

Le sang et le milieu intérieur

Chez les vertébrés terrestres, la plupart des cellules ne sont pas en contact direct avec le milieu extérieur comme chez les êtres unicellulaires. Ces cellules baignent dans un liquide, le milieu intérieur dans lequel elles trouvent les conditions nécessaires à leur vie. Le milieu intérieur est le milieu liquide constitué par un ensemble de liquides extracellulaires :

-Le sang et la lymphe canalisée qui sont les parties circulantes.

- Le liquide interstitiel, partie non circulante, situé à l'extérieur du système vasculaire et contenu dans les cavités intercellulaires.

NB : La lymphe est le plasma dépourvu de globules rouges et de plaquettes sanguines

I- Etude comparée des constituants du plasma sanguin et de l'urine.

A - Analyse du tableau comparatif

Constituants	Plasma	Urine
EAU	910	950
Cl ⁻	3,65	5-7
SO ₄ ²⁻	0,02	2
HPO ₄ ²⁻ et H ₂ PO ₄ ⁻	0,04	2
Na ⁺	3,25	3-6
K ⁺	0,2	2-3
Ca ²⁺	0,1	0,1-0,3
NH ₄ ⁺	0,001	1-2
Protéines	70	0
Lipides	6	0
Glucose	1	0
Urée	0,30	20
Acide urique	0,03	0,5
Créatinine	0,01	1
Acide hippurique	0	0,5

Fomesoutra.com
ça soutra !
Docs à portée de main

Tableau de l'analyse comparée du plasma et de l'urine d'un homme adulte en bonne santé (résultats exprimés en gramme)

On distingue 3 catégories de constituants :

- Les constituants présents à la fois dans le plasma et dans l'urine mais à des concentrations plus élevées dans l'urine que dans le sang. Ce sont : H₂O, Cl⁻, SO₄²⁻, HPO₄²⁻, H₂PO₄⁻, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, NH₄⁺, urée, acide urique, créatinine.
- Les constituants présents uniquement dans le sang : Ce sont les substances organiques : glucose, protides, lipides.
- Les constituants présents uniquement dans l'urine : acide hippurique, ammoniac

B - Déduction du rôle des reins

L'analyse comparative nous permet de conclure que les reins jouent :

- **Un rôle de filtre sélectif** : Les substances comme les protéides, les lipides, les glucides ne traversent pas les reins. (rôle de barrière)
L'urée, l'acide urique, la créatine sont des substances plus concentrées dans l'urine que dans le plasma. On les retrouve toujours dans l'urine quelque soit leur concentration dans le plasma. Ce sont des substances **sans seuil**. Ainsi Les reins assurent l'épuration du sang et sélectionne les éléments qu'ils laissent passer dans l'urine.
Par contre le Na^+ ne passe dans l'urine que si sa concentration dans le sang dépasse 5‰ (5g/l) . De même le glucose ne passe dans l'urine que si sa concentration dans le sang dépasse 1,7 à 1,8‰ (1,8g/l). Ce sont des substances **à seuil**.
- **Un rôle d'organe sécréteur** ; Les reins fabriquent des substances dans l'urine à partir du sang. Ce sont l'acide hippurique, L'ammoniac.
- **Un rôle excréteur** : Les reins éliminent les déchets de la vie cellulaire (L'urée, l'acide urique, la créatinine). Ils sont présents dans l'urine en quantité supérieure

II- Structure du rein et explication du rôle du néphron

A- Structure du rein et du néphron

Le rein est formé d'un grand nombre d'unités fonctionnelles appelées néphrons.

Chaque néphron est constitué d'une capsule de Bowman qui entoure un amas de capillaires sanguins appelés glomérule vasculaire. La capsule de Bowman se prolonge par un tubule constitué de 3 parties :

- Tube contourné proximal
- Anse de Henlé
- Tube contourné distal qui se jette dans le tube collecteur de Bellini évacuant l'urine définitive.

Le néphron est richement vascularisé.



B- Formation de l'urine

La formation de l'urine se fait en 3 étapes qui sont : La filtration glomérulaire, La réabsorption tubulaire est la sécrétion tubulaire.

1- La filtration glomérulaire

Elle se fait au niveau de la capsule de Bowman. Elle est assurée, au niveau du glomérule, grâce à la pression qui règne dans les capillaires sanguins. L'analyse du filtrat (ultra-filtra) montre que les concentrations de Cl^- , Na^+ , K^+ , glucose, urée sont les mêmes que dans le plasma. Tous les solutés sont filtrés sans variation de concentration ; Seule la taille des molécules ou des ions intervient, ce qui explique l'absence de substances non dialysable (protéides, lipides) dans le filtrat (urine primitive) qui est identique au plasma sanguin.

2- La réabsorption tubulaire.

L'urine définitive diffère beaucoup de l'urine glomérulaire

La réabsorption est le processus par lequel certains éléments filtrés ou de l'urine primitive retournent dans le sang des capillaires peritubulaires. Ainsi dans les conditions normales, 100% du glucose et des ions HCO_3^- sont réabsorbés. L'eau et certains ions (Na^+ , K^+ ; Ca^{2+}) ainsi que les acides aminés sont réabsorbés selon des pourcentages variant de 98 à 99%

La réabsorption se fait en général contre le gradient de concentration des substances avec dépense d'énergie (ATP). Il s'agit d'un transport actif.

3- La sécrétion tubulaire.

Les cellules des parois tubulaires synthétisent à partir des substances présentes dans le plasma certains constituants de l'urine (acides organiques, acide hippurique, ions NH_4^+ , H^+ , K^+ ...). Cette sécrétion joue un rôle antitoxique.

III- La constance du milieu intérieur

Le milieu intérieur est constamment l'objet de perturbation qui pourrait faire varier sa composition. Or dans toutes ces situations les caractéristiques du milieu intérieur ne sont pas pratiquement modifiées. Il existe donc des possibilités de régulation (La régulation d'un paramètre du milieu intérieur consiste à corriger la variation anormale de ce paramètre de façon qu'il retrouve rapidement sa valeur programmée génétiquement)

A-Rôle des reins dans le maintien de la constance du milieu intérieur.

1- Mise en évidence de la régulation rénale.

- L'injection abondante de boisson dilue le sang et entraîne une augmentation du volume des liquides circulant. On parle d'hypervolémie. Dans ce cas la diurèse (élimination urinaire) augmente. Il en est de même pour un déficit en sels.
- Un déficit hydrique dû à une sudation intense ou à une diarrhée de même qu'une hémorragie entraîne une sensation de soif. Il en est de même pour un excès en sel. La quantité d'urine émise dans ce cas est très faible. On parle d'oligurie

Quelque soit l'apport en eau et en sel, la volémie (volume sanguin) demeure constante alors que la composition hydro- minérale de l'urine varie.

2- La régulation de la teneur en eau

a- Analyse d'expérience.

-La destruction de la posthypophyse de même que certaines zones de l'hypothalamus entraîne une polyurie (une urine abondante).

- L'injection d'un extrait posthypophysaire après hypophysectomie à un animal réduit la perte en eau.

b- Interprétation

- La 1^{ère} expérience montre que la posthypophyse contrôle la production de l'urine par les reins.
- La 2^e expérience montre que l'hypophyse agit sur les reins par l'intermédiaire d'une neuro- hormone élaborée par certains neurones de l'hypothalamus et déversée dans le sang par la posthypophyse

Cette hormone est l'**ADH** (hormone antidiurétique) ou vasopressine. L'ADH entraîne une augmentation de la perméabilité à l'eau des cellules du tube distal et des canaux collecteurs favorisant ainsi la réabsorption d'eau.

Les neurones sécréteurs d'ADH sont

- Soit stimulés par des osmorécepteurs qui sont des terminaisons nerveuses situées dans l'hypothalamus et sensibles à toute variation de la pression osmotique du milieu intérieur
- Soit stimulés par des volorécepteurs qui sont des terminaisons nerveuses situées dans l'oreillette gauche et les carotides et sensibles à toute variation de volémie.
- En cas d'excès d'eau entraînant une hypervolémie, la pression osmotique du milieu intérieure diminue, ce qui entraîne une faible stimulation des osmorécepteurs et une forte stimulation des volorécepteurs. Ces récepteurs envoient des messages nerveux aux neurones sécréteurs d'ADH. Il s'en suit une diminution de la réabsorption de l'eau et une polyurie (forte diurèse)
- En cas de perte d'eau entraînant une hypo volémie, la pression osmotique augmente, ce qui entraîne une forte stimulation des osmorécepteurs et une faible stimulation des volorécepteurs. Dans ce cas les récepteurs envoient des messages aux neurones producteurs d'ADH qui activent la production d'ADH. Ce qui a pour conséquence une forte réabsorption d'eau et une oligurie (faible diurèse)

c- Conclusion

L'ADH, hormone produite par l'hypothalamus et stockée dans la posthypophyse, agit sur les reins qui régulent la teneur en eau du milieu intérieur.

3- La régulation de la teneur en sodium

a- Analyse d'expérience

La glande surrénale est un organe situé au dessus du rein et comprenant 2 parties : La cortico surrénale et la médullo surrénale.

-Une ablation de la cortico surrénale entraîne l'apparition de divers troubles tels qu'une hypo tension, une baisse de la volémie, une hypo natrémie (diminution du taux de sodium dans le sang), baisse de la filtration glomérulaire.

- L'injection d'extrait cortico surrénalien à faible dose après ablation du cortex surrénalien corrige ces troubles.

b- Interprétation.

Les expériences ci-dessus montrent que le cortex surrénalien intervient dans la réabsorption du sodium par les reins. Il agit sur le rein par l'intermédiaire d'une hormone, l'aldostérone dont la sécrétion est liée au taux du sodium circulant dans le sang.

- Lorsque la teneur en sodium du sang baisse, les cellules de la paroi des vaisseaux glomérulaires alertées, mettent en jeu le système rénine- angiotensine. En effet les reins produisent une enzyme, la rénine qui transforme une protéine plasmatique d'origine hépatique, l'angiotensinogène en une hormone, l'angiotensine. L'angiotensine stimule la cortico surrénale qui secrète

l'aldostérone. L'aldostérone favorise la réabsorption tubulaire du sodium par transport actif, ce qui entraîne une urine pauvre en sodium (hyponatriurie). De plus l'angiotensinogène provoque une diminution du diamètre des artéioles entraînant une rétention d'eau.

- Par contre lorsqu'il y a excès de sodium dans le sang, il n'y a pas de production de rénine et donc pas de production d'aldostérone. Par conséquent la réabsorption de l'eau et du sodium est faible, d'où une élimination importante de sodium dans les urines (polynatriurie)

c- Conclusion.

L'aldostérone sécrétée par la corticosurrénale permet la régulation de la teneur du sodium.



4- La régulation du pH

Le pH du milieu intérieur est remarquablement stable entre 7,35 et 7,45. Cette stabilité est une nécessité vitale pour l'organisme. En effet si le pH est <6,9 ou >7,8, la vie n'est plus possible. Et pourtant certains facteurs peuvent faire varier le pH du milieu intérieur.

a – Les causes de variation du pH du milieu intérieur.

L'acidose ou l'acidification du milieu intérieur est provoqué par :

- l'acide lactique qui s'accumule dans le sang suite à un travail musculaire intense et prolongé.
- Le CO₂ qui se trouve en quantité importante dans le plasma suite à une hypoventilation.
- L'acide sulfurique H₃SO₄ issu de la dégradation des protéines.

Une très forte acidose entraîne le coma puis la mort.

L'alcalose ou l'alcanisation du milieu intérieur est provoqué é par :

- Une hyperventilation pulmonaire qui abaisse la pression partielle du CO₂
- La transformation en sels de sodium et de potassium en radicaux alcalins (NaHCO₂, KHCO₂)

L'alcanisation provoque des troubles respiratoires, neuromusculaires puis la mort.

b - La correction du pH

En cas d'acidose, les cellules tubulaires du néphron échangent des protons contre les cations Na⁺, ou K⁺. Les ions H⁺ sont alors éliminés dans les urines qui deviennent acides tandis que les ions Na⁺, K⁺ réabsorbés forment les radicaux alcalins dans le milieu intérieur ramenant le pH à sa valeur initiale.

En cas d'alcalose, les ions Na⁺ et K⁺ ne sont pas réabsorbés et sont éliminés dans les urines qui deviennent alcalines tandis qu'il y a une forte réabsorption des ions H⁺, ramenant le pH à sa valeur initiale.

c- Conclusion.

Les reins interviennent dans la régulation du pH du milieu intérieur en échangeant les protons H⁺ contre d'autres cations.

B – Les autres organes intervenant dans le maintien de la constance du milieu intérieur

1- Les poumons

Ils régulent le pH par la ventilation pulmonaire par variation de la teneur en CO₂

2 – Le foie

Par sa fonction glycogénique (fabrication du glycogène) le foie régule la glycémie (taux du glucose sanguin) en accumulant l'excès du glucose.

3- Le pancréas

Il régule la glycémie en produisant l'insuline qui est une hormone hypoglycémiante et le glucagon, hormone hyperglycémiante.

Enfin les **glandes surrénales** (adrénaline, cortisol) la **thyroïde** (thyroxine), l'**hypophyse** (STH, stimulines), interviennent dans la glycémie



Conclusion

Le fonctionnement normal de l'organisme nécessite le maintien à des valeurs constantes de certains paramètres du milieu intérieur tels que la quantité d'eau, le pH, La glycémie. Or notre alimentation et notre environnement provoquent constamment une variation de ces facteurs.

Cependant il existe des processus régulateurs d'ordre physico-chimique et physiologique qui rétablissent la constance de ces valeurs.

L'ensemble de toutes ces réactions physiologiques qui maintiennent la plupart des équilibres dynamiques du corps est **l'homéostasie**. L'homéostasie est donc l'état d'équilibre qui tend à stabiliser les diverses constantes physiologiques du milieu intérieur.