فسلجة الجهاز البولي

Physiology of urinary System

اهمية العمليات الأبرازية

يعتبر الجهاز المسؤول عن المحافظة على تنظيم حجم وتركيب السوائل الجسمية حيث يجعلها ضمن المدى الطبيعي. لذلك فأي خلل يصيب الكليتين كأن مرض او ما شبه ذلك فأنه يؤدي الى حصول اضطرابات في تراكيز السوائل الجسمية تلك.

ويحوي السائل الجسمي على فضلات عمليات الايض لمختلف المواد و التي تكون بحالة ذائبة وبتراكيز مرتفعة ويمكن توضيح ذلك بما يلي:-

1 - **الكربوهيدرات والدهون:-** النواتج النهائية لهدمها في الجسم هي الماء وثاني اوكسيد الكاربون وهذه النواتج لا تشكل عقبة في التخلص منها حيث يفقد ثاني اوكسيد الكربون عن طريق الرئتين خلال عملية التنفس اما الماء فيفقد بسهولة منعدة منافذ مختلفة مثل الترشيح خلال الكليتين او العرق او البراز او مع زفير التنفس. وفي الحالات الطبيعية تكون كمية الماء المفقودة عن طريق الرئتين ثابتة تقريبا في حين الماء المفقود عن طريق الغدد العرقية تتغير قيمته تبعا لدرجة حرارة البيئة . وعلى هذا الاساس يكون التباين في كمية الماء المطروح بواسطة الغدد العرقية مرهون بتنظيم درجة حرارة الجسم وعادة يكون على حساب توزن سوائل الجسمية لذا فأن الكليتين هما العضوان الوحيدان اللذان يستطيعان تنظيم كمية السوائل الجسمية وتركيبها .
2 - **البروتينات:-** النواتج النهائية لهدمها تحتوي على مواد أزوتية ناتجة من هدم الاحماض الامينية هذا فضلا عن الماء وثاني اوكسيد الكربون ان الكربوهيدرات والدهون و البروتينات هي اهم مكونات الغذاء العضوية الرئيسية اضافة الى ذلك فأن الفيتامينات والهرمونات هي كذلك مواد عضوية ولكن كمياتها ضئيلة ويمكن للجسم ان يتخلص منها بطرق متعددة.
3 - **الاملاح المعدنية:-** هي الجزء غير العضوي من الغذاء ويتم افراز الفائض منها من الجسم في الحالات الطبيعية بكميات تعادل الكميات الداخلة في الجسم حيث ان تجمعها في الجسم بدرجة اعلى من المستوى الطبيعي يؤدي الى حدوث اضطرابات فسيولوجية.
4 - **الادوية والعقاقير والمواد الغريبة الاخرى:-** تساهم الكليتين في طرح نواتج هدمها او الفائض من حاجة الجسم منها.

وتستطيع الكليتان ان تنظم بعض الخواص الرئيسية للسوائل الجسمية التي هي:-

1 - تراكيز المواد الذائبة في السائل.
2 - تركيز الكلي لجميع المواد الذائبة او ما يعبر عنها الضغط الازموزي الكلي للسوائل الجسمي.
3 - الحجم الكلي للسوائل الجسمية.
4 - تركيز الاس الهيدروجيني PH لهذه السوائل.

كذلك احدى الوظائف الرئيسية للكليتين هو تكوين البول urine .

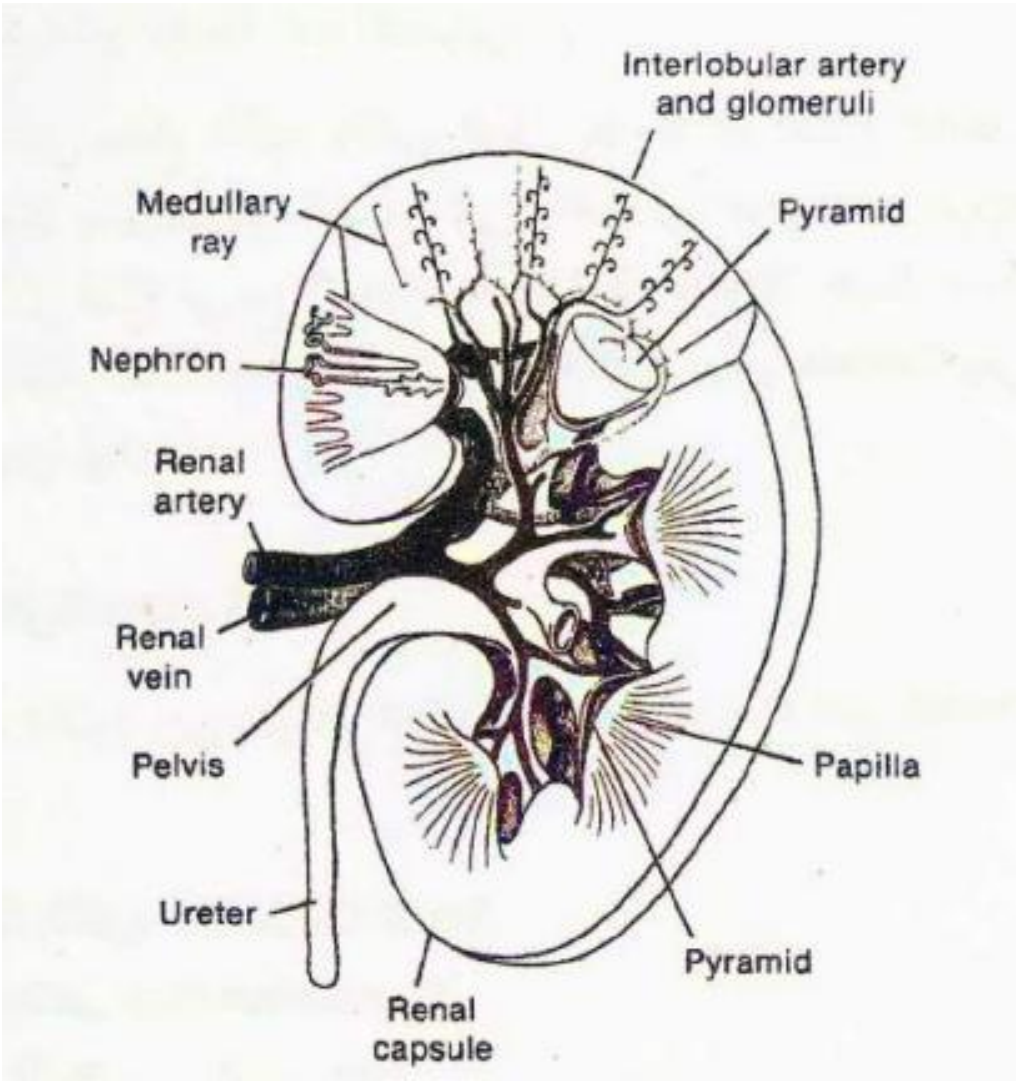
تركيب الجهاز البولي structure of urinary system:

يتألف الجهاز البولي من الكليتينKidney . والحالبين ureter. والمثانة bladder. والاحليل urethra.

اولا:- الكليتين Kidney

تحتاج الوظائف العديدة التي تنجزها الكلية الى تنظيم معقد من النبيبات tubules التي تكون متشابكة بشكل قوي مع الاوعية الدموية. ان معرفة العلاقة التشريحية للنبيبات الافرازية والقنوات الإبرازية بالشعيرات تساعد في التوصل الى توضيح تراكيب الكلية ووظيفتها.

وتقع الكليتان في الجزء الظهري من التجويف البطني على كل جانب من الابهر والاجوف الاسفل (الشكل 1).



شكل (1) :- تشريح كلية الثدييات

وعند قطع الكلية طوليا يظهر السطح المقطوع على انه مكون من منطقتين واضحتين فالمنطقة الغامقة الخارجة هي القشرة Cortex وتقع عموما تحت السطح المحدب الخارجي اما الجزء الباقي الداخلي الفاتح فهو اللب medulla الشبيه بالهرم المقلوب ويقابل السطح العريض من الهرم المسطح الداخلي من القشرة بينما قمة الهرم او الحليمة الحوض ويكون الهرم اللبي والمادة القشرية المغلفة له الفص lobeوهو الوحدة التشريحية العينية للكلية. ويشبه شكل الكلية في معظم الثدييات حبة الفاصوليا واما في الطيور فيكون شكل الكلية عبارة عن ثلاثة فصوص هو الفص الامامي . والوسط والخلفي وعادة تحاط الكليتين بطبقة دهنية لوقايتها من التأثيرات الميكانيكية والجروح.

تتكون كلية القطط. الكلاب. الحصان. المجترات الصغيرة من فص واحدفقط يسمى الكلية الاحادية الفص unilobar kiney او الكلية الاحادية الهرم unipyramidal kidney اما كلى الخنازير والمجترات الكبيرة فهي مكونة من عدة فصوص او اهرامات منفصلة multilobar or multipyramidal kidney . وتمتاز كلى المجترات الكبيرة اضافة لذلك بوجود حدود خارجية لهذه الفصوص.

عند فحص مقطع الكلية بالتكبير الواطئ يلاحظ ان القشرة الغامقة تقطع وعلى مسافة معينة ببروزات من النسيج اللبي الافتح لونا تعرف هذه البروزات بالأشعة اللبية. ان كل شعاع لبي مع الوحدات الكلوية Nephrons المحيطة به يكون ما يعرف بفصيص الكليةLobule وتحاط الكلية بمحفظة تعرف باسم Capsule وهي مؤلفة من طبقتين خارجية وداخلية.

الوحدة الكلوية Nephrone

الوحدة الكلوية هي الوحدة الوظيفية للكلية . لها ستة قطع Segments متميزة هي:

1 - **الكرية الكلوية Renal Corpuscle**
2 - **الجزء الملتف Convoluted Part**
3 - **الجزء المستقيم من النبيب الداني.**
4 - **القطعة الرقيقة Thin segment**
5 - **الجزء المستقيم.**
6 - **الجزء الملفوف من النبيب القاصي.**

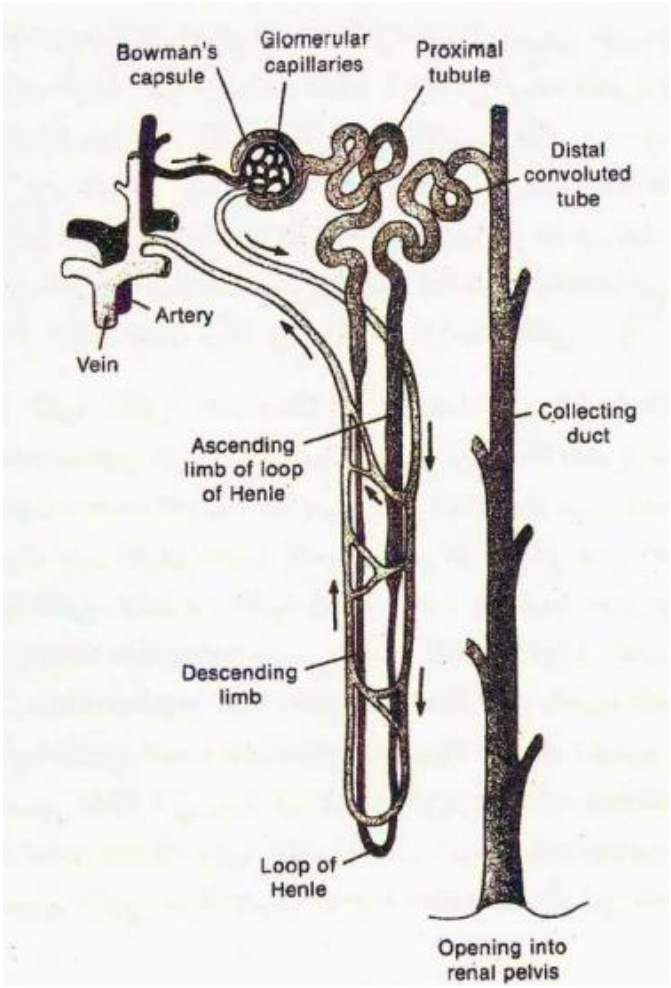
تقع النبيبات الملفوفة الدانية والقاصية في القشرة وتحيط بالكرة الكلوية وتؤلف الاجزاء المستقيمة للنبيبات الدانية والقاصية مع القطع الرقيقة عروة تمتد الى اللب تسمى عروة هنل Loop of Henel يمثل الطرف السميك النازل الجزء المستقيم من النبيب الداني بينما تكون الاطراف الرقيقة النازلة والصاعدة القطعة الرقيقة من الوحدة الكلوية اما الطرف السميك الصاعد فهو الجزء المستقيم من النبيب القاصي(الشكل2). ويوجد نوعين رئيسيين من الوحدات الكلوية النوع الاول يعرف بمجاور اللب التي توجد في الثدياتmammlian nephron التي تتصف بطول عروة هنل في حين النوع الثاني يعرف ب الوحدة الكلوية القشرية Conical nephron التي اما تفتقد الى عروة هنل او تكون قصيرة ويكثر وجودها في كل الزواحف والطيور.

تتكون الكرية الكلوية Renal Corpuscle عندما تتغمد الخصلة الشعيرية او الكبيبة glornerulus في النهاية المتسعة المبطنة بالظهارة من الوحدة الكلوية المسماة محفظة بومانBowman's Capsule ونتيجة لهذا يصبح شكل محفظة بومان شبيها بالفنجان ومزودة بجدارين حيث تغلف الظهارة الخصلة

الشعيرية وتبطن الجدار المقابل لها من المحفظة وبهذا فأن الكرية الكلوية تتألف من الكبيبة ومحفظة بومان . ولها تسمية اخرى هي كبسولة مالبيجي Malpighian Capsule وتسمى الظهارة المغلفة للشعيرات الظهارة الكبيبية glomerulus epithelium او الطبقة الحشوية من محفظة بومان والظهارة المبطنة للجدار المقابل للكبيبة الظهارة الحفظية Capsular epithelium او الطبقة الجدارية من محفظة بومان. وتسمى المنطقة التي يوجد فيها لشريان الوارد afferent arteriole والشريان الصادر efferent arteriole للكرية الكلوية بالقطب الوعائي vascular pole . ويكون الجدار الشعيري الكبيبي حجازا ترشيحيا filteration barrier **يتألف من ثلاث طبقات هي:**

1 - **البطانة endothelium**
2 - **الصفحة القاعدية**
3 - **الظهارة الكبيبية.**

وللنبيب الداني قطعتان رئيسيتان هما الجزء الملتف الذي يلتف عدة التفافات بالقرب من الكرية الكلوية والجزء المستقيم الذي يمتد الى المنطقة الخارجية من النخاع ويعتبر الجزء الملفوف من اطول اجزاء الوحدة الكلوية وعلى هذا يكون الجزء الاعظم من القشرة. ويمتلك الجزء المستقيم من النبيب الداني نفس الخصائص النسيجية الت يتميز بها الجزء الملتف بصورة عامة ويقع هذا الجزء في اللب ويكون اول جزء من عروة هنل.



شكل (2) :- يبين الوحدة الكلوية الوظيفية مع تجهيزها بالدم

القطعة الرقيقة Thin segment هي الجزء الرقيق النازل والصاعد من عروة هنل. فأن الجزء المستقيم من النبيب القاصي Distal tubuls هو الطرف السميك الصاعد من عروة هنل ويبدأ هذا الجزء من القطعة الخارجية من اللب ويتجه نحو القشرة حيث يقترب كثيرا من الكرية الكلوية وهنا ينشأ في المنطقة الواقعة بين الشريان الوارد والشريان الصادر بحيث يلامس الشريان الوارد .

وتتصل الوحدات الكلوية بالنبيبات الجامعة collecting tubules في منطقة القشرة وعلى الرغم من قيامها بامتصاص بعض المواد مثل البيكربونات فلا تعتبر جزء من الوحدة الكلوية ذاتها.
ان النبيبات الجامعة هي الاجزاء الاخيرة من النبيبات الناقلة للبول حيث تتصل بالنبيبات الاخرى مشكلة قنوات اكبر حجما تعرف بالقنوات الحليمية papillary ducts قنوات بيليني ducts of Bellini . والنبيبات المقوسة Arched Collecting tubules وهي الفروع الجانبية في النبيبات الجامعة المستقيمة. في الشعاع اللبي وتمتد الى المنطقة الخارجية من اللب وعند وصولها الى المنطقة الداخلية تتصل بالنبيبات المستقيمة الاخرى.
تتصل عدة نبيبات جامعة مستقيمة مع بعضها بزوايا حادة لتكون قنوات اكبر حجما ه القنوات الحليمية popillary ducts الذي تفتح على قمة الحليمة.

وما يتعلق بالتوزيع الدموي في الكليتين فتشمل على دخول الشريان الكلوي renal artery في منطقة السرة Hilus وينقسم الى عدد من الشرايينية بين الفصوصinterlobarateries التي تسير ضمن الاعمدة الكلوية فيما بين الاهرامات. تكون هذه الشرايين في قاعدة الاهرامات فروعا فتتقوس فوق الاهرامات في الملتقى القشري اللبي نسمي هذه الفروع الشرايين القوسية arcuate arteries وتبعث الشرايين القوسية فروعا الى القشرة في الحدود الجانبية من الفصيصات وتسمى هذه الفروع بين الفصيصات interlobular aroeries حيث تغطي اعداد كبيرة من الشريانات الواردة afferent arterioles التي تغذي الكبيبات كما تبعث بفروع نهائية الى الخصلة الشعيرية ف المحفظة وتترك الشريانات الصادرة efferent arterioles الكبيبة لتجهز خصلا شعيرية مختلفة.
تصرف الخصلة الشعيرية الواقعة في الجزء الخارجي من القشرة بواسطة الاوردة القشرية السطحية Super ficial cortical veins التي تتصل اخيرا بالأوعية النجمية Stellate Veins الموجودة تحت المحفظة. يتم تصريف الاوعية النجمية بواسطة اوردة بين الفصيصات التي تلتقي مع الاوردة القوسية في الملتقى القشري اللبي وتصل الشعيرات القشرية العميقة بالأوردة القشرية العميقة التي تسير بموازاة شرايين بين الفصيصات لتتحد في النهاية بالأوردة القوسية.
تتصل الاوردة القوسية بالاوردة بين الفصوص الواقعة في الاعمدة الكلوية وتفتح على الوريد الكلوي في منطقة السرة.
وتتصل كذلك الاوعية اللمفية الواقعة في المحفظة بأوعية العقد اللمفية المجاورة كما توجد متكررة على الاوعية اللمفية في النسيج الخلالي للكلية. وترافق تفرعات اعصاب العقد البطنية والاعصاب الحشوية Splanchnic nerves الشريان الكلوي في منطقة السرة وتسير بنفس التي تسلكه تفرعات هذا الشريان وتجهز الاعصاب الوترية واللاوترية الجدران العضلية للشريان وتمتد حتى منطقة الشرينات الكبيبية الواردة.

ويتألف معقد جار الكبيبة Juxtaglomerular Complex من ثلاثة اجزاء ه

1 - الخلايا المجاورة للكبيبة التابعة للشريان الوارد

2 - البقعة الكثيفة macula densa في النبيب القاصي

3 - مجموعة الخلايا الواقعة بين الشريان الوارد والبقعة الكثيفة تسمى هذه المجموعة الوسادة القطبية polar Cothiosاو بولكسين polkissen .

ثانيا- المجاري البولية Urinary passage

تتكون المجاري البولية من الاعضاء التالية ابتداءآ من الكليتين:-

1 - حوض الكلية Renal pelvis

هو النهاية المتسعة الدانية من الحالب التي تواجه قمة الحالب الكلوية وتتألف الغلالة العضلية tunica muscularis فيه عادة من ثلاث طبقات الداخلية والخارجية الطويلة. ووسطى دائرية ويعتقد ان التقلص العضلي لهذه الطبقات يؤدي الى ما يشبه عملية حلب الحليمات حيث يعصر البول المتواجد في القنوات الحليمية. الغلالة البرانيةtunica adventitia تكون رقيقة وتتألف من نسيج ضام رخو واوعية دموية ودهن.

2 - الحالبUreter

يتألف جدار الحالب من ثلاث طبقات هي الغشاء المطاطي. الغلالة العضلية والغلالة البرانية او (المصلية). ويترك الحالب الكلية في منطقة السرة ليدخل بعد ذلك الى المثانة حيث يسلك مسارا مائلا اثناء اختراقه بالغلالة العضلية وفي المنطقة التي يخترق الحالب فيها بطانة المثانة توجد سدله مخاطية mucosal flap شبيه بالصمام تعمل على سد فتحة الحالب عند امتلاء المثانة ويعتبر هذا جزء من الالية التي تمنع من رجع البول Urine reflux .

3 - المثانة Urinarry bladder

هي بمثابة مخزن البول وهي الجزء المتسع من الحالب وان معظم الطبقات الموجودة في جدار الحالب موجودة في جدار المثانة والاختلافات الرئيسية تتمثل في الزيادة النسبية في سمك الطبقات المكون للغلالة العضلية ووجود طبقة ضئيلة من العضلة المخاطية في بعض الحيوانات.

4 - الاحليل Urethra

يكون الاحليل الانثوي Femal urethra قصير نسبيا حيث متد من المثانة الى الفوهة البولة الخارجية وهو يتألف من اربع طبقات هي المخاطية. تحت المخاطية. العضلية. والبرانية. ويمكن تقسيم الاحليل الذكري male urethra الى الجزء الحوضي. الجزء البصلي bulbar portion والجزء القضيبي penile portion .

وظيفة الجهاز البولي

العوامل الرئيسية المؤثرة على فعاليات الجهاز البولي(الكليتين خاصة) هي (محتويات الدم الشرياني. الهرمونات والاعصاب الكلوية). وتنجز الكليتان ثلاث وظائف مهمة هي الترشيح والامتصاص واعادة

الامتصاص والافراز(شكل3). فعملية الترشيح تتم في الكرية الكلوية لذلك يمثل راشح الكرية السائل الذي يمر من الدم في الكرية الى تجويف محفظة بومان. فالماء ومعظم الجزيئات الاصغر حجما من الحجم الغروي يمكن ان تترشح من بلازما الدم لتكون راشح الكرية. ولا تمر الكريات الدموية. البروتينات الغروية والدهون عادة خلال الغشاء وتعتمد كمية الراشح الكروي المنتج على ضغط الترشيح والذي هو نتيجة لفروقات ضغط توازن السوائل(ضغط الدم) والضغط التناضحي في شعيرات الكرية كما يقارن بنفس الانواع من الضغوط في تجويف محفظة بومان.

وكمية الراشح تتناسب طرديا مع ضغط الترشيح فضغط الدم العام يسبب زيادة في ضغط الكرية وبالتالي في الترشيح. وزيادة ضغط الكرية يحدث ايضا عندما يكون الشريان المصدر منقبضا والشريان المورد غير منقبض وزيادة شرب الماء تخفف ضغط الدم وتخفض ضغطه التناضحي. وانخفاض الضغط التناضحي الغروي للكرية يؤثر في زيادة ضغط الترشيح منتجا زيادة في راشح الكرية.
وبالعكس فأن انخفاض ضغط الدم العام وانقباض الشريان المورد والجفاف(الناتج من زيادة الضغط التنافذي العام. جميعها تنخفض ضغط الترشيح منتجة راشحا كرويا اقل:

ويلعب الجزء النبيبي في الوحدات الكروية دورا مهما في التوازن الكيمياوي لسوائل الجسم حيث تعيد النبيبات الدانية امتصاص ما يقارب 80% من الماء. الصوديوم الكلوريد. وثنائي الكربونات الذائب كيمياويا وكذلك تعيد امتصاص الكلوكوز والحوامض الامينية. فالسائل الذي غادر النبيبات الدانية يحتوي على الاس الهدروجيني مقداره 7.4 وهو يحتوي على الصوديوم. والكلوريد وثنائي الكربونات بحوالي نفس تراكيز البلازما.

وبهذا فأن السائل يكون متكافئ الانتشار تقريبا مع بلازما الدم: وعلى الرغم من ان الكلوكوز يمكن ان يمر من خلال غشاء الكرية الا انه عادة يعاد امتصاصه وبهذا يعود تركز الكلوكوز في الدم وان الانتقال الفعال للكلوكوز يظهر انه يعتمد على انتقال الصوديوم وهذا الاخير بدوره يعتمد على كمية الكلوكوز الموجودة فاحدهما يزيد الاخر. واعادة امتصاص الكلوكوز تتم في النبيبات الدانية. واذا ازدادت قابلية الانتقال بوساطة وجود الكلوكوز في الراشح فأن القابلية القصوى للنبيبات تزداد والزيادة تبقى في الادرار كما في حالة مرض السكر. واعادة امتصاص الصوديوم تحدث في جميع النبيبات وفي القنوات الجامعة ففي النبيبات القاصية وقنوات الجمع غالبا ما تستبدل ايونات الصوديوم بأيونات الهيدروجين. والبوتاسيوم او الامونيوم وحالما يعاد امتصاص ايونات الصوديوم يجب ان ترافق هذه بواسطة حالة الايون السالب او التبادل الايوني بالأيون الموجب.

والاس الهيدروجيني النهائي للإدرار يعتمد على كميات الايونات المختلفة فيه ان زيادة الادرار ببساطة هي زيادة كمية الادرار المنتجة والتي يمكن حدوثها بواسطة ارتفاع مستوى البلازما بواحد او اكثر من مكونات الادرار والتي بضمنها الماء عندما ينخفض مستوى الضغط التناضحي للبلازما لمستوى لا يحفز اطلاق الهرمون المضاد للإدرار. وزيادة المواد الاخرى غير الماء يجب ان تبقى ذائبة او لا يمكن طردها وهذه تنتج ادرارا تناضحيا. والماء ضروري ليعمل كمذيب ينتج الزيادة في حجم الادرار. وتسيطر الكليتان مباشرة على حجم ومحتوى السائل خارج الخلايا في الجسم وتسطر بصورة غي مباشرة على محتوى السائل داخل الخلايا وبوجود معدل واسع من تعادل الماء والمواد الذائبة لذلك فأن محتوى وحجم

السائل في الجسم تبقى ثابتة نسبيا. وانتقال الماء وهذه المواد عبر الخلايا النبيبية هو المكننة الوظائفية الاساسية للكلية. فاذا حملت المواد من تجويف النبيب الى السائل البيني تسمى افراز. والانتقال يمكن ان يكون سلبيا عندما سبب بواسطة قوى مثل الانتشار او التناضح في حين ان الانتقال الفعال يتطلب تجهيز طاقة بواسطة خلايا النبيب وطبيعيا فأن المواد المترشحة ذات الاستعمال الاضافي للجسم تعود الى الدورة ولكن زيادة كميات هذه المواد والمواد غير المفيدة تلفظ الادرار ولا يعاد امتصاصها.

وهناك قابلية قصوى للنبيب لاعادة الامتصاص للمواد او افرازها واساسيا فأن كل مادة فيها عتبة حد threshold والزيادة في اعادة الامتصاص للمادة فوق عتبة الحد ستبقى في الراشح لتطرد مع الادرار وكل المواد الموجودة في الراشح الكروي فوق عتبة الحد يعاد امتصاصها بواسطة النبيبات ام الكميات فوق العتبة فيتم طردها. وما يعرف بتصفية البلازما هو قياس لكمية البلازما المصفاة ممن مادة معينة خلال دقيقة واحدة بواسطة الكليتين والمعادلة لحساب تصفية البلازما هي:-

تصفية البلازما من المادة = ملغم\مل من المادة في الادرار × مل من الادرار\ دقيقة

وعادة يقاس تصفية المواد على اساس مقارنتها بتصفية مادة الانيولين Anulin والتبول micturition يعني لفظ الادرار من المثانة وهو يمثل عملية انعكاسية تحفز بواسطة تمدد المثانة نتيجة للجريان المستمر للإدرار اليها عن طريق الحالبين حتى يصبح الضغط فيها مرتفعا بدرجة كافية لان يحفز مراكز الانعكاس في الحبل الشوكي والتي بدورها يسبب تقلص عضلات جدران المثانة عن طريق الاعصاب جارات الودية العجزية sacral parasympathetic nerves ويمكن ان يمنع انعكاس تفريغ المثانة ارادیا وذلك عن طريق السيطرة اللاإرادية على العاصرة الخارجية المحيطة بهذه المثانة .

التنظيم العصبي-الهرموني لعمل الكليتين

لغرض انجاز عملية الترشيح بصورة فعالة فأن ضغط الدم خلال الشعيرات في الكبيبة يجب ان يبقى عاليا نسبيا ومثل هذه الحالة تضمن بواسطة وجود شعيرات على طول الشريان بدلا من تواجدها بين شريان ووريد. كما في معظم الحزم الشعرية وان كلا من الشرايين الدقيقة الموردة للكبيبة والشرايين الدقيقة المصدرة من الكبيبة تكون مجهزة بعضلات ملساء وبذلك فان كمية الدم الداخل الى الكرية والضغط ضمن الكبيبة يمكن ان يحدد بواسطة ام الشرايين الدقيقة الموردة او المصدرة او كلاهما عندما يصل الشريان المورد الى الكبيبة فانه يحاط بحلقة من الخلايا الطلائية والتي تمتلك بعض خصائص العضلات الملساء وبعض خصائص الخلايا الطلائية وهذه الحلقة المحيطة بالشريان الصغير تسمى بجهاز جار الكبيبة juxta glomerulus apparatus وهذا هو موقع انتاج الكلوينRenin (ليس الذي يفرز من المعدة Renin) والذي يفرز الى الدم عندما يكون الضغط في الموردة منخفضا وفي الدم فان الكلوين يعمل على الفاكلوبيولين المحددة للأوعية الدموية angiotcnsinogen لينتج انكوتسنين angiotensin .الذي يعمل كقابض للأوعية لزيادة ضغط الدم وايضا يعمل على الغدة الادرينالية لإفراز الالدستيرونaldosterone وهذ الاخير بدوره يعمل على الكلية لحفظ الصوديوم.

كذلك فأن الهرمون المضاد للأدرار anti-diuretic hormone(ADH) المفرز من الجزء العصبي للغدة النخامية والالدوستيرون الحافظ لأيونات الصوديوم المفرز من الغدة الكظرية هما الهرمونان الرئيسيان اللذان يؤثران على عمل الكلية حيث يسلط كلاهما عمله على النبيبات القاصية وانابيب الجمع في الهرمون المضاد للإدرار يزيد من اعادة امتصاص الماء في حين يزيد الالدسيترون من اعادة امتصاص الصوديوم. ان المستقبلات الازموزية الموجودة تحت المهاد تسبب انطلاق الهرمون المضاد للإدرار حالما يكون الضغط الازموزي للدم في الشريان السباتي الداخلي مرتفعا جدا وهذه المكننة تساعد على المحافظة على الماء وذلك عن طريق زيادة اعادة امتصاص الماء ونتيجة لذلك فالإدرار الناتج يكون ذو تركيز عالي.

كمية وتركيب وصفات البول

يمثل البول في الثديات محلول لمواد عضوية ولا عضوية عديدة ويختلف في الرائحة. اللون. المحتوى بالنسبة الى سوائل الجسم الاخرى. ويختلف تركيب وصفات البول بالاعتماد على نوع الغذاء والنشاط العضلي وحالة الحيوان والتغيرات المرضي والفسيولوجية التي تواجه الحيوان وهذه مجتمعة او منفردة تؤثر على النشاط الخلوي في الجسم.

جدول1 :- كمية البول المتكونة خلال 24 ساعة لحيوانات مختلفة موضحة كالاتي:-

الحيوان	لتر
الابقار	20-6
الفرس	10-5
الاغنام. الماعز	2-0.5
الخنزير	5-2
الكلب الكبير	1-1.5
الكلب الصغير	0.2-0.04
القطة	0.2-0.05
الارنب	0.1-0.04

وتعتمد كمية البول على كمية وتركيب المادة العلفية المتناولة بالدرجة الاولى. حيث تعطي المادة العلفية الخضراء افراز اكثر من البول مقارنة بالمادة العلفية الجافة. كذلك المادة العلفية الحاوية عل نسبة عالية من البروتين تؤدي الى افراز بول اكثر لأنه تكون مواد نيتروجينية كثيرة في الدم والتي يجب ان تطرح خارج الجسم(كارباميد. الامونيا) وكذلك تعتمد كمية البول المتكونة على كمية الماء المطروح من الجسم عن طريق التنفس والغدد العرقية. والغدد اللبنية. وغيرها. وكمية البول المطروح خلال النهار اعلى منه خلال الليل .

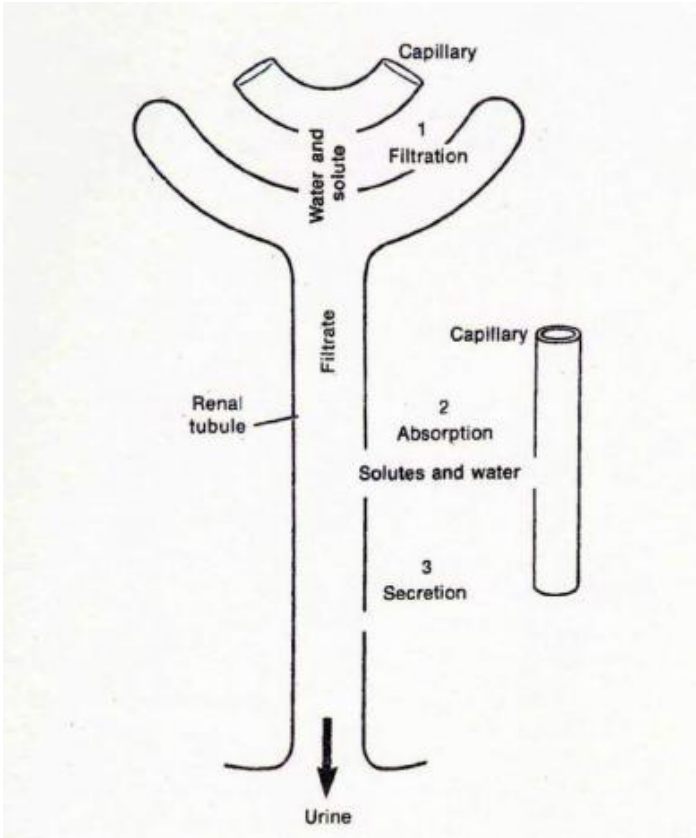
ويكون البول في معظم الحيوانات مائي وذو سائل رائق ورائحة خاصة. ويعتمد لون البول على الصبغات الموجودة في (خاصة في المجترات). وكذلك الصبغات الموجودة في الغذاء.

والوزن النوعي للبول يعتمد على كمية المواد الذائبة فيه وكون في بعض الحيوانات كالاتي:-

جدول2 :- يوضح الوزن النوعي لبعض الحيوانات

الحيوان	الوزن النوعي للبول
الحصان	1.050-0.025
الابقار	1.045-1.035
الاغنام والماعز	1.045-1.015
الخنزير	1.050-1.010
الكلب	1.060-1.016
القطة	1.040-1.020

والاس الهيدروجيني لبول الحصان هو 8.4-6.8 والابقار 8.7-6.5 ويحتوي البول على 96% و4% مادة جافة التي هي تتكون من مادة عضوية وغير عضوية.



شكل (3) :- يوضح العمليات الثلاثة في تكوين البول داخل كبيبة الوحدة الكلوية