

## العضلات الهيكلية

### انقباض العضلات الهيكلية

### انواع العضلات في جسم الانسان :

هيكلية | ملساء | قلبية

### الآلية انقباض العضلة الهيكلية حسب فرضية الخيوط المنزلقة

١- ارتباط جزيئات ATP برووس  
الميوسين لتنشيطها

٢- امتلاك رؤوس الميوسين طاقة من  
تحلل جزيئات ATP

٣- ارتباط رؤوس الميوسين بخيوط  
الاكتين لتكوين الجسور العرضية

٤- انثناء الجسور العرضية مسببة  
حركة الخيوط الرفيعة باتجاه وسط  
القطعة العضلية

٥- ارتباط جزيئات ATP برووس  
الميوسين لفك الجسور العرضية

### عند توقف تنبيه العضلة الهيكلية من الجهاز العصبي

تعود ايونات الكالسيوم الى مخازنها في  
الشبكة الاندوبلازمية الملساء بالية نقل  
نشط فتصبح المواقع المخصصة لارتباط  
رؤوس الميوسين بخيوط الاكتين غير  
متكشفة مما يحول دون تكون جسور  
عرضية

### الآلية العضلة الهيكلية

١- يسبب وصول سيال عصبي من  
عصبون حركي الى الليف العضلي  
في نشوء جهد فعل

٢- ينتشر جهد الفعل على طول غشاء  
الليف العضلي وعبر الانبيبات  
المستعرضة مما يؤدي الى تحرر  
ايونات الكالسيوم من مخازنها  
وانتشارها بين الليفات العضلية

٣- ترتبط ايونات الكالسيوم  
بمستقبلات خاصة على خيوط الاكتين  
مما يؤدي الى تكشف مواقع ارتباط  
رؤوس الميوسين بخيوط الاكتين

٤- ترتبط رؤوس الميوسين بمواقعها  
المتكشفة على خيوط الاكتين مكونة  
الجسور العرضية

٥- بسبب انثناء الجسور العرضية الى  
وسط القطعة العضلية انزلاق خيوط  
الاكتين بين خيوط الميوسين مسببة  
قصر القطعة العضلية

٦- عملية الانزلاق غير كافية لاحداث  
الانقباض المطلوب لذا تكرر العملية  
اكثر من مرة ليحدث الانقباض  
المطلوب

### معلومات

- تثبت الخيوط الرفيعة بواسطة بروتين مكونة  
تركيب يسمى **Z-line** يقع على اطراف القطعة  
العضلية

- تثبت الخيوط السميكة في مواقعها بواسطة  
بروتين مكونة تركيب يسمى **M-line** يقع في  
منتصف القطعة العضلية

- توجد مخازن ايونات الكالسيوم في الشبكة  
الاندوبلازمية الملساء

- تظهر العضلة الهيكلية مخططة تخطيطا  
عرضيا وذلك بسبب ترتيب خيوط الاكتين  
والميوسين على نحو متداخل

- تسمى المنطقة الواقعة بين خطي **Z** في الليف  
العضلي بالقطعة العضلية

- الانبيبات المستعرضة :

انغمادات غشائية عرضية في الغشاء البلازمي  
تقع على اطراف رؤوس الميوسين  
- الليف العضلي :

وحدة مؤلفة لليف العضلي تحتوي على نوعين  
من الخيوط البروتينية الاكتين والميوسين

- رؤوس الميوسين هي مكان استهلاك الطاقة  
( جزيئات ATP ) لان ارتباط وفك الجسور  
العرضية يحتاج الى طاقة

### تركيب العضلة الهيكلية

تتركب العضلة الهيكلية من  
- حزمة من الياف عضلية

- كل ليف عضلي هو خلية  
عضلية تتكون من نوية  
متعددة وليفات عضلية  
تغلف بغلاف بلازمي واحد

- كل ليف عضلي يتكون  
من نوعين من الخيوط  
البروتينية

١- خيوط رفيعة تحتوي  
على بروتين الاكتين

٢- خيوط سميكة تحتوي  
على بروتين الميوسين

- يمتد بين الليفات العضلية  
شبكة اندوبلازمية ملساء  
متسعة تحتوي على مخازن  
ايونات الكالسيوم

الضرورية لانقباض  
العضلة الهيكلية

أنواع العضلات في جسم الإنسان ثلاثة أنواع هي : العضلات الهيكلية \ الملساء \ القلبية

س : مما تتركب العضلة الهيكلية ؟

• حزم من ألياف عضلية

▪ يمثل كل ليف عضلي خلية عضلية متعددة النوى

▪ و يحتوي كل ليف عضلي على عدد من اللييفات العضلية

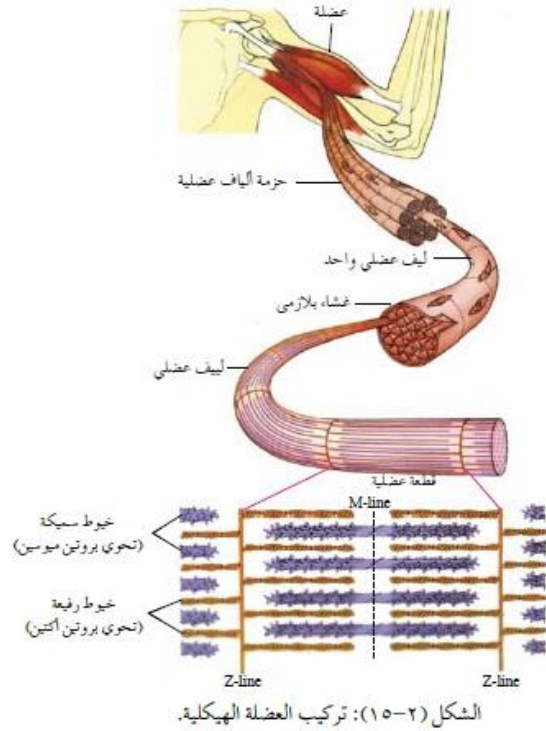
• كل ليف عضلي واحد يتكون من نوعين من الخيوط البروتينية

▪ سميكة تحتوي على بروتين يدعى الميوسين ولها رؤوس تسمى رؤوس الميوسين

▪ ورفيعة تحتوي على بروتين يدعى الأكتين

س : ما هو اللييف العضلي ؟

هو وحدة مؤلفة للليف العضلي يتكون من نوعين من الخيوط البروتينية خيوط سميكة تحتوي بروتين الميوسين وأخرى رفيعة تحتوي بروتين الأكتين

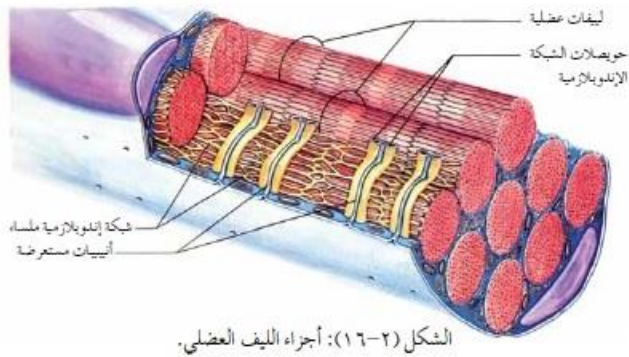


س : تظهر العضلات الهيكلية على شكل أو مظهر مخطط ؟ علل ؟ بسبب ترتيب خيوط الأكتين و الميوسين على نحو متداخل

• تثبت خيوط الأكتين من نهايتها ببروتين فينتكون تركيب يسمى خط Z ( Z-line ) يقع على أطراف القطعة العضلية

• يطلق على المنطقة الواقعة بين خطي Z من اللييف العضلي : القطعة العضلية

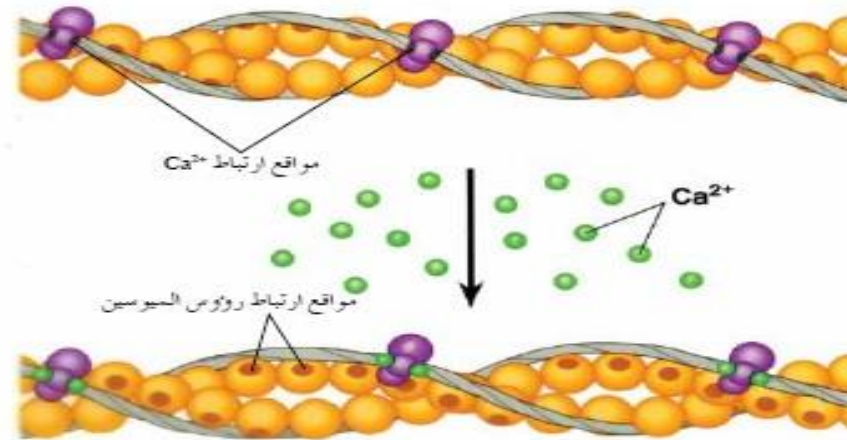
• تثبت خيوط الميوسين في مواقعها بواسطة بروتين يكون تركيبا يسمى M-line ويقع في منتصف القطعة العضلية



## آلية انقباض العضلة الهيكلية :

- يسبب وصول سيال عصبي من عصبون حركي إلى نشوء جهد فعل
  - ينتشر جهد الفعل على طول غشاء الليف العضلي و يمر في أنيبيبات مستعرضة تمتد بين الليفيات العضلية وتكون محاطة بالشبكة الإندوبلازمية الملساء التي تخزن ايونات الكالسيوم  $Ca^{2+}$
  - مما يؤدي إلى خروج ايونات الكالسيوم من مخازنها في الشبكة الإندوبلازمية الملساء وانتشارها في السيتوسول بين الليفيات العضلية
  - ترتبط ايونات الكالسيوم بمستقبلات خاصة على خيوط الأكتين
  - مسببة تكشف مواقع ارتباط رؤوس الميوسين بخيوط الأكتين
  - ترتبط رؤوس الميوسين بخيوط الأكتين مما يسبب تكوين الجسور العرضية
  - يسبب انثناء الجسور العرضية إلى حركة الخيوط الرفيعة باتجاه وسط القطعة العضلية فتتزلق خيوط الأكتين بين خيوط الميوسين مسببة قصر القطعة العضلية ( وهي ما تسمى فرضية الخيوط المنزلة )
  - عملية الانزلاق بين خيوط الأكتين و الميوسين تكون غير كافية لإحداث الانقباض المطلوب فتتكرر الخطوات السابقة وهذا يتطلب تكون جسور عرضية جديدة لإحداث الانقباض المطلوب
- الأنبيبيبات مستعرضة : هي ( إنغمادات غشائية عرضية في الغشاء البلازمي تقع على طرفي خيوط الميوسين )

تكوين الجسور العرضية أو فكها يتطلب طاقة على شكل جزيئات ATP ومكان استهلاك الطاقة الأساسي هي رؤوس الميوسين

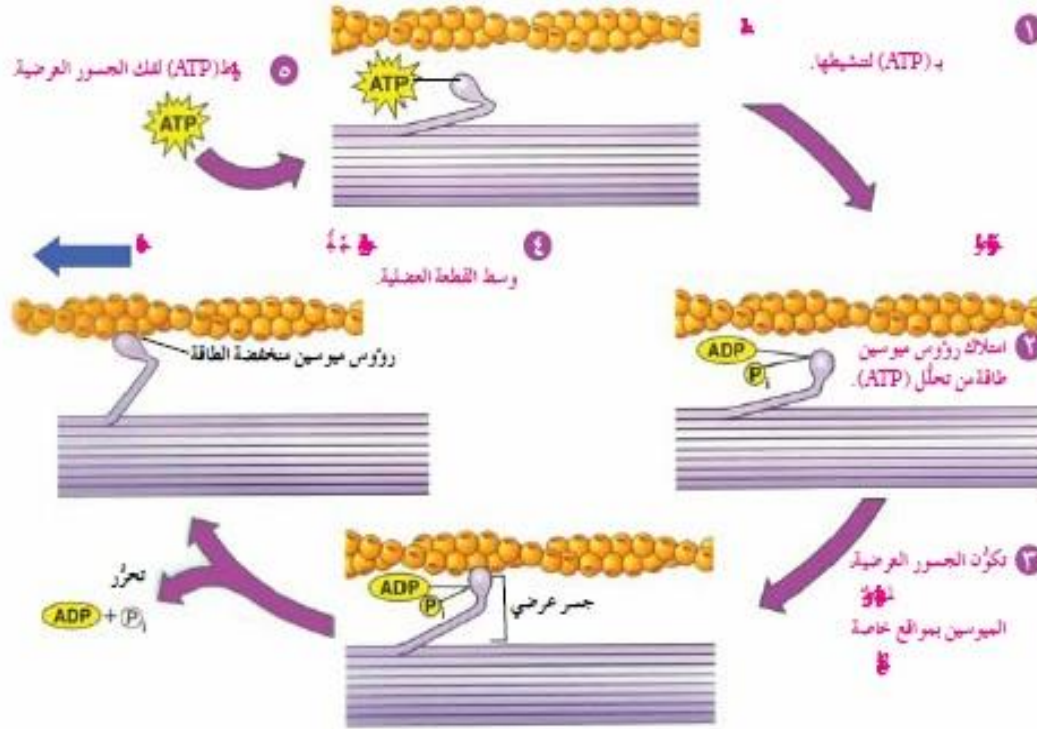


الشكل (٢-١٧): ارتباط الكالسيوم بمستقبلاته على خيوط الأكتين.

س : ماذا يحدث عند توقف تنبيه العضلة الهيكلية من الجهاز العصبي ؟

تعود ايونات الكالسيوم مرة أخرى إلى مخازنها في الشبكة الإندوبلازمية بعملية نقل نشط وبالتالي تصبح الأماكن المخصصة لاتصال رؤوس الميوسين بالأكتين غير متكشفة مما يحول دون تكون الجسور العرضية فيحدث انبساط للعضلة

آلية انقباض العضلة الهيكلية حسب فرضية الخيوط المنزلقة :



الشكل (٢-١٨): آلية انقباض العضلة الهيكلية تبعا لنظرية الخيوط المنزلقة.

- ١- ارتباط جزيئات ATP برؤوس الميوسين منخفضة الطاقة لتنشيطه
- ٢- امتلاك رؤوس الميوسين طاقة من تحلل جزيئات ATP
- ٣- ارتباط رؤوس الميوسين بخيوط الأكتين لتكوين الجسور العرضية
- ٤- انثناء الجسور العرضية نحو وسط القطعة العضلية
- ٥- ارتباط جزيئات ATP برؤوس الميوسين لفك الجسور العرضية