المحاضرة الخامسة

فيزيولوجيا الجهاز العضلي والعصبي

فسيولوجيا العضلات:

1- العضلات وسائل لتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة ميكانيكية.

2- العضلات تستجيب للتغيرات في المحيط الخارجي وبذلك يتلاءم 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:** هي عضلات حشويه Visceral غير مخططه ولا إرادية وتتميز بما يلي:

- الياف مغزلية تحوي نواة مركزية.
- خالية من التخطيطات العرضية الا انها تحوي تخطيطات طولية غير واضحة.
- لا ادرية ومزودة بألياف عصبية ذاتية ودية ونظير الودية
- تعد الاقل تخصصا Least specialazied
- لها ايقاعات بطيئة تقلصيه وانبساطية.

2-**العضلات القلبية:** 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.

2-لا إرادية مزودة بألياف 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: وهي عضلات مخططه وارادية وتمتاز بما يلي:

1-اليافها اسطوانية متعدد الانوية .

2-عضلات قوية وتتصل بالعظام.

3-مزودة بألياف عصبية جسمية.

4-تعد الاكثر تخصصا بين العضلات.

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

الالياف العضلية:

يتكون الليف العضلي 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 وتوجد في السايتوبلازم الالاف من التراكيب الخيطية التي يمكن رؤيتها بالمجهر بسهولة وتعرف باللييفات 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 ويتراوح 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 % .

أنواع التقلص العضلي

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: وفيه** لا يحدث تغيير في طول العضلة وانما يزداد الضغط او التوتر بداخلها كما هو الحال عند فشل العضلة في رفع ثقل معين.

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

اليه التقلص العضلي:

من الخصائص المعروفة للألياف العضلية الهيكلية هو انها تتميز بوجود اقراص باهته واخرى معتمة بالتبادل وتعرف المناطق الباهتة بالمناطق المتجانسة او (I – band) لأنها شفافة وذات انكسار ثنائي ضعيف فتسمح بمرور الضوء.

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

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

يتكون عند اتحاد الاكتين والميوسين مركب الاكتومايوسين 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 وأدى ذلك الى وضع العالم هوكسلي Huxley 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 إنقباض 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 لا تنقبض على الاطلاق.

انواع الالياف العضلية :

الالياف الحمراء او بطيئة الانقباض :

تنقبض بصورة ابطأ وهذا راجع للعدد القليل من العصبونات المتصل بها ، وهي الياف ذات حجم صغير تتميز باللون الاحمر لاحتوائها على الميوقلوبين ، عند قيامك بتمارين الجري او السباحة او التمارين الهوائية Métabolisme aerobie بشكل عام فان جسمك يوظف هذا النوع من الالياف لانها لا تجهد بسرعة اي انها لا تتاثر بالتكرارات ولكن تتاثر بالاثقال اي الشدة ، ياذن يمكننا القول ان التمارين ذات الشدة الخفيفة والتكرارات العالية مثل التمارين الهوائية ، يتم ادائها بواسطة الالياف بطيئة الانقباض ، سبب طول مدة تحمل الالياف البطيئة هو احتوائها على عدد كبير من الاوعية الدموية مما يسمح بوصول كمية اوكسجين كبيرة ، كما تحتوي على عدد كبير من الميتوكوندريا التي توفر الطاقة باستمرار للالياف البطيئة لا تستجيب للتمارين ذات الشدة العالية مثل تمارين كمال الاجسام ومن اهم اسباب ذلك هو صغر حجم الالياف بالاضافة الى ان نسبة كبيرة من الطاقة مصدرها الدهون وليس الجلايكوجين اغلبها ينتج عند وجود الاوكسيجن ، مما يعني جزيئات ATP كثيرة بالاضافة لعدم افراز حمض اللبن لذلك لا يشعر ممارسو رياضات الاجهاد عادة بالالام .

الالياف البيضاء او الياف سريعة الانقباض :

تسمى ايضا الياف بيضاء او الالياف من النوع الثاني ، وهي الياف ذات حجم كبير لديها القدرة على الانقباض بسرعة ويساعد في ذلك الشبكة السركوبلازمية الاكثر تطورا من نظيرتها في الالياف الحمراء حيث تقوم بتسريع وصول السيالة العصبية وترجمتها ثم الانقباض بسرعة يتم توظيف الالياف البيضاء من قبل الجسم عند القيام بحركات ذات شدة عالية مثل رفع الاثقال لكن لديها نقطة ضعف وهي ان مدة تحملها قصيرة وتتعب بسرعة ، السبب يعود لقلة الاوعية الدموية ولوجود عدد قليل من الميتوكوندريا كما ان الطاقة تأتي من الفوسفوكرياتين والجلكزة اللاهوائية الذي مصدرة الجلاكوجين المخزن في العضلات والكبد حيث ينتج في الاخير الكثير من حمض اللبن والقليل من ATP ولهذا تتعب العضلة بسرعة ويصبح بعد ذلك آلام .

الالياف الوردية :

وهي النوعا الثالث من الالياف العضلية وهي تجمع بعض خواص الالياف البيضاء والحمراء معا ، فلديها عدد كبر حجم الالياف مثل البيضاء اي امكانية تحمل شدة اكبر كما لديها

خاصية الايض الهوائي مثل الالياف الحمراء مما يعني قدرة اطول على التحمل ، توظف هذه الالياف في حركات تتطلب الجهد والشدة معا مثل السباحة .

التكيف العضلي للجهد البدني :

- نتيجة التدريبات تحدث تكيفات خاصة بايصال الدم الى العضلات العاملة وتتمثل في زيادة حجم الشعيرات الدموية في العضلات العاملة ، تفتح اكبر للشعيرات الدموية في العضلات العاملة ، توزيع الدم في العضلات بصورة اكثر فاعلية .
- تحسن كفاءة الخلايا العضلية في امتصاص الاوكسجين من الدم بالتالي تحسن عمليات التمثيل الغذائي داخل العضلات و سرعة انتاج الطاقة نتيجة لزيادة فاعلية الانزيمات المؤكسدة للمواد الغذائية المخزنة في الخلايا العضلية ، حيث ان التطور يحدث في انزيمات دورة كريبس ، يتبعها زيادة في تاكسدات الالياف العضلية السريعة ، زيادة في الشعيرات الدموية ، زيادة في الاستهلاك الاقصى للاوكسجين ، زيادة بسيطة في حجم الالياف العضلية البطيئة .
- زيادة عدد وحجم بيوت الطاقة (الميتوكوندريا) في الخلايا العضلية .
- زيادة في حجم الليفات العضلية .
- زيادة كمية الميوزين الكلية .
- زيادة في القوة العضلية وتحملها .
- زيادة القدرة الاوكسوجينية بسبب زيادة في فاعلية انزيمات التأكسد الهوائي .
- زيادة تركيز الميوقلوبين الذي يوصل الاوكسجين الى الميتوكوندري وبزيادته يزيد ادخال الاوسجين وبالتالي زيادة انتاج الطاقة .
- زيادة جلاكوجين العضلة .
- زيادة في تخزين واستخدام الدهون في العضلة والمحافظة على الجليكوجين .
- زيادة القدرة على استخدام الدهون .

فيزيولوجيا لجهاز العصبي :

ما الفرق بين الجهاز العصبي الودي واللاودي؟

يُكمّل الجهاز العصبي الودي الجهاز العصبي اللاودي، إذ يعملان بصورة متكاملة على الرغم من أن ردود الفعل الناتجة عنهما تكون متعاكسة تمامًا، ويمكن توضيح الفرق بينهما كالآتي:

الجهاز العصبي الودي :

يُنظم الجهاز العصبي الودي جزء من العمليات اللاإرادية في الجسم؛ إذ يُهيئ الجسم ويثبط بعض العمليات غير الضرورية خاصةً عند تعرض الجسم للخطر.

الجهاز العصبي اللاودي:

يحافظ هذا الجهاز على نشاط الجسم بعد انتهاء مرحلة الخطر التي تعرض لها، كما يُساعده على الاسترخاء، وتُعرف هذه المرحلة أيضًا بمرحلة الراحة والهضم.

هل تختلف المناطق التي تتأثر بالجهاز العصبي الودي واللاودي؟

بعض الشيء، وتشمل المناطق الرئيسية التي تتأثر بالجهاز العصبي الودي ما يأتي:

1_ الرئتان. 2_القلب. 3_ الغدد العرقية. 4_ العضلات الملساء. 4_ الغدد اللعابية.

بينما تشمل المناطق الرئيسية التي تتأثر بالجهاز العصبي اللاودي ما يأتي:

1_ الرئتان. 2 _ القلب. 3_ المثانة. 4_ المعدة.

هل يختلف تأثير الجهاز العصبي الودي واللاودي في أعضاء الجسم؟

نعم، يختلف تأثير كل من الجهاز العصبي الودي واللاودي في أعضاء الجسم المختلفة كالآتي:

الجهاز العصبي الودي

عندما ينشط الجهاز العصبي الودي في الجسم يُسبب التأثيرات الآتية:

- اتساع حدقة العين.
- يقلل إفراز اللعاب من الغدد اللعابية.
- يُبطئ عملية الهضم نظرًا لأنّه يقلل من حركة المعدة.
- يقلل عملية التبول.
- يزيد معدل نبضات القلب.
- يُوسع القصبات الهوائية لتزداد سرعة التنفس.

الجهاز العصبي اللاودي

عندما ينشط الجهاز العصبي اللاودي في الجسم يُسبب التأثيرات الآتية:

- تضيق حدقة العين.
- يزيد إفراز اللعاب من الغدد اللعابية
- يُسرع عملية الهضم نظرًا لأنه يزيد من حركة المعدة.
- يُحفز المثانة على التخلص من البول نظرًا لأنّه يزيد من انقباض المثانة.
- يقلل معدل نبضات القلب.
- يُضيق القصبات الهوائية مما يقلل من سرعة التنفس.

هل تختلف سرعة الاستجابة للمؤثرات بين الجهاز العصبي الودي و اللاودي؟

نعم تختلف؛ فالجهاز العصبي الودي يستجيب للمؤثرات الخارجية بشكل أسرع مقارنة بالجهاز العصبي اللاودي.