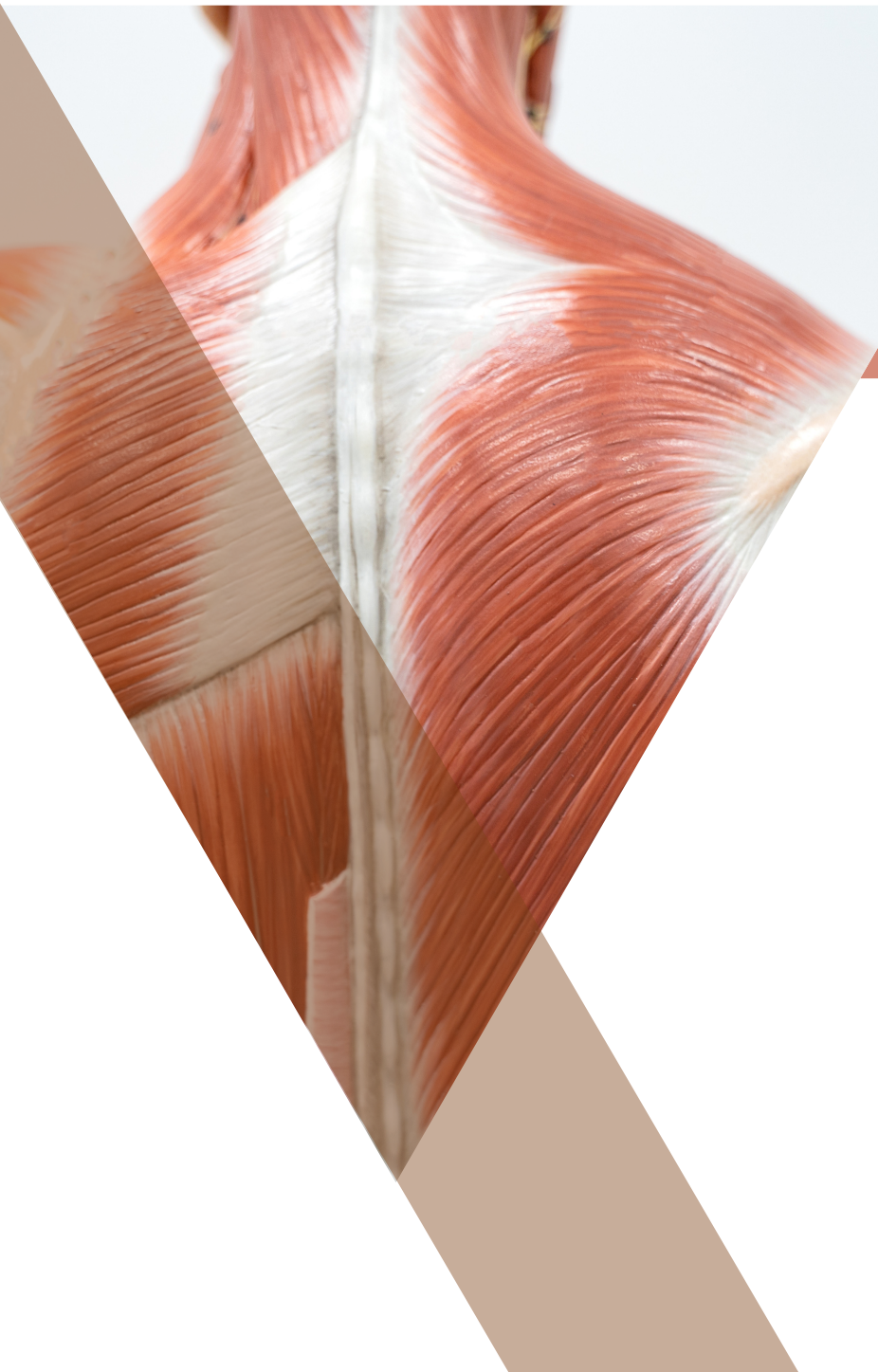
المملكة العربية السعودية
وزارة التعليم
جامعة ام القرى
الكلية الجامعية بأضم

فسيولوجيا العضلات

Muscle physiology

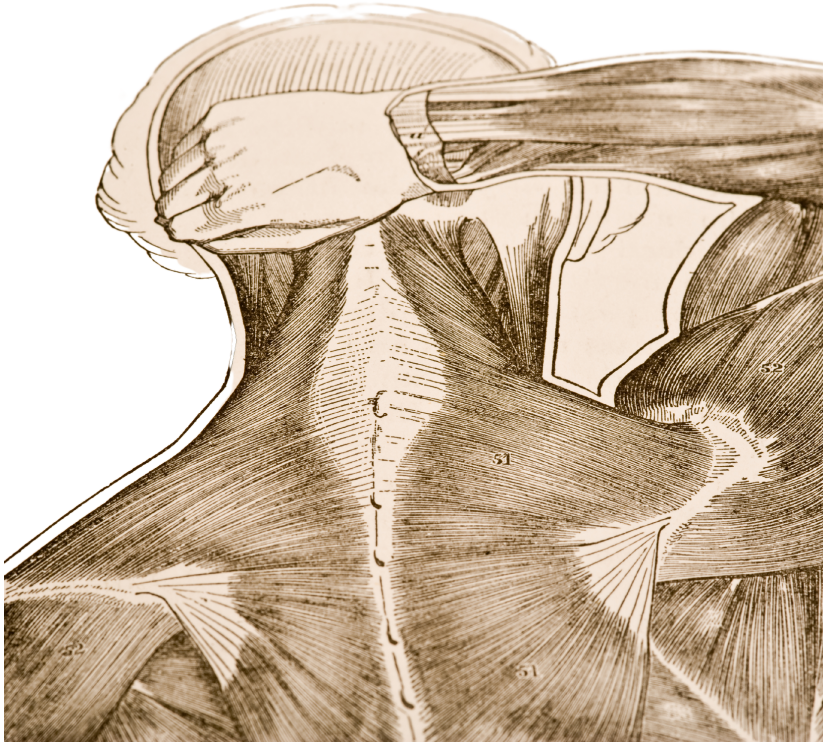


إعداد الطالبات :

ريناد علي المالكي
جواهر سعيد السهيمي
ياسمين حامد المالكي
شذى بندر المالكي
نوره حامد المالكي

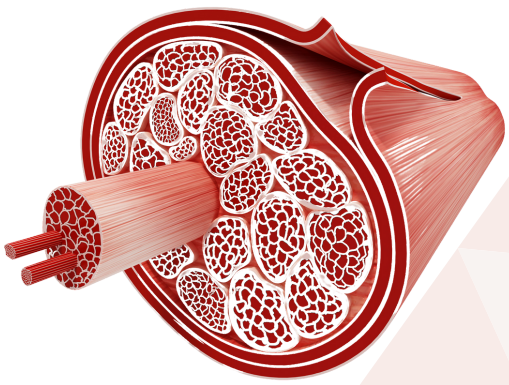
الاستاذة :

نعمه النباتي



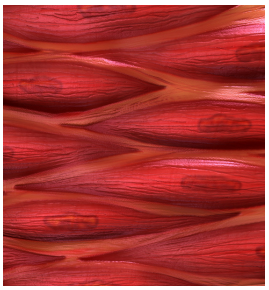
المقدمة:

يعتبر الجهاز العصبي العضلي هو المسؤول عن حركة الجسم و اجزائه المختلفة ، حيث تقوم الخلايا العصبية الحركية بتوصيل الاشارات الصادرة من الجهاز العصبي الى العضلات لكي تنقبض وتحدث الحركة ، كما تقوم الخلايا العصبية الحسية بعملها المعاكس في نقل الاشارات العصبية من العضلة الي الجهاز العصبي.



أنوع العضلات:

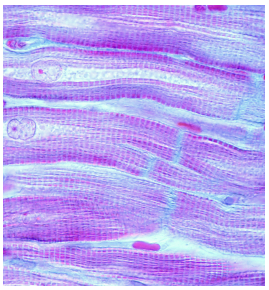
العضلات الملساء:



غير مخططة ، توجد هذه العضلات على هيئة طبقات تحيط بالاعضاء و الانابيب المجوفة كالقناة الهضمية و الممرات التنفسية و الاجهزة البولية و التناسلية و الاوعية الدموية.

وبسبب وجودها في هذه التراكيب فهي قادرة على التحكم بتدفق المواد المارة فيها (التقلص الاستداري Peristaltique)

العضلة القلبية:

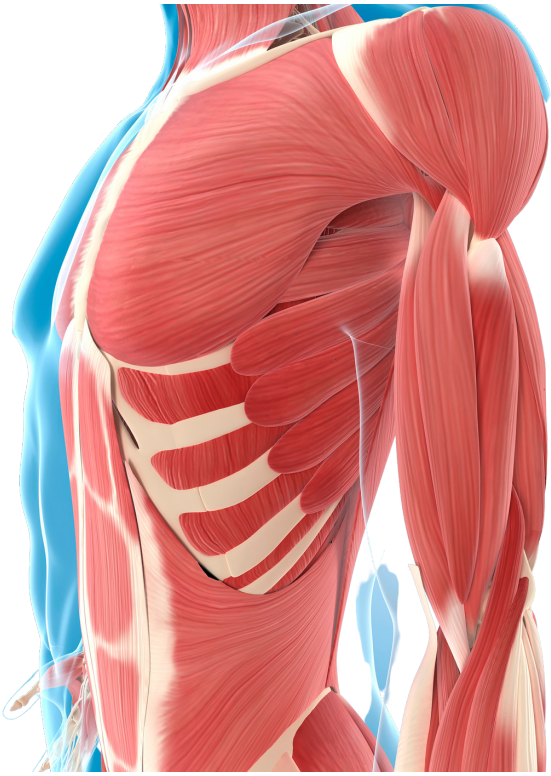


مخططة ، توجد في القلب حيث يؤدي انقباضها الى ضخ الدم في الشرايين و هي تشترك مع العضلات الملساء في أنه يتم التحكم فيها بواسطة الجهاز العصبي الذاتي .

العضلات الهيكلية المخططة:

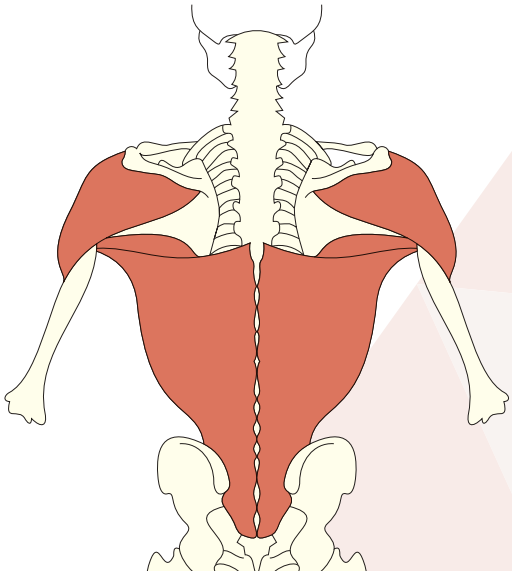
وهذه تشكل الجزء الاكبر من العضلات في الجسم .
سميت هذه العضلات بالهيكلية نظراً لارتباط معظمها بعظام الهيكل ، ولهذا فهي قادرة بالتآزر مع عظام الهيكل ومع الجهاز العصبي على احداث الحركة الموضعية(العين) و الانتقالية (الاطراف

تسمى ايضاً بالعضلات الارادية لأن الجهاز العصبي المركزي عموماً وتحديداً الدماغ ، يعبر عن ارادته او عما يفكر فيه عن طريق التحكم فيها و الايعاز لها بالانقباض



الوظائف العامة للعضلات الهيكلية:

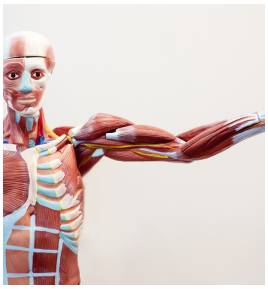
و بما أن العضلات الهيكلية تمثل 40٪ من كتلة الجسم فأغلب الحرارة تتحرر بواسطتها.
يعتبر الارتجاف الذي يحدث عند التعرض للجو البارد آلية فسيولوجية اذ تنقبض العضلات الهيكلية لتبث الحرارة في الجسم وتعيد اليه الدفء او تمنع المزيد من الانخفاض في درجة حرارة الجسم (الحفاظ على التوازن الوظيفي للجسم (homeostasie)



احداث الحركة:

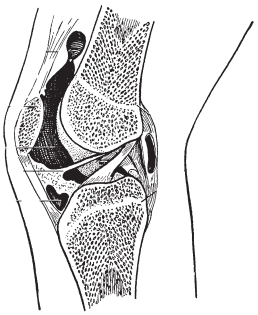
تسبب الانقباضات المختلفة نوعين من الحركة :
حركة موضعية كحركة العين في محجرها مما يمكنها من التوجه نحو الاشياء التي نريد رؤيتها دون الحاجة الى تحريك الرأس
في اتجاهات عديدة ، وهناك حركة انتقالية تساعدنا على الانتقال من مكان لآخر او على تغيير وضع الجسم للحفاظ على التوازن .

الحفاظ على وضع الجسم(القوام):



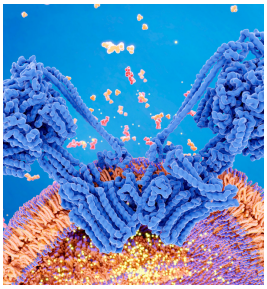
تعمل كثير من عضلات الجسم بشكل مستمر للحفاظ على وضع الجسم ثابت ومستقر رغم الوجود الدائم لتأثير قوة الجاذبية .

تثبيت المفاصل:

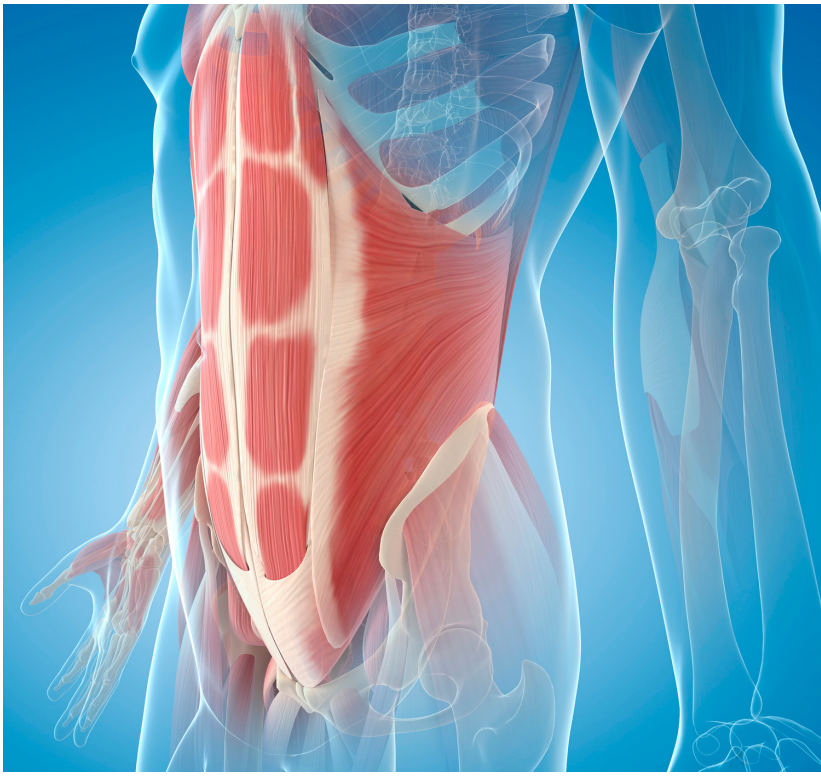


تفتقر بعض المفاصل الى وجود انسجة داعمة لها ولذلك تقوم العضلات اثناء شدها للعظام المحيطة بالمفصل بتثبيته واعطائه دعماً ومن بين الامثلة ، مفصل الركبة و الكتف .

توليد الحرارة و الحفاظ على حرارة الجسم:

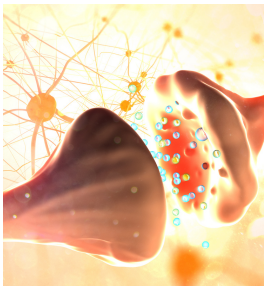


تستهلك العضلات عند انقباضها طاقة كيميائية على هيئة ATP جزء من هذه الطاقة (75٪) يتبدد على هيئة حرارة لها أهمية حيوية لأنها تبقي الجسم على حرارة مناسبة تنتشر في الانسجة المحيطة وتعطي احساساً بالدفء خاصة في فصل الشتاء .



الخواص الوظيفية للعضلات الهيكلية:

قابلية التهيج او التنبيه (excitabilite)

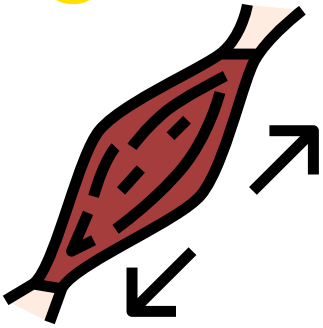


يقصد بذلك استقبال المنبهات و الاستجابة لها و تكون تلك المنبهات غالباً مادة كيميائية كالنواقل العصبية .

الانقباضة او التقلص (Contractilite)

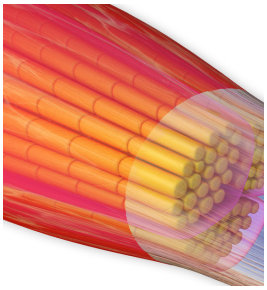
اي ان الخلايا العضلية لديها القدرة على أن تقصر طولها اذا ما تم تنبيهها بالمنبه المناسب .

قابلية التمدد (extensibilite) :

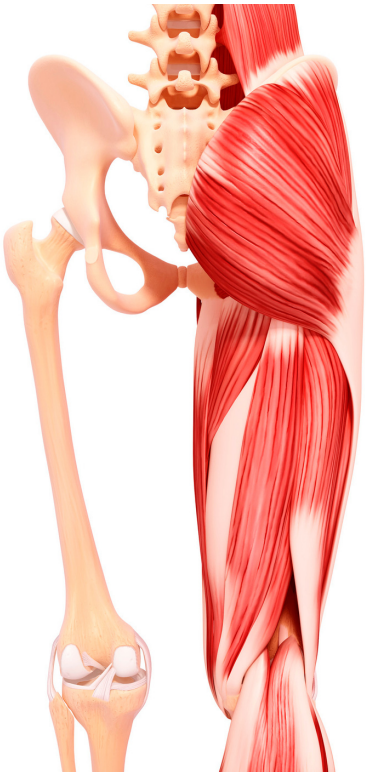


الخاصية التي تتميز بها العضلة بتغيير بنيتها حسب العمل المنجز و التأقلم مع نوع الجهد ، اذ يمكن شد الخلايا العضلية لتأخذ طولاً اكبر من طولها الطبيعي اثناء الراحة.

المطاطية (elasticite):



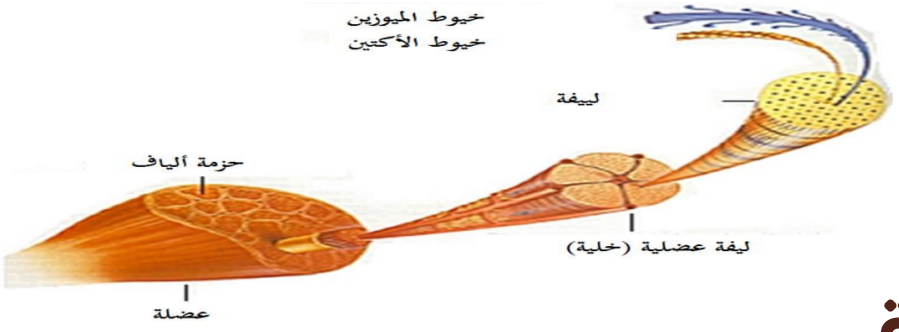
هي عودة النسيج العضلي الى طوله الطبيعي بعد توقف الانقباض .



بيئة العضلة الهيكلية
Structure du muscle squeletique

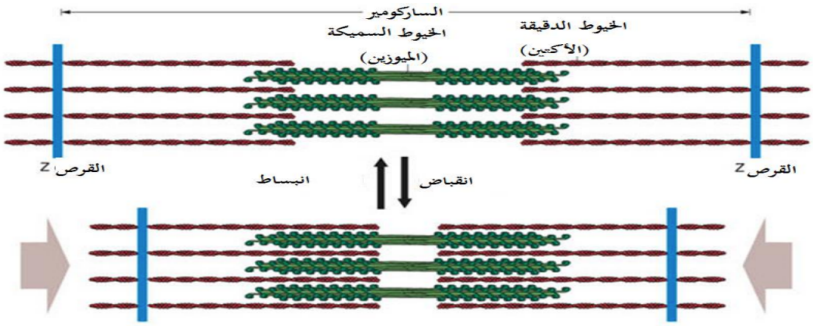
تتألف العضلة الهيكلية من:

- مجموعة حزم عضلية Faisceaux .
- تتكون كل حزمة عضلية من مجموعة من الياف عضلية Fibres .
- تتكون الليفة العضلية من عدداً من الليفات العضلية myofibrilles



الليف العضلي Fibres :

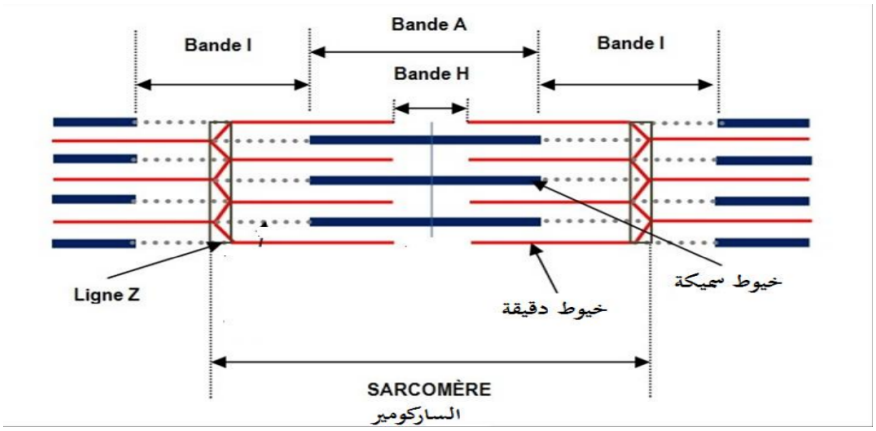
عباره عن خلية واحدة تحتوي على عدد كبير من الانوية متواجدة بمقربة تحت الغشاء البلازمي المسمى الساركولام Sarcolemme
يتراوح عدد الالياف العضلية ما بين المئات الى الآلاف في العضلة الواحدة .
يبلغ قطر الليفة العضلية مابين 10-100 ميكرون و لكن طولها قد يصل في بعض الاحيان حوالي (35 سم) حسب المكان المتواجدة به .
يتراوح قطر الليفات ما بين 1-2 ميكرون ، تمثل حوالي 80٪ من حجم الخلية ، تشبه تلك الليفات العضلية مجموعة من العصي الرفيعة المرتبة بشكل حزم متوازية متراصة تمتد بطول الخلية العضلية عبارة عن خيوط دقيقة وهي الاكتين Actine وخيوط سميكة وهي الميوزين Myosine وهما عبارة عن خيوط البروتينات الانقباضية ، وعلى اساس اتحاد هذين النوعين من الخيوط وانفصالهما تأسست النظرية المعروفة بنظرية انزلاق الخيوط .

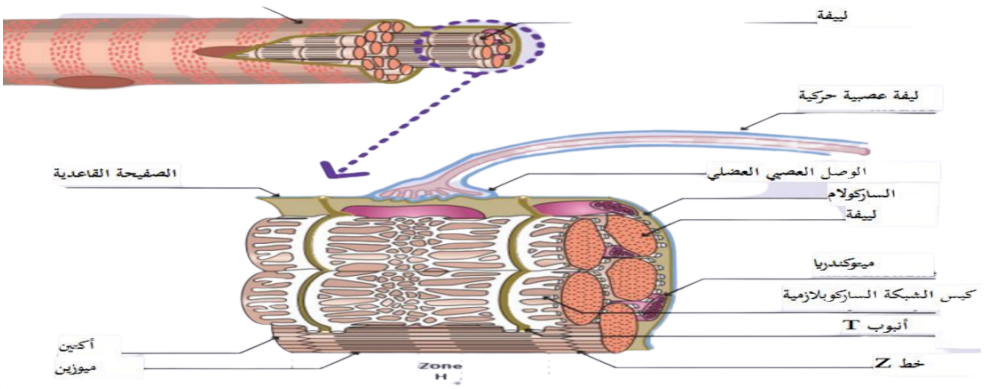


تتكون الليفة العضلية من سلاسل صغيرة جداً لوحدات التقلص تسمى ساركومير ، تصطف على طول الليفة مثل عربات القطار على طول الليفات يظهر تعاقب بين اشرطة نيرة تسمى خطوط (I band) واشرطة داكنة تسمى خطوط (A band) هذه الاشرطة تعطي للخلية في مجملها الشكل المخطط ، يوجد في وسط المنطقة الداكنة منطقة اقل دكانة تسمى H zone بينما يوجد في منتصف المنطقة النيرة غشاء يسمى Z Iine تسمى المسافة بين كل خطي Z بإسم Sarcomere

يمتد الساركولام مشكلاً انابيب طويلة تسمى انابيب T ، ويتميز عن باقي الخلايا باحتواء الساركوبلازم الخاص به (سيتوبلازم) على صبغة بروتينية حمراء اللون تشبه هيموجلوبين خلايا الدم الحمراء وتسمى ميوجلوبين myoglobine.

الساركومير هي الوحدة الانقباضية في العضلة.
تتكون الطبقة الداكنة من خيوط الميوزين بينما تتكون الطبقة النيرة من خيوط الاكتين.
يوجد روابط تقاطعية بين خيوط الميوزين و الاكتين.

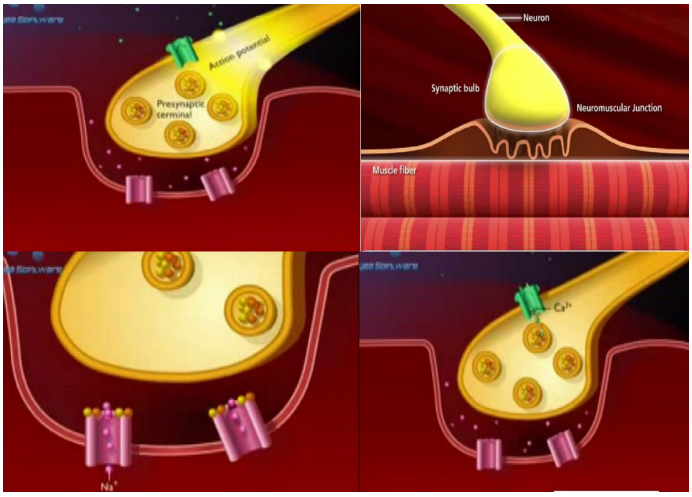




آلية الانقباض العضلي:

عند مرور السيالة العصبية عن طريق المحور

ووصولها الى الصفيحة العصبية النهائية تحدث موجة زوال الاستقطاب نتيجة جهد الفعل potentiel d'action دخول شوارد الصوديوم Na+يؤدي الى فتح قنوات الكالسيوم+ ca2 مما يسمح بدخوله لتشغيل اندماج واتحاد الاستيل كولين بالغشاء البلازمي قبل مشبكي للعصبون وبالتالي طرح الاستيل كولين في الشق المشبكي



يتحد الاستيل كولين ب :

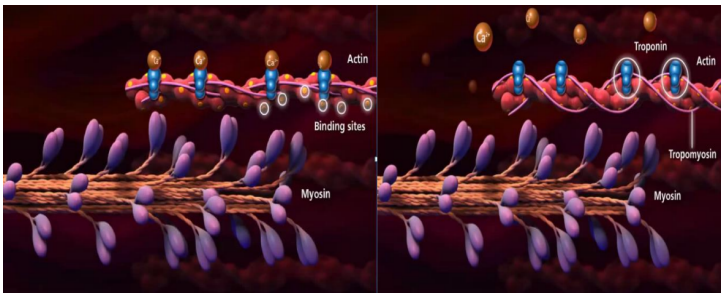
بمستقبلات خاصة به موجودة في الغشاء البلازمي للخلية العضلية (الساركولام) على مستوى الشق بعد المشبكي مما يسمح بفتح القنوات المستقبلة للاستيلكولين .

دخول شوارد الصوديوم + Na :

يؤدي الى زوال استقطاب الغشاء مولدة بذلك جهد الفعل العضلي (الحركي) الذي ينتقل طولياً عبر غشاء الساركوليما ، يتم تكسير الاستيل كولين الى استيل وكولين بواسطة انزيم الاستيل كولين استيراز ، انخفاض تركيز الكولين في الشق المشبكي يؤدي الى امتصاصه وانتقاله الى الشق المشبكي للعصبون لإعادة بناء الاستيل كولين من جديد .

يتحرر الكالسيوم + Ca2:

من الشبكة الساركوبلازمية ليقوم بتنشيط وتحريك الميوزين نحو الاكتين .



الانقباض العضلي:

منذ لحظة وصول المنبه او المثير العصبي الى العضلة و حتى نهاية الانقباض البسيط تمر العضلة بثلاث مراحل :

1. مرحلة الكمون وهي فترة زمنية قصيرة تقدر بحوالي 10 ملي ثانية تنقضي بين لحظة اعطاء الحافز او المثير وبين بداية عملية التقلص او الانقباض ، وتحدث في تلك الفترة مجموعة من التغيرات الكيميائية و الفيزيائية بالعضلة كاستعداد لعملية الانقباض .
2. مرحلة الانقباض وفيها تنقبض العضلة و تتقلص اليافها بانزلاقها وتتداخل فتائل الاكتين وفتائل الميوزين مما يترتب عليه حدوث قصر في الياف العضلة وزيادة في توترها وتستغرق تلك العملية حوالي 40 ملي ثانية.
3. مرحلة الانبساط و الارتخاء هذه المرحلة تمثل رجوع الالياف العضلية الى سابق طولها او توترها قبل الانقباض ، وتستغرق تلك الفترة حوالي 50ملي ثانية .

ملاحظة : 1ثانية =1000 ملي ثانية.

الوحدة الحركية و الاتصال العضلي العصبي :

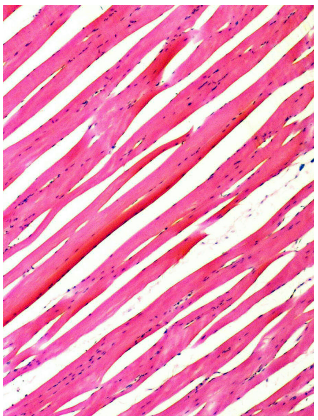
عند دخول الليف العصبي الحركي الى العضلة يتفرع الى عدد كبير من الفروع العصبية ، كل ليف عصبي حركي يغذي عدد من الالياف العضلية يتراوح ما بين 5-100 ليف عضلي بواسطة تفرعاته النهائية التي يتصل الواحد منها بالصفائح الحركية لليفة العضلية .

ويطلق على مجموعة الالياف العضلية التي تتصل بها ليفة عصبية واحدة اسم الوحدة الحركية كانت الحركة الناتجة سريعة ودقيقة ولكن ينقصها القوة وينطبق ذلك على حركات عضلات الاصابع و حركة العين (حوالي10 الياف لكل وحدة حركية) في حين انه كلما زاد عدد الالياف العضلية بالوحدة الحركية زادت قوة الانقباض وكانت الحركة اكثر قوة (عضلات الفخذ يصل عدد الالياف الى 1000 لكل وحدة حركية) ، كما ان هنالك عاملاً آخر يتحكم في مقدار القوة الناتجة بالعضلة وهو مقدار استثارة او تنبيه اكبر عدد ممكن من الوحدات الحركية بالعضلة حيث تصل قوة الانقباض الى اقصاها عندها تستثار جميع الوحدات الحركية بالعضلة.

أنواع الألياف العضلية

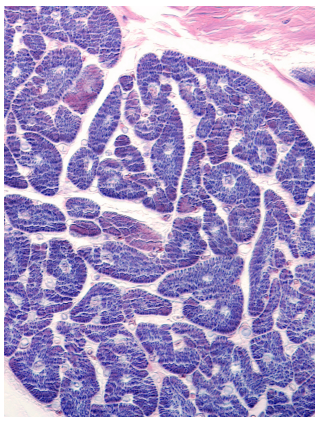
تحتوي عضلات الانسان على نسب مختلفة من الالياف العضلية السريعة و البطيئة ، فالعضلات التي تستخدم في الانشطة السريعة مثل القفز تحتوي نسبة عالية من الالياف السريعة ، بينما العضلات التي تقوم بعمل مستمر تحتوي على نسبة عالية من الالياف البطيئة ، تتشابه الالياف العضلية في خصائصها البنائية او التكوينية ، ولكنها تختلف في خصائصها الوظيفية من حيث الكفاءة الهوائية واللاهوائية و عدد اجسام الميتوكندريا و عدد الشعيرات الدموية ، كذلك من حيث قوة الانقباض وكفاءة انتاج الطاقة ودرجة مقاومة التعب .

الياف بطيئة مؤكسدة(حمراء ST) :



قطر اليافها صغيرة ، تتميز بانقباض بطيء(بطء انتقال السيالة العصبية) وقوة منخفضة ، لكنها مقاومة للتعب و مداومة ، تحتوي علي كمية قليلة من الجليكوجين ، غنية بالميوجلوبين و الميتوكندريا ، تمتلك كثافة عالية من الاوعية الدموية ، منبع هوائي لانتاج الطاقة نتيجة النشاط العالي لأنزيمات الايض الهوائي ، قابلية ضعيفة للتضخم.

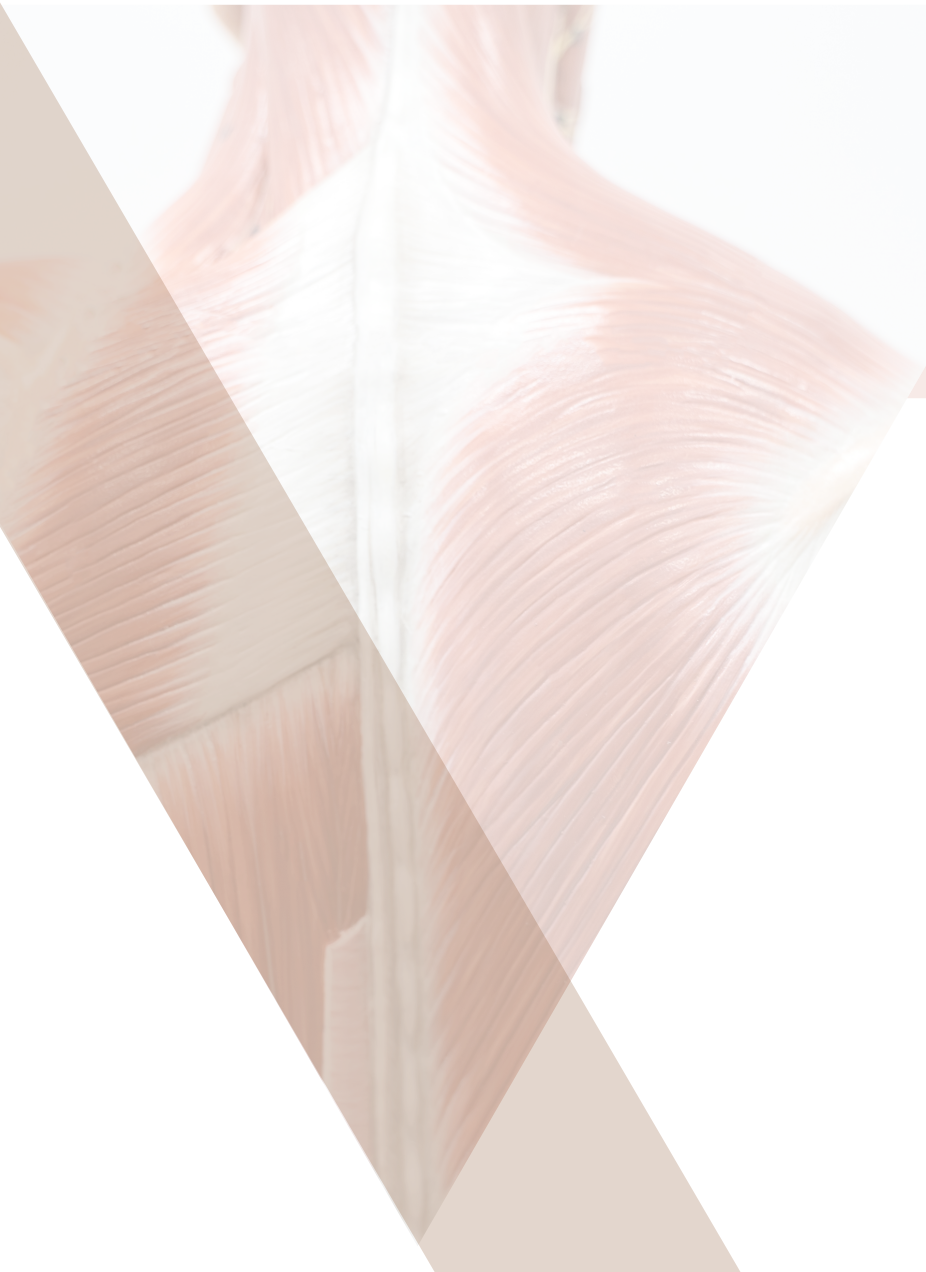
الالياف السريعة جداً (بيضاء)FF :



قطر اليافها كبيرة ، تتميز بالقوة و السرعة (سرعة انتقال السيالة العصبية) لكنها تتعب بسرعة ، تحتوي على كمية كبيرة من الجليكوجين و كمية قليلة من الميوجلوبين و الميتوكندريا ، منبع لا هوائي لإنتاج الطاقة تعتمد على النظام الفوسفاجيني ، قابلية كبيرة للتضخم اليافها طويلة اذا نسبة كبيرة من الساركومير وبالتالي ملائمتها للسرعة

المرجع :

بقشوط احمد - ٢٠١٧ - فسيولجوية الجهاز العضلي ، جامعة حسيبة بن بوعلي الشلف .



فسيولوجيا العضلات

Muscle physiology