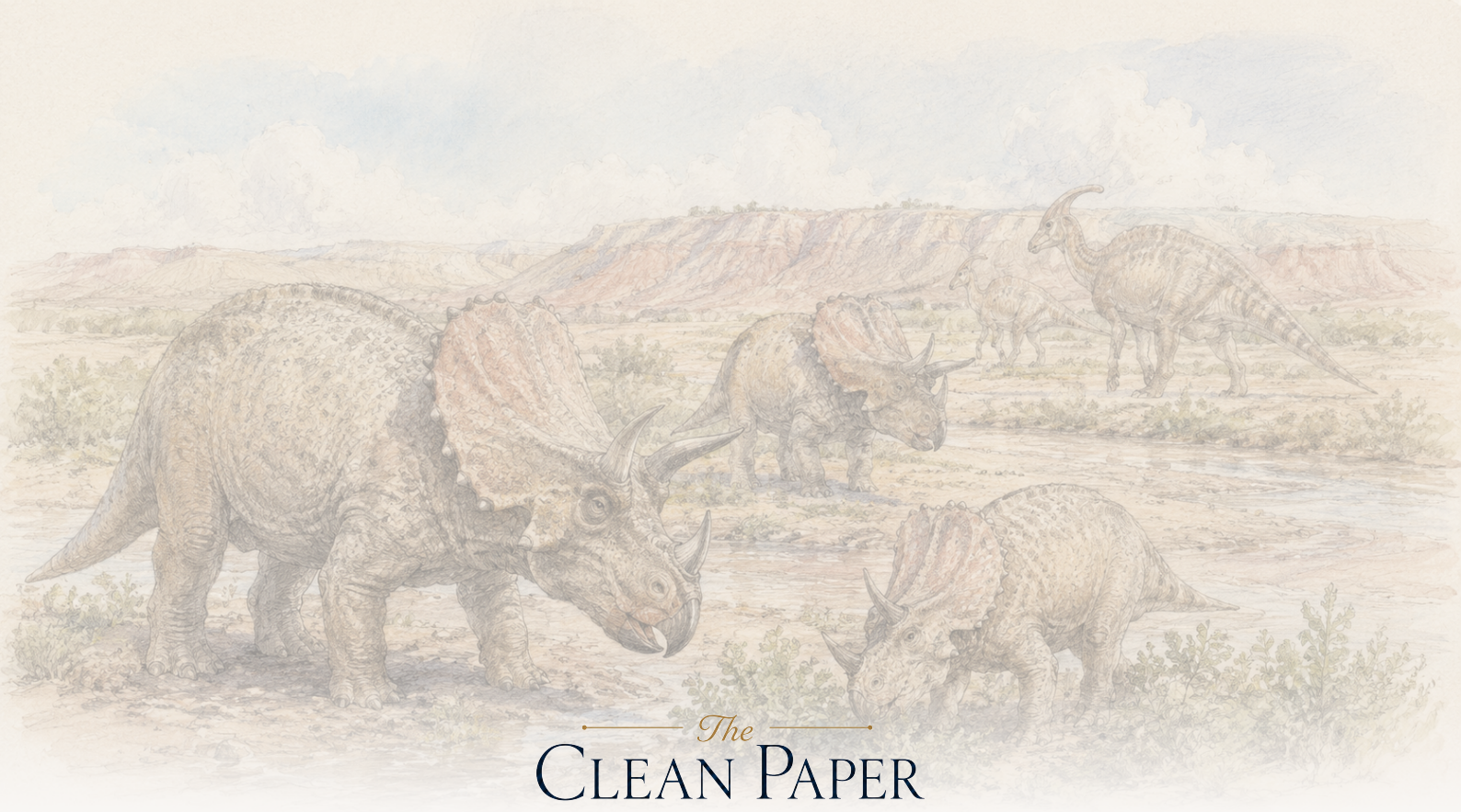

The Clean Paper

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

New Mexico-ի fossil record-ը բարդացնում է դինոզավրերի վերջին գլխի պատմությունը

Science-ի ուսումնասիրությունը New Mexico-ի Naashoibito Member-ը վերաթվագրում է asteroid impact-ից առաջ վերջին մի քանի հարյուր հազար տարվա մեջ: Սա կարևոր է, որովհետև end-Cretaceous dinosaur evidence-ի մեծ մասը գալիս է ավելի հյուսիսից: Նոր հարավային record-ը հուշում է, որ արևմտյան North America-ն վերջի մոտ դեռ տարածաշրջանայինորեն տարբեր dinosaur fauna-ներ ուներ, ոչ մեկ uniform, մարող համայնք: Սա չի ապացուցում, որ աշխարհի բոլոր dinosaur ecosystem-ները մինչև impact-ը բարգավաճում էին. ցույց է տալիս, թե ինչպես տարածաշրջանային fossil record-ը կարող է գլոբալ պատմությունը չափազանց հարթ դարձնել:

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

Հարավային վկան՝ վերջից շատ քիչ առաջ

Դինոզավրերի վերջին գլուխը հաճախ պատմվում է հյուսիսային Great Plains-ի միջոցով՝ Montana, Dakotas, Hell Creek աշխարհը։ Այդ բրածոների գրանցումը այնքան լավն է, որ դարձել է ծանոթ, իսկ ծանոթությունը հաճախ ձևացնում է, թե ամբողջականություն է։ բրածոները հավասարաչափ չեն բաշխված, որովհետև պատմությունը մեզ համար արխիվ չի կազմել։

Science-ի նոր հոդվածը ավելացնում է հարավային վկա։ Հեղինակներն ուսումնասիրել են Նյու Մեքսիկո-ի San Juan Basin-ի Naashoibito շերտաբանական անդամը՝ բրածոներ պարունակող ապար unit, որի տարիքի շուրջ տասնամյակներ շարունակ վիճել են։ Եթե այդ բրածոները ավելի հին լինեին, դրանք քիչ բան կասեին աստերոիդ հարվածից անմիջապես առաջ եղած վերջին փուլերի մասին։ Եթե ուշ Կավճայինի ամենավերջին հատվածից լինեին, շատ կարևոր կդառնային։

Հոդվածի պատասխանը երկրորդ տարբերակն է։ Նոր երկրաժամանակագրություն-ի և մագնիսաշերտագրություն-ի հիման վրա թիմը պնդում է, որ Naashoibito շերտաբանական անդամի հիմնական դինոզավր-bearing հորիզոնները գտնվում են Կավճային-Paleogene սահմանից մոտ **340,000 տարվա** ներսում։ Սա Նյու Մեքսիկո-ի դինոզավրերին բավական մոտ է դնում վերջնակետին, որպեսզի նրանք խոսեն հին հարցի շուրջ. արդյոք դինոզավրերը արդեն երկարատև անկման մեջ էին, թե շատ էկոհամակարգներ դեռ տարածաշրջանայինորեն բազմազան էին, երբ հարվածը եկավ։

Զգուշավոր պատասխանը «բոլոր դինոզավրերը հիանալի էին, հետո՝ բում» չէ։ Այդ նախադասությունը լավ ռիթմ ունի և վատ գիտական վարք։ Ավելի նեղ ու օգտակար պատասխանը սա է. արևմտյան Հյուսիսային Ամերիկաում լավ թվագրված հարավային գրանցումը աջակցում է այն պատկերին, որ ուշ դինոզավր ֆաունաները դեռ տարածաշրջանայինորեն տարբեր էին, ոչ մեկ՝ ցածր բազմազանությամբ համայնք, որը ամենուր միաժամանակ մարում էր։

Սա արդեն բավական է։ Ավելորդ շեշտադրանքի կարիք չկա։

Նյու Մեքսիկո-ի Bisti/De-Na-Zin Wilderness-ը՝ բեղլենդային լանդշաֆտ San Juan Basin-ի լայն տարածաշրջանում: Պատկերը համատեքստ է, ոչ Science հոդվածի ապացույց. ուսումնասիրության փաստարկը հիմնված է թվագրված բրածոներ պարունակող շերտերի, ոչ տեսարանի վրա:

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

Ի՞նչ է այստեղ նշանակում «340,000 տարվա ներսում»

Asteroid հարվածը և Կավճային-Paleogene սահմանը թվագրվում են մոտ **66.052 միլիոն տարի առաջ**: Հարցն այն է, թե բրածոներ պարունակող ժայռերը այդ գծից որքան հեռու են:
Հեղինակները դինոզավր ոսկորերը ուղղակի չեն թվագրել և հարցը փակված չեն համարել: Նրանք Naashoibito section-ի ավազաքարերից թվագրել են հրաբխային հանքանյութ հատիկներ՝ հատկապես sanidine, **$^{40}Ar/^{39}Ar$ երկրաժամանակագրություն**-ով և այդ ամսաթվերը համադրել **մագնիսաշերտագրություն**-ի հետ՝ ժայռերի մեջ պահպանված Երկրի մագնիսական բևեռափոխությունների գրանցման:
Կարճ տարբերակը սա է. մեկ նմուշը տալիս է **66.87 ± 0.04 միլիոն տարի** առավելագույն նստվածքագրման տարիք, մեկ այլ դինոզավր-bearing նմուշ՝ **66.38 ± 0.08 միլիոն տարի**, իսկ մագնիսական պատկերը section-ի վերին մասը տեղադրում է Կավճայինի վերջին հակադարձ բևեռականության միջակայքում: Այս սահմանափակումները միասին հիմնական դինոզավր-bearing հորիզոնները շատ մոտ են դնում սահմանին: Սա երկրաբանական

> ժամացույց է, ոչ վայրկենաչափ, բայց բավական մոտ է՝ բանավեճը փոխելու համար։

Ինչ արեցին հեղինակները

Թիմը միավորել է աշխատանքի երկու տեսակ, որոնք իրար կարիք ունեն։ Նախ նրանք ճշտել են Naashoibito շերտաբանական անդամի տարիքը։ Unit-ը գտնվում է ավելի հին Campanian ժայռերի վերևում և վաղ Պալեոցեն ժայռերի ներքևում, բայց ճշգրիտ տարիքը վիճարկվել է. որոշ ավելի վաղ մեկնաբանություններ այն դրել էին մոտ 70–69 միլիոն տարի առաջ, մյուսները պնդել էին ամենավերջին Կավճային, իսկ մի քանի պնդումներ գրանցման մասերը նույնիսկ Պալեոցեն էին տանում։ Հեղինակները չափել են stratigraphic section-ները, նմուշ վերցրել դինոզավր-bearing տեղանքներից, detrital sanidine հատիկները թվագրել $^{40}Ar/^{39}Ar$ մեթոդներով և section-ը կապել հայտնի magnetic polarity միջակայքների հետ։

Երկրորդ՝ նրանք հարցրել են, թե ֆաունան համատեքստում ինչ տեսք ուներ։ Հավաքել են արևմտյան Հյուսիսային Ամերիկայի ցամաքային և քաղցրահամ ողնաշարավոր հանդիպումների տվյալները Campanian, Maastrichtian և վաղ Պալեոցեն միջակայքների համար, ապա էկոլոգիական և կենսաշխարհագրական մեթոդներով ստուգել՝ ֆաունաները տարածաշրջանայի՞ն էին, թե համասեռ։ Հիմնական բառը **տարածաշրջանային տարբերակվածություն** է՝ տարբեր տարածաշրջաններում արդյոք տարբեր համայնքներ կային, ոչ նույն կենդանիները ամենուր։

Սա կարևոր է, որովհետև ուշ դինոզավր պատմությունի մի տարբերակ ասում է, որ Maastrichtian-ում արևմտյան Հյուսիսային Ամերիկան ավելի միատարր է դարձել՝ քիչ տարածաշրջանային տարբերություններով և ավելի լայն տարածված ֆաունաով։ Ավելի uniform, ցածր-diversity համակարգը հեշտ է պատկերացնել որպես աստերոիդից առաջ արդեն ավելի խոցելի։ Տարածաշրջանային կառուցվածք ունեցող համակարգը ուրիշ պատմություն է տալիս։

Ինչ գտան

Թվագրումն առանցքային է։ Դինոզավրեր պարունակող Naashoibito-ի երկու նմուշ ուշ Մաաստրիխտյան ժամանակաշրջանի սահմանափակումներ են տալիս։ H08-Sand-08 ավազաքարի նմուշի առավելագույն նստվածքագոյացման տարիքը **66.87 ± 0.04 միլիոն տարի** է։ «34-ոսկոր տեղանք»-ի նմուշը, որտեղ կա լամբեոզավրային հադրոզավրի մասնակի կմախք, տվել է **66.38 ± 0.08 միլիոն տարի** առավելագույն նստվածքագոյացման տարիք։ Մագնիսական բևեռականության գրանցման հետ միասին այս տվյալները հիմնական դինոզավրակիր շերտերը տեղադրում են K–Pg սահմանից մոտ **340,000 տարվա** ներսում։

Սա San Juan Basin-ի գրանցումը լայնորեն ժամանակակից է դարձնում հյուսիսում ավելի հայտնի Hell Creek ֆաունաների հետ: Այն նաև Naashoibito դինոզավրներին բաժանում է ամենավաղ Պալեոցեն Nacimiento ֆաունաից մոտ **700,000 տարով**: Սա կարևոր է, որովհետև ոչ ոք չի ուզում ոչ թռչնային դինոզավրներին պատահաբար մարման սահմանի սխալ կողմում դնել: Դա և՛ անհարմար, և՛ սխալ կլիներ:

Ecological արդյունքը պատմության մյուս կեսն է: Վերլուծված ամենավերջին Կավճային միջակայքներում հեղինակները արևմտյան Հյուսիսային Ամերիկաում **երկու կենսաշխարհագրական նահանգի** ապացույց են գտել: Միայն դինոզավրները առանձին վերլուծելիս էլ դրանք ուսումնասիրության բոլոր ամենավերջին Կավճային ժամանակ միջակայքներում բաժանվել են երկու կենսաշխարհագրական նահանգի: Հոդվածը պնդում է, որ այս տարածաշրջանային տարբերությունները աստերոիդ հարվածից առաջ պարզապես չեն փլուզվել մեկ uniform ֆաունաի մեջ:

Գործոնը պարզապես հյուսիսից հարավ գծված սահման չէր: Վերլուծությունները **ջերմաստիճան**-ը մատնանշում են որպես Կավճայինում այդ կենսաշխարհագրական նահանգները ձևավորող հիմնական գործոն, իսկ geography-ն երկրորդական դեր է ունեցել: Ավելի տաք հարավային շրջանները կարող էին նպաստավոր լինել որոշ կենդանիների՝ օրինակ sauropod-ների համար, իսկ ավելի սառը հյուսիսային շրջանները՝ ուրիշների, օրինակ hadrosaurine-ների: Իմաստը այն չէ, որ յուրաքանչյուր province մյուսից «ավելի առողջ» էր: Իմաստը այն է, որ ուշ Կավճային քարտեզը դեռ կառուցվածք ուներ:

Ինչ սա *չի* ապացուցում

- Սա **չի ապացուցում, որ աշխարհի բոլոր դինոզավրերը մինչև աստերոիդ հարվածը բարգավաճում էին**: Հեղինակները հստակ նշում են, որ սա դեռ հիմնականում North American պատկեր է:
- Սա **չի վերացնում որոշ խմբերի, տարածաշրջանների կամ վերլուծությունների անկման ապացույցները**: Այն հակադրվում է չափազանց հարթ մայրցամաքային պատմությանը, ոչ stress-ի հնարավոր բոլոր տարբերակներին:
- Սա **չի ցույց տալիս, որ աստերոիդը կարևոր չէր**: հարվածը մնում է սահմանի գլխավոր իրադարձությունը. հոդվածը հարցնում է, թե ինչ էկոհամակարգների վրա այն հարվածեց:
- Սա **Նյու Մեքսիկո-ն ամբողջ մոլորակի կատարյալ պատուհան չի դարձնում**: Այն ավելացնում է հարավային տվյալներ կետ՝ այն գրանցմանն, որը երկար ժամանակ գերակշռել են հյուսիսային տեղանքները:
- Սա **«flourishing until հարված»-ը անվտանգ վերնագիր չի դարձնում**: Դա պնդման ամենալայն տարբերակն է, ոչ արդյունքի ամենամաքուրը:

Որքանո՞վ է ուժեղ ապացույցը

Naashoibito դինոզավր-bearing հորիզոնների տարիքի համար հիմնական-text ապացույցները բավական ուժեղ է՝ քննարկումը փոխելու համար։ Հեղինակները detrital sanidine հատիկների radioisotopic date-երը համադրում են մագնիսաշերտագրություն-ի հետ, և առանցքային թվերը համահունչ են ամենավերջին Կավճային մեկնաբանությանը։ Հոդվածը նաև ուղղակիորեն անդրադառնում է հին վեճին՝ արդյոք բրածոները շատ ավելի հին էին, ամենավերջին Կավճային, թե նույնիսկ Պալեոցեն։

Տեխնիկական վերապահում դեռ կա։ Մանրամասն երկրաժամանակագրություն-ն, magnetic մեկնաբանությունը և տվյալներ table-ները գտնվում են Science supplementary նյութերում։ հիմնական հոդվածը տալիս է անհրաժեշտ պնդումներն ու թվերը, բայց վերջնական հրապարակում pass-ը պետք է supplement-ը ստուգի, մինչև մեթոդաբանական յուրաքանչյուր մանրուք «փակված» համարվի։

Ավելի լայն էկոլոգիական պնդման համար ապացույցը օգտակար և հուշող է, բայց ավելի մոդելկախյալ։ Հեղինակներն occurrence տվյալների հավաքածուերով, կլաստերավորմամբ և կրկնանմուշառմամբ են կենսաշխարհագրական նահանգները եզրակացնել անում։ Սա ճիշտ գործիքների դաս է այդ հարցի համար, բայց նշանակում է, որ արդյունքը կախված է բրածո sampling-ից, տաքսոնոմիական վերագրումներից, ժամանակ binning-ից և բացակայությունների մշակման ձևից։ բրածո գրանցումը տվյալ է՝ բացակայող ատամներով։

Ուստի ամենաանվտանգ ընթերցումը բաժանված է. Նյու Մեքսիկո-ի գրանցումը իրական և կարևոր ուշ Կավճային հարավային գրանցում է։ Այն եզրակացությունը, որ արևմտյան Հյուսիսային Ամերիկան վերջի մոտ պահպանում էր տարածաշրջանային faunal structure, լավ աջակցություն ունի հեղինակների վերլուծություններից։ Բայց դրանից մինչև դինոզավրերի գլոբալ «առողջություն» թռիչքը պետք է կանխել։

Ինչու է սա կարևոր

Դինոզավրերի անկման հին բանավեճը միայն դինոզավրերի մասին չէ։ Այն նաև այն մասին է, թե մեկ բրածոների գրանցումը որքան ծանրություն կարող է կրել։

Եթե Կավճայինի վերջիի լավագույն գրանցումը գալիս է հյուսիսային Great Plains-ից, հեշտ է այն դարձնել ամբողջ մայրցամաքի ներկայացուցիչ, ապա մայրցամաքը՝ ամբողջ աշխարհի։ Արդյունավետ է։ Բայց հենց այդպես էլ տարածաշրջանային օրինաչափությունը առանց տոմսի վերելակ է նստում դեպի գլոբալ պատմություն։

Նյու Մեքսիկո-ի արդյունքը պատմությունը պակաս հարթ է դարձնում։ Այն ասում է՝ նայեք հարավ։ Այստեղ կա դինոզավր-bearing unit՝ սահմանից շատ քիչ առաջ։ Այստեղ կան ֆաունաներ, որոնք պարզապես չեն կրկնում հյուսիսայինները։ Այստեղ կա ապացույց, որ ջերմաստիճանն ու տարածաշրջանային ecology-ն վերջի մոտ դեռ կարևոր էին։

Սա աստերոիդը պակաս աղետալի չի դարձնում։ Հնարավոր է՝ նույնիսկ հակառակը։ հարվածը չի եկել մեկ պարզեցված էկոհամակարգի վերջում։ Այն հարվածել է տարածաշրջանային աշխարհների բազմությանը, որոնք դեռ իրենց դասավորությունն ունեին։

Հոդվածում նաև ավելի լուռ դաս կա։ Լավ թվագրումը փոխում է պատմությունը։ Անորոշ տարիքով բրածո assemblage-ը կարող է դառնալ «ոսկորներով ասեկոսե»։ Նույն բրածոները ճիշտ ժամանակային կետի վրա դնելիս դառնում են ապացույց։

Կարճ ամփոփում

Science-ի ուսումնասիրությունը վերանայում է Նյու Մեքսիկո-ի Naashoibito շերտաբանական անդամը՝ դինոզավր-bearing unit, որի տարիքը երկար վիճարկվել է։ Detrital sanidine-ի $^{40}Ar/^{39}Ar$ թվագրմամբ և մագնիսաշերտագրություն-ով հեղինակները հիմնական դինոզավր-bearing հորիզոնները սահմանափակում են Կավճային-Paleogene սահմանից մոտ 340,000 տարվա ներսում՝ դրանք դարձնելով Հյուսիսային Ամերիկաի վերջին հայտնի ոչ թռչնային դինոզավրներից և լայնորեն ժամանակակից հյուսիսային Hell Creek ֆաունաների հետ։ Այնուհետև արևմտյան Հյուսիսային Ամերիկաի ողնաշարավոր occurrence-ների էկոլոգիական և կենսաշխարհագրական վերլուծությունները ցույց են տալիս, որ ուշ Կավճային ֆաունաները պահպանել էին տարածաշրջանային կառուցվածք. դինոզավրները բաժանվել են երկու կենսաշխարհագրական նահանգի, իսկ ջերմաստիճանը հավանաբար այդ տարբերությունների հիմնական գործոններից էր։ Արդյունքը հակադրվում է աստերոիդ հարվածից առաջ ամենուր միատեսակ մարող ցածր-diversity դինոզավր ֆաունաի գաղափարին։ Այն չի ապացուցում դինոզավրերի գլոբալ բարգավաճում, չի լուծում անկման բոլոր բանավեճերը և չի ցույց տալիս, որ բոլորը «լավ էին մինչև վերջ»։ Այն ցույց է տալիս, որ ավելի լավ թվագրված հարավային գրանցումը Հյուսիսային Ամերիկաի վերջին գլուխը դարձնում է ավելի տարածաշրջանային, կառուցված և պակաս հարթ։

Առանց չափազանցության

Ինչ է ցույց տալիս հոդվածը. Նյու Մեքսիկո-ի Naashoibito շերտաբանական անդամի դինոզավր-bearing հորիզոնները ամենավերջին Կավճային են՝ հավանաբար K-Pg սահմանից մոտ 340,000 տարվա ներսում, իսկ արևմտյան Հյուսիսային Ամերիկաի ողնաշարավոր գրանցումը աջակցում է վերջի մոտ պահպանված տարածաշրջանայի կենսաշխարհագրական նահանգներին։

Ինչն է հավանական, բայց ապացուցված չէ. որ շատ դինոզավր էկոհամակարգներ աստերոիդ հարվածից անմիջապես առաջ դեռ կայուն էին, որ ջերմաստիճանը օգնել է պահպանել հյուսիսային և հարավային faunal աշխարհների տարբերությունը, և որ պարզ մայրցամաքային անկման հին գաղափարը չափազանց հարթ է։

Ինչ սա չի ցույց տալիս. որ դինոզավրերն ամենուր բարգավաճում էին, որ ոչ մի խումբ կամ տարածաշրջան անկում չէր ապրում, որ աստերոիդը գլխավոր extinction գործոնը չէր, կամ որ Նյու Մեքսիկո-ն մենակ վերագրում է գլոբալ Կավճայինի վերջի պատմությունը:

Հիմնական սահմանափակումները. տարածաշրջանային բրածոների գրանցում, մոդելկախյալ տարածաշրջանային տարբերակվածություն վերլուծություն, բրածո նմուշառման կողմնակալություններ և անհրաժեշտություն մանրամասն երկրաժամանակագրո ն ու հանդիպումների տվյալների մեթոդները վերջնական հրապարակում pass-ի ժամանակ Science-ի լրացուցիչ նյութի հետ ստուգելու:

Որքա՞ն վստահություն պետք է ունենա ընդհանուր ընթերցողը: Բարձր՝ որ Նյու Մեքսիկո-ն հիմա տալիս է կարևոր ուշ Կավճային հարավային դինոզավր գրանցում: Լավ՝ որ արևմտյան Հյուսիսային Ամերիկան վերջի մոտ պահպանում էր տարածաշրջանային faunal structure: Ցածր՝ այս ամենը «դինոզավրերը ամենուր լավ էին մինչև աստերոիդը» դարձնելու համար: Իրական արդյունքն ավելի լավ է. վերջին գլուխը մեկ հարթ մայրցամաքային պատմություն չէր:

Աղբյուրներ

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