(المحاضرة الثالثةعشر)

5: الجهازالعضـــــــلي Muscalar system

تمتلك الحشرات جهاز عضلي متطور يكون مسؤولا عن الاستجابات الميكانيكية وحركة الجسم وزوائده واحشائه الداخلية . بالرغم من صغر حجم الحشرات الا انها تمتلك اعداد كبيرة من العضلات قد تصل الى 1500 في حين يمتلك جسم الانسان 530 عضلة . تحتوي الاعضاء الداخلية كالقناة الهضمية والقلب وانابيب مالبيجي ايضا على مجموعة من العضلات وكل عضلات الحشرات من النوع المخطط وعند فحص مقطع عرضي لعضلة الحشرة تحت المجهر نجد ان لها مظهر يشبه الحزم المستعرضة .

تمتلك الحشرات عضلات اخرى تعتبر الوحيدة من نوعها في المملكة الحيوانية كما في بعض انواع عضلات الطيران التي توجد في بعض رتب الحشرات المتطورة كرتبة ثنائية الاجنحة وغشائية الاجنحة وذلك لقدرتها على التقلص والارتحاء بسرعة تصل 1000 ذبذبة في الثانية وهي اعلى درجات الذبذبة للعضلات في المملكة الحيوانية .

تركيب العضـــــــــلة

تعتبر الخلية العضلية (الليفة العضلية) الوحدة الاساسية في بناء العضلة حيث تتألف كل عضلة من بضعة حزم تحوي العديد من الالياف التي تمتد

على طول العضلة . تكون الليفة العضلية طويلة الشكل وتحتوي على التراكيب الاتية :

1. الجـــدار العضلي

يحيط بمحتويات الليفة ويتألف من الغشاء القاعدي وغشاء البلازما يبلغ سمك الغشاء القاعدي حوالي 130 نانومتر ويتركب من سكر متعدد البروتين الحامضي ويقع الى الداخل منه وعلى بعد 80 نانومتر غشاء البلازما ويمتلأ الفراغ ما بين هاذين الغشائين السائل الخارجي الخلوي الذي يحوي على الايونات غير العضوية مثل (بوتاسيوم، صوديوم، كلور، كالسيوم، مغنسيوم) بتراكيز مختلفة قليلا عن تركيزها في السائل الدموي ويختلف كثيرا عن السايتوبلازم العضلي .

2. السايتوبلازم العضلي والشبكة البلازمية العضلية

يحتوي السايتوبلازم العضلي على الايونات غير العضوية والجزيئات العضوية ويقوم مع الميتاكوندريا العضلية بصناعة مركب الطاقة ATP . يحاط السايتوبلازم بالشبكة البلازمية العضلية ولها غشاء سمكه 5 نانومتر وتفصله عن غشاء البلازما مسافة 7- 14 نانومتر وفي كثير من الاحيان يستعمل كتعبير الشبكة البلازمية العضلية للإشارة الى هذه الشبكة مع السايتوبلازم .

يختلف مدة نمو وتطور هذه الشبكة باختلاف انواع الالياف العضلية.

3. نظام الانابيب المستعرضـــــــــــة

ينبعج الجدار العضلي في مواقع مختلفة الى داخل الليفة العضلية ولا عماق مختلفة مكونا انابيب مستعرضة وهذه الانابيب تتفرع في داخل الليفة عدة تفرعات ولكنها لا تلتقي مع بعضها ويشير الى ان **هناك نوعان من هذه الانابيب :**

الاول ناتج من انبعاج الجدار العضلي بغشائية القاعدي والبلازمي وتتميز بان مقطعها العرضي دائري ، والثاني ناتج من انبعاج غشاء البلازما لوحده وتتميز بمقطعها المسطح وينتج من هذه الانابيب المستعرضة قنوات تحوي داخلها على السائل خارج الخلوي . وفي منطقة الانابيب المستعرضة تتكون بين غشاء البلازما وغشاء الشبكة البلازمية العضلية وعلى مسافات مختلفة اكياس تسمى الثنائيات وتحتوي على جزيئات اوكزالات الكالسيوم ، يختلف مدى تطور نظام الانابيب المستعرضة باختلاف انواع الالياف العضلية.

4. النـــــوى

اغلب الالياف العضلية تكون متعددة النوى ويختلف موقعها باختلاف انواع الالياف فقد تكون مركزية او جانبية وتقوم النوى مع السايتوبلازم العضلي بصناعة بروتينات الالياف العضلية.

5. الميتاكوندريا العضلية

تمتاز العضلات باحتوائها على عدد كبير من الميتاكوندريا العضلية وخصوصا العضلات الهيكلية وعضلات الطيران التي تحتاج الى توفر

جزيئات الطاقة الـ ATP بكثرة وبسرعة حيث قد تشغل 30 – 40 % من حجم الليفة العضلية في حين تكون اعدادها وحجمها اصغر في العضلات الهيكلية الاخرى والعضلات الحشوية .

ونظرا لوجود السايتوكرمات والانزيمات المؤكسدة الاخرى في الميتاكوندريا العضلية فأنها تصبغ العضلات التي تحتوي على اعداد كبيرة منها باللون الاحمر ومثال على ذلك بعض عضلات الطيران وتترتب الميتاكوندريا غالبا في صفوف طولية او قد تتجمع جانبيا او تكون مبعثرة حسب انواع العضلات.

6. اللويفات العضلية

تعتبر اللويفات عناصر التقلص في الالياف . وتحتوي كل ليفة عضلية في العضلات الهيكلية على اعداد كبيرة من هذه اللويفات التي غالبا ما تمتد على طول الليفة وتحاط بالسايتوبلازم العضلي والميتاكوندريا العضلية وتتالف كل لوليفة من عدة انواع من البروتينات وهي كالاتي :

1. الاكتين 2. المايوسين 3. الاكتومايوسين
4. التروبومايوسين 5. التروبونين

القصبات الهوائية في العضلات

تتزود العضلات بالهواء بواسطة قصبات هوائية تمتد داخل العضلات وتسير على طول الالياف العضلية وبتماس معها وفي بعض انواع العضلات الهيكلية وجميع عضلات الطيران (عدا رتبة الرعاشات) التي تمتاز بكون الالياف العضلية ذات قطر كبير تمتد القصبات الهوائية داخل

نظام الانابيب المستعرضة وتصبح قريبة من اللويفات وبذلك تكون عمليا داخل الليفة العضلية وليس تركيبا لانها لاتخترق جدار العضلة .

انواع العضـــــــــــــلات :

تختلف العضلات فيما بينها على اساس التركيب والوظيفة ويمكن تقسيمها الى الانواع التالية :

1. **العضلات الهيكلية** : وهي العضلات التي تستند الى الهيكل الخارجي او الداخلي للجسم وتقوم بتحريك حلقات الجسم وزوائده كاللوامس واجزاء الفم والارجل والاجنحة واعضاء التزاوج وتقسم بدورها تركيبيا لثلاثة انواع على اساس طريقة ترتيب اللويفات في الالياف العضلية وهي :

أ .العضلات الانبوبية :

تسمى ايضا بالعضلات الشعاعية توجد كعضلات الطيران في الرعاشات والصرصر وفرس النبي وهدبية الاجنحة وكعضلات ارجل وعضلات جسمية في مختلف الرتب الحشرية قطر الليفة صغير من 10 – 25 مايكرون سميت بهذا الاسماء لكون الليفات تترتب شعاعيا حول السايتوبلازم مركزي يحتوي على النوى المرتبة في صف يمتد على طول الليفة الميتاكوندريا في عضلات الطيران كثيرة ومرتبة بين اللويفات في حين تكون اقل ومبعثرة في العضلات الجسمية والحزم في اجزء العضلي واضحة ونظام الانابيب المستعرضة نامي ويتغلغل بين اللويفات والقصبات الهوائية تسير على سطح الليفة ولا تتغلغل في الانابيب المستعرضة .

ب . العضلات المتراصة :

وتسمى ايضا بالعضلات اللويفية الدقيقة او الموزائيكية توجد كعضلات طيران في الرتب مستقيمة الاجنحة وحرشفية الاجنحة وشعرية الاجنحة كما توجد كعضلات ارجل وعضلات جسمية في الحشرات غير المجنحة وفي يرقات بعض الرتب قطر الليفة 10 – 100 مايكرون توجد اللويفات باعداد كبيرة وتمتد على طول الليفة وبينها الميتاكوندريا العضلية اما السايتوبلازم العضلي والنوى فتكون محيطية ، الحزم في الجزء العضلي واضحة والانابيب المستعرضة نامية والقصبات تتغلغل في الانابيب المستعرضة والشبكة البلازمية العضلية تكون متطورة .

ج. العضلات اللويفية :

وتوجد في عضلات طيران الرتب غشائية الاجنحة وغمدية الاجنحة وثنائية الاجنحة ومتشابهة الاجنحة ونصفية الاجنحة كما توجد في العضلات دبوسا للتوازن في ثنائية الاجنحة والعضلة الطبلية في السيكادا. تمتاز بان الالياف كبيرة قطرها 100 مايكرون واللويفات كبيرة ايضا قطرها حوالي 5 مايكرون وقد تكون بأعداد كبيرة عندما تكون الليفة كبيرة او تكون قليلة كما في الذباب المنزلي حيث توجد 6 لويفات في الليفة الواحدة . الميتاكوندريا كبيرة وكثيرة ومرتبة في صفوف بين اللويفات ، شبكة البلازما العضلية تكون مختزلة ونظام الانابيب المستعرضة يكون عالي التطور .

كما يمكن تقسيم العضلات الهيكلية الى نوعين على اساس نوع الاستجابة للمحور العصبي المحرك السريع وهي:

أ. العضلات المتزامنة وتضم العضلات الانبوبية والمتراصة

ب. العضلات غير المتزامنة وتضم العضلات اللويفية

2. العضلات الحشوية : وهي عضلات تحيط بالاحشاء الداخلية للحشرة وتستند غالبا على الانسجة الحشوية واحيانا على الهيكل الخارجي للجسم وتؤدي الى تقلص قوي للاحشاء او تقلصات ايقاعية وهي عضلات الوعاء الظهري والعضلات الجناجية للقلب والحجاب الحاجز العلوي والسفلي والقناة الهضمية واعضاء التكاثر وغدد الافرازات السامة.

تمتاز العضلات الحشوية في الفقريات بكونها غير مخططة (ملساء) اما في الحشرات فتكون مخططة ولكن بصورة غير منتظمة تمتاز العضلات الحشوية عن العضلات الهيكلية في الحشرات بما يلي :

1. غالبا ما تتفرع الالياف العضلية وتتشابك التفرعات مع بعضها لتصبح بشكل شبكة ومثال على ذلك عضلات الوعاء الظهري والقناة الهضمية.

2. الليفة تكون ذات نواة واحدة عدا في عضلات الوعاء الظهري حيث تكون متعددة النوى.

3. الالياف رفيعة قطرها 1 – 5 مايكرون في حين تبلغ 10 مايكرون الى اكثر من ملمتر في العضلات الهيكلية

4. تحتوي الليفة على لويفة واحدة بينما تحتوي ليفة العضلات الهيكلية على العديد من اللويفات

5. الشبكة البلازمية العضلية تكون غير نامية جيدا و نظام الانابيب المستعرضة متوسط النمو

6. تتزود بالأعصاب من الجهاز العصبي الحشوي في حين تتزود العضلات الهيكلية بالأعصاب من الجهاز العصبي المركزي .

7. تتقلص العضلات الحشوية لاإراديا ويمتاز تقلصها بكونه ايقاعيا منتظما وطويل المدة مقارنة بالذبذبات السريعة للعضلات الهيكلية ويكون ذو شد عالي اي من نوع التقلص الفائق.