

3. Gaia: OSMOERREGULAZIORAKO ETA IRAIZPENERAKO ORGANOAK.

Giltzurrunaren funtzioa ebaluatzeko parametroak.

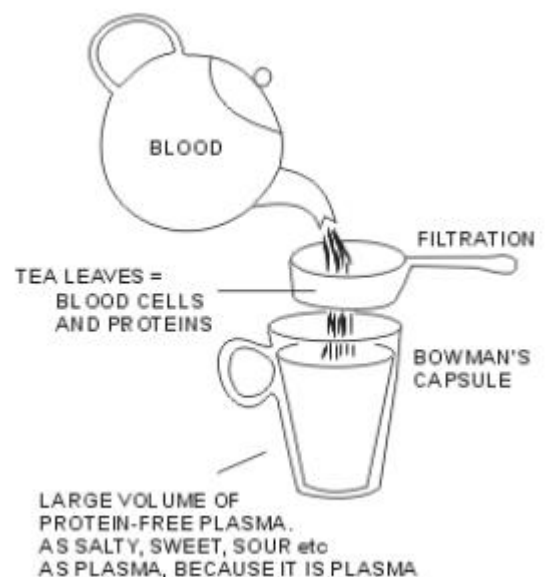
Animalien artean agertzen diren organoak osmoerregulazio eta irazpenerako oso dibertsoak dira. Hala ere, guztiek dute antzeko eredu bat: forma tubularra eta kanpo medioarekin kontaktuan egongo dira.

Hiru parte desberdintzen dira organo hauetan:

- **Alde proximala:** hemen gernu primarioa eratuko da, plasmatik abiatuta. Gernu primario honen kontzentrazioa plasmarekiko gutxi-gorabehera isosmotikoa izango da, baina konposizioaren aldetik ez da zertan berdintsua izan behar.
- **Tarteko gunea:** atal honetan, sortutako gernu primarioa eraldatu egiten da. Gernu primario horretan baliagarriak diren sustantziak egon daitezke, glukosa, gatzak eta aminoazidoak esaterako, eta hemen birxurgatzen dira. Honez gain, kanporatu beharrezko sustantzia toxiko gehiago gehitu daitezke. Tarte honetan, gernuaren bolumena eta konposizioa alda daitezke.
- **Alde distala:** metatzeko eta kanporatzeko gunea da. Hemen ere eraldaketa eta birxurgatze prozesuak eman daitezke, baina ez tarteko gunean bezain beste. Eraldatutako disoluzioa, gernua, kanporatu egiten da azkenez.

Animalien artean, gernu primarioen sintesirako bi mekanismo nagusi desberdintzen dira: iragazketa eta sekrezioa. Iragazketa da mekanismorik hedatuena eta ikertuena, bai ornodun zein ornogabeen artean.

- **IRAGAZKETA:** plasmak iragazki bat zeharkatu eta iragazki horren ezaugarrien arabera, sustantzia batzuk igaroko dira, eta beste batzuk ez; iragazitako sustantzia horiek sortuko dute gernu primarioa. Aipaturiko iragazkia glomerulua izango da, Bowmanen kapsula deituriko egitura baten barnean aurkitzen dena. Iragazpenaz sortzen den gernu primarioa plasmarekiko isosmotikoa izango da, baina soilik kontzentrazioa kontutan hartuta, ez konposizioa. Iragazpena tamainaren arabera izango da, geruza ezberdinetan antolatuko dena.



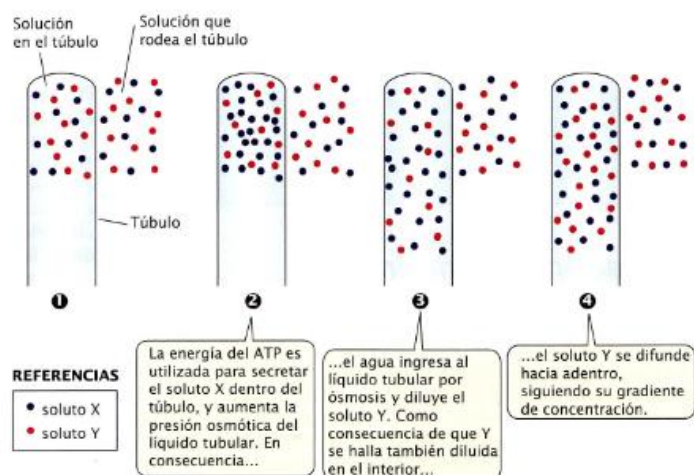
Pasako ez diren sustantziak proteina handiak, makromolekulak eta odol zelulak izango dira, eta gernu primarioa igaroko direnak hormonak, glukosa, aminoazidoak, gatzak, etab. (sustantzia txikiak, alegia). Garrantzitsua da gogoratzea ez dela prozesu selektiboa izango; txikia den edozein molekula pasako da. Mekanismo honen abantaila nagusia, sustantzia txikoen kanporaketa da, orokorrean tamaina txikikoak direlako. Hala ere, animalia biziaren biziraupenerako ezinbestekoak diren molekulak ere iragaziko dira, eta horregatik tarteko atalean birxurgatuko dira beharrezkoak diren sustantzia hauek neurri handi batean, baina aktiboki, energia gastuarekin.

Prozesu hau etengabe gertatzen da animalion gorputzean, eta ur galera jasan dezaketen animalietan arriskutsua izan daiteke. Gizakiok, 100 L gernu primario ekoizten dugu, baina baldintza normaletan ez dugu litro eta erdi baino gernu gehiago kanporatzen egunean. Ekoiztutako %75a birxurgatu egiten da, baina beti ere energia gastuarekin.

- **SEKREZIOA:** oso prozesu selektiboa da, eta sekrezio aktiboaren bidez sortzen da gernu primarioa (energia gastua beharrezkoa). Kanporatu beharreko sustantziak plasmatik giltzurrunetara garraiatzaile bidez pasako dira, garraio selektiboaren bidez eta energia gastuarekin. Hala ere, konposatu batzuk pasiboki pasako dira, ura eta kloroa, esaterako. Energia gastua eman arren, iragazketa baino mekanismo merkeagoa da: iragazketan sortzen diren gernu bolumen handiak birxurgatzeak energia gastu handia suposatzen du. Gernuaren kontzentrazioa berdintsua izango da plasmarekiko (ioiekin batera ur kantitate jakin bat ere mugitzen delako)

Sekrezioaren bidez, ioi konkretuak kanporatzen dira aktiboki dagokien ur kantitatearekin, eta honek abantaila suposatzen du iragazketaren aurrean, bigarren mekanismo honetan etengabeko gernu ekoizpena dagoelako eta ur galerak eman daitezkeelako.

Modu honetan sortzen den gernu bolumena oso txikia da, eta ur ekonomiaren aldetik nahiko prozesu merkea da, ura aurrezteko aukera ematen duena. Mekanismo hauek itsas teleosteoetan eta intsektuetan agertzen dira, gernu bolumen txikia ekoiztu behar duten eta ur galera pairatzen duten animalietan, hain zuzen ere.



GILTZURRUNAREN FUNTZIOAREN INDIZEAK.

1. **Sustantzia baten gernu/odol indizea.** Indize hau mugatua da, urarekin zer gertatzen den ez baitigu esaten. Gernua, odola baino kontzentratuago dagoen ala ez ikusteko erabiltzen da. Indize honen balioaren arabera konklusio ezberdinak lor daitezke:

Bi mailatan aztertzen da: gernu primario/odol indizea eta kanporatzen den gernu/odol indizea:

-Gernu primario/odol indizea: parametro hau behatzen da zein giltzurrun motaren aurrean gauden ikusteko. Kontzentrazioa gernuan eta odolean berdina baldin bada, konposizioa begiratzen da: konposizio berekoak baldin badira, **ultrairagazketa** bidezko giltzurruna da eta desberdinak badira, **sekrezio** bidezkoa.

-Kanporatzen den gernu/odol indizea: parametro hau erabiltzen da kanporatu baino lehen gernu primarioak giltzurrunean jasan dituen aldaketak ikusteko.

- **g/o indizea = 1.** Esaterako, sodioaren gernu/odol indizea 1 baldin bada, gernuan eta plasman dagoen Na^+ kontzentrazioa berdina da. Ez digu informazio esanguratsurik eskaintzen, eta beste parametroekin konparatu beharko genuke. Indizea 1 izateak honakoa esan dezake:

-Sustantzia ez dela ezta kontzentratu ezta diluitu.

-Kontzentrazio berdinean birxurgatu eta sekretatu dela.

- **g/o indizea > 1.** Sustantzia gernuan kontzentratu dela esaten digu datu honek. Ez dakiguna da zer gertatu den gernuan sustantzia jakin hori, sodioa adibidez, kontzentratzeko eta bi aukera dago:

-Sodioa aktiboki sekretatu egin da, energia gastuarekin.

-Ura birxurgatu egin da sodio birxurgapenik gabe.

- **g/o indizea < 1.** Sodioa (edozein sustantzia) diluitu egin da gernuan. Sodio gutxiago badago, aukera bakarra sodioaren birxurgapena eman izana da, ezin delako ura sekretatu. Demagun sodioaren g/o indizea 0.5ekoa dela. Honek adierazten digu gernua erdira diluitu dela. Ezinezkoa da urararen sekreziorik ematea, beraz, zer gertatu da sodioarekin?

-Sodioaren birxurgapena %50ekoa izan da eta horregatik diluitu da gernua erdira.

-Sodioaren birxurgapena %75ekoa izan da eta urarena %50ekoa. Ur bolumena erdira jaisten bada eta sodio kontzentrazioa laurden batera, azkenean, gernua sodioarekiko erdira diluitzea bezalakoa da.

Demagun gernu primarioan 10 mg Na⁺ ditugula ur litro bakoitzeko. Sodioaren (g/o) indizea 0.5ekoa da. Soilik datu hauek jakinda esan dezakegu gernua diluitu dela, baina ez dakigu zenbat, aukera bat baino gehiago dagoelako:

- Sodioaren birxurgapena %50ekoa izatea, eta 5mg sodio kanporatzea ur bolumen beretik >> 0.5mg Na⁺/L ur.
- Sodioaren birxurgapena %75ekoa izatea eta urarena %50ekoa, eta beraz, gernuak diluzio berbera jasango du: 0.25 mg Na⁺ 0.5L ur bakoitzeko >>0.5 mg Na⁺/L ur.

Datu hauetatik lortu dezakeguna da sodioaren g/o indize berarekin Na⁺ birxurgapen ezberdinak egin daitezkeela, birxurgatzen den ur kantitatearen arabera. Uraren birxurgapena, inulinaren testarekin determinatu daiteke.

Inulinaren testa. Uraren mugimenduak determinatzeko erabiltzen da. Inulina iragazi egiten da, baina ez da ezta birxurgatzen ezta sekretatzen; beste modu batean esanda, iragazitako kantitate bera eskretatu egiten da. Inulinaren (g/o) balioaren aldaketek uraren birxurgapena adierazten dute.

- **(g/o)_i = 0**. Giltzurrun mota adierazten digu. Inulinarik ez bada agertzen gernuan, sekrezio giltzurruna delako izango da. Izan ere, iragazketa bidezko giltzurrunetan, inulina ez denez sekretatzen, plasman zegoen inulina kantitate (ez kontzentrazio, KANTITATE) bera agertu beharko da gernuan.
- **(g/o)_i = 1**. Gernu eta odolean inulina kontzentrazio berdina dagoela esan nahi du, hau da, ura ez dela birxurgatu.
- **(g/o)_i > 1**. Gernuan odolean baino inulina kontzentrazio altuago dagoela adierazten du, hau da, ura birxurgatu egin dela. Gernuko ur bolumenaren murrizketaren ondorioz, inulina kontzentratu da. Inulinaren gernu/odol indizearen arabera kalkulatu daiteke ura zein proportziotan birxurgatu den.
- **(g/o)_i < 1**. Eraitza hau ezinezkoa da. Inulina gernuan diluitzen bada, gernuko ur bolumena handitu delako da, hau da, ura aktiboki sekretatu delako, eta badakigu hori ez dela inoiz ematen ura pasiboki mugitzen delako BETI.

Giltzurrunean gernu primarioa sortzen denetik kanporatzen den arte zenbat ur birxurgatu den kalkulatzeko, **uraren birxurgapen portzentajea** kalkulatzeko da.

$$\% \text{ H}_2\text{O birxurgapena} = [1 - 1/(\text{g/o})_i] \times 100$$

Adibidez: (g/o)_i = 2 izanik, inulinaren kontzentrazioa bikoiztu egin da, gernuko ur bolumena erdira jaitsi delako. Uraren birxurgapena beraz, %50ekoa izango da.

(g/o)_i = 4 izanik, uraren birxurgapena %75ekoa da.

2. **Sustantzia baten aklaramendu erratioa (C.R. , *Clearance ratio*).** Sustantzia jakin baten birxurgapenari buruzko informazioa ematen digun parametroa da. Sustantzia horren C.R. balioa inulinaren C.R. balioarekin erkatzen da, inulinaren kontzentrazio aldaketak soilik uraren mugimenduaren ondorioz eman direlako.

$$(C.R.)_x = (g/o)_x / (g/o)_i$$

- **C.R. < 1.** Sustantzia birxurgatu egin da.
- **C.R. = 1.** Sustantzia ez da birxurgatzen ezta sekretatzen, inulina bezala.
- **C.R. > 1.** Sustantzia sekretatu egin da.

Aklaramendu erratioa kalkulatuta, **sustantzia baten birxurgapen portzentajea** kalkulatu daiteke.

$$\% X\text{-ren birxurgapena} = [1 - (C.R.)_x] \times 100$$

Adibidez: sodioaren (g/o) indizea 0.5ekoa bada, eta inulinaren (g/o) indizea 1 bada, sodioaren birxurgapena %50ekoa izango da. $\% \text{ birxurgapena } (Na^+) = (1 - (0.5/1)) \times 100 = \%50$.

3. **Sustantzia baten aklaramendu tasa (Acl.x edo F).** Denbora unitateko, sustantzia konkretu batez garbi geratzen den plasma bolumena da, eta dolak berak garbitzeko daukan gaitasuna edo abiadura adierazten du. Zenbat eta aklaramendu tasa handiagoa, orduan eta azkarrago garbituko da sustantzia; orduan eta azkarrago geratuko da plasma sustantzia jakin hori gabe. Bolumena/denbora unitateko gisa adierazten da.

$$(Acl)_x = (g/o)_x \times V$$

Formulan **gernu fluxua** agertzen da, V batez adierazita eta kanporatzen den gernu bolumena denbora unitateko adierazten du.

Azken parametroa, **iragazte tasa** edo **inulinaren aklaramendu tasa** da, (Acl)_i gisa adierazten dena. Hobeto ulertzeko, adibide praktiko bat ikusiko dugu.

Adibide honen bidez, iragazte tasa zein den jakingo dugu, odoleko inulinaren kontzentrazioa zenbatekoa den jakin gabe.

- **F*O_i = zenbat inulina pasatzen den odoletik giltzurrunera**, hau da, gernu primarioa (mg/h). Formula honetan honakoa adierazten da:
 - F = inulinaren iragazte tasa. Zenbat bolumen pasatzen den odoletik giltzurrunera, L/h-tan adierazita.
 - O_i = inulinak odolean daukan kontzentrazioa, mg/L-tan adierazita, eta guretzat parametro ezezaguna dena.

- $V \cdot G_i$ = gernuarekin kanporatzen den inulina kopurua, mg/h-tan neurtua.
 - V (L/h) = Gernu fluxua.
 - G_i (mg/L) = kanporatzen den gernu bolumenean dagoen inulina kontzentrazioa.
- **GOGORATZEKO!** Inulinak daukan berezitasuna da ez dela ezta birxurgatu ezta sekretatzen, eta beraz, plasman dagoen inulina **KOPURUA** (ez kontzentrazioa) eta gernuan dagoen inulina kopurua berdina dela. Hau onartuz, honakoa berdindu dezakegu: $F \cdot O_i = V \cdot G_i$
- Laburbilduz: $F \cdot O_i = v \cdot G_i$ izanik, $F = \text{iragazte tasa} = (g/o)_i \cdot V = (Acl)_i$

Hala ere, gernuan edo odolean animalia batek daukan inulina kontzentrazioa kalkulatzeko eta gernu fluxua kuantifikatzeko, jakin dezakegu zenbat den ekoizten duen gernu primario kantitatea.

ARIKETA

	<u>Água de mar</u> (1000 mOsm. l. ⁻¹)		<u>Água dulce</u> (10 mOsm. l. ⁻¹)	
	<u>Orina</u>	<u>Plasma</u>	<u>Orina</u>	<u>Plasma</u>
Conc. osmótica (mOsm.l. ⁻¹)	275	297	90	240
Na ⁺ (mEq. l. ⁻¹)	59.7	142	30.4	124
K ⁺ (mEq. l. ⁻¹)	2.5	3.4	1.2	3
Cl ⁻ (mEq. l. ⁻¹)	145	168	36	132
(O/S) _{inulina}		4		2.3
Acl. inulina (ml.Kg. ⁻¹ h. ⁻¹)		0.24		0.42

1. Kalkulatu:
 - Gernu fluxua
 - Elektrolitoen birxurgatze eta eskreazio tasak (mEq/Kg*h)
 - Uraren birxurgatze tasa
2. Azaldu zein eratako animalia den eta 1.ataleko datuek adierazten duten konpentsazio mekanismoak azaldu.

(mOsm/l)	Itsas ura (1000)		Ur geza (10)	
	Gernua	Plasma	Gernua	Plasma
Kontz. osmotikoa (mOsm/l)	275	297	90	240
Na ⁺ (mEq/l)	59.7	142	30.4	124
K ⁺ (mEq/l)	2.5	3.4	1.2	3
Cl ⁻ (mEq/l)	145	168	36	132
(o/s) inulina	4		2.3	
Acl _i (ml/kg h)	0.24		0.42	
V (ml/kg h)	0.06		0.18	
% Berzurgapen Totala	77		84	
% Berzurgapen Na ⁺	89		89	
% Berzurgapen K ⁺	82		83	
% Berzurgapen Cl ⁻	78		88	
% Berzurgapen H ₂ O	75		56.5	
Eskezio tasa	Eraenketa HIPOSMOTIKOA		Eraenketa HIPEROSMOTIKOA	
Guztira (μOsm/kg h)	16.5		16.2	
Na ⁺ (μEq/kg h)	3.58		5.47	
K ⁺ (μEq/kg h)	0.15		0.21	
Cl ⁻ (μEq/kg h)	8.7		6.48	

Animaliaren barne eta kanpo medioak behatuz, ERAENTZAILEA dela esan dezakegu. Gainera, kanpo medioak 185 mOsmeko diluzioa jasaten duen bitartean, animaliaren barne medioak 57 mOsmeko diferentzia jasan du, eta nahiko eraentzaile ona kontsideratu daitekenez, eraentzaile perfektua da.

Ur gazitan, eraentzaile hiposmotikoa da eta ur gezatan eraentzaile hiperosmotikoa.

(Beti bezala, komenigarria da ariketa mota hauetan medio batetik bestera igarotzean jasan dituen aldaketak konparatzea, ez soilik medio bakoitzeko parametroak komentatzea.)

Ur gazitan, gernu fluxu murriztua duela ikusi daiteke eta gatzen kontzentrazioa nahiko handia dela. Gatzen birxurgapenean fijatzen bagara, ur gezatan baino birxurgapen portzentaje txikiagoa izan arren, balio altua da; izan ere, uraren birxurgapena emateko lehendabizi gatzen eman behar da. Gatzen birxurgapena eta urarena aldi berean eta ia proportzio berean ematen da, helburua gernu fluxuaren bolumena murriztea baita; horregatik, plasma eta gernua ia isosmotikoak dira. Uraren birxurgapena ur gazitan ere nahiko handia da, ur gezatan baino handiagoa. Gatzen birxurgapen honetan berreskuraturiko gehiegizko gatzak brankietako kloro zelulen bitartez kanporatzen dira, estrarenalki.

Pixkanaka ur gezatarantz mugitzen bada animalia, gernu fluxuaren bolumena handituz joango da, medio honetan animaliak ez duelako ur ekonomiaren aldetik arazorik izango eta gehiegizko ura kanporatu behar duelako. Gernuaren kontzentrazioa nahiko diluitua izan arren, gatzen galera ezin izango du ekidin eta animaliak brankietako kloro zelulen bitartez gatak barneratuko ditu.

2 eraenketa moten ezaugarriak ezagutzen ditugu eta gure adibidearekin doitu behar ditugu, 2 medioak konparatuz:

- ❖ Gernu kontzentrazioari dagokionez, TEORIKOKI dakigu zenbat eta medio kontzentratuagoa izan, orduan eta gernu kontzentratuagoa izango dugula, eta medio diluituetan, gernua ere diluituagoa izango da. Taulan begiratzuz, bi mediotako gernua konparatzen badugu:

→ Itsas uretan gernua isosmotikoa izango da BMrekiko (gernua 275/plasma 297)

→ ur gezan 3 aldiz diluituko du BMrekiko (90gernua/240plasma).

(g/o) indizeak kalkula ditzakegu, gernua diluitua ala kontzentratua den jakiteko.

→ medio gezean, adibidez, $90/240 = 0.375$. (g/o) < 1 denez (gernua diluitu da), substantziaren berxurgapena eman dela dakigu, baina, ez dakigu ze neurritan eman den.

Nola diluitzen du gernua? loien berxurgapenaz. Hau ateratzeko, hainbat kalkulu egingo ditugu.

1) Gernu fluxua → nola kalkulatu? Aklaramendu tasa bidez

$F = Acl_i = V \cdot (g/o)_i \rightarrow F$ badakagu (= Acl_i) eta $(g/o)_i$ baitare. V bakartuz,

$V = Acl_i / (g/o)_i = (mL/kg \cdot h)$

→ Itsasoan: $V = 0.24/4 = 0.06 mL/Kg \cdot h$

→ Ur gezeta: $V = 0.42/2.3 = 0.18 mL/Kg \cdot h$

2) loien berxurgapenen ehunekoak kalkulatu, aklaramendu erratioa erabiliz (C.R).

Formula: $\% \text{ berxurgapena}_x = (1 - (C.R)_i) \cdot 100$ non, $C.R = (g/o)_x / (g/o)_i$ den

→ ad/ $C.R_{Na+} = (59.7/142)/4 = 0.105$

$\% \text{ berxurgapena}_{Na+} = (1 - 0.105) \cdot 100 = \%89.5$

3) Gatzen eskrezioa kalkulatzeko, eskrezio-tasa kalkulatu dugu:

Formula: $\text{Eskezio tasa (mg/h)} = V (L/h) \cdot g_x (mg/L)$.

Non, V = kanporatzen den gernu fluxua eta g_x = X substantziaren kontzentrazioa gernuan den.

→ ad/ $Na + ren \text{ eskrezio tasa} = \frac{59.7 \text{ mEq}}{L} \times \frac{0.06 \text{ mL}}{Kg \cdot h} \times \frac{1L}{1000 \text{ mL}} = 3.58 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mEq}}{Kg \cdot h}$

$= 3.58 \text{ uEq/Kg} \cdot h$