

L'appareil urinaire

Collège universitaire et hospitalier des histologistes, embryologistes,
cytologistes et cytogénéticiens (CHEC)

Dr. Chantal KOHLER

Date de création du document 2010-2011

Table des matières

I Le rein	3
I.1 Organisation générale.....	3
I.2 Structure histologique du néphron.....	4
I.2.1 Corpuscule de Malpighi	4
I.2.2 Tube contourné proximal	6
I.2.3 Anse de Henlé	7
I.2.4 Tube contourné distal	8
I.2.5 Appareil juxta glomérulaire.....	8
I.3 Structure histologique des tubes collecteurs ou tubes de Bellini.....	10
I.4 Histophysiologie.....	10
I.5 Rôle de l'appareil juxtaglomérulaire.....	12
II Les voies excrétrices.....	12
II.1 Structure histologique.....	13

Il est responsable du maintien de l'équilibre hydroélectrolytique de l'organisme et de l'élimination des déchets, il comprend :

- Le rein
 - Le tube urinaire
- Les voies excrétrices
 - Les uretères
 - La vessie
 - L'urètre

I LE REIN

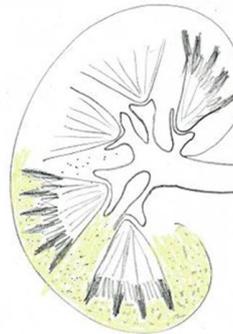
Deux fonctions :

Assurent la filtration du plasma sanguin en formant l'urine.

Fonction endocrine : synthèse d'érythropoïétine (stimule l'érythropoïèse au niveau de la moelle osseuse, de rénine (participe à la régulation de la pression artérielle,..)

I.1 ORGANISATION GÉNÉRALE

Organisation générale



- Organe présentant un bord externe convexe, un bord interne concave d'où se détache le hile
- Est entouré par une capsule fibreuse
- Comporte une zone externe périphérique : la **corticale** et une partie centrale : la **médullaire**
 - **Médullaire** : 6 à 9 formations pyramidales : pyramides de **Malpighi** dont la base est dirigée vers la corticale. Elles sont séparées les unes des autres par les **colonnes de Bertin** qui sont en continuité avec la corticale. Des pyramides

de Malpighi partent des formations étroites et longues à sommet tourné vers la capsule : les **pyramides de Ferrein**.

- **Corticale** : située entre la capsule et les pyramides de Malpighi et se prolonge par les colonnes de Bertin.
- **Lobe rénal** : une pyramide de Malpighi et le parenchyme rénal qui l'entoure
- **Lobule rénal** : une pyramide de Ferrein et le parenchyme autour
- **Cavités excrétrices intraparenchymateuses**
 - **Petits calices** : situés au sommet des pyramides de Malpighi
 - **Grands calices** formés par confluence des petits calices
 - **Bassinets** : extrémité supérieure de l'uretère

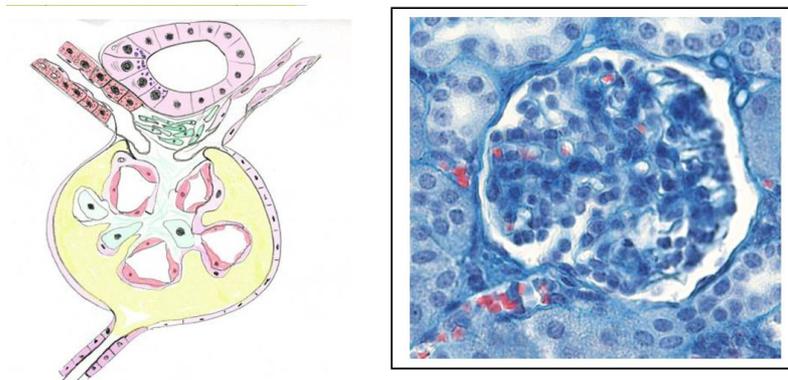
Unité anatomique du rein : **tube urinaire**

- **Néphron** : partie filtrante où se déroulent les étapes de la formation de l'urine : corpuscule ou glomérule de Malpighi, tube contourné proximal, anse de Henlé et tube contourné distal
- **Tubes collecteurs** : partie excrétrice font suite aux tubes contournés distaux. Ils se déversent dans les petits calices au sommet des pyramides de Malpighi, au niveau de l'area cribosa.

I.2 STRUCTURE HISTOLOGIQUE DU NÉPHRON

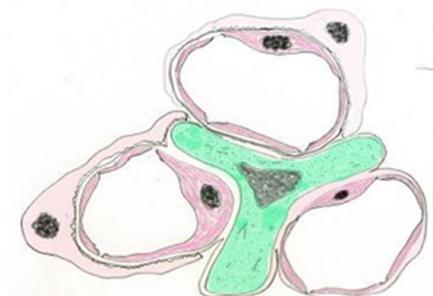
I.2.1 Corpuscule de Malpighi

Corpuscule de Malpighi



- Deux pôles : **pôle vasculaire** avec artère afférente qui se divise en 4 à 6 branches donnant naissance aux capillaires glomérulaires et artère efférente ; **pôle urinaire** formé par le tube contourné proximal
- Entouré d'une **capsule fibreuse : capsule de Bowman** (tissu conjonctif dense) tapissée d'un épithélium : un feuillet **pariétal** qui forme la limite interne de la capsule ; un **viscéral** (réflexion du feuillet précédent au niveau du pôle vasculaire) qui recouvre les capillaires ; entre les deux feuillets : **chambre glomérulaire** (ou **chambre urinaire**) qui se prolonge au niveau du pôle urinaire
 - **Feuillet pariétal** : cellules aplaties endothélioformes discontinues, pauvres en organites, riche en vésicules de pinocytose. Ce feuillet est en continuité avec l'épithélium du tube contourné proximal.
 - **Feuillet viscéral** : cellules volumineuses : les podocytes qui entourent les capillaires par des prolongements cytoplasmiques de plusieurs ordres. Ceux de 3e ordre se terminent par extrémités renflées : pédicelles (les extrémités des pédicelles sont reliées entre elles par des diaphragmes épais de 6 nm : fentes de filtration situées au contact de la lame basale qui laissent passer l'ultrafiltrat plasmatique vers la chambre urinaire)
 - **Podocytes** : possèdent des organites (appareil de Golgi, REG, nombreux ribosomes libres) et un cytosquelette riche en filaments de vimentine et desmine
 - **Pédicelles** : microtubules ; protéines contractiles : actine, myosines II, alpha actinine, taline et vinculine
- **Capillaires glomérulaires** : forment des groupes de 3 à 4 : les **anses glomérulaires** bordées de façon continue par les podocytes et les pédicelles et entre lesquelles se trouve le mésangium.

Capillaires glomérulaires



- **Endothélium**

- **Lame basale**

- Comporte une couche centrale dense (**lamina densa lamina rara**)
- Contient du collagène IV, des protéoglycanes et de la fibronectine (qui pourraient fixer la lame basale à l'endothélium et aux podocytes), de la laminine.
- Synthèse par les cellules endothéliales et par les podocytes.
- Joue un rôle majeur dans la sélectivité de la filtration glomérulaire (bloque notamment les protéines). Associée aux diaphragmes des pédicelles, elle forme la **barrière sang / urine**

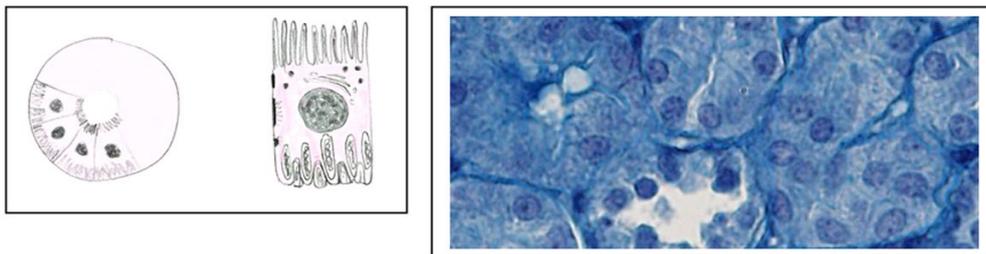
- **Mésangium**

- **Matrice** : homogène ; contient des collagènes (IV, V, VI, VIII), des glycoprotéines, des protéoglycanes. Présence de contacts focaux entre matrice et cellules par molécules d'adhésion en relation avec cytosquelette.
- **Cellules mésangiales** : sont riches en organites ; possèdent des prolongements qui s'étendent dans la matrice. Sont associées les unes aux autres par des jonctions de type gap. Peuvent avoir des fonctions de phagocytose.

I.2.2 Tube contourné proximal

Paroi formée par un épithélium à cellules prismatiques : néphrocytes. Lumière assez large ; est divisé en trois segments : S1 (partie proximale sinueuse, à proximité du glomérule), S2 et S3 (portion rectiligne ou tube de Schachowa).

Néphrocytes



Néphrocytes :

- **Pôle apical** présente des microvillosités centrées par des microfilaments : bordure en brosse (PAS+ , important cell coat, riche en enzymes) qui augmente de façon importante les surfaces de réabsorption de l'ultrafiltrat glomérulaire.

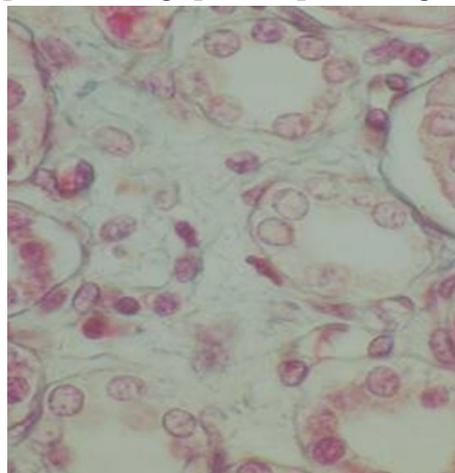
- **Pôle latéral** : complexes de jonction dans la partie apicale (zonula occludens, zonula adherens, macula adherens) et interdigitations dans la partie basale
-> cohésion des cellules
- **Pôle basal** : invaginations profondes et irrégulières de la membrane basale, intriquées avec celles des cellules voisines = labyrinthe
- **Cytoplasme** : mitochondries nombreuses localisées dans les prolongements cellulaires des invaginations basales (bâtonnets de Heidenhain) ; appareil de Golgi supranucléaire ; vésicules d'endocytose et lysosomes dans région apicale
- **Noyau** volumineux central.

I.2.3 Anse de Henlé

Diamètre réduit / tube proximal. Formé de la branche descendante et ascendante. Structure différente selon la position du glomérule

- **Glomérules juxtamédullaire** : section grêle descendante, puis section grêle ascendante et partie large ascendante
- **Glomérules corticaux** : portion large qui s'incurve rapidement pour remonter de façon rectiligne dans la corticale
 - **Aspect histologique des portions grêles** : cellules endothéliiformes unies par jonctions serrées avec nombreuses interdigitations ; quelques microvillosités courtes au pôle apical.
 - **Aspect histologique des portions larges** : épithélium cubique où cellules contiennent de nombreuses mitochondries ; quelques microvillosités au pôle apical et de nombreux replis au pôle basal.

Aspect histologique des portions grêles



Aspect histologique des portions larges

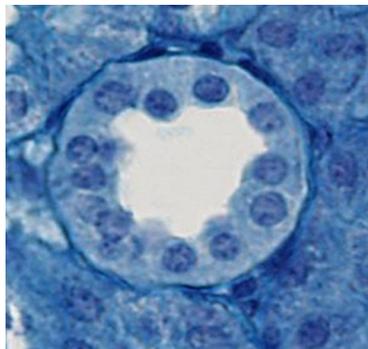


I.2.4 Tube contourné distal

Prolonge la branche ascendante de l'anse de Henlé et se trouve au contact de son glomérule d'origine où il entre en contact avec l'artériole afférente pour former l'**appareil juxta-glomérulaire**.

- **Structure** : Epithélium cubique sans bordure en brosse (microvillosités plus rares, plus petites) ; quelques vésicules apicales : des mitochondries au pôle basal en quantité moindre

Tube contourné distal



I.2.5 Appareil juxta glomérulaire

Il est situé au niveau du pôle vasculaire du glomérule.

Il est formé de trois composants :

- cellules spécialisées de l'artère afférente (et artère efférente),
- cellules mésangiales du lacis
- cellules de la macula densa du tube distal

Appareil juxta glomérulaire



- **artère afférente glomérulaire** : cellules musculaires lisses de la média --> cellules myoépithélioïdes de Ruyters

-->contiennent des myofibrilles et des grains de sécrétion (PAS+) --> élaborent la **rénine**

La limitante élastique interne devient lame basale

- artère efférente glomérulaire : délimite l'espace triangulaire de l'appareil juxta glomérulaire. Ne subit pas de modification

- **cellules du lacis** : cellules mésangiales extraglomérulaires disposées en pile, séparées les unes des autres par une lame basale noyau allongé, cytoplasme ovoïde, peu d'organites nombreux systèmes de jonction de type gap entre elles et avec mésangium

- **macula densa** : cellules de la paroi du tube contourné distal

Elles deviennent hautes et étroites en regard de l'artère afférente

Elles possèdent des granulations apicales, un appareil de Golgi infra-nucléaire, des microvillosités apicales et un cil vibratile

Ces cellules sont sensibles aux ions Cl⁻ : agit par contrôle de la contraction de l'artériole afférente (régule la filtration du glomérule)

- **Vascularisation du tube urinaire**

- Environ 1200 ml de sang par minute destinés aux deux réseaux capillaires du tube urinaire :
 - Réseau capillaire porte du glomérule (filtration)
 - Réseau capillaire post glomérulaire (réabsorption)
- Artère rénale --> branche antérieure et postérieure --> artères interlobaires (dans les colonnes de Bertin) --> artères arciformes --> artères interlobulaires --> artères afférentes glomérulaires --> système capillaire porte glomérulaire --> artères efférentes glomérulaires --> réseau capillaire situés autour des tubes proximaux et distaux
- Retour veineux par un système comparable au réseau artériel

I.3 STRUCTURE HISTOLOGIQUE DES TUBES COLLECTEURS OU TUBES DE BELLINI

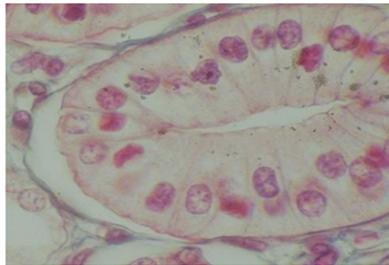
Sont situés dans les pyramides de Ferrein

Descendent de façon rectiligne vers la médullaire en augmentant progressivement leur diamètre

Confluent progressivement -> une dizaine de canaux qui s'ouvrent dans les petits calices au niveau de l'aréa cribosa des pyramides de Malpighi

- Aspect : paroi formée de cellules cubiques hautes puis prismatiques ; cytoplasme fait saillie dans la lumière
 - **Cellules claires** ou cellules principales sont pauvres en organites et rares microvillosités apicales. Elles sont dotées d'une pompe à sodium
 - **Cellules sombres** ou intercalées sont plus riches en organites (ribosomes mitochondries, vacuoles) ; membrane basale plissées et microvillosités apicales. Possèdent une pompe à protons.

Structure histologique des tubes collecteurs ou tubes de Bellini



I.4 HISTOPHYSIOLOGIE

- **filtration glomérulaire**
 - **barrière glomérulaire** : cellules endothéliales, lame basale, pédicelles
 - **filtration** dépend de la perméabilité de la barrière, de la pression de filtration (pression hydrostatique et oncotique du plasma et de la chambre urinaire) et de la charge électrique des molécules.
 - filtration : **phénomène passif** -> ultrafiltrat dans la chambre glomérulaire ayant la même composition que le plasma sauf pour les molécules de PM > 60 à 70 KD (possibilité de modification des fentes de filtration par substances vasoactives)
 - représente environ 180 l par jour -> quasi-totalité est réabsorbée dans les tubes

- **réabsorption et sécrétion tubulaires**

- **tube proximal** : réabsorption grâce aux microvillosités et invaginations basales
 - réabsorption du Na^+ par mécanisme de co-transport (diffusion facilitée) avec glucose au niveau apical et excrétion dans milieu interstitiel par pompe à sodium située au niveau latéro-basal (transport actif ATPase $\text{Na}^+ \text{K}^+$ dépendante : 85% du Na est ainsi réabsorbé). L'espace intercellulaire devient hypertonique et attire l'eau à partir de la lumière du tube proximal.
 - protéines réabsorbées par pinocytose
 - acides aminés
 - glucose par co-transport (100%)
- **anse de Henlé** : création d'un **gradient de pression osmotique** cortico-médullaire -> urine hypo-ou hypertonique par différence de perméabilité à l'eau et au sodium au niveau de la branche ascendante large qui est imperméable à l'eau (branche ascendante dépourvue d'aquaporines nécessaires à la réabsorption d'eau)
 - réabsorption active du Na^+ par pompe à sodium
 - urine de plus en plus hypotonique et milieu interstitiel de plus en plus hypertonique : gradient important entre partie inférieure de l'anse de Henlé et tube distal
- **tube distal** : ajustement du bilan hydro-électrolytique et acido-basique
 - régulation de la natriurie contrôlée par l'aldostérone : synthèse par surrénale et action sur pompe ATPase $\text{Na}^+ \text{K}^+$ dépendante -> réabsorption Na^+ et excrétion de K^+ au niveau des cellules de l'épithélium distal
 - excrétion d'ions H^+ et d'ions ammonium
- **tubes collecteurs** : perméabilité à l'eau des cellules contrôlée par hormone antidiurétique (ADH --> passage de l'eau du tube vers l'interstitium hyperosmotique --> urines hyperosmotiques) ; en absence d'ADH, pas de passage d'eau --> urines hypoosmotiques
 - régulation se fait par la mise en place d'aquaporines au niveau membrane apicale des cellules des tubes collecteurs.

I.5 RÔLE DE L'APPAREIL JUXTAGLOMÉRULAIRE

- Rénine, protéase qui transforme l'**angiotensinogène** du plasma (provenant du foie) **en angiotensine I**
- L'angiotensine devient **angiotensine II** par action de l'**enzyme de conversion** --> **vasoconstriction**
 - si diminution de pression dans artère afférente, sécrétion de rénine par stimulation directe des cellules de Ruyters
 - si diminution de Na⁺, stimulation de la macula densa et synthèse de rénine
- La vasoconstriction artériolaire provoque la stimulation de la synthèse d'**aldostérone**
- Action sur tubes distaux (augmentation absorption ions Na⁺ et Cl⁻) --> augmentation du volume sanguin : augmentation de la pression artérielle

II LES VOIES EXCRÉTRICES

- Les voies urinaires assurent le recueil de l'urine à partir des tubes collecteurs, à son stockage et à son émission dans le milieu extérieur.
- Les tubes collecteurs de Bellini confluent pour former des tubes plus larges qui forment les **petits calices** (une dizaine) : cavité conique à base externe qui confluent en deux ou trois **grands calices** situés au niveau du hile.
- Les grands calices fusionnent pour former le **bassinnet** : partie haute de l'uretère.
- L'uretère relie le rein à la vessie. La vessie est drainée par l'urètre

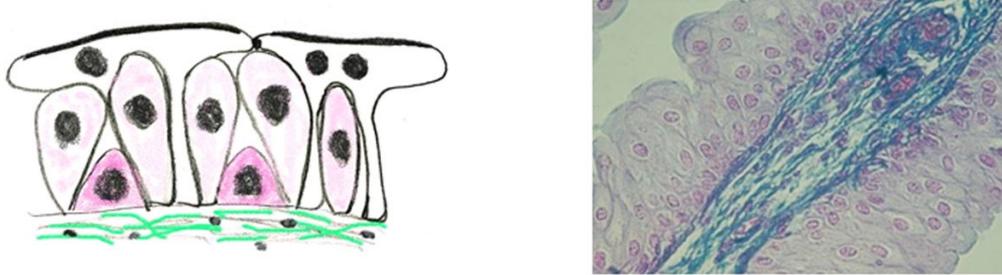
Les voies excrétrices



II.1 STRUCTURE HISTOLOGIQUE

Elle est commune à tous les segments et comprend une muqueuse, une musculuse et une adventice. La lumière au niveau de l'uretère est festonnée.

Structure histologique



● Muqueuse

- **Epithélium** : épithélium pseudostratifié polymorphe (**urothélium**) formé d'un nombre variable d'assises cellulaires mais toutes les cellules possèdent un prolongement basal qui atteint la membrane basale
 - **Nombre de couches** variable selon les régions : 2 à 3 au niveau des calices, 4 à 5 au niveau de l'uretère, 6 à 8 au niveau de la vessie
 - **Forme des cellules** varie selon état de remplissage des cavités urinaires (- > polymorphe)
 - **Nombreux systèmes de jonctions** entre les cellules (zonula occludens au niveau des cellules superficielles -> étanchéité, interdigitations)
 - **Trois types de cellules**
 - Cellules **basales** : profondes, situées au niveau de la membrane basale
 - Cellules intermédiaires ou **cellules en raquette** avec partie apicale renflée et prolongement basal étroit qui s'insinue entre les cellules basales
 - Cellules superficielles ou **recouvrantes**
 - Souvent binucléées
 - Possèdent, au niveau de la **vessie**, une membrane apicale épaisse et asymétrique (feuillet externe plus épais) avec présence de plaques denses (formées par des protéines transmembranaires - uroplakines) dont le segment extra-membranaire forme un ruban. Sont associées au cytosquelette et forment une réserve de membrane.
- **Chorion** : tissu conjonctif lâche, riche en fibres élastiques

- **Musculeuse** : faisceaux de cellules musculaires lisses obliques séparés par des travées conjonctives à orientation prédominante longitudinale en dedans et circulaire en dehors. Au niveau de la vessie, musculature plexiforme avec couches longitudinales interne et externe et circulaire moyenne
- **Adventice** : tissu conjonctif lâche avec fibres de réticuline, nerfs et nombreux adipocytes