

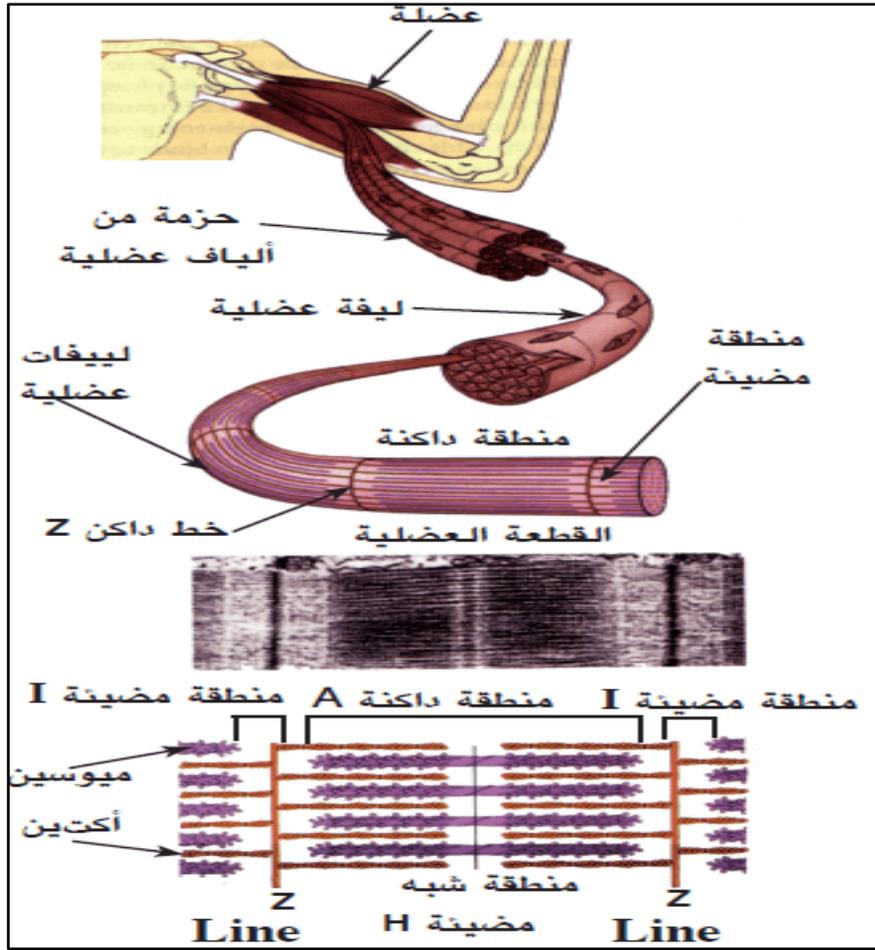
المحور (02): التكيفات الفيزيولوجية للجهاز العصبي العضلي والجهاز الهرموني

المحاضرة (03): الجهاز العضلي وتكيفاته للجهد البدني

1. الجهاز العضلي:

يحتوي الجسم على ثلاث أنواع من العضلات (العضلات الهيكلية والعضلات الملساء وعضلة القلب) وتعتبر العضلات المخططة (الهيكلية) عضلات ارادية مسؤولة عن الحركة من خلال الانقباضات العضلية التي تكون نتيجة للتنبيهات العصبية، وتقدر عدد العضلات الهيكلية في جسم الانسان بأكثر من 400 عضلة وهي تمثل من 25% الى 40% من وزن الجسم ويرجع سبب ذلك إلى الاختلاف في مستوى التدريب، وتضمن العضلة الوظائف الرئيسية للحركة والمتمثلة في تسيير وتوليد القوة حول حواف العظام من أجل تحفيز وتنشيط الحركات إضافة إلى إنتاج الطاقة الرئيسية للوقوف وإنتاج الحرارة اللازمة عند التعرض للبرودة، كذلك ضمان الحرارة الداخلية للجسم".

ويتكون النسيج العضلي أساسا من 75% ماء و20% بروتينات و5% املاح معدنية (Na^+ ، K^+) ومواد منحلة، ومن بين البروتينات النقلية للعضلة نجد الميوزين يشكل من (50 الى 55) والأكتين من (20 الى 25) والذي يعتبر غني بالـ **ATP** والتروبوميوزين مشكلا من (10 الى 15)، اما الساركوبلازم تمثل مجموعة من البروتينات والتي لها دور أساسي في عمليات الهدم وبالنسبة للإضافة إلى الميوجلوبين ومجموعة من الانزيمات والغلوكوز من (0.5% الى 1.5%) والدهون إلى 01% بحيث تكون متموضعة رئيسيا النسيج الضام للعضلة.



شكل (19): رسم تمثيلي للبنية المجهرية للليف العضلي

2. أنواع الألياف العضلية:

تتشابه الألياف العضلية في خصائصها التكوينية، وفي المقابل تختلف في خصائصها الفسيولوجية من حيث عدد الشعيرات الدموية، وعدد الميتوكوندريا، كذلك من حيث قوة الانقباض العضلي وكفاءة إنتاج الطاقة ودرجة مقاومة التعب، وقد تم التوصل إلى أن هناك صنفين من الألياف العضلية هي الألياف العضلية الحمراء (البطيئة) والألياف العضلية البيضاء (السريعة) والتي تحتوي على عضلات سريعة (أ)، سريعة (ب)، سريعة (ج) وفي الجدول الموالي مقارنة بين الألياف العضلية في الخصائص والتركيب:

الخصائص	النوع 1 (الحمراء - البطيئة)	النوع 2 (البيضاء - السريعة)
عدد الميتوكوندريا	أكثر	أقل
عدد الشعيرات الدموية	أكثر	أقل
ثلاثي فوسفات الأدينوزين	أقل	أكثر
الطاقة اللاهوائية	أقل	أكثر
أكسدة الاحماض الدهنية	أكبر	أقل
الأداء لفترات طويلة	أكثر	أقل
الأداء لفترات قصيرة	أقل	أكبر
مكونات الميغلوبين	أكثر	أقل
سرعة الاشارات العصبية	أقل	أكبر
زمن الانقباض العضلي	طويل	قصير
نسيج الساركوبلازم	أكبر	أقل
النظام الرئيسي لانتاج الطاقة	دائرة كريبس	حامض اللاكتيك
قطر الليفة العضلية	أقل	أكبر

3. تأثير التدريب الرياضي على الجهاز العضلي:

يتحدد تأثير التدريب الرياضي على الجهاز العضلي وفقا لطبيعة التدريب واتجاهه تدريب هوائي والذي يتمثل في تدريبات التحمل والتدريب اللاهوائي والذي يتمثل في تدريبات السرعة والقوة وتحمل السرعة وتحمل القوة.

1.3.3.1. تأثير التدريبات الهوائية على الجهاز العضلي:

- التأثير في الألياف العضلية البطيئة أكثر من الألياف العضلية السريعة
- زيادة عدد الشعيرات الدموية التي تمد كل ليفة عضلية.
- زيادة عدد وحجم الميتوكوندريا
- تحسن كفاءة العديد من انزيمات الأكسدة
- تحسين كفاءة نظم توصيل الأكسجين والذي يؤدي إلى تحسن نظام الاكسدة وتحسن التحمل.
- يزيد من مخزون الغليكوجين لألياف العضلات المدربة أكثر من العضلات غير المدربة

- زيادة في نظام الانزيمات المشاركة في أكسدة الدهون مما يجعل مستوى تحليل الأحماض الدهنية يزداد، وهو ما يؤدي إلى استخدام الدهون كأبي مصدر من مصادر انتاج الطاقة، ويعتبر احتياطيا للجليكوجين

2.3.3.1. تأثير التدريبات اللاهوائية:

تؤثر التمارين اللاهوائية كتمارين القوة إلى تغيرات في شكل ومكونات العضلة تتجلى أساسا في التضخم العضلي الذي يدل على زيادة حجم العضلة بسبب التغيرات التالية:

• تضخم الألياف العضلية (Hypertrophie des fibres musculaire):

إن التدريب الرياضي المرتفع الشدة للقوة يمكن أن يرفع بطريقة واضحة مساحة وعرض الألياف العضلية بحيث يحدث هذا التضخم بزيادة عدد الألياف العضلية وعدد خيوط الأكتين والميوزين و هذا ما يزيد من إمكانية تشكيل المعقد أكتين ميوزين و بالتالي الرفع من قوة النقل القصوى .
ينتج التضخم العضلي من تدريب القوة وهذا بزيادة تصنيع و تركيب البروتين في العضلة، وعند أداء التمرينات آليات تصنيع البروتين تنخفض و على العكس آليات الهدم ترتفع، تنعكس هذه العملية في فترات الراحة حيث يزداد تصنيع البروتينات، حيث يحدث تضخم الألياف العضلية في شكلين متزامنين:

- زيادة كثافة الألياف العضلية :

- ✓ يظهر من خلال زيادة عدد خيوط الأكتين و الميوزين بتصنيع متزايد للبروتينات التقلصية
- ✓ تتراكم الخيوط الجديدة في محيط اللييفات العضلية الموجودة
- ✓ زيادة عدد اللييفات في الليف العضلي وهذا ما يرفع من حجمه.

- زيادة المساحة المربعة للعضلة:

بعد 6 إلى 12 أسبوع، الألياف العضلية تتسع مساحتها وبذلك تتضخم العضلة. عدد الوحدات التقلصية (sarcomère) في اللييفات العضلية يرتفع في شكل سلسلة أو بطريقة متوازية على حسب الوحدة التقلصية الموجودة ، غير أن زيادة عدد الوحدات التقلصية بالتوازي يعتبر العامل الوحيد الذي يرفع من القوة القصوى، حيث أن تركيز اللييفات يرتفع مما يطور القدرة على تطبيق قوة أكبر وأكثر، أما بالنسبة لزيادة عدد الوحدات في شكل سلسلة يؤدي إلى تطوير السرعة .

• زيادة تضخم الساركوبلازم :

تحاط الألياف العضلية المخططة بغشاء رقيق مطاطي الذي يحتوي على الساركوبلازم الغنية بالماء بحيث تكون بشكل أحمر نظرا لوجود الميوقلوبين، الذي يرتفع حجمه مع متطلبات التدريب في وجود الميتوكوندري، يعمل التدريب الهوائي على تطوير الألياف العضلية الحمراء هذا يعمل على زيادة تركيز الميوقلوبين و تطور حجم الميتوكوندري، يأخذ هذا التطور في الحجم الساركوبلازم و هنا ما يجعلنا نتحدث عن تضخم الساركوبلازم .

• انقسام الألياف العضلية (Hyperplasie des fibres musculaires):

دلت بعض الدراسات لدى الحيوانات على حدوث عملية انقسام الألياف العضلية مما يؤدي إلى تضخم الحجم العضلي وهذا ما لوحظ في تجربة أجريت على القط بعد مدة من التدريب بشدة عالية حيث يعمل هذا القص على تحريك حمولة ثقيلة هذا ما سمح بتطوير ملاحظ للقوة مع انقسام بعض الألياف العضلية.

و في دراسة أخرى كشفت عملية الانقسام لدى الإنسان بعد مدة من التدريب الشاق للقوة والمرتفع الشدة، تم أخذ 12 شخص مع تدريب لمدة 12 أسبوع، أدى هذا التدريب إلى زيادة ملاحظة في عدد الألياف العضلية في اليد (**biceps brachial**) ، هذا يدل على حدوث عملية الانقسام ولكن لبعض الأشخاص فقط وفي ظروف تدريبية خاصة، حيث تعمل الخلايا المستكشفة والمتحركة على المشاركة في توليد ونسخ ألياف عضلية جديدة هذه الخلايا تنشط أثناء حدوث تمزقات عضلية متسلسلة، التي تنشط وتحفز بحيث تتكاثر وتهاجر نحو الأماكن المتضررة، بعد ذلك إما أن تنقسم مع اللييفات العضلية الموجودة أو تتحول إلى لييفات عضلية جديدة.