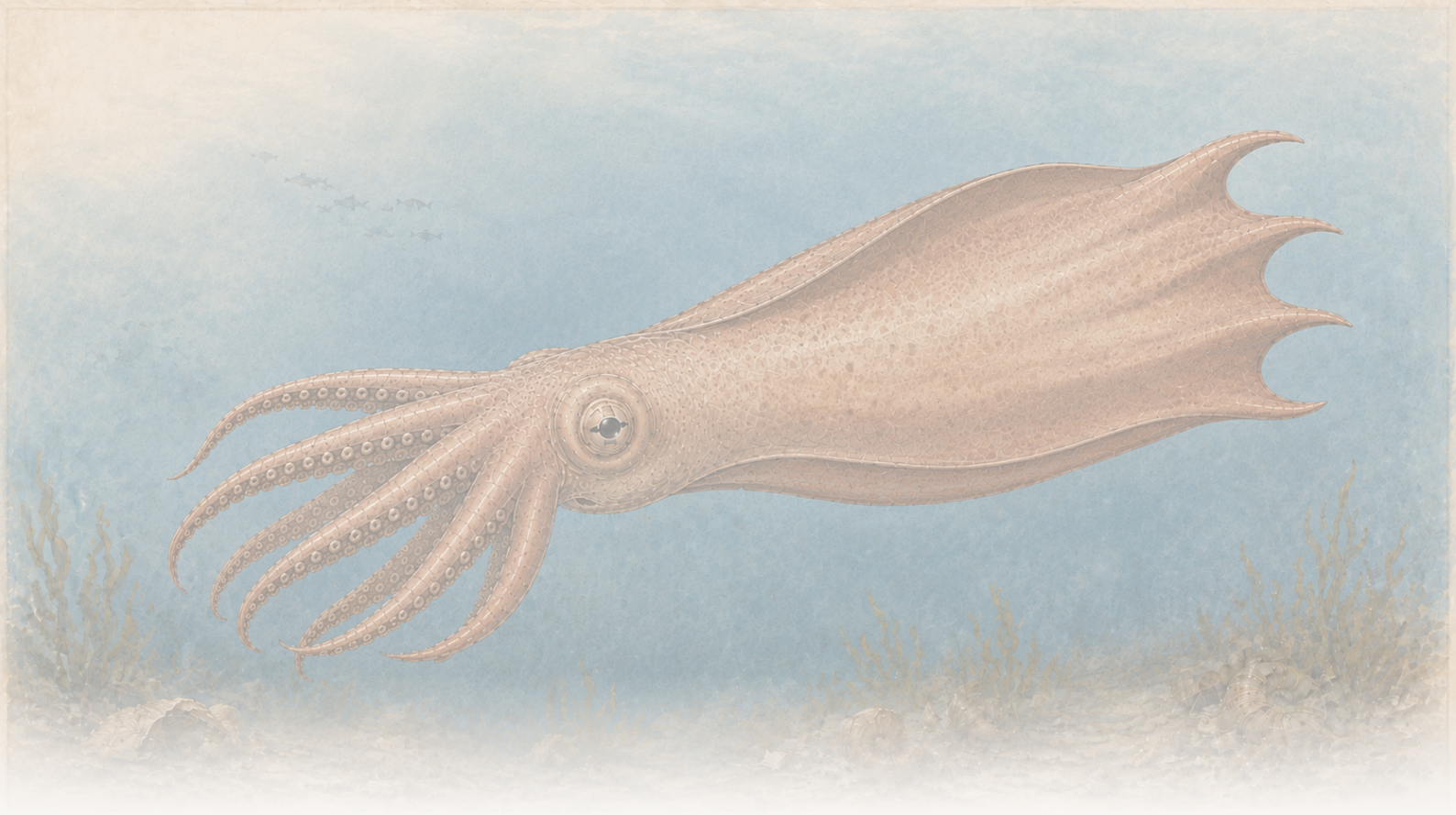


The Clean Paper

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

Krakensagan, færð aftur niður að steingervingunum

Science-grein endurmetur risavaxna kjálka úr Krít og heldur því fram að tvær Nanaimoteuthistegundir hafi verið snemmkomnir uggakolkrabbar, mögulega margir metrar að lengd. Slit á kjálkunum bendir til harðrar bráðar og ósamhverft slit kann að gefa vísbendingu um hliðlæga hegðun. Sagan byggist þó á kjálkum, sliti, flokkun og stærðarskölun — ekki heilu steingerðu sjóskrímsli.

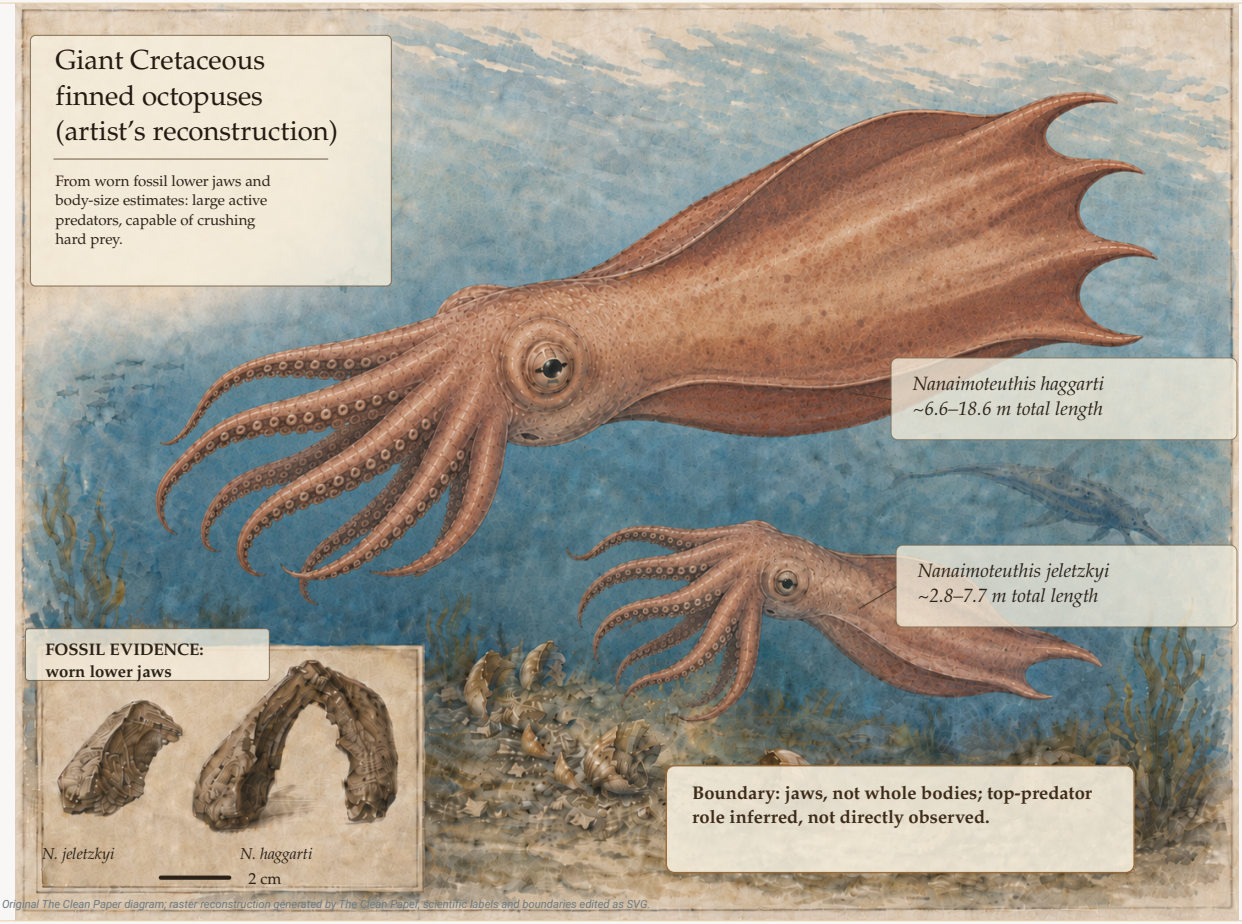
Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Earliest octopuses were giant top predators in Cretaceous oceans*, Shin Ikegami, Jörg Mutterlose, Kanta Sugiura, Yusuke Takeda, Mehmet Oguz Derin, Aya Kubota, Kazuki Tainaka, Takahiro Harada, Harufumi Nishida, and Yasuhiro Iba, Science 392, 406–410 (2026) · DOI: 10.1126/science.aea6285

Krakensagan, færð aftur niður að steingervingunum

Steingerður kjálki er ekki heilt dýr. Hann er harður leifur af mjúkum líkama, brot sem steingervingafræðingar þurfa að nota til að endurgera líkamsgerð, hegðun og vistfræði án þess að láta eins og þeir hafi séð dýrið lifandi. Þess vegna er þessi grein bæði ómótstæðileg og auðvelt að einfalda of mikið. Fyrirsagnaversjónin freistar: risavaxnir, kraken-líkir kolkrabbar réðu ríkjum í Krítarhöfum. Varkárari útgáfan er betri: óvenju vel varðveittir steingerðir kjálkar benda til að sumir af elstu þekktu uggakolkröbbunum hafi verið mjög stórir rándýr sem muldu ítrekað harða bráð og gætu hafa náð efstu lögum fæðuvefja síðkrítarhafsins.

Það er enn stórkostlegt. En lesa ætti niðurstöðuna sem endurgerð úr kjálkum, sliti, flokkun og stærðarskölun — ekki sem sjóskrímslasögu.



Listamannsleg endurgerð á tveimur **Nanaimoteuthis**-tegundunum sem fjallað er um í greininni, ásamt steingerðum neðri kjálkum sem eru beina sönnunargagnið á bak við líkamsstærðarmatið. Myndin er endurgerð, ekki ljósmynd af heilu steingervingi: það sem varðveittist eru kjálkarnir, en heildarlengd og mögulegt topp-rándýrshlutverk eru ályktuð úr skölun, sliti og vistfræði.

Original hybrid diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Hvað gerðu höfundarnir?

Höfundarnir endurskoðuðu steingerða kjálka úr átta-arma smokkfiskahópum Krítartímans — breiðari hópnum sem nær yfir kolkrabba og skyld dýr. Fimmtán stórir steingerðir kjálkar höfðu áður verið lýstir frá Japan og Vancouver-eyju. Teymið fann einnig tólf nýja kjálka í fimm karbonat-hnyðlingum frá Japan með stafrænni steingervingaleit.

Aðferðin sameinaði háupplausnar, fulllita slípunarsneiðmyndun og gervigreindarlíkan með *zero-shot* getu, það er líkan sem hafði ekki verið sérþjálfað á þessum steingervingum. Rannsakendurnir slípuðu hvern hnyðling í **50 míkrómetra skrefum** og mynduðu hvern nýjan flöt. Þannig varð til löng röð litmynda. Segmenteringslíkan sem heitir DEVA teiknaði stafræna útlínu, eða grímu, kjálkans í hverri mynd. Rannsakendurnir báru grímurnar saman við frumgögnin og stafluðu þeim síðan saman í lítið sléttuð, litvarðveitt þrívíddarlíkön. Með þessu mátti finna kjálka inni í bergi og skoða smá brot, rispur og önnur slitmerki á yfirborði þeirra. Slípunarsneiðmyndunin eyðilagði fimm bergsýnin, en myndgögn, grímur og 3D-líkön voru varðveitt í gagnasafni.

Síðan gerðu þau fjóra tengda hluti.

Fyrst endurskoðuðu þau flokkunina. Kjálkar sem áður höfðu verið settir í fimm tegundir voru sameinaðir í tvær: **Nanaimoteuthis jeletzkyi** og **Nanaimoteuthis haggarti**. Ættkvíslin, sem áður hafði verið talin skyld vampírusmokkfiskum, er hér sett innan **Cirrata**, uggakolkrabbanna.

Í öðru lagi lengdu þau tímalínuna. Nýju sýnin færa **N. jeletzkyi** aftur að byrjun Cenomanian, um **100 milljón árum** aftur í tímann. Það lengir þekkta sögu uggakolkrabba um um 15 milljón ár og kolkrabba almennt um um 5 milljón ár.

Í þriðja lagi áætluðu þau líkamsstærð út frá kjálkastærð. Með stærðarhlutföllum úr núlifandi, langvöxnum uggakolkröbbum var möttullengd áætluð og síðan heildarlengd. Bilið er vítt: **N. jeletzkyi** er metinn um **2,8–7,7 metrar** að heildarlengd og **N. haggarti** um **6,6–18,6 metrar**. Efri endinn á því bili er uppruni „kraken“-orðræðunnar.

Viðbótaraðferðirnar gera skölunarkeðjuna skýra. Þar sem kjálkar voru slitnir eða veðraðir var upprunaleg útlína þeirra endurgerð og síðan notuð **12 tegundasértæk tengsl** milli lengdar neðri kjálka og möttullengdar. Tekið var tillit til að viðkomandi núlifandi samanburðarsýni höfðu að meðaltali **39% rýrnun við varðveislu**, og möttullengd var breytt í heildarlengd með hlutfallinu **4,2**, fengnu úr langvöxnum núlifandi uggakolkröbbum. Þetta gefur bil, ekki beina mælingu á steingerðum líkama.

Í fjórða lagi skoðuðu þau slit. Stærstu kjálkarnir voru sljóir og ávalir þar sem yngri dýr hefðu skarpari brúnir. Þeir báru brot, rispur, fægða fleti, sprungur og ósamhverft tap á brúnum. Höfundarnir túlka þetta sem merki um endurtekna mulningu harðrar bráðar og hugsanlega hliðlæga hegðun.

Hvað fundu þeir?

Þetta voru líklega snemma uggakolkrabbar, ekki vampírusmokkfiskar. Flokkunin í viðaukanum skiptir rökunum í tvö tengd skref. „Brýr“ kjálkans eru ræmur sem tengja hvolfið við hliðarvegg. Í

Nanaimoteuthis eru þessar brýr alveg huldar af innri og ytri kjálkaplötum, sem styður staðsetningu innan Cirrata. Breiðir vængir kjálkans styðja síðan flokkun í langvaxinn hóp uggakolkrabba. Þetta skiptir máli vegna þess að greinin segir ekki bara „stór höfuðfætla“ — hún færir steingervingana á nýjan stað í þróunarsögu kolkrabba.

Þeir voru gamlir. Nýju sýnin setja uggakolkrabba í um **100 milljón ára** gamalt berg á síðkrítartíma. Þeir eru því meðal elstu þekktu dýra á kolkrabbalínunni.

Þeir gætu hafa verið gríðarlega stórir. Stærðarmatið er ekki mæling á varðveittum heilum líkama heldur útreikningur frá kjálkum. En tölurnar eru stórar jafnvel þegar þær eru settar fram varlega. Minni tegundin, N. jeletzkyi, er metin nokkrir metrar að lengd. Stærri tegundin, N. haggarti, nær í efsta mati um **18,6 metrum**, sambærilegt að stærðargráðu við stærstu sjávarrándýr tímans og stærstu núlifandi höfuðfætlur.

Kjálkarnir voru mjög slitnir. Í stærstu sýnunum nam tap á kjálkaefni um **10% af heildarlengd kjálkans**. Greinin rökstyður að þetta sé ekki skemmd frá undirbúningi eða flutningi: sýnin komu úr rólegum ytri landgrunnssetlögum, brot og rispur líkjast notkunarsliti og steingerðir smokkfiskakjálkar úr sömu lögum sýna ekki sama mynstur. Höfundarnir bera slitið saman við núlifandi höfuðfætlur sem éta harða bráð.

Slitið var ósamhverft. Hægri kjálkabrún var meira slitin en sú vinstri hjá báðum tegundum. Höfundarnir túlka það sem mögulega hliðlæga hegðun — tilhneigingu til að nota aðra hliðina meira. Þar sem slík hliðlæging tengist flóknum taugakerfum hjá núlifandi dýrum leggja þeir til að þessir fornu kolkrabbar gætu hafa haft flókna hegðun og mögulega háþróaða greind.

Hvað þýðir þetta líklega?

Sterkasta vistfræðilega túlkunin er að uggakolkrabbar síðkrítar hafi ekki allir verið lítil aukadýr í vistkerfum sem stór hryggdýr réðu. Röksemd höfundanna fyrir topp-rándýrshlutverki sameinar tvær niðurstöður: gríðarlega áætlaða stærð og kjötætur sem unnu ítrekað á harðri bráð, ályktað úr kjálkasliti. Saman styður þetta möguleikann á að hryggleysingjalína hafi setið í efsta hluta fæðuvefs sem við tengjum annars við mosasaura, plesiosaura, stóra fiska og hákarla.

Þróunarsagan er líka áhugaverð. Sjávarrándýr meðal hryggdýra og kolkrabbalína tóku mjög ólíkar leiðir að rándýralífi. Hryggdýr fengu kjálka, straumlínulaga líkama og minnkuðu oft ytri brynju. Ættingjar kolkrabba minnkuðu eða innlimuðu skelina, urðu mjúkir og hreyfanlegir en héldu öflugum kjálkum og sveigjanlegum örmum. Greinin lýsir þessu sem samleitinni þróunarleið að stórum, hugsanlega greindum sjávarrándýrum.

Óvissari hlutinn er hegðunin. Mikið slit styður harðbráðaát. Stór stærð styður vistfræðilegt vægi. Ósamhverft slit styður mögulega hliðlægingu. En „háþróuð greind“ er ályktun, ekki bein steingervingamæling. Hún er trúverðug í ljósi líffræði kolkrabba, en má ekki gera sterkari en gögnin.

Hvað sýnir þetta *ekki*?

- Það varðveitir **ekki heilan risakolkrabba**. Endurgerðin byggir fyrst og fremst á kjálkum og líkamsstærð er áætluð með skölun frá núlifandi uggakolkröbbum.
- Það sýnir **ekki magainnihald eða beina bráð**. Harðbráðaát er ályktað úr kjálkasliti, ekki steingerðri máltíð.
- **Rannsóknargreinin sjálf** leggur **ekki** til að dýrin hafi étið mosasaura, plesiosaura eða önnur stór sjávarskriðdýr. Þau koma aðeins fyrir sem samanburður um stærð og vistfræðilega stöðu.
- Hún gefur **ekki nákvæma líkamslengd**. Tölurnar eru bil, og stærsta talan er efri áætlun.
- Hún **mælir ekki greind beint**. Ósamhverft slit er túlkað sem möguleg hliðlæging sem gæti bent til flókinnar hegðunar; það eru nokkur ályktunarskref frá því að vita hvað dýrið gat gert.
- Hún þýðir **ekki** að allir snemma kolkrabbar hafi verið risar. Fullyrðingin á við þessar Nanaimoteuthis-tegundir, sérstaklega N. haggarti.

Hversu sterk eru gögnin?

Fyrir tilvist mjög stórra kjálka á kolkrabbalínunni frá Krítartíma eru gögnin sterk: greinin sýnir lýst sýni, stafrænar endurgerðir, jarðlagasamhengi og samanburð við núlifandi og steingerða höfuðfætlukjálka.

Fyrir harðbráðaát eru gögnin einnig nokkuð sterk. Slitmerkin eru ítarleg — brot, rispur, fæging, sprungur og ósamhverft tap — og höfundarnir leggja vinnu í að útiloka undirbúningsskemmdir og flutningsslit. Samanburður við núlifandi harðbráðaætur er trúverðug tenging.

Fyrir nákvæma líkamsstærð og topp-rándýrshlutverk ætti traust að vera hóflegra. Stærðin byggir á allómetrískri skölun frá núlifandi langvöxnum uggakolkröbbum. Vistfræðilegt hlutverk er ályktað úr áætlaðri stærð og harðbráðaáti, ekki beint séð. Röksemdin er samhangandi, en hún er vistfræðileg endurgerð, ekki bein talning á fæðuvef.

Hvers vegna skiptir þetta máli?

Greinin er gott dæmi um hvernig steingervingafræði getur byggt sterkar niðurstöður úr brotakenndum gögnum án töfra. Kjálkinn er beini hluturinn. Slitið er hegðunarmerkið. Skölunarkúrfan er brúin frá hörðum steingervingi að mjúkum líkama. Hvert skref bætir við upplýsingum — og hvert skref bætir líka við óvissu. Það er lærdómurinn sem vert er að varðveita.

Hún leiðréttir líka kunnuglega mynd. Krítarhöf eru oft ímynduð sem heimur stórra hryggdýrarándýra og minni skeljadýra. Þessir steingervingar benda til að sum mjúklík hryggleysingjar hafi ekki aðeins falist undir þeim fæðuvef. Þeir gætu hafa keppt í efstu lögum hans.

Niðurstaðan er mjög myndræn, en varfærna túlkunin er ekki sú að „kraken hafi verið raunverulegur“. Hún er að stórir, snemma uggakolkrabbar skildu eftir kjálka sem hægt var að nota til að endurgera

gríðarlega líkama og endurtekið harðbráðaát — samsetningu sem styður alvarlega, en enn ályktaða, hugmynd um hryggleysingja sem topp-rándýr á tímum sjávarskriðdýra.

Í stuttu máli

Vísindamenn endurskoðuðu steingerða höfuðfætlukjálka frá Krítartíma í Japan og á Vancouver-eyju og notuðu fulllita slípunarsneiðmyndun ásamt zero-shot gervigreindarsundurgreiningu til að endurgera falda kjálka úr japönsku bergi sem nákvæm þrívíddarlíkön. Nokkrir steingervingahópar voru sameinaðir í tvær tegundir **Nanaimoteuthis**, sem hér eru túlkaðar sem snemma uggakolkrabbar. Sýnin færa þekkta sögu Cirrata aftur í um **100 milljón ár**. Með skölun frá kjálkastærð meta höfundarnir heildarlengd **N. jeletzkyi** um **2,8–7,7 m** og **N. haggarti** um **6,6–18,6 m**. Mikil kjálkaslit — brot, rispur, fæging, sprungur og ósamhverft brúntap — styðja endurtekið harðbráðaát og mögulega hliðlæga hegðun. Gríðarleg áætluð stærð ásamt slíku áti styður túlkun að þessi dýr gætu hafa setið mjög ofarlega í fæðuvefjum hafsins. Gögnin innihalda ekki heila líkama, nákvæmar lengdir, skilgreinda bráð eða beina mælingu á greind. Rannsóknargreinin heldur ekki fram að þau hafi veitt stór sjávarskriðdýr.

Raunhæf yfirferð

Það sem greinin sýnir: Stóra kjálka frá Krítartíma á kolkrabbalínunni, endurflokkaða sem tvær Nanaimoteuthis-tegundir innan uggakolkrabba; eldri skrá fyrir Cirrata; líkamsstærðarmat sem nær í nokkra metra og mögulega upp í 18,6 m; mikið slit fullorðinna kjálka sem passar við harðbráðaát; og ósamhverft slit sem passar við mögulega hliðlægingu.

Það sem er líklegt en ekki sannað: Að N. haggarti hafi verið meðal stærstu þekktu hryggleysingja; að dýrin hafi haft raunverulegt topp-rándýrshlutverk; og að ósamhverft slit endurspegli hliðlæga hegðun og flókna vitsmuni.

Það sem greinin sýnir ekki: Heila steingerða líkama; beina bráð eða magainnihald; nákvæma líkamslengd; veiðar á stórum sjávarskriðdýrum; beina sönnun á greind; eða að allir snemma kolkrabbar hafi verið risar.

Helstu takmarkanir: Líkamsstærð er ályktuð með margskrefa skölun frá kjálka yfir í möttul og heildarlengd; topp-rándýrshlutverk er ályktað úr stærð og hardbráðaáti; hegðun úr ósamhverfu sliti; og steingervingarnir varðveita kjálka, ekki heila líkama eða bráð.

Hversu mikið traust ætti almennur lesandi að bera til niðurstöðunnar? Mikið traust á því að hér séu mjög stórir kjálkar snemma uggakolkrabba með sterk slitmerki. Miðlungs traust á því að stærstu dýrin hafi náð efri hluta 6,6–18,6 m bilsins og á raunverulegt topp-rándýrshlutverk. Lítið traust á nákvæmum fullyrðingum um greind. Rétta afstaðan er: stórkostleg steingervingasaga, en byggð úr kjálkum og ályktunum — ekki heilu sjóskrímsli.

Uppfærslur eftir birtingu

- **Leiðrétting · 2026-07-26**

  Eftir ábendingar frá samsvarandi höfundi Yasuhiro Iba tókum við skýrt fram að rannsóknargreinin sjálf notar stór sjávarskriðdýr sem samanburð en ekki sem bráð, og skýrðum muninn á rannsóknargreininni og sérstakri Editor's Summary í Science um bráðartúlkun. Við útvíkkuðum einnig lýsingu á stafrænni leit í steingervingagögnum og rökum fyrir topp-rándýrshlutverki og yfirfórum allt viðbótarefnið.

Heimildir

Science 392, 406–410 (2026)
https://doi.org/10.1126/science.aea6285

Supplementary methods, text, figures S1–S6, and references
https://www.science.org/doi/suppl/10.1126/science.aea6285/suppl_file/science.aea6285_sm.pdf

Supplementary tables S1–S6
https://www.science.org/doi/suppl/10.1126/science.aea6285/suppl_file/science.aea6285_tables_s1_to_s6.zip

MDAR reproducibility checklist
https://www.science.org/doi/suppl/10.1126/science.aea6285/suppl_file/science.aea6285_mdar_reproducibility_checklist.pdf

Fossil lower jaws dataset — Figshare
https://doi.org/10.6084/m9.figshare.27933759

Tomographic animations — Figshare
https://doi.org/10.6084/m9.figshare.27935904

CPU-enabled AI segmentation code — Zenodo
https://doi.org/10.5281/zenodo.15176344