المحاضرة السادسة

الجهاز البولي (Urinary System)

هو مجموعة الأعضاء التي تقوم بصناعة وتخزين وإخراج البول. يتكون هذا الجهاز من الكليتين والحالبين والمثانة والإحليل. أو هي الأعضاء (التراكيب التشريحيّة) التي: 1- تستوعب البول، أو 2- تنقله، بالأحرى تفصله من الجسم، أو 3- تساعد في إحدى هاتين العمليّتين السابقتين.

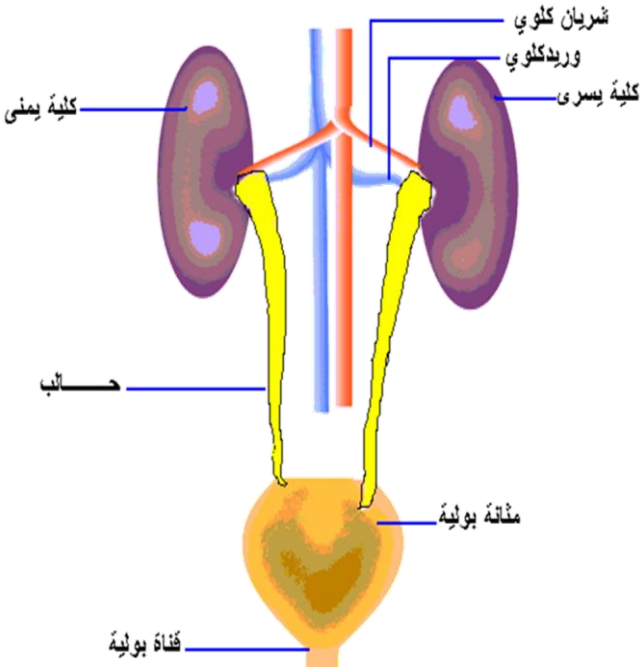
وهي:

- كلية(عضو): زوجي الحضور -يمين ويسار- (باللاتينية: pelvis renalis)
- الحالب: زوجي الحضور -يمين ويسار- (باللاتينية: ureter)
- المثانة: أحادية الحضور (باللاتينية: vesica urinaria)
- الإحليل: (باللاتينية: urethra).

المسالك البولية هي أعضاء عضلية جوفاء. تملك عضلات لاإرادية كما يمكن التحكم بها إراديًا. وهي مبطنة من الداخل بغشاء خاص يسمى الظهارة البولية (باللاتينية: urothelium) يمكنه التوسع والانقباض، ويعود ذلك لإمكانية الخلايا الظهارية هذه أن تترتب فوق بعضها على شكل حراشف الأسماك.

نتيجة العمليات الحيوية بالجسم (الهدم والبناء) ينتج الجسم كميات كبيرة من الفضلات يتم التخلص منها عن طريق الجهاز الإخراجى (البولى) والكليتان تلعبان دوراً هاماً في هذه العملية وتعتبر الكليتان من أكثر الأعضاء أهمية حيث أنها تخلص الجسم من عدة فضلات ذائبة . يتكون هذا الجهاز من الأعضاء الآتية :

1. الكليتان.
2. الحالبان.
3. المثانة.
4. قناة مجرى البول.



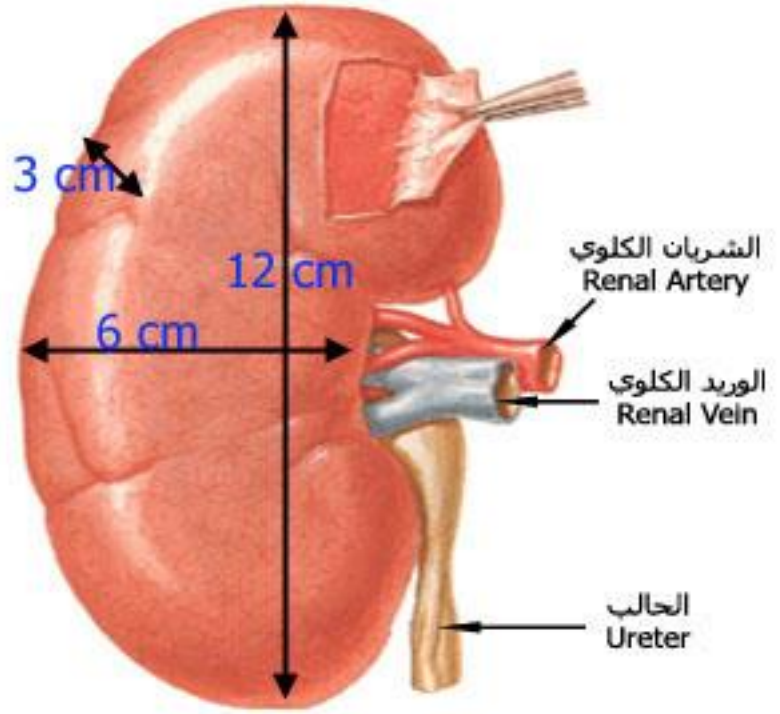
الكلية Kidney

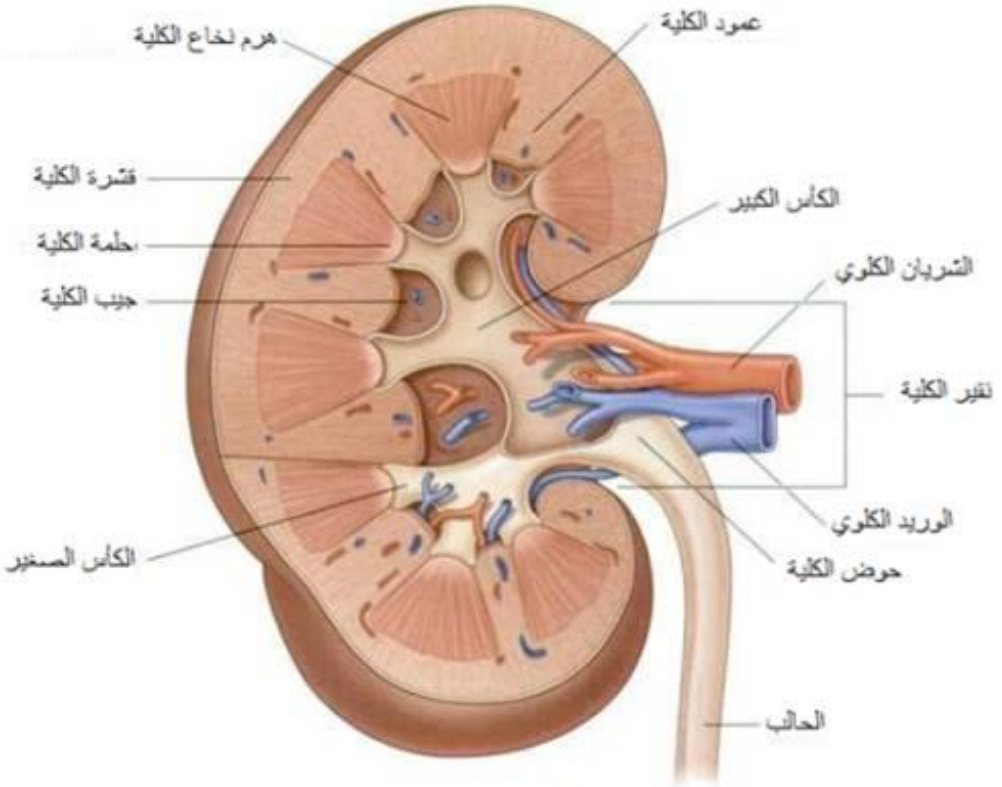
تعتبر الكلية عضو الإخراج الأساسي في الإنسان، فهي تخلص الجسم من الفضلات النيتروجينية وخاصة البولينا وتطرحها في البول .وليست وظيفة الكلية قاصرة على إنتاج البول، ولكن الوظيفة الأساسية للكلية هي المحافظة على حجم وتركيب ثابتين للدم، ولتحقيق هذا الهدف فإنها تقوم باستخلاص الفضلات والمواد الزائدة من الماء من الدم وتطرحها إلى الخارج على شكل بول والكليتان غدتان لونهما أحمر غامق تقعان في الجهة الظهرية من الجسم على جانبي العمود الفقري، في الجزء الخلفي من تجويف البطن.

والكلية اليسرى أعلى قليلاً في وضعها من الكلية اليمنى وتشبه الكلية في شكلها حبة الفاصوليا وللكلية سطح خارجي محدب وسطح داخلي مقعر يعرف بسرة الكلية، ويتصل بكل كلية من جهة السرة وعاءان دمويان أحدهما متفرع من الشريان الأورطي، ويعرف بالشريان الكلوي الذي يدخل الكلية ويتفرع داخلها والآخر هو الوريد الكلوي الذي يعود فيه الدم الصادر من الكلية بعد فصل المواد الإخراجية منه ليصب بعد ذلك في الوريد الأجوف السفلي الذي يصب بدوره في القلب.

ويخرج الحالب من الكلية إلى المثانة البولية وتخرج من المثانة قناة مجرى البول التي تحمل البول إلى خارج الجسم ويطلق على الجهاز المكون من الكليتين والحالبين والمثانة البولية وقناة مجرى البول اسم الجهاز البولي.

ويحيط بكل كلية طبقة دهنية تكون غطاء حول الكلية يحميها من الصدمات كما يساعد على تثبيتها في مكانها.





التركيب الداخلي للكلية

وظيفة الكلية

يعتبر النفرون الوحدة الوظيفية في الكلية وما عمل الكلية إلا حصيلة فعاليات المليون نفرون في الكلية . تقوم الكلية بالوظائف التالية :

١- **المحافظة على الحجم الكلي للسوائل الجسمية** : عند زيادة حجم السوائل الجسمية تطرح الكليتان كمية كبيرة من البول المخفف أو عند جفاف الجسم فان حجم البول ينخفض كثيرا" ويصبح تركيزه أعلى من تركيز مصل الدم .يتراوح الضغط الاوزموزي للبول المطروح بين سدس إلى أربعة أضعاف الضغط الاوزموزي لمصل الدم (٥٠-١٢٠٠ ملي اوزمول / لتر بالمقارنة بالضغط الاوزموزي لمصل الدم الذي هو حوالي ٣٠٠ ملي اوزمول / لتر .

٢- **تنظيم التركيز الكلي للسوائل الجسمية** / يبقى الضغط الاوزموزي للسوائل الجسمية حوالي ٣٠٠ ملي اوزمول / لتر . يتم هذا التنظيم بطرح كميات مختلفة من الماء والأملاح بواسطة الكليتين حسب الحاجة .

٣- **تنظيم تراكيز المواد المذابة** : ليس من الضروري فقط أن يكون للسوائل الجسمية ضغط اوزموزي كلي ثابت وإنما يجب أن تبقى تراكيز المواد المختلفة الذائبة فيها ثابتة لا تتغير إلا قليلا" فمثلا" توجد ايونات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والفوسفات والبيكاربونات في الدم بتراكيز معينة عند ارتفاع تركيز إحدى هذه المواد تقوم الكليتان بطرح الزائد إلى الخارج وبالعكس عند انخفاض تركيز أية واحدة من هذه المواد تقل سرعة طرحه عن طريق الكليتين .

٤- **تنظيم تركيز ايون الهيدروجين في الدم** : يعبر عن تركيز ايون الهيدروجين بالدليل الهيدروجيني . إن الدم هو حوالي ٧,٤ وإذا انخفض عن هذا الحد سمية الحالة بزيادة حموضة الدم أما إذا ارتفع عن هذا الحد فتحصل حالة قلوية الدم ويتم هذا التنظيم بطرق عديدة منها طرح ايونات الهيدروجين أو طرح وامتصاص ايونات البيكاربونات .

٥- **طرح الفضلات والسموم وغيرها** : تقوم الكليتان بطرح العديد من الفضلات كاليوريا وحامض اليوريك والامونيا والأملاح الصفراوية بالإضافة إلى ذلك تطرح الكليتان السموم المتكونة في الجسم نتيجة للفعاليات الحيوية المختلفة أو الداخلة إلى الجسم في الأطعمة . تقوم الكليتان أيضا" بطرح العقاقير أو المواد الناتجة من تحللها ومنع تراكمها في الجسم.

- **النفرون هو الوحدة الوظيفية للكلية**

تحتوي كل كلية حوالي مليون نفرون كل منها قادر على تشكيل البول .لا يمكن للكلية تكوين نفرونات جديدة . لهذا يتناقص عدد النفرونات تدريجاً مع التقدم بالعمر أو عند حدوث أذيات كلوية .

ويتكون النفرون من :

كرية كلوية (جسيم مالبيجي) وانبوب متعرج قريب و شعبة عروة هانلي وأنبوب متعرج بعيد و قناة جامعة لتحوي ما نتج من فضلات تم استخراجها من الدم عن طريق النفرون

و تتم هذه التصفية كما يلي :

1. الترشيح
2. اعادة الامتصاص
3. الافراز

ملاحظة : هل تعلم أن الكلية تمثل 1% من حجم الجسم و يمر عبرها كل يوم حوالي 1650 ليتر من الدم ، و تتلقى في الدقيقة الواحدة 1200 سم3 و هذا يعني أن دم الإنسان يتم تصفيته كل (4-5) دقائق.

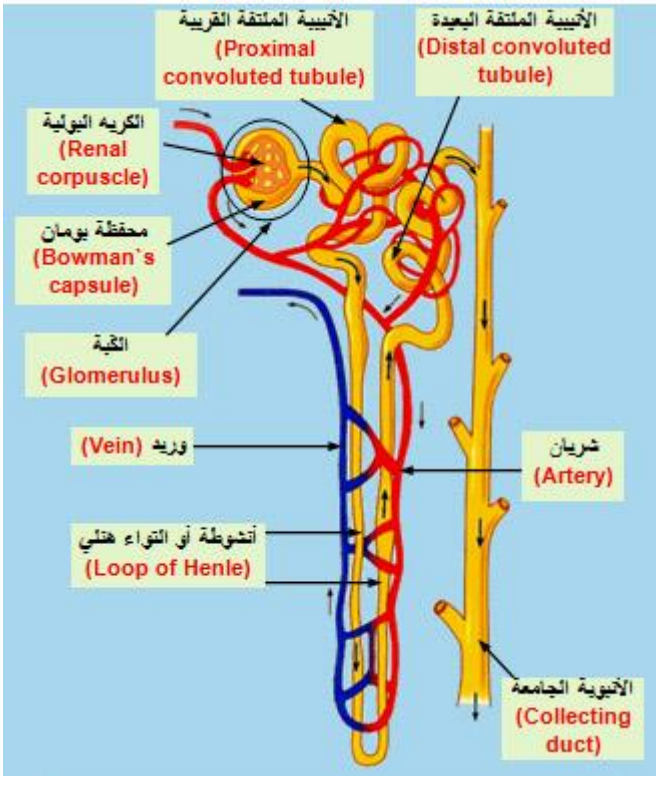
تكوين البول :

- يأتي الدم إلى الكلية عن طريق الشريان الأبهر الذي يعطي شريانين كلويين، واحد لكل كلية.

- يتفرع الشريان الكلوي إلى أفرع صغيرة يعرف كل منها بالشريين الوارد.

- يتفرغ الشريين الوارد داخل محفظة بومان إلى شبكة دقيقة من الشعيرات الدموية تشكل الكبة. يتم فيها عملية الترشيح.

- تتجمع الشعيرات مرة ثانية وتخرج من محفظة بومان لتكون الشريين الصادر الذي يتفرع عن أفرع تلتف ثانية على الوحدة الأنبوبية.

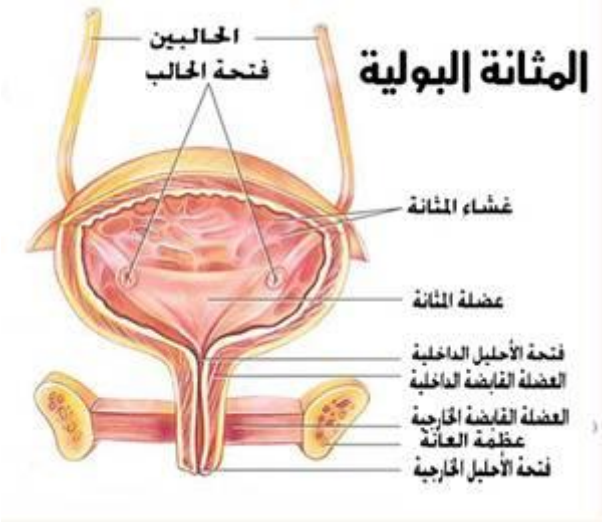


الحالبان Ureter

هو أنبوب رفيع يصل بين حوض الكلية والمثانة ويتراوح طوله في الإنسان البالغ بين 20 و 25 سنتيمتر بينما يبلغ قطره نصف سنتيمتر. ويتكون جدار الحالب من ثلاث طبقات وهي الطبقة الخارجية المكونة من أنسجة ضامة ليفية لحمايته من الخارج والطبقة الوسطى والمكونة من عضلات ملساء دائرية وطولية والطبقة الداخلية وهي طبقة مخاطية تفرز مخاطا يحمي الحالب من مكونات البول. وتقوم عضلات الحالب بالانبساط والانقباض بشكل دوري كل ربع دقيقة بحيث تقوم بسحب البول من الكلية وتدفعه إلى المثانة وذلك مهما كانت وضعية الجسم. ويدخل الحالب المثانة من الخلف بشكل مائل في داخل جدارها وذلك لكي تقوم عضلات المثانة عند امتلائها بالضغط على الحالب فتقوم بإغلاقه فيعمل كصمام يمنع رجوع البول إلى الكلية. ولو أن تصميم الحالب قد تم بالصدفة أو حتى لو وكل الأمر للبشر لتصميمه لكان الحالب أنبوبا عاديا لا وجود لهذه العضلات الماصة فيه. وفي هذا الحال فإن البول لن يخرج من الكلية إلا إذا كان الإنسان واقفا أما إذا استلقى فإن البول سيتجمع في حوض الكلية وستتوقف عن عملية تنقية الدم ويصاب الإنسان بالتسمم.

المثانة Bladder

المثانة البولية عبارة عن عضو عضلي مجوف يقع في تجويف الحوض خلف الارفاق العاني وبتغير شكل المثانة البولية تبعا لكمية البول المتجمع فيها حيث ينكمش عندما يكون فارغا ويتحول الى تركيب كمثري الشكل عندما يمتلئ بالبول .



الاحليل Urethra

وهو عبارة عن انبوب يمتد من قاعدة المثانة البولية الى الخارج ويمثل الجزء الاخير من الجهاز البولي يبلغ طول الاحليل في الذكر حوالي 20 سم حيث يمتد من قاعدة المثانة البولية وعبر غدة البروستات والقضيب الى الخارج ويتكون الاحليل في الذكور من طبقتين هما الطبقة الخارجية والطبقة المخاطية الداخلية التي تتكون من الخلايا الطلائية يبلغ طول الاحليل في الاناث حوالي 4 سم ويقع خلف الارتفاق العاني امام الجدار الامامي للمهبل يتكون جدار الاحليل في الاناث من ثلاث طبقات وهي الغشاء المخاطي الداخلي وطبقة من النسيج الاسفنجي والغشاء الخارجي الذي يستمر مع العضلات الملساء للمثانة البولية.

قناة مجرى البول

في الرجل

هي قناة لمرور البول والحيامن إلى الخارج وتمتد من المثانة إلى الصمام البولي في نهاية العضو الذكري وتنقسم إلى ثلاثة أقسام وهي :

1. القسم البروستاتى :- وهو أوسع الأقسام ويتجه عمودياً تقريباً في وسط البروستاتا وتفتح فيه القناتان القاذفتان للحيامن وقنوات البروستاتا .
2. القسم الغشائي: وهو أقصر الأقسام يتجه إلى أسفل وموضوع بين صفيحتي الحجاب البولي التناسلي وتلتف حول هذا القسم عضلة عاصرة .
3. القسم الأسفنجي:- هو أطول الأقسام وموضوع في الجزء الأسفنجى للعضو الذكري

في المرأة

هي قناة قصيرة تمتد من فتحة المثانة إلى الجدار الأمامى للمهبل وفتحتها الأمامية بارزة وموضوعة في قاع دهليز المهبل

وظائف الجهاز البولي

تتكون الفضلات النيتروجينية كناتج عرضي لأيض المواد البروتينية في الجسم وتنتقل بواسطة جهاز الدوران الى الكلية تمهيدا لطرحه الى الخارج

يقوم الجهاز البولي بالإضافة الى افراز الفضلات النيتروجينية بعدد من الوظائف الاساسية

1)- تنظيم حجم وضغط الدم من خلال تنظيم الرنين _ الانجيوتينسين _ الالدوستيرون

2)- تنظيم حجم الماء المفقود مع البول

3)- تنظيم تراكيز ايونات الصوديوم والبوتاسيوم والكلور وغيرها من الايونات

4)- التنظيم والمحافظة على الرقم الهيدروجيني (ph) للدم

5)- تحرير هرمون الارثوبويتين والرنين RENIN

6)- ازالة سمية بعض المواد السامة وطرحها الى الخارج

تنظيم طرح الماء في البول :-

- عن طريق هرمون مانع التبول (ADH) وهو Antidiuretic hormone الذي يصنع في تحت المهاد Hypothalamus في الدماغ ويخزن في الفص الخلفي للغدة النخامية ويعمل من خلال تأثيره على نفرونات الكلية Nephrons مسبب زيادة في اعادة امتصاص الماء Reabsorption مقللاً بذلك حجم البول .