جامعة تكريت– كلية الزراعة– قسم وقاية النبات

## المحاضرة السابعة

# فسلجه الحشرات – الإخراج واعضاء الاخراج Excretion and Excretory Organs

استاذ المادة

أ.م.د محمد شاكر منصور

Dr. Mohammed Sh. Mansor-entomology of physiology

**الاخراج** Excretion هو عملية ازالة الفضلات الناتجة عن عمليات التحويل الغذائي (Metabolism) العديمة الفائدة اذا ما تراكمت داخل جسم الحشرة ، وضبط التوازن بين المحتوى المائي وتركيز الاملاح في السائل الدموي من اجل توفير الوسط الكيميائي الملائم لفعالية الانسجة واعضاء جسم الحشرة للقيام بوظائفها بشكل مناسب وكفوء.

اما **الابراز** Egestion فهو طرح المواد الغذائية غير المهضومة وغير القابلة للامتصاص والتي تبقى داخل القناة الهضمية ثم تطرح الى خارج الجسم كفضلات Feces (براز) عن طريق المخرج.

* **وظائف الجهاز الإخراجي** Function of Excretion System : يتضمن الاخراج اما :

١. ازالة المواد السامة باحد الطريقتين :
   a. طرحها بشكل امونيا.
   b. او تحويلها الى يوريا او حامض اليوريك ، وعزل حامض اليوريك في خلايا خاصة تسمى الخلايا اليورية Urate cells .
٢. **ازالة بعض المواد المفيدة الزائدة عن حاجة الجسم كالماء والاملاح وبعض الحوامض الامينية والسكريات.**
٣. تنظيم الضغط الازموزي (التنافذي) للسائل الدموي وذلك بموازنة المحتوى المائي وتركيز الاملاح الذائبة Osmoregulation (Salt-Water Balance).

* **انواع الفضلات النتروجينية** : تختلف الحشرات فيما بينها وكذلك الاطوار المختلفة لنفس النوع في انواع الفضلات النيتروجينية التي تطرحها خارج الجسم وفي نسب تلك الفضلات وذلك لاختلاف البيئة والتغذية ، وان انواع الفضلات النتروجينية التي تطرحها الحشرات تشمل الاتي :

١. **الامونيا** Ammonia ( $NH_3^+$) : تتصف بانها :
   a. عالية الذوبان في الماء.
   b. تحتوي على نسبة عالية من النتروجين ٨٢%.
   c. سامة جدا للحشرات اذا بلغ تركيزها في السائل الدموي ٨.5 ملغم/١٠٠ مل من دم الحشرة

الامونيا موجودة في براز معظم الحشرات ، الحشرات يجب ان تعزل الامونيا بسرعة لانها سامة جدا وتحتاج الحشرة الى كميات كبيرة من الماء لاخراجها لذلك تعتمد الاطوار المائية للحشرات على اخراج الامونيا كفضلات ناتروجينية.

٢. **اليوريا** Urea : تتصف بانها :
   a. عالية الذوبان في الماء. c . تحتوي على ٤٦% نتروجين.

Dr. Mohammed Sh. Mansor entomology of physiology

b. قليلة السمية مقارنة بالامونيا. d . نسبتها ضئيلة مقارنة بالفضلات النتروجينية الاخرى.

لقد **تجنبت** الحشرات **سيادة** اليوريا في فضلاتها النتروجينية فبالرغم من قلة سميتها الا ان ذوبانها العالي جدا في الماء سيؤدي الى تكوين محلول ذو ضغط تنافذي عالي جدا لا يمكن لخلايا المستقيم ان تمتص الماء والمواد المفيدة منة عن طريق الانتشار ، كما ان صغر حجم جزيئات اليوريا يسمح لها باختراق غشاء الكيوتكل للمستقيم والعودة الى السائل الدموي.

٣. **حامض اليوريك** Uric acid : تتصف بانها :

a. نسبة ذوبان الحامض في الماء واطئة جدا. c . نسبة النتروجين ٣٣%.

b. غير سام.

* يوجد حامض اليوريك في معظم الحشرات ويكون سائدا في الحشرات الارضية الا في بعض الحالات النادرة ، اما في الحشرات المائية ورغم سيادة الامونيا فان حامض اليوريك يوجد بكميات لا بأس بها.

**وسبب انتاج الحشرات الارضية لهذا الحامض كفاضل نتروجيني لانة غير سام وقليل الذوبان جدا في الماء** ، حيث يتحول الحامض النقي الى بلورات في الماء ولذلك تفقد الحشرات قليلا من الماء لطرحة للخارج اذ ان هذا الحامض لا يؤثر على الضغط التنافذي لمحتويات تجويف المستقيم وبذلك تتمكن الخلايا من سحب الماء والمواد المفيدة من هذة المحتويات عن طريق الانتشار واعادتها للدم ، وكلما زادت سيادة حامض اليوريك على بقية الفضلات النتروجينية زادت قدرة الحشرة على طرح ادرار اكثر جفافا.

ومن **عيوب** هذة الطريقة هو استهلاك طاقة كبيرة في تصنيع حامض اليوريك ، وبسبب عدم سميتة فقد تمكنت الحشرات ان تخزن هذا الحامض في الخلايا البولية الموجودة بين خلايا الجسم الدهني.

٤. **الحوامض الامينية** Amino acid : توجد بنسب ضئيلة جدا في فضلات اغلب الحشرات مقارنة بالفضلات النيتروجينية المطروحة ويعود سبب وجودها لعدم قدرة خلايا المستقيم من امتصاص كل الحوامض الامينية اي ان السبب فشل في الامتصاص وليس غرضا اخراجيا.

واحياناً يقوم الجهاز الإخراجي بطرح احماض امينية معينة موجودة في الغذاء لأسباب خاصة فمثلا ذبابة التسي التسي المتغذية على الدم فإنها تطرح وبنسبة عالية الحوامض الامينية Arginine و Histidine لان الحشرة لا تستفاد منهما لاحتوائهما على نسبة عالية من النتروجين ٣٢ و ٢٧% على التوالي مقارنة بالأحماض الامينية الاخرى ولذلك فان الحشرة تحتاج الى استهلاك طاقة كبيرة لغرض تمثيلها.

٥. **Allantoin و Allantoic acid** : وهما من مشتقات حامض اليوريك * يسود Allantoin على بقية الفضلات النيتروجينية في اغلب افراد رتبة نصفية الاجنحة كما يوجد بنسب معتدلة مع حامض اليوريك في براز العديد من الحشرات الاخرى ، * ويسود Allantoic acid في بعض افراد رتبة حرشفية الاجنحة، ولم يعرف السبب من تحّول حامض اليوريك لهذين الحامضين.

Dr. Mohammed Sh. Mansour-entomology of physiology

* **عملية اخراج الفضلات النيتروجينية :** تدخل الجزيئات الصغيرة للمركبات العضوية عبر جدار انابيب مالبيجي عن طريقين :

الاول : بواسطة النقل الفعال وهومتخصص لنقل حامض اليوريك فقط.

والثانية : بالانتشار وبواسطته تدخل بقية المركبات.

* يوجد حامض اليوريك في الدم مذابا بشكل يورات البوتاسيوم او الصوديوم ، وجد ان تركيز ايونات اليوريا في سائل انابيب مالبيجي في حشرة *Carausius* يبلغ عشر مرات اكثر مما في الدم مما يشير الى ان خلايا انابيب مالبيجي تنقل ايونات اليوريا من منطقة التركيز الواطئ الى التركيز العالي ، وتسير يورات البوتاسيوم او الصوديوم مع سائل الانابيب المفرز لتصل الى الامعاء ثم المستقيم وهناك يبدا امتصاص الماء وايونات البوتاسيوم او الصوديوم ويصاحب ذلك تغيير في حموضة محتويات المستقيم لتصل الى 3.5 – ٤.٥ بعد ان كانت 6.8 – ٧.٥ في الانابيب ويؤدي ذلك الى ترسب بلورات حامض اليوريك لتخرج مع الادرار والبراز وبهذه الطريقة يتم اخراج حامض اليوريك في الحشرات التي تكون انابيب مالبيجي فيها **افرازية** على طولها. * اما في الحشرات التي تنقسم فيها انابيب مالبيجي الى منطقة **علوية افرازية** ومنطقة **سفلية لاعادة الامتصاص** كبقة *Rhodnius* فان يورات البوتاسيوم والصوديوم تفرز الى داخل تجويف انبوب مالبيجي في المنطقة المشطية لتنزل مع بقية السائل المفرز وعندما تصل الى المنطقة الفرشاتية يعاد امتصاص الماء والايونات الموجبة وتتغير الحموضة من ٢.7 - ٦.6 فترسب حامض اليوريك على شكل بلورات وتستمر عملية البلورة والترسيب في الامعاء والمستقيم.

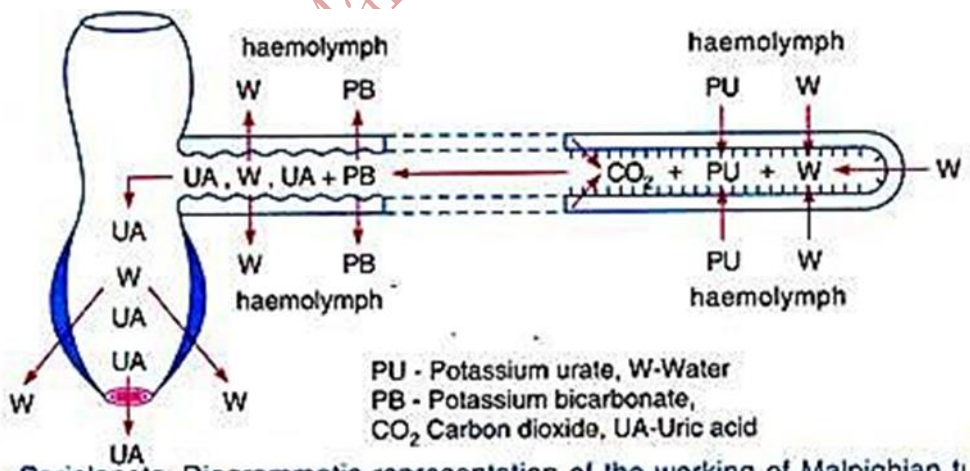


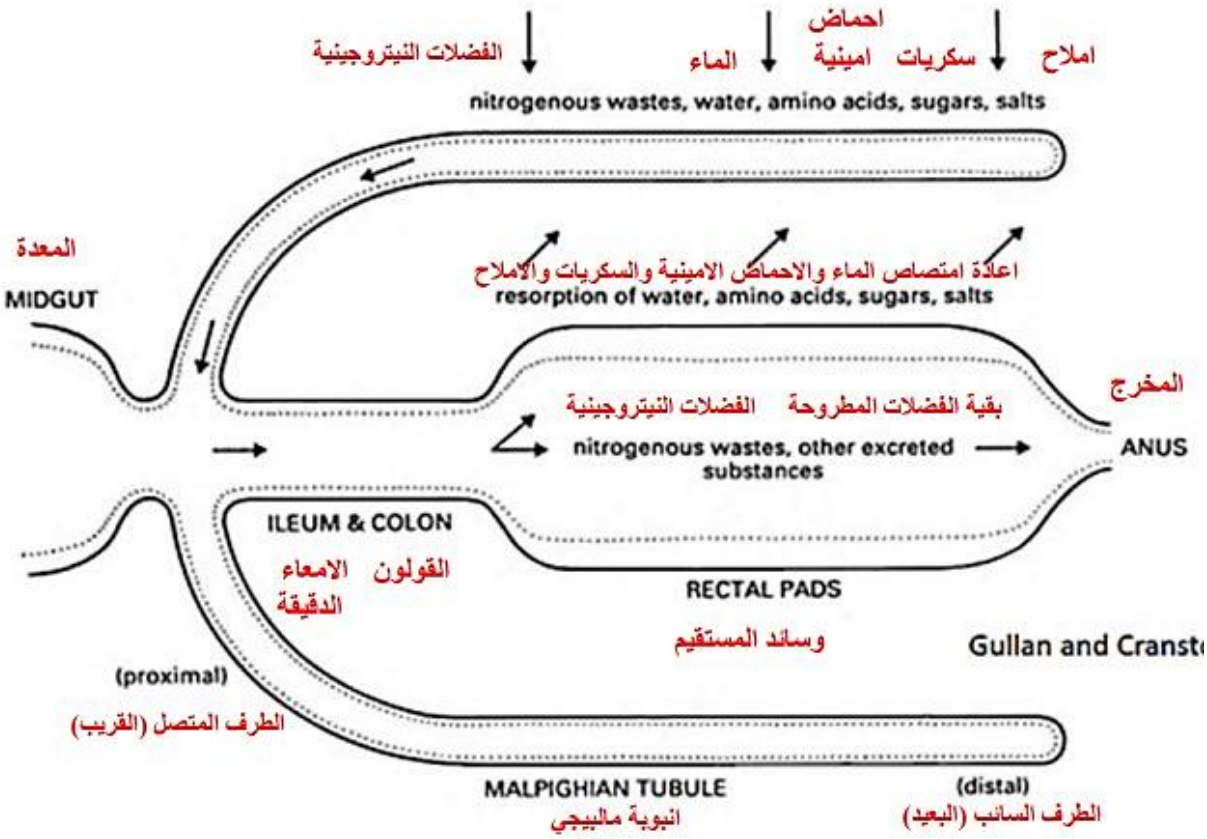

**Fig. 73.26.** *Periplaneta.* Diagrammatic representation of the working of Malpighian tubule.

اما جزيئات بقية المركبات العضوية (النتروجينية والسكريات) فانها تنتقل من الدم وعبر جدار انابيب مالبيجي الى تجويف الانابيب عن طريق الانتشار من منطقة التركيز العالي الى منطقة التركيز الواطئ.

* ان جدار انابيب مالبيجي يختلف في نفاذيته للمركبات العضوية المختلفة وان هذة المركبات تدخل الى تجويف الانابيب بواسطة الانتشار وتمر مع سائل الانابيب المفرز الى الامعاء ثم المستقيم حيث يعاد امتصاصها من قبل خلاياه وتعود للدم. ان هذة الدورة للمركبات العضوية المفيدة (عدا اليوريا) من الدم

Carson entomology of physiology

الى انابيب مالبيجي ثم المستقيم والى الدم ثانية قد جاء كنتيجة عرضية لواجب اساسي لجهاز الاخراج وهو طرح المركبات السامة وغير المرغوبة. فأكثر جزيئات المركبات غير المرغوبة تكون متوسطة الى كبيرة الحجم ولابد لجدار الانابيب ان يكون على قدر من النفاذية يسمح لها بالدخول من الدم الى تجويف الانابيب اما عن طريق الانتشار او النقل الفعال ونتيجة ذلك تدخل جزيئات المركبات العضوية المفيدة التي تكون اصغر حجما عبر جدار الانابيب ، وفي الامعاء والمستقيم يكون غشاء الكيوتكل السميك نفاذا للجزيئات الصغيرة وهي جزيئات المركبات المفيدة ، اما الجزيئات الاكبر حجما فانها لا تتمكن من اختراقه وبذلك تخرج مع البراز والادرار.




* وبالنسبة للفضلات النتروجينية الاخرى مثل Allantoin و Allantoic acid فلا يعرف الكثير عن طريقة اخراجها ولكن يعتقد ان انزيمي Allantoinase و Urease الموجودان في انابيب مالبيجي يقومان بتحويل املاح حامض اليوريك المفرزة الى املاح هذين المشتقين ، ولأسباب لم تعرف بعد لا تتمكن انابيب مالبيجي في الصرصر الامريكي من عزل حامض اليوريك لذلك يقوم جدار الامعاء بعزله من الدم ونقله الى تجويف القناة الهضمية الخلفية.

* اما اخراج الامونيا بكميات كبيرة في بعض الحشرات مثل يرقات الذباب المعدني وذبابة اللحم فيتم بواسطة القناة الهضمية حيث تمر غالبية الامونيا من المعدة الى الامعاء والمستقيم لتطرح خارجا وتقوم انابيب مالبيجي وجدار القناة الهضمية الخلفية بعزل ما يوجد من الامونيا في الدم.

*** اعضاء الاخراج Excretory Organs**

**اولا: الجهاز الاخراجي النموذجي** : وهي عبارة عن التراكيب الثلاثة للقناة الهضمية الخلفية وهي :

١. انابيب مالبيجي Malpighian tubes: تعزل سائل يحوي على كل المواد الذائبة والمواد العضوية ذات الوزن الجزيئي الواطئ من الدم.
٢. الامعاء Intestine: {اعادة امتصاص المواد المفيدة للحشرة وارجاعها للدم وطرح باقي المواد
٣. المستقيم Rectum: خارج الجسم مع البراز}.

*** يتركب الجهاز الاخراجي النموذجي من الاتي :**

١. **انابيب مالبيجي** Malpighian tubules : وهي انابيب رفيعة وطويلة مغلقة من طرفها العلوي (البعيد) وتتصل من طرفها الاسفل بمقدمة الامعاء عند او قرب اتصال الامعاء بالمعدة واحيانا يفتح قسم منها او كلها في المعدة ، وقد يفتح كل انبوب على حده بالامعاء او قد تصب كل مجموعة من الانابيب بتركيب (كيس) مثاني يفتح بدورة بمقدمة الامعاء.

تسبح الانابيب في السائل الدموي حيث تعزل منة المواد الذائبة فية ، وتكون الانابيب اطول عندما يكون عددها قليل وذلك لزيادة المساحة السطحية المعرضة للدم ، وينعدم وجود انابيب مالبيجي في حشرة المن ورتبة ذات الذنب القافز وتتمثل بحليمات في رتبة ثنائية الذنب Diplura وذات الذنب العجزي Protura وتوجد في باقي الحشرات باعداد زوجية من اثنان في الحشرات القشرية الى ٢٥٠ في الجراد الصحراوي.

* تغلف انابيب مالبيجي من الخارج **بغشاء** ناشئ من خلايا النهايات القصبية Tracheoblasts ويوجد على هذا الغشاء اعداد غزيرة من قصيبات هوائية دقيقة جدا ، يلي هذا الغشاء **عضلات حشوية** تتالف من طبقة واحدة من الياف عضلية مخططة. * وظيفة هذة العضلات تحريك الانابيب حركة التوائية في السائل الدموي لزيادة قابلية الانابيب على التعامل مع المواد الذائبة في الدم ، وتعمل هذة العضلات بمعزل عن الايعازات العصبية من الجهاز العصبي المركزي حيث ينظم نشاطها بواسطة افرازات المخ فقط. يلي هذه العضلات **غشاء قاعدي** رقيق ومرن ترتكز علية **الخلايا الطلائية** المؤلفة لجدار الانبوب وتخترق هذا الغشاء **قصيبات هوائية** دقيقة ، لا يسمح الغشاء القاعدي بمرور المواد ذات الوزن الجزئي العالي.

*** اوضح المجهر الاليكتروني وجود التراكيب الاتية بالنسبة لانبوبة مالبيجي من الخارج الى الداخل هي**

**أ- الانطوائات القاعدية** Basal infoldings : ينطوي غشاء بلازما الخلية من الاسفل عدة انطوائات الى داخل الخلية وقد يمتد عمق بعضها الى ثلث طول الخلية وتحتوي هذة الانطوائات داخلها على اعداد كبيرة من الميتاكوندريا (بيوت الطاقة) وعلى السايتوبلازم ويمتد اليها شبكة البلازما الداخلية. اهمية الانطوائات

Dr. Mohammed Sh. Mansor entomology of physiology

القاعدية هو لزيادة المساحة السطحية لقاعدة الخلية لغرض زيادة سرعة نقل المواد المستخلصة من الدم وتتكون بين هذة الانطوائات من الخارج قنوات دقيقة طولها ٥-١٠ مايكرون ولهذة القنوات دور هام في تكوين اختلافات موضعية في الضغط التنافذي بين السائل الموجود فيها والسائل الدموي العام.

**ب- شبكة البلازما الداخلية** Endoplasmic reticulum : وتكون متركزة في وسط الخلية وتمتد الى منطقة الانطوائات القاعدية والمنطقة الزغيبية وتكون على شكل انابيب متناهية الدقة على طول الخلية ، ويعتقد بانها تقوم بنقل المواد.

**ت- الزغيبات** Microvilli : وهي امتدادات خارجية لغشاء الخلية من جهتها العلوية اي من جهة تجويف انبوبة مالبيجي وتكون كثيفة جدا ومتفرقة عن بعضها البعض ويوجد بداخلها امتدادات سايتوبلازمية وميتاكوندريا متطاولة.

**ث- الميتاكوندريا** Mitochondria : وتوجد باعداد هائلة وتتركز في منطقتي الانطوائات القاعدية والزغيبية ، كما توجد اعداد كبيرة منها مبعثرة وسط الخلية. ان كثرة وجود الميتاكوندريا على هذا النحو يشير الى ان الخلية تصرف قدر من الطاقة التي تتحرر بفعل انزيمات ATPase التي ثبت وجودها في المنطقتين الزغيبية والانطوائات القاعدية من الخلية وهذا يدعم افتراض وجود مضخات تسحب بعض الايونات من السائل الدموي وضخها نحو تجويف الانبوب عبر الخلية.

+ يشير جميع الباحثين الى وجود **نوعين** من انابيب مالبيجي في الحشرات ، فالنوع

**الاول** : كما في الحشرة العصوية *Carausius* ويمتاز بتجانس كثافة الزغيبات على طول تجويف الأنبوبة. اما النوع

**الثاني** : فقد لوحظ في بقة الروديناس *Rhodnius* ويمتاز بان كثافة الزغيبات في الطرف البعيد من انبوب مالبيجي تكون اكثر مما علية من الطرف القريب وتسمى المنطقة الكثيفة بالحد المشطي Comb border فيما تسمى المنطقة الاقل كثافة بالحد الفرشاتي Brush border وهذا الاختلاف التشريحي يؤدي اختلاف خاص في ميكانيكية الاخراج ، كما سياتي ذكرة لاحقا.

* انابيب مالبيجي في معظم الحشرات تسبح بشكل سائب او حر في السائل الدموي غير ان هناك تحوير مهم جدا في بعض يرقات حرشفية الاجنحة وفي يرقات وبالغات غمدية الاجنحة خصوصا خنافس الحبوب المخزونة ويسمى هذا التحوير بالترتيب الكلوي المستور Cryptonephridial arrangement وهو ذو اهمية بالغة لامتصاص الماء من محتويات تجويف المستقيم قبل خروجها كبراز وإعادته للدم وخاصة وان هذه الحشرات تتغذى على غذاء قليل المحتوى المائي.

Dr. Mohammed Sh. Mansor entomology of physiology

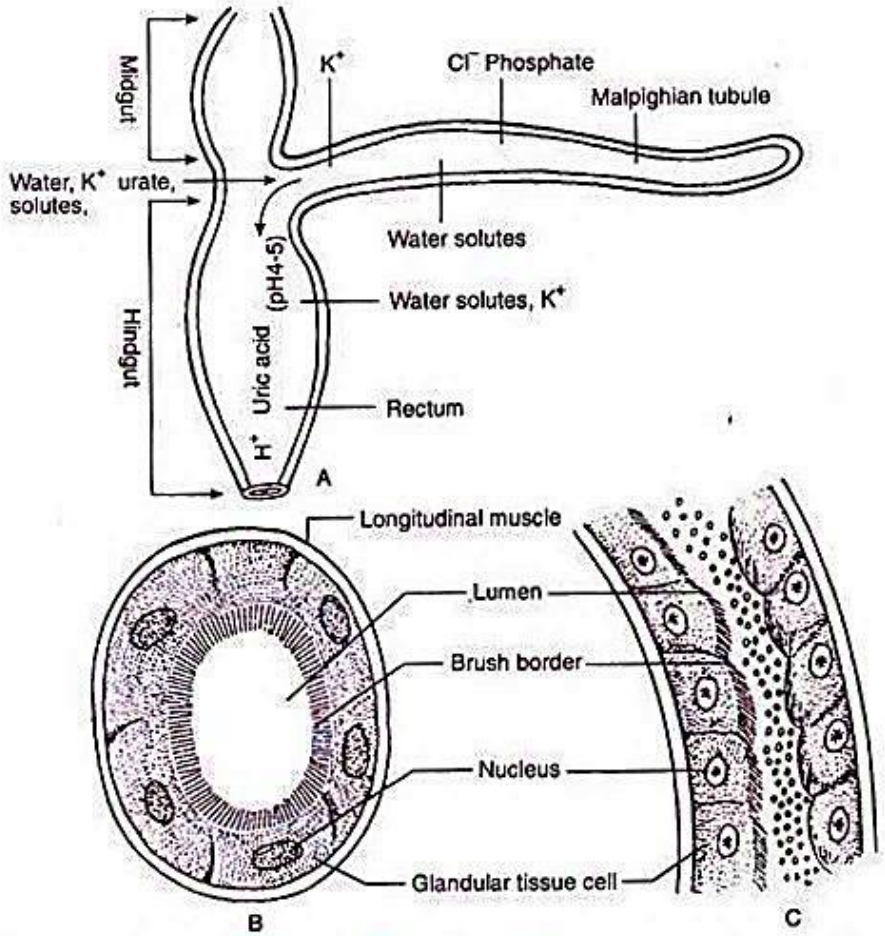



**Fig. 18.58:** Malpighian tubule of *Periplaneta*. A. Location of Malpighian tubule. B. Transverse section of Malpighian tubule. C. Longitudinal section of Malpighian tubule.

٢. **الامعاء** Intestine : تقع الامعاء بين المعدة والمستقيم وفي العديد من الحشرات تفتح انابيب مالبيجي في مقدمة الامعاء وفي حشرات اخرى كبقة *Rhodnius* تفتح انابيب مالبيجي في المستقيم مباشرة. تبطن الامعاء بغشاء سميك من الكيوتكل ويتالف جدارها من طبقة خلايا طلائية مكعبة وتحاط بعضلات دائرية وطولية.

٣. **المستقيم** Rectum : وهو تركيب كيسي الشكل يلي الامعاء ويتألف في بعض الحشرات من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية العمودية كما في رتبتي الصراصر ومستقيمة الاجنحة Orthoptera او من طبقتين كما في رتبتي حرشفية Lepidoptera وثنائية الاجنحة.

تنتظم هذه الخلايا بشكل وسائد Pads او تسمى حليمات المستقيم Papillae عددها ستة تحيط بتجويف المستقيم. يبطن المستقيم من الداخل بغشاء سميك من الكيوتكل يستمر حتى في المناطق التي بين الوسائد وهذا الغشاء يقوم بدورين مهمين * **الاول** حماية الخلايا الطلائية من الاحتكاك من المواد الموجودة في تجويف المستقيم * **والثاني** نفاذيته المتخصصة لمواد معينة دون اخرى اذ تتمكن الجزيئات الصغيرة التي يقل قطرها عن ٥-٦ انكستروم وايونات العناصر والماء فقط من النفاذ بسهولة.

Dr. Mohammed Sh. M.

+ ان لهذه النفاذية المتخصصة اهمية بالغة في عملية الاخراج.

يحاط المستقيم من الخارج بعضلات دائرية مستمرة تتخللها ستة حزم من عضلات طولية ، وتخترق العضلات الدائرية قصبات وقصيبات هوائية ، وان فحص المستقيم بالمجهر الاليكتروني قد اوضح تراكيب دقيقة مكنت من تفسير دور المستقيم في عملية الاخراج.

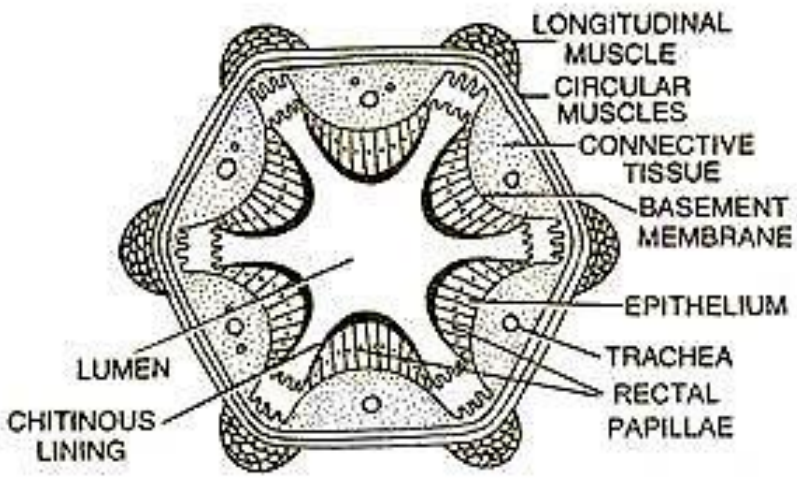



Fig. 7A. 24. T.S. rectum of cockroach.

*** ميكانيكية تنظيم الاخراج Mechanism of Excretion Regulation :**

لا تتمكن الحشرات من عزل جزيئات وايونات المواد غير المرغوبة بواسطة نظام الترشيح الموجود في الفقريات لان ضغط الدم في الحشرات واطئ جدا لذلك فان الاخراج في الحشرات يعتمد الترابط الوثيق بين اربعة خصائص وهي :

١. الاختلاف في النفاذية Permeability بين الغشاء القاعدي لخلايا انابيب مالبيجي الطلائية ونفاذية غشاء الكيوتكل المبطن لخلايا الامعاء والمستقيم.
٢. الانتشار Diffusion وهو انتقال ايونات او جزيئات مادة معينة كالماء او مركبات عضوية او غير عضوية عبر غشاء مختلف النفاذية من منطقة التركيز العالي الى التركيز الواطئ ، وهذا الانتقال لايحتاج لاستهلاك طاقة (يطلق على انتشار جزيئات الماء مصطلح التنافذ Osmosis).
٣. النقل الفعال Active transport وهو عملية نقل (امتصاص) ايونات او جزيئات مادة معينة عبر غشاء حي من منطقة التركيز الواطئ الى منطقة التركيز العالي وهذة العملية تحتاج لاستهلاك طاقة من قبل الخلية.
٤. الاختلاف في الضغط التنافذي Osmotic pressure للسوائل المعزولة عن بعضها البعض بواسطة اغشية مختلفة النفاذية.

Dr. Mohammed Sh. Mansour entomology

* **دور انابيب مالبيجي في عملية الاخراج :** تستخلص الانابيب من السائل الدموي سائلا يسمى بسائل انبوبة مالبيجي وهو يختلف تماما عن السائل الدموي من حيث نوع وتركيز مكوناتة ، ويكون الضغط الازموزي (التنافذي) تقريبا متساوي لكل من السائل الدموي وسائل الانبوبة ، سائل انبوبة مالبيجي المستخلص من الدم يحتوي على :

١. ايونات العناصر $Na^{+}$ و $K^{+}$ و $Cl^{-}$ و $Mg^{+2}$ و $Ca^{+2}$ .
٢. الجزيئات العضوية الصغيرة مثل يورات البوتاسيم او الصوديوم واليوريا وسكر الكلوكوز والفركتوز والحوامض الامينية .

ويمر سائل انابيب مالبيجي الى الامعاء ثم الى المستقيم وفي المستقيم هذه المواد (المركبات والايونات) التي تحتاجها الحشرة قد يعاد امتصاصها وارجاعها الى الدم لكن المركبات غير المرغوبة والكميات الزائدة عن الحاجة من المركبات المفيدة تطرح خارج جسم الحشرة وبذلك يمكن المحافظة على استقرار حجم الدم ونسب مكوناته بحيث تتلائم مع الحاجة الانية للحشرة.

* **وظائف اخرى لأنابيب مالبيجي** : لانابيب مالبيجي في بعض الحشرات وظائف اخرى اضافة للاخراج:

١. في يرقات عائلة Chrysomelidae تفرز الانابيب مادة صمغية وتصبها على الاقدام البطنية الخلفية لتساعدها على الالتصاق بالجزء النباتي عندما تتحول الى طور العذراء.
٢. في بعض انواع رتبة شبكية الاجنحة Neuroptera كما في يرقات المفترسين أسد المن وأسد النمل تقوم انابيب مالبيجي في بافراز الحرير الذي تغزل منة الشرنقة عند التحول للعذراء.
٣. وفي يرقات بعض الخنافس تقوم انابيب مالبيجي بافراز حرير الشرنقة التي تكسوها من الخارج.
٤. في عائلة Phasmidae تخزن الاناث مادة كربونات الكاليسيوم في الانابيب وعند تكوين البيض تذوب هذة المادة في الدم وتستفاد منها الحشرة في تكوين قشرة البيض.

* **دور الامعاء في عملية الاخراج :**

١. ايصال سائل انابيب مالبيجي الى المستقيم.
٢. عبور المواد غير المهضومة من المعدة الى المستقيم لتطرح خارجا.
٣. **امتصاص الماء ونادرا ما تمتص بعض الايونات والمركبات العضوية المفيدة ولكن الكيوتكل السميك المبطن للامعاء يمنع من نفاذ المركبات العضوية غير المرغوبة الموجودة في سائل الانبوبة.**

* **دور المستقيم في عملية الاخراج :** ان المستقيم هو تركيب يقوم باعادة ماهو مفيد الى الدم وعزل ماهو غير مرغوب وطرحة خارج الجسم، لانة لو استمرت انابيب مالبيجي في استخلاص وطرح الماء والايونات (خاصة البوتاسيوم) والحوامض الامينية والسكريات الاحادية والاملاح العضوية فان ذلك سيؤدي الى موت الحشرة، اذن لابد من اعادة امتصاصها واعادتها الى الدم بواسطة المستقيم.

* **وظائف المستقيم :**

Dr. Mohammed Sh. Mansor-entomology of physiology

١. تنظيم الضغط التنافذي للدم : وذلك بالتحكم بكمية الماء التي يمتصها من سائل المستقيم واعادتها الى الدم (اذ يعاد الماء بألية الاختلاف في الضغط التنافذي بين الدم وسائل المستقيم)

* يقوم المستقيم باعادة امتصاص الايونات غير العضوية عن طريق الية الانتشار.

* يلاحظ ان للمستقيم دورا في تنظيم تركيز الايونات والماء في الدم (اي تنظيم التوازن المائي الملحي في دم الحشرة للابقاء على النشاط الامثل لخلايا الانسجة المختلفة في الجسم).

٢. اعادة امتصاص المواد المفيدة ذات الاوزان الجزيئية الصغيرة كالحوامض الامينية والسكريات الاحادية وسكر القصب التي لها القدرة على النفاذ عبر غشاء الكيوتكل المبطن للمستقيم ، في حين لا تتمكن من ذلك الجزيئات العضوية غير المرغوبة بها التي تكون اكبر قطرا فتبقى في تجويف المستقيم لتطرح خارجا ، ان الية امتصاص هذة المواد هو اما بالانتشار او النقل الفعال.

Dr. Mohammed Sh. Mansor-entomology of physiology