

PHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL URINAIRE

I-Introduction :

- Fonction des reins
- Données anatomiques
- Mécanismes de base

II- Filtration glomérulaire :

- Forces responsables de la FG
- Régulation du débit de la FG
- Débit sanguin rénal et fraction de filtration

III- Réabsorption tubulaire :

- Transports transépithéliaux
- Réabsorption active et passive
- Réabsorption de sodium
- Réabsorption de glucose et d'acides aminés
- Seuil rénal de réabsorption
- Réabsorption de PO_4 et Ca
- Réabsorption du Cl^- , H_2O et urée

IV- Sécrétion tubulaire :

- Sécrétion de H^+ , de K^+ et des ions organiques

V- Excrétion de l'urine et clairance plasmatique :

I-Introduction :

La stabilité du milieu intérieur est maintenue en dépit d'échanges incessants entre les cellules et le LEC.

Ceci est le fait de mécanismes de contrôle et de régulation.

Les reins maintiennent l'équilibre hydro électrolytique dans les limites compatibles à la vie malgré les variations que subissent les apports en eau et électrolytes.

Sous le contrôle de mécanismes nerveux et hormonaux ; les reins sont responsables de la détermination du volume, de la composition électrolytique et de l'osmolarité du LEC en variant les quantités dans le plasma et celles retenues dans l'organisme. Ils compensent les variations et ajustent les éliminations de ces substances.

Ils permettent à l'organisme de se débarrasser de tout excès d'eau et d'électrolytes et d'en limiter la perte en cas de manque ; cependant cette compensation est plus facile en cas d'excès qu'en cas d'insuffisance et ce en raison de l'élimination obligatoire quotidienne d'eau dans les urines (0.5l) à cause des nécessités d'épuration de l'organisme. En plus de ce rôle primordial d'équilibre hydroélectrolytique ; les reins constituent la principale voies d'élimination de déchets métaboliques et substances étrangères toxiques.

❖ Enumération des fonctions rénales (Pour le maintien de la stabilité du milieu intérieur**)**

1. Maintien de l'équilibre hydrique
2. Régulation de l'osmolarité des liquides organiques par l'ajustement de l'élimination d'H₂O.
3. Régulation de la quantité et la concentration des ions dans le LEC : Na⁺, K⁺, Cl⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, et H⁺.
4. Maintien du volume plasmatique et régulation de la PA (eau et Na⁺, Cl⁻).
5. Equilibre acido-basique : ajustement de H⁺ et Cl⁻ dans l'urine.
6. Excrétion des déchets métaboliques : urée, acide urique et créatinine.
7. Excrétion et élimination des substances étrangères.
8. Sécrétion de la rénine (aldostérone →Na⁺).
9. Sécrétion de l'érythropoïétine (production de GR).
10. Conversion de la vitamine D en forme active.

❖ Subdivisions vasculaires du néphron :

Le principal élément vasculaire du néphron est le glomérule, formé de capillaires où a lieu la filtration d'environ 20% du plasma qui passe dans la capsule de Bowman, première partie tubulaire. Le glomérule provient de l'artériole afférente, et ses capillaires se rejoignent pour donner lieu à l'artériole efférente par laquelle du sang qui a perdu de l'eau et des substances dissoutes quitte le glomérule. Les artérioles efférentes du glomérule sont les seules de l'organisme qui naissent d'un réseau capillaire, pour se diviser et donner un autre réseau : les capillaires péri tubulaires. Il faut mentionner que dans le capillaire glomérulaire il n'y a pas d'extraction d'oxygène et de nutriment par le tissu rénal, ni de rejet de déchets par celui-ci. Le filtrat contenu dans l'artériole efférente ressemble au plasma sans les protéines.

Se sont les capillaires péri tubulaires qui approvisionnent le tissu rénal et participent aux échanges entre le sang et filtrat glomérulaire pour le transformer en urine.

❖ **Subdivisions tubulaires du néphron :**

- Capsule de Bowman : Partie initiale qui contient le glomérule et dans laquelle a lieu la filtration.
- Tubule contourné proximal : Fait suite à la capsule et est situé entièrement dans le cortex rénal.
- Anse de Henle : s'enfonce dans la médullaire par sa branche descendante pour regagner le cortex par sa branche ascendante dans la région du glomérule du même néphron et en passant entre les artérioles afférente et efférente.
- Tubule contourné distal.
- Tube collecteur.

II-Filtration glomérulaire : C'est la première étape de la formation de l'urine. Il s'agit du passage hors des capillaires dans la capsule de Bowman de l'eau et de substances dissoutes (sans les protéines). L'ensemble des glomérules produit environ 180L/ jour de filtrat (un volume plasmatique moyen de 3L est ainsi filtré 60 fois chaque jour). Sans les phénomènes de réabsorption le corps serait vidé de son plasma en moins de 30 minutes !!.

La membrane glomérulaire que doit traverser le liquide des capillaires glomérulaires à la capsule de Bowman est faite de trois couches (paroi des capillaires, couche de la membrane basale et le feuillet interne de la capsule) et constitue un fin tamis moléculaire empêchant le passage des cellules sanguines et les protéines. Cette filtration est liée nécessairement à une force (pression), il n'y a pas de processus actif dans le passage du filtrat glomérulaire, le phénomène est identique à la filtration dans tous les capillaires sanguins avec cependant des différences caractérisant la filtration glomérulaire :

- La perméabilité des capillaires glomérulaires est beaucoup plus importante.
- Les forces régissant cette filtration permettent sa poursuite tout le long du capillaire.

❖ **Forces intervenant dans la filtration - réabsorption :**

- Pression sanguine du capillaire glomérulaire (PSCG) : 55mmHg
- Pression colloïdale osmotique du plasma(PCO) : 30mmHg
- Pression hydrostatique de la capsule(PHC) : 15mmHg

Ainsi la **pression nette** de la filtration glomérulaire est d'environ **10mmHg**.

❖ **Débit de filtration glomérulaire :DFG :**

20% du plasma entrant dans le glomérule sont normalement filtrés sous l'influence de la pression nette de filtration (PNF) ce qui correspond à un DFG de 125ml/min chez adulte.

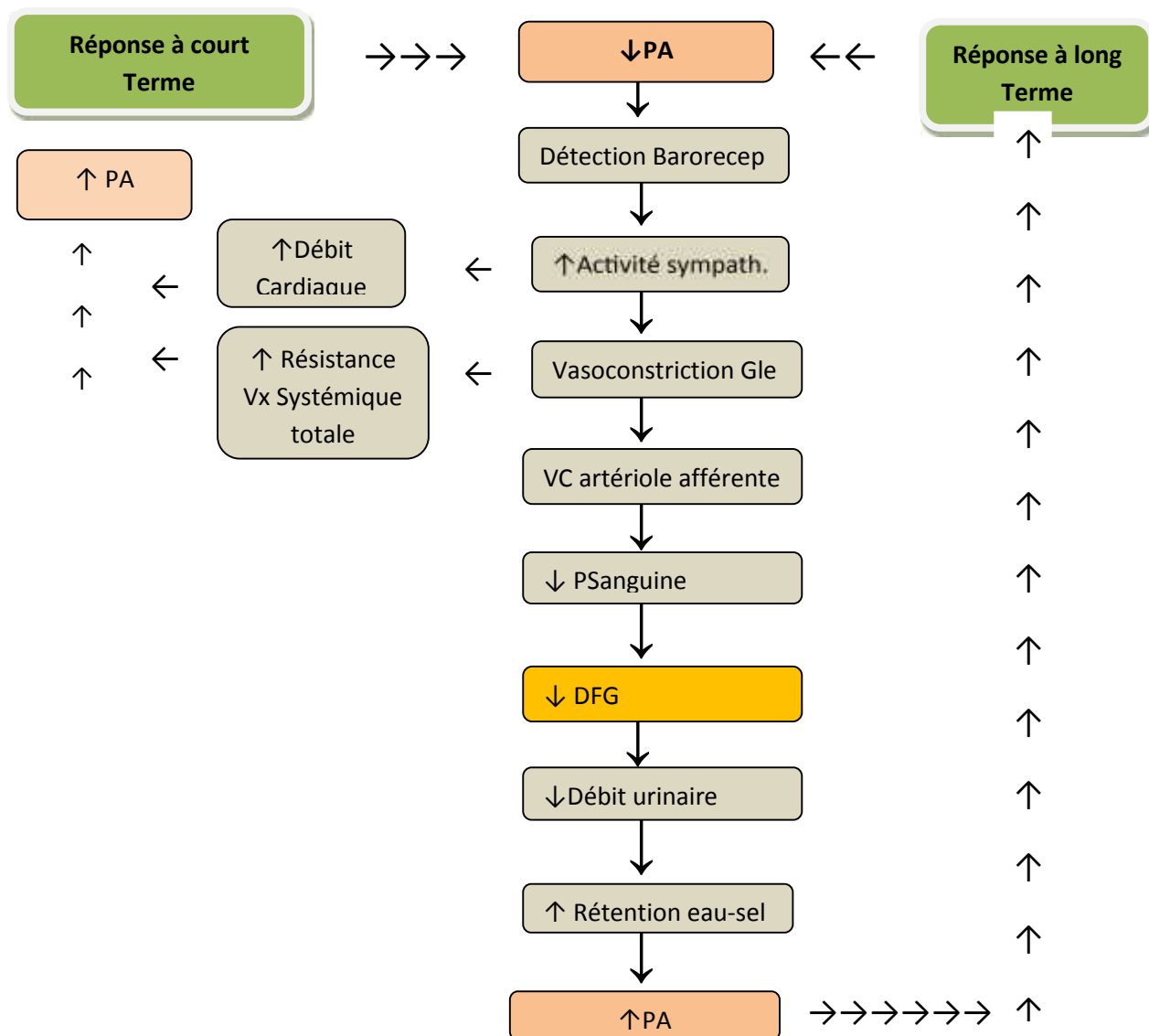
La PNF étant la différence de pression entre le capillaire et la capsule, toute variation de l'une des pressions conduit à une modification du DFG ;

- **Facteurs d'influence et de contrôle du DFG :** Des trois forces intervenant dans la FG, la PCO et la PHC qui s'oppose à la FG ne varient normalement que dans des circonstances pathologiques et ne sont donc pas réglées, alors que la PSCG peut varier de façon contrôlée pour ajuster le DFG aux besoins de l'organisme.

Une diminution de la PCO par baisse de la concentration plasmatique en protéines (Grand brûlé) favorise la FG, alors que la PHC peut augmenter en cas d'obstacle sur les voies urinaires (lithiase et hypertrophie de la prostate).

Les modifications physiologiques du DFG sont dues surtout à la variation de la résistance des artérioles afférentes du glomérule liées à l'activité du système nerveux sympathique.

Adaptation du DFG à la pression artérielle : Reflexe des barorécepteurs



III-Réabsorption tubulaire : C'est le retour dans l'organisme de matériaux essentiels par un transfert Individuel de la lumière du tubule aux capillaires péri-tubulaires.

Contrairement à la filtration (à l'exception des protéines) ; la réabsorption est très sélective. En dehors des protéines le FG est identique au plasma. Les substances et quantités réabsorbées sont déterminées par les besoins de l'organisme en vue d'une composition et volume normaux du milieu intérieur ; de ce fait certains éléments filtrés sont entièrement réabsorbés ou presque vue leur nécessité dans l'organisme, de telles substances ne sont retrouvées dans les urines qu'en cas d'excédent alors que les déchets inutiles et dangereux pour l'organisme sont éliminés dans les urines après leur filtration.

Réabsorption tubulaire sélective de certaines substances filtrées

Substance	Réabsorption(%)	Excrétion urinaire (%)
Eau	99	1
Sodium	99.5	0.5
Glucose	100	0
Urée	50	50

Pour passer de la lumière tubulaire au plasma, une substance réabsorbée doit obligatoirement traverser :

- La membrane apicale, le cytosol et la membrane basolatérale de la cellule tubulaire.
- Diffuser dans le liquide interstitiel péri-tubulaire.
- Franchir la paroi capillaire pour arriver au sang.

La réabsorption peut être active ou passive selon qu'elle nécessite ou non la consommation d'énergie.

Les substances importantes pour l'organisme sont, en général réabsorbées activement. C'est le cas du glucose, les aa, le sodium et d'autres électrolytes comme PO_3 .

Parmi les réabsorptions nécessitant de l'énergie, celle du Na consomme 80% de l'énergie réservée au rein et 70% de cette réabsorption se fait dans le tubule proximal. Elle fait intervenir d'autres facteurs hormonaux (système rénine angiotensine=RAA, le peptide natriurétique auriculaire= ANP) et est responsable d'une réabsorption secondaire et passive d'autres substances et électrolytes (glucose, aa, Cl^- , eau et urée).

Le transport actif étant spécifique ; le maximum de réabsorption est atteint lorsque tous les transporteurs d'une substance sont totalement saturés : **le transport maximal tubulaire= T_m** est la quantité maximale que les cellules tubulaires peuvent transporter (réabsorber) en un temps donné. Toute quantité de substances filtrées en plus du T_m est éliminée dans les urines (à l'exception du Na^+).

IV- Sécrétion tubulaire : La sécrétion, qui se fait dans le sens inverse de la réabsorption est un second mode d'entrée de substances dans le tubule accélérant leur élimination. Tout ce qui arrive au tubule et n'est pas réabsorbé est éliminé dans les urines. Parmi les substances sécrétées par le rein on peut citer : l'hydrogène, le potassium et les cations et anions organiques dont beaucoup sont étrangers à l'organisme : prostaglandines, histamine, noradrénaline, additifs alimentaires, polluants (pesticides), médicaments et d'autres substances sans valeurs nutritive.

V-Excrétion de l'urine et clairance plasmatique :

Sur les 180 litres de filtrat glomérulaire quotidien, 1,5 litres d'urines sont éliminés chaque jour ce qui correspond à un DFG de 125ml/min et un débit urinaire de 1ml/min.

Toute modification, minime soit-elle de la réabsorption aboutit à une importante variation du volume urinaire.

❖ **Clairance rénale :** Est le volume de plasma débarrassé d'une substance par minute.

La substance dont on souhaiterait connaître la clairance peut être :

- 1- Une substance filtrée mais n'est ni réabsorbée ni sécrétée : Dans de telles conditions et si le DFG est de 125ml/min, chaque minute 125ml de plasma sont complètement débarrassés de la substance, on dit que la clairance de la substance = DFG
Mais en pratique il n'y a pas de substance endogène qui ne soit ni réabsorbée ni sécrétée. L'inuline qui est un glucide endogène ni réabsorbée ni sécrété est utilisé en pratique pour évaluer le DFG qui doit être, normalement égal à la clairance de l'inuline.
- 2- Une substance filtrée et réabsorbée mais non sécrétée par le tubule : La clairance rénale d'une telle substance (le volume du plasma débarrassé de cette substance) est évidemment inférieure au DFG du moment qu'une partie revient dans le sang. Le glucose dont la réabsorption est normalement complète a une clairance nulle.