



The CLEAN PAPER

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

Naujosios Meksikos fosilijų įrašas komplikuoja paskutinį dinozaurų istorijos skyrių

Žurnale „Science“ paskelbtas tyrimas Naashoibito narį Naujojoje Meksikoje datuoja paskutiniais keliais šimtais tūkstančių metų iki asteroido smūgio. Tai svarbu, nes didžioji dalis geriausių krei-dos pabaigos dinozaurų duomenų yra iš šiauriau esančių vietovių. Naujas pietinis įrašas rodo, kad vakarų Šiaurės Amerikoje net eros pabaigoje galėjo išlikti regioniškai skirtingos dinozaurų faunos, o ne viena vienoda, nykstanti bendrija. Tai neįrodo, kad viso pasaulio dinozaurų ekosiste-mos klestėjo iki pat smūgio; tyrimas parodo, kaip regioninis fosilijų archyvas gali pernelyg išlyginti pasaulinį pasakojimą.

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 García-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

Pietinis liudininkas pačioje pabaigoje

Pasakojimas apie paskutinius dinosauros dažniausiai remiasi šiaurinėmis Didžiosiomis lygumomis: Montana, Dakotomis, Hell Creek pasauliu. Šis iškastinių liekanų archyvas toks geras, kad tapo pažįstamas, o pažįstamumas lengvai apsimeta išsamumu. Fosilijos pasiskirsčiusios netolygiai, nes istorija nebuvo tokia maloni, kad pati save mums tvarkingai suarchyvuotų.

Naujas žurnale *Science* paskelbtas tyrimas prideda pietinį liudininką. Autoriai nagrinėjo Naashoibito narį San Chuano baseine, Naujojoje Meksikoje – fosilijų turintį uolienų sluoksnį, dėl kurio amžiaus ginčijamasi jau kelis dešimtmečius. Jei šios fosilijos būtų gerokai senesnės, jos mažai ką pasakytų apie paskutinius šimtus tūkstančių metų iki asteroido smūgio. Jei jos būtų iš paties vėlyviausio kreišdos laikotarpio, jų reikšmė būtų visai kita.

Tyrimo atsakymas – antrasis variantas. Pasitelkusi naują geochronologiją ir magnetostratigrafiją, komanda teigia, kad pagrindiniai dinosauro fosilijų turintys Naashoibito sluoksniai susidarė likus maždaug **340 000 metų** iki kreišdos ir paleogeno ribos. Taigi Naujosios Meksikos dinosaurai gyveno pakankamai arti eros pabaigos, kad būtų svarbūs senam klausimui: ar dinosaurai jau ilgai nyko, ar daugelyje ekosistemų regioninė įvairovė išliko iki pat smūgio?

Atsargus atsakymas nėra „visiems dinosaurams sekėsi puikiai, o tada – bum“. Skamba patraukliai, bet mokslui tai per grubu. Tikslesnė ir naudingesnė išvada siauresnė: vakarų Šiaurės Amerikoje gerai datuotas pietinis fosilijų archyvas rodo, kad vėlyvosios dinosauro faunos tebebuvo regioniskai skirtingos, o ne sudarė vieną visur vienodai nykstančią ir rūšių skurdžią bendriją.

To pakanka. Rezultatui nereikia garsesnės skrybėlės.



Bisti/De-Na-Zin laukinė teritorija Naujojoje Meksikoje – erozijos suformuotas badlendų kraštovaizdis platesniame San Chuano baseino regione. Nuotrauka pateikia geografinį kontekstą, bet nėra *Science* tyrimo įrodymas: autorių argumentas remiasi datuotais fosilijų turinčiais sluoksniais, o ne kraštovaizdžiu.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

Ką čia reiškia „per 340 000 metų iki ribos“?

Asteroido smūgis ir kreidos–paleogeno riba datuojami maždaug **66,052 mln. metų** prieš dabartį. Klausimas – kur šios ribos atžvilgiu yra fosilijų turinčios uolienos.

Autoriai nedatavo pačių dinosauro kaulų ir tuo neužbaigė diskusijos. Naashoibito smiltainiuose jie datavo vulkaninės kilmės mineralų grūdėlius, ypač sanidiną, taikydami $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ **geochronologiją**, o gautas datas derino su **magnetostatigrafija** – uolienose išlikusiu Žemės magnetinio lauko poliškumo kaitos įrašu.

Trumpai: vienas mėginys davė didžiausią galimą nusėdimo amžių – **$66,87 \pm 0,04$ mln. metų**, kitas dinosauro fosilijų turintis mėginys – **$66,38 \pm 0,08$ mln. metų**, o magnetinio poliškumo seka viršutinę pjūvio dalį priskiria paskutiniam kreidos laikotarpio atvirkštinio poliškumo intervalui. Kartu šie apribojimai pagrindinius dinosauro sluoksnius priartina prie pat ribos. Tai geologinis laikrodis, ne chronometras, bet tikslumo pakanka, kad pasikeistų diskusijos pagrindas.

Ką padarė autoriai

Komanda sujungė dvi viena kitą papildančias darbo kryptis. Pirmiausia jie tiksliau nustatė Naashoibito nario amžių. Šis sluoksnių vienetas yra virš senesnių kampanio uolienų ir po ankstyvojo paleoceno sluoksniais, tačiau dėl jo tikslaus amžiaus ilgai ginčytasi: kai kuriuose ankstesniuose darbuose jis datuotas maždaug 70–69 mln. metų, kituose priskirtas pačiai kreidos pabaigai, o kai kurie aiškinimai dalį įrašo net nukėlė į paleoceną. Autoriai išmatavo stratigrafinius pjūvius, ėmė mėginius dinosauro radimvietėse, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ metodu datavo detritinio sanidino grūdėlius ir susiejo pjūvį su žinomais magnetinio poliškumo intervalais.

Antra, jie nagrinėjo, kaip ši fauna atrodo platesniame kontekste. Tyrėjai surinko sausumos ir gėlavandenių stuburinių radinių duomenis iš vakarų Šiaurės Amerikos kampanio, maastrichto ir ankstyvojo paleoceno laikotarpių ir ekologiniais bei biogeografiniais metodais tikrino, ar faunos buvo regioniška skirtingos, ar visur panašios. Svarbi sąvoka čia – **provincialumas**: ar skirtinguose regionuose gyveno savitos bendrijos, o ne tie patys gyvūnai visoje teritorijoje.

Tai svarbu todėl, kad viena vėlyvosios dinosauro istorijos versija teigia, jog maastrichto metu vakarų Šiaurės Amerika tapo vienodesnė: regioninių skirtumų mažėjo, o fauna darėsi labiau kosmopolitinė. Vienodą ir mažesnės įvairovės sistemą lengviau įsivaizduoti kaip pažeidžiamą dar iki asteroido smūgio. Regioniška suskaidyta sistema pasakoja kitokią istoriją.

Ką jie nustatė

Esminis atramos taškas yra datavimas. Du dinosauro fosilijų turintys Naashoibito mėginiai pateikia vėlyvojo maastrichto amžiaus ribas. Smiltainio mėginio H08-Sand-08 didžiausias galimas nusėdimo amžius – **66,87 ± 0,04 mln. metų**. Mėginys iš „34-Bone Site“ radimvietės, kurioje rastas dalinis lambeozaurinio hadrozauro skeletas, davė **66,38 ± 0,08 mln. metų** didžiausią galimą nusėdimo amžių. Kartu su magnetinio poliškumo duomenimis tai leidžia autoriams pagrindinius Naashoibito dinosauro sluoksnius datuoti maždaug **340 000 metų** iki K–Pg ribos.

Tai reiškia, kad San Chuano baseino fosilijų įrašas iš esmės yra vienalaikis su geriau žinomomis Hell Creek faunomis šiaurėje. Jis taip pat atskiria Naashoibito dinosauros nuo ankstyviausio paleoceno Nacimiento faunos maždaug **700 000 metų**. Tai svarbu, nes ne paukštinius dinosauros netyčia perkelti į kitą išnykimo ribos pusę būtų ne tik netvarkinga, bet ir klaidinga.

Ekologinis rezultatas sudaro kitą išvados pusę. Naujausiais jų analizuotais kreidos intervalais autoriai vakarų Šiaurės Amerikoje rado **dviejų bioprovincijų** požymių. Atskirai analizuojant dinosauros, jie į dvi bioprovincijas pasiskirstė visuose tyrime nagrinėtuose vėlyviausios kreidos laiko intervaluose. Taigi regioniniai skirtumai prieš asteroido smūgį, autorių vertinimu, neišnyko ir nesusiliejo į vieną vienodą fauną.

Šio skirstymo nepaaiškina vien geografinė šiaurės–pietų linija. Analizė rodo, kad kreidos laikotarpiu pagrindinis bioprovincijas formavęs veiksnys galėjo būti **temperatūra**, o geografinė atliko antrinį vaidmenį. Šiltesniuose pietuose galėjo būti palankesnės sąlygos kai kurioms grupėms, pavyzdžiui, za-

uropodams, o vėsesnėje šiaurėje – kitoms, pavyzdžiui, hadroaurinams. Mintis nėra ta, kad kiekviena provincija buvo „sveikesnė“ už kitą. Esmė – pačioje kreidos pabaigoje žemėlapis vis dar turėjo aiškią struktūrą.

Ko tai *neįrodo*

- Tai **neįrodo**, kad visur Žemėje dinozaurai klestėjo iki pat asteroido smūgio. Patys autoriai pabrėžia, kad vaizdas tebėra daugiausia Šiaurės Amerikos.
- Tai **nepanaikina** įrodymų apie kai kurių grupių ar regionų nuosmukį ar tokią išvadą palaikančias analizes. Tyrimas prieštarauja pernelyg išlygintai viso žemyno istorijai, bet ne kiekvienai galimai streso prieš išnykimą versijai.
- Tai **nerodo**, kad asteroidas buvo nesvarbus. Smūgis tebėra pagrindinis įvykis ties riba; šis darbas klausia, kokias ekosistemas jis užklupo.
- Naujoji Meksika **nėra** tobulas visos planetos langas. Ji prideda pietinį duomenų tašką prie fosilijų įrašo, kuriame iki šiol dominavo šiaurinės radimvietės.
- Posakis „klestėjo iki pat smūgio“ dėl šio darbo **netampa saugia antrašte**. Tai plačiausia galima interpretacija, o ne tiksliausias rezultato apibūdinimas.

Kiek tvirti yra įrodymai?

Naashoibito dinozaurų sluoksnių amžiui pagrindiniame straipsnyje pateikti duomenys pakankamai tvirti, kad būtų reikšmingi. Autoriai derina detritinio sanidino radioizotopines datas su magnetostatigrafija, o svarbiausi rezultatai nuosekliai rodo vėlyviausią kreidą. Darbe taip pat tiesiogiai sprendžiamas senas ginčas – ar šios fosilijos gerokai senesnės, priklauso pačiai kreidos pabaigai, ar net paleocenui.

Lieka techninė išlyga. Išsami geochronologija, magnetinio įrašo interpretacija ir duomenų lentelės pateiktos *Science* papildomoje medžiagoje. Pagrindiniame straipsnyje yra svarbiausios išvados ir skaičiai, tačiau prieš galutinę publikaciją metodines detales verta dar kartą sutikrinti su priedais.

Platesnei ekologinei išvadai įrodymai įdomūs ir naudingi, bet labiau priklauso nuo modelio. Bio-provincijoms nustatyti autoriai naudoja radinių duomenų rinkinius, grupavimo metodus ir pakartotinę imčių sudarymą. Tai tinkami įrankiai tokiam klausimui, tačiau rezultatas priklauso ir nuo fosilijų atrankos, taksonominio priskyrimo, laiko intervalų suskirstymo bei to, kaip traktuojami neradimai. Fosilijų įrašas – duomenys su iškritusiais dantimis.

Todėl saugiausia išvadą padalyti į tris dalis: Naujoji Meksika iš tiesų pateikia svarbų pietinį vėlyvosios kreidos įrašą; autorių analizės gana gerai palaiko mintį, kad vakarų Šiaurės Amerikoje regioninė faunų struktūra išliko iki pat pabaigos; tačiau iš to nereikėtų šokti prie išvados apie viso pasaulio dinozaurų būklę.

Kodėl tai svarbu

Senas ginčas dėl dinosauro nuosmukio yra ne vien apie dinosauros. Jis taip pat apie tai, kiek svorio gali atlaikyti vienas fosilijų archyvas.

Jei geriausias kreidos pabaigos įrašas yra šiaurinėse Didžiosiose lygumose, kyla pagunda jį laikyti viso žemyno atstovu, o paskui ir žemyną – viso pasaulio atstovu. Tai patogu. Taip pat būtent taip regioninis dėsniumas be bilieto liftu pakyla iki pasaulinės istorijos.

Naujosios Meksikos rezultatas pasakojimą daro ne tokį glotnų. Jis sako: pažiūrėkite į pietus. Čia yra dinosauro sluoksnių visai arti ribos. Čia faunos nėra tiesiog šiaurinių bendrijų kopijos. Čia matome, kad net labai vėlyvu laikotarpiu temperatūra ir regioninė ekologija vis dar buvo svarbios.

Dėl to asteroidas netampa mažiau katastrofiškas. Jei ką, katastrofa atrodo dar ryškesnė. Smūgis neatėjo į vienos supaprastintos ekosistemos pabaigą. Jis užklupo regioninių pasaulių rinkinį, kurių kiekvienas dar turėjo savą tvarką.

Dar viena, tylesnė šio darbo pamoka: geras datavimas keičia pasakojimą. Fosilijų rinkinys be patikimo amžiaus gali tapti gandai su kaulais. Padėkite jį į teisingą geologinio laikrodžio vietą – ir tie patys kaulai tampa įrodymais.

Trumpa santrauka

Science tyrime iš naujo nagrinėjamas Naashoibito narys Naujojoje Meksikoje – dinosauro fosilijų turintis sluoksnių vienetą, dėl kurio amžiaus ilgai ginčytasi. Detritinio sanidino $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ datavimą derindami su magnetostratigrafija, autoriai pagrindinius dinosauro sluoksnius apriboja maždaug 340 000 metų intervalu iki kreidos–paleogeno ribos. Tai daro juos vienais paskutinių žinomų ne paukštinių dinosauro Šiaurės Amerikoje ir iš esmės vienalaikius su Hell Creek faunomis šiaurėje. Toliau, analizuodami vakarų Šiaurės Amerikos stuburinių radinių ekologiją ir biogeografiją, autoriai teigia, kad vėlyvosios kreidos faunos išlaikė regioninę struktūrą: dinosaurai skyrėsi į dvi bioprovincijas, o temperatūra, panašu, buvo vienas pagrindinių šių skirtumų veiksnių. Tai prieštarauja minčiai apie vieną mažos įvairovės dinosauro fauną, kuri visame žemyne vienodai nyko iki asteroido smūgio. Tyrimas neįrodo, kad visame pasaulyje dinosauro būklė buvo gera, neišsprendžia visų nuosmukio diskusijų ir nerodo, kad visi dinosaurai klestėjo iki paskutinės akimirkos. Jis rodo ką kita: tiksliau datuotas pietinis archyvas daro paskutinį Šiaurės Amerikos dinosauro skyrių regioniškesnį, struktūruotesnį ir ne tokį glotnų.

Be pagražinimų

Ką rodo tyrimas: Naashoibito dinosauro sluoksniai Naujojoje Meksikoje priklauso pačiai kreidos pabaigai ir tikriausiai susidarė likus maždaug 340 000 metų iki K–Pg ribos; vakarų Šiaurės Amerikos stuburinių fosilijų įrašas taip pat palaiko išlikusių regioninių bioprovincių vaizdą.

Kas tikėtina, bet neįrodyta: kad daugelis dinozaurų ekosistemų tebebuvo gana atsparios prieš pat asteroido smūgį; kad temperatūra padėjo palaikyti skirtingas šiaurines ir pietines faunas; kad senesnis paprasto, visą žemyną apimančio nuosmukio vaizdas yra pernelyg išlygintas.

Ko tyrimas nerodo: kad dinozaurai visur klestėjo; kad jokios grupės ar regionai nepatyrė nuosmukio; kad asteroidas nebuvo pagrindinis išnykimo veiksnys; kad vien Naujoji Meksika perrašo pasaulinę kreidos pabaigos istoriją.

Pagrindiniai ribotumai: regioninis fosilijų archyvas; nuo modelio priklausanti bioprovincijų analizė; fosilijų atrankos šališkumas; išsamias geochronologijos ir radinių analizės procedūras dar verta galutinai sutikrinti su *Science* papildoma medžiaga.

Kiek pasitikėti turėtų bendrasis skaitytojas? Labai tvirtai – kad Naujoji Meksika dabar suteikia svarbų pietinį vėlyvosios kreidos dinozaurų įrašą. Gana tvirtai – kad vakarų Šiaurės Amerikoje regioninė faunų struktūra išliko iki pat pabaigos. Menkai – teiginiu, kad „dinozaurams visur viskas buvo gerai iki asteroido“. Tikrasis rezultatas įdomesnis: paskutinis skyrius nebuvo viena plokščia, visam žemynui vienoda istorija.

Šaltiniai

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>