

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.

La filtration glomérulaire

Introduction.

Détermination de la filtration glomerulaire :

- La filtration.
- La diffusion.

Propriétés du filtre glomérulaire :

- a- D F G.
- b- Le coefficient d'ultrafiltration : Kf.
- c- Perméabilité du filtre aux substances dissoutes.

Principes de mesure du D F G .

- La clearance.
- Méthode de référence : clearance de l'inuline.
- Méthode utilisant la créatinine endogène.
- Variation de la clearance glomérulaire.

Régulation du D F G.

Altération de la filtration glomérulaire.

Objectifs :

- Identifier**
- La composition de l'urine primitive.
 - Les déterminants de la pression de la filtration glomérulaire.
 - Les déterminants la filtrabilité de l'eau et des substances dissoutes

Comprendre les méthodes de mesure et d'évaluation du débit de filtration.

Introduction :

1/5 du volume de plasma pénétrant dans le rein franchit la paroi des capillaires glomérulaires, pour former le filtrat glomérulaire.

L'étude de sa composition rendue possible par les techniques de microponctions, montre qu'il s'agit d'un ultrafiltrat plasmatique.

Le volume de liquide qui filtre dans les glomérules : 180L /24H pour une surface corporelle de 1,73m², subit au cours de son passage dans le tubule une importante réduction, puisque le volume de la diurèse n'excède pas 1,5L/24H, il y a donc une réabsorption de 99% H₂O.

I. Déterminants de la filtration glomérulaire :

Deux mécanismes participent à la formation de l'urine primitive :

- la filtration
- la diffusion

La filtration au niveau des capillaires glomérulaires est un phénomène passif.

Cette filtration s'effectue sous l'action d'une force, pression efficace de filtration PF :

PF est la résultante de plusieurs forces opposées :

Les forces en présences sont

- la pression hydrostatique capillaire :

Est la seule force positive P_c (étroitement liée à la pression qui règne dans l'artère rénale).

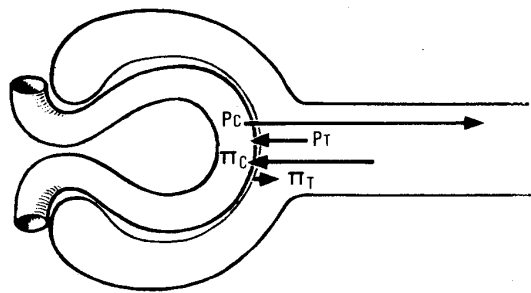
-Elle est constante le long du lit capillaire.

-A cette force P_c est opposée la pression hydrostatique à l'intérieur de l'espace urinaire P_t .

- Pression oncotique : π_c

-Cette pression s'oppose au processus d'ultrafiltration

-A cette force s'oppose la pression oncotique π_t de l'espace urinaire qui est négligeable $\pi_t = 0$



Orientation des forces intervenant dans la filtration glomérulaire.

$$PF = (P_c - P_t) - (\pi_c - \pi_t)$$

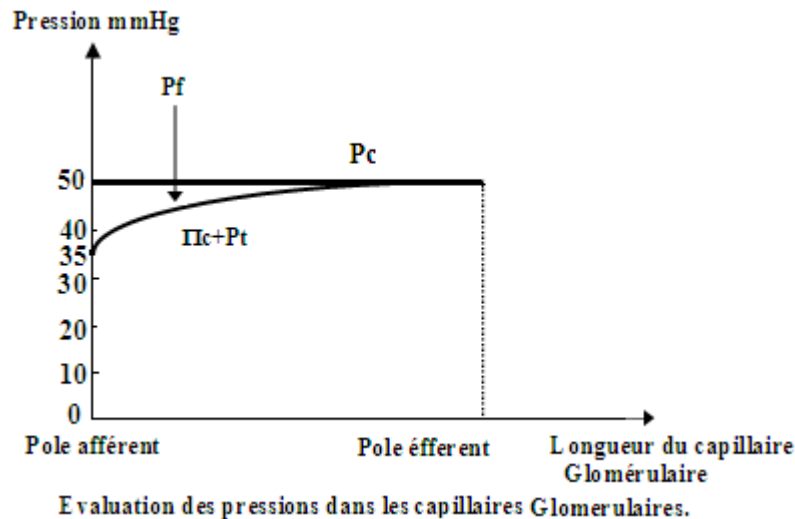
$$PF = (\Delta p) - (\pi_c) \quad \pi_t = 0.$$

Au pole afférent des capillaire $P_c = 50$ mmHg, $\pi_c = 25$ mmHg, $P_t = 10$ mmHg

$$PF = (50 - 10) - 25 = 15 \text{ mmHg.}$$

La pression de filtration décroît le long des capillaires glomérulaires, car π_c augmente progressivement, cette augmentation est due à la non filtration des protéines qui se concentrent dans un volume plasmatique réduit.

La filtration glomérulaire est un cas particulier des échanges capillaires puisque le transfert est unidirectionnel : filtration sans réabsorption en raison de la valeur exceptionnellement élevée de P_c .



1. Propriétés du filtre glomérulaire :

Le filtre ou membrane de filtration glomérulaire est une structure hétérogène, d'épaisseur inférieure à $0,5 \mu\text{m}$ constituée par l'accolement de 3 couches :

l'endothélium capillaire fenêtré, la membrane basale et les cellules podocytaires de l'épithélium de la capsule de Bowman.

a. $DFG = PF \times K_f$

b. $K_f = S \times k$

c. Perméabilité aux substances dissoutes :

- La filtrabilité des molécules dépend avant tout de la taille.
- la forme et la charge électrique des molécules influencent la filtration:

-A masse identiques la filtrabilité des molécules linéaires est supérieure à celle des molécules globulaires.

-A rayon moléculaires identiques la filtrabilité des molécules neutres et surtout cationiques est supérieure à celle des molécules anioniques.

-Les charges négatives du filtre participent normalement à l'imperméabilité aux anions protéiques.

	Poids moléculaire	Filtrabilité (U_p/P)
Eau	18	1
Urée	60	1
Glucose	180	1
Inuline	5200	0,98
Myoglobine	17000	0,75
Hémoglobine	68000	0,03
Sérum-albumine	69000	<0,01

Filtrabilités moléculaires

II. Principe de mesure du débit de filtration glomérulaire:

La mesure du DFG repose sur l'utilisation d'une substance filtrant librement $U_p/P=1$

- non toxique.
- non métabolisée par le rein.
- complètement ultrafiltration non liée aux protéines.
- non réabsorbée ni secrétée par le tubule rénale.

La quantité excrétée dans les urines = la quantité de la substance qui apparaît dans le filtrat glomérulaire

$$[U] \times V = [G] \times DFG$$

Substance complètement ultrafiltrable
[G]=[P]

$$[U] \times V = [P] \times DFG$$

$$DFG = \frac{[U] \times V}{[P]} \quad \text{CLEARANCE: Débit de plasma épuré par unité de temps}$$

Définition de la clearance: C (ou coefficient d'épuration plasmatique) d'une substance est le volume théorique de plasma entièrement épuré de la substance et qui a fourni la quantité excrétée dans les urines en une minute. C s'exprime toujours en ml de plasma par minute, rapportée à la surface corporelle =1,73m².

- Méthode de référence: clearance de l'inuline

L'inuline est un polymère du fructose de masse moléculaire =5200

Substance exogène:

- une dose inuline de charge injectée
 - une dose inuline d'entretien perfusée
- } [Inuline]=[Pin] stable
concentration plasmatique stable

Ce traceur possède 2 propriétés remarquables, c'est une substance qui filtre librement, c'est à dire dont la concentration dans l'urine primitive [Up] est égale à la concentration dans le plasma [Pin]. Elle ne subit aucun transfert tubulaire, ni réabsorption, ni sécrétion. La quantité excrétée est égale à la quantité filtrée dans le même temps.

L'inuline filtrée est égale au débit de filtration glomérulaire DFG que multiplie la concentration plasmatique d'inuline [Pin] et l'inuline excrétée est égal au produit de la concentration urinaire d'inuline [Uin] par le débit d'urine (V exprimé en ml/min). Ainsi

$$[Uin] \times V = [Pin] \times DFG$$

$$DFG = \frac{[Uin] \times V}{[Pin]}$$

$$C = \frac{[Uin] \times V}{[Pin]} = 120 \text{ mL / mn} / 1,73 \text{ m}^2$$

Le terme $[Uin \times V] / [Pin]$ est appelé clairance de l'inuline et, est une estimation précise du DFG.

- Méthode utilisant la créatinine endogène:

Très utilisée en pratique clinique, permet l'estimation du DFG par la clairance de la créatinine endogène.

La créatinine est dérivée du métabolisme de la créatine du muscle squelettique.

- Sa concentration plasmatique est relativement stable.
- Librement filtrée dans le glomérule.
- Elle n'est pas réabsorbée synthétisée ou métabolisée dans le rein.

En clinique:

- Concentration plasmatique : prélèvement veineux : [Pcr] = 10mg/L
- Un recueil de 24h des urines pour le volume urinaire V=1,5L/24h
- La concentration de créatinine urinaire [Ucr] = 1200mg/L.

$$\begin{aligned} C_{cr} &= \frac{[Ucr] \times V}{[Pcr]} = DFG = \frac{[Ucr] \times V}{[Pcr]} = \frac{1200\text{mg/L} \times 1,5\text{L}/24\text{h}}{10\text{mg/L}} = 180\text{L}/24\text{h} \\ &= \frac{1200\text{mg/L} \times 1\text{ml}/\text{mn}}{10\text{mg/L}} = 120\text{ml}/\text{mn} \end{aligned}$$

- Les variations de la clairance glomérulaire peuvent se voir, en dehors des conditions pathologiques dans les situations suivantes :
 - l'ingestion alimentaire.
 - L'orthostatisme.
 - L'activité musculaire, les émotions.
 - Le tabac la diminue.
 - la gestation.
 - les progestatifs.
 - Certains contraceptifs l'augmentent.
 - La filtration glomérulaire diminue après 35ans .de 5% en moyenne par 10 ans d'âge.

Relation entre le DFG et la concentration plasmatique de la créatinine est représentée par la courbe suivante:

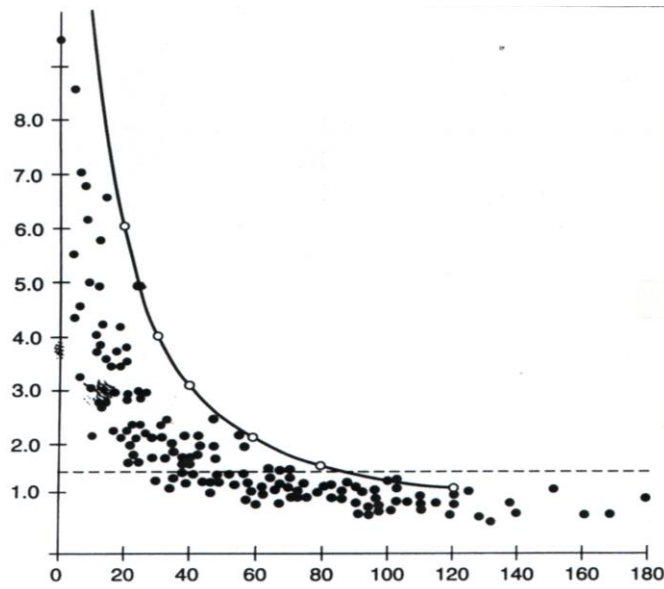
- Une élévation mineure de la creatininemie qui passe de 10 à 15mg/L est le reflet d'une diminution majeure du DFG de 120à80ml/mn.
- Une élévation de la creatininemie de 50 à 100mg/L (patient présentant une insuffisance rénale) correspond à une diminution du DFG de 24 à12ml/mn.

La forme de la courbe dépend du débit de production de la créatinine, essentiellement déterminé par la masse musculaire .pour une creatininemie à 10mg/L correspond une clairance de créatinine de 120ml/mn (DFG), ceci s'applique à l'homme jeune.

Une équation a été utilisée pour tenir compte des effets du poids du corps et de l'âge sur la masse musculaire et par conséquent sur la relation entre la creatininemie et le DFG :

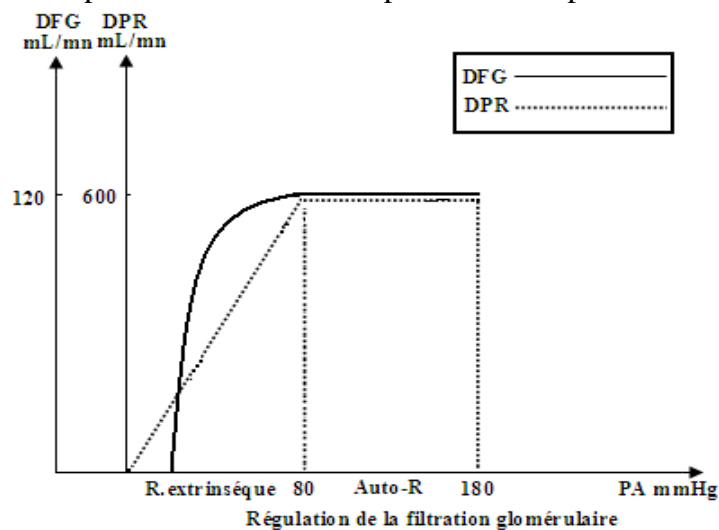
$$\text{Clairance de la créatinine} = \frac{(140-\text{age}) \times \text{poids maigre corporel (Kg)} \times 10}{Pcr \text{ (mg/L)} \times 72}$$

La relation entre DFG et concentration plasmatique de la créatinine est représentée par la courbe pleine sur la figure.



III. La régulation du DFG :

La régulation du débit de filtration glomérulaire se confond avec celle du débit plasmatique rénal puisque celle-ci s'exerce sur la vasomotricité des artéioles près et post glomérulaires. L'autorégulation s'applique au maintien de la stabilité du DFG pour des pressions artérielles de perfusion comprises entre 80 et 180 mmHg.



Altération de la filtration glomérulaire:

Modifications aiguës :

- les diminutions de P_c (pression hydrostatique capillaires) lors des hypotensions, collapsus.
- les augmentations de π_c (hyperprotidémies, déshydratation extracellulaire) ou de P_t (compressions ou obstacles sur les voies urinaires) entraînent des modifications aiguës du DFG.

Modifications chroniques:

- augmentation de la perméabilité du filtre glomérulaire avec protéinurie et/ ou hématurie.
- diminution de la surface du filtre : le DFG diminue en proportion de la surface.

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