الجهاز العضلي Muscular system

العضلات:

تقوم العضلات بانجاز اهم صفة من صفات الجسم الحي وهي صفة الحركة ولاتمام الحركة هناك جهاز يقوم بها يسمى بالجهاز الحركي .

يتألف الجهاز العضلي من مجموعة من العضلات التي تشكل في مجموعها العام اكثر من (600) عضلة ارادية والتي تشكل من (40 - 45)% من وزن الجسم وما يقارب (15) % عضلات ملساء لاارادية . اذا يشكل الجهاز العضلي ما يقارب (50 - 60) % من وزن الجسم الكلي

فسيولوجيا العضلات Muscle physiology :

1- العضلات وسائل لتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة ميكانيكية .
2- العضلات تستجيب للتغيرات في المحيط الخارجي وبذلك يتلائم الجسم بحركتها او حركة عضو من اعضائه للظروف الخارجية.
3- الفعاليات الحيوية تعتمد على التقلص العضلي مثل نبض القلب وحركة الامعاء وتقلص وانبساط الاوعية الدموية وغيرها .
4- تتكون العضلة من الياف وخلايا .

توجد ثلاثة انواع رئيسية من العضلات هي :

1- **العضلات المساء Smooth muscle:** هي عضلات حشوية Visceral غير مخططه unstriated ولا أردية Unroluntaryوتتميز بما يلي :
2- الياف مغزلية تحوي نواة مركزية .
3- خالية من التخطيطات العرضية الا انها تحوي تخطيطات طولية غير واضحة .
4- لا ادرية ومزودة بالياف عصبية ذاتية ودية ونظير الودية
5- تعد الاقل تخصصا Least specialazied
6- لها ايقاعات بطيئة تقلصية وانبساطية .

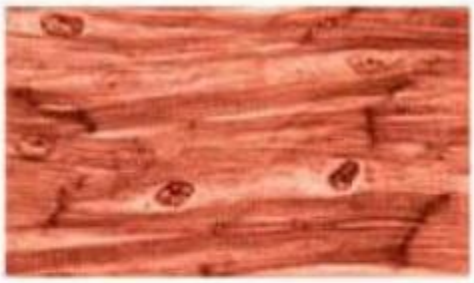
2- العضلات القلبية Heart muscles: وهي عضلات لا ارادية تكون جدران القلب وتمتاز بما يلي :

1- خلاياها حاوية على تخطيطات طولية وعرضية مندمجة مع بعضها البعض مكونه ما يعرف بالمندمج Syncytium .

2- لا ارداية مزودة بالياف عصبية من الجهاز العصبي الذاتي .

3- اكثر تخصصا من العضلات الملساء

4- تظهر إيقاعات سريعة تقلصيه وانبساطية تنتشر خلال جميع كتلة العضلات .



3- العضلات الهيكلية Skeletal Muscles: وهي عضلات مخططه Striped or Striated وارادية Voluntary وتمتاز بما يلي :

1- اليافها اسطوانية متعدد الانوية .

2- عضلات قوية وتتصل بالعظام .

3- مزودة بالياف عصبية جسمية Somatic nerve fibers .

4- تعد الاكثر تخصصا بين العضلات .

5- لها ايقاعات سريعة وقوية وتوجد في الساق والراس وبقية اجزاء الجسم الحاوية على عظام.

خصائص العضلات

•التهيج :(Irritability) قدرة العضلات على تلقي المحفزات و الاستجابة لها

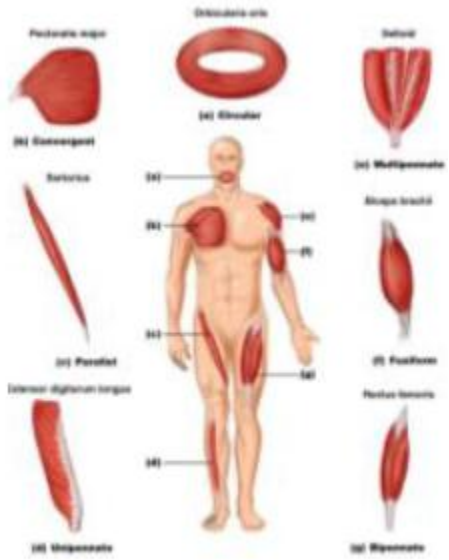
•الانقباض :(Contractility) قدرة العضلات على الانقباض من خلال الاستجابة للتحفيز

•التمدد :(Extensibility) قدرة العضلات على التمدد والاستطالة

•المرونة :(Elasticity) قدرة العضلات على العودة إلى طولها الطبيعي بعد التمدد

•التكيف :(Adaptability) قدرة العضلات على التكيف (التغير) مع التدريب

أشكال العضلات الهيكلية



الدائرية

•تظهر في شكل دائري وعادة ما تكون

العضلات العاصرة التي تحيط بفتحة مثل الفم

•المتقاربة أو الثلاثية

•يكون منشأها اوسع من مدغمها مما يسمح

لها بإنتاج أقصى قوة ممكنة (عضلات الصدر)

•المتوازية

تعمل بشكل متوازي، ليست قوية لكن تحملها

عالي (الخياطية - الترقوية)

•**الريشية**: (أحادية وثنائية ومتعددة الأوتار)

.لديها عدد كبير من الألياف العضلية لكل وحدة.

تنتج قوة كبيرة لكن تتعب بسهولة (الرسغ

والفخذية المستقيمة والدالية)

- **المغزلية**

تأخذ شكل مغزلي بحيث يكون بطن العضلة

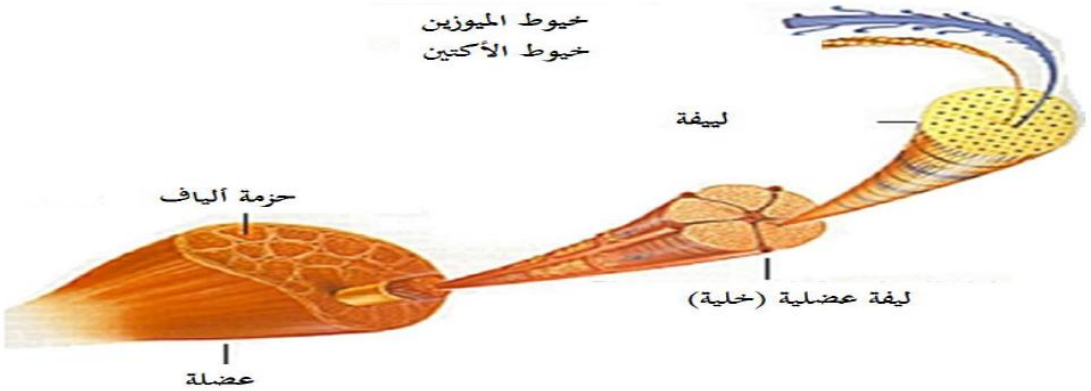
أعرض من أطرافها (العضدية ذات الرأسين)

المكونات الرئيسة للخلية العضلية

- النواة مركز التحكم في الخلية
- الغمد الليفي العضلى: استقبال المثيرات من الجهاز
- الليفة العضلية يحتوي على الخيوط البروتينية المسؤولة عن الانقباض العضلي
- أنابيب T: نشر الاستقطاب من غشاء الخلية إلى داخل الخلية و التي تحفز الشبكة ساركوبلازمية على إفراز الكالسيوم
- الشبكة ساركوبلازمية: تخزين وإفراز الكالسيوم
- الميتوكوندريا: المكان الرئيس الإنتاج الطاقة

الالياف العضلية Muscular Fibers:

تتكون العضلة من مجموعة من حزم عضلية faisceaux وكل حزمة تتكون من الليف العضلي او الالياف العضلية fibres وبدوره يتكون من لييفات عضلية myofibrilles والتي تتكون من اندماج عدد كبير من الخلايا العضلية لذلك فانه يحوي عدد كبير من النوى ،



ويحيط بالليف العضلي غشاء رقيق يعرف بالساركوليما Scrolemma ويكون بمادة هلامية تعرف الساركوبلازم Sarcoplasm وتوجد في السايتوبلازم الالاف من التراكيب الخيطية التي يمكن رؤيتها بالمجهر بسهولة وتعرف بالليفات العضلية Myofibrils.

تكون الالياف العضلية مجهزة بعصب مختلط مؤلف من الياف عصبية حسية وحركية ويكون اتصال نهايات الالياف العصبية مع اغشية الالياف العضلية بواسطة تركيب خاص يعرف بالاندماج العضلي – الليفي Myoneural junction ويتصل الليف العصبي الواحد بواسطة تفرعات محورة بعدد كبير من الالياف العضلية وتعرف هذه بالوحدة الحركية Motor unit.

الوحدة الحركية :

هي الوحدة الوظيفية في العضلة تمثل مجمل فعاليات وحدتها الحركية ويترواح عدد الالياف العضلية في الحركية ما بين 5-200 ليف عضلي ، ويوجد في جسم الانسان حوالي 600 عضلة.

بروتينات الالياف العضلية :-

تحتوي الالياف العضلية اضافة الى المواد البروتينية التي تحتويها معظم الخلايا الاخرى على بروتينات خاصة هي : -

1- بروتين المايوسين Myosin ويوجد باتحاد مع عنصر المغنسيوم ++Mg كما تتحد به جزيئات الـ ATPالخاصة بالليف العضلي.
2- بروتين الاكتين Actin ويوجد هذا البروتين باتحاد مع عنصر الكالسيوم ++Ca

مصادر الطاقة اللازمة للتقلص العضلي :-

1- الكلايكوجين ونسبته 1% .
2- فوسفات الكرياتين ونسبته 0.5 %
3- ثالث فوسفات الادينوسين ATP ونسبته 0.025 % .

التركيب الكيمياوي للعضلة:

75- 80%الماء
14- 16%مواد زلالية نقية (بروتينات)

والبقية هي 9% املاح معدنية مثل أملاح البوتاسيوم وكميات قليلة من الفسفور والكلور والصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم والسكريات ومواد دهنية .

أنواع التقلص العضلي Muscle contraction

تترتب العضلات الجسمية عادة بطرق بحيث تكون مجموعات متضادة الافعال Antagonistic actions فيما بينها وتصنف العضلات تبعا لنوع الحركة التي تحدثها الى عضلات مقلصة واخرى باسطة وعضلات مقربه واخرى مبعده وعضلات خافضه او رافعة او دوارة .

ويوجد نوعان للتقلص العضلي هما :

1- **التقلص متساوي الطول Isometric contraction :** وفيه لايحدث تغيير في طول العضلة وانما يزداد الضغط او التوتر بداخلها كما هو الحال عند فشل العضلة في رفع ثقل معين .

2- **التقلص متساوي التوتر Isotonic contraction :** ويحدث تغيير في طول العضلة بينما الضغط او التوتر على حالة بداخلها .

اليه التقلص العضلي Mechanism of muscle – contraction :

من الخصائص المعروفة للالياف العضلية الهيكلية هو انها تتميز بوجود اقراص باهته واخرى معتمة بالتبادل وتعرف المناطق الباهته بالمناطق المتجانسه او (I – band) لانها شفافه وذات انكسار ثنائي ضعيف فتسمح بمرور الضوء .

وتعرف المناطق المعتمة بالمناطق غير المتجانسة او شريط (A – band) لانها ذات انكسار ثنائي حاد ولا تسمح بمرور الضوء.

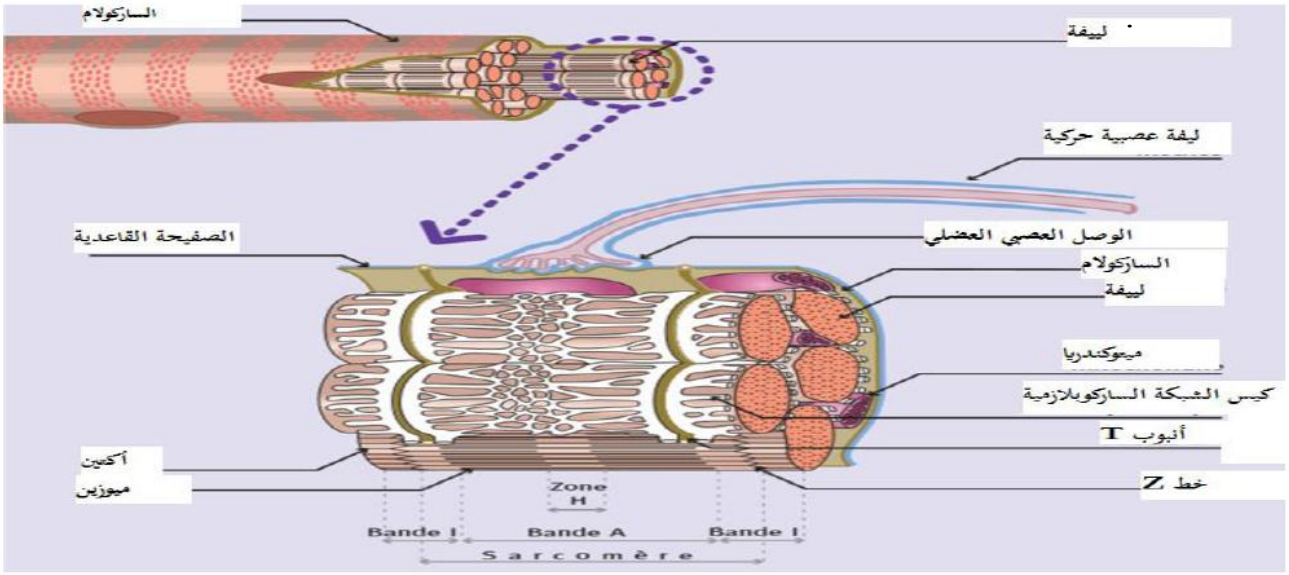
يمر في منتصف كل شريط I خط داكن ويعرف Z-line ف حين يمر في كل شريط A خط باهت H-line ويطلق على الجزء الممتد بين كل خطين Z متتابعين بالقطعة العضلية Sarrcomere.

يتكون عند اتحاد الاكتين والميوسين مركب الاكتومايوسين Actomyosin الذي يتقلص في وجود ايونات البوتاسيوم والادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP ، ولوحظ عند انقباض الليف العضلي ان الشريط I يقصر طوله في حين يبقى شريط A ثابتا وادى ذلك الى وضع العالم هوكسلي Houxley فرضية تعرف بفرضية الخيوط المنزلقة Sliding-Filament hypothesis تعمل على تفسير ميكانيكية التقلص العضلي وتقضي هذه الفرضية بان كل ليف عضلي يحوي نوعين من الخيوط هما :

1- خيوط رفيعة من الاكتين توجد في شريط I وتمتد الى الشريط A وتكون نهايتها غير مقابلة للجزء المتوسط من شريط I وانما تترك مسافة فيما بينها تمثل المنطقة H .

2- خيوط سميكة من مادة الميوسين توجد في شريط A فقط فعند نقباض القطعة العضلية يقل طول الشريط I ويظل A ثابتا وذلك لان خيوط الاكتين الرفيعة ينزلق مقتربة من بعضها البعض حتى تلتقي في المنطقة H ولذا تختفي هذه المنطقة في العضلة المنقبضة . وعند ازدياد معدل الانقباض تستمر خيوط الاكتين في الانزلاق حتى تتداخل مع بعضها البعض

وعندئذ تغدو المنطقة H معتمة ومن هذا يتضح بانه على الرغم من التقلص العضلي الا ان طول الخيوط فيها لا يتغير فهي تنزلق فقط وتتداخل بين بعضها البعض. تخضع جميع العضلات لقانون الكل او اللاشئ أي انها اما تنقبض بكامل قوتها او لاتنقبض على الاطلاق



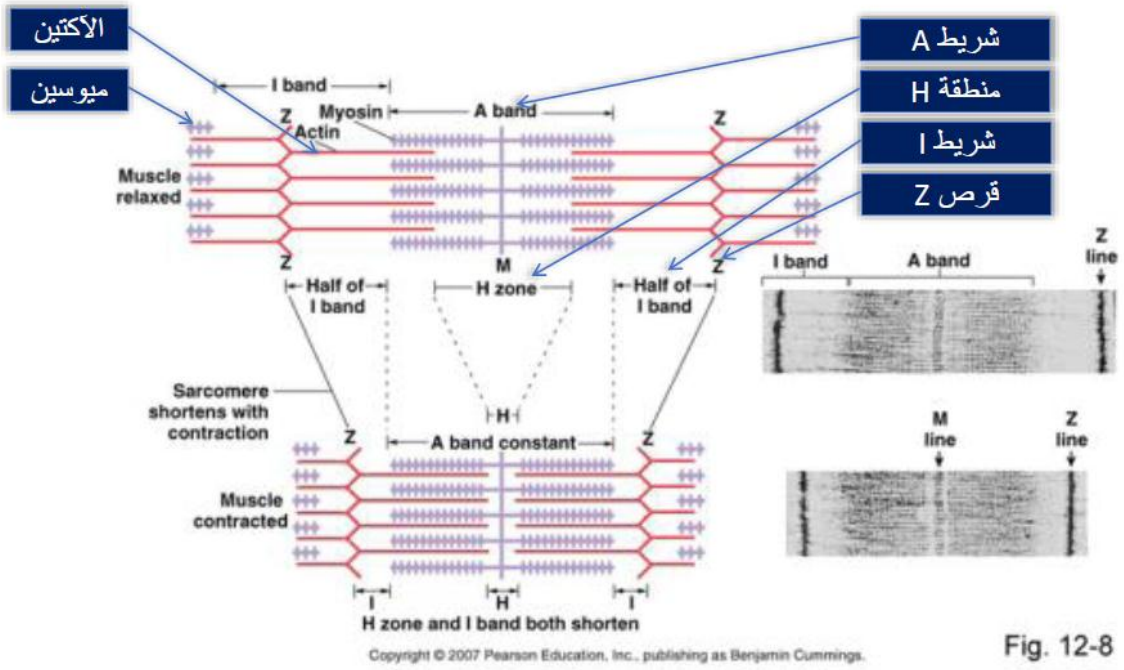
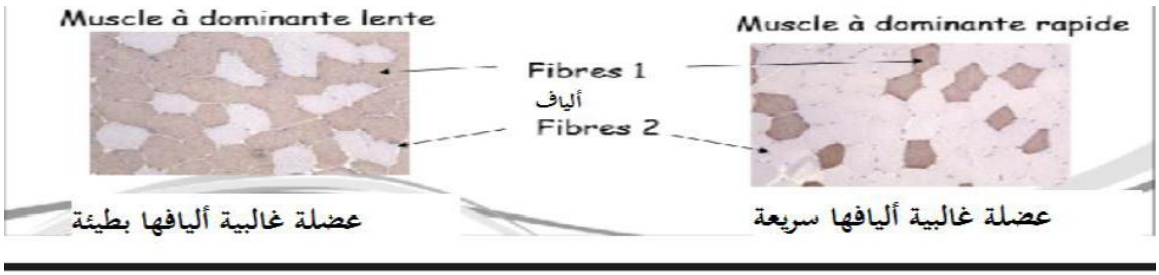
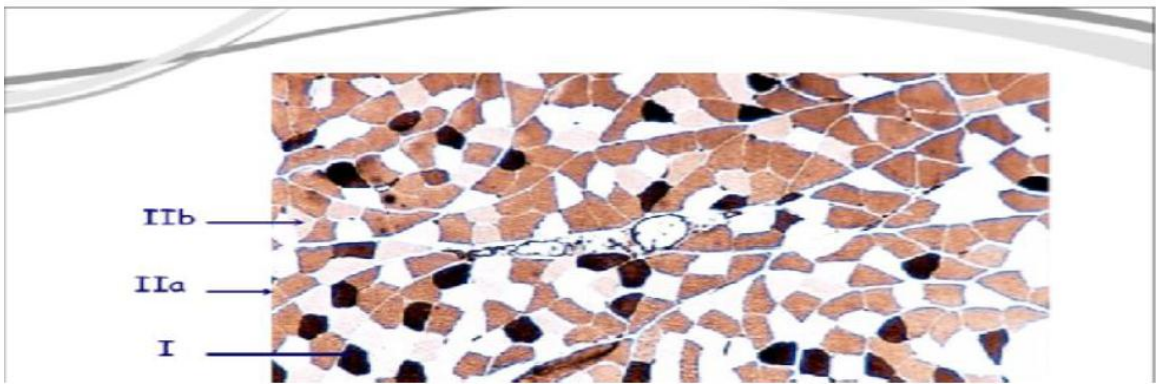


Fig. 12-8

أنواع الألياف العضلية

تحتوي عضلات الإنسان على نسب مختلفة من الألياف العضلية السريعة و البطيئة ، فالعضلات التي تستخدم في الأنشطة السريعة مثل القفز تحتوي نسبة عالية من الألياف السريعة ، بينما العضلات التي تقوم بعمل مستمر تحتوي على نسبة عالية من الألياف البطيئة تتشابه الالياف العضلية في خصائصها البنائية او التكوينية , ولكنها تختلف في خصائصها الوظيفية من حيث الكفاءة الهوائية واللاهوائية وعدد اجسام الميتوكوندريا وعدد الشعيرات الدموية , كذلك من حيث قوة الانقباض و كفاءة انتاج الطاقة ودرجة مقاومة التعب .وقد قام العلماء بتقسيم الالياف العضلية من حيث اللون إلى نوعين هما : الألياف البيضاء و الألياف الحمراء , وقام البعض الاخر بتقسيمها الى نوعين اخرى هما الالياف السريعة و الالياف البطيئة , اما في الوقت الحالي فان الالياف العضلية تنقسم الى ثلاثة أنواع هي :





*** الياف بطيئة مؤكسدة (حمراء type I أو(ST) :**

قطر أليافها صغيرة ، تتميز بانقباض بطيء (بطء انتقال السيالة العصبية) و قوة منخفضة ، لكنها مقاومة للتعب و مداومة، تحتوي على كمية قليلة من الجليكوجين، غنية بالميوجلوبين و الميتوكوندريا ، تمتلك كثافة عالية من الأوعية الدموية ، منبع هوائي لإنتاج الطاقة نتيجة النشاط العالي لأنزيمات الأيض الهوائي ، قابلية ضعيفة للتضخم تستغرق هذه الألياف بعد تنبيهها عصبيا 100 ملي ثانية للوصول إلى أقصى انقباض عضلي لها ملائمة للرياضات التي تتطلب عنصر المداومة (شدة ضعيفة إلى معتدلة) مثل سباقات المسافات الطويلة و الماراثون ، حيث تصل نسبتها حوالي 80% لدى هؤلاء الرياضيين ، نجدها بكثرة في عضلات المسؤولة عن القوام :عضلات العنق، الظهر، الساق(soléaire) تحتوي العضلة النعلية (soléaire) على نسبة عالية . الالياف البطيئة 75-90.%

*** الألياف السريعة جدا Type IIb:gi FF (Fast and Fatigable)gf (Fast Twich) FT (بيضاء)**

قطر أليافها 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 أليافها طويلة إذا نسبة كبيرة من الساركومير و بالتالي ملائمتها للسرعة تستغرق هذه الألياف بعد تنبيهها عصبيا 25 ملي ثانية للوصول إلى أقصى انقباض عضلي لها ملائمة للرياضات التي تتطلب عنصري السرعة و القدرة مثل سباقات المسافات القصيرة ، تتدخل في الانشطة ذات قوة انفجارية عالية مثل 40-60-100م ، الوثب و الدفع و رفع الاثقال ، حيث تصل نسبتها حوالي 75% لدى هؤلاء الرياضيين , (نجدها بكثرة في عضلات العضد و الكتف) ، تحتوي العضلة العضدية ذات الرؤوس الثلاث (triceps) على نسبة عالية من الألياف السريعة 60-80%.

*** الياف وسيطة سريعة مقاومة : (intermédiaire) ou type IIa FR(Fast and Résistant):**

حجم وسيط ، كمية متوسطة من الميوجلوبين ، إنتاج الطاقة بواسطة المنبع الهوائي و اللاهوائي. (نجدها بكثرة في عضلات الساق) تستغرق هذه الألياف بعد تنبيهها عصبيا 50 ملي ثانية للوصول

إلى أقصى انقباض عضلي لها تتدخل في الانشطة ذات شدة عالية مدة قصيرة مثل سباقات 200 - 400م. تشير الدراسات العلمية التي أجريت على العضلات أثناء الجهد البدني المرتفع الشدة إلى أن حمض اللين ينتج من قبل الألياف سريعة التقلص FT عبر التحلل اللاهوائي ليخرج منها و يذهب إلى الألياف العضلية البطيئة العاملة ST و يستخدم من قبلها كمصدر للطاقة الهوائية ، هذه العملية تسمى بعملية النقل المكوكي لحمض اللين بين الألياف العضلية السريعة المنتجة له) و البطيئة (المستخدمة له يؤدي التدريب البديي التحملي (الهوائي) إلى رفع كفاءة و فعالية الالياف العضلية البطيئة بينما يؤدي التدريب البدني العنيف و القصير الأمد إلى رفع كفاءة و فعالية الألياف العضلية السريعة.

الخصائص	الألياف البطيئة المؤكسدة	الألياف السريعة المؤكسدة	الألياف السريعة جدا الجلايكولية
	Type I	Type IIa	type IIL
قطر الليفة	اصغر	متوسط	كبير
احتوائها على الميوجلوبين	نسبة كبيرة	متوسطة	ضعيفة
احتوائها على الجليكوجين	نسبة ضعيفة	متوسطة	عالية
احتوائها على الميتوكندريا	وفيرة	متوسطة	محدودة
الشعيرات الدموية	وفيرة	متوسطة	محدودة
لون الألياف	حمراء	وردية	بيضاء
قدرة استخدام الأكسجين	عالية جدا	عالية	ضعيفة
محتوى مخزون الدهون	عالية- جدا	متوسطة	ضعيفة
مقاومة التعب	عالية جدا	عالية	ضعيفة

ندخلها أثناء التمرينات	الطويلة و المعتدلة	الطويلة ذات شدة عالية أو معتدلة	قصيرة ذات شدة عالية
سرعة الانقباضات	بطيئة 100 ملي ثانية	سريعة 50 ملي ثانية	سريعة جدا 25 ملي ثانية
السعة الهوائية	عالية	وسيطة	ضعيفة
السعة اللاهوائية	ضعيفة	وسيطة	عالية
سرعة تقلص العضلة	بطئ	سريعة	سريعة