The Clean Paper

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

Rekodi ya fossili ya New Mexico inafanya sura ya mwisho ya dinosaur kuwa changamano zaidi

Utafiti wa Science unaweka upya tarehe ya Naashoibito Member huko New Mexico katika mamia machache ya maelfu ya miaka ya mwisho kabla ya impact ya asteroid. Hilo ni muhimu kwa sababu ushahidi mwingi bora wa dinosaur wa mwisho wa Cretaceous unatoka kaskazini zaidi. Rekodi mpya ya kusini inaonyesha kwamba magharibi mwa Amerika Kaskazini bado ilikuwa na faunas za dinosaur zilizotofautiana kikanda karibu na mwisho, badala ya jamii moja sare iliyokuwa ikififia. Haithibitishi kwamba kila ecosystem ya dinosaur duniani ilikuwa ikistawi hadi impact; inaonyesha jinsi rekodi ya kikanda inaweza kufanya simulizi ya dunia nzima iwe rahisi kupita kiasi.

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

Shahidi kutoka kusini karibu na mwisho

Hadithi ya dinosaur wa mwisho mara nyingi husimuliwa kupitia Great Plains za kaskazini: Montana, Dakotas, na ulimwengu wa Hell Creek. Rekodi hiyo ni nzuri kiasi cha kuwa maarufu, na umaarufu una tabia ya kujifanya ukamilifu. Fossili hazijasambazwa sawasawa kwa sababu historia haikujipanga kwa urahisi kwa ajili yetu.

makala mpya katika Science inaongeza shahidi kutoka kusini. Waandishi walichunguza Naashoibito Member katika San Juan Basin ya New Mexico, tabaka la miamba lenye fossili ambalo umri wake umejadiliwa kwa miongo kadhaa. Kama fossili hizo zingekuwa za zamani zaidi, zingesema kidogo kuhusu muda wa mwisho kabla ya pigo la asteroid. Kama zingekuwa za mwishoni kabisa mwa Cretaceous, zingekuwa muhimu sana.

Jibu la makala ni hilo la pili. Kwa kutumia geochronology mpya na magnetostratigraphy, timu inasema horizons kuu zenye dinosaur katika Naashoibito Member ziko ndani ya takribani **miaka 340,000** kutoka mpaka wa Cretaceous-Paleogene. Hilo linaweka dinosaur wa New Mexico karibu vya kutosha na mwisho ili kuchangia swali la zamani: je, dinosaur walikuwa tayari katika mporomoko wa muda mrefu, au ecosystems nyingi bado zilikuwa na utofauti wa kikanda wakati impact ilipotokea?

Jibu la makini si “dinosaur wote walikuwa vizuri kabisa, halafu boom.” Sentensi hiyo ina mdundo mzuri lakini tabia mbaya. Jibu bora ni finyu zaidi na lenye manufaa: katika magharibi mwa Amerika Kaskazini, rekodi ya kusini yenye tarehe nzuri inaunga mkono picha ya faunas za dinosaur za marehemu ambazo bado zilikuwa tofauti kikanda, si jamii moja yenye utofauti mdogo iliyokuwa ikififia kila mahali kwa wakati mmoja.

Hilo linatosha. Halihitaji kofia kubwa zaidi.

Bisti/De-Na-Zin Wilderness huko New Mexico, mandhari ya badlands katika eneo pana la San Juan Basin. Picha ni ya muktadha, si ushahidi kutoka kwenye makala ya Science: hoja ya utafiti inategemea tabaka zenye fossili zilizowekewa tarehe, si mandhari.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

“Ndani ya miaka 340,000” ina maana gani hapa?

Pigo la asteroid na mpaka wa Cretaceous-Paleogene vinawekwa takribani **miaka milioni 66.052 iliyopita**. Swali ni miamba yenye fossili iko wapi ukilinganisha na mstari huo.

Waandishi hawakuweka tarehe moja kwa moja kwenye mifupa ya dinosaur na kusema suala limefungwa. Waliweka tarehe kwenye chembe za madini ya volkano, hasa sanidine, kutoka sandstone za sehemu ya Naashoibito kwa kutumia **geochronology ya $^{40}Ar/^{39}Ar$**, na kuunganisha tarehe hizo na **magnetostratigraphy**: rekodi ya mabadiliko ya polarity ya uga wa sumaku wa Dunia yaliyohifadhiwa katika miamba.

Kwa kifupi: sampuli moja inatoa umri wa juu kabisa wa uwekaji wa sediment wa **miaka milioni 66.87 $\pm$ 0.04**, sampuli nyingine yenye dinosaur inatoa **miaka milioni 66.38 $\pm$ 0.08**, na pattern ya sumaku inaweka sehemu ya juu ya mlolongo katika interval ya mwisho ya polarity iliyogeuzwa ya Cretaceous. Kwa pamoja, vikwazo hivyo vinaweka horizons kuu zenye dinosaur karibu sana na mpaka. Ni saa ya kijiolojia, si stopwatch, lakini iko karibu vya kutosha kubadilisha hoja.

Waandishi walifanya nini

Timu iliunganisha aina mbili za kazi zinazohitajiana. Kwanza, walibana zaidi umri wa Naashoibito Member. Unit hii iko juu ya miamba ya zamani ya Campanian na chini ya miamba ya mapema ya Paleocene, lakini umri wake kamili umejadiliwa: tafsiri za awali ziliiweka karibu miaka milioni 70–69 iliyopita, nyingine zilitetea umri wa mwisho wa Cretaceous, na baadhi ya madai hata yalisukuma sehemu za rekodi hadi Paleocene. Waandishi walipima sections, wakachukua sampuli kutoka maeneo yenye dinosaur, wakaweka tarehe chembe za detrital sanidine kwa mbinu za $^{40}Ar/^{39}Ar$, na kuunganisha section na intervals zinazojulikana za polarity ya sumaku.

Pili, waliuliza fauna ilikuwaje katika muktadha mpana. Walikusanya data za matukio ya vertebrates wa nchi kavu na maji baridi kutoka magharibi mwa Amerika Kaskazini katika Campanian, Maastrichtian na Paleocene ya mapema, kisha wakatumia mbinu za ecology na biogeography kujaribu kama faunas zilikuwa za kikanda au sare. Neno muhimu ni **provinciality**: kama maeneo tofauti yalikuwa na jamii tofauti, badala ya wanyama wale wale kila mahali.

Hili ni muhimu kwa sababu toleo moja la historia ya dinosaur wa marehemu linasema magharibi mwa Amerika Kaskazini ilizidi kuwa sare katika Maastrichtian, ikiwa na tofauti chache za kikanda na fauna iliyosambaa zaidi kote. Mfumo sare zaidi, wenye utofauti mdogo, unaweza kuonekana kwa urahisi kama uliokuwa dhaifu kabla ya asteroid. Mfumo wenye muundo wa kikanda unasimulia hadithi tofauti.

Walichokuta

Uwekaji tarehe ndio mhimili. Sampuli mbili za Naashoibito zenye dinosaur zina vikwazo vya Maastrichtian ya marehemu. Sampuli moja ya sandstone, H08-Sand-08, ilitoa umri wa juu kabisa wa deposition wa **miaka milioni 66.87 $\pm$ 0.04**. Sampuli kutoka “34-Bone Site”, yenye sehemu ya skeleton ya lambeosaurine hadrosaur, ilitoa **miaka milioni 66.38 $\pm$ 0.08**. Zikiunganishwa na rekodi ya polarity ya sumaku, waandishi wanaweka horizons kuu zenye dinosaur za Naashoibito ndani ya takribani **miaka 340,000** ya mpaka wa K-Pg.

Hilo linafanya rekodi ya San Juan Basin iwe kwa ujumla ya wakati mmoja na faunas maarufu zaidi za Hell Creek kaskazini. Pia linatenganisha dinosaur wa Naashoibito na fauna ya Nacimiento ya Paleocene ya mapema kwa takribani **miaka 700,000**, jambo muhimu kwa sababu hakuna anayetaka kwa bahati mbaya kuweka dinosaur wasio ndege upande usio sahihi wa mpaka wa kutoweka. Hilo lingekuwa fujo, na pia lingekuwa kosa.

Matokeo ya ecology ni nusu nyingine. Katika intervals za mwisho wa Cretaceous walizochambua, waandishi walipata ushahidi wa **bioprovinces mbili** katika magharibi mwa Amerika Kaskazini. Dinosaur, walipochambuliwa peke yao, waligawanyika katika bioprovinces mbili katika intervals zote za mwisho wa Cretaceous katika utafiti. makala inasema tofauti hizi za kikanda hazikuporomoka tu na kuwa fauna moja sare kabla ya impact ya asteroid.

Kichocheo hakikuwa mstari rahisi kutoka kaskazini hadi kusini. Uchambuzi wao unaelekeza kwenye

halijoto kama sababu kuu iliyounda bioprovinces hizo katika Cretaceous, huku jiografia ikiwa na nafasi ya pili. Maeneo yenye joto zaidi kusini huenda yaliwapendelea baadhi ya wanyama, kama sauropods, huku maeneo baridi zaidi kaskazini yakiwapendelea wengine, kama hadrosaurines. Hoja si kwamba kila province ilikuwa "na afya" kuliko nyingine. Ni kwamba ramani ya Cretaceous ya marehemu bado ilikuwa na muundo.

Kile ambacho utafiti huu *hauthibitishi*

- **Haithibitishi** kwamba dinosaur kila mahali Duniani walikuwa wakistawi hadi asteroid ilipogonga. Waandishi wanaweka wazi kwamba hii bado kwa kiasi kikubwa ni picha ya Amerika Kaskazini.
- **Haifuti** ushahidi wa kupungua kwa baadhi ya makundi, maeneo au uchambuzi. Inapinga simulizi iliyorahisishwa mno ya bara zima, si kila uwezekano wa stress kabla ya kutoweka.
- **Haionyeshi** asteroid haikuwa muhimu. Impact bado ndiyo tukio kuu kwenye mpaka; makala hii inauliza aina gani ya ecosystems zilipigwa.
- **Haibadilishi** New Mexico kuwa dirisha kamili la sayari nzima. Inaongeza data point ya kusini iliyokuwa ikikosekana katika rekodi iliyotawaliwa na maeneo ya kaskazini.
- **Haifanyi** "walikuwa wakistawi hadi impact" kuwa kichwa salama. Hilo ni dai katika upana wake mkubwa, si matokeo katika umbo lake safi.

Ushahidi una nguvu kiasi gani?

Kwa umri wa horizons zenye dinosaur za Naashoibito, ushahidi katika main text una nguvu ya kutosha kuwa muhimu. Waandishi wanaunganisha tarehe za radioisotopic kutoka chembe za detrital sanidine na magnetostratigraphy, na tarehe muhimu zinaendana na tafsiri ya mwisho wa Cretaceous. makala pia inakabiliana moja kwa moja na mjadala wa zamani kuhusu kama fossili hizi zilikuwa za zamani zaidi, mwisho wa Cretaceous, au hata Paleocene.

Bado kuna tahadhari ya kiufundi. Maelezo ya kina ya geochronology, tafsiri ya sumaku na jedwali za data yako katika supplementary materials za Science. makala kuu inatoa madai na namba muhimu, lakini ukaguzi wa mwisho wa uchapishaji unapaswa kuangalia supplement kabla ya kuchukulia kila undani wa mbinu kuwa umefungwa.

Kwa dai pana la ecology, ushahidi ni wa maana na unaotia moyo, lakini unategemea modeli zaidi. Waandishi hutumia hifadhidata za matukio, clustering na resampling kuhitimisha bioprovinces. Hizo ni zana zinazofaa kwa swali, lakini pia zinamaanisha matokeo yanategemea sampling ya fossili, utambuzi wa taxon, mgawanyo wa muda na jinsi kutokuwepo kwa fossili kunavyoshughulikiwa. Rekodi za fossili ni data yenye meno yaliyopotea.

Kwa hiyo usomaji salama unapaswa kutenganishwa: rekodi ya New Mexico ni rekodi halisi na muhimu ya kusini ya mwisho wa Cretaceous; hitimisho kwamba magharibi mwa Amerika Kaskazini iliendelea kuwa na muundo wa faunas za kikanda karibu na mwisho linaungwa mkono vizuri na uchambuzi wa waandishi; kuruka kutoka hapo hadi "afya ya dinosaur duniani kote" kunapaswa

kuepukwa.

Kwa nini ni muhimu

Mjadala wa zamani kuhusu kupungua kwa dinosaur si kuhusu dinosaur pekee. Ni kuhusu uzito tunaoweza kuuweka juu ya rekodi moja ya fossili.

Kama rekodi bora ya mwisho wa Cretaceous inatoka Great Plains za kaskazini, ni rahisi kuifanya isimame kwa niaba ya bara, halafu bara lisimame kwa niaba ya dunia. Hiyo ni njia ya haraka. Pia ndiyo njia pattern ya kikanda inapanda lifti bila tiketi na kuwa simulizi ya kimataifa.

Matokeo ya New Mexico yanafanya hadithi isiwe laini sana. Yanasema: tazama kusini. Hapa kuna unit yenye dinosaur karibu na mpaka. Hapa kuna faunas ambazo hazinakili tu zile za kaskazini. Hapa kuna ushahidi kwamba halijoto na ecology ya kikanda bado zilikuwa muhimu mwishoni.

Hilo halifanyi asteroid iwe janga dogo zaidi. Kwa namna fulani linafanya janga lionekane kali zaidi. Impact haikufika mwishoni mwa ecosystem moja iliyorahisishwa. Ilipiga seti ya dunia za kikanda ambazo bado zilikuwa na mipangilio yao.

Pia kuna somo tulivu zaidi katika makala. Uwekaji tarehe mzuri hubadilisha simulizi. Mkusanyiko wa fossili usio na umri salama unaweza kuwa uvumi wenye mifupa. Ukiuweka kwenye sehemu sahihi ya saa, fossili zilezile zinakuwa ushahidi.

Muhtasari safi

Utafiti katika Science unachunguza upya Naashoibito Member huko New Mexico, unit yenye dinosaur ambayo umri wake umejadiliwa kwa muda mrefu. Kwa kutumia $^{40}Ar/^{39}Ar$ dating ya detrital sanidine na magnetostratigraphy, waandishi wanaweka horizons kuu zenye dinosaur ndani ya takribani miaka 340,000 ya mpaka wa Cretaceous-Paleogene, hivyo kuwa miongoni mwa dinosaur wasio ndege wa mwisho wanaojulikana Amerika Kaskazini na kwa ujumla wa wakati mmoja na faunas za Hell Creek kaskazini. Kisha wanatumia uchambuzi wa ecology na biogeography wa matukio ya vertebrates wa magharibi mwa Amerika Kaskazini kusema kwamba faunas za mwisho wa Cretaceous ziliendelea kuwa na muundo wa kikanda: dinosaur waligawanyika katika bioprovinces mbili, na halijoto inaonekana kuwa kichocheo kikuu cha tofauti hizo. Matokeo yanapinga wazo la fauna moja ya dinosaur yenye utofauti mdogo katika bara zima iliyokuwa ikififia kwa namna sare kabla ya impact ya asteroid. Hayathibitishi afya ya dinosaur duniani kote, hayatatui kila mjadala kuhusu kupungua, wala hayasemi dinosaur wote walikuwa wakistawi hadi mwisho. Yanaonyesha kwamba rekodi ya kusini yenye tarehe bora inafanya sura ya mwisho ya Amerika Kaskazini iwe ya kikanda zaidi, yenye muundo zaidi na isiyo rahisi sana.

Ukaguzi bila kupamba ukweli

Kile makala inaonyesha: Horizons zenye dinosaur za Naashoibito Member huko New Mexico ni za mwisho wa Cretaceous, huenda ndani ya takribani miaka 340,000 ya mpaka wa K-Pg, na rekodi ya vertebrates ya magharibi mwa Amerika Kaskazini inaunga mkono uwepo wa bioprovinces za kikanda hadi karibu na mwisho.

Kile kinachowezekana lakini hakijathibitishwa: Kwamba ecosystems nyingi za dinosaur bado zilikuwa imara muda mfupi kabla ya asteroid; kwamba halijoto ilisaidia kudumisha dunia tofauti za fauna za kaskazini na kusini; na kwamba wazo la zamani la kupungua rahisi katika bara zima ni laini kupita kiasi.

Kile haionyeshi: Kwamba dinosaur kila mahali walikuwa wakistawi; kwamba hakuna makundi au maeneo yaliyokuwa yakipungua; kwamba asteroid haikuwa kichocheo kikuu cha kutoweka; au kwamba New Mexico peke yake inaandika upya mwisho wa Cretaceous duniani.

Mipaka mikuu: Rekodi ya fossili ya kikanda; uchambuzi wa provinciality unaotegemea modeli; upendeleo katika fossil sampling; na maelezo ya geochronology na mbinu za occurrence yanahitaji ukaguzi wa mwisho dhidi ya supplementary materials za Science.

Msomaji wa kawaida anapaswa kuwa na uhakika kiasi gani? Uhakika mkubwa kwamba New Mexico sasa inatoa rekodi muhimu ya kusini ya dinosaur wa mwisho wa Cretaceous. Uhakika mzuri kwamba magharibi mwa Amerika Kaskazini iliendelea kuwa na muundo wa fauna wa kikanda karibu na mwisho. Uhakika mdogo kwamba jambo hili linaweza kubanwa kuwa “dinosaur walikuwa sawa kila mahali hadi asteroid.” Matokeo halisi ni bora zaidi: sura ya mwisho haikuwa simulizi moja tambarare ya bara zima.

Vyanzo

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