العضلات الهيكلية (التشريح والوظيفة)

* **تشريح العضلة الهيكلية:** يمتاز تركيب العضلة الهيكلية بتنظيم بنيوي هرمي يبدأ من العضلة الكاملة وينتهي بالمكونات الدقيقة داخل الخلية العضلية، سوف نوضح كما هو ظاهر في الشكل (٣) ما هي اهم التراكيب الداخلة في تكوين العضلة الهيكلية كما يلي:

١. **العضلة الكاملة (Whole Muscle):** العضلة الكاملة هي العضو العضلي الذي يمكن رؤيته بالعين المجردة، وتتكون من عدد كبير من الحزم العضلية وترتبط العضلة بالعظام بواسطة الأوتار (Tendons) التي تعمل على نقل القوة الناتجة من الانقباض العضلي إلى العظام، مما يؤدي إلى حدوث الحركة في المفاصل.

❖ **الأهمية الوظيفية لها في الرياضة:** تعتمد القوة العضلية بدرجة كبيرة على المساحة المقطعية للعضلة؛ فكلما زادت مساحة المقطع العرضي للعضلة زادت قدرتها على إنتاج القوة، وهو ما يحدث لدى الرياضيين نتيجة التدريب البدني المنتظم.

٢. **الحزم العضلية:** تتكون العضلة من عدة حزم عضلية، وكل حزمة تضم عدداً كبيراً من الألياف العضلية.

❖ **الأهمية الوظيفية:**

أ. تنظيم الألياف العضلية داخل العضلة.

ب. توزيع القوة الناتجة عن الانقباض.

ت. السماح بمرور الأوعية الدموية والأعصاب.

٣. **الألياف العضلية:** الليفة العضلية تمثل الخلية العضلية وهي الوحدة الأساسية المكونة للعضلة.

❖ **خصائص الألياف العضلية:**

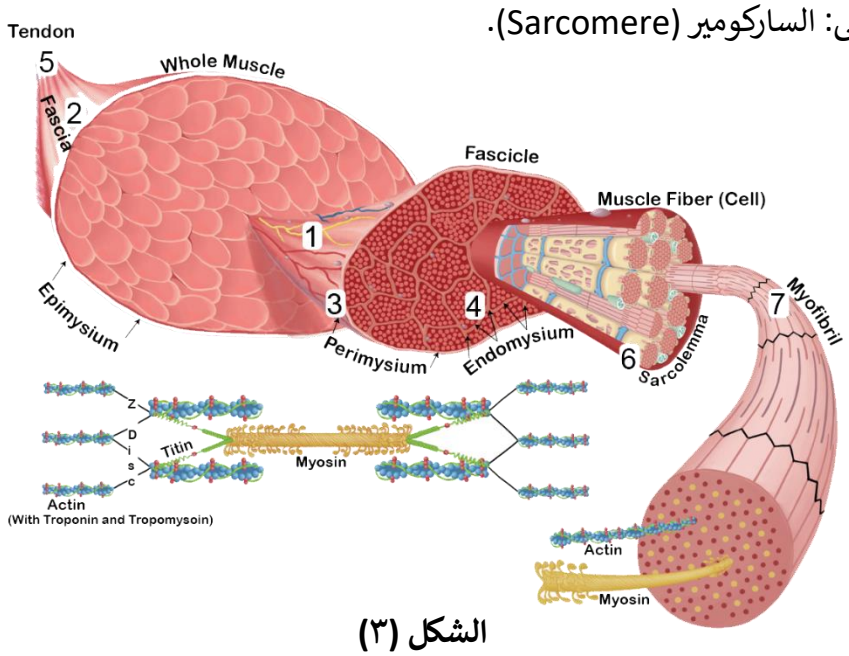
أ. طويلة اسطوانية الشكل.

ب. متعددة الأنوية.

ت. تحتوي على كمية كبيرة من الميتوكوندريا.

ث. تحتوي على الليفات العضلية المسؤولة عن الانقباض.

٤. **الليفات العضلية:** تحتوي كل ليفة عضلية على عدد كبير من الليفات العضلية، وهي تراكيب دقيقة تمتد بطول الليفة العضلية وتتكون الليفات العضلية من وحدات متكررة تسمى: الساركومير (Sarcomere).



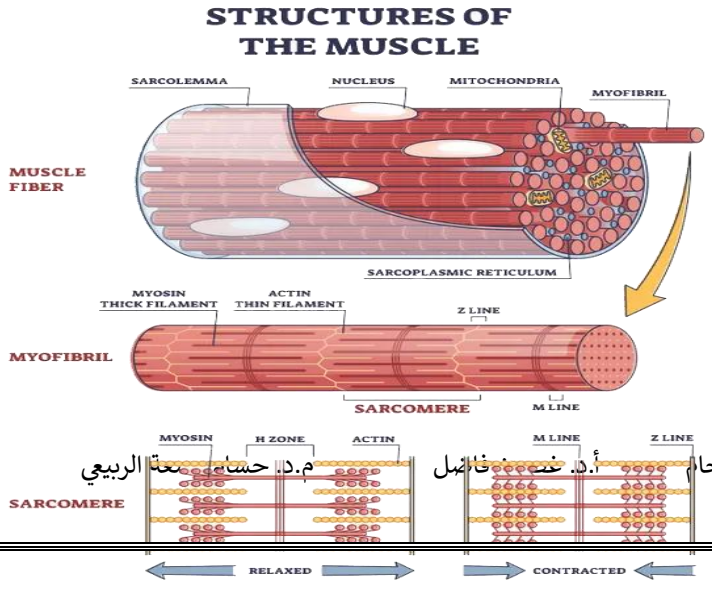
الشكل (٣)

٥. **الساركومير (Sarcomere):** الساركومير هو الوحدة الوظيفية المسؤولة عن الانقباض العضلي ويتكون من التراكيب الانقباضية المتمثلة بخيوط بروتينية دقيقة كما موضح بالشكل (٤) وهي:

أ. **الأكتين (Actin).**

ب. **المايوسين (Myosin).**

ويؤدي تفاعل هذه الخيوط إلى تقصّر الساركومير أثناء الانقباض مما يؤدي إلى تقصّر العضلة وإنتاج القوة العضلية.



الشكل (٤)

* **التراكيب الانقباضية:** التراكيب الانقباضية هي البروتينات والخيوط الدقيقة الموجودة داخل الليفات العضلية والمسؤولة عن إحداث عملية الانقباض العضلي من خلال تفاعلها وانزلاقها فوق بعضها البعض داخل الساركومير، كما موضح بالشكل (٥).
* **أنواع التراكيب الانقباضية:**

أ. الأكتين (Actin): اهو بروتين انقباضي دقيق يشكل الخيوط الرفيعة داخل الساركومير في الليفات العضلية، ويعمل مع بروتين المايوسين لإحداث عملية الانقباض العضلي من خلال انزلاق خيوطه فوق خيوط المايوسين أثناء تقلص العضلة.

❖ **خصائص الاكتين:**

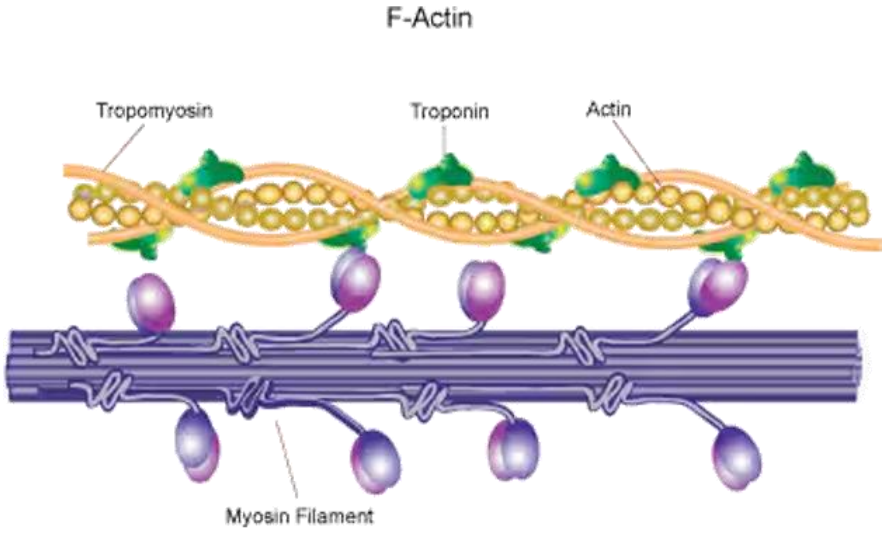
١. يمثل الخيوط الرفيعة (Thin Filaments) في الساركومير.
٢. يرتبط بخط Z في الساركومير كما هو موضح في الشكل (٤).
٣. يتفاعل مع رؤوس المايوسين أثناء الانقباض العضلي.
٤. يشارك في تكوين التخطيط المميز للعضلة الهيكلية.

ب. المايوسين (Myosin): هو بروتين انقباضي يشكل الخيوط السميكة داخل الساركومير في الليفات العضلية، ويتميز بوجود رؤوس بروتينية قادرة على الارتباط بخيوط الأكتين وإنتاج القوة اللازمة للانقباض العضلي.

❖ **خصائص المايوسين:**

١. يمثل الخيوط السميكة (Thick Filaments) في الساركومير.
٢. يمتلك رؤوساً بروتينية متحركة تسمى Cross Bridges كما هو موضح في الشكل (٥).
٣. يحتوي على نشاط إنزيمي يساعد في تحليل ATP لإنتاج الطاقة.
٤. يتفاعل مع خيوط الأكتين أثناء الانقباض العضلي.

الأكتين يمثل الخيوط الرفيعة، والمايوسين يمثل الخيوط السميكة، وتفاعل هذين البروتينين هو الأساس الذي يفسر عملية الانقباض العضلي، كما هو موضح بالشكل (٥)



الشكل (٥)

* **أنواع الالياف العضلية:**

تُصنَّف الألياف العضلية الهيكلية وفقًا لسرعة الانقباض والخصائص الأيضية (البيوكيميائية) إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

أ. الألياف بطيئة الانقباض (Slow Twitch - Type I):

❖ **الخصائص:**

١. سرعة انقباضها بطيئة نسبيًا.
٢. تعتمد على النظام الهوائي (Aerobic System) لإنتاج الطاقة.
٣. غنية جدًا بالميتوكوندريا والأوعية الدموية والمايوغلوبين (Myoglobin)، ما يعطيها اللون الأحمر الداكن.
٤. تحتوي على إنزيمات هوائية بشكل كبير.
٥. قدرتها عالية على مقاومة التعب العضلي.

❖ **الوظيفة:**

مثالية للأنشطة التي تستغرق وقتًا طويلاً أو المتوسطة الشدة، مثل الركض الطويل، ركوب الدراجة لفترات طويلة.

ب. الألياف سريعة الانقباض الغلايكوليتية (Fast Twitch Glycolytic - Type IIb)

❖ **الخصائص:**

١. سرعة وقوة انقباضها عالية جدًا.
٢. تعتمد على النظام اللاهوائي (Anaerobic Glycolysis) في توفير الطاقة.
٣. تحتوي على كمية أقل من الميتوكوندريا والمايوغلوبين (لذا يكون لونها فاتحًا أو أبيض).
٤. غنية بالإنزيمات الغلايكوليتية (Glycolytic Enzymes).
٥. قدرة منخفضة على مقاومة التعب (تتعب بسرعة).

❖ **الوظيفة:**

مناسبة للأنشطة القصيرة والقوية والسريعة مثل الركض السريع (١٠٠م)، والقفز، ورفع الأثقال بأوزان ثقيلة.

ت. الألياف سريعة الانقباض التأكسدية (Fast Twitch Oxidative - Type IIa):

❖ **الخصائص:**

١. سرعة انقباضها عالية.
٢. تتميز بقدرتها على استخدام مصادر الطاقة الهوائية واللاهوائية، لذا تسمى "متوسطة".
٣. تحتوي على كمية جيدة من الميتوكوندريا والمايوغلوبين (لون وردي متوسط).
٤. تتمتع بقدرة جيدة على مقاومة التعب مقارنة بالألياف من النوع Type IIb .

❖ **الوظيفة:**

تناسب الأنشطة المتوسطة المدة والكثافة، مثل الركض لمسافات متوسطة (٤٠٠-٨٠٠ متر)، وتمارين القوة المتوسطة.