
昆明动物所等揭示高山倭蛙皮肤适应强紫外环境的分子机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/20876.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！

昆明动物所等揭示高山倭蛙皮肤适应强紫外环境的分子机制

。阳光对于生物至关重要但又有过强的紫外辐射，不仅可能诱导黑色素瘤以及其他皮肤癌症的产生，严重的甚至还会威胁生物生存。如何防御过多的紫外辐射对生物造成的影响，一直以来备受关注。许多生物体发展了不同的适应性特征，以对抗紫外辐射的有害影响，例如鸟类羽毛的颜色、人体皮肤色素沉着等。在分子层面，目前发现与抗氧化代谢、DNA修复途径等相关的基因可能在预防或减少紫外辐射造成的损伤中发挥了重要作用。然而，已有研究大部分是基于实验室对小鼠或人类细胞开展的体外紫外暴露实验，而对于自然状态下动物抵御紫外辐射的机制研究，人们大多通过比较基因组分析，揭示有可能关联的基因，尚缺乏深入的研究。高海拔地区空气稀薄，具有极强的紫外辐射，分布在此的高原动物，进化出了一系列适应性表型以抵御紫外辐射。不同于鸟类、哺乳类等具有毛发、鳞片等覆盖，蛙类皮肤裸露，没有物理防护，这使得它们对于紫外的照射更为敏感，而能世居在高原上的蛙类，例如目前世界上海拔分布最高的蛙类—高山倭蛙（*Nanorana parkeri*），为系统解析生物紫外适应的机制提供了可遇不可求的模型。

中国科学院昆明动物研究所研究员车静团队长期关注青藏高原地区两栖、爬行动物的物种形成及适应性演化问题，围绕高山倭蛙这一独特的物种体系长期开展研究工作（PNAS, 2010, 2015, 2018a,b; Asian Herpetol. Res., 2019）。此次，在前期研究基础上，联合国内外5个研究团队，以高山倭蛙（~4500m）为主要研究对象，采用整合生物学的分析方法，通过与其低海拔近缘物种双团棘胸蛙（*N. phrynoides*, ~1700m）和棘胸蛙（*Quasipaa spinosa*, ~118m）进行比较，揭示了高山倭蛙皮肤适应高海拔强紫外环境的分子调控机制。

生理实验结果表明，紫外照射后，高山倭蛙相对于低海拔近缘种皮肤的损伤程度较小，具有更快速清除自由基的能力；代谢组数据显示紫外照射后，高山倭蛙相较于棘胸蛙皮肤，分泌较多的与抗氧化、抗炎症、损伤修复等相关的代谢物（如黑色素、维生素、组胺），提示高山倭蛙演化出了高效的抵御紫外辐射及修复紫外损伤的策略（图1）。

时序转录组学分析显示，免疫反应、炎症及抗氧化、热激反应、细胞周期调节等不同应答功能通路呈现出交替的时序表达差异，包括早期表达上调（early-phase up-regulation）、后期表达上调（later-phase up-regulation）、逐步上调（gradually increased）、逐步下调（gradually decreased）（图2），miRNA在部分功能通路的时序差异表达中起调控作用，表明了高山倭蛙在强紫外环境下，多系统表达互作，协同实现紫外抵御（图3）。与近缘种的比较基因组学和转录组学研究显示，多个与紫外抵御相关基因（包括免疫调节、细胞

凋亡、胶原蛋白形成、氧化压力应激、黑色素代谢以及DNA修复等），在高山倭蛙中受到正选择作用。通过体外酶动力学实验发现，其中黑色素合成中的关键基因TYR，在高山倭蛙中受选择的突变位点能显著提升络氨酸酶的酶活。

综上，不同于以往基于模式生物开展的体外细胞水平的实验研究，该研究通过紫外梯度实验结合多组学分析，明确了高山倭蛙已形成显著的紫外适应，系统揭示了其应对强紫外的分子抵御调控机制。该研究不仅有助于理解自然环境下生物对紫外环境的适应抵御策略，还对与人类皮肤相关的医学健康具有重要的参考和应用价值。

该研究以The highest-elevation frog provides insights into mechanisms and evolution of defenses against high UV

radiation为题为近日发表在PNAS

上。相关研究工作得到中科院战略性先导科技专项、第二次青藏高原综合科学考察研究项目、国家自然科学基金项目，以及中国西南野生生物种质资源库动物分库（国家重大科技基础设施专项）等研究项目的资助。

[论文链接](#)

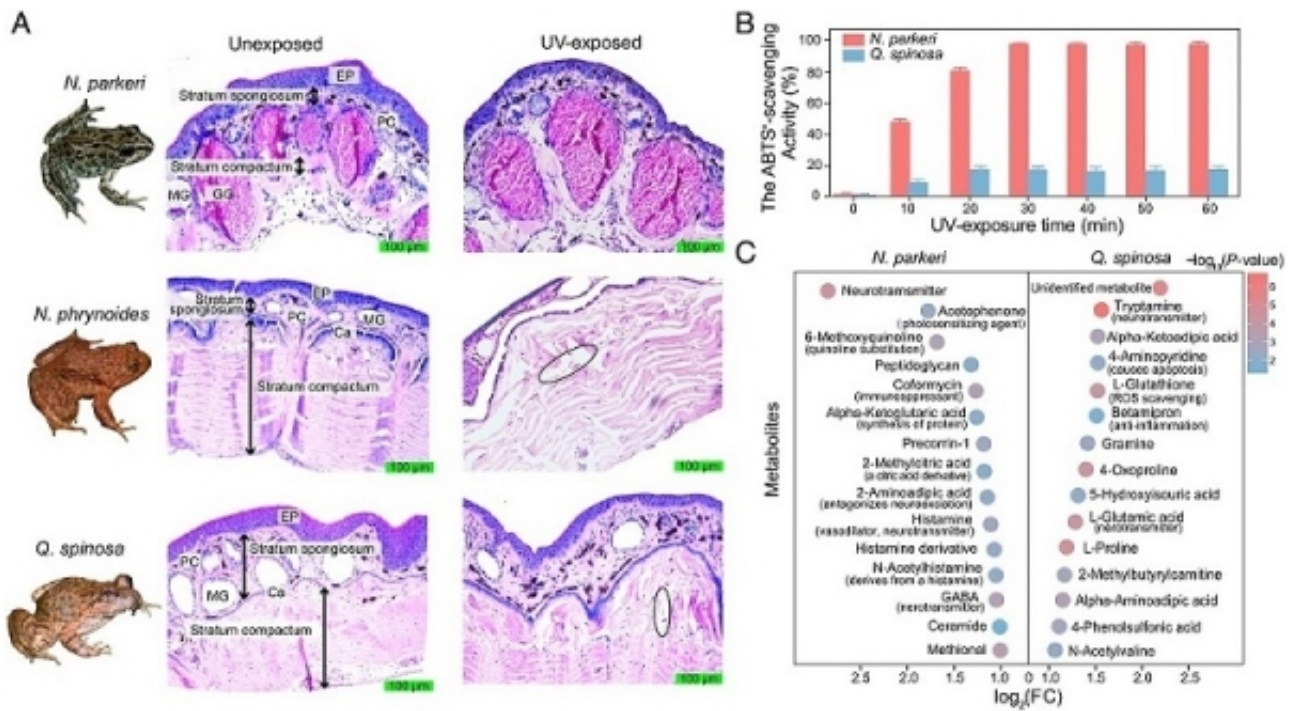


图1 高山倭蛙及近缘种皮肤紫外照射前后的组织形态学、生理学和代谢组学特征

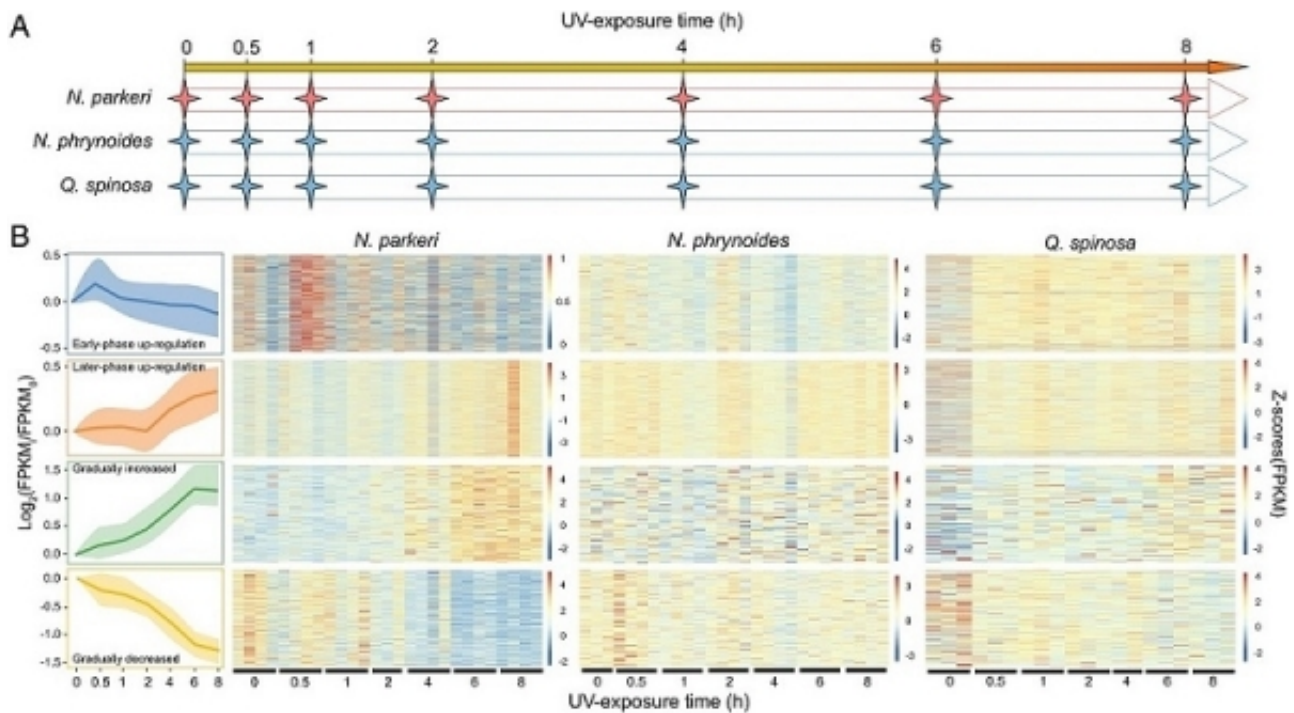


图2 高山倭蛙及近缘种皮肤紫外照射后的时序表达模式

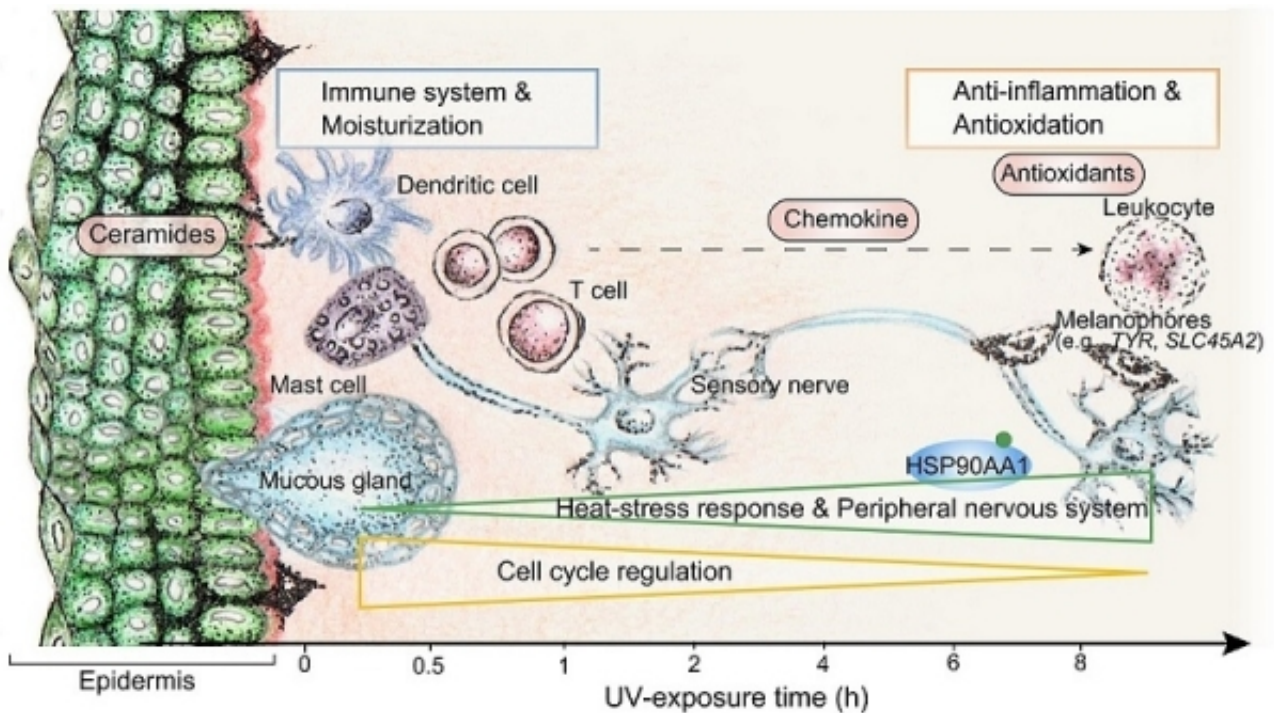


图3 高山倭蛙皮肤抵御紫外辐射的分子调控网络

研究团队单位：昆明动物研究所

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](http://iikx.com)转发