

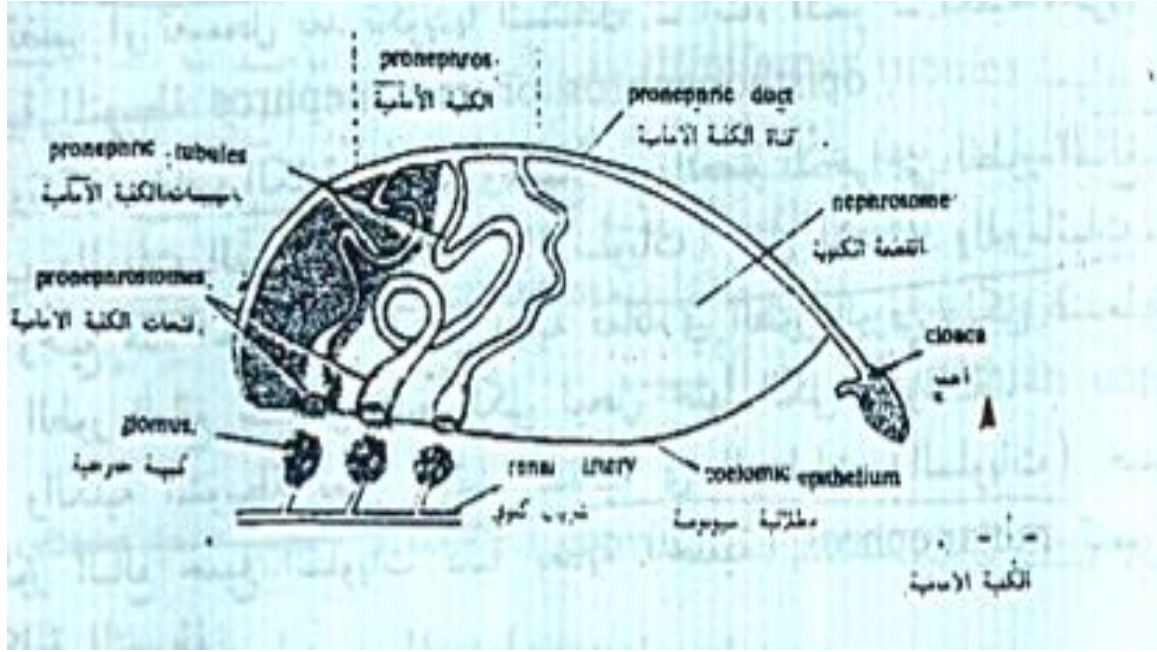
THE EXCRETORY (الإبرازي) الجهاز الإخراجي

يتم التخلص من المواد الإخراجية Wastes وخصوصاً منها اليوريا والامونيا والكيراتين والأملاح غير العضوية والماء عن طريق جهاز الإخراج . ينشأ هذا الجهاز في الفقرات من العرف الكلوي Renal ridge الذي يتكون على كلا الجانبين من الجزء الأوسط من القطعة الميزوديرمية الجنينية وهذا العرف الكلوي ينمو ليكون القطعة الكلوية nephrotome التي تقع على الناحية الظهرية الجانبية لتجويف السيلوم وتمتد بطوله .

الجهاز الإخراجي في مجموعة الفقرات

يعتقد الآن أن أسلاف الفقرات كان لها عضو أخراجي يدعى الكلية القديمة أو الكلية البدائية archinephros وهذه كانت تتوكل من زوج من القنوات الكلية البدائية archinephric ducts وتقع على الناحية الظهرية لتجويف الجسم وتمتد بطوله ، وكل قناة تتصل بمجموعة من النبيبات archinephric tubules المرتبة ترتيباً عقلياً بحيث يكون لكل عقلة من عقل الجسم زوج من هذه النبيبات أما النهاية الأخرى للنبيبة فتتصل بالسيلوم بواسطة فتحة بريتنونية قمعية الشكل ومهدبة تدعى فم الكلية أو النفروستوم nephrostome وفي مقابل كل فتحة توجد مجموعة من الشعيرات الدموية تبرز داخل السيلوم وتدعى الكبيبة الخارجية external glomerulus وهي تنشأ من الشريان الكلوي . وعندما تصل المواد الإخراجية السائلة إلى الكبيبة فإنها تترشح في السيلوم وتلتقطها فتحات النفروستومات ومنها إلى نبيبات الكلية التي تؤدي إلى قناة الكلية البدائية ومنها إلى خارج الجسم .

ومن المعتقد الآن أن الكلى المختلفة للأنواع الموجودة في الوقت الحاضر قد أشتقت من نوع بدائي مماثل لهذه الكلية البدائية (القديمة) فمثلاً يرقات الميكزين وهو حيوان لا فكي يتبع صنف دائريات الفم وكذلك يرقات البرمائيات اللاقضية لها كلى من هذا النوع البدائي . وقد يبقى الجزء الأمامي لهذه الكلية في بعض اللافغيات حتى طور البالغ كما في الميكزين وأن كانت قد تحورت قليلاً واحتلت مكاناً في أقصى الأمام وتدعى حينها بالكلية الرأسية head kidney أما باقي الكلية والذي يجد خلف منطقة الكلية الرأسية فتدعى بالكلية المتوسطة .



يتألف الجهاز الأخرجي في الفقرات من ثلاثة أنواع من الكلى التي تنشأ تدريجياً أثناء النمو في نظام متتابع من الأمام الى الخلف وهذه الأنواع هي: الكلية الأمامية أو الأولية والكلية المتوسطة والكلية الخلفية أو البعيدة وكلها تنشأ من القطعة الكلوية . وتكوين هذه الأنواع الثلاثة من الكلى في تتابع من الأمام الى الخلف أثناء النمو يؤكد نشأة هذه الكلى من الكلية البدائية . والكلية الأولية تظهر في أجنة ويرقات معظم الفقرات كتركيب أنتقالي حيث أنها تضرر أو تضمحل بعد تكوينها لتستبدل أثناء النمو بكلية أخرى تدعى الكلية المتوسطة التي تتكون خلف الكلية الأولية وتصبح هي العضو الأخرجي للطور البالغ كما في أغلب دائريات الفم والارهلويات مثل الأسماك والبرمائيات . وجميع هذه الحيوانات لها كلى أولية فعالة في الطور اليرقي ولكن عندما تتحول الى الطور البالغ تضمحل هذه الكلى ليحل محلها الكلى المتوسطة . والكلية المتوسطة تعتبر أيضاً أنتقالية في الرهلويات حيث أن للطور البالغ لجميع الرهلويات كلية بعيدة تنمو خلف الكلية المتوسطة.

الكلى الأولية Pronephros

تنشأ الكلية الأولية أو الأمامية من الجزء الأمامي للقطعة الكلوية وتتألف من عدة انبيبات مرتبة ترتيباً عقلياً وعد د الانبيبات يختلف في المجاميع الفقرية المخ تلفة ففي البرمائيات يوجد ثلاث انبيبات كثيرة الالتواء وكل انبيب يتصل في احد طرفيه بالتجويف السيلومي للجسم بواسطة فتحة مهدبه قمعية الشكل تدعى فتحة الكلية الأولية Pronephrostome، أما الطرف الآخر من الانبيب فيؤدي الى أنبوبة جانبية تمتد الى الخلف على هيئة قناة تفتح في المجمع وتعرف بقناة الكلية الأولية Pronephric duct ويبرز داخل السيلوم وفي مواجهه فتحات الكلية

الاولية تراكيب دائرية الشكل تدعى **الكبيبات الخارجية** وعندما يصل الدم محمل بالمواد الاخراجية الى هذه الكبيبات يت م ترشيح المواد الاخراجية في السيلوم فتلتقطها فتحات الكلية الاولية بمساعدة الأهداب التي تحملها وتوصلها الى نبيبات الكلية الاولية منها الى قناة الكلية ثم الى المجمع.

الكلية المتوسطة Mesonephros

تنشأ من القطعة الكلوية خلف الكلية الاولية ويكتمل نموها بضمور الكلية الاولية، إما الجزء الخلفي من الكلية الاولية فلا يضمحل بل يبقى ليكون قناة الكلية المتوسطة **Mesonephric duct** وتتألف الكلية من عدد كبير من الوحدات التي تدعى بالنبيبات الكلوية (النفرون) **Nephrons** او نبيبات بولية **Urinerous tubules** وهي تمثل الوحدة الوظيفية والتشريحية للكلية وترتبط ارتباطا وثيقا بجهاز الدوران. والنفرون يشبه الى حد ما موجود في الكلية البعيدة والذي يبدأ بجسم كروي يدعى الجسم الكلوي **Renal corpuscle** او جسم مالبيجي **Malpighian corpuscle** أما النبيب فيتكون من ثلاث أجزاء :

أ - جزء ملتف قريب **Proximal convoluted part** ويتصل بجسم مالبيجي

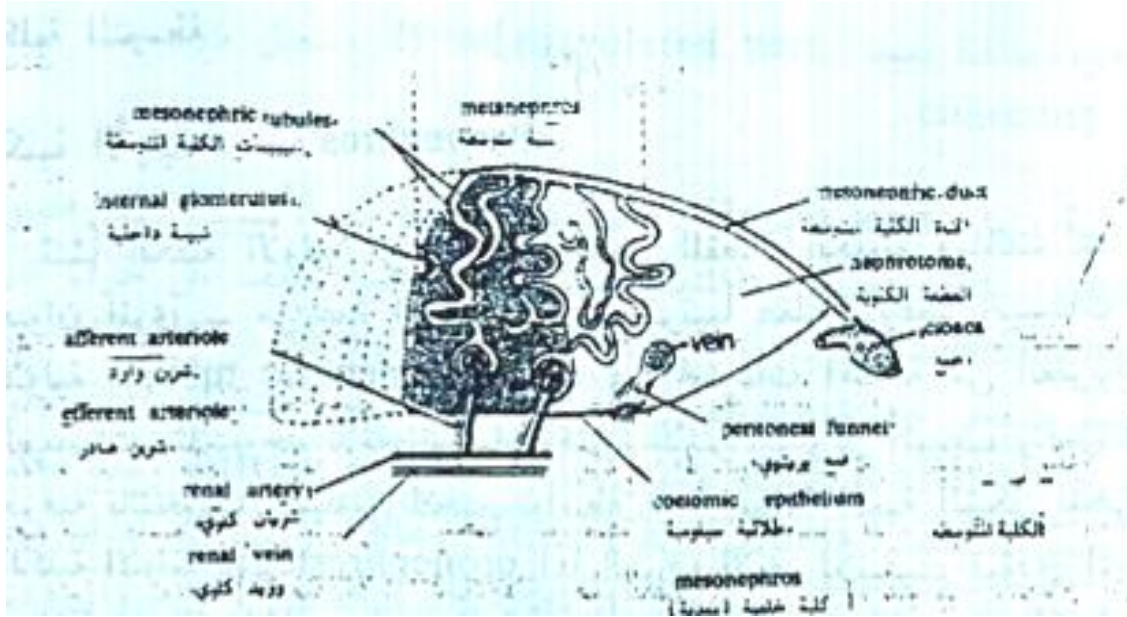
ب - جزء ملتف بعيد **Distal convoluted part** ويتصل بالانبيب الجامع

Collecting tube

ت - طية هنلي **Henl's loop** وهو الجزء الأكبر من النبيب ويقع محصورا بين الجزئين الملتف القريب والملتف البعيد وهذه الطية تتألف من طرف نازل **Descending limb** وطرف صاعد **Ascending limb**.

وجسم مالبيجي عبارة عن خصلة من الشعيرات الدموية الشريانية التي يكونها شَرين صادر وآخر وارد وهذه الخصلة تدعى **بالكببية الداخلية Internal glomerulus's** وتحاط بتركيب ذو جدار رقيق مزدوج من طبقتين الميزوديرم الجداري (الخارج) الميزوديرم الحشوي (الداخل) الذي يلامس الكببية وهذا التركيب الكروي هو **محفظة بومان Bowman's capsule**. ويصل الدم بما يحمله من مواد إخراجية الى الكببية بواسطة الشُرين الوارد ويغادرها بواسطة الشرين الصادر الذي يتفرع عدة تفرعات على جدر الانبيب البولي ويم ترشيح الدم داخل محفظة بومان وغالبا ما يحوي الراشح على **مواد مفيدة** بالإضافة الى المواد الاخراجية ولكن هذه المواد النافعة سرعان ما تعود مرة ثانية الى الدورة الدموية حيث إن خلايا الجزء الملتف القريب لها القدرة الاختيارية على امتصاص هذه المواد وإعادةتها الى الدم عن طريق الأوردة الرئيسة الخلفية التي تصل الى القلب أما **المواد الاخراجية** فإنها تصل الى الانبيبات الجامعة وهي بدوها تصب في قناة الكلية المتوسطة

وللكلية المتوسطة بعض الفتحات التي تتصل بالسليوم وهذه الفتحات تتأخر مثيلاتها في الكلى الاولى إلا أنها تكون على هيئة أقماع هيدبية تدعى الأقماع البريتونية تتصل ببعض الأوردة داخل الكلية أي ليس لها وظيفة إخراجية بل تختص بنقل المواد للمفاوية. والكلية المتوسطة تعتبر عضو الإخراج في طور البالغ لمعظم دائريات الفم والارهلويات.



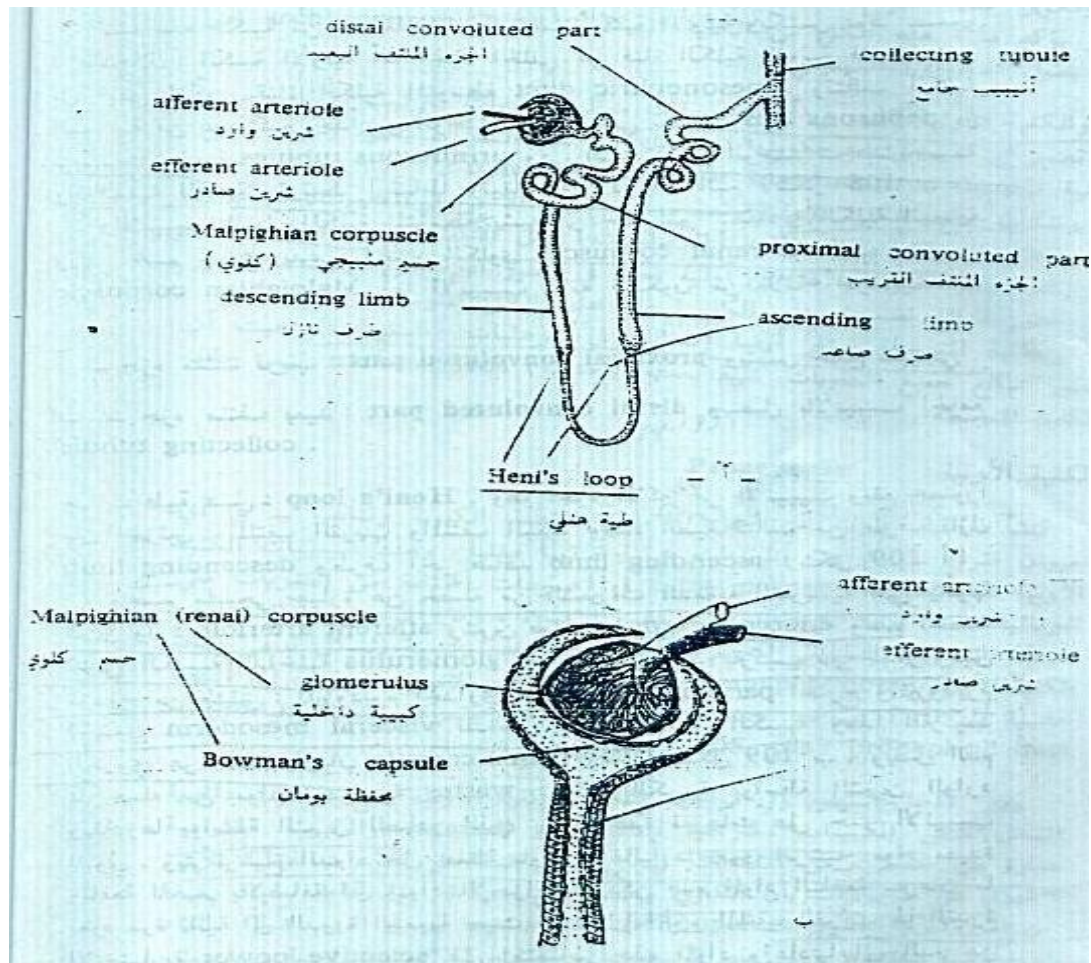
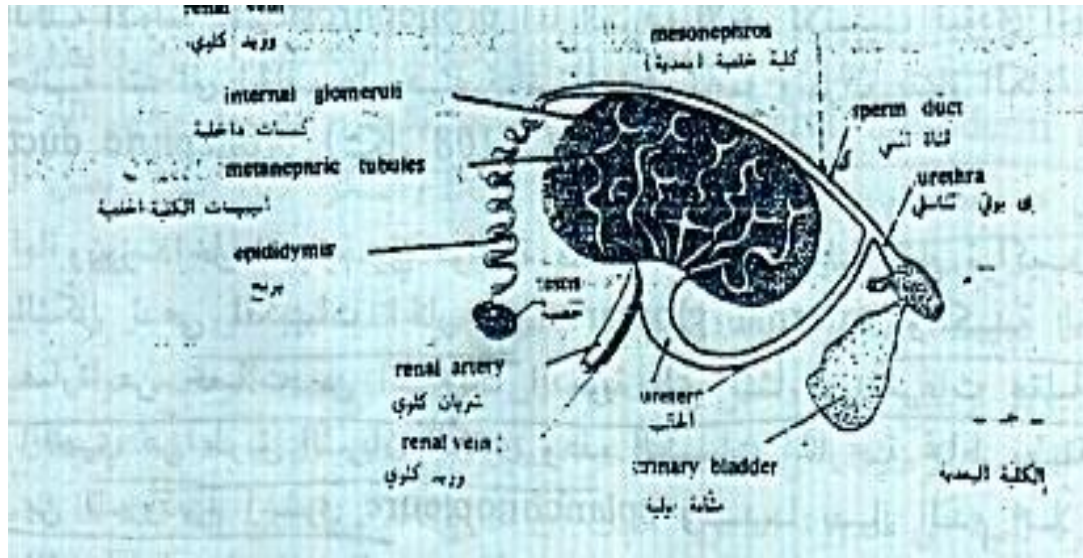
الكلية البعيدة Metanephros

تنشأ من الجزء الخلفي والمتبقي من القطعة الكلوية وخلف الكلية المتوسطة وتعتبر العضو الإخراجي الوظيفي للطور البالغ لكل الرهليات وتتألف من عدد كبير جدا من الانبيبات التي تشبه مثيلاتها في الكلية المتوسطة وتدعى نبيبات الكلية البعيدة Metanephric tube ويكتمل نموها بعد يضمحل الجزء الأكبر من الكلية المتوسطة حيث لا يبقى منها سوى عدد قليل من الانبيبات التي تتحول في الذكر فقط الى قنوات لحمل ونقل الحيامن كالبربخ في اللبائن. كذلك يبقى الجزء الخلفي من قناة الكلية المتوسطة حيث ينشأ منها كانبعاث قناة الكلية البعيدة او الحالب Ureter وفي الكلية البعيدة تختفي الفتحات التي ظهرت في الكلية الاولى والمتوسطة.

وفي اللبائن الكلية تشبه حبة الفاصوليا لها حافة خارجية مهدبة وداخلية مقعرة التي يوجد فيها انخفاض يدعى السرة تمر من خلالها الأوعية الدموية والأعصاب الداخلة والخارجة للكلية وتتميز الكلية الى قشرة Cortex للخارج والى نخاع medulla للداخل والقشرة تحتوي جسيمات مالبيجي ، أما النخاع فيحتوي على الانبيبات البولية وهو على هيئة أقماع تدعى أهرامات مالبيجي التي تحد حوض الكلية من الخارج.

المحاضرة السابعة

ويتصل بالكلية الشريان الكلوي الذي ينشأ من الابهـر الظهرـي ويحمل الدم المؤكسد من الكلية ويخرج من الكلية الوريد الكلوي.

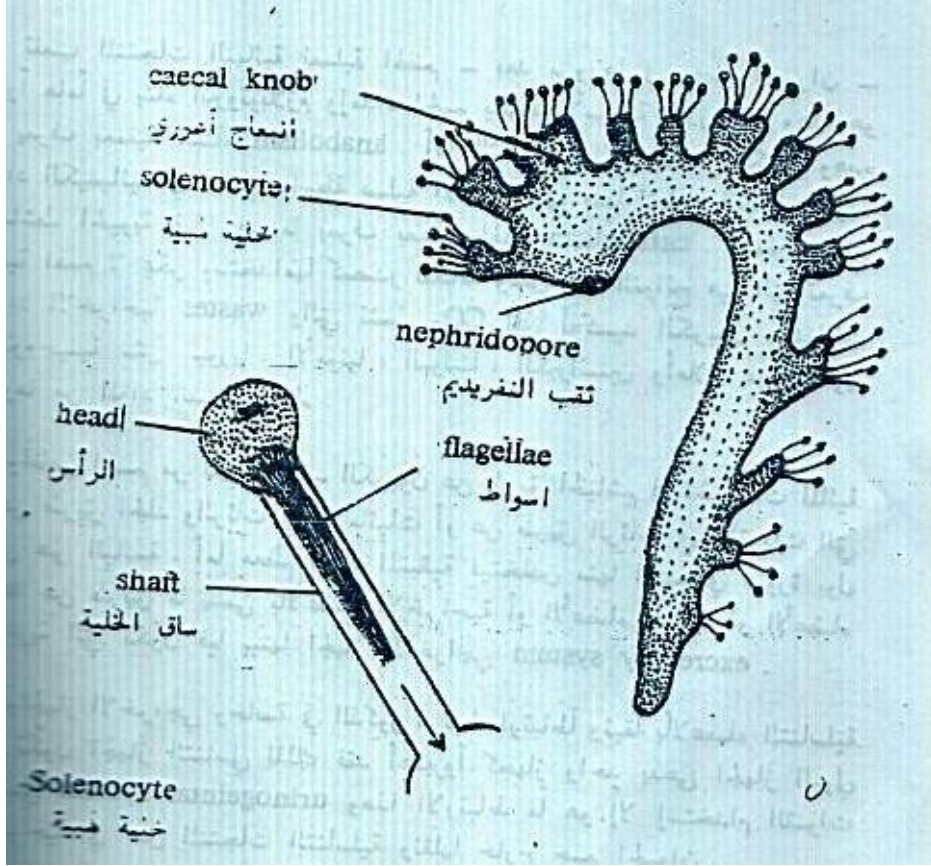


المثانة البولية Urinary bladder

يرتبط بالجهاز الإخراجي تركيب كيسي الشكل يظهر كانبعاث من مؤخرة القناة الهضمية هو المثانة البولية وتستخدم في أغلب الأحيان كمستودع للمواد الإخراجية . في الأسماك تنشا المثانة البولية كانبعاث اعوري من مؤخرة قناة الكلية المتوسطة إما في البرمائيات فتتشا من انبعاث من السطح البطني للمجمع وتفتح قناة الكلية المتوسطة في المجمع ومنه تصل المواد الإخراجية الى المثانة البولية وهي هنا على هيئة كيس مكون من فصين وفي أجنة الرهليات ينشا من مؤخرة القناة الهضمية كيس اعوري يعرف باللقانقي وهو الغشاء الجنيني الثالث الذي يمتد داخل السيلوم الجنيني وهو هنا بالإضافة الى عمله كمستودع أخراجي فانه ذو وظيفة تنفسية حيث انه ينتشر على السطح الداخلي لقشرة البيضة (الزواحف والطيور) التي تحيط بالجنين وهذا الغشاء مزودة بالشعيرات الدموية خلالها تتم عملية تبادل الغازات بين أنسجة الجنين والهواء الخارجي والطور البالغ في الطيور لا يوجد فيه مثانة بولية.

الجهاز الإخراجي في الرميج

يتكون هذا الجهاز من وحدات بسيطة التركيب متمركزة في منطقة البلعوم يوجد منها حوالي 90 زوج وهذه الوحدات تدعى **النفرديا** Nephridia كالتي توجد في اللافقرات وكل نفر يديم تتكون من جزئين جزء أفقي يقع أعلى ثلاثية البهو وجزء راسي يمتد ملاصقا للقضيب الخيشومي الأول ويتكون من عدد كبير من الانبعاثات الاعورية ويتصل بكل انبعاث عدد كبير من الخلايا الصولجانية الشكل والتي تعرف بالخلايا اللهبية Solenocytes وهذه الخلايا تشبه مثيلاتها في اللافقرات وتتميز بان كل خلية لهبية لها جزء منتفخ في طرفها يدعى راس الخلية به نواة وسايتوبلازم وجزء طويل هو ساق الخلية ويمثل أنبوبة دقيقة تحوي بداخلها زوائد هيدبية طويلة تدعى الاسواط وبحركة هذه الاسواط داخل قضبان الخلايا اللهبية فان المواد الإخراجية تتجمع من السليوم الملاصق لهذا الخلايا وتندفع الى تجاويف الانبعاثات الاعورية ومنها الى تجويف البهو عبر ثقب النفريديا.



دائريات الفم

يختلف هذا الجهاز حسب الرتبة ففي الأسماك الرخوة تمتلك كلية بدائية كبيرة محورة تبقى حتى الطور البالغ وتقع في أقصى الإمام وتعرف بالكلية الراسية إما الكلية المتوسطة فتقع خلف الكلية الأولية وتمتد بطول التجويف البريتوني وهي هنا بدائية.

أما في الجلكيات فالطور البالغ لا توجد فيه كلية أولية وتبقى الكلية المتوسطة هي العضو الإخراجي الرئيسي وقناتا الكليتا المتوسطتين يتحدان سويا قبل أن يفتحا في الجيب البولي التناسلي بفتحة واحدة وهذا الجيب يفتح الى الخارج عبر الحلمة البولية التناسلية.

الأسماك

للغالبية العظمى من الأسماك وفي طورها البالغ زوج من الكلى المتوسطة التي تمتد تقريبا بطول التجويف البريتوني وملاصقة للعمود الفقري.

ففي الأسماك الغضروفية يكون الجزء الأمامي لكل كلية ضامرا نسبيا وغير فعال أي لا يقوم بوظيفة إخراجية بل تتحول نبيباته في الذكور فقط الى نبيبات دقيقة تتصل بالخصية المجاورة

المحاضرة السابعة

لنقل الحيامن منها ولذا تعرف هذه القنوات بالقنوات المنوية الصادرة والجزء الأكبر والخلفي من الكلية هو الذي يقوم بالوظيفة الاخراجية حيث يخرج من كل كلية قناة الكلية المتوسطة التي تمتد على سطحها البطني الوسطي حتى تفتح في غرفة متسعة نسبيا تدعى الجيب البولي التناسلي الذي يفتح في المجمع

وفي **الأسماك العظمية** لا يوجد اتصال بين الكلى والخصية ومن الكلية تمتد قناة الكلية المتوسطة وقناتا الكليتان يتحدان سويا في أقصى الخلف ليكونا مجرى مشترك يفتح بفتحة بولية واحدة خلف الفتحة التناسلية الأنثوية، إما في حالة الذكر فيشترك المجرى البولي المشترك مع المجرى التناسلي المشترك ليكونا مجرى بوليا تناسليا يفتح بفتحة مشتركة هي الفحة البولية التناسلية والتي تقع على الحافة الحلمة البولية التناسلية خلف فتحة الشرج.

البرمائيات

لجميع البرمائيات وفي أطوارها البالغة زوج من الكلى المتوسطة التي لا تمتد بطول التجويف البريتوني كمثلياتها في **الأسماك** بل أنها اقصر بكثير ويتراوح طول الكلية من 2-3 سم في المتوسط، سطحها الوسطي مفصص إما سطحها الخارجي فهو مستو تقريبا وتتحوّل بعض نبيبات الجزء الأمامي للكلية في الذكور الى قنوات دقيقة تتصل بالخصية المجاورة لنقل الحيامن لذا تدعى بالقنوات المنوية الصادرة ، وقناة الكلية المتوسطة تمتد على السطح الخارجي للكلية وتعرف هنا ب**قناة وولف** Wolffian duct وهذه القناة تتسع خلف مستوى الكلية مباشرة في الذكر لتكون تركيبا حويصليا مثلث الشكل يدعى **الحوصلة المنوية** Vesicular seminalis التي تستخدم كمستودع للحيامن وتستضيق هذه الحويصلة كلما اتجهنا الى الخلف لتفتح في المجمع بفتحة مستقلة، أما في الأنثى فتتمدد قناة الكلية المتوسطة كأنبوية ضيقة لتفتح في المجمع ومن السطح البطني للمجمع تنشا المثانة البولية ككيس مكون من فصين أيسر وأيمن.

الزواحف

للطور البالغ زوج من الكلى البعيدة مختلفة الإشكال حسب نوع الحيوان وتقع في مؤخرة التجويف البريتوني وقد تكون قصيرة او طويلة مفصصة وقد يلتحمان في الخط الوسطي وتقعان في الناحية الظهرية للمجمع كما في السحالي وكل كلية تؤدي الى قناة الكلية البعيدة او الحالب الذي يفتح في المجمع وفي الزواحف توجد مثانة بولية تنشا من المجمع.

الطيور

لها زوج من الكلى البعدية التي تقع في مؤخرة الذراع والكلية مفصصة ومجزئة الى بضعة فصوص وينشا كل حالب من الجزء الوسطي البطني لكل كلية ويفتح الحالبان بفتحات منفصلة في المسلك البولي للمجمع ولا يوجد مثانة بولية في الطيور

اللبائن

من النوع البعدي وهي مثبتة في التجويف البريتوني بواسطة وسادة دهنية ويحيط بكل كلية محفظة كلوية مكونة من نسيج رابط قوي وقد يكون سطحها أملس او مفصص والكلية لها شكل حبة الفاصوليا أي لها جزء محدب للخارج ومقعر للداخل وما الجزء المقعر يخرج الحالب وهو هنا طويل ويمتد الى الخلف حتى يفتح في المثانة البولية.