The Clean Paper

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

Ņūmeksikas fosiliju ieraksts sarežģī dinozauru pēdējo nodaļu

Science pētījums pārdatē Naashoibito Member Ņūmeksikā uz pēdējiem dažiem simtiem tūkstošu gadu pirms asteroīda trieciena. Tas ir svarīgi, jo lielākā daļa labāko krīta beigu dinozauru pierādījumu nāk no tālākiem ziemeļiem. Jaunais dienvidu ieraksts liecina, ka rietumu Ziemeļamerikā pašās beigās joprojām bija reģionāli atšķirīgas dinozauru faunas, nevis viena viendabīga, visur vienādi panīkstoša kopiena. Tas nepierāda, ka visas dinozauru ekosistēmas pasaulē plauka līdz triecienam; tas parāda, kā reģionāls fosiliju ieraksts var padarīt globālo stāstu pārāk gludu.

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

Dienvidu liecinieks tuvu beigām

Stāsts par pēdējiem dinozauriem bieži nāk no Ziemeļamerikas ziemeļu Lielajiem līdzenumiem: Montānas, Dakotām, Hell Creek pasaules. Šis fosiliju ieraksts ir tik labs, ka kļuvis pazīstams, un pazīstamība mēdz izlikties par pilnību. Fosilijas nav sadalītas vienmērīgi — vēsture nebija tik pieklājīga, lai mums visu arhivētu.

Jauns *Science* raksts pievieno dienvidu liecinieku. Autori pētīja **Naashoibito Member** iežu vienību Sanhuanas baseinā Ņūmeksikā — fosilijām bagātu slāni, kura vecums gadu desmitiem bijis strīdīgs. Ja fosilijas būtu ievērojami vecākas, tās maz ko pateiktu par pašām pēdējām epizodēm pirms asteroīda trieciena. Ja tās ir no pašām krīta perioda beigām, nozīme ir daudz lielāka.

Raksta atbilde ir otrā. Izmantojot jaunu ģeohronoloģiju un magnetostratigrāfiju, komanda argumentē, ka galvenie Naashoibito dinozauru slāņi atrodas aptuveni **340 000 gadu** robežās pirms krīta–paleogēna robežas. Tas padara Ņūmeksikas dinozaurus pietiekami vēlus, lai tie tiešām palīdzētu vecajā jautājumā: vai dinozauri jau ilgstoši panīka, vai arī daudzas ekosistēmas joprojām bija reģionāli daudzveidīgas, kad pienāca trieciens?

Piesardzīgā atbilde nav „visiem dinozauriem klājās lieliski, tad — bum". Šis teikums ir ritmisks, bet zinātniski pārāk skaļš. Labāks secinājums ir šaurāks: rietumu Ziemeļamerikā labi datēts dienvidu fosiliju ieraksts atbalsta ainu, kur vēlā krīta dinozauru faunas joprojām bija reģionāli atšķirīgas, nevis viena zemas daudzveidības kopiena, kas visur vienādi izzuda jau pirms trieciena.

Ar to pietiek. Skaļāks virsraksts nav vajadzīgs.

Bisti/De-Na-Zin tuksnešainā ainava Ņūmeksikā plašākajā Sanhuanas baseina reģionā. Attēls ir konteksts, nevis *Science* raksta pierādījums: pētījuma arguments balstās uz datētiem fosiliju slāņiem, nevis ainavu.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

Ko šeit nozīmē „340 000 gadu robežās"?

Asteroīda trieciens un krīta–paleogēna robeža datēti ap **66.052 miljoniem gadu** pirms mūsdienām. Jautājums ir, kur fosiliju slāņi atrodas attiecībā pret šo robežu.
Autori nedatēja pašus dinozauru kaulus un ar to neapstājās. Viņi ar **^{40}Ar/^{39}Ar ģeohronoloģiju** datēja vulkāniskas izcelsmes minerālu graudus, īpaši sanidīnu, no Naashoibito smilšakmeņiem un apvienoja šos datumus ar **magnetostratigrāfiju** — Zemes magnētiskā lauka apvērsumu ierakstu iežos.
Īsā versija: viens paraugs dod maksimālo nogulumu vecumu **66.87 ± 0.04 miljoni gadu**, cits dinozauru slāņa paraugs — **66.38 ± 0.08 miljoni gadu**, bet magnētiskais raksts novieto sekcijas augšējo daļu krīta perioda pēdējā apgrieztās polaritātes intervālā. Kopā šie ierobežojumi galvenos dinozauru slāņus novieto ļoti tuvu robežai. Tas ir ģeoloģisks pulkstenis, ne hronometrs, taču pietiekami precīzs, lai mainītu argumentu.

Ko autori darīja

Komanda apvienoja divu veidu darbu, kuri viens bez otra būtu nepilnīgi. Pirmkārt, viņi precizēja Naashoibito Member vecumu. Šī vienība atrodas virs vecākiem Kampāna iežiem un zem agrīnā paleocēna iežiem, taču precīzais vecums bijis strīdīgs: daži agrāki skaidrojumi to lika ap 70–69 miljoniem gadu, citi aizstāvēja pašas krīta beigas, bet atsevišķi apgalvojumi daļu ieraksta pat pārcēla paleocēnā. Autori uzmērīja griezumus, ņēma paraugus dinozauru vietās, ar ^{40}Ar/^{39}Ar datēja detrīta sanidīna graudus un sasaistīja iežu secību ar zināmiem magnētiskās polaritātes intervāliem.

Otrkārt, viņi jautāja, kā fauna izskatījās plašākā kontekstā. Pētnieki apkopoja sauszemes un saldūdens mugurkaulnieku atradumu datus rietumu Ziemeļamerikā no Kampāna, Māstrihtas un agrīnā paleocēna un ar ekoloģiskām un bioģeogrāfiskām metodēm pārbaudīja, vai faunas bija reģionālas vai vienveidīgas. Atslēgvārds ir **provincialitāte**: vai dažādiem reģioniem bija savas atšķirīgas kopienas, nevis vieni un tie paši dzīvnieki visur.

Tas ir svarīgi, jo viena vēlā dinozauru vēstures versija apgalvo, ka Māstrihtā rietumu Ziemeļamerika kļuva viendabīgāka — ar mazāk reģionālu atšķirību un plašāk izplatītu faunu. Vienveidīgāku, mazāk daudzveidīgu sistēmu būtu vieglāk iztēloties jau iepriekš novājinātu. Reģionāli strukturēta sistēma stāsta ko citu.

Ko viņi atklāja

Datējums ir centrālais. Divi dinozauru Naashoibito paraugi dod vēla Māstrihtas vecuma ierobežojumus. Smilšakmens H08-Sand-08 maksimālais nogulumu vecums ir **66.87 ± 0.04 miljoni gadu**. Paraugs no „34-Bone Site", kur atrasts daļējs lambeozaurīna hadrozaura skelets, dod **66.38 ± 0.08 miljoni gadu**. Kopā ar magnētiskās polaritātes ierakstu autori galvenos Naashoibito dinozauru slāņus novieto aptuveni **340 000 gadu** robežās no K–Pg robežas.

Tas padara Sanhuanas baseina fosiliju ierakstu aptuveni laikabiedru daudz labāk zināmajām Hell Creek faunām tālāk ziemeļos. Tas arī atdala Naashoibito dinozaurus no agrākā paleocēna Nacimiento faunas par aptuveni **700 000 gadu**, kas ir svarīgi, jo neviens nevēlas nejauši novietot neputnu dinozaurus nepareizajā izmiršanas robežas pusē.

Ekoloģiskais rezultāts ir otra puse. Jaunākā krīta intervālos, ko autori analizēja, rietumu Ziemeļamerikā parādās **divas bioprovinces**. Analizējot dinozaurus atsevišķi, divas bioprovinces saglabājās visos pētījuma jaunākā krīta laika intervālos. Raksts argumentē, ka šīs reģionālās atšķirības pirms asteroīda trieciena vienkārši nesaplūda vienā viendabīgā faunā.

Galvenais virzītājs nebija tikai ziemeļu–dienvidu ģeogrāfija. Analīzes norāda uz **temperatūru** kā svarīgāko faktoru šo bioprovinču veidošanā krīta periodā, bet ģeogrāfijai bija sekundāra loma. Siltāki dienvidu reģioni varēja būt labvēlīgāki dažiem dzīvniekiem, piemēram, sauropodiem, bet vēsāki ziemeļi — citiem, piemēram, hadrozaurīniem. Secinājums nav, ka katra province bija „veselīgāka" par citu. Secinājums ir, ka vēlā krīta kartei joprojām bija struktūra.

Ko tas nepierāda

- Tas **nepierāda**, ka dinozauri visur uz Zemes plauka līdz asteroīda triecienam. Autori skaidri norāda, ka aina joprojām galvenokārt ir Ziemeļamerikas.
- Tas **neizdzēš** pierādījumus par dažu grupu, reģionu vai analīžu panīkumu. Tas iebilst pārāk gludam kontinenta mēroga stāstam, ne katrai iespējamai pirmsizmiršanas stresa versijai.
- Tas **neparāda**, ka asteroīds nebija svarīgs. Trieciens joprojām ir galvenais notikums pie robežas; raksts jautā, kādas ekosistēmas tas skāra.
- Tas **nepadara Ņūmeksiku par perfektu logu uz visu planētu**. Tas pievieno dienvidu datu punktu ierakstam, ko ilgstoši dominējušas ziemeļu atradnes.
- Tas **nepadara virsrakstu „plauka līdz pat triecienam" drošu**. Tas ir pats plašākais pārstāsts, nevis tīrākais rezultāts.

Cik pārliecinoši ir pierādījumi?

Naashoibito dinozauru slāņu vecumam galvenā raksta pierādījumi ir pietiekami stipri, lai mainītu diskusiju. Autori apvieno detrīta sanidīna radioizotopu datumus ar magnetostratigrāfiju, un galvenie

dati saskan ar pašām krīta beigām. Raksts arī tieši risina agrāko strīdu par to, vai fosilijas ir daudz vecākas, no pašām krīta beigām vai pat paleocēna.

Ir tehniska atruna. Detalizētā ģeohronoloģija, magnētiskā interpretācija un datu tabulas atrodas *Science* papildmateriālos. Galvenais raksts sniedz vajadzīgos apgalvojumus un skaitļus, taču galīgai metodoloģijas pārbaudei papildmateriāli jāizlasa pilnībā.

Plašākais ekoloģiskais secinājums ir noderīgs un pārliecinošs, bet vairāk atkarīgs no modeļa. Autori izmanto atradumu datubāzes, klasterēšanu un atkārtotu paraugošanu bioprovinču secināšanai. Tas ir piemērots rīku komplekts, taču rezultāts ir atkarīgs no fosiliju paraugošanas, taksonomijas, laika intervālu izvēles un tā, kā apstrādā trūkstošus atradumus. Fosiliju ieraksts ir dati ar ļoti daudz tukšām vietām.

Tāpēc drošākais lasījums ir sadalīts: Ņūmeksikas ieraksts ir īsts un svarīgs vēlā krīta dienvidu fosiliju ieraksts; autoru analīzes labi atbalsta secinājumu, ka rietumu Ziemeļamerikā līdz pašām beigām saglabājās reģionāla faunas struktūra; no tā nevajag lēkt uz globālu apgalvojumu par dinozauru „veselību".

Kāpēc tas ir svarīgi

Vecais strīds par dinozauru panīkumu nav tikai par dinozauriem. Tas ir par to, cik lielu stāstu drīkst nest viens fosiliju reģions.

Ja labākais krīta beigu ieraksts nāk no ziemeļu Lielajiem līdzenumiem, ir vilinoši ļaut šim reģionam pārstāvēt visu kontinentu un pēc tam kontinentam — visu pasauli. Tas ir ērti. Tā arī reģionāls modelis nemanāmi kļūst par globālu stāstu.

Ņūmeksikas rezultāts padara stāstu mazāk gludu. Tas saka: skatieties uz dienvidiem. Šeit ir dinozauru slānis tuvu robežai. Šeit ir fauna, kas nav vienkārši ziemeļu kopija. Šeit ir pierādījumi, ka temperatūra un reģionālā ekoloģija joprojām bija svarīgas spēles pašās beigās.

Tas nepadara asteroīdu mazāk katastrofālu. Ja nu kas, katastrofa kļūst asāka: trieciens nenonāca vienas vienkāršotas ekosistēmas beigās. Tas skāra vairākas reģionālas pasaules, kurām vēl bija savas struktūras.

Ir arī klusāka mācība. Labs datējums maina stāstu. Fosiliju kopums bez droša vecuma var kļūt par baumu ar kauliem. Novietojiet to pareizajā laika skalas punktā, un tie paši kauli kļūst par pierādījumu.

Īss kopsavilkums

Science pētījums no jauna analizē Naashoibito Member Ņūmeksikā — dinozauru slāni, kura vecums ilgi bijis strīdīgs. Izmantojot detrīta sanidīna $^{40}Ar/^{39}Ar$ datēšanu un magnetostratigrāfiju, autori

galvenos dinozauru slāņus ierobežo līdz aptuveni 340 000 gadiem pirms krīta–paleogēna robežas. Tādējādi tie ir vieni no pēdējiem zināmajiem neputnu dinozauriem Ziemeļamerikā un aptuveni vienlaicīgi ar Hell Creek faunām tālāk ziemeļos. Pēc tam rietumu Ziemeļamerikas mugurkaulnieku atradumu ekoloģiska un bioģeogrāfiska analīze liecina, ka vēlā krīta faunas saglabāja reģionālu struktūru: dinozauri dalījās divās bioprovincēs, un temperatūra, šķiet, bija nozīmīgs šo atšķirību virzītājs. Tas iebilst idejai par vienu zemas daudzveidības dinozauru faunu, kas vienmērīgi panīka visā kontinentā pirms asteroīda. Rezultāts nepierāda globālu dinozauru plaukšanu un neatrisina visus panīkuma strīdus. Tas rāda, ka labāk datēts dienvidu ieraksts padara pēdējo Ziemeļamerikas nodaļu reģionālāku, strukturētāku un mazāk gludu.

Bez pārspīlējumiem

Ko raksts parāda: Naashoibito Member dinozauru slāņi Ņūmeksikā ir no pašām krīta beigām, visticamāk aptuveni 340 000 gadu robežās pirms K–Pg robežas, un rietumu Ziemeļamerikas mugurkaulnieku ieraksts atbalsta reģionālu bioprovinču saglabāšanos līdz beigām.

Kas ir ticams, bet nav pierādīts: ka daudzas dinozauru ekosistēmas vēl īsi pirms trieciena bija stabilas; ka temperatūra palīdzēja uzturēt atšķirīgas ziemeļu un dienvidu faunas; ka vecā ideja par vienkāršu kontinenta mēroga panīkumu ir pārāk gluda.

Ko tas neparāda: ka dinozauri visur plauka; ka neviena grupa vai reģions nepanīka; ka asteroīds nebija galvenais izmiršanas izraisītājs; ka Ņūmeksika viena pati pārraksta globālo krīta beigu vēsturi.

Galvenie ierobežojumi: reģionāls fosiliju ieraksts; no modeļa atkarīga provincialitātes analīze; fosiliju paraugošanas aizspriedumi; detalizētā ģeohronoloģija un atradumu metodes vēl jāpārbauda pret *Science* papildmateriāliem.

Cik lielai jābūt lasītāja pārliecībai? Augstai, ka Ņūmeksika tagad dod svarīgu vēlā krīta dienvidu dinozauru ierakstu. Labai, ka rietumu Ziemeļamerikā beigās saglabājās reģionāla faunas struktūra. Zemai par saukli „dinozauriem visur viss bija labi līdz asteroīdam". Īstais rezultāts ir labāks: pēdējā nodaļa nebija viena plakana kontinenta mēroga aina.

Avoti

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