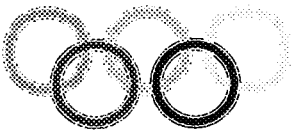


الفصل الثالث

محتوى وتركيب العضلة

أولاً : محتوى العضلة

ثانياً : تركيب العضلة

ثالثاً : تركيب اللويفة العضلية

رابعاً : الانقباض العضلى كوظيفة أساسية للعضلة

خامساً : نظرية انزلاق الخيوط للانقباض العضلى

سادساً : الارتخاء العضلى

سابعاً : الوحدة الحركية

ثامناً : قانون الكل أو العدم للوحدة الحركية

تاسعاً : خصائص الألياف العضلية

عاشراً : أنواع الألياف العضلية

حادى عشر : أنواع العضلات

محتوى وتركيب العضلة

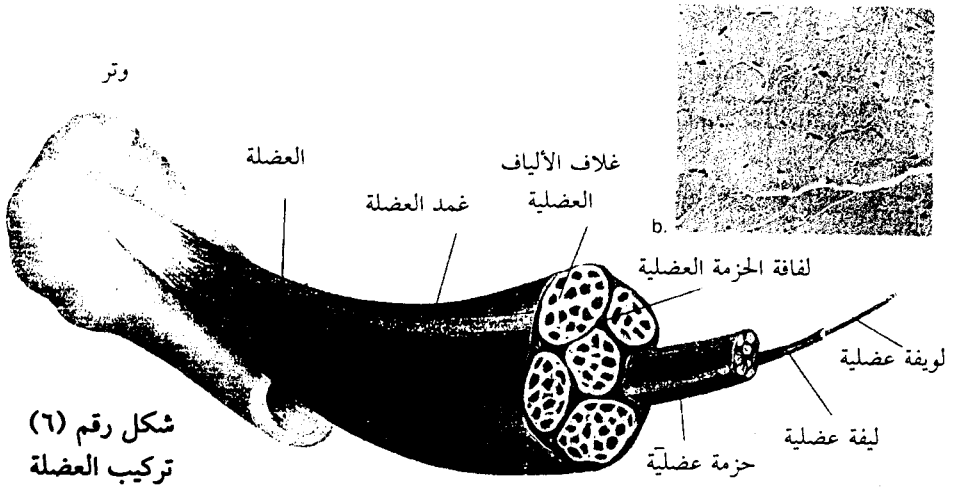
تنال دراسة العضلات من حيث محتواها وتركيبها نفس أهمية دراسة تطور نمو الأطفال عند الشروع فى تنمية القوة العضلية لديهم، ومن هذا المنطلق أفردنا هذا الفصل، وراعينا أن تكون معلوماته مبسطة قدر الإمكان.

أولا: محتوى العضلة

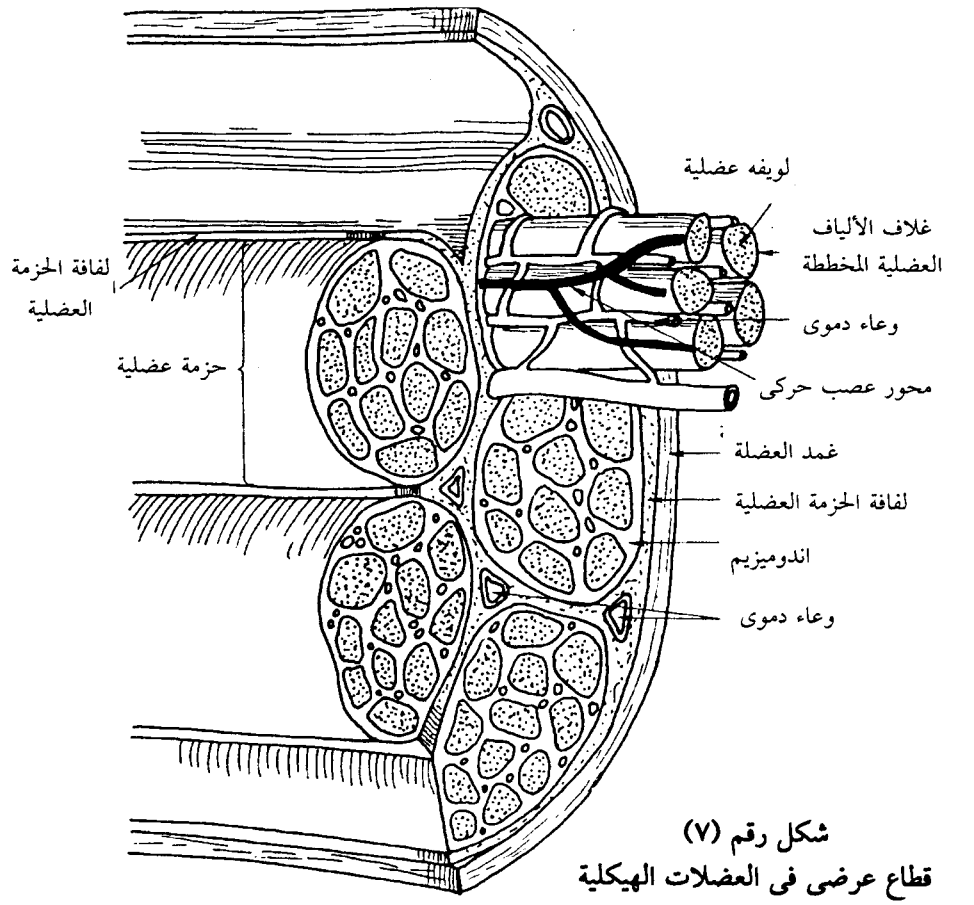
- تتركب العضلة من حوالى ٧٤٪ من وزنها ماء، ١٨٪ مواد بروتينية، و٨٪ مواد عضوية (جلايكوچين)، وأملاح معدنية كالبوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والفسفور والماغنسيوم.
- من الناحية الهيكلية تتكون العضلة من جزء منتفخ يسمى البطن أو جسم العضلة، ومن أطراف تسمى أوتار Tendons، وهى التى تربط العضلات بالعظام، ومن العضلات مالها وتران فقط، ومنها ماله ثلاثة أوتار، كما أن للعضلات أشكال مختلفة طبقاً لنوع العضلة.

ثانيا: تركيب العضلة

- راجع شكلى (٦) ، (٧).
- تتكون العضلة الهيكلية من الألياف العضلية Fiber، والتى تعتبر خلية من خلايا الجسم.
- كل عضلة تتكون من الألاف من الخيوط التى تسمى لويفات عضلية Myofibrils.
- يحيط بكل مجموعة من الألياف العضلية غلاف يسمى بريميزم Perimysium لتتكون الحزمة العضلية الفسيكيولس Fasciculus.



شكل رقم (٦)
تركيب العضلة



شكل رقم (٧)
قطاع عرضى فى العضلات الهيكلية

- يتراوح طول الليفة العضلية ما بين عدداً من المليمترات إلى ٥٠ مليمتراً فى بعض الأحيان.

- يغلف الليفة العضلية من الخارج غشاء يسمى اندوميزوم Endomysium.

- تتكون الليفة العضلية من نوع خاص من البروتوبلازم يطلق عليه ساركوبلازم Sarcoplasm، كما تضم أيضاً الميتوكوندريا Metocondria وهى الأجسام التى تحتوى على المواد التى تستخدمها الليفة العضلية فى إنتاج الطاقة اللازمة للانقباض العضلى مثل الجليكوچين، والمركبات الفسفورية.

ثالثا: تركيب الليفة العضلية

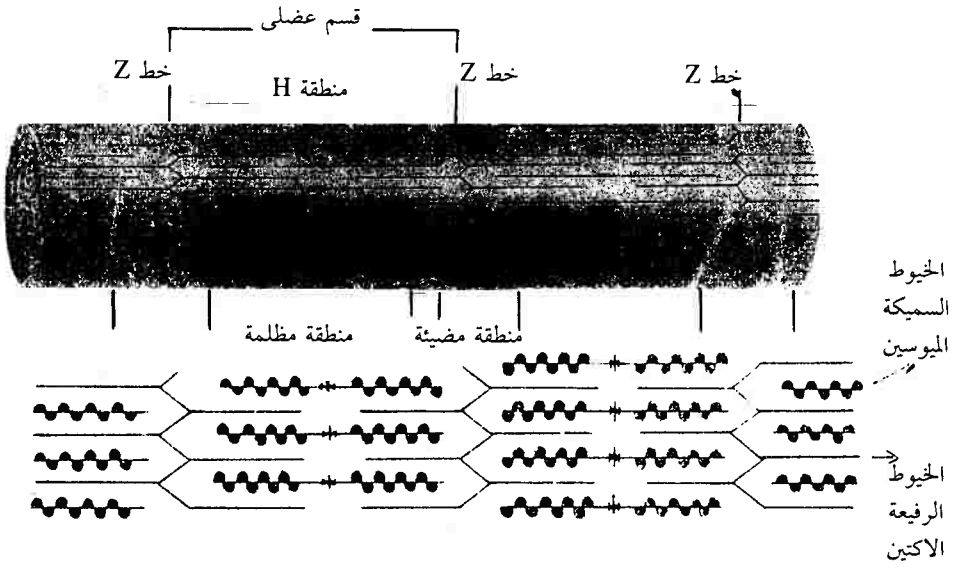
- شكل رقم (٨)، شكل (٩).

- يوجد داخل اللويفة العضلية خيوط بروتينية يطلق عليها ميوفيلمنس Myofilaments، وهى تنقسم إلى نوعين أحدهما سميك ويسمى خيوط الميوسين Myosin، والآخر رفيع ويسمى خيوط الأكتين Actin.

- كل من خيوط الميوسين، وخيوط الأكتين مرتبة ترتيباً خاصاً بالنسبة لبعضها بعضا، وهى تكون معاً وحدات الانقباض العضلى داخل اللويفات العضلية أو الساركومير.

- الساركومير Sarcomere تتكون من أجزاء مضيئة يطلق عليها I Baud وأجزاء معتمة يطلق عليها A Band ، وفى وسط المنطقة I يوجد خط يسمى خط Z ، وهذه الأجزاء تتكون من الخيوط البروتينية.

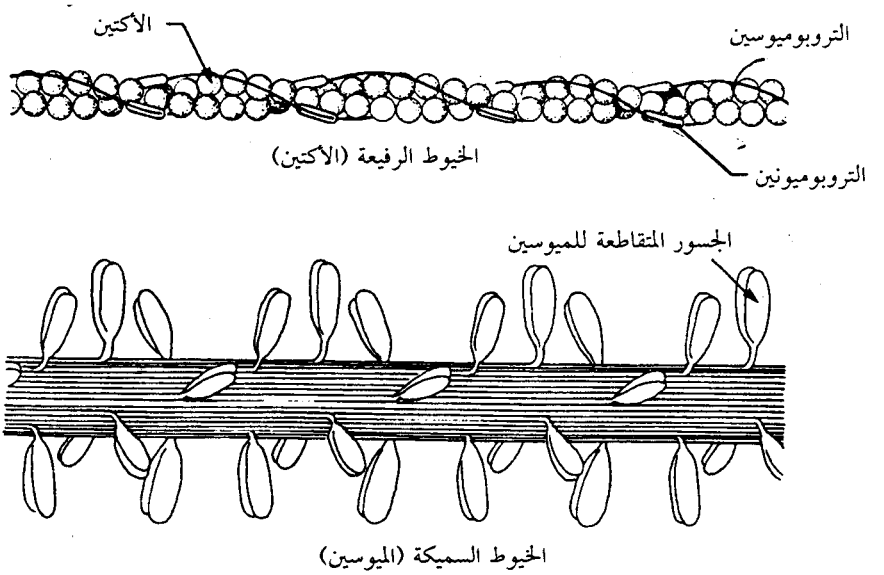
- حينما تدخل الأجزاء المضيئة I خلال الأجزاء المظلمة A يحدث الانقباض العضلى.



شكل رقم (٨)
تركيب اللويفة العضلية

شكل رقم (٩)
القسيم العضلى Sarcomere فى العضلات الهيكلية

- فتائل الأكتين هى الفتائل الرفيعة شكل رقم (١٠) ، وتتكون من جزئيات متصلة معاً لتكون خيوطاً حلزونية تشبه إلى حد كبير الخرز، وهى تحتوى على نوعين هامين من البروتينات لإتمام عملية الانقباض العضلى هما التروبوميوسين Tropomyosin، والتروبونين Troponin .
- فتائل الميوسين هى الفتائل السميكة وتحتوى على نوع من الأهداب يطلق عليها الجسور المتقاطعة Cross - Bridges، والتى تمتد لتصل إلى فتائل الأكتين .



شكل رقم (١٠)

خيوط الميوسين (السميكة) وخيوط الأكتين (الرفيعة) فى اللويفة العضلية

رابعاً : الانقباض العضلى كوظيفة أساسية للعضلة

فيما يلى بعض النقاط حول أهمية الانقباض والارتخاء فى إحداث الحركة :

- الوظيفة الأساسية للعضلة هى الانقباض لإحداث الحركات المختلفة .

- لكى تقوم العضلة بوظيفتها لابد لها من الارتخاء بعد الانقباض، لذا فهناك ارتباط أساسى بين عملية الانقباض Contraction، وبين عملية الارتخاء Extension.
- لعملية الارتخاء العضلى عدداً من المميزات منها تمكين العضلة من الحصول على احتياجاتها الأساسية من خلال الدم، ومنها أيضاً تمكين المجموعات العضلية المقابلة من الانقباض كى تتم الحركة.

خامساً: نظرية انزلاق الخيوط للانقباض العضلى

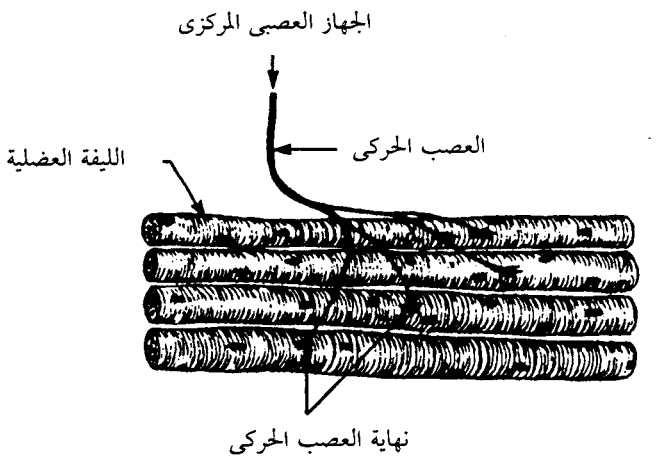
- راجع الشكلين رقمى (٩، ١٠).
- تعتمد هذه النظرية فى تفسيرها للانقباض العضلى على انزلاق خيوط كلا من الميوسين والأكتين. فوق بعضها بعض، حيث تتصل الجسور المتقاطعة الموجودة فى خيوط الميوسين بخيوط الأكتين وعندما تتحرر الطاقة الكيميائية والناتجة عن تحلل ثلاثى أدينوسين الفوسفات Adenosine Tri Phosphate (ATP) الذى يحدث نتيجة قيام العصب الحركى بتوصيل الإشارات العصبية إلى الألياف العضلية، فإن هذه الطاقة تؤدى إلى تحريك الجسور المتقاطعة إلى الداخل، وبذلك تحدث عملية التقصير فى طول العضلة، والتى يطلق عليها الانقباض العضلى.
- تتضمن آلية الانقباض العضلى عدة مراحل طبقاً لنظرية الانزلاق وهى كما يلى:
  - * مرحلة الراحة Rest
  - * مرحلة الاستثارة Excitation
  - * مرحلة الانقباض Contraction
  - * مرحلة الاسترخاء Relaxation

سادساً: الارتخاء العضلى

- بعد توقف العصب الحركى عن توصيل الإشارات العصبية إلى الألياف العضلية يتوقف إنتاج الطاقة التى تسبب الانقباض العضلى، لذا فإن خيوط الأكتين تعود إلى سابق وضعها قبل الانقباض، حيث تنسحب من بين خيوط الميوسين.

سابعاً: الوحدة الحركية

- شكل رقم (١١).
- العصب الحركى الواحد يغذى ما بين ١ : ١٥٠ أو أكثر من الألياف العضلية، وكافة الألياف العضلية التى يغذيها عصب حركى واحد تنقبض فى نفس



شكل رقم (١١)
الوحدة الحركية فى العضلة الهيكلية حيث يغذى عصب حركى واحد من أعصاب الجهاز العصبى المركزى عدداً من الألياف العضلية

الوقت، وتسترخى فى نفس الوقت أيضاً، لذا يسمى كل من العصب الحركى الواحد والألياف العضلية التى يغذيها وحدة حركية Motor Unite .

- الوحدة الحركية هى الوحدة الوظيفية الأولى فى العضلات الهيكلية .
- يلاحظ أن عدد الألياف العضلية التى يغذيها أو يستثيرها عصب واحد لا يتحدد بحجم العضلة، وإنما يتحدد بدرجة أكبر من خلال درجة ضبط ودقة وتوافق الأداء الحركى المفترض أن تؤديه الألياف العضلية المعنية، فعلى سبيل المثال العضلات التى تؤدى حركات متقنة مثل عضلات العين قد تضم الوحدة الحركية فيها ليفة عضلية واحدة أو أكثر قليلاً، فى حين أن العضلات التى تستخدم فى الأداء الحركى الذى يتطلب القوة مثل العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية قد تضم الوحدة الحركية الواحدة فيها آلاف من الألياف العضلية .

ثامناً : قانون الكل أو العدم للوحدة الحركية

- تخضع الوحدة الحركية لقانون الكل أو العدم، وهو يعنى أن إذا ما استثيرت الألياف العضلية فى الوحدة الحركية فإنها تنقبض جميعاً بأقصى درجة أياً كان عدد الألياف فيها .
- يلاحظ أن قانون الكل أو العدم لا ينطبق على العضلة كلها بل على الوحدة الحركية فقط .
- قانون الكل أو العدم لانقباض الوحدة الحركية يفسر لنا ظاهرة إخراج درجات مختلفة من القوة العضلية، تندرج من أبسط أنواع الانقباض العضلى إلى أقصاها .

تاسعاً : خصائص الألياف العضلية

بالرغم من أن الخصائص البنائية العامة للألياف العضلية متشابهة إلا أنه يمكن ملاحظة بعض الفروق فى وظائفها، وهى كما يلى :

- سرعة الانقباض العضلى .
- السعة الهوائية .
- عدد الميتاكوندريا .
- عدد الشعيرات الدموية .
- قوة الانقباض .
- أنشطة ATP .
- القابلية للتعب . (٤٢)

عاشراً : أنواع الألياف العضلية

تقسم عادة الألياف العضلية إلى نوعين متميزين طبقاً لدرجة تركيز الميوجلوبين هما :

- الألياف العضلية الحمراء .
- الألياف العضلية البيضاء .
- **الألياف العضلية الحمراء :** تتميز بالانقباض العضلى البطئ، وبمقدرتها على التحمل وقابليتها المنخفضة للتعب، ويرجع السبب فى ذلك إلى زيادة الميتاكوندريا، والشعيرات الموجودة بها .
- **الألياف العضلية البيضاء :** تتميز بالانقباض العضلى السريع القوة، ويرجع السبب فى ذلك إلى مقدرتها على سرعة وقوة الانقباض العضلى، لكن قابليتها للتعب سريعة .

حادى عشر: أنواع العضلات

يتكون الجهاز العضلى من ثلاثة أنواع من العضلات كما يلى :

- العضلات الإرادية (الهيكلية أو المخططة) Straited Muscle .
- وهى التى تتصل بعظام الجسم، ووظيفتها الأساسية تحريك أجزاءه، وتتم الحركة فيها إرادياً أى برغبة الفرد ذاته .
- للعضلات الإرادية بداية ونهاية ويسمى أحدهما وتر المنشأ، ويتصل بأحد العظام. ويسمى الآخر وتر الاندغام، ويتصل بعظمة أخرى من خلال تقريب العظمتين من بعضها لتحدث الحركة، ويتحكم الجهاز العصبى المركزى فى هذه العضلات .

- **العضلات الغير هيكلية (الناعمة)** Smooth Muscale

وتوجد فى أحشاء الجسم المختلفة، والأوعية الليمفاوية، ويتحكم فى عملها الجهاز العصبى الذاتى، ودون إرادة الفرد.

- **عضلة القلب** Cardiac Muscle

وهى عضلة لا إرادية، لكنها مخططة بدرجات أقل من العضلات الإرادية، وتتفاعل فسيولوجيا كعضلة واحدة ، أى تنقبض وتنبسط كوحدة واحدة، فى حين أن العضلات الهيكلية تنقبض بعض أليافها بينما تبقى الألياف الأخرى دون انقباض، وعلى هذا تستطيع العضلات الهيكلية إنتاج انقباضات مختلفة فى القوة*.

(*) راجع عضلات الجسم ملاحق من (٣) إلى (٦)..