دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الأحياء

للسنة الثانية من مرحلة التعليم الثانوي
(القسم العلمي)

الاسبوع السادس

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي:
1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 4

الإِخـراج

Excretion

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة سوف تكون قادرًا على أن :

- تحدد وتشرح أهمية الإخراج.
- تتعرف على مكونات الجهاز البولي في الثدييات وتذكر وظائف كل مكون من هذه المكونات.
- تربط بين تركيب الكُلية في الثدييات ووظيفتها في التخلص من البـول والميـاه الزائدة عن حاجـة الجسم.
- تربـط عمليـة الديلـزة (الفصل الغشـائي) في أجهزة غسـل الكلى إلى انتشـار الجزيئـات الدقيقة خلال غشاء.

الكُليتـان زوج مـن الأعضـاء ينقِّيا الدم أثناء مروره خلالهما، فينتجا محلولًا مركزًا يسـمى البول. ويتكون البول بصفة رئيسة من ماء مذابة فيه فضلات (نواتج إخراجية) مثل اليوريا. ونتخلص من البول عند الذهاب إلى دورة المياه.

أصيـب شـاب فـي الثلاثـين من عمره، بعـدوى بكتيريـة أتلفت إحـدى كليتيه حتـى توقفت عن العمـل، وتـمكن مـن مواصلة الحيـاة بصورة طبيعيـة، وذلـك لأن الكُلية الأخرى تـؤدي وظيفتها بطريقة طبيعية. ولسـوء الحظ، وبعد مضي ثمانية أشـهر من إصابته بدأت الكُلية السـليمة تتلف أيضًـا. وأصبـح الشـاب يواجـه أزمـة، فجسـمه لا يسـتطيع التخلص من الميـاه الزائدة، والملـح، واليوريا التي تتجمع في دمه.

لا يزال جسـم الشـاب ينتج البول، ولكنه لا يستطيع التخلـص من جميـع الفضـلات، والتي يعتبـر الكثير منها موادَّ سـامة ناتجة عن التفاعـلات الكيميائية التي تحدث داخل خلاياه.

شخص يخضع لعملية الغسيل الكلوي

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ويأمل المريض في إجراء عملية زرع للكُلية، ولكن يوجد عدد قليل من المتبرعين بليبيا كما هو الحال في بقية البلدان، ولا يسعه إلا الاستمرار في عملية الغسيل الكلوي (الديلزة) لتنقية دمه إلى أن يحصل على الكُلية المناسبة. وتنطوي تلك العملية كما نرى في الصورة على توصيل جسمه بجهاز ديلزة (غسيل الكُلى). ولتقليل الوقت الذي يقضيه في مركز غسل الكُلى يتبع نظامًا غذائيًّا صارمًا. فلا يسمح له إلا بتناول نصف لتر واحد فقط من السوائل يوميًّا وهي ربع الكمية التي تدخل جسم الإنسان البالغ العادي. ويتناول فقط من 30 – 40 جرامًا من البروتين في اليوم الواحد وهي الكمية الموجودة في بيضة واحدة صغيرة. ولا يستطيع تناول الأطعمة الغنية بالبوتاسيوم مثل الفواكه الحمضية، والموز، والقهوة سريعة الذوبان، والفول السوداني، والشيكولاتة. وبالتزامه بذلك النظام الغذائي الصارم وبإجرائه عملية الغسيل ثلاث مرات أسبوعيًّا، يستطيع البقاء حيًّا لحين إجراء عملية زرع الكُلية.

نأمل أن يجد المريض متبرعًا، وعندما يحصل على الكُلية الجديدة سوف يصلها الجراحون بالأوعية الدموية الموجودة داخل جسمه حتى تعمل على تنقية الدم.

4 - 1 ما الإخراج؟

في التنفس الخلوي تكسر المواد المعقدة إلى مواد أبسط مع إطلاق طاقة. والعمليات الكيميائية التي تكسر فيها المواد المعقدة إلى مواد أقل تعقيدًا يطلق عليها **أنشطة الهدم أو الأيض الهدمي**. يُعتبر على سبيل المثال، التنفس الخلوي، ونزع المجموعة الأمينية من البروتينات والأحماض الأمينية لتكوين اليوريا في الكبد عمليات أيض هدمي.

وتتكون المواد المعقدة من مواد أبسط داخل الخلية، وهي العملية التي يطلق عليها **أنشطة الأيض البنائي** ويتم فيها بناء المواد المركبة أو المواد المعقدة من المواد الأبسط. فتكوين البروتوبلازم الجديد من الأحماض الأمينية، وتحويل الجلوكوز إلى جليكوجين في الكبد والعضلات وعملية البناء الضوئي في النباتات الخضراء هي أمثلة لعمليات الأيض البنائي. وتحدث تلك التغيرات الكيميائية بصفة مستمرة في الكائنات الحية.

ومحصلة جميع الأنشطة الكيميائية داخل جسم الكائن الحي تُعرف **بالأيض**، أي:

أيض بنائي + أيض هدمي = الأيض

الأيض

تشير عملية الأيض إلى جميع العمليات الكيميائية سواء الهدمية أو البنائية، التي تحدث في خلايا جسم الكائن الحي بغرض بقائه حيًّا.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ينتج عن عمليات الأيض مواد قد تكون ضارة إذا سمح لها بالتجمع في الجسم. وبالتالي يجب التخلص منها، أو ترسيبها على شكل مواد غير ضارة وغير قابلة للذوبان كما يحدث في بعض النباتات والحيوانات.

تعريف الإخراج هو العملية التي يتخلص فيها جسم الكائن الحي من الفضلات الأيضية والمواد السامة.

توجد آليات إخراج عديدة في المملكة الحيوانية. وفي معظم الكائنات وحيدة الخلية يتم الإخراج بأبسط طريقة وذلك عن طريق الانتشار إلى الماء المحيط. أما الحيوانات الأكبر أو ذات الجلد غير المنفذ فتحتاج إلى أعضاء إخراج خاصة.

ملحوظة

يجب التفريق بين الإخراج والتغوط (**التبرز**). والمقصود بالتبرز هو التخلص من المواد غير المهضومة من القناة الهضمية. ومادة البراز (المادة غير المهضومة) لا تتكون من مواد داخل الخلايا، ولم يحدث أبدًا امتصاصها داخل الخلايا، وبالتالي لا تتكون نتيجة للتغيرات الأيضية.

4 - 2 الإخراج في الثدييات

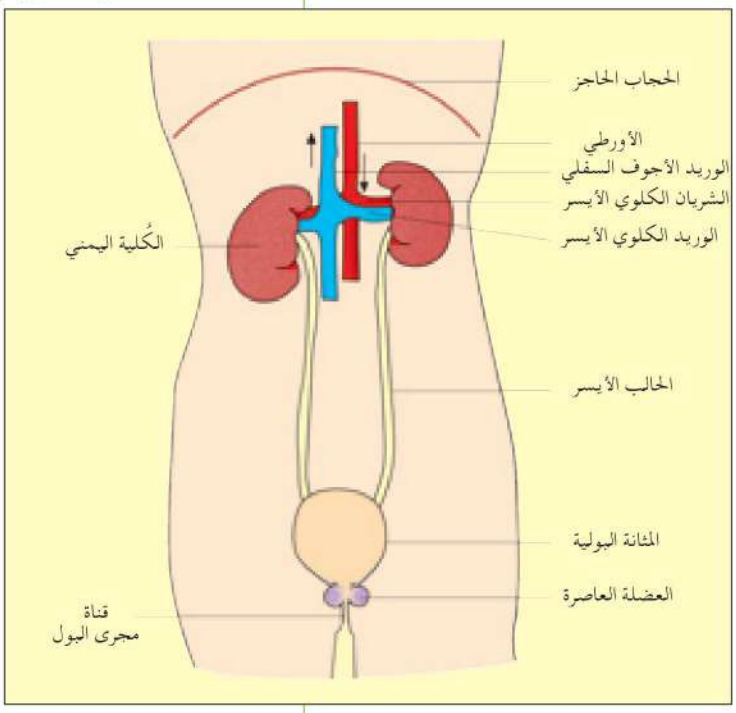
يبين جدول 4-1 نواتج الإخراج الرئيسة وأعضاء الإخراج في الثدييات (مثل الإنسان). لقد درست وظائف الكبد والرئتين، وسندرس الآن الكُليتين، ثم الجلد في الوحدة التالية.

الجهاز البولي في الثدييات

يتكون الجهاز البولي في الثدييات من الكُليتين، والحالبين، والمثانة البولية، ومجرى البول (شكل 4 - 1).

والكُلى في الثدييات مثل الإنسان والأرانب لها شكل حبة الفاصوليا، وتكون عادة محاطة بكتلة من الدهن في تجويف البطن. وتلتصق الكُليتان بجدار ظهر الجسم، كل واحدة منهما على أحد جانبي العمود الفقري. وتوجد الكُليتان في الإنسان فوق الخصر مباشرة، وتكون الكُلية اليسرى أعلى من الكُلية اليمنى بقليل.

ويواجه السطح المقعر لكل كُلية من الكُليتين العمود الفقري. ويوجد في مركز هذا السطح منخفض (ميزاب) يعرف **بالسرة**، حيث يتصل الوريد الكلوي، والشريان الكلوي، والأعصاب بالكُلية. وتخرج من السرة أنبوبة ضيقة تسمى **الحالب** تتجه إلى أسفل لتتصل بالسطح الظهري للمثانة البولية، ويمر البول من كل كُلية خلال الحالب إلى **المثانة البولية**. والمثانة عبارة عن كيس عضلي مرن يقع في الجهة البطنية للمستقيم، يُخزِّن البول. ويوجد عند قاع المثانة العضلة العاصرة. وعند امتلاء المثانة بالبول، تنبسط العضلة العاصرة لتسمح بمرور البول إلى داخل **مجرى البول** ومنه إلى خارج الجسم.



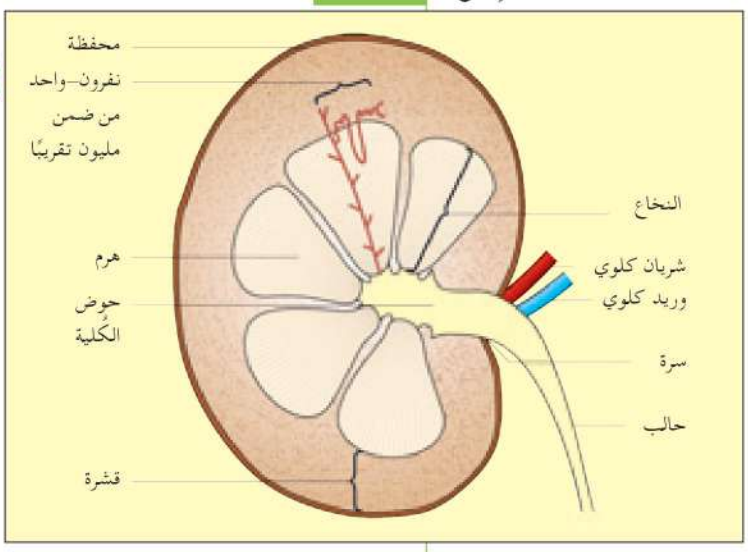
شكل 4-1 الجهاز البولي في الإنسان

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

قطاع طولي للكلية كما يُرى بعدسة يدوية مكبرة

يبين القطاع الطولي في كلية الثدييات أنها تتكون من جزأين أساسيين:

- غلاف خارجي لونه أحمر قاتم يسمى **القشرة**.
- غلاف داخلي أكثر سُمكًا لونه أحمر فاتح يطلق عليه **النخاع**. ويتكون النخاع في الإنسان ومعظم الثدييات الكبيرة من 12 إلى 16 تركيب مخروطي الشكل مثل الأهرامات تصب في فراغ يشبه القمع في الكُلية يسمى **حوض الكُلية**.



شكل 4-2 قطاع طولي في الكُلية يبين مناطقها وموضع النفرون.

والحوض الكلوي (حوض الكُلية) هو الجزء المتسع من الحالب داخل الكُلية. وهرميات النخاع بها أشرطة شعاعية لوجود عدد كبير جدًّا من **الأنيبيبات البولية** أو **النفرونات**، يتكون فيها البول.

جدول 4-1 الإخراج في الثدييات

ناتج الإخراج	عضو الإخراج	ملحوظات
ثاني أكسيد الكربون	الرئتان	الغاز في هواء الزفير
أملاح معدنية		
فضلات نيتروجينية معظمها يوريا (ناتج من نزع المجموعة الأمينية من البروتينات) الكرياتنين (نتيجة انحلال العضلة) ◆ حامض البوليك (نتيجة تكسير المواد النووية) ◆ ◆	الكُليتان الجلد	مكونات البول المكونات الأساسية للعرق وهي بكميات قليلة فقط
المياه الزائدة	الكُليتان الجلد الرئتان	المكون الأساسي للبول المكون الأساسي للعرق بخار الماء في هواء الزفير
صبغات الصفراء (نتيجة تكسير الهيموجلوبين)	الكبد	عن طريق الأمعاء الدقيقة

تركيب الأنيبيبة الكلوية (النفرون)

تبدأ كل أنيبيبة كلوية (نفرون) في القشرة كتركيب يشبه الفنجان يسمى المحفظة الكلوية أو محفظة بومان (شكل 4 – 3). وتتصل تلك المحفظة بأنيبيبة قصيرة، ملتفة (أي تلتف حول نفسها) قبل استقامتها عند مرورها بالنخاع. وتلتوي هذه الأنيبيبة في النخاع على شكل حرف U لتعود إلى داخل القشرة حيث تلتف مرة ثانية. ثم تنفتح بعد ذلك على **أنيبيبة جامعة** تمر خلال النخاع إلى أن تُفتح في الحوض الكلوي. ويسمى جزء الأنيبيبة الذي يأخذ شكل حرف U في النخاع ثنية هنلي.

نور المعرفة

المجسات الحيوية

يمكن بملاحظة تركيز مادة مثل الجلوكوز في البول أو الدم التزود بمعلومات كافية عن العملية الأيضية ومستوى سلامة الجسم. والمجسات الحيوية هي أجهزة حساسة للغاية تستخدم في قياس تركيزات منخفضة جدًّا من المواد.

يتكون الجهاز من مجس يحتوي على أنزيمات ثابتة. وعندما تلمس المادة المراد قياسها المحس تتفاعل مع الأنزيمات. ويتحول التفاعل إلى إشارة كهربائية يدل حجمها على تركيز المادة.

والجهاز المبين بالصورة يستخدم لقياس تركيز الجلوكوز في الدم ويساعد مرضى السكري على معرفة حالتهم المرضية.

المجس الحيوي يستخدم في قياس مستوى تركيز الجلوكوز في الدم.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا