

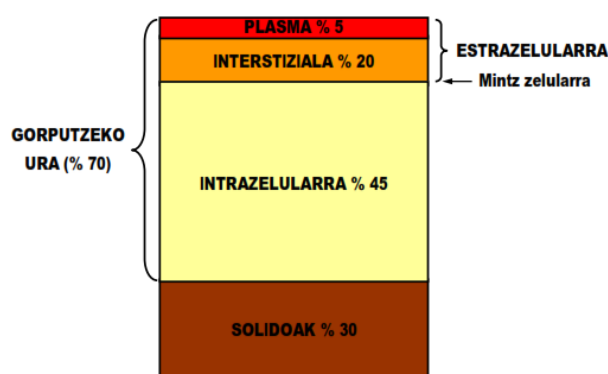
6. BARNE MEDIOA ETA BERE ZIRKULAZIOA.

Zirkulazio sistemaren banaketa eta integrazio-funtzioak. Zirkulazio-sistema ireki eta itxiak. Zirkulazio-sistemaren antolamendua. Odol-hodi motak eta estruktura.

Ornodunetan, pisu totalaren %70 inguru ura da, eta osagai solidoek gainontzeko %30a osatzen dute. Erraza da pentsatzea ur horren gehiena odolak osatzen duela, baina ez da egia; ur gehienak medio intrazelularra eratzen du. Ur total horren 2/3 gutxi gora behera zelulen barnean egongo da, eta gainerakoa medio estrazelularrean.

Medio estrazelular hau bitan banatu daiteke: zelulen kanpoaldeko gune interstiziala eta “benetako” barne medioa, hau da, plasma. Banaketa hau zirkulazio sistema itxietan soilik egin daiteke, sistema irekietan barne medio osoa dagoelako nahastua eta ezin dira bereiztu plasma eta gune interstiziala.

Irudian ikusi daiteke bai gorputzeko ur totalaren zatirik txikiena plasmak osatzen duela.



Ornodunen artean, likido horien banaketa nahiko homogenea da, aurretik aipaturiko eskema betetzen da gutxi gorabehera. Ur totalaren gehiengoa gune intrazelularrean dago, eta guztiek dutenez zirkulazio sistema itxia, gainerakoa medio estrazelularrean dago. Odolaren proportzioa %5-10 bitartekoa da. Salbuespena arrain teleosteoak dira, odol- bolumen dezente txikiagoa baitute (%2-3). Azpiko taulan

“Red snapper” eta “Carp” dira arrain teleosteen adibide batzuk.

Animal	Total body water (%)	Intracellular water (%)	Extracellular water (%)	Blood volume (%)
Lamprey ^a	76	52	24	8.5
Dogfish ^a	71	58	13	6.8
Carp (fresh water) ^c	71	56	15	3.0 ^d
Red snapper (marine) ^c	71	57	14	2.2
Bullfrog ^d	79	57	22	5.3
Alligator ^c	73	58	15	5.1
Gopher snake ^c	70	52	17	6.0
Pigeon ^f	—	—	—	9.2
Great horned owl ^f	—	—	—	6.4
Goat ^e	76	40	27	9.9

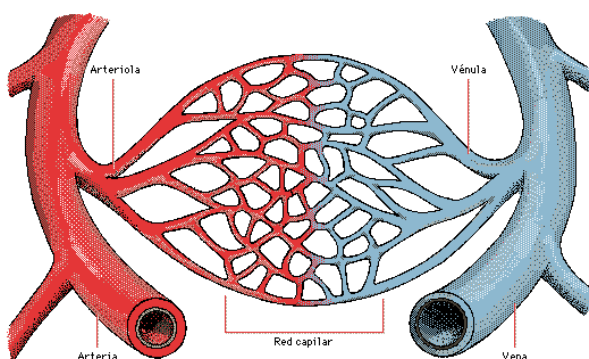
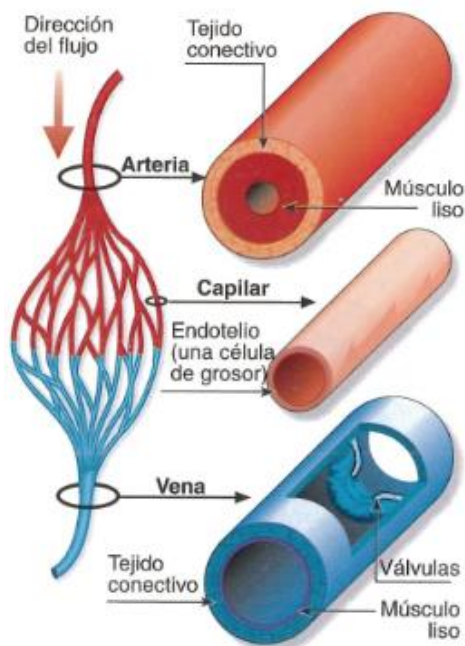
^aThorson (1959). ^bThorson (1958). ^cThorson (1961). ^dThorson (1964). ^eThorson (1968).
^fBond and Gilbert (1950). ^gShkolnik et al. (1972).

Zirkulazio sistemari buruz hitz egiterakoan, odolak betetzen duen proportzio horri egingo diogu erreferentzia.

ZIRKULAZIO SISTEMAREN OSAGAIAK.

Zirkulazio sistema guztietan agertzen diren oinarritzko osagaiak ondorengoak dira:

- PONPA. Gorputz osoan zehar odola ponpatzen duen mekanismo bat beharrezkoa da, eta ponpa hau **bihotza** da.
- SISTEMA ARTERIALA. Odol oxigenatua bihotzetik gorputzeko organo ezberdinetara eramaten du, eta garraio hodia izateaz gain, presio gordailua dela ere esaten da. Odola beti presio handiko lekuetatik presio baxuagoko lekuetara mugitzen da. Presio hau bentrikuluak uzkuertzean eta bihotzetik kanporatzean sortuko da, eta bat-bateko presio hori pixkanaka galduz joango da. Sistema arterialak, presio hori arterien hormetako osagai elastikoetan metatzen du. **Arteriek** horma oso lodi eta elastikoa dute, zainek baino gehiago, presio horri aurre egin ahal izateko eta gordailu gisa jokatzeko. Sistema arteriala adarkatu izango da, eta periferietarantz mugitu ahala gero eta hodi txikiagoak agertuko dira, **arteriola** deituak.



- KAPILARRAK. Zirkulazio sistema itxietan soilik agertzen dira. Oso hodi txikiak dira eta ehun guztietara hedatzen dira, gorputzeko zelula guztietara mantenguz eta oxigenoak heltzen direla ziurtatzeko. **Kapilar** batetik urrunen dagoen zelula, hiru zelulako distantziara dago gehienez, eta horrela bermatzen da elikagaien garraio eficiente bat. Kapilarrek oso

hodi iragazkorak dira, elikagaien garraioa eta gasen elkartrukea difusioz egin behar direlako, bai zeluletan zein biriketan.

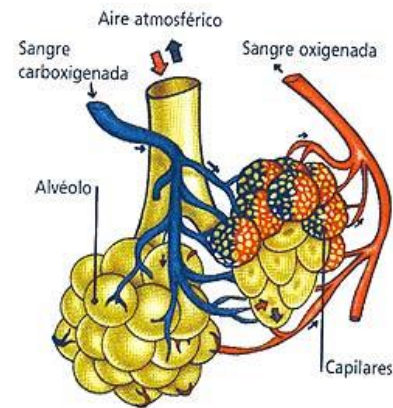
- SISTEMA BENOSOA. **Zainek** edo benek osatzen dute sistema benosoa. Hau ere, sistema arteriala bezala, adarkatua da eta benez gain **benulak** ere agertzen dira beharrezko lekuetan. Zainen pareta ez da arteriena bezain lodia, baina bai elastikoagoa. Sistema benosoak odol-gordailu funtzioa dauka, eta odol guztiaren erdia gutxigorabehera zainetan metatzen da. Sistema benosoak organoetatik datorren odola biriketara darama bertan oxigenatzeko, eta gero bihotzera bueltatzen da, arterien bidez gorputz osoan zehar odol "berritua" ponpatzeko.

ZIRKULAZIO SISTEMAREN FUNTZIO NAGUSIAK.

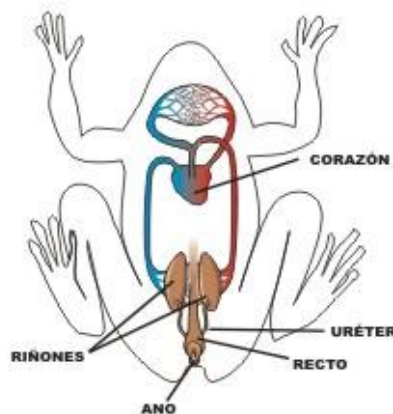
- ❖ Gasen garraioa. Garrantzitsuena oxigenoaren garraioa da. **Zelulen oxigenoaren eskaera izango da zirkulazio sistemaren abiadura mugatzailea** eta baldintzatzen

duena. Ezaugarri mugatzaile honek sistema itxiari egiten dio erreferentzia; sistema irekietan ezberdina da.

- ❖ Elikagaien banaketa. Zirkulazio sistemaren bitartez, elikagaiak garraiatzen dira gorputzeko zelula guztietara.
- ❖ Iraizketa. Iraizketan parte hartzen du kanporatu beharreko substantziak garraiatuz. Ez ditu hondakinak soilik iraitz aparatara garraiatzen (gernua sortzeko), karbono dioxidoa ere garraiatzen du biriketara bertan berritzeko.
- ❖ Beroaren garraioa. Organo batzuetan energia erabiltzen da beroa sortu ahal izateko, eta bero hau zirkulazio sisteman barrena garraiatzen da gorputzeko tenperatura mantentzeko.
- ❖ Indarraren garraioa. Aurretik aipatu bezala, ponpaketan sortzen den presioa arterietan gordetzen da.



ZIRKULAZIO SISTEMA MOTAK.



▪ Zirkulazio sistema itxiak.

Anelido, zefalopodo, ekinodermatu eta ornodun guztietan agertzen den sistema da. Ezaugarri nagusia, sistema osoan zehar mantentzen den presioa da. Taupaden artean dauden presio aldaketak mantentzeko, odol hodien hormak elastikoak dira, eta presio hori amortiguatu zein gorde egiten da behar denean askatu ahal izateko. Erresistentzia periferiko altua bermatzen da.

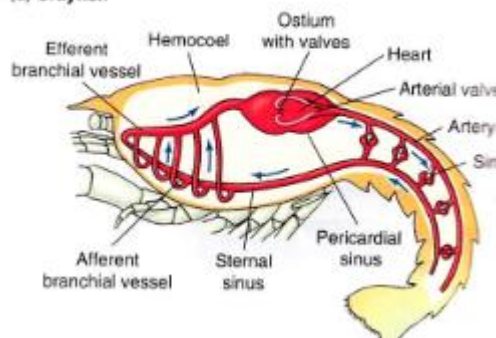
Sistema itxiaren abantailetakoa bat,

organoetara heltzen den odol fluxua kontrolatzeko ahalmena da. Esaterako, ariketa fisikoa egiterako orduan, muskuluetakoa oxigeno eskaria izugarria da eta sistema itxiari esker bermatu daiteke muskuluetara heltzen den odol fluxua handiagoa dela.

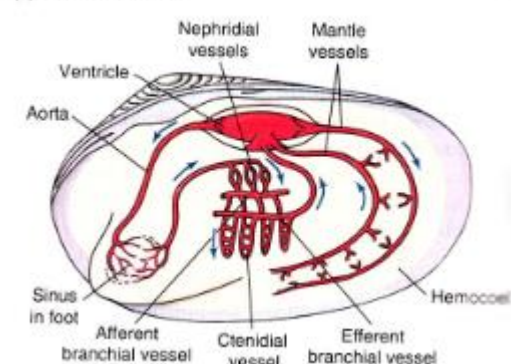
Organoetara odola eramaten denean, bihotzerako buelta nahiko azkarra da eta azkar oxigenatu daiteke biriketan berriz ere zelulen eskaria asetzeko.

- **Zirkulazio sistema irekiak.** Gainerako ornogabeetan agertzen da. Sisteman sortzen den presioa nahiko baxua izaten da orokorrean, 10 mmHg baino baxuagoak (salbuespenak

(a) Crayfish



(b) Bivalve mollusk



ere badaude, gasteropodo batzuek presio altuak mantendu behar dituzte gorputzaren forma mantentzeko).

Sistema irekietan ez dago odol fluxuaren banaketa ondo erregulatua, odola barrunbeetara heltzen da eta gero ahal den bezala banatzen da zelula eta organoen artean. Organoetara odola eraman ostean, odola hemozelean nahiko denbora egon daiteke berriz ere bihotzera bueltatu baino lehen, eta mantsotasun horrek tasa metabolikoa baldintzatu egiten du, tasa metaboliko baxua zehaztuz.

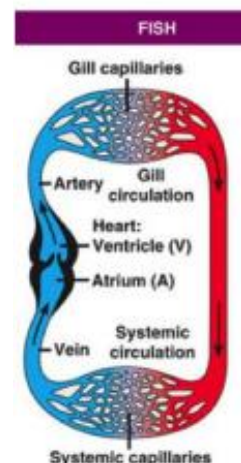
Zirkulazio sistema ireki ezberdinak ere egon daitezke. Eskea orokorra behatuta, odol hodi nahiko handi bat agertzen da, hainbat barrunberekin. Badira beste sistema batzuk, itxien antza handia dutenak, baina kapilarrik gabe.

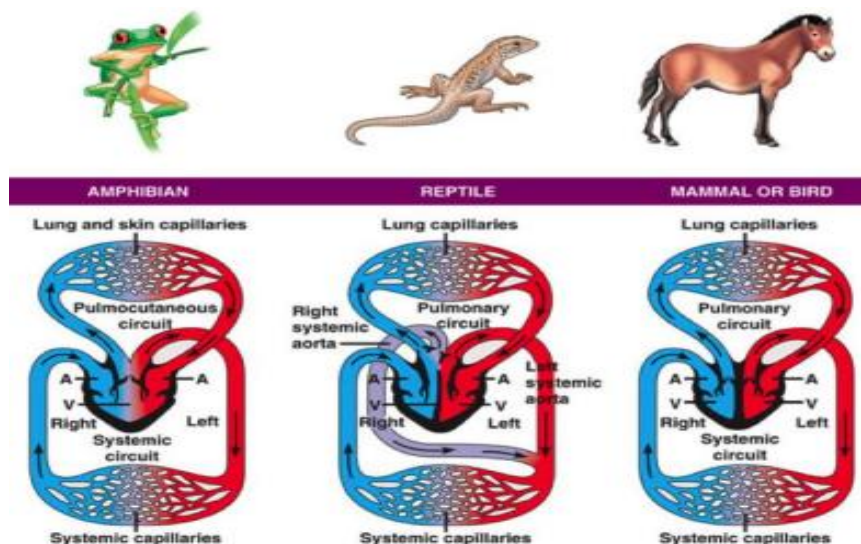
ZIRKULAZIO SISTEMA ITXIAK	ZIRKULAZIO SISTEMA IREKIAK
Presio altua, gehienetan. Erresistentzia periferiko altua (hodiekin sortua). Taupaden artean presio altua mantentzen denez, odol hodian horma oso elastikoak.	Presio baxua, 10 mmHg baino gutxiago (gehienetan, nahiz eta salbuespenak egon). Presioa nahiko konstante mantendu daiteke.
Organoetaranzko odol fluxuaren banaketa ondo erregulatua, beharren arabera.	Organoetaranzko odol fluxuaren banaketa ez dago horren ondo erregulatua.
Bihotzera azkar bueltatzen da odola, berriz ere ponpatzeko.	Bihotzera motel bueltatzen da odola. Orokorrean tasa metaboliko baxua.
Ornodun guztiak, anelidoak, zefalopodoak eta ekinodermatuak.	Artropodo gehienak, molusku ez-zefalopodoak eta tunikatuak.

Zirkulazio sistema itxiak ere, bi motakoak izan daitezke: sinpleak eta bikoiztuak.

- **SINPLEAK.** Arrainetan agertzen da mota honetako zirkulazio sistema. Bihotzetik irteten den odola brankietara garraiatzen da oxigenatzeko, gero gorputz osora banatu eta berriz ere bihotzera bueltatzeko. Sistema mota honetan, presioa txikitu egiten da odol hodia txikitu ahala, eta odola bihotzetik urrundu ahala paretekin erresistentzia eskaintzen diote odol fluxuari. Bihotzetik presio handiarekin irteten da odola, baina hodia txikitzen doazenez, hodian erresistentzia handitu egiten da. Zirkulazio sistema hau ere adarkatu egiten da eta brankietara heltzen denerako, presioan galera izugarria eman da. Behin oxigenatua, odola presio gutxirekin eta astiro garraiatuko da gorputz osora.

- **BIKOITZAK.** Anfibio, narrasti, ugaztun eta hegaztien sistema bikoitzak dituzte. Bihotzak biriketarantz bidaltzen du odola, han oxigenatu egiten da eta bihotzera bueltatzen da. Bertatik, bihotzak ehunetarantz ponpatzen du odola. Anfibio eta narrastietan (krokodiloak salbuespena dira), neurri batean, odol oxigenatua eta ehunetatik datorren oxigeno gutxiko odola nahastu egiten dira. Honek zerikusia dauka bihotzeko ganbaren arteko hurbiltasunarekin eta ganbaren banaketa mailarekin (zein neurritan daude "benetan" bi bentrikuluak banatuta, nolakoa den bentrikuluak banatzen dituen horma, etab.)





ERRESISTENTZIAren eta **PRESIOA**ren kontzeptuak ondo ulertzea garrantzitsua da aurretik aipaturiko zirkulazio sistemen ezaugarriak ondo ulertzeko.

Hidrodinamikaren legeek diote hodi batetik igarotzen den edozein likidok, hodi horren paretek sorturiko erresistentzia jasango dutela. Pareta hauetatik hurbilen mugitzen den odola astiroago mugituko da **erresistentzia** honen ondorioz, eta paretetatik urrunago mugitzen den likidoa (erdialdean doana) azkarrago mugituko da ez duelako hainbeste erresistentziarik jasango. Likido hau **presio** jakin batekin mugitzen denez, presioa handiagoa izango da hodiaren erdialdean, erresistentzia gutxien eskaintzen den lekuan, eta era berean, presio gutxiago egongo da paretetatik hurbil, bertako erresistentzia handiagoa delako. Hodiaren diametroa txikitu ahala, paretek erresistentzia bera eskainiko diote likidoari, baina kasu honetan, erresistentziarik gabe garraiatuko den likido bolumena txikiagoa izango da, diametroa estutu delako; beste modu batera esanda, hodi txikietatik garraiatuko den likidoak erresistentzia gehiago jasango du.

Teoria hau zirkulazio sistemaren testuinguruan jartzen badugu, bihotzetik hurbilen dauden odol hodiak izango dira gorputzeko lodienak, eta bertatik garraiatzen den odola izugarritzko presioarekin mugituko da (bihotzak ponpaketan sortu du presio hau). Hodiaren diametro handi honek, ez dio erresistentzia askorik eskainiko odolari. Aldiz, sistema adarkatu ahala, hodiak txikiagoak bihurtuko dira, arteriak arteriola bihurtuko dira, benak benula bihurtuko dira... eta hodiekin sortuko duten erresistentzia handiagoa izango da. Erresistentzia handitzearen ondorioz, presiopean eta "oztoporik gabe" mugitzen den odola ez da lehen bezain beste izango eta pixkanaka presioa galduz joango da. Arrainen sistema sinplearen harira, brankietara heltzen diren odol hodiak txikiak izango dira, eta bertako erresistentzia handiak eta presio galerak eragingo du odolaren bihotzerako buelta motela eta presiorik gabekoa izatea.

