

OSOBITOSTI ZUBALA U MESOJEDA

Marković, T.¹, A. Pervan¹, D. Konjević², Z. Janicki² i V. Njemirovskij³¹ Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, studentice² Zavod za biologiju, patologiju i uzgoj divljači, Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet³ Zavod za dentalnu antropologiju, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

SAŽETAK

Komparativna odontologija područje je znanosti koji se bavi proučavanjem zuba različitih vrsta. Glavna funkcija zuba je primanje i žvakanje hrane te je to glavni uvjet za određivanje njihove građe i izgleda. Osim uloge u procesu hranjenja i obrani od grabežljivaca zubi su važno sredstvo i u društvenom životu, ostvarivanjem položaja pukim pokazivanjem očnjaka, ili u ozbiljnijim slučajevima, primjerice u borbi. Smatra se da pravi zubi sadržavaju dentin koji se stvara tijekom cijelog života, a osim dentina njihovu građu čini i zubna pulpa koja hrani zub, caklina kao najtvrdje tkivo i cement koji je nositelj osnovne supstancije. Postoje različite vrste zuba, a razlikujemo ih ovisno o njihovoj građi, smještaju, funkciji te po vrstama u kojih se pojavljuju. U heterodontnom se zubalu zubi prema položaju i funkciji dijele na kutnjake, pretkutnjake, očnjake i sjekutiće, za razliku od homodontnih koji su isti i najčešće čunjasta oblika. Tri su osnovna dijela zuba (kruna, vrat i korijen zuba), no postoje razlike u položaju korijena, žvačnim plohama, a i sama histološka građa zuba karakteristična je za određenu vrstu životinja. Oblikom, griznom plohom, namjenom i položajem razlikuju se zubi biljojeda, svejeda i mesojeda. Sekodontno zubalo nalazimo u mesojeda s izraženim šiljcima namijenjenim tvrđoj hrani. Zube sisavaca dijelimo na trajne i mliječne, koji nakon nekog vremena ispadaju. Zubi mesojeda nužan su čimbenik u preživljavanju životinja, posebice su u životinja lovaca karakteristične građe i funkcije, s naglašenom funkcijom očnjaka i derača u kopnenih životinja. U mesojeda je dokazana pretpostavka da se jačina ugriza povećava redukcijom broja zuba, skraćivanjem lubanje te promjenama u temporo-mandibularnom zglobu.

UVOD

Komparativna odontologija je područje znanosti koje se bavi poredbenim proučavanjem zuba različitih vrsta životinja (Alt i sur., 1997.), te time izlazi iz okvira klasične stomatologije. Poznavanje osobitosti zuba iznimno je važno radi same usporedbe vrsta, razumijevanja njihovih životnih osobitosti i filogenetskog razvoja, proučavanja statusa okoliša s obzirom na prisutnost onečišćivača ili čak pojedinih uzročnika bolesti te određivanja starosti životinja u sklopu populacijskih istraživanja, odnosno izrade i provjere plana gospodarenja. Primarna funkcija zuba je

primanje i žvakanje hrane te je i osnovni čimbenik koji određuje njihovu građu i izgled. Osim toga, zubi imaju i ulogu u društvenom životu kao sredstvo pokazivanja protivniku, a u pojedinih vrsta i kao sredstvo za obranu. Prema novijim spoznajama o podrijetlu zuba vidljivo je da njihov razvoj može potjecati od ektoderma, endoderma ili pak kombinacije ovih slojeva (Huysseune i sur., 2009.; Fraser i sur., 2010.). Kad je riječ o tome što određuje pojam zub, prema većini autora pravi zubi su oni koji sadržavaju dentin, a građeni su od zubne pulpe, dentina, cakline i cementa, pri čemu raspored tih tvrdih tkiva može varirati ovisno o vrsti. Osim takvih zuba, postoje i druge vrste poput rožnatih zuba ili jajnog zuba za probijanje ljuske jajeta. Rožnati zubi nemaju dentin, nego rožnatu supstanciju što nam govori i sam naziv, te su razvijeni u beščeljusnica (Agnatha), odnosno kružnoustih koje danas predstavljaju paklare i sljepulje (Peyer, 1968.). Rožnati se zubi pojavljuju i u nekih drugih vrsta, primjerice u punoglavaca žaba. Jajni zubi u nekih vrsta gmazova mogu također imati dentinsku osnovu, ali su u načelu zapravo rožnati zubi. Pravi zubi ili dentinski zubi u sisavaca se većinom sastoje od četiri glavna oblika koji odgovaraju i točno određenoj funkciji. Tako razlikujemo sjekutiće, očnjake, pretkutnjake i kutnjake, te se takvo zubalo naziva heterodontnim. U nekih se životinja zubi mogu nalaziti u više redova, na gornjoj ili samo na donjoj čeljusti, u usnoj šupljini i izvan nje, dok se u riba mogu naći i na kostima nepca, pterigoidnim kostima, raoniku (vomereu), premaksili, ždrijelnim kostima i škržnim lukovima.

BITNE OSOBITOSTI ZUBA

Kad je riječ o sisavcima, svi se zubi u odnosu na čeljust sastoje od vanjskog dijela (ektognati) i unutarnjeg dijela (endognati) (Peyer, 1968.). Glavni dijelovi zuba su kruna zuba ili corona dentis, vrat zuba ili collum dentis i korijen zuba ili radix dentis. U nekih vrsta postoje zubi dugih korijena, kratkih korijena, odnosno čak i zubi bez pravog korijena. Kod krune u većine sisavaca razlikujemo pet ploha. Griznu ili žvačnu, usnu, bukalnu, jezičnu i stražnju plohu (Kallay, 1977.). Zubi se razvijaju u zubnim alveolama ili zubnicama. Ovisno o obliku učvršćenja ili sidrenja na kost, zubi mogu biti usidreni u odgovarajuće udubljenje u kosti i povezani parodontnom svezom pa govorimo o tekodontnom zubalu. Druge oblike sidrenja nalazimo izvan razreda sisavaca, a mogu biti na gornjem rubu kosti pa govorimo o akrodontnom zubalu ili utisnuti u kost sa strane, pa je to pleurodontno zubalo (Kallay, 1977.). Histološki gledano, zubi se sastoje od cakline (substantia adamantina) koja se nalazi uglavnom s vanjske strane u predjelu krune. Caklina ne sadržava stanice te se kao takva ne može prepravljati niti pregrađivati. S obzirom na to da sadržava gotovo 95% minerala, najtvrdje je tkivo u organizmu i najvažnija obrana zuba od vanjskih čimbenika. Iza cakline slijedi dentin (substantia eburnea) koji stvaraju odontoblasti smješteni na površini pulpe. Odontoblasti šalju svojim vlaknima supstanciju prema caklini. Tvoreći tako vlakna i kanaliće, međusobno se povezuju (Peyer, 1968.). Za razliku od cakline dentin se stvara tijekom cijeloga života te razlikujemo primarni (nastao tijekom razvoja zuba), sekundarni (taloži se duž pulpne komore tijekom cijeloga života kao odgovor na trošenje zuba) i tercijarni (nastaje brzo kao odgovor na akutna oštećenja zuba te je svojevrsna zakrpa zuba). Sljedeći sloj je cement (substantia ossea) koji se nalazi u području korijena zuba. Nositelj je osnovne supstancije v-pnenca i kolagenih neovapnjenih vlakana. Razlikujemo dijelove cementa koji sadržavaju stanice

(celularni) i one koji ne sadržavaju stanice (acelularni) (Peyer, 1968.). Na dijelovima cementa bez stanica hvataju se Sharpeyeva vlakna čija je funkcija pridržavanje zuba u zubnim alveolama. To je dio tzv. parodontalnog tkiva ili desmodont (Kallay, 1977.). U unutrašnjosti krune i u kanalu korijena nalazimo zubnu pulpu (pulpa dentis), koja ima ponajprije hranidbenu ulogu zuba, ali i ulogu u obrani zuba, osjetu te, prema novijim spoznajama, i regeneraciji zuba. Zubna pulpa sadržava krvne žile, limfne žile, živce i razne stanice. Ovdje valja naglasiti kako, ovisno o vrsti životinje, postoje i veće ili manje razlike u građi zuba pa tako primjerice dentin može biti takozvani vazodentin, osteodentin, ortodentin ili pak plicidentin. Slične varijacije mogu se pronaći i u caklini, a cement ne mora uvijek biti prisutan.

OBLICI ZUBA I RAZLIKE U OVISNOSTI O FUNKCIJI ZUBA

Kao što smo već spomenuli, zube dijelimo i prema obliku. Ako su zubi jednaka oblika, govorimo o homodontnom zubalu, kakvo većinom imaju niži kralježnjaci. Takvi su zubi obično čunjasta oblika i nazivaju se haploidnim zubima. Zubi različita oblika, kao što ih ima većina sisavaca, neke ribe i neki gmazovi, tvore zubalo koje se naziva heterodontnim. Tijekom filogeneze, ovisno o modelu prehrane, zubi su se različito razvijali, te jasno razlikujemo njihove oblike u mesojeda, svejeda i biljojeda. U mesojeda krana pretkutnjaka i kutnjaka je uska, latero-lateralno sploštena. Grizna ploha takvih zuba na sebi nosi šiljaste, oštre kvržice prilagođene upravo rezanju tvrde hrane i kostiju. Takav oblik nazivamo sekodontnim oblikom koji imaju sve zvijeri, tobočari, te neki šišmiši i kukcojedi (Kallay, 1977.). Kod svejeda ti šiljci postaju tupi, različitih oblika i sadržavaju više kvržica, te su tako namijenjeni raznolikoj prehrani. Zubalo koje ima pretkutnjake sekodontnog tipa, a kutnjake mastikiformnog tipa zove se mješovito, miksogeno zubalo, karakteristično za svejede (Peyer, 1968.). Sraštavanjem kvržica nastaje široka površina namijenjena i prilagođena mljevenju biljne hrane. Ako su kvržice srasle u grebene tvoreći oblike polumjeseca na žvačnoj plohi, govorimo o selenodontnom obliku i imaju ga biljojedi preživaci. Sjekutići biljojeda također se razlikuju. Primjerice u konja, sjekutići imaju široke incizijalne rubove i vertikalna su položaja, dok su u preživaca lopatasta oblika i labiooralno uža, a u gornjoj ih čeljusti niti nema, nego postoji naborana orožnjala sluznica (Kallay, 1977.). Biljojedi nemaju klasične ocnjake, točnije u velikog su broja vrsta oni zakrčljali ili su svojim oblikom slični sjekutićima te ih nazivamo inciziformnim. Takvi su ocnjaci često izmješteni neposredno uz sjekutiće. Tu još pripada lofodontni oblik kutnjaka, a pojavljuje se uglavnom u slonova (Kallay, 1977.). Važno je spomenuti i da kvržice kutnjaka mogu biti u obliku slova V pa je to onda zalambdodontni oblik, ili u obliku slova W pa je to dizalambdodontni oblik, a mogu biti i kombinirane (Kallay, 1977.). Danas se predmnijeva da je primitivno zubalo pravih sisavaca sadržavalo 44 zuba, što nazivamo potpunim ili kompletnim zubalom. Stoga bi osnovna formula trebala glasniti $I\ 3/3, C\ 1/1, P\ 4/4, M\ 3/3$ (Kallay, 1977.). Takvo zubalo imaju primjerice svinje. Ipak, danas postoje i naznake o prvim sisavcima koji su imali i veći broj zuba od 44.

Ono važno što još nismo spomenuli je da se zubi sisavaca dijele u mliječne i trajne zube. Mliječni ili prolazni zubi koji rastu od samog početka života i otpadaju nakon nekog vremena, te trajni koji ostaju tijekom cijelog života. Osim toga, postoje i zubala sa samo jednim setom zuba

a znatno više u kitova zubana. Jedna od zanimljivosti derača je njihov način zatvaranja u vidu "dvostruke giljotine" (Savage, 1976.). Time se u početnom dijelu zatvaranja čeljusti derači dotiču u stražnjem dijelu, a tek kad su usta zatvorena i u prednjem dijelu. Ovakav model omogućuje stvaranje velike sile ugriza na maloj površini (Savage, 1976.). Prema Christiansenu i Adolfssenu (2005.) jačina ugriza mjerena na deračima najveća je u lava (*Panthera leo*) 3405 N, zatim tigra (*Panthera tigris*) 3007 N i polarnog medvjeda (*Ursus maritimus*) 2403 N. Za razliku od derača, očnjaci služe za probadanje i usmrćivanje, a u kombinaciji s prednjim ekstremitetima i za pridržavanje plijena. U pravilu su u kopnenih mesojeda očnjaci gornje i donje čeljusti podjednako razvijeni. Neke su vrste razvile posebno velike i masivne očnjake, primjerice medvjedi i velike



Slika 2: Zubalo risa (*Lynx lynx*). Vidljivo je skraćivanje lubanje, naglašeni očnjaci i derači te sekodontno zubalo.



Slika 3: Zubalo smeđeg medvjeda (*Ursus arctos*). Obratite pozornost na znatno smanjena prva tri pretkutnjaka.

mačke. Ovdje svakako treba spomenuti pripadnike izumrlih vrsta sabljozubih mačaka (danas analize pokazuju da su bile srodnije lavovima negoli tigrovima), ali i drugih sabljozubih vrsta koje su imale i do 18 cm duge očnjake (slika 1) (Feranec, 2008.). Način na koji životinja pretežno dolazi do hrane moguće je također promatrati i prema snazi ugriza, tako primjerice lav ima ugriz na području očnjaka od 2152 N, a na deračima spomenutih 3407 N, dok primjerice pjegava hijena (*Crocuta crocuta*) ima ugriz od 782 N na očnjacima i 1428 N na deračima. U ovoj podjeli, naime, lava smatramo izrazitim mesojedom, dok je pjegava hijena dobrim dijelom i strvinar s redovitim udjelom kostiju u prehrani. Pretkutnjaci mesojeda pokazuju očiti trend redukcije broja. Tako su primjerice prva dva pretkutnjaka mačaka znatno manja od ostalih, a vrlo često i u potpunosti nedostaju (slika 2). Psi uglavnom imaju sva četiri pretkutnjaka s trendom povećavanja veličine prema kutnjacima. Prvi pretkutnjaci smeđeg medvjeda (*Ursus arctos*) su, slično mačkama, jako smanjeni (slika 3), dok u izumrlog špiljskog medvjeda (*Ursus spelaeus*) u potpunosti izostaju (Villa Taboada i sur., 2001). I tu postoje dodatne specijalizacije, tako da su pretkutnjaci vrsta koje se hrane većim udjelom kostiju (primjerice hijene) nešto širi, jače razvijeni i prekriveni debljim slojem cakline (Savage, 1976.). Kad je riječ o kutnjacima, glavni trend koji se može zamijetiti u zubalu mesojeda jest redukcija broja i pojednostavnjenje forme. Pritom se žvačne plohe dobrim dijelom zadržavaju u, primjerice, porodici Ursidae, nešto slabije u porodici Canidae, a u potpunosti izostaju u porodici Felidae. U skladu s tim, mačke ne žvaču hranu, te se niti ne rabi termin

žvačna ploha zuba. Sjekutići mesojeda su uvijek prisutni, razmjerno su slabo razvijeni i služe za skidanje mesa s kostiju. Narav života mesojeda, veličina plijena, udio kostiju u prehrani i stupanj agresivnosti u uskoj su svezi s učestalošću prijeloma zuba. Tako je Van Valkenburgh (2009) otkrio visok udio prijeloma zuba u sive lisice (*Urocyon cinereoargenteus*) – 60% jedinki, pjegave hijene (*Crocuta crocuta*) – 57% i lisice obične (*Vulpes vulpes*) – 56%. Pritom su lisica obična i siva lisica oportunisti koji se hrane različitom hranom, među ostalim i strvinama, a imaju razmjerno slabe zube. S druge pak strane zanimljivo je da je svega 24% pregledanih lubanja lavova imalo prijelome zuba, dok je taj udio u tigrova iznosio čak 36%, odnosno 34% u leoparda (*Panthera pardus*). Moguće je da objašnjenje leži u činjenici da tigrovi i leopardi love pojedinačno te su stoga postavljeni i veći zahtjevi pred njihovo zubalo tijekom lova.

ZAVRŠNE NAPOMENE

Zubi su se stoljećima razvijali i mijenjali, prilagođavali različitim uvjetima, hranidbi i vrstama. Pojava zuba i razvitak čeljusti među najvažnijih su novitetima koji su omogućili naseljavanje različitih ekoloških niša i, posljedično, razvijanje čitava niza različitih životnih oblika. Redukcija broja zuba tekla je usporedno s promjenama na lubanji, a isto tako s načinom prehrane mijenjali su se i pojedini zubi. Pritom je trend redukcije zuba vidljiv i u biljojeda i svejeda, no u njihovim se slučajevima zadržavanjem krezubine nije promijenila i sama dužina lubanje. U mesojeda je redukcijom broja zuba i skraćivanjem lubanje te promjenama u temporo-mandibularnom zglobu ostvarena pretpostavka za povećanje jačine ugriza. Svaka ta promjena rezultirala je manjom ili većom specijalizacijom te problemima u opstojnosti pojedinih vrsta. Danas su mačke najspecijaliziraniji mesojedi.

LITERATURA

ALT, K. W., J. C. TUERP, C. L. BRACE, R. J. RADLANSKI (1997): Comparative anatomy of teeth from past to present. *Indian J. Dent. Res.* 8, 5-8.

CHRISTIANSEN, P., J. S. ADOLFSEN (2005): Bite forces, canine strength and skull allometry in carnivores (Mammalia, Carnivora). *J. Zool. Lond.* 266, 133-151.

FERANEC, R. S. (2008): Growth differences in the saber-tooth of three felid species. *Palaios* 23, 566-569.

FRASER, G. J., R. CERNY, V. SOUKUP, M. BRONNER-FRASER, J. T. STREELMAN (2010): The Odontode Explosion: The origin of tooth-like structures in vertebrates. *Bioessays* 32, 808-817.

HUYSEUNNE, A., J.-Y. SIRE, P. E. WITTEN (2009): Evolutionary and developmental origins of the vertebrate dentition. *J. Anat.* 214, 465-476.

KALLAY, J. (1977): Komparativna odontologija. Izdavački zavod Jugoslavenske akademije. Zagreb. str. 17-27, 67-77, 138-148, 149-150, 154.

PEYER, B. (1968.): Comparative odontology. The University of Chichago. Chichago. str.9-29, 178-200, 208-216, 244-252.

SAVAGE, R. J. G. (1976): Evolution in carnivorous mammals. *Paleontology* 20, 237-271.

VAN VALKENBURGH, B. (2009): Costs of carnivory: tooth fracture in Pleistocene and Recent carnivorans. *Biol. J. Linn. Soc.* 96, 68-81.

VILLA TABOADA, M., D. FERNÁNDEZ MOSQUERA, A. GRANDAL d'ANGLADE (2001): Cave bear's diet: a new hypothesis based on stable isotopes. *Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe Coruña* 26, 431-439.