

Rắn và bí mật về đời sống kháng thể: Một cơ chế phân cắt mới ở loài *Elaphe taeniura*

Bim Bíp

13-04-2025

- No matter how strong I am, just one bite from Snake is the end for me.

Trích “The Virtue of Sacrifice”; *Wild Wise Weird* [1]



Trong hệ miễn dịch của các loài động vật có xương sống, kháng thể là những chiến binh thiết yếu chống lại mầm bệnh. Trong số các loài tứ chi không thuộc lớp thú, immunoglobulin Y (IgY) là lớp kháng thể chủ yếu, kết hợp các đặc điểm chức năng của IgG và IgE ở động vật có vú. Mặc dù cấu trúc tổng thể được bảo tồn, IgY thể hiện sự đa dạng đáng chú ý giữa các loài. Một nghiên cứu gần đây của Zhang và cộng sự [2] đã khám phá một cơ chế chưa từng được nhận diện trước đây về đa dạng hóa IgY ở loài rắn *Elaphe taeniura*, mở ra góc nhìn mới về cách các quá trình tiến hóa định hình phản ứng miễn dịch.

Các dạng IgY rút gọn, gọi là IgY(Δ Fc), đã được ghi nhận ở chim, rùa và lưỡng cư [3–5]. Thông thường, các biến thể này hình thành do phiên mã thay thế hoặc cắt nối gene ở mức di truyền. Tuy nhiên, điểm đặc biệt ở *E. taeniura* là loài này tạo ra các isoform IgY rút gọn thông qua cơ chế phân cắt sau phiên mã (*post-translational cleavage*)—một sửa đổi sinh hóa diễn ra sau khi kháng thể được tổng hợp hoàn chỉnh. Cụ thể, sự phân cắt xảy ra tại một dư lượng asparagine (N338) trong vùng hằng định (*constant region*, CH4 domain) của chuỗi nặng IgY, dẫn đến việc loại bỏ một đoạn protein nặng khoảng 10 kilodalton [2].

Sử dụng phương pháp phân tích protein dựa trên tương tác giữa các kháng thể và protein mục tiêu (*western blotting*) và phổ khối ghép đôi sắc ký lỏng (LC-MS/MS), các nhà nghiên cứu xác nhận rằng sự phân cắt này được trung gian bởi *asparaginyl endopeptidase* (AEP)—một loại enzyme protease chuyên nhận diện và cắt tại các vị trí chứa asparagine. Cả AEP người và AEP rắn đều được chứng minh có khả năng phân cắt IgY trong môi trường *in vitro*. Tuy nhiên, mô hình phân cắt quan sát được cho thấy khả năng tồn tại nhiều vị trí cắt tiềm năng, gợi ý rằng AEP có thể tương tác với các yếu tố phân tử khác trong cơ thể sống để bảo đảm quá trình xử lý đặc hiệu theo vị trí.

Khám phá này không chỉ làm sâu sắc thêm hiểu biết của chúng ta về đa dạng hóa kháng thể ở cấp độ phân tử, mà còn đặt ra câu hỏi về vai trò chức năng của các dạng IgY rút gọn. Do thiếu đi phần Fc, những biến thể này có thể tránh tương tác với các thụ thể miễn dịch truyền thống, từ đó làm thay đổi đường truyền tín hiệu miễn dịch. Những thích nghi tương tự cũng đã được quan sát ở vịt và các loài bò sát, nơi tỷ lệ cao IgY rút gọn có thể giúp điều chỉnh phản ứng miễn dịch hoặc giảm kích hoạt viêm [6].

Trên bình diện rộng hơn, nghiên cứu này làm nổi bật một chiều kích tinh tế nhưng sâu sắc của mối quan hệ giữa tự nhiên và con người: tiến hóa là động lực sáng tạo ra các chiến lược phân tử tinh vi giúp sinh vật sinh tồn. Việc khám phá các cơ chế phòng vệ đa dạng mà sự sống sử dụng không chỉ mở rộng hiểu biết về khả năng phục hồi sinh học, mà còn khơi nguồn cảm hứng cho các ứng dụng y sinh học mới, được gợi mở từ chính những giải pháp mà tự nhiên đã phát minh.

Tài liệu tham khảo

[1] Vương QH. (2024). *Wild Wise Weird*. <https://www.amazon.com/dp/B0BG2NNHY6/>

- [2] Zhang M, et al. (2025). Post-translational cleavage generates truncated IgY forms in the snake *Elaphe taeniura*. *Zoological Research*, 46(2), 277-284. <https://doi.org/10.24272/j.issn.2095-8137.2024.295>
- [3] Li LX, et al. (2012). Extensive diversification of IgD-, IgY-, and truncated IgY(Δ Fc)-encoding genes in the red-eared turtle (*Trachemys scripta elegans*). *The Journal of Immunology*, 189(8), 3995-4004. <https://dx.doi.org/10.4049/jimmunol.1200188>
- [4] Huang T, et al. (2016). Molecular analysis of the immunoglobulin genes in goose. *Developmental & Comparative Immunology*, 60, 160-166. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2016.02.024>
- [5] Zhu R, et al. (2014). Thymus cDNA library survey uncovers novel features of immune molecules in Chinese giant salamander *Andrias davidianus*. *Developmental & Comparative Immunology*, 46(2), 413-422. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2014.05.019>
- [6] Magor KE. (2011). Immunoglobulin genetics and antibody responses to influenza in ducks. *Developmental & Comparative Immunology*, 35(9), 1008-1017. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2011.02.011>
- [7] Ho MT, Nguyen DH. (2025). Of Kingfisher and Man. <https://philarchive.org/rec/HOOKAW>
- [8] Nguyen MH. (2024). How can satirical fables offer us a vision for sustainability? *Visions for Sustainability*. <https://ojs.unito.it/index.php/visions/article/view/11267>