الجهاز التنفسي The respiratory في الحشرات

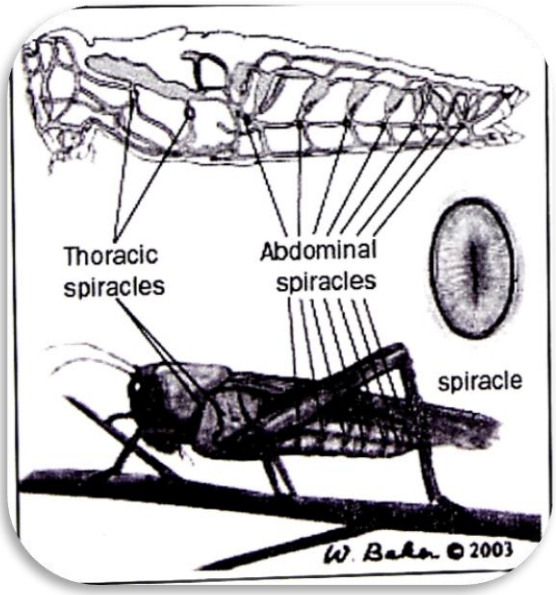
التنفس هو عملية دخول الاوكسجين من الوسط المحيط الى خلايا الجسم وطرد ثاني اكسيد الكربون الى الخارج. ففي الحشرات يتم نقل الاكسجين اللازم لتنفس الخلايا نقلا فسيولوجيا عن طريق جهاز داخلي من الانابيب المملوءة بالهواء هي القصبات الهوائية التي تنتهي بأنابيب دقيقة القطر تدخل كل خلية. على عكس عملية نقل الاكسجين في الفقاريات والتي تستلزم وجود صبغة الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء. وينتقل الاكسجين الى جسم الحشرة بإحدى الطرق الاتية:

الثغور التنفسية The spiracles:

هي فتحات تنفسية مزدوجة توجد على جانبي الصدر والبطن هذه الفتحات تؤدي الى القصبات الهوائية trachea والتي هي انبعاجات جليدية من جدار الجسم انبوبية الشكل مشبعة ومتشابكة وتنتهي بأنابيب دقيقة مملوءة بسائل هي القصبات الهوائية tracheoles.

عدد الثغور:

يختلف عدد الثغور باختلاف الحشرات فيبلغ عددها عشرة ازواج منها زوجان بالمنطقة الصدرية الاول بين الحلقة الصدرية الاولى والثانية والثاني بين الحلقة الصدرية الثانية والثالثة اما الثمانية ازواج الباقية فتقع على جانبي الثمانية حلقات الاولى من البطن. وقد يزداد عدد الثغور التنفسية او يقل كما يلي: السمك الفضي 11 زوج – القمل 7 ازواج. الجراد 9 ازواج.



الثغور التنفسية في الجراد

تركيب الثغر:

الثغر عبارة عن شق او اكثر في منطقة البلورا بالجليد او قد تكون على منطقة الترجات نفسها شكله مستدير او بيضاوي. يغطي هذا الشق من الخارج بأهداب او شعر كثيف متجه للداخل لكي يحميه من فقد الماء ودخول الاتربة والاجسام الغريبة ولكل ثغر جهاز عضلي خاص يعمل على فتحة او قفلة كلما لزم الامر. يلي الشق فجوة متسعة تسمى Atrium وتبدا منه القصبة الهوائية.

القصبات الهوائية Trachea:

هي انبعاجات جليدية من جدار الجسم انبوبية الشكل مشبعة ومتشابكة تكتسب مظهرا فضيا عند امتلائها بالهواء تبطن هذه القصبات من الداخل بطبقة كيتينية على هيئة خيوط حلزونية دائرية وظيفة هذه البطانة:

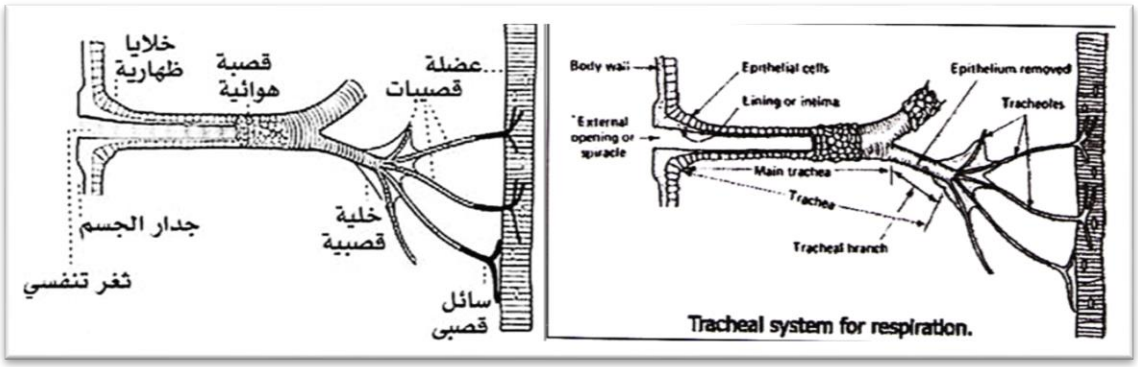
- حفظ القصبات مفتوحة دائما.
- تسمح بمرور الهواء داخلها.

يغلف هذه البطانة من الخارج خلايا طلائية لكل منها نواة كبيرة هذه الخلايا وظيفتها هو افراز الطبقة الكيتينية الحلزونية.

تنتهي القصبات بتفريعات دقيقة تسمى القصيبات.

القصيبات الهوائية Tracheoles:

وهي عبارة عن افرع كثيرة ورفيعة من القصيبات الهوائية يصل قطر كل قصيبة الى حاولي 1 ميكرون وتنتهي هذه الفريعات بخلية تنفسية صغيرة في نهاية القصبة الهوائية يحصل عندما تبادل الغازات. والقصيبات الهوائية غير مبطنة بالكيتين الحلزوني لأنه لابد ان تكون جدارها رقيقة حتى تتمكن الغازات من التبادل خلالها.



الجهاز القصبي التنفسي

والطرق التالية هي تحورات لتلائم معظم الحشرات المائية وهي اما ان تتنفس الاكسجين الذائب في الماء او تتنفس الاكسجين من الهواء الجوي:

1- جدار الجسم The body wall:

اذ يتم تبادل الاكسجين بين الوسط المحيط والدم عن طريق جدار الجسم وذلك في الحشرات التي انعدمت فيها الثغور التنفسية كما في الكولومبولا والهاموش غير اللدغ والاطوار الاولى في بعض الحشرات التي تتطفل داخليا من رتبة غشائية الاجنحة.

2- الخياشيم Gills:

قد يكون التنفس بواسطة الخياشيم فقط كما في الحشرات التي تعيش في الماء او بواسطة الخياشيم والثغور التنفسية كما في يرقات البعوض وحوريات الرعاش وحوريات ذباب مايو. وهناك عدة انواع من الخياشيم مثل:

1- الخياشيم القصبية Tracheal gills: وهي اعضاء خيطية رفيعة او ورقية الشكل غنية بالقصبات والقصيبات الهوائية وتوجد في معظم اليرقات المائية فتستخلص هذه الخياشيم الاكسيجين الذائب في الماء. مثل حوريات الرعاش.

2- خياشيم الثغور التنفسية Spiracle gills: في بعض العذارى المائية التي تعيش في مجاري المياه المتدفقة وتتعرض لتغيرات سريعة في مستوى الماء تمتد منطقة الثغور الى الخارج لتكون زوائد طويلة تتنفس من خلالها الهواء. مثل يرقات وعذارى البعوض.

3- الخياشيم الدموية Blood gills: وهي زوائد انبوبية تحتوي على كمية من الدم وليس بها قصيبات هوائية ومن هنا جاء اسمها وهي غير شائعة ولا تقتصر على الحشرات المائية وهي واضحة التكوين في يرقات الهاموش غير اللدغ على الحلقة قبل الاخيرة وهذا الدم يحمل الاكسجين الذائب في الماء الى انسجة الجسم.

3- التنفس بواسطة ثقب النباتات المائية Piercing of aquatic plants

بعض اليرقات لها القدرة على ثقب النباتات المائية بواسطة الثغور التنفسية في مؤخرها وتحصل على الاكسجين من بين الخلايا الداخلية لأنسجة النبات.

4- التنفس بواسطة فقاقيع الهواء Air bubbles

بعض الخنافس المائية تطفو فوق سطح الماء وتأخذ الهواء الجوي بين اجنحتها وتخزنه على هيئة فقاقيع هوائية وتحجز هذه الفقاقيع بين الشعر الموجود على الجسم وتستخدمه في التنفس.

انواع الجهاز التنفسي:

يمكن تقسيم الاجهزة التنفسية طبقا لعدد ونظام الثغور التنفسية العاملة كما يلي:

1- **الجهاز التنفسي المفتوح (المحيطي) Peripneustic type:** وهو نوع بدائي به عشرة ازواج من الفتحات التنفسية العاملة ثمانية منها على العقل البطنية وزوجان على العقل الصدرية. مثل يرقات البيوبيندي (ذات الجناحين) وبعض الحشرات غشائية الاجنحة وكثير من الرتب الاخرى.

2- **الجهاز التنفسي شبه المفتوح:** وهو مشتق من النوع المفتوح ولكن يغلق زوج او اكثر من الثغور التنفسية وتنقسم الى عدة انواع هي:

أ- الجهاز التنفسي ذو الطرفين Amphipneustic وفيه تغلق كل الثغور التنفسية عدا الصدرية الاولى والبطنية الاخيرة. مثل يرقات الحشرات ذات الجناحين.

ب- الجهاز التنفسي الخلفي Metapneustis وفيه تغلق كل الثغور التنفسية عدا البطنية الاخيرة. مثل البعوض.

ج- الجهاز التنفسي الامامي Propneustic وفيه تكون جميع الثغور مغلقة عدا الصدرية الاولى. كما في عذراء بعض ذات الجناحين.

3- الجهاز التنفسي المغلق **Apneustic** وفيه تكون جميع الثغور التنفسية مغلقة وهنا تتنفس الحشرة بطرق اخرى كما سبق.

التنفس في الحشرات المتطفلة:

تتطفل بعض الحشرات النافعة على الحشرات الضارة والتطفل اما داخلي او خارجي ففي التطفل الخارجي تتنفس المتطفلات بالطرق المعتادة اما المتطفلات الداخلية فتتنفس بإحدى الطرق الاتية:

1. بانتشار الغازات: وذلك خلال الجليد الرقيق للطفيل ودم العائل.
2. اخذ الاكسجين مباشرة من القصبات الهوائية للعائل مثل يرقات ذبابة التكاينا.
3. اخذ الاكسجين من الهواء الجوي الخارجي وذلك بواسطة ثقب جلد العائل. كما في نغف جلد البقر.

ميكانيكية التنفس:

تظل الثغور التنفسية مغلقة في اغلب الاوقات وتفتح لفترة قصيرة جدا لامداد الحشرة بالاكسجين اللازم لها. وذلك لتفادي تبخر الماء من جسم الحشرة.

عملية الشهيق:

- حين تكون الثغور مغلقة تكون القصبات الهوائية ممتلئة بالهواء ما عدا اطرفها الرفيعة التي تنتهي بالخلايا التنفسية والتي تحوي بداخلها سائل.

- تنشط عضلات الحشرة الطولية والعرضية فيتحول الجليكوجين الموجود في انسجة هذه العضلات الى حامض اللكتيك، ويتسبب ذلك في رفع الضغط الازموزي داخل الانسجة.

- يسيل السائل الموجود في اطراف القصيبات الهوائية ويصل الى الانسجة فيندفع الهواء الذي في القصبات الهوائية مكانه وبذلك يصل الهواء او الاكسجين الى الانسجة فيغديها.

- وعندما يقل نشاط الحركة وترجع العضلات الى وضعها الاصلي، يقل تبعا لذلك الضغط الاسموزي، فيندفع السائل داخل التفريعات ويملا اطرافها مرة اخرى وبذلك ينحجز الهواء عن الانسجة.

عملية الزفير:

– تقترب الترجات من الاسترنات فتضغط الاحشاء الداخلية في القصبات الهوائية فيطرد بعض الهواء المتبقي في القصبات الهوائية الى الخارج.

– ينفتح الثغر فيندفع الهواء من الخارج الى الداخل ويملا القصبات الهوائية كما كانت من قبل ثم يقفل الثغر ثانية نتيجة حصول توازن بين الضغط الداخلي والخارجي. وهكذا تتكرر العملية.

التخلص من ثاني اكسيد الكربون:

يتم التخلص من ثاني اكسيد الكربون الناتج من عمليات الهدم والبناء عن طريق:

– نفس طريقة دخول الاكسجين عن طريق القصبات الهوائية.

– عن طريق الجليد الرقيق للجسم او الغشاء الرقيق بين كل حلقتين.