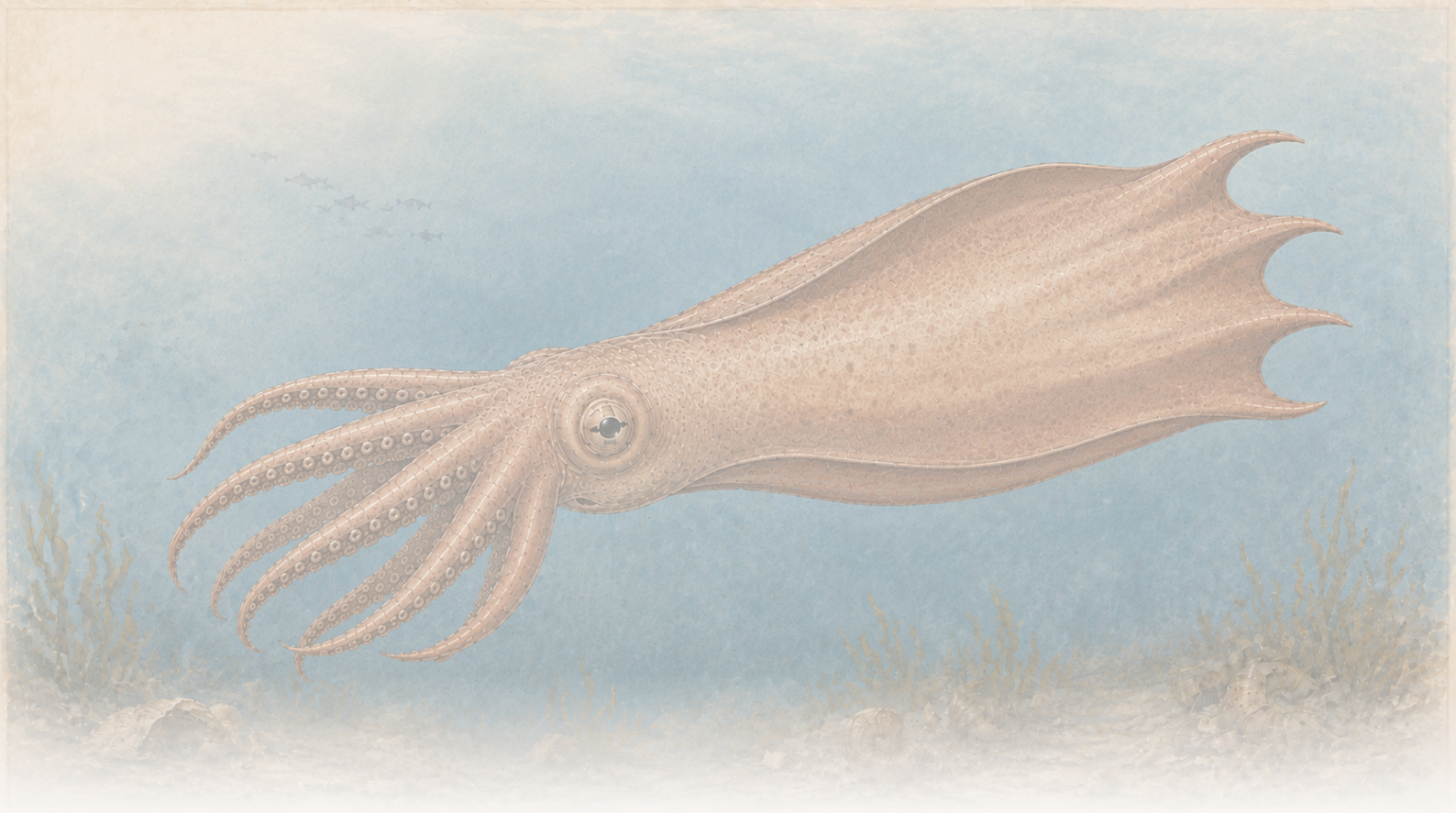


The Clean Paper

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

Milzu krīta astoņkāji varēja būt augstākā līmeņa plēsēji — bet pierādījumi sākas ar žokļiem, ne jūras briesmoņiem

Science raksts no jauna analizē milzīgus krīta galvkāju žokļus un argumentē, ka divas Nanaimoteuthis sugas bija agrīni spurainie astoņkāji, kuru ķermeņa izmēra aplēses sasniedz vairākus metrus un iespējami pat 18.6 m. Stiprs žokļa nodilums norāda uz cieta laupījuma saspiešanu; asimetrisks nodilums var liecināt par lateralizētu uzvedību. Tas ir iespaidīgs fosiliju stāsts, bet tīrā versija nav "krakens bija īsts": tā ir rekonstrukcija no žokļiem, nodiluma, taksonomijas un mērogošanas.

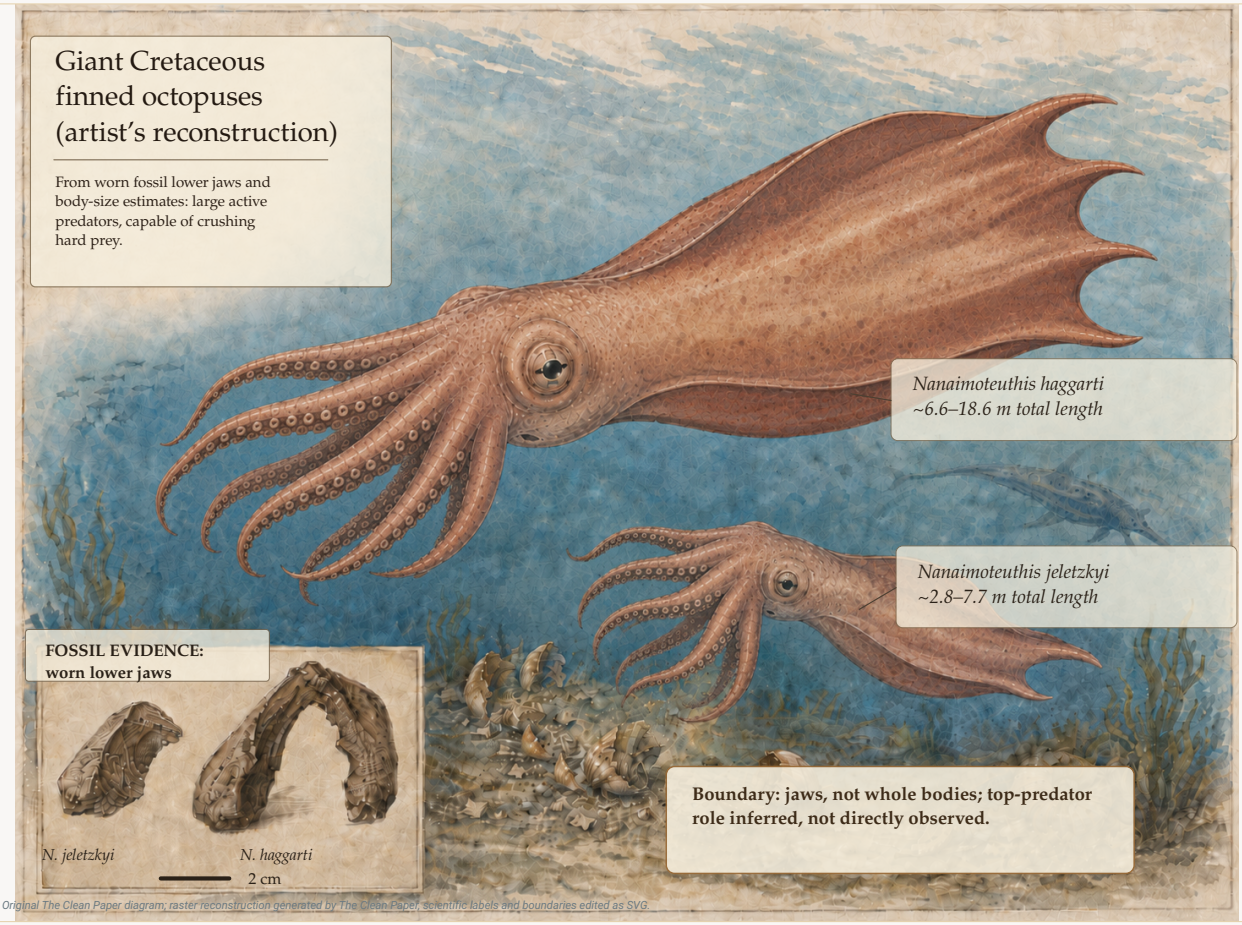
Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

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

Krakena stāsts, atstājot tikai fosilijas

Fosila žokļa daļa nav viss dzīvnieks. Tā ir cieta palieka no mīksta ķermeņa — fragments, no kura paleontologiem jārekonstruē anatomija, uzvedība un ekoloģija, neizliekoties, ka viņi radījumu redzējuši dzīvu. Tāpēc šis raksts vienlaikus ir neatvairāms un viegli pārstāstāms pārāk skaļi. Vilinošais virsraksts būtu: milzu, krakenam līdzīgi astoņkāji valdīja krīta okeānos. Precīzā versija ir labāka: izcili saglabāti fosili žokļi liecina, ka daži no senākajiem zināmajiem spurainajiem astoņkājiem bija ļoti lieli plēsēji, kas atkārtoti saspieda cietu laupījumu un varēja ieņemt vēlā krīta jūras barības tīklu augšējo līmeni.

Arī tas ir iespaidīgi. Taču tas jālasa nevis kā jūras briesmoņu stāsts, bet kā rekonstrukcija no žokļiem, nodiluma, taksonomijas un ķermeņa izmēra mērogošanas.



Mākslinieka rekonstrukcija ar abām **Nanaimoteuthis** sugām, kas apspriestas rakstā, un fosilajiem apakšžokļiem kā tiešo pierādījumu ķermeņa izmēra rekonstrukcijai. Attēls ir rekonstrukcija, nevis fosilijas fotogrāfija: saglabājušies žokļi, bet ķermeņa garums un augstākā līmeņa plēsēja loma secināta no mērogošanas, nodiluma un ekoloģijas.

Original hybrid diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Ko autori darīja

Autori no jauna analizēja krīta **octobrachian** galvkāju fosilos žokļus — plašākas grupas, kurā ietilpst astoņkāji un to radinieki. Iepriekš no Japānas un Vankūveras salas bija aprakstīti 15 lieli fosili žokļi. Komanda, izmantojot digitālu fosiliju meklēšanu, piecos karbonātu konkrementos Japānā atrada vēl 12 žokļus.

Metode apvienoja augstas izšķirtspējas pilnkrāsu slīpēšanas tomogrāfiju ar zero-shot MI modeli, kas nebija īpaši apmācīts šīm fosilijām. Pētnieki slīpēja katru konkrementu ar **50 mikrometru soli**, fotografējot katru tikko atsegto virsmu un izveidojot lielu krāsu attēlu virkni. Segmentācijas modelis DEVA katrā attēlā radīja žokļa digitālu kontūru jeb masku. Pētnieki maskas pārbaudīja pret oriģinālajiem attēliem un pēc tam sakārtoja tās 3D, iegūstot minimāli nogludinātus, oriģinālajās krāsās saglabātus modeļus. Tas ļāva atrast akmenī paslēptus žokļus un redzēt smalkus šķembas, skrāpējumus un citas nodiluma pazīmes. Slīpēšanas tomogrāfija piecus iežu paraugus iznīcināja, bet attēli, maskas un 3D modeļi tika arhivēti.

Pēc tam autori veica četras savstarpēji saistītas analīzes.

Pirmkārt, viņi pārskatīja taksonomiju. Fosilie žokļi, kas iepriekš bija sadalīti piecās sugās, tika apvienoti divās: **Nanaimoteuthis jeletzkyi** un **Nanaimoteuthis haggarti**. Ģints, ko agrāk uzskatīja par vampīrkalmāru radinieku, šeit ievietota **Cirrata** — spuraino astoņkāju — grupā.

Otrkārt, viņi pagarināja laika skalu. Jaunais materiāls novieto **N. jeletzkyi** jau agrā Senomāna sākumā, aptuveni pirms **100 miljoniem gadu**, pagarinot zināmo spuraino astoņkāju fosiliju ierakstu par aptuveni 15 miljoniem gadu un astoņkāju kopumā — par aptuveni 5 miljoniem gadu.

Treškārt, viņi no žokļa izmēra novērtēja ķermeņa izmēru. Izmantojot alometriskas sakarības mūsdienu garķermeņa spurainajiem astoņkājiem, vispirms novērtēja mantijas garumu un pēc tam kopējo garumu. Intervāli ir plaši: **N. jeletzkyi** aptuveni **2.8–7.7 m**, bet **N. haggarti** aptuveni **6.6–18.6 m**. No šī augšējā gala arī rodas „krakena" valoda.

Papildmetodes šo mērogošanas ķēdi izklāsta atklāti. Vajadzības gadījumā pētnieki rekonstruēja nodilušo žokļu sākotnējās kontūras, tad izmantoja **12 sugu specifiskas sakarības** starp apakšžokļa „kapuces" garumu un mantijas garumu. Tika ņemta vērā vidēji **39% fiksācijas saraušanās** attiecīgajos mūsdienu paraugos, un mantijas garumu pārvērta kopējā garumā ar attiecību **4.2**, kas iegūta no dzīviem garķermeņa spurainajiem astoņkājiem. Tādējādi iegūst diapazonu, nevis fosila ķermeņa tiešu mērījumu.

Ceturtkārt, viņi pētīja nodilumu. Lielākajiem žokļiem tās daļas, kas juveniliem būtu asas, bija trulas un noapaļotas. Redzamas šķembas, skrāpējumi, nopulētas virsmas, plaisas un asimetrisks malu zudums. Autori to interpretē kā atkārtotu cieta laupījuma sasmalcināšanu un, iespējams, uzvedības lateralizāciju.

Ko viņi atklāja

Tie, visticamāk, bija agrīni spurainie astoņkāji, nevis vampīrkalmāri. Papildmateriālu taksonomija nošķir divus saistītus soļus. Katrā žoklī ir savienojošas struktūras starp „kapuci" un sānu sienu. **Nanaimoteuthis** gadījumā šie savienojumi ir pilnībā paslēpti zem iekšējām un ārējām žokļa plātnēm — pazīme, kas atbalsta ģints ievietošanu Cirrata. Platās žokļa „spārnu" daļas savukārt atbalsta piederību garķermeņa spuraino astoņkāju grupai. Tas ir būtiski: raksts nesaka tikai „liels galvkājis", tas maina šo fosiliju vietu astoņkāju evolūcijas vēsturē.

Tie bija seni. Jaunie paraugi spurainos astoņkājus novieto ap **100 miljoniem gadu** senā vēlā krīta laikā, padarot tos par dažiem no senākajiem zināmajiem astoņkāju līnijas dzīvniekiem.

Tie varēja būt milzīgi. Ķermeņa izmēri nav mērīti saglabātā ķermenī — tie aprēķināti no žokļiem. Taču pat piesardzīgi izteikti skaitļi ir lieli. Mazākajai sugai N. jeletzkyi tiek lēsti vairāki metri kopējā garuma. Lielākajai N. haggarti augšējā aplēse sasniedz ap **18.6 metriem**, kas pēc mēroga ir salīdzināms ar sava laika lielākajiem jūras plēsējiem un mūsdienu lielākajiem galvkājiem.

Žokļi bija stipri nodiluši. Lielākajos paraugos zaudētais žokļa materiāls sasniedza aptuveni **10% no visa žokļa garuma**. Autori argumentē, ka tas nav preparēšanas bojājums vai transporta abrazija: fosilijas nāk no zemas enerģijas ārējā šelfa nogulumiem, šķembas un skrāpējumi saglabājušies lietojumam atbilstošā veidā, bet kopā atrastajiem fosilo kalmāru žokļiem tāda nodiluma nav. Nodilums tiek salīdzināts ar mūsdienu durofāgiem galvkājiem — dzīvniekiem, kas barojas ar cietu laupījumu.

Nodilums bija asimetrisks. Abu sugu labā žokļa mala bija nodilusi vairāk par kreiso. Autori to interpretē kā iespējamu uzvedības lateralizāciju — priekšroku biežāk izmantot vienu pusi. Tā kā mūsdienu dzīvniekiem lateralizēta uzvedība bieži saistīta ar sarežģītām nervu sistēmām, autori pieļauj, ka šiem agrīnajiem astoņkājiem jau varēja būt attīstīta kognitīvā uzvedība.

Ko tas, visticamāk, nozīmē

Stiprākais ekoloģiskais secinājums ir, ka vēlā krīta spurainie astoņkāji nebija tikai mazi fona dzīvnieki ekosistēmās, kur valdīja lielie mugurkaulnieki. Augstākā līmeņa plēsēja interpretācija apvieno divus rezultātus: milzīgo aprēķināto ķermeņa izmēru un durofāgu plēsību — atkārtotu cieta dzīvnieku laupījuma apstrādi —, ko secina no žokļa nodiluma. Kopā tie atbalsta iespēju, ka bezmugurkaulnieku līnija atradās tajā pašā barības tīkla augšējā slānī, ko parasti saista ar mozazauriem, pleziozauriem, lielām zivīm un haizivīm.

Interesants ir arī evolūcijas stāsts. Mugurkaulnieku jūras plēsēji un astoņkāju līnijas galvkāji līdz plēsīgumam nonāca pa ļoti atšķirīgiem ceļiem. Mugurkaulniekiem attīstījās žokļi, hidrodinamiskas ķermeņa formas un bieži samazinājās ārējās bruņas. Astoņkāju radinieki samazināja vai internalizēja čaulu, kļuva mīkstķermenīgi un kustīgi, vienlaikus saglabājot spēcīgus žokļus un lokanas rokas. Raksts to redz kā konverģentu ceļu uz lieliem, kognitīvi sarežģītiem jūras plēsējiem.

Spekulatīvākā daļa ir uzvedība. Plašais nodilums labi atbalsta cieta laupījuma ēšanu. Lielais izmērs atbalsta ekoloģisku nozīmi. Asimetriskais nodilums atbalsta iespējamu lateralizāciju. Taču „attīstīts

intelekts” ir secinājums, nevis tiešs fosilijas mērījums. Tas ir ticams astoņkāju bioloģijas kontekstā, bet to nevajag padarīt stiprāku par pierādījumiem.

Ko tas nepierāda

- Tas **nesaglabā veselu milzu astoņkāja ķermeni**. Rekonstrukcija balstās galvenokārt žokļos, bet ķermeņa izmērs secināts no mūsdienu spuraino astoņkāju mērogošanas.
- Tas **neparāda kuņģa saturu vai tieši identificētu laupījumu**. Cieta laupījuma ēšana secināta no žokļa nodiluma, ne fosilizētas maltītes.
- **Pašu autoru pētījuma raksts neapgalvo**, ka šie astoņkāji ēda mozazaurus, pleziozaurus vai citus lielus jūras rāpuļus. Pētījuma tekstā šie dzīvnieki ir ķermeņa izmēra un ekoloģiskās pozīcijas salīdzinājums.
- Tas **nedod precīzu ķermeņa garumu**. Rezultāti ir diapazoni, un lielākais skaitlis ir augšējā aplēse.
- Tas **tieši nemēra intelektu**. Lateralizētais žokļa nodilums tiek interpretēts kā iespējama uzvedības lateralizācija, kas varētu norādīt uz sarežģītu uzvedību; līdz „intelektam” ir vairāki secinājumu soļi.
- Tas **nenozīmē**, ka visi agrīnie astoņkāji bija milži. Apgalvojums attiecas uz šīm Nanaimoteuthis sugām, īpaši N. haggarti.

Cik pārliecinoši ir pierādījumi?

Par ļoti lielu krīta astoņkāju līnijas žokļu eksistenci pierādījumi ir stipri: rakstā ir aprakstīti paraugi, digitālie modeļi, stratigrāfiskais konteksts un salīdzinājumi ar mūsdienu un fosilajiem galvkāju žokļiem.

Cieta laupījuma ēšanai pierādījumi arī ir samērā stipri. Nodilums aprakstīts detalizēti — šķembas, skrāpējumi, nopulējums, plaisas, asimetrisks malu zudums —, un autori cenšas izslēgt preparēšanas bojājumus un transporta abraziju. Salīdzinājums ar mūsdienu durofāgajiem galvkājiem ir ticams tilts.

Precīzam ķermeņa izmēram un augstākā līmeņa plēsēja statusam pārliecībai jābūt mērenākai. Izmērs balstās alometriskā mērogošanā no dzīviem garķermeņa spurainajiem astoņkājiem. Ekoloģiskā loma secināta no lieluma un durofāgas plēsības kombinācijas, ne novērota tieši. Arguments ir saskanīgs, bet tā ir ekoloģiska rekonstrukcija, ne tiešs barības tīkla skaitījums.

Kāpēc tas ir svarīgi

Šis raksts labi parāda, kā paleontoloģija no daļējiem pierādījumiem veido stiprus secinājumus bez maģijas. Žoklis ir objekts. Nodilums ir uzvedības pēda. Mērogošanas līkne ir tilts no cietas fosilijas

uz mīkstu ķermeni. Katrs solis palielina izskaidrošanas spēku — un katrs pievieno nenoteiktību. Tieši šo ķēdi ir vērts saglabāt.

Tas arī koriģē pazīstamu priekšstatu. Krīta okeānus parasti iztēlojas kā lielu mugurkaulnieku plēsēju pasauli ar mazāku bruņotu laupījumu. Šīs fosilijas liecina, ka daži mīkstķermeņa bezmugurkaulnieki nebija vienkārši kaut kur zem šī barības tīkla. Tie varēja konkurēt pašā augšējā līmenī.

Rezultāts ir ļoti vizuāls, bet tīrais stāsts nav „krakens bija īsts". Tas ir: lieli agrīni spurainie astoņkāji atstāja žokļus, no kuriem pētnieki rekonstruēja milzīgus ķermeņus un atkārtotu cieta laupījuma ēšanu — kombināciju, kas dod nopietnu, bet joprojām inferenciālu pamatu runāt par bezmugurkaulnieku augstākā līmeņa plēsējiem jūras rāpuļu laikmetā.

Īss kopsavilkums

Pētnieki no jauna analizēja krīta galvkāju fosilos žokļus no Japānas un Vankūveras salas un ar pilnkrāsu slīpēšanas tomogrāfiju plus zero-shot MI segmentāciju digitāli rekonstruēja akmenī paslēptus žokļus kā detalizētus 3D modeļus. Vairāki fosilie taksoni tika pārkārtoti divās **Nanaimoteuthis** sugās, kuras šeit interpretētas kā agrīni spurainie astoņkāji. Fosilijas pagarina spuraino astoņkāju ierakstu līdz ap **100 miljoniem gadu**. No žokļa mērogošanas autori lēš kopējo garumu **2.8–7.7 m** N. jeletzkyi un **6.6–18.6 m** N. haggarti. Stiprs žokļa nodilums — šķembas, skrāpējumi, nopulējums, plaisas un asimetrisks malu zudums — norāda uz atkārtotu cieta laupījuma saspiešanu un, iespējams, lateralizētu uzvedību. Milzīgs aprēķinātais izmērs kopā ar durofāgu plēsību atbalsta interpretāciju, ka šie astoņkāji varēja atrasties jūras barības tīklu augšējā līmenī. Pierādījumi neietver veselus ķermeņus, precīzus garumus, identificētu laupījumu vai tiešu intelekta mērījumu. Pašu autoru pētījuma raksts neapgalvo, ka tie medīja lielus jūras rāpuļus.

Bez pārspīlējumiem

Ko raksts parāda: lielus krīta astoņkāju līnijas žokļus, pārskatītus kā divas Nanaimoteuthis sugas un ievietotus spuraino astoņkāju grupā; senāku Cirrata fosiliju ierakstu; ķermeņa izmēra aplēses no vairākiem metriem līdz iespējami 18.6 m; plašu pieaugušo žokļu nodilumu, kas saskan ar cieta laupījuma ēšanu; asimetrisku nodilumu, kas saskan ar iespējamu lateralizāciju.

Kas ir ticams, bet nav pierādīts: ka N. haggarti bija starp lielākajiem zināmajiem bezmugurkaulniekiem; ka šie dzīvnieki bija īsti augstākā līmeņa plēsēji; ka asimetriskais nodilums atspoguļo uzvedības lateralizāciju un attīstītu kognīciju.

Ko tas neparāda: veselus fosilus ķermeņus; tiešu laupījumu vai kuņģa saturu; precīzu ķermeņa garumu; lielu jūras rāpuļu medīšanu; tiešus intelekta pierādījumus; ka visi agrīnie astoņkāji bija milži.

Galvenie ierobežojumi: ķermeņa izmērs secināts daudzpakāpju žoklis→mantija→kopējais garums mērogošanā; augstākā līmeņa plēsēja statuss secināts no izmēra plus durofāgas plēsības; uzvedība —

no asimetriska nodiluma; fosilijas saglabā žokļus, ne veselus dzīvniekus vai tiešu laupījumu.

Cik lielai jābūt lasītāja pārliecībai? Augstai, ka fosilijās ir ļoti lieli agrīnu spuraino astoņkāju žokļi ar stipru nodiluma pierādījumu. Mērenai, ka lielākie dzīvnieki tiešām sasniedza 6.6–18.6 m diapazona augšējo galu. Mērenai, ka tie bija īsti augstākā līmeņa plēsēji, ne tikai ļoti lieli cieta laupījuma ēdāji. Zemai par konkrētu intelekta līmeni. Pareizā attieksme: iespaidīgs fosiliju stāsts, bet uzbūvēts no žokļiem un secinājumiem, ne vesela jūras briesmoņa.

Atjauninājumi pēc publikācijas

- **Labojums · 2026-07-26**

  Pēc atbilstošā autora Yasuhiro Iba atsauksmes mēs skaidri norādījām, ka pašu autoru pētījuma raksts lielos jūras rāpuļus izmanto kā salīdzinājumu, nevis kā laupījumu, un precizējām atšķirību starp pētījuma rakstu un Science atsevišķo Editor's Summary attiecībā uz laupījuma interpretāciju. Paplašinājām arī digitālās fosiliju meklēšanas metodes un augstākā līmeņa plēsēja pierādījumu aprakstu un pārbaudījām pilno papildmateriālu paketi.

Avoti

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