PHYSIOLOGY

FACULTY OF PHARMACEUTICAL SCIENCES
DR. AMJAAD ZUHIER ALROSAN

LECTURE 10, PART (1): INTRODUCTION OF THE URINARY SYSTEM

Objectives

1. Discuss **introduction of the urinary system.**
2. Describe **overview of kidney functions**.
3. Explore **glomerular filtration.**

(Pages 991- 993 of the reference)

THE URINARY SYSTEM

يساهم الجهاز البولي في التوازن عن طريق تغيير الدم التركيب ودرجة الحموضة والحجم والضغط؛ الحفاظ على الدم التناضحية؛ إفراز النفايات والمواد الغريبة؛ و إنتاج الهرمونات.

- **The urinary system contributes to homeostasis** by altering blood composition, pH, volume, and pressure; maintaining blood osmolarity; excreting wastes and foreign substances; and producing hormones.

يتكون الجهاز البولي من كليتين، واثنين من الحالب، واحدة

المثانة البولية، ومجرى البول واحد

- **The urinary system consists of** two kidneys, two ureters, one urinary bladder, and one urethra.

لما الواحد يكون قليل blood volume
بتتحفز مراكز العطش يلي بتكون موجودة في hypothalamus
تعمل ع انتقال action potential الى غدة نخامية الخلفية
تعمل افراز Antidiuretic hormone
بساعد ع اعادة امتصاص لصوديوم و الماء

Blood volume عالي
بشرب مي كثير
Diluted urine بول مخفف
The solute concentration is low in water
مي ك كمية اكبر من solute

لا يتم تحفيز مراكز العطش

Concentrated urine
كمية الماء قليلة مقارنه ب solute
Osmolarity
بتكون عالية
بكون ما بشرب مي كثير

Orange
Excretion
Regulation
يتلخص من الاملاح و الماء زائدة في الجسم
Homestasis

Function:

1)regulation of water ,electrolyte balance

البول يلي بطلع الجسم هو جاي من دم ف ارتفاع او انخفاض دم بأثر تاثير مباشر في البول

بس البول يطلع لون مايل ع بياض :يعني اغلبه مي يعني بكون مخفف
بس يكون مركز بكون اغلبه املاح

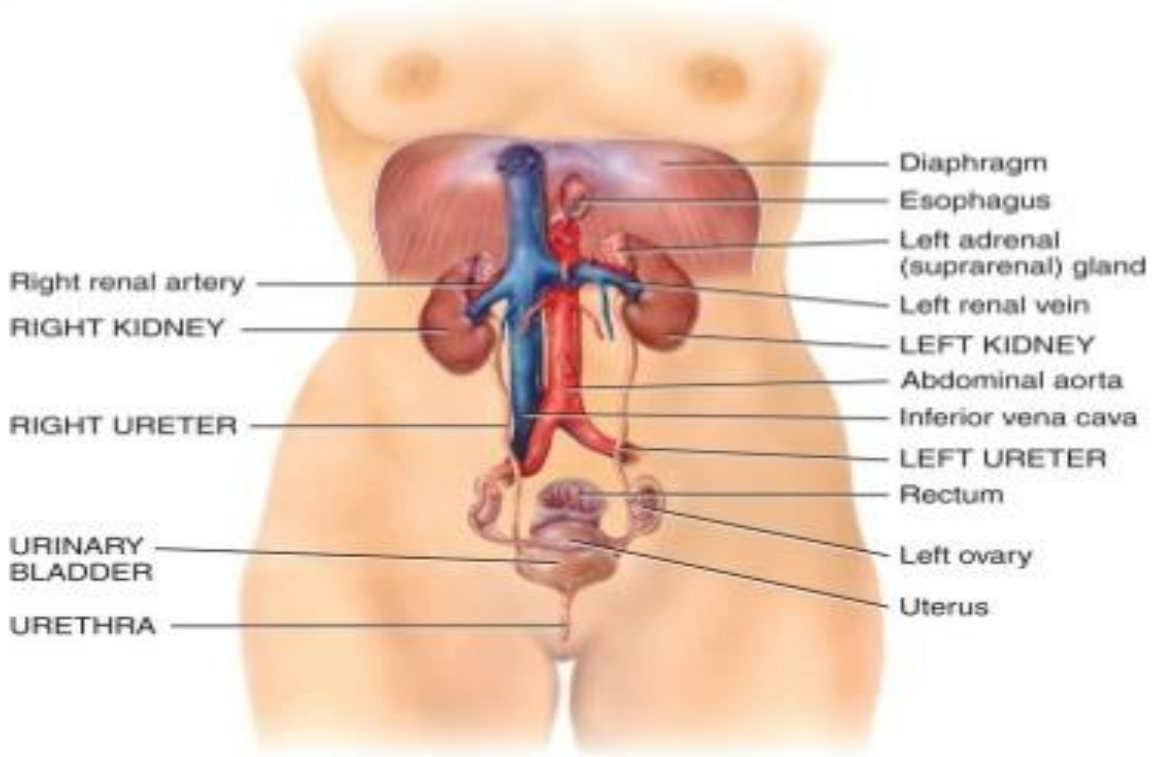
انا لو ضغط دم قليل الكلية رح تحبس المي في جسم ف البول ما رح ينزل ، عشان ترجع ضغط دم الى حالته طبيعية

Regulation of ABP:

Volume of blood: لازم اتحكم في كمية الماء و صوديوم

بودي المواد من مكان لثاني بس لسا جوا جسمي Secretion
بودي المواد خارج الجسم عن طريق البول مثلا Excretion

Organs of the urinary system in a female



(a) Anterior view of urinary system

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

THE URINARY SYSTEM

بعد أن تقوم الكلى بتصفية بلازما الدم، فإنها تعيد معظم الماء و المواد المذابة إلى مجرى الدم. تشكل المياه والمواد المذابة المتبقية البول، الذي يمر عبر الحالب ويتم تخزينه في المثانة البولية حتى يفرغ من الجسم من خلال مجرى البول.

- **After the kidneys filter blood plasma, they return most of the water and solutes to the bloodstream. The remaining water and solutes constitute urine, which passes through the ureters and is stored in the urinary bladder until it is excreted from the body through the urethra.**

علم الكلى هو الدراسة العلمية للتشريح وعلم وظائف الأعضاء وعلم الأمراض من الكلى

- **Nephrology** is the scientific study of the anatomy, physiology, and pathology of the kidneys.

فرع الطب الذي يتعامل مع الجهاز البولي للذكور والإناث ويسمى الجهاز التناسلي الذكري المسالك البولية.

طبيب متخصص في هذا الفرع من الطب يسمى طبيب المسالك البولية.

- The branch of medicine that deals with the male and female urinary systems and the male reproductive system is called **urology**. A physician who specializes in this branch of medicine is called a **urologist**.

عملية الفلترة وين بتصير ؟؟ جوا capsule

كيف بتصير ؟
انا في عندي خمسة لتر بطلع من القلب بتوزعوا ع كل جسم يلي بوصل ranal artary
25%من خمسة لتر بس الكمية يلي بصير لها فلترة 25% من 25%من خمسة لتر

يلي رح يصيرلها فلترة رح تمشي من capsule على القنوات الموجودة جوا الكلى حسب الترتيب الاتي :

Proximal tubule
↓
Descending loop of Henal
↓
ascending loop of henle
↓
early densing distal tube
↓
Later distal tube
↓
Collecting duct

يلي ما رح يصير لها فلترة بدها تطلع من جهة الثانية :

Bomwan capsule

Capillaries

بتجمع بصير اسمه Affernt arteriol

بترجع هي نفسها بتتفرع ل capillaries بتكون حولين
proximal ,descending ,ascending , distal , collecting duct

اسمها حولين proximal:
Peritubular capillary

اسمها حولين loop of henal :
Vasa recta يعني vessel مستقيم
تطلب دور مهم في urine concentration

اسمها حولين distal ,collecting:
Varitcular capillary

بتطلع على capillary شكل venal nerve
Posterior vena cave
بترجع الى right atrium

Renal artary يلي بده يدخل ع الكلية
↓
Afferent arteriole
↓
Bowman capsule بدخل ع
capillary بتشعب ع شكل
احجامها كبيرة و طويلة

فلترة :
صوديوم ،ماء ، كالسيوم ،كلورايد
اعادة امتصاص من tubule الى tubular capillary

نسبة دم يلي صارلها فلترة في كابسولة الى نسبة كل دم يلي دخل ع الكلى Filtration fraction

افراز بس ما بدي ياها بتنتقل من peritubular capillaries الى tubual of kidney

يلي صارلها فلترة blood جزء من :
Glomerulus filtrate

مكونات الاساسية عشان يصير عندي عملية فلترة :
Endothelial cell
Basel membrane
Slit membrane
كلما انتقلت الى داخل ثقوب بتصغر

دم بده يفوت ع endothlial بتفوت كل بروتينات بس ما بتفوت اي نوع من الخلايا يعني بتوقف (red blood cell,wight blood cell,platelet)

طبقة الثانية صار حجم الثقوب اصغر ،هون بتوقف (larg protein)

طبقة الثالثة ثقوب بتصير اصغر بتوقف (medium protein)

يلي بفوت :
Amino acide ,small protein,glucose,water ,ammonia, Uriah ,ions

يلي ما بمر : cell,larg protein,medium protein

THE URINARY SYSTEM

تنظم الكلى حجم الدم وتكوينه؛ تساعد على تنظيم ضغط الدم ودرجة الحموضة ومستويات الجلوكوز؛ إنتاج هرمونين (الكالستريول والإريثروبويتين)؛ وإفراز النفايات في البول.

- **Kidneys** regulate blood volume and composition; help regulate blood pressure, pH, and glucose levels; produce two hormones (calcitriol and erythropoietin); and excrete wastes in urine.

تنقل الحالب البول من الكلى إلى المثانة البولية.

- **Ureters** transport urine from kidneys to urinary bladder.

تخزن المثانة البولية البول وتطرده إلى مجرى البول.

- **Urinary bladder** stores urine and expels it into urethra.

- **Urethra** discharges urine from body. يقوم مجرى البول بتفريغ البول من الجسم.

OVERVIEW OF KIDNEY FUNCTIONS

تنظيم التركيب الأيوني للدم: تساعد الكلى في تنظيم مستويات الدم من العديد من الأيونات، وأهمها أيونات الصوديوم والبوتاسيوم أيونات، أيونات الكالسيوم، أيونات الكلوريد، وأيونات الفوسفات.

1. **Regulation of blood ionic composition:** The kidneys help regulate the blood levels of several ions, most importantly sodium ions, potassium ions, calcium ions, chloride ions, and phosphate ions.

Electrolytes

2. **Regulation of blood pH:** The kidneys excrete a variable amount of hydrogen ions into the urine and conserve bicarbonate ions, which are an important buffer of hydrogen ions in the blood. Both of these activities help regulate blood pH.

تنظيم درجة الحموضة في الدم: تفرز الكلى كمية متغيرة من أيونات الهيدروجين في البول وتحافز أيونات البيكربونات، وهي عازلة مهمة من أيونات الهيدروجين في الدم. كلاهما تساعد الأنشطة على تنظيم درجة الحموضة في الدم.

reabsorption: بعملتين هما
Secretion

OVERVIEW OF KIDNEY FUNCTIONS

تنظيم حجم الدم: تقوم الكلى بضبط حجم الدم عن طريق الحفاظ على الماء في البول أو التخلص منه. زيادة في الدم الحجم يزيد من ضغط الدم؛ ينخفض انخفاض حجم الدم ضغط الدم.

3. **Regulation of blood volume:** The kidneys adjust blood volume by conserving or eliminating water in the urine. An increase in blood volume increases blood pressure; a decrease in blood volume decreases blood pressure.

تنظيم ضغط الدم: تساعد الكلى أيضا في تنظيم الدم الضغط عن طريق إفراز إنزيم الرينين، الذي ينشط الرينين- مسار الأنجيوتنسين - الألدوستيرون. تؤدي زيادة الرينين إلى زيادة في ضغط الدم.

4. **Regulation of blood pressure:** The kidneys also help regulate blood pressure by secreting the enzyme renin, which activates the renin–angiotensin–aldosterone pathway. Increased renin causes an increase in blood pressure.

OVERVIEW OF KIDNEY FUNCTIONS

الحفاظ على الأسمولية في الدم: عن طريق تنظيم فقدان بشكل منفصل الماء وفقدان المواد المذابة في البول، تحافظ الكلى نسبيا الأسمولية الدموية الثابتة قريبة من 300 مليوسمول لكل لتر(mOsm/liter)

تركيز solute في الماء

5. **Maintenance of blood osmolarity:** By separately regulating loss of water and loss of solutes in the urine, the kidneys maintain a relatively constant blood osmolarity close to 300 milliosmoles per liter (mOsm/liter).

كلما كانت كمية الماء قليلة كلما كانت osmolarity اعلى

مستحيل يصير عندي امتصاص للكالسيوم اذا ما كان عندي فتامين د

وظيفة فيتامين د محافظة ع مستوى كالسيوم و الفوسفات في دم

6. **Production of hormones:** The kidneys produce two hormones. **Calcitriol**, the active form of vitamin D, helps regulate calcium homeostasis, and **erythropoietin** stimulates the production of red blood cells.

إنتاج الهرمونات: تنتج الكلى هرمونين.
يساعد الكالستريول، وهو الشكل النشط من فيتامين د، على تنظيم الكالسيوم التوازن، والإريثروبويتين يحفز إنتاج الدم الأحمر الخلايا.

في حالة hypoxia يعني اكسجين قليل ، دم قليل

OVERVIEW OF KIDNEY FUNCTIONS

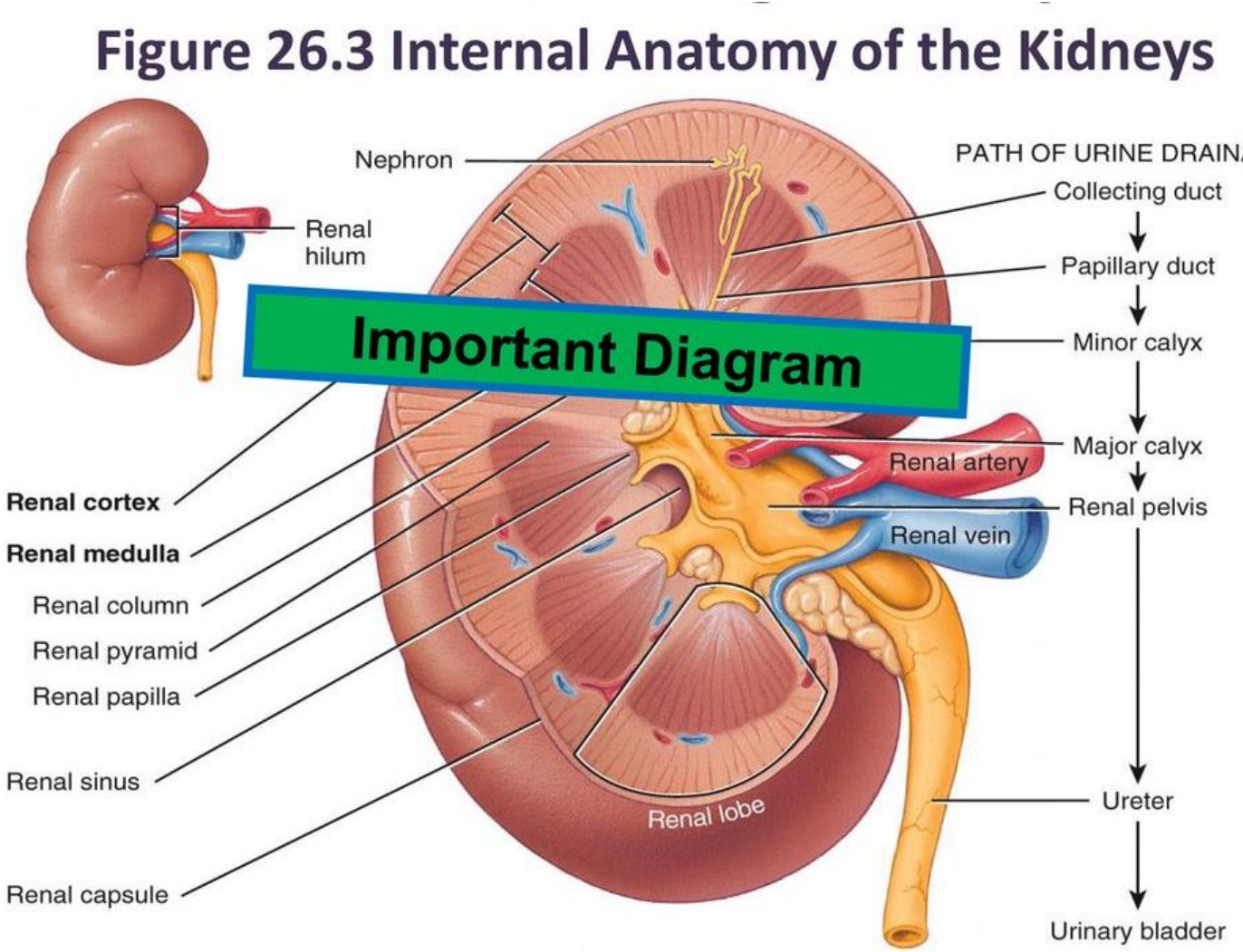
تنظيم مستوى الجلوكوز في الدم: مثل الكبد، تستطيع الكلى استخدم الحمض الأميني الجلوتامين في تكوين الجلوكوز، تركيب جزيئات الجلوكوز الجديدة. يمكنهم بعد ذلك إطلاق الجلوكوز في الدم للمساعدة في الحفاظ على مستوى الجلوكوز الطبيعي في الدم.

7. **Regulation of blood glucose level:** Like the liver, the kidneys can use the amino acid glutamine in gluconeogenesis, the synthesis of new glucose molecules. They can then release glucose into the blood to help maintain a normal blood glucose level.

8. **Excretion of wastes and foreign substances.**

إفراز النفايات والمواد الغريبة.

Figure 26.3 Internal Anatomy of the Kidneys

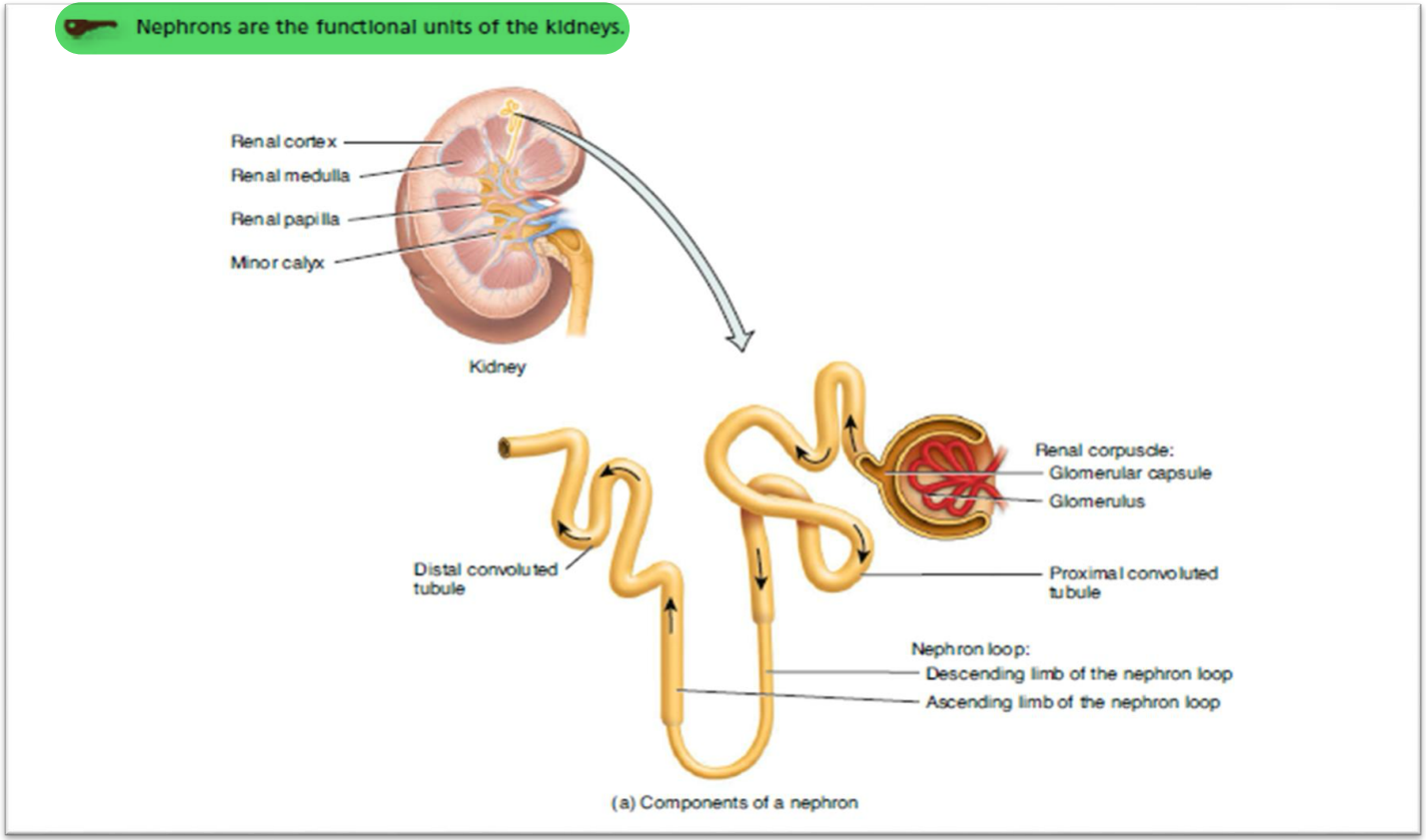


Important Diagram

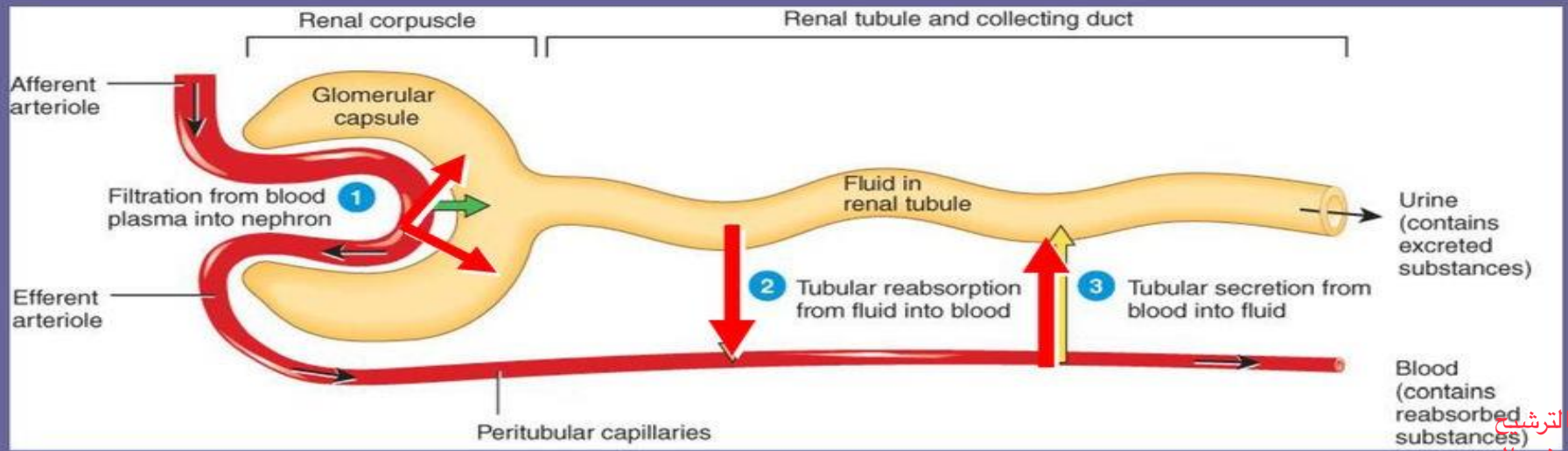
المنطقتان الرئيسيتان لل الكلى سطحية، خفيفة المنطقة الحمراء تسمى الكلى القشرة والأحمر الداكن العميق منطقة تسمى الكلى النخاع. لاحظ أن قناة التجميع والحليمية القناة ليست جزءا من النيفرون.

The two main regions of the kidney are the superficial, light red region called the renal cortex and the deep, dark red region called the renal medulla. Note that the collecting duct and papillary duct are not part of a nephron.

THE STRUCTURE OF NEPHRONS AND ASSOCIATED BLOOD VESSELS



Overview of Renal Physiology



- Glomerular filtration of plasma
- Tubular reabsorption
- Tubular secretion

Glomerular filtration occurs in the renal corpuscle. Tubular reabsorption and tubular secretion occur all along the renal tubule and collecting duct.

يحدث الترشيح الكبيبي في الجسم الكلوي. إعادة الامتصاص الأنبوبي ويحدث الإفراز الأنبوبي في كل شي على طول الأنبوب الكلوي وقناة التجميع.

OVERVIEW OF RENAL PHYSIOLOGY

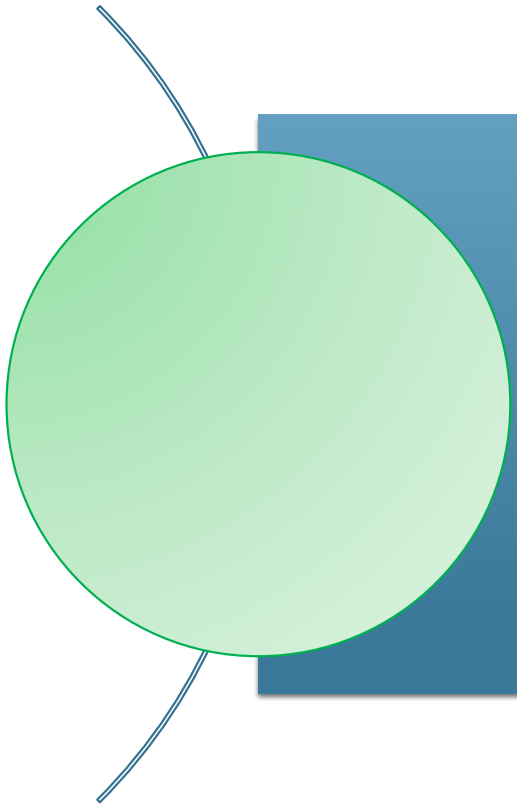
كلما انتقلنا الى داخل بقل حجم filtration

الترشيح الكبيبي: في الخطوة الأولى من البول الإنتاج والماء ومعظم المواد المذابة في الدم تتحرك البلازما عبر جدار الكبيبات الشعيرات الدموية، حيث يتم ترشيحها والانتقال إلى الكبسولة الكبيبية ثم في الكلى أنبوب.

Glomerular filtration: In the **first step of urine production, water and most solutes in blood plasma move across the wall of glomerular capillaries**, where they are filtered and move into the **glomerular capsule** and **then into the renal tubule**.

OVERVIEW OF RENAL PHYSIOLOGY

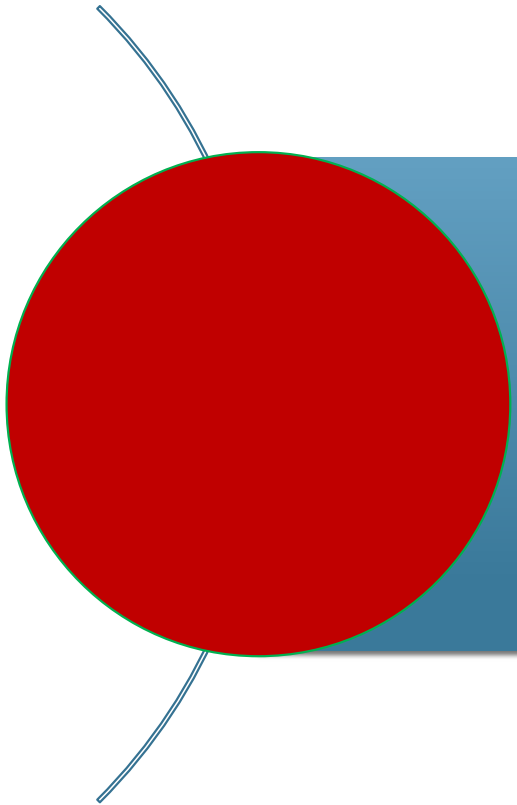
إعادة الامتصاص الأنبوبي: مع تدفق السائل المفلتر من خلال الأنابيب الكلوية ومن خلال التجميع القنوات، الخلايا الأنبوبية تعيد امتصاص حوالي 99٪ من المياه المفلترة والعديد من المواد المذابة المفيدة. ال يعود الماء والمذاب إلى الدم كما هو يتدفق عبر الشعيرات الدموية المحيطة بالأنابيب و فاسا المستقيمة.



Tubular reabsorption: As filtered fluid flows through the renal tubules and through the collecting ducts, **tubule cells reabsorb about 99% of the filtered water and many useful solutes. The water and solutes return to the blood as it flows through the peritubular capillaries and vasa recta.**

OVERVIEW OF RENAL PHYSIOLOGY

الإفراز الأنبوبي: حيث يتدفق السائل المصفى من خلال الأنابيب الكلوية وقنوات التجميع، الكلى تفرز خلايا الأنابيب والقنوات مواد أخرى، مثل مثل النفايات والأدوية والأيونات الزائدة، في سائل. لاحظ أن الإفراز الأنبوبي يزيل مادة من الدم.



Tubular secretion: As filtered fluid flows through the renal tubules and collecting ducts, the renal tubule and duct cells secrete other materials, **such as wastes, drugs, and excess ions, into the fluid**. **Notice that tubular secretion removes a substance from the blood**.

GLOMERULAR FILTRATION

يسمى السائل الذي يدخل الفضاء الكبسولة بالكبيبات الترشيح

- The fluid that enters the capsular space is called the **glomerular filtrate**.

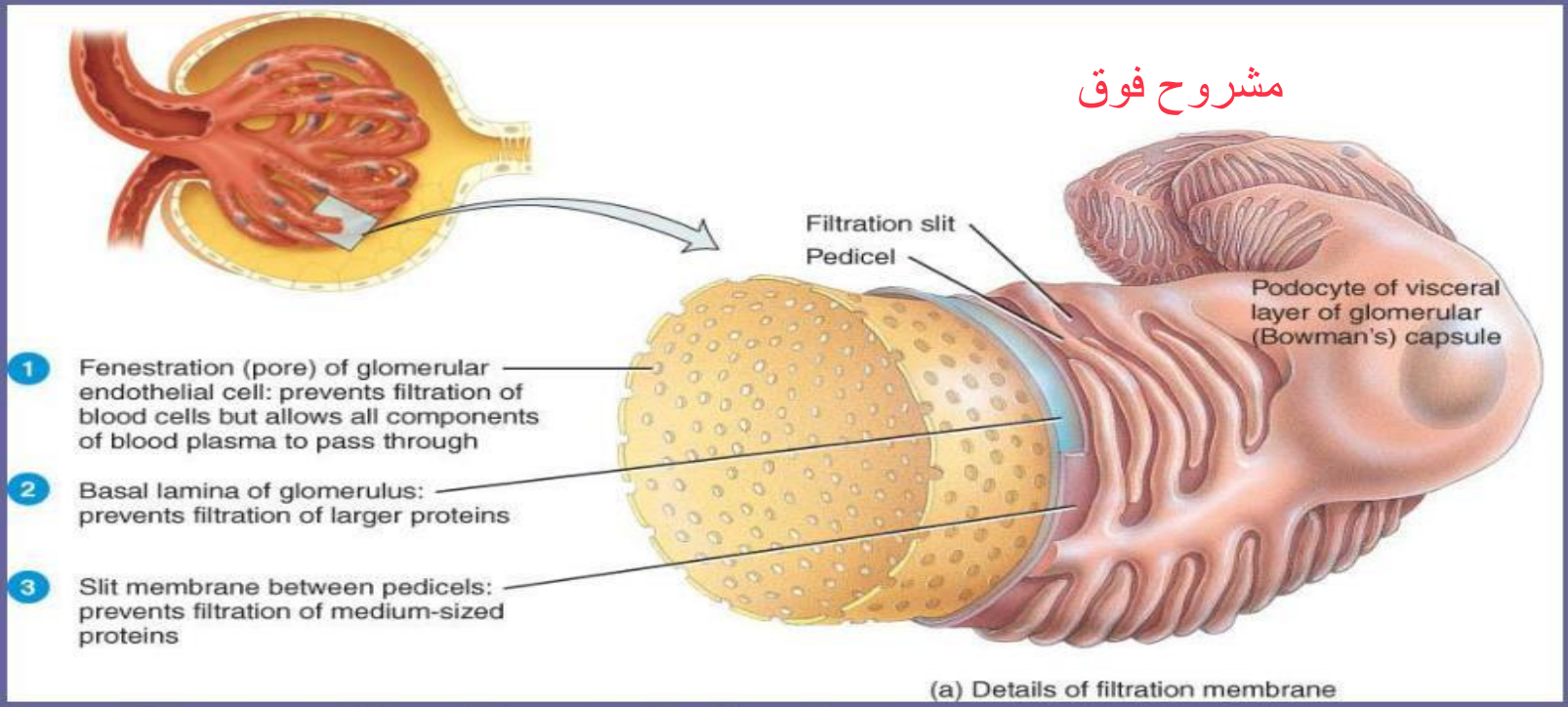
جزء من بلازما الدم في الشرايين الواردة من الكلى التي تصبح الترشيح الكبيبي هي الترشيح كسر

- The fraction of blood plasma in the afferent arterioles of the kidneys that becomes glomerular filtrate is the **filtration fraction**.

- On average, the **daily volume of glomerular filtrate in adults** is 150 liters in females and 180 liters in males.

في المتوسط، الحجم اليومي للترسيح الكبيبي عند البالغين هو 150 لترا في الإناث و180 لترا في الذكور.

Filtration Membrane



- #1 Stops all cells and platelets
- #2 Stops large plasma proteins
- #3 Stops medium-sized proteins, not small ones

THE FILTRATION MEMBRANE

معا، تشكل الشعيرات الدموية الكبيبية وخلايا القدم
حاجز متسرب يعرف باسم غشاء الترشيح.

- Together, the glomerular capillaries and the podocytes form a leaky barrier known as **the filtration membrane**.

المواد التي تمت تصفيتها من الدم تعبر ثلاثة ترشيحات
الحواجز - خلية بطانة كبيبية، والصفيحة القاعدية، و
شق الترشيح الذي يتكون من خلية البود.
بكون اسرع Thine

- **Substances filtered from the blood cross three filtration barriers**—a glomerular endothelial cell, the basal lamina, and a filtration slit formed by a podocyte.
- **Glomerular endothelial cells** are quite leaky because they have large fenestrations (pores) that measure 0.07–0.1 µm in diameter.

الخلايا البطانية الكبيبية تتسرب تماما لأنها تحتوي على النوافذات
الكبيرة (المسام) التي يبلغ قطرها 0.07-0.1 µm.

THE FILTRATION MEMBRANE

الصفيحة القاعدية، طبقة من المادة الخلوية بين البطانة وخلايا القدم.

- **The basal lamina**, a layer of a cellular material between the endothelium and the podocytes.

تمتد من كل خلية قدم الآلاف من العمليات الشبيهة بالقدم تسمى السيقان التي تلتف حول الشعيرات الدموية الكبيبية. ال المسافات بين السويقات هي شقوق الترشيح. غشاء رقيق، يمتد غشاء الشق عبر كل شق ترشيح؛ يسمح مرور الجزيئات التي يبلغ قطرها أصغر من 0.006– 0.007 μm، بما في ذلك الماء والجلوكوز والفيتامينات والأحماض الأمينية، جد بروتينات البلازما الصغيرة والأمونيا واليوريا والأيونات.

- Extending from each podocyte are thousands of footlike processes termed **pedicels** that wrap around glomerular capillaries. The spaces between pedicels are the **filtration slits. A thin membrane, the slit membrane, extends across each filtration slit**; it permits the passage of molecules having a diameter smaller than 0.006–0.007 μm, including water, glucose, vitamins, amino acids, very small plasma proteins, ammonia, urea, and ions.

THE FILTRATION MEMBRANE

The principle of filtration—the use of pressure to force fluid and solutes through a membrane—is the same in glomerular capillaries as in blood capillaries elsewhere in the body. **However, the volume of fluid filtered by the renal corpuscle is much larger than in other blood capillaries of the body for three reasons**:

1. **Glomerular capillaries present a large surface area for filtration** because they are long and extensive.
2. **The filtration membrane is thin and porous.** Glomerular capillaries also are about 50 times leakier than blood capillaries in most other tissues, mainly because of their large fenestrations.
3. **Glomerular capillary blood pressure is high**. Because the efferent arteriole is smaller in diameter than the afferent arteriole, resistance to the outflow of blood from the glomerulus is high. As a result, blood pressure in glomerular capillaries is considerably higher than in blood capillaries elsewhere in the body.

مبدأ الترشيح - استخدام الضغط لإجبار السوائل والمواد المذابة من خلال

الغشاء - هو نفسه في الشعيرات الدموية الكبيبية كما هو الحال في الشعيرات الدموية في أماكن أخرى في جسم. ومع ذلك، فإن حجم السائل الذي تمت تصفيته بواسطة الجسم الكلوي أكبر بكثير مما هو عليه في الشعيرات الدموية الأخرى للجسم لثلاثة أسباب:

1. تقدم الشعيرات الدموية الكبيبية مساحة سطحية كبيرة للترشيح لأنها طويلة وواسع النطاق.

2. غشاء الترشيح رقيق ومسامي. تبلغ الشعيرات الدموية الكبيبية أيضا حوالي 50 مرات أكثر تسربا من الشعيرات الدموية في معظم الأنسجة الأخرى، ويرجع ذلك أساسا إلى حجمها الكبير النوافذ.

3. ضغط الدم الشعري الكبيبي مرتفع. لأن الشريان الصادر أصغر في القطر من الشريان الوارد، مقاومة تدفق الدم من الكبيبة مرتفعة. نتيجة لذلك، فإن ضغط الدم في الشعيرات الدموية الكبيبية كبير أعلى من الشعيرات الدموية في أماكن أخرى من الجسم.

THANK YOU

AMJADZ@HU.EDU.JO