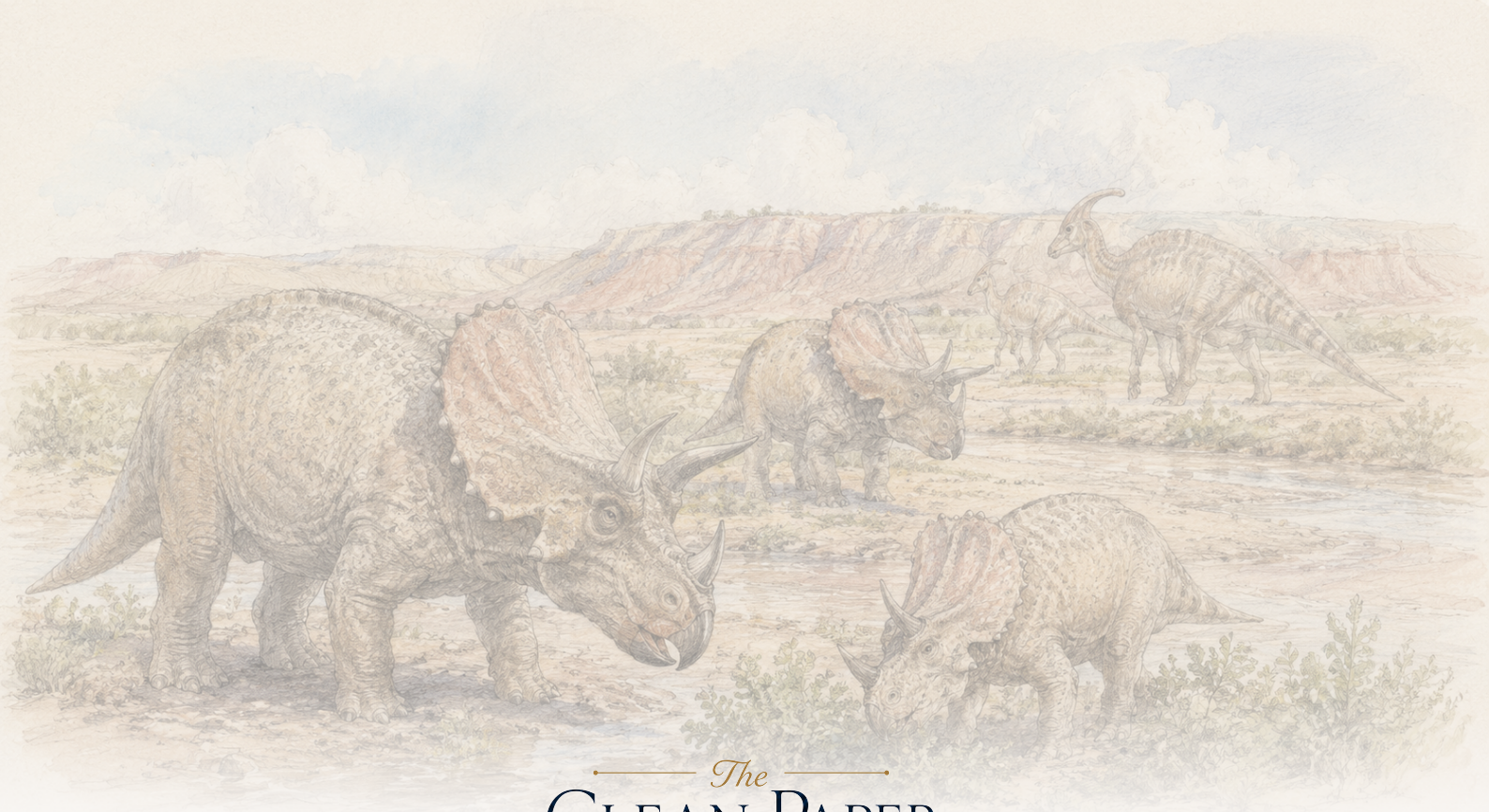

The Clean Paper

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

New Mexico-ს ნამარხთა ჩანაწერი დინოზავრების ბოლო თავს ართულებს

Science-ის კვლევა New Mexico-ს Naashoibito Member-ს ასტეროიდის დარტყმამდე ბოლო რამდენიმე ასეული ათასი წლის ფარგლებში ხელახლა ათარიღებს. ეს მნიშვნელოვანია, რადგან ცარცული პერიოდის დასასრულის საუკეთესო დინოზავრული მტკიცებულებების უმეტესობა უფრო ჩრდილოეთიდანაა. ახალი სამხრეთის ჩანაწერი მიუთითებს, რომ დასავლეთ ჩრდილოეთ ამერიკაში ბოლო ეტაპზე ჯერ კიდევ რეგიონულად განსხვავებული დინოზავრული ფაუნები არსებობდა და არა ერთი ერთგვაროვანი, თანაბრად ქრობადი საზოგადოება. ეს არ ამტკიცებს, რომ მსოფლიოს ყველა დინოზავრული ეკოსისტემა დარტყმამდე ყვაოდა; გვიჩვენებს, რატომ შეიძლება რეგიონულმა ნამარხთა ჩანაწერმა გლობალური ამბავი ზედმეტად გაამარტივოს.

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

სამხრეთის მოწმე დასასრულთან ახლოს

ბოლო დინოზავრების ამბავი ხშირად ჩრდილოეთის Great Plains-ის გავლით გვესმის: Montana, Dakotas, Hell Creek-ის სამყარო. ეს ჩანაწერი იმდენად კარგია, რომ ნაცნობად იქცა, ნაცნობობას კი ზოგჯერ თავი სისრულედ მოაქვს. ნამარხები თანაბრად არ ნაწილდება — ისტორიას ჩვენთვის არქივის მოწესრიგება არ უცდია.

ახალი Science-ის ნაშრომი სამხრეთის მოწმეებს ამატებს. ავტორებმა New Mexico-ს San Juan Basin-ში Naashoibito Member შეისწავლეს — ნამარხებით მდიდარი ქანების ერთეული, რომლის ასაკზეც ათწლეულებია კამათობენ. თუ ეს ნამარხები უფრო ძველი იყო, ასტეროიდის დარტყმამდე ბოლო მომენტებზე ცოტას გვეტყოდა. თუ გვიანი ცარცული პერიოდის დასასრულს ეკუთვნოდა, მნიშვნელობა ბევრად დიდი იქნებოდა.

ნაშრომის პასუხი მეორეა. ახალი გეოქრონოლოგიისა და მაგნიტოსტრატიგრაფიის გამოყენებით ჯგუფი ამტკიცებს, რომ Naashoibito Member-ის მთავარი დინოზავრიანი ჰორიზონტები Cretaceous–Paleogene საზღვრიდან დაახლოებით **340,000 წლის** ფარგლებშია. ეს New Mexico-ს დინოზავრებს დასასრულთან საკმარისად ახლოს ათავსებს, რომ ძველ კითხვაში მონაწილეობა მიიღოს: დინოზავრები უკვე ხანგრძლივ დაღმასვლაში იყვნენ, თუ დარტყმის მომენტში ბევრ ეკოსისტემაში რეგიონული მრავალფეროვნება ჯერ კიდევ არსებობდა?

ფრთხილი პასუხი არ არის „ყველა დინოზავრი მშვენივრად იყო და მერე — ბუმ“. ამ წინადადებას კარგი რიტმი და ცუდი მანერები აქვს. უკეთესი პასუხი უფრო ვიწრო და სასარგებლოა: დასავლეთ ჩრდილოეთ ამერიკაში კარგად დათარიღებული სამხრეთის ჩანაწერი გვიჩვენებს გვიანი დინოზავრული ფაუნების რეგიონულ განსხვავებას და არა ერთ, დაბალმრავალფეროვან საზოგადოებას, რომელიც ყველგან ერთდროულად ქრებოდა.

ეს საკმარისია. უფრო ხმამაღალი ქუდი არ სჭირდება.

Bisti/De-Na-Zin Wilderness New Mexico-ში — badlands ლანდშაფტი San Juan Basin-ის უფრო ფართო რეგიონში. სურათი კონტექსტია და არა Science-ის ნაშრომის მტკიცებულება: არგუმენტი დათარიღებულ ნამარხებიან ფენებს ეყრდნობა და არა პეიზაჟს.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

რას ნიშნავს აქ „340,000 წლის ფარგლებში“?

ასტეროიდის დარტყმა და Cretaceous–Paleogene საზღვარი დაახლოებით **66.052 მილიონი წლის წინ** თარიღდება. კითხვა ისაა, სად ხვდება ნამარხებიანი ქანები ამ ხაზთან მიმართებით.

ავტორებს დინოზავრის ძვლები პირდაპირ არ დაუთარიღებიათ და საქმე დახურულად არ გამოუცხადებიათ. Naashoibito-ის ქვიშაქვებიდან ვულკანური მინერალური მარცვლები, განსაკუთრებით sanidine, **$^{40}Ar/^{39}Ar$ გეოქრონოლოგიით** დათარიღეს და ეს შედეგები **მაგნიტოსტრატიგრაფიას** შეუთავსეს — ქანებში შენახულ დედამიწის მაგნიტური პოლარობის ცვლილებების ჩანაწერს.

მოკლე ვერსია: ერთი ნიმუში მაქსიმალურ დეპოზიციურ ასაკად **66.87 ± 0.04 მილიონ წელს** იძლევა, მეორე დინოზავრიან ნიმუშში — **66.38 ± 0.08 მილიონ წელს**, ხოლო მაგნიტური ნიმუში სექციის ზედა ნაწილს ცარცული პერიოდის ბოლო შებრუნებულ-პოლარობის ინტერვალში ათავსებს. ერთად ეს შეზღუდვები მთავარ დინოზავრიან ჰორიზონტებს საზღვართან ძალიან ახლოს დებს. ეს გეოლოგიური საათია და არა წამზომი, მაგრამ საკმარისად ზუსტია არგუმენტის შესაცვლელად.

რა გააკეთეს ავტორებმა

ჯგუფმა ორი ტიპის სამუშაო გააერთიანა, რომლებიც ერთმანეთს სჭირდება. ჯერ Naashoibito Member-ის ასაკი გაამკაცრეს. ერთეული უფრო ძველი Campanian ქანების ზემოთ და ადრეული Paleocene ქანების ქვემოთ მდებარეობს, მაგრამ ზუსტი ასაკი სადავო იყო: ზოგი ძველი ინტერპრეტაცია მას დაახლოებით 70–69 მილიონი წლის წინ ათავსებდა, სხვები გვიანი ცარცული პერიოდის საბოლოო ასაკს ამტკიცებდა, რამდენიმე მტკიცება კი ჩანაწერის ნაწილებს Paleocene-მდეც წევდა. ავტორებმა სექციები გაზომეს, დინოზავრიანი ადგილებიდან ნიმუშები აიღეს, დეტრიტული sanidine-ის მარცვლები $^{40}Ar/^{39}Ar$ მეთოდით დათარიღეს და სექცია ცნობილ მაგნიტურ პოლარობის ინტერვალებს დაუკავშირეს.

შემდეგ ფაუნას კონტექსტში შეხედეს. დასავლეთ ჩრდილოეთ ამერიკაში Campanian, Maastrichtian და ადრეული Paleocene პერიოდების ხმელეთისა და მტკნარი წყლის ხერხემლიანების აღმოჩენების მონაცემები შეკრიბეს და ეკოლოგიური/ბიოგეოგრაფიული მეთოდებით შეამოწმეს, ფაუნები რეგიონულად განსხვავებული იყო თუ ერთგვაროვანი. საკვანძო სიტყვაა **provinciality**: არსებობდა თუ არა სხვადასხვა რეგიონში განსხვავებული საზოგადოებები, ნაცვლად ერთნაირი ცხოველებისა ყველგან.

ეს მნიშვნელოვანია, რადგან გვიანი დინოზავრების ისტორიის ერთ ვერსიაში დასავლეთ ჩრდილოეთ ამერიკა Maastrichtian-ში უფრო ერთგვაროვანი გახდა — რეგიონული განსხვავებები შემცირდა და ფაუნა უფრო კოსმოპოლიტური გახდა. უფრო ერთგვაროვანი და დაბალმრავალფეროვანი სისტემა ასტეროიდამდე მოწყვლადად წარმოდგენას ამარტივებს. რეგიონულად სტრუქტურირებული სისტემა სხვა ისტორიას გვაძლევს.

რა აღმოაჩინეს

დათარიღება საკვანძო ნაწილია. Naashoibito-ის ორი დინოზავრიანი ნიმუში გვიანი Maastrichtian-ის შეზღუდვებს იძლევა. ერთი ქვიშაქვის ნიმუში, H08-Sand-08, მაქსიმალურ დეპოზიციურ ასაკად **66.87 ± 0.04 მილიონ წელს** იძლევა. „34-Bone Site“-ის ნიმუში, სადაც ნაწილობრივი lambeosaurine hadrosaur-ის ჩონჩხია, **66.38 ± 0.08 მილიონ წელს**. მაგნიტური პოლარობის ჩანაწერთან ერთად ავტორები Naashoibito-ის მთავარ დინოზავრიან ჰორიზონტებს K-Pg საზღვრიდან დაახლოებით **340,000 წლის** ფარგლებში ათავსებენ.

ამით San Juan Basin-ის ჩანაწერი ჩრდილოეთით უფრო ცნობილ Hell Creek-ის ფაუნებთან ფართოდ თანადროული ხდება. ის ასევე Naashoibito-ის დინოზავრებს ადრეული Paleocene-ის Nacimiento ფაუნისგან დაახლოებით **700,000 წლით** აცალკევებს — მნიშვნელოვანი დეტალი, რადგან არავის უნდა არამფრინავი დინოზავრი გადაშენების საზღვრის არასწორ მხარეს შემთხვევით მოათავსოს. ეს მოუწესრიგებელი იქნებოდა — და უბრალოდ მცდარიც.

ეკოლოგიური შედეგი მეორე ნახევარია. მათ მიერ გაანალიზებულ გვიანი ცარცული პერიოდის ინტერვალებში ავტორები დასავლეთ ჩრდილოეთ ამერიკაში **ორი ბიოპროვინციის**

მტკიცებულებას პოულობენ. მხოლოდ დინოზავრების ანალიზშიც ისინი კვლევის ყველა ბოლო-ცარცულ ინტერვალში ორ ბიოპროვინციად იყოფოდა. ნაშრომი ამტკიცებს, რომ ასტეროიდის დარტყმამდე რეგიონული განსხვავებები უბრალოდ ერთ ერთგვაროვან ფაუნად არ „ჩამოშლილა“.

მამოძრავებელი ფაქტორი მხოლოდ ჩრდილოეთ-სამხრეთის ხაზზე მდებარეობა არ იყო. ანალიზები **ტემპერატურას** ასახელებს ცარცულ პერიოდში ბიოპროვინციების მთავარ განმსაზღვრელად, გეოგრაფიას კი მეორეხარისხოვან როლს აძლევს. თბილ სამხრეთში ზოგი ცხოველი, მაგალითად sauropod-ები, შეიძლება უპირატეს მდგომარეობაში ყოფილიყო, ხოლო უფრო გრილ ჩრდილოეთში — სხვები, მაგალითად hadrosaurine-ები. მთავარი აზრი არაა, რომ ყველა პროვინცია „ჯანმრთელი“ იყო. აზრი ისაა, რომ გვიან ცარცულ რუკას რეგიონული სტრუქტურა ჯერ კიდევ ჰქონდა.

რას არ ამტკიცებს ეს

- ის **არ** ამტკიცებს, რომ დედამიწის ყველა დინოზავრი ასტეროიდის დარტყმამდე წარმატებით ცხოვრობდა. ავტორები პირდაპირ აღნიშნავენ, რომ ეს ძირითადად მაინც ჩრდილოეთ ამერიკის სურათია.
- ის **არ** აქრობს ზოგი ჯგუფის, რეგიონის ან ანალიზის მიერ ნაპოვნი დაღმასვლის მტკიცებულებებს. ის ზედმეტად გლუვ კონტინენტურ ისტორიას ეწინააღმდეგება და არა ყველა შესაძლო სტრესის სცენარს.
- ის **არ** აჩვენებს, რომ ასტეროიდი უმნიშვნელო იყო. დარტყმა საზღვრის მთავარი მოვლენაა; ნაშრომი ეკითხება, როგორი ეკოსისტემები მიიღო დარტყმამ.
- ის New Mexico-ს მთელი პლანეტის იდეალურ ფანჯრად **არ** აქცევს. უბრალოდ ამატებს სამხრეთის მონაცემს ჩანაწერში, რომელსაც ჩრდილოეთის ადგილები დომინირებდა.
- „დარტყმამდე ყვაოდნენ“ **უსაფრთხო სათაური არ არის**. ეს ფართო გადაჭარბებაა და არა შედეგის ყველაზე სუფთა ფორმა.

რამდენად ძლიერია მტკიცებულება?

Naashoibito-ის დინოზავრიანი ჰორიზონტების ასაკისთვის მთავარ ტექსტში მტკიცებულება საკმარისად ძლიერია, რომ მნიშვნელობა ჰქონდეს. ავტორები დეტრიტული sanidine-ის რადიოიზოტოპურ თარიღებს მაგნიტოსტრატიგრაფიას უთავსებენ და საკვანძო თარიღები გვიანი ცარცული პერიოდის ინტერპრეტაციას ემთხვევა. ნაშრომი პირდაპირ ეხება ძველ დავასაც — იყვნენ ეს ნამარხები ბევრად ძველი, გვიანი ცარცული თუ თუნდაც Paleocene-ის.

ტექნიკური caveat მაინც რჩება. გეოქრონოლოგიის, მაგნიტური ინტერპრეტაციისა და მონაცემთა ცხრილების დეტალები Science-ის დამატებით მასალებშია. მთავარი ნაშრომი საჭირო მტკიცებებსა და რიცხვებს იძლევა, მაგრამ საბოლოო საგამომცემლო

შემოწმებამდე ყველა მეთოდოლოგიური დეტალის „დახურულად“ მიჩნევა სიფრთხილეს მოითხოვს.

უფრო ფართო ეკოლოგიური მტკიცება სასარგებლო და საინტერესოა, თუმცა მოდელზე მეტად დამოკიდებული. ავტორები occurrence მონაცემებს, clustering-სა და resampling-ს იყენებენ ბიოპროვინციების გამოსაყოფად. ეს შეკითხვისთვის სწორი ინსტრუმენტებია, მაგრამ შედეგი დამოკიდებულია ნამარხთა შერჩევაზე, ტაქსონომიურ დანიშნულებებზე, დროის ბინებად გაყოფაზე და იმაზე, როგორ ექცევა ანალიზი არყოფნის მონაცემებს. ნამარხთა ჩანაწერი მონაცემთა ნაკრებია დაკარგული კბილებით.

ამიტომ ყველაზე უსაფრთხო წაკითხვა ორ ნაწილად იყოფა: New Mexico-ს ჩანაწერი რეალური და მნიშვნელოვანი გვიანი ცარცული სამხრეთის ჩანაწერია; ავტორების ანალიზები კარგად უჭერს მხარს დასკვნას, რომ დასავლეთ ჩრდილოეთ ამერიკაში ბოლო ეტაპზე რეგიონული ფაუნური სტრუქტურა დარჩა; აქედან გლობალური დინოზავრების „ჯანმრთელობაზე“ ნახტომს კი უნდა გავუძლოთ.

რატომ არის ეს მნიშვნელოვანი

დინოზავრების დაღმასვლის ძველი კამათი მხოლოდ დინოზავრებს არ ეხება. ის იმაზეა, რამდენ ტვირთს შეუძლია ერთი ნამარხის ჩანაწერი ატაროს.

თუ ცარცული პერიოდის ბოლოს საუკეთესო ჩანაწერი ჩრდილოეთის Great Plains-იდან გვაქვს, ადვილია ის მთელი კონტინენტის წარმომადგენლად მივიღოთ, შემდეგ კი კონტინენტი — მთელი მსოფლიოს. ეფექტიანია. და ზუსტად ასე ხდება რეგიონული ნიმუში გლობალური ამბავი — თითქოს ლიფტით უბილეთოდ ავიდა.

New Mexico-ს შედეგი ამბავს ნაკლებად გლუვს ხდის. ის ამბობს: სამხრეთსაც შეხედეთ. აქ არის საზღვართან ახლოს დინოზავრიანი ერთეული. აქ არის ფაუნები, რომლებიც უბრალოდ ჩრდილოეთის კოპირება არ არის. აქ არის მტკიცებულება, რომ ტემპერატურა და რეგიონული ეკოლოგია თამაშის ბოლოსაც მნიშვნელოვანი იყო.

ეს ასტეროიდის კატასტროფას არ ამცირებს. პირიქით, შეიძლება უფრო მკვეთრსაც ხდიდეს. დარტყმა ერთ გამარტივებულ ეკოსისტემას არ დაეცა; ის რეგიონული სამყაროების ნაკრებს მოხვდა, რომლებსაც ჯერ კიდევ საკუთარი მოწყობა ჰქონდა.

ნაშრომს უფრო ჩუმი გაკვეთილიც აქვს. კარგი დათარიღება ნარატივს ცვლის. ნამარხთა ერთობლიობა სანდო ასაკის გარეშე შეიძლება „ძვლებიან ჭორად“ დარჩეს. სწორ გეოლოგიურ საათზე მოთავსებისას იგივე ნამარხები მტკიცებულებად იქცევა.

სუფთა შეჯამება

Science-ის კვლევა New Mexico-ში Naashoibito Member-ს ხელახლა იკვლევს — დინოზავრიან ერთეულს, რომლის ასაკიც დიდი ხანია სადავოა. დეტრიტული sanidine-

ის $^{40}Ar/^{39}Ar$ დათარიღებისა და მაგნიტოსტრატიგრაფიის გამოყენებით ავტორები მთავარ დინოზავრიან ჰორიზონტებს Cretaceous–Paleogene საზღვრიდან დაახლოებით 340,000 წლის ფარგლებში ათავსებენ, რაც მათ ჩრდილოეთ ამერიკის ბოლო ცნობილ არამფრინავ დინოზავრებს შორის აყენებს და ჩრდილოეთის Hell Creek-ის ფაუნებთან ფართოდ თანადროულს ხდის. შემდეგ დასავლეთ ჩრდილოეთ ამერიკის ხერხემლიანთა occurrence მონაცემების ეკოლოგიური და ბიოგეოგრაფიული ანალიზებით ისინი ამტკიცებენ, რომ გვიანი ცარცული ფაუნები რეგიონულ სტრუქტურას ინარჩუნებდა: დინოზავრები ორ ბიოპროვინციად იყოფოდა და ტემპერატურა ამ განსხვავებების მნიშვნელოვანი მამოძრავებელი იყო. შედეგი ეწინააღმდეგება იდეას, რომ ასტეროიდამდე მთელ კონტინენტზე ერთი დაბალმრავალფეროვანი ფაუნა თანაბრად ქრებოდა. მაგრამ ის არ ამტკიცებს დინოზავრების გლობალურ კეთილდღეობას, ყველა დაღმასვლის დებატს არ წყვეტს და არ ამბობს, რომ ყველა დინოზავრი ბოლომდე „ყვაოდა“. ის აჩვენებს, რომ უკეთ დათარიღებული სამხრეთის ჩანაწერი ჩრდილოეთ ამერიკის ბოლო თავს უფრო რეგიონულ, სტრუქტურირებულ და ნაკლებად გლუვ ამბად აქცევს.

პირდაპირი შემოწმება

რას აჩვენებს ნაშრომი: New Mexico-ს Naashoibito Member-ის დინოზავრიანი ჰორიზონტები გვიანი ცარცული პერიოდისაა, სავარაუდოდ K-Pg საზღვრიდან დაახლოებით 340,000 წლის ფარგლებში; დასავლეთ ჩრდილოეთ ამერიკის ხერხემლიანთა ჩანაწერი კი დასასრულთან ახლოს რეგიონული ბიოპროვინციების შენარჩუნებას უჭერს მხარს.

რა არის სარწმუნო, მაგრამ დაუმტკიცებელი: რომ ბევრი დინოზავრული ეკოსისტემა ასტეროიდამდე ჯერ კიდევ მდგრადი იყო; რომ ტემპერატურა ჩრდილოეთისა და სამხრეთის განსხვავებულ ფაუნურ სამყაროს ინარჩუნებდა; რომ მარტივი კონტინენტური დაღმასვლის ძველი ამბავი ზედმეტად გლუვია.

რას არ აჩვენებს: რომ დინოზავრები ყველგან ყვაოდნენ; რომ არც ერთი ჯგუფი ან რეგიონი არ იკლებდა; რომ ასტეროიდი მთავარი გადაშენების გამომწვევი არ იყო; ან რომ მარტო New Mexico გლობალურ ცარცულ დასასრულს თავიდან წერს.

მთავარი შეზღუდვები: რეგიონული ნამარხთა ჩანაწერი; model-dependent provinciality ანალიზი; ნამარხთა შერჩევის მიკერძოება; დეტალური გეოქრონოლოგიისა და occurrence მეთოდების Science-ის დამატებით მასალებთან საბოლოო გადამოწმების საჭიროება.

რამდენად უნდა ენდოს ზოგადი მკითხველი? მაღალი ნდობა, რომ New Mexico ახლა მნიშვნელოვან გვიანი ცარცული სამხრეთის დინოზავრულ ჩანაწერს გვაძლევს. კარგი ნდობა, რომ დასავლეთ ჩრდილოეთ ამერიკაში რეგიონული ფაუნური სტრუქტურა დასასრულთან ახლოსაც დარჩა. დაბალი ნდობა მისი შეკუმშვისას სლოგანად „დინოზავრები ყველგან კარგად იყვნენ, სანამ ასტეროიდი მოვიდა“. რეალური შედეგი უკეთესია: ბოლო თავი ერთი ბრტყელი კონტინენტური ამბავი არ იყო.

წყაროები

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