

Faculté de Médecine d'Alger  
Laboratoire de Physiologie

# FILTRATION GLOMERULAIRE

Dr. KADIM.S

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## I- Généralités

- 1- Définition
- 2- Barrière de filtration glomérulaire
- 3- Nature de l'ultrafiltrat glomérulaire

## II- Mécanismes de la filtration glomérulaire

- 1- Forces mises en jeu
- 2- Facteurs modulant la filtration glomérulaire
- 3- Notion de fraction filtrée

## III- Mesure du débit de filtration glomérulaire

- 1- Définition de la clairance glomérulaire
- 2- Mesure du débit de filtration glomérulaire
- 3- Formule d'estimation du débit de filtration glomérulaire
- 4- Stades de l'insuffisance rénale chronique

## IV- Régulation du débit sanguin rénal et du débit de filtration glomérulaire

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Généralités

### 1- Définition

La filtration glomérulaire est l'étape initiale de la formation de l'urine, aboutissant à la constitution d'une urine primitive ou ultrafiltrat qui est un liquide voisin du plasma mais déprotéiné.

L'ultrafiltrat résulte d'une ultrafiltration d'une fraction de plasma des capillaires glomérulaires vers l'espace de Bowman, à travers la barrière de filtration glomérulaire.

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Généralités

### 2- Barrière de filtration

Elle sépare le plasma de l'urine primitive et comporte 3 structures traversées successivement :

- un endothélium largement fenêtré.
  - une membrane basale tristratifiée renfermant des substances amorphes comme le collagène de type 4, de protéoglycanes... .
  - un épithélium formé de podocytes émettant des pédicelles qui reposent sur la membrane basale glomérulaire définissant un espace formé entre ces pédicelles, les fentes de filtration glomérulaires.
- Cette barrière renferme également des cellules mésangiales douées de propriétés contractiles et phagocytaires.

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Généralités

### 3- Nature de l'ultrafiltrat glomérulaire

L'ultrafiltrat :

- liquide acellulaire, voisin du plasma
- ne renfermant pas de protéines
- contient en solution des petites molécules dont le poids moléculaire est inférieur à 67 000 daltons à des concentrations presque identiques à celles du plasma.

Le passage des grosses molécules à travers la barrière de filtration dépend de leur charge et de leur poids moléculaire.

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Mécanismes de filtration glomérulaire

### 1- Forces mises en jeu

Le débit de filtration glomérulaire (DFG) : volume de plasma filtré des glomérules vers l'espace de Bowman par unité de temps.

La filtration glomérulaire :

- est déterminée par les pressions hydrostatiques et oncotiques, selon la loi de Starling
- dépend de la pression nette d'ultrafiltration ( $P_{uf}$ ) et du coefficient d'ultrafiltration ( $K_f$ ) qui lui-même est déterminé par la surface de filtration et la perméabilité à l'eau de la barrière de filtration.

$$DFG = K_f \times P_{uf}$$

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Mécanismes de filtration glomérulaire

### 1- Forces mises en jeu

La pression d'ultrafiltration est la résultante des pressions hydrostatiques et oncotiques exercées de part et d'autre de la barrière de filtration :

- la pression hydrostatique capillaire (PHcg) favorisant la filtration, constitue la force motrice de la filtration. Elle est d'environ 60 mmHg ;
- la pression oncotique du capillaire glomérulaire (POcg), s'opposant à la filtration, est approximativement de 30 mmHg ;
- la pression hydrostatique tubulaire (PHt), s'opposant à la filtration, est d'environ 15 mmHg.
- la pression oncotique tubulaire (POt), favorisant la filtration, est considérée, en pratique, comme nulle, vu l'absence de protéines dans l'espace urinaire.

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Mécanismes de filtration glomérulaire

### 1- Forces mises en jeu

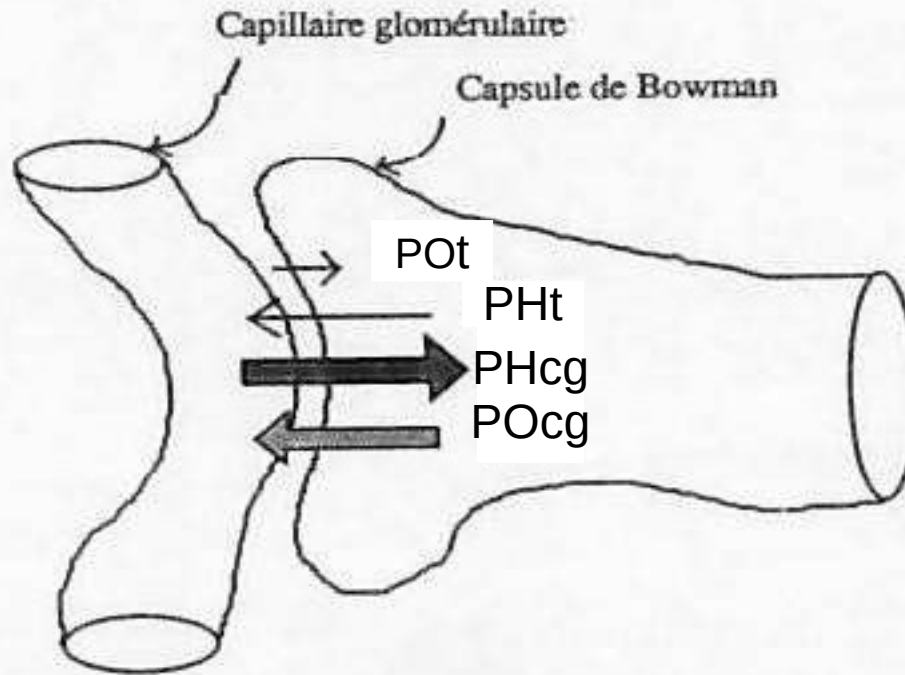
$$P_{uf} = \Delta PH - \Delta PO$$

$$\Delta PH = PH_{cg} - PH_T$$

$$\Delta PO = PO_{cg} - PO_T \quad PO_T : \text{Pression oncotique tubulaire } 0 \text{ mmHg}$$

$$P_{uf} = PH_{cg} - PH_T - PO_{cg}$$





Les déterminants hémodynamiques de la filtration glomérulaire: pression hydrostatique dans la capillaire  $PH_{cg}$  et dans la capsule de Bowman  $PH_t$ , pression oncotique dans la capillaire glomérulaire  $PO_{cg}$  et la capsule de Bowman  $POT$

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Mécanismes de filtration glomérulaire

### 2-Facteurs modulant le débit de filtration glomérulaire

- les pressions hydrostatique et oncotique dans le capillaire glomérulaire
- la pression hydrostatique dans la chambre urinaire qui est augmentée en cas d'obstruction sur la voie excrétrice
- le débit plasmatique rénal
- la perméabilité et la surface glomérulaire qui peuvent varier sous l'influence d'angiotensine II
- le tonus des artérioles afférentes et efférentes

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Mesure du débit de filtration glomérulaire

Le DFG est meilleur indicateur de la fonction rénale.

La mesure du DFG est réalisée indirectement par la clairance de certaines substances endogènes ou exogènes ou estimée par plusieurs formules.

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Mesure du débit de filtration glomérulaire

### 1- Définition de la clairance

La clairance rénale  $C$  d'une substance  $S$  :

- volume virtuel de plasma totalement épuré de la substance par unité de temps.
- déterminée par le rapport du débit d'excrétion de la substance ( $U \times V$ ) sur la concentration plasmatique de cette même substance.

$$C = \frac{U \times V}{P}$$

$U$  : concentration urinaire de la substance (mg/ml ou g/l)

$P$  : concentration plasmatique de la substance (mg/ml ou g/l)

$V$  : débit urinaire (ml/min).

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Mesure du débit de filtration glomérulaire

La substance idéale pour la mesure du DFG doit répondre à plusieurs critères ; elle doit être :

- librement filtrée
- atoxique
- non réabsorbée
- non sécrétée
- non métabolisée par le corps

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Mesure du débit de filtration glomérulaire

En pratique, on utilise deux substances :

- Substance exogène : l'inuline
- méthode de référence (gold standard).
- Substance endogène : la créatinine

$$DFG = C_{inuline} = C_{créatinine} = 125 \pm 15 \text{ ml/ min/1,73 m}^2$$

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Mesure du débit de filtration glomérulaire

### 2- Fraction filtrée

Le pourcentage du DPR qui est filtré représente la fraction filtrée

$$(FF) = \frac{DFG}{DPR} \sim 20 \% .$$

Le débit de filtration glomérulaire (DFG) s'élève alors aux alentours de 20 % x 600 ml/min, soit 120 ml/min représentant 180 l/j.

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Mesure du débit de filtration glomérulaire

### 3- Formules d'estimation du DFG

#### 1- Formule de Cockcroft et Gault (1)

$$C \text{ Créatinine} = \frac{(140 - \text{âge}) \times \text{poids} \times K}{[\text{Créatinine}]}$$

$K = 1,23$  chez l'homme

$K = 1,04$  chez la femme

Créatinine en  $\mu\text{mol/l}$



# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Mesure du débit de filtration glomérulaire

### 3- Formules d'estimation du DFG

#### Formule de Cockcroft et Gault (2)

$$C \text{ Créatinine} = \frac{(140 - \text{âge}) \times \text{poids} \times K'}{7,2 \times [\text{Créatinine}]}$$

$K' = 1$  chez l'homme

$K = 0,85$  chez la femme

Créatinine en mg/l

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Mesure du débit de filtration glomérulaire

### 3- Formules d'estimation du DFG

#### 2- Formule MDRD (Modification of Diet in Renal Disease)

$$C \text{ créatinine} = 186,3 \times (\text{creat} \times 0,0113)^{-1,154} \times \text{âge}^{-0,203} \times (0,742 \text{ si femme})$$

Créatinine en  $\mu \text{ mol/l}$

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Mesure du débit de filtration glomérulaire

### 3- Formules d'estimation du DFG

#### 3- Formule CKD-EPI "chronic kidney disease- epidemiology collaboration":

Pour la femme :

- Créatininémie  $\leq 62 \mu\text{mol/l}$

$$\text{DFG} = 144 \times [(\text{créatininémie} / 88,4) / 0,7]^{-0,329} \times 0,993^{\text{âge}}$$

- Créatininémie  $> 62 \mu\text{mol/l}$

$$\text{DFG} = 144 \times [(\text{créatininémie} / 88,4) / 0,7]^{-1,209} \times 0,993^{\text{âge}}$$

Pour l'homme :

- Créatininémie  $\leq 80 \mu\text{mol/l}$

$$\text{DFG} = 141 \times [(\text{créatininémie} / 88,4) / 0,9]^{-0,411} \times 0,993^{\text{âge}}$$

- Créatininémie  $> 80 \mu\text{mol/l}$

$$\text{DFG} = 141 \times [(\text{créatininémie} / 88,4) / 0,9]^{-1,09} \times 0,993^{\text{âge}}$$

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Insuffisance rénale chronique

**Différents stades de l'insuffisance rénale chronique (IRC) :**

Stade 1 : pas d'IRC ;  $C > 90$  ml/min

Stade 2 : IRC débutante ;  $C$  de 60 à 89 ml/min

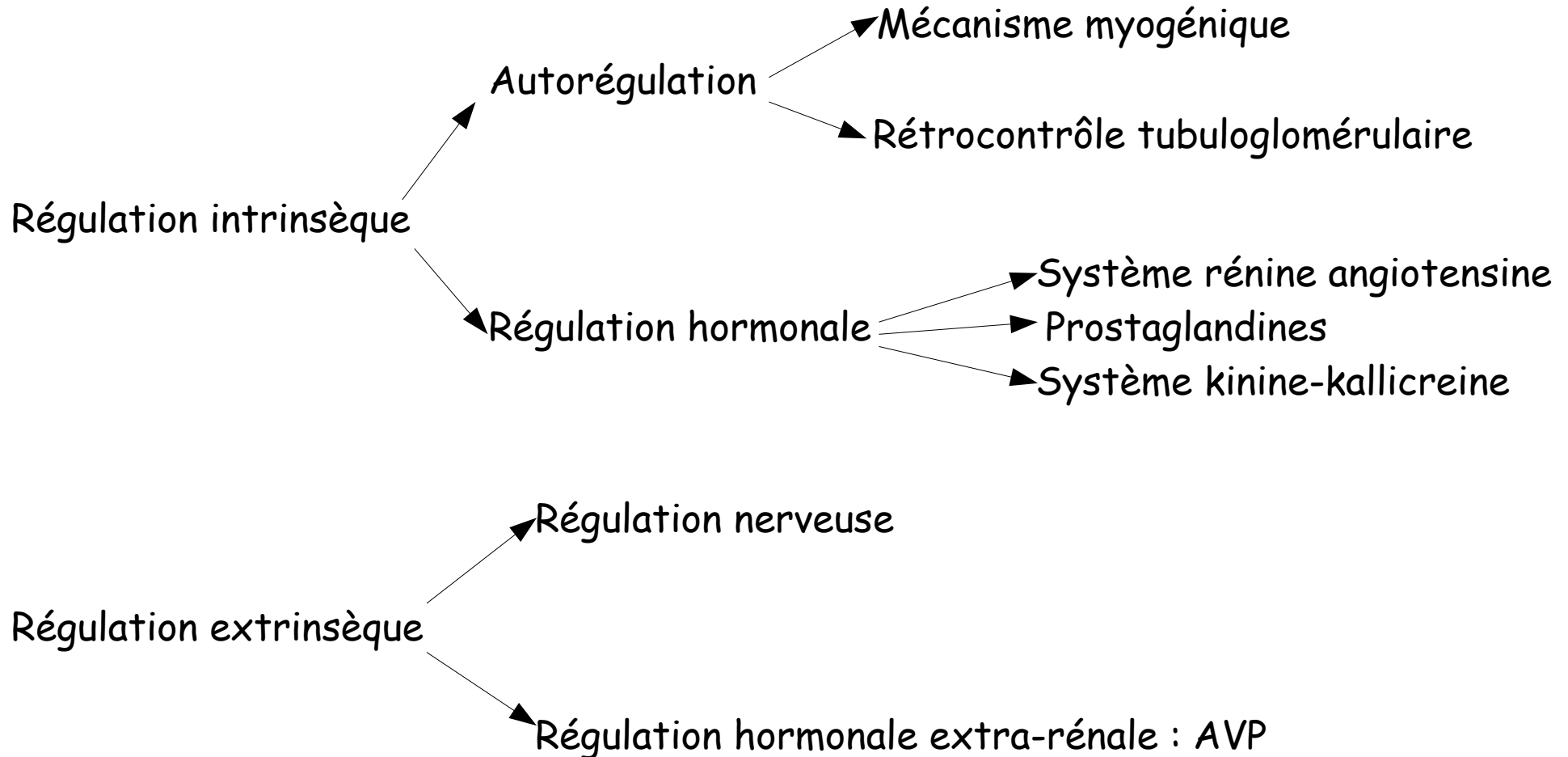
Stade 3 : IRC modérée ;  $C$  de 30 à 59 ml/min

Stade 4 : IRC sévère ;  $C$  de 15 à 29 ml/min

Stade 5 : IRC terminale ;  $C < 15$  ml/min

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Régulation du DSR et DFG



# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Régulation du DSR et DFG

### A- Régulation intrinsèque :

#### 1- Autorégulation :

a- Mécanisme myogénique : l'augmentation du débit de perfusion entraîne un étirement de la paroi vasculaire des AA qui vont répondre par une vasoconstriction active.

b- Rétrocontrôle négatif tubulo-glomérulaire : le DSR est sous le contrôle des variations du débit et de la composition du fluide tubulaire au niveau de la macula densa. Lorsque le débit de  $\text{Na}^+$  dans le tubule distal augmente, l'artériole afférente se contracte.

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Régulation du DSR et DFG

Grâce aux mécanismes d'autorégulation, le DSR et le DFG demeurent pratiquement constants pour une gamme très étendue des pressions artérielles moyennes de 80 à 200 mm Hg. En revanche, lorsque la pression moyenne est inférieure à 80 mm Hg, une diminution du flux sanguin rénal et de la filtration glomérulaire survient.

# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Régulation du DSR et DFG

### 2- Régulation hormonale :

a- Système rénine angiotensine : vasoconstriction

b- Prostaglandines E2 et I2 : vasodilatation

c- Système kinine-kallicreine : vasodilatation



# FILTRATION GLOMERULAIRE

## Régulation du DSR et DFG

### B-Régulation extrinsèque

#### 1-Régulation nerveuse :

Assurée par les fibres nerveuses sympathiques de nature adrénérgique dont la stimulation entraîne une vasoconstriction.

L'orthostatisme, l'exercice physique, les émotions et l'asphyxie entraînent une augmentation du tonus sympathique d'où diminution du DSR.

#### 2-Régulation hormonale extra rénale :

Arginine vasopressine (AVP) : augmente la pression artérielle et les résistances vasculaires d'où baisse du DSR.