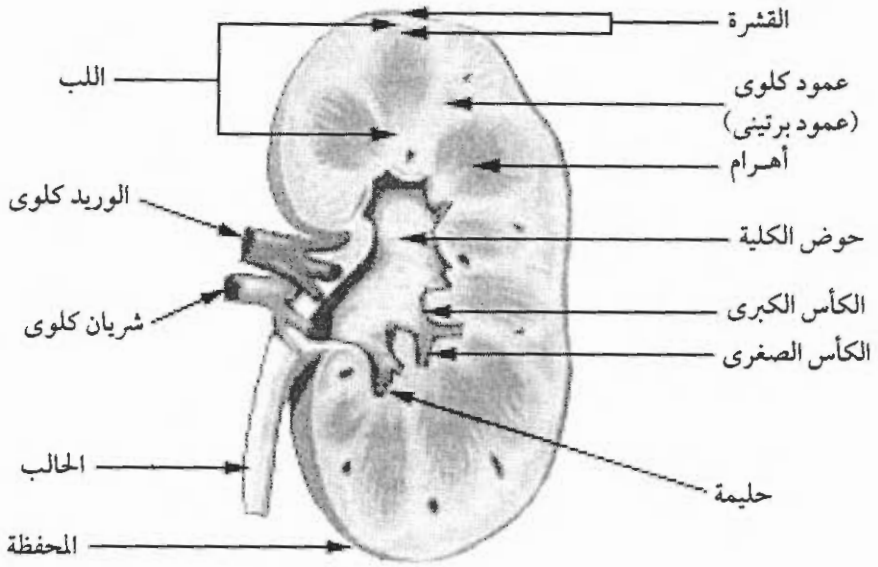
الجهاز البولى

Urinary system



الوظيفة الأولى للجهاز البولى المحافظة على حجم ومكونات سوائل الجسم عند الحدود العادية . يتحكم الجهاز البولى في انتاج كريات الدم الحمراء بإفراز هرمون erythropoietin . يلعب الجهاز البولى دورا في المحافظة على ضغط الدم عند الحدود العادية بإفراز إنزيم renin .

يتم في الجسيم الكلوى تصفية الدم الأولى ثم ينتقل البول إلى الأنابيب الكلوية حيث تتم عدة عمليات ثانوية تكون عبارة عن امتصاص بعض المواد وإفراز مواد أخرى . يتم بعد العملية الثانوية تكون البول بعد تخلص الجسم من المواد الضارة والسموم. تقوم الكليتان بفصل الدم عن طريق فلاتر صغيرة تسمى النفرون nephron .

تنتج الخلايا الماء وثانى أكسيد الكربون كناتج لعمليات الأيض التى تتم للسكريات والدهون والبروتينات ، مجموعات كيميائية مثل النتروجين والكبريت والفوسفات يجب التخلص منها .

يتكون الجهاز البولى من كليتين وحالبين ومثانة وقناة مجرى البول .

تعمل الكليتان على تكوين البول ، يعمل الحالبان على نقل البول من الكليتين إلى المثانة التى تعمل على الاحتفاظ بالبول لفترة ثم يخرج إلى الخارج عن طريق قناة مجرى البول .

الكليتان هما الأعضاء الرئيسية للجهاز البولى . توجد كل كلية في المنطقة الظهرية العليا من تجويف البطن خلف الغشاء البريتونى ، وتكون الكلية اليمنى في وضع منخفض قليلا عن الكلية اليسرى لأن الكبد يزيحها قليلا إلى أسفل ، الكليتان محميتان بأضلاع القفص الصدرى السفلى . تثبت الكليتان في مكانهما بواسطة نسيج ضام يسمى الرباط الكلوى renal fascia ومحاطة بطبقة سميكه من نسيج دهنى يسمى perirenal fat التى تساعد في حماية الكلية .

الكلية محاطة بمحفظة capsule من نسيج ضام قوى وتقوم بحماية الأجزاء الداخلية . في الشخص البالغ يبغ سمك الكلية حوالى 3 سم وعرضها 6 سم وطولها 12 سم . وهى تشبة حبة الفاصوليا حيث تكون حافتها الجانبية محدبة بينما تكون حافتها الوسطية ذات ندبة تمثل السرة hilum . السرة يدخل منها الشريان الكلوى ويخرج منها الوريد الكلوى والحالب يلى المحفظة القشرة cortex وهى طبقة خارجية داكنة تحيط بطبقة أخرى باهتة اللب medulla . يتكون اللب من سلسلة من الأهرامات تبدو مخططة لأنها تحتوى على أنابيب مستقيمة وأوعية دموية . القاعدة العريضة للأهرامات مجاورة للقشرة والنهايات المستدقة تعرف بالحليمات الكلوية renal papillae وتتجه نحو مركز الكلية . أجزاء من القشرة تمتد في المسافات بين الأهرامات المتجاورة لتكوين أعمدة برتينى Columns of Bertini .

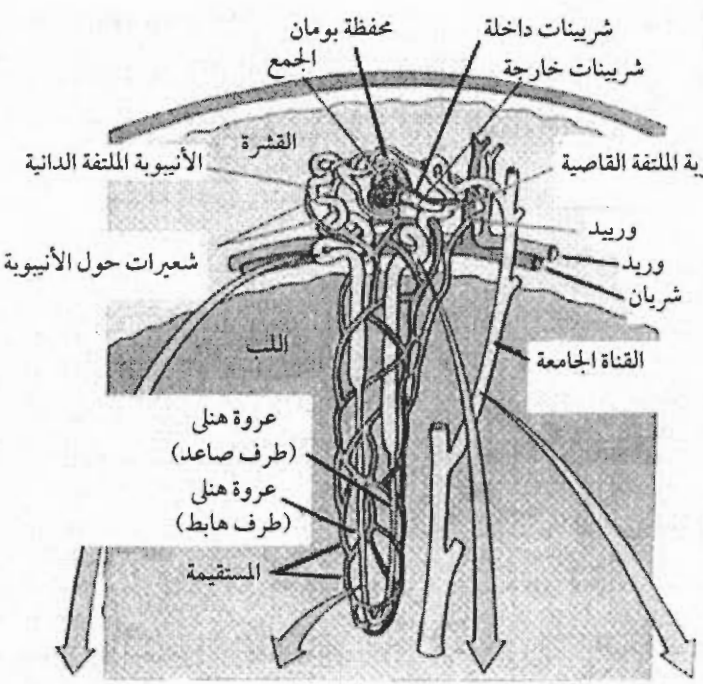
القشرة مع اللب تكونان لحمية الكلية parenchyma أو النسيج الوظيفى للكلية . يشغل الجزء المركزى من الخلية حوض الكلية renal pelvis وهو متصل بالحالب . حوض الكلية هو تجويف كبير الذى يجمع البول . محيط حوض الكلية .

كل هرم في اللب له قمة مثقبة تحاط بكأس صغير minor calyx وتتحد الكئوس الصغيرة هذه مكونة كأسين أو ثلاثة كئوس كبيرة Major calyces تفتح بدورها في حوض الكلية . تحيط الكئوس الصغيرة الحليمات الكلوية لكل هرم وتوجه البول من هذا الهرم . تتحول الكثير من الكئوس الصغيرة إلى كئوس كبيرة . من هذه الكئوس الكبيرة يتدفق البول إلى حوض الكلية ومنه إلى الحالب .

النفرون nefron :

كل كلية بها الملايين من الوحدات الوظيفية تسمى النفرونات ، إنها لحمية القشرة واللب . وظيفتها الرئيسية تنظيم تركيز الماء والأملاح المذابة مثل أملاح الصوديوم بترشيح الدم وإعادة امتصاص المواد التى يحتاج إليها الجسم ثم التخلص الباقى على هيئة بول . يتكون كل نفرون من مكون للترشيح إبتدائى (كريات ملبيجى : renal corpuscle) وأنابيب (renal tubule) متخصصة في إعادة الامتصاص والإفراز .

دورة الدم في الكلية :



الشريان الكلوى قصير وعريض لزيادة الضغط لتحقيق ترشيح جيد للدم . ينقسم الشريان الكلوى عند دخوله في الكلية إلى فروع ظهرية وباطنية وهذه بدورها تنقسم وتمتد بين الأهرامات المتجاورة وتسمى شرايين بين فصية interlobar arteries ، تنقسم الشرايين الفصية عند قاعدة الأهرامات ثنائيا إلى فروع تمتد عموديا وتسمى الشرايين القوسية arcuate arteries ، كلا من الشرايين بينفصية والشرايين القوسية لا يلتحم مع الشرايين المجاورة ، يتفرع كل شريان قوسى إلى العديد من الشرايين بينفصية المستقيمة ، كل شريان بينفصى يتفرع إلى شريينات داخلة afferent arterioles (afferent : تعنى أن الشريين ينقل الدم فى الاتجاه نحو) إلى الخلايا الجار جمعية بالقشرة و الخلايا الجار لبية juxtamedullary glomeruli ، وهذه تتفرع إلى شبكة شعيرية للجمع وتتجمع لتكوين شريينات خارجة efferent atterioles . الشريينات الخارجة إلى الجمع بالقشرة تكون شبكة شعيرية بينفصيصية بالقشرة التى تصرف في وريد بينفصيصى interlobular vein الذى ينتهى إلى الوريد الكلوى ،أما الشريينات الخارجة إلى الخلايا الجار قشرية والجار لبية في القشرة فتتفرع إلى حزم من أوردة رقيقة الجدر .

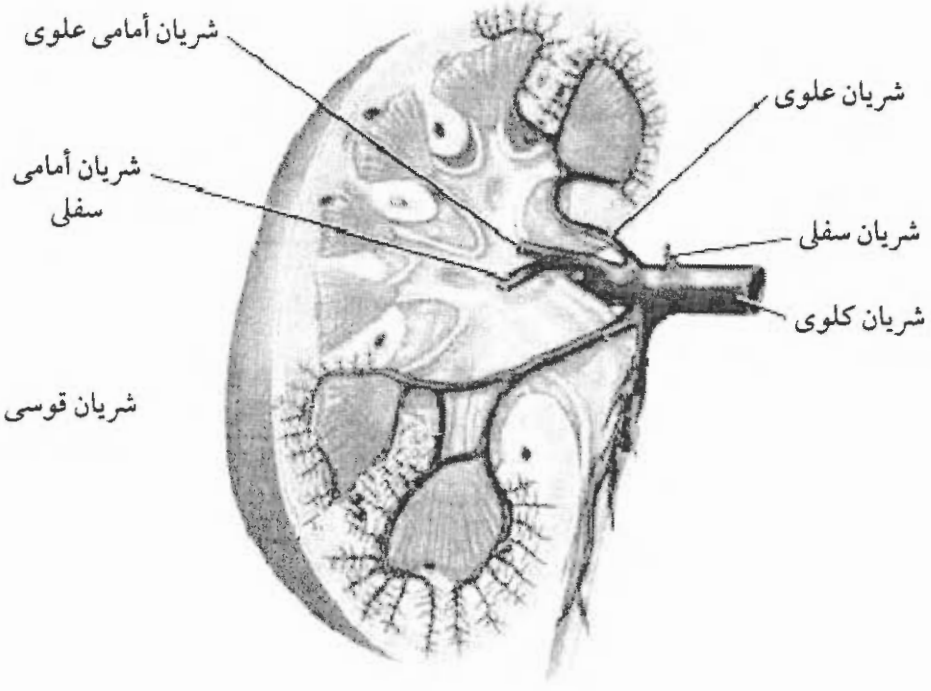
الشرينات المستقيمة تكون شبكة من الشعيرات حول عروات النفرونات داخل اللب وتتجمع هذه الشعيرات لتكون أوردة مستقيمة تصب في الأوردة القوسية .

يمكن تلخيص دورة الدم في الكلية على الوجه التالى :

الشريانى : الشريان الكلوى – شراين بين فصية – شرايين قوسية – شرايين بين فصية – شريينات صادرة – شعيرات (كرية ملبيجى) – شريينات واردة – شبكة شعيرات محيطية (النفرونات القشرية) – أو النفرونات الجار لبية .

الوريدى : شبكة شعيرات محيطية – أوردة بين فصيصية –أوردة قوسية –أوردة قوسية – أوردة بين فصية – الوريد الكلوى .

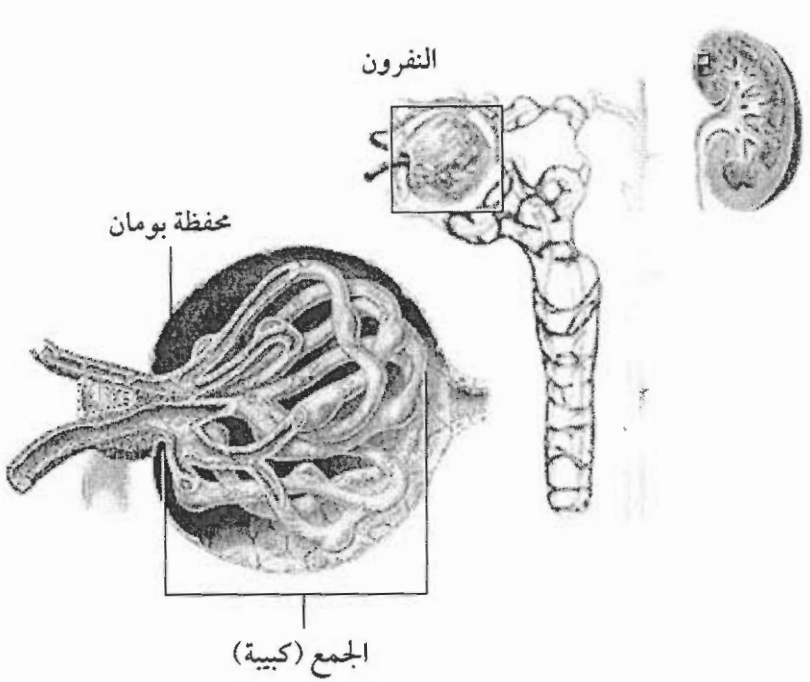
المستقيمة vasa recta : تشمل الشرينات والورديات المستقيمة وما يصاحبها من شعيرات .



تركيب الكلية :

تتكون الكلية من العديد من الأنابيب المتعرجة الناقلة للبول المرتبة بنظام دقيق ، تشتمل أجزاء الأنابيب الناقلة للبول النفرون nephron وأنابيب التجميع .

يتكون النفرون من مكون ترشيحى أولى (الكريات الكلوية أو كريات ملبيجى Malpighian (renal) corpuscles) وأنابيب متخصصة في إفراز وإعادة الامتصاص .



الكريات الكلوية (كريات مليبجى Malpighian (renal) corpuscles :

تتكون من محفظة بومان Bowman's capsule التى تشبه الفنجان ويدخل إلى تجويفها شريان يتفرع إلى عدد من الشعيرات الدموية المثقبة (حوالى 50 شعيرة) مكونا الجمع Glomerulus . الجمْع هو مجموعة من الشعيرات الدموية التى تستقبل الدم من الشرينات الصادرة ، ضغط الدم في الجمّع يخلق قوة دفع للماء والأملاح المذابة لترشيحها من الدم إلى حيز بومان Bowman's space . يمر باقى الدم إلى الشرينات الواردة الأكثر ضيقا لتتحرك إلى الشرايين المستقيمة التى تعتبر شعيرات مجمعة تلتف حول أنابيب ملتفة خلال مسافة بينفرجية . والتى تدخل فيها أيضا المواد المعاد امتصاصها . وهذا أيضا يشترك مع أوردة واردة من نفرونات أخرى قى الوريد الكلوى وتعاود السير مع تيار الدم .

تحيط محفظة بومان Bowman's capsule بالجمع (كبيبة) ، تتكون المحفظة من طبقة حشوية داخلية تتكون من خلايا متخصصة تسمى الخلايا القدمية podocytes

ومن طبقة خارجية من خلايا طلائية حرشفية عادية .سوائل الدم يتم ترشيحها أولا خلال الطبقة الحشوية ويتعرض السائل المتبقى لعمليات ترشيح أخرى في النفرون لتكوين البول .

الأنابيب الكلوية :

الأنيبوبة الملتفة الدانية proximal convoluted tibule :

تستقبل الرشيح من حيز بومان ، موقع إعادة الامتصاص الانتخابى لمعظم الأملاح الذائبة والسكر والأحماض الأمينية ، يمتص حوالى 65% من الماء والصديوم في هذا الجزء من النفرون وذلك عن طريق مضخة الصديوم sodium pump تتكون الأنيبوبات الملتفة الدانية من نسيج من خلايا طلائية مكعبية عادية / عمودية ، السطح القمى مغطى بخميلات لزيادة مساحة السطح للامتصاص الأيونى . ترتبط الخلايا الواحد بالأخرى لعزل المساحة بينخلوية عن التجويف حيث توجد ارتباطات انغلاقية وأرتباطات متوسطية وثنايا تشابكات غشائية interdigitating plicae . تقع معظم الأنيبوبة الملتفة الدانية في القشرة .

الأنيبوبة المستقيمة الدانية proximal straight tubule :

تقع في أو بالقرب من اللب وفقا لنوع النفرون ، خلايا طلائية مكعبة ، خميلات وقاعدة وتشابكات غشائية جانبية عادية .

الأنيبوبة الرفيعة النازلة descending thin tubule :

توجد في اللب ، طلائية مكعبية إلى حرشفية ، الخميلات قليلة .

الأنيبوبة الرفيعة الصاعدة Ascending thin tubules :

توجد في اللب ، تشابة الأنيبوبات الرفيعة النازلة ، غير منفذة للماء .

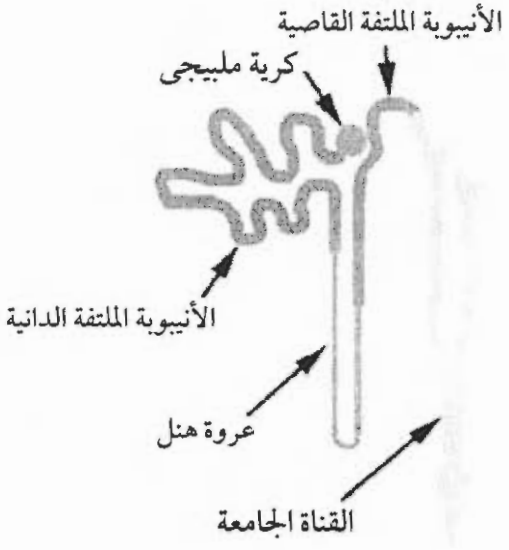
الأنيبوبة المستقيمة القاصية distal straight tubule :

توجد في القشرة واللب . طلائية مكعبة عادية وخميلات متناثرة ، النواة قمية .

توجد تشابكات غشائية في القاعدة مع وفرة من الميتاكوندريا . غير منفذة للماء موقع النقل الأيونى من التجويف إلى المادة البينية .

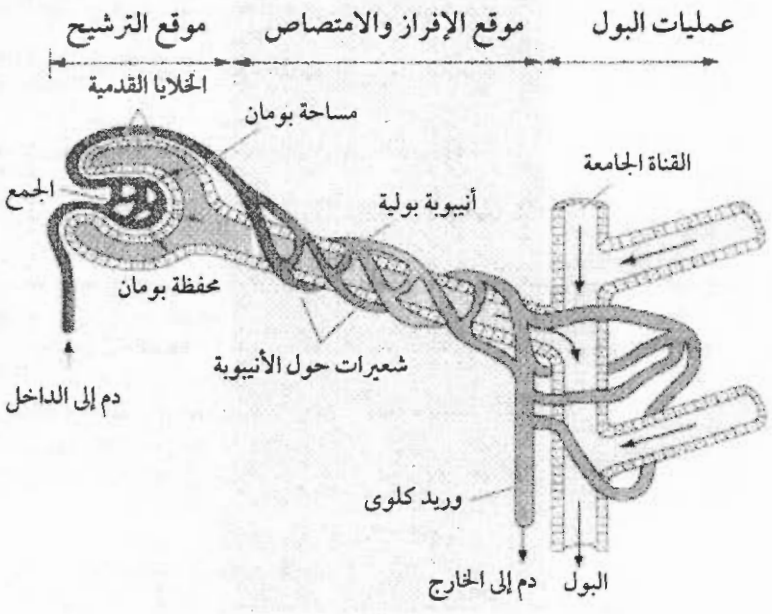
الأنيبوبة الملتفة القاصية Distal convoluted tubule :

توجد في القشرة . يكون طول الأنيبوبة القاصية وقطرها أقل منهما في الأنيبوبة الدانية ، يكون الجزء من الأنيبوبة القاصية الذى يقترب من كرية ملبيجى مع الشريان الوارد والشريان الصادر وما بينهما من خلايا ما يسمى بالجهاز جار الجمعى juxtaglomerular apparus (راجع الصفحات التالية) .



القناة الجامعة Collecting duct :

تبدأ في القشرة وتنزل خلال اللب ، هى الجزء الأخير من الأنبوبة البولية ، وتقوم بجمع البول من الأنيبوبات القاصية القادمة من النفرونات . ويسمى الجزء الأخير من القناة الجامعة بقناة بللينى ، وتبطن القناة الجامعة بخلايا عمودية غير متميزة الحدود لوجود تشابكات بينهما . أثناء مرور البول في القناة الجامعة ليصبح البول في تركيبه وحجمه النهائيين .



الجهاز جار الجمعى juxtaglomerular apparatus :

يتكون من ثلاثة مكونات :

- **الخلايا جار الجمعية juxtaglomerular cells**

توجد في جدار الشريان الوارد وتشبه الخلايا الطلائية وهى ملاصقة لخلايا الأنيبوبة القاصية من الجهة الأخرى .

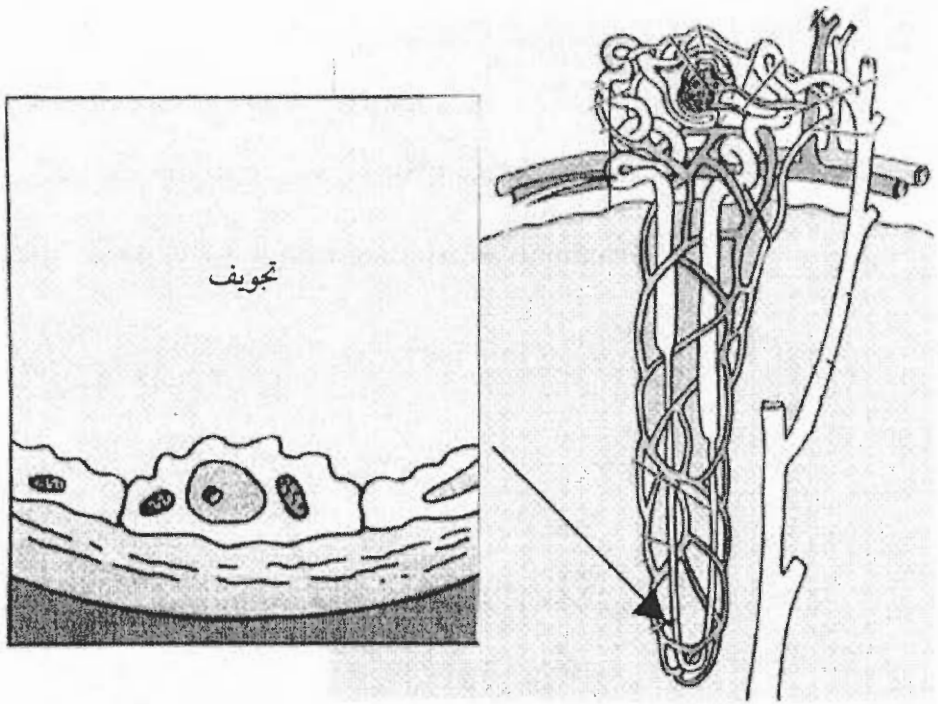
- **البقعة الكثيفة Macula densa :**

وهى المنطقة من الأنيبوبة التى تلاصق الشريان الوارد وتكون الخلايا المبطنة لهذه المنطقة عمودية متقاربة ولذلك تظهر كثيفة الخلايا .

- **الخلايا الوسادية cusion cells :**

وهى التى تنحصر بين البقعة الكثيفة من جهة والشريانين الوارد والصادر من جهة أخرى . وهى مكعبة .

عروة هنل :



عروة هنل منفذة للماء والجزيئات الصغيرة **loop of henle**

تجويف lumen :

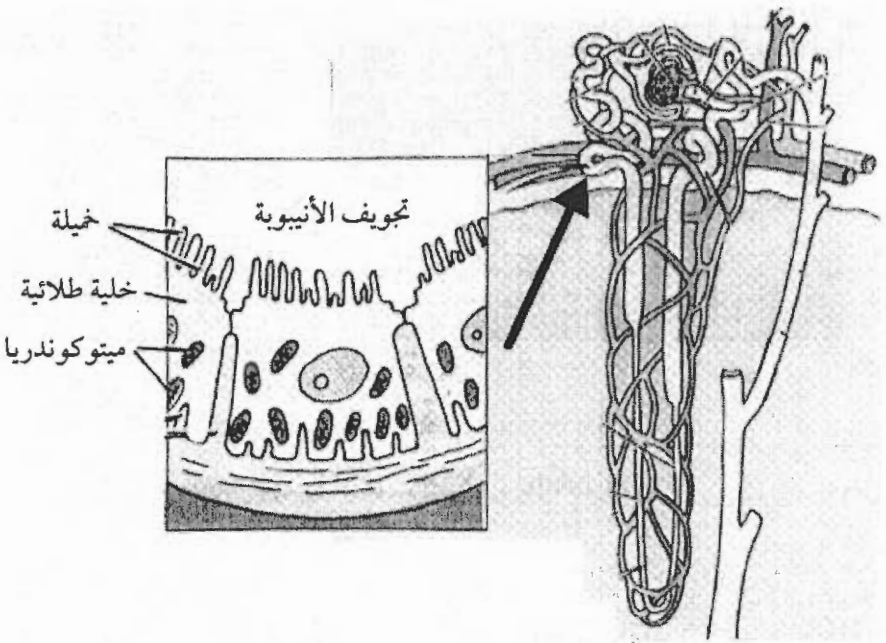
هى أنبوبة تشبه حرف U التى تمتد من الأنيبوبة الدانية . وتكون الجزء النازل والجزء الصاعد . تبدأ في القشرة تستقبل الرشيح من الأنيبوبة المستقية الدانية ثم تمتد في اللب كجزء نازل ثم تعود إلى القشرة كجزء صاعد لتفرغ محتوياتها غى الأنيبوبة الملتفة القاصية . العمل الأساسى لعروة هنل هوتركيز الأملاح في المادة البينة ، النسيج المحيط العروة .

توجد اختلافات واضحة بين الجزء الصاعد والنازل في عروة هنل . الجزء النازل منفذ للماء ولكن غير منفذ بالكامل للأملاح ، وعلى النقيض فإن الجزء الصاعد غير منفذ للماء .

هناك نوعان من النفرونات : النوع القشرى ويتميز بأن عروته قصيرة والنوع الثانى يسمى جار اللبى juxtamedullary nephron وهو يوجد عادة بجوار اللب وتكون عروته طويلة وتمتد في اللب لمسافة بعيدة .

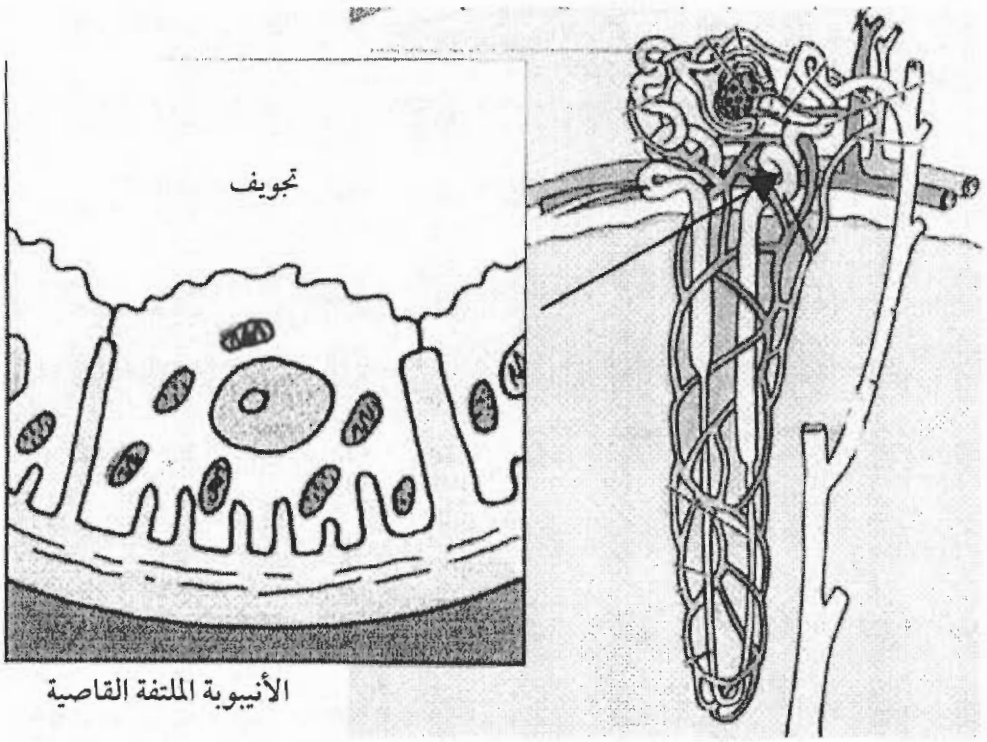
يبطن الجزء الرفيع من العروة بخلايا طلائية حرشفية رقيقة .

الانيبوبة الملتفة الدانية proximal; convoluted tubule :



تقوم هذه الخلايا بامتصاص الكثير من المواد القادمة من المحفظة مع الرشيح وتنقل لكمثير من الأيونات خلال غشائها القاعدى إلى الدم فيمتص حوالى 65% من الماء والصديوم في هذا الجزء من النفرون وذلك عن طريق مضخة الصديوم كما يمتص كل الجلوكوز والبروتينات التى يحتويها الرشيح .

الأنيبوبة الملتفة القاصية Distal convoluted tubule :



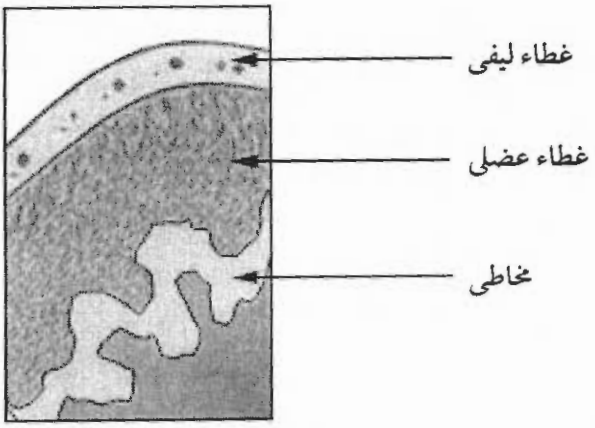
الأنيبوبة الملتفة القاصية

تقوم الأنيبوبة القاصية بنقل كلوريد الصديوم خارج سائل الأنيبوبة

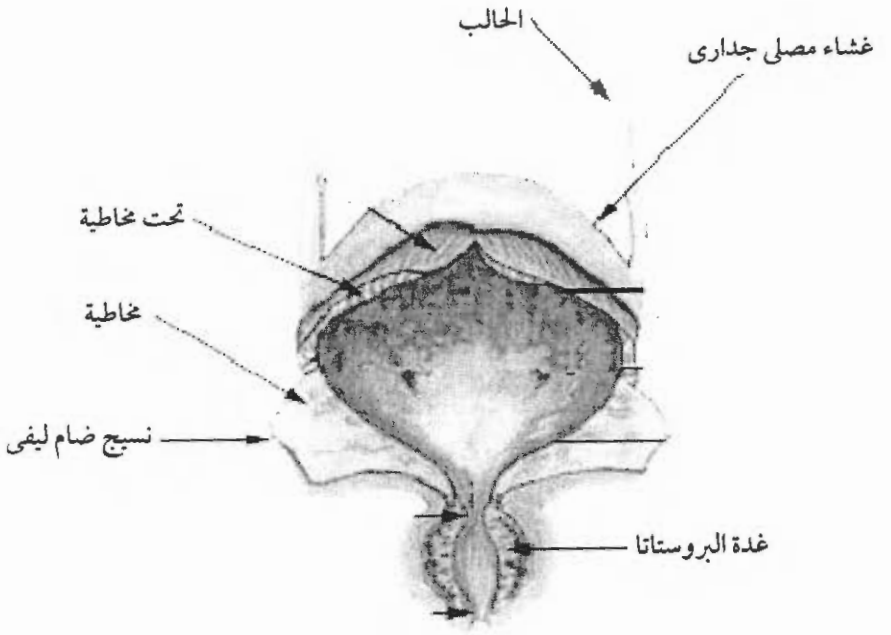
جدار الحالب wall of the ureter :

كل حالب عبارة عن أنبوبة قصيرة حوالى 25 سم ، تنقل البول من حوض الكلية إلى المثانة ، يتكون جدار الحالب من ثلاثة طبقات : الطبقة الخارجية . الغطاء الليفى وهى طبقة دعامية من نسيج ضام ليفى . الطبقة الوسطى الغطاء العضلى يتكون من عضلات داخلية دائرية وخارجية طولية . الوظيفة الرئيسية لهذه الطبقة العضلية هى احداث التمعج في الحالب لدفع البول ، الطبقة الداخلية : المخاطية . نسيجد من خلايا طلائية انتقالية متواصلة مع بطانة حوض الكلية والمثانة . هذه الطبقة تفرز المخاط الذى يغطى ويحمى جدار الحالب .

جدار الحالب



المثانة Urinary bladder :



المثانة هى مكان التخزين المؤقت للبول . يتنوع شكل وحجم المثانة البولية وفقا لمحتواها من البول والضغط الذى تتعرض له من الأعضاء المجاورة .

الطبقة الداخلية المبطنة للكثانة البولية غشاء مخاطى من خلايا طلائية انتقالية تتواصل مع مثيلها في الحالب . الطبقة الثانية من جدار المثانة تحت مخاطية تتكون من نسيج ضام وألياف مرنة . الطبقة التالية عضلية التى تتكون من عضلة ملساء . انقباض العضلة يدفع بالبول إلى خارج المثانة . على السطح العلوى للطبقة الخارجية لجدار المثانة مكون من غشاء مصلى جدارى أما بقية الأجزاء للجدار الخارجى مكون من نسيج ضام ليفى .

قناة مجرى البول urethra :

قناة البول هى نهاية ممرات البول وهى أنبوبة تنقل البول من المثانة إلى الخارج . الطبقة المخاطية المبطنة لقناة البول هى طلائية انتقالية ويحتوى الجدار أيضا على ألياف عضلية ناعمة ومدعمة بنسيج ضام .

تحيط من الداخل ببداية قناة مجرى البول الداخلية عضلة عاصرة . هذه العضلة العاصرة هى عضلة ناعمة غير ارادية ، توجد عضلة عاصرة أخرى خارجية هى عضلة هيكلية (إرادية) . هاتان العضلتان تتحكمان في مسار البول في قناة مجرى البول .