اسم المادة : علم الفسلجة (علم وظائف الأعضاء) PHYSIOLOGY

اسم المحاضرة : فسيولوجيا الجهاز العضلي- الجزء الاول

رقم المحاضرة : (5)

المراجع المعتمدة/

١. العلوجي ، صباح ناصر (٢٠١٤) . علم وظائف الاعضاء ، الطبعة الثالثة.

٢. زيتون ، عايش . (٢٠٠٨) . علم حياة الانسان ، الطبعة الاولى – الاصدار الرابع.

٣. يوسف محمد عرب ، صباح ناصر العلوجي ، فاروق ناجي كرماشة ، مروان عبد الرحيم . (١٩٩٨) فسيولوجيا الحيوان . جامعة بغداد.

٤. ضياء حسن الحسني ، صادق محمد امين الهيتي (١٩٩٠) . فسلجة الحيوان . جامعة بغداد

٥. بعض المواقع الالكترونية للتعزيز بالاشكال والمخططات التوضيحية.

MUSCULAR SYSTEM الجهاز العضلي

تشكل العضلات **Muscles** حوالي نصف كتلة الجسم تقريباً ، ويعد الانقباض العضلي في الإنسان هو المسئول عن الكلام وتناول الأشياء والتصنيع وأداء احتياجات الفرد اليومية.... الخ. ، فالعضلات هي اماكن تحويل الطاقة الكيمياوية الى شغل ميكانيكي ولذلك فهي تلعب دور مهم كعضو استجابة يساهم في تكيف الجسم لمتغيرات المحيط الخارجي. وقد تكون هذه الاستجابة بحركة الجسم كله أو عضو منه.

❤ الوظائف العامة للعضلات General Functions of Muscle :

١) احداث الحركة Movement :

يسبب انقباض العضلات المختلفة نوعين من الحركة :

A) حركة موضعية **Positional M.** : كحركة العين في محجرها مما يمكنها التوجه نحو الاشياء التي نريد رؤيتها دون الحاجة الى تحريك الراس ، او كحركات العنق التي توجه الراس بالاتجاهات المختلفة .

B) حركة انتقالية **Transitional M.** : تساعدنا على الانتقال من مكان لاخر او على تغيير وضع الجسم للحفاظ على التوازن .

٢) الحفاظ على وضع الجسم Posture Maintenance :

تعمل كثير من عضلات الجسم بشكل مستمر للحفاظ على وضع الجسم ثابتاً مستقراً ، فمثلاً هنالك مجموعة من عضلات العنق تبقى في حالة انقباض جزئي للابقاء على وضع الراس عمودياً اعلى الراس ، كذلك اثناء الجلوس فان توازن الجسم على المقعد الذي نجلس عليه يتم من خلال انقباض جزئي لمجموعات من العضلات في الظهر والاوراك والارجل .

٣) تثبيت المفاصل Joint Stabilization :

تفتقر بعض المفاصل الى وجود سطوح تمفصلية متكاملة وكذلك الى وجود انسجة داعمة للمفصل ،لهذا فان هكذا مفاصل تفتقر الى الثبات الضروري لعملها الامر الذي يجعلها عرضة للتمزق والاصابة عند تعرضها لقوة ما.

٤) توليد الحرارة والحفاظ على درجة حرارة الجسم Heat Generation :

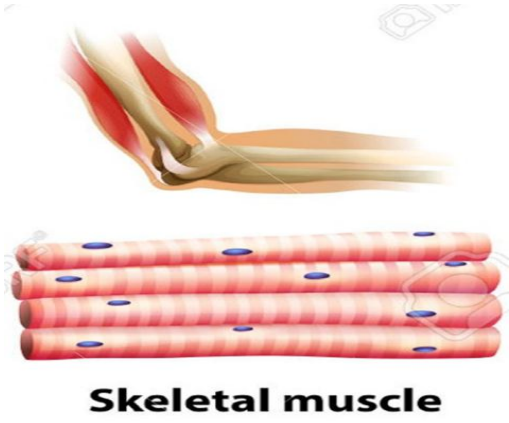
تستهلك العضلات عند انقباضها طاقة كيميائية على هيئة **ATP** ، وحيث ان العضلات لا تستهلك هذه الطاقة **١٠٠%** فان قسما من هذه الطاقة **(ATP)** يتبدد على هيئة حرارة تنتشر في الانسجة المحيطة بالعضلات فترفع درجة حرارة الدم . وعلى الرغم من هذا يسبب لنا شعورا بالضيق في الايام الحارة لكنه مرحب به وضروري في الايام شديدة البرودة ، كما في الارتجاف **Shivering** الذي يصيبنا عندما يكون الجو باردا اذ ان هذه الحرارة تسبب ارتفاع درجة حرارة الجسم لتعويض عن الحرارة المفقودة عن طريق سطح الجسم الى الوسط الخارجي .

❤ انواع العضلات Types of muscles :

ان من الامور التي يسرت للجهاز العصبي السيطرة على الحركة هو تنوع العضلات واختلاف استجابتها بما يناسب وظائف الاعضاء. فعضلات الاطراف القوية والسريعة لايمكن ان تحل محل عضلات الامعاء وتؤدي نفس وظيفتها في تحريك الطعام، كذلك فان عضلة القلب تمتلك خاصية التقلص الذاتي النسقي فهي لاتحتاج الى سيالة عصبية متواصلة للتقلص .**تقسم العضلات في الفقريات الى ثلاثة انواع هي:**

١) العضلات الهيكلية (المخططة) Strited (Skeletal) Muscles :

تشكل الجزء الاكبر من العضلات في الجسم وسميت بالهيكلية نظرا لارتباط معظمها بالهيكل العظمي **Skeleton** ولهذا السبب هي قادرة بالتأزر مع عظام الهيكل ومع الجهاز العصبي على احداث الحركة الموضعية والانتقالية .

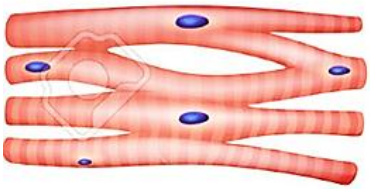


تدعى عضلات ارادية **Voluntary Muscles** لان الجهاز العصبي المركزي عموما والدماغ تحديدا يعبر عن ارادته او عما يفكر فيه عن طريق التحكم بها والايعاز لها بالانقباض .

وهي تمتاز بما يلي :

١) اليافها اسطوانية متعدد الانوية .
٢) عضلات قوية وتتصل بالعظام .
٣) مزودة بالياف عصبية جسمية Somatic nerve fibers .
٤) تعد الاكثر تخصصا بين العضلات .
٥) ارادية اي - ان تقلصها يقع تحت ارادة وسيطرة الفرد لانها مجهزة باعصاب قشرية شوكية اي انها تخضع لسيطرة المراكز القشرية الدماغية، فهي لا تستغني عن التزود العصبي وبهذه الصفة فانها تختلف عن باقي انواع العضلات .
٦) تصاب بالشلل والضمور عند قطع او تلف اعصابها.
٧) كما تمتاز بانها ذات تقلص سريع وقوي عصبي المنشا وانها تتعب بسرعة .
٨) تسمى بالعضلات الحمراء وذلك لغناها بمادة الميوكلوبين Myoglobin التي تعطيها اللون الأحمر.
٩) توجد في العديد من الأماكن في الجسم مثل عضلات الاطراف والوجه والفم واللسان والبلعوم.
١٠) تتكون العضلة المخططة من مجموعة كبيرة من الليفات العضلية المخططة Striated Myofibers المتوازية والتي تظهر بالمقطع الطولي على شكل تخطيطات طولية، في حين تظهر بالمقطع العرضي على شكل حزم متعددة يتخللها السايتوبلازم العضلي، ونتيجة لاتحاد الحزم العضلية الأولية مع بعضها يتشكل حزم عضلية كبيرة تتحد مع بعضها وتشكل عضلة مخططة تحاط بنسيج ضام متين يسمى صفاق العضلة Epimysium .

٢) العضلات القلبية Cardiac Muscles :

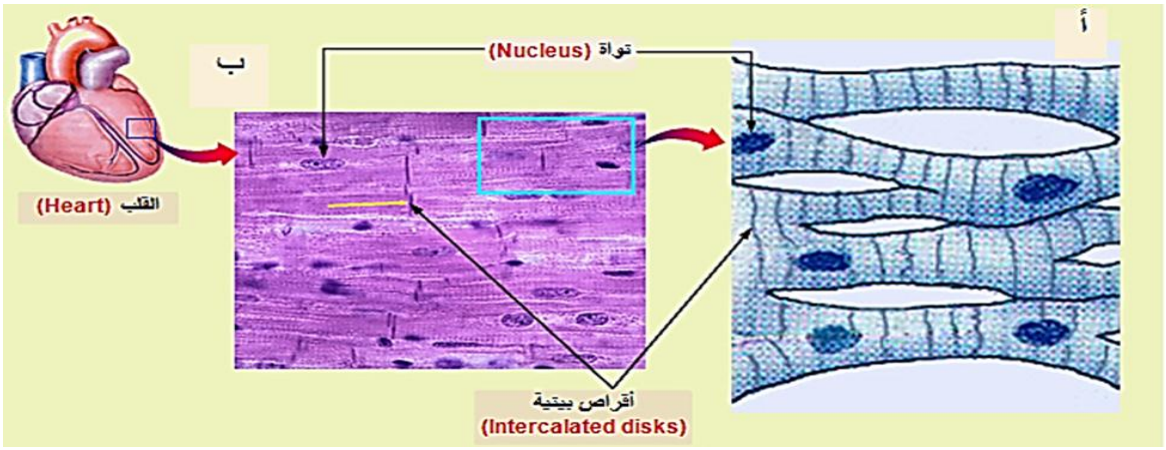


Cardiac muscle

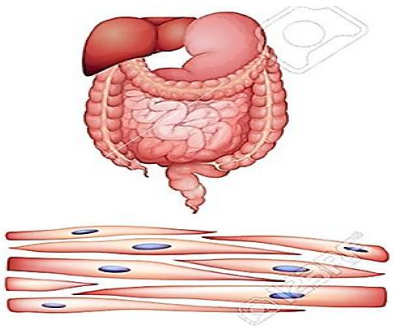
توجد في القلب حيث يؤدي انقباضها الى ضخ الدم في الدورة الدموية ، وهي عضلة لا ارادية ذات تقلص عضلي المنشا ، وتتصف بخاصيتين هما النسقية اي انها تتقلص وتنبسط بالتعاقب ، وخاصية التوصيلية والتي تعني ان اليافها المتفرعة والمتشابكة تيسر انتقال جهود الفعل انتقالا كهربائيا ليعم النشاط الكهربائي كامل العضلة . وبالمقارنة مع العضلات الهيكلية فان تقلص العضلة القلبية يستغرق وقتا اطول .

تمتاز بما يلي :

١) خلاياها حاوية على تخطيطات طولية وعرضية مندمجة مع بعضها البعض مكونه ما يعرف بالمندمج **Syncytium** .
٢) لا ارداية مزودة بالياف عصبية من الجهاز العصبي الذاتي .
٣) اكثر تخصصا من العضلات الملساء
٤) تظهر إيقاعات سريعة تقلصية وانبساطية تنتشر خلال جميع كتلة العضلات .
٥) غالبا ما تكون هذه الألياف متفرعة ، وتحتوي على نواة واحدة بيضوية الشكل تتخذ في مركز الخلية وتوجد قرب احد أقطابها جهاز كولجي واضح وحولها يوجد العديد من المايتوكوندريا وبعض القطرات الشحمية، وحبيبات الكلايكوجين .
٦) تلتصق مع بعضها طوليا بواسطة أقراص أسمنتية لاصقة تعى الاقراص البينية **Intercalated disk** .



٣) العضلات الملساء Smooth Muscles :



Smooth muscle

توجد عادة على هيئة طبقات تحيط بالاعضاء والانابيب المجوفة كالقناة الهضمية والممرات التنفسية والاجهزة البولية والتناسلية والاوعية الدموية وهي قادرة بسبب وجودها في جدران هذه التراكيب على التحكم بتدفق المواد المار فيها. تدعى كذلك عضلات حشوية **Visceral** غير مخططه **Unstriated** ولا أردية **Unroluntary**

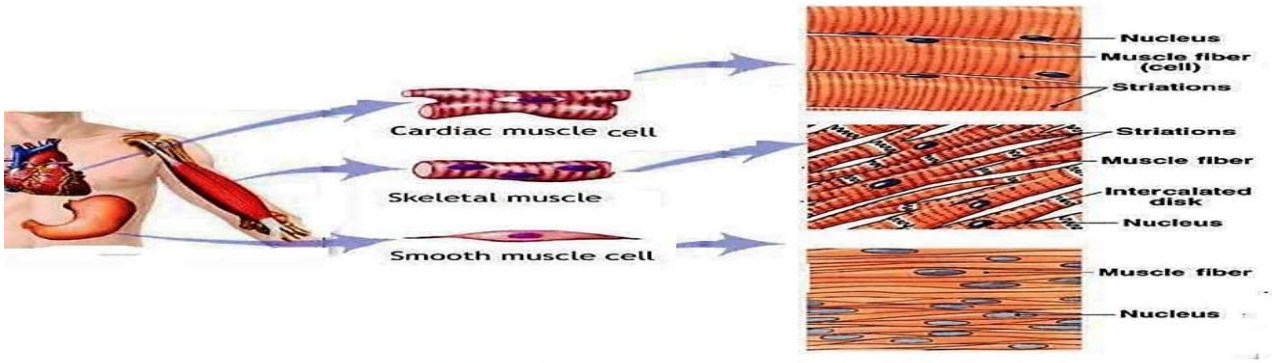
وتتميز العضلات الملساء بما يلي :

١) الياف مغزلية تحوي نواة مركزية .
٢) خالية من التخطيطات العرضية الا انها تحوي تخطيطات طولية **غير واضحة** .
٣) لا ادرية ومزودة بالياف عصبية ذاتية ودية ونظير الودية .
٤) تعد الاقل تخصصا **Least specialazied**
٥) لها ايقاعات بطيئة تقلصية وانبساطية .
٦) تظهر بأشكال مختلفة طولية ، دائرية ، أو الشكلين معا كما هو الحال في الأمعاء وقد تظهر بمستويات مختلفة طولية وعرضية ومائلة كما هو الحال في المثانة.

يمكن تقسيمها الى نوعين :

A) العضلات الملساء الوحدوية : في القناة الهضمية والحالبين والمثانة وهي لا ارادية مجهزة باعصاب من الجهاز العصبي الذاتي .

B) العضلات الملساء متعددة الوحدات : في جدران الاوعية الدموية وقزحية العين ، تتمتع العضلات الملساء بخاصيتي التنسيقية والتوصيلية مثل العضلات القلبية ، اما دور الاعصاب المجهزة لها فيقتصر على تنظيم نشاطها لكونها عضلات لا ارادية .

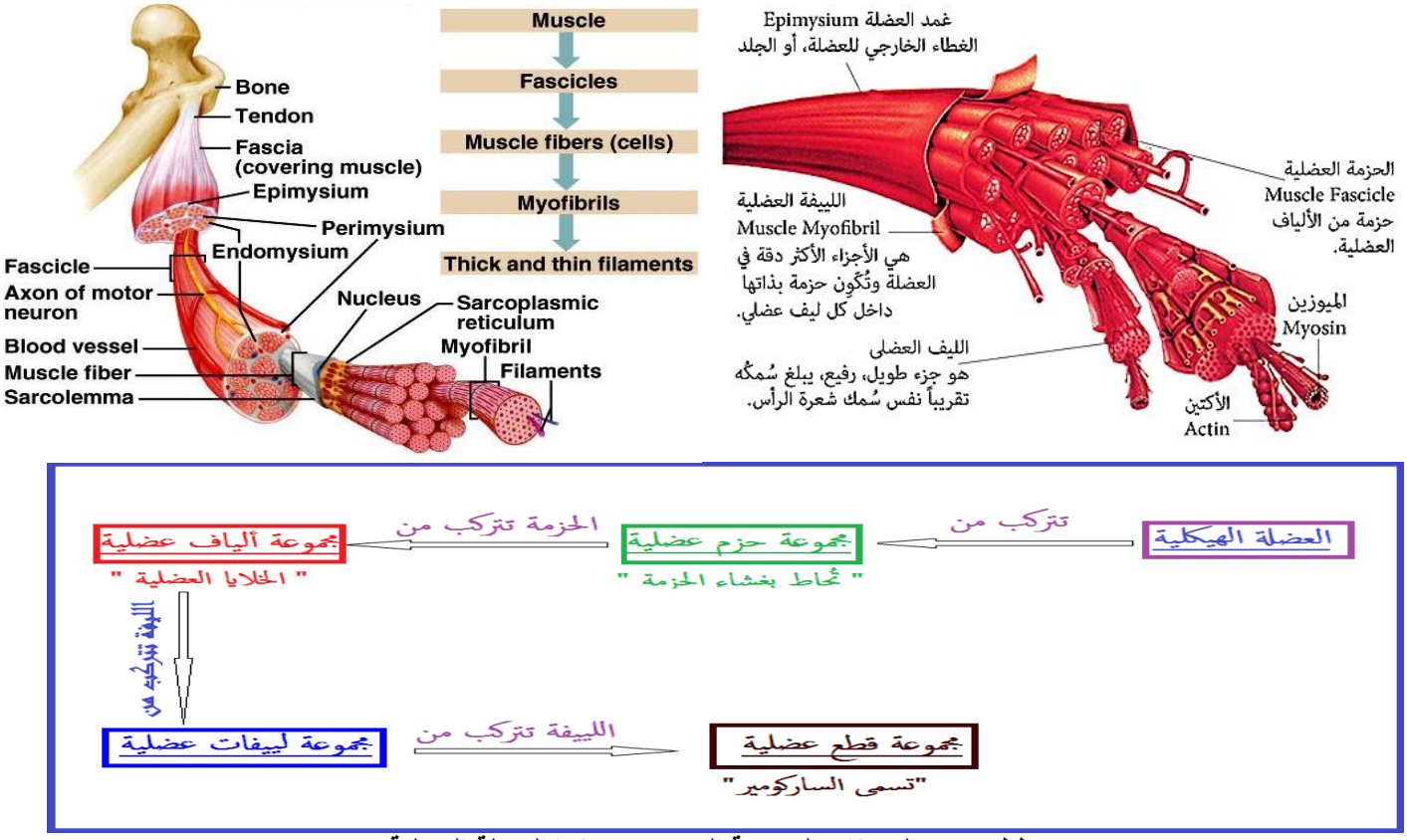


types of muscle fibre

تشريح العضلة الهيكلية :

تتألف العضلة الهيكلية من آلاف من الألياف العضلية Fiber Muscles الاسطوانية ، يتكون الليف العضلي من اندماج عدد من الخلايا العضلية مع بعضها في الأدوار الجنينية ، لذا فانه يحتوي على عدد كبير من النوى. يحيط بالليف العضلي غشاء رقيق يدعى الساركوليما Sarcolemma وهو مملوء بمادة هلامية هي الساركوبلازما Sarcoplasm (سايتوبلازم الليف العضلي).

توجد في الساركوبلازما الآلف من تراكيب خيطية تدعى الليفات العضلية Myofibrils وهي خيوط دقيقة بروتينية تمتد بين نهايتي الليف العضلي بشكل طولي بموازاة محور الليف العضلي وتتجمع بشكل حزم ويبلغ قطر الحزمة الواحدة ١ - ٢ مايكروميتر ويجري بينها الساركوليما ، تمثل الآلية الانقباضية في هذه الخلايا - أي أنها المسؤولة عن انقباض الخلايا العضلية.



مخطط يوضح المكونات الرئيسية التي تتركب منها العضلة الهيكلية

عند فحص الالياف العضلية الهيكلية تحت المجهر الضوئي نجد ان كل ليف يتميز الى نمط منتظم من مناطق منيرة واخرى معتمة تقطع الليفات بالعرض .

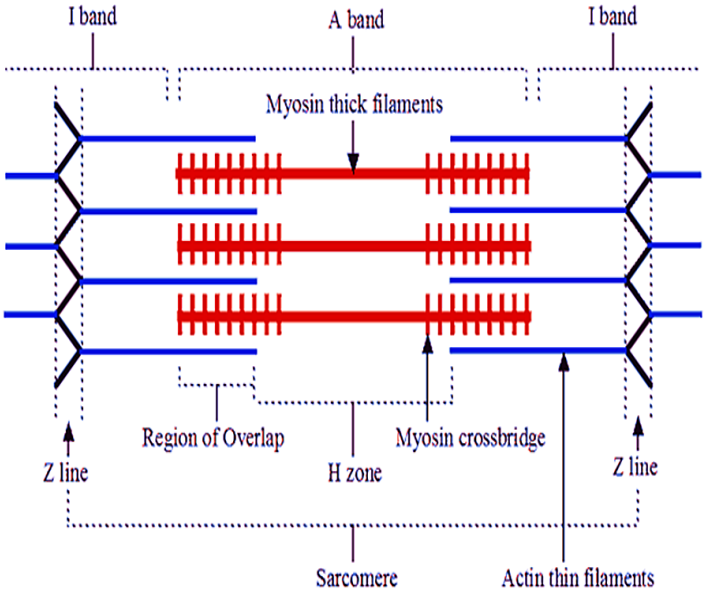
تبدو المناطق **المنيرة** متجانسة ضوئيا ولذلك تسمى الاشرطة المتجانسة ضوئيا Isotropic band **(I-band)** ، بينما تبدو المناطق **المعتمة** غير متجانسة ضوئيا Anisotropic band **(A-band)** .

ولكون هذه الاشرطة المنيرة والمعتمة في اي ليف عضلي تقع بجانب اقراص اخرى في ليف اخر لذلك تبدو العضلة وكانها مخططة فتسمى بالعضلات المخططة (الهيكلية والقلبية هي عضلات مخططة).

يزود العضلة عصب من ألياف حسية وأخرى حركية. تتصل الألياف الحسية بالمغازل العضلية Muscles spindles وهي تحمل الايعازات العصبية الواردة من العضلة إلى الجهاز العصبي المركزي.

أن وظيفة المغازل العضلية والألياف العصبية الحسية هو نقل المعلومات حول مقدار التمدد في العضلات الهيكلية إلى الجهاز العصبي المركزي الذي بدور يصدر الايعازات العصبية خلال الألياف العصبية الحركية لكي تتقلص العضلة بالمقدار المناسب. تتصل نهايات الألياف العصبية الحركية بأغشية الألياف العضلية بواسطة الاندماج العضلي العصبي Myoneural junction.

يتصل الليف العصبي الواحد بواسطة تفرعات محوره بعدد كبير من الألياف العضلية ويدعى الليف العصبي الواحد والألياف العضلية المتصلة به بالوحدة الحركية Motor unit وهي الوحدة الوظيفية في العضلة وفعالية العضلة هي مجمل فعاليات وحداتها الحركية .



لقد كشف المجهر الالكتروني (كما موضح في المخططات) ان كل ليف عضلي (ساركوليما) مكون من نوعين من الخيوط هي :

١) الخيوط السميكة Thick filaments : بقطر ١٠٠ انكستروم.

٢) الخيوط الدقيقة Thin filaments: بقطر ٤٠ ـ ٥٠ انكستروم.

وان كلا النوعين من الخيوط تتواجد في المنطقة المعتمة فيما يقتصر وجود الخيوط الدقيقة على المنطقة المنيرة .

✓ كما لوحظ وجود شريط منير نسبيا وسط كل منطقة **معتمة** اطلق عليه **(H-band).**

✓ كما ويقطع خط معتم ومتعرج كل منطقة **منيرة** يدعى خط **(Z- LINE)** .

✓ تسمى المنطقة المحصورة بين خطي **Z** متجاورين باسم وحدة التركيب لليف العضلي Sarcomere .

✓ كذلك بينت الدراسات ان هناك نوع ثالث من الخيوط العضلية يبرز من الخيوط السميكة على مسافات منتظمة وتمتد باتجاه الخيوط الدقيقة وقد سميت هذه الخيوط بالجسور العرضية Cross bridge وهي تؤدي دور مهم في عملية الانزلاق للخيوط الدقيقة اثناء التقلص العضلي .

✓ تتواجد داخل السايتوبلازم العضلي منظومة من النبيبات تمثل الشبكة الاندوبلازمية الداخلية تعرف بالجهاز النبيبي العضلي ويسمى الجزء العرضي منها انبوب **(T - tube) .**