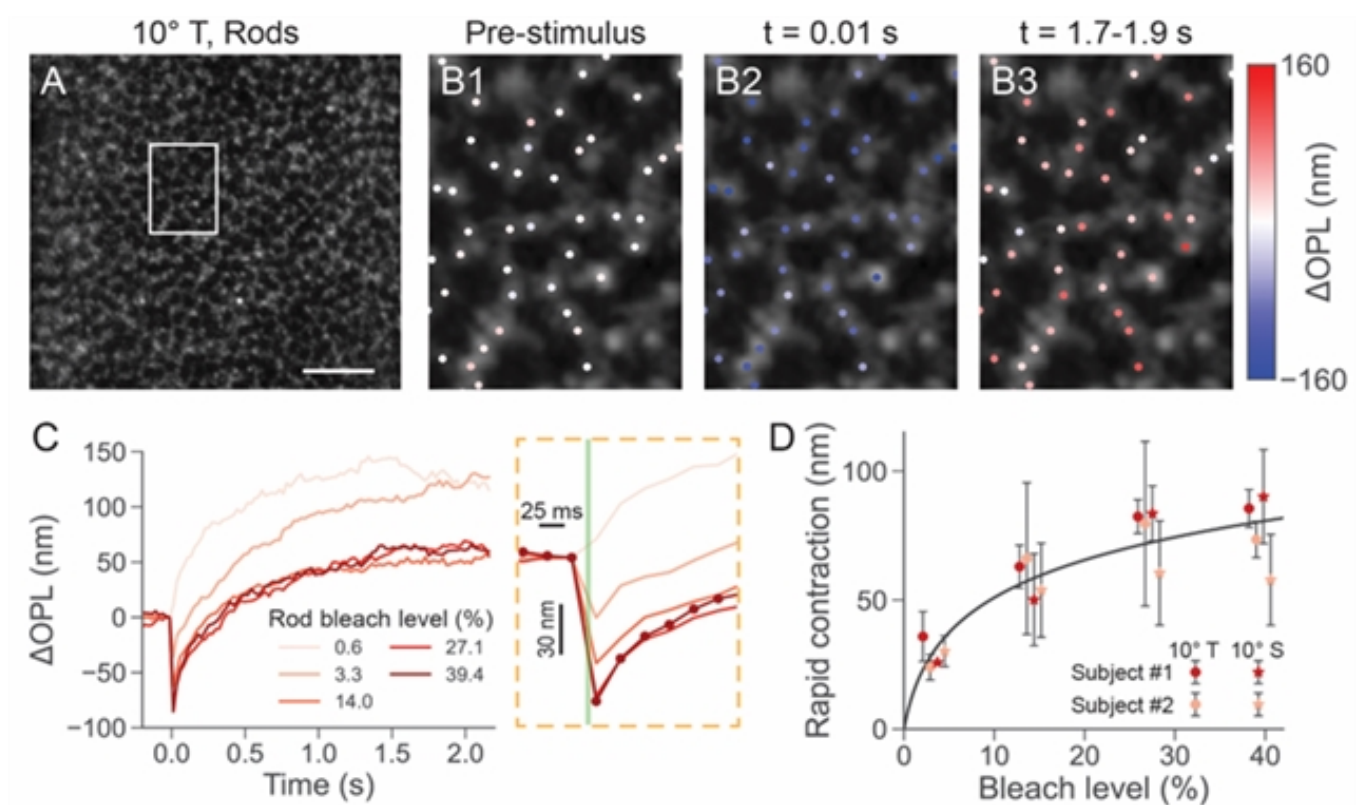


图2：强光刺激下人眼视感细胞外节（outer segment, OS）的快速收缩。(A)视杆细胞外节末端（OS tips）处的最大强度投影图，比例尺：50 微米。(B)图A白色矩形区域的局部放大图。伪彩色表示不同位置沿视杆细胞外节的光程变化：(B1)光刺激前的光程变化；(B2)强光刺激后视杆细胞外节发生快速收缩。(B3)光刺激后1.7-1.9秒，视杆细胞外节伸长。(C)不同光强（漂白率：0.6%-39.4%）下视杆细胞外节的响应。(D)视杆细胞外节快速收缩的幅度和漂白率呈现对数依赖关系。

研究发现，视杆细胞外节在强光刺激下发生的快速收缩可归因于膜电位变化所引起的机械形变。值得注意的是，本研究观测到的数百纳米级形变量远大于皮层神经元在动作电位过程中发生的形变（约1 纳米）。这种差异可由视杆细胞的特殊结构解释——在光刺激下，视杆细胞外节近千个盘膜的形变叠加有效放大了单个盘膜的微小形变。

研究发现，视杆细胞外节在强光刺激下发生的快速收缩可归因于膜电位变化所引起的机械形变。值得注意的是，本研究观测到的数百纳米级形变量远大于皮层神经元在动作电位过程中发生的形变（约1 纳米）。这种差异可由视杆细胞的特殊结构解释——在光刺激下，视杆细胞外节近千个盘膜的形变叠加有效放大了单个盘膜的微小形变。

总结与展望

该研究为在单细胞水平上以非侵入方式评估视杆细胞功能奠定了重要基础，有望推动视网膜退行性疾病的早期检测及其诊疗效果的评估。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-025-02149-6>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：凌瞳等 来源：《光：科学与应用》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发