
研究揭示“氧化还原—钙信号”耦合调控纤毛协调摆动新机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41676.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！

研究揭示“氧化还原—钙信号”耦合调控纤毛协调摆动新机制

。纤毛/鞭毛是细胞表面伸出的“天线状”保守细胞器，广泛存在于从单细胞真核生物到哺乳动物的各类细胞中。其中，运动纤毛需像船桨一样同步摆动，才能推动细胞定向游动，并通过产生定向液流，完成呼吸道黏液清除、脑脊液循环等生理过程。一旦这种“同步”被打破，或引发原发性纤毛运动障碍（PCD）、内脏左右位反转、脑积水等纤毛相关疾病，目前仍缺乏成熟的治疗方案。然而，多根纤毛究竟依靠何种信号实现协调摆动，长期以来尚不明晰。

中国科学院水生生物研究所科研团队长期以具有两根等长鞭毛的单细胞莱茵衣藻为经典模型，解析纤毛协调运动的分子机制。近日，团队找到了串联氧化还原与钙两条经典信号通路的关键“开关”——进化上保守的血红素结合轴丝蛋白CYB5D1。

研究发现，CYB5D1依赖58号位天冬氨酸结合或释放血红素，动态调控鞭毛内的氧化还原电位，并以此“门

控”钙信号的时空模式

。氧化信号可诱导两根鞭毛出现耦合式同步的 Ca^{2+} spikes，使协调摆动的细胞比例维持在84%以上。还原信号则会打破这一同步，协调性骤降至约15%。而CYB5D1缺失或其血红素结合能力受损时，鞭毛陷入“过度还原”状态，*cis*-鞭毛的 Ca^{2+} spike频率与幅度异常升高，两根鞭毛随之失去同步。

该研究在活体鞭毛中将氧化还原状态与钙信号的动态变化纳入同一研究框架，明确了二者在纤毛运动调控中的直接分子联系，并揭示了细胞如何借助“氧化还原—钙”跨信号对话切换两根鞭毛力学主导权的新机制。这为理解纤毛协调运动的核心机制提供了新视角，也为PCD等纤毛疾病的机制解析与治疗干预开辟了新方向。

相关研究成果发表在《美国国家科学院院刊》（*PNAS*）上。

该研究在活体鞭毛中将氧化还原状态与钙信号的动态变化纳入同一研究框架，明确了二者在纤毛运动调控中的直接分子联系，并揭示了细胞如何借助“氧化还原—钙”跨信号对话切换两根鞭毛力学主导权的新机制。这为理解纤毛协调运动的核心机制提供了新视角，也为PCD等纤毛疾病的机制解析与治疗干预开辟了新方向。

该研究在活体鞭毛中将氧化还原状态与钙信号的动态变化纳入同一研究框架，明确了二者在纤毛运动调控中的直接分子联系，并揭示了细胞如何借助“氧化还原—钙”跨信号对话切换两根鞭毛力学主导权的新机制。这为理解纤毛协调运动的核心机制提供了新视角，也为PCD等纤毛疾病的机制解析与治疗干预开辟了新方向。

相关研究成果发表在《美国国家科学院院刊》（*PNAS*）上。

[论文链接](#)

研究团队单位：水生生物研究所

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