

EXCRECIÓ: L'APARELL URINARI

El metabolisme cel·lular i, en especial, el catabolisme, porten a la formació de certes substàncies tòxiques les quals, si s'acumulesen en la cèl·lula, li produirien la mort. Per aquesta raó, aquestes substàncies han de sortir de la cèl·lula i ser expulsades a l'exterior de l'organisme. Les principals substàncies de rebuig del catabolisme (productes d'excreció cel·lular) són el CO_2 , H_2O , certes sals minerals i diferents productes nitrogenats orgànics que provenen del catabolisme de les proteïnes i que constitueixen els principals productes tòxics d'excreció dels vertebrats: amoníac, urea i àcid úric.

Les funcions excretors són realitzades per diferents òrgans i aparells:

Pulmons - - - - - CO_2
Glàndules sudorícoles - - - - - Suor
Fetge (Ap. digestiu) - - - - - Pigments biliars
Aparell excretor (ronyons) - - - Orina

La connexió entre les cèl·lules i l'exterior es realitza per mitjà de l'aparell circulatori. L'aparell excretor, del qual els ronyons són els representants essencials en l'espècie humana, és el conjunt d'òrgans que té com a missió:

1. Retirar els productes d'excreció cel·lular del medi intern i expulsar-los a l'exterior.
2. Regular el volum i composició dels líquids interns extracel·lulars. L'excreció també comporta un sistema regulador de les condicions del medi intern, ja que determina la quantitat d'aigua i de sals que hi ha en el cos en cada moment. L'excreció és fonamental per l'homeòstasi, ja que ajusta l'eliminació de manera adequada per a mantenir la constància de les condicions internes.

Els productes del metabolisme

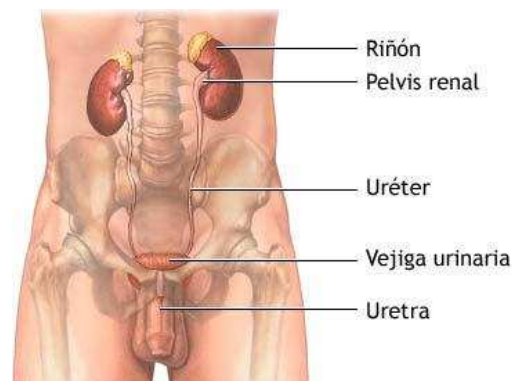
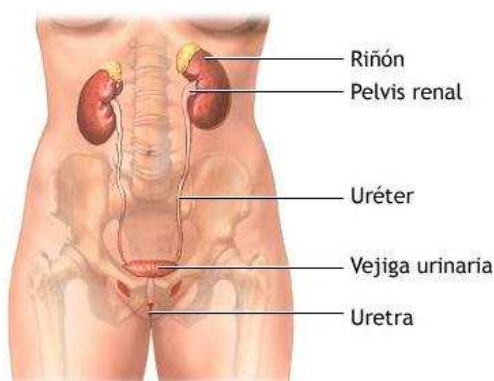
Les cèl·lules necessiten nutrients i oxigen per a obtenir energia. També degraden constituents de les mateixes cèl·lules que han de ser substituïts per uns altres que elles mateixes sintetitzen. Aquesta activitat implica entre altres coses una sèrie de reaccions químiques d'oxidació. L'oxidació dels monosacàrids, àcids grassos i aminoàcids, etc., donen com a resultat CO_2 , urea, aigua, etc. La quantitat d'aquest productes en els diferents medis corporals (plasma, limfa, líquids tissulars...) ha de ser regulada, compensant la producció amb la eliminació.

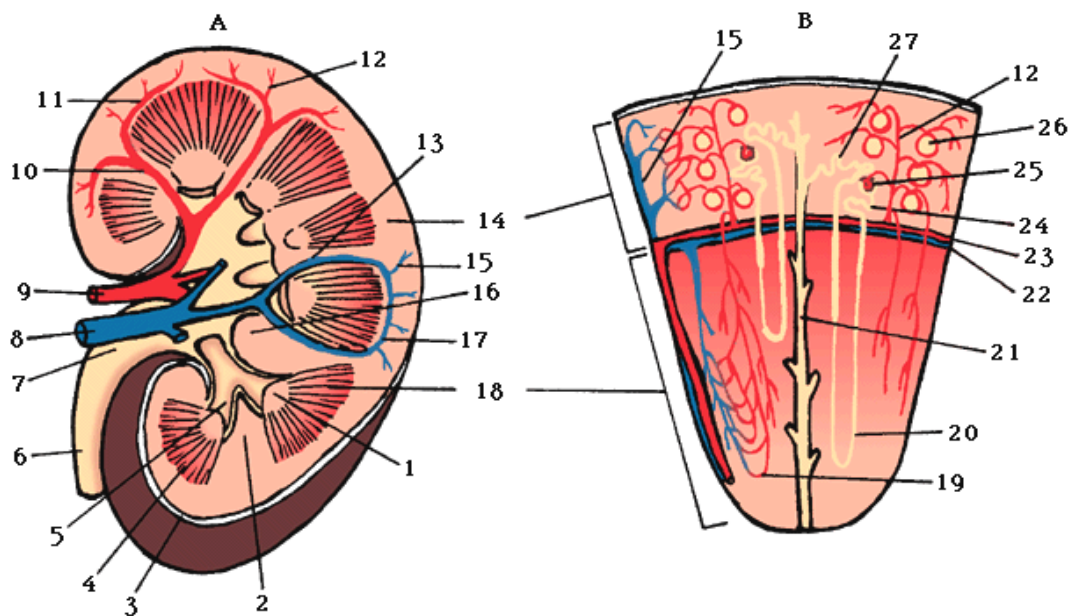
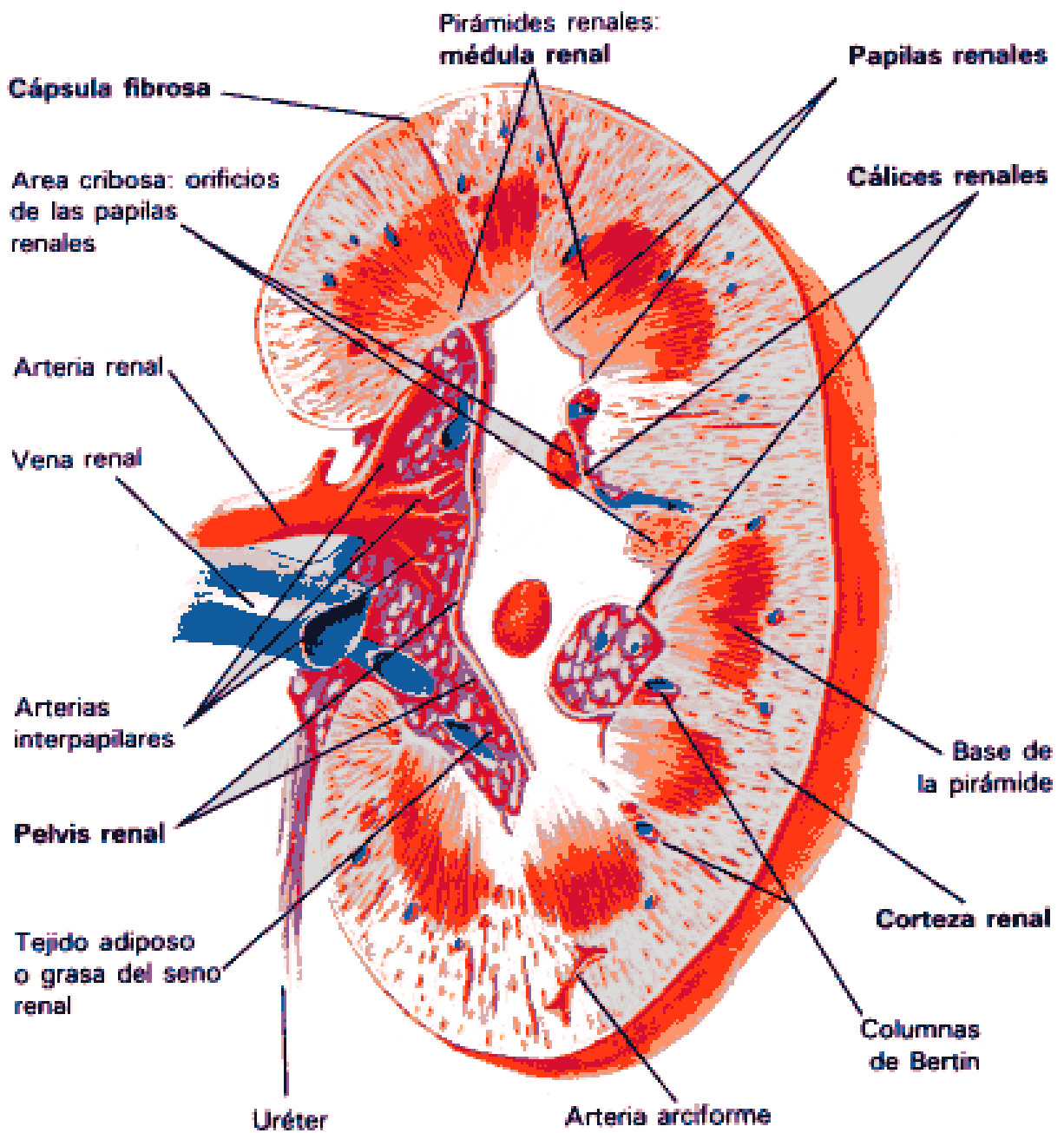
Els CO_2 i una petita part de l'aigua surten del medi intern gràcies als pulmons. La urea, àcid úric, aigua i altres productes, com per exemple medicaments, s'han d'eliminar a través de l'aparell excretor.

Estructura de l'aparell urinari o excretor

L'aparell excretor està constituït pels ronyons, que s'encarreguen de formar l'orina, i per les vies urinàries, que l'emmagatzemen i condueixen fins a l'exterior del cos.

Els **ronyons** són dos òrgans parells, situats a la cavitat abdominal, a l'altura de les vèrtebres lumbars, amb forma de fesol rogenç. La seva funció és la filtració de la sang i la formació de l'orina. Es tracta d'uns òrgans molt irrigats. Per la concavitat interna o hil de cada ronyó entra l'artèria renal i surt la vena renal. Els ronyons estan revestits per una coberta de cèl·lules adiposes. A sobre de cada ronyó es troben les càpsules suprarenals, amb funció endocrina (secreció d'adrenalina).





Una secció longitudinal del ronyó permet veure les següents capes:

- **Càpsula renal:** capa externa constituïda de teixit conjuntiu fibrós molt resistent.
- **Zona cortical:** forma una capa contínua sota la càpsula i a intervals regulars emet prolongacions cap a l'interior anomenades columnes renals. Presenta un aspecte granulós.
- **Zona medul·lar:** capa de naturalesa estriada dividida per les columnes renals en sectors anomenats piràmides renals. Està formada per conductes de diferents calibres.

Les **vies urinàries** són els conductes i cavitats que posen en contacte els ronyons amb l'exterior. Les seves parets estan compostes per una capa epitelial interna, una muscular i una conjuntiva externa.

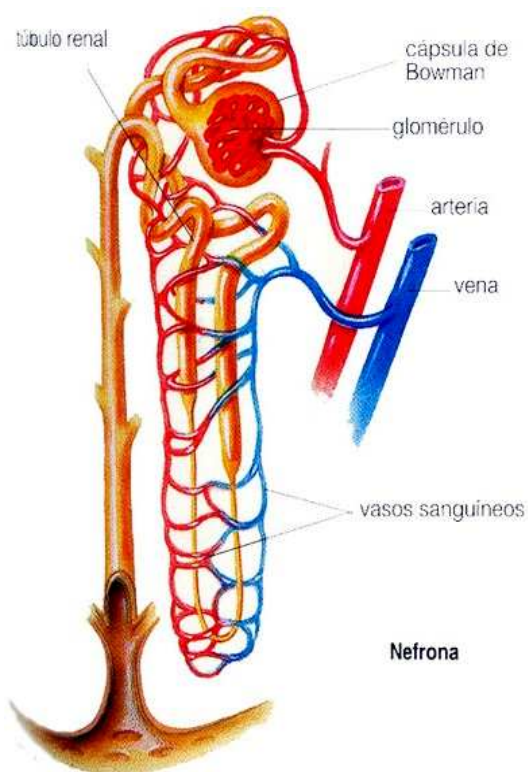
- **Urèters:** conductes originats en la pelvis renal i que desemboquen a la bufeta urinària.
- **Bufeta urinària:** bossa dilatada situada a la base de la cavitat abdominal. La seva capacitat en estat normal és de 350 mL, però les seves parets es distenen fins a contenir gairebé 2 L d'orina.
- **Uretra:** conducte que porta l'orina des de la bufeta a l'exterior. En la dona és de uns 6 cm i és independent de la vagina. En els homes és de 15 cm i recorre l'interior del penis. Al començament de la uretra hi ha un esfínter muscular que controla la sortida de l'orina (micció).

Fisiologia de l'excreció: el nefró

La formació de l'orina és deguda a els nefrons, unitats funcionals del ronyó, on té lloc el bescanvi de substàncies entre el ronyó i la sang. Cada ronyó conté aproximadament un milió de nefrons. El nefró consta de :

- Glomèrul
- Capil·lars peritubulars
- Càpsula de Bowman
- Túbul urinífer: proximal, nansa de Henle, distal
- Túbul col·lector

Es tracta d'un túbul llarg, més ample pel seu extrem cec (càpsula de Bowman), envoltada per una xarxa densa de capil·lars (glomèrul de Malpigi) procedents d'una arteriòla aferent per la qual aplega constantment sang, la qual continua per una artèria eferent després d'haver tingut lloc una filtració parcial de la sang. El nefró continua amb el túbul contornejat proximal, la nansa de Henle, que té forma de U, el túbul contornejat distal que desemboca en un dels túbuls col·lector que hi ha a la medul·la renal, els quals desemboquen finalment a la pelvis renal. El glomèrul, càpsula i túbuls flexuosos es troben a l'escorça del ronyó, mentre que la nansa de Henle i els túbuls col·lectors són a la medul·la renal.



Una comparació entre la composició de la sang i de l'orina ens mostra que les concentracions de les substàncies entre una i altra són molt diferents. El fenomen de formació de l'orina consisteix en tres processos: **filtració, reabsorció i secreció**. Aquests processos impliquen els següents mecanismes de transport de les substàncies a través de les cèl·lules que componen el nefró: osmosi, difusió i transport actiu.

Osmosi: és el pas de l'aigua a través d'una membrana semipermeable que separa dos dissolucions de diferent concentració. Aquest pas d'aigua es realitza des de la dissolució més concentrada fins a la menys concentrada per tal d'igualar les concentracions. Es tracta d'un procés passiu que no consumeix energia. *Exemple: L'entrada d'aigua a una cèl·lula quan el medi que envolta la cèl·lula té una concentració més baixa que la de l'interior de la cèl·lula.*

Difusió a través d'una membrana: és el pas d'una substància determinada a través d'una membrana, des de la part on hi ha una concentració més elevada d'aquestes molècules, a la part on la seva concentració és menor. *Exemple: Entrada de glucosa a una cèl·lula (la seva concentració és baixa) des de l'exterior cel·lular, on la concentració és major. Procés passiu sense despesa energètica.*

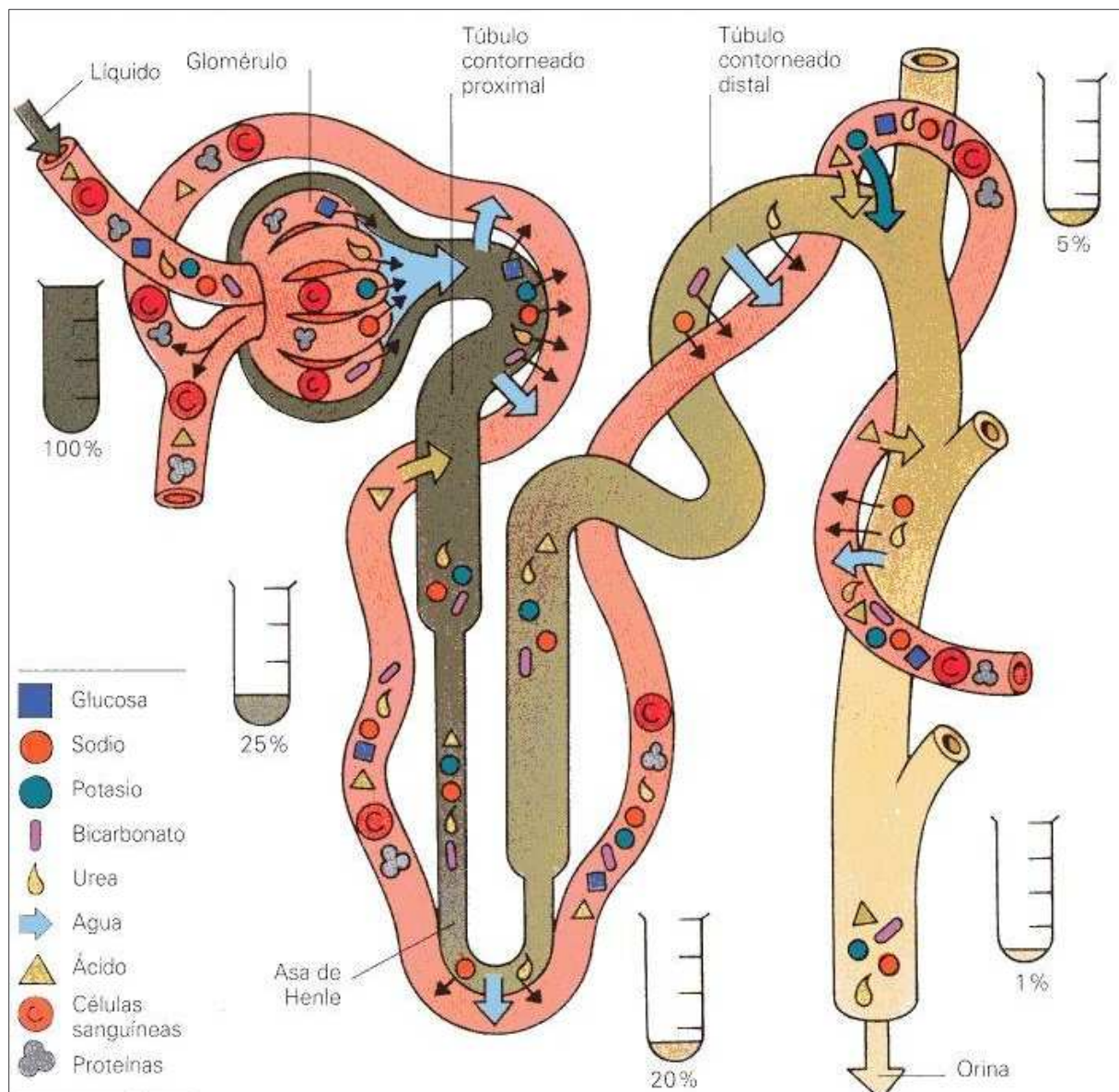
Transport actiu: en aquest cas la substància que travessa la membrana és transportada del lloc on hi ha menys concentració a la part on hi ha més concentració. Hi ha uns transportadors en la membrana cel·lular que són els que bombegen les substàncies a través de la membrana en contra d'un gradient de concentració. Per a que aquest tipus de transport hi tingui lloc cal un aportament d'energia en forma d'ATP. Exemple: Bomba de Na^+ / K^+ . Encara que la concentració de Na^+ és major a l'exterior cel·lular, el transportador continua traient Na^+ fora de la cèl·lula.

L'osmosi, la difusió, el transport actiu i també la diferència de pressió existent entre els capil·lars del glomèrul i la càpsula de Bowman són les causes que fan possible els processos que es donen en la producció de l'orina: filtració, reabsorció i secreció.

Filtració

La filtració té lloc a la càpsula de Bowman i consisteix en el pas del plasma sanguini, no de les cèl·lules, des del capil·lar fins a l'interior de el nefró. Passa tot el plasma excepte les grans macromolècules, essencialment les proteïnes. La filtració és possible gràcies a la diferència de pressió entre els capil·lars glomerulars i la càpsula de Bowman (70 mm Hg / 15 mm Hg).

El líquid filtrat s'anomena **orina primària** i és de composició semblant al plasma. Produïm fins a 180 litres diaris, és a dir, que la sang és filtrada unes 30 vegades cada dia. L'orina definitiva representa un 1 % de l'orina primària; la resta és reabsorbida cap a la sang.



Reabsorció

La reabsorció és el retorn de les substàncies filtrades necessàries per a l'organisme des de l'interior de el nefró cap a la sang dels capil·lars peritubulars. Es produeix al llarg del túbul urinífer, encara que és més intensa en la part proximal que en la distal. També es produeix reabsorció d'aigua en el tub col·lector. Les substàncies reabsorbides són aigua, glucosa, aminoàcids, etc. La quantitat d'aigua absorbida en els túbuls urinífers representa el 99% de l'aigua filtrada en el glomèrul. L'aigua passa des del tub urinífer fins al capil·lar per osmosi.

La glucosa i els aminoàcids es reabsorbeixen quasi en el 100% per processos passius de difusió. S'ha de tenir en compte que pràcticament tota la glucosa i els aminoàcids han sortit de la sang en el procés de filtració; per tant, la seva concentració en la sang dels capil·lars és molt baixa i molt alta en el túbul urinífer, causa que produirà que tornin de nou a la sang. Altres substàncies com el ió Na^+ són retornades majoritàriament per transport actiu en contra d'un gradient de concentració.

Secreció

La secreció és el procés contrari a l'anterior: el pas de substàncies del plasma als túbuls del nefró (principalment a la part distal). Es poden secretar substàncies (ions K^+ , H^+) per processos passius de difusió o mitjançant transport actiu (despesa energètica). La composició de l'orina final és el resultat dels tres processos descrits anteriorment.

Orina = orina primària - reabsorció + secreció

Aquest procés tan complicat estalvia energia a l'organisme i s'assegura d'eliminar tota substància perjudicial. L'orina és un líquid groguenc resultat de l'acció dels ronyons. La seva composició és: H_2O (95 %), sals minerals (2 %) i substàncies orgàniques de rebuig com urea, àcid úric o creatinina (3 %). També es poden trobar altre substàncies, la presència de les quals pot indicar-nos l'existència de determinades malalties (diabetis i glucosa).

	Plasma %	Orina %
Aigua	90-93	95
Proteïnes	7-8	0
Glucosa	0,1	0
Urea	0,03	2
Àcid úric	0,003	0,05
Na^+	0,32	0,35
K^+	0,02	0,15
Ca^{++}	0,008	0,015
Mg^{++}	0,0025	0,006
Cl^-	0,037	0,6
Creatinina	0,001	0,1

Regulació de la producció d'orina

La producció d'orina depèn de les quantitats de substàncies filtrades, reabsorbides i secretades. Els canvis que modifiquen la producció d'orina es fan per **via nerviosa** o per **via hormonal**:

- L'**hormona ADH**, segregada per la hipòfisi, quan hi ha una baixada del volum dels líquids orgànics (ex: diarrea), actua sobre els tubs col·lectors fent-los més permeables a l'aigua i augmentant la reabsorció d'aquesta.
- L'**adrenalina** produeix una constricció més intensa de les arterioles eferents que en les aferents, tot incrementant la filtració. És el que passa quan hom està nerviós. L'**aldosterona** facilita la reabsorció de sodi, i per tant, la retenció de líquids pel cos.
- El **sistema autònom vegetatiu** regula la resistència de les artèries i arterioles i produeix els conseqüents canvis en la filtració i la reabsorció.

Les glàndules sudorípares

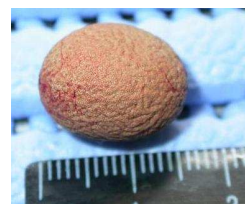
Les glàndules sudorípares són glàndules de secreció externa compostes per un conjunt de túbuls amuntegats, situats a la dermis, i un tub excretor que travessa l'epidermis i desemboca a l'exterior per un porus de la pell. En tenim uns cinc milions disperses per la pell. La substància excretada s'anomena la suor i està constituïda per un 99% d'aigua, sals minerals com NaCl , i substàncies orgàniques com urea, creatinina, àcid úric etc. Es tracta d'una "orina" molt més diluïda. Per terme mitjà s'excreten 600-900 mL de suor, en funció del calor i l'activitat física. La suor té dues funcions: excreció i regulació de la temperatura corporal.

Compos. de la suor en mg/100 ml

Aigua	9.900
Urea	23-46
Àcid làctic	70-160
Sucre	4-40
NaCl	55-480
K^+	14-39
Ca^{++}	21-23

Malalties de l'aparell excretor

Càlculs renals: les sals que circulen pel ronyó en el procés de formació de l'orina poden arribar a precipitar i formar càlculs renals ("pedres") que són molt dolorosos d'expulsar.



Diabetis insípida: quan el ronyó no respon a l'hormona ADH o falta aquesta, es produeix un volum excessiu d'orina que s'anomena diabetis insípida.

Glucosúria: normalment no es troba glucosa a l'orina (glucosúria) ja que és reabsorbida totalment. La diabetis mellitus és causada per una falta d'insulina, hormona segregada pel pàncrees i que regula el nivell de glucosa en sang. En aquesta malaltia el nivell de glucosa en sang augmenta molt i, per tant, passa molta glucosa en el procés de filtració glomerular. Aquesta gran concentració de glucosa als túbuls provoca una disminució de la reabsorció d'aigua; per tant, els diabètics perden molta aigua i glucosa amb l'orina.

Insuficiència renal: quan el ronyó falla completament, o gairebé completament, es forma molt poca orina. Això provoca una concentració elevada de substàncies tòxiques a la sang, fet que pot provocar la mort de la persona. El ronyó artificial és una màquina que fa passar la sang del malalt per un tub format per una membrana semipermeable de cel·lofana envoltada per una dissolució amb una concentració específica i adequada que només permet passar les molècules tòxiques i no deixa passar les substàncies útils. Aquest procés rep el nom d'hemodiàlisi.

Urèmia: augment de la concentració d'urea a la sang per una disminució de la funció renal.

Incontinència (eneuresi): quan la musculatura que forma la bufeta de l'orina es relaxa involuntàriament es produeix la sortida involuntària de l'orina.

Gota: és una malaltia consistent en la deficient eliminació de l'àcid úric, el qual forma dipòsits cristal·lins en les articulacions que produeixen la seva inflamació i forts dolors.

Cistitis: inflamació de la bufeta de l'orina, causada normalment per una infecció microbiana i que produeix molèsties en orinar com miccions freqüents i de poc volum, sensació de dolor, etc.

