

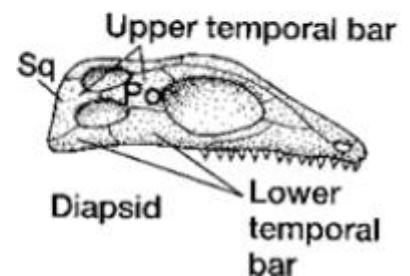
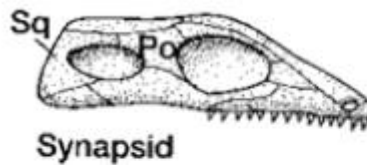
## 6. Gaia: Sinapsidoak

Gaur egun joera dago sinapsidoen lerroa ugaztunen lerroa daraman lerro moduan aurkezteko, baina hori ez da horrela. Sinapsidoen leinuak garapen eta eboluzio ikaragarria pairatu du, baita ere iraungipen asko. Beste aldetik ere, desgaste handiak jasan dituen leinua da. Ondorioz, gaur egun leinu bakarra geratzen da, baina bidean geratu direnak asko izan dira eta seguruenik dibertsitatea ere handiagoa izango zen.

### Sinapsidoen eboluzioa

Amniotorn dibertsifikazioaz aritzean azaldu bezala, sinapsidoek leiu tenporal bakarreko kranioa (kranio sinapsidikoa) izateagatik bereizten dira. Leiu hau orbitaren atzeko aldean eta masailaren gainean egoten da; dortsalki hezur eskuamosal eta postorbitalak, eta bentralki hezur jugalak mugatzen dute.

Eboluzio irregularra: erradiazio eta iraungipen garaia tartekatuta daude, gero eta forma ugaztunkaragoak aurkezten zituzten. Aldaketak elikadura eta lokomozioarekin erlazionatuta eman ziren berriz ere.



### Sinapsidoetatik ugaztunetara → ezaugarri eratorriak:

- Hortzeria geroz eta heterodontoagoa garatuko dute, batez ere forma karniboroetan, baina baita herbiboroetan ere.
- Barailetako muskulu aduptoreen optimizazioak barailen hezurrezko egituraren beraren berrantolaketa dakar, eta honek ondorioak izango ditu animalien entzumen-sistemaren garapenean ere. Pixkanaka, ugaztunen erdiko belarriko hezurrezko transmisio-sistema garatuko da.
- Aurreko soinadarren garapena areagotu egingo da atzekoen aldean, diapsidoetan behatuko den joera ebolutiboaren aurkako bidea jorratuz. Era berean, gorputz-adarren eta gerrien arteko giltzadura aldatu egingo da; honek hankak gorputzaren azpian sartzea erraztuko du, eta honela ibileta azkar eta etekintsua ahalbidetuko da. Goiztiarragoen lokomozioa oraindik ere sigi saga modukoa izango da eta soinadarren parakera horizontala.
- Kutxa torazikoaren egitura ere aldatu egin da, biriketako bentilazio-sistema aldatuz: tetrapodo goiztiarren uhin lateralen bitartezko mugimendu eredutik, uzurtze dortsobentralera aldatzean, sinapsidoek pre-ugaztunen biriken bentilazioa eta mugimendua aldi berean gauzatu ahal izateko bide bat aurkitzen dute, eta honek abantaila bikaina eskainiko die, bai lokomozioa optimizatzeko, bai aktibitate metaboliko handiagoa ahalbidetzeko ere. Izan ere, animaliak gero eta aktiboagoak dira, gehiago jaten baitute, hortzeri higadura handiagoa daukate, muskulatura gehiago eta konplexuagoa garatu dute animalia funtzionalki abantaila

ekartzen diolako. Lokomozio eredu berriak sortzea, eta mugitzeko ahalmena handiagoa ere garatu dute, horretarako zure ingurumenaz pertzepzionatu, eta usaimena, entzumena, ukimena.... lokomozio eredu berriekin integrazio koordinazio handiagoa eta zerebro handiagoa beharrezkoa da. Hegaztiekin ere mugimendu ereduarengatik ahalmen koordinatzaile eta integratzaile handia behar dute.

- Zentzumen-organoen eta lokomozio-ahaltenaren hobetzearekin batera, edo horren ondorioz, zerebroaren tamaina emedatu egiten da.
- Endotermiaren garapena: gantz kutaneoak, ileak, ugatz guruinak...

Sinapsido goiztiarra amniotoen leinutik oso goiz desberdindu edo banatu ziren. Sinapsidoak amnioto oso arrakastatsuak bihurtu ziren, herbiboroak, karniboroak.. agertu ziren, predatzaile gehienak sinapsidoak izango ziren. Sinapsidoen gailentze hau emango da permianaren hasieratik, triasikoaren erdialdera arte. Triasikoaren erdialdean gailenduko dira edo garrantzia hartuko dute sauropsidoak.

Lehen erradiazioa pelikosaurio animaliei dagokie. Nagusitasuna lortuko zuten Permianaren hasieran. Bigarren erradiazioa Terapsido animaliei, zeinek permianaren amaieran eta triasikoaren hasieran gailenduko dira. Amaieran, azkeneko erradiazioa zinodontoak izango dira, triasikoan gailenduko direnak.

Animalia hauek ugaztunak kenduta, triasiko amaierarako desagertuak daude.

### Lehen erradiazioa: PELIKOSAUROAK

Pelikosauoen barruan bi lerro bereizten dira: kaseasauoak eta benetako pelikosauoak edo eupelikosauoak.

- **Kaseasauoak:** Kaseasauoen barruan, ***eotiridoak*** eta ***kaseidoak*** ditugu. Lehenengoak kupel formako gorputza, forma karniboro plesiomorfiko txikia zeukaten. Kaseidoak, aldiz, tamaina desberdinekoak, nahiko goiztiarrek, soinadarren parakera horizontala erakusten zuten. Hauek gorputz sendo eta buru txikiko belarjaleak, mutur labur eta heterodontoak izan zitezkeen. Soinadarrak gorputzaren profiletik kanpora zituzten eredu goiztiarretan bezala.
- **Eupelikosauoak** Animalia handiak ziren (3m eta 250kg). Dibertsitate morfologikoa dietaren espezializazioaren arabera zen. Forma modernoek soin eta hortz arinak zituzten harrapari eraginkorragoak baitziren. Forma haragijaleak, kranio luzea, heterodontoak eta kanino handiak zituzten.

*Ophiacodon* > arrainjalea, buru luzea, baraila estuak > 80 hortz

*Edaphosaurus* > 2 m, belarjalea, hortz homodonto eta bulbotsu txikiak, azalera oklusal handia > soin primitiboa



*Edaphosaurus*

Dimetrodon: pelikosauro esfenakodontidoa, 3m luze. Gandor neural bakarrarekin deskribatzen dira. Bere ezaugarri bereizgarriena bizkarrean zehar hedatzen zitzaion belaitxurako gandor dorsal ikusgarria zen: arantza neural luzez sostengatutako mintzezko egitura, ongi baskularizatua zeukaten termoerregulaziorako. Hala ere, gutxi (fosiletatik ateratakoa) erakusten dute gandor hori, ez da taldearen ezaugarri orokorra. Gandor neural horrek animaliari berotzeko ahalmen handia zeukan, azaleraren emendioa eragiten zuen eta, gainera, oso baskularizatua zegoela ontzat ematen da (fosiletan odol-hodien arrastoak aurkitu dira).

Nahiz eta ontzat eman ektotermoak ziren, beroketa metodo honek (edo anastomosiz itxi eta gero berotzearen ekidipena) adierazten du aktibitate maila handiagoak betetzen utziko liokeela. Gandor neurala oso bereizgarria den ezaugarria da eta leinu desberdinetan modu konbergentean agertzen da, ez dirudi ezaugarri plesiomorfikoa denik.

#### Ezaugarri eratorriak

- Aho sabai arkutua (ez-zapala) daukate. Sudur-zuloetatik arnas egin dezake ahoa itxita edukita, baina arnas hori ahoaren aurrealdetik sartzen da, koana aurrealdean irekitzen delako. Hauek hala ere, ez dute beharko arnas aldi konstante bat mantentzea ektotermoak izanik. Aldiz, ugaztunek konstante arnastu behar dugu, horregatik, ahoa sabaia ez dago kranioarekin lotua, aire ganbara bat dago. Endotermoek, etengabe arnastu behar dute, tasa metaboliko handia mantentzeko. Kasu honetan koana atzealdean kokatuta dago.
- Ornoarteko giltzadura berria, albo uhinezko mugimendua galtzen da.
- Soinadar lirainagoak gartu dituzte, baina kokapen goiztiarrarekin.

#### Ezaugarri primitiboak

- Fenestra tenporala nahiko txikia dute oraindik eta beraz, barailetako muskulu aduktore gutxi batzuk baino ez die eusten bertako aurku zigomatikoari.
- Dentarioa ez dute guztiz garatua, postdentarioa baraila osatzen lagungarria da.
- Baraila eta kranioaren lotura koadratu eta artikularraren bidez osatuta dago. Baraila osatzen duten hezurretan, dentarioaz gain beste hezur batzuk daude kranioa osatzen, ez da dentarioa arduratzen giltzadura honetaz. Gure kasuan, ugaztunen kasuan, dentarioa izango da giltzadura burutuko duten hezurrak.
- Sudurzuloak zuzenean aho-sabaira zabalduta (nahiz eta arkutzea ageria den)
- Kranio eta bizkarrezurra giltzetzeko kondilo okzipital bakarra. Ezaugarri plesiomorfiko amniotoetan.

#### Bigarren erradiazioa: TERAPSIDOAK

Erdi Permiarretik aurrera emandako erradiazio handiaren ondoriozko talde da. Terapsido edo sinapsido aurretarren sorrera mesozoikoko diapsidoen erregatze baino lehen eman zen. Animalia handiak ziren, 3-5 metrokoak. Forma haragijale, belarjale eta intsektiboroak aurkitu dira. Aktibitate handiko animaliak ziren eta leiho handiagoa zuten, aho-aparatuari etekin handiagoa ateratzen zioten. Aho-sabai sekundarioa irudikatzen da, arnasketa eta aho aparatua independizatu.

Hiru talde bereizten dira hauen artean:

*Doliosaurus, Phthinosuchus, Syodon*

- **Dinozefalioak:** Hauen artean forma haragijaleak eta belarjaleak aurkitu dira, 0.1-3 metrokoak. Intzisibo eta kanino handiak zituzten, hortz molariformeak oster txikiak, baraila luzeak eta hozkada azkarrak ematen zituzten. Gorputz sendoko

*Titanophoneus*



animaliak ziren, hanka laburrak eta isats luzea zituztenak.

- **Dizinodontoak:** Permiarraren bukaeran agertu ziren. Talde ugaria, 70 genero baino gehiago ditu. Soin labur eta sendoak. Kranio oso espezializatua, arina baina sendoa eta leiho tenporal handia zuten. Aurrealdean hotz gabea, moko itxurako egitura korneoa zeukaten, belar gogorretaz elikatzeko oso aproposa. Talde batzuk goi-baraileko betagin handiak mantendu zuten, adibidez, *Ancacephalon*, *Lystrosaurus*.

*Placerias*



- **Gorgonopsidoak:** Terapsido predatzaileak dira hauek, otsoaren tamainako forma lirainak. Kanino handiak zituzten, eztapa itxurakoak eta zerradunak; intzisibo handiak eta gainontzeko hortzak murriztuta. Ibiltari azkarrak, soinaren okertze dortsobentrala, aurre-soinadarrak soinaren profiletik at, atzekoak azpian kokatuta zeukatelarik.

*Lycaenops*

*Gorgonops*



### Hirugarren erradiazioa: ZINODONTOAK

Terapsido eta ugaztunen arteko kate begia zinodontoek betetzen dute.

### Ezaugarri apomorfikoak

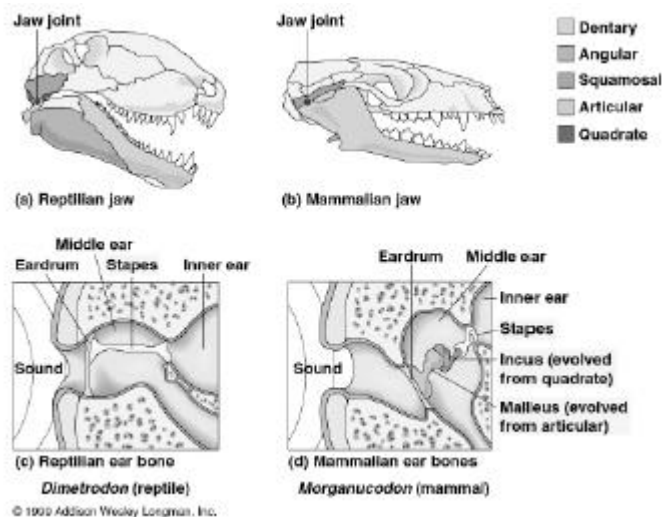
- Sinapsidoen lerroan lehenengoz, aho sabai sekundarioa oso ageria da. Aparatu mastekatzailea eta arnas aparatua banatzea ahalbidetzen du honek, eta ondorioz, elikagaiak maneiatu eta murtxikatzeko espezializazioak garatu egiten dira
- Hortzeria heterodontoa dago baina ez dira denak modu berean garatu, bazkaren arabera ezberdinak dira. Ondorioz, elikagai desberdinak ustiatzeko gaitasuna eskuratu, aniztasun trofikoa emanez.
- Leiho tenporala eta kutxa kraniala handitu egiten dira. Leioha handitzeak barailetakoko hezur maseteroen txertatzea hobetzen du, aparatuko mastekatzailearen eraginkortasuna emendatuz.
- Barailako hezur dentarioa handitu egiten da eta postdentarioak murriztu. Barailetakoko muskulu nagusiak dentarioari lotzen zaizkio. Honek zenbait hezur erdiko belarriko hotsen transmisiorako libratzea dakar eta entzumen-sistema askoz ere eraginkorragoa egituratze ahalbidetzen du.
- Kranioa eta bizkarrezurra bi kondilo okzipitalez giltzatzen dira.
- Soinadarren mugimendu parasagitala bilakatzen da. Honek hainbat moldaera ekartzen ditu gorputz adarren eta gerrien egitura eskeletiko eta muskularrean
- Arnas sistemaren bentilazio-sistemen eredu ugaztuna nagusitzen da, askoz ere aktibitate-maila altuagoa, eta beraz, metabolismo azkarragoa ere baimenduko dituen.
- Forma haragijale eta belarjaleak bereizten ziren. Haragijaleak kanino eta intzisibo garatuak zituzten eta gandorrez hornitutako molareak, haragia xehetzeko aproposak zirenak.

Belarjaleek, azalera okusal zabalagoak eta diastema handiak intzisibo eta molareen artean zeukaten.

Zinodontoak dibertsifikatzen hasten direnean triasikoaren hasieran katu, untxi tamainakoak dira eta triasikoaren bukaeran sagu tamainakoak izango dira. Tamainaren izugarritzko murrizpena ematen da (lehenengo ugaztunak satitsu tamainakoak ziren). Zinodontoek hiru urrats garrantzitsu eman behar izan zituzten ugaztunetarako bidean:

1. Ugaztunen.....erdi.....belarriaren eboluzioa:

Ugaztunen erdiko belarriak izango zuen eredu berria lortzeko jatorriz entzumenarekin zerikusirik gabeko hautespen-indarrek eragindako prozesu baten zeharkako ondorio gisa uler daiteke, sinapsido goiztiarretan hasi eta zinodonto eratorrienetan burutu zena. Izan ere, sinapsido goiztiarretan beheko baraila eta kranioaren giltzadura bi hezurren bitartez gauzatzen den: artikularra (beheko barailan) eta koadratua (kranioari atxikia). Animalia hauetan, dentarioa ez zen oraindik horren handi, ez eta barailari eusten zioten muskuluei euspena eskaintzen zien leiho tenporala ere. Ondorioz, giltzaduraren zama eta presioa artikularrak eta koadratuak pairatzen zuten batez ere, eta horregatik hauek egitura sendoak behar zuten izan.



Leiho tenporala handitzearekin batera, baraila bera eta berako muskuluak berrantolatu egin zire. Pixkanaka dentarioa (barailatan egiturazko elementu nagusia) handiagotuz joan zen, bertatik prozesu koronoide nabarmena garatuz, eta honi lotutako muskulu masetero eta tenporalak ezberdintzatuz. Hau dela eta, barailek geroz eta hortzkada eraginkorragoak eman zitzaizkion. Aldi berean artikularrak eta koadratuak jasan beharreko presioa arindu egin zen, hauen tamaina murriztuz joan zen, eta gradualki dentarioaren atzerantz desplazatu ziren.

Artikularra eta koadratua egungo ugaztunen erdiko belarriko mailuaren eta ingudearen egitura homologoak dira, hurrenez hurren; antza denez, baliteke zinodonto ez-ugaztunetan hezur hauek dagoeneko hotsen transmisioan nolabaiteko parte hartzea izatea. Izan ere, barailaren berrantolaketaren ondorioz hezur hauek geroz eta txikiagoak ere izatea ekarriko zukeen, eta honela indar ebolutibo berri bat hasiko zen eragiten zinodontoen barailaren eta kranioaren eboluzioan: entzumena hobetzearen aldeko hautespena, alegia. Artikularra eta koadratuak egindako bideari jarraiki, dentarioaren atzean zegoen hezur angularra ere aldatu egin zen sinapsido ez-ugaztunetan, eta forma semizirkular eta xaflakara hartu zuen. Uste denez, angular eraldatu honek mintz tinpanikoari eusten zion terapsido ez-ugaztunetan, eta airetik hartutako uhinen bibrazioa kolumnela edo estribora bideratuko zukeen, artikularra eta koadratuaren bidez.

Entzumena hobetzeak zekarren abantaila tarteko zela, jatorriz barailari lotutako hezur postdentarioan txiki mantentzeko presioa ebolutibo handia izan bide zen. Honek bazukeen ordainik, noski, eta hau barailaren giltzadura ahultzearen bidetik zetorkeen batez ere.

2. Lokomozio eta bentilazioa: Aurreko sinapsidoek izandako eboluzioari jarraituz, kranioaren osteko eskeletoaren aldaketa ere nabarmena izan zen zinodontoen taldean, eta honek batez ere animalien lokomozio-ereduaren aldaketarekin izan zuen zerikusia hasiera batean, baina gero arnas sistema eta metabolismoa bera ere inplikatu zituen nolabait. Zinodontoen geoi pelbikoaren eta atzeko soinadarren azterketak adierazten duenez, ibiltzen ari zirenean atzeko hankak gorputzaren azpian sartzen ziren erabat, belauna aurrerantz zuzenduta, eta plano parasagitalean mugitzen ziren aurrera eta atzera. Aurreko soinadarretan, ordea, ukondoak gorputzaren kanpoalderantz zabaltzen ziren oraindik eta ez atzerantz geroago ugaztunetan gertatuko den bezala. Aldaketa hauen ondorioz, zinodontoek ez zuten tetrapodo goiztiarretan ohikoa zen albo-uhinen bidezko mugimendutik baliatuko lokomoziorako, bai arnas sisteman ere, hiru funtzio hauek guztiz lotuta baitaude jatorriz.

Diagram illustrating the development of a gecko from an egg to an adult, showing the progression of limb growth and body shape. The stages are labeled as follows:

- Right fore
- Left fore
- Left hind
- Right hind

Ugaztunek bizkarrezurra plano sagitalean okertzen dute ibiltzen ari direnean. Honela bizkarrezurra luzatzean errai-masa eta kutxa torazikoa zabaldu egiten dira, biriketan hutsunea sortuz eta inhalazioa eraginez. Aldiz, bizkarrezurra beherantz okertzen denean errai-masak aurrera bultzatzen du, eta gerri eskapularren aurrera eta atzerako mugimendua, gainera, diafragma izeneko horma muskularrak lagundu eta koordinatzen du,

eta bentilazio eraginkorragoa dakar honek. Honela, ugaztunen bentilazio-ereduan lokomozioa eta arnas hartzea jarduera sinkronikoak dira.

Zinodonto ez ugaztunetan ageri diren eskualde lunbarreko saiheits-hezurren forma eta tamaina oso ezberdinak dira aurretiko sinapsidoek ageri zituztenen aldean eta ugaztunen antzeko diafragmaren bat izan bide zutela iradokitzen dute. Gainera, zinodonto hauen kranioen sudur barrunbeen azterketak hezur turbinalak edo antzeko egiturak izan zitzaketela iradokitzen du halaber. Ugaztunen kranioen bereizgarri diren hezur turbinalak, biriketara joango den airea berotzeko eta hezetzeko egitura xaflakara oso tolestu eta adarkatuak dira; ezinbesteko egiturak bentilazio handiaren ondorioz biriketako ehunak erabat lehortu eta kaltetuak gerta ez daitezten. Datu hauen arabera bera, zinodonto ez-ugaztun eratorrienetan soinadarren mugimendua eta arnas eredia ere ugaztunetan beha daitekeen bera zen jadanik. Ziurrenik, gainera, arnasketa-maila azkarra eta aktibitate metaboliko handia mantentzeko gai izan bide ziren dagoeneko, eta honek termoerregulaziorako ateak ere zabalduko zizkien akaso.



3. Endotermia: Endotermia da ugaztunen ezaugarri bereizgarrietako bat, eta hau erdiesteko prozesua ere sinapsidoen eboluzioan zehar gertatu bide zen ezinbestean, ektotermia abiapuntua zuela. Izan ere, endotermia gutxienez bi bide desberdinetatik lortu da ornodunen eboluzioan, sinapsidoen lerroan ugaztunetan batetik eta diapsidoen lerroan hegaztietan bestetik. Horrez gainera, hainbat espekulazio egin izan da beste zenbait diapsidok ere antzeko biderik garatu ote zuten, eta pterosauroak eta zenbait dinosauro handi aipatzen dira bide horretan. Bestalde, endotermia partzialak behatu dira jarduera muskular garrantzitsua eta gorputz handiak dauzkaten beste animalia batzuetan ere, hala nola atunetan edota dortoka itsastarretan.

Kasu guztietan ektotermiatik abiatuta gauzatu behar izan du endotermiak ezinbestean, eta honek zenbait arazo planteatzen ditu prozesu hori nola gerta ote zitekeen asmatzerakoan. Izan ere, animalia ektotermoak, oro har, aktibitate metaboliko nahiko baxukoak izaten dira, eta gorputzaren barne-tenperatura erregulatzeke, ingurunearekiko energia-trukea dute oinarri. Eta, horretarako, barne-medioa eta kanpo medioaren arteko trukea faboratzeko bideak garatu dituzte. Animalia endotermoen kasuan, berriz, barne-tenperatura animaliak berak sortutako beroaren bitartez erregulatzen da, eta horretarako derrigorrezkoak dira jarduera metaboliko altua batetik, eta beroa galtzea ekidingo duen isolamendu bikaina bestetik. Honek ordea, endotermiaren paradoxa izenez ezagun den arazoa sortzen du prozesu honen eboluzioa ulertzerakoan. Bi ezaugarri hauek ez baitira bere horretan abantailatsu. Ezin uler daiteke animalia batek isolamendu hobeak garatzea aurretik endotermoa ez bada, animalia ektotermoen borroka guztiz kontrakoa dela esan daiteke, gainera. Eta bestetik, animalia batek ez du bere jarduera metabolikoa emendatuko endotermia lortzearen abantailak tarteko, aurretik isolamendu onik izan gabe, hau alferrikakoa luke eta. Orduan, nola garatu zen endotermia?



Jadanik zinodontoen bilakaera aztertzean ikusi dugunez, animalia hauek abantaila handiak lortu zituzten aparatu lokomotorraren hobekuntzaren bitartez, eta horrekin batera askoz ere jarduera metaboliko handiagoa baimenduko zien arnas sistema garatu zuten. Honela, zinodontoak, oro har, animalia aktiboak ziratekeen oso, ehiztari azkarrak, eta horretarako ahalmen aerobiko handia garatu bide zuten. Geroz eta jarduera lokomotor handiagoa izatearen ondorioz, haien muskuluek geroz eta bero gehiago sortuko zuketzen; honela, jarduera muskularra nahikoa izan bide zen gorputzeko tenperatura beharrezko mailara igotzeko. Beraz, jarduera lokomotor handiaren ondorioz, zinodonto preugaztun hauek endotermo partzial bihurtu ziren antza, eta behin egoera horretara iritsita, nolabaiteko isolamendua garatzeak gorputzeko beroari eustea baimenduko zien, eta edotermian sakontzea bera. Prozesu hau, ziurrenik, oso goiz gertatu zen zinodonto preugaztunetan, eta erabakigarria izango zen animalia hauen ondorengoei bizimodu gautarra garatu, eta beste tetrapodo lehertarren lehiari eta harrapakariei aurre egiteko ere.

### LEHEN UGAZTUNAK

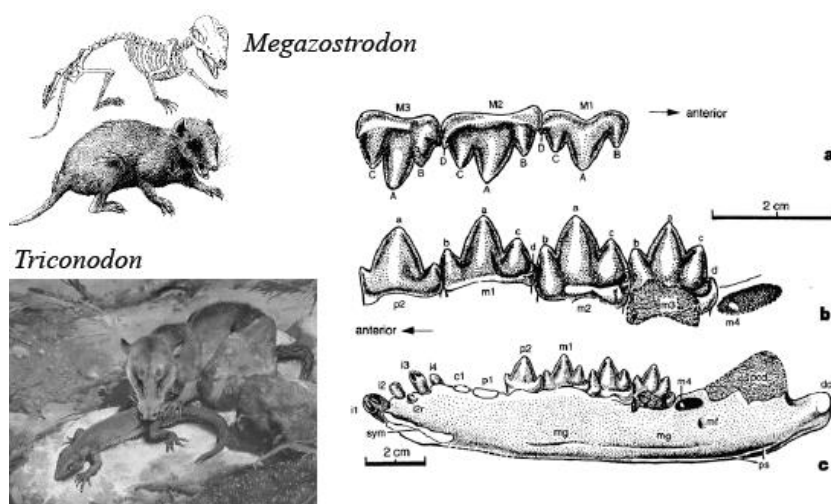
Eboluzio geldo eta graduala egin da ugaztunetara ailegatu arte. Karboniferoko sinapsidoetatik hasi eta mosaizismo handiko zinodontoetatik pasa behar izan da. Ugaztuntzat har daitezkeen lehen zinodontoak Triasikorik aurrera agertu ziren, dinosauro ez-hegaztiekin batera sortu ziren bera.

Zinodonto eratorrien eta lehen ugaztunen arteko muga erregistro fodila ahula dela da. Lehenengo ugaztunak oso txikiak ziren (gramo gutxiak), dizinodontoak kilografo batekoak. Triasikoaren amaieran dizinodontoak oso txikiak ziren eta ugaztunak are txikiagoak. Gainera, zati mineralizatuenak fosilizatzen dira: hortzak.

Hortzak analizatuz eratu izan da lehen ugaztunen filogenia. Informazio gutxi eta sailkapenak hortz soiletan oinarrituta bi lerro ebolutibo bereizten dira:



- Trikonodontoak: Hiru Kuspide lerrokaturik dituzten molarrak dituzte. Koroak hiru gandar longitudinalki lerrokatua; goiko eta beheko haginak parez pare ahokatuta.



- Holoteroak: hiru kuspide (gandar) horiek ez dituzte lerrokaturik, triangelu bat osatzen dute; hau da azalera oklusal handiago bat dute. Gandor txiki bat bo hortz-lerroari paralelo eta nagusia irtenda, alde labialerantz behean eta lingualerantz goian. Hagin bakoitzeko gandar nagusia aurkako barailako hagin biren bitartean txertatzen da, horri mihiztapena deritzo eta horrek eraginkortzen du murtxikapena. Eboluzioan gandar gehiago eta egitu konplexuagoen garapena eamnn da, hortz trobosfenikoak sortuz. Hauek azalera oklusal zabaltzen egiten dute eta ugaztunen hortzadura tipikoa da. Hagin tribosfenikoak iplazentarioetan eta marsupialetan ikusten dira. Monotrematueta, aldiz, (ornitorrinko, elidan) hau ez da ikusten, soilik ornitorrinko gazteetan. Horregatik ez dago ziur monotrematuak eta gaur egungo ugaztunak leinu beretik datozen.

Mesozoikoko ugaztunen artean estrategia trofikoan aniztasuna ikusten zen, intsektiboro, herbiboro, karniboro eta omniboroak. Proto-ugaztunak zirenak, diapsidoekin eta zinodonto ez-ugaztunekin batera bizi/lehiatuko ziren. Lehia eta harraparitza minimizatzearen, bizimodu gautarra garatu zuten eta honetarako zentzumen-organoak eta zerebroa moldatu behar izan zuten:

Ugaztunek garai eta tamaina bereko diapsidoek baina zerebro handiagoa eta konplexuagoa zuten, eta zinodonto ez-ugaztunek baino bost aldiz handiagoa. Uste da ilunpean bizi ahal izateko zentzumen organoetatik, entzumen eta usaimenetik batez ere, jasotako informazioa prozesatzeak eta interpretazioak ezarritako hautespen-presioaren ondorioa izan zela hau. Egun-argitan aritzean ikusmenak informazio handia ematen dio animalia inguruan gertatzen ari denaz. Ilunpean mugitu ahal izateko, aldiz, entzumenez eta usaimenez jasotzen den informazioa behin eta berriro prozesatu eta alderatzen aritu beharra dago, eta honek neuronan aktibitate eta koordinazio handiagoa eskatzen du garunean ikusmen soilez aritzeak baino. Bestalde, endotermiari esker, gorputzaren barne-tenperatura ingurunekoa baina hainbat gradu gorago mantendu ahal izango zuten ugaztun goiztiar hauek. Bizimodu gautarra egiteko gaitasuna eta gainerako talde ektotermoeikiko abantaila eskainiko zizkien honek. Bizimodu gautarrerako moldapenak gakoa ziren, ez soilik Mesozoikoan, baita Kretazikoko iraungipenaren ondoren ere.

## UGAZTUNEN EZAUGARRI OROKORRAK

Beste tetrapodoekin konparatuta ugaztunen espezieen kantitatea ez da oso handia. Gaur egun 4500 sp daude. Dibertsitate taxonomikotik haratago, dibertsitate morfologiko eta fisiologikoari begira bai direla oso dibertsoak, eta berez, nitxo ekologiko asko daude: motelak, oso korrikalariak, induskatzaileak. salda ekologiko handia.

Lehen ugaztunak intsektiboro txikiak, endotermoak eta gautarrak ziren. Mesozoikoan zehar aniztasuna zegoen, iraungipen handia eta kladogenesi berria eman zen zenozoikoan.

Ugaztunen ezaugarri orokorrak:

- Ilea: ez dator ezkatetatik.
- Tegumentu guruintsua eta guruin espezializatuak funtzio desberdinak hartzen dituzte animalia taldearen arabera. Garrantzitsuenak: esne-guruinak. Ez soilik umea bazkatzeko, ama eta kumearen lotura afektibo emendatzeko ere garrantzitsua da eta aukera ematen du talde sozialak eratze, irakasteko, etab.
- Esne-guruinak, kume jaioberria elikatze
- Hortzeria heterodontoa espezializatu.
- Barailaren giltzadura dermiko da, erdiko eta barne belarriaren bereizgarriak. Ugaztunetan kanpo belarriaren agertzen da, monotrematuetan ez. Seguruenik beranduago garatutako ezaugarria izango da. Kanpo belarriak edukitzeak, entzumena emendatzeko gaitasuna dakar. Erdiko belarrian hotsen transmisio mailua, ingudea eta estriboaren bitartez gauzatzen da.
- Tiroide kartilagoa
- Zereboraren garapen handia. Eskualde zerebraleko hemisferioak zelako garapena duen talde honetan.
- Bihotzean lau ganbara, eta bertatik aorta-arkua erdi arku sistemiko bakarra, ezkerrekoa.
- Kutxa torazikoa berezia: esternoia + diafragma, bentilaziorako. Arnasketan bentilaziorako tresna nagusia disfagma da.
- Obiparoak edo bibiparoak. Bibiparismoa ezaugarri anapomorfikoa (beranduago eskuratutako ezaugarria), arrautzak sortzea ezaugarri plesiomorfikoa da (amniotoetatik).
- Endotermia

#### 1. Ilea eta ilajea

Ileak ugaztunen ezaugarri bereizgarria da, pilosa, sekundarioki desagertu. Ileak keratinazko egitura epidermikoak dira eta keratina geruzarekin batera melanina batzen da ileari kolorea emanez, baina ez dira ezkata epidermiko eraldatuak. Ilean folikulua dermisean barneratuta dago, horrekin batera guruinak, muskuluak, odol-hodiak etab. Beraz eskualde dermikoak eta epidermikoaren nahasketa da. Ile mota asko dago, luzeran, keratinazio mailan, ordezkapen-tasan.. oso dinamiko eta ezberdinak dira ataletik atalera. Funtzio asko ditu, jatorrizkoa isolatzailea izanik, endotermiarako ezinbestekoa baita, baina beste funtzioak baditu ere, adibidez, kripsia, babes mekanismoa, komunikazioa, haserre edo amorrua adierazi ....

Muinean keratina biguna/kortexean keratina gogora, ile desberdin asko bereizten dira: ilazkinak, ile latz, zurda (biboteak) eta arantza (trikuak).

Jatorriz taktila da Ilea, ugaztunetan eraldatu eta isolamendurako ahalmena hartuko du. Ahalmen isolatzailea, ile horrek hartzen duen bolumen eta sakoneraren arabera izango da. Horregatik ugaztunak hotz, ileak tentetzen diren ile geruza sakondu egiten da (erector pili) bero

galera murrizteko eta, aldiz, beroa dagoenean etzan. Gainera,, eskualde hotzetan bizi diren animaliek ile lodiagoa izango dute eta eskualde beroetan bizi direnak, aldiz, finagoa.

Ugztunetan kolorazio oso eskasa dago beste tetrapodo (anfibia etab.) konparatuz, seguruenik izaera gautarrarekin erlazionatuta. Ez baita abantailotsua kolore argiak edukitzea gautarra bazara.

2. Tegumentu gurutintsua: Bestelako gurutin hodikara eta multzokarak dira, funtzio asko izan ditzakete:
  - Gurutin sebazeoak: normalean ilearekin erlazionatuta, ile folukuluari lotuak, jariapen mota alde batera. Ileak ez dauden lekuetan batzuetan gurutin sebazeoak daude, leku konkretu horiek kopeizteko intentzioarekin. Gurutin hauek epidermikoak dira, azala eta ilea lubrikatzeko gantzak dira, gehienetan ileen folikuluen lepoan agertzen dira, gainera, ezpainetan, zakilean, aluan, titiburutan, betiletan...
  - Gurutin apokrinoak: urtsuagoak diren jariakinak sortzen dituzte. Asko ileekin lotuak, dermisean txertatuak daude, funtzioak ez dira oso ezagunak. Feromonak dituzten jariapenarekin asoziatuak daude gehienetan. Aprobetxatzen dute ileen kanporaketa hori feromonak kanporatzeko. Normalean gurutin sebazeoak baino estaldura edo barreiadura gorputzean zehar handiagoa da.
  - Gurutin ekrinoak: (izerdi gurutinak baina ikuspegi antropoide batetik, gure kasuan termoerregulaziorako erabiltzeen direlako, gorputza hazteko, baina hau soilik primate antropoideetan). Beste ugztunetan, oso urtsua den eta gazia den jariakina jariatzen du, gune oso berezietan edo lokalizatueta higidura eta adherentzia beharrezkoa den lekuetan batez ere jarraitzen dira, hauek emendatzearen, funtzio mekanikoak.
3. Esne gurutinak edo ugatzak: ez dago argi zein gurutinekin sailkatu: apokrino eta sebazeoen nahasketa bat izango litzateke, jariakina zelulen desintegrazioz sortzen da. Hauen eragina ama/kume lotura, sozializazioa, bien ekologia...

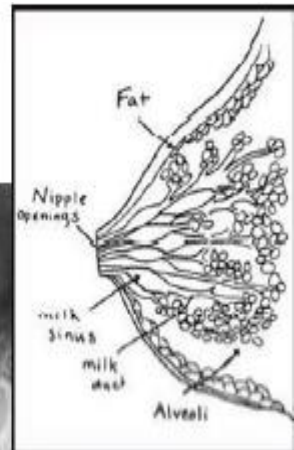
Eme zein arretan azaltzen dira ugatzak, baina soilik emeetan jariakina sortzeko gaitasuna dute, arretan hasikinak. Emeetan garapen handiagoa dauka. Gurutin hauek galtzarbetik ezker eskuineko parakera izterrera arte. Garapena enbrioian hasten da. Kopuru eta kokapena oso aldakorak ugztun desberdinetan:

- Primate, elefante eta saguzarrek bina, bularrean
- Mamantiek bina galtzarbetan
- Tenrek buztangabeak

Normalean, hedaduragatik, esne gurutinak titi muturrekin asoziatuta egongo dira edo azalduko dira, salbuespena, monotrematuetan. Monotrematuetan ileetan zehar (ileari asoziatuta agertuko dira gurutinak) jariatuko dute esnea eta animalia hauen kumeak miazkatu egiten dute egoskian egin beharrean. Martsupialio eta plazentalioek aldiz bai. Monotrematuen mokoak ez du baimentzen titietatik esnea lortzea. Ez dakigu ezaugarri plesiomorfikoa den, edo monotrematuen ahoaren morfologiari dagokion ezaugarri eratorria den.

Emeak ernaldian hormonak jariatzen dituzte eta esne guruinen zorro terminalak ugaritu eta handitzen dira, ondorioz, erditzean esnera jariatzen hasten dira.

Esnea desberdina da: karniboroetan proteina asko, zetazeoetan gantz asko, behiena orekatuena, martsupialeetan titi mutur batetik esne mota bat kumea handia delako eta beste tititik beste mota bat kumea txikiago izan daitekeelako (aztertuta kanguroetan).



Esne edo guruin horri izaera nutritiboa ematen diogu baina ez da ezaugarri bakarra. Zerikusia dauka babes immunearekin adibidez. Emeak kumeari babes immunea transferitzeko gaitasuna dauka, kumeak gaixotzeko probabilitate gutxiago dute, emearen antigorputz horiek emeari transferitzeko gaitasuna dutelako. Ezaugarri immune hori agian izan zitekeen ugaztun goiztiarren ezaugarri horietako bat. Arrautza garbitzeko eta mikroizakiz babesteko esne guruina sortu zitekeen. Esne guruin hori modu horretan garatuta ere, jarraitu zezakeen jariakin hori miazkatzen. Bestalde, esnea ematen dio ama horri kumea elikatzeko aukera bat hainbeste dependitu gabe kanpo ingurumenaz. Erditu ondoren ume hori hazi dezake kanpo elikagairik gabe zuzenean esnearekin. Eme horrek aurretik metakin energetiko nahikoak metatzeko ahalmena eduki beharko luke.

#### 4. Espezializazio trofikoak:

Lehen esan bezala, ugaztunen ezaugarrietako bat endotermiaren garapena izan zen. Animalia endotermo batek beroa ekoizten duen animalia bat da eta horretarako tasa metaboliko altua behar du. Tasa metaboliko altua izateko animalia batek asko jan behar du metabolismoa aktibo matentzeko. Ondorioz, endotermiak moldapen ezberdinak ekarri zituen: digestio-sisteman, hortzerian, zentzumen organoetan, nerbio sisteman, lokomozioan, portaeran...

Moldapen hauen ondorioz espezializazio trofiko handia ekarri zuen, ez zen filogenetikoa izan, moldaerazko konbergentzia bat izan zen. Moldapen hauen artean, aipagarria da ahoaren konplexidade eta dibertsitatea, izan ere, espezializazio trofiko ahoari erreparatuz ikus daiteke.

Espezializazio trofikoaren araberrako talde nagusiak:

1. Intsektujaleak: hauek jatorria dira, hau da, seguraski, ugaztunen egoera goiztiarra hoberen isladatuko duten animaliak dira. Espezializazio handirik gabeko intsektiboroak hortz heterodonto sinpleak zituzten: I,C,PM eta M. Intsektujale espezializatuak hortz zorrotzeko lerroak, Molarretako kuspideak oso hondo kokatuak, kitina apurtzeko modu eraginkor batean. Letaginak saguxarretan nabariak baina beste intsektiboroetan ez.
2. Mirmekofagoak: termita edo inurrijaleak, talde honetan armadilloak, hartz inurrijaleak... sartzen dira. Ez soilik plazentarioak, monotrematuetan eta marsupial asko ere. Modu konbergentean azaltzen da elika modu hau. Hortzik ez edo hortz birrintzaile zapalak, mihi

luze projektagarriak eta listu itsaskorra dituzte animalia hauek. Ikusgarrienak hartz-inurrijaleak.



*Myrmecophaga*



*Dasypus*



3. Omniboroak: Hauek hortz zorrotz eta punradunak dituzte aurrekaldean, baina haginak handiagoak dituzte eta azalera oklusal zabalagoak, ez hain zorrotzak). Primate asko,



*Aronata*



*Hartz arrea*



*Saguzar fruitujalea*

hartza...

4. Herbiboroak: konbergentzia ebolutibo handiko taldea da, batzuk haziak, garaua, etab gehiago jaten dute (karraksarien modura), eta besteak herbiboroagoak direnak, berdeago jaten dutenak. Herbiboro azken hauek, edo herbiboro estrikto hauen barruan espezializazio bat agertzen da hortzen aurrekaldean eta atzealdearen artean, diastema agertzen da, haginik gabeko atala. Herbiboroa izatea ez da belarra jatea soili, landaretik datorren edozer jatea da. Masaileko haginak xehetzez eta abarretaz arduratuko dira. Karraskariagoak direnak gehien bat beharregatik elikatzen dira. Normalean asko ikusten da karraskari eta lagomorfoetan, herbiboro izan edo garau gehiago izan, intzisiboak garatuagoak daude.



*Elefantea*



*Oreina*



*Aie-aie*



*Erbia*



*Marmota*

Elefantea: heldu arora heltzen denean ez ditu hagin guztiak; hagin bakarra izaten du barailaren erdi bat osatzen duena. Higatzean atzetik beste hortz bat sortzen da eta horrela zaharra bota eta berria izango du. Horrela egingo du bere helduaroan zehar, haginak bukatu arte.

Oreina: aurreko haginak belarra hartzeko eta masaileko haginak xehetzeaz arduratuko dira.

Marmota: intzisiboak hazkuntza jarraikoak dira, esmaltea kanpoaldean, dentina barrukaldean eta beheko partean ere horrela da. Hau da, esmaltek ez du guztiz estaltzen hortza. Molarrak hazkuntza jarraikoak izan daitezke.

5. Karniboroak: kanino handiak eta hagin zarrastaria dituztenak karniboro izaera erakusten dute. Hortz hauek espezializatuak daude harrapakaria eutsi eta haragia mozteko. European Carnivora ordenekoak. Mundu mailan beste taldeetan ere, martsupialuoetan ere agertzen dira.



6. Beste aho espezializazio batzuk:

- Mortsak moluskuen oskola xehatzeko moldatutako haginak dituzte.
- Odontozetoak: hagin homodontoak, hagin serie oso luzeak, ehundauka haginekin (konbergentziaz iktiosauroekin edo beste Arrain batzuekin), barail mehe eta luzea, hagin izaera konkista (konbergentzia arranez elkkatzen diren ugaztunekin). Arrain eta txipiroiz elikatzeko hortz konikoak dituzte, iktiofagoen bereizgarri direnak.
- Mistizetoek keratinazko bizar iragazleak diruzte, haginak ez. Ornodun handienak: zere urdina (150 Tm)





Espezializazio trofikoan ikusi dugun bezala, hortxei bazkatze funtzioa atxikitzen diegu baina beste zeregin desberdin dituzte. Adibidez, basurdeak ez du bere haginak bazkatzeko erabiltzen, eta konparatuz emeeekin hauek baino handiagoak dituzte beraz karaktere sexualeko ezaugarria izango dira.



Hortzak ez dira elementu bereizgarriena ugaztunen ahoan. Ahoaren beste elementuek ere moldapenak pairatu dituzte talde honetan, adibidez, mastekatzeko eredu muskulu-eskeletikoa. Ahoari dagokiola, muskulatura paketeak ere garrantzitsuak dira. Hiru muskulu mota desberdintzen dira (hauen barruan pakete desberdinak egongo dira):

1. M. Tenporalak: kranio sabaitik barailaren prozesu koronoidera doazen muskulu paketeak (arku zigomatikotik barrura kranio sabai-gandorrera doan muskulatura).
2. M. Maseteroak: arku zigomatikotik barailaren atzealdera (kanpotik) doan muskulatura (beheko barailetik arku zigomatikora).
3. M. Pterigioideak: aho-sabaiaren atzetik barailaren alde lingualera doan muskulatura.



Muskuluak funtzio ezberdinetara moldatu dira hauen kokapena, norabidea... ikusiz. Muskulatura estrategia trofikoaren arabera aldatu egiten da:

- Karniboroak: Muskulu tenporal handi eta sendoak dituzte, gandar sagital eta prozesu koronoide handiak. Barailaren kondiloa baxua dute hortzen planu oklusalaren parean. Barailak artazien moduan ixten dira, mozteko aproposak izateko. Kondiloaren giltzadura oso sendoa dute dislokatzerik ez emateko.
- Herbiboro eta omniboroak: muskulu masetero eta tenporalak nagusiak dira beraien muskulaturan. Barailaren kondiloa altua dute hortzen planu oklusalaren baina gorago. Barailak ia paraleloan ixten dira murtzikapen laterala edo errotaziozkoa material begetalak xehetzeko.

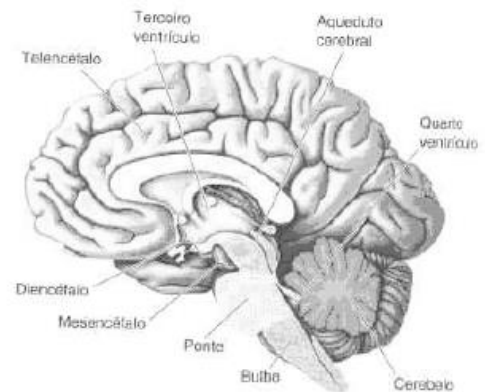
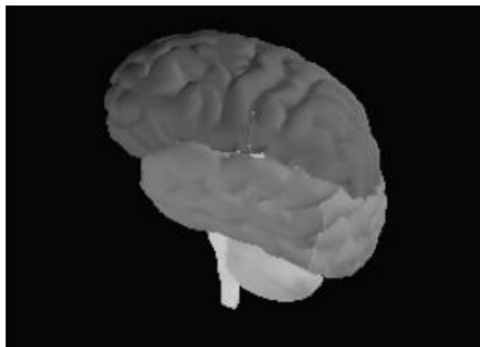


## Barne anatomia

- Koipe arrea: koipe arrea erre egiten da beroa sortzeko erabiltzen da glukosa eta lipidoak metabolizatuz. Normalean heldu aroan galdu egiten da, baina hibernatzen duten animaliak edo gorputz tenperatura jaisteko gaitasuna duten animaliek koipea beharrezkoa dute lo garai horretatik kanporatzeko eta aktibo jartzeko. Jaioberrietan ere koipe arrea dago.
- Zirkulazio –sistema bikoitza dute, bihotzak lau ganbara ditu eta arku sistemiko bakarra daukate. Eritrozito bereziak dituzte, nukleorik gabea.
- Arnas sistema birika lobulodun hanpatuak (albeolarrak) eta diafragma osatzen dute. Kutxa torazikoaren muskulaturak birika bentilatzen du diafragmaren laguntzaz.
- Gernu sistema: giltzurrun metanefriko eraginkorra ditu, hodi bihurgunetsu biren artean, Henleren lakioa, askoz ere finagoa dena. Henleren lakioa gainerako hodi zatiak baino barneratuagoak giltzurrunera. Kloakarik ez da agertzen animalia hauetan, irtengune urogenitalak eta uzkia bananduta daude (monotrematuak zulo bakarra dute, kloaka).
- Barrabil eskrotalak soinetik kanpo aurkitzen dute, zakil zutikorra dute hezur penialarekin (os penis). Barrabilen kokapena adaptatiboa izan daiteke, horrela kokatua tenperatura hotzago eta espermaren sorrerarako egokiagoa.
- Obarioak barnean kokatzen dira, obiduktua bi ditu eta uretra baginara doa.

## Nerbio sistema eta zentzumen organoak

Entzefaloaren tamaina erlatiboa eta konplexutasuna emendatzen joan dira amniotoen historia ebolutiboan zehar. Mailarik handiena ugaztunetan lortu du, narrasti eta hegaztiekin lortutakoa baino garapen handiagoa lortu baitu. Izan ere, ugaztunen entzefaloa beste tetrapodoen batez bestekoa



baino laupabost aldiz handiagoa baldin bazen, egungo ugaztunena arbaso haiena baino laupabost bider handiagoa da.

Baina, tamainaz harago, ugaztunen entzefaloaren ezaugarri bereizgarriak dira:

1. Telentzefaloaren edo entzefaloaren aurreko eskualdearen garapen handia
2. Telentzefalo horren azalean materia grisez osatutako geruza berezi bat espezializatzen da, neopalia. Honek azalera emendatzeko joera izango du, eta horretarako geroz eta gainazal bihurgunetsu eta kiribilduagoa izango du.

Beraz, ugaztunen entzefaloaren emendioa jatorrizko burmuinetik garatutako eta neurona-gorputzez osatutako geruzen gehipenez gertatu zen. Geruza berri hauek bereziki lodiak dira telentzefaloan.

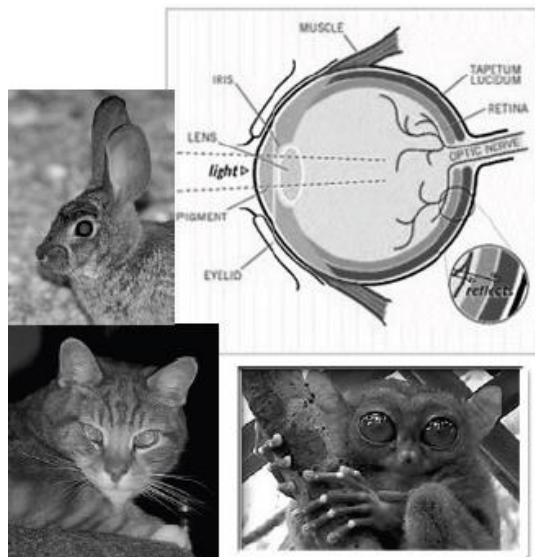


Ugaztunen entzefaloaren emendioa munduaren pertzepzio tridimentsionala mantentzeko beharra eragin duela diote. Izan ere, batez ere egunez bizi ziren diapsidoetan ikusmenak zuzenean eskaintzen du informazio tridimentsionala. Lehen ugaztun haiek gehienbat bizimodu gautarrera jo behar izan bazuten, ordea, ikusmena ez beste zentzumen-organoak garatu behar izan zituzten eta bertatik eskuratu beharko zuten informazio tridimentsional hori. Horretarako usainez edo hotsez baliatzeak nahikoa zailtasun planteatzen ditu, ordea, burua batera eta bestera mugituta., batetik eta bestetik jasotako kinadak memorizatu eta konparatzen jardutea eskatzen baitu. Beraz, lana konplexuagoa gertatzen da: kinadak bilatu, aztertu, gorde, berriz bilatu, aztertu eta informazioa aurrekoarekin konparatzea eskatzen du behin eta berriz. Honek guztiak informazioa prozesatzeko, asoziaziorako eta integratzeko gaitasun handiagoa eskatzen du nerbio-sistema zentrolean. Eta honek, aldi berean, jokabide eredu konplexu eta malguagoak ahalbidetuko ditu.

Alabaina, ugaztunen entzefaloaren garapen prozesua ez da berdina inondik ere talde guztietan, eta tamainaren emendioak ere ez ditu talde guztietan, bide berdinak egiten, ez eta zuzenean asoziaziorako eta ikasketarako gaitasunak ondorioztatzen. Are gehiago, zenbait ikerketek espezializazio ekologikoekin lotu dute ugaztunen entzefaloaren eboluzioa, eta talde ezberdinetan konbergentziak ere gertatzen direla ondorioztatu.

Eguneko bizimodutik gauekora pasatzeak sekulako aldaketa ekarri bide zuen zentzumen organoen erabilera eta antolakuntzan. Ondorioz, gainerako amniotoen aldean, ugaztunak entzumenean eta usaimenean oinarritzen dira batez ere inguruaren berri jasotzeko eta gutxiago ikusmenean.

Hala ere, ugaztun goiztiarrek gauez bizi ahal izateko lehenik izango zuten presio selektiborik garrantzitsuenetarikoa ilunpena moldatzeko moduko zentzumen-organoak garatzearena izango zen, eta horien artean erabateko abantaila zekarkeen gaueko begiaren garapenak, hots, erretinan hagak baino ez dituenak. Horrelako begi ereduak dute egungo intsektiboroek, bai eta beste hainbat ugaztun gautar espezialistek ere. Egungo ugaztunetan *tapetum lucidum* berezia izaten da gaueko ikusmena emendatzeko. Hau begiaren erretinan edo honen atzeko koroidean kokatutako geruza iridisizente berezia da, eta kanpotik datorren argi ahula jaso, eta berriro ere erretinako fotoerrezeptoreetara bidaliz, hauen hartzaile funtzioa emendatzen du. *Tapetum lucidum* ezberdina da ugaztun taldearen arabera.



Gaueko begiek jatorriz eskainiko zuketuen ikusmen-kalitatea nahikoa ahula izango zen, eta ez zen oso baliagarria izango distantzia luzean zer zegoen jakin ahal izateko. Honekin lotuta, egungo ugaztun gehienek ere ikusmen nahiko eskasa dute, zorrotasun gutxikoa eta bestelako zentzumenetan oinarritzen dira, batez ere, ingurumena ezagutzeko. Gainera, gehienek batez ere hagaz osatutako erretinak dauzkate, eta nolabaiteko kolore-diskriminazio xumerik egin badezakete ere hau ez da oso garatua izaten eta gehienek zuri-beltzean edo ikusten dutela esan genezake. Hala ere, talde batzuk badira ikusmen bikaina dutenak, eta honek ugaztunen eboluzioan arbasoen ereduak hobetzeko gertatutako zenbait espezializazio adierazten dizkigu. Izan ere, ugaztunen artean primateak dira bakarrak koloreen diskriminazio trikomatikoa garatua gauzatzeko gai direnak, eta horretarako 3 pigmentu ezberdin dauzkaten konoak izaten dituzte erretinan. Beste ugaztun egun-argitar batzuk berriz, ikusmen dikromatikoa izaten dute, bi motatako konoetan oinarrituta. Ugaztunen erretinako

konoak ez dira, ordea, beste ornodunetan ageri direnen homologoak, makiltxoetatik eratorritako egitura berriak baizik. Dirudienez, ikusmena hobetzeko aldaketa hauek Zenozoikoan zehar ugaztun egun-argitarrek izandako erradiazio ebolutibo handiaren ondorioa izan ziren batez ere.

Entzumenarekin batera, usaimena izan bide gaueko iluntasunean urrunetik informazioa lortzeko zentzumenik eraginkorrena, eta bera, ugaztun gehienetan usaimenak duen zorroztasuna eta garrantzia talde honetako arbasoen bizimodu gautarraren ondorioa izango da ziur aski. Edozein modutan, ugaztunen usaimen-sistemak espezializazio handia ageri du, eta honek isla garbia du animalien entzefaloan, bertan usaimen erraboila garapen handiko eskualdea baita ugaztun gehienetan. Salbuespenen artean batez ere primateak ditugu eta baita zetazeoak ere.

Ugaztunen belarriak gainerako amniotoek ez bezalako eredu konplexua du. Bertan, hiru hezurrez osatutako hotsen transmisio-kateak garrantzi handia du hotsen amplifikaziorako, eta ondorioz baita ugaztunen entzumenaren zorroztasuna emendatzeko ere. Baina ez dira mailua, ingudea eta estriboa entzumen-zolitasunaren erantzule bakarrak.

Gainera, barne-belarriko kapsula otikoan kiribildurako koklea luzeak tonuak bereizteko gaitasun handia du, eta hau oso baliagarria izango da hotsen diskriminaziorako. Azkenik, ugaztunen belarrien bereizgarriak dira kanpo-pabilioi handia eta entzunbide estua izatea. Izan ere, pabilioak hotsak kontzentratu eta entzunbide barrena mintz tinpanikora bideratzen ditu, eta entzumenaren sentikortasuna areagotzen. Hainbat ugaztunek pabilioak batera eta bestera mugi ditzakete soinuaren bila, baina primate antroipoideek galdu egin dute ahalmen hori.



### Ugalketarako bide berriak

Arrautza kleidoikoan oinarritutako eredu erabat obiparotik abiatuta eredu arrunt bibiparo eta matrotrofikora egindako aldaketa izan da ugaztunen eboluzioan erdietsitako aldaketarik adierazgarrienetarikoa. Kume jaioberriek esne-guruinetan sortutako elikagaiez bazkatzea da ugaztun izaeraren ezaugarri bereizgarrietako bat, ugaztun guztiek partekatzen dutena. Honi esker kumearen garapena luzatu egin daiteke denbora, egitura konplexuagoak erdietsi, eta gainera amaren eta kumearen arteko loturak, eta zenbaitetan taldearen baitakoak ere bai, sendotu egiten dira. Baina eredu honetatik harago ugaztun eratorrienek erabateko bibiparotasunerako eta matrotrofiarako bidea jorratu dute, arrautza kleidoikoa baztertzeraino. Enbrioia-aren garapena amaren bitartez, berak emango dizkio beharrezko elikagaiak eta erretiratuko beharrezko hondakinak. Prozesu hau gradualak izan da, ordea; ugaztunen arteko talde filogenetiko nagusiak ugaltze-ereduari dagozkion ezberdintasunengatik bereizi dira, besteak beste.

- **Monotrematuak:** Gaur egun hiru espezie baino ez dira talde honetan, eta guztiak ugaztun obiparoak izateagatik bereizten dira nagusiki. Obiparoak nabarmen handiagoak izaten dituzte gainerako ugaztunek baino, bertan sortutako obuluak biteloz joriak izaten baitira. Hegaztietan bezala, umetokira iritsi aurretik ernaltzen da obulua, obiduktuan bertan. Berehala arrautza garatzen hasten da eta segidan mineralizatuko den mintzezko estalkia sortzen da haren inguruan. Eklosioa errazteko, monotrematu gazteek hegaztien antzeko oskol-hortza izaten dute arrautzaren oskola apurtzen laguntzeko. Behin eklosioaren ondoren, kume jaioberria amaren esne-guruinetatik ekoiztutako esneaz elikatuko da garapena osatu arte.



- **Martsupialioak:** Talde honetan ugaltze-estrategian bibiparotasuna nagusitu da, eta horretarako enbrioaren garapena laburtu egin da. Izatez, martsupialioen arrautzek askoz eite bitelo gutxiago dute monotrematuenek baino, baina plazentalioenek baino gehiago. Gainera, zenbait martsupialiotan plazenta bitelino bat garatzen den arren, honek ez du lurzoruan irauten, edota ez da umetokian ezartzera ere iristen. Ondorioz, arrautzaren garapena laburra izaten da beste ugaztunekin alderatuta eta jaioberriaren garapen-maila eskasa. Honela, ernaldia 13 egunetakoa izaten da hainbat possum eta zarigueiatan. Era berean, 80 kg inguruko pisuko kanguru baten kume jaioberriak ez du 2-3 cm baino gehiago izaten luze. Behin ama erditu eta berehala kume jaioberria martsupiora igotzen da narras, bertan errape bat topatu eta berari eusteko. Hari itsatsita edoskian emango ditu hainbat aste eta hilabete. Normalean emeak dituen errapeak baino obulu gehiago egiten ditu; ernaldu eta enbrioak garatu ostean hauetariko zenbaitek ez dute errapetarinoko bidea aurkituko.



- Plazentalioak, euterioak: Bibiparotasuna eta matrotrofiarako bidea erabat espezializatzen da plazentalioetan, eta beraz, hauek dira arrautza oligolezitoenak egiten dituzten ugaztunak. Honen ondorioz, hauen obarioak dira txikiak. Ernalketa Falopioaren hodietan gertatzen da eta ernaldutako arrautzak umetokirako bidea egiten du obiduktuen horman ezartzen da eta ama eta enbrioaren arteko materialen elkartruckerako zubia izango den plazenta garatuko da. Plazenta enbrioiaz kanpoko egitura baskular berezia da, arrautza amniotikoaren mintz estraenbrionario berezietatik eratorria. Orokorrean alantoidea eta korionaren espezializazioz eratzen dela eta plazenta alantogeno edo korioalantoiko ere esaten zaio. Zenbait kasutan, enbriogenesiaren lehen urratsetan plazenta bat baino gehiago garatzen dira, bara alantoidetik eratorria, eta bestea bitelo-zorrotik.

Izatez, placentaren morfologia oso aldakorra da euterioen artean. Batzuek plazenta iraunkorrak izaten dituzte eta egitura bere horretan mantentzen da enbriogenesi osoan zehar. Beste batzuek, berriz, plazenta galkorrak izaten dituzte eta egitura bera higatzen eta geruzak galtzen doa prozesuan zehar. Oinarrian guztiek antzeko egitura dute, ordea: amarengandik enbriotik datozen odol-hodiak plazentan bildu, eta behin eta berriro adarkatzen dira kapilar-mailako sare baskular zehea eratu arte; amaren eta enbrioaren kapilar-mailako sare horiek eskualde intimoan biltzen eta paketatzen dira eta bertan saretik sarera ematen dira gasen, elikagaien eta hondakinen trukea.

Obiparotasuna alde batera utzi dutelarik, ugaztun plazentalioek ez dute energiari inbertitzen arrautza biteloz eta estalki babesle sendoz hornitzen. Baina plazenta bera sortzea nahiko ahalegin handia da berez alde energetikotik. Horrela garatuko den enbrioak amaren barne-medioaren babesa eta egokitasuna ditu aldeko. Edonola, enbrioaren garapena eta jaio ondorengo hazkundera bera prozesu geldoak dira, eta energia-gastu gehigarria eskatuko diote amari edo gurasoei. Honek guztiak ugaltze –estrategia arrunt kontserbakorra dakar, kume gutxi egingo dituen, baina haietan asko jarriko duena. Ondorioz, ugaztun gehienetan garapen handia izango dute jokabidearen ikasketan eta antolakuntza soziala.

