The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Một hồ sơ hóa thạch ở New Mexico làm chương cuối của khủng long phức tạp hơn

Một nghiên cứu trên Science định tuổi lại Naashoibito Member ở New Mexico vào vài trăm nghìn năm cuối trước vụ va chạm tiểu hành tinh. Điều đó quan trọng vì phần lớn bằng chứng tốt nhất về khủng long cuối Creta đến từ xa hơn về phía bắc. Hồ sơ phía nam mới gợi ý miền tây Bắc Mỹ vẫn có các quần khủng long khác biệt theo vùng gần đoạn kết, chứ không phải một cộng đồng đồng nhất đang cùng suy tàn. Nó không chứng minh mọi hệ sinh thái khủng long trên thế giới đều phồn thịnh cho đến va chạm; nó cho thấy một hồ sơ mang tính vùng có thể khiến câu chuyện toàn cầu trở nên quá trơn như thế nào.

Written by Cinzia Vaglio · Cross-checked by Lucio Vaglio and Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Lucio Vaglio and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Late-surviving New Mexican dinosaurs illuminate high end-Cretaceous diversity and provinciality*, Andrew G. Flynn, Stephen L. Brusatte, Alfio Alessandro Chiarenza, Jorge Garcia-Giron, Adam J. Davis, C. Will Fenley IV, Caitlin E. Leslie, Ross Secord, Sarah Shelley, Anne Weil, Matthew T. Heizler, Thomas E. Williamson, and Daniel J. Peppe, Science 390, 400-404 (2025) · DOI: 10.1126/science.adw3282

Một nhân chứng phía nam gần đoạn kết

Câu chuyện về những con khủng long cuối cùng thường được kể qua vùng Great Plains phía bắc: Montana, Dakotas, thế giới Hell Creek. Hồ sơ ở đó đủ tốt để trở nên quen thuộc, và cái quen thuộc rất dễ giả vờ rằng nó là toàn bộ câu chuyện. Hóa thạch không phân bố đều, vì lịch sử không tử tế đến mức tự sắp hồ sơ cho chúng ta.

Một bài mới trên *Science* bổ sung một nhân chứng phía nam. Các tác giả nghiên cứu Naashoibito Member trong bồn San Juan của New Mexico, một đơn vị đá chứa hóa thạch có tuổi bị tranh luận suốt nhiều thập kỷ. Nếu các hóa thạch này cũ hơn, chúng nói rất ít về khoảnh khắc cuối trước vụ va chạm tiểu hành tinh. Nếu chúng thuộc phần rất muộn của Creta, chúng lại có ý nghĩa lớn.

Câu trả lời của bài là phương án thứ hai. Dùng địa niên đại học mới và địa tầng từ, nhóm lập luận rằng các tầng chính chứa khủng long trong Naashoibito Member nằm trong khoảng **340.000 năm** trước ranh giới Creta–Paleogen. Điều này đặt khủng long New Mexico đủ gần đoạn kết để góp lời vào câu hỏi cũ: khủng long đã suy giảm kéo dài hay nhiều hệ sinh thái vẫn còn đa dạng theo vùng khi va chạm xảy ra?

Câu trả lời thận trọng không phải “mọi khủng long đều ổn rồi bùm”. Câu đó nhịp hay nhưng phép lịch sự khoa học kém. Câu trả lời tốt hơn hẹp và hữu ích hơn: ở miền tây Bắc Mỹ, một hồ sơ phía nam được định tuổi tốt hỗ trợ bức tranh trong đó các quần động vật khủng long muộn vẫn khác biệt theo vùng, chứ không phải một cộng đồng nghèo đa dạng duy nhất đang đồng loạt tàn lụi khắp nơi.

Thế là đủ. Không cần đội cho nó chiếc mũ ồn ào hơn.

Bisti/De-Na-Zin Wilderness ở New Mexico, cảnh quan badlands trong vùng rộng hơn của bồn San Juan. Ảnh chỉ là bối cảnh, không phải bằng chứng của bài Science: lập luận dựa trên các lớp đá chứa hóa thạch đã được định tuổi, không phải phong cảnh.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

"Trong vòng 340.000 năm" ở đây nghĩa là gì?

Vụ va chạm tiểu hành tinh và ranh giới Creta–Paleogen được định tuổi khoảng **66,052 triệu năm trước**. Câu hỏi là các lớp đá chứa hóa thạch nằm ở đâu so với mốc đó.
Các tác giả không định tuổi trực tiếp xương khủng long rồi xem như xong. Họ định tuổi các hạt khoáng vật núi lửa, đặc biệt sanidine, từ sa thạch trong mặt cắt Naashoibito bằng **địa niên đại $^{40}Ar/^{39}Ar$**, rồi kết hợp với **địa tầng từ**: hồ sơ các lần đảo cực từ trường Trái Đất được lưu trong đá.
Phiên bản ngắn: một mẫu cho tuổi lắng đọng tối đa **66,87 ± 0,04 triệu năm**, một mẫu khác chứa khủng long cho **66,38 ± 0,08 triệu năm**, còn mẫu hình từ tính đặt phần trên của mặt cắt vào khoảng đảo cực cuối cùng của Creta. Cùng nhau, những ràng buộc đó đưa các tầng chính chứa khủng long rất gần ranh giới. Đây là đồng hồ địa chất, không phải đồng hồ bấm giây, nhưng đủ gần để thay đổi tranh luận.

Các tác giả đã làm gì

Nhóm kết hợp hai loại công việc cần nhau. Trước hết, họ siết chặt tuổi của Naashoibito Member. Đơn vị này nằm trên các đá Campanian cũ hơn và dưới đá Paleocene sớm, nhưng tuổi chính xác bị tranh cãi: một số diễn giải trước đặt nó khoảng 70–69 triệu năm, số khác cho là Creta rất muộn, thậm chí có tuyên bố đẩy một phần hồ sơ sang Paleocene. Các tác giả đo mặt cắt, lấy mẫu ở địa điểm có khủng long, định tuổi hạt sanidine vụn bằng phương pháp $^{40}Ar/^{39}Ar$ và nối mặt cắt với các khoảng cực từ đã biết.

Thứ hai, họ hỏi quần động vật trông như thế nào trong bối cảnh. Họ tập hợp dữ liệu xuất hiện của động vật có xương sống trên cạn và nước ngọt ở miền tây Bắc Mỹ qua Campanian, Maastrichtian và Paleocene sớm, rồi dùng phương pháp sinh thái và địa sinh học để kiểm tra quần động vật mang tính vùng hay đồng nhất. Từ khóa là **tính phân tỉnh** (*provinciality*): các vùng khác nhau có cộng đồng riêng hay cùng những động vật ở khắp nơi.

Điều này quan trọng vì một phiên bản lịch sử cuối thời khủng long nói miền tây Bắc Mỹ trở nên đồng nhất hơn trong Maastrichtian, ít khác biệt vùng hơn và quần động vật mang tính "toàn lục địa" hơn. Một hệ thống đồng đều hơn, đa dạng thấp hơn dễ được hình dung là đã mong manh trước tiểu hành tinh. Một hệ thống có cấu trúc vùng kể câu chuyện khác.

Họ tìm thấy gì

Định tuổi là bản lề. Hai mẫu Naashoibito chứa khủng long có ràng buộc Maastrichtian muộn. Mẫu sa thạch H08-Sand-08 cho tuổi lắng đọng tối đa **66,87 ± 0,04 triệu năm**. Mẫu từ "34-Bone Site", có một phần bộ xương hadrosaur lambeosaurine, cho tuổi tối đa **66,38 ± 0,08 triệu năm**. Kết hợp hồ sơ cực từ, các tác giả đặt những tầng chính chứa khủng long Naashoibito trong khoảng **340.000 năm** trước ranh giới K–Pg.

Điều đó khiến hồ sơ bồn San Juan về cơ bản cùng thời với quần động vật Hell Creek nổi tiếng hơn ở phía bắc. Nó cũng tách khủng long Naashoibito khỏi quần Nacimiento Paleocene sớm nhất khoảng **700.000 năm**, điều quan trọng vì không ai muốn vô tình đặt khủng long không phải chim sang nhầm phía của ranh giới tuyệt chủng. Vừa lộn xộn, vừa sai.

Kết quả sinh thái là nửa kia. Trong các khoảng Creta muộn nhất được phân tích, các tác giả tìm thấy bằng chứng cho **hai tỉnh sinh học** ở miền tây Bắc Mỹ. Khi phân tích riêng khủng long, chúng cũng tách thành hai tỉnh sinh học trong tất cả các khoảng Creta muộn nhất của nghiên cứu. Bài báo lập luận các khác biệt vùng này không đơn giản sụp thành một quần động vật đồng nhất duy nhất trước va chạm.

Yếu tố điều khiển không chỉ là một đường bắc–nam. Phân tích chỉ đến **nhiệt độ** như nhân tố chính định hình các tỉnh sinh học Creta, còn địa lý đóng vai trò phụ. Các vùng nam ấm hơn có thể thuận lợi cho một số động vật như sauropod, trong khi vùng bắc mát hơn thuận lợi cho nhóm như hadrosaurine. Điểm chính không phải tỉnh nào "khỏe" hơn tỉnh nào. Mà là bản đồ Creta muộn vẫn còn cấu trúc.

Điều nghiên cứu này *không* chứng minh

- Nó **không** chứng minh khủng long khắp Trái Đất đều phát triển tốt đến khi tiểu hành tinh rơi xuống. Tác giả nói rõ đây vẫn chủ yếu là bức tranh Bắc Mỹ.
- Nó **không** xóa bằng chứng suy giảm ở một số nhóm, vùng hay phân tích. Nó chống lại một câu chuyện đồng nhất quá trơn trên cả lục địa, không chống mọi dạng stress trước tuyệt chủng.
- Nó **không** cho thấy tiểu hành tinh không quan trọng. Va chạm vẫn là sự kiện chính ở ranh giới; bài này hỏi loại hệ sinh thái nào bị đánh trúng.
- Nó **không** biến New Mexico thành cửa sổ hoàn hảo nhìn cả hành tinh. Nó thêm một điểm dữ liệu phía nam còn thiếu trong hồ sơ vốn bị các địa điểm phía bắc chi phối.
- Nó **không** khiến tiêu đề “phồn thịnh cho đến va chạm” trở thành an toàn. Đó là phiên bản rộng nhất của tuyên bố, không phải kết quả sạch nhất.

Bằng chứng mạnh đến đâu?

Với tuổi của các tầng chứa khủng long Naashoibito, bằng chứng trong bài chính đủ mạnh để quan trọng. Các tác giả kết hợp tuổi đồng vị phóng xạ từ hạt sanidine vụn với địa tầng từ, và các mốc chính phù hợp diễn giải Creta rất muộn. Bài cũng xử lý trực tiếp tranh cãi cũ về việc hóa thạch này cũ hơn nhiều, thuộc Creta muộn nhất hay thậm chí Paleocene.

Vẫn có một lưu ý kỹ thuật. Địa niên đại chi tiết, diễn giải từ tính và bảng dữ liệu nằm trong tài liệu bổ sung của *Science*. Bài chính cung cấp các tuyên bố và con số cần thiết, nhưng ở lượt biên tập cuối vẫn nên kiểm tra supplement trước khi xem mọi chi tiết phương pháp là khép lại.

Với khẳng định sinh thái rộng hơn, bằng chứng gợi ý và hữu ích nhưng phụ thuộc mô hình hơn. Các tác giả dùng dữ liệu xuất hiện, clustering và resampling để suy ra tỉnh sinh học. Đây là loại công cụ phù hợp cho câu hỏi, nhưng cũng có nghĩa kết quả phụ thuộc lấy mẫu hóa thạch, gán phân loại, chia bin thời gian và cách xử lý vắng mặt. Hồ sơ hóa thạch là dữ liệu bị mất vài chiếc răng.

Vì vậy cách đọc an toàn nhất phải tách đôi: hồ sơ New Mexico là một hồ sơ phía nam Creta muộn thật và quan trọng; kết luận miền tây Bắc Mỹ giữ cấu trúc quần động vật theo vùng gần đoạn kết được phân tích hỗ trợ tốt; còn bước nhảy từ đó sang “sức khỏe khủng long toàn cầu” nên được chống lại.

Vì sao điều này quan trọng

Tranh luận cũ về khủng long suy giảm không chỉ nói về khủng long. Nó nói về một hồ sơ hóa thạch có thể gánh bao nhiêu trọng lượng câu chuyện.

Nếu hồ sơ Creta cuối tốt nhất đến từ Great Plains phía bắc, rất dễ để hồ sơ đó đại diện cả lục địa, rồi lục địa đại diện cả thế giới. Hiệu quả thật. Nhưng đó cũng là cách một mẫu hình vùng biến thành câu chuyện toàn cầu bằng cách đi thang máy không vé.

Kết quả New Mexico làm câu chuyện bớt trơn. Nó nói: hãy nhìn xuống phía nam. Đây là một đơn vị chứa khủng long gần ranh giới. Đây là những quần động vật không đơn giản sao chép các quần phía bắc. Đây là bằng chứng nhiệt độ và sinh thái vùng vẫn quan trọng vào cuối cuộc chơi.

Điều đó không làm vụ va chạm bớt thảm khốc. Nếu có gì, nó làm thảm họa sắc nét hơn. Va chạm không đến vào cuối một hệ sinh thái đơn giản duy nhất. Nó đánh vào một tập các thế giới vùng vẫn còn cách tổ chức riêng.

Bài còn có một bài học yên lặng: định tuổi tốt thay đổi câu chuyện. Một tập hợp hóa thạch không có tuổi chắc chắn có thể chỉ là tin đồn có xương. Đặt nó đúng lên đồng hồ, cùng hóa thạch đó trở thành bằng chứng.

Tóm tắt gọn

Một nghiên cứu trên *Science* xem xét lại Naashoibito Member ở New Mexico, đơn vị chứa khủng long lâu nay bị tranh luận về tuổi. Dùng định tuổi sanidine vụn $^{40}Ar/^{39}Ar$ và địa tầng từ, các tác giả ràng buộc các tầng chính chứa khủng long vào khoảng 340.000 năm trước ranh giới Creta–Paleogen, khiến chúng thuộc số khủng long không phải chim cuối cùng được biết ở Bắc Mỹ và về cơ bản cùng thời quần Hell Creek phía bắc. Sau đó họ dùng phân tích sinh thái và địa sinh học của sự xuất hiện động vật có xương sống miền tây Bắc Mỹ để lập luận quần Creta muộn vẫn giữ cấu trúc vùng: khủng long tách thành hai tỉnh sinh học, và nhiệt độ có vẻ là một động lực lớn của khác biệt. Kết quả chống lại ý tưởng một quần khủng long đa dạng thấp duy nhất trên cả lục địa đồng loạt tàn lụi trước va chạm. Nó không chứng minh sức khỏe khủng long toàn cầu, không giải quyết mọi tranh luận suy giảm và không nói mọi khủng long đều phồn thịnh cho đến cuối. Nó cho thấy một hồ sơ phía nam được định tuổi tốt hơn khiến chương cuối Bắc Mỹ mang tính vùng, có cấu trúc và ít trơn tru hơn.

Đánh giá thẳng thắn

Bài báo cho thấy gì: Các tầng chứa khủng long của Naashoibito Member ở New Mexico thuộc Creta muộn nhất, có lẽ trong khoảng 340.000 năm trước ranh giới K–Pg, và hồ sơ động vật có xương sống miền tây Bắc Mỹ hỗ trợ sự tồn tại dai dẳng của các tỉnh sinh học vùng gần đoạn kết.

Điều hợp lý nhưng chưa được chứng minh: Nhiều hệ sinh thái khủng long vẫn khá vững ngay trước va chạm; nhiệt độ giúp duy trì các thế giới quần động vật bắc và nam khác biệt; ý tưởng cũ về suy giảm đơn giản trên toàn lục địa quá trơn.

Điều nghiên cứu không cho thấy: Khủng long khắp nơi đều phồn thịnh; không có nhóm hay vùng nào suy giảm; tiểu hành tinh không phải tác nhân tuyệt chủng chính; New Mexico một mình viết lại toàn cầu Creta cuối.

Hạn chế chính: Hồ sơ hóa thạch mang tính vùng; phân tích tính phân tỉnh phụ thuộc mô hình; thiên lệch lấy mẫu hóa thạch; chi tiết địa niên đại và phương pháp occurrence vẫn cần một lượt kiểm tra cuối với supplement của *Science*.

Độc giả phổ thông nên tin ở mức nào? Cao rằng New Mexico nay cung cấp một hồ sơ khủng long phía nam Creta muộn quan trọng. Khá cao rằng miền tây Bắc Mỹ vẫn giữ cấu trúc quần động vật theo vùng gần đoạn kết. Thấp rằng điều này có thể nén thành “khủng long ở khắp nơi đều ổn cho đến tiểu hành tinh”. Kết quả thật hay hơn: chương cuối không phải một câu chuyện phẳng duy nhất trên cả lục địa.

Nguồn

Flynn et al., Late-surviving New Mexican dinosaurs illuminate high end-Cretaceous diversity and provinciality, Science 390, 400-404 (2025)
https://doi.org/10.1126/science.adw3282