The Clean Paper

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

Fosilni zapis iz Nove Mehike zaplete zadnje poglavje dinozavrov

Raziskava v Science ponovno datira člen Naashoibito v Novi Mehiki v zadnjih nekaj sto tisoč let pred asteroidnim udarom. To je pomembno, ker večina najboljših dokazov o dinozavrih ob koncu krede prihaja precej bolj s severa. Novi južni zapis kaže, da so imele zahodne ZDA tik pred koncem še regionalno različne dinozavrske favne, namesto ene same enotne skupnosti v enakomernem zatonu. Ne dokazuje, da so vsi dinozavrski ekosistemi po svetu cveteli do udara; pokaže, kako lahko regionalni fosilni zapis globalno zgodbo preveč zgladi.

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

Južna priča tik pred koncem

Zadnje dinozavre pogosto pripovedujemo skozi severne Velike ravnine: Montano, Dakoti in svet formacije Hell Creek. Ta zapis je dovolj dober, da je postal domač, domačnost pa se rada pretvarja, da pomeni popolnost. Fosili niso enakomerno razporejeni, ker zgodovina ni bila tako prijazna, da bi se sama uredila v arhiv.

Nov članek v *Science* dodaja južno pričo. Avtorji so preučevali člen Naashoibito v bazenu San Juan v Novi Mehiki, fosilno bogato kamninsko enoto, o katere starosti se razpravlja že desetletja. Če bi bili fosili starejši, bi malo povedali o zadnjih trenutkih pred asteroidnim udarom. Če so iz čisto zadnjega dela krede, pa postanejo zelo pomembni.

Odgovor članka je druga možnost. Z novo geokronologijo in magnetostratigrafijo skupina trdi, da glavni horizonti z dinozavri v členu Naashoibito ležijo približno **340.000 let** pred mejo kreda–paleogen. To dinozavre iz Nove Mehike postavi dovolj blizu konca, da lahko prispevajo k staremu vprašanju: so bili dinozavri že v dolgotrajnem zatonu ali pa so bili številni ekosistemi ob prihodu udara še vedno regionalno raznoliki?

Previden odgovor ni »vsem dinozavrom je šlo odlično, nato pa bum«. Stavek dobro zveni in slabo ravna z dokazi. Boljši odgovor je ožji in uporabnejši: v zahodni Severni Ameriki dobro datiran južni zapis podpira sliko poznih dinozavrskih favn, ki so bile še vedno regionalno različne, ne ene same malo raznolike skupnosti, ki bi povsod hkrati ugašala.

To je dovolj. Glasnejšega klobuka ne potrebuje.

Bisti/De-Na-Zin Wilderness v Novi Mehiki, pokrajina badlands v širšem območju bazena San Juan. Slika je kontekst, ne dokaz iz članka v Science: argument raziskave temelji na datiranih fosilnih plasteh, ne na pokrajini.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

Kaj tukaj pomeni »v 340.000 letih od meje«?

Asteroidni udar in meja kreda–paleogen sta datirana na približno **66,052 milijona let** pred sedanjostjo. Vprašanje je, kam glede na to črto sodijo kamnine z dinozavri.
Avtorji niso neposredno datirali dinozavrskih kosti in s tem zaključili zgodbe. Z metodo **^{40}Ar/^{39}Ar** so datirali vulkanska mineralna zrna, predvsem sanidin, iz peščenjakov v profilu Naashoibito, nato pa datume združili z **magnetostratigrafijo**: zapisom preobratov Zemljinega magnetnega polja, ohranjenih v kamninah.
Kratka različica: en vzorec daje najvišjo možno starost odlaganja **66,87 ± 0,04 milijona let**, drug vzorec z dinozavri **66,38 ± 0,08 milijona let**, magnetni vzorec pa zgornji del profila postavlja v zadnje obdobje obrnjene polaritete v kredi. Skupaj te omejitve glavne fosilne horizonte postavijo zelo blizu meje. To je geološka ura, ne štoparica, vendar dovolj natančna, da spremeni razpravo.

Kaj so naredili avtorji

Skupina je združila dve vrsti dela, ki se medsebojno potrebujeta. Najprej so natančneje določili starost člena Naashoibito. Enota leži nad starejšimi kampanijskimi kamninami in pod zgodnjepaleocenskimi, natančna starost pa je bila sporna: nekatere starejše razlage so jo postavljale okoli 70–69 milijonov let, druge v sam konec krede, nekaj trditev pa je dele zapisa potiskalo celo v paleocen. Avtorji so izmerili stratigrafske profile, vzorčili najdišča z dinozavri, datirali detritična zrna sanidina z ^{40}Ar/^{39}Ar in profil povezali z znanimi intervali magnetne polaritete.

Drugič so vprašali, kakšna je bila favna v širšem kontekstu. Zbrali so podatke o kopenskih in sladkovodnih vretenčarjih zahodne Severne Amerike skozi kampanij, maastrichtij in zgodnji paleocen ter z ekološkimi in biogeografskimi metodami preverili, ali so bile favne regionalne ali enotne. Ključni pojem je **provincialnost**: ali so različne regije imele različne skupnosti, namesto istih živali povsod.

To je pomembno, ker ena različica zgodbe o poznih dinozavrih pravi, da je zahodna Severna Amerika v maastrichtiju postajala vse bolj homogena, z manj regionalnimi razlikami in bolj kozmopolitsko favno. Enotnejši, manj raznolik sistem si je lažje predstavljati kot že ranljiv pred asteroidom. Regionalno strukturiran sistem pripoveduje drugo zgodbo.

Kaj so ugotovili

Datiranje je tečaj celotnega argumenta. Dva vzorca člena Naashoibito z dinozavri dajeta omejitve iz poznega maastrichtija. Vzorec peščenjaka H08-Sand-08 je dal največjo starost odlaganja **66,87 ± 0,04**

milijona let. Vzorec z najdišča »34-Bone Site«, kjer je delno okostje lambeozavrinskega hadrozavra, je dal največjo starost **66,38 ± 0,08 milijona let**. V kombinaciji z zapisom magnetne polaritete avtorji glavne horizonte z dinozavri postavijo približno **340.000 let** pred mejo K–Pg.

Zaradi tega je zapis iz bazena San Juan približno sočasen z veliko bolj znanimi favnami Hell Creek severneje. Hkrati dinozavre Naashoibita loči od najzgodnejše paleocenske favne Nacimiento za približno **700.000 let**, kar je pomembno, saj nihče ne želi nehote postaviti neptičjih dinozavrov na napačno stran meje izumrtja. To bi bilo neurejeno — in napačno.

Ekološki rezultat je druga polovica. V najpoznejših krednih časovnih intervalih so avtorji našli dokaze za **dve bioprovinciji** v zahodni Severni Ameriki. Ko so dinozavre analizirali ločeno, so se v vseh preučevanih poznih krednih intervalih prav tako razdelili v dve bioprovinciji. Članek trdi, da se te regionalne razlike pred asteroidnim udarom niso preprosto zlile v eno enotno favno.

Gonilo ni bila le črta od severa proti jugu. Analize kažejo na **temperaturo** kot glavni dejavnik oblikovanja teh bioprovinc v kredi, geografija pa je imela sekundarno vlogo. Toplejše južne regije so lahko bolj ustrezale nekaterim živalim, na primer sauropodom, hladnejše severne pa drugim, denimo hadrozavrinom. Poanta ni, da je bila vsaka provinca bolj zdrava od druge. Poanta je, da je imel pozni kredni zemljevid še vedno strukturo.

Česa to ne dokazuje

- **Ne** dokazuje, da so dinozavri povsod na Zemlji cveteli vse do asteroidnega udara. Avtorji jasno povedo, da je slika še vedno predvsem severnoameriška.
- **Ne** izbriše dokazov o zatonu v posameznih skupinah, regijah ali analizah. Nasprotuje preveč gladki zgodbi o enotnem zatonu na ravni celine, ne vsaki možni obliki stresa pred izumrtjem.
- **Ne** kaže, da asteroid ni bil pomemben. Udar ostaja glavni dogodek na meji; članek sprašuje, kakšne ekosisteme je zadel.
- **Ne** spremeni Nove Mehike v popolno okno na ves planet. Doda južno podatkovno točko v zapis, ki so mu prej prevladovala severna najdišča.
- **Ne** naredi naslova »cveteli so do udara« varnega. To je najširša možna trditev, ne najčistejši rezultat.

Kako močni so dokazi?

Za starost dinozavrskih horizontov Naashoibita so dokazi v glavnem besedilu dovolj močni, da spremenijo razpravo. Avtorji združujejo radioizotopske datume detritičnih zrn sanidina z magnetostratigrafijo, ključni datumi pa se ujemajo z interpretacijo zelo pozne krede. Članek se neposredno ukvarja tudi s starejšo razpravo o tem, ali so fosili precej starejši, pozno kredni ali celo paleocenski.

Ostaja tehnična opomba. Podrobna geokronologija, magnetna interpretacija in podatkovne tabele so v dodatnem gradivu *Science*. Glavni članek poda ključne trditve in številke, vendar bi bilo pred končno

objavo smiselno dodatke ponovno preveriti, preden vsako metodološko podrobnost obravnavamo kot zaključeno.

Za širšo ekološko trditev so dokazi koristni in nakazujejo jasen vzorec, vendar so bolj odvisni od modela. Avtorji uporabljajo podatkovne zbirke pojavnosti, gručenje in ponavljajoče vzorčenje za sklepanje o bioprovincah. To je prava vrsta orodja za vprašanje, vendar pomeni, da je rezultat odvisen od fosilnega vzorčenja, taksonomskih določitev, časovnih razredov in obravnave odsotnosti. Fosilni zapis je podatkovna zbirka z manjkajočimi zobmi.

Najvarnejša razlaga je zato razdeljena: Nova Mehika ponuja resničen in pomemben južni zapis iz pozne krede; sklep, da je zahodna Severna Amerika blizu konca ohranila regionalno favnistično strukturo, je z analizami dobro podprt; preskoku od tega do zdravja dinozavrov po vsem svetu pa se je treba upreti.

Zakaj je pomembno

Stara razprava o zatonu dinozavrov ni le o dinozavrih. Gre za vprašanje, koliko teže lahko nosi en fosilni zapis.

Če najboljši zapis ob koncu krede prihaja s severnih Velikih ravnin, ga je mamljivo uporabiti kot predstavnika celine, nato pa celino kot predstavnico sveta. To je učinkovito. In prav tako se regionalni vzorec brez dovoljenja zapelje z dvigalom v globalno zgodbo.

Rezultat iz Nove Mehike naredi zgodbo manj gladko. Pravi: poglejte proti jugu. Tu je enota z dinozavri blizu meje. Tu so favne, ki ne ponavljajo preprosto severnih. Tu je dokaz, da sta temperatura in regionalna ekologija ostali pomembni pozno v zgodbi.

Zaradi tega asteroid ni manj katastrofalen. Če kaj, je katastrofa ostrejša. Udar ni prišel na konec enega poenostavljenega ekosistema. Zadel je niz regionalnih svetov, ki so še vedno imeli lastne razporeditve.

V članku je tudi tišja lekcija. Dobro datiranje spremeni pripoved. Fosilna združba brez zanesljive starosti je lahko le govorica s kostmi. Postavite jo na pravi del časovnice in isti fosili postanejo dokaz.

Kratek povzetek

Raziskava v *Science* ponovno preučuje člen Naashoibito v Novi Mehiki, enoto z dinozavri, o katere starosti se dolgo razpravlja. Z datiranjem detritičnega sanidina $^{40}Ar/^{39}Ar$ in magnetostratigrafijo avtorji glavne horizonte z dinozavri omejijo na približno 340.000 let pred mejo kreda–paleogen. S tem sodijo med zadnje znane neptičje dinozavre Severne Amerike in so približno sočasni s favnami Hell Creek severneje. Nato z ekološkimi in biogeografskimi analizami pojavnosti vretenčarjev zahodne Severne Amerike trdijo, da so pozne kredne favne ohranile regionalno strukturo: dinozavri so se razdelili v dve bioprovinciji, temperatura pa je bila verjetno pomemben dejavnik teh razlik. Rezultat

nasprotuje zamisli o eni malo raznoliki, celinsko enotni dinozavrski favni, ki bi pred asteroidnim udarom povsod enako ugašala. Ne dokazuje globalnega zdravja dinozavrov, ne reši vseh razprav o zatonu in ne kaže, da so vsi dinozavri do konca cveteli. Pokaže, da bolje datiran južni zapis naredi zadnje poglavje Severne Amerike bolj regionalno, bolj strukturirano in manj gladko.

Preverjanje brez olepševanja

Kaj članek kaže: Horizonti z dinozavri v členu Naashoibito v Novi Mehiki so iz zelo pozne krede, verjetno približno 340.000 let pred mejo K–Pg, zapis vretenčarjev zahodne Severne Amerike pa podpira obstoj regionalnih bioprovinc vse do blizu konca.

Kaj je verjetno, vendar ni dokazano: Da so bili številni dinozavrski ekosistemi tik pred asteroidnim udarom še robustni; da je temperatura pomagala ohranjati različne severne in južne favnistične svetove; da je stara zamisel o preprostem enotnem zatonu na ravni celine preveč gladka.

Česa ne kaže: Da so dinozavri povsod cveteli; da nobena skupina ali regija ni bila v zatonu; da asteroid ni bil glavni sprožilec izumrtja; da Nova Mehika sama prepiše globalni konec krede.

Glavne omejitve: Regionalni fosilni zapis; modelno odvisna analiza provincialnosti; pristranskosti fosilnega vzorčenja; podrobne geokronološke in pojavnostne metode bi bilo treba pri končnem pregledu še preveriti v dodatnem gradivu Science.

Koliko zaupanja naj ima splošni bralec? Visoko, da Nova Mehika zdaj ponuja pomemben južni zapis iz pozne krede. Dobro, da je zahodna Severna Amerika blizu konca ohranila regionalno favnistično strukturo. Nizko, da lahko to stisnemo v »dinozavrom je bilo povsod dobro do asteroidnega udara«. Pravi rezultat je boljši: zadnje poglavje ni bilo ena ravna zgodba za vso celino.

Viri

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