

Université Constantine 3  
Faculté de médecine.  
Département de médecine.

Enseignant : Docteur O. Harbi. Laboratoire de Physiologie et des Explorations Fonctionnelles.  
Chapitre : Physiologie rénale.  
Etudiants : 2eme année médecine.  
Année universitaire : 2016-2017.

## **Les fonctions tubulaires.**

### **Méthodes d'études des fonctions tubulaires.**

**Méthodes d'étude globale : clearances rénales**

**Mécanismes des transferts tubulaires**

**Réabsorption tubulaire active : réabsorption du glucose.**

**Réabsorption tubulaire passive : urée.**

**Transport tubulaire à flux net d'excrétion: P.A.H**

### **Objectifs.**

**Définir le rôle homéostasique des transferts tubulaires.**

**Déterminer l'excrétion rénale des substances réabsorbées et excrétées selon un mécanisme à seuil et à Tm.**

**Comprendre le mécanisme du recyclage intra rénale d'une substance passive : l'urée.**

### **Introduction :**

Les transferts tubulaires constituent le second temps de la formation des urines

La comparaison des caractéristiques de l'urine primitive, formée par la filtration glomérulaire, et de l'urine définitive donne une idée approximative des fonctions tubulaires.

- le transfert tubulaire qui prédomine est la réabsorption massive de la plus grande partie du filtrat glomérulaire.  
Le processus de réabsorption : ce sont des substances filtrées et réabsorbées.  
U V excrétée est inférieure à la quantité filtrée C P.
- Le processus d'excrétion : ce sont des substances filtrées et excrétées, dans ces conditions la quantité UV éliminée dans l'urine définitive est supérieure à la charge filtrée C P.
- d'autres substances apparaissent dans l'urine définitive en une quantité UV supérieure à celle que peut fournir le sang qui traverse le rein par unité de temps (cas de l'ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). L'ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dans l'urine définitive ne peut provenir que d'une production rénale.

Donc chaque jour 180L d'eau sont filtrés et les solutés qu'ils contiennent représentent environ 50000 mosml :

- La diurèse quotidienne est de 1L est osmolarité urinaire comprise entre 600 et 900 mosml il y a donc eu :

-récupération de 99,4% de l'eau filtrée

-récupération de 98,6% des solutés.

-Excrétion d'une urine plus concentrée que le plasma.

-Excrétion d'une urine dont le PH varie entre 4,5 et 6 le rein élimine des radicaux acides.

## Méthodes d'études des fonctions tubulaires

### 1) Méthodes expérimentales :

Les micromethodes ont permis d'élaborer une nouvelle physiologie rénale analytique et topographique.

### 2) Méthodes d'études globales :

Elles fournissent des informations indirectes sur l'activité de l'ensemble des néphrons et sont utilisables en exploration fonctionnelle humaine

#### -Méthode des clearances rénales :

La méthode des clearances est la principale méthode globale d'étude des fonctions rénales

- Clearance d'une substance filtrée uniquement par le glomérule :  
Lorsqu'une substance est éliminée par le rein uniquement par filtration

$$\text{Glomérulaire sa clearance } C = \frac{U V}{P} \text{ exprimée ml mn } 1,73\text{m}^2$$

Le volume de plasma épuré par le filtre glomérulaire, à chaque minute, de l'eau et des substances dissoutes diffusibles qu'il contient.

- Clearance d'une substance filtrée est réabsorbée :

La clearance globale de la substance est inférieure à la clearance glomérulaire une partie T (transportée par réabsorption) est restituée au sang, excrétion urinaire UV est inférieure à la charge filtrée :

$$\text{Soit : } U V = C P - T$$

$$\frac{U V}{P} = \frac{C P}{P} - \frac{T}{P} \qquad \frac{U V}{P} = C - \frac{T}{P}$$

- Clearance d'une substance filtrée et excrétée ou sécrétée :

Deux processus additifs, le filtre glomérulaire apporte aux tubules une charge C P et l'activité des cellules tubulaires ajoute à cette charge une quantité T (quantité transportée par excrétion) ou (quantité ajoutée suite à un mécanisme de sécrétion par les cellules tubulaires), l'excrétion urinaire U V est supérieur à la charge filtrée :

$$\text{Soit : } U V = C P + T$$

$$\frac{U V}{P} = \frac{C P}{P} + \frac{T}{P} \qquad \frac{U V}{P} = C + \frac{T}{P}$$

## II. Mécanismes des transferts tubulaires

Enzymes et protéines membranaires de transport : canaux, perméases, pompes, cotransporteurs, échangeurs.

### 1) Certains transferts tubulaires sont des transferts passifs :

- Diffusion simple
- Diffusion facilitée selon des gradients de concentration
- Diffusion facilitée selon le potentiel électrique
- Gradient de pression osmotique pour l'eau.

Ces transferts tubulaires passifs empruntent deux voies :

- La voie transcellulaire
- La voie paracellulaire :

### 2) D'autres sont des transferts tubulaires actifs :

- **Ce sont les transferts tubulaires qui déterminent principalement le volume et la composition des urines terminales afin de maintenir la nullité des bilans et l'équilibre hydroélectrolytique.**

## III. **Réabsorption tubulaire active : réabsorption du glucose.**

Les transports tubulaires à flux net de réabsorption ont une caractéristique commune c'est l'existence d'une limite de transport appelée transport maximum ou  $T_m$ .

Les substances sont :

- le glucose
- phosphates
- acide urique
- acides amines

Le glucose est le prototype des substances, librement filtrées totalement et activement réabsorbées, suivant un mécanisme dit à seuil et à  $T_m$  (transport maximal).

Le glucose réabsorbé traverse l'épithélium tubulaire pour rejoindre le plasma peritubulaire.

### 1. le siège de la réabsorption du glucose :

Il est essentiellement au niveau du tube proximal 95 %.

### 2. Le $T_m$ du glucose ( $T_mG$ ) .seuil d'excrétion :

-lorsque la glycémie est artificiellement augmentée chez un sujet normal, la charge filtrée de glucose s'élève avec la concentration plasmatique, la filtration restant constante. On étudie la glucosurie, en fonction de l'évolution de la glycémie, qui met en évidence une limitation des capacités, de transport et de mesurer la valeur du  $T_mG$ .

-dans une première période de glycémie croissante, jusqu'à une valeur voisine de 1,6 à 1,8g/L, il n'apparaît pas de sucre dans les urines .UV est nul, donc la quantité réabsorbée T augmente comme la charge tubulaire en glucose.

-dans une deuxième période ,la glycémie étant supérieure à 1,6-1,8 g/L ,du glucose apparaît dans les urines,UV n'est plus nul , donc tout le glucose filtré n'a pu être réabsorbé et T devient inférieur à la charge filtrée :  $UV=CP - T$ .

-lorsque la glycémie dépasse 3 à 3,5g/L, la droite d'excrétion UV devient parallèle à la droite de filtration CP.

-le seuil minimum ( $S_{min}$ ) est la valeur de la glycémie pour laquelle du glucose apparaît Dans les urines.

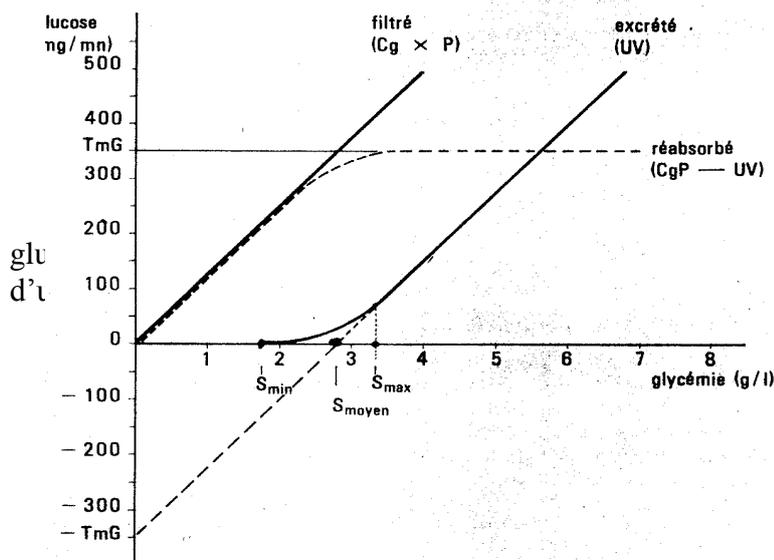
-le seuil maximum( $S_{max}$ ) est la valeur de la glycémie à partir de laquelle UV devient une droite parallèle à la droite de filtration CP.

Hétérogénéité néphronique : l'épaulement de la courbe UV est rattaché à une réponse hétérogène des néphrons à cette charge du glucose (données morpho-fonctionnelles) :

- Néphrons à filtration élevée
- Inégalité dans les capacités de transport des néphrons

### 3) réabsorption active des acides aminés :

Comme la réabsorption du glucose celle des acides -amines (Aa) est cotransport actif secondaire  $Na^+ - Aa$  au pôle luminal des cellules épithéliales proximales. La réabsorption est quasi totale et les AA absents des urines terminales.



Evolution de la glucosurie au cours d'une charge en glucose.

Évolution de la glucosurie au cours d'une charge en Glucose.

## IV. Réabsorption tubulaire passive : urée

l'urée est le principal produit terminal du catabolisme protidique ,l'élimination d'urée représente 90% de la perte azotée journalière qui est proportionnelle aux apports protidiques (0,34g d'urée pour l'ingestion d'1g de protides).

### 1) La réabsorption de l'urée est un transport passif :

la réabsorption active de solutés et surtout du sodium entraine la réabsorption d'eau, donc plus grande est la réabsorption d'urée.

- le caractère passif du transport de l'urée est dans l'absence de limitation de transport  $T_m$  : quand la concentration en urée du plasma est artificiellement augmentée, la réabsorption d'urée augmente plusieurs fois sans aucune saturation du transport ne se manifeste.

## 2) Aspect topographique des transports d'urée :

- Au niveau du tube proximal 50% de l'urée filtrée est réabsorbée et reste stable.  
- Au niveau de l'anse de Henle : à ce niveau l'urine s'enrichit en urée.  
- segment contourné distal ; collecteur cortical et médullaire externe : la perméabilité de ces territoires est très faible.

- segment médullaire interne du collecteur :

Territoire très perméable à l'urée qui diffusera hors du tube.

## 3) Le recyclage intrarenal de l'urée :

L'urée qui a été ajoutée à l'urine pendant son parcours dans l'anse grêle provient du tissu interstitiel médullaire dans lequel elle s'accumule à partir du collecteur. C'est donc la réabsorption d'urée dans ce territoire qui est à l'origine du **gradient de concentration cortico-papillaire de l'urée**.

- En cas de restriction hydrique hormone antidiurétique (ADH) est présente :

Cette hormone est excrétée par la post-hypophyse en cas de restriction hydrique, et son excrétion est inhibée en cas de surcharge en eau. L'ADH augmente la perméabilité à l'eau du système collecteur.

- En cas de restriction hydrique (ADH) présente : le recyclage intra médullaire de l'urée est intense, l'excrétion uréique est faible.

- En cas de surcharge hydrique (ADH) absente : le recyclage intra médullaire de l'urée est réduit, l'excrétion uréique est forte.

## 4) transport de l'urée :

La haute diffusibilité de l'urée est due à la facilitation du transfert par des UT (urée transporters)

## V. **Transport tubulaire à flux net d'excrétion :**

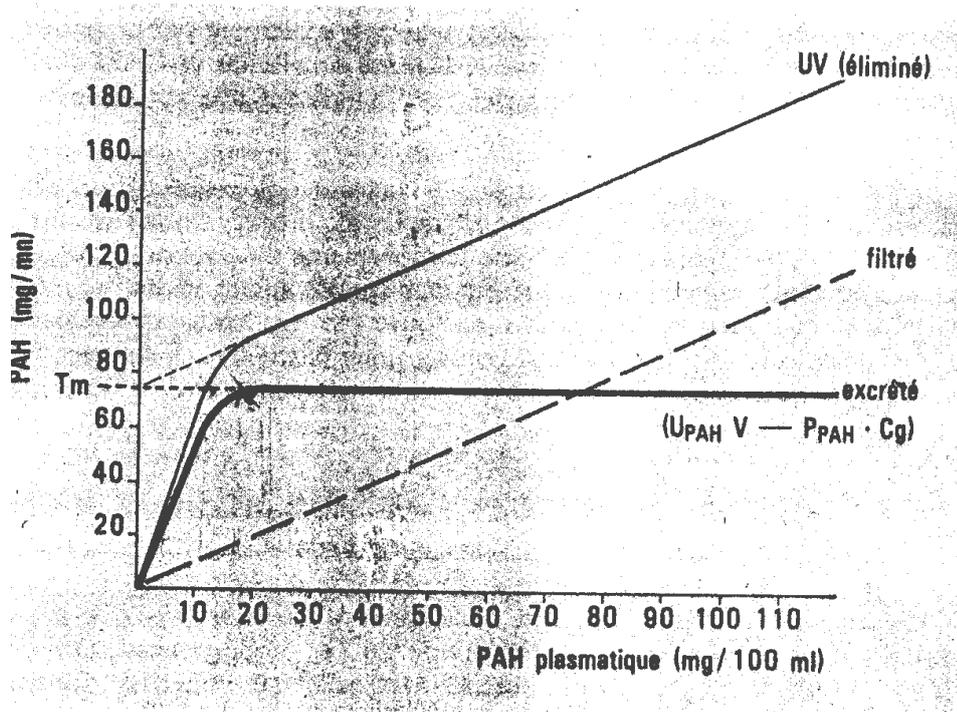
Ces transports concernent des substances filtrées par le glomérule et excrétées par les cellules tubulaires. Cette excrétion met en jeu différents systèmes de transports, qui intéressent des substances dont la plupart sont étrangères à l'organisme.

Le mécanisme de transport est commun à de nombreux composés, l'exemple du PAH :

- lorsque la concentration plasmatique du PAH est élevée progressivement, on constate que la clearance décroît, et en suivant l'évolution de l'excrétion urinaire on peut établir une courbe.

- la courbe présente un épaulement rattaché à une extraction presque totale par les structures néphroniques capables d'effectuer les transferts jusqu'à ce que le système soit saturé, donc le mécanisme de l'excrétion est actif et dépendant de l'activité métabolique cellulaire.

- La valeur du  $T_m$  du PAH est entre 70 et 75 mg/mn.1, 73m<sup>2</sup> de surface corporelle.



Courbe de titration du PAH chez l'Homme.

Bibliographie :  
 Physiologie humaine Philippe Meyer  
 Physiologie humaine le rein M.V. Pellet.