

4. Gaia: Eskrezio-hodien ikuspegi konparatua: Protonefridioak, metanefridioak (eta urozeleak), Malphigi tubuluak eta nefronak. Urekonomiarako estrukturak.

SARRERA

Eskrezio aparatuak hodi itxurako egiturak izango dira, alde distal bat eta alde proximal batekin. Ornodun guztiek eskrezio aparatu berdinak dituzte, beraien unitatea nefrona izanik. Ornogabeen kasuan, aparatu hauen dibertsitatea handiagoa da.

Hurrengoak dira orokorrean animaliek azaltzen dituzten giltzurrun edo eskrezio aparatuak:

Eskrezio aparatua	Animalia taldea
Protonefridioa (zelula flamigera edo solenozittoa)	Zelula flamigera: Platihelminte, nematodo eta errotiferoak Solenozittoa: Poliketo primitiboak
Metanefridioa EGITURA	Anelido eta sipunkulidoak
Nefridioa NEFRIDIALAK	Moluskuak
Guruin antenalak	Krustazeoak
Malpighi tubuluak	Intsektu lehortarrak
Nefrona	Ornodunak

Zenbait animalia taldetan adibidez ekinodermatuetan ez dago eskrezioaz arduratzen den aparaturik. Gainerakoek nefridio edo nefridio eraldatu bat (protonefridioak, metanefridioak...) izaten dute, nefridioa delarik oinarritzko egitura.

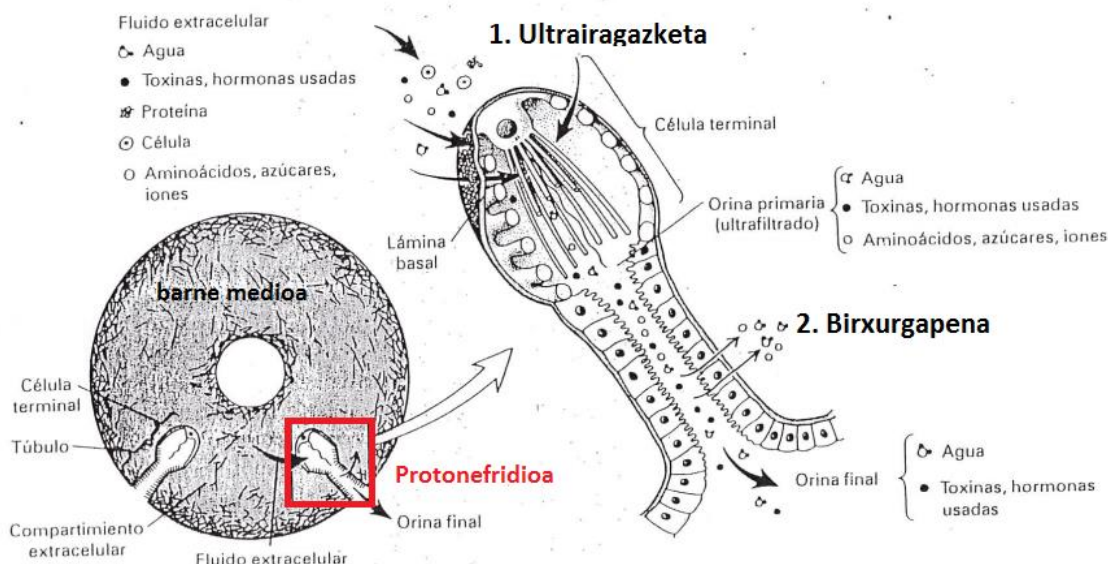
Sekrezio bidez gernu primarioa sortzen duten bakarrak Malphigi tubuluak izango dira, beste guztiek ultrairagazketa bidezko gernu ekoizpena izango dute.

Ornodunen nefronetan, ultrairagazketa ia eskusiboa da. Itsasoko arrain teleosteoak dira salbuespen bakarra, hauek sekrezio bidezko gernu ekoizpena dute, nefrona aglomerularren bidez. Iragazpen bidezko gernu ekoizpena ahalbidetzen duen indarra

PRESIO HIDROSTATIKOA da, odolak eragiten duen presioa. Presioa nahikoa ez bada, ez da iragazketa prozesua emango. Horregatik, iragazketa egingo duten animaliek zirkulazio itxia izango dute. Hala ere, protoenfridio bezalako egitura bereziak dituzten beste animalietan ere eman daiteke presio hau (nahiz eta zirkulazio irekia izan).

1. PROTONEFRIDIOAK

Irudian Protonefridioaren oinarritzko egitura ikusten da. Gogoratu egitura hau azelomatu eta pseudoazelomatueta agertzen dela.



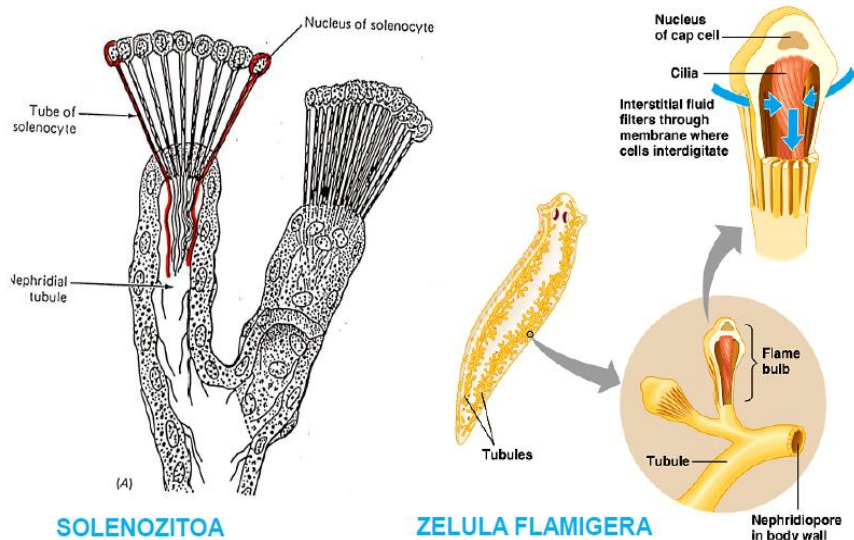
Lehen aipatu dugun moduan protonefridioa duten animaliek, nahiz eta zirkulazio sistema irekia eduki, iragazketa bidezko gernu primarioa sortzeko gai izango dira. Protonefridioak bermatzen du ornogabe azelomatu batzuk eta pseudoazelomatu batzuk, ornodun gutziak eta sistema itxia duten ornogabeekin batera, ultrafiltrazketa bidezko gernu primarioa ekoizten duten animalien taldean sartzea.

Protonefridioak hodiitsuak dira: alde ireki eta alde itxi bat edukiko dute. Ultrafiltrazketa emateko bete beharreko baldintza sistema itxia edo behintzat presio altuko sistema baskularra izatea da, iragazketa presioaren arabera delako. Protonefridioa duten animalia hauek presioa sortzen dute, tarte itxi horretan agertzen diren zelulak flagelodunek, flageloak horiek astinduz, presioa sortzeko behar den indarra sortzen dute. Konkreteki presio negatiboa sortzen da likidoa barne mediotik erakartzeko. Era honetan, iragazi egiten du mintza zeharkatzen duenean gernu primarioa sortuz (iragazketa).

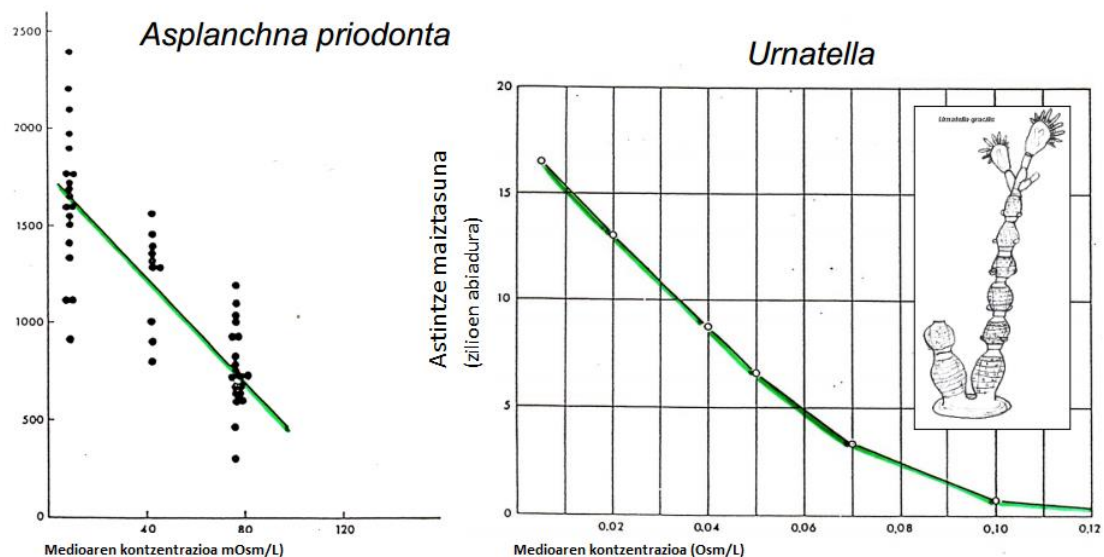
Ondoren, tarteko gunean, gernu primarioa eeraldatuko da bidea jarraitu heinean (birxurgapena) hodian zehar zenbait substantzia barneratu / birxurgatu egingo dira: azukre, aminoazido eta ura batez ere. Horrela kanporatutako gernuaren konposizioa barne medioarekiko ezberdina izango da.

Bi protonefridio mota ikusiko ditugu (biek zilioak astintzean presio negatiboa sortu eta ultrairagazketa ahalbidetzen dute). Biak izango dira hodiitsuak.

- **Solenozitoak:** zilio bakarreko zelulak dira eta multzotan edo taldeetan antolatzen dira. Poliketo primitiboetan azaltzen dira.
- **Zelula flamigeroak:** zelula hauek hainbat zilio dituzte lumenaren aldera zuzenduta. Zilioak astintzean, suak hartzen duen mugimenduaren antzeko forma hartzen du eta hortik dator izena. Plathelminthe, nematodo eta errotiferoetan azaltzen dira.



Asplanchna priodonta rotiferoa eta *Urnatella* protostomatua solenozitodun ornogabeak dira. Biak ur gezako izakiak dira, eta inguruneke kontzentrazio ezberdinetara jarri dira (kontzentrazioak ez dira itsasoko urarenera iristen).



Grafikoetan zilioen astintze maiztasuna edo ratioa agertzen da, eta kanpo medioaren kontzentrazioaren arteko erlazioa.

Animali mota hauek beraien gernu fluxua eraentzeko gai dira. Gernu fluxu baldintzatzen duten faktoreak sortzen den gernu primario bolumena (iragazte tasa) eta ur birxurgapena dira. Iragazte tasa zilioen astintze abiaduraren menpekoa da. Zilioak zenbat eta gehiago astindu, gernu gehiago sortuko da. Ingurune egoeraren arabera, gernu beharrak ezberdinak izango dira. Zenbat eta medio diluituagoa izan, orduan eta gernu gehiago kanporatuko du eta astintze maiztasun handiagoa egongo da. Gernu fluxua iragazpen tasaren arabera eraentzen du.

Asplanchna priodonta eta *Urnatella* ur gezako animaliak dira, beraz, kanpo medioarekiko hiperosmotikoak izango dira. Beraien arazoa ur sarrera izango da, kanpo medioa diluitu ahala ur sarrera handiagoa izango da. Konponbidea: gernu bolumen handiagoa ekoiztea, gernu primario gehiago ekoiztuz. Horretarako iragazpen tasa handitzen dute zilioen astintze abiadura igoz eta ur gutxiago birxurgatuz. Aitzitik, kanpo medioa kontzentratu heinean, astintze abiadura motelduko da eta gernu primario gutxiago ekoiztuko da.

Taula honek *Asplanchna priodonta* errotiferoaren barne medioaren eta gernuaren kontzentrazioen datuak erakusten dizkigu bi medio desberdinetan: Ur gezan (40mOsm) eta ur distilatuan (0mOsm)

Errotiferoa: <i>Asplanchna</i>				
	Barne medioa		Gernua	
	Ur geza	Ur distilatua	Ur geza	Ur distilatua
Gutzira (mOsm/l)	81.6	66.6	42.0	14.9
Na ⁺ (mEq/l)	21.0	17.0	13.4	3.9
K ⁺ (mEq/l)	7.0	5.3	2.7	1.8
Indizeak	(g/o)		C.R.	
	Ur geza	Ur distilatua	Ur geza	Ur distilatua
Gutzira (mOsm/l)	0.52	0.22	0.34	0.15
Na ⁺ (mEq/l)	0.61	0.22	0.41	0.15
K ⁺ (mEq/l)	0.38	0.34	0.25	0.23



Asplanchna priodonta animalia eraentzailea dela ondorioztatzen dugu, barne eta kanpo medioek kontzentrazio desberdinak dituztelako. Hala ere, ez du barne medioa guztiz konstante mantentzen, aldaketa nabaria da (%15-20) beraz, eraentzaile partziala kontsideratuko dugu.

Barne medioko kontzentrazioa ez da orokorrean ikusi ditugun 300 mOsm horiek, nahiko balio baxua da ur gezako animalia batentzat. Ur destilatura pasatzean, pixka bat jaisten da, nahiz eta oraindik mantendu dezakeen gradientea kanpo medioarekiko. Ur gezan, gernua diluitua izango da baina ur destilatuan are gehiago diluituko du gernua, gatzen galera minimizatuko du.

Gernu/odol indizeak eta Clearance ratioak (C.R.) ioien berxurgapenaren berri ematen digute:

Gernu/odol indizean fijaszen bagara, **0,5tik → 0,2** ur destilatuan ur gezan baino balio baxuagoa dago. Gernu primarioa pasatzen diren gatz eta ioi gehienak berreskuratu egin ditu.

CR: 0,34tik → 0,15ra jaitsi izanak, ioiren berxurgapena %64tik → %85ra emendatu dela adierazten du

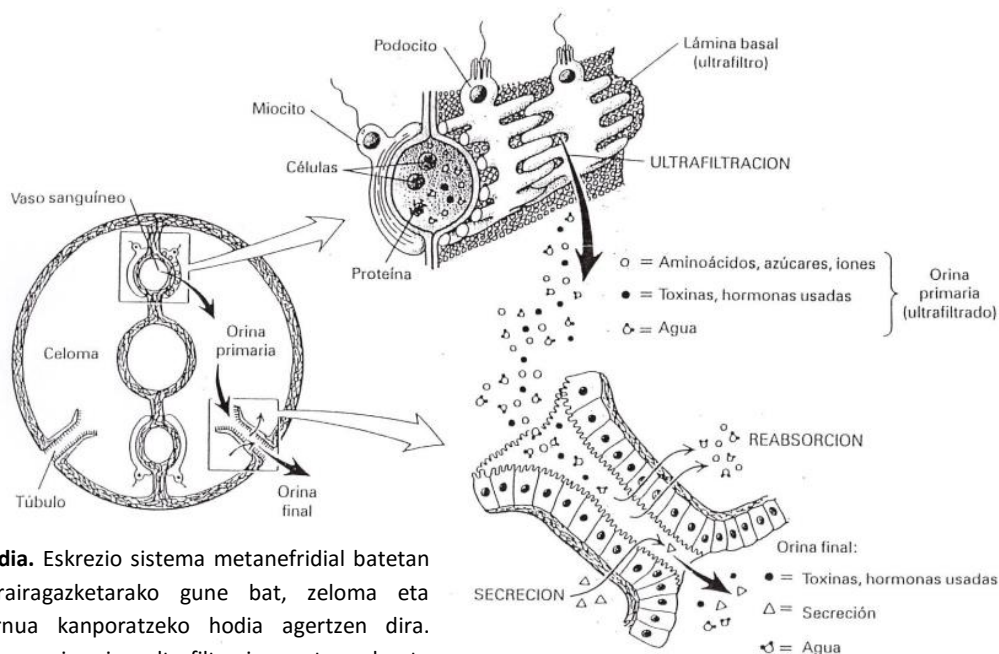
$$\left\{ \begin{array}{l} (1 - 0,34) * 100 = \%64 \\ (1 - 0,15) * 100 = \%85 \end{array} \right.$$

Gernua begiratuta ikusten da ur distilatuan gernua asko diluitzen dela gatz galerak ekiditeko.

2. EGITURA NEFRIDIALAK:

Talde honen barruan bi azpitalde banatzen dira, **metanefridioak** (anelido eta sipunkulidoak), **nefridioak** (moluskuak) eta **guruin atenalak** (krustazeoak).

- *Metanefridioa*



Irudia. Eskrezio sistema metanefridial batetan ultrairagazketarako gune bat, zeloma eta gernua kanporatzeko hodia agertzen dira. Gernu primarioa ultrafiltrazioz eratzen da eta gero gernu gernu horren konposaketa aldatzen da.

Anelido eta poliketoek duten protonefridioaren oso antzekoa den egitura: hodi ireki bat da, gernu primarioa ultrairagazketaz sortzen duena. Hodia kasu honetan bi aldetatik irekita dago, kanpo medioarekin kontaktuan dagoen poroari nefridio poro deitzen zaio eta barne medioarekin kontaktuan dagoenari nefrostopoma.

Ultrairagazketarako presio altuko zirkulazio sistema itxia beharrezkoa da. Kasu honetan hodi ireki bat dugu, baina odolak pareten kontra presio hidrostatis handia sortzen duenez, bertako zati bat kanporatu egingo da.

Odol hodia eratzen duen epitelioa nahiko iragazkorra izango da. Presio hidrostatisaren ondorioz, odoletik nefridiora pasako da nefrostomatik igaro ondoren, odola, (proteina eta molekula handiak izan ezik), plasma eta gernua konposizio aldetik nahiko antzekoak izango dira, isosmotikoak. Gero, tarteko zati horretan beti bezala birxurgapena egingo da, bertan gernu eta plasmaren kontzentrazioa eta konposizioa desberdina ihurtuko da; eta gainera sekrezio aktiboa eman daiteke; toxikoak edo beharrezkoak ez diren sustantziak, hondakinak, gernuearekin batera eskretatzeko.

Metanefridioaren adibideak:

Iragazketa bidezko gernuaren ekoizpena printzipioz oso antzekoa izango da, eta kontzentrazioa ere berdintsua, ura osmosis pasako delako. Anelidoak egitura nefridialak ere izango ditu. Taula honetan *Lumbricus terrestris* anelidoaren gernu primarioaren ekoizpenerako ultrairagazketa prozesuaren datuak ditugu. Oligoketoek 2 metanefridio dituzte segmentu bakoitzean :

	Odola	Likido zelomikoa (Gernu primarioa)	Indizea
Na ⁺ (mEq/l)	83.6	78.1	0.93
K ⁺ (mEq/l)	5.3	2.7	0.51
Ca ⁺⁺ (mEq/l)	12.2	4.6	0.38
Cl ⁻ (mEq/l)	47.2	48.5	1.02
Guztira (mOs/l)	150	165	1.10



Gernu odol indizean fijatzen bagara, kontzentrazio totalerako 1.1 da, 1etik oso gertu.

- Kloro eta Sodioaren kasua ia 1ekoa da.
- Salbuespenak kaltzioa eta potasioa dira, hauen kasua, gernuan diluituagoa agertzen da.
 - Normala da kaltzioa gernuan askoz diluitua agertzea, normalean kaltzioa odolean zehar proteinei atxikitua doalako, eta oso kaltzio kantitate gutxi pasatzen delako solte.
 - Potasio hain diluitua agertzea ez da normala, anomalia bat da. Potasioaren kasua azaltzen duen arrazoi bakarra zera da: barrunbe zelomatikoan birxurgapena hasten denerako jada hasia egotea K⁺ren birxurgapena, hau da gainerako konposatuak baino lehenago hasi da birxurgatzen. Eta ondorioz beste gatzak birxurgatzen hasi direnean, potasioaren gehiena iada birxurgatu egin da.

Adibide honetan **Urozele** izeneko **nefridio eraldatu** bat daukan zainaren datuak agertzen zaizkigu. Animalia hau salbuespen bat da.

	Odola	Kanalikuluak (Gernu primarioa)	Indizea
Na ⁺ (mEq/l)	135	85	0.6
K ⁺ (mEq/l)	6	46	7.7
Cl ⁻ (mEq/l)	36	134	3.7
Guztira (mOs/l)	201	249	1.2



Animalia honek eraldaketa fisiko eta morfologiko ugari pairatu ditu bere bizimoduagatik, eta irazketa aparatua horietako bat da. Iragazpenez eman beharrean, gernu primarioaren ekoizpena sekrezioz ematen da.

Gernuaren eta odolaren arteko antzekotasuna oso txikia da, gernu odol indizea 1 baliotik oso urrun dago. Kontzentrazio totala, aldiz, nahiko antzekoa izango da (201 odolean eta 249 gernuan; indizea 1 etik gertu: 1,2), aldatzen dena da konposizioa izango da.

Potasioa askoz ere kontzentratuagoa dago gernuan baita kloroa, sodioa ordea askoz diluituagoa. Kasu honetan, aktiboki sekretatzen den ioirik garrantzitsuena potasioa izango da. Sortzen duen gradienteagatik ura eta kloruroa erakartzen ditu, eta sodioa (karga positiboa aldentzen duenez) blokeatuko du, diluituena agertzen delarik.

Gernuaren eraketa hau bi pausotan egiten da: lehenengo iragazketa bidez eta ondoren sekrezio bidez.

KONTUZ! SEKREZIOA ETA ESKREZIOA EZ DA GAUZA BERA. Sekrezio bidezko gernu primarioaren eraketan, ez dago iragazki bat eta bertatik pasatzen dena da gernu primarioa. Zuzenean, aktiboki **SEKRETATU** egiten dira kanporatu nahi diren sustantziak, eta behin sekretatutako guztia batuta dagoenean, kanpo mediora **ESKRETATZEN** da.

- Nefridioa**

Azken adibide honetan, gasteropodo bat agertzen zaigu. Animalia talde honen eskrezio aparatua nagusia nefridioa izango da.

	Odola	Likido perikardikoa (Gernu primarioa)	Indizea
Na ⁺ (mEq/l)	80.4	84.1	1.05
K ⁺ (mEq/l)	4.0	3.9	0.98
Ca ⁺⁺ (mEq/l)	10.8	6.2	0.57
Cl ⁻ (mEq/l)	71.4	75.7	1.06
Guztira (mOs/l)	100	97.9	0.98

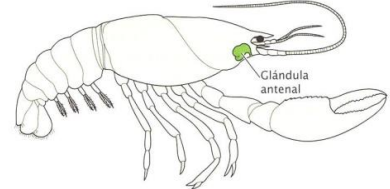


Datuek erakusten dute nola ultrairagazketa bidezko gernu primarioaren sorrera duen, izan ere, indize guztiak ≈ 1 ekoak dira; kaltzioa izan ezik. Izan ere, kaltzioa odolean proteinei lotuta agertzen da, animalia hauek, gainera, kaltzioa behar dute kaltzio karbonatoa lortzeko.

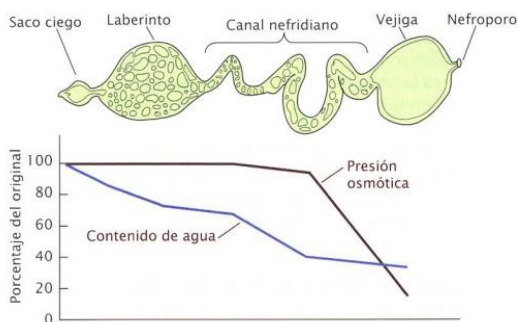
- *Guruin antenalak*

Guruin antenala krustazeoen eskrezio organo nagusia da. Antenen ondoan ematen da gernuaren eraketa. Eskrezio aparatu hau hodi itsua da, eta osatuta dago hasierako zaku bat, hodi bihurgunetsu bat eta xixku bat. Gernuaren ekoizpena irazketa bidez eta birxurgapenez ematen da hodian zehar.

(a) Posición de la glándula antenal (glándula verde)



(b) Glándula antenal desplegada con las propiedades urinarias diagramadas por debajo en correspondencia con las ubicaciones anatómicas



Ondoko grafikoan ikus dezakegu nola lehen zatian, nahiz eta ur edukia murriztu, presio osmotikoa konstante mantentzen dela. Arrazoiak? Ura eta ioiak neurri berdinean birxurgatzen dira, hodia urarekiko guztiz iragazkorra baita.

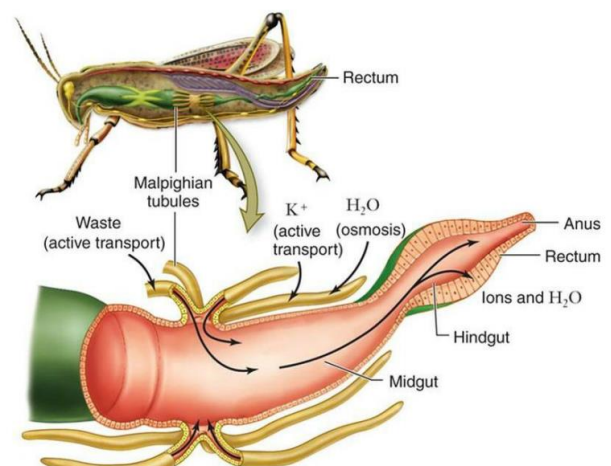
Ondoren, presio osmotikoaren beherakada nabaria ematen da, hodiaren alde honetan urarekiko iragazkortasuna murriztu da; ioien birxurgapena ematen deneko gunean gaude.

3. MALPIGHI TUBULUAK

SEKREZIO bidezko gernua eratzen duten eskrezio hodiak agertzen dira, Malpighi tubuluak. Hodiitsuak dira, beti bikoteka agertzen dira eta kopurua asko alda daiteke espezie batetik bestera (2-250 artean, matxinsaltoaren kasuan 250, adibidez). Eskrezio hodia ez da bakarrik Malpighi tubulua izango, liseri aparatuaren azkeneko parteak ere funtzio garrantzitsua beteko du, batez ere uraren birxurgapenean.

Intsektu lehortarrek izaten dituzte eskrezio hodi mota hauek, hauentzako ur ekonomia garrantzitsua da beraz.

Malpighi tubuluetan K^+ ren garraio aktiboa ematen da, aktiboki sekretatu egiten da potasioa lumenera, ATP gastu batekin. Sekretatutako potasio honek, hodi barnean gradiente elektriko eta osmotikoa sortuko du; ondorioz, uraren eta kloroaren mugimendu



pasiboak eragingo ditu. Hodian dagoen medioa isosmotikoa izango da plasmarekiko baina konposizio desberdinarekin.

Sortuko den gernu primarioa tarteko hodira doa, eta hemendik atze hodira. Hodi honetan ,digestio aparatuko azken tarte, uzkie, gernu primarioaren ur birxurgapena emango da eta sortuko den gernua izango da hiperosmotikoa dena, gernu hiperosmotiko hau kanporatuko da azkenean. Gehienetan, gernua hiperosmotikoa izateaz aparte, solido eskretatzen dute; hau gertatzen da, askotan, uzkieko pH azidoan azido urikoa prezipitatzen delako.

Sekrezioz sortuko dute gernua, printzipioz, ez dutelako zirkulazio aparatua itxirik, eta ez dutelako iragazketaz emateko beharrezkoa den presioa sortzeko ahalmenik. Zirkulazio sistemaren funtzio garrantzitsua oxigenoa garraiatzea da, eta odola izango da oxigenoaren garraiatzailea. Intsektuetan ez da hau gertatzen, eta arnas aparatua sistema berezi bat izango dute. Adarkatu egiten da, sistema trakealak osatuz, hauek, hodi hutsen sareak direnak, ehunetan barrendu eta zelulei zuzenean oxigenoa ematen diete. Horregatik ez dute zirkulazio sistema itxirik behar, oxigeno eskaria asetzeko sistema trakealak baitituzte, eta bertako abiadura oso txikia da, txikiegia presioa sortu ahal izateko.

Oxigeno beharra asetzeko oso abiadura handia behar denez, beste animalia askok zirkulazio itxia dute eta ondorioz, iragazketa bidezko gernu eskrezioa.

Oso ondo adaptatu dira animalia hauek; normalean, ur eskasi handiko lekuetan arrakasta handia dute ia solidoa eta, gainera, barne medioa baino askoz kontzentratuago den gernua kanporatzeko gaitasuna dutelako. Soilik intsektuek, hegaztiek eta ugaztunek gernu hiperosmotiko hau sortzeko gaitasuna dute.

4.5. Taula. *Dixippus morosus* makil intsektuaren datuak.

	[osmotikoa] Eq ClNa	A. urikoa mg/100 ml	Na ⁺ mEq/l	K ⁺ mEq/l	Cl ⁻ mEq/l
Hemolinfa	171	5	11	18	57
Gernu primarioa (Malpighi)	171	43	5	145	65
g. primarioa/o	1	8.6	0.45	8.05	1.14
Uzki edukia	390	prezipitatu	18	327	-



Taula honek makil intsektuaren datuak erakusten dizkigu. Barne medioaren kontzentrazioa, gernu primarioaren konposizioa eta kontzentrazioa eta uzkieko kontzentrazioa neurtu zaizkio.

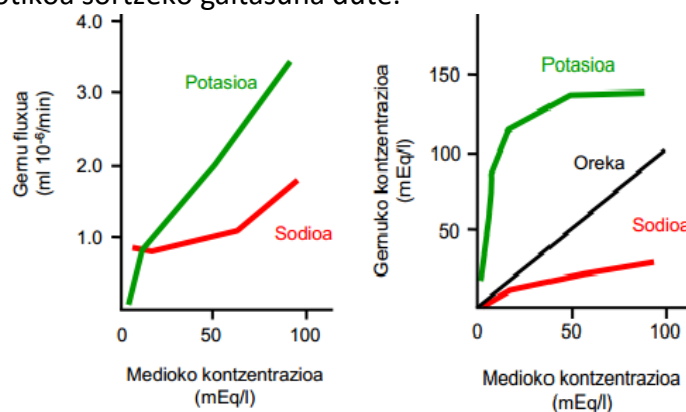
Ikusten denez, barne medioa eta gernu primarioa (Malpighi tubuluetan ekoiztua) isosmotikoak dira, hau da, biek 171 Eq ClNa-ko kontzentrazioa dute. Sekrezioz sortutako gernu primarioa denez, oso prozesu selektiboa izango da, non solutu konkretuak garraiatzen diren. Solutu batzuen kontzentrazioa ugariagoa izango da gernuan hemolinfan baino, eta banaketa nahiko asimetrikoa agertuko da gernu eta barne medioaren artean (KONPOSIZIOAREN ALDETIK). Kontzentrazioaren aldetik ez da aldaketa asko ematen, ura osmosiz pasatzen delako eta nahiko antzekoak izango direlako.

Orain arte kontzentrazioak berdinak direla ikusi dugu, orain konposizioa begiratu dugu. Ioi eta azido uriko kontzentrazio ezberdinak ditugu hemolifan eta gernu primarioan (batez ere K^+ eta az urikoa), honekin ondorioztatu dezakegu bai azido uriko bai K^+ aktiboki sekretatzen direla, gernuan oso kontzentratuak baitaude. Era berean, sodio kontzentratuago dago hemolinfan eta diluituago gernuan (potasioak eragindako gradiente elektrikoak bere aurka egiten duelako eta oztopatzen du bere garraioa). Azkenik kloroaren kontzentrazioa berdintsua da hemolinfan, zein plasman.

Lehen aipatu dugun moduan, asimetria honek sekrezio bidez sortutako gernua dela ondorioztatzen eramaten gaitu. Beste modu bat jakiteko ea gernua sekrezio bidez sortu den, inulinaren frogak litzateke: animalari inulina injektatu eta gernuan agertuko ez balitz, sekrezio bidezko eraketa izango litzateke, inulina ez baita aktiboki sekretatzen.

Uzki edukia barne medioa baino kontzentratuago dago, barne medioarekiko hiperosmotikoa den gernua daukagu, seguraski ur bolumen handiak bixurgatu direlako.

Animalia hauek ur eskasira moldatuta egongo dira, eta horregatik, gernu hiperosmotikoa sortzeko gaitasuna dute.



Grafiko hauetan erakusten da bi intsektuei eginiko esperimenteren emaitzak. Frogatu nahi da, K^+ da sekrezioaren erantzule nagusia dena:

Medioan zenbat eta $[K^+]$ altuagoa izan \rightarrow gernu fluxua asko emendatzen da. $[Na^+]$ ren kasuan, kontzentrazio altutan agertzen denean, eskuragarri egotekotan eta K^+ gutxi badago, bai emendatzen dela gernu-fluxua baina ez hainbeste.

Gernuan potasio kontzentrazio altua ageri da $[K^+]$ altuko medioetan. Ordea, nahiz eta $[Na^+]$ altuak jarri medioan, sodioa nahiko diluituta agertuko da gernuan. Ondorioz, sekrezioaren erantzulea potasioa da dudarik gabe. Sodioa soilik pasiboki bixurgatzen da.

Ikusiko bagenu odol indizea, edozein balioetarako, gernuan beti agertuko da potasio gehiago barne medioan baino. Na^+ kasuan, aldiz, gutxiago egongo da gernuan linfa baino.

Garraiorako mekanismo guztiak bi ponparen menpe: **protoi ponpa** eta **sodio potasio ponpa**. Ponpa hauek gradienteak sortzen dituzte.

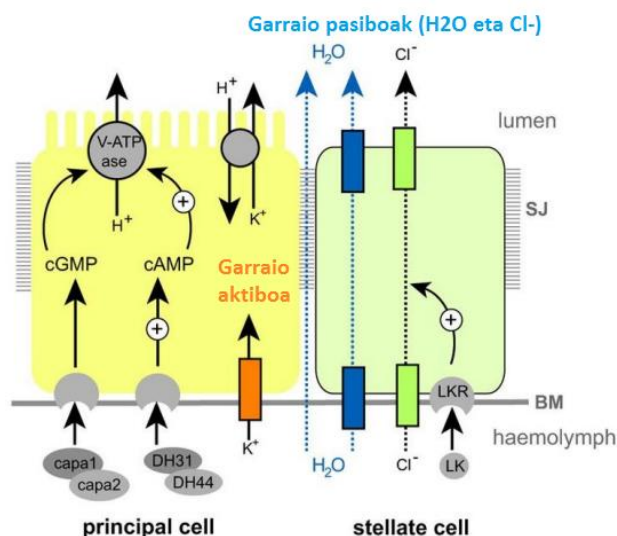
Na/K ponpak potasioa zelulan kontzentratuko du eta ATPasak protoiak kanporatuko ditu (bi mugimenduak AKTIBOKI)

Protoi ponpa: hauek Malpighi tubuletako zelula laguntzaileetan daude; alde apikalean, hodiaren barnealderantz orientatuta. Zelulek protoiak ponpatzen dituzte lumenara eta horren ondorioz gradiente bat sortuko dute, zeluletara sartzeko joera izango dute protoiek. Orduan, potasioak, protoien sartzeko joeraz baliatu antiporte baten bidez aterako da lumenara.

Ondoren, potasioaren gradiente horri esker, kloro eta uraren garraio pasiboak emango dira lumenerantz.

Era honetan, kanpoaldea positiboki kargatua geratuko da $[K^+]$ ren kontzentrazioaren igoera dela eta, Cl^- eta uraren garraio pasiboa emango da lumenerantz eta Na^+ ren mugimendua oztopatuko da.

Ura osmosi bidez pasako da eta horregatik gernu eta linfa kontzentrazioa berdina izango da (EZ KONPOSIZIOA).



4.6. Taula. *Schistocerca gregaria* otiaren datuak.

	[osmotikoa] Eq ClNa	Na^+ mEq/l	K^+ mEq/l	Cl^- mEq/l
Hemolinfa	214	108	11	115
Gernu primarioa (Malpighi)	226	20	139	95
g. primarioa/o	1.06	0.18	12.6	0.82
Uzki edukia Dieta urtsua	433	1	22	5
Uzki edukia Dieta gazia	989	405	241	695



Esperimentu batean basamortuko matxinsaltoaren (*Schistocerca gregaria*), gernu ekoizpena neurtu zitzaion bi kontzentrazio baldintzetan, dietaren arabera: dieta urtsu eta dieta gazi (gatz asko) batekin.

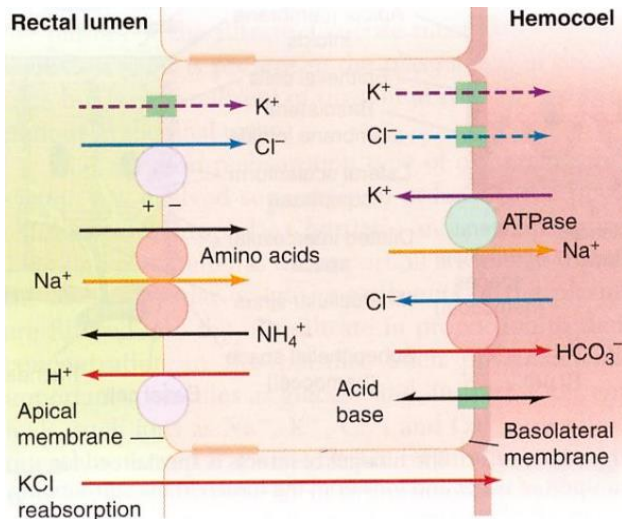
Basamortuetako baldintzetara moldatuta dagoen animalia denez ur galera minimoak izateko mekanismoak edukiko ditu, horietako bat gernu hiperosmotikoaren ekoizpena esaterako. Egoera normalean duen gernu primarioa ikusten badugu, K^+ 5 aldiz kontzentratuago dago gernuan, Na^+ , aldiz, 5 aldiz diluituago. Inulina ez da agertuko, gogoratu sekrezioz ez dela azaltzen.

Hauek dira balioak egoera normal batean, baina zer gertatuko da dieta motaren arabera?

- Ur eduki altuko dietan, **dieta urtsuan**, ur eskuragarritasun altua duenean, bikoiztu egiten da gernuaren kontzentrazioa. Baina ioien kontzentrazioak (Na^+ , K^+ , Cl^-) asko murrizten dira. Beraz, kasu honetan, ioien birxurgapenak garrantzia du ezin ditu gatzak galdu horregatik oso kontzentrazio txikian kanporatzen ditu, eta, horrez gain, beste substantziaren bat kontzentratu beharko du gernu primarioaren kontzentrazioa bikoizteko. Nahiz eta gatz gutxi kanporatu, gernu hiperosmotikoa kanporatzen jarraituko du.
- **Dieta gazian**, non ur eskuragarritasuna txikia den, gernua barne medioa baino 5 aldiz kontzentratuago dago. Kasu honetan Na^+ , K^+ , Cl^- ioiak izango dira gernua kontzentratzearen eragile, dietan soberan hartuko dituelako, medioan soberan baitaude. Hemen, batez ere ura birxurgatuko da, ur galera izango baitu arazo nagusia. Hala ere, ioien sekrezio aktiboa ere emango da, izan ere, ur birxurgapena bakarrik emango balitz, ioi guztiak gernu primarioa baino 5 aldiz kontzentratuagoak egon beharko lirateke, eta ioi guztien kontzentrazioa berdin emendatu behar izango zen, eta ez da horrela.

Animalia hauek gernua eraenduko edo kontrolatuko dute, gernu iragaizpena eta uzkiko ioi eta gatzaren birxurgapena baldintzen arabera.

Hona hemen intsektuetan, gernu primarioa sortu ondoren, uzki partean gertatzen diren birxurgapen eta sekrezio prozesu garrantzitsuenak.



Behin gernu primarioa ekoiztuta, tarteko hodira doa eta uzki papiletan ura birxurgatzen da eta urarekin batera, beste zenbait substantzia. Tarte honetan bihurtuko da gernua hiperosmOtiko.

Mugimendu pasiboak: - - - - - ➔

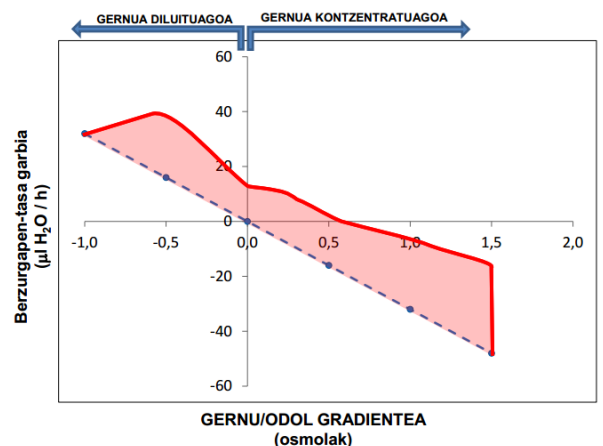
Mugimendu aktiboak: ➔

Na/K ponpa gradientearen eragilea da, honek sodio guztia hemozelera barneratzen du, lumeneko (hodi barneko) sodioa zelulara sartzea bultzatuz. Indar nagusia Na^+ gradientea da, eta hori aprobetxatuz, beste

substantzia asko mugitzen dira, (aminoazidoak eta kloroa esaterako). Zenbait kogarraiatzaile ere egongo dira beharren arabera, baina indar eragile nagusia sodioa izango da.

Grafika honek *Schistocerca gregaria*-ren uzkiek gertatzen den ur birxurgapen tasa erakusten digu barne medioko kontzentrazio osmotiko ezberdinen aurrean.

Gogoratu ura beti osmosis mugitzen dela, pasiboki, inoiz ez aktiboki. Orduan, nola da posible barne medioa, gernua baino diluituago egonda, ura xurgatzea? Nola erakartzen du ura?



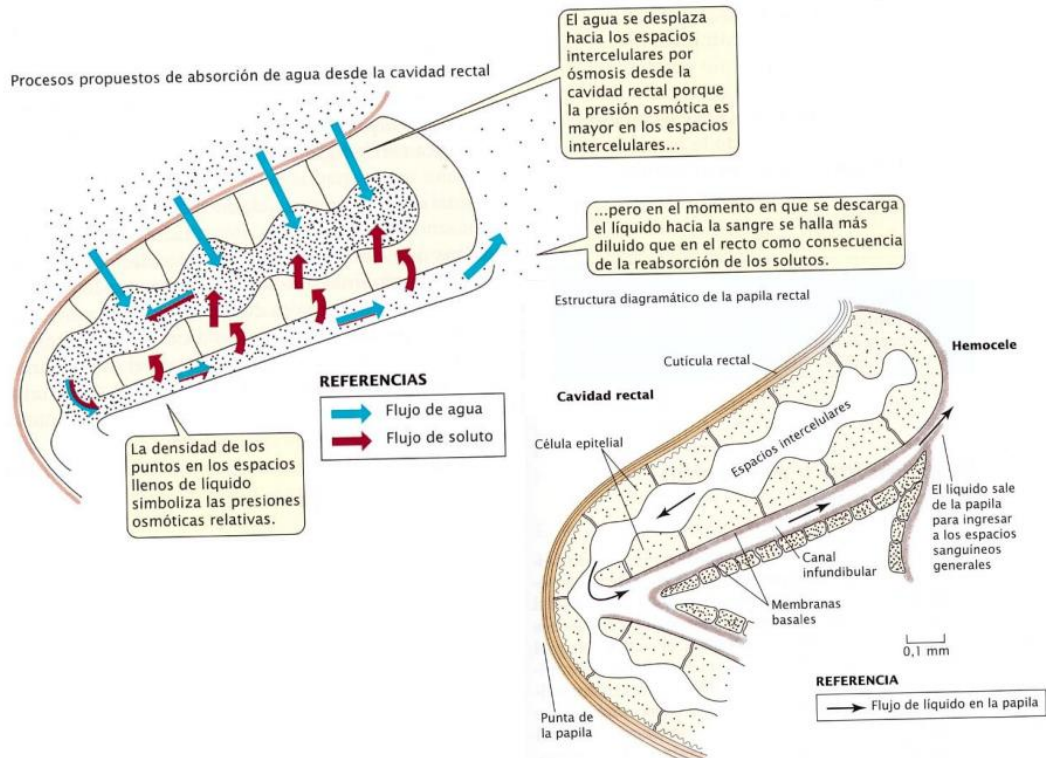
Grafika behatzen badugu, ezker aldean gernua diluituago dago; barne medioa baino 1000 mOsm baino diluituago, konkretuki. Zergatik diluituago, balio negatiboak ematen direlako: $g/o < 0 \rightarrow$ Gernua diluituago dago, beraz, ura, osmosis birxurgatu egingo da, odolera pasaz.

Eskuin aldean, aldiz, kontrakoa ematen da $g/o > 0 \rightarrow$ Gernua kontzentratuago dago, beraz, uraren birxurgapen tasa garbia negatiboa izango da. Ur galera emango da, ura osmosis gernura pasatuko delako.

Gernua kontzentratuagoa dagoenean, ura odoletik gernura joango litzateke, lege fisikoak jarraituta (tarteko marra urdina). Aitzitik, grafikoan ikus dezakegunez, behatutako balioak (lerro gorria) esperotakoak (tarteko lerroa), baino altuagoak dira. Gernua, odola baino 500 mOsm baino kontzentrazioa handiago duenerarte, ura birxurgatzen da gradientearen kontra, eta, gainera, ur birxurgapen altuak ematen dira. $g/o = 0$ deneko puntuan, non ez den uraren berxurgapenik eman behar, ura berxurgatzen jarraitzen da.

Horrela lortzen dute animalia hauek gernu hiperosmotikoa. Baina nola da posible hau betetzea? Nola liteke printzipio fisikoen kontra, gradientearen aurka ura birxurgatzen jarraitzea? **Gatz tranpei esker.**

Uzki papilen gatz tranpak



Gernua malpighi tubuloan sortzen da sekrezio bidez, baina gernu hiperosmotikoa sortzeko gune garrantzitsua Malpighi tubuluetak bukaerako tarte izango da, uzkian, **gatz-tranpak** deituriko egituren laguntzarekin. Espeziearen arabera, metatzen den gatzia sodioa edo potasioa izan daiteke.

Kanal infundibularren eta barne medioaren artean gune bat dago, gune interzelularra, zelula epitelialez inguratuta, gatz tranpa. Gune isolatu honetan, gatzak kontzentratuko dira, Na^+ edo K^+ , zelula epitelialen ponpalketa aktiboaren bitartez. Ondorioz, eskrezio-hodia baino kontzentratuago bihurtuko da gune edo medio hori eta ura, osmosi bidez, garraiotuko da kanal isolatu honetara.

Gatz tranpetako ur eta gatz nahaste horrek hemozelerako, barne mediorako irteera bide bat dauka, kanal infundibularra, eta honek, barne medioko ura erakarriko luke modu berean, baina irudiko lerro marroiak erakusten duen bezala, irteera hau urarekiko iragazgaitza da. Honen ondorioz, likidoak kanala zeharkatzen duen heinean zelulek gatzen xuegapan aktiboa burutuko dute, geroago berriz gune interzeñularrera aktiboki kanporatu eta prozesua berriz emateko. Gainera, gatz ez gain beste hondakinak bueltatzen dira gunera.

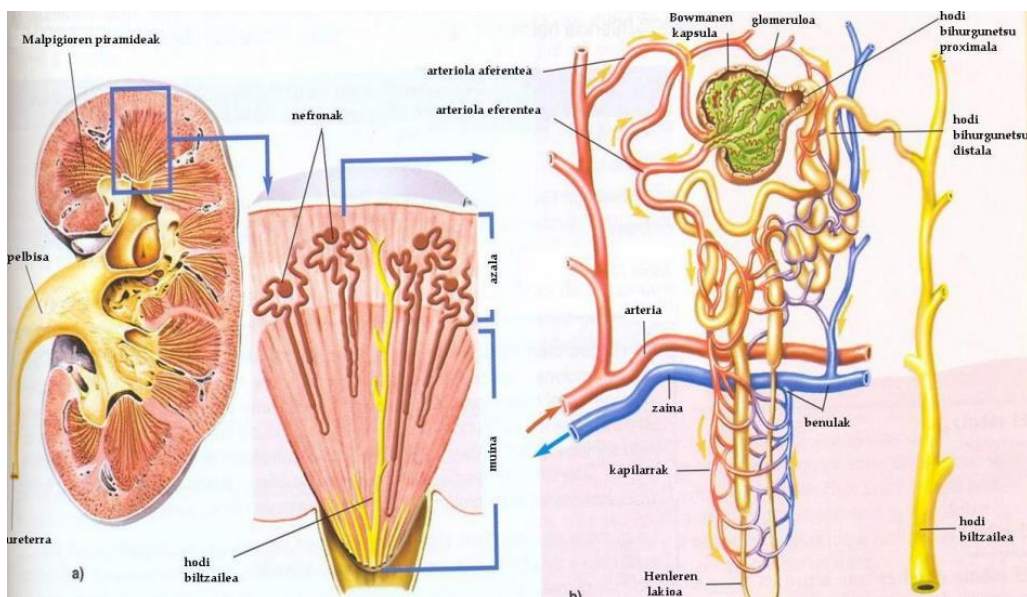
Modu honetan oso ur kantitate altua berreskuratzen da. Hala ere ez da ur guztia plasmara bueltatzen, baina oso likido gutxi geratzen denez, azkenean gernu oso hiperosmotikoa kanporatzen da (kasu batzutan barne medioa baino 10 aldiz kontzentratuagoa).

4. NEFRONA

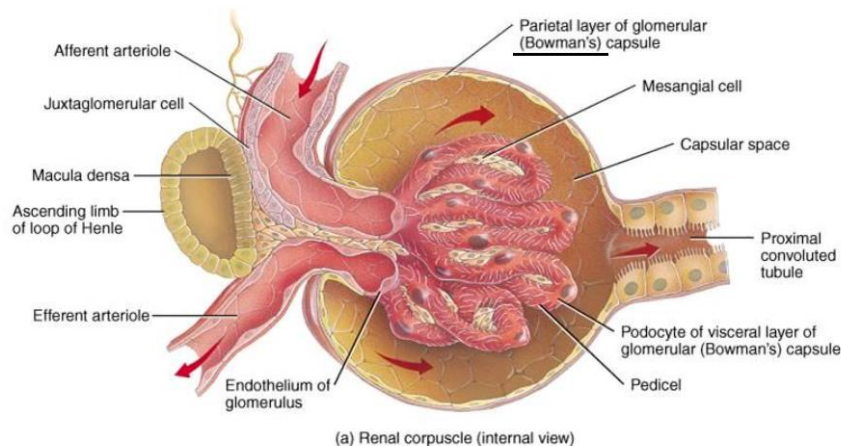
Nefronak eskrezio unitate estrukturalak dira, giltzurrunean taldekatuta agertzen direnak. Giltzurrunaren kanpoaldean azaleko guinea egongo da, azpian muina. Ornodun guztietan azaltzen den nefrona mota eta kantitatea ez da berdina; baina, estrukturari dagokionez, guztiak dituzte hurrengo atal nagusiak:

- **Gune proximala**, non Bowman kapsula (non gernu primarioa iragazten den, bertan kapilareak baitaude) dagoen eta ultrairagazketa ematen den. Parte honetan ematen da ura, aminoazido eta glukasaren birxuragapen gehiena.
- **Tarteko hodia**, ugaztun eta hegaztietan Henleren bihurguneak osatzen du atal hau. Guztiz beharrezkoa gernu hiperosmotikoa ekoizteko. (nahiz eta juxtu hemen ez ekoiztu, honek gernua prestatzen du geroago hiperosmotiko bihurtzeko)
- **Hodi distala**, hodi kolektorearekin konektatzen da non nefrona ezberdinen edukina elkartuko den, azkenean guztia gernuan kanporatzeko.

Giltzurrun mailan, nefronaren alde proximala eta distala azalean agertuko da eta bestea, Henleren lakioa, muinean sartuta. Lakio hauek hodi biltzailearekiko paralelo kokatuko dira, hau ere muinean dagoelarik. Oso egitura baskularizatuak dira, etengabe plasmarekin kontaktuan.

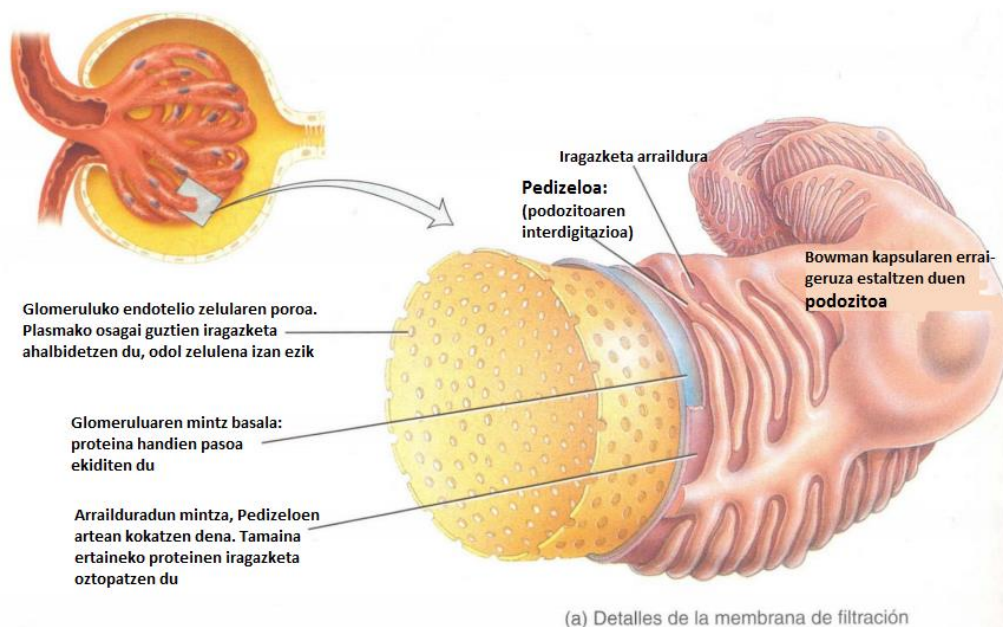


Henleren lakioa gernu hiperosmotikoa ekoizteko sortu zen, ur ekonomiarekin lotuta dago (hegazti eta ugaztunetan agertu da, endotermiarekin lotuta). Horretarako, lehen esan dugun moduan, beharrezkoa da Henleren lakioa muinean barneratuta egotea eta hodi biltzailearekiko paralelo kokatuta egotea. Zenbat eta luzeagoa izan Henleren lakioa, gernu hiperosmotikoagoa ekoizteko gaitasuna izango du.



Bowmanen kapsularen barruan, glomeruluan, oso arteria iragazkorak egongo dira, gorputzeko beste edozein tokitan agertu daitezkeen kapilarrak baino askoz iragazkorragoak. Hiru geruza agertuko dira:

- Lehenengo geruza poroduna izango da ea plasmako edo odoleko konposatu guztiek zeharkatu ahal izango dute, odol zelulek izan ezik. odoleko konposatu guztiak zeharkatzen dute, odol zelulak izan ezik.
- Bigarren geruzak, xafla basala deiturikoa, proteina handien iragazketa ekidingo du.
- Azkeneko geruzak, pedizeloak, proteina ertainak oztopatuko ditu.



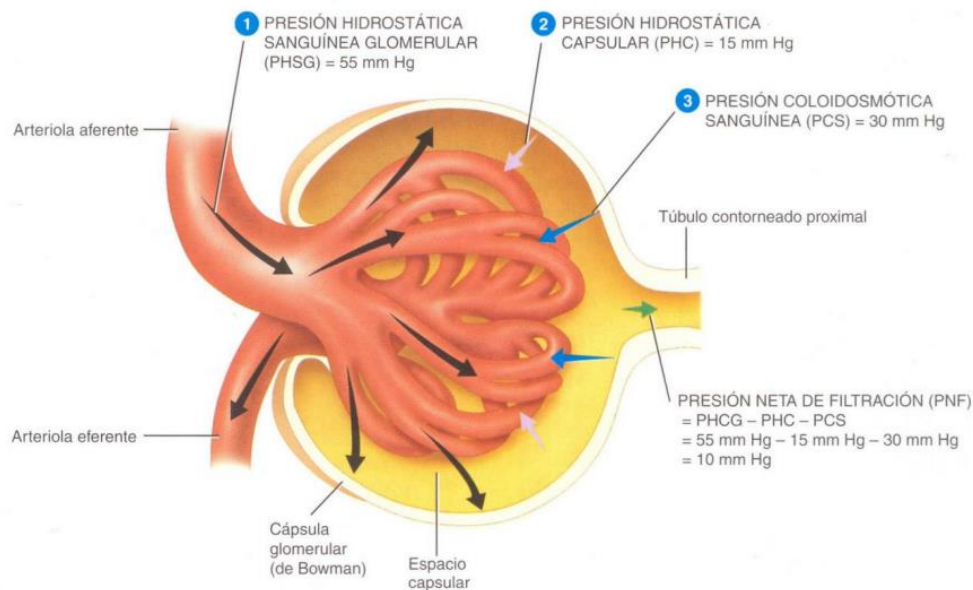
Iragazketa Bowman-en kapsulan gertatzen da eta hodi proximaletik bidea jarraituko du.

Iragazketa glomerularra emateko bi presio beharrezkoak dira: presio hidrostatikoa eta presio koloidosmotikoa. Iragazketaren norabidearen erantzuleak dira.

- **Presio hidrostatikoa:** glomerulutik kanporanzko, irteteko, indarra eragiten du.

Bowmanen kapsulan barneratzen den arteriola, arteriola aferentea izango da. Arteriola honen barruko odolak 55mmHg ko presioa egingo du kanpora, kapsulara. Bowmaneko gune kapsularreko likidoak, ordea, arteriola aferentearen aurkako, 15mmHg-ko, presio hidrostatikoa egingo du.

Handiagoa da arteriolak dakarren presioa, Bowmanen kapsularen likidoak egiten duen presioa baino. Beraz, balantze netoa $55 - 15 = 40 \text{ mmHg}$ -ko presioa, odola arteriolatik kanpora bultzatzen duena, izango da.



- **Presio koloidosmotikoa:** lehen bi geruzetan iragazi ez diren proteinek eta odoleko molekulak sortzen duten presoari deritzo. Koloide hauen metaketaren ondorioz, ura erakarriko dute odolodotik hodirantz, barrurantz, presio hidrostatikoaren aurka, alegia.

Bowmaneko gune kapsularreko likidoak ez ditu proteina ez molekula handirik, beraz, izango dugun presio koloidosmotiko bakarra arteriola barruko odoleko molekulak arteriola barrurantz egiten duten presioa izango da (30mm Hg).

Guztira, presio netoa = $40 \text{ mm Hg} - 30 \text{ mm Hg} = 10 \text{ mm Hg}$

10mm Hg-ko presioaren eraginez likidoa arteriolarik Bowmanen gune kapsularrera kanporatuko da. Presio txikia izango da, baina irazten den plasma kopurua oso handia,

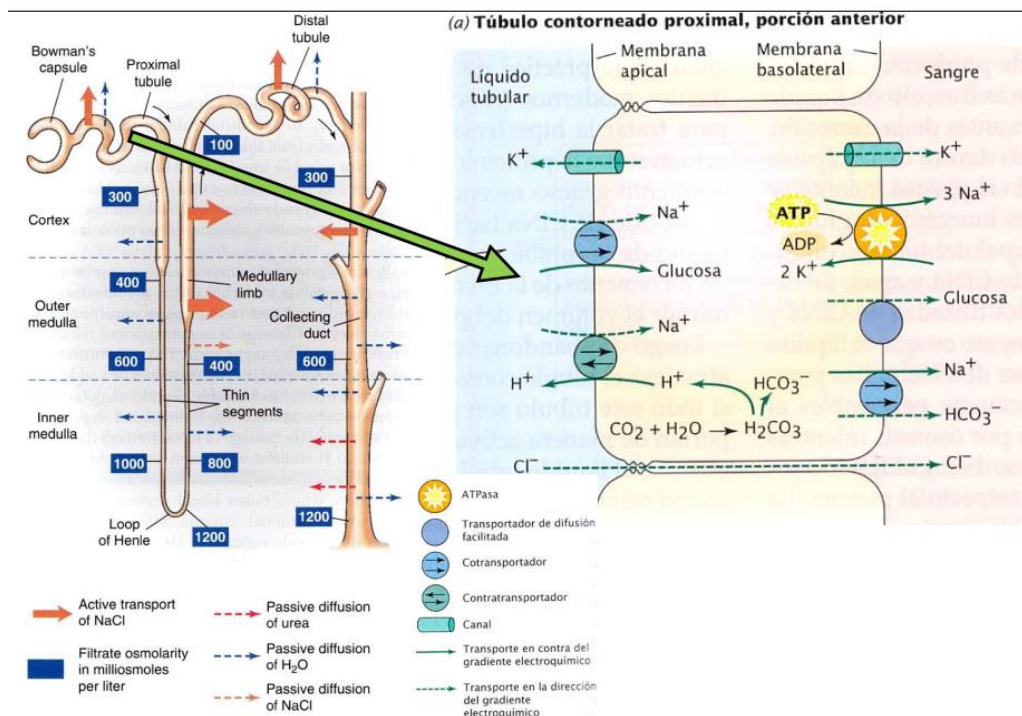
etengabeko prozesua delako. Gizakian, adibidez, egunero 100 L baino gehiago iraitzen dira.

Presioa eragiten diren aldaketek eragin oso handia eduki dezakete iraitzeta prozesuan, adibidez, hipotentsio batek arteriola aferenteko odol presio hidrostatikoa murrizten du.

Ugatzunen nefronaren atal desberdineko fluxuak

Ugatzunen nefronaren atal desberdinetan gertatzen diren NaCl, ur eta urearen fluxuek gerneraren konposaketa baldintzatzen dute:

Hodi proximeleko garraio prozesuak:



Behin gerneru primarioa sortuta, birxurgapen eta sekrezio prozesuak ematen dira. Gatzen mugimenduak atiboak izango dira: sodioa birxurgatuko da eta uraren birxurgapen pasiboa horrekin batera. Sortzen den gerneru primarioaren 3/4-ak alde proximalean birxurgatzen dira. Hemen iragazitakoaren %75a berxurgatzen da. Hala ere, gatzak eta ura modu berean berxurgatzen direnez, gerneru bolumena asko jaisten da, baina kontzentrazioa berdin mantenduz.

Sodio potasio ponpa izango da birxurgapen horretan erantzule nagusia eta, zelulen alde batean, ATP gastuarekin, birxurgapenerako behar diren indarrak eragingo ditu. Na/K ponpak aktiboki kanporatzen du sodioa odolera eta sodioak sartzeko joera izango duenez, gradiente hori aprobetxatuz, beste gatzen mugimendu pasiboak emango dira:

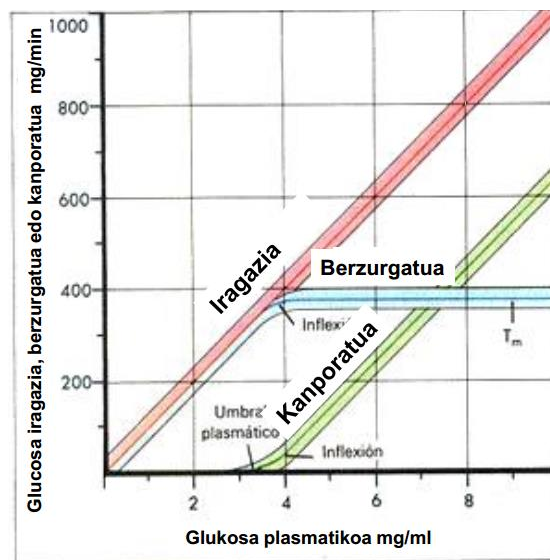
- Kloroa (sodioak eragindako gradiente elektrikoagatik)
- Aminoazido eta proteina txikiak

Modu sinportean ere igaro daiteke sodioa glukosarekin batera, edo antiportean protoiekin batera.

Glukosa (zelula barruan, Na/K ponpak eraginda sodio defizit bat dagoenez, sodioa likido tubularretik zelula barrura sartzeko joera izango du, eta sodioaren sartzeko tendentzia hori aprobetxatuz, glukosa ere zelula barrura sartuko da, eta, ondoren, hemendik odolera pasiboki kanporatu).

Glukosa oinarritzko osagaia da, eta ezin da gernuan alferrik galdu, horregatik **berxurgatu beharra dago**.

Iragazten den glukosa kantitateak erlazio lineala mantentzen du plasman dagoen glukosa kantitatearekin. Berxurgatzen den glukosa kantitatea, ordea, iragazitakoaren berdina da [glu] txikitan, baina erlazio zuzen hau saturatu egiten da (berxurgapen tasa maximoa 400mg/ml) hortik gora ez dagoelako hainbeste glukosa birxurgatzeko bezainbeste garraiatzailerik. Garraiatzailerik ez dagoenez glukosa hau ezingo da berxurgatu eta, beraz, kanporatuko da.

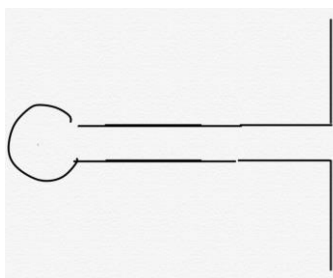
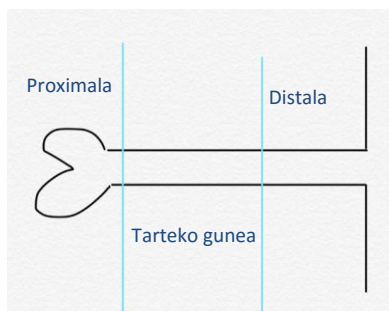


Hala ere, normalean ez da hain kontzentrazio altutan egotera heltzen; 2mg/ml inguru izaten da glukosa plasmatikokoaren kontzentrazio ohikoa.

Gatz hauen birxurgatzeak uraren birxurgapen pasiboa ekarriko du.

Henle bihurtgunearen garrantzia

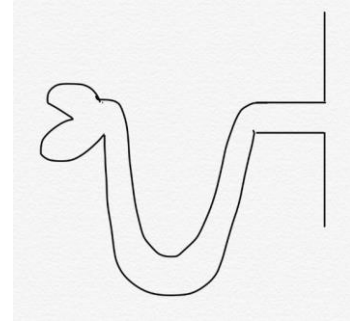
Nefrona sinple baten irudia honakoa litzateke:



Hau, aldiz, Eraentzaile hiperosmotiko baten nefronaren irudikapena litzateke. Ez gute glomerulorik, ur edukinerako ez baitaude garatuta.

Akenik, tarteko gunea garatuta duen nefrona dugu (Henle hodia), ugaztun eta hegaztiekin dutena. Henle bihurgune horrek gerneru hiperosmotikoa sortzeko gaitasuna ematen dio animalari, nahiz eta bihurgunean bertan ez sortu gerneru hiperosmotikorik.

Guztiz erlazionatuta dago ur ekonomia eta endoteriarekin.



Orain ikusiko dugun gerneru hiperosmotikoa hau sortzeko ematen diren prozesuak:

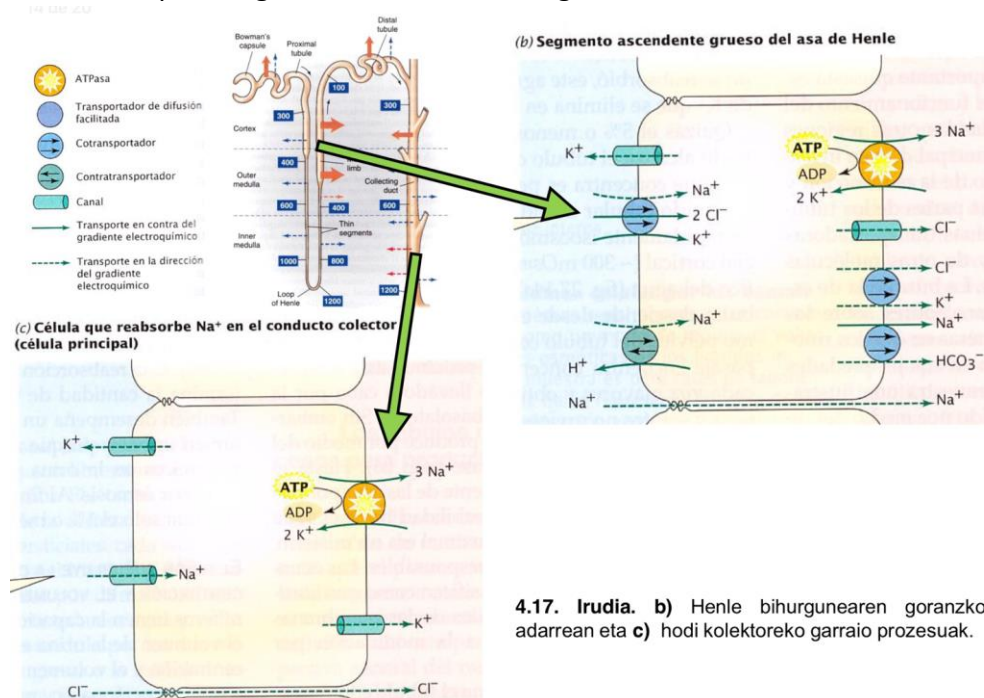
- Henle bihurgunearen goranzko adarrean ematen diren prozesuak:

Garrantzitsuenak Na^+ eta Cl^- birxurgapenak dira, beste helburu batekin. Birxurgapena hauek eman ahal izateko gradiente sodio potasio ponpek eratzen dute. Sodio plasmara pasatuko da gradiente bat eratuz, berarekin kloroa eramango du, sodio kloro potasio kogarraiatzaile bat erabilita. Nahiz eta aurrekoan, hodi proximala, gatzak xurgatu diren, aurrekoan birxurgatzen den gehiengoa glukosa eta aminoazidoak dira; horregatik oraindik bihurgune honetan gatzak geratzen dire xurgatzeko.

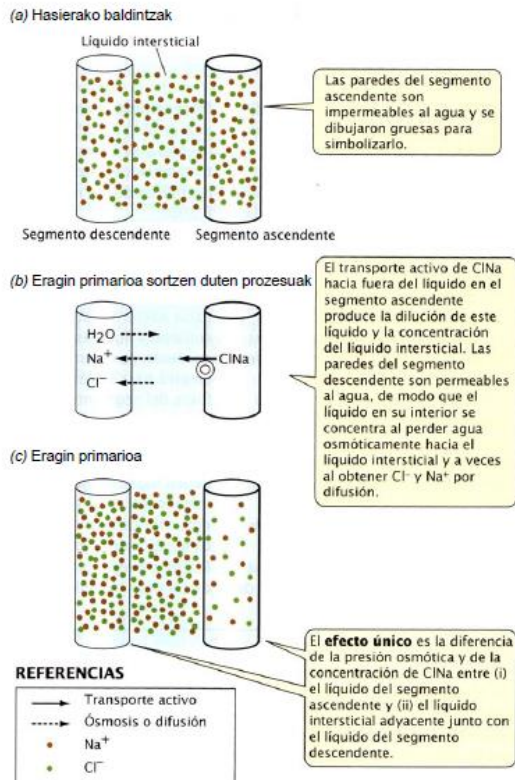
Gatz mugimendu hauekin batera ez da ur mugimendurik agertzen, Henle bihurgunearen goranzko adarra urarekiko iragazkaitza baita. Datu hau garrantzitsua da, ondoren gradiente hau erabilita gerneru hiperosmotikoa ekoizteko gaitasuna azalduko delako. Fase honetan soilik gatzak birxurgatuko dira.

Hodi kolektorean ere birxurgapen prozesuak gertatu daitezke (ur birxurgapena soilik aztertuko dugun arren), hemen ere gradientearen eragile Na/K ponpa izanik.

Hasieran konposatu garrantzitsuenak birxurgatuko dira.



Azaleratik muinera goazen heinean, gradiente bat sortuko da, oso garrantzitsua izango dena geroago gerru hiperosmotikoa ekoiztu ahal izateko. Horretarako bi prozesu garrantzitsu eman beharko dira: **eragin primarioa** eta **korronte kontrako biderketa prozesua**. .



ERAGIN PRIMARIOA:

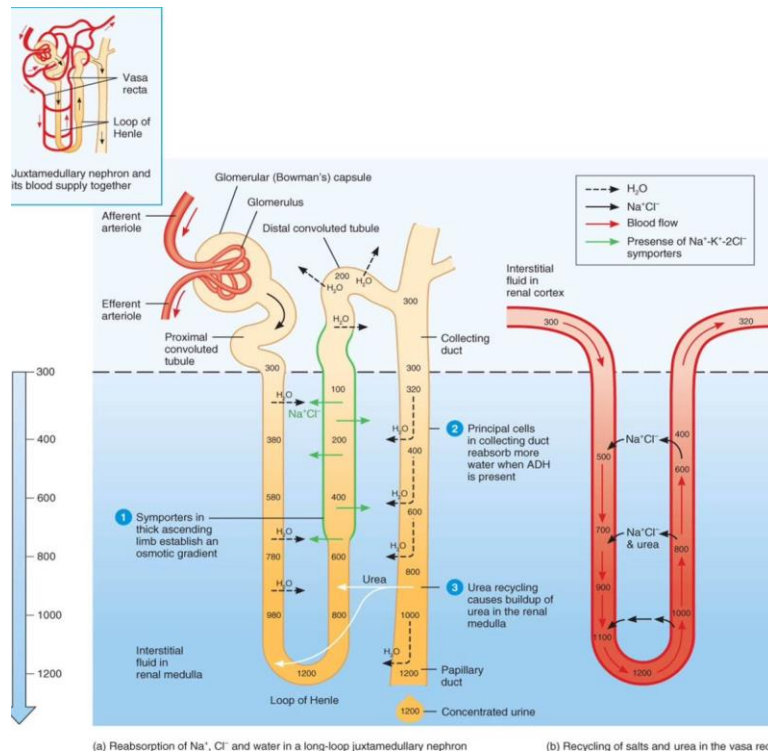
Henleren bihurgunearen goranzko adarrean Na⁺ eta Cl⁻ kanporatzen dira aktiboki 200 mOsm diferentzia lortu arte. Honek gradiente diferentzia bat eragiten du, hodiaren barnealde eta kanpo medioaren artean. Baina, nola sortzen da?

Henle bihurgunearen goranzko adarraren pareta urarekiko iragazgaitza izango da, orduan, NaCl kanporaketa **aktibo** bat ematen da gune interstizialera, eta ez denez uraren mugimendurik emango **barne likidoaren diluzioa eta likido interstizialaren kontzentrazioaren emendapena** emango da.

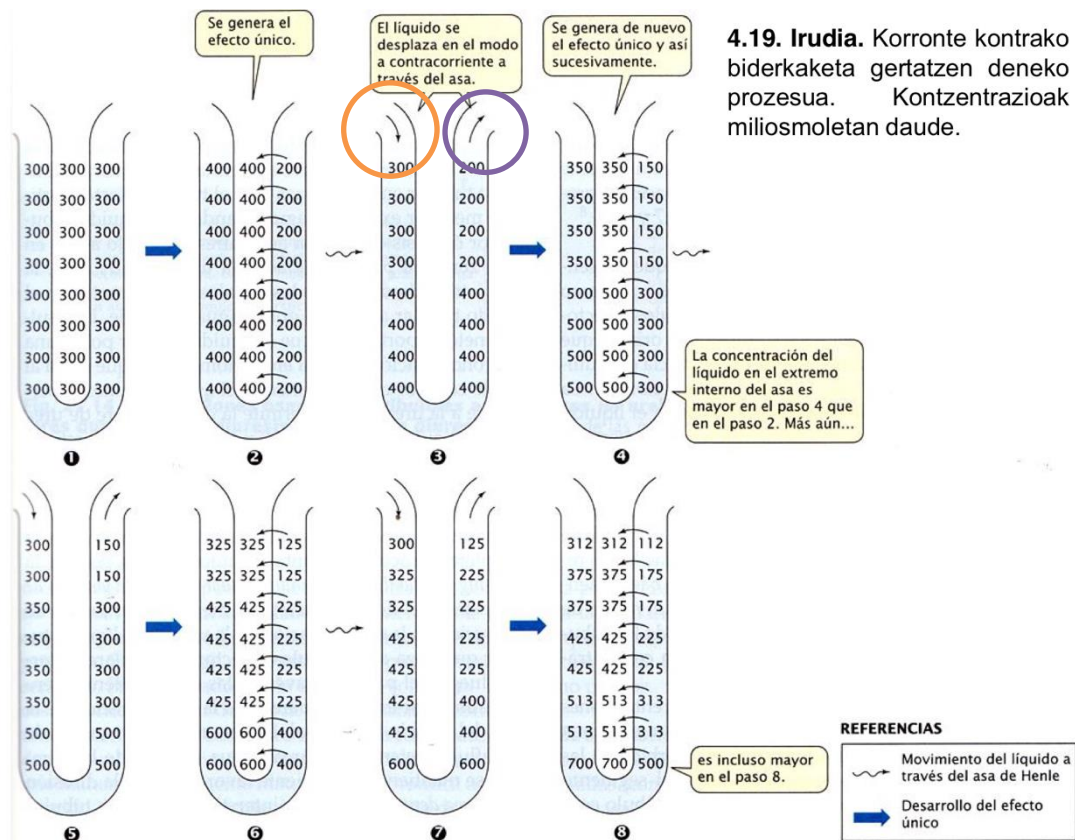
Beheranzko adarraren pareta, ordea, urarekiko iragazkorra da, beraz, kanpo medioa

kontzentratuago egonik, barne likidoko ura difusioz gune interstizialera joango da, eta, goranzko adarrak kanporatutako gatzak, Na⁺ eta Cl⁻, barneratuko ditu osmosiaren eraginez (kontzentratuago dagoen mediotik, interstizialetik, diluituago dagoen mediora, beheranzko adarrera), kanpo eta barne kontzentrazioak berdindu nahian.

Beraz, azkeneko emaitza, presio osmotiko diferentzia bat ezartzen dela, BETI 200 mOsm-koa INOIZ EZ HANDIAGOA, goranzko adarraren likidoaren eta aldameneko likido interstizialaren artean, beheranzko adarraren likidoarekin batera.



KORRANTE KONTRAKO BIDERKETA PROZESUA (PAUSOZ PAUSO):



1-2 Aurretik azaldutako eragin primarioaren sortzen da, eta honen ondorioz, beheranzko adarratik doan likidoa eta likido interstiziala, goranzko adarratik doan likidoa baino kontzentratuagoak egongo dira.

3 Gernu berria (diluituagoa eta Bowman kapsulatik datorrena), etengabe sartuko da Henleren beheranzko adarrera, eta gernu berri honek gernu kontzentratuagoa bultzatuko du (nahastu gabe) giltzurrun muinerantz, hau da, goranzko adarrera (goranzko muinetik berriro ere solutuak aktiboki ponpatuko dira gradientea sortzeko). Modu honetan, azaletik miunerainoko estratifikazioa sortzen da

4 Berriro ere eragin primarioa sortzen da.

(Gogoratu, beheranzko adarra urarekiko iragazkorra denez, gune interstizialarekin batera aldatuko du bere kontzentrazioa).

Prozesu berdina behin eta berriz errepikatzen da gune interstizialean kontzentrazio gradiente bat sortuko den arte, kontzentrazio altuena bihurgunetik hurbil izango dugularik.

Beraz, zenbat eta adar luzeagoa izan, Henleren bihurgunea muinean sartzen ari den heinean gradiente gehitu egiten da, azaletik muinera.

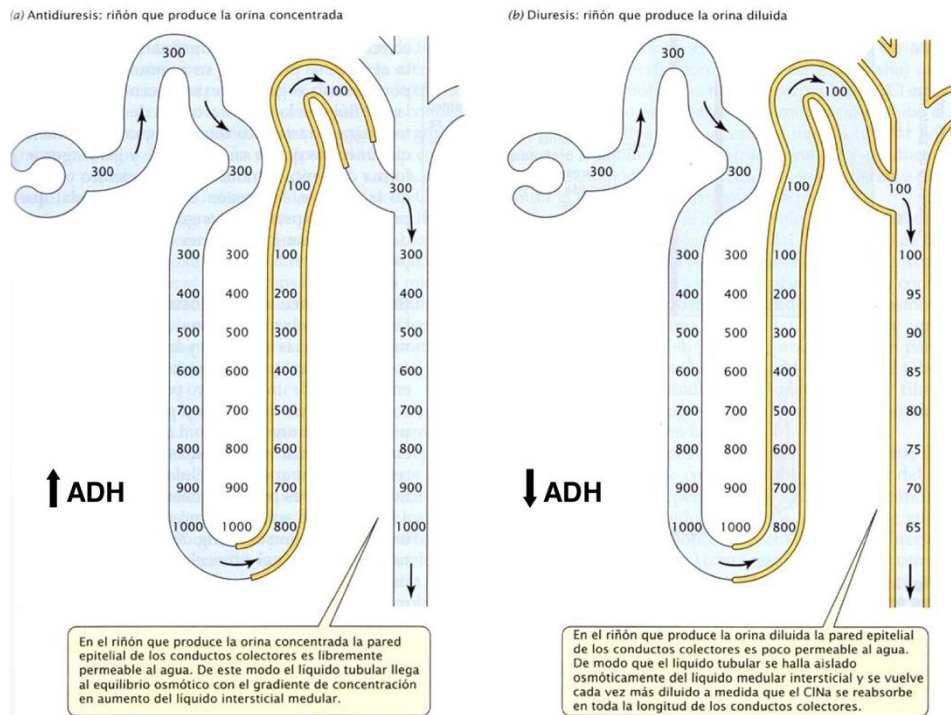
Azkenean (**8**), Henle bihurgunetik ateratzen den likidoa 112mOsm kontzentrazioa dauka. Hots, barne medioa baino diluituago den likido bat aterako da.

Henleren bihurgunean ez da gernu hiperosmotikoa ekoizten, baina eratzen den gradiente hori gako da gernu hiperosmotikoa ekoiztu ahal izateko.

Behin gernua Henle bihurgunetik igaro dela, hodi kolektorera bideratuko da gernu diluitu hau eta HEMEN BAI, GERNU HIPEROSMOTIKOA SORTUKO DA. Hauek dira hodi kolektorean ematen diren prozesuak:

Gernu hiperosmotikoaren ekoizpena.

Hodi kolektoreak urarekiko duen iragazkortasuna hormona antidiuretikoaren (ADH) araberakoa da. Hodi kolektorea hasten den puntuan (azalean) kanpo mediorekiko ia isosmotikoa izango da barne edukina, baina hodia muinerantz barneratzen den heinean, kanpo medioa gero eta kontzentratuagoa egongo da. Hormona antidiuretikoak hodi kolektorearen iragazkortasuna erregulatzen du animaliaaren beharraren arabera.



Irudian horiz gune iragazgaitzak adierazten dira.

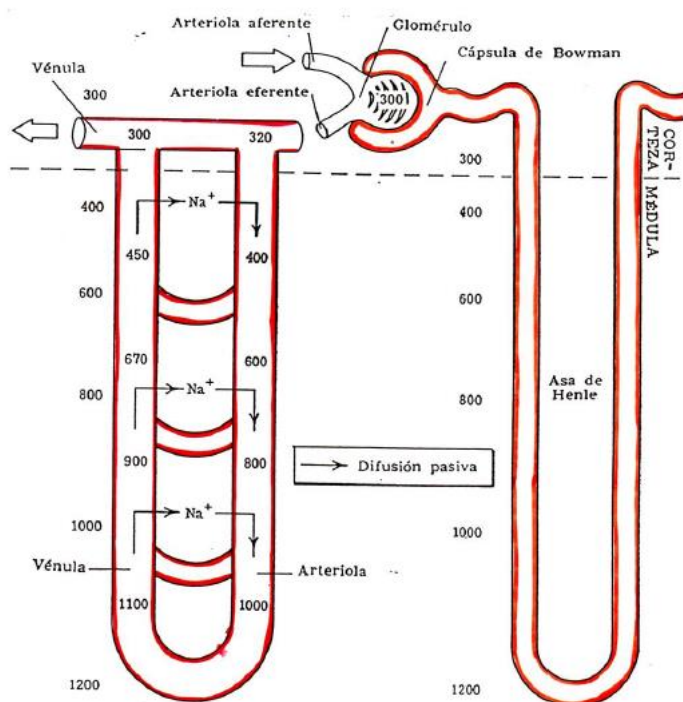
- Hormona antidiuretikoaren kontzentrazioa altua denean, (ezkerreko irudian) hodi kolektorearen iragazkortasuna handitu egiten da. Henleren bihurturaren paraleloa denez, lehen azaldu dugun moduan, gune interstizialeko kontzentrazio gradiente bat ere ezartzen da. Dakigun moduan, Henleren goranzko adarrak aktiboki ponpatzen dituen gatzak medio interstizialera, hodi kolektoren ere, ezarritako gradiente horren eraginez eta, kasu honetan hodi kolektorea iragazkorra denez, gatzak hodi kolektoreira igaroko dira kontzentrazioak berdindu nahian. Honen ondorioz, bertako gertu edo likidoa kontzentratuko da. Normalean ADH igoera hau ur eskasiko edo ur estresen aurreko baldintzetan ematen da, ura ez galtzeko.
- Hormona antidiuretikoaren kontzentrazio baxua denean edo ez dagoenean, (eskuineko irudia), hodi kolektorea urarekiko iragazgaitza da, beraz, kanpoarekiko independente mantenduko da, nahiz eta goranzko Henleren adarrak aktiboki gatzak ponpatu. Honen emaitza, gertu diluitu bat izango da.

Hodi kolektorean, birxurgatzen diren ur bolumenak nefronaren lehen atalarekin konparatuta txikiagoak dira, baina batez ere ur ekonomian gertu hiperosmotikoa ekoizteko gaitasuna oso garrantzitsua da.

Sistema honek arazo txiki bat dauka. Hodi kolektorea, urarekiko iragazkorra denean, ura gune interstizialera ponpatzen badu, goranzko adarrak sortutako gatz kontzentrazio hori gune interstizialean diluituta geratu litzateke eta ez legoke gradienterik. Gainera, ur hori ezin da gune interstizialean geratu, animalio beharrezko dugulako (adibidez,

zirkulazio sisteman). Beraz, ura zirkulazio sistemara pasa beharko da hau ekiditeko, zelulak erabili dezaten eta gradientea mantentzeko. Honetaz, giltzurruneko *vasa recta* arduratuko da.

Vasa recta:



Henleren bihurgunearen ingurunean agertzen diren kapilareak dira, azaletik muinera kokatzen direnak. Beraien funtzio nagusia gune interstizialeko ura giltzurrunetik ateratzea eta barne mediora eramatea izango da, gradientea mantentzearen eta ur hori erabiltzearen.

Vasa recta-tik igarotzen den odola Bowman kapsulatik pasa berri den odola da, hots ultrairagazketa pairatu berri duena. Odol hau Henlen

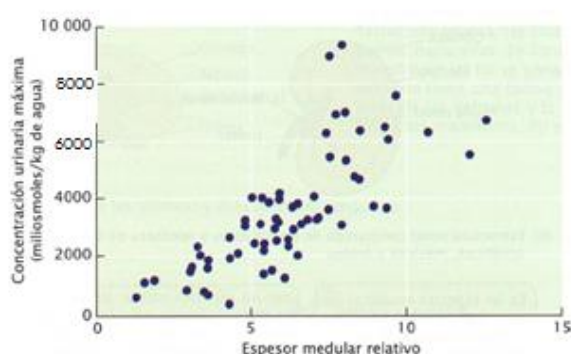
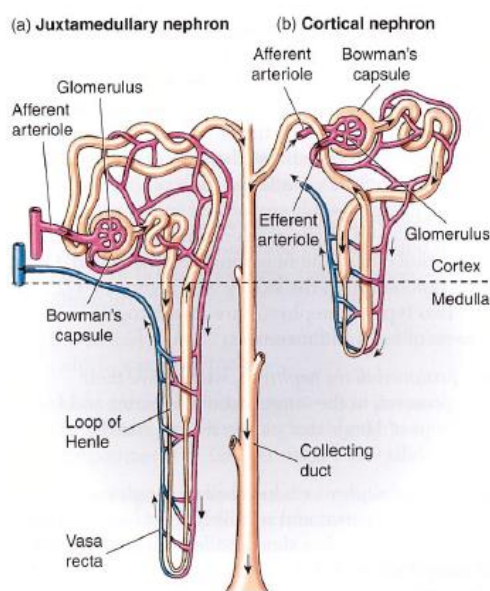
bihurgunea inguratzen duten kapilareetara joango da:

- Lehenengo beherantz doan heinean, odola kontzentratuko da, ura galduko baitu.
- Gero gorantz doan heinean kontzentratuago dagoenez ura erakartzen du odolera eta beherantz zihoanean lortutako gatzak kanporatzen ditu, berriz diluituz. Ura odolera barneratzeaz gain, gune interstizialeko gunea kontzentratua mantentzen laguntzen du, ur hori xurgatuz.

Henleren lakioa ugaztun eta hegaztietan soilik agertzen da, horregatik daukate gernu hiperosmotikoa sortzeko gaitasuna. Hala ere, gernu hiperosmotikoaren balioa ez da bera izango ugaztun edo hegazti guztietan, eta faktore batzuen arabera izango da: zenbat eta nefrona luzeagoak izan, orduan eta hiperosmotikoagoak izango dira, sortuko den gradientea handiagoa delako. Nefronaren sakonera muinak baldintzatzen du. Hau dela eta bi motako nefrona egongo dira, Animaliaaren beharraren arabera desberdinak direnak:

- **Nefrona kortikalak** laburra dira
- **Nefrona juxtamendularra** luzeak (gernu hiperosmotikoagoa eratzeko gai)

*Biak batera agertu daitezke proportzio ezberdinetan animalia motaren arabera.



Grafikoan nefrona motaren eta gernu hiperosmotikoa ekoizteko gaitasunaren arteko erlazioa adierazten da. Muinean zeharreko sakontasuna emendatzen doan heinean, gernuaren kontzentrazioa igo egiten da. Erlazioa lineala da gorabehera batzuekin. Kasu maximoetan 10.00mM arte kontzentratu daiteke gernua. Gernu fluxu oso txikia izango da ur eskuragarritasun oso txikia duten animalietan. Ur eskuragarritasun handiko animaliek ez dute horren beharrik eta beraz ez dute hainbesteko sakontasuna izango giltzurrunetan.

Animalia	Muinaren sakonera	% bihurgune luzeak	Gernuaren kont. (mOsm/l)
Arkumea	1.3	0	520
Txerria	1.6	3	1100
Gizakia	3	14	1400
Katua	4.8	100	3100
Arratoia	10.7	100	5000

Taula honetan erlazionatzen dira animali ezberdinek gernu hiperosmotikoa ekoizteko duten gaitasuna eta beraien giltzurrun muinaren sakonera. "%bihurgune luzeak" nefrona juxtamendular kopura adierazten du. Muinaren sakonera eta % bihurguneak animalia motaren arabera aldatzen da. Hau animalia bakoitzak ura eskuratzeko duen beharraren arabera izango da.

Katuan eta arratoian adibidez, nefrona guztiak juxtamedularrak dira.

Gernuaren kontzentrazioa ez da beti taulan agertzen dena; izan ere, ur asko edatekotan, gernua diluitua izango da.

Henleren bihurgunea hegaztiak eta ugaztunak daukate. Baina, hala ere, intsektuak dituzten uzki papilei esker ekoiztu dezakete gernu hiperosmotikoa baita.