The Clean Paper

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

Egy új-mexikói fosszilis rekord bonyolultabbá teszi a dinoszauruszok utolsó fejezetét

Egy Science-tanulmány újradatálja az új-mexikói Naashoibito Member rétegegységet az aszteroid-abecsapódás előtti utolsó néhány százezer évre. Ez azért számít, mert a kréta végének legjobb dinoszaurusz-bizonyítékai többnyire északabbról származnak. Az új déli rekord arra utal, hogy Észak-Amerika nyugati részén a dinoszauruszfaunák a vég közelében is regionálisan különböztek, nem pedig egyetlen egységes, halványuló közösséget alkottak. Nem bizonyítja, hogy a világ minden dinoszaurusz-ökoszisztémája virágzott a becsapódásig; azt mutatja meg, miért tehet túl simává egy globális történetet egy regionális fosszilis rekord.

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

Egy déli tanú a vég közeléből

Az utolsó dinoszauruszok történetét gyakran az északi Great Plains szemszögéből mesélik: Montana, a Dakoták, a Hell Creek világa. Ez a fosszilis nyilvántartás elég jó ahhoz, hogy ismerőssé váljon, az ismerősség pedig könnyen teljességnek tetteti magát. A fosszíliák nem oszlanak el egyenletesen, mert a történelem nem volt olyan előzékeny, hogy rendszerezve archiválja magát nekünk.

Egy új Science-tanulmány most déli tanút ad hozzá. A szerzők az új-mexikói San Juan-medence Naashoibito Member rétegegységét vizsgálták, egy fosszíliákat tartalmazó kőzetréteget, amelynek koráról évtizedek óta vita folyik. Ha a fosszíliák idősebbek lennének, keveset mondanának az aszteroidabecsapódás előtti utolsó időszakról. Ha viszont a legkésőbbi kréta időszakából származnak, akkor nagyon sokat számítanak.

A tanulmány válasza az utóbbi. Új geokronológiai és magnetosztratigráfiai adatok alapján a csapat azt állítja, hogy a Naashoibito Member fő dinoszaurusz-hordozó rétegei a kréta–paleogén határtól mint-egy **340 000 éven** belül helyezkednek el. Ez elég közel viszi az új-mexikói dinoszauruszokat a véghez ahhoz, hogy hozzászóljanak a régi kérdéshez: már hosszú hanyatlásban voltak-e a dinoszauruszok, vagy az aszteroida érkezésekor sok ökoszisztéma még regionálisan változatos volt?

A gondos válasz nem az, hogy „minden dinoszaurusz remekül volt, aztán bumm”. Jó a ritmusa, rosszak a modorai. A jobb válasz szűkebb és hasznosabb: Észak-Amerika nyugati részén egy jól datált déli fosszilis nyilvántartás azt a képet támogatja, hogy a késői dinoszauruszfaunák továbbra is regionálisan különböztek egymástól, nem pedig egyetlen alacsony diverzitású közösség halványult el mindenhol egyszerre.

Ez önmagában elég. Nem kell rá hangosabb kalap.

A Bisti/De-Na-Zin Wilderness Új-Mexikóban, a tágabb San Juan-medence badland tája. A kép háttérillusztráció, nem a Science-tanulmány bizonyítéka: az érvelés datált, fosszíliahordozó rétegeken alapul, nem a tájon.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

Mit jelent itt az, hogy „340 000 éven belül”?

Az aszteroidabecsapódást és a kréta–paleogén határt körülbelül **66,052 millió évvel ezelőttre** datálják. A kérdés az, hol helyezkednek el ehhez képest a fosszíliahordozó kőzetek.
A szerzők nem közvetlenül dinoszauruszcsontokat datáltak, majd lezárták a kérdést. A Naashoibito szelvény homokköveiből származó vulkáni ásványszemcséket, különösen szanidint datáltak **^{40}Ar/^{39}Ar geokronológiával**, és ezeket az adatokat **magnetosztratigráfiával** kombinálták: a Föld mágneses térfordulásainak kőzetekben megőrzött nyilvántartásával.
Röviden: az egyik minta **66,87 ± 0,04 millió éves** maximális lerakódási kort ad, egy másik dinoszaurusz-hordozó minta **66,38 ± 0,08 millió évet**, a mágneses minta pedig a szelvény felső részét a kréta utolsó fordított polaritású intervallumába helyezi. Együtt ezek a korlátok a fő dinoszaurusz-hordozó rétegeket nagyon közel teszik a határhoz. Ez geológiai óra, nem stopper, de elég pontos ahhoz, hogy megváltoztassa a vitát.

Mit csináltak a szerzők

A csapat kétféle munkát kapcsolt össze, amelyeknek szükségük van egymásra. Először pontosították a Naashoibito Member korát. Az egység idősebb campaniai kőzetek fölött és korai paleocén rétegek alatt fekszik, de pontos kora vitatott volt: egyes korábbi értelmezések 70–69 millió év körülre tették, mások a legkésőbbi kréta mellett érveltek, néhány állítás pedig még a paleocénbe is átnyújtotta a nyilvántartás egy részét. A szerzők rétegszelvényeket mértek fel, mintát vettek dinoszaurusz-lelőhelyekről, törmelékes szanidinszemcséket datáltak $^{40}Ar/^{39}Ar$ módszerrel, majd a szelvényt ismert mágneses polaritási intervallumokhoz kötötték.

Másodszor azt kérdezték, milyen volt a fauna ebben a kontextusban. Összegyűjtötték Észak-Amerika nyugati részének szárazföldi és édesvízi gerinces-előfordulási adatait a campaniai, maastrichti és korai paleocén időszakból, majd ökológiai és biogeográfiai módszerekkel tesztelték, regionálisak vagy egységesek voltak-e a faunák. A kulcsszó a **provincialitás**: különböző régióknak elkülönülő közösségei vannak-e, vagy mindenütt ugyanazok az állatok fordulnak elő.

Ez azért számít, mert a késői dinoszaurusztörténet egyik változata szerint Észak-Amerika nyugati része a maastrichti során homogénebbé vált, csökkentek a regionális különbségek és kozmopolitább fauna alakult ki. Egy egységesebb, alacsonyabb diverzitású rendszer könnyebben képzelhető sérülékenynek az aszteroida előtt. A regionálisan strukturált rendszer más történetet mesél.

Mit találtak

A datálás a fordulópont. Két Naashoibito dinoszaurusz-hordozó minta késő maastrichti korlátot ad. A H08-Sand-08 homokkőminta **66,87 ± 0,04 millió éves** maximális lerakódási kort adott. A részleges lambeosaurina hadroszaurusz-vázat tartalmazó „34-Bone Site” mintája **66,38 ± 0,08 millió éves** maximális lerakódási kort adott. A mágneses polaritási nyilvántartással együtt a szerzők a fő Naashoibito dinoszaurusz-hordozó rétegeket a K–Pg határtól mintegy **340 000 éven** belülre helyezik.

Ez a San Juan-medence rekordját nagyjából egykorúvá teszi az északabbra fekvő, jobban ismert Hell Creek faunákkal. Egyúttal körülbelül **700 000 év** választja el a Naashoibito dinoszauruszokat a legkorábbi paleocén Nacimiento faunától, ami azért fontos, mert senki nem szeretné véletlenül a nem madár dinoszauruszokat a kihalási határ rossz oldalára tenni. Az rendetlen volna — és hibás.

Az ökológiai eredmény a másik fele. A vizsgált legkésőbbi kréta időintervallumokban a szerzők **két bioprovincia** bizonyítékát találták Észak-Amerika nyugati részén. Amikor kizárólag a dinoszauruszokat elemezték, azok a vizsgálat minden legkésőbbi kréta időintervallumában két bioprovinciára váltak szét. A tanulmány szerint ezek a regionális különbségek nem omlottak egyszerűen össze egyetlen egységes faunává az aszteroidabecsapódás előtt.

A fő hajtóerő nem pusztán egy észak–déli vonal volt. Elemzéseik a **hőmérsékletet** jelölik meg a kréta bioprovinciáinak fő formáló tényezőjeként, a földrajz másodlagos szerepével. A melegebb déli területek kedvezhettek egyes állatoknak, például a sauropodáknak, míg a hűvösebb északi régiók másoknak, például a hadrosaurináknak. A lényeg nem az, hogy minden provincia egészségesebb

volt minden másiknál. Hanem az, hogy a késő kréta térképe még strukturált volt.

Mit *nem* bizonyít

- **Nem** bizonyítja, hogy a dinoszauruszok mindenütt a Földön jól prosperáltak egészen az aszteroida érkezéséig. A szerzők világosan jelzik, hogy ez továbbra is nagyrészt észak-amerikai kép.
- **Nem** törli el egyes csoportok, régiók vagy elemzések hanyatlására utaló bizonyítékokat. Egy túl sima, kontinensszintű történetet kérdőjelez meg, nem minden elképzelhető kihalás előtti stressz-szcenáriót.
- **Nem** mutatja, hogy az aszteroida jelentéktelen lett volna. A becsapódás továbbra is a határ fő eseménye; a tanulmány azt kérdezi, milyen ökoszisztémákat ért.
- **Nem** teszi Új-Mexikót tökéletes ablakká az egész bolygóra. Egy hiányzó déli adatpontot ad hozzá egy északi lelőhelyek dominálta rekordhoz.
- **Nem** teszi biztonságos főcímmé azt, hogy „virágoztak egészen a becsapódásig”. Ez az állítás legtágabb változata, nem az eredmény legtisztább formája.

Mennyire erős a bizonyíték?

A Naashoibito dinoszaurusz-hordozó rétegeinek korára a főszöveg bizonyítéka elég erős ahhoz, hogy számítson. A szerzők törmelékes szanidinszemcsék radioizotópos kormeghatározását kombinálják magnetosztratigráfiával, a kulcsdátumok pedig jól illeszkednek a legkésőbbi kréta értelmezéshez. A tanulmány közvetlenül foglalkozik azzal a régi vitával is, hogy ezek a fosszíliák sokkal idősebbek, legkésőbbi kréták vagy akár paleocének-e.

Van azonban technikai fenntartás. A részletes geokronológia, mágneses értelmezés és adattáblák a Science kiegészítő anyagában találhatók. A fő tanulmány megadja a szükséges állításokat és számokat, de a publikálás előtti végső ellenőrzésnek át kell néznie a supplementet, mielőtt minden módszertani részletet lezártnak tekintünk.

A tágabb ökológiai állítás bizonyítéka hasznos és meggyőző, de modellfüggőbb. A szerzők előfordulási adatbázisokat, klaszterezést és újramintavételezést használnak bioprovinciák következtetésére. Ez megfelelő módszer a kérdéshez, ugyanakkor azt jelenti, hogy az eredmény függ a fosszilis mintavételtől, a taxonómiai besorolástól, az időbinningtől és attól, hogyan kezelik a hiányokat. A fosszilis rekord olyan adatbázis, amelynek fogai hiányoznak.

A legbiztonságosabb olvasat ezért kettős: az új-mexikói rekord valódi és fontos késő kréta déli nyilvántartás; a szerzők elemzései jól támogatják azt a következtetést, hogy Észak-Amerika nyugati részén a vég közelében is fennmaradt regionális faunaszerkezet; ebből globális dinoszaurusz-egészségre ugrani azonban nem szabad.

Miért fontos

A dinoszauruszok hanyatlásáról szóló régi vita nem csak a dinoszauruszokról szól. Arról is, mekkora súlyt bír el egyetlen fosszilis nyilvántartás.

Ha a kréta végi legjobb rekord az északi Great Plainsből származik, csábító azt az egész kontinens helyettesítőjeként kezelni, majd a kontinenst az egész világ helyett. Hatékony módszer. És így utazik fel egy regionális minta jegy nélkül a globális történet emeletére.

Az új-mexikói eredmény kevésbé simává teszi a történetet. Azt mondja: nézz délre. Itt egy dinoszaurusz-hordozó egység a határ közelében. Itt olyan faunák vannak, amelyek nem egyszerűen lemásolják az északiakat. És itt bizonyíték van arra, hogy a hőmérséklet és a regionális ökológia a végjátékban is számított.

Ez nem teszi kevésbé katasztrofálissá az aszteroidát. Ha valami, élesebbé teszi a katasztrófát. A becsapódás nem egyetlen leegyszerűsödött ökoszisztéma végére érkezett. Regionális világok egész sorát találta el, amelyeknek még megvoltak a saját elrendezéseik.

A tanulmányban van egy csendesebb tanulság is. A jó datálás megváltoztatja a narratívát. Biztos kor nélküli fosszilis együttes könnyen csontokkal teli pletykává válik. Tedd a megfelelő helyre az órán, és ugyanazok a fosszíliák bizonyítékká válnak.

Röviden

Egy Science-tanulmány újravizsgálja az új-mexikói Naashoibito Member dinoszaurusz-hordozó kőzetrétegét, amelynek koráról régóta vita folyik. Törmelékes szanidin $^{40}Ar/^{39}Ar$ datálásával és magnetosztratigráfiával a szerzők a fő dinoszaurusz-hordozó rétegeket a kréta–paleogén határtól mintegy 340 000 éven belülre teszik, így ezek Észak-Amerika utolsó ismert nem madár dinoszauruszai közé tartoznak, és nagyjából egykorúak az északabbra fekvő Hell Creek faunákkal. Ezután Észak-Amerika nyugati részének gerinces-előfordulásait ökológiai és biogeográfiai módszerekkel elemezve azt állítják, hogy a késő kréta faunái regionális szerkezetet őriztek: a dinoszauruszok két bioprovinciára váltak szét, és a hőmérséklet fontos hajtóereje lehetett a különbségeknek. Az eredmény szembemegy azzal a képpel, hogy egyetlen, alacsony diverzitású dinoszauruszfauna halványult egyenletesen az egész kontinensen az aszteroidabecsapódás előtt. Nem bizonyít globális dinoszaurusz-egészséget, nem old meg minden hanyatlási vitát, és nem mutatja, hogy minden dinoszaurusz virágzott a végig. Azt mutatja, hogy egy jobban datált déli rekord regionálisabbá, strukturáltabbá és kevésbé simává teszi Észak-Amerika utolsó fejezetét.

Tárgyilagos mérleg

Mit mutat a tanulmány: A Naashoibito Member új-mexikói dinoszaurusz-hordozó rétegei a legkésőbbi kréta időszakából származnak, valószínűleg a K–Pg határtól mintegy 340 000 éven belül,

és Észak-Amerika nyugati részének gerincesrekordja a vég közelében is fennmaradó regionális bioprovinciákat támogat.

Mi hihető, de nincs bizonyítva: Hogy sok dinoszaurusz-ökoszisztéma még robusztus volt közvetlenül az aszteroidabecsapódás előtt; hogy a hőmérséklet segített fenntartani az eltérő északi és déli faunavilágokat; hogy a régebbi, egyszerű kontinensszintű hanyatlástörténet túl sima.

Mit nem mutat: Hogy a dinoszauruszok mindenütt virágoztak; hogy egyetlen csoport vagy régió sem hanyatlott; hogy az aszteroida nem volt a fő kihalási kiváltó ok; vagy hogy Új-Mexikó önmagában átírja a globális kréta végi történetet.

Fő korlátok: Regionális fosszilis rekord; modellfüggő provincialitási elemzés; fosszilis mintavételi torzítások; a részletes geokronológiai és előfordulási módszereket a Science kiegészítő anyagával még véglegesen össze kell vetni.

Mennyire bízhat benne egy általános olvasó? Nagy bizalommal abban, hogy Új-Mexikó most fontos késő kréta déli dinoszauruszrekordot ad. Jó bizalommal abban, hogy Észak-Amerika nyugati része regionális faunaszerkezetet őrzött a vég közelében. Alacsony bizalommal abban, hogy ezt „minden dinoszaurusz jól volt az aszteroidáig” mondattá lehet tömöríteni. A valódi eredmény jobb: az utolsó fejezet nem egyetlen lapos, kontinensszintű történet volt.

Források

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