

The effects of thermal stress on the early development of the lizard *Anolis sagrei*

Abstract

Across the globe terrestrial ectotherms—amphibians and non-avian reptiles—are facing a range of emerging challenges. Increasing global temperatures, in particular, are affecting all aspects of ectotherm biology and life history. Embryonic development is a thermally sensitive period of the organismal lifecycle, yet the impacts of thermal stress on the early development of ectotherms have significantly lagged behind studies of later stages and adult thermal physiology. Morphogenesis, the stage where the major anatomical systems are actively forming, is particularly sensitive to thermal stress, yet is not studied as often as later stages where growth is the primary process happening within the egg. Here, we focus on the effects of thermal stress on the first 12 days of development, the stages of morphogenesis, in the lizard *Anolis sagrei*. We examine the resiliency of the early developmental stages to heat stress by incubating eggs at temperatures that parallel conditions observed today and predicted over the next 50–100 years of projected climate change. Our results suggest that some anole nests are currently at the thermal limits for which the early embryonic stages can properly develop. Our results emphasize the importance of studying early embryonic stages of development and the importance of studying stage-specific effects of thermal stress on squamate development.

Keywords: *Anolis*, global warming, thermal biology, thermal stress, lizard embryo

Los efectos del estrés termal en el desarrollo temprano de la lagartija *Anolis sagrei*

Resumen

En todas partes del mundo, los ectotérmicos terrestres –anfibios y reptiles no aviares- se están enfrentando a una gama de desafíos emergentes. El aumento de las temperaturas globales, en particular, está afectando todos los aspectos de la biología ectotérmica y su historia de vida. El desarrollo embrionario es un período térmicamente sensible en el ciclo de vida del organismo, aun así, el impacto del estrés térmico en el desarrollo temprano de los organismos ectotérmicos ha quedado rezagado significativamente en comparación a los estudios de etapas posteriores y de la fisiología térmica de los adultos. La morfogénesis, la etapa en la cual los principales sistemas anatómicos se están formando activamente, es particularmente sensible al estrés térmico; sin embargo, no es estudiado tan frecuentemente como las etapas sucesivas donde el crecimiento es el proceso principal que ocurre dentro del huevo. En este estudio, nos enfocamos en los efectos del estrés térmico en los primeros 12 días de desarrollo, la etapa de morfogénesis, en la lagartija *Anolis Sagrei*. Examinamos la resistencia en las primeras etapas de desarrollo al estrés del calor al incubar huevos a temperaturas que imitan las condiciones observadas hoy y aquellas previstas para los siguientes 50 a 100 años del cambio climático proyectado. Nuestros resultados sugieren que algunos nidos de anolis están actualmente en el límite térmico de la etapa temprana de los embriones en la cual se pueden desarrollar debidamente. Nuestros resultados enfatizan la importancia de estudiar las etapas de desarrollo tempranas del embrión y la importancia de estudiar efectos específicos de las etapas del estrés térmico en el desarrollo de los escamosos.

Palabras clave: *Anolis*, calentamiento global, biología termal, estrés termal, embrión de lagartija