

EUSKAL HERRIKO *Natura*

6€

113
ZENBAKIA

2019ko MAIATZA-EKAINA



Kultura eta Hizkuntza Politika Sailak (Hizkuntza Politikarako Sailburuordetzak) diruz lagundua

IGERIKETA EREDUAK

LARRUAZALA

LOKOMOZIOA

HORTZAK



BEGIA ETA IKUSMENA

MUSKULU-SISTEMA

NERBIO-SISTEMA

LARRUAZALEKO GURUINAK

AHOKO ZULOA

SUDURZULOAK

BEGIZULOAK

ESKELETOA

UGAL-SISTEMA



EUSKAL HERRIKO ARRAINAK

Euskal Herriko Arrainak

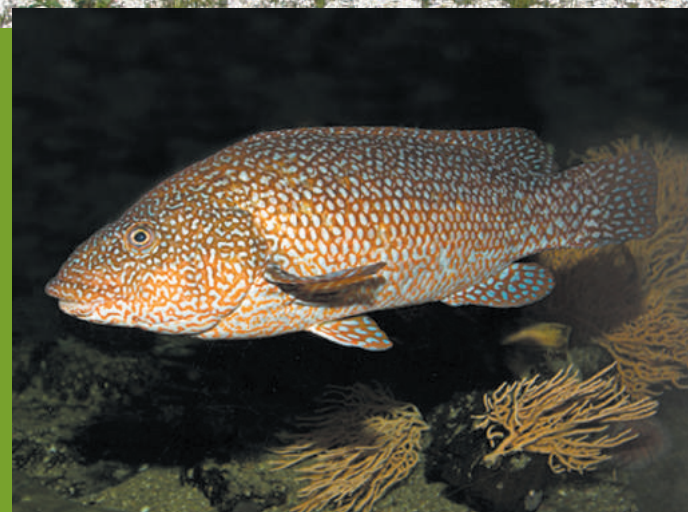
Biodibertsitatea



MUXAR EZPAINLODIA



KRABARROKA



IPARRALDEKO KATXOA



ITSAS SUGEA



SALPA



PERLOI-HANDI



EUSKAL HERRIKO
NATURA

EUSKO JAURLARITZA

KULTURA ETA HIZKUNTZA
POLITIKA SAILA



GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE CULTURA
Y POLÍTICA LINGÜÍSTICA

Kultura eta Hizkuntza Politika Sailak (Hizkuntza
Politikarako Sailburuordetzak) diruz lagundua

IRAUNGITZEKO ZORIAN DAUDEN ESPEZIEAK DEFENDATZEKO ELKARTEA

ZURE NATUR ETA ZOOLOGIA ALDIZKARIA

EHAA-1996ko otsailak 7, asteazkena.
3/1996 DEKRETUA, urtarrilaren 9koa, Elkarte
herri-onurakoa dela aintzatesten duena.

Bizkaia
foru aldundia
diputación foral

AURKIBIDEA

113.zk - 2019ko MAIATZA-EKAINA



EUSKAL HERRIKO ARRAINAK

Lokomozioa	4
Igeriketa ereduak	5
Larruazala	6
Ezkatak	8
Ezkata ganoideak	9
Adinaren mugaketa	10
Hezur plakak	11
Kanpo -eskeletoen eraketak	12
Hortzak	13
Ahoko zuloa	14
Sudurzuloak	15
Begizuloak	16
Zakatz-zuloak	17
Kloaka-zuloa, uzki-zuloa eta organo kopulatzaileak	18
Larruazaleko guriak	19
Zelula serosoak	20
Albo-Lerroko organoak	21
Eskeletoa	22
Ardatz-eskeletoa	23
Gorputzadar-eskeletoa	25



Sorbaldagorri	27
Pelbis-gorri	27
Hegatsetako erradio dermikoak	28
Hegatsen formulaketa	28
Hegatsen aldakuntzak	28
Muskulu-sistema	30
Buruko muskuluak	30
Enborreko muskulatura	32
Nerbio-sistema	33
Erdiko nerbio-sistema	33
Inguruko nerbio-sistema	37
Nerbio-sistema autonomoa	37
Begia eta ikusmena	38
Belarria	39



Ukimena	40
Organo soinuak	41
Kimiorrezeptoreak	41
Liseri-aparatua	42
Guri erantsiak	43
Arnas-aparatua	44
Zakatzak	44
Arnas-organo eransgarriak	45
Igeri-maskuria	45
Zirkulazio-aparatua	46
Arteri-sistema	47
Zain-sistema	48
Iraitz-aparatua	49
Ugal-sistema	50



EUSKAL HERRIKO
NATURA

Zuzendaria: Fernando Pedro Pérez.
Erredakziorua: Iñaki Landaluze.
Kolaboratzaileak: Nerea Urtaran, Miren Alustiza, Oskar Azkona, Fidel Korta.
Anaut Paterson, Jon Zubiri, Elena Azkarreta, Xabier Aramburu, Kepa Alustiza.
Argazkilari-taldea: Edurne Urkizu, Aitor Zubizarreta, Xabier Urreta, Izaskun Loidi.
Maketatzailea: Cristina Urionabarrenetxea.
Legezko gordailua: BI-2452-02.
ISSN: 1695-4645 **Aleak:** 2.000

Erredakzioa:
Av. Madariaga, nº. 47-6º C - Esc.1 - 48014 BILBAO.
Tel: (94) 4 75 28 83. e-maila: adeve.2@euskalnet.net

Argitaratzailea:
Iraungitzeko Zorian Dauden Espezieak
Defendatzeko Elkartea.



HARPIDETZA-ORRIA

Naturaren Ahotsa Interneten zabaltzen da Euskomedia
Fundazioaren bitartez, ADEVE eta EUSKO IKASKUNTZA-ren
arteko hitzarmena dela eta WWW.euskomedia.org/adeve



Urteko kuota: Hamabi ale urtean: 36 euro. TLF: 94 475 28 83

EUSKAL HERIKO ARRAINAK LOKOMOZIOA

Arrainak era askotara mugitzen dira. Era sinpleena larba-formen ugaineke mugiera noraezekoa da, baina forma hauek berehalaxe bilakatzen dira mugimendu biziak eta bideratuak egiteko gauza diren faseetan. Zenbait arrain espezieak ur hondoon habia egiteko, ibiltzeko edo herrestatzeko abilezia gartu duten bitartean, igeriketa bidez toki batetik bestera joatera, baita hegaz egitea ere, dudarik gabe ibiltzeko erarik garrantzikoena da.

Arrain gehientsuenek igeri egiteko beren gorputz guztiaren edo hegatsen uhindura eritmoak erabiltzen dituzte. Gorputzaren uhinduren kasuan, miomeroen uzurdura sekuentzialak, gorputzeko saihtsei eta hegatsen indarra egiteko aukera ematen die, inguratzen dituen eta neurri handi batean konpresibleak ez diren uretan. Bizkarrezurrak, neurri handi batean zurruna izanik, konpresioari jarkikortasuna ematen dio, eta hori dela eta, gorputza laburtu beharrean alde batetik bestera kopatzen da. Modu berean, marrazo batzuetan, larruazaleko kolagenozko sare helikoidalak miomeroen lotune distalean, isatsalderantz muskulu-indarra eraginkortasun handiagorekin bidaltzeko aukera ematen dion kanpoko zurda batek bezala jokatzeko du. Igeri egitean, kolagenozko zuntzen angeluaren aldaketak, marrazo hauek beren zulgunean larruazalaren tirandura eta zimurdura galdu ez dezaten laguntzen du.

Alboko irudiak reakusten digunez, alboflexioek eraso-angelu egokietan arraina aurrerantz bultzatzen dute. Flexioak ohi bezala atzerantz mugitzen dira gorputzean zehar, zabalatasunean handituz eta arrainak aurrerantz egiten duen progresioa baino abaidura handixeagoan.

Uhin bultzatzaileek mugitzen diren heinean, arrainaren aldameneko ura alde horretara azelaratzen dute, hariak eta isats-hegatsaren atzeko ertzetik lerratzen den arte, untzi baten helizeak egiten duen antzeko bulkada sortaraziz.



Zenbat eta uhindura gehiago egin arrainak bere inguruko uretan, eta zenbat eta handiagoak eta gehiegizkoagoak izan hauek, ahalmen bultzatzaile handiagoa sortuko du. Beste zenbait faktore, esate baterako gorputzaren formak eta neurriak eragiten duen aurrera joatearen jarkikortasuna, konstantetzat hartzen badira, bulkada handiena sortarazten duen arrainak askoz ere azkarrago azeleratuko du eta abiadura handiagoa hartuko duigeri egitean.

Amuarrain ortzadarraren kasuan, jakin da, uhin ertainareen luzera 0,76 aldiz dela arrainaren luzera, eta bigarren batean gorputzaren luzera 0,3 aldiz baino igeriketa abiadura handiago guztietan jarraikorra dela. Igeriketa abiadura gehitzeko, amuarrainak nahiz isats mugimenduaren frekuentzia (minutu batean egiten dituen albo-mugimenduak), nahiz zabalatasuna gehitu egiten ditu. Uhin bultzatzaile honek sortzen duen bulkada gorputz flexioek sortarazitako indarren eta uhin bultzatzailearen atzerantzko abiaduraren arauera da, isats mugimenduaren frekuentzia eta zabalatasun handietan eraginkortasun hidrodinamikoaren gutxitzeak mugatzen duela. Aurrerantzko mugimendu honen ezin besteko ondorio bat, arrainaren atzekaldean uretan gelditzen den arrasto uherra da, ikus.

Antza denez, arrainek dituz gorputz formen barietate ugartasuna ikusirik, lehen azaldu dugun igeriketari buruzko oinarritzko ideiaz gainera, aldakuntza handia dago arrainek igeri egiteko moduan. Hauen banaketa egeri egiteko oinarritzko 4 eredu hauen arauera egon liteke: angiliformea, karangiformea, ostraziformea eta igeriketa hegatsen soilik.



IGERIKETA EREDUAK

Eredu angiliformea

Aingirak egiten duen mugimenduagatik deitzen zaio horrela, eta arrain luzanga eta malguen ezaugarria da hau. Arrain hauen gorputz guztia, albo-uhin bultzatzaileak eginez tolestatzen da. Aingirek izaten dituzten ohizko "erdiko hegatsak" arrainaren erdialdetik atzekaldera iristen den eta erradio bigunak dituen bizkar-isats-uzki-hegats jarraikorra da. Eboluzionatu ahala asko zabaldu diren sailek ere, esaterako folidoek, lanproiek, anadromek (*Pteromyzonidae*) eta arrain birikadunek (*Dionoi*), hegats-egitura berdintasuna eta igeri egiteko antzeko modua dute.

Aingira tipoko forma zehatza ez duten igerilari angiliformeen artean, zenbait elasmobranchio (*Orectolobidae*) aurkitzen dira, eta baita teleosteo batzu ere, esate baterako bakailoa (*Gadus*), astiro igeri egiten duenean. Beren gorputza uhin-luzera batek baino gutxiago, baina erdi batek baino gehiago (segundo batean gorputzaren luzera behion baino abiadura handiagotan) uhintzen duten espezieek, sarritan banandutako mugimendu kategoriatan kokatzen dira, hain zuzen ere eredu subkarangiformea delarik.

Eredu karangiformea

Igeri egiteko eredu karangiformea eredu angiliforme eta ostraziformearen bitartekoa da. Igeriketa Karangiformeak gorputza uhin arin batetan aurrera botatzea eskatzen du (gorputz luzeraren barruan uhin-luzera erdi bateraino), buruaren eta gorputzaren 2/3 etan, zabalatasun txiki bateta-



tik hasita isats-hegatsaren atzeko muturrean zabalatasun handi batetara gehituz. Igerilari karangiformeen gorputzaren forma ohi denez fusiformea da, isats-txorten hestu batetarantz laburtzen delarik eta orduan isats-hegats handi urkilatu batetan zabalitzen delarik. Karangiforme tipoko espezieek bizkor igeri egiten dute (txitarroak, atunak berdelak e.a.) aurreratzeari jarkikortasun txikia aurkeztzen dion forma fusiformea eta igeriketa karangiformea, isats-hegats handi,

mehe eta ilargi-formako batekin konbinatzen dute, bulkada egiteko aproposak direlarik. Ilargi-formako isatsak ahalmen eraginkorra du uretan mugimendu bizkorak egin ahal izateko. Igurtzipenarekiko jarkikortasuna gutxienera jeisten da isatsaren diseinuagatik. Isatseko gingil-muturren arteko luzeraren edodistantziaren aldean gainazal txikia izatean, indar bultzatzailea gehienera iristen da, bitartean, berriz, uraren albo-desplazamenduetan galtzen den energia eta ondoren sortzen den uherdura gutxienezkoa da. Isats bertikal handiak, aterantz ur kantitate gehiago bidaltzeko aukera ematen du, bulkad aurrerantz gehitzen delarik.

Eredu ostraziformea

F. Ostraciidae formagatik deitzen da horrela; lehen azaldu ditugun 2 estiloen aldean guztiz ezberdina da. Nahiz eta bere gorputza uhin askotan aurrera bota, arrain huaiek batez ere itsas-txortenaren flexioaren bidez igeri egiten dute. Muskulu-masa guztiaren uzurdura aldizkatuak, bere gorputzaren alde batean bestean isats-hegatsa harat-honat ibiltzeko aukera ematen die igelari hauei, arraun tipoko lokomozioa sortaraziz. Lokomozio tipo hau duten arrainak, batez ere tetraodontiformeak, oro har armaduretan sartuta egoten dira, armadura hauek harrapakarietatik babesteko erabiltzen dituztelarik abiaduraren ordez. Isats-hegats txikia eta isozerkoa ere (gin-

giletan ezberdintzen ez dena), bere igeriketa abiadura txikiarekin erlazonaturik dago.

Igeriketa eredua hegatsekin soilik

Teleosteo kopuru handi baten igeriketa eredua da soilik, hauen artean igeri egiteko beren gorputz muskulatura ere erabiltzen duten formak aurkitzen ditugularik, abiadura handia edo igeriketa jarraikorra behar dutenean. Hegatsetako erradioen eta mintzen diseinuak arrain hauei hegats individual edo hegats bikoitien uhindura egiteko aukera ematen die, gorputzak mugimendu zehatzak egitea beharrezkoa ez delarik. Igeri egiteko eredu honen adibideak landaredi itxia dagoen alderdietan, koraletan era arrezife harkaitztsuetan bizi diren arrainen artean aurkitzen ditugu, ingurune hauetara mugatua ez badago ere.



LARRUAZALA

Arrainen larruazala edo tegumentua bi Ageruzek osatzen dute: epidermisak, jatorri ektodermikoa duenak, eta dermisak, jatorri mesodermikoa duenak. Kromatoforo adarkatu eta erretratik batzuzateagatik pigmentazioa dutenez gero, arrainek Batrazeoen eta Narraztien antza dute eta nerbio-ekintza bikoitzagatik eta humoralagatik gertatzen diren berehalako kolore aldaketak eskaintzen dituzte. Gainera, arrainaren larruazalak guruin eta hezur-egitura batzuz (ezkatak, dentikuluak, hezurtzapen dermikoak e.a.) ditu.

Larruazaleko geruzak

Epidermisa: zenbait zelula-geruzek osatutako (4-6 Selazeoen kasuan eta 10-30 Teleosteoenean) epitelio estratifikatua da. Lodiera, espezieen eta gorputzeko aldean arauera aldatzen da. Arrain heldu guztietan honako hauek bereizten dia epidermisean: Ehun generatzea. Epidermisaren oinaldean kokatzen den eta gainerako zelulak etengabeko zatiketez sortarazten dituen zelulen geruza bat da. Zelula hauen forma, zilindri-



koa edo prismatikoa da, baina kasu batzuetan aldakuntzak izaten dituzte.

Muki-geruza. Ehun generatrizeak sortarazitako zelulaz osaturik dago, pixkana pixkana gainaldera zuzentzen direlarik. Bereen artean dagoen konpresioagatik poliedriko formakoak dira.

Darkizko geruza. Geruza hau espezie batzuetan besterik ez da agrtzen nonbanaka; espezie hauetako gehienak Ciprinidae familiari dagozkio.

Dermisa: Larruazaleko osagaia lodiena da eta gehienetan gainazala leuna duen edo papilarik gabe arinki kizkurtua den eta horren jarraian dagoen kromatoforoen geruza batek banatzen du epidermisetik. Beste bigarren geruza batek hipodermo eta muskulu-ehunetik banatzen du.

Zenbait espezieetan gertatzen den bezala papilak baldin badituzte, hauek horrelakoak izan litezke:

- * Sentimen-papilak. -Gobidoen kasuan bezala.
- * Papila baskularrak. -Gaizkatan, Acipenser, agertzen dira (2 mm. baino altuera handiagoko beren ezpainetan).
- * Papila esklerogenak. -hauen barruan ezkatak, arantzak eta abar eratzen dira.

Pigmentazioa

Fenomeno fisikoek (isladepenek, difrakzioek, interferentziek) edo fenomeno kimikoek (pigmentazioak)

arrainen kolorea alda dezakete. Koloragailuek edo pigmentuek ehunak busti ditzakete edo kromatoforo izeneko zelula berezi batzuetan finkatuta egon litezke. Pigmentu nagusienak hauek dira: Karotenoideak, Flabinak, Melaninak eta Guaninak.

Kromatoforoak edo pigmentu-zelulak beren kolorearen arauera honela banatzen dira: erioforoak, xantoforoak, melanoforoak eta leukoforoak. Lehenengo biak batzutan lipoforo izenez ezagutzen dira, bada biek karotenoideak bait dituzte, hots, pigmentu disolbgarriak gantz-gorputzetan. Leukoforoek oraindik guanoforoak deitzen zaie beren izakera fisikoagatik eta "iridozitoak" tegumentuari ematen dien koloreen interferentziagatik.

Kromatoforo gehienak dermisean izaten dira, non lehen geruza bat limitantearen azpian eratzen duten, eta bigarren dermis eta hipodermoaren arteko muga. Kanpoko geruzak ezkatak estaltzen ditu. Melanoforoak eta lipoforoak epidermisaren barruan egon litezke, eta hori dela eta, ehun sortzaileen zelulek (malpighio-ren zelulek) melanina eduki lezakete, goi-ornodunetan gertatzen den bezala.

Oskoldunek eta Zefalopodoek dituzten kromatoforoen aldean, behe-ornodunek beti zelula bakarrekoak izaten dituzte, nahiz eta Perka, *Esox*, *Leuciscus* eta zelula beltzak eta zuriak, zelula beltzak eta zelula gorriak e.a. dituzten beste teleosteo batzuren kasuan deskribatu diren bezala elkarkei bide eman diezaieketen.

Elkarketa hauek benetako organo kromatikoak dira, bada bereizgarrienak, hain zuzen ere melaniridosomak, melanoforo zentral batez osatuta daude, eta hau guanoforoz inguratuta dago edo fiabarturiko zelula *ayncytium* batez bere bi aldeetan estalita, arrain batzuren dermisaren estratun *argenteum*-a eratzen dutelarik.

Zelula hauek edo hauetan izaten diren pigmentuak agertzen ez direnean, larruazala kolorea izaten da eta arraina



ere bai horren ondorioz; hau zenbai forma pelagikoetan eta larba-formetan gertatzen da, hauen gorputza uretan ikusteina izateraino zeharrargitsu delarik, honen antzeko errefrakzio-indizea izateagatik. Kasu horretan beren organo batzuen opakutasunagatik edo pigmentazioagatik ikusten dira soilik. Horrela, arraintxo koloreak bi puntu beltz diru-

diten begiengatik nabarmentzen dira, edo beren erraien batetako pigmentazioagatik edo heste-edukinagatik ikusteen dira.

Baina gehienetan arraineek larruazala ederki koloretua izaten dute. Kolore distiratsuagoa eta askotarikoa duten arrainak alderdi tropikaletan izaten dira, itsasbazterreko edo oso sakonak ez diren uretan, eta alderdi epeletakoetan ere bai batzuz, baita iberiar kostaldeetan ere.

Arrainen koloraketa kausa ezberdinen arauera aldatzen da, adibidez ingurunearen baldintzak, sexua, adina, e. a.

Koloraketa eta ingurunearen arteko erlazioak bista-koak dira, horretan eragin handiena dutenak argitasuna. Izaera eta ur hondoren itxura direlarik.

Ur hondo harkaitztsuetan bizi diren kostaldeko arrainak edoalgak guztiz koloretsuak izaten dira, baina ez uniormetasunean, baizik eta kolore ezberdineko guneak edo forma desberdineko orbanak eskaintzen dituztela. Nabardura oro



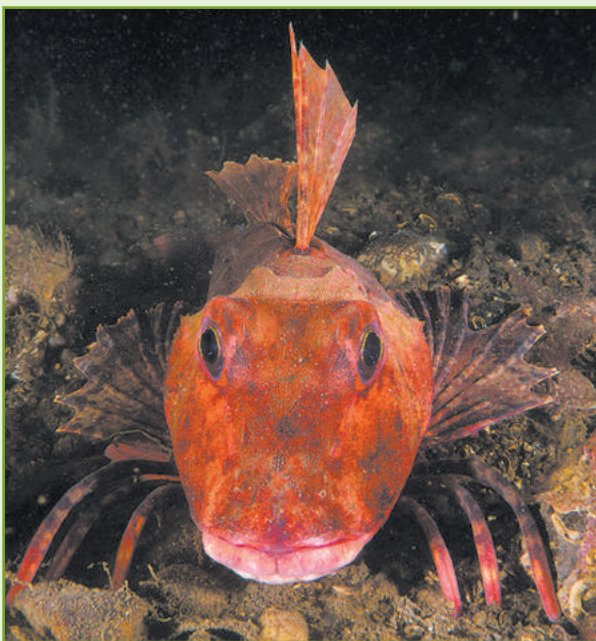
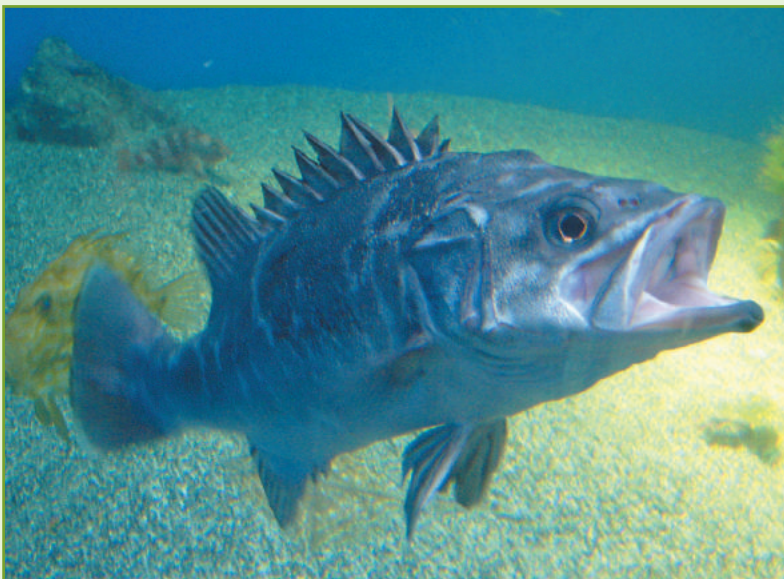
har arrokek eta algek duten nabarduraren antzekoa da. Ur hondo lohitsu edo hareatsua dagoen itsasbazterreko arrainek, hala nola, ibaie-takoek koloraketa neutroak eta batik bat ilunak eta baietate gutxiak izaten dituzte.

Erdi sakonetako arrainak gorriak izaten dira eta benetan abisaletakoak kolore oso ilunekoak dira. Arrain pelagiko delakoek, hau da, itsaso zabaleko gainaldean edo bertati hurbil igeri egiten dutenek, ur-dinska edo derdeska koloreko bizkarra, zilar koloreko saihsak eta sabelaldeko gainazala zuria izaten dituzte.

Sexualitatea koloraketaren bidez jakin daiteke; oro har espezie bereko bi sexuak kolore berdinekoak dira, baina kasu askotan arrak kolore biziagoak izaten ditu eta baita emeen aldean ezberdinak ere, *Spicara* generoarekin gertatzen den bezala.

Gazteen koloraketa ere helduen aldean oso har edo besterik gabe zenbait xehetasunetan ia beti ezberdina da, bisiguarekin (*Pagellus bogaraveo*) gertatzen den bezala: bisigu gazteek ez dute helduek albo-lerroaren hasieran duten orban beltziskarik.

Espezie askotan kolorea ingurugiroak duenari egokitzen zaio nabarmentzeko moduan. *Pleuronektidoek* ur hondoa-



ren, hain zuzen ere berak agertzen diren lekuaren kolorea eta baita orbanak ere hartzen dituzte. Aldaketa hori minutu batzuetan edo egun batzuetan gerta liteke, baina zenbait arrainetan berehala, gertatzen da, bat batean, barbarinekin (*Mullus surmuletus*) gertatzen den bezala. Kolore aldaketa hauek kasu batzuetan automatikoki gerta litezke eta beste batzuetan, berriz, berezko ekintzaz; baina bistan dago, ikusmeneko organoak fenomeno honetan zerikusi handia duela, zeren hau ez bait da gertatzen aurretik itsua-razitako zenbait arrainekin.

Ezkatak

Plaka karedunak dira, hortxe hantxe eronbikoak edo biribilduak eta dermisen eratzen dira dentikulu dermikoetan baino estratu sakonagoetan, eta ezkata inguratzen duen eskleroblastozko masak jariatutako kare-materiazko kapa zentru-kide berrien adizioz hazten dira; eskleroblastoek hasiera batean epidermisaren azpian hasierako papila eratu zuten. Arrain orok ez dituzte izaten, baizik eta teleosteoek soilik.

Ezkaten eta apendize dermikoaren egitekoa, kanpo-eskeleto bat eratzea da, bada zenbait zati azkeneko barne-eskeletoari (garezur-ganga, sorbalda gerrikoa) soldatzen bait zaizkio. Arrain arkaikoago-

en (Plakodermoak) hezurplaken aztarnatzat har daitezke, zeren aintzinan kanpo-eskeletoak, garapen gutxiagoko barne-eskeleto batekin kontrastatuz, izugarritzko harapena zuen bitartean, gaur egun alderantziz gertatzen da, bada arrain gehienek ezkata gutxiago izaten bait dute, ederki hezurtutako barne-eskeleto bat dutelarik- Ezkatak, beren egitura histiologikoaren arauera honela banatzen dira:

Ezkata kosmoideak

Ezkata tipo hau Permiko aroko fosiletan aurkitu zen, lehenik krosopterigioetan (*Megalichthys*) eta geroago garai hartako beste arrain sail batzuen fosiletan. Hau da, ezkata huaek ezaugarri jakin batzuek izateagatik, arrainetatik lurreko ornodunetara zubia egiten duten arrainetan aurkitzen dira.

Ezkata tipo hau bata bestearen gainean jarraitako 4 geruzek osatzen dute:

* Geruza distal mehe, distiratsu batek, esmaltea-

ren antzekoa denak eta zulo ugari dituenak.

* Geruza arbolak, lehen aipaturiko zuloen bitartez kanpoaldearekin komunikatzen duten barrunbe anitzekin. Zaku hauek kanalikuli meheetan luzatzen dira.

* Bigarren geruza arola batek; honen barrunbeek aipatu dugun geruzaren barrunbeekin komunikatzen dute, baina ez dago dudarik bere hezur arolazko izaeari dagokionean.

* Isopedinazko geruza proximalak; geruza hau hezur-ehun orrikara ohizkoa da, *Sharpey*-en zuntzekin eta orrixka artean elkarren segidako geruzen barruan eta banatuta dauden osteozito edo hezur-zelulekin.

Ezkata ganoideak

Ezkata hauek aurrekoekin duten ezberdintasuna honetan datza: kosminazko eta ehun arolazko erdiko geruzen enuldura konpentsatua gelditzen da gainazalean ganoina izeneko substantzia berri bat pilatzen delako. Substantzia hau hain amorfoa, gogorra, distiratsua eta gardenakenez gero, benetako esmalte bat dirudi. Urrunena aurkitzen diren gainazabalak dira soilik materiale distiratsu hau ez dutenak.

Ezkata ganoideetan bibariedade daude: Ezkata paleoniskoideak: ezkata hauetan, kosminazko geruza ezkataren gainazalarekin paraleloa egiten duten eta angelu zuzenean banantzen diren kanal multzo batekin agertzen da oraindik.

Bereziki kondrosteo fosil batzuk eta gaur egungo espezieen batek, esaterako Polypterus-ek, izaten dituzte.

Ezkata lepisostoideak: ezkata hau bi geruza orrikarek osatzen dute soilik; ganoinak eta isopedinak. Kanal baskularrek eta osteoblasto-zitoplasmatiko (hezur-zelula) luzadurak dituzten kanalikulu batzuek aldenik alde zeharkatzen



dituzte hazierako isopedinazko geruzak. Ganoinazko geruzari sekundarioki dermisaren barruan eratzen diren dentikuluak soldatzen zaizkio. Gaur egun *Lepidosteus*-etan irauten duten.

Ezkata elasmoidak

Ezkata meheak, gardenak eta orrikarak dira, eta hauetan ganoinazko eta isopedinazko

geruzak oso gutxi agertzen dira. Forma askotaakoak daude, biribilak, obalatuak, poligonalak ea., goikaldean sabeldura txiki dutelarik. Aipaturiko arlo hori uniforme izan liteke edo sektore edo arloetan banatuta egon liteke. Eskuharki, aurreko arlo bat, atzeko arlo bat eta alboetako dira. Ezkata bere lekuan kokatuta dagoenean, atzeko arloa baino ez da ikusten, zeren gainerako guztia dermisaren barruan aurkitzen bait da.

Geruza distalak (ganoina, hyalodentina) ildoek banantzen dituzten gandorrek ditu. Bi gandor bereizten dira: gandor zentru-kideak, ezkataren ertzarekin hortxe hantxe paraleloa egiten dutenak, eta erradio-gandorrek, ezkataren gunetik hasita ertzerantz zuzentzen direnak. Atezko arloak espikulak ere eraman ditzake.

Ezkata elasmoiden baten ebaketan bi geruza oso ezberdin ikus daitezke:

* Geruza distala: itxura homogenoa duena, gogorra, hauskorra, bernizatu, mineral-gaitan aberatsa dena eta kontutan hartzeko moduan gutxitua dagoen ganoinazko geruzatzat har daitekeena. Geruza honek ez du etenik egiten ildoen mailan eta alderantziz alde bat erliebean agertzen da, hauek lehen aipaturiko gandorrek eta espikulak besterik ez direlarik.

* Geruza proximala: lodiagoa da eta ezkata ganoideen isopedinari dagokio. Osteoblasto bakoitza karekiztutako ehun-zuntz konjuntiboz osatuta dauden orrixken artean kokatzen da. Estratu batetik bestera zuntzen norabidea



ezberdina da eta, hori dela eta, ezkatari mikoskopiaarekin beheko aldetik behatzen badiogu itxura saretua erakusten digu.

Ezkata elasmoideetan bi barietate aurkitzen ditugu:

Ezkata zikloideak: hauek dira ekologi-aroetan zehar agertutako lehenengoak eta behe-teleosteen artean hedatuena dira. Espikularik ez dute eta, hori dela eta, era askotako formal hartzen dituzte.

Ezkata ktenoideak: batez ere teleosteen goi-formek (*Percidae*, *Scombridae*, *Solidae*) izaten dituzte; orrazi-hortzen formako espinulak, atzeko ertzean agertzen dira edo, bestela, atzekalde guztia estaltzen dute.

Ezkaten antolaketa

Ezkatak beti gorputzaren gainazalarekin zeharkako eta luzetarako lerroak eginez antolatuta egoten dira. Gertuagotik behatuz gero, ikusiko genuke maila erronbikoak dituen sare baten tarteetan aurkitzen direla eta sare hori lerro lapranen gurutzaduraren bidez eratzen dela, bat aurretik atzerantz eta beste batzu atzetik aurrerantz antolatuta agertzen direlarik.

Izan ere, ezkatek saihetsetan galburu bikoitz antzeko batzu irudikatzen dituzte, hauen puntak isatserantz zuzentzen direlarik. Galburu bikoitz bakoitza ohi denez miotomo edo muskulu-segmentu bati dagokio

Sistematikan, ezkaten forma eta antolaketa bakarrik ez da kontuan hartzen, baizik eta luzetarako eta zeharkako lerroetan hauen kopurua zenbatekoa den ere bai. Albo-lerroa, zakatz-zuloaren goikaldetik isats-hegatsaren oinalderaino iristen da.

Zeharkako lerroa ez da egiazki zeharkakoa, laprana baizik; normalean, bizkarraldeko soslaiean gehien iriteten den zatitik hasita sabelaldeko erdiko lerroa iritsi arte, atzerantz zuzendurik jeisten den lerroa aukeratzen da.

Albo lerroan eta zeharkako lerroan dituzten ezkaten kopurua formula sinple batzuen bitartez adierazten da, eta hegatsakotako erradioen formulaz bezala zerbait alda daiteke.

Ezkaten kopurua aldagarria denean, maiz gertatzen den bezala, zenbaki limiteak "a" preposizioak banantzen dituela



idazten dira, eta bereziak baldin bdira parentesi baten barruan.

Adinaren mugaketa

Abiapuntu nagusi bezala ezkatei buruz esan liteke arrainen hazierako etapa guztiak hartzen dituztela, eta arrainari eragiten dion edozein faktorek automatikoki bere egiturari ere eragiten diola. Arrainen hazieran dagoen faktorerik nagusia elikadura da, beste faktoreak (tenperatura...) berarekin elkarregiten direlarik. Bada, horrela, elikapen oparoko aldia izan badu, ezkatetan alde zabala, lodia eta ondo kareztua (elikadura larregiko aldea) agertuko da.

Alderantziz, elikapen gutxioko aldia izan badu alde hestua, mehea eta gutxi kareztutako (elikadura urriko aldea) itxura-ekin agertuko da.

Alderdi epeletan, arrainek oso bizitza mugikorra eramaten dute udan, eta horren ondoren, neguan, geldialdia edo hazieraren murrizketa etortzen da. Horrela, ezkaten elikadura larregiko aldeak eta elikadura urriko aldeak udaldiei eta negualdiei dagozkio.

Itsaso beroetako arrainetan, alde huek ez dira hain markatuak edo ez dira agertzen. Urtaroen alternantziek ez dute beti hain ekintza argirik burutzen, zeren beste fenomeno konplexuago batzuk ere eragina izan bait dezakete elikaduran eta, beraz, arrainen hazieran. Clark-el (1925)m Kaliforniako kostetako Atherina-ri, (*Leuresthes tennisi*), buruz egindako bere azterketan, ezkaten hazieran eragina duten beste fenomeno batzu azaltzen ditu. Aipaturiko fenomeno batzu azaltzen ditu.

Aipaturiko espezie honetan arrau-aldia Martxotik Uztailera bitartean izaten da, marea handien dagozkien elkarren segidako errutaldiak barne direla. Ugalketa-aldi luze horretan arrain sortzaileak ez dira hazten eta benetako "negu fisiologiko" bati dagokion udako elikadura urriko aldian sartzen dira.

Alderantziz, haziera berriro udazkenean hasten da eta neguberri osoan eta neguan jarraitzen du; horrela, neguko elikadura larregiko aldi honi "uda fisiologiko" bat dagokio.

Beraz, kontu handia izan behar da ezkatak aztertzeako orduan, zeren espezie bakoitzaren bizitzeko baldintzak sakonetik ezagututa

bakarrik bait da posible hauen ulerkuntza.

Elikadura larregiko eta urriko alde edo eraztun hauek ez daukate itxura berdina espezie ezberdinetan. Berez zikloideak diren ezkatetan, esate baterako Salmonidae, Cyprinidae, Gadidae eta abarrek dituztenetan, gandor dira, eta udako aldeetan baino zertxobait gutxi- xeago eta zertxobait zerratuagoak baino ez dira neguko aldeetan.

Aingiraren kasuan, eraztun zentrukideetan antolatutako plaketek estaltzen dituzte ezkata zikloideak. Eraztun hauek, elikadura larregiko udako aldeei dagozkio eta negu-hazierako geldialdiei dagozkien plakatarik gabeko alde hestuek banantzen dituzte.

Alde zabalak eta hestuak aldirkatua agertzearen azterketak, arrainek duten adina ezagutzeko bidea ematen digu.

Baina kontuan izan behar da zenbait arrainetan, azterketa honek aldin ezberdinak erakusten dizkigula, adibidez aingirekin gertatzen da hori; hauetan ezkatak nahiko berandu arte ez bait dira azaltzen eta, gainera, denak ez dira batera agertzen. Alderantziz gertatzen da arrain bizierruleen kasuan, hauek ezkatekin jaiotzen bait dira eta jaiotzeari elikapen krisialdi batek darraio, horren ondorioz alde hestu bat eratzen delarik. Horrela, laburdura gisa eta hustik ez egiteko, ezkatek ematen dituzten argibideak etolitoek ematen dituztenekin gonbaratu beharra dago.

Apendize dermikoak

Kanpo-eskeletoa bereziki korazeoek edo Deboniko aroko arrainek izaten dute, arrain hauetan gorputza gutxi asko estaltzen duten eraketa gogorren orde, barne-eskeletoaren egoera gutxi gora behera errudimentarioa agertzen da.

Eraketa gogor hauek bereziki ezkata jarkikorrak dira edo, bestela, dermisaren barruan garatutako hezur-plakak. Apendize dermikoak adibide batzuen bidez besterik ezin daitezke aztertu: azterketa hauetan gutxi asko eraldutako ezkatak hezur-plaketan nola bihurtzen diren ikusten da, eta horietako batzu barne-eskeletoari eransten ere bai, azkeneko hauek osteichthys-en garezur-gangan eta sorbalda-gerrikoan kokatzen direlarik.



Ezkata eraldatuak

Gutxi gora behera puska gogorretan eraldatutako ezkatak dira, babesteko edo defentsarako balio dutelarik.

Chondrichthys eta Holozefalo askoren ertzean fulareak edo galburu-formako ezkatak agertzen dira, eta hauek benetako ezkata paleoniskoideetatik edo lepisosteoideetatik lepidotritxa giltzatuen bitarteko zubia egiten dute.

Teleosteen kasuan, arantza, plaka arantzadun, ezkutu eta abarretan eraldatutako ezkata ktenoideen barietate handia dago.

Horrela, esaterako, *Macroramphosidae* familian *Macroramphosus scolopax*-en ezkatua plaka tipo erronbikoa da, dermisari itsatsita egoten delarik, eta bertatik pedikulu bat ateratzen da luzetarako gandorrek dituen orri garden batekin. Ezkutu hauek benetako ezkatekin nahastuak egoten dira eta hasieran, behintzat, ezkata batek duen eraketa berdina due.

Diodontidae eta Tetraodontidae familietan, ezkatak espikuletan eraldu dira. Oinaldea, tegumentuan sartzen diren 2 tik 4 ra bitarteko adarretan zatituta dago. Beste adar guztiak baino garatuago dagoen adar batek, animalia puztutzen denean zuzentzen den arantza eratzen du.

Hezur-plakak

Ezkata batzu benetako hezur-plaketan eraldatzen dira beren zuntzeko geruza loditzen eta kareztatzen delako.

Syngnathidar eta Gasterosteidae familien kasuan, joskuraz batutako plakek osatzen duten koraza bat dute, eta hauek larruazal soilaren zati batzu beren tartean uzten dituzte.

Siluridae eta Loricamidae familietan espezie ugari hezur-plakez guztiz estailak daude, Selazeoek dituzten dentikuluekin gonbara daitezkeen dentikuluak izatea bereizgarria dutelarik. Halere, dentikulu hauek ez dute banan banako oin-plakarik eta substratutarako balio dieten hezur-plakako kapete anular batzuetan artikulatzen dira. Edozein modutara ere, biak eta bakoitza bere aldetik ager litezke, zeren nahiz hezur-plakak nahiz dentikuluak beren aldetik jaiotzen bait dira eta modu sekundario batean besterik ez dira harremanetan jartzen.



KANPO-ESKELETOEN ERAKETAK

Larruazaleko dentikuluak

Dentikulek edo ezkata plakoideek interes bikoitza eskaintzen dute, zeren sorpen dermiko zaharrenetako- en artean aurkitzen bait dira eta gaur egungo ornodun gehienetan hortz for- man irauten dute.

Zenbait Teleosteoetan arantza itxuraz agertzen direla kontuan hartu gabe, oro har, esan liteke, bereziki selazeoek izaten dituztela.

Selazeoen dentikuluak larruazalean zehar banaturik daude eta beren forma eta tamaina oso aldakorrek dira, hori espezieen arauera gertatzen delarik. Arraien kasuan, estaldura jarraigea da eta dentikulu batzu txikiak dira eta beste batzu tamaina handikoak, bizka- rraldeko gainazalean zehar eta isatse- an banatzen direlarik. Zenbait arrain- zuriren (*Acanthias*) bizkarraaldeko arantzak ere dentikulu hiperenulduak dira.

Dentikulu dermikoak beren modalitate tipikoenean, oin-plaka faldean zabal- duta dauden dentinazko konuak dira, eta "mamiaren barrunbea" izenez eza- gutzen den tarte bat dute.

Dentina, zelulazko egiturarik ez duen substantzia kareduna da eta mami- aren barrunbean irekitzen diren hodi paralelo eta adarkatu antzekoek (den- tinazko hodie) zeharkatzen dute.

Substantzia hau odontoblastoen jariaketa da, hain zuzen ere zelula mesoblastikoena, eta hasiera batean dentikulu- ko papila eratzen dute. Dentikuluko konoaren muturra, jatorri ektodermikoa duen esmalte izeneko substantzia



gogor batez estalita dago. Gehienetan, dentikulu der- mikoek ektodermoa zulutzen dute, eta hori horrela izanik, bere gainazalari ezin zaio esmalte gehiago erantsi. Dentikuluan, ondo ezber- dintzen diren hiru alde bereiz daitezke: hortza edo konoa, oinaldeko plaka eta biak bat- zen dituen pedikulua.

Dentitu araldatuak

Lehen esan dugun bezala, espezie anitzek dentikulu eraldatuak dituzte. Adibidez:

* *Holocefaloek* eta zenbait Selazeoek bizkar-hegatsen aurreko ertzean izaten dituzten arantzak.

* *Dasyatidae* eta *Myliobatidae* familietako arraien isatseko oinaldean kokatzen diren ezten pozoitsuak. Ezten hauek

ez dute inolako harremanik hegats-ekin. Aurrekoen aldean, kokaeran eta barneko kartilagozko ardatza ez izatean ezberdintzen dira, zeren osteodentinaz (benetako dentina- ren eta hezur-ehunaren tarteko ehuna) eratua bait dago osorik.

* *Pristis* eta *Prestiphorus*-en aur- pegialdeko-hortzak; arrazoi horre- gatik arruntki zerrarrainak deitzen zaie.

Dentikulu dermikoak normalean Selazeoek izaten dituztela esan den arren, zenbait Teleosteoek ere izaten dituzte dentikulu eraldatuak. Horrela, esate baterako. Hase-ek aztertu zuen *Cyclopterus* generoan, dentikulu hauek beren konoetan baizik ez dira agertzen, eta beren artean soldatuta gorputzaren gaine- an luzetarako lerroetan antolatutako ezkutuak eratzen dituzte.



HORTZAK

Ahoan kokatzen diren organo gogo- Arrak dira eta hauen betebeharra batez ere da elikadura hartu, birrindu, moztu eta txiki txiki egitea.

Hortzek, arrain elasmobrancioek dituz- ten ezkata plakoideen itxura oso pare- koa dute, baina hauek jatorri mesoder- mikoa duen bitrodentinazko geruza gogor batez estalita dauden bitartean, hortzen kanpoko gainazala ektodermo- tik eratorritako "esmalte" zeharrargisu eta distiratsu batez konposatua dago.

Orain dela gutxi arte, hortzak filogene- tikoki ezkata plakoidetik eratortzen zirela onartzen zen, baina gaur egun uste da, bi egitura hauek aintzinako forma batzuen, esaterako estrakoder- moen eta plakodermo batzuen, arma- zoia eratzen zuten hezurrezko plaka dermikoaren oroit-aztarna eraldatuak direla, eta beraz, homologoak direla.

Egitura: sustrairik ez dute, eta hauek salbuespen gisa besterik ez dira ager- tzen zenbait espezie exotikoetan. Nabarmentzen den hortzaren aldeari koroa deitzen zaio eta esmaltez estali- ta egoten da. Geruza honen azpian dentina (bolia) agertzen da; hau zer- txobait bigunagoa da, eta era berean, kanal erradikularra inguratzen du, zeina mami bigun batez beteta aurki- tzen den. Delako hortz hauek jatorri bikoitza dute, zeren esmaltea embrioi- bizitzaren lehen faseetan garatutako estomodoaren (aho primitiboa) ekto- dermotik eratortzen bait da, eta hortza- ren gainerakoa mesenkimatik dator.

Forma: askotan itxura uniforme (Homodontia) dute, nahiz eta Teleosteo askok eta Elasmobrancio batzuk hortzeria heterodontoa izan (sailetan antolatutako hortzak, forma eta



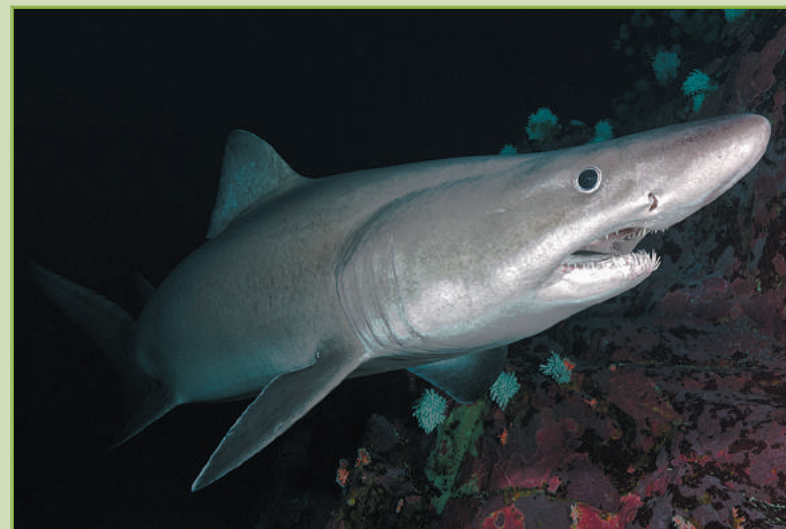
funtzio ezberdinekoak). Hortzak, sarritan, konikoak eta kurbatuak dira. Kono tipoaren konpresioagatik soslai triangeluarra duen hortz orrikara sortzen da, Elasmobrancioetan oso maiz agertzen dena. Batzutan, punta nagusiaren alde bakoitzari oinaldeko punta bat edo gehiago eransten zaizkio, adibidez *Isurus cornubicus*-ekin ger- tatzen den bezala. Maiz, hortz tipo hauetatik beste asimetriko bat eratortzen da,

punta nagusiaren makurdurak eta kopuruz aldakorrek diren punta gehhigarriek eratzen dutena. Aldakuntzan gertatu- tako aparteko kasu batek, hexankidoen hortz pektiniforme- ei bide eman die. Badaude baita ere trintxa-formako hor- tzak, zorrotzak, ertz osokoak, esate baterako, *Sargus*-ek dituztenak; ertz hortzakatuak dituzte- nak ere bai, *Boops boops*-en kasuan bezala; edo *Oblada melancera*-ek dituzten ertz muxarratudu- nak; beste batzutan hortzak kamutsak dira, *Sparus*-en hemisferioak bezala.

Hortzak beren artean ere solda daitezke plaka entarioak eratze-ko, batzutan mosaiko baten an- tzeko halako orri birrintzaile batzu direlarik, *Myliobatis*-enak bezala; edo ertz zorrotzak dituen moko antzeko bat eratzen dute, *Tetrodon*, *Mola* eta abarretan bezala.

Kokapena: hortzak ahoko edo faringeko edozein aldetan egon litezke, baldin eta estomodeotik datorren ektodermoz estalita badago eta euska- rri gisa balio dien kartilago edo hezur bat baldin badago.

Elasmobrancioek bi barailen ertzetan besterik ez dituzte hortzak, hau da, kaartilago palatokarra-



tuaren eta Meckel-en kartilagoaren gainean; baina arrain hezurdunetan, goi-barailan (premaxilarra, masailezurra) eta behe-barailan (dentarioa) agertzetik gain, ahosabaiean (bomerra, parasfenoidea, palatinoa eta pteregoidea), mihian (glosohiala) eta faringean (zakatz-eskeletoaren zati bat) ere ager daitezke.

Arrainen faringe-hortzek, beren formagatik, eta antolatuta tako beheko batetan.



daudeneko lerroen kopuruarengatik, ezaugarri garrantzitsuak eskaintzen dituzte sailkapenerako. Arrain batzuk oso txikiak eta borobilduak diren hortzak dituzte; hiru plaka oso sendoetan sartuta egoten dira: goiko bietan (goiko faringe-plaka edo hezurretan) eta zakatz-eskeletoaren azkeneko behe-segmentuen zati bakar batean soldaduraz eratu-

AHOKO ZULOA

Aho-faringea barrunbea, aurretik aho-zuloa (ezpainak) mugatzen du eta atzekaldetik azkeneko zakatz-arku pareak. Oso osorik buruan aurkitzen da eta bere barneko paretari itsasten zaio, berezko geruza edo muki-estaldurarik ez izateraino.

Faringea-barrunbeto mukosa epitelio estratifikatu batek eta azpiko konjuntibo batek osatzen dute, zuntz elastkoak, muskulu-zuntz ildaskatuak, nerbio-zuntzak eta odol-hodi ugari dituztelarik.

Aho-faringea barrunbean ezpainak eta arrain askoren aho inguruan izaten diren bizarrak ere sartzen dira, hala nola, barne-narinak edo koanak (kasu berezia da, zeren oso har sudur-zuloak ahoko barrunbeekiko zeharo independenteak bait dira).

Ahoa musturaren muturrean egoten da, bukaeran edo bukaera azpian kokatua; baina kasu askotan, esaterako elasmobrankioetan, gaizkidan, makruridoetan eta beste batzuetan, argi eta garbi txikiagoa da, garezurreko etmoide alde ondo garatutako aurpegialde luzatu batean egoteagatik. Kasu gutxiagotan, behe-baraila goikoa baino luzeagoa izateagatik eta aurpegialde bat ez agertzeagatik, ahoa bizkarrean ikusten da. Hau, gutxienez, xabiroi arratoiarekin eta zapoarekin (*Lophius*), gertatzen da. Salbuespen gisa, ahoa, ahoaurreko (*Petromyzon*) inbutu baten hondoan egon liteke, edo, bestela, hodi luze baten muturrean, Syngnathidae-etan gertatzen den bezala.

Ahoa oso handia izan daiteke, *Lophius*-en (zapo) gertatzen den bezala, edo, txiki txikia arrain tronpetarian, *Macroramphosus*, bezala. Sarritan, ahoa protaktila izaten da, eta premaxilarraren goranzko higidurei esker kanporantz ateratzen da, sudurraldeko bere lekua uzten duelarik. Arrain askoren ezpainak edo barailak larruazaleko zubi anitzez edo frenulu bitartez batzen dira musturrarekin, aho ez protaktila bihurtzen dutelarik.

Espezie batzuk ahoaren inguruan bizarrak izaten dituzte. Tenkak (*Tinca tinca*) goiko bizarraren alde bakoitzean bizar bat izaten du, bi barboek (*Barbus*) eta hiru lanprehuelek (*Cobitis taenia*).

Gadido batzuk kokots bakoiti bat dute behe-barailako muturraren



azpian; eta barbarinak (*Mullus*) bi ditu, artikulatuak eta higikorrak.

Oro har, ezpainetako eraketek garrantzi gutxi daukate, zeren arrainetan gutxi garatuta bait daude. Elasmobrankioen kasuan, tegumentu-tolestura batzu izaten dituzte, hortzik eta dentikulurik ez daraman ildo batek hortzoitik banantzen dituela eta, beraz, ezpain-tolesturatzat hartzen dira.

Osteichthys-en kasuan nahiko ezpain-eraketa ikusten dira, hauen artean ohi ez bezalako ezpain-garapena izateagatik aipatu beharrekoak *Blennidae* eta *labridae* familiak direlarik.

Arrainen mihia, aho-barrunbearen oinaldetik hasita, barailarkuaren eta hioide-arkuaren artean garatzen den tolestura mamitsu bat besterik ez da. Hioide-arkua, tolestura honen barnerantz luzatzen da eta euskarri funtzioa bete-tzen dio.

Mihia ez du muskulurik eta bere higikortasuna oso mugatua da; hori hioide-arkuaren kokaera aldatzeagatik gertatzen da soilik. Sentimen-hartzaileak izan litzake. Zenbait arrainen mihia papila txikiak eramaten ditu, eta Teleosteo gutxi batzuk, esate baterako izokinak, mihian hortzak izan litzake, bi alboetako hioide-arkuak batzen dituen hezur glosohialean kokaturik.

SUDURZULOAK

Arrain gehienetan, sudurzulo eta aho-barrunbearen artean ez da egoten komunikaziorik. Hala ere, Elasmobrankio batzuk alde bakoitzean usaimen-hobitik hasita ahoraino doan "oronasal" ildo bat izaten dute, eta bi barrunbeen arteko komunikazio zuzenaren hasierako diseinua da. Koaniktio klaseko arrainetan, esku-biko komunikazioa agertzen da bi hodi itxien forman sudur-barrunbearen eta aho-barrunbearen artean.

Kanpo aldera egiten duten zuloak kanpoko sudurzuloak dira eta ahoan irekitzen direnak barruko zuloak edo koanak dira. Dirudienez, barruko sudur-zuloak era sekundario batean galdu ziren Zelakantoetan, zeren *Lati-*

meria-n ez bait dira ager-tzen. Zenbait Teleosteoetan, adibidez (*Astrocopus*) generoko espezieetan, ondo garatutako sudur-hobiak eta koanak agertzen dira, baina ez dira koaniktioek eta tetrapodoek dituztenen homologoak. Gaur egungo arrainek dituzten barneko sudurzuloek atmosfera-ko airea hartzeko ez dute balio; arrain hauetan, ahotik eta sudur-hobietatik sartzen da ura. Dipnoetan, usaimen-epitelio bat ageri da sudur-hobietako bizkaraldeetan kokaturik.

Interesgarria da jakitea sudurzuloen kopurua, kokaera eta forma, zeren espezie batzuetatik besteetara aldatzen direnez, sailkapenerako erabiltzen bait dira.

Ziklostomoek kanpoko sudurzulo bat besterik ez dute, eta buruaren aurrekaldean kokatua dago, *Myxine*-en bezala,



edo goiko aldean, *Petromyzon*-en bezala.

Normalean, etmoide-aldeko albo bakoitzean zulo bat edo bi izaten dira: bat, gehhiene-tan, aurpegialdeko sabelaldearen saihets bakoitzean, Elasmobrankioetan, eta bi, ia beti, begi bakoitzaren aurrean, Teleosteoetan.

Badira, Teleosteo batzu, alde bakoitzean sudurzulo bat besterik ez dutenak, *Chromis chromis*-en gerta-

tzen den bezala. Beste batzuetan, zuloak leku berezi batean agertzen dira, zenbait Anguilliforme-etan gertatzen den bezala, hauek goiko ezpainaren ertzean bait dituzte. Batzutan, zenbait Anguilliforme-etan bezala, hodi-formako tolestura dermiko batez inguratuta agertzen dira sudurzuloak, edo, bestela, gingiletan zatituta, Blennido batzuetan bezala.

Tetrodontidoetan, sudurzuloak, independente edo elkartuta, pedizelo berean egon litezke.

Elasmobrankioetan, sudurzulo bakoitzak kanpoko eta barneko ertzetan, zabaldura bat du mihiaaren modura, tolestaturia eta uhindua, zubia eginez zuloa zeharkatzen duelarik, baina beste aldearekin soldatu gabe; itxuraz behintzat, bi zatitan erdibitzen duelarik, bat aurrekoa eta atzekoa bestea.

Teleosteoetan, bi sudurzulo agertzen dira alde bakoitzean, zeren jatorrizko sudurzuloa bitan zatitzen duen zubi dermiko bat bait dago. Espezie batzuetan, hain zulo urrudiak daudenez gero, independenteak direla dirudite. Askotan, aurreko zuloa atzekoa baino txikiagoa izaten da, eta batzutan hain txikia denez gero, burualdeko muki-porotzak har liteke.



BEGIZULOAK

Begizuloaren forma, neurri erlatiboak eta kokaera behatzeak, oso datu baliagarriak ematen dizkigu sailkapenerako.

Begi-globoaren forma orokorra nahiko gutxi aldatzen da. Begi-globoak sarritan handiagoak dira gorputzaren proportzioen aldean.

Aurretik-atzerako diametroa zeharkakoa baino motzagoa da, hau handiagoa delarik; beraz, begi asimetrikoak dira. Begiaren aurreko segmentua zaanpatua egoten da, gutxi gora behera airetiko ikusmena duten espezieetan ezik, hauek begi esferikoak bait dituzte.

Tamaina

Arrain Elasmobrankioen begiak guztiz handiak dira (zenbait espezienak ezik esaterako *Somniosus microcephalus*-enak, hauenak txikiak bait dira), sakonera handiko itsasoetan bizi diren holozefaloak direlarik begi handienak dituztenak, gorputzaren tamainaren aldean. Betazalak larruazaleko tolesturak baizik ez dira, higikortasun gutxikoak.

Arraiak, aitzitik, neurri txikiko begiak dituzte, txikienak Benthobathys-ak dituelarik, hain zuzen ere sakonera handietan bizi den arrainitsuak.

Toleosteoetan, urgainetik gertu bizi diren espezieek begizulo ertainak edo txikiak dituzte (horrelakoak itsasbazterreko espezieak ditugu, adibidez *Pagellus erythrinus*); aldiz, benetan abisalak ez izanik, nolabaiteko sakoneratan bizi direnek, askotan tamaina handiko begiak izaten dituzte, Beryx generoko espezieekin gertatzen den bezala.



Begizuloaren tamaina espezie bereko bide gazteetatik helduetara alda egin daiteke, tamaina handiagoko kideetan normalki txikiagoak direlarik.

Kokaera

Aldakorra da. Normalean alboetan agertzen dira, begi bakoi-

tzak aurkako aldera begiratu eta irudi ezberdina ikusteko moduan; baina gerta liteke, Trigla-n gertatzen den bezala, begiak burualdeko bizkar-gainazaletik hurbil agertzea, ikuitzera iritsiz, eta baita hori gainditzea ere Scorpaena eta Bennis-en gertatzen den bezala, hauek irtenkorrak bait dituzte. Begia erabat bizkaraldean kokatuta dagoenean eta ikist eremu berdin baten aurrean aurki-tzean, ikusmen teleskopikoa gertatzen da. Ohitura sedimentarioak dituzten zenbait arrainek, hots, gorputzaren sabelaldeko gainazala itsas hondoa ezartzen dutenek hain zuzen ere, begiak bete betean buruko bizkar-gainazalean kokatuta dauzkate,

Lophius-ekin gertatzen den bezala.

Pleuronektidoetan (arrain launak), kide helduek buruaren alde berean izaten dituzte bi begiak. Garapeneko lehen faseetan, gero animalia sostengatuko dueneko aldean kokaturiko begia lekuz aldatzen da beste aldera, baita burua zeharkatuz ere.

Espezie batzuk, lanproiek (*Petromyzon*) esate baterako, betazalak izaten dituzte, baina gehienetan begi-globoetako bekoki-gainazala agerian egoten da, ingurada zirkularra duen tolestura dermiko batek markoaren funtzioa egiten diolarik; tolestura dermiko hau obalatu xamarra da eta es da zabalkorra, bada benetako betazalik ez dago, salbuespeneko kasuetan ezik, adibidez Mugil cephalus-en gantz-betazalak eta lehen aipaturiko Elasmobrankioen mintz firfirrikariak.

ZAKATZ-ZULOAK

Zakatzak, zakatz-harizpi eta zakatz-orri anitzez osatuta daude, eta hauek pareta mehe eta guztiz basodunen epitelioluzadurak dira.

Odola ia gainazaleraino iristen da, eta horrek gasaak azkar elkarrraldatzen laguntzen du. Oro har, zakatzek, neurri handi batean gaizazala zabala dute arnas-elkarrraldaketarako.

Kanpoko zakatz-zuloak, zakatz-barrunbeak adina izan litezke kopuruz, zenbait ziklostomoetan eta kasik Elasmobrankio guztietan gertatzen den bezala, baina gainerako arrainek gutxiago dituzte eta pare bakar bat izateraino murrizten dira.

Zakatz-ganbara bakoitza interpretatzeko orduan halako nahasmen bat sortzen da, zeren, batez ere, autore desberdinek oharpen ezberdinak erabili bait dituzte hauek izendatzeko. Hemen, barail-aurka lehenengo errai-arkutzat hartuko dugu, eta hioidala bigarrengotzat, hurrengoak 3, 4, 5, 6, e.a., zenbakiekin izendatuz. Lehenengo zakatz-ganbara hialomandibularra da, baina hau espirakulua eratzeko alda daitekeenez, edo, bestela, erabat butxatu, ez da ohizko zakatz-ganbaratzat hartu behar. Beraz, lehenengo ohizko zakatz-ganbara hioide-arkuaren eta hirugarrengo errai-arkuaren artean agertzen du.



Gnathostomata zakatz-zulo gehien dituen *Heptanchias* da, honek petromuzon (Lanproia) ziklostomak bezala 7 pare dituelarik; *Hexanchus* eta *Chlamidoselachus*-ek, berriz, sei dituzte, eta gainerako Elasmobrankioek eta batoideoek, bost. Holozefalo eta Teleosteoetan zakatz-zulo bat besterik ez dago buruaren alde bakoitzean. Zakatz-zuloak ere formaz eta kokaeraz aldatu egiten dira. Horrela, Petromyzon-en txikiak eta biribilduak dira, Elasmobrankioek hestruak dituzte, arrakala forman, eta buruaren alboetan kokatuak daude; Cetorhinus-en oso tamaina handikoak dira elkarren segidako espezieetan gradualki neurritz aldatuz joaten dira, neurri handi batean txikiak izateraino, itsas

azeriarekin (*Alopias*) gertatzen den bezala. Elasmobrankioen azkeneko zakatz-zuloa eskapula-hegatsaren gainean edo aurrean egon liteke, datu hau sailkapenean erabiltzen delarik. Batoideoetan zulo guztiak sabelaldean agertzen dira, atzerantz hurbiltzen diren bi lerroetan *Squalina* generoa Elasmobrankioen eta arraien arteko trantsizioko adibidea da, zakatz-zuloen kokarari dagokionean laterobentralak dituelako. Elasmobrankio gehienetan eta arrain batzuetan, esaterako *Acipenser*-en, lehenengo zakatz-zakua aldatu egin da eta kanpo aldera irekitzen da espirakulu batetan zehar, honen barneko paretan zakatz-orri errudimentarioak egon litezkeelarik. Orri hauek ez dute arnasketa funtziorik burutzen, zeren hauetara odol oxigenatua besterik ez bait da iristen eta horregatik deitzen zaie seudozakatzak edo sasi-zakatzak. Espirakuluak buruaren goikaldean zabaltzen dira, begien atzean. Marrazoetan ura faringetik ateratzen da espirakuluetatik eta zakatz-zuloetatik zehar, baina arraietan, itsas hondoetan bizi direlarik, ur gehiena espirakuluetatik zehar faringean sartzen da eta oso gutxi ahotik. Es-prakuluek balbula-tolesturak izan ditzakete, eta,





hauek, zakatz-barrunbeetatik dihoan uraren zirkulazioa erregulatzen laguntzen dute.

Operkulua

Tolestura dermiko da, hioide-arkuaren garapen handi batek osatzen duena; arku hau itsas alderantz luzatzen da, dagoen zakatz-ganbara bakarra estaltzen duelarik, zakatzarteko trenkaden murriztea dela eta.

Estalki edo balbula orrikara antzeko baten modura jokatzen du, eta, hau zakatz-zuloan ipinia edo ipini gabe baldin, badago, horren arauera zakatzak kanpoarekin komunikazioan jarriko ditu edo itxi egingo ditu. Operkuluaren higidurak posible dira, zeren bere aurreko ertzak, masailetan sostengatzen denak, txanga modura funtzionatzen bait du. Operkulu eskletoa ondorengo hezur hauek eratzen dute: preoperkuluak, txanga eratzen duena besteei eusten diena; operkuluak, operkulu-tolesturaren ertz askearen

alde gehiena eratzen duena; suboperkuluak, baita ere txikia dena eta suboperkuluaren eta preoperkuluaren artean dagoena, bi hezur hauek beheko aldean eratzen duten altzo batean. Operkulu-hezurak gutxi gora behera larruazalek ikusten dira. Sarritan, preoperkuluak eta operkuluak osoak edo hortzdunak izaten dira ertz askean, eta puntak, ezkatat, ildaskal, gandorrek, eta abar izaten dituzte. Halere, arrain batzuetan operkulu-hezurak ez dira ikusten, errudimentarioak direlako eta tolestura dermiko lodi baten barruan egoten direlako, morenan (*Muraena helenae*) gertatzen den bezala. Mintz brankiostego bat agertzen da, malgua, operkulutik gorputzaren paretaraino iristen dena, eta zakatzganbaratik urari ateratzen uzten dion, baina sartzen eragozten dion balbula bezala jokatzen du. Mintz hauei hezur ilada batzuk eusten diete; hezur hauek luzeak, meheak eta igitai-formakoak dira eta, erradio brankiostego izenez ezagutzen dira, hioide-arkuen artean sartzen direlarik, eta, zabaltzen edo tolestatzen direnean mintza destirandu edo uzurtu egien da. Erradio brankiostegoen forma eta kopurua sistematikari erabiltzen den ezaugarri bereizgarria da.

Bi mitz brankiostegoak buruaren azpian elkar daitezke edo istmo deitzen zaion eta bi zakatz-zuloen artean dagoen eztarri aldeko zati hestu batek bata bestearengandik banan ditzake.

Kloaka-zuloa, uzki-zuloa eta organo kopulatzaileak

Kloaka-zuloa, Elasmobranchioen pelbis-hegatsen artean izaten den zokogunea da, bertan aurkitzen direlarik uztu eta genitourinario zuloak. Ziklostomoek ere izaten dute kloaka-zuloa, esaterako Lanproiek (*Petromyzon*). Teleosteoek ez dute kloakarik eta uzki eta genitourinario zuloak gorputzeko gainazalean bananduak daude, gutxi nabaritzen dielarik eta kasik ikusten ez direlarik, batez ere azkenekoak, hauek era berean elkartuak edo bananduak egon daitezkeelarik. Uzkie, beti hauen aurrean egoten da, eta espezie askotan oso aurrean agertzen da, batzuetan zakatzaldetik gertu ager daitezkeelarik, *Carapus*-en bezala, edo aurreago ere bai oraindik, eztarri aldean bertan,

bere kokaerak enborraldearen bukaera mugatzen ez duen eran kokatua, eta, hori, hestea muturrean aurrerantz okertzen delako gertatzen da horrela.

Organo kopulatzaileak: lanproiaren kasuan (*Petromyzon*), nahiz eta hauek kanpoko ernalkuntza izan, bi sexuen kloaketan aldakuntzak agertzen dira, eta, hauen funtzioa da ernalkuntza seguruagoa izateko eta "kaabian" arrautzak behar diren bezala jartzeko aukera ematea. Ar helduetan, kloakako ezpainek bat egiten dute halako hodi-formako zakil mehe bat eratzeko. Bestalde, emearen kloakako ezpainak haunditu eta askotan gorritu egiten dira; emeak uzki-hegats bat ere badu, eta izoki eta amuarrainaren kasuan bezala behar bada kabia egiteko erabiltzen dute.

Elasmobranchioetan, kasik ar guztiek organo kopulatzaileak dituzte eta pelbis-hegatsaren barnealdean aurkitzen dira, bi direlarik, kasik beti erdibitzen ez den apendiz luzanga baten forman, nahiz eta holozefaloetan, Chimaera-n adibidez, hiru adar eratzerak iristen den. Organo kopulatzaile hauek arrain gazteetan oso txikiak dira, eta benetako garapena arraina heldutasinera iristen denean hartzen dute soilik. Organo hauek nolabaiteko konplikazio morfologikoak izaten dituzte, zeren tinkotasun korneoa duten ildo eta apendiz zorrotzak eta



gako-formakoak bait dituzte.

Teleosteoek ez dute organo kopulatzailearik izaten, salbuespen gisa ezik, esate baterako izokinek eta amuarrainek, hauetan uzki-hegatsaren baitatik eratutako bat agertzen delarik.

LARRUAZALEKO GURUINAK

Arrainen epidermisa oso aberatsa da klase ezberdinetako zelulabakarreko guruinei dagokienean. Batzu lingirdatsuak dira eta beste batzu serosoak. Hauetako batzu guruin zelulanitzetan pilatzen dira, hauetako asko pozoitsuak direlarik.

Zelula bakarreko guruinak

Eraldatutako 8 zelula eta ziklostomo eta arrainen gorputza estaltzen duten gainerako epitelio-zelulen artean banatuak egoten dira. Gaur egun, oraindik kaltziformeak dei-



tzen zaien muki-zeluletan sailkatzen dira eta zaku-formako zeluletan eta kaliformako zeluletan azpisailkatzen diren zelula serosoetan.

Muki-zelulak edo kaltziformeak

Arrainen eta ziklostomoen gorputzaren gainazalean ugarien agertzen diren guruinak dira. Sarritan, ugaria izaten den mukitasuna jariatzen dute, eta honek funtzio babesle garantzitsua burutzen du, bada tegumentuari mikro-organismoekin edo substantzia kaltega-



rriekin kontaktu zuzenean jartzea galezten dio eta kontrajotzez edo ikuitzez sor litezkeen zauriak gutxitu edo ezinezkoak egiten du. Gurui hauek, sarritan poro forman agertzen diren baina beste kasu batzuetan eraketa eta itxura ezberdina duten organoak eratuz agertzen dira.

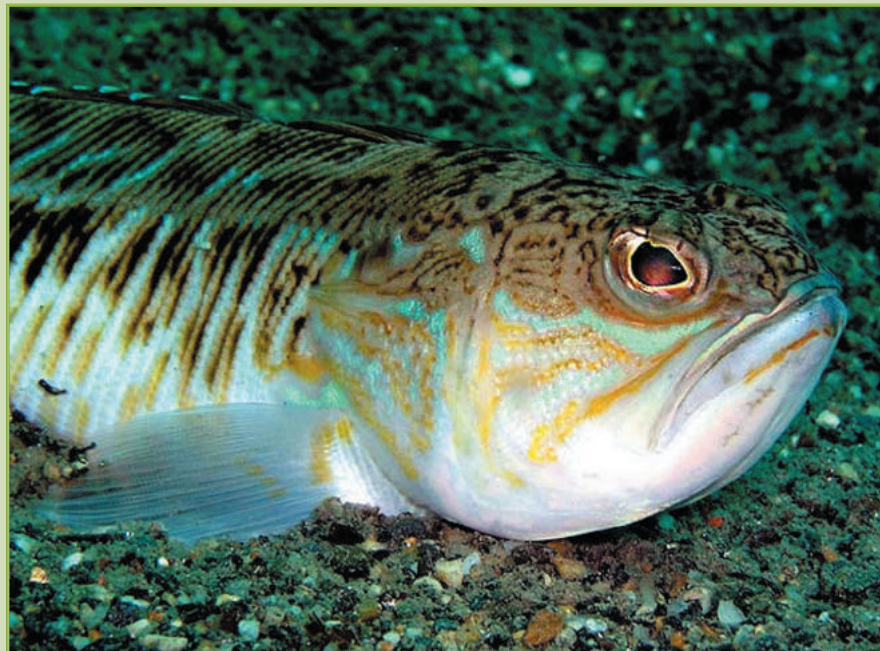
Elasmobranchioetan, muki-hodi batzu agertzen dira, sarritan koloreak, Lorenzini-ren hodiak deitzen zaienak, baina zenbait arrain espezieetan, esaterako Raja-batisean, beltzluak egoteagatik ikusi egiten dira eta kideko beste espezie batzuetatik ezberdintzeko balio dute. Muki-organoen artean gobidoen klafiformeak sar daiteke; hauek papila-formako sentimen-organoak dira eta poroak sail erregularretan antolatuta agertzen dira gorputzeko alde ezberdinetan eta batik bat burualdean.

Zelula serosoak

Tamaina handiagokoak izateagatik bereizten dira aurrekoetatik, eta beren jariakin-produktuak izaera albumenduna eta azidofiloa duelako. Zelula saiziformeetan eta zelula klafiformeetan banatzen dira.

Zelula saiziformeak: oraindik bikordunak izenez ezagutzen dira, zeren beren edukina bikorduna izan bait daiteke, nahiz eta homogeneoa ere izan daitekeen. Zelula hauen ezaugarri bereizgarria, substantzia landuen presiopiean beren guneak eta zitoplasma hartzen duen kokaera periferikoaan dago. Zitoplasma, substantzia hauek dituen zaku itxura hartzen du. Zelula behin puztuz gero, goiko muturretik zabaltzen da eta, batzutan zuzenean kanpora irazten du, muki-zelulek egiten duen bezala, eta beste batzuetan zelularteko tartetan, eta, beste batzuetan epidermisa zeharkatzen duten kanalikuluetan.

Zelula klafiformeak: hauek ez dira arrain guztietan agertzen ezta gorputzeko gainazal guztian ere. Batez ere buruan eta alboetan agertzen dira. Tenka, Aingira, e.a. bezalako espezieetan aurkitzen dira. Zelula hauen ezaugarri nagusia beren gunearen kokaera da, beti erdian agertzen bait da. Jariakin-produktua bere inguruan agertzen da itxura guztiz errefringentea duela. Jariakina barreiatu egiten da zitoplasman zehar irradiatzen delarik eta mintzaren pean pilatzen da tantotxoan forman. Azkenik, mintza zeharkatzen du eta apur-



la apurka barreiatu egiten da zelularteko tartetan. Zelularen tamaina laburtzen denean gunea endakatu eta hustu egiten da.

Gurui zelulanitzak

Benetako gurui zelulanitzak neurri handi batean nahiko gutxi izaten dira arrainetan eta gehienak trinko tipokoak dira, zeren inbagnatu tipokoak oso gutxi ezagutzen bait dira. Fisiologikoki gehienak arantzei edo erradio arantzadunei elkartuta dauden gurui pozoitsuak dira, eta hauen helburua da arraina babestea. Gurui pozoitsu hauek jatorri epidermikoak dute.

Horrela, Dasyatis pastinaca eta Myliobatis aquila-n, isats-etzana sabelean hondoratua dago erdiko gandor batek banantzen dituen luzetarako bi ildoetan. Ildo bakoitzaren honodan ehun konjuntibo laxoak, gurui azinoek, kanal jariatzaileek, odol-hodiek eta muskulu-balek osaturiko gurui-komplexu bat aurkitzen da, eta honen egitekoa da pozoia ziztatzeke unean gurui estutzea. Arrain katuak, Chimaera, bular-hegatseko arantza baten oinaldean bukatzen den gurui pozoitsu bat dauka. Beste arrain batzuk, esaterako trachinus-ek, antzeko guruiak izan ditzakete operkulan eramaten dituzten arantzekin elkartuta.

Eklosio-guruiak

Zelula bakarreko gurui epidermikoak dira, eta hauen jariaketaren eraginez barnean arrantzaren alde radiadoa gutxitzen dute eta modu horretara posible egiten dute eklosioa.

Zelula hauek barreiatuta egon litezke, Teleosteoan kasuan bezala, edo kopetako gurui batean sailkatuta ere bai, arraien eta arrainzurien kasuan bezala, nahiz erruleetan bizierruleetan.

Gurui itsaskorak

Gurui hauei esker eklosioaren ondoren arrainkumeak uretako landareei, harriei eta urgainari itsasten zaizkie, edo, bizierruleak baldin badira, baita beren sortzailearen umetokiko paretari edo ahoko paretari ere. Gurui itsaskorak beti burualdekoak dira eta jatorri ektodermikoak dute.

ALBO LERROKO ORGANOAK

Sentimen-organoak dira, eta, hauen funtzioa da uretan sakoneko bibradurak eta uraren korranteek eta higidurak sorturiko estimuluak hartzea, animaliak berak sortutako inguruko korrante txikiagoak ere hartzen dituelarik.

Albo lerroko organoak neuromastos izeneko sentimen-papila batzu dira eta sentimen-zelula sail batez osatuta daude, sostengu-zelulaz inguratutik. Neuromastoak, nerbioen bidea jarraitzen duten iladak osatzen egoten dira antolatuta. Ziklostomoetan eta zenbait arrainetan Neuromastoak larruazalaren gainaldean kokatuak agertzen dira, bereziki burualdean. Beste arrain batzuetan zokoguneen hondoran edo larruazalaren ildoetan agertzen dira.

Holozefaloetan, Chimaera ildo hauek irekita irauten dute, baina gainerako arrain gehienetan gainetik ixten dira, hodi edo kanalei bide emanez; hauek poro ezberdinen bide larruazalaren gainaldearekin komunikatzen dute, arrain hezurdunetan ezkatat zeharkatzen dituztelarik. Kanal hauek mukijariakinez baterik agertzen dira. Enbrioidal dietan eta larba-aldietan hiru kanal izaten dituzte: bizkaraldekoa, sabelaldekoa eta albokoa, gorputzaren luzera guztia zeharkatzen dutelarik. Gero, enborraldeko bizkar-kanala eta sabel-kanala desagertu egiten dira, alboko kanala besterik gelditzen ez delarik, baina buruan hasierako antolatetarako irauten du albo-lerroko hiru adar nagusien forman: supraorbitarioak, infraorbitarioak eta hiomandibularrak, eta, operkulu-mandibularrak.

Albo-lerroko sistema, sentimen-sistema somatikoa da eta hiru zakatz-nerbioen adarrek inerbatzen dute: zazpigarenak, bederatzigarrenak eta hamargarrenak. Zazpigarren nerbioa burualdeko kanalekin elkartuta dago; bederatziga-



rrena alde murriztu batekin lokigaineko kanalaren oinaldean eta hamargarrena albo-lerroko benetako kanalarekin. Badaude beste sentimen-organo batzu, albo-lerroko sistemarekin gertutik erlazonaturik daudenak. Fosetako organoak deiturikoak, izan ere, larruazalaren zokogune txikietan hondoratu diren. Neuromasto bakartuak dira. Elasmobranchioetan, albo-lerroko sistemaren burualdeko zatiak oso aldatuak daude, eta Lorenzini-ren anpuluak izeneko mukiz betetako kanal luzeak eratzen dituzte. Sand-ek frogatu zuenez, apaturiko kanal horiek bidalitako bulkaden frekuentzia gehitu egiten da tenperatura zertxobait jeisten denean, eta, aditza eman zuen, organo hauen funtzioa aldaketa horietaz ohartzea dela. Dirudenez, ukimenezko eragin arinekiko eta uretako potentzial-gradiente txikiekiko ere oso sentikorak dira.

Teleosteoetan, espezien bereizkuntzarako garantzi handiena duen albo-lerroko sistemaren alde, enborraren sahietsetatik eta isatsetik hedatzen dena da, modu argiago

batez albo-lerroa izena ematen zaiolarik. Hau bakarria izaten da eta kurba baten forma hartzen du; kurba hau, sarritan, gorputzaren sabelaldeko leroarekin paraleloan agertzen da Teleosteo primitiboetan, edo bizkaraldekoarekin modernoan. Aldizka, albo-lerroak ez du egiten hain kurba irregularrik, baizik eta gutxi gora behera sinuatua edo mistoa da, Scophthalmus rhombus-en gertatzen den bezala; hauetan, eskapulaldean goranzko kurba bat egin ondoren, jeeistean eta gorputzaren erdialdeko lerroa iristean zuzen jarraitzen du isatsaren sustrairaino. Zenbait arrainetan, albo-lerroa bere bukatetik gertu eten egiten da, Phoxinellusen gertatzen den bezala, edo berriro agertzen da isatsetik hurbil, Xyrichthys-en bezala. Bdira zenbait espezie albo-lerroa bikoitza eta anizkuna dutenaak; beste batzuetan, aldiz, ez da nabaria.



ESKELETOA

Arrainen barne-eskeletoa era askotako ehunek osatzen dute, hauek aurkitzen direneko sail ezberdinen eboluzio-graduaren arauera gertatzen delarik. Horrela, *Condricthyo*-etan gertatzen delarik. Horrela, *Condricthyo*-etan, ehunaren eboluzioa kartilago aldian eten da eta *Osteichthyo*-etan hezurtzapeneraino iristen da.

Arrainen eskeleto-ehunek duten ezaugarri garrantzitsuenetariko bat kasik mugarik gabeko haziera izatean datza. Osteogenesisa, bereziki bizitza osoan burutzen a, elikadura urriko aldietan abiadura eten edo gutxitu egiten delarik. Horrek, arrainen adina jakiteko aukera ematen du, adibidez, beren omoetako haziera-eraztunak kontatuz.

Kartilagoa, ornodun guztien eskeletoaren alde garantzitsu bat osatzen duen ehun konjuntibo tipo bat da. Horrela ziklostomoen eskeletoa oso osorik kartilagozkoa da. Elasmobrankioekin kartilagozkoa da. Elasmobrankioekin ere gauza bera gertatzen da, baina hauetan kartilagoa sendotu egin daiteke, kartilagoko zelulek edo kondrozitoek jariatzen dituzten karekizko piloak matrize hialinoan agertzeagatik.

Kartilagoaren gainazala perikondrio izeneko ehun konjuntibozko geruza trinko batek estaltzen du, muskuluak, zurdak eta lotailuak geruza horretan sartuko direlarik. Kartilago batean diametroz ematen den haziera, geruza kondrogenaren edo perikardioko barne-geruzaren kondrozitoen ugalketaz burutzen da. Kartilago garrantzitsuena, zeharrargitsua eta berde urdinska kolorekoa delarik.

Ganoideoetan, eskeletoak bere kartilagozko izaera galtzeko



joera du, espezieen arauera gradu ezberdinetan hezurtzen delarik. Azkenik, Teleosteoetan, eskeletoa erabat hezurtzen da, helduetan behintzat, nahiz eta alde murriztu jakin batzuetan kartilagoak iraun lezakeen, baina oso kantitate gutxitan, esaterako Teleosteo askoren sorbalda-gerrikoan.

Arrain askoren eskeletoa eratzen duen hezurreko material edo hezurrak funtsean ez du ezberdintasunik gainerako ornodun

klaseek dutenaren aldean, bada beren eraketa histologikoa antzekoa bait da; hezur horretan honako hauek aurkitzen ditugu: egitura lamelarra duen oinaldeko masa bat (hezur-ehunaren matrizea), honen artean zelula adarkatu bat (osteozitoak) agertzen delarik; eta Harvers-en kanaleen antzeko kanal bas-kular batzu. Halere, Teleosteoaren forma espezializatuaren, hezurrak sinplifikazio prozesu nabarmena jasaten du, bereziki zelulazko elementuen galeragatik eta hodi basodunak eraldatu edo desagertzeagatik dentinaren itxura hartzen duelarik; hori bide dela, eskeletoari osteodentinaduna dei diezaiokegu.

Hezurrek, ehun konjuntibozko bildukin trinko bat eramaten dute erabat erantsia, eta kartilagoa inguratzen duen eta periosioa den perikkondrioarekin gonbarra daiteke, periosioari muskuluak, zurdak eta lotailuak batzen zaizkiolarik. Hezurrek lodieran izaten duten haziera, hezurra eratzen duten zelulen aktibitatearen ondorioz gertatzen da, zelula hauek periosioaren barneko gainazalean aurkitzen direlarik.

Hezurra bi modutra eratzen da:

* Ehun konjuntiboa zuzenean hezurtuz, kartilago-alditik igaro gabe; horrela eratutako hezurak mintz-hezurak edo hezur dermikoak izenez ezagutzen dira.



* Lehenagotik agertzen zen kartilagoa hezur bihurtuz: kasu honetan hezurri endozentrikoa edo kartilagoko hezurra deitzen zaio.

Teleosteo primitiboagoen formek neurri handi batean hezur dermiko ugariago dituzte, eta hauetan gainerako barne-eskeletoa eragin-kortasunez sendotzen laguntzen dute, hau gutxi gora behera kartilagozkoa delarik. Teleosteoetan, mintz-hezur batzu gainazaletik desagertu egiten dira, azpiko kartilagoekin elkartzen direlarik, eta halako moduan elkartzen direnez, kartilago-hezurak bezala agertzen dira, ontogenia garapenean mintz-hezurak izatetik uzten dutelarik, nahiz eta beren benetako izaera filogeniarengatik eta kokararengatik ezagut daitekeen. Hori bekoki-atzeko hezurarekin gertatzen da, zeina, behe-teleosteo formetan gainazaleko hezur bat izanik, esfenetikoa bihurtzen den, hau Teleosteo modernoetan, garezurko hezur periotiko-etako bat delarik. Arrainen eskeletoa funtsean barne-eskeletoa den arren, baditu honek alde batzu edo honekin zerikusirik ez dutenak, gainazalean kokatuta daudelako edo baita gutxi gora behera jatorri dermiko dutelako kanpo-eskeletoaren atal bezala jotzen dutenak, esaterako, mintz-hezurrekin gertatzen den bezala.

Barne-eskeletoan ondo ezberdintzen diren bi alde beeitzen dira: ardatzekoa eta apendikularrekoa. Ardatz-eskeletoa gorputzeko ardatz nagusia da, eta garezurak, omoaldeak eta errai-eskeleto deiturikoak osatzen dute, azkeneko hau zakatzari eta barailei eusten dieten elementuz osaturik dagoelarik. Eskeleto apendikularra, bularaldeko eta pelbiseko gorputzadar pareen eskeleto-aldeek eta bakoitzari dagokion gerriek osatzen dute, hauen bitartez gorputzadarrak zuzenean edo zehiz harka ardatz-eskeletoarekin elkartzen direlarik.

Ardatz-eskeletoa

Garezurra: hemen, garuna eta usaimen, ikusmen eta entzumenaren zentzu-organoak kokatzen dira. Mixinoideoen gare-



zur primitiboa, albo paretek duten kartilago-oinalde batek eta ehun konjuntibozko ganga batek osatzen dutelarik, eboluzionatuz joan da. Elasmobrankioetan osorik kartilagozkoa den garezur bati bide eman arte; garezur hau askotan karekiztatua agertzen da eta kondokranio izenez ezagutzen da.

Kondokranioa alde hauek osatzen dute:

* Etmoide aldea. Garezuraren aurreko aldea da; sarritan estua, zapaldua edo zorrotua da eta, Elasmobrankioetan, ahoruntz zuzentzen da eta aurpegialde izena hartzen du.

* Sudurraldea. Sudur-kapsulak kokatzen direneko garezur zatiak dira.

* Betzulo-hobiak. Garezurko zokogune pare bat da, eta hemen izaten dira begiak.

* Belarrialdea edo entzumeen-aldea. Garezurko kapsula pare bat da, entzumen-organoak hemen kokatzen direlarik.

* Alde okzipitala. Bizkarrezurrarekin zuzenean bat eginda dagoen garezuraren atzeko aldea da.

Teleosteoetan, nahiko aldakuntza handia ikusten da, kondokranioaren alde bat, edo, bestela, erabat hezurtua agertzen bait da. Hauen garezurrek askoz ere hezur gehiago dituzte. Hau, alde batetik gertatzen da, mintz-hezur batzu, hots, dermatokranioak, dituztelako, eta bestetik, kondokranio primitiboan agertzen diren hezurtzapen-zentruetatik hasita eratu diren zenbait kartilago-hezur izateagatik. Mintz-hezurrek, dermatokranio deiturikoek alegia, kondokranioaren aurre aurrealdeko ganga eratzen dute, garuneko kaxa babestailea osatuz horrela.

Errai-eskeletoa: honek eta garezurak, biek, burualdeko eskeletoa deitzen dena osatzen dute. Liseri-hodiko faringe zatia inguratzen duten kartilagozko eta hezurrezko arku sail batek osatzen du, bere funtzio nagusia zakatzaren euskarria izatea delarik. Errai-arkuak, liseri-hodia inguratzen duen mesodermotik eratortzen dira edo zakatz-arrailduren artean bata besteari atzean antolatzen dira. Errai-arkuak ondorengo hauek dira:





* Barailako arkua: bizkarraldeko zati batean eta sabelaldeko beste batean, barra pterigokarratua eta Mexkel-en kartilagoan banatzen dena.

Elasmobranchioetan, bi kartilagoek goiko eta beheko barailak eratzen laguntzen dute. Teleosteoetan, berriz, palatoptengokarratuaren atzekaldean hezurtzapen-zentruak agertzen dira, ahosabako hezurrei eta hezur karratuei bide ematen dietelarik. Mexkel-en kartilagoak zenbait mintz-hezurrekin bateginik beheko baraila sortaraziko du. Beheko barailak karratuarekin goiko barailaren ertzak artikulatzen ditu; salbuespen gisa ezik, premaxilarrak eta masailazurrak eusten diete.

Hioide-arkua: honek, aurreko hemibranchiaren euskarri izateko balio du; Elasmobranchioetan agertzen denean 3 kartilagok osatzen dute: bizkarraldeko hiomandibular batek, barneko zeratohial batek eta bi alboetako zeratohialak batzen dituen sabelaldeko basihiak txiki batek. Kartilago hiomandibularrak batuketa lokiduna eratzen du garezurreko belarrialdean, barailen esekitzaila izateko balio duelarik. Giltzadura tipo honi hios-tilikoa delitzen zaio. Teleosteoetan, hioide-arkutik hasita zenbait kartilago-hezur erator daitezke, nahiz eta beren itxura eta kopurua oso aldakorrek izan. Oro har, ordenu dortso-bentrala jarraituz izendatzen dira: hiomandibularra, interhiala, epihiala, zeratohiala eta hiohiala. Erdiko basihiak txiki batek, bi alboetako hipohialak elkartzen ditu. Hiomandibularretik eratorritako beste hezur bat, hain zuzen ere sinplektikoa izenez ezagutzen dena, hiomandibularren sabelaldeko muturretik aurrerantz luzatzen da eta karratuarekin artikulatzen da.



Hiomandibularren aurrean eta goikaldean kartilago bakun bat edo bi edo hiru segmentuz osaturikoa aurki daiteke. Katilago espirakularra da hau, gerta liteke ez agertzea.

Bizkarrezurra: garezurraren oinaldetik isatsaren bukaeraraino iristen da. Metamerikoki antolatuta dauden eta orno-muina babesten duten orno sail batzuk osatzen dute.

Arrain primitiboetan, bizkarrezurreko ardatz-zatian notokordioa agertzen da, baina gainerako arrainetan ornoak horren lekua hartuz joaten dira, Teleosteoetan desagertaraztea iristen den arte.

Bizkarrezurreko gainazaldetik luzadura desberdinak ateratzen dira, eta muskulu eta saihetsezurren lotune-aldeak dira. Ornoak, halako moduan

Zakatz-ganbara estaltzen duen operkulua, hioide-arkualdetik atera eta atzekalderantz zuzentzen da. Teleosteoetan, mintz-hezur ugariz indartua dago.

Gainerako errai-arkuak, espezieen arauera kopuru aldakorra dutelarik, gainontzeko zakatzaren euskarri dira. Zakatz-arkuak ohi denez zazpi dira, nahiz eta goi formatan atzeko arkuak oso laburrak diren eta laringeko aparatu hioidalaren elementuei bide ematen dieten.

Zakatz-arku bakoitza lau kartilagotan banaturik dago: faringobrankiala, epibrankiala, zeratobrankiala eta hipobrankiala. Arku guztietako kartilago hipobrankialak, basibrankialak edo estaldurak deituriko kartilago edo erdialdeko hezurrek batzen dituzte.

Bukaerako basibrankialak pieza bakar batean soldatzen dira, pieza hau erdiko plaka delarik.

Elasmobranchio eta Teleosteoetan zakatz-arkuek, barneko ertzean, zakatzarantzak izeneko kozkor edo luzaduraren sail lineal bat dute; hauek, sarritan, arku batean daudenak jarritan dagoenarenean euskarrituz, barrila edo iragazki antzeko bat eratzen dute, ahoa sartzen diren zatikiak edo gorputz sendarrak zakatz-barrunbeetara sar ez daitezten.

Hiomandibularren aurrean eta goikaldean kartilago bakun bat edo bi edo hiru segmentuz osaturikoa aurki daiteke. Katilago espirakularra da hau, gerta liteke ez agertzea.

Bizkarrezurra: garezurraren oinaldetik isatsaren bukaeraraino iristen da. Metamerikoki antolatuta dauden eta orno-muina babesten duten orno sail batzuk osatzen dute.

Arrain primitiboetan, bizkarrezurreko ardatz-zatian notokordioa agertzen da, baina gainerako arrainetan ornoak horren lekua hartuz joaten dira, Teleosteoetan desagertaraztea iristen den arte.

Bizkarrezurreko gainazaldetik luzadura desberdinak ateratzen dira, eta muskulu eta saihetsezurren lotune-aldeak dira. Ornoak, halako moduan

artukilatzen dira beren artean, non zurruntasuna eta halako malgutasun gradu bat ematen duten. Arrain batzuk kartilagozko bizkarrezurra dute, baina forma gehienetan hezurrezkoa da, gehientsuena hezurtzapen endokondrikoaren bitartez garatu delarik.

Orno-segmentu edo orno bakoitza, zenbait Arkualia piezaz osatua egon liteke, hau notokordioaren gainean eta azpian agertzen delarik. Bai batzu eta bai besteak notokordioa inguratzen duen centrum, edo ornoaren gorputza, izeneko pieza batek elkartzen dituela egon daitezke, lehen aipatu den bezala den dena beregana lezakeelarik.

Bizkarraldeko piezek arku neurala osatzen dute, eta ornoaren atzekaldean edo isatsaldean kokaturiko pare bat pieza nagusi (basidorsalak) eta aurrealdean edo bukaldean agertzen diren pare bat pieza interkalarrak (bizkarrartekoak) izan daitezke. Batzutan, arku neurala, supradorsal izenez ezagutzen diren pieza bat edo bi goikaldean erantsita osatzen da, nolabait esateko bizkarraldeko apofisia edo apofisi zorrotza eratzen dutelarik.

Sabelaldeko piezek arku hemala osatzen dute, hain zuzen ere enborraldean irekita eta isatsaldean itxita agertzen dena. Hauek ere pare bi dira: pare bat atzeko basibentralak eta beste pare aurreko sabalartekoak. Basibentralek, zeharkako apofisiak eratzen dituzte, eta hauekin artikulatzen dira saihetsezurrrak.

Orno bati *“Aspondilia”* deitzen zaio bere arkuetara murriztua gelditzen denean, *“Disospondilia”* zentruak eta arkuak jarraituak ez direnean, eta, azkenik, *“Holospondilia”* zentruak eta arkuak jarraituak direnean.

Nola disospondiliaren kasuan hala orno-holospondiliarenean, ornoaren zentrua, miomo bakar bati dagokion pieza bakar batek edo bata bestearen jarraian dauden zenbait piezek osa lezaket. Lehenengo kasuan orno monospondilia deitzen zaio eta bestean disospondilia edo polispondilia.

Ornorik izaten ez denean, orno azentrikoak deitzen zaie eta kasu horretan notokordioak hartzen du bere lekua. Elasmobranchioetan, kartilagozko ehunak notokordioa berega-



natzen du, horrela, notokordioaren (orno kordazentrikoak) baitatik ornoak eratzen direlarik. Elasmobranchioetan, kartilagozko ornoen erdiko geruzan, ornoei tinkotasun handiagoa ematen dien karegordailu bat pilatzen da.

Gordailu horrek, zeharkako sekzioetan, erantzun forma hartzen du. Orno tipo hauei ziklospondilia deitzen zaie. Beste kasu batzuetan kare-eratzun bat baino gehiago ikusten dira zentrukide berean antolatuta (orno tektospondiliak). Orno tipo gutxi hauek Elasmobranchioen sail ezberdinei dagozkie.

Teleosteoetan, ornoak hezurtu egiten dira, beren elementu osagarriak pieza bakar batean soldatzen direlarik. Holospondiak, monospondiliak eta anfikoelikoak dira; holospondiliak. Zeren esan dugun bezala beren alde ezberdinak barren barrenetik soldatuta bait daude eta gutxi gora behera bere barnealderantz doan hezur-geruza batek osorik estalita agertzen dira; monospondiliak, berriz segmentu bakoitzeko zentru bakar bat dutelako; eta anfikoelikoak, harezko erlojuaren edo kono bikoitzaren forma izateagatik. Ornozentruko pareta oso lodia ez baldin bada, barne-barrunbea zabala izaten da eta notokordioak kasik ez du bere lodiera galtzen. Lehengoaz bestera gertatzen bada, notokordioa sabelalderateko moduloetara murrizten da.

Teleosteoek, gainera, badaude hezur hipural bat, isats-hegatsko erradio dermikoak sostengatzen dituen eta, funtsean, bukaeran dauden ornoetako arku hemalez osatua dagoena.

Gorputzadar-eskeletoa



Arrainen apendizelokomotoreak, hegatsak edo pterigioak dira; batzu bikoitiak dira (artiopterigioak) eta besteak bakoitiak (periopterigioak). Lehenengoak, Tetrapodoen kideei dagozkie; bigarrenak, berriz, gorputzaren erdiko lerroan kokaturik daude eta Batrazioetan eta uretako zenbait narrazietan izaten diren igeritarako tolesturekin urruneko erlazioa baizik ez dute. Hegats bikoitiak, bularraldekoak edo mopterigioak eta pelbisekoak edo Iskiopterigioak dira. Hegats bakoitiak, bizkarraldekoak edo notopterigioak, uzkiak edo protopterigioak eta isatsekoa edo uropte-

rigioa dira. Hegats guztiek barne-eskeletoko edo kanpo-eskeleto armadura bikoitza dute. Barne-eskeletoan edo delako eskeletoan erradioei eusten dieten kartilagozko piezak edo hezur-piezak agertzen dira Kanpo-eskeletoa, igeritarako minztari eusten dieten erradio berberak osatzen dute.

Hegats bakoitiak: lehen esan dugun bezala, uzikiko, bizkaraldeko eta isatseko hegatsak dira. Uzikiko eta bizkaraldeko hegatsak, batez ere, igeri egiterakoan gorputza bideratzeko balio dute. Isats-hegatsak ere funtzio hori betetzen du, baina, horrezaz, gainera, organo bultzatzaile nagusia da. Uzikiko eta bizkaraldeko eskeletoa, omoen aldean hortxe hantxe metamerizatuta dauden elementu batzu osatzen dute, orno horietatik eratorzen direlarik; pterigioforo izenez ezagutzen dira eta ertz distaletan erradioak eramaten dituzte. Hegatsaren oinaldean zenbait pterigioforo elkar daitezke, oinaldeko edo basipterio bat edo gehiago eratzeke Oinaldeko distalaldetik jatorri dermikoak duten erradio ugari ateratzen dira, hegats-eskeletoaren alde gehiena eratzen dutelarik. Hegats-erradioak zuzenean elkartzen dira oinaldekin eta ez erradialen bitartez. Hegatsak, giltzadura tipo ezberdinak eramaten ditu eta hauek uhin-higidura aski konplexua egiteko aukera ematen diete, edo, besterik gabe, igotzekoa eta jeistekoa, kasuen arauera.

Itsas-hegatsak du bizkarrezurrekin erlazio gehiena, zeren bere eskeletoa berez, bere bukaerako ornoek eratzen bait dute. Aipaturiko orno horien arantza neuralek eta hemalek, oinaldeko pterigioforoek euskarri izateko balio dute, eta hauek erradio dermikoekin zuzenean elkartzen dira. Isats-hegatsak forma desberdinetakoak dira:

* Protozerkoa: tipo primitiboena da eta ziklostomo helduek izaten dute. Notokordia zuzena da eta isatseko muturreraino luzatzen da, honen bizkaraldeko eta sabelaldeko zatia kasik neurri berekoak direlarik.

* Difizerkoa: Dipneoetan eta Latimeria eta Polypterus generoetan agertzen da, Begirada batetara protozerko tipoaren tankera du; hala ere, frogatu da isats heterozerkoaren aldakuntza dela.

* Heterozerkoa: hemen eskeleto-ardatza gorantz okertzen da



eta isatseko bizkar-gingilean sartzen da, sabelaldekoa baino askoz ere handiagoa delarik. Berezi Elasmobranchioek eta behe mailako arrainek izaten dute oro har.

* Homozerkoa: ugarien aurkitzen den tipoa da; begirada batetara simetrikoki diren bizkaraldeko eta sabelaldeko gingilek osatzen dute; halere, bizkarrezurrearen atzeko muturra, urostiloa alegia, bizkaralderantz kurbatzen da eta, beraz, isatz tipo hau heterozerkoaren antzekoa da.

Hegats bikoitiak: hegats bakoitiek baino barietate gehiago eskaintzen dute, zeren, ziuraski, biek jatorri berdintsua izango dute. Gorputzaren alboetan daude kokatuta, eta nahiz sorbalda-gerrikoa nahiz pelbis-gerrikoa giltzatuak dira. Giltzadura tipo honi kontu eginez, hiru hegats tipo bereiz daitezke: Arkioterigia, Brakiopterigia eta Iktopterigia.

Hegats arkipterigia. - Nahiz gaur egungo formetan nahiz fosiletan gutxi agertzen da hegats tipo hau. Paleontologoek bere izaera sekundarioa frogatu zuten, eta, beraz, beste hegatsen jatorriko formatzat ezin daiteke hartu. Ardatz batek osatzen du eta honen segmentu bakoitzak aurkako pterigioforoak ditu, erraldioak hauen gainean sartzen direlarik.

Horrek hegats bipektinatu edo mesoaxial bati bide ematen dio. Ardatzeko segmentuak distalagoak diren ginoan lodieraz eta luzeraz laburtuz joaten dira. Pterigioforoak berak ere segmentuak dira.

Neoceradus-en, nahiz eta bular-hegatsek eta errai-hegatsek berdera izan, batzu besteetatik alderantziz bideratuak daude.

Hegats brakiopterigia. Krosopterigia ere deitzen zaio. Plypterus eta Calamoichthys-en aurkitzen da, eta barietate askoko higidurak izan ditzaketen, esaterako gorapena, jeitsiera eta errotazioa, e.a., benetako igeri-paletak dira, txorten hestu batek enborrarekin batzen dituelarik.

Gorputzadar-eskeletoa erdiko plaka batek osatzen du; plaka hau triangeluara da eta sabelalde eta bizkaralde ertzeko piezek inguratzen dute.

Hegats iktopterigia. Kondriktio eta Osteiktioetan hedatuena dagoen hegats bikoitia da. Uniseriatua eta monopektinatua izatea da honen ezaugarria. Ardatza tink egokitua dago gorputzean eta pterigioforoek lerro bakar baino ez darama erradioei eusten.

Hegats iktopterigia konplikatuena Selazeoen

bular-hegatsa da; hauen oinaldea kartilagozko hiru piezek osatzen dute (protopterigium, mesopterygium eta metapterigium), hauetako bakoitza sorbalda-gerrikoari artikulatua dagoelarik eta bere ertz distalean kopuruz aldakorrek diren pterigioforoak daramatzalarik.

Selazeoen pelbis-hegatsa, bular-hegatsa baino sinpleagoa da beti, mesopterygium-a ezabatzeagatik beti, mesopterygium-a ezabatzeagatik beti oinalde biko delako. Osteiktioetara igarotzean eskeletoa gehiengora murrizten da, funtsean pterigioforoak bata besteekin paraleloan antolatuta gelditzen direlarik eta zuzenean gerrietan artikulatzen direlarik.

Sorbalda-gerrikoa

Iraungitako marrazo batzuk, adibidez *Cladoselache*-ek, ornodunen artean ezagutzen diren hegats sinpleenak zituzten. Hegats hauetan zenbait oinalde agertzen ziren, eta handik hasita hedatzen diren erradialak abaniku forman. Oinalde hauek ez diren ba-tzen aurkako aldekoekin.

Gaue egungo Elasmobranchioetan, sorbalda-gerrikoa U formako kartilagoa da, eta zakatzaldearen atzean bertanxe agertzen da. Ardatz-eskeletoari ez zaio zuzenean elkartzen. Zingulua pieza bakar bat da, hain zuzen ere kartilago eskapulokoraidea; honen sabelaldeko zatia barra korakoidea da, bizkaralderantz zuzenduriko prozesu eskapular luze batetan bi aldeetara luzatzen dena, glenoidea aldean eratuz, non bular-hegatsa artikiñatzen den.

Prozesu eskapular bakoitzak kartilago supraeskapular bat izan lezake, bera mutur askeari elkartuta.

Hegatsa bera, zinguluko glenoidea aldarekin artikulatzen diren oinaldeko hiru kartilagok osatzen dute. Oinaldeetako distalaldetik hasi eta iladan antolatzen diren erradio-kartilago segmentatu ugari daude. Erradialetatik iladetan zuzenduriko erradio dermiko asko ateratzen dira.

Arrain hezurdun primitiboetan, sorbalda-zinguluarekin elkartzen diren mintz-hezur batzu agertzen dira. Gutxienez bi agertzen dira alde bakoitzean. Pare bat lepauztai batzen dira lerroan, karakoide aldetik gertu. Eskapulari gain-jarria "*cleitro*" bat dago. Amia, Lepisosteus eta Teleosteoetan lepauztaila des-



gertu egin da.

Forma askok beste mintz-hezur batzu dituzte, esaterako suprakleitea eta postenporala. Azkeneko hau garezurrekin bat eginda dago. Eskapula-zinguluaren hasierako aldeak kartilagozkoa izaten jarrai lezake, baina gehienetan alde bakoitzean bi hezur eratzen ditu: eskapula eta karakoidea, glenoidea aldean artikulatzen direlarik. Hasierako kartilago-zinguluaren bi erdiak ez dira batzen sabelaldean. Sorbalda-gerrikoaren alde gehiena mintz-hezurrez osatuta dago; hasierako osagaiak, berriz, asko murriztu dira.

Teleosteoek bular-hegatsei dagokienez, berriz, aldakuntza handia dago. Gehienetan, eskeleto-elementuen kopurua gutxitu egin da; erradio dermikoek, berriz, sostengu funtzioaren parte handi bat beren esku hartzen dute.

Pelbis-gerrikoa

Lehen esan dugun bezala, pelbis-hegatsek eta pelbis-gerrikoek eskapula-hegatsek baino askoz ere egitura primitibo eta sinpleagoak dituzte. Cladoselache-etan, bien artean ezberdintasun gutxi dago, pelbiseko egiturak zertxobait murriztutail bain badaude ere. Arrainen ardatzeko zingula ez dago adartzeko eskeletoarekin elkartuta. Elasmobranchioetan, bi alboetan dauden aurreko oinaldeak fusiionatu egiten dira barra inkipubikoa eratzeke. Hegatsa, azetabulu aldean batzen da gerriarekin. Pelbis-zinguluan, eskapula-zinguluko eskapulari dagokion apofisi iliako txiki bat agertzen da.

Arrainen pelbis-zingulan, aldiz, ez dira agertzen sorbalda-gerrikoan agertzen direnekin gonbara daitezkeen mintz-hezurrik. Teleosteoetan, pelbis-gerrikoa, aurkako aldekoekin loturarik ez duten elementu txikiak murrizten da, eta ez agertzea ere gerta liteke, Anguilla-n gertatzen den bezala, honek pelbis-hegatsek ez bait du. Elasmobranchioetan, pelbis-hegats bakoitza bi oinaldek osatzen dute, hauetatik kanpoalderantz erradial ugari abiatzen direlarik, eta hauen jarraian eskeletoaren egitura osatzen duten erradio dermikoak agertzen direlarik.

Teleosteoek pelbis-hegatsak nahiko laburrak dituzte, eta hauen eskeletoa oinaldeko hezur bakar batek osatzen du; hezur honetatik gutxi garaturiko erradial batzu abiatzen dira, eta hauei, era berean, hegatsak jarraitzen diete. Sarritan, hegatsetako erradioak oinaldetik zuzenean azaltzen dira.



Hegatsetako erradio dermikoak

Hauek asko aldatzen dira beren forma eta egitura-gatik, baina tipo gutxi batzuetara labur daitezke:

* Adarkizko erraldoiak (Ceratotriquia): materia kor-nea malguak eratzen ditu, eta, hain ugaria denez, kasik ezinezkoa da hegats bakoitzean kontatzea, eta, hain ondoan daudenez, beren artean ez dute kasik erradioarteko tarte nabarmenik uzten. Erradio hauek Elasmobrankioek izaten dituzte soilik.

* Erradio eskamoideak (Lepidotriquia): Lehen garaietatik segmentuz eratutako erradioak dira eta ezkata gardentzat har daitezke. Eskeletoa erabat edo alde bat hezurtua duten arrainek izaten dituzte bereziki. Erradio hauek, beren artean tarte zabalantzekoak uzten dituztelarik eta beren kopurua mugatua eta kontatzen erraza delarik, klase ezberdinetakoak dira, ezagutzea komeni delarik, zeren erradio hauek espezieak mugatu ahal izateko datuak ematen bait dituzte. Garrantzitsuenak segmentuak eta arantzadunak edo bakunak dira.

* Erradio segmentuak gutxi gora behera ikusten diren bata besteari gainjarritako segmentu sail batzuk osatzen dituzte. Batzu adarkatuak dira beren goiko zatian eta beste batzu zatiezina.

* Zatitzen ez diren hauek bigunak edo gogorrak izan daitezke. Azkeneko hauek, adarkatua ez den erradio segmentatu baten sailkapenaren bidez eratzen dira. Erradio gogor hauek ohi ez bezalako sendotasuna har dezakete eta askotan atzekaldean dentikulazioak izaten dituzte.

* Erradio arantzadunei edo bakunei, normalki, zurrunk eta zorrotzak direlako deitzen zaie horrela, nahiz eta batzutan malguak, eta baita bigunak ere, diren. Hauek aurrekoen aldean, inoiz ez dira adarkatuak izaten, eta segmentazio seinalerik ez dute agertzen. Bereziki Teleosteo Akontopterigioek izaten dituzte, eta, batez ere, toki hauetan aurkitzen dira: lehenengo bizkaralde osoan, uzki-hegatsaren aurrealdean eta pelbis-hegats bakoitzeko aurreko ertzean.

Hegatsen formulaketa

Teleosteo espezieen deskribapenean kasik etengabe aipatzen da hegatsen kopurua, klasea eta erradioak formulen bidez. Hegatsak, laburki adierazten dira majuskula formako beren



hasierako letrekin, eta jarraian puntu batekin: B.-Bizkaraldeko hegatsa. I.- Isats-hegatsa. U.- Uzki-hegatsa. H.-Bular-hegats eskapularra. S.-Sabelaldeko hegatsa.

Hegats horietako edozeinetan dauden erradioen kopurua, bere hasierako letraren jarraian idatziz adierazten da. Hegatsa, erradio zuri arantzadunez osatuta baldin badago, lehengoak erromar zenbakiz idazten dira, bi zifrak “+” (A.III+3) zeinuak banantzen dituelarik.

Pinulak baldin badaude, klase bereko gainerako erradioetatik banatzen dira, baina ganontzeko hegatsari komekin elkartuta daudenetatik, adibidez: B-II+14,5. B-Bizkaraldekoa. II-Bi arantzadun. 5- Bost pinula.

Erraldioen kopurua alda litekeenean, interbaloaren bi muturrak gidoi batez bananduta idazten dira.

Hegatsen aldakuntzak

Hegats guztiek izan ditzakete aldaketak, nahiz lokomozioari dagokionez (narraztea, ibilketa, hegaldada), nahiz lurtean finkatzearekin edo bere patu primarioik urruntzen dituzten beste funtzio batzuei dagokionean.

Kopurua eta kokaeraren aldaketak: hegats bakoitiak, *Anguilliforme*, *Synbranchiforme* eta Teleosteo batzuen kasuan bezala, elkartuta ager daitezke. Hori gertatzen da bizkaraldeko eta uzkialdeko hegatsak isatsaldekoari soldatzen zaizkiolako, barne-eskeletoarengatik soilik bereizten delarik. Beste batzuetan bizkaraldeko hegatsa notopterusekin eroriz joaten da, edo, *Xenomystus*-en bezala erabat desagertzen da. *Anguilliforme* eta *Sygnathidae*-etan isatsaldekoa desagertu egiten da.

Synbranchidae-en genero batek, bere gorputz bermiformean ez du hegatsik.

Alderantziz, hegats bakoitiaren kopurua gehitu ere egiten da. Horrela, goi-teleosteo askok bi bizkar-hegats daukate, lehenengoa normalean arantzaduna izaten delarik. *Gadidae* (*Gadus*, *Merlangus*) familiako zenbait espeziek hiru bizkar-hegats eta bi uzki-hegats dituzte.

Scombridae-ek bizkar-hegats eta uzki-hegats bat dute, eta hauen jaraian pinulak edo erradio bakar bateko hegats txikien kopuru handi xamarra. *Polypteridae* familiako Kondrosteoek bizkar-hegats ugari izatea aparteko kasua da. Bere izenak adierazten duen bezala, arrain hauek zenbait hegats txiki dituzte atzeko bizkar-hegatsari jarraiki.

Hegats bakoitiei dagokienez, berriz, hauen kopurua ezin daiteke gehitu, zeren tetrapodo omodunen hankei bait dagozkie. Pelbis-hegatsak eta bular-hegatsiak, aldiz, enuldu edo desagertu egiten dira. Sarritan, hegats bakoitiaren enuldurak gorputza luzatzearekin zerikusia du, batik bat, aintzinako *Anguilliforme*-ekin gertatzen den bezala.

Beste batzuetan, pelbis-hegatsen enuldura gorputzean inolako luzaera berezikik izan zen ez duten formetan agertzen da; Makaira eta *Xiphias*-en kasua da hau, *Istiophorus*-ekin gonbaratuta. Azkenik, kontutan izan behar da, arrain sail askotan halabeharrez hegats bakoitiak ez agertzea ere gerta daitekeela, gorabeherak sortuz.

Pelbis-hegatsen lekualdaketak: *Osteichthyo*-en eboluzioan zehar pelbis-hegatsak, itsas-garezurraldera lekuz aldatu dira. *Holosteo*, *Clupeiforme* eta *Cipriniforme*-en behe-sailetan, pelbis-hegatsak abdomenaren azpian sartuta agertzen dira, eta gerriordea aske, muskulu abdominaleen erdian.

Perciiforme gehientsuenetan, bular-hegatsen azpian kokaturik agertzen dira, eta, oro har, pelbis-hezurak sorbalda-gerrikoarekin harremanetan jartzen dira.

Blenniiforme, Gadiforme eta Pleuronectiforme-en kasuan, leku aldaketa oraindik nabarmenagoa da, hauetan, batzutan, pelbis-hegatsak bularaldekoen aurrean sartzen dira, eta, baita barailaren aurreko muturraren azpian ere beste batzutan. Kokaera honi jugularra deitzen zaio.

Lokomozioari dagozkion aldakuntzak: arrain gehienek uretan igeri edo “hegaz” egiten duten arren, badaude beste batzu narratzen dutenak eta lurtean mugitzen direnak, eta, planeatzen duten beste batzu ere bai.

Narraztearen ondorioz, normalki, gorputza eta hegats bakoitiak luzatu egiten dira eta pelbis-hegatsak desagertu. Arraina, *Anguilliforme* eta hankagabea bihurtzen da. Batzutan, bular-



hegatsak galdu egiten dituzte. Dena den, ezin daiteke kontsideratu aldakuntza hauek narraztearekin zerikusia dutenik, zeren uretan egindako uhinduren bitartez igeri egiten duten hankagabeoetan ere agertzen bait dira.

Mugimendurako, aldaketarik izan ez duten hegats bakoitiak erabil daitezke, batez ere, arantzak dituztenak edo beheko rtzean euskarritzat balio lezakeen erradio gogor bat dutenak. Arrain bentonikoen kasuan, esaterako ur hondo lohitsueta bizi den *Lophius*-en kasuan, aparatu lokomotorea, hain zuzen ere, bular-hegatsen azpian kokatuta dauden pelbis-hegatsak osatzen dute. *Triglidae* familian, bular-hegatsak, substratuen gainean mugimenduak egiteko, bi edo hiru beheko erradio dituzte; erradio hauek askeak dira eta gainerakoak baino askoz ere higikorragoak. *Triglidae* familiakoek, askoz ere azkarrago mugitu ahal izateko, bular-hegatsen goialdea erabiltzen dute, hauek normalean zabaltasun handia dutelarik. Uretan hegaz egiten dute eta gauza bera egiten dute beste espezie batzuk ere, adibidez *Dactylopterus volitans* eta *Pterois volitans*-ek. Arraien kasuan, esate baterako bastangarenean, uretako hegaldada bular-hegatsen uhin-higidurek burutzen dute. Arrain launetan, aldiz, esaterako *Pleuronectidae* eta *Soleidae*-etan, gorputz osoa jartzen dute jokuan, orri bat bezala uhintzen dutelarik.

Exocoetidae familian, espezieak oro uretatik kanpoko hegazkada planeatura egokituak daude. Honen bular-hegatsak oso garatuak izateaz gain, isats-hegatsak, barneko gingila goikoa baino luzanagoa izaten du.

Horrela, *Exocoetus* generoan, bular-hegatsak arrainaren luzera standarraren 14-15 eta %75 dute. Pelbis-hegatsak ez dira oso luzeak, baina, aldiz, isats-hegatsako ginglak bere luzeran %30 neurtzen du.

Itsateari dagozkion aldakuntzak: nola itsasbaterretako arrainak hala torrentikolak substratuari itsastan zaizkio korranteak eraman ez ditzan. Itsaste hau gorputzaren gainazaleko arantzek edo gutxi gora behera hobeturik dauden organo itsaskor edo haizetsuek buru-



tzen dute soilik.

Ziprinido batzuk disko bat izaten dute buru azpian, ahoa-
ren atzean. Beste batzuk, adibidez, *Siluridae*, *Gobiidae*,
Cyclopteridae bular-hegatsen, pelbis-hegatsen edo, era
berean, bien baitatik eratutako organo toraziko itsaskorrak
izateen dituzte.

Elikagaien bilaketa eta harrapaketari dagozkien aldakun-
tzak: abisaletako arrainek, sarritan, bizarrak izaten dituzte
kokotsean edo argi eta garbi faktilak diren erradio luzan-
gak. Hau da, esate baterako, *Trichostomia*, *Benthosaurus*
eta abarren kasua.

Lephiiforme ordenean, tokiz aldatzen diren bizkar-hega-
tseko lehengo erradioetan kokatzen dira aldakuntzak,
erradio hauek azkenean burugaineen sartzen direlarik.
Defentsari dagozkion aldakuntzak: erradio arantzadunak
dira eta, esaterako, Akantoprerioetan bizkaraldeko eta
uzkialdeko hegatsen kokatuak agertzen dira eta uzki-
aldeko, bizkaraldeko eta bularraldeko hegatsen *Siluridae*
eta *Balistidae*-etan. Sarritan, arantza hauek guruin pozoitsue-
kin erlazionatuta daude, toxikoa ateratzeko kanal bat dutelarik.
Elikartzeari dagozkion aldakuntzak: zenbait Teleosteo familiek.
Emearen traktu genitalaren sarreran edo barruan esperma



jartzeko gauza den elkartze-organo bat izaten dute. Kasu sin-
pleenean (*Cottidae* eta *Bleniidae*) elkartze-organoa papila bat
da, eta honen barruan uretrak eta espermiduktoak jarraitzen
du.

MUSKULU-SISTEMA

Organismoaren alde ezber-
dinetako higadura guztiak
muskuluen bidez burutzen dira.
Muskulu-ehuna, organismoko
beste edozein ehunek duena
baino kizkurbetasun askoz han-
diagoaren jabe da.
Atal honetan muskuluak aztert-
ko ditugu bakoitza non kokatuta
dagoen ikusiz.

Buruko muskuluak

Buruko muskuluen garapenak erakusten duenez, ez dira
denak jatorri berekoak, zeren batzu belarriaurreko semitoetatik
erortzen bait dira, beste batzu burualdeko albo-plaken gara-
penetik eta, azkenik, beste batzu enborreko muskulaturaren
zabalduratik.

Buruko muskulaturan honako hauek bereiz daitezke: paretako
muskulatura edo begiko muskuluak, somitoen paretatik era-
tortzen direnak; eta errai-arkuen muskulatura: barailak, hoida-
la eta zakatzekoak.

Paretetako muskuluak edo begiko muskuluak: belarianreko
hiru miotomoen desberdintzapenetik datoz eta 6 dira: goiko
zuzena, beheko zuzena, barneko laprana eta goiko laprana.
Inerbaketa peretako muskuluen eraketa metamerikoarekin
zuzenean erlazionaturik dago. Barailaurreko segmentu-miot-
moaren desberdintzapenetik datozen goiko muskulu zuzena,
beheko zuzena, barneko zuzena eta beheko laprana, III ner-
bioak, nerbio lokomotorak edo begiko nerbio morote arruntak
inerbatzen ditu. Goiko muskulu laprana, barailako somitotik
datorrena, IV nerbioak edo troklearrak inerbatzen du eta, azke-
nik, kanpoko zuzena miotomo hoiidelatik dator eta VI nerbioak
edo kanpoko begi-nerbio motorrak inerbatzen du.

Arrainzuriak, esate baterako *Chlamydoselachus*-ek, badute



beste muskulu bat kanpoko muskulu zuzenaren banaketatik
datorrena, hain zuzen ere alboko zuzen lagungarria da.
Baraila-arkuko muskuluak: bostgarren nerbio trigeminoaren
baraila-adarrak inerbatzen ditu baraila-arkuko muskuluak.
Muskulu hauek hioide-arkukoekin batera faringearen estutzai-
le bezala funtzionatzen dute. Ahoa eta zakatz-zuloak ixteko
joera dute amas-mugimenduak egiteko orduan.
Honela banatzen dira: bizkaraldeko 1 estutzailea edo barail-
koa, barailaren hurbiltzailea eta sabelandeko 1 estutzailea.
Selazeoetan, esaterako *Squalus acanthias*-en, barailako mus-
kulua, espirakuluaren aurrean izaten den muskulu txiki bat da.
Barailen hurbiltzailea ahoko angeluaren kanpotik egoten da
eta barailak ixteko funtzioa burutzen du. Sabelaldeko lehenen-
go estutzaileak barailarteko muskulari bide ematen dio.
Arraietan, barailako muskulua gehienbat hioide-arkuko bizka-
rraldeko 2 hestutzaileak estaltzen du. Barailaren hurbiltzailea
oso konplexua da eta erdiko hurbiltzaile batek, bi albo-hurbil-
tzaileek eta etmoide izeneko muskulu berezi batek osatzen
dute. Betzulo-aurreko muskuluak, goiko ezpaineiko muskulu
jasotzaileari bide ematen dio, lotune batzuei esker barailarteko
muskuluari batzen zaiolarik.

Teleosteoetan, barailako muskulua, palatokarratuaren jaso-

tzaileak eta operkulu zabaltzaileak osatzen dute.
Barailaren hurbiltzailea hiru zatitan banatua dago:
masilezurrekoa, mandibularra eta sinphisala.
Horrezaz gainera, barneko muskulu karratu-man-
dibular bat agertzen da, zakatz-arkuetako hurbil-
tzaileen homologoa dena barailako arkuan.
Siluroetan, muskulua betzulo-aurreak garroen
muskulu erretraktoreei bide ematen die.
Barailarteko muskulua oso laburra da, beti ager-
tzen bada ere.

Hioide-arkuko muskuluak: aurpegiko nerbioak
(VII) inerbatzen ditu. Muskulu nagusia 2 estutzai-
lea da, hemen hiru alde bereizten direlarik: bizka-
rraldeko zati bat, sabelaldeko beste bat eta mis-
toa bestea.

Arrainzuri batzuetan, adibidez *Chlamydosela-
chus*-en, muskulu hau forma sinplenean aurki-
tzen da. Beste zenbait espezetan, aldiz, musku-
luaren funtsezko aldea hiomandibularren gai-
nean sartzen da, muskulu bakartua eratzen due-
larik, hain zuzen era jasotzaile hiomandibularra
dena.

Arraien hioide-arkuko muskulaturak zenbait muskulu bakartu
bide ematen dio: aurpegialdeko jasotzaileari, aurpegialdeko
depresoreari, biaak bata bestearen direlarik; eta hiomandibu-
larreko muskulu jasotzaile eta depresoreari.

Teleosteoetan, estutzailearen bizkaraldeko aldeak, jasotzaile-
ari eta operkulu-zabaltzaileari bide ematen die.

Hurbiltzaile hiomandibularra, ahosabaiko arkuari bide emanez
banatzen da. Estutzailearen sabelaldea, hioide eta genitohioi-
de muskuluei dagokie.

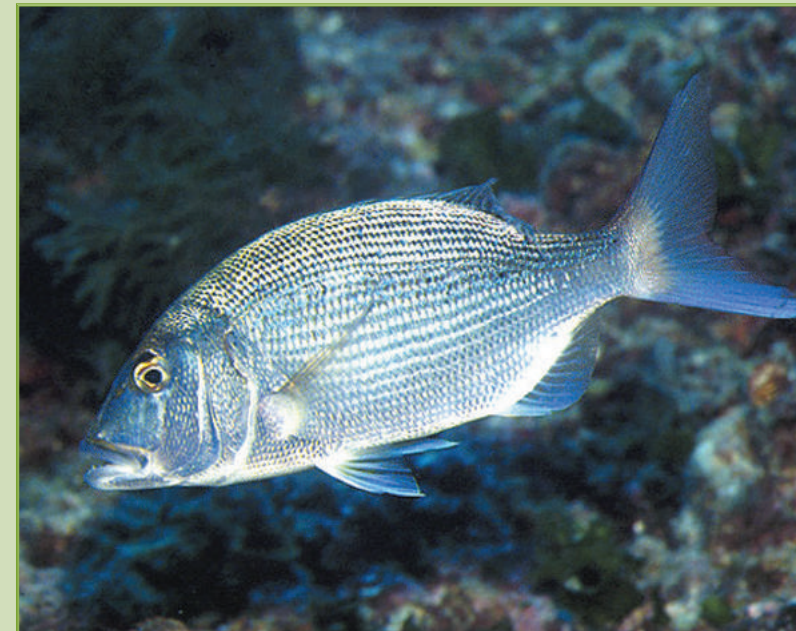
Zakatz-arkuetako muskuluak: zakatz-arkuetako muskulatura
oso konplexua da, zeren muskulu ugari bait daude eta jatorri
ezberdina dute. Era honetan sailka daitezke:

Muskulatura epibrankiala: zakatz-arkuen azpitik dihoazten
enbor-miotomoetatik eratortzen dena.

Zakatz-muskulatura delakoa: zakatz-miotomoen goikaldetik
hasita garatzen diren muskuluek osatzen dute.

Garezurreko muskulatura hipobrankiala: zakatz-miotomoen
behekaldetik eratortzen diren luzetarako muskuluek osatzen
dute.

Azkenik, badago 4. sail bat, sabelaldean kokatzen dena; sail
honek enborreko miotomoen eboluzioa adierazten du eta sor-
balda-gerrikitik hasita barailetako sinpiseraino iristen da. Sail
hau "muskulatura hipobranial espinala" izenez ezagutzen da.
Muskulatura epibrankiala, ondorengo hauek osatzen dute:



espinalazpikoak, bizkaraldeko oinaldeartekoek edo arkuarte-
koek eta zakatz-arkuetako bizkar-erretraktoreak.

Zakatz-muskulatur delakoa, beriz, hauek osatzen dute: zakatz-
estutzaileek; hauetatik 3. zakatz-estutzailea, hain zuzen ere
errai-arkuari dagokiona, nerbio X edo bagoak inerbatzen du;
zakatz-arkuetako estutzaileek; hauek muskulu txiki batzu dira,
eta beren funtzioa da arkuaren erdialdeak elkartzea eta kurda-
dura egiten uztea; bizkaraldeko arkuek; hauek arkuen barne-
ko higidurak erraztu egiten dituzte eta amas-funtzioa eta zirku-
lazio-funtzioa burutzen laguntzen dute; goiko trapezioak; hau
plaka muskular bat da eta honen zuntzak atzerantz hurbiltzen
dira eta nerbio X aren adarrek inerbatzen dute, nahiz eta 3 tik
6 ra bitarteko nerbio berezietatik ere adarkadurak iristen zaiz-
kion.

Elasmobrancioetan, zakatz-muskulaturaren antolaketa gutxi
gora behera deskribatu dugunaren antzekoa da.
Teleosteoetan, estutzaileek, arkuetako goiko muskuluak era-
tzen dituzte eta hurbiltzaileak muskulu-zuntz batzuetara
murriztuak daude eta zakatz-orrien muskulu txikiekin erlazio-
natuta daude. Arkuazpiko muskulu zuzenak, faringio-hioida-
l edo arkuazpi arrunta deituriko muskulu bakar batetan elkartua
daude.

Garezurreko muskulatura hipobrankiala, sabelaldean agertzen
diren muskuluek osatzen dute, ikusten den metamerizazio bat
dutelarik, eta korakoidetik beheko barailara iristen
da. Arrainzurietan, muskulatura hau, muskulu korako-
brankialek osatzen dute (5 espezie gehienetan).
Gauza bera gertatzen da arraietan baina ezberdinta-
sun batekin, hauetan 5 ak muskulu-masa batean
daudela elkartuta.

Teleosteoek, adibidez Ziprinidoek, korakobrankialak
izateaz gain, faringoklabekularra dute (5 korakobran-
kialetik datorrena), barneko eta kanpoko faringokla-
bekularrean tolesgabetua.

Muskulatura hipobrankial espinala, kopuruz aldako-
rrak diren enborreko miotomo batzuk osatzen dute;
kategoria honetan bildutako muskuluen artean kora-
komandibularra eta korakohioidaka aipa daitezke.

Hestegorriko muskulatura: heste gorria muskulu zir-
kular batek inguratzen du, nerbio X edo bagoak iner-
batzen duen hestegorriko estutzaileak hain zuzen
ere.

Enborreko muskulatura

Alboko muskulua da, larrauzalaren azpian bertan dago, eta ardatz-eskeletoan eta erdiko septu konjuntiboan sostengatzen da. Muskuluko egitura unitateak miotomoak dira eta miotomoak banatzen dituzten trenkadei mioseptoak deitzen zaie eta gainazalean agertzen dira, hortxe hantxe sinuatuak diren lerroak bezala. Miotomo sinpleena Branchiostomana da, V formako egiturak bezala agertzen delarik, erpina aurealderantz duela. Alde batetako miotomoak beste aldekoekin txandakatu egiten dira. Alde batetako zuntzak uzkuartzen direnean, bestekoak destirandu egiten dira. Gorputzen alde ezberdinetan bi zuntzen txandakako uzkuarturen bidez, animalia suge-formako uhin-higidurak eginez igeri egiteko gauza da.

Goi organismoetan, albo-muskulua, luzetara, zeharkako septu batek aldenik alde zeharkatzen su; septu hau albo-lerroaren azpian bertantxe kokatua dago eta muskulua bi zatitan banatzen du: bizkaraldekoa edo epiaxiala eta sabelaldekoa edo hipoaxiala. Miotomoek sahieskako traiektoia eramaten dute, baina muskulu-zuntzak, berezki alde bakoitzeko epiexialaldekoak, bi edo hiru luzetarako bizkar-balen forman antolatzen dira, gerazurraren oinaldetik isatsaren muturreraino iristen direlarik, eta neurri handi batean handiak diren muskulu-paketeak eratzen dituzte, batik bat igeri egiteko momentuan gorputza alboruntz flexionatzeko balio dutelarik. Muskulu hipoaxialak, sabelaldeko eta alboetako luzetarako baletan banatzen dira.

Enborreko miotomoa denez gero, erraki-nerbio ezberdin baten zuntz motorek inbatzen dute. Albo-septua agertzearekin muskulu epiaxialek errai-nerbioetatik bizkaraldeko adarrak hartzen dituzte, eta hipoaxialek sabelaldeko adarrak. Barneko muskulu epiaxialak bizkarrezurrearekin bat egin da daude. Muskulu hipoaxialen barren barreneko zatiak sabelaldeko saihetsezurrekin batzen dira.

Muskulu gorria: gorputzaren alboetan izaten dira, bereziki albo.lerroko aldean asko izaten direlarik bizkarralderantz eta



sabelalderantz gradualki gutxituz joaten dira. Itsasaldean ondo garatuta agertzen dira eta gorputzaren aurrealdean desagertuz joaten dira, sorbalda-gerrikor inoiz iristen ez direlarik. Salmonido, Ziprenido. Mugile eta aterinoetan oso garatua agertzen da.

Muskulu karinalak edo meheak: bizkarraldean eta sabelaldean agertzen diren bi muskulu handi dira; hortxe hantxe zilindrikoak dira eta beren forma eta antolaketa espezieen arauera aldatu egiten da. Owen-ek 1886. urtean bi muskulu tipo berezi zituen: bizkaraldeko edo karinalgaineko muskulu meheak, eta sabelaldeko edo karinalzpiko muskulu meheak. Biek, gutxi gora behera netoa den antolaketa metamerikoa dute. Uste da, hegats bakoitiren eta pelbi-gerrikoen jasotzaile eta dutela. Muskulu hauek gorputzeko flexioak mugatzen dituzte zentzu dorso-bentralen.

Bizkaraldeko eta uzkialdeko hegatsen muskuluak: selazeoetan, hegats bakoitien muskuluak, kokaeran eta kopuruz hegatsen erradioei dagozkien erradio-muskuluen lerro batek osatzen ditu. Muskulu bakoitza zuntzeko pareta batek banantzen dituen bi geruzek osatzen dute. Holozefaloetan, muskuluak barren barreneko eta gainazaldeko erradialetan banatzen dira. Teleosteoetan erradio bakoitza muskulu bikoitiek, bi makurtzaileek, bi zutitzaileek eta bi depresoreek mugitzen dute. Selazeoen muskuluekin duten homologiagatik, Teleosteoeten depresoreak gainazaleko erradialei dagozkien eta zutitzaileak barren barreneko erradialei.

Itsas-hegatseko muskuluak: ziklostomoek eta Holozefaloek oraindik ez dute muskulatura berezirik. Selazeoen isats-hegats heterozerkoak muskulu-geruza sortarazten du hipokordalaldean. Teleosteoetan, albo-muskulu handiak isatsetik hurbil batzen dira, baina miokomatak zurdaak izatera pasatzen dira, helizearen higidurak eginez isatsean eragina dutelarik, baina higidura hauei barren barreneko muskulu batzuk indarra kentzen diete; muskulu hauek 6 pareek osatzen dituzte: goiko eta beheko gainazaleko sabel-flexoreek, goiko eta beheko bizkar-flexoreek, eta, azkenik, sabelaldeko hurbiltzaileak.



NERVIO-SISTEMA

Nervio-sistema osatzen duten ehun gehientsuenek jatorri ektodermikoa dute. Kasik denak hodi neuraletik eta enbrioiaren gandor neuraletatik eratortzen dira. Nerbio-sistemaren funtzioa da, estimuluak jaso eta organismoaren alde batetik bestera bulkadak bidaltzea.

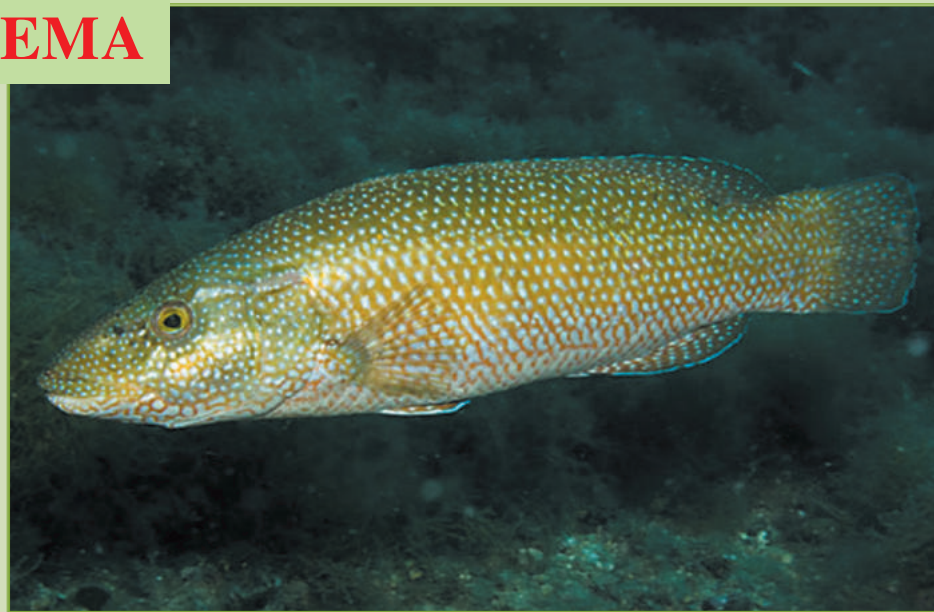
Nerbio-ehunaren egitur-batasuna neurona edo nerbio-zelula da bere luzapenekin. Gunea duen zelularen aldeari zelula-gorputza deritzaio. Neuronen luzaduran bi klasetakoak dira: dendritak; normalean ugari izaten dira eta motzak, eta oso adarkatuak agertzen dira zelula-gorputzaren ondoan; Axon mehe bat; hau muturreko zuhaitzkadura duen luzadura luze bat da. Axona bere zorro edo zorro inguratzaileekin nerbio-zuntza izenez ezagutzen da.

Garunetik eta orno-muinetik kanpo dauden nerbio-zuntzak, mintz jarraikorr batek estaltzen ditu, hain zuzen ere neurolekan.

Nerbio-zuntzak, baldin eta mielina izeneko substantzia zuri distiratsu batez inguratuta agertzen badira edo ez badira agertzen, horren arabera mielinikoak edo amielinikoak izan daitezke: mielina hori axonaren eta neurolemaren artean aurkitzen da. Mielina-zorroa tarteka, erregularitasunez, eten egiten da Ranvier-en noduluak deituriko erantzun-formako estuguneen bitartez.

Ziklostomoetan besterik ez da agertatzen, nerbio-zuntzak mielina-zorrorik ez izatea.

Nerbio-bulkadak animalien gorputzean zehar zentzu bakar batetan joaten dira, nerbio-zeluletan zehar, dendritetatik zelula-gorputzetara eta hauetatik axonera aldatuz. Modu horretara, zelularen mutur batek funtzio hartzailea betetzen du; bulkadak, berriz, beste aldetik deskargatzen dira. Nerbio-sistema, bata bestearen atzetik antolaturiko neuronek osatzen dute, eta halako moduan daude antolatuta, non batzuk beste-



ei serien bidali bait diezaiekete bulkadak. Zelula baten muturreko zuhaitzkadurak harreman estuak ditu beste zelula baten dendritekin, baina fusionatzera iritsi gabe. Lotura tipo honi sinapsia deritzaio. Nerbio-bulkadak sinapsia ez du zeharkatzen, baizik eta berorren bestaldean bulkada berri bat sortzen da.

Arrainen nerbio-sistema aztertzeak interes berezia dauka, zeren eboluzioaren erdi fasean aurkitzen bait da, beste ornodun batzuenarekin gonbaratzen badugu; ez da ziklostomoea bezain errudimentarioa, ezta goi-ornoduen bezain konplikatu eta espezializatu ere.

Nerbio-sistema bi atal nagusietan banatzen da: erdikonerbio-sistema; garunak eta orno-muinak osatzen dutena; eta inguruko nerbio-sistema, garezurreko nerbioek eta erraki-nerbioek osatzen dutena. Azkeneko honen alde garrantzitsu bat sistema autonomoa da eta berezko kontrolaren egiturekin erlazionatuta dago.

Erdiko nerbio-sistema

Garuna eta orno-muina, hodi neuraletik hasita sortzen dira. Garuna eratze funtzioa duen hodi neuralaren aurreko muturra, kasik garatzen hasten denetik zabaltzen da; zabaldutako zatian 2 estugune agertzen dira, aurreko garuna edo prosentzefaloa, erdiko garuna edo mesentzefaloa eta atzeko garuna edo erronbentzefaloa izenez ezagutzen diren garun-xixku ondo mugatuta gelditzen direlarik.

Gainerako hodi neurala ez da garuna adina zabaltzen eta ornomuinari bide ematen dio Garuna: esan dugun hasieran hiru xixkik osatzen dute: prosentzefaloak, mesentzefaloak eta erronbentzefaloak.

Prosentzefaloa eta erronbentzefaloa berriro banatu egiten dira, baina mesentzefaloa ez, ikusmen-gingilei bide ematen dietelarik.

Prosentzefaloa banatu egiten da, bere aurreko muturrean kokatzen den telentzefaloari eta talamentzefalo izenez ere ezagutzen den dientzefaloari bide emanez.

Telentzefaloaren zati anterobentralak usai-



men-gingilei bide emango die. Erronboentzefaloo, era berean, honela banatzen da: metentzefaloo edo aurreko muturra eta muin luzanga edo mielentzefaloo. Metentzefaloaren bizkaraldeko luzadura batek zerebeloari bide emango dio.

Horrela, eskematikoki, arrainen garuna modu honetara egongo litzateke eratuta: 1. Prosentzefaloo (A. Teleentzefaloo –usaimen-gingilak; burmuin-hemisferioak; B. Dientzefaloo). 2. Meseentzefaloo (Ikusmen-erraboila). 3. Erronbentzefaloo (A. Zerebeloo. B. Muin luzanga).

Telentzefaloo: alde huei dagokie: erdiko alde bakoiti bati, telentzefalo primarioa denari; hau murriztu egiten da eta muturreko orria bihurtzen da; eta bi albo-ebaginazioei dagozkien alde bati: burmuin-hemisferioakm hauen aurreko muturretan luzadura batzudaudelarik, hain zuzen ere usaimen-gingilak.

Burmuin-hemisferioetan, hemisferio bakoitzaren oinaldean kokaturik dagoen gorputz ildaskatu bat bereizten da, eta beren alde grisei oinaldeko guneak deitzen zaia. Hemisferiobakoitzeko gainerako aldea palio izenez ezagutzen da.

Gorputz ildaskaatuak, gutxi gora behera handiak eta gutxi asko konplexuak izan daitezke eta gainazal leuna edo zirkunboluzionatuta izan dezakete. Hauetako bakoitza ondorengo hauek osatzen dute: sabelalde batek; alde bereko usaimen-traktuarekin jarraikortasun zuzenean dagoenak; eta bizkaralde batek; striatum epistriatum-en azpisailtasuna dagoenak. Bi kanalek banatzen dalde hauek: sabelaldearen eta beste bien artean dagoenak eta stratumaren eta espistriatumaren artean dagoenak.

Selazeoetan eta Dipneoetan, esate baterako *Protopterus*-etan, esferikoak diren palio hemisferioetako ganga aski lodia da eta garezurra delakoa eratzen du. Edozein modutara ere, goi-ornodunen buruina gogoratzen digu. Dipneoetatik hasita, palioa laburtu eta zeharretara alderatuz joaten da, fenomeno honi mantu-ebertsioa deritzaio. Hau dela eta, Teleosteoetan, hemisferioetako sabaia edo bizkarraldea tela koroidiana izeneko nerbiorik gabeko geruza batek eratua dago.

Usaimen-gingilak, burmuin-hemisferio bakoitzaren aurreko



muturrean daude kokatuak eta beren kanpoko itxura guztiz aldatokorra da. Erraboilak gutxi asko garatuta egon daitezke eta forma desberdinenak har ditzakete. Usaimen-traktuak, luzeak edo motzak, paraleloak edo urrunkorrek izan daitezke, anatomia ezberdinei eta sail iktiologikoei buruz erlazio bat finkatzerik ez dagoelarik.

Telentzefalora, oro har, usaimen-zuntz ugari iristen dira eta, izan ere, ez da egiaztatu bertara beste tipo batetako zuntzak iristen diren ala ez; bada, horrela, bereziko usaimen-burmui-na da,

Dientzefaloo: Talamentzefalo izenez ere ezagutzen den garun-xixku hau, era beren, txikiena eta konplexuena da, bizkarraldeko eta sabelaldeko eranskinak dituztelako. Bere aurreko mugak honako hauek eratzen dituzte: parafisi izeneko epitelio-gangako ebaginazio batek eta ikusmen-atzerapena deitzen batek eta ikusmeen-atzerapena deitzen zaion zokogune batek, hauek telentzefalotik banantzen dituelarik. Bere atzeko mugak, atzeko komisura eta gorputz manilarrak dira, hauen mesentzefalotik banatzen dituelarik. Dientzefaloo eratzen duten aldeak hauek dira: ganga edo epitalamoo, albo-paretak edo talamoo eta sabelaldea edo hipotalamoo.

Epitalamoo aurretik atzera hondoko hauek osatzen dute: zeharkako errezeladeituriko inbaginazio edo tolestura batek,

bizkar-zakua izeneko ebaginazio batek, gongoil habenularrak batzen dituen komisura batek eta epifisikuxin batek, honen baitatik aparatua pineala eratzen delarik. Epitalamooaren konplexutasuna forma batzuetatik beste batzuetara aldatu egiten da; horrela, Siluridae-etan, komisura habenularraren aurrean dagoen garunaren aldea tela koroidiana sinplea da, telentzefalooa estaltzen duen telaren jarraian dagoelarik. Alderantziz, Teleosteo batzuetan, esaterako Gobidoetan, zeharkako errezela konplikatu egiten da tolestura sekundarioekin, eta plexu koroida erartzen du.

Zeharkako komisurak elkartzen dituzten gongoil habenularrak beren

disimetria dute ezaugarri; Selazeoetan, disimetria hori neurriaren ezberdintasuna da, eta Teleosteoetan, beren zuntz eferenteen mielina-edukinaren ezberdintasuna. Fisiologi ikuspegitik begituta, usaimen-erreflexuak somatikoak dira, eta aparatua pinealarekin ere nerbio-erlazioa daukate.

Talamoak, erregulazio-zentru garrantzizkoak izaten ditu eta burmuineko hemisferioetara eta hemisferioetatik aldatzen diren bulkaden zentru integratzaile ugariz osatuta daude.

Zentru garrantzitsuak kanpoko eta bameko gorputz genikulatuak dira, hauek ikusmen-bulkadak eta bulkada akustikoak erregulatzen dituztelarik.

Dientzefaloko hipotalamooak edo sabel-zatiak nerbio-zentruak izaten ditu, eta hauek, inguruko sistema autonomoaren funtzioak, gainerako nerbio-ehunek dituzten funtzioekin elkartzen dituzte. Ondorengo alde hauek osatzen dute : Kiasma optikoak, non ikusmen-nerbioak gurutzatzen diren; tuber cinereum-ak, sistema parasinpatikoaren zentruzat hartzen dena; gorputz mamiloso pare batek, usaimen-zentrua osatu ahal izateko; eta infundibuluak, honen zati distala guruin piuitarioaren atzeko gingileko parte delarik. Fisiologikoki, hipotalamooak mekanismo garrantzizkoak kontrolatzen ditu, adibidez tenperaturaren erregulazioa, funtzio genitalak, uraren metabolismoa, lumerak eta karbohidratuak e.a.

Mesentzefaloo: enbrioi-mesentzefalooak, garueko beste aldeek baino aldaketa gutxiago izateen ditu. Oinaldeko eta alboko paretak, lodituak daude eta traktu fibrilarez, hots, burmuin-tortenez, osatuta daude, eta hauek prosentzefaloo eta erronbentzefaloo komunikazioan jartzen dituzte. Bere sabaia eratzen duten nerbio-zelulek, zenbait geruzetan antolaturiko multzo bat osatzen dute eta sabai optikoa deitzen zaio. Sabai horretan bi bizkar-tontor agertzen dira, hain zuzen ere ikusmen-gingilak edo gorputz bigeminoak, eta hauek ikusmenaren zentru gisa jokatzen dute. Ikusmen-gingil bakoitzak barrunbe handi bat du, hain zuzen ere ikusmen-bentrikulua, eta biek batera mesozefalooa osatzen dute.

Mesentzefaloan, hirugarren nerbioaren (okulomotorea) eta laugarrenaren (troklear) zentruak ere izaten dira.



Zerebeloo: metentzefaloaren bizkarraldeko gorune eta lodiene batek osatzen dute, eta bere funtzioa da organismoaren mekanismo neuromuskularra koordinatzea.

Arrainetan ziklostomoetan baino askoz ere garatuagoa agertzen da, eta hori, batek ere orekari, norabideari eta igeriketari kontsagratua dagoelako gertatzen da, sentimen-bulkaden eta muskulu-erreakzioen arteko koordinaketa seguratu beharra dauketelarik, hauek uretako bizitzan ez bait dira inoiz amaitzen.

Arrainen zerebeloo hauek osatzen dute: erdialde edo zerebelo-gorputz batek, gutxi gora behera goi-ornodunen bermisaren homologoa dena; bi alboaldeek edo zerebelo-aurkularrek eta, azkenik, aurreko eranskin edo zerebelo-balbula batek.

Arrain helduetan, zerebelo-gorputzak antolaketa bakoitia eta erdikoa osatzen dute, nahiz eta enbriologi aldetik metentzefaloko gangaren bi lodidura simetriko diren. Selazeoen zerebelo-gorputzak metazeletik datorren dibertrikulu bat dauka, eta neurri batean dago soilik betea goiko eta beheko gorune bikordunaren garapenagatik. Kanpoko gainazalean zeharkako kanaleak agertzen dira ugari antzean.

Teleosteoetan, zerebelo-gorputza leuna da eta bere bameko barrunbea masa bikordun batez erabat beteta egoten da;

masa honek albotik gainezka egiten du, aurikulen lekua hartzen duelarik.

Zerebeloko aurikulak edo gorputz erres-triformeak oreka-zentruak dira; Selazeoek eta Kondrosteoek izaten dituzte soilik eta muin luzangarekin jarraitzen dute.

Zerebeloko balbula, holosteoetatik hasita aurikulen ordeztzen den eraskin berria da. Muin luzangako eta mesentzefaloko dastamen-zentruetara eta zentru estatikoekin harreman hestua du. Balbularen tamaina edo garapena espezieek burutzen duten aktibitatearen arauerakoa da; horrela. Itsasbazterreko gobidoetan gutxienezkoa da eta Crystallogobius-en pelageo formentan gehitu egiten da.

Muin luzanga: muin luzangako atzeko muturrak, orno-muinaren aurreko muturra-



rekin jarraitzen du, ahartezinezkoa delarik. Lehenengo erraki-nerbio parearen aurrean bertan agertzen da aldea, garunak eta orno-muinak bat egiten duten aldea da. Muin luzangaren egitura, bere atzeko muturrean, orno-muinaren aldean oso gutxi ezberdintzen da. Garunera hurbiltzen den ginoan, substantzia grisak eta zuriak hasierako antolaketa pixkana pixkana galduz joaten dira eta gradu handiagoan edo txikiagoan biak nahasten dira.

Muin luzangako albo-paretak eta sabel-paretak, substantzia grisezko zenbait zutabeen dira; zutabe hauek gutxi asko sakonak diren kanalez bananduta daude. Bostgarrendik hamargarrenera bitarteko nerbio bikoitiak muin luzangari lotuak daude.

Nerbio-zentru garrantzitsuak dituzte, hain zuzen ere errai-zutabe motorearen zatiak direlarik, eta ezin besteko prozesu fisiologikoak kontrolatzen dituzte, esate baterako bihotz erritmoaren erregulazioa, arnasketa eta metabolismoa.

Muin luzangaren aurreko bizkar-zatiari alde akustikolateralak deitzen zaio; zentru asoziatuak dituzte, nerbioak albo-lerroko sistematik iristen direlarik.

Omo-muina: hortxe hantxe zilindrikoa den eta arinki zanpatua agertzen den hodi bat da, bere aurreko muturrean zabaldu egiten da, muin luzangarekin jarraitzen duelarik.

Arrainen orno-muina ezaugarri batzuei dagokionez arkaikoa da, eta beste batzuei dagokienean oso garatua dago.

Goi-ezaugarriak: lehenengo aldia da nerbio-substantzia argi eta garbi substantzia grisean eta substantzia zurian ezberdintzen dela. Zeharkako ebaketa batean materia grisa bizkarraldeko eta sabelaldeko zutabeen forman agertzen da, kanal ependimoa inguratzen duen eta amankomunean duten alde batek elkartzten dituztela.

Baita ere, lehenengo aldiz, substantzia grisa kordioetan banatuta agertzen da bizkarraldean eta sabelaldean. Kordoi hauek somatosentsorialak dira bizkar-zutabeen alde distalean, biszerosentsorialak alde proximalean; eta zutabe hauen alde amankomunean, biszeromotorak sabelaldeko zutabeen alde amankomuneak eta somatomotorak sabelaldeko zutabeen alde distalean.

Behe-ezaugarriak: orno-muinen diametroa, garunaren aldean



tamaina handikoa da. Hau da, oraindik muineko zentruak oso nagusitasun markatua dute goiko nerbio-zentruak.

Omo muina, gorputz atalei dagokien lepoaldeko eta gerruntzeko handidurarik gabe agertzen da. Hegats bikoitiei, gutxi gora behera zabalak diren plexu batzuei dagozkie.

Omo-muinak, bizkaraldeko eta sabelaldeko ildorik ez du.

Substantzia grisa neurri handi batean gutxi garatua agertzen da.

Bizkaraldeko zutabeak bata bestearengatik erdi bananduak daude, eta horrela daudenak, zeharkako ebaketa batek Y forma hartzen du.

Bizkaraldeko zutabeen artean gorderik dauden substantzia zurizko bizkaraldeko kordoiak, kasik birtualak bihurtzen dira, Horrek pentsarazten digu, arrainek sentikortasun primitiboa dutela, nahastua, kasik inkonszientea, eta bereziki beren inpresio muskularrak, taktikak, termikoak eta mingarriak non dauden jakiteko gauza ez direla. Beren goranzko sentimen-bide bakarrak, ondo garatutakoak, hauek dira: bal espino-erraboiarrak, espino zerebelarrak, espino-talamikoak eta espino-tektalak.

- Burmuinetik datozen eragin motoreak bildatzeko balio duten sabelaldeko eta alboetako kordioetan honako sustrai hauek oso garatuta daude: erraboi-espinalak, tektal-espinalak, talamo-espinalak eta batik bat zerebelo-espinalak; hauek igeriketako higidura konplexuen eta bizkorreen sinergia seguratzten dute.

- Omo-muina, garuneko zentru motorekin erlazioatuta egoitea ezinbestekoa baldin bada ere, igeriketako higidurak hobetzeko, halere, hauek, muineko erreflexuak izan daitezke; frogatua dago, arrain bati burua moztan badiogu edo orno-muina kentzen badiogu garunarekin batzen den puntuan, hala ere, behar den bezala igeri egiten duela.

- Azkenik, ezaugarri primitibotzat hartzen dira baita ere erreflexu monosegmentarioak sortzeko duten gaitasuna.

Ezaugarri bereziak: arrain batzuen organo elektrikoek orno-muinaren egituraren eragina dute, beren probetxurako neurona motoreak mobilizatzen dituztelarik; eta hauek irteeran erraki-nerbioetako sabelmatsalkoei jarraituz funtzio elektrikoan espezializatzen dira.

Selazeoek eta Teleosteoek, isatseko muinean jatorri endokrinoa duten zelula jariatzaile handiak izaten dituzte, eta oraindik ez dago argi zernolako funtzioa burutzen duten hauek.

Meningeak: nerbio-sistema inguratzen duen eta

babesten duen mintz konjuntiboa da; mintz honen egitura eskala filogenetikoan aurrerantz doan heinean geroz eta konplexutasun handiagoa hartuz joaten da.

Inguru nerbio-sistema

Garezurreko nerbioek eta erraki-nerbioek osatzen dute (sistema autonomoa).

Garezurreko nerbioak: Errakikoak baino askoz ere espezializatuagoak daude. Arrainen garezurreko nerbioak ez dagozkie zehazki goi-ornodunenei. Horrela, lehenengoetako bata bestearen segidako bi nerbioak, bigarrenagoetako nerbio bakar batean egon daitezke, edo alderantziz. Garezurreko nerbioak jarraian azalduko ditugun izen hauekin ezagutzen dira: IA-bukaerako nerbioa; IB- usain-nerbioa; II- ikus nerbioa; III- nerbio okulomotore arrunta; IV- nerbio troklearra; VA-sakoneko nerbioa; VB. nerbio trigemino; VI-kanpoko nerbio okuomotore urruntzailea; VII-aurpegiko nerbioa; VIII- nerbio akustikoa; IX-nerbio glosofaringeo; X- nervio bagoa.

Goi-ornodunen erraki-nerbioak eta nerbio hipoglosak, oraindik ez dira bakartuak agertzen arrainetan. Erraki-nerbioa nerbio bagoaren adarkadura simple bat baizik ez da, eta nerbio hipoglosa lepoaldeko plexu batek osatzen du, nerbio okzipitoespinaleatik eta lehenengo erraki-nerbioetatik bananduta.

Usain-nerbioa eta ikus-nerbioa alde batetara utziz, hauek, izan ere, garuneko ebaginazioak bait dira eta ez benetako nerbioak, gainerakoak, gandor plakode neuraleatik jaiotzen diren nerbio segmentatuak dira, eta modu honetara sailka daitezke:

* Bukaerako nerbioa: nerbio oso primitiboa eta ornodunetan desagertzeko joera du.

* Nerbio, somatomotoreak: hauen sustraiak sabelaldekoak dira, eta inerbaketa tokiak, burualdeko somitoetatik datozen muskuluek eratzen dituzte.

* Zakarteko nerbioak: ahoko eta zakartzeko arrailadura ezberdinek inerbatzten dituzte. Beren sustraiak bizkaraldekoak dira eta hauetako batzuei albo-akustiko zentzazioetan espezializatuak daude eta nerbio ekustikoa eta VII eta X etik datozten albo-nerbioak eratzen dituzte.

Erraki-nerbioak: nerbio mistoei dagozkie, hots, bizkaraldeko sustrai somatosentsorialak eta sabelaldeko sustrai somatomotrizak dituztenei. Beren kopurua aldakorra da ornoak dituztenekin eta miotomoak dituztenekin gonbaratuta.



Ondorengo behe-ezaugarri hauek bereizten dituzte goi-ornodunen erraki-nerbioetatik:

* Bizkarrezurreko gongoien sentimen-neuronen bipolaritatea.

* Sentimen-neurona guztiak dir oraindik bizkarrezurreko gongoiletan kokatuak aurkitzen.

* Arrainen erraki-nerbioetako inerbaketa tokiak, goi-ornodunetan baino askoz ere zehazkiago metamerizatuak daude.

* Muskulu-sinergia oraindik urria da, zeren lepoaldeko, zakartzaldeko eta pelbisaldeko plexuak agertzen bait dira.

Nerbio sistema autonomoa

Organismo asoko muskulu lisoetara eta guruinetara bulkadak bidaltzen dituzten neurona eferenteek osatzen dute. Kontrol inboluntariopean dauden egituren funtzioa erregulatzen dute. Nerbio-sistemako alde honek aktibitate oso garrantzitsuak erregulatzen ditu, esaterako bihotz-erritmoa, higidura bentilatorioak, humore organikoen konposaketa, guruin ezberdinen jariatzea eta beste zenbait ezin besteko prozesu.

Inguru nerbio-sistemaren zati autonomoa bi sistematan bana daiteke: sinpatikoa eta parasinpatikoa. Bien postgongoil-zuntzak, organismoko egitura inboluntario guztietan zehar banatzen dira. Bi sistemak antagonikoak dira; sinpatikoak animalien defentsak gehitu egiten ditu energia galduz kontrako baldintzei aurre egiteko; parasinpatikoa energia gordetzeko eta berreskuratzeko joera duten prozesuekin erlazioatuta dago.

Branchiostoma-n, sistema sinpatikoa besterik ez da agertzen eta forma errudimentarioan. Ziklostomoetan, gongoil sinpatiko segmentarioak agertzen dira, baina ez dituzte enbor sinpatikoak komunikatzen. Sistema parasinpatikoa nerbio bagoa murriztua gelditzen da. Elasmobranchioetan, sistema autonomoa hobeto garatua dago. Elementu sinpatikoak abdominalaldean baino es dira agertzen, baina enbor sinpatikoek nahizko banaketa nahasia dute. Nerbio okulomotoreak, aurpegiko nerbioak, nerbio glosofaringeoak eta nerbio bagoak zuntz parasinpatikoak dituzte, baina azkeneko henenak ez dirudi hestera doazenik ezta organo urogenitaletahobetuagoa dute. Lehenengo aldiz benetako luzetarako enborrak agertzen dira; halere, parasinpatikoa osatzen dutenak, nerbio okulomotorean eta bagoaan baizik ez direla agertzen dirudi.

BEGIA ETA IKUSMENA

Begiak, argi-hartzaile konplikatuak dira, baina ikusi den bezala argi-hartzaile orok ez dira begiak. Ornodunen begiak erabat espezializatutaako egiturak dira ets ez daukate benetako homologiarik animala sailen artean, lehenengo aldiz ziklostomoetan agertu zirelarik. Begi-globoa, oro har, hiru bildukinez konposatua dago:

Kanpoen agertzen denak begiko globoa babes-ten du eta forma ematen dio; zuntzeko tunika izenez ezagutzen da; lodia eta jarkikorra, bi aldeetan banatzen delarik; kornea aldea, gardena eta aurrekaldean dagoena; eta alde opakuagoa eta atzekaldeagokoa, hain zuzen ere esklerotika dena.

Tarteko estaila hiru aldeetan banatzen den ubea da: koroide aldea, herstuki esklerotika aldeari itsatsita dagoena; aurrekaldean aurkitzen den gorputz ziliarraren barruan dagoena eta irisen barruan dagoen alde bat, gorputz ziliarraren aurreko muturrean aurkitzen den disko mehe bat direlarik. Irisaren erdian zulo bat dago, hain zuzen ere pupila da.

Barruen dagoen estalkia betsarea da, eta berau ubea osoari itsatsia egoten da. Koroidearekin kontaktuan dagoen aldea fotosentikorra da, eta gainerakoa mehea da, eta ezsentikorra, gorputz ziliarra eta irisa eratzen laguntzen duelarik.

Irisaren atzean lente bat dago, kristalinoa hain zuzen ere. Ikus-nerbioa, begiaren atzekaldekik ateratzen da, betsarea, koroidea eta esklerotika zeharkatzen dituelarik.

Begi-globoaren alde ezberdinen egitura eta konposaketa aldatuz eta eboluzionatuz doa arrain sail ezberdinetan zehar. Arrainzurien begiak oro har os otamaina handikoak dira; alderantziz gertatzen da arraiekin, hauek normalean neurri txiki-koak bait dituzte.



Betazalak larruazaleko tolesturak baino ez dira eta higikortasun gutxi dute.

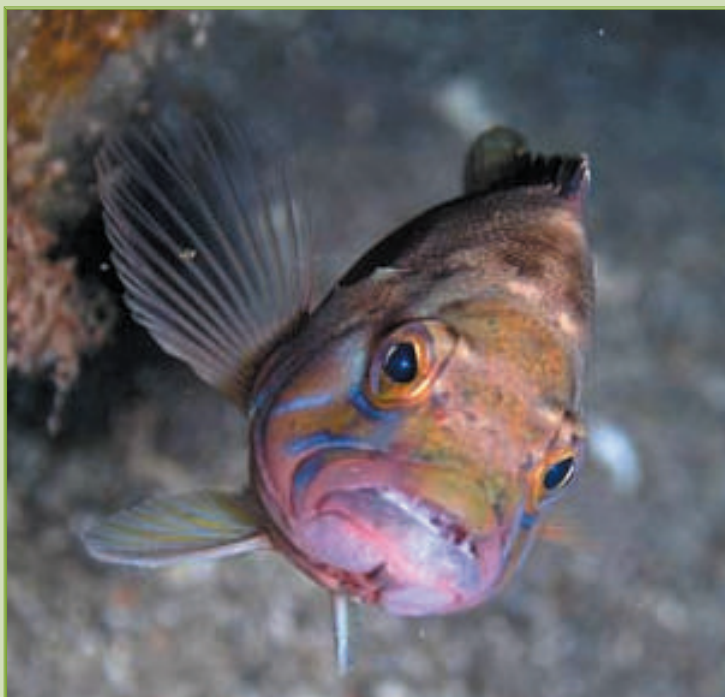
Elasmobrankio gehienek ikusmen-pedizelo bat izaten dute. Begi-globoaren kanpoko forma elipsoidala da; barneko forma nabarmentzeko moduan ezberdina izan daiteke kanpokoaren aldean, esklerotikaren banakako loditzeak medio direla; eta aurretik-atzerako begia motzagoa da. Ezaugarri nabariak honoko hauek dira: kartilagoa esklerotikan izatea, gorputz ziliarrean barrutiko muskuluak ez agertzea eta beti esferikoa den tamaina handiko kristalino bat edukitzea. Elasmobrankio gehienetan, betsarearen aldameneko koroidearen gainazalak, argia isladatzen duten guaninazko kristalen geruza bat dute. Geruza honi tapelim lucidum deritzaio eta errainu argitsuak isladatzean, "distira" egiten dute. Normalean, elasmobrankioen begiek ez dute konorik izaten eta litekeena da kolorezko ikusketarik ez izatea. Erdiko aldea lehenengo aldiz agertzen da arrain hauetan, baina pigmenturik ez du. Fobearik ez da agertzen. Begiaren moldaera kristalinoaren higiduren bitartez lortzen da.

Elasmobrankioak berez gautarak edo bentikoak dira. Beren betsarearen egiturak argiarekiko sentikortasun handia ematen die, ikusmen-zolitasun laburrari kontrajarri. Gehienek, ikusmen-zelulak besterik ez dituzte izaten bastoitxoetan, luzeak, meheak eta oso ugariak direlarik, eta gongoil-zelulekin erlazionatuta daude.

Lehen esan den bezala, zenbait espezetan, esate baterako Mustelus-en, erdiko aldea lehenengo aldiz agertzen da, eta hemen, ikusmen-zelulak ugariago aurkitzen dira eta luzangagoak dira, gongoil-zelulak ere ugariago agertzen direlarik.

Espezieen arauera ikust eremua binokularra eta gutxi gora behera zabala izaten da. Arraiek begiak bizkarraldean izatean, badirudi, arrainzuriek baino eremu binokular zabalgagoa eta beste era batetara zuzendua dutela, arrainzuriek alboetan bait dituzte.

Gainerako arrainen begien ezaugarri interesgarrienetakoan artean hauek aipa daitezke: kartilagoa, edo baita hezur-plakak ere, esklerotikan; tapete argitsu bat eta guaninazko zilar koloreko kristalez osaturiko geruza bat,



argentea hain zuzen ere, ubearen kanpoko aldea inguratzen duena eta argia isladatzen arrainkumeak kasik gardenak egiten dituen.

Geroago, argenteak bere funtzioa galdu egiten du. Betsareko zelula fotosentikorrak bastoi izugarri luzeak dira. Bi kono klase daude: banakuak eta bikiak. Azkeneko hauek Teleosteoetan besterik ez dira izaten.

Arrain hezurdun askok erdiko aldea dute, eta dirudenez, kolorezko ikusketa beren artean zabaldua dago. Batzuk fobea ere izaten dute. Muskulu ziliarrik ez dute, eta moldaera, kristalinoaren higiduren bitartez burutzen da, kristalino hau esferikoa delarik.

Arrain launetan, helduek bi begiak buruaren alde berean izaten dituzte. Garapeneko lehen faseetan, gero arraina sostengatuko dueneko aldean kokaturiko begia, beste aldera aldatzen da, baita burua zeharkatuz ere.

Teleosteoan artean aurkitzen dira arrain guztietan begiko aparatua hobetuena duten espezieak. Pupila gutxi aldatzen da diametroz eta argiarekiko sentikortasunaren kontrola, betsarean dauden bastoitxoetako kanpo-segmentuetan izaten den ikusmen-pigmentuaren lekualdaketa bidez eta aipatutako segmentu horien kontrakzioz burutzen da.

Arrainen begiko sentikortasun kromatikoak lan ugari bide eman die, agerian jarritz, arrainen betsarearen erdikaldean, hain zuzen ere konotan aberatsa den aldean, intentsitate handiko alde espektralak daudela, gorriarentzat, berdearentzat eta urdin-morearentzat, horrek, errezeptore kromatiko sail ezberdinak izatearen alde aipamen egiten duelarik.

Teleosteoetan, begiaren moldaera muskulu lentikularren ekintza medio dela gertatzen da.

Teleosteo espezieetan, erabat alboetan begiak izaten dituztenetan, ikust eremua oso zabala da; ikust eremu binokularra, aitzitik, murriztua dago.

Begiak, orbanismoko beste alde batzu bezala aldatuz joaten dira, arrain batzuen bizitzako baldintza ezberdinetara egokitu direlarik. Horrela, adibidez, sakonera handiko uretan bizi diren arrainetan, begiak izugarri handiak dira, zolitasun eta sentikortasun oso handikoak.



Begi hauek tamaina h (teleskopikoak) izan daitezke, binokular zabalak eta bastoiez tapizaturiko fobeak dituztela. Bathylagus-en bastoiak mm2-ko 800.000-ko dentsitatea izateta iristen dira, eta bata bestearen gainean jarritako sei geruzetan ipiniak daude, hauek, objetu bathurbiltzen denean bata bestearen segidan akzioan sartzen direlarik.

Analepa-a, arrain tropikala izanik, normalean burua murgilduta duela bizi da, eta bere begiak uretarako eta ainerako egokituak daude. Kornearen goikaldea loditua agertzen da; kristalinoak madariaren forma dauka eta begi bakoitzean bi betsare aurkitzen dira.

Belarria

Belarriek errezeptoreak dituzte eta hauek grabitatearen norabidearen eta gorputzak jasotzen dituen azelerazio angeluarrei dagokienean kokaera egoki batean mantentzea segurutzen dute. Hau da, oreka-organoaren funtzioa betetzen du, espezie askotan entzumen-organo bezala funtzionatzen badu ere. Barne-belarria honako hauek osatzen dute labirintoak; hiru

kanal erdizirkularrek (beren artean perpendikularak diren bi bertikal eta horizontal bat) osatzen dutena; eta hiru ganbaretan azpisailkatzen den belarriko zaku batek, utrikulua (elasmobrankioetan bi dira), sakula eta lagena (Teleosteoetan besterik ez da izaten). Utrikulua eta sakulua alde hestu batek kkomunikatzen ditu beren artean, hain zuzen ere hodi sakulolentrikularrak.

Arrainen bi labirintoak gaezur-gangako hezurrean edo kartilagoan sostengatzen dira, bertako hezur askok belarriko barrunbearekin mugatzen dutelarik.

Barrunbe perilinfatikoak ez dira egitura iraunkorrak arrainen barne-belarrian, eta hauetako askotan erabat desagertuta daude.

Elasmobrankio askok sakuloaren bizkarraldetik ateratzen den eta buruko gainazalean irekitzen den arte gorantz luzatzen den hodi mehe bat dute; inbagina-

zio kanala deitzen zaio eta es da goi-
arrainen sakulualdeko luzadura bate-
tatik hasita eratzen den kanal endolin-
fatikoaren homologoa.

Oreka-zentzuaren benetako errezepto-
toreak alde garai batzu dira, hain
zuzen ere sentimen-zelulak dituzten
anpuluzko gandorak eta orban akus-
tikoak. Lehenengoak, hodi erdizirkul-
arren anpulatan izaten dira eta luza-
dura luzeak dituzten euspen-zelulez
eta zelula piliferoz konposatuta
daude. Orbanak ere euspen-zelulez
eta zelula piliferoz konposatuta
daude. Orbanaz bi edo hiru izaten
dira, hori ganbaren kopuruaren ara-
bera dagoelarik; makula utrikuli, utri-
kuluko paretan aurkitzen da; makula
sakueli, sakuluko paretan kokaturik
dago eta, azkenik, makula lagenae,
aipaturiko egitura horreen oinaldean.

Nola gandorak hala orbanak, nerbio akustikoaren adar besti-
bularren zuntzek inerbatzen dituzte. Orban bakoitzaren gai-
nazalean mintz otolitikoa eratzen da; bertan zelula piliferoen
ileak sartzen dira eta bere kanpoko aldean otokoniak deituri-
ko eta otolitoari bide ematen dioten kristal pilatzen dira.

Otolitoak agertzen direneko lekuaren arauera honela deitzen
zaie: lapillus (utrikuluko otolitoa), sagitta (sakuluko otolitoa)
eta asteriskoa (lagenako otolitoa).

Sentimen-hartzaileek beraiei dagozkien otolitoekin, zenbait
funtzio burutzen dituzte batera. Geldialdian graberrezeptore
estatiko bezala joatzen dute; hau da, arrainaren kokapena
seinalatzen dute grabitate indarrari dagokionean eta erreflexu
moduan hegatsen eta begien kokaera egokia mugatzen dute.
Arraina mugitzen denean hodi erdizirkularrek eta hauek bate-
ra jotzen dute eta azelerazio angeluarrak seinalatzen dituz-
te, higidura konpentsatorioak sortaraziz. Hirugarrenoz, senti-
men-orbanetako batzuk entzumenean parte har dezakete.

Entzuteko gai diren arrainetan, belarriaren eta igeri-maskuria-
ren arteko lotura dago. Lotura hau zuzena izan daiteke, aurre-



rantz zuzenduriko zaku baten bitartez (Kupleido eta beste ba-
tzueta) edo, bestela, zeharkakoa, Weber-en hezurtxoak dei-
turiko hezurtxoek kate baten bidez. Azkeneko antolaketa hau
ur gezetako Ostariofizioetan aurkitzen da, hauek bereziki
ondo entzuten dutelarik. Arrain hauetan, errezeptoreak bela-
rriaren behealdean agertzen dira. Sagitak, lagenaren barrun-
bean proiektatzen den kozkor berezi bat darama, eta halako
moduan esekitua dagoenez, bere funtzioa bibradurak zabal-
tzea dela dirudi. Bere ondoan zakulo paretaren alde mehe bat
dago, Weber-en hezurtxoek endolinfari bidalitako presio-alda-
ketak erraz litzakeelarik.

Alboetako organo akustikoak: ikusi den bezala, albo-lerroko
sistema, sentimen-sistema somatikoa da, garezurreko VII, IX
eta X nervioek inerbatua dagoelarik; hauek laruzaleko pla-
kodeetatik guztiz eratortzen ez diren gongoilak dituzte.
Plakode hauek beste plakode batzuen parekoak dira, hain
zuzen ere barne-belarria sortarazten duten eta albo-lerroko
sistemako neuromasto-egituraren antzeko egitura duten senti-
men-zelulak dituzten plakodeen parekoak. Beraz, filogenia
bera dutela uste da, eta albo-sistema akustikoa izena erabilt-
zen da. Uste izan da, albo-lerroko sistemak
oso frekuentzia txikiarako ere balio duela,
baina ez dirudi oso litekeena denik.

Ukimenak

Ukimenak, gauzak ikutzean beren kualitateak
ezagutzeko aukera ematen du. Usaimenaren
errezeptoreei uki-hartzaileak deritzaie.

Organo hauek nerbioen bukaera askeak
bezala agertzen dira larruazalean, ukimen-
korpiskuluen forman (Selazeoen hegatssetako
korpiskuluak).

Espezie askok sentimen-harizpi bereziak iz-
aten dituzte, ezbairik gabe ukimenaren fun-
tzioa burutzen dutenak. Harizpi hauek, nor-
malean, ahoaren inguruan garatzen dira,
esate baterako arrain launarekin gertatzen
den bezala; beste arrain batzuetan, hegatsen
aldakuntzak dira, pleuronektidoen bularralde-
ko hegatsen kasuan bezala hauenak kimior-
rezeptoreak ere dituztelarik.

ORGANO SOINUDUNAK

Arrain barietate handi batek guretzat entzunga-
rriak diren soinuak sor ditzake. Soinu hauek zer-
tarako erabiltzen dituzten oraindik enigma da, baina
hasteko ziurta daiteke, organo soinudunen banake-
tak ez dutela inolako erlaziorik sistematikarekin.
Bata bestearengandik oso hurbil dauden familietan,
alde handia egon daiteke organo hauek izatean edo
ez izatean. Bata bestearengandik oso urrun dauden
familietan, aldiz, organo bat bera ager daiteke.
Familia berean, *Sciaenidae*-ren kasuan bezala,
organo soinudunik ez duten generoak
(*Monticirrhus*), kanpotikomuskulu soinudunak dituz-
ten generoak (*Sciaena*), barrutiko muskulu soinudi-
nak dituzten generoak (*Pogonias*) eta fonazio-
organboak eta organo kirrinkariak dituzten generoak
(*Micropogon*) batera ager daitezke.

Organo soinudunen banaketa anarkikoa da baita ere
sexuaren arabera, *Scienidae* familian ezik, kasik arrain
hauetan bakarrik aurkitzen bait dira arretan organo soinu-
dunak.

Ikusi izan dugun bezala, bi tipo organo soinudun daude:
organo kirrinkariak eta fonazio-organoak.



Organo kirrinkarietan, soinua, hezur-pieza batzu beste ba-
tzuen kontra egiten duten igurtzipen azkarrek sortutako
kirrinka da. Hezur-pieza hauek alde ezberdinetakoak izan
daitezke. Horrela, esatee baterako. *Cottus*-en operkulu-
aurreko piezak dira; *Balistes*-en sorbaldak-gerrikoak eta
Sparidae-en hortz ebakorrak. Zenbait hegatssetako aran-
tzak eta eztenak ere organo soinudun bihur daitezke. Beren
oinaldea giltzadura-barrunbeko paretaren kontra igurtzituz.

KIMIORREZEPTOREAK

Usaimena: usaimena animalia guztiaren
jokabidean eragina duen "urrune" zentzua da. Ellikadura aurkitzeko eta espezie
berek beste kide baten sexua ezagutzeko
erabiltzen dute. Zentzu honen errezeptore
nagusienak sudurzuloak dira; hauek, arrain
bizidun batzuetan ezik, ahoarekin ez dute
komunikatzen.

Arrainen usaimen-organoak bikoitiak dira.
Usaimen-epitelioz tapizaturiko hobitxoitsu
batzu soilik izan litezke, baina ura sartzen eta
ateratzen uzten duten eran egituratuak. Oro
har, bi zulo izatean, batetik ura sartzen da eta besterik
atera egiten da.

Arrain gehienetan, usaimen-epitelioak tolestura ugari
eratzen ditu, horrekin epitelioaren gainazala izugarri
gehitzen duelarik.

Elasmobranchioetan, usaimen-zakuak gehienetan oso
tamaina handikoak dira eta aurpegialdeko sabelaldean
zabaltzen dira, ahoaren aurrean, eta kanpora duten
komunikazioa ildo sakon batez bitartez gertatzen da.

Teleosteoetan, usaimen-zakuak, gehienetan Elas-
mobranchioetan baino txikiagoak dira eta oso forma
aldakorra dute. Buruaren bi alboetan zabaltzen dira,
begien eta musturraren erdialdean, mintzeko zubi
batek banantzen dituen bi zuloen bitartez.

Zenbait espeziek (*Centronotus*), zulo bakar bat dute,
zeren atzekoa butxatu egin bait zaie. *Pleuronectes*-
etan, kokatuta dagoeneko aldeko usaimen-organoak
atzerakada izan du, fase errudimentario batetara iritsi
den arte.



Dastamena: arrainetan, dastaamena ez da aho-barrun-
bean soilik agertzen, baizik eta espezie askok dasta-
men-botoiak izatez dituzte ezpainetan, buruzko eta
enborreko larruazalean, bizarretan (dituztenean) e.a.
Espezie batzuetan, zentzu hau ohi ez bezala garatuta
egoten da, horrela, haratustelez elikatzen diren arraine-
tan, esaterako arrain katuetan (*Amiurus nebulosus*),
dastamen-botoiak gorputz osoko gainazalean banatuta
daude, hegatsak eta isatsa barne direla.

Dastamen-botoiak epidermisan kokatuak daude eta
ebakidura zirkularra duen upel forma dute. Bi zelula
tipoz konposatuak daude, batzu sentimenarenak,
erdialdean agertzen direnak eta beste batzu sostengu-
koak, aurrekoak inguratzen dituztenak. Badaude baita
ere sentimen-zelulez soilik konposaturiko dastamen-
botoi batzu ere.

Botoi hauen helburua alde batetik, elikadura aurkitzea
eta ezagutzea da, eta beste aldetik, kanpoko ingurune-
arekin erlacionatutako datu garrantzizkoak jasotzea.

LISERI-APARATUA

Arrainen liseri-aparatua honoko alde hauek era dezakete: aho-barrunbeak, faringeak, hestegorriak, urdilak, hes-teak eta uzkiak.

Alde hauek banantzen dituzten mugak oso zehatzak ez izatea gerta daiteke eta hauetako batzu. Esate baterako, hestegorria, ondo mugatuta ez egotea ere bai. Ahoak eta faringeak hain lotura estua dutenez gero, egiazki, alde bakar bat eratzen dute, hain zuzen ere aho-faringea; faringea, atzean kokatuta egotea-gatik eta bameko zakatz-zuloak bertan daudelako ezagutzen da.

Aho-barrunbean aurkitzen dira hortzak eta mingaina; hau, aho-barrunbearen oinaldetik hasita garatzen den tolestura haragitsu bat baino ez da. Muskulurik ez du, eta beraz, bere higikortasuna oso laburra da. Mingainak sentimen-hartzaileak izan ditzake; kasu batzuetan papila xiki batzu eramaten ditu, eta Teleosteo gutxi batzuetan, izokinean esaterako, bere gainean hortzak ager daitezke.

Faringea, liseri-hodiaren zatia da, eta honen funtzioa da ahoaren eta hestegorriaren arteko komunikazio bide izatea, amasketari dagokionean bereziki garrantzitsua baldin bada ere (bertan aurkitzen diren bame-zakatzak direla eta). Faringeo paretan epitelio estratifikatu batek tapizatzen du, eta bertan, muki-guruin ugari zabaltzen dira batzuetan egitura konplexudunak. Guruin hauek jariatzen duten mukiak ez du entzimarik eta bere helburua da harrapakinaren iristadura erraztea.

Hestegorria oro har oso motza da eta bere elkarte urdailarekin ohartezinezkoa da. Muskulu-pareta lodia ditu eta hauei esker izugarri zabaltzen da. Zenbait elasmobranchioetan, esate baterako *Squalus acanthias*-etan, atzeko muturrera zuzentzen diren papila ugari agertzen dira eta hauek hestegorria eta urdailaren lehenengo aldea tapizatzen dute. Zenbait Teleosteoetan, esaterako amuarrainetan, urdailako sarrera hestegorriko esfinter zabal batetatik eratzekia dago; honek, dudarik gabe, amas-korrontetik datorren urari sarrera eragozteko balio du.

Arrainen urdilak, nahiko aldagarritasun handia du formari dago-



kionean. Batzum Dipnoetan gertatzen den bezala, inolako liseri funtziorik burutzen ez dute hodi zuzen sinpleak dira. Beste batzutan, adibidez *Polypterus*-en, alde pilorikoak eta kardiakoak fusionatu egiten dira kurbatura txikiko lerroan zehat, eta hori horrela izanik, urdaila zku itsua bezala agertzen da.

Elasmobranchioetan argi ezberdintzen ez bada ere, urdaila bi alboek osatzen dute: kardiak eta piloroak.

Elasmobranchioek "J" formako ohizko urdaila dute. Alde pilorikoa kardiaren aldea baino txikiagoa da. Beste arrain askok ere forma berdintsuko urdaila dute. Teleosteoek bariatate handia eskaintzen dute morfologiari dagokionez, epitelio ziliatu batzu ere badituztelarik.

Arrainzuri batzuetan, esaterako *Cephaloscyllium leter*-etan. Ikusi izan da, urdailako kardiaren aldea airez edo urez zabaldu edo puz daitekeela. Edukina, urdaila hestegorritik banatzen duen bihotz-esfinterraren eta bihotzaldea urdailako alde pilorikotik banantzen duen bigarren esfinter baten artean mantentzen da, azkeneko honen eginkizuna zertan datzan ez dakitelarik. *Diodontidae* eta *Tetraodontidae* familietako beste espezie batzuetan ere ikusi izan da zabaltzeko ahalmen hau.

Urdailaren irteeran, heste-mukosaz eraturiko erantzun-formako tolestura bati balbula pilorikoa deritzaio. Erantzun honi, zuntz leunez osatuta baldin badago, esfinter pilorikoa deitzen zaio, zabaldu eta itxi daitekeelarik.

Hestea, urdailari darraion aldea da; bere hasiera, balbula pilorikoaren kokaerak eta gibelari eta pankreari batuta dauden edo bakoitza bere aldetik dagoen jaria-kin-hodiaren kokaerak mugatzen du.

Ziklostomoetan hestea kasik zuzena da. Bere atzeko muturrean zertxobait zabaltzen da, ondestea eratze-ko, uzkiak bukatzen delarik. Heste-barrunbearen barneal-deruntz luzetarako tolestura bat luzatzen da, tiflosolea alegia, traiektoria espiral xamarra jarraitzen duelarik.

Elasmobranchioetan, heste mehea urdaila baino motzagoa da. Zabala da, ia arteza, eta ondo garatutako balbula espiral bat dauka. Balbula espiral hau Dipnooen, esaterako *Amia* eta *Lepisosteus*-en, heste mehean ere izaten da. Zenbait Teleosteoetan horren oroit aztanak agertzen dira. Elasmobranchioetan, heste lodia, heste mehea uzkiarekin banatzen duen hodi motz bat da;

arinki kurbatzen da eta gero kloakan irekitzen da. Ondeste-guruin mehe eta luze bat dute, eta honen hodia, heste mehea lodiarekin batzen den puntuaren inguruan bukatzen da; ez dago oso argi zer funtzio burutzen duen nahiz eta muki-guruina dela dirudien, honen jaria-kinak, gorotz-kondarren jaria-penean, lubrikatzaile gisa balioko lukeelarik.

Arrain askok heste itsu pilorikoak izaten dituzte eta hauek piloroaren jarraian bertan agertzen den hestearen aldean irteten dira; hauen kopurua oso aldakorra da; *Polypterus*-ek bat bakarra dute eta *Scomber scombrus*-ek (berdela) berriz, 200 ere izan ditzake. Batzutan, heste itsu pilorikoak ehun konjuntibozko masa trinko batetan bilduta egoen dira.

Uzko-zuloa, lehen deskribatu dugun bezala, espezieen arauera lekuz aldatzen da.

Elikadur-erregimen ezberdinak dituzten arrainen liseri-aparatuari buru egindako azterketa konparatzaileetan, agerian jarri dituzte batzuetatik besteetara dauden desberdintasunak.

Planktonez elikatzen diren arrainek aho txikia dute batzutan, hodi-formako mustur (*Syngnathidae*) baten muturrean; hortzik ez dute edo gutxi dituzte; zakatz-iragazki oso fin bat dute, beronen betebeharra elikadura hartzea delarik; eta heste motz bat ere badute; gainera, ez dute apendizet pilorikorik.

Arrain harrapakari pelagikoak arrain-jaleak edo haragijaleak izaten dira; ahoa handia dute, hortz motzak eta gogorrak, eta batzuetan, barailetan eta aho-gangan zakatzarantza motzak eta zabalak, apendizet pilorikoak dituen urdail bat eta heste motz bat izan ditzake. Moluskoz elikatzen diren arrainek hortz motariformeak izaten dituzte.

Ur lohitsueta bizi arrainek, *Mullidae* eta *Migilidae* esate baterako, normalean, ahoa oso protaktila izaten dute eta dastamen-papiletan aberatsa, hauek batzutan bizarretan agertzen direlarik. Masailurrezko hortzak mikroskopikoak dira, edo ez dute hortzik; faringekoak, aitzitik, ondo garatuta daude. Zakatz-iragazkia eraginkorra da mineral zatiki kaltegarriak baztertzean. Hestea gutxi gora behera luzea da eta apendizet pilorikoak ager daitezke, edota bestela, ez dira agertzen.

Azkenik, arrain belarjaleek ezaugarrihauek dituzte: hortz zorro-



tzak eta faringekoak gutxi asko garatuta; zakatzarantza motzak; urdailik ez dute eta hestea oso luzea da.

Guruin erantsiak

Aho barrunbeko guruinak: ziklostomoek badute guruin bat listu-guruina deritzaiona, aho-barrunbean, nahiz zeharka nahiz mihia-aren azpian, zabaltzen dena. Guruin honek, lanproiak erasotutako animalien odola ateratzea erazten duen lanfredin izeneko substantzia antigatzatzaile bat jariatzen du.

Arrainek, aho barrunbera isurtzen dituzten muki-zelula sinple batzu baizik ez dituzte.

Gibela: ziklostomoen gibela izugarri txikia da. Lanproian gingil bakar bat agertzen da, behazun-hodirik ez duelarik ezta behazun-xixkurik ere; Mixinoideoetan, bi gingilek osatzen dute, beren hodiak xixkuarekin inolako loturarik rduki gabe zabaltzen direlarik.

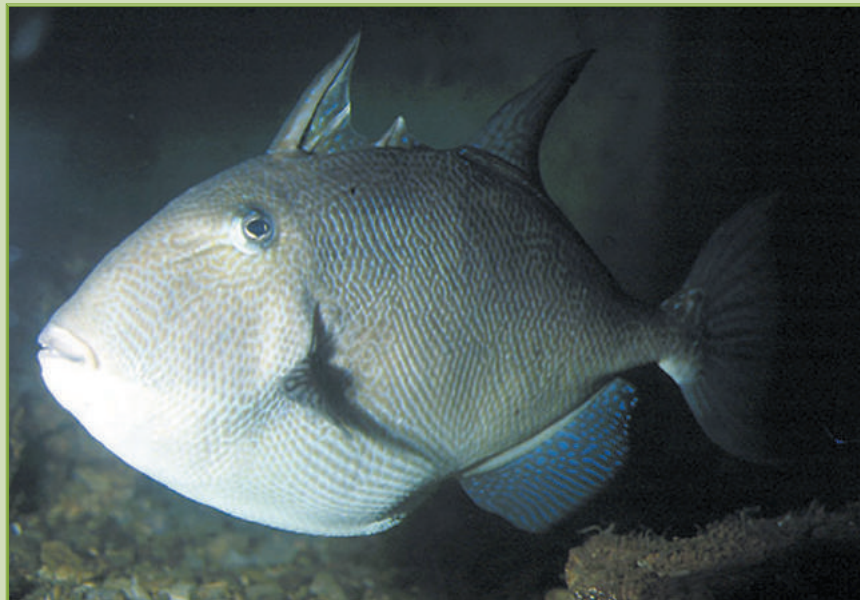
Arrainen gibela, batek ere zenbait elasmobranchioena, nahiko tamaina handikoa da; bere forma ez da oso erregularra, zeren gainazalari egokitzen bait zaio; gainerako organoekiko ere ez da erregulartua. Normalki bi gingilek osatzen dute, eta kasuren batetan hiruk.

Behazuneko maskuria, askea (Teleosteoetan) edo guxti gora behera gibe-ko masa-aren barruan dagoena (elasmobranchioetan), kasik beti izaten da arrainetan.

Hodi hepatikoa edo hepatikoak, beren aldetik edo hodi eistikoarekin bateginik, behazun-hodia eratze-ko hestearen hasieran bukatzen dira.

Pankrea: lanproi helduak ez du pankrearik agertzen; hala ere, dudarik ez dago ehun pankrearikoa daukatela gibelaren barnean eta hesteko paretan sartu sartua.

Elasmobranchioetan, guruin mugatua eta gingil batek edo bik beren aldetik osaturikoa eratzen dute. Dipnoetan eta Teleosteo askotan hain sakabanatua dagoenez, kasik ez da ezagutzen. Bere hodi jariatzailea behazun-apendizetik gertu zabaltzen da edo bere aldean ez da bereizten.



ARNAS APARATUA

Arrainetan, ohizko arnasketa organoak zakatzak dira. Hala eta guztiz ere, sail oso desberdinei dagozkien espezie ezberdinetan, arnasketa funtzioa errazten duten edo bere kabuz burutzen duten organo eransgarriak ager daitezke. Horrela, adibidez, larruazalaren alde batek, faringeo mukosak, hestekoak eta igeri-maskuriak berak arnasketa organo bezala funtziona dezaakete. Organo hauek eta beren jokaera geroago aipatuko ditugu.

Zakatzak

Zakatz-harizpi edo zakatz-orri anitzez osatuta daude eta hauek guztiz baskularizatutako epitelio-luzadurak dira.

Odola ia gainazaleraino iristen da, eta horrela, gasek elkarreldaketa azkarra izan dezaten errazten da. Oro har, zakatzek, neurri handi batean gainazal zabala izaten dute amasaren elkarreldaketarako.

Bi zakatz tipo orokor bereizten dira: barnekoak eta kanpokoak. Kanpoko zakatzak, errai-arkuen kanpoko gainazala estaltzen duen tegumentutik hasita garatzen dira eta faringeo zakuekin ez dute harremanik. Barneko zakatzak, berriz, gehienetan, zakatz-orri paralelo sail batez osaturik daude, nahiz eta forma gutxi batzuetan harizpizkoak izan daitezkeen. Zakatzarteko trenkadaren alde batean dagoen orri sailari hemibrankia deritzaio. Zakatzarteko trenkada batek banandutako bi hemibrankiek zakatz oso bat edo holobrancia eratzen dute. Beraz, ganbara berean dauden bi zakatzak, bi holobrancia ezberdinei dagozkie. Azkeneko sail honi dagozkio arrain gehienek zakatzak, zenbait espeziek bi zakatz tipo hauek dituzten aren. Kanpoko zakatzaren fisiologia oso sinplea da, zeren harizpiak inguruko urarekin kontaktu zuzenean bait daude, honek oxigeno disolbatua eramaten duelarik. Barneko zakatzaren kasuan,



ura ahotik sartu ohi da, barneko zakatzaren arrailaduretan zehar joaten da zakatz-ganbara eta kanpoko zakatzaren arrailaduretatik ateratzen da. Ur korrante honek ureztaturiko orriek oxigenoa hartzen dute eta anhidrido karbonikoa darie.

Ziklostomoetan, esaterako Petromyzon-en (lanproia), hasiera batean faringeo zortzi pare zaku garatzen

dira, baina lehenengoa butxatu eta desagertu egiten da, zazpi pare gelditzen direlarik, berauetako bakoitza barneko eta kanpoko zakatz-arrailadurekin.

Barneko zaakatz-arrailadurek, hestegorria zakatz-ganbarekin komunikazioan jartzen dute, azkeneko hauek nahiko zabalak direlarik. Zakatzeko orriak zirkulu antzean antolatzen dira. Amasa egiteko unean, ura, zakatz-ganbaretatik sartu eta ateratzen da, kanpoko zakatz-arrailaduretatik zehar, hau beharrezko moldaera delarik, zeren animalia gauzaren bati itsastean zaionean edo elikatzen ari denean, aho-barrunbea blokeatuta gekditzten bait da.

Arrainetan, faringea inguratzen duten errai-arku sail batzuek agertzen dira.

Arku hauek bata bestearen atzean kokatzen dira, zakatzarteko trenkaden oinaldean. Lehenengoari barail-arkua deitzen zaio; bigarrenari hioide-arkua eta gainerakoak zenbakiekin izendatzen dira. Lehenengo zakua edo zakatz-ganbara lehenengo bi arkuen artean aurkitzen da eta horregatik deritzaio *“ganbara hio-mandibularra”*, normaliki, espirakuluaren forman aldatua edo, bestela, zeharo butxatua delarik.

Arrainetan bi barneko zakatz tipo izaten dira: lehenengoa eta primitiboena elasmobrancioetan izaten da, eta bere ezaugarria da zakatzarteko trenkadak ondo garatuak izatea eta hemibrankien muturrak gaintitzea, horrela, kanpoko zakatz-arrailadura independenteen ilada bat eratzen delarik.

Zakatzarteko trenkada bakoitzak eskeleto bat dauka, eta hau, bakoitzari dagokion errai-arkutik ateratzen

diran kartilagozko zakatz-erradioen ilada batez osaturik dago. Zakatz-arrastelu zurrun batzuek izaten dira, zakatz-arkuen luzadurak direlarik, eta beren funtzioa da, elikagaia zakatz-arrailaduretan sar ez dadin eragozte.

Barneko bigarren zakatz tipoa gainerako arrainetan aurkitzen da, eta bere ezaugarria da zakatzarteko trenkadak murrizketa gradu ezberdinak izatea eta hemibrankiak zakatz-ganbara bakar batean aurkitzea. Hioide-arkuko trenkadak operkulua eratzen du; operkulutik hasita gorputzaren paretaraino iristen den mintz brankiostego bat agertzen da eta balbula grisa jotzen du, urari operkulutik zehar sarrera galeraziz. Azkenik, ahoaren barruan ahoaldeko balbula batzuek aipa daitezke, urari bertatik ateratzea galerazten diotenak.

Elasmobrancioetan eta zenbait arrainetan (*Acipenser*, *Peta* abar), lehenengo zakatz-zakuak aldaketa izaten du, espirakuluaren zehar kanpora zabaltzen delarik; bere aurreko paretan, pseudobrancioak deritzaie eta inolako arnasketa funtziorik burutzen ez duten zakatz-orri erudimentarioak ager daitezkeelarik.

Espirakuluak buruaren goikaldean zabaltzen dira kanpora, begien atzean Marrazoetan, ura, faringetik ateratzen da espirakuluetatik eta zakatz-arrailaduretatik, baina arraietan ur gehientsuena espirakuluetatik sartzen da eta oso gutxi ahotik.

Dipnooek eta Teleosteo askok operkulu-pseudobrancia bat izaten dute, ziuraski pseudobrancioak liratekeenak, eta espirakuluak butxatzean operkuluraino lekuz aldatu da.

ARNAS-ORGANO ERANSGARRIAK

Hasieran esan dugun bezala, zenbait espezieetan, amas-funtzioa errazten duten edo beren gisara buru dezaketen organo eransgarriak agertzen dira.



Organo hauek dira:

Larruzala: zenbait arrainetan larruazalak amas-gainazalak bezala joka lezake. Horrela, esaterako zabo ibiltariak burua eta enborra uretatik atera dezake, bere isats-hegats baskularizatua urperatua uzten duen bitartean. Enbrioi-bizitzan, bitelo-zakuak ere garrantzi handia izan lezake arnasketan.

Heste-mukosa: arrain batzuek ondestea oso baskularizatua daukate amas-organoren bezala funtzionatzen duelarik, txandaka ura barrunbetik hartuz eta egotziz.

Igeri-maskuria: fisoklisto batzuetan, igeri-maskuriak, odoletik banandu duen eta inguruko uraren oxigenoaren kontzentrazio txikia denean erabilia izango den oxigenoa gordetzen du.

IGERI-MASKURIA

Organo hau dute izaten ez ziklostomoek eta ez elasmobrancioek, Dipnooetan eta Teleosteoetan berezia delarik (Pleuronektidoetan ezik, zeren hauek ez bait dute organo honen beharrik ohitura bentikoak dituztelako).

Berez, liseri-hodiaren hestegorriko aldetik edo faringe aldetik eratoritzen den gasez betetako dibertikulu da. Bizkarezurraren, bizkar-aortaren eta gernu-organoen azpian bertan kokatua egoten da, baina zelomatik kanpo.

Peritoneoak sabelaldeko gainazala besterik ez du estaltzen. Bere forma oso aldakorra da. Maiz, arrautzantzeko kapsula, motza edo luzanga, periformea, zilindrikoa, erdizirkularra e.a., da. Beste batzuetan estuguneak izaten ditu eta hauek bui maskuri gingildunetan edo ganbara gehiagotan banatzen dute, eta gorputz zentral bat dibertrikulu anitzekin ere era lezakete.



Bere tamaina ere oso aldakorra da. Batzutan oso tamaina handikoa da eta gorputzaren barrunbe guztia hartzen du; eta beste batzuetan, aldiz, hain txikia denez, kasik ez da bereizten. Igeri-maskuriak, bizkarraldeko hori pneumatikoaren bidez, bizkarraldeko liseri-hodian edo sabelean zabal daitezke, edota ez dira zabaltzen. Hodi pneumatikoa kontserbatzen duten maskuriei fisostomoak (arrain fisostomoak) deitzen zaie

eta erabat itxita daudenei fisoklistoak (arrain fisoklistoak).

Fisostomoetan, esate baterako *Anguilla anguilla*-n, igeri-maskuriaren barnetan, forrutarako balio dion epitelioaren azpian, gorputz gorriak izenez eza-gutzen diren kapilar mordoska bat edo gehiago agertzen dira.

Arrain fisoklistoetan, ile mordoska horiek estaltzen dituen epitelioa, guruin izaerako hodi batzu eratu sartzan da beraietan, guruin gorriak deiturikoak eratuz horrela.

Hodi pneumatikorik gabeko maskuri hauen barnean agertzen den gasen hornidura eta erregulazioa, guruin gorri hauen funtzioari esker gerta daiteke, hauen odola, kapilareetan zehar, aipaturiko gasa pafatu eta birxurgatuko duena izango delarik

Igeri-maskuriaren funtzioak

Arnasketa: zenbait behe mailako arrain fisostomoen igeri-maskuriak zakatz-arnasketaren eraskin garrantzitsuak dira, arrain hauen jokaerarengatik eta aipaturiko maskuri horien egitura eta arriegoarengatik ondorioztatzen denez. Adibidez, Dipnooen igeri-maskuriek, arnagainzabal ederra ematen dieten tolestura baskularizatuak izaten dituzte.

Arrain hauek urgainetk oso hurbil bizi dira eta zakatzen arnas-gainazala egokia ez delako edo uretan dagoen oxigenoa agortu delako, zakatz arnasketa ez da nahikoa izaten; eta bertaz, igeri-maskuriak arnas-funtzioa burutzeko duen gaitasuna egokitzapen balio handikoa da animali hauentzat.

Mekanismo zehatza, zeinaren bidez airea igeri-maskuri fisostomoan zuzenean sar daitekeen, ez da oso eza-guna, baina agian, maskuriko paretan muskuluek parte hartuko dute. Hodi pneumatikoak dituzten. Teleosteoetan, behar bada, gorputz gorrien bitartez gertatzen den gasaren kanporaketak dauka garrantzia. Zenbait ikertzailek uste du, fisoklistoen igeri-maskuriei, guruin gorriek odoletik banandutako oxigenoa gordezko balio lezaketeela, nahiz eta hori oraindik ez den egiaztatu.



Hidrostasia: igeri-maskuriaren funtzio hidrostatikoa ageri eta garbi frogatua dago. Organo honek arrainaren gorputza inguruko ur dentsitatearekin orekatzeko balio du, maila ezberdinetan; hori bide dela, arrainak, itsas-bazterrean uraren altzogune batean "flotatzen" du. Egokia hau, igeri-maskurian dagoen gasaren bolumen aldaketaren bidez burutzen da, eta horretan, muskulu-uzkurdurek lagun dezakete, baina azalpen frogagarria gasezko edukinaren gehitzea edo gutxitzea da.

Teleosteo fisostomoetan gasen kontzentrazioaren aldaketa hodi pneumatikotik zehar burutzen da.

Arrain fisoklistoetan, gasen askapen hau guruin gorrietan zehar burutzen da, eta honek huts eginez gero, igeri-maskuriko paretaren odol-basoetan zehar. Gasen kanporaketa ia beti maskuriaren aurreko muturrean burutzen da eta, xurgaketa, aliz, bertako atzeko aldean.

Soinuaren sorketa: Teleosteoetan eta zenbait Dipnooen (*Polypeteus*) igeri-maskuriak soinuaren sorketa betebeharrak garrantzitsuak bete dezake. Soinuak, igeri-maskuritik hodi pneumatikotik zehar airea egotziz sortaraz daitezke, edo, gasa ganbara batetatik beste batetara aldatuz, trenkada bibrakorren ertzetan jokatuz.

ZIRKULAZIO-APARATUA

Biohtza

Animali bizitzaren goi formen eboluzioan zehar, zirkulazio-sistema garatuz joan da organismoaren konplexutasuna areagoteak ekartzen dituen beharrei erantzuteko.

Arrainen zirkulazio-aparatua bi sistemek osatzen dute: odol-sistemak (biotza eta hodiak) eta linfa-sistemak.

Biotza: hodi subintestinalaren bigarren mailako espezializazio bat bezala garatzen da eta bere kokapena hau da: gibeletik datorren odola isurtzen den lekua eta gorputzeko paretaren aurrean, eta odola presio handiz jaso behar dutenen zakatzen atzean.

Ziklostomoetan, biotza bilokutua da eta pareta final dituen aurikula handi batez osatuta dago; aurikula horrek, halaber, bentrikuluarekin komunikatzen du balbula aurikular-bentrikularrez horniturik dagoen zulo



txiki baten bitartez. Bentrikulua aurikula baino txikiagoa da eta muskulu-pareta lodiak ditu. Bentrikuluaren epitelioan kordoi sendo batzuk agertzen dira, zurdazko kordak alegia. Odola, gutxi garaturiko konu batean

zehar ateratzen da bultzatuta bentrikulutik sabelaldeko aortaraino, zehatzetan banatzen delarik. Konu aldean ilargi-formako balbula batzuk kokatzen dira, odolaren atzera egitea galarazten dutenak. Aurikula eta bentrikuluaren arteko arrailadura, pareta meheak dituen zain-altzo bat dago aurikulan irekitzen dena, bi balbula sinoaurikular dauzkan zirrikitu formako zulo bat dela medio.

Ziklostomoen bihotzetik zainen odola baino ez dihoa; hau zakatzetara igarotzen da gero, bertan gasen elkarraldaketa gertatzen delarik. Sistema honi zirkulazio-sistema bakuna deitzen zaio.

Arrain gehien biotzak ziklostomoen bihotz bilokalatuak bezalako egitura du, eta, normalean, bere zirbulazioa bakuna da. Badira, hala ere, zenbait ezberdintasun, hala nola, aurikulak eta bentrikuluak dute kokaera erlatiboa, edota zain-altzora iristen diren zainen antolaketa; baina ezberdintasunik interesgarria konu arterialeko balbulen kopurua eta banaketa da, berorren funtzioa oztupoarena izatea delarik odola bihotz aldera berriro joan ez dadin.

Ilargi-formako balbula hauek ugariagoak dira elasmobrankio eta arrain ganoideoetan; azken hauetan balbulak luzetarako hiru aldetan antolatzen dira. Elasmobrankio askok 6 ilada dituzte. Gainerako arrainetan, badirudi konuko balbulen kopuruak murriztera jotzen duela. Teleosteoetan ezaugarria sail bakar bat edukitzea da, nahiz eta zenbait espezieetan 2 sail ere gordetzen dituzten.

Balbulen kopuruaren ezberdintasunaz gain, badago baita ere, elasmobrankio eta teleosteoetan arteko beste ezberdintasun bat, konu arterialaren izaera alegia. Elasmobrankioetan konu hori muskulu-izaerakoa da, eta teleosteoetan, berriz, pareta elastikoak ditu eta arteri-erraboi soil bat besterik ez da.

Hiru ganbaretak bihotzetik hurbilen daudenak dipnoak ditugu, izan ere, sail honetan, aurikula banatuta



dago alde batez osatugabeko trenkada baten bitartez. *Pteropterus*-etan, gorputzetik datorren zain-odola aurikula-aren eskubialdeko ganbarara iristen da zain-altzotik igaro ondoren, eta igeri-maskuritik oxigenaturik datorrena, berriz, ezker aldeko aurikulan sartzen da. Bi odol-korrante hauek ozta-ozta nahasten dira bentrikulutik igarotzean, eta gainera, luzetarako bi kanaletan banatu denez gero, bihotzetik bi odol-korrante irteten dira, bata arteriala, eta zainekoa bestea. Honi zirkulazio bikoitza deri-

tzaio.

Elasmobrankioek ederki garatuta dute zirkulazio koronarioa, honen bihotzaren paretak irrigatu eta drenatzen dituelarik. Zenbait teleosteoetan antzeko hodiak agertu dira, baina, orohar, ez dago esaterik zirkulazio koronario berezirik dutenik.

Arteri-sistema



Ziklostomoetan sabelaldeko aortak, bihotzetik irten eta aurrerantz jarraitzen du apur bat. Bertatik ateratzen diren aorta-aurkuen kopurua aldatu egin daiteke espezieen eta zakatz-arkuen kopuruaren arabera. Holobrankia bakoitza zakatz-arteria aferente baten bi adarrekin dago irrigatuta. Zakatz-arteria eferenteek zakatz-orrien odola hartzen dute ata aorta bakoiti bakar batean biltzen dira.

Aurrekaldeko muturra banatu egiten da adar pare sortaraziz, eta hauek bat egiten dute geroago burualdeko zirkulu bat eratzen dutelarik. Zirkulu honetatik garuna, begiak, mihia eta burualdeko beste zenbait zati irrigatzen dituzten arteriak abiatzen dira.

Arrainen aorta-arkuetan aldaketa asko ikusten dira. Orohar, eta eskala filogenetikotik gora joaten garen neurrian, agerian

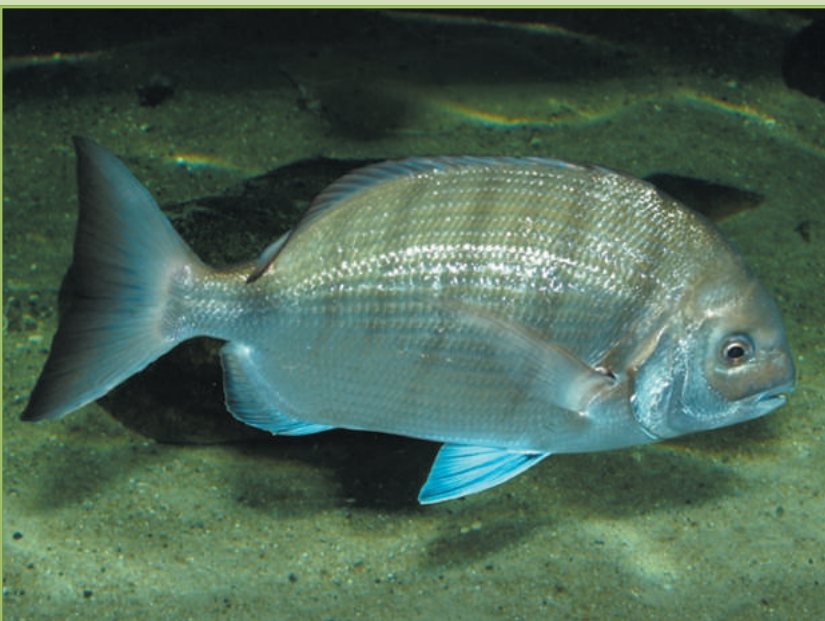
jartzen da arkuen kopurua gutxitu egin dela. Kopuru altuena marrazo primitibo batzuk dute, eta hauetan aorta-arkuen kopurua erlazionaturik dago zakatz-zakuen kopuruarekin.

Bizkaraldeko aorta bikoitien aurrekaldeko luzadurek bide ematen diete burmuina irrigatzen duten barneko arteria karotidoei, eta saabelaldeko aortarenek, aldiz, odola barailara eta aurpegira daramaten kanpoko arteria karotideoak osatzen dituzte. Arrain gehienetan, aorta-arku bakoitza, barailakoa izan ezik, zakatz-zati aferente eta eferentez osaturik dago, berauek arteriarteko sare kapilar batek banantzen dituelarik.

Marrazo gehienetan oraindik 6 aorta-arku ikus daitezke, baina lehenengoa aldatu egin da. Bost arteria aferente baldin badaude ere, arteri eferenteak, berriz, 4 bakarrik izaten dira. Teleosteoek aorta-arkuko azkeneko lau pareak baino ez dituzte kontserbatzen. Dipnooetan, arku-sektorearen alde bakoitzetik (sabelaldeko aortarena) birika arteria bat ateratzen da odola igeri-maskurira eramaten duna.

Zain-sistema

Lanproiaren (*Petromyzon*) zain-sisteman, behekaldeko bi zain jugular irteten dira gorputzaren sabelaurreko aldetik, eta bukaera zain-altzoan duen hodi bat osatzeko elkartzen dira. Aurreko eta atzeko kardinal bikoitiak



izaten dira. Lanproi helduetan zain -altzora bizkaraldetik sartzen den kardinal bakarra dago. Kloakaldean banatzen den isats-zainak postkardinalekin komunikatzen du, bihotzerako bidean bat egiten dutelarik. Zain subintestinalaren aurrekaldea hestearen tiflosolean kokaturik dagoen hodi yxiki baten moduan agertzen da. Atzekaldeko muturrak isats-zainarekiko lotura guztia galdu egin du. Zain subintestinala alde hepaticoa izaera pasatzen da, bertan bihotz portal uzkurari bat aurkitzen delarik. Gibeletako odola zain-altzoarekin elkartzen den zain hepatico batek bakarrik jasotzen du. Ziklostomoetan zain-sistema portalik ez dago. Arrainetan, zain jugularrak burualdeko bizkaraldetik Cuviere-ren kanaleraino eramaten du odola; kanal hauek bi dira, eta zain-altzoan daukate bukaera. Arrain askok barne-zain jugular pare bat dute, buruaren alde bentrolateralek irteten eta zain kardinaletaraino irteten direlarik. Zain subklabio eta iliakak ere badituzte, odola bular eta pelbis-aldeko hegatsetatik ekartzen dutenak. Bestalde, zain-altzoak ere bi zain hepatico hartzen ditu, beraien funtzioa odola gibeletik bihotzeraino eramatea delarik. Arrainetan zain portahepaticoa nahiko garatuta dago.

Arrainetan dagoen ezberdintasunik nagusia ziklostomoekin gonbaratuz, portaerrenal sistema dugu, lehenengo aldiz agertzen dena.

Postkardinalak atzerantz luzatu eta isats-zainarekin elkartzen dira; hori, isats-zaina uzkiaren inguruan eraztun bat osatzeko banatzen den lekuan gertatzen da. Giltzurrun opistomefritikoen artean zain subkardinalak agertzen dira, eta lotura egiten dute isats-zainarekin.

Oraindik hobekuntza handiagoa da atzekaldeko kardinalen bidea eteneraztea, izan ere, era horretan, aurreko eta atzekaldeko zatiak ez dira jarraian agertzen. Subkardinalen aurrekaldeko muturrek bat egiten dute postkardinalen aurreko atalekin, eta subkardinalen atzekaldeko muturrek, bestalde, isats-zainarekiko lotura zuzena galtzen dute; horren ondorioz, azken hau zain errenalekin elkartzen da.



Hauxe da elasmobranchioen zain-sistema tipikoa. Teleosteo arrainetan albo-ko zain abdominalik ez dago.

Subklabioak kardinal aurruntetan sartzen dira, eta iliak postkardinalekin bat egiten dute. Igeri-maskurituk datozen zainek zain portahepaticora jotzen dute normalean, baina zenbait formetan ez dute horrela egiten: batzutan zain postkardinalen bukatzaren dira eta *Polypterus*-en, adibidez, zuzenean batzen dira zain hepaticoekin.

Dipnooetan, igeri-maskuritik irteten diren birika-zainak ezkerkaldeko aurikulan sartzen dira, eta horrela eratzen

daa, lehendabiziko aldiz, zirkulazio-sistema bikoitza.

Linfa-sistema

Oso garatuta dago. Inguruan kokatzen diren kanalak buru, isats eta hegatsetaraino irteten dira. Kanalik sakonenak zain nagusietako batzuen paraleloan joaten dira. Linfa eta zain-sistemen artean badi- ra zenbait komunikazio, bai erdian eta bai atzekaldean, eta baita gorputzaren aurrekaldean ere.

Normalean linfa-bihotzik ez dago, baina zenbait espezieetan ikusi izan dira linfa-hodiak eta zainak elkartzen diren lekutik hurbil. *Anguilla anguilla*-k, adibidez, linza-biotz bat dauka isatsean.



IRAITZ-APARATUA

Ziklostomoak: forma helduetan, giltzurrunak aldaketa bat izaten du biru iraunkorreko edo pronefros izeneko giltzurrun bati bide emanez. Aldiz, larba-aldian dagoen arkinefros edo giltzurrun primitiboren gainerako guztia mesonefros bat iza- tera pasatzen da, eta beronen ezberdintasun bakarra hasierako arkinefrosaren aldean zera da: atzekaldeko tubuluek beren lotura peritonealak galtzen dituztela. Lanproiaren mesonefrosak gorputz luze azintatu bat darama alde bakoitzean, lanproi helduan peritoneoarekiko loturarik ez duena. Giltzurrunak bizkar-erdiko lerroaren bi aldeetan aurkitzen dira, eta baita berari lotuta ere mintz mesenteroideen bitartez. Hodi arkinefrikokoak giltzurrunaren ertz asketik egiten du bere bidea. *Petromyzon*-etan, luzadora bat agertzen da mesonefrosetik atera eta



aurrekaldera jotzen duena; luzadura hori gaizki garatutako pronefrosari dagokion hodi arkinefrikoren aztarna bat besterik ez da. Bi aldeetatik abiatzen diren hodiak, elkartu egiten dira geroago altzo urogenital batean irekitzeko, eta hau, aldi berean, kanpoaldera irteten da papila urogenital txiki baten ertzean dagoen zulo baten bitartez. Zirrikitu formako bi zulo, poro genitalez alegia, elkarren komunikazioan jartzen dituzte altzo urogenitala eta zeloma. Zelula sexualak, poro genitalez eta altzo eta zulo urogenitalak zeharkatuz irteten dira barrunbe nagusitik. Egituraketa berdina da bi sexuetan.

Arrainetan, giltzurrun mesonefrikoren desberdintasun morfologiko handiak izaten dituzte, baina egituraz antzekoak dira; espezie guztietan bizkaraldean dute kokaera, eta batzuetan zelomaren heldaduran luzatzen dira, bi aldeetako hodian artean fusionamendu, maila desberdinak eon daitezkeelarik. Beste batzuetan laburrak dira eta gorputz-barrunbearen atzekaldera daude muga-



turik. Peritoneo-inbutuak espezie gutxitan agertzen dira dagoeneko, esate baterako Amia, gaizkata eta zenbait elasmobrankioetan. Itsas-teleosteo batzuk ez dute kanpoko edo barneko glomerulurik; tipo honetako giltzurrunari glomerulugabea deitzen zaio.

Arrainen giltzurrun mesonefrikoean dimorfismo sexual bat gertatzen da. Oro har, arren giltzurrun mesonefrikok emeen baino luzeagoak dira; lehenengoetan aurrekaldeko muturak ugal-sistemaren parte bihurtu dira. Sail batzuetako arretan, badira tubulu errenaltxiki aldatuak, hodi eferenteak deiturikoak, barranilekin komunikatzen dutenak hodi arkinefrikoren bitartez; azken hau hodi deferente bihurtzen da geroago, bere funtzio nagusia espermaren aterabide izatearena delarik.

Barrabilaren komunikazioa hodi arkinefrikorekin mesonefrosetik kanpo egin ohi da (selazeo, kondrosteo eta beste zenbaitetan). Teleosteoetan barrabilak eta mesonefroak ez daude komunikatuta; barrabiletatik irteten diren hodiekin bat egin dezakete hodi arkinefrikoei atzekaldeko muturretatik hurbil, edota kanpoaldera zabaldu bakoitza bere aldetik.

Emeean, hodi arkinefrikoren atzekaldeko muturrak gernu-altzo amankomun batean irekitzen dira; altzo



hori papila urinario baten barruan dago kokatua, eta nahiz eta dipnoo eta elasmobrankioetan kloakan izan bukaera, gainerako arrainetan, berriz, kanpoaldera iristen da zuzenean.

Hodi arkinefrikoei zabaldua besikular batzu sor ditzakete, gernuaren behin-behineko gordeleku izango direnak. Aipatutako hodi horiek hodi deferenteak bezala funtzionatzen duten espezieetan, besikula seminal edo espermatikoak izeneko zabalduak sor daitezke, hauen helburua espermatozoideen behin-behineko gordeleku izatearena delarik.

UGAL-SISTEMA

Ugal-aparatua honako elementu huaek osatzen dute: sexu-organoek (Obario eta barrabilek) batetik, eta bestetik funtzio jakin bat duten hodi batzuk, alegia, produktu sexualak kanpora ateratzen lagundu eta, askotan, bere elaboraketa osoa lortzeko behar dituen medio guztiak ematearena. Sexu-organoak bi dira, baina batzutan horietako bat galdu egiten da enuldurak eraginda edo bereiztezina bihurtzen da bestearekin fusionatutakoan.

Sexuen ezberdintasuna begibistakoa da kanpoko organo koputzaileak dituzten arrain batzuetan, elasmobrankioetan gertatzen den bezala, edota sexuak forma, kolore, tamaina edo beste edozein ezaugarriengatik bereizten direnetan. Baina, orohar, ez dute kanpoalean sexuaren ezaugarriarik erakusten.

Petromyzon emeean gonada bakara dago, gorputzaren barrunbetik luzatu eta gorputz-paretaren bizkar-erdiko lerroari lotzen dena mesobario bakar baten bitartez. Alta-aldian obarioak barrunbe abdominala hartzen du ia bere osotasunean. Obidukturik ez dago, eta obuluak kanpora irteten dira papila urogenitaletatik igaro ondoren, ernalkuntza kanpoko delarik.



Arren gonada obarioaren antzekoa da, hain tamaina handia ez badu ere. Egitura bakoitia da, bien fusionamendutik datorrena.

Espermatozoideek barrabilaren kanpoko pareta zeharkatzen dute zelomara zuzenean iristeko; handik ihes egiten dute, geroago, poro genitaletan zehar.

Mixinoideoak hermafroditak dira; gonada bakoitiaren aurrekaldeak obarioaren funtzioa betetzen du eta, atzekaldeak, berriz, barrabilarena. Normalean, alde horietako bat hazi egiten da eta besteari nagusitzen zaio. Arrainen gonadak bakarrik dira bikoitiak, nahiz eta zenbait kasutan badirudien fusionatu egin direla organo bakoiti bat osatzeko.

Elasmobrankioen sexu-organoak konplexutasun handikoak dira. Barrabilak bilduta daude tolestura peritoneal bat inguruan dutela, eta beraietatik epididimoarekin komunikatzen duten hodi eferenteak ateratzen dira.

Epididimoa iraitz-funtzioa galduta duen giltzurrunaren aurrekaldea da, eta bere barruan espermiduktua edo hodi deferentea pilatzen da; hodi deferente hau dilatatu egiten da geroago, altzo urogenitalean irekitzen den semen-xixku bat osatzeko. Xixku honen alboan, eta bukaera ere aldamenear duela, hodiitsu bat egon ohi da: esperma-zakua.

Obarioak zintzilik agertzen dira zelomaren paretatik tolestura peritoneal batean bitartez: mesobarioa.

Zeloma zakutan itxita ez daudenez gero, nabarmenak egiten dira beren De Graff-en folikuluetan. Badira bi obiduktu, Müller-en hodiak alegia, obuluak kanpoaldera eramaten dituztenak. Bi obiduktu horiek zelomaren bizkar-aurrekaldeetatik hasi eta kloakaraino iristen dira.

Obiduktu bakoitzaren aurrekaldeko muturra dilatatu egiten da inbutu itxura hartuz. Gertatzen zaion bidean, obiduktua hiru ganbaretan bereizten da; aurrekaldeetatik hasita eta atzekaldera jarraituz hauek dira: arrautz oskola jariatzen duena, uterinoa eta baginala. Bizierruleak diren espezieetan, uterino-aldeak asko gertatzen da, eta arrautz oskola jariatzen duenak, berriz murizte bat jasaten du.

Teleosteoetan, barrabil bakoitza giltzurrunarekin zer ikusirik ez duen hodi bat eginez luzatzen da; hodi honek, aldi berean, ondoren bestaldean dagoenarekin



bat egiten du, eta azkenik, bukaera aurkitzen du, altzo genito-urinarioan, edo zuzenean kanpoaldean, uzkiaren eta zulo urinarioaren artean hain zuzen ere.

Obarioak peritoneoak inguratuta agertzen dira, bakoitzari zelomazaku bana sortzen diolarik; obario bakoitzetik obiduktu bat irteten da,

bestearenarekin elkartu ondoren kanpoaldera zuzenean iristen dena uzkiaren eta zulo urinarioaren artean; beste batzutan, aipatutako zuloarekin bat egiten dezake eta orduan papila genital bat osatzen du.

Zenbait teleosteoren organo emeak oso egitura sinplekoak dira, Aingirarenak esate baterako: obarioak aske ditu bere kanpoko ertzean eta obidukturik gabekoa da; horren ondorioz, arrautzak poro genitaletatik irteten dira kanpora.

Eme batek jar ditzakeen arrautzak izan daitezke gutxi eta tamaina handikoak, elasmobrankioetan gertatzen den bezala, edo alderantziz, asko eta oso txikiak, teleosteoetan bezala.

Elasmobrankioen arrautzak bereziak dira oskol koriazeoa izateagatik, eta forma askotakoak agertzen dira.

Urgainekoak ala demersoak izan daitezke. Lehenengoak itsas-espeziei bakarrik dagozkie eta ezaugarri hauek dituzte: txikiak eta gardenak dira, eta materia koipetsua duen flotagailu bat daramate. Demersalak, berriz, tamaina handiagoak dira eta opakuak izatera jotzen dute. Haiek itsaskorrek (*Clupea harengus*) eta hauek, ordea, ez (*Salmo*).





Impresión Offset

Impresión Digital

Fotografía

Cartelería

Velocidad

Tu imprenta de confianza



C/ IRUÑA, 1 BIS, 2ª PL.- BILBAO

✉ info@graficasrd.com

☎ 94 447 93 04

💻 www.graficasrd.com