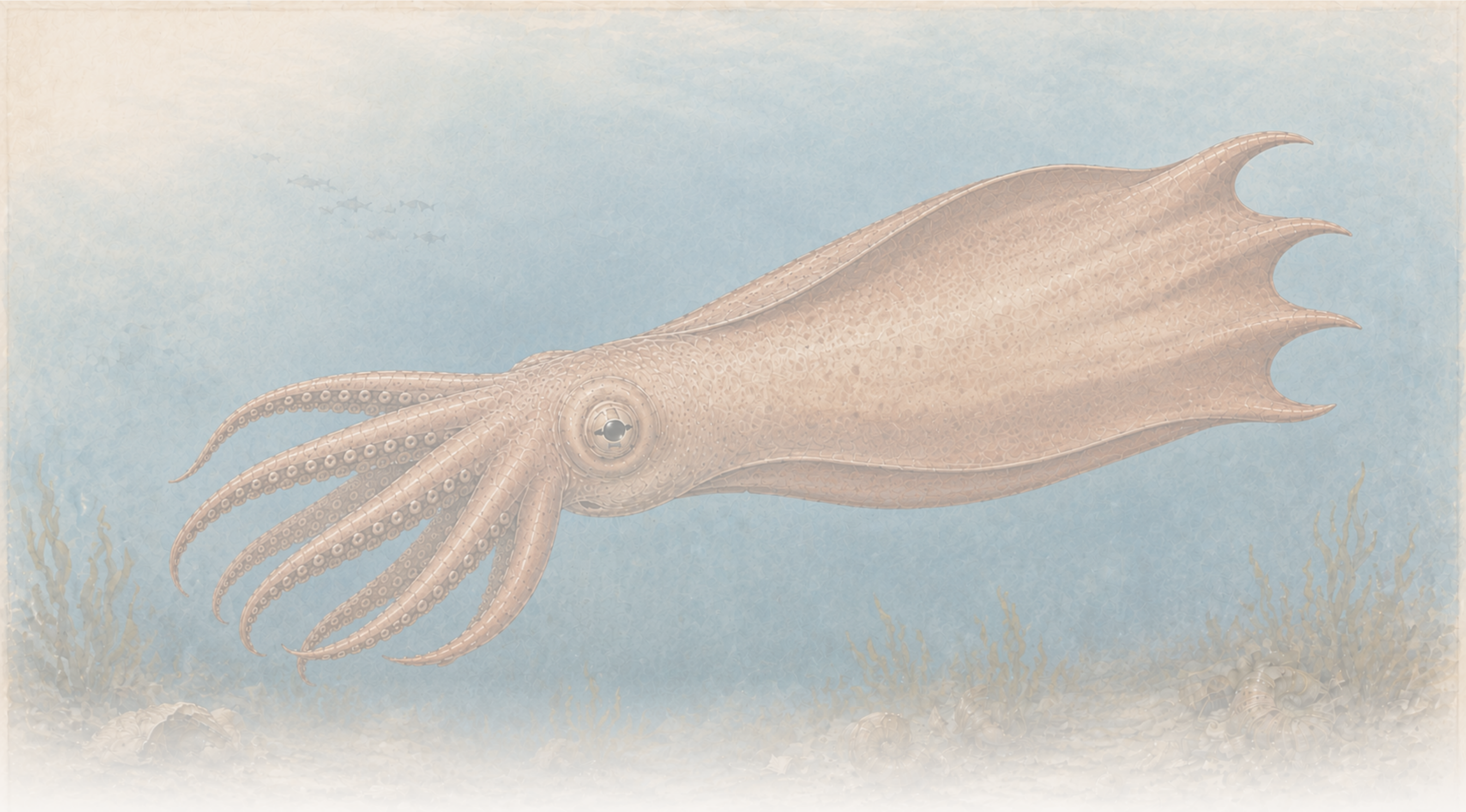


The Clean Paper

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

ግዙፍ የCretaceous octopus-ዎች top predators ሊሆኑ ይችሉ ነበር — ግን ማስረጃው ከመንጋጋ ይጀምራል፣ ከባሕር ጭራቅ አይደለም

በScience የታተመ ጥናት ግዙፍ የCretaceous cephalopod መንጋጋዎችን እንደገና መርምሮ ሁለት Nanaimoteuthis species ቀደምት finned octopuses እንደነበሩ ይከራከራል። የአካል መጠን ግምቶቹ በርካታ ሜትሮችን እና ምናልባት እስከ 18.6 m ይደርሳሉ። ብዙ የመንጋጋ መሸርሸር hard-prey crushingን ያመለክታል፤ asymmetric wear ደግሞ lateralized behaviorን ሊጠቁም ይችላል። ንጹሁ ታሪክ “kraken እውነት ነበር” አይደለም፤ ከመንጋጋ፣ መሸርሸር፣ taxonomy እና scaling የተገነባ መልሶ-ግንባታ ነው።

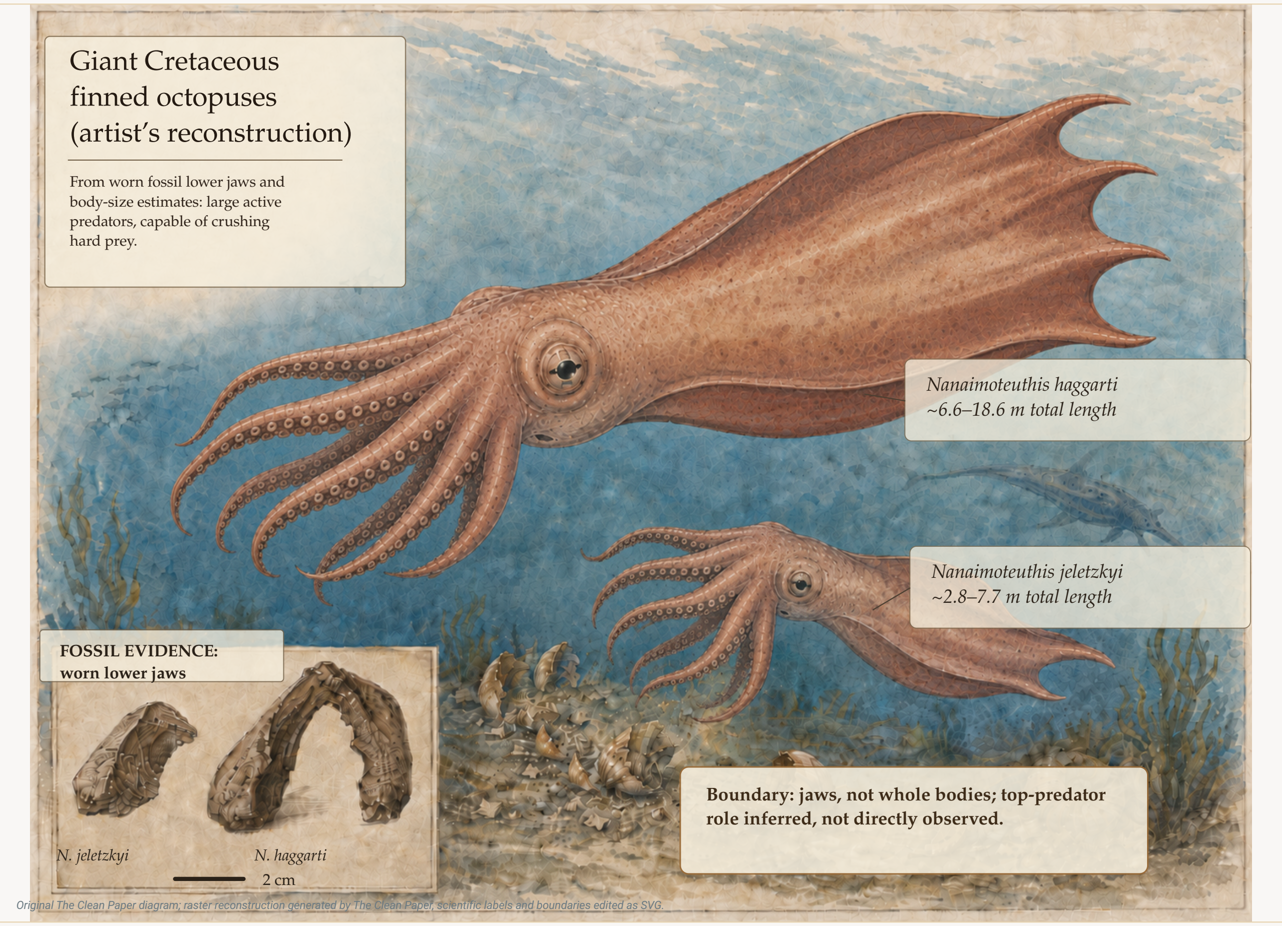
Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

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

የ“kraken” ታሪኩን ወደ ቅሪተ አካሉ ስንመልስ

የቅሪተ አካል መንጋጋ ራሱ እንስሳው አይደለም። በአብዛኛው ለስላሳ ከነበረ ሰውነት የተረፈ ጠንካራ ክፍል ነው፤ paleontologists እንስሳውን በሕይወት እንዳዩት ሳያስመስሉ ከዚህ ክፍል anatomy፣ ባህሪ እና ecologyን መገንባት አለባቸው። ይህ ጥናት በጣም ማራኪ እና በቀላሉ ሊጠቃለል የሚችል የሆነው ለዚህ ነው። ቀላሉ ርዕስ “kraken-የሚመስሉ ግዙፍ ኦክቶፖድ-ዎች የCretaceous ባሕሮችን ገዙ” ሊሆን ይችላል። ጥንቃቄ ያለው አባባል ግን ይሻላል፦ በተለየ ሁኔታ የተጠበቁ የቅሪተ አካል መንጋጋዎች ቀደምት ክንፍ ያለው ኦክቶፖዶች መካከል አንዳንዶቹ እጅግ ትልቅ ሥጋተኞች እንደነበሩ፣ ጠንካራ እንስሳትን በተደጋጋሚ እንደሚሰብሩ እና በLate Cretaceous የባሕር ምግብ ሰንሰለት ከፍተኛ ደረጃ ላይ ሊደርሱ እንደቻሉ ያመለክታሉ።

ይህ ብቻውን አስደናቂ ነው። እንደ የባሕር ጭራቅ ታሪክ ሳይሆን ከመንጋጋዎች፣ ከመሸርሸር ንድፎች፣ taxonomy እና body-size scaling የተገነባ ሳይንሳዊ መልሶ-ግንባታ እንደሆነ መነበብ ይገባል።



በጥናቱ የተመረመሩትን ሁለት Nanaimoteuthis ዝርያዎች የሚያሳይ የአርቲስት መልሶ-ግንባታ፣ እና የአካል መጠን ግምቱ ቀጥተኛ ማስረጃ የሆኑት የቅሪተ አካል የታችኛው መንጋጋዎች። ምስሉ መልሶ-ግንባታ ነው፣ የቅሪተ አካል ፎቶ አይደለም፤ የተጠበቀው ማስረጃ መንጋጋዎቹ ናቸው፣ የአካል ርዝመት እና top-predator ሚና ግን ከscaling፣ ከመሸርሸር ንድፎች እና ecology የተገመቱ ናቸው።

Original hybrid diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

ደራሲዎቹ ምን አደረጉ?

ደራሲዎቹ ኦክቶፖዶች እና ዘመዶቻቸውን የሚያካትተው ሰፊው octobrachian cephalopod ቡድን ከCretaceous ዘመን የተገኙ የቅሪተ አካል መንጋጋዎችን እንደገና መርምረዋል። ቀደም ሲል ከJapan እና Vancouver Island 15 ትልልቅ መንጋጋዎች ተዘግበው ነበር። ቡድኑ በተጨማሪ በJapan ከአምስት carbonate concretions ውስጥ 12 መንጋጋዎችን በdigital fossil-mining አገኘ።

ይህ ዘዴ ከፍተኛ-resolution፣ full-color grinding tomographyን ከzero-shot learning AI ሞዴል ጋር አጣመረ፤ ሞዴሉ በእነዚህ ቅሪተ አካላት ላይ በተለይ አልተማረም። ተመራማሪዎቹ እያንዳንዱን concretion በ50-micrometer intervals ፈጭተው፣ እያንዳንዱ አዲስ የተገለጠ ወለል ፎቶ አነሱ። DEVA የተባለ segmentation ሞዴል በእያንዳንዱ ምስል ውስጥ መንጋጋውን የሚለይ ዲጂታል mask ፈጠረ። ተመራማሪዎቹ mask-ዎቹን ከዋናዎቹ ምስሎች ጋር አረጋግጠው፣ ከዚያ በአነስተኛ smoothing የመጀመሪያ ቀለም ያላቸው 3D ሞዴሎች አዘጋጁ። ይህ በዓለት ውስጥ የተደበቁ መንጋጋዎችን ለማግኘት እና ትንንሽ chips፣ scratches እና ሌሎች የመሸርሸር ምልክቶችን ለመመርመር አስችሏል። Grinding tomography አምስቱን የዓለት ናሙናዎች አጠፋቸው፣ ግን የምስል ዳታው፣ masks እና 3D ሞዴሎች ተመዝግበው ተቀምጠዋል።

ከዚያ አራት የተያያዙ ትንታኔዎችን አደረጉ።

መጀመሪያ taxonomyን አሻሻሉ። ቀደም ሲል በአምስት species የተመደቡ መንጋጋዎች ወደ ሁለት species ተደራጁ፦ Nanaimoteuthis jeletzkyi እና Nanaimoteuthis haggarti። ቀደም ሲል ከvampire squid ዘመዶች ጋር የተያያዘ ተደርጎ የታየው genus በዚህ ጥናት ውስጥ በCirrata — ክንፍ ያለው ኦክቶፖዶች — ውስጥ ተቀምጧል።

ሁለተኛ፣ የጊዜ መዝገቡን ወደ ኋላ አራዘሙ። አዲሱ ንብረት N. jeletzkyiን እስከ earliest Cenomanian፣ በግምት 100 ሚሊዮን ዓመታት በፊት ያስመልሳል። ይህ የክንፍ ያለው ኦክቶፖዶች የሚታወቀውን መዝገብ በግምት 15 ሚሊዮን ዓመታት፣ ኦክቶፖዶች በአጠቃላይ ደግሞ በግምት 5 ሚሊዮን ዓመታት ያራዝማል።

ሦስተኛ፣ ከመንጋጋ መጠን የአካል መጠንን ገመቱ። በዘመናዊ long-bodied ክንፍ ያለው ኦክቶፖዶች የallometric relationships በመጠቀም ማንትል lengthን እና ከዚያ total lengthን ገመቱ። ግምቶቹ ሰፊ ናቸው፦ N. jeletzkyi አጠቃላይ ርዝመቱ በግምት 2.8–7.7 ሜትር፣ N. haggarti ደግሞ 6.6–18.6 ሜትር ይሆን ነበር ብለዋል። "Kraken" የሚለው ቃል የሚመጣው በተለይ ከዚህ ከፍተኛ ግምት ነው።

ተጨማሪ የmethods ክፍሉ የscaling ሰንሰለቱን በግልጽ ያሳያል። አስፈላጊ በሆነበት ቦታ የተሸረሸሩ ወይም በአየር ሁኔታ የተጎዱ የመንጋጋ ዳርቻዎችን መልሰው ገነቡ፣ ከዚያም በlower-jaw hood length እና ማንትል length መካከል 12 species-specific relationships ተጠቀሙ። በሚመለከታቸው ዘመናዊ specimens የሚከሰት አማካይ 39% fixation shrinkageን አስተካከሉ፣ ማንትል lengthንም total length ለማድረግ ከlong-bodied living ክንፍ ያለው ኦክቶፖዶች የተገኘውን 4.2 ሬሾ ተጠቀሙ። ይህ ሂደት የሚሰጠው ክልል ነው፣ የቅሪተ አካሉን ሙሉ አካል ቀጥታ መለኪያ አይደለም።

አራተኛ፣ መሸርሸሩን መርምረዋል። በትልልቅ መንጋጋዎች ውስጥ በወጣት እንስሳት ላይ ሾል የሚሆኑ ክፍሎች ድንዝዝ እና ክብ ሆነው ነበር። Chips፣ scratches፣ polished ገጾች፣ cracks እና የመንጋጋ ዳርቻ ያልተመጣጠነ መጥፋት ታይቷል። ደራሲዎቹ ይህን ጠንካራ እንስሳትን በተደጋጋሚ የመስበር ማስረጃ እና ምናልባት lateralized ባህሪ እንደሆነ ይተረጉማሉ።

ምን አገኙ?

እነዚህ ምናልባት ቀደምት ክንፍ ያለው ኦክቶፖዶች ነበሩ፣ vampire squids አይደሉም። ተጨማሪ taxonomy ሁለት የተያያዙ እርምጃዎችን ይለያል። እያንዳንዱ bridge hoodን ከlateral wall የሚያገናኝ የመንጋጋ ክፍል ነው። በNanaimoteuthis ውስጥ እነዚህ bridges በውስጥ እና በውጭ የመንጋጋ plates ሙሉ በሙሉ ተሸፍነዋል፤ ይህ genusውን በCirrata ውስጥ ለማስቀመጥ ይደግፋል። ሰፊዎቹ የመንጋጋ wings ደግሞ ወደ long-bodied ክንፍ ያለው ኦክቶፖዶች ቡድን መመደቡን ይደግፋሉ። ስለዚህ ጥናቱ "ትልቅ cephalopod" ብቻ አይልም፤ እነዚህ ቅሪተ አካላት በኦክቶፖድ ዝግመተ ለውጥ ውስጥ ያላቸውን ቦታ ይቀይራል።

አሮጌ ነበሩ። አዲሶቹ specimens ክንፍ ያለው ኦክቶፖዶችን ወደ 100 ሚሊዮን ዓመታት በፊት ያስመልሳሉ። ይህም ከሚታወቁ ቀደምት ኦክቶፖድ-መስመር እንስሳት መካከል ያደርጋቸዋል።

እጅግ ትልቅ ሊሆኑ ይችሉ ነበር። የአካል መጠን ግምቶቹ ከተጠበቁ ሙሉ አካላት ቀጥተኛ መለኪያ አይደሉም፤ ከመንጋጋዎች የተሰሉ ናቸው። ነገር ግን ቁጥሮቹ ጥንቃቄ ተደርጎ ቢነገሩም ትልቅ ናቸው። N. jeletzkyi በበርካታ ሜትሮች ርዝመት ይገመታል። N. haggarti እስከ 18.6 ሜትር ድረስ ሊደርስ እንደቻለ ተገምቷል፣ ይህም ከወቅቱ ትልልቅ የባሕር አዳኞች እና ከዛሬ ትልልቅ cephalopods ጋር በመጠን የሚወዳደር ነው።

መንጋጋዎቹ በጣም ተሸርሽረው ነበር። በትልልቅ specimens የጠፋው የመንጋጋ ክፍል ከጠቅላላ ርዝመቱ በግምት 10% ደርሷል። ደራሲዎቹ ይህ በpreparation የተፈጠረ ጉዳት ወይም በመጓጓዣ መሸርሸር አይደለም ብለው ይከራከራሉ። Specimens ከlow-ኢነርጂ outer-shelf deposits ተገኝተዋል፣ chips እና scratches ከአጠቃቀም ጋር ተስማሚ በሆነ ሁኔታ ተጠብቀዋል፣ እና አብረው የተገኙ fossil squid jaws ተመሳሳይ ንድፍ አያሳዩም። ንፅፅሩ ከዘመናዊ durophagous cephalopods — ጠንካራ እንስሳትን ከሚበሉ — ጋር ነው።

መሸርሸሩ በሁለቱ ጎኖች እኩል አልነበረም። በሁለቱ species የቀኝ የመንጋጋ ዳርቻ ከግራው ይበልጥ ተሸርሿል። ደራሲዎቹ ይህን ምናልባት የባህሪ lateralization — አንድ ጎንን ከሌላው ይበልጥ የመጠቀም ልማድ — እንደሆነ ይተረጉማሉ። በዘመናዊ እንስሳት lateralized ባህሪ ከውስብስብ nervous ሥርዓቶች ጋር ስለሚያያዝ፣ እነዚህ ቀደምት ኦክቶፖዶች የላቀ የነርቭ ችሎታ ሊኖራቸው እንደቻለ ያቀርባሉ።

ይህ ምናልባት ምን ማለት ነው?

ጠንካራው የecology ትርጓሜ የLate Cretaceous ክንፍ ያለው ኦክቶፖዶች በትልልቅ vertebrates በተቆጣጠሩ ሥነ-ምህዳሮች ውስጥ ሁሉም ትናንሽ የጀርባ እንስሳት አልነበሩም የሚል ነው። የtop-predator ክርክሩ ሁለት ውጤቶችን ያጣምራል፦ እጅግ ትልቅ የተገመተ መጠን እና ከመንጋጋ መሸርሸር የተገመተ durophagous carnivory። እነዚህ በአንድነት አንድ invertebrate lineage በmosasaurs፣ plesiosaurs፣ ትልልቅ ዓሦች እና sharks ጋር የሚያያዝ የምግብ ሰንሰለት ከፍተኛ ደረጃ ላይ ሊገኝ እንደቻለ ይደግፋሉ።

የዝግመተ ለውጥ ታሪኩም አስደሳች ነው። Vertebrate የባሕር አዳኞች እና ኦክቶፖድ-መስመር cephalopods ወደ አዳኝነት በተለያዩ መንገዶች ደረሱ። Vertebrates መንጋጋ፣ streamlined bodies እና ብዙ ጊዜ ዝቅ ያለ ውጫዊ armor አገኙ። ኦክቶፖድ relatives ደግሞ ዛጎላቸውን አሳነሱ ወይም ወደ ውስጥ አስገቡ፣ ለስላሳ እና ተንቀሳቃሽ ሆኑ፣ ነገር ግን ኃይለኛ መንጋጋ እና ተለዋዋጭ arms አስቀሩ። ጥናቱ ይህን ወደ ትልቅ እና ውስብስብ የባሕር አዳኞች የሚወስድ convergent path እንደሆነ ያቀርባል።

ይበልጥ ግምታዊው ክፍል ባህሪ ነው። ሰፊ መሸርሸር ጠንካራ ምግብ መብላትን ይደግፋል። ትልቅ መጠን ecology አስፈላጊነትን ይደግፋል። ያልተመጣጠነ መሸርሸር ምናልባት lateralized ባህሪን ይደግፋል። ነገር ግን "advanced intelligence" የተገመተ ትርጓሜ ነው፣ ከቅሪተ አካሉ ቀጥተኛ መለኪያ አይደለም። ከኦክቶፖድ biology አውድ

አንገር ሊሆን ይችላል፣ ግን ማስረጃው ከሚያስችለው በላይ ማጠናከር አይገባም።

ይህ ምን አያረጋግጥም?

- ሙሉ የግዙፍ አክቶፖድ አካል አልተጠበቀም። መልሶ-ግንባታው በዋናነት መንጋጋዎች ላይ ነው፣ body size ደግሞ ከዘመናዊ ክንፍ ያለው-ኦክቶፖድ scaling የተገመተ ነው።
- የሆድ ይዘት ወይም ቀጥተኛ የምግብ ቅሪት አያሳይም። Hard-prey feeding ከመንጋጋ መሸርሸር የተገመተ ነው፣ ከቅሪተ አካል ምግብ አይደለም።
- **የደራሲዎቹ research article** እነዚህ እንስሳት mosasaurs፣ plesiosaurs ወይም ሌሎች ትልልቅ የባሕር reptilesን ይበሉ ነበር ብሎ **አይጠቁምም**። በresearch text ውስጥ እነዚያ እንስሳት የመጠን እና ecological position ንፅፅር ናቸው።
- ትክክለኛ የአካል ርዝመት አይሰጥም። ግምቶቹ ranges ናቸው፣ 18.6 m የሚለውም ከፍተኛው ግምት ነው።
- Intelligenceን በቀጥታ አይለካም። ያልተመጣጠነ መሸርሸር ምናልባት የባህሪ lateralization እንደሚያመለክት ተተርጉሟል፣ እሱም ወደ ውስብስብ ባህሪ የሚወስድ በርካታ የግምት ደረጃዎች አሉት።
- ሁሉም ቀደምት ኦክቶፖዶች ግዙፎች ነበሩ ማለት አይደለም። አባባሉ እነዚህን Nanaimoteuthis species፣ በተለይ N. haggartiን ይመለከታል።

ማስረጃው ምን ያህል ጠንካራ ነው?

በCretaceous ዘመን ትልቅ ኦክቶፖድ-መሰመር jaws እንደነበሩ ማስረጃው ጠንካራ ነው። ጥናቱ የተገለጹ specimens፣ digital ሞዴሎች፣ stratigraphic context እና ከዘመናዊ/ቅሪተ አካል cephalopod jaws ጋር ንፅፅር ያቀርባል።

Hard-prey feeding ላይ ያለው ማስረጃም በቂ ጠንካራ ነው። የመሸርሸር ምልክቶቹ — chips፣ scratches፣ polish፣ cracks፣ asymmetric መጥፋት — በዝርዝር ተመዝግበዋል፣ እና ደራሲዎቹ preparation damage እና transport abrasionን ለማስወገድ ጥረት አድርገዋል። ከዘመናዊ durophagous cephalopods ጋር የሚደረገው ንፅፅር ምክንያታዊ ነው።

ለትክክለኛ body size እና top-predator status ግን እምነቱ መካከለኛ መሆን ይገባል። Size estimates ከliving long-bodied ክንፍ ያለው ኦክቶፖዶች የallometric scaling ላይ ይመሰረታሉ። Ecological role የተገመተው ከትልቅ መጠን እና durophagous carnivory ጥምረት ነው፣ በቀጥታ የታየ አይደለም። ክርክሩ የተዋቀረ ነው፣ ግን ቀጥተኛ የfood web ቆጠራ ሳይሆን ecological reconstruction ነው።

ለምን ይጠቅማል?

ይህ ጥናት paleontology ከከፊል ማስረጃ ጠንካራ አባባሎችን እንዴት እንደሚገነባ ጥሩ ምሳሌ ነው። መንጋጋው ቀጥተኛ ነገሩ ነው። መሸርሸሩ የባህሪ ዱካ ነው። Scaling curve ከጠንካራ ቅሪተ አካል ወደ ለስላሳ አካል የሚያገናኝ ድልድይ ነው። እያንዳንዱ ደረጃ የማብራሪያ ኃይልን ይጨምራል፣ እርግጠኛነት የሌለውንም ይጨምራል። ይህ ሊጠበቅ የሚገባው ትምህርት ነው።

በተጨማሪም የተለመደ ምስልን ያስተካክላል። Cretaceous ባሕሮች ብዙውን ጊዜ ትልልቅ vertebrate predators እና

ትናንሽ shelled prey ያለበት ዓለም ተደርገው ይታሰባሉ። እነዚህ ቅሪተ አካላት አንዳንድ soft-bodied invertebrates በዚያ ምግብ ሰንሰለት ታች ብቻ እንዳልነበሩ ያመለክታሉ፤ ከፍተኛ ደረጃዎቹ ላይም ሊወዳደሩ ይችሉ ነበር።

ውጤቱ በምስል በጣም አስደናቂ ነው፣ ግን ንጹሁ ታሪክ "kraken እውነት ነበር" አይደለም። ትልልቅ ቀደምት ክንፍ ያለው ኦክቶፖዶች መንጋጋዎችን ትተዋል፤ ከእነዚያ መንጋጋዎች ተመራማሪዎቹ ግዙፍ አካላትን እና ተደጋጋሚ hard-prey feedingን መልሰው ገንብተዋል። ይህ ጥምረት በmarine reptiles ዘመን invertebrate top predators እንደነበሩ የሚያመለክት ከባድ ግን ገና inferential የሆነ ክርክር ይሰጣል።

ንጹህ ማጠቃለያ

ተመራማሪዎች ከJapan እና Vancouver Island የተገኙ የCretaceous cephalopod መንጋጋዎችን እንደገና መርምረው፣ full-color grinding tomography እና zero-shot AI segmentation በመጠቀም በJapanese rocks ውስጥ የተደበቁ መንጋጋዎችን ዝርዝር 3D specimens አድርገው መልሰው ገንብተዋል። በርካታ fossil taxaን ወደ ሁለት Nanaimoteuthis species እንደገና አደራጅተው፣ እነዚህን እንደ ቀደምት ክንፍ ያለው ኦክቶፖዶች ተርጉመዋል። ቅሪተ አካላቱ የክንፍ ያለው ኦክቶፖዶች መዝገብን ወደ 100 ሚሊዮን ዓመታት በፊት ያራዝማሉ። ከመንጋጋ መጠን scaling በመጠቀም N. jeletzkyi በግምት 2.8–7.7 m፣ N. haggarti ደግሞ 6.6–18.6 m total length እንደነበረ ገምተዋል። ብዙ የመንጋጋ መሸርሸር — chips፣ scratches፣ polish፣ cracks እና asymmetric edge መጥፋት — ጠንካራ ምግብን በተደጋጋሚ መስበርን እና ምናልባት lateralized ባህሪን ያመለክታል። ግዙፍ የተገመተ መጠን ከdurophagous carnivory ጋር ሲጣመር እነዚህ ኦክቶፖዶች በmarine food webs ከፍተኛ ደረጃ ላይ ሊሆኑ እንደቻሉ ይደግፋል። ነገር ግን ሙሉ አካል፣ ትክክለኛ ርዝመት፣ የተለየ ምግብ ወይም ቀጥተኛ የintelligence መለኪያ የለም። የደራሲዎቹ research article ትልልቅ marine reptilesን እንደ prey አያቀርብም።

ያለ ማጋነን ማረጋገጫ

ጥናቱ የሚያሳየው: ትልልቅ Cretaceous ኦክቶፖድ-መስመር jaws፣ ወደ ሁለት Nanaimoteuthis species የተሻሻለ taxonomy እና በክንፍ ያለው ኦክቶፖዶች ውስጥ ምደባ፤ የCirrata የቆየ መዝገብ፤ በርካታ ሜትሮች እና ምናልባት እስከ 18.6 m የሚደርሱ body-size estimates፤ hard-prey feeding ጋር የሚስማማ የadult jaw wear፤ እና ምናልባት lateralized ባህሪ ጋር የሚስማማ asymmetric wear።

ሊሆን የሚችል ግን ያልተረጋገጠ: N. haggarti ከሚታወቁት ትልልቅ invertebrates መካከል እንደነበረ፤ እነዚህ እንስሳት እውነተኛ top-predator roles እንደነበራቸው፤ እና asymmetric wear የባህሪ lateralization እና advanced cognitionን እንደሚያመለክት።

የማያሳየው: ሙሉ-body fossils፤ ቀጥተኛ prey ወይም stomach contents፤ ትክክለኛ body lengths፤ ትልልቅ marine reptilesን እንደበሉ፤ ቀጥተኛ intelligence ማስረጃ፤ ወይም ሁሉም ቀደምት ኦክቶፖዶች ግዙፍ እንደነበሩ።

ዋና ገደቦች: Body size ከjaw ወደ ማንትል እና ከማንትል ወደ total length በበርካታ ደረጃ ያለ scaling ሞዴል የተገመተ ነው፤ top-predator status ከተገመተ መጠን እና durophagous carnivory የተገመተ ነው፤ ባህሪ ከasymmetric wear የተገመተ ነው፤ ቅሪተ አካላቱ መንጋጋዎችን ይጠብቃሉ፣ ሙሉ አካል ወይም ቀጥተኛ prey አይደሉም።

አጠቃላይ አንባቢ ምን ያህል ሊተማመን ይገባል? እነዚህ ቅሪተ አካላት በጣም ትልቅ የቀደምት ክንፍ ያለው-ኦክቶፖድ jaws እና ጠንካራ የመሸርሸር ማስረጃ እንዳላቸው ከፍተኛ እምነት። ትልቁ እንስሳ የ6.6–18.6 m ክልል ከፍተኛ

ጫፍ ላይ እንደደረሰ መካከለኛ እምነት። እውነተኛ top predator እንደነበረ ከ“ትልቅ hard-prey carnivore” በላይ ለመናገር መካከለኛ እምነት። ስለintelligence የተለየ ነገር ለመናገር ዝቅተኛ እምነት። ተገቢው አቀራረብ፦ አስደናቂ የቅሪተ አካል ታሪክ ነው፣ ግን ከመንጋጋ እና መደምደሚያ የተገነባ እንጂ ከተጠበቀ ሙሉ የባሕር ጭራቅ አይደለም።

ከህትመት በኋላ የተደረጉ ማሻሻያዎች

- **እርማት · 2026-07-26**

  ከcorresponding author Yasuhiro Iba ግብረ መልስ በኋላ፣ የደራሲዎቹ research article ትልልቅ marine reptilesን እንደ መጠን/ሥነ-ምህዳር ንፅፅር እንጂ እንደ prey እንደማያቀርብ በግልጽ ተጨመረ። የauthored research article እና የScience የተለየ Editor’s Summary በprey attribution ላይ ያላቸው ልዩነትም ተገለጸ። Digital fossil-mining method እና top-predator evidence ተስፋፉ፣ ሙሉ supplementary packageም ተፈተሸ።

ምንጮች

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