



The CLEAN PAPER

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

Fosílny záznam z Nového Mexika komplikuje poslednú kapitolu príbehu dinosaurov

Štúdia v časopise Science datuje člen súvrstvia Naashoibito v Novom Mexiku do posledných niekoľkých stotisíc rokov pred dopadom asteroidu. Je to dôležité, pretože väčšina najlepších dôkazov o dinosauroch z konca kriedy pochádza zo severnejších oblastí. Nový južný záznam naznačuje, že západná Severná Amerika mala aj krátko pred koncom regionálne odlišné dinosaurie fauny, nie jedinú jednotnú komunitu v úpadku. Nedokazuje, že každý dinosaurí ekosystém na svete prosperoval až do dopadu; ukazuje, prečo môže regionálny fosílny záznam globálny príbeh priveľmi vyhladiť.

Written by Cinzia Vaglio · Cross-checked by Lucio Vaglio and Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Lucio Vaglio · 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](https://doi.org/10.1126/science.adw3282)

Južný svedok blízko konca

Príbeh posledných dinosaurov sa často rozpráva cez severné Veľké pláne: Montanu, Dakoty a svet súvrstvia Hell Creek. Tento záznam je dosť kvalitný na to, aby sa stal známym, a známosť ľahko vytvára dojem úplnosti. Fosílie nie sú rozložené rovnomerne, pretože história nebola taká láskavá, aby sa pre nás sama zaznamenala.

Nová práca v časopise Science pridáva svedka z juhu. Autori skúmali člen súvrstvia Naashoibito v panve San Juan v Novom Mexiku, horninovú jednotku obsahujúcu fosílie, o ktorej veku sa diskutuje už desaťročia. Keby boli tieto fosílie staršie, povedali by nám len málo o posledných chvíľach pred dopadom asteroidu. Ak pochádzajú z úplného konca kriedy, majú veľký význam.

Práca podporuje druhú možnosť. Pomocou novej geochronológie a magnetostratigrafie tím tvrdí, že hlavné horizonty s dinosaurami v člene súvrstvia Naashoibito ležia približne **340 000 rokov** od hranice kriedy a paleogénu. Dinosauria z Nového Mexika sa tým dostávajú dosť blízko ku koncu, aby mohli prispieť k starej otázke: boli dinosauri už v dlhodobom úpadku, alebo boli mnohé ekosystémy v čase nárazu ešte regionálne rozmanité?

Opatrná odpoveď neznie „všetkým dinosaurom sa darilo, a potom prišiel náraz“. Táto veta znie dobre, ale je nepresná. Lepšia odpoveď je užšia a užitočnejšia: v západnej Severnej Amerike dobre datovaný južný záznam podporuje obraz faun dinosaurov z konca kriedy, ktoré boli stále regionálne odlišné, nie obraz jedinej komunity s nízkou diverzitou, ktorá všade naraz mizla.

To stačí. Netreba ho zveličovať.



Oblasť Bisti/De-Na-Zin Wilderness v Novom Mexiku, krajina badlands v širšom regióne panvy San Juan. Obrázok poskytuje kontext, nie dôkaz z práce v časopise Science: argument štúdie stojí na datovaných vrstvách s fosíliami, nie na scenérii.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

Čo tu znamená "do 340 000 rokov"?

Náraz asteroidu a hranica medzi kriedou a paleogénom sa datujú približne do obdobia pred **66,052 milióna rokov**. Otázkou je, kde sa vzhľadom na túto hranicu nachádzajú horniny s fosíliami.

Autori priamo nedatovali dinosaurie kosti a tým vec neuzavreli. Pomocou **geochronológie** $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ datovali zrná vulkanických minerálov, najmä sanidínu, z pieskovcov v reze Naashoibito a tieto údaje spojili s **magnetostratigrafiou**: záznamom zmien polarity magnetického póla Zeme zachovaným v horninách.

Krátka verzia: jedna vzorka uvádza maximálny vek ukladania **66,87 ± 0,04 milióna rokov**, ďalšia vzorka obsahujúca dinosaury uvádza **66,38 ± 0,08 milióna rokov** a magnetický vzor umiestňuje hornú časť rezu do konečného intervalu obrátenej polarity kriedy. Tieto obmedzenia spolu umiestňujú hlavné horizonty s dinosaurami veľmi blízko hranice. Sú to geologické hodiny, nie stopky, ale sú dosť blízko na to, aby zmenili argument.

Čo autori urobili

Tím spojil dva druhy práce, ktoré sa navzájom potrebujú. Najprv spresnil vek člena súvrstvia Naashoibito. Jednotka leží nad staršími kampánskymi horninami a pod horninami zo začiatku paleocénu, no jej presný vek bol sporný: niektoré staršie interpretácie ju kladli približne do obdobia pred 70 až 69 miliónmi rokov, iné ju zaradovali do neskoršej kriedy a niektoré tvrdenia dokonca posúvali časti záznamu do paleocénu. Autori zmerali rezy, odobrali vzorky z lokalít s dinosaurami, datovali detritické zrná sanidínu metódou $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ a priradili rez k známym intervalom magnetickej polarity.

Po druhé sa pýtali, ako fauna vyzerá v širšom kontexte. Zhromaždili údaje o výskyte suchozemských a sladkovodných stavovcov zo západnej Severnej Ameriky z kampánu, maastrichtu a raného paleocénu. Potom pomocou ekologických a biogeografických metód testovali, či boli fauny regionálne odlišné alebo jednotné. Kľúčovým pojmom je **provincialita**: či mali rôzne regióny odlišné spoločenstvá, namiesto toho, aby všade žili tie isté živočíchy.

To je dôležité, pretože jedna verzia neskorej histórie dinosaurov tvrdí, že západná Severná Amerika sa stala homogénnejšou v maastrichtskom období, s menšími regionálnymi rozdielmi a kozmopolitnejšou faunou. Jednotnejší systém s nižšou diverzitou by si možno ľahšie predstavil ako zraniteľný pred asteroidom. Regionálne štruktúrovaný systém hovorí iný príbeh.

Čo našli

Datovanie je kľúčom. Dve vzorky z Naashoibito z horizontov s dinosaurami poskytujú vekové obmedzenia z neskorého maastrichtu. Vzorka pieskovca H08-Sand-08 poskytla maximálny vek usadenia **66,87 ± 0,04 milióna rokov**. Vzorka z lokality „34-Bone Site“, ktorá obsahuje čiastočnú kostru lambeosaurinného hadrosaúra, poskytla maximálny vek usadenia **66,38 ± 0,08 milióna rokov**. V spojení so záznamom magnetickej polarity autori umiestňujú hlavné horizonty s dinosaurami v Naashoibito približne **340 000 rokov** od hranice K–Pg.

Záznam z panvy San Juan je tak približne súčasný so známejšími faunami Hell Creek severnejšie. Dinosauria z Naashoibito zároveň oddeľuje od najstaršej paleocénnej fauny Nacimiento približne **700 000 rokov**. Je to dôležité, pretože nevtáacie dinosauria nemožno omylom umiestniť na nesprávnu stranu hranice vymierania. Bolo by to nielen máťce, ale aj nesprávne.

Ekologický výsledok tvorí druhú polovicu. V najmladších analyzovaných obdobiach kriedy autori našli dôkazy o **dvoch bioprovinciách** v západnej Severnej Amerike. Pri samostatnej analýze sa dinosauria rozdelili do dvoch bioprovincií vo všetkých najmladších kriedových časových intervaloch štúdie. Práca tvrdí, že tieto regionálne rozdiely sa pred dopadom asteroidu jednoducho nezrútili do jedinej jednotnej fauny.

Určujúcim faktorom nebola iba čiara vedená zo severu na juh. Analýzy poukazujú na **teplotu** ako na hlavný faktor formujúci tieto bioprovencie v kriede, pričom geografia mala druhotnú úlohu. Teplejšie južné oblasti mohli vyhovovať niektorým živočíchom, napríklad sauropodom, kým chladnejšie severné oblasti iným, napríklad hadrosaurinom. Nejde o to, že každá provincia bola zdravšia než iná. Ide o to, že mapa konca kriedy mala stále svoju štruktúru.

Čo toto ne dokazuje

- To **ne** dokazuje, že dinosauria po celom svete prosperovali až do nárazu asteroidu. Autori jasne uvádzajú, že ide stále prevažne o severoamerický obraz.
- Nevymaže dôkazy o poklese v niektorých skupinách, regiónoch alebo analýzach. Stavajú sa proti príliš hladkému príbehu naprieč celým kontinentom, nie proti každej možnej verzii stresu pred vyhynutím.
- Neukazuje, že asteroid bol nepodstatný. Náraz zostáva hlavnou udalosťou na hranici; táto práca sa pýta, aké typy ekosystémov zasiahol.
- **Nepremieňa** Nové Mexiko na dokonalé okno do celej planéty. Pridáva južný údaj, ktorý chýbal v zázname ovládanom severnými lokalitami.
- **Nerobí** z tvrdenia „prosperovali až do nárazu“ bezpečný titulok. To je tvrdenie v najširšom zmysle, nie výsledok v najpresnejšej podobe.

Aké silné sú dôkazy?

Pri veku horizontov s dinosaurami v Naashoibito sú dôkazy z hlavného textu dosť silné na to, aby boli podstatné. Autori spájajú rádioizotopové datovanie detritických zŕn sanidínu s magnetostratigrafiou a kľúčové údaje zodpovedajú interpretácii z úplného konca kriedy. Práca sa priamo zaoberá aj staršou kontroverziou o tom, či boli tieto fosílie oveľa staršie, pochádzali z neskorej kriedy alebo dokonca z paleocénu.

Stále zostáva technická výhrada. Podrobná geochronológia, interpretácia magnetického záznamu a tabuľky údajov sa nachádzajú v doplnkových materiáloch časopisu Science. Hlavná práca uvádza potrebné tvrdenia a čísla, ale pred uzavretím všetkých metodických podrobností treba prílohu skontrolovať.

Pri širšom ekologickom tvrdení sú dôkazy presvedčivé a užitočné, ale viac závisia od modelu. Autori odvodzujú bioprovincie zo súborov údajov o výskyte, zhľukovania a opakovaného výberu vzoriek. Je to vhodný nástroj na túto otázku, zároveň však znamená, že výsledok závisí od vzorkovania fosílií, taxonomického zaradenia, rozdelenia času do intervalov a spôsobu spracovania chýbajúcich výskytov. Fosílny záznam je súbor údajov s mnohými medzerami.

Najbezpečnejšie čítanie má preto dve časti: záznam z Nového Mexika je skutočný a dôležitý južný záznam z konca kriedy; záver, že západná Severná Amerika si ku koncu zachovala regionálnu štruktúru fauny, dobre podporujú analýzy autorov. Prechodu od tohto výsledku ku globálnemu zdraviu dinosaurov treba odolať.

Prečo je to dôležité

Stará debata o úbytku dinosaurov sa netýka len dinosaurov. Ide o to, akú váhu môže niesť jeden fosílny záznam.

Ak najlepší záznam z konca kriedy pochádza zo severných Veľkých plání, je lákavé nechať ho zastupovať celý kontinent a potom nechať kontinent zastupovať svet. Je to lákavá skratka. Zároveň sa tak regionálny vzorec mení na globálny príbeh preskočením niekoľkých krokov uvažovania.

Výsledok z Nového Mexika robí príbeh menej hladkým. Hovorí: pozrite sa na juh. Tu je jednotka s dinosaurami blízko hranice. Tu sú fauny, ktoré nie sú iba kópiami tých severných. Tu je dôkaz, že teplota a regionálna ekológia zohrávali úlohu aj v závere obdobia.

To však neznamená, že asteroid bol menej katastrofálny. Skôr tým katastrofa vyniká ešte ostrejšie. Náraz nenastal na konci jediného zjednodušeného ekosystému. Zasiahol súbor regionálnych svetov, ktoré mali stále vlastné usporiadanie.

V práci je aj nenápadnejšie poučenie. Dobré datovanie mení príbeh. Súbor fosílií bez istého veku sa môže stať iba dohadom podloženým kosťami. Umiestnime ho na správne miesto časovej osi a tie isté fosílie sa stanú dôkazom.

Čisté zhrnutie

Štúdiá v časopise Science opätovne skúma člen súvrstvia Naashoibito v Novom Mexiku, horninovú jednotku s fosíliami dinosaurov, o ktorej veku sa dlho diskutovalo. Pomocou datovania detritického sanidínu metódou $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ a magnetostratigrafie autori ukazujú, že hlavné horizonty s dinosaurami ležia približne 340 000 rokov od hranice kriedy a paleogénu. Nálezy tak patria medzi posledné známe nevtácie dinosaury Severnej Ameriky a sú približne súčasné s faunou Hell Creek severnejšie. Ekologickými a biogeografickými analýzami výskytu stavovcov zo západnej Severnej Ameriky potom ukazujú, že fauny na konci kriedy si zachovali regionálnu štruktúru: dinosaury boli rozdelené do dvoch bioprovincií a hlavným faktorom týchto rozdielov sa zdá byť teplota. Výsledok spochybňuje predstavu, že pred nárazom asteroidu na celom kontinente rovnomerne mizla jediná dinosauria fauna s nízkou diverzitou. Nedokazuje globálne zdravie dinosaurov, nerieši každú diskusiu o ich úpadku ani neukazuje, že sa všetkým dinosauirom darilo až do konca. Ukazuje, že lepšie datovaný južný záznam robí záverečný severoamerický príbeh regionálnejším, štruktúrovanejším a menej hladkým.

Kontrola bez nezmyslov

Čo ukazuje práca: Horizonty s dinosaurami v člene súvrstvia Naashoibito v Novom Mexiku pochádzajú z konca kriedy, pravdepodobne približne 340 000 rokov od hranice K-Pg, a záznam stavovcov zo západnej Severnej Ameriky podporuje pretrvávajúce regionálnych bioprovincií až takmer do konca.

Čo je pravdepodobné, ale nie dokázané: Že mnohé dinosaurie ekosystémy boli ešte tesne pred dopadom asteroidu odolné; že teplota pomáhala udržiavať odlišné severné a južné svety fauny; že staršia predstava jednoduchého úpadku na celom kontinente je príliš uhladená.

Čo to neukazuje: Že sa dinosauirom všade darilo; že žiadne skupiny ani regióny neboli v úpadku; že asteroid nebol hlavným spúšťačom vymierania; že samotné Nové Mexiko prepíše globálny príbeh konca kriedy.

Hlavné obmedzenia: Regionálny fosílny záznam; analýza provinciality závislá od modelu; skreslenia vo vzorkovaní fosílií; podrobnú geochronológiu a metódy analýzy výskytu ešte treba záverečne overiť podľa doplnkových materiálov časopisu Science.

Koľko dôvery by mal mať bežný čitateľ? Vysokú v to, že Nové Mexiko poskytuje dôležitý záznam o južných dinosauiroch z konca kriedy. Pomerne vysokú v to, že západná Severná Amerika si ku koncu zachovala regionálnu štruktúru fauny. Nízkú v to, že sa výsledok dá zhrnúť ako „dinosauria boli všade v poriadku až do asteroidu“. Skutočný výsledok je lepší: posledná kapitola nebola jediným plochým príbehom pre celý kontinent.

Zdroje

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>