

昆明动物所等揭示爬行动物卵生和胎生繁殖模式进化的遗传机制

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3987.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！

昆明动物所等揭示爬行动物卵生和胎生繁殖模式进化的遗传机制。脊椎动物繁殖模式主要分为两种：卵生(oviparity)和胎生(viviparity)。卵生繁殖模式是指母体产卵，随后卵在外界环境中孵化至卵内胚胎完全发育而孵出幼体；而胎生繁殖模式则是母体将受精卵滞留在子宫或输卵管内直至胚胎发育完全，由母体直接分娩产出。胎生繁殖模式具有优化胚胎发育环境和保护胚胎不受外在不利影响的作用，因而可以大大提高后代的存活率和适合度。根据胚胎发育的营养来源，可以分为卵性营养(Lecithotrophy)和胎性营养(Matrotrophy)两种类型，卵性营养物种胚胎发育的营养来自卵黄，而胎性营养物种胚胎发育的营养由母体通过胎盘供应。卵生物种都属于卵性营养，而胎生物种可据胚胎发育的营养来源划分为卵性营养胎生和胎性营养胎生，不同胎生物种处于卵性-胎性营养连续谱的不同位点上。绝大多数爬行动物处于极端卵性营养一端，但极少数胎生石龙子胚胎发育显著依赖胎性营养。哺乳动物中的真兽类处于极端胎性营养一端。

有鳞类爬行动物(包括蜥蜴、蛇和蚓蜥)约有20%的胎生物种，其独立起源次数可能达98-129次，超过整个脊椎动物的胎生起源次数的三分之二。有鳞类的胎生起源多发生在较低的分类阶元(属下、种下水平)，便于进行不同繁殖模式的比较研究，因此为研究胎生繁殖模式的进化提供了一个重要的模型。卵生如何进化为胎生?这是十分重要的基础性生物学问题。过去基于生理、组织形态等方面的研究发现，胎生进化伴随卵壳退化、胚胎附着、胎盘发育、受精卵延长滞留、免疫耐受等方面相应的改变。然而，这些变化的遗传机制尚属空白。

要解答这一问题，首先需要选好研究的模式系统。中国科学院昆明动物研究所研究员车静领导的课题组在长期积累的研究基础上，最终挑选了沙蜥属物种作为研究对象。生活在青藏高原高海拔地区的沙蜥属所有物种，包括青海沙蜥(*Phrynocephalus vlangalii*)，面对高海拔低温、低氧等恶劣环境，进化出了典型的胎生繁殖模式，而邻近低海拔地区近缘物种，如荒漠沙蜥(*P. przewalskii*)等则具有卵生繁殖模式。其次，开展该项研究，还需要多方面的技术和专长。车静联合国内外6个研究组组成了联合攻关团队。

研究人员在建立荒漠沙蜥及青海沙蜥室内繁殖体系及明确物种不同繁殖时期性状对比的基础上，最终成功获得两物种主要繁殖差异时期输卵管及子宫转录组样品。与此同时，他们成功解析了青海沙蜥和荒漠沙蜥全基因组数据。在此基础上，得以构建两物种在不同发育时期母体输卵管/子宫组织的基因表达谱，通过基因的进化分析和表达分析，鉴定出了控制诸如卵壳退化、延迟产卵等一系列性状的关键候选基因/通路。此外，通过与有鳞类中的麻蜥属(*Eremias*)、蜓蜥属(*Sphenomorphus*)、滑蜥属(*Scincella*)等其它胎生物种的趋同进化比较研究，得以从序列和表达调控两个层面对胎生进化的遗传机制及其相对贡献进行了分析。

在卵壳退化方面，研究发现在荒漠沙蜥(卵生)卵壳腺形成时期(卵黄生成期，S1期)，与输卵管/子宫上皮分化、腺体发育等相关功能的基因呈现特异性高表达，而这些基因在青海沙蜥(胎生)的相应时期并没有呈现相同的趋势。如雌激素受体(ESR)介导的生长因子通路，此前报道与卵壳腺形成相关，且该通路中的部分基因在荒漠沙蜥S1期特异高表达，而在青海沙蜥中则呈现相反的表达模式。该结果表明，卵壳腺的退化可能是导致青海沙蜥卵壳退化的关键因素。

除此之外，研究还发现对应于荒漠沙蜥(卵生)的产卵期(S3期)，青海沙蜥(胎生)在基因表达上表现出一定的差异。比如，ESR以及其它一些生长因子受体(如GHR、IGF1R)在该时期的高表达可能对胎盘的发育起到了促进作用。而PTGS2基因(起促进子宫肌肉收缩作用)在S3期之后的下调以及ADRB2基因(具维持子宫肌肉静默的作用)在整个妊娠期间的持续高表达可能促进了其产卵/仔时间的延迟。

最后，通过对不同胎生蜥蜴的趋同进化分析，发现4个基因(C7, NKTR, NBEAL2, PTX2)存在趋同的氨基酸替换。这些基因均与免疫相关，且其中两个在胚胎附着(S3期)后表达下调，可能涉及母体对胚胎的免疫调节。然而，统计发现这种趋同进化的水平并不高于随机情况下产生的氨基酸替换，同时基于胎生支系进化速率的分析也没有得到趋同的信号。这一分析结果提示，胎生进化可能更多地受基因表达的调控，而非序列变异。

该研究已在《美国国家科学院院刊》(PNAS)上在线发表。昆明动物所博士研究生高伟、副研究员孙艳波、副研究员周炜炜以及助理研究员熊子军为论文的共同第一作者，昆明动物所研究员车静、张亚平，南京师范大学教授计翔以及德克萨斯大学奥斯汀分校教授David Hillis为论文的共同通讯作者。该研究得到中科院先导项目(B)、国家自然科学基金、中科院青年创新促进会、中科院西部之光及中科院国际访问学者计划的资助。

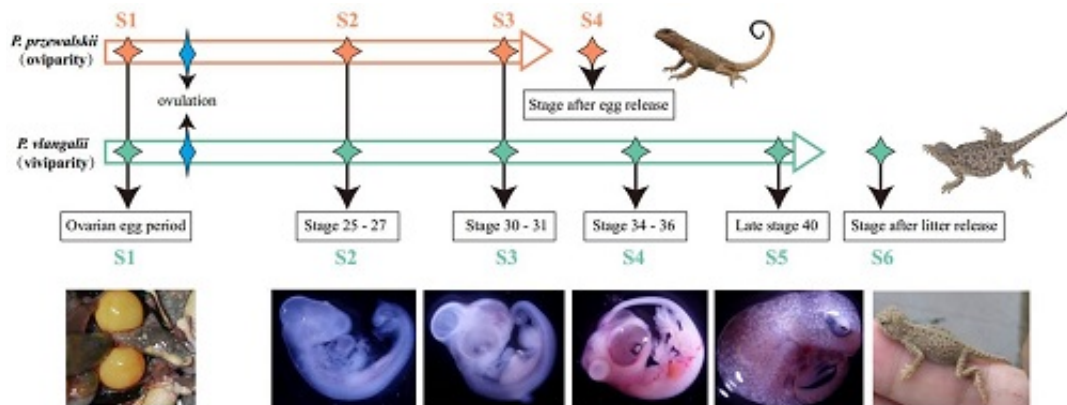


图1. 荒漠沙蜥(卵生)和青海沙蜥(胎生)主要繁殖时期对比以及该研究中转录组样品收集时期表



图2. 荒漠沙蜥及青海沙蜥室内繁殖体系建立

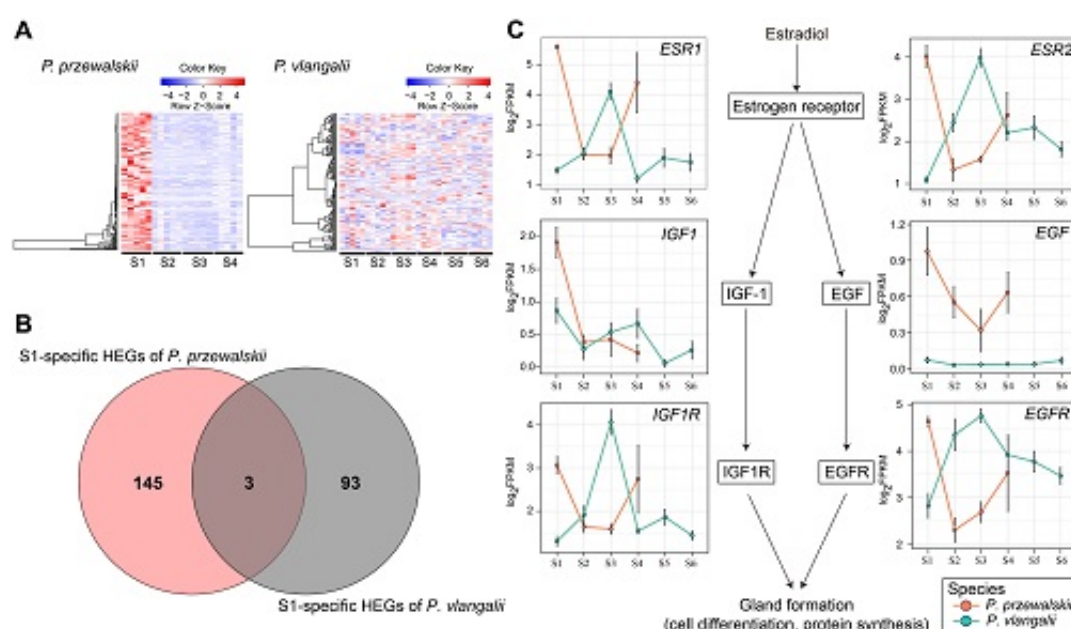


图3. 卵壳腺退化相关基因的表达模式。(A)荒漠沙蜥卵壳腺形成时期(S1)特异高表达基因在两物种的表达丰度热图;(B)两物种卵黄生成期(S1)特异高表达基因的比较;(C)已报道与卵壳腺形成相关的关键基因在两物种中的表达模式。

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