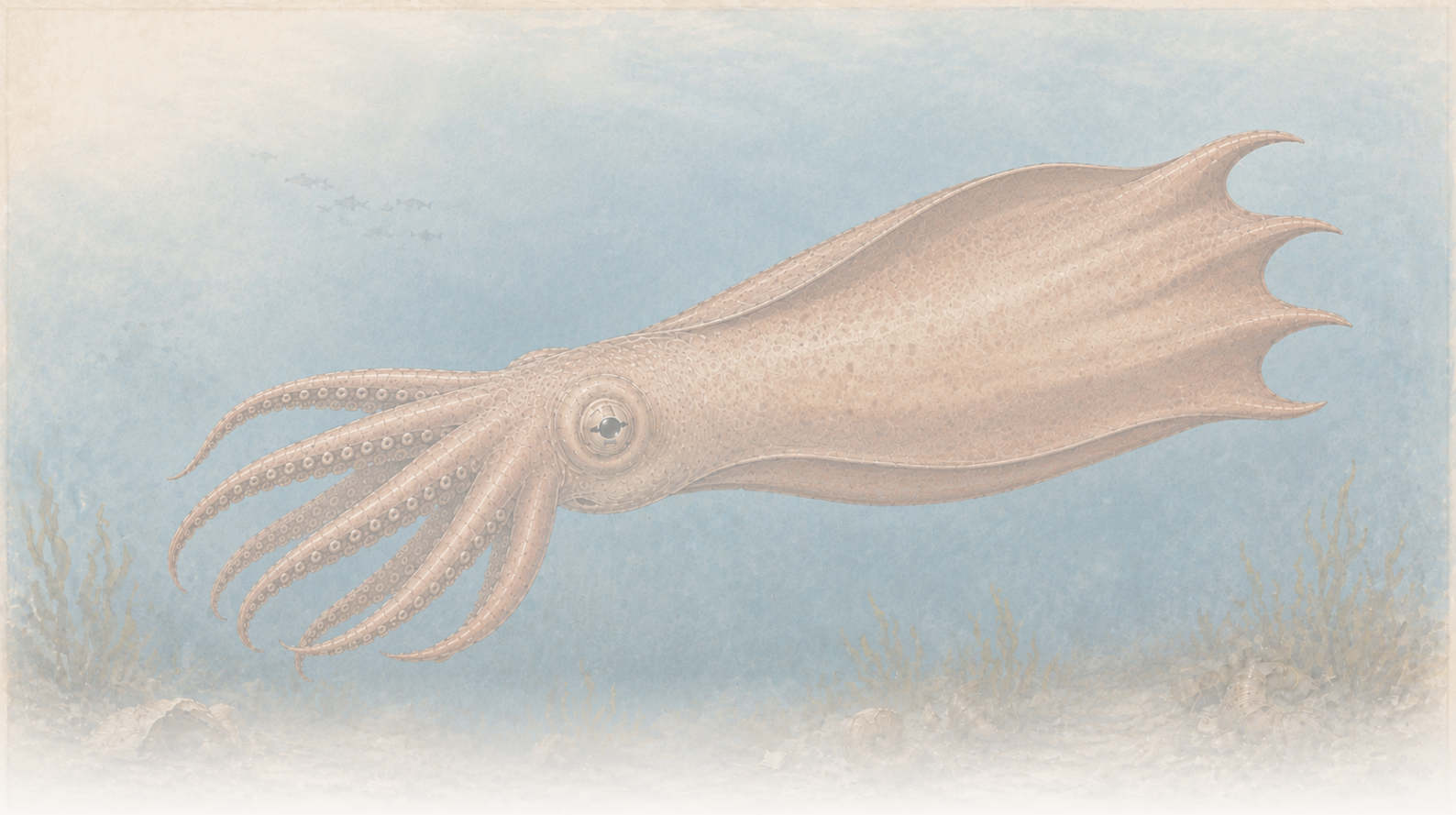


The Clean Paper

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

Hiiglaslikud kriidiajastu kaheksajalad võisid olla tippkiskjad — kuid tõendid algavad lõugadest, mitte merekoletistest

Science'i artikkel vaatab uuesti läbi tohutud kriidiajastu peajalgsete lõuad ning väidab, et kaks Nanaimoteuthise liiki olid varased uimedega kaheksajalad, kelle kehasuuruse hinnangud ulatuvad mitme meetrini ja võimalik, et 18,6 meetrini. Tugev lõuakulumine viitab kõva saagi purustamisele; ebasümmeetriline kulumine võib vihjata lateraalsele käitumisele. See on tähelepanuväärne fossiililugu, kuid puhas versioon pole „kraken oli päriselt olemas": see on lõugadest, kulumisjälgedest, taksonoomiast ja skaleerimisest tehtud rekonstruktsioon.

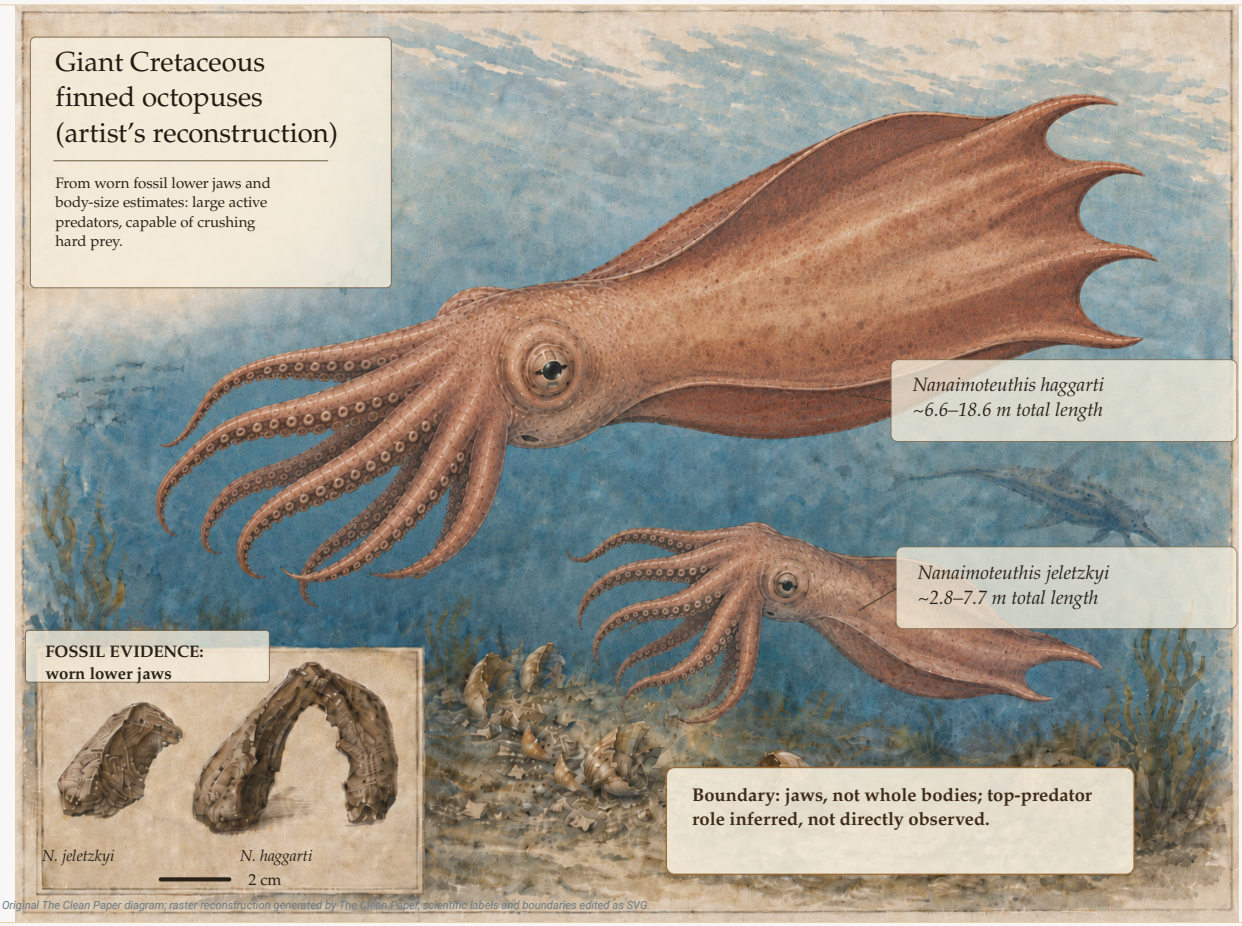
Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

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

Krakeni lugu, tagasi fossiilideni koorituna

Fossiilne lõug ei ole terve loom. See on kõva jäänus pehmest kehast, fragment, mille põhjal peavad paleontoloogid taastama anatoomia, käitumise ja ökoloogia ilma teesklemata, et nad nägid looma elusalt. Seepärast on see artikkel korraga vastupandamatu ja kergesti üle lihtsustatav. Pealkirjaversioon on ahvatlev: hiiglaslikud krakenitaolised kaheksajalad valitsesid kriidiajastu ookeane. Ettevaatlik versioon on parem: erakordselt hästi säilinud fossiilsed lõuad viitavad, et mõned varaseimad teadaolevad uimedega kaheksajalad olid väga suured kiskjad, kes purustasid korduvalt kõva saaki ja võisid jõuda hiliskriidiliste mere-toiduvõrkude kõrgeimasse kihti.

See on endiselt tähelepanuväärne. Lugeda tasub seda mitte merekoletise loona, vaid lõugade, kulumisjälgede, taksonoomia ja kehasuuruse skaleerimise põhjal tehtud rekonstruktsioonina.



Kunstniku rekonstruktsioon kahest artiklis käsitletud **Nanaimoteuthise** liigist koos fossiilsete alalõugadega, mis on kehasuuruse rekonstruktsiooni otsene tõendusmaterjal. Pilt on rekonstruktsioon, mitte fossiilifoto: säilinud tõendid on lõuad, samal ajal kui kehapikkus ja tippkiskja roll järeldatakse skaleerimisest, kulumisjälgedest ja ökoloogiast.

Original hybrid diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Mida autorid tegid

Autorid vaatasid uuesti läbi kriidiajastu kaheksaharuliste peajalgsete — laiem rühm, kuhu kuuluvad kaheksajalad ja nende sugulased — fossiilsed lõuad. Jaapanist ja Vancouveri saarelt oli varem kirjeldatud 15 suurt fossiilset lõuga. Jaapanist leidis töörühm digitaalse fossiilikaevandamise abil viiest karbonaatsest konkretsioonist veel 12 lõuga.

Meetod ühendas suure lahutusega täisvärvilise lihvimistomograafia zero-shot õppimise AI-mudeliga, mis tähendab, et mudelit polnud spetsiaalselt nende fossiilide peal treenitud. Teadlased lihvisid iga konkretsiooni **50-mikromeetriste sammudega**, pildistades iga värskelt paljastatud pinda, et ehitada suur värvipiltide jada. Segmentatsioonimudel DEVA lõi igas pildis lõuale digitaalse kontuuri ehk maski. Teadlased kontrollisid neid kontuure originaalpiltide vastu ja ladusid need seejärel kokku minimaalselt silutud, originaalvärvides 3D-mudeliteks. Nii sai tuvastada kivimi sisse peidetud lõugu ning uurida nende pinnal peeneid täkkeid, kriimustusi ja muid kulumisjälgi. Lihvimistomograafia hävitas viis kivimiproovi, kuid saadud pildiandmed, maskid ja 3D-mudelid arhiveeriti.

Seejärel tegid nad neli omavahel seotud asja.

Esiteks vaatasid nad taksonoomia ümber. Varem viie liigi vahel jagatud fossiilsed lõuad koondati kaheks liigiks: **Nanaimoteuthis jeletzkyi** ja **Nanaimoteuthis haggarti**. Perekond, mida varem käsitleti vampiirkalmaari sugulasena, paigutatakse siin **Cirrata** hulka ehk uimedega kaheksajalgade sekka.

Teiseks pikendasid nad ajajoont. Uus materjal lükkab **N. jeletzkyi** varaseimasse Cenomani, umbes **100 miljoni aasta** taha, pikendades uimedega kaheksajalgade teadaolevat fossiilset ajalugu umbes 15 miljoni aasta ja kaheksajalgade laiemat ajalugu umbes 5 miljoni aasta võrra.

Kolmandaks hindasid nad lõua suurusest kehasuurust. Kasutades tänapäevaste pika kehaga uimedega kaheksajalgade allomeetrilisi seoseid, hindasid nad mantli pikkuse ja sellest kogupikkuse. Hinnangud on laiad: **N. jeletzkyi** kogupikkus võis olla umbes **2,8–7,7 meetrit** ja **N. haggarti** oma umbes **6,6–18,6 meetrit**. Sellest ülemisest vahemikust tulebki „krakeni“ sõnavara.

Lisameetodid teevad skaleerimisahela selgeks. Vajadusel rekonstrueerisid teadlased kulunud või murenenud lõuakontuure ja kasutasid seejärel **12 liigispetsiifilist seost** alalõua katte pikkuse ja mantlipikkuse vahel. Nad arvestasid asjaomaste tänapäevaste preparaatide keskmist **39% fikseerumiskahanemist** ning teisendasid mantlipikkuse kogupikkuseks suhtega **4,2**, mis tuletati pika kehaga elusatest uimedega kaheksajalgadest. Need valikud annavad vahemiku, mitte fossiilse keha otsese mõõtmise.

Neljandaks uurisid nad kulumist. Suurimate lõugade need osad, mis noorloomadel oleksid teravamad, olid tömbid ja ümardunud. Neil oli täkkeid, kriimustusi, poleerunud pindu, pragusid ning lõuaservade ebasümmeetrilist kadu. Autorid tõlgendavad seda korduva kõva saagi purustamise ning võimalik, et ka lateraalse käitumise märgina.

Mida nad leidsid

Tõenäoliselt olid need varased uimedega kaheksajalad, mitte vampiirkalmaarid. Lisamaterjali taksonoomia eristab kahte omavahel seotud tunnust. Iga „sild“ on lõuamaterjali riba, mis ühendab katet külgseinaga. **Nanaimoteuthise** puhul on need sillad sisemise ja välimise lõuaplaadi poolt täielikult varjatud, mis toetab perekonna paigutamist Cirrata hulka. Laiad lõuatiivad toetavad seejärel paigutust pika kehaga uimedega kaheksajalgade rühma. See on oluline, sest artikkel ei ütle lihtsalt „suur peajalgne“; see muudab nende fossiilide kohta kaheksajalgade evolutsiooniloos.

Nad olid vanad. Uued fossiilid paigutavad uimedega kaheksajalad umbes **100 miljoni aasta** taha hiliskriidiajastusse. See teeb neist ühed varasemad teadaolevad kaheksajalgade evolutsiooniliini loomad.

Nad võisid olla tohutud. Kehasuuruse hinnangud pole säilinud kehade otsesed mõõtmised, vaid lõugadest tuletatud arvutused. Kuid ka ettevaatlikult öelduna on arvud suured. Väiksema liigi, N. jeletzkyi, kogupikkuseks hinnatakse mitu meetrit. Suurema N. haggarti puhul ulatub hinnang umbes **18,6 meetrini**, mis on mõõtkavalt võrreldav tolle aja suurimate merekiskjate ja tänapäeva suurimate peajalgsetega.

Lõuad olid tugevalt kulunud. Suurimates eksemplarides ulatus kaotatud lõuamaterjal ligikaudu **10%-ni kogu lõua pikkusest**. Artikkel väidab, et kulumine ei tulene preparatsiooni kahjustustest ega transpordiabrasioonist: fossiilid pärinesid väikese energiaga välisselfi setetest, täkked ja kriimud säilisid kasutusega sobival kujul ning koos leidunud fossiilsete kalmaaride lõuad sama mustrit ei näidanud. Autorid võrdlevad kulumist tänapäevaste durofagiliste ehk kõva saaki söövate peajalgsetega.

Kulumine oli ebasümmeetriline. Mõlemal liigil oli parempoolne lõuaserv rohkem kulunud kui vasak. Autorid tõlgendavad seda võimaliku käitumusliku lateralisatsioonina: eelistusena kasutada üht külge teisest rohkem. Kuna tänapäeva loomadel seostatakse lateraalsust keerukate närvisüsteemidega, pakuvad nad, et neil varastel kaheksajalgadel võis juba olla arenenud intelligentsus.

Mida see tõenäoliselt tähendab

Tugevaim ökoloogiline tõlgendus on, et hiliskriidilised uimedega kaheksajalad polnud kõik väikesed taustaloomad suurte selgroogsete valitsetud ökosüsteemides. Autorite tippkiskja argument ühendab kaks leidu: hiiglasliku hinnangulise kehasuuruse ja durofagilise kiskluse — kõva loomse saagi korduva töötlemise — mida järeldatakse lõuakulumisest. Koos toetavad need võimalust, et selgrootute evolutsiooniliin kuulus toiduvõrgu kõrgeimasse kihti, mida muidu seostatakse mosasauruste, plesiosauruste, suurte kalade ja haidega.

Ka evolutsiooniline lugu on huvitav. Selgroogsed merekiskjad ja kaheksajalgade evolutsiooniliini peajalgsed jõudsid kiskjalikkuseni väga erinevaid teid pidi. Selgroogsed omandasid lõuad, voolujoonelise keha ja sageli vähendasid välist soomust. Kaheksajalgade sugulased vähendasid või sisestasid kesta, muutudes pehmekehaliseks ja liikuvaks, kuid säilitades võimsad lõuad ja painduvad haarmed. Ar-

tikkel esitab seda konvergentse teena suurte ja intelligentsete merekiskjate suunas.

Spekulatiivsem osa puudutab käitumist. Ulatuslik kulumine toetab kõva saagi söömist. Suur keha toetab ökoloogilist tähtsust. Ebasümmeetriline kulumine toetab võimalikku lateralisatsiooni. Kuid „arenenud intelligentsus“ on järeldus, mitte fossiilist otse mõõdetud omadus. Kaheksajalgade bioloogiat arvestades on see usutav, kuid väidet ei tohiks tõenditest tugevamaks teha.

Mida see *ei* tõesta

- See **ei säilita tervet hiiglasliku kaheksajala keha**. Rekonstruktsioon põhineb peamiselt lõugadel ja kehasuurus tuletatakse tänapäevaste uimedega kaheksajalgade skaleerimisest.
- See **ei näita maosisu ega otseseid saagijäänuseid**. Kõva saagi söömine järeldatakse lõuakulumisest, mitte fossiilsest toidukorrast.
- **Autorite teadusartikkel ei väida**, et nad sõid mosasaurusi, plesiosaurusi või muid suuri mereroomajaid. Uurimistekstis esinevad need loomad ainult kehasuuruse ja ökoloogilise positsiooni võrdlustena.
- See **ei anna täpset kehapikkust**. Hinnangud on vahemikud ja suurim number on ülemine hinnang.
- See **ei mõõda intelligentsust otse**. Lõua lateraalset kulumist tõlgendatakse võimaliku käitumusliku lateralisatsioonina, mis võib vihjata keerukale käitumisele; sellest teadmiseni looma võimete kohta jääb mitu järeldussammu.
- See **ei tähenda**, et kõik varased kaheksajalad olid hiiglased. Väide käib nende Nanaimoteuthise liikide, eriti N. haggarti, mitte kõigi varaste kaheksajalgade evolutsiooniliinide kohta.

Kui tugev on tõendusmaterjal?

Väga suurte kriidiajastu kaheksajalgade evolutsiooniliini lõugade olemasolu kohta on tõendid tugevad: artikkel esitab kirjeldatud eksemplarid, digitaalsed mudelid, stratigraafilise konteksti ning võrdlused nii tänapäevaste kui fossiilsete peajalgsete lõugadega.

Ka kõva saagi söömise tõendid on mõistlikult tugevad. Kulumismustrid on detailsed — täkked, kriimud, poleerumine, praod ja ebasümmeetriline servakadu — ning autorid näevad vaeva, et välistada preparatsioonikahjustus ja transpordiabrasioon. Võrdlus tänapäevaste durofagiliste peajalgsetega on usutav sild.

Täpse kehasuuruse ja tippkiskja staatuse puhul peaks kindlus olema mõõdukam. Suuruse hinnangud sõltuvad tänapäevaste pika kehaga uimedega kaheksajalgade allomeetrilisest skaleerimisest. Ökoloogiline roll järeldatakse hinnangulise suuruse ja durofagilise kiskluse kombinatsioonist, mitte otsesest vaatlusest. Argument on koherentne, kuid tegemist on ökoloogilise rekonstruktsiooni, mitte toiduvõrgu otsese loendusega.

Miks see oluline on

Artikkel on hea näide sellest, kuidas paleontoloogia teeb osalistest tõenditest tugevaid väiteid ilma maagiata. Lõug on objekt. Kulumine on käitumisjälg. Skaleerimiskõver on sild kõvast fossiilist pehme kehani. Iga samm lisab jõudu ja iga samm lisab ebakindlust. Just seda õppetundi tasub säilitada.

See parandab ka tuttavat pilti. Kriidiajastu ookeane kujutatakse tavaliselt suurte selgroogsete kiskjate ja väiksema koorikuga saagi maailmana. Need fossiilid vihjavad, et vähemalt mõned pehmekehalised selgrootud ei varjunud lihtsalt selle toiduvõrgu all. Nad võisid konkureerida selle ülemistel tasanditel.

Tulemus on suurepäraselt visuaalne, kuid täpne sõnum pole „kraken oli päriselt olemas“. Päris lugu on, et suured varased uimedega kaheksajalad jätsid maha lõuad, millest teadlased rekonstrueerisid hiiglaslikud kehad ja korduva kõva saagi söömise — kombinatsiooni, mis teeb tõsise, kuid endiselt järeldusliku argumendi selgrootutest tippkiskjate kohta mereroomajate ajastul.

Lühidalt

Teadlased vaatasid uuesti läbi Jaapanist ja Vancouveri saarelt pärit kriidiajastu fossiilsed peajalgsete lõuad ning kasutasid täisvärvilist lihvimistomograafiat koos zero-shot AI-segmentatsiooniga, et rekonstrueerida Jaapani kivimitesse peidetud lõuad detailseteks 3D-eksemplarideks. Nad koondasid mitu fossiilset taksonit kaheks **Nanaimoteuthise** liigiks, mida tõlgendatakse siin varaste uimedega kaheksajalgadena. Fossiilid pikendavad uimedega kaheksajalgade registrit umbes **100 miljoni aasta** taha. Lõua suuruse skaleerimisest hindavad autorid **N. jeletzkyi** kogupikkuseks umbes **2,8–7,7 m** ja **N. haggarti** omaks **6,6–18,6 m**. Tugev lõuakulumine — täkked, kriimud, poleerumine, praod ja serva ebasümmeetriline kadu — viitab korduvatele kõva saagi purustamistele ning võimalikule lateraalsele käitumisele. Hiiglaslik hinnanguline suurus koos durofagilise kisklusega toetab tõlgendust, et need kaheksajalad võisid paikneda mere-toiduvõrkude kõrgeimas kihis. Tõendusmaterjal ei sisalda terveid kehi, täpseid pikkusi, kindlaks tehtud saaki ega intelligentsuse otseseid mõõtmisi. Autorite teadusartikkel ei väida, et loomad küttisid suuri mereroomajaid.

Kaine hinnang

Mida artikkel näitab: Suuri kriidiajastu kaheksajalgade evolutsiooniliini lõugu, mis on ümber määratud kaheks Nanaimoteuthise liigiks ja paigutatud uimedega kaheksajalgade sekka; Cirrata vanemat fossiilset registrit; kehasuuruse hinnanguid mitmest meetrist kuni võimaliku 18,6 meetrini; ulatuslikku täiskasvanute lõuakulumist, mis sobib kõva saagi söömisega; ning ebasümmeetrilist kulumist, mis sobib võimaliku lateraalse käitumisega.

Mis on usutav, kuid tõestamata: Et N. haggarti kuulus kõigi aegade suurimate teadaolevate selgrootute hulka; et loomad olid päris tippkiskjad; et ebasümmeetriline kulumine peegeldab käitumuslikku lateralisatsiooni ja arenenud tunnetust.

Mida see ei näita: Terve keha fossiile; otsest saaki ega maosisu; täpseid kehapikkusi; suurte mereroomajate küttimist; otseseid intelligentsuse tõendeid; ega seda, et kõik varased kaheksajalad olid hiiglased.

Peamised piirangud: Kehasuurus tuletatakse mitmeastmelise lõug–mantel–kogupikkus skaleerimismudeli kaudu; tippkiskja staatus järeldatakse hinnangulisest suurusest ja durofagilisest kisklusest; käitumine ebasümmeetrilisest kulumisest; fossiilidest säilisid lõuad, mitte terved loomad ega otsene saak.

Kui kindel võiks tavalugeja olla? Väga kindel, et fossiilide hulgas on väga suuri varaste uimedega kaheksajalgade lõugu tugeva kulumismustriga. Keskmiselt kindel, et suurimad loomad ulatusid 6,6–18,6 m vahemiku ülemisse ossa. Keskmiselt kindel, et nad olid päris tippkiskjad, mitte lihtsalt väga suured kõva saaki söövad kiskjad. Vähe põhjust teha konkreetseid järeldusi nende intelligentsuse kohta. Sobiv hoiak: tähelepanuväärne fossiililugu, kuid see on ehitatud lõugadest ja järeldustest, mitte tervest merekoletisest.

Avaldamisjärgsed uuendused

- **Parandus · 2026-07-26**

  Pärast vastutava autori Yasuhiro Iba tagasisidet märkisime sõnaselgelt, et autorite teadusartikkel käsitleb suuri mereroomajaid võrdlustena, mitte saakloomadena, ning täpsustasime erinevust autorite teadusartikli ja Science'i eraldi toimetajakokkuvõtte vahel seoses saakloomade omistamisega. Laiendasime ka digitaalse fossiilikaeve meetodi ja tippkiskja rolli tõendusmaterjali käsitlust ning kontrollisime kogu lisamaterjalide paketti.

Allikad

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