
性染色体如何演化？壁虎知道答案

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/41788.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！

壁虎的岔路漫画。受访者供图

性染色体如何演化？壁虎知道答案。

张国捷介绍，壁虎是研究性染色体演化得天独厚的类群。壁虎类群内部汇集了温度依赖型、XY型、ZW型多种性别决定模式，这种多样性甚至还涵盖了从近期才起源的性染色体到古老的高度分化的性染色体。

为此，研究团队选取了22种壁虎开展基因组学分析，其中20个物种的性别决定机制明确，包含了3种温度依赖型、6种XY基因型、11种ZW基因型，另有2个外群物种作为对照。这些物种覆盖了壁虎科已发现的约70%的独立性染色体起源事件，基本可以展现这一类群性别决定机制多样化的特征。

研究回溯了壁虎的演化历程，推测壁虎祖先约1.91亿年前与其他蜥蜴、蛇类分道扬镳，并在白垩纪大灭绝事件前后发生了快速辐射演化。研究重建出壁虎最近共同祖先的38条染色体，发现壁虎祖先并不具备性染色体，很可能采用环境依赖型性别决定。

研究还发现，这20个由基因型性别决定壁虎物种的性染色体分别起源于17条不同的祖先染色体。即便是由同一条祖先染色体演化而来的性染色体，在不同壁虎类群里，性别分化区域也各不相同。这意味着这些祖先染色体是各自独立演化成性染色体，如同在不同谱系中被一次次重新发明。

值得关注的是，序列分析证实，这些性染色体的年龄长短不一——最古老的可达5445万年，最年轻的仅590万年，且有相当数量的性染色体分化时间集中在1200万至700万年前。张国捷表示，这500万年中恰好处于中新世中期的气候转变期，全球显著降温、干旱化和栖息地破碎化，强烈影响了生态系统。因此，研究认为，古气候变迁可能为从温度依赖型向基因型性别决定转变施加了选择压力，从而引发了这场性染色体诞生潮。

揭开性别决定系统完整演化的故事

这项研究还解决了一个学界的疑问：同为性染色体决定性别，为什么有些物种用XY系统，有些用ZW系统？

张国捷解释，这种选择并非完全随机。特定的祖先染色体确实更容易向某个方向演化，祖先染色体上具有较多的睾丸偏好性表达基因会倾向于向Z染色体演化，最终形成ZW型性别决定系统，反之，含有较少睾丸基因的祖先染色体则更容易形成XY型性别决定系统。这一规律不仅存在于壁虎，在包括爬行动物、哺乳动物和鸟类在内的羊膜动物中也普遍成立。

此外，研究团队分析了性染色体的分化过程、基因的丢失和剂量平衡等问题。基于这些发现，研究团队回答了一个更大的问题：一套新的性别决定系统，究竟是如何诞生并稳定下来的？为此，他们提出了一个关于性别决定系统演化的四阶段模型，将气候变化、基因组成以及长期演化过程串联成一个完整的故事。

最初，剧烈的气候变化使依赖温度的性别决定面临风险，而基因型性别决定因更具稳定性而获得优势，推动系统从看天转向看基因；然后，随着某条常染色体被选中后，其原有的基因组成已暗含未来方向——偏向睾丸表达的基因越多的染色体预示ZW路径，反之走向XY路径；渐渐地，性

染色体逐步分化，形成了X与Y或Z与W的差异；最终，Y或W持续退化，形成牢固的进化约束。此时，再次更换性别决定方式的代价已经变得很高，因此大多数物种都会长期保留这一系统，并持续演化至今。

张国捷强调，脊椎动物中丰富多样的性别决定方式，或许并非演化过程中完全偶然的产物，而是在环境压力与基因组特性共同作用下形成的结果。（来源：中国科学报 金梦婷 胡珉琦）

相关论文信息：<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aec3449>

作者：张国捷等 来源：《科学》

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