The Clean Paper

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

Sebra-amadiinid käsitlevad häälitsusi tähenduslike kategooriatena — kuid see ei ole sama mis keel

Science'i uuring testis, kas sebra-amadiinid kuulevad üksnes erinevaid häälitsusi või korrastavad oma vokaalse repertuaari kategooriatesse, millel on käitumuslik tähendus. Laboratoorsetes eristusülesannetes õppisid linnud kõiki 11 häälitsustüüpi, üldistasid kategooriaid uutele häälitsejatele ja tegid sarnastes olukordades kasutatavate häälitsuste vahel süstemaatilisi vigu sagedamini, kui üksnes akustiline sarnasus ennustaks. See on tugev tõend kategoorilise taju ja operatsionaalse tähenduse vormi kohta. See ei ole tõend, et amadiinidel oleks inimesele sarnane keel, süntaks, avatud sõnavara või kanal inimestega vestlemiseks.

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: *Categorical and semantic perception of the meaning of call-types in zebra finches*, Julie E. Elie, Aude de Witasse-Thézy, Logan Thomas, Ben Malit, and Frédéric E. Theunissen, Science 389, 1210-1215 (2025) · DOI: 10.1126/science.ads8482

Sõna „tähendus” teeb siin täpset tööd

Sebra-amadiinid ei vaja meie luba, et neil oleks seltsielu. Nad häälitsevad, kui on näljased, eraldatud, kurameerivad, ärevil, partneriga kontaktis või konfliktis. Etoloogid saavad need helid jagada **häälitsustüüpideks**: praktilisteks kategooriateks, nagu häire-, kontakt- või kerjamishäälitsused, mida määratlevad heli kuju ja see, mida lind heli kasutades teeb. Raskem küsimus on, kas linnud ise jaotavad häälitsusi samamoodi.

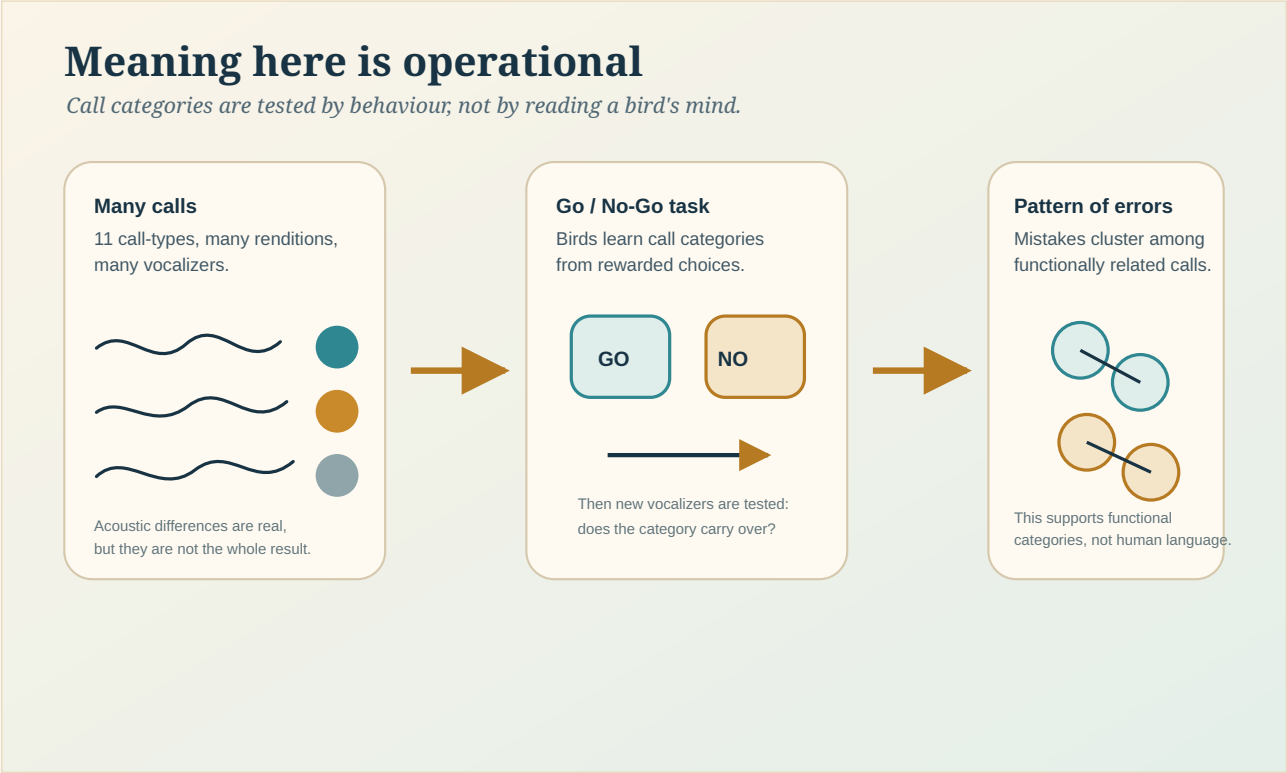
Ajakirjas Science ilmunud töö esitab kitsa, kuid olulise väite: täiskasvanud sebra-amadiinid suudavad omaenda vokaalses repertuaaris olevaid häälitsustüüpe kategoriseerida ning nende eksimused viitavad, et käitumuslikult seotud häälitsused paiknevad lindude tajuruumis üksteisele lähemal, kui üksnes akustika põhjal võiks oodata.

Siin tulebki mängu sõna **semantiline**. See ei tähenda, et lindudel oleksid sõnad inimlikus mõttes. See ei tähenda süntaksit, vestlust ega amadiini ajus peituvat sõnaraamatut. Siin on „tähendus” operatsionaalne: kui kaht häälitsust kasutatakse sarnastes sotsiaalsetes olukordades ja linnud ajavad neid segamini sagedamini, kui üksnes nende heli ennustaks, näib käitumuslik kategooria taju kujundavat.

Puhas versioon ei ole „lindudel on keel”. See on: sebra-amadiinid näivad käsitlevat oma häälitsusi funktsionaalsete kategooriatena ning mõned neist kategooriatest käituvad nii, nagu kannaksid nad tähendust eksperimendi piiratud ja kontrollitavas mõttes.

Sebra-amadiinid (*Taeniopygia guttata*) on väga sotsiaalsed laululinnud, kellel on rikkalik häälitsuste repertuaar; seetõttu sobivad nad hästi mudeliks, millega uurida, kuidas loomad vokaalseid signaale kategoriseerivad.

Christoph Moning / iNaturalist CC BY 4.0



Ülevaatamiseks mõeldud tõendiahela visand: Go/No-Go eristusülesandesse sisestatakse palju näiteid 11 häälitsustüübist; põhitulemus on, et linnud üldistavad kategooriaid uutele häälitsejatele ning nende vead koonduvad häälitsuse funktsiooni, mitte ainult akustilise sarnasuse järgi.

The Clean Paper CC BY 4.0

Mida autorid testisid

Autorid lähtusid olemasolevast sebra-amadiini repertuaari etoloogilisest kaardist. Liigil on ligikaudu **11 etogrammil põhinevat häälitsustüüpi**: kontaktiga, paarisideme ja pesakäitumisega, häire, agressiooni või mittesõbraliku käitumisega, kerjamise ning isaslinnu lauluga seotud häälitsused.

Selle klassifikatsiooni koostasid inimesed. See ühendab akustilised tunnused, heli tekkimise kontekksti ja selle, millist rolli heli sotsiaalses elus tavaliselt täidab. Kuid inimese etogramm ei ole automaatselt looma vaimne kaart. Uuring esitab kolm omavahel seotud küsimust.

Esiteks: kas sebra-amadiinid suudavad kõiki neid häälitsustüüpe eristada?

Teiseks: kas nad üldistavad häälitsustüübi kategooria häälitsejatele, keda nad pole varem kuulnud, selle asemel et lihtsalt üksikuid näiteid pähe õppida?

Kolmandaks: kui nad eksivad, kas vead järgivad ainult akustilist sarnasust või ka häälitsuste käitumuslikku tähendust?

Põhipunkt on, et katse ei palu linnul selgitada, mida häälitsus tähendab. Katse küsib, kas linnu käitumine kontrollitud ülesandes jätab kategooriatest ja tähendusest statistilise jälje.

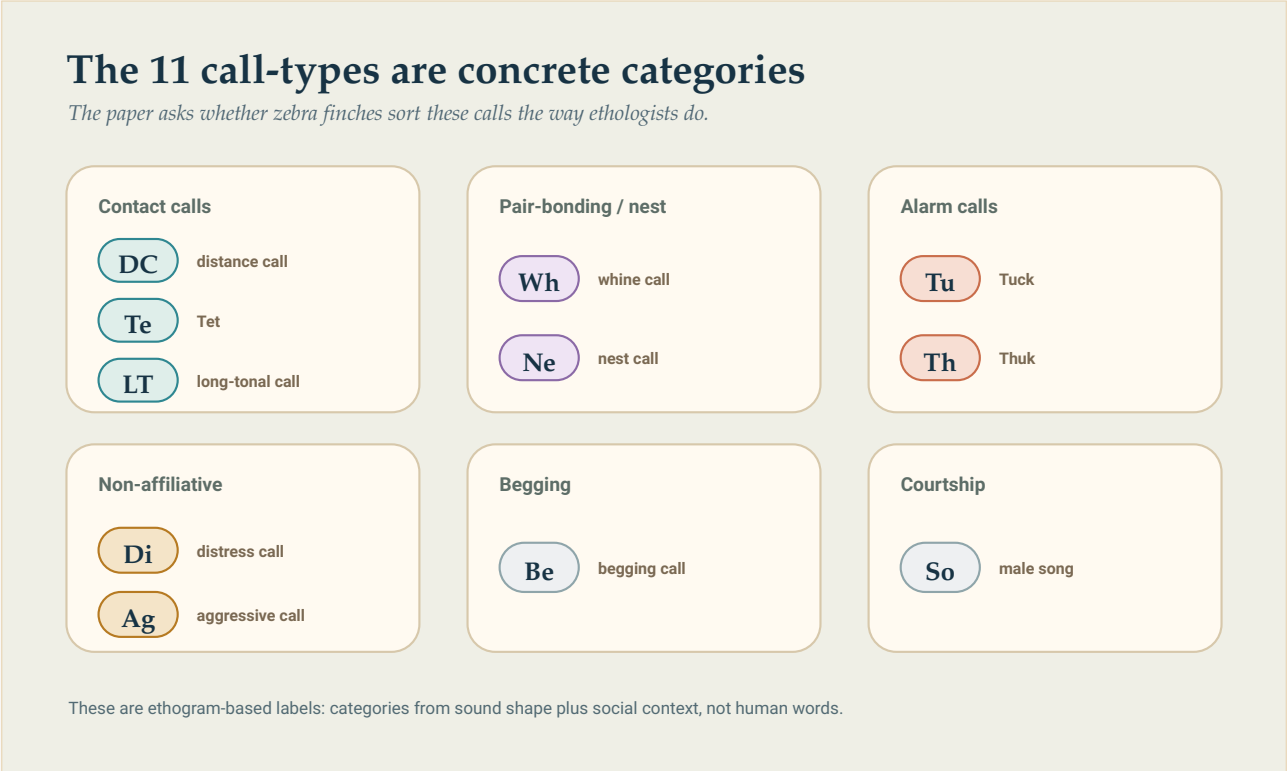
Kuidas katse töötab

Selles töös kannavad kolm mõistet suurt koormust.

Häälitsustüüp on sebra-amadiini heli kategooria. Töö kasutab **etogrammil põhinevaid** häälitsustüüpe ehk käitumiskataloogist pärinevaid kategooriaid: milline heli akustiliselt välja näeb, millal linnud seda tekitavad ja millisesse sotsiaalsesse olukorda see kuulub. **Häälitseja** on lihtsalt üksik lind, kes salvestatud häälitsuse tekitas. **Akustiline kuju** on mõõdetav helimuster; **käitumuslik funktsioon** on see, milleks häälitsust tavaliselt kasutatakse.

Töös testitud 11 häälitsustüüpi ei ole abstraktsed sildid. Need on repertuaar, mida autorid palusid lindudel eristada:

- **Kontakthäälitsused:** distance call (DC), Tet (Te), long-tonal call (LT).
- **Paariside ja pesakäitumine:** whine call (Wh), nest call (Ne).
- **Häirehäälitsused:** Tuck (Tu), Thuk (Th).
- **Mittesõbralikud häälitsused:** distress call (Di), aggressive call (Ag).
- **Kerjamine:** begging call (Be).
- **Kurameerimine:** isaslinnu laul (So).



Töös testitud 11 häälitsustüüpi, rühmitatuna laia sotsiaalse funktsiooni järgi. Sildid on lähteartiklist pärit etogrammil põhinevad kategooriad: need ei ole „sõnad", kuid annavad lugejale konkreetse repertuaari, mida linnud pidid eristama.

The Clean Paper CC BY 4.0

Põhiülesanne oli **Go/No-Go kuulmiseristus**. Lind nokkis valgustatud klahvi, et käivitada kuuesekundiline helisalvestis. Tasustatud häälitsuse puhul oli õige tegu oodata: pärast heli lõppu tõusis söödakandik ja lind sai seemneid. Tasustamata häälitsuse puhul ei andnud ootamine midagi; tõhus oli heli ajal uuesti nokkida, katkestada salvestis ja alustada uut katset. Seega näitavad linnu katkestused, milliseid helisid ta käsitleb kui „mitte tasustatud kategooriat".

Igas testis oli üks häälitsustüüp tasustatud ja ülejäänud kümme mitte. Seejärel vahetasid autorid tasustatud häälitsustüüpi, liikudes läbi kogu repertuaari. Nad kasutasid ka paljude erinevate häälitsejate paljusid salvestusi ning täpselt korduvaid näiteid oli vähe. See on oluline: lind ei saanud lihtsalt üht salvestist pähe õppida. Edu saavutamiseks pidi ta õppima, mis loeb häälitsustüübiks eri lindude häälte ja eri näidete puhul.

Hilisem „tajuruum" ei ole ajupilt ega sõna-sõnaline kaart looma sees. See on vigadest tuletatud kaart. Kui kaht häälitsustüüpi aetakse sageli segi, paigutatakse need selles käitumuslikus kaardis üksteisele lähemale. Autorid võrdlevad seda akustilise kaardiga, mis on loodud üksnes heli tunnustest. Väide muutub huvitavaks alles siis, kui lindude veakaart nihkub häälitsuse funktsiooni, mitte ainult sarnase heli poole.

Mida nad leidsid

Linnud suutsid eristada kogu repertuaari. Kahteteist täiskasvanud sebra-amadiini — kuut isast ja kuut emast — testiti kõigi 11 häälitsustüübi suhtes. Peaaegu kõik testid õnnestusid: **127 häälitsustüübi eristustesti 131-st** olid statistiliselt olulised. Vähesed ebaõnnestumised puudutasid konkreetseid linde ja konkreetseid häälitsustüüpe; üldmuster oli, et iga häälitsustüüpi eristati juhuslikust tasemest paremini.

See on tähtis, sest repertuaar ei ole puhas komplekt eraldiseisvaid piikse. Mõned häälitsustüübid koonduvad akustiliselt, teised lähevad üksteiseks sujuvalt üle. Linnud õppisid kategooriad sellest hoolimata ära.

Nad üldistasid kategooriaid uutele häälitsejatele. Teises katses õppisid linnud eristama kaht häälitsustüüpi väikese hulga häälitsejate näidetest. Järgmisel päeval lisati sama tasustamisreegliga uued häälitsejad. Linnud klassifitseerisid uued häälitsused õigesti juba testi alguses, enne kui nad oleksid saanud iga uue näite tasu kaudu ära õppida. See toetab häälitsustüübi kategoorilist tajumist, mitte üksikute helide päheõppimist.

Kategooria võis uue tasustamisreegli üle trumbata. Kõige tugevam käitumuslik võte tuli siis, kui autorid muutsid ülesande vastuoluliseks. Uute häälitsejate häälitsustele määrati vastupidine tasustamisreegel sellele, mille linnud olid vastava häälitsustüübi kohta õppinud. Kui linnud oleksid lihtsalt järginud uusi akustilisi näiteid, pidanuks nad kohe kohanema. Selle asemel järgisid varased vastused varem õpitud häälitsustüübi kategooriat ja tekitasid süstemaatiliselt valesid tasustamisotsuseid. Päeva jooksul õppisid linnud aeglaselt uue meelevaldse reegli. Just seda võiks oodata, kui loomulik häälitsustüübi kategooria oleks piisavalt reaalne, et vahele segada.

Vead ei olnud ainult akustilised. Autorid võrdlesid häälitsushelide klassifikaatori segiajamistest loodud akustilist ruumi lindude käitumuslikest vigadest loodud tajuruumiga. Need kaks ruumi olid seotud: heli oli endiselt oluline. Kuid samasse käitumuslikku või semantilisse hüperkategooriasse kuuluvad häälitsustüübid paiknesid lindude tajuruumis üksteisele lähemal kui akustilises ruumis. Töö nimetab seda **semantiliseks magnetefektiks**.

Arvudes oli semantilise hüperkategooria järgi koondumine tajukaardis umbes **2,43 korda tugevam** kui akustilises kaardis. Lihtsas keeles: lindude vead tõmbusid funktsionaalse tähenduse, mitte ainult sarnase heli poole.

Mida „semantiline” siin tähendab

See on osa, mis vajab kõige rohkem hoolt. Tavakeeles muutub „semantiline” kiiresti „sõnadeks”. Seda see töö ei tõesta.

Uuring kasutab „semantilist” käitumise ja võrdleva kognitsiooni tähenduses. Häälitsustüübil on oletatav tähendus, sest see on seotud sotsiaalse funktsiooniga: häire, kontakt, kerjamine, agressioon, paariside, kurameerimine. Kui linnud ajavad sama laia sotsiaalsesse kategooriasse kuuluvaid häälitsustüüpe segi sagedamini, kui akustika ennustab, kujundab nende tajuruumi see funktsionaalne

kategooria.

See on oluline tulemus. See viitab, et lind ei kuule lihtsalt spektrogrammi. Lind käsitleb liigispetsiifilisi häälitsusi käitumuslikult korrastatud kategooriatena.

Kuid tõend on siiski kaudne. Autorid ei saa looma mõtteid lugeda ja ütlevad seda ka ise. Nad järeldavad sisemist representatsiooni käitumisest: eristamisest, üldistamisest ja süstemaatilistest vigadest.

Kasulik võrdlus ei ole „amadiini sõnad". Pigem näib linnu kuulmissüsteem muutvat häälitsuste vahelist kaugust selle järgi, milleks neid häälitsusi kasutatakse.

Mida see *ei* tõesta

- See **ei** näita inimesele sarnast keelt. Tulemuses pole süntaksit, grammatikat, kompositsioonilist tähendust ega avatud sõnavara.
- See **ei** näita, et sebra-amadiinidel on „sõnad". Häälitsustüübid on käitumuslike olukordadega seotud liigispetsiifilised vokaalsed kategooriad, mitte sümboolsed sildid, mida saab vabalt ümber kombineerida.
- See **ei** näita vestlust inimestega ega dešifreeritud kanalit lindudega rääkimiseks.
- See **ei** anna otsest ligipääsu vaimsetele seisunditele. Tähendus järeldatakse ülesandekäitumisest ja vigade struktuurist, mitte ei vaadelda seda linnu mõtetes.
- See **ei** näita, et linnud mõistsid uusi tähendusi. Üldistamine uutele häälitsejatele tähendab häälitsustüübi kategooria üldistamist eri isendite helidele.
- See **ei** lahenda küsimust, kuidas need kategooriad arenevad. Uuringus testiti täiskasvanud linde; kuidas kokkupuude ja areng semantilist magnetefekti kujundavad, jääb tulevase töö teemaks.

Kui tugevad on tõendid?

Häälitsustüüpide kategoorilise tajumise kohta on tõendid tugevad. Katse laseb lindudel eristada kogu repertuaari, kasutab paljude häälitsejate paljusid näiteid ning sisaldab üldistamistesti, kus värskelt kuuldud häälitsejad liigitatakse häälitsustüübi järgi. Vastuoluline tasustamistingimus on eriti kasulik, sest näitab, et kategooria võib uue meelevaldse reegli täitmist segada.

Semantilise taju operatsionaalse vormi kohta on tõendid head, kuid rohkem järelduslikud. Semantiline magnetefekt ei ole lihtsalt metafoor: autorid võrdlevad akustilisi ja käitumuslikke kauguskaarte ning leiavad, et käitumuslikult seotud häälitsustüübid koonduvad tajus tugevamalt kui akustikas. See toetab mõtet, et häälitsuse funktsioon kujundab taju.

Inimesele sarnase tähenduse kohta tõendeid pole — ja neid pole vajagi. Töö on huvitavam, kui laseme sellel jääda täpseks. Loomade kommunikatsioon ei muutu väärtuslikuks alles siis, kui see meenutab inimkõnet.

Miks see oluline on

Avalik kiusatus on ilmne. Kui lind kuuleb häälitsust tähenduslikuna, tahab järgmine pealkiri kohe öelda, et me dešifreerime loomade keelt. See hüpe jätab teaduse raske osa vahele.

Hoolikas tulemus on parem. See näitab, kuidas teadlased saavad „tähendust" testida ilma teesklemata, et nad tõlgivad looma mõtteid. Nad saavad küsida, kas loomad nõustuvad inim-etoloogide kategooriatega. Nad saavad küsida, kas uued näited sorteeritakse kategooria järgi. Nad saavad küsida, kas vead järgivad akustilist sarnasust või sotsiaalset funktsiooni. Nii saab vana küsimuse — kas loomade häälitsused tähendavad loomade endi jaoks midagi? — muuta eksperimentaalselt teravamaks.

See viib arutelu ka eemale valest redelist, kus inimestel on keel ja kõigil teistel lihtsalt müra. Sebra-amadiinidel on väike liigispetsiifiline vokaalne repertuaar. Selle repertuaari piires viitab uuring, et linnud tajuvad struktureeritud kategooriaid, mis on seotud sotsiaalse kasutusega. See ei ole meie keel. See on nende kommunikatsioonisüsteem, mida testitakse selle enda tingimustel.

Lühidalt

Science'i uuring testis täiskasvanud sebra-amadiine nende vokaalse repertuaari 11 häälitsustüübi suhtes. Go/No-Go kuulmisülesannetes eristasid linnud kõiki häälitsustüüpe, üldistasid õpitud kategooriaid uute häälitsejate häälitsustele ja järgisid vastuolulises tingimuses alguses häälitsustüübi kategooriat isegi siis, kui see viis valede tasustamisotsusteni. Seejärel võrdlesid autorid akustilist sarnasust käitumuslike vigadega ja leidsid, et sarnastes sotsiaalsetes olukordades kasutatavad häälitsustüübid koondusid lindude tajuruumis tugevamalt kui akustilises ruumis. See toetab kategoorilist taju ja semantilise taju operatsionaalset vormi: linnud näivad korrastavat oma häälitsusi funktsionaalsete kategooriate, mitte ainult heli järgi. See ei näita inimesele sarnast keelt, süntaksit, sõnu, otsest ligipääsu vaimsetele seisunditele ega vestlust lindudega.

Ilustamata kontroll

Mida töö näitab: Täiskasvanud sebra-amadiinid suudavad eristada oma repertuaari 11 etogrammil põhinevat häälitsustüüpi; nad üldistavad häälitsustüübi kategooriaid uutele häälitsejatele ning nende süstemaatilisi vigu kujundavad lisaks akustilisele sarnasusele käitumuslikud või semantilised kategooriad.

Mis on usutav, kuid tõestamata: Et sebra-amadiinidel on häälitsuste tähenduse sisemised representatsioonid; et käitumusliku „semantilise magneti" efekti aluseks on sarnased närvikaardid; et areng ja kokkupuude kujundavad neid kategooriaid viisil, mis sarnaneb teiste õpitud tajukategooriatega.

Mida see ei näita: Inimesele sarnast keelt; grammatikat; avatud sõnavara; sümboolset viitamist inimlikus mõttes; otseseid tõendeid subjektiivsete vaimsete seisundite kohta; viisi, kuidas inimesed saaksid sebra-amadiinidega rääkida.

Peamised piirangud: Töö kasutab laboratoorseid operantülesandeid **12 täiskasvanud linnuga**, mitte loomulikke välisuhtlusi; „semantiline" järeldatakse käitumisest ja vigade struktuurist; areng jääb lahtiseks; tulemus puudutab fikseeritud liigispetsiifilist repertuaari, mitte paindlikku kompositsioonilist keelt.

Kui palju võiks tavalugeja seda usaldada? Kõrge kindlus, et sebra-amadiinid suudavad selles ülesandes oma häälitsustüüpe kategoriseerida ja eristada. Hea kindlus, et nende vead peegeldavad lisaks akustilisele sarnasusele ka funktsionaalseid kategooriaid. Madal kindlus, et see on tõend lindude keelest inimlikus mõttes. Mõistlik hoiak: tugev loomakognitsiooni tulemus tähenduslike vokaalkategooriate kohta, mitte Dr Dolittle'i hetk.

Allikad

Science 389, 1210-1215 (2025)
https://doi.org/10.1126/science.ads8482

Author manuscript in PMC — PMCID PMC12721838
https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12721838/

Behavioral data and analysis code — Zenodo
https://zenodo.org/records/13623969

Zebra finch acoustical database — Figshare
https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11905533.v1