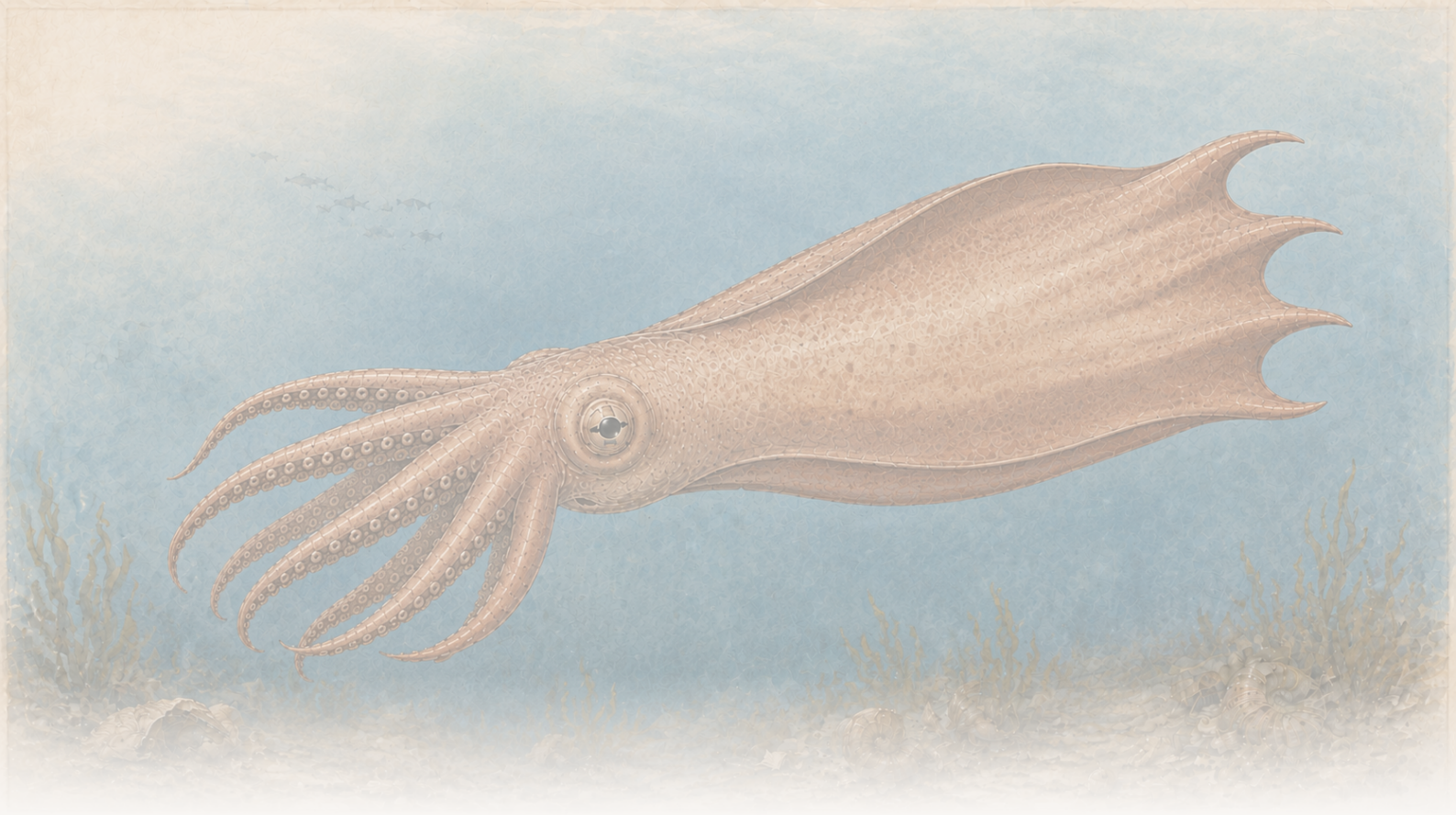


The Clean Paper

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

Velikanske kredne hobotnice so bile morda vrhunski plenilci — toda dokazi se začnejo s čeljustmi, ne z morskimi pošastmi

Članek v Science ponovno preučuje velike kredne čeljusti glavonožcev in trdi, da sta bili dve vrsti Nanaimoteuthis zgodnji plavutasti hobotnici, katerih ocenjena telesna dolžina je dosegala več metrov in morda do 18,6 m. Močna obraba čeljusti kaže na drobljenje trdega plena; asimetrična obraba lahko nakazuje lateralizirano vedenje. To je spektakularna fosilna zgodba, vendar čista različica ni 'kraken je bil resničen': gre za rekonstrukcijo iz čeljusti, vzorcev obrabe, taksonomije in skaliranja telesne velikosti.

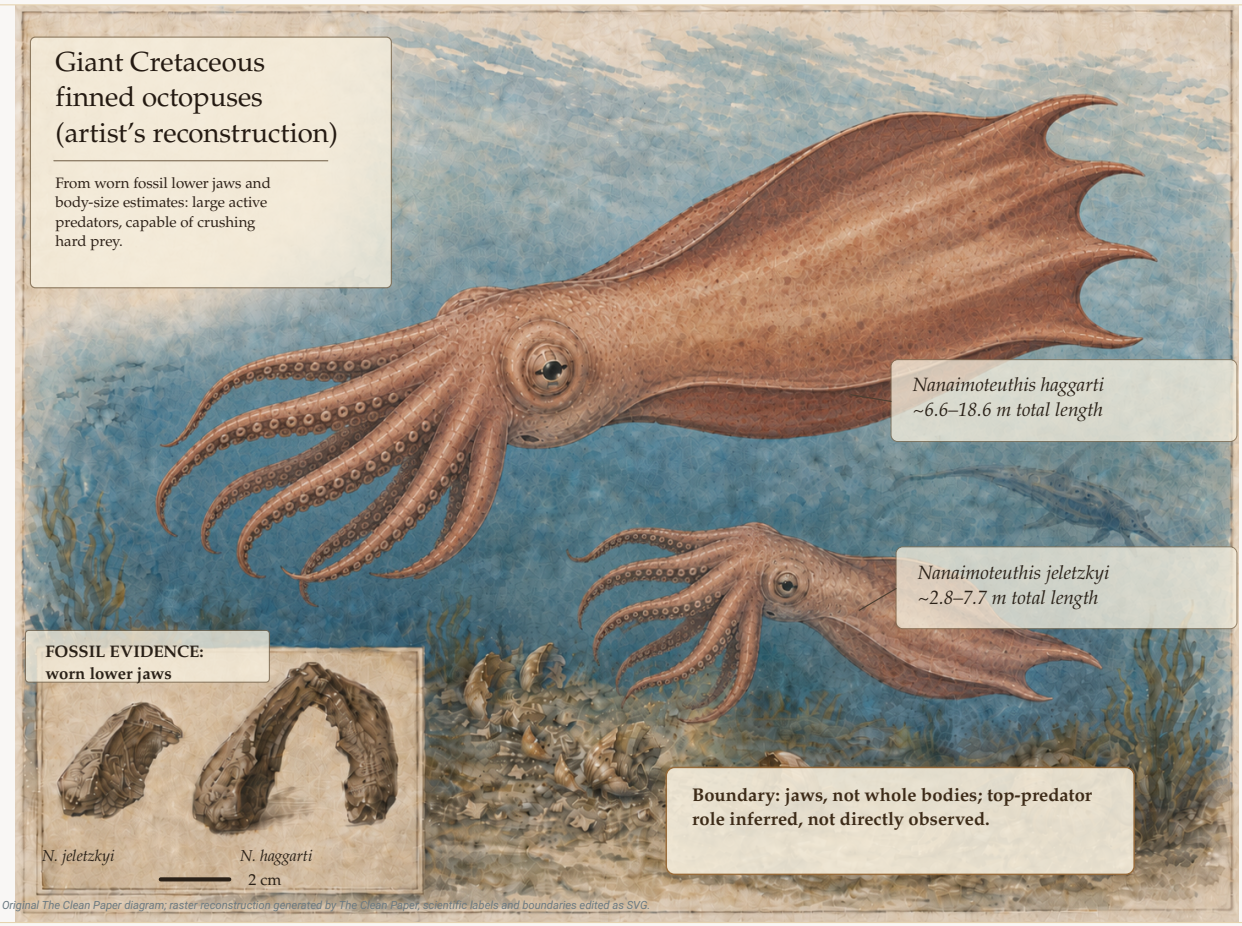
Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

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

Zgodba o krakenu, skrčena nazaj na fosile

Fosilna čeljust ni žival. Je trd ostanek mehkega telesa, fragment, iz katerega morajo paleontologi rekonstruirati anatomijo, vedenje in ekologijo, ne da bi se pretvarjali, da so žival videli živo. Zato je ta članek hkrati tako privlačen in tako lahek za pretirano poenostavljanje. Naslovna različica je mamljiva: velikanske hobotnice, podobne krakenu, so vladale krednim morjem. Previdnejša različica je boljša: izjemno dobro ohranjene fosilne čeljusti kažejo, da so bile nekatere najzgodnejše znane plavutaste hobotnice zelo veliki mesojedi, ki so ponavljajoče drobili trd plen in so morda dosegli najvišje ravni prehranskih spletov pozne krede.

To je še vedno spektakularno. Toda zgodbo je treba brati kot rekonstrukcijo iz čeljusti, vzorcev obrabe, taksonomije in skaliranja telesne velikosti, ne kot pripoved o morski pošasti.



Umetniška rekonstrukcija dveh vrst **Nanaimoteuthis**, obravnavanih v članku, z njihovimi fosilnimi spodnjimi čeljustmi kot neposrednim dokazom, na katerem temelji rekonstrukcija telesne velikosti. Slika je rekonstrukcija, ne fotografija fosila: ohranjene so čeljusti, telesna dolžina in vloga vrhunskega plenilca pa sta izpeljani iz skaliranja, vzorcev obrabe in ekologije.

Original hybrid diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Kaj so naredili avtorji

Avtorji so ponovno preučili fosilne čeljusti krednih osemkrakih glavonožcev — širše skupine, ki vključuje hobotnice in njihove sorodnike. Petnajst velikih fosilnih čeljusti je bilo že prej opisanih z Japonske in otoka Vancouver. Skupina je z digitalnim iskanjem fosilov odkrila še dvanajst dodatnih čeljusti v petih karbonatnih konkrecijah z Japonske.

Metoda je združila visokoločljivo barvno brusilno tomografijo in model umetne inteligence z učenjem brez namenskih primerov (*zero-shot*), kar pomeni, da model ni bil posebej naučen na teh fosilih. Raziskovalci so vsako konkrecijo brusili v korakih po **50 mikrometrov** in po vsakem koraku fotografirali novo izpostavljeno površino, s čimer so dobili dolgo zaporedje barvnih slik. Segmentacijski model DEVA je na vsaki sliki izdelal digitalni obris oziroma masko čeljusti. Raziskovalci so maske preverili proti izvirnim slikam, jih zložili drugo nad drugo in povezali v minimalno zglajene 3D-modele v izvirnih barvah. Tako so lahko zaznali čeljusti, skrite v kamnini, ter pregledali drobne okruške, praske in druge znake obrabe na njihovih površinah. Brusilna tomografija je pet vzorcev kamnine uničila, vendar so nastale slike, maske in 3D-modeli arhivirani.

Nato so izvedli štiri povezane korake.

Prvič, revidirali so taksonomijo. Fosilne čeljusti, prej razporejene med pet vrst, so prerazvrstili v dve: **Nanaimoteuthis jeletzkyi** in **Nanaimoteuthis haggarti**. Rod, ki je prej veljal za sorodnika vampirskih lignjev, je v tem delu uvrščen v **Cirrata**, plavutaste hobotnice.

Drugič, podaljšali so časovni zapis. Novi material premakne **N. jeletzkyi** v najzgodnejši cenomanij, približno **100 milijonov let** v preteklost, s čimer znani zapis plavutastih hobotnic podaljša za približno 15 milijonov let, zapis hobotnic na splošno pa za približno 5 milijonov let.

Tretjič, iz velikosti čeljusti so ocenili telesno velikost. Z alometričnimi razmerji pri današnjih dolgopostavnih plavutastih hobotnicah so najprej ocenili dolžino plašča in nato skupno dolžino. Razponi so široki: za **N. jeletzkyi** ocenjujejo približno **2,8 do 7,7 metra** skupne dolžine, za **N. haggarti** pa približno **6,6 do 18,6 metra**. Prav zgornji del tega razpona je vir jezika o »krakenu«.

Dodatne metode verigo skaliranja pojasnijo izrecno. Kjer je bilo potrebno, so raziskovalci rekonstruirali obris obrabljenih ali preperelih čeljusti, nato uporabili **12 za vrste specifičnih razmerij** med dolžino pokrova spodnje čeljusti in dolžino plašča. Upoštevali so povprečno **39-odstotno skrčenje zaradi fiksacije** pri ustreznih današnjih primerkih in dolžino plašča pretvorili v skupno dolžino z razmerjem **4,2**, izpeljanim iz dolgopostavnih živih plavutastih hobotnic. Te izbire dajo razpon, ne neposredne meritve fosilnega telesa.

Četrtič, preučili so obrabo. Največje čeljusti so bile tope in zaobljene tam, kjer imajo mladi osebki ostrejše elemente. Videli so okruške, praske, zglajene površine, razpoke in asimetrično izgubo robov čeljusti. Avtorji to razlagajo kot dokaz ponavljajočega drobljenja trdega plena in morda lateraliziranega vedenja.

Kaj so ugotovili

Najverjetneje so bile to zgodnje plavutaste hobotnice, ne vampirski lignji. Dodatna taksonomska analiza loči dva povezana koraka. Vsak »most« je trak čeljustnega materiala, ki povezuje pokrov z bočno steno. Pri **Nanaimoteuthis** so ti mostovi popolnoma skriti pod notranjo in zunanjo ploščo čeljusti, kar podpira uvrstitev rodu v Cirrata. Široka krila čeljusti nato podpirajo uvrstitev v dolgopostavno skupino plavutastih hobotnic. To je pomembno, ker članek ne pravi le »velik glavonožec«; spreminja mesto teh fosilov v evolucijski zgodovini hobotnic.

Bile so stare. Novi primerki postavijo plavutaste hobotnice v čas pred približno **100 milijoni let**, v pozno kredo. Zaradi tega sodijo med najzgodnejše znane živali iz evolucijske linije hobotnic.

Lahko so bile ogromne. Ocene telesne velikosti niso meritve ohranjenih teles, temveč izračuni iz čeljusti. Vendar so številke velike tudi, če jih predstavimo previdno. Manjša vrsta, N. jeletzkyi, naj bi merila več metrov. Za večjo, N. haggarti, zgornja ocena dosega približno **18,6 metra**, kar je po merilu primerljivo z največjimi morskimi plenilci tistega časa in z največjimi današnjimi glavonožci.

Čeljusti so bile močno obrabljene. Pri največjih primerkih je izgubljeni material čeljusti dosegal približno **10 % celotne dolžine čeljusti**. Članek trdi, da obraba ni posledica preparacije ali drgnjenja med transportom: primerki so prišli iz mirnih sedimentov zunanjega šelfa, okruški in praske so ohranjeni na način, skladen z uporabo, sočasno najdene fosilne čeljusti lignjev pa enakega vzorca nimajo. Avtorji obrabo primerjajo z današnjimi durofagnimi glavonožci — živalmi, ki jedo trd plen.

Obraba je bila asimetrična. Desni rob čeljusti je bil pri obeh vrstah bolj obrabljen od levega. Avtorji to razlagajo kot možno vedenjsko lateralizacijo: prednostno uporabo ene strani. Ker je lateralizirano vedenje pri današnjih živalih povezano s kompleksnimi živčnimi sistemi, predlagajo, da so te zgodnje hobotnice morda že imele napredne kognitivne sposobnosti.

Kaj to verjetno pomeni

Najmočnejša ekološka razlaga je, da plavutaste hobotnice pozne krede niso bile vse majhne obrobne živali v ekosistemih, ki so jim dominirali veliki vretenčarji. Argument za vlogo vrhunskih plenilcev združuje dve ugotovitvi: velikansko ocenjeno telesno velikost in durofagno mesojedost — ponavljajoče obdelovanje trdega živalskega plena — sklepano iz obrabe čeljusti. Skupaj podpirata možnost, da se je nevretenčarska linija uvrstila v vrhnjo raven prehranskega spleta, ki jo sicer povezujemo z mozazavri, plesiozavri, velikimi ribami in morskimi psi.

Zanimiva je tudi evolucijska zgodba. Morski vretenčarski plenilci in glavonožci iz linije hobotnic so do plenilskega načina življenja prišli po zelo različnih poteh. Vretenčarji so razvili čeljusti, hidrodinamična telesa in pogosto zmanjšali zunanji oklep. Sorodniki hobotnic so zmanjšali ali ponotranjili lupine, postali mehki in gibljivi, pri tem pa obdržali močne čeljusti in prožne lovke. Članek to predstavi kot konvergentno pot do velikih in inteligentnih morskih plenilcev.

Bolj špekulativen del zadeva vedenje. Obsežna obraba podpira prehranjevanje s trdim plenom. Velika velikost podpira ekološko pomembnost. Asimetrična obraba podpira možnost lateraliziranega

vedenja. Toda »napredna inteligenca« je sklep, ne neposredna fosilna meritev. Glede na biologijo hobotnic je razlaga verjetna, vendar je ne smemo predstaviti kot močnejšo od dokazov.

Česa to ne dokazuje

- **Ne** ohranja celega telesa velikanske hobotnice. Rekonstrukcija temelji predvsem na čeljustih, telesna velikost pa je sklepana iz skaliranja pri današnjih plavutastih hobotnicah.
- **Ne** kaže vsebine želodca ali neposrednih ostankov plena. Prehranjevanje s trdim plenom sklepamo iz obrabe čeljusti, ne iz fosiliziranega obroka.
- **Avtorski raziskovalni članek ne** predlaga, da so jedle mozazavre, plesiozavre ali druge velike morske plazilce. V raziskovalnem besedilu so te živali navedene le kot primerjava telesne velikosti in ekološkega položaja.
- **Ne** daje natančne telesne dolžine. Ocene so razponi, največja številka pa je zgornja ocena.
- **Ne** meri inteligence neposredno. Asimetrična obraba čeljusti je interpretirana kot možna vedenjska lateralizacija, ki lahko nakazuje kompleksno vedenje; do vedenjskih sposobnosti živali nas loči več sklepnih korakov.
- **Ne** pomeni, da so bile vse zgodnje hobotnice velikanke. Trditev velja za ti dve vrsti Nanaimoteuthis, zlasti N. haggarti, ne za vse zgodnje linije hobotnic.

Kako močni so dokazi?

Za obstoj zelo velikih krednih čeljusti iz linije hobotnic so dokazi močni: članek predstavi opisane primerke, digitalne modele, stratigrafski kontekst ter primerjave z današnjimi in fosilnimi čeljustmi glavonožcev.

Za prehranjevanje s trdim plenom so dokazi prav tako razmeroma močni. Vzorci obrabe so podrobno dokumentirani — okruški, praske, zglajenost, razpoke in asimetrična izguba — avtorji pa precej pozornosti namenijo izključevanju poškodb pri preparaciji in drgnjenja med transportom. Primerjava z današnjimi durofagnimi glavonožci je razumen most.

Za natančno telesno velikost in status vrhunskega plenilca naj bo zaupanje zmernejše. Ocene velikosti so odvisne od alometričnega skaliranja današnjih dolgopostavnih plavutastih hobotnic. Ekološka vloga je izpeljana iz kombinacije ocenjene velikosti in durofagne mesojedosti, ne neposredno opazovana. Argument je skladen, vendar je to ekološka rekonstrukcija, ne neposreden popis prehranskega spleta.

Zakaj je pomembno

Ta članek je dober primer, kako paleontologija iz delnih dokazov brez čarovnije zgradi močne trditve. Čeljust je predmet. Obraba je vedenjska sled. Skalirna krivulja je most od trdega fosila do mehkega telesa. Vsak korak poveča razlagalno moč in hkrati negotovost. Prav to lekcijo je vredno ohraniti.

Popravlja tudi znano predstavo. Kredna morja si navadno predstavljamo kot svet velikih vretenčarskih plenilcev in manjšega plena z lupinami. Ti fosili kažejo, da nekateri mehki nevretenčarji morda niso le živeli pod vrhom tega prehranskega spleta. Morda so tekmovali v njegovih najvišjih ravneh.

Rezultat je zelo slikovit, toda čista zgodba ni »kraken je bil resničen«. Zgodba je, da so velike zgodnje plavutaste hobotnice pustile čeljusti, iz katerih so raziskovalci rekonstruirali velikanska telesa in ponavljajoče prehranjevanje s trdim plenom — kombinacijo, ki omogoča resen, a še vedno sklepni argument za nevretenčarske vrhunske plenilce v dobi morskih plazilcev.

Kratek povzetek

Raziskovalci so ponovno preučili kredne fosilne čeljusti glavonožcev z Japonske in otoka Vancouver ter z barvno brusilno tomografijo in segmentacijo z AI brez namenskega učenja digitalno rekonstruirali čeljusti, skrite v japonskih kamninah, kot podrobne 3D-primerke. Več fosilnih taksonov so združili v dve vrsti **Nanaimoteuthis**, ki ju razlagajo kot zgodnji plavutasti hobotnici. Fosili podaljšajo zapis plavutastih hobotnic do približno **100 milijonov let** v preteklost. Iz skaliranja velikosti čeljusti avtorji ocenjujejo skupno dolžino približno **2,8–7,7 m** za **N. jeletzkyi** in **6,6–18,6 m** za **N. haggarti**. Močna obraba čeljusti — okruški, praske, zglajenost, razpoke in asimetrična izguba roba — kaže na ponavljajoče drobljenje trdega plena in morda lateralizirano vedenje. Kombinacija velikanske ocenjene velikosti in durofagne mesojedosti podpira razlago, da so te hobotnice morda zasedale najvišjo raven morskih prehranskih spletov. Dokazi ne vključujejo celih teles, natančnih dolžin, prepoznanega plena ali neposrednih meritev inteligence. Avtorski raziskovalni članek ne predlaga plenjenja velikih morskih plazilcev.

Preverjanje brez olepševanja

Kaj članek kaže: Velike kredne čeljusti iz linije hobotnic, revidirane kot dve vrsti Nanaimoteuthis in uvrščene med plavutaste hobotnice; starejši zapis za Cirrata; ocene telesne velikosti, ki segajo do več metrov in morda do 18,6 m; močno obrabo odraslih čeljusti, skladno s prehranjevanjem s trdim plenom; asimetrično obrabo, skladno z možno lateralizacijo vedenja.

Kaj je verjetno, vendar ni dokazano: Da je bila N. haggarti med največjimi znanimi nevretenčarji; da so te živali res zasedale vloge vrhunskih plenilcev; da asimetrična obraba odraža lateralizirano vedenje in napredno kognicijo.

Česa ne kaže: Fosilov celotnega telesa; neposrednega plena ali želodčne vsebine; natančnih telesnih

dolžin; plenjenja velikih morskih plazilcev; neposrednega dokaza inteligence; da so bile vse zgodnje hobotnice velikanke.

Glavne omejitve: Telesna velikost je izpeljana z večstopenjskim modelom od čeljusti do plašča in nato skupne dolžine; status vrhunskega plenilca je sklepan iz ocenjene velikosti in durofagne mesojedosti; vedenje iz asimetrične obrabe; fosili ohranjajo čeljusti, ne celih živali ali neposrednega plena.

Koliko zaupanja naj ima splošni bralec? Visoko, da fosili vključujejo zelo velike čeljusti zgodnjih plavutastih hobotnic z močnimi dokazi obrabe. Srednje, da so največji osebki dosegli zgornji del ocene 6,6–18,6 m. Srednje, da so bili pravi vrhunski plenilci in ne le zelo veliki mesojedi s trdim plenom. Nizko, da lahko natančno govorimo o njihovi inteligenci. Primerna drža: spektakularna fosilna zgodba, vendar zgrajena iz čeljusti in sklepov, ne iz popolne morske pošasti.

Posodobitve po objavi

- **Popravek · 2026-07-26**

  Po povratnih informacijah dopisnega avtorja Yasuhiroja Ibe smo izrecno zapisali, da avtorski raziskovalni članek velike morske plazilce uporablja kot primerjavo, ne kot plen, ter pojasnili razliko med avtorskim raziskovalnim člankom in ločenim uredniškim povzetkom revije Science glede pripisovanja plena. Razširili smo tudi opis metode digitalnega iskanja fosilov in dokazov za vlogo vrhunskega plenilca ter preverili celoten dodatni material.

Viri

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