The Clean Paper

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

New Mexicon fossiiliaineisto tekee dinosaurusten viimeisestä luvusta monimutkaisemman

Science-lehden tutkimus ajoittaa New Mexicon Naashoibito Member -kerrostuman uudelleen viimeisiin satoihin tuhansiin vuosiin ennen asteroiditörmäystä. Tällä on väliä, koska suuri osa parhaasta liitukauden lopun dinosaurusnäytöstä tulee pohjoisempaa. Uusi eteläinen aineisto viittaa siihen, että läntisessä Pohjois-Amerikassa oli loppuvaiheessakin alueellisesti erillisiä dinosaurusfaunoja, ei yhtä yhtenäistä ja hiipuvaa yhteisöä. Se ei todista, että kaikki dinosaurusekosysteemit maailmassa kukoistivat törmäykseen asti; se osoittaa, miten alueellinen fossiiliaineisto voi silottaa globaalin tarinan liikaa.

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

Eteläinen todistaja aivan lopun tuntumassa

Viimeisten dinosaurusten tarina kerrotaan usein pohjoisten Great Plains -alueiden kautta: Montana, Dakotat, Hell Creekin maailma. Aineisto on niin hyvä, että siitä on tullut tuttu, ja tuttuus osaa joskus tekeytyä täydellisyydeksi. Fossiilit eivät jakaudu tasaisesti, sillä historia ei ollut niin ystävällinen, että olisi arkistoinut itsensä meille.

Uusi Science-lehden artikkeli tuo mukaan eteläisen todistajan. Tutkijat tarkastelivat New Mexicon San Juan Basinissa sijaitsevaa Naashoibito Member -kerrostumaa, fossiileja sisältävää kiviyksikköä, jonka iästä on kiistelty vuosikymmeniä. Jos fossiilit olisivat vanhempia, ne kertoisivat vähän asteroid-itörmäystä edeltävistä viime hetkistä. Jos ne olisivat aivan liitukauden lopulta, merkitys olisi suuri.

Tutkimuksen vastaus on jälkimmäinen. Uuden geokronologian ja magnetostratigrafian perusteella ryhmä esittää, että Naashoibito Memberin tärkeimmät dinosauruksia sisältävät kerrokset sijoittuvat noin **340,000 vuoden** sisään liitu–paleogeeni-rajasta. New Mexicon dinosaurukset ovat siis riittävän lähellä loppua osallistuakseen vanhaan kysymykseen: olivatko dinosaurukset jo pitkään taantumassa, vai olivatko monet ekosysteemit yhä alueellisesti monimuotoisia asteroidin saapuessa?

Huolellinen vastaus ei ole ”dinosauruksilla meni kaikkialla hienosti, sitten pam”. Lauseessa on hyvä rytmi mutta huonot käytöstavat. Parempi vastaus on rajatumpi ja hyödyllisempi: läntisessä Pohjois-Amerikassa hyvin ajoitettu eteläinen aineisto tukee kuvaa myöhäisistä dinosaurusfaunoista, jotka olivat yhä alueellisesti erilaisia, eivät yhdestä vähälajisesta yhteisöstä joka hiipui kaikkialla yhtä aikaa.

Se riittää. Tulosta ei tarvitse pukea suurempaan hattuun.

Bisti/De-Na-Zin Wilderness New Mexicossa, badlands-maisemaa laajemmalla San Juan Basinin alueella. Kuva antaa taustaa eikä ole Science-artikkelin todistusaineistoa: tutkimuksen argumentti perustuu ajoitettuihin fossiilikerrostumiin, ei maisemaan.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

Mitä "340,000 vuoden sisällä" tarkoittaa tässä?

Asteroiditörmäys ja liitu–paleogeeni-raja ajoitetaan noin **66.052 miljoonan vuoden** taakse. Kysymys on siitä, missä fossiileja sisältävät kivet sijaitsevat tähän rajaan nähden.
Tutkijat eivät ajoittaneet dinosaurusten luita suoraan ja julistaneet asiaa ratkaistuksi. He ajoittivat Naashoibiton hiekkakivistä löytyneitä vulkaanisia mineraalirakeita, erityisesti sanidiinia, käyttäen **^{40}Ar/^{39}Ar-geokronologiaa**, ja yhdistivät ajoitukset **magnetostratigrafiaan** eli kivissä säilyneeseen tietoon Maan magneettikentän napaisuuden kääntymisistä.
Lyhyesti: yksi näyte antaa kerrostumisen enimmäisiäksi **66.87 ± 0.04 miljoonaa vuotta**, toinen dinosauruksia sisältävä näyte **66.38 ± 0.08 miljoonaa vuotta**, ja magneettinen kuvio sijoittaa jakson yläosan liitukauden viimeiseen käänteisen napaisuuden jaksoon. Yhdessä nämä rajoitteet asettavat tärkeimmät dinosauruskerrokset hyvin lähelle rajaa. Kyse on geologisesta kellosta, ei sekuntikellosta, mutta tarkkuus riittää muuttamaan keskustelua.

Mitä tutkijat tekivät

Ryhmä yhdisti kaksi toisiaan tarvitsevaa työn osaa. Ensin he tarkensivat Naashoibito Memberin ikää. Yksikkö sijaitsee vanhempien campanialaisten kivien yläpuolella ja varhaispaleoseenisten kivien alapuolella, mutta tarkka ikä on ollut kiistanalainen: jotkin vanhemmat tulkinnat sijoittivat sen noin 70–69 miljoonan vuoden taakse, toiset aivan liitukauden loppuun ja muutamat väitteet jopa osittain paleoseeniin. Tutkijat mittasivat kerrostumajaksoja, ottivat näytteitä dinosauruskohteista, ajoittivat detritaalisia sanidiinirakeita ^{40}Ar/^{39}Ar-menetelmillä ja yhdistivät kerrostuman tunnettuihin magneettisen napaisuuden jaksoihin.

Toiseksi he kysyivät, miltä fauna näytti laajemmassa yhteydessä. He kokosivat läntisen Pohjois-Amerikan maa- ja makean veden selkärankaisten esiintymistietoja campanialaiselta, maastrichtilaiselta ja varhaiselta paleoseenikaudelta ja testasivat ekologisilla ja biogeografisilla menetelmillä, olivatko faunat alueellisia vai yhtenäisiä. Avainsana on **provinssimaisuus**: oliko eri alueilla omat yhteisönsä vai samat eläimet kaikkialla.

Tämä on tärkeää, koska yhden myöhäisen dinosaurushistorian version mukaan läntinen Pohjois-Amerikka muuttui maastrichtilaisella kaudella yhtenäisemmäksi: alueelliset erot vähenivät ja fauna kosmopolitisoitui. Yhtenäisempi ja vähälajisempi järjestelmä on helppo kuvitella jo valmiiksi haavoittuvaksi ennen asteroidia. Alueellisesti jäsentynyt järjestelmä kertoo toisenlaisen tarinan.

Mitä he löysivät

Ajoitus on ratkaiseva kohta. Kaksi dinosauruksia sisältävää Naashoibito-näytettä antaa myöhäismaastrichtilaiset rajat. Hiekkakivinäyte H08-Sand-08 tuotti kerrostumisen enimmäisiäksi **66.87 ± 0.04 miljoonaa vuotta**. ”34-Bone Site” -kohteen näyte, joka sisältää osittaisen lambeosauriinihadrosaurin luurangon, antoi enimmäisiäksi **66.38 ± 0.08 miljoonaa vuotta**. Yhdistettynä magneettisen napaisuuden aineistoon tutkijat sijoittavat tärkeimmät Naashoibiton dinosauruskerrokset noin **340,000 vuoden** sisään K-Pg-rajasta.

Tämä tekee San Juan Basinin aineistosta ajallisesti suurin piirtein samanaikaisen pohjoisempien, tunnetumpien Hell Creek -faunojen kanssa. Se erottaa Naashoibiton dinosaurukset myös varhaisimmasta paleoseenisesta Nacimiento-faunasta noin **700,000 vuodella**. Erolla on väliä, koska kukaan ei halua vahingossa sijoittaa muita kuin lintudinosauruksia sukupuuttorajan väärälle puolelle. Se olisi epäsiistiä — ja väärin.

Ekologinen tulos muodostaa toisen puoliskon. Tutkimissaan aivan liitukauden lopun jaksoissa tutkijat löysivät näyttöä **kahdesta bioprovinssista** läntisessä Pohjois-Amerikassa. Kun dinosauruksia analysoitiin erikseen, ne jakautuivat kahteen bioprovinssiin kaikissa tutkimuksen myöhäisliitukautisissa aikajaksoissa. Artikkelin mukaan nämä alueelliset erot eivät yksinkertaisesti romahtaneet yhdeksi yhtenäiseksi faunaksi ennen asteroiditörmäystä.

Selittävä tekijä ei ollut vain kartalle vedetty pohjois–etelä-linja. Analyysit nostavat **lämpötilan** tärkeimmäksi liitukauden bioprovinsseja muovaavaksi tekijäksi, maantieteen ollessa toissijainen. Lämpimämmät eteläiset alueet saattoivat suosia joitakin eläimiä, esimerkiksi sauropodeja, kun taas viileämmät pohjoiset alueet suosivat toisia, kuten hadrosauriineja. Pointti ei ole, että jokainen provinssi olisi voinut jokaista muuta paremmin. Pointti on, että myöhäisliitukauden kartassa oli yhä rakennetta.

Mitä tämä *ei* todista

- Se **ei** todista, että dinosaurukset kaikkialla maapallolla kukoistivat asteroidin törmäykseen asti. Tutkijat sanovat suoraan, että kuva on edelleen pitkälti pohjoisamerikkalainen.
- Se **ei** pyyhi pois näyttöä joidenkin ryhmien, alueiden tai analyysien taantumisesta. Se haastaa liian sileän koko mantereen tarinan, ei kaikkia mahdollisia versioita sukupuuttoa edeltävästä stressistä.
- Se **ei** osoita asteroidin olleen merkityksetön. Törmäys on edelleen rajan päätapahtuma; tämä tutkimus kysyy, millaisiin ekosysteemeihin se osui.
- Se **ei** tee New Mexicosta täydellistä ikkunaa koko planeetalle. Se lisää eteläisen datapisteen aineistoon, jota pohjoiset kohteet ovat hallinneet.
- Se **ei** tee ”kukoistivat törmäykseen asti” -otsikosta turvallista. Se on väitteen laajin, ei tuloksen puhtain muoto.

Kuinka vahvaa näyttö on?

Naashoibiton dinosauruskerrosten iän osalta päätekstin näyttö on riittävän vahvaa ollakseen merkityksellistä. Tutkijat yhdistävät detritaalisten sanidiinirakeiden radioisotooppiset ajoitukset magnetostratigrafiaan, ja keskeiset ajoitukset sopivat aivan liitukauden lopun tulkintaan. Artikkeli käsittelee myös suoraan vanhaa kiistaa siitä, olivatko fossiilit paljon vanhempia, aivan liitukauden lopulta vai jopa paleoseenilta.

Tekninen varaus kuitenkin jää. Yksityiskohtainen geokronologia, magneettinen tulkinta ja datataulukot ovat Sciencen lisämateriaaleissa. Pääartikkeli antaa olennaiset väitteet ja luvut, mutta ennen lopullista julkaisemista lisämateriaali olisi tarkistettava ennen kuin jokaista menetelmäyksityiskohtaa pidetään loppuun käsiteltynä.

Laajemman ekologisen väitteen näyttö on vihjaavaa ja hyödyllistä mutta malliriippuvaisempaa. Tutkijat päättelevät bioprovinsseja esiintymisaineistoista, klusteroinnista ja uudelleenotannasta. Nämä ovat oikeanlaisia työkaluja kysymykseen, mutta tulos riippuu samalla fossiilien otannasta, taksonomisista määrityksistä, aikajaksojen jaosta ja siitä, miten puuttuvia havaintoja käsitellään. Fossiiliaineisto on dataa, jolta puuttuu hampaita.

Turvallisin tulkinta on siksi kaksiosainen: New Mexicon aineisto on todellinen ja tärkeä eteläinen myöhäisliitukautinen havaintosarja; johtopäätös siitä, että läntisessä Pohjois-Amerikassa säilyi alueellista faunarakennetta lähellä loppua, saa hyvää tukea analyyseistä; hyppy tästä dinosaurusten maailmanlaajuiseen terveydentilaan kannattaa jättää tekemättä.

Miksi tällä on merkitystä

Vanha keskustelu dinosaurusten taantumisesta ei koske vain dinosauruksia. Se koskee sitä, kuinka paljon painoa yhdelle fossiiliaineistolle voi antaa.

Jos paras liitukauden lopun aineisto tulee pohjoisilta Great Plains -alueilta, on houkuttelevaa antaa sen edustaa koko mannerta ja sitten mantereen edustaa maailmaa. Se on tehokasta. Se on myös tapa, jolla alueellinen kuvio muuttuu globaaliksi tarinaksi matkustamalla hississä ilman lippua.

New Mexicon tulos tekee tarinasta epätasaisemman. Se sanoo: katso etelään. Tässä on dinosauruksia sisältävä yksikkö lähellä rajaa. Tässä ovat faunat, jotka eivät vain toista pohjoisia. Tässä on näyttöä siitä, että lämpötilalla ja alueellisella ekologialla oli yhä merkitystä pelin loppuvaiheessa.

Se ei tee asteroidista vähemmän katastrofaalista. Pikemminkin katastrofi näyttää terävämmältä. Törmäys ei saapunut yhden yksinkertaistuneen ekosysteemin loppuun. Se iski joukkoon alueellisia maailmoja, joilla oli yhä omat järjestyksensä.

Tutkimuksessa on myös hiljaisempi opetus. Hyvä ajoitus muuttaa kertomusta. Fossiiliyhteisö ilman varmaa ikää voi olla luilla varustettu huhu. Kun se asetetaan kellossa oikeaan kohtaan, samoista fossiileista tulee todistusaineistoa.

Lyhyesti

Science-tutkimus tarkastelee uudelleen New Mexicon Naashoibito Member -kerrostumaa, dinosauruksia sisältävää yksikköä jonka iästä on pitkään kiistelty. Detritaalisen sanidiinin $^{40}Ar/^{39}Ar$-ajoituksen ja magnetostratigrafian avulla tutkijat rajaavat tärkeät dinosauruskerrokset noin 340,000 vuoden sisään liitu–paleogeeni-rajasta. Ne kuuluvat näin Pohjois-Amerikan viimeisimpiin tunnettuihin muihin kuin lintudinosauruksiin ja ovat laajasti samanaikaisia pohjoisempien Hell Creek -faunojen kanssa. Sen jälkeen tutkijat käyttävät läntisen Pohjois-Amerikan selkärankaisten esiintymien ekologisia ja biogeografisia analyysejä ja päättelevät, että myöhäisliitukautiset faunat säilyttivät alueellista rakennetta: dinosaurukset jakautuivat kahteen bioprovinssiin, ja lämpötila näyttää olleen tärkeä eroja ohjannut tekijä. Tulos vastustaa ajatusta yhdestä vähälajisesta, koko mantereen dinosaurusfaunasta, joka hiipui yhtenäisesti ennen asteroiditörmäystä. Se ei todista dinosaurusten maailmanlaajuista hyvinvointia, ratkaise kaikkia taantumiskiistoja eikä osoita kaikkien dinosaurusten kukoistaneen loppuun asti. Se osoittaa, että paremmin ajoitettu eteläinen aineisto tekee Pohjois-Amerikan viimeisestä luvusta alueellisemman, rakenteellisemman ja vähemmän sileän.

Ei-hölynpölyä-tarkistus

Mitä tutkimus osoittaa: New Mexicon Naashoibito Memberin dinosauruskerrokset ovat aivan liitukauden lopulta, todennäköisesti noin 340,000 vuoden sisältä K-Pg-rajasta, ja läntisen Pohjois-Amerikan selkärankaisaineisto tukee alueellisten bioprovinssien säilymistä lähellä loppua.

Mikä on uskottavaa mutta todistamatta: Että monet dinosaurusekosysteemit olivat vielä elinvoimaisia juuri ennen asteroiditörmäystä; että lämpötila auttoi ylläpitämään erillisiä pohjoisia ja eteläisiä faunoja; että vanhempi kuva yksinkertaisesta koko mantereen taantumisesta on liian sileä.

Mitä tutkimus ei osoita: Että dinosaurukset kukoistivat kaikkialla; ettei mikään ryhmä tai alue olisi taantunut; ettei asteroidi ollut tärkein sukupuuton laukaisija; tai että New Mexico yksin kirjoittaisi uudelleen koko maailman liitukauden lopun.

Tärkeimmät rajoitukset: Alueellinen fossiiliaineisto; malliriippuvainen provinssianalyysi; fossiilien otantavinoumat; yksityiskohtainen geokronologia ja esiintymämenetelmät on vielä tarkistettava lopullisesti Sciencen lisämateriaaleista.

Kuinka paljon yleislukijan kannattaa luottaa tulokseen? Korkealla varmuudella New Mexico tarjoaa nyt tärkeän eteläisen aineiston aivan liitukauden lopulta. Hyvällä varmuudella läntisessä Pohjois-Amerikassa säilyi alueellista faunarakennetta lähellä loppua. Vähäisellä varmuudella tämän voi tiivistää muotoon ”dinosauruksilla meni kaikkialla hyvin asteroidiin asti”. Todellinen tulos on parempi: viimeinen luku ei ollut yksi tasainen koko mantereen tarina.

Lähteet

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