

## الجهاز العضلي

يتألف الجهاز العضلي من مجموعة من العضلات التي تشكل في مجموعها العام أكثر من (٦٠٠) عضلة أروادية والتي تشكل من (٤٠-٤٥) % من وزن الجسم وما يقارب (١٥) % عضلات ملساء لا ارادية اذ يشكل الجهاز العضلي ما يقارب من (٥٠-٦٠) % من وزن الجسم الكلي .

### \*أنواع العضلات : تتألف العضلات من الأنواع الآتية :

**١- العضلات الإرادية المخططة :** سميت بهذا الاسم لأنها مخططة طوليا وعرضيا اذ تظهر تحت المكروسكوب بهذا الوصف ، وسميت ارادية لأنها تنقبض اراديا من الكائن الحي .

وسميت هيكلية لأنها تتصل بعظام الجسم وهي مسؤولة عن حركة الجسم وشكله وهيكله ، أما شكلها فهي مفلطحة مثل العضلة الظهرية أو اسطوانية طويلة مثل العضلة الخياطية أو مغزلية مثل العضلة الصدرية ، للعضلة طرفان المنشيء والمدغم (( البداية وتر المنشيء ، النهاية وتر المدغم )) هذه الاوتار تكون لها أشكال مختلفة (( مبرومة ، مبططة وحسب وضع العضلة بالجسم وحسب العمل الذي تؤديه .

### **٢- العضلات الملساء غير الإرادية :** تتكون من ألياف مغزلية

الشكل ولا يظهر بها التخطيط تدخل في تكوين جدران الاوعية الدموية ، الاوعية اللمفاوية ، جميع أحشاء الجسم مثل الجهاز الهضمي ، بعض أجزاء العين ، جذور الشعر ، الأجزاء الداخلية من المثانة ..... الخ . يتحكم في هذه العضلات الجهاز العصبي الذاتي دون ارادة الانسان .

**٣-عضلة القلب :** وهي عضلة ارادية مخططة من حيث التركيب وملساء لارادية من حيث العمل وخلاياها قصيرة ومتصلة بعضها ببعض بروتوبلازميا ولذلك نجدها تتفاعل فسيولوجيا كما لو كانت خلية واحدة .

**\*التركيب الكيميائي للعضلات الارادية :** تتألف العضلات الارادية من :

( ٧٥% ماء + ٢٠% بروتين + ٣% دهون + ١% كربوهيدرات + ١% أملاح )

ويتركب بروتين العضلة من (( المايوسين ، الاكتين ، التروبومايوسين ، التروبونين ))

أما العناصر المعدنية المهمة في السوائل خارج وداخل الليفة العضلية الارادية هما (( الكالسيوم ، البوتاسيوم )) اذ تشكل نسبة الصوديوم (٣-١٥) خارج الخلية ونسبة البوتاسيوم (٢٠-٥٠) من كميته داخل الخلية وعليه نتيجة لهذا التوزيع غير المتساوي للأيونات خارج وداخل الخلايا كانت هناك شحنتان موجبة خارج غشاء الخلية يمثلها الصوديوم وسالبة داخل الخلية يمثلها البوتاسيوم .

**\*خصائص النسيج العضلي :**

١-القدرة على الانقباض والارتخاء وبالتالي القصر والطول وهذا يؤدي الى زيادة حجم النسيج العضلي مما ينتج عنه زيادة في المقطع الفسيولوجي للعضلة ، ويتم ذلك من خلال التدريب وخاصة بالاثقال ، وتقصر العضلة من طولها نتيجة اقتراب الاندغام من المنشيء مما يعمل على تحريك عظام معينة في اتجاه عظام أخرى وبذلك تحدث الحركة في المفصل .

٢- القدرة على الاستثارة أو تقبل الاستثارة أي القدرة على الاستجابة للمثيرات أو التنبهات المختلفة سواء بطريقة ميكانيكية ، كهربائية ، حرارية .

١- القدرة على زيادة الطول بمعنى تميّز النسيج العضلي بالمطاطية ، اذ يمكن أن تنقبض الى ١ / ٢ طولها ثم تمتد الى ضعف طولها .

**\*أنواع عمل العضلات :** هناك العديد من الاعمال للعضلات الموجودة في جسم الانسان وهي كما يأتي :

١- **العضلات العاملة :** وهي العضلات المسؤولة التي تقوم بالعمل العضلي الفعلي أو الاداء والذي ينتج عنه الانقباض سواء المتحرك أو الثابت .

٢- **العضلات المعاكسة :** وهي العضلات التي تكون بالاتجاه المعاكس (( المضاد )) للعضلات العاملة وتكون في حالة انبساط عند عمل العضلات العاملة .

٣- **العضلات المثبتة :** ووظيفتها تثبيت المفصل عند اداء الحركة وبالاتجاه والوضع الذي يخدم الحركة وجمالها وانسيابيتها .

٤- **العضلات المساعدة :** وهي العضلات التي تعمل بصورة جزئية أو بسيطة عند اداء الحركة الفعلية فهي تنقبض نتيجة لاشتراكها ضمن المدى الحركي للمفصل الذي تتمفصل عليه .

**\*أعضاء الحس بالعضلة :**

أ- **المغازل العضلية :** ويتم استثارة هذه الاعضاء الحسية عن طريق الشد العضلي وبناءا على درجة الشد الواقعة على العضلة تقوم المغازل بأرسال معلومات عن درجة القوة أو

الشدة المطلوبة من حيث عدد الوحدات الحركية (( وهي أعضاء منشطة )) .

**ب- أجسام كولوجي الوترية :** وهي أعضاء حسية أيضا لكنها تقوم بدور يختلف تماما عن الدور الذي تقوم به المغازل العضلية اذ تقوم هذه الاجسام بكف العمل اذا كانت خطورة على العضلة نتيجة لزيادة درجة المقاومة (( وهي أعضاء مثبتة )) .

### \*أنواع الانقباض العضلي :

**١- الانقباض المركزي :** وهو الانقباض الذي يتم فيه انقباض العضلة نحو مركزها عن طريق التغير في طول الليف العضلي (( تقصير)) وهو انقباض متحرك .

**١- الانقباض اللامركزي :** وهو عكس الانقباض الاول من حيث الاتجاه ويحدث عكس اتجاه مركز العضلة ، أي باتجاه المنشئ والمدغم للعضلة ويحدث فيه (( تطويل)) العضلة مثل حركة النزول في تمرين الكيل للذراعين .

**٢- الانقباض الايزوكونتك :** ويتم على المدى الكامل للحركة ويأخذ الشكل الصحي للاداء في الحركات الفنية التخصصية مع وجود مقاومة مثل حركة الشد في السباحة ، التجديف .

**٣- الانقباض البلايومتري :** ويحدث هذا الانقباض في اتجاهين مختلفين متعاكسين اذ يكون الاتجاه الاول عكس المركز (( لامركزي )) يعقبه فترة سكون ثم يتم الانقباض الآخر باتجاه المركز ((مركزي )) مثل حركة القفز على الموانع ، أو الضرب بالقدم للكرة .

**٤- الانقباض الثابت :** وهو الانقباض الذي يتم بدون أية حركة للمفصل ويتم فيه الاداء عند زاوية معينة مثل دفع جدار أو الثبات في وضع الانثناء النصفى ( ١ / ٢ دبني ) ..... الخ .

**\*فسيولوجيا الليف العضلي :** تتكون العضلة من مجموعة خيوط وتعني (( الالياف )) و عليه يمكن أن توضح أن العضلة تتكون من ما يأتي :-

← - عضلة ← خيوط ( ألياف ) ← خلية ← خيوط ( لويفات  
( خيوط ( تراكيب انقباضية ) وتنقسم تراكيب  
انقباضية سميقة و تراكيب انقباضية رفيعة هي ( مايوسين ،  
اكتين ) .

-ان العضلة تتكون أيضا من مجموعة من الخيوط أو (( اللويفات  
( وهذه الخيوط تتكون أيضا من مجموعة خيوط أخرى تسمى  
( ( الساركومير )) وهي عبارة عن تراكيب انقباضية سميقة  
( (مايوسين )) و تراكيب بروتينية أنقباضية رفيعة (( الاكتين )) .

هناك علاقة هندسية تركيبية بينهما اذ يتوسط المايوسين هذه  
العلاقة ويكون على جانبيه تمتد التراكيب الانقباضية الرفيعة  
( (الكتين)) التي تقترب من بعضها البعض مكونة الخط الزتي  
( ( Z )) وهي كلمة لاتينية ، ان جميع هذه اللويفات تسبح في  
السايتوبلازم .

هذا الشكل الانبساطي (( علاقة هندسية طولية ))

• ان التركيب الانقباضي السميك يتكون من بروتين يدعى المايوسين وان كل تركيب انقباضي يحتوي على (٢٥٠) مايوسين :

ماهو المايوسين : يشبه عصا الكولف ويتكون من رأس وذيل اذ يتكون من (٢٥٠) رأس و(٢٥٠) ذيل ، وهذه الذبول تجمع عم بعضها وتبرم على شكل ضفيرة ، ان وظيفة الذيل هي للتثبيت مما يسمح للرأس بالتحرك ، أما راس المايوسين فيتميز بخاصتين :

أ- خاصية أنزيمية : وهي قدرته على تحليل (( A T P )) بمساعدة الانزيم ويكون في جزء منه تركيبيا انزيم (( ATP ase )) .

ب- خاصية حركية : وهو قدرته الى الانتقال من منطقة الى منطقة أخرى وهي غير ظاهرة بالعين المجردة .

\* التركيب الانقباضي الرفيع : وهو عبارة عن بروتين في معظمه من الاكتين وكذلك يحتوي على ((٤)) بروتينات تنظيمية وهي :

←  
أ- الثروبومايوسين شريطي

ت- الثروبونين ويتألف من ((٣)) وحدات ثانوية هي :

←  
-ثروبونين T حلقي يعمل مع الثروبومايوسين (( يقوم بوظيفة ربط  
الوحدات الثانوية مع ثرايومايوسين )) .

←  
-ثروبونين C حلقي يعمل مع الكالسيوم  $Ca^{++}$  (( وهي بداية عملية  
التقلص العضلي ))

←  
-ثروبونين I حلقي يعمل كإكبح أو مثبط (( يمنع اتحاد مايوسين مع  
أكتين أثناء الانبساط )) .

ان كل (٧) حلقات يغطيها شريط ثروبومايوسين عند نهايتها نجد (( T . C . I .  
)) .

اذ يتألف كل خيط من ((٣٠٠-٤٠٠)) جزيئة أكتين ، ((٤٠-٦٠)) جزيئة  
ثروبومايوسين ، أما جزيئات ثروبومايوسين وعليه :-

١- خلال الراحة : يغطي الثروبومايوسين الشريطي حلقات الاكتين بمساعدة  
الثروبونين مانعا الاتصال بين رأس المايوسين وحلقات الاكتين .

٢- خلال الجهد : لحصول الاتصال بين رأس المايوسين وحلقة الاكتين  
يتوجب :

أ- وجود الكاسيوم  $Ca^{++}$  المخزون في منطقة خاصة تسمى (( الشبكة الساركوبلازمية )) حيث يتم تجمعها خلال الراحة مقللة بذلك تركيزه في السايوبلازم ومحركة أياه عند الانقباض .

ب- يتحد الكالسيوم  $Ca^{++}$  مع ثروبونين C منشطا أياه على العمل اذ ان عمل ثروبونين C هو تنشيط ثروبونين T على الاتحاد مع الثرومايوسين .

ث- اتحاد ثروبونين T مع ثرومايوسين يزيل تأثير ثروبونين I (( المانع )) ويسحب الشريط الثرومايوسيني كاشفا بذلك حلقات الاكتين الى رؤوس المايوسين .

ج- يحدث الاتصال بين رأس المايوسين وحلقة الاكتين والحركة تتم بانزلاق الاكتين على المايوسين محركة طاقة ATP .

### •وعليه يحدث التقلص العضلي اذا توفرت كل من :-

-الاكتوميوسين - (( أكتين + مايوسين )) .

- ATP - (( ثلاثي فوسفات الاديتوسين )) .

-  $Mg^{++}$  - (( المنغنيز )) .

أما بقية محتويات الليف العضلي فلها وظيفة واحدة وهي تزويد الطاقة الضرورية لعملية التقلص على شكل جزيئات ATP .

### وعليه يمكن أن نقول ان خلاصة ما ذكر هو :-

١- ان الجهاز التقلصي في الليف العضلي هو التراكيب الانقباضية السميكة ((

مايوسين )) والتراكيب الانقباضية الرفيعة (( الاكتين )) .

٢- يحتاج التقلص الى  $Mg^{++}$  ,  $Ca^{++}$  .

٣- يقوم المايوسين نفسه بتحويل ATP الى ADP (( أي ان لهذا البروتين صفة (ATP ase) (( خاصة أنزيمية )) .

٤- ان ATP هو اساسي (( ضروري )) لعملية التقلص اذ يتحول الى , ADP . Pi

٥- يحدث التقلص نتيجة انزلاق الخيوط السميكة على الرقيقة .

### • آلية حدوث الانقباض العضلي :

تحدث عملية الانقباض العضلي تبعا للنظرية الانزلاقية سابقة الذكر اذ تنزلق فتائل الاكتين الحلقيه على خيوط المايوسين ، المئات من الاكتين في (١) ثانية لتتقارب مع بعضها البعض خلال المسافات البينية لاجزاء فتائل المايوسين (( المنطقة العارية )) ويحدث ذلك بمساعدة ما يسمى (( بالجسور المستعرضة )) اذ ان دور هذه الجسور يؤدي الى قوة ميكانيكية وهو عبارة عن عملية اتحاد وفك الاتحاد ما بين المايوسين والاكتين وفي كل عملية اتحاد وفك نخسر (١) جزيئة ATP وتكون السرعة متباعدة ما بين الليف الابيض والاحمر ، وعليه لاداء أية فعل ميكانيكي يجب أن تكون (( سرعة تكرار )) دورة الجسور المستعرضة موازية للفعل الميكانيكي المنجز ففي حالة :-

أ- تستوي زيادة سرعة تكرار دورة الجسور المستعرضة مع الفعل الميكانيكي يكون التقلص ثابت .

ب- في حالة زيادة سرعة تكرار دورة الجسور المستعرضة مع الفعل الميكانيكي يكون التقلص متحرك .

وعليه تحدث عملية الانقباض العضلي نتيجة التغيرات الآتية :-

١- التغيرات العصبية : وهي عبارة عن تغيرات عدة ناتجة من الدماغ تقوم بايصال الاشارة العصبية الصادرة من الجهاز العصبي لاثارة ألياف عضلية معينة لاداء الانقباض .

٢- التغيرات الكهربائية : وتتمثل في ازالة الاستقطاب (( فرق الجهد ))  
لجدار الخلية والذي يكون من (( -٩٠ الى +٣٠ )) ويسمى فرق جهد  
الحركة والذي يؤدي الى ظهور الكالسيوم  $Ca^{++}$  من الشبكة  
الساكوبلازمية والذي قد تجمع أثناء فترة الراحة .  
العتبة التحفيزية (( الفارقة )) / وهي الحد الادنى للتنبيه العصبي الذي

٩٠-

تستجيب له الليفة العضلية بالانقباض ، ولا تستجيب الليفة اذا كانت

٨٠-

درجة التنبيه أقل من مستوى هذه العتبة .

٧٠-

٦٠-

٥٠-

٤٠-

٣٠-

٢٠-

١٠-

صفر

١٠ +



العتبة التحفيزية

٢٠ +

٣- التغيرات الكيميائية : ويعبر عنها بأفراز مادة (( الاستيل كولين )) من

النهايات العصبية عند وصول الإشارة إليها (( عند وصول الإيعاز الى الصفيحة العصبية النهائية )) وهي نقطة التقاء العصبون بالليف العضلي ، اذ ان استجابة الليف العضلي تحدث عن طريق هذا المركب الذي يخزن في حويصلات خاصة تتجمع في النهاية العصبية للعصبون (( أي عند نهاية المحور )) الذي ينتقل سريعا باتجاه الساركوليم ليتحد مع مستقبلات خاصة مبنية مع غشاء الساركوليم وفي الصفيحة العصبية النهائية فقط ، هذا الاتحاد يؤدي الى فتح منافذ للصدوديوم للدخول الى داخل الليف العضلي وخروج الكالسيوم وازالة الاستقطاب وبوجود الانزيم المحلل للمركب أستيل كولين ( . كولين ايسترايس )) ان سرعة انتقال السيل العصبي عبر الصفيحة العصبية النهائية يقدر (( ١ م / ثا )) وبمسافة طولها (( ٠ ، ٥ مايكرومتر )) تخيل سرعة هذا السيل .

٤- التغيرات الحرارية : التي تتم بواسطة فاعلية الكالسيوم في ايقاف نشاط

انزيم ثروبونين I الكابح وبالتالي تحرير انزيم ATP ase من رأس المايوسين وبمساعدة انشطار ATP الى ADP وطاقة كخاصية أنزيمية لرأس المايوسين الذي ينتج عنه الحركة .

حرارية



ميكانيكية

%25-30

### ٥- التغيرات الميكانيكية : وتتمثل بالفعل الميكانيكي لاداء الحركة من خلال

النظرية الانزلاقية سالفة الذكر ، التي تنقسم الى المراحل الاتية :-

#### أ- المرحلة الاولى : (( وتسمى المرحلة الحاملة ، وهي المرحلة التي تلي الاثارة

وفيه لا تتغير العضلة في شكلها ، وتختلف مدة هذه المرحلة حسب نوع

العضلة ، فالعضلات سريعة تعمل لها مرحلة حاملة قصيرة مثل عضلة

العين على العكس من العضلات البطيئة فلها مرحلة حاملة طويلة .

#### ب- المرحلة الثانية : (( مرحلة الانقباض )) في هذه المرحلة يحدث اختلاف

في تنظيم جزئيات الالياف العضلية مما يجعلها تنقبض ، ونتيجة لذلك

تقصر هذه الالياف ، تختلف هذه المرحلة من عضلة الى أخرى اذ تأخذ

بعض العضلات وقت قصير لتصل الى كامل انقباضها وبعضها تأخذ وقتا

طويلا .

#### ت- المرحلة الثالثة : (( مرحلة الارتخاء )) في هذه المرحلة تعود الالياف الى

وضعها قبل الانقباض نتيجة اعادة تنظيم جزئيات هذه الالياف .

• تأثير أكثر من تنبيه على العضلة : يختلف هذا التأثير حسب ما يأتي :-  
١- عدد هذه التنبيهات .

٢- فترة ارسال هذه التنبيهات (( سرعة ارسال هذه التنبيهات )) .

### مثال /

- اذا نبهت العضلة باشارة واحدة فأنها تنقبض وتنبسط .
- أما اذا نبهت باشارة ثانية تبعت الاشارة الاولى بحيث تقع في المرحلة الخاملة فأن الاشارة الثانية لن يكون لها تأثير .
- أما اذا نبهت باشارة ثانية تبعت الاشارة الاولى في مرحلة الانقباض لزدادت من انقباض العضلة .
- أما اذا نبهت بأشارة ثانية تبعت الاشارة الاولى في مرحلة الانبساط لا تنقبض العضلة مرة أخرى .

• أما اذا وصل الى العضلة أكثر من اشارتين : فأن تجاوز العضلة سيتوقف على سرعة ارسالها وعددها وكما يأتي :-

- اذا جاءت الاشارة الواحدة تلو الاخرى لتقع في مرحلة الانقباض للاشارة السابقة فأن العضلة تبقى منقبضة طالما يتوالى ورود هذه الاشارات ويسمى ذلك بالانقباض العضلي (( المندمج الكامل )) ويتميز هذه النوع من الانقباض بشدته .

-أما اذا وردت هذه الاشارات في مرحلة الانبساط للاشارة السابقة فأن العضلة سيتكرر انقباضها بعدد مرات ارسال هذه الاشارات ويسمى ذلك بالانقباض العضلي (( المندمج غير الكامل )) .

-أما اذا وصلت هذه الاشارات بسرعة كبيرة ودفعت في المرحلة الحاملة للاشارة السابقة لها فيحدث انقباض واحد فقط .

\* ملاحظة مهمة : لا تقلص العضلة بعد وصول الایعاز العصبي الا بعد فترة زمنية قصيرة (كمون)

تتراوح (( ١٠ )) ملي ثانية تعزى هذه الفترة للاسباب الاتية :-

١ - الفترة الزمنية اللازمة لوصول الایعاز العصبي من موقع التحفيز على العصب الى الصفيحة العصبية (( اتصال العصبون بالليف )) ( الوصلة العضلية - العصبية ) .

٢ - الفترة الضرورية لافراز وانتشار مادة الاستيل كولين من نهاية الليف العصبي الى سطح الليف العضلي أي لعبور الفجوة في الوصلة العضلية العصبية .

٣ - الفترة الزمنية الكائنة بين زوال الاستقطاب في الساركوليمما وحدوث عملية التقلص في اللويحات العضلية (( فترة الخمول الحقيقية )) .

٤ - الوقت اللازم للتغلب على زخم العضلة والاحتكاك ، ويدعى هذا الدور بفترة التقلص والذي يستغرق حوالي (( ٤٠ )) ملي ثانية تعقب فترة التقلص فترة ارتخاء تستغرق (( ٥٠ )) ملي ثانية .

• التكزز : هو حالة من الجمع الزماني لا يستعمل فيه حافزان متتاليان وانما عدد كبير من الحوافز المتتالية المتساوية في القوة وبصورة سريعة ، لذا فإن تأثيرها على الالياف العضلية يضم الى بعضها البعض ويظهر ذلك على شكل تقلص مستمر ، ان قوة التكزز (( ٣-٥ )) أضعاف قوة التقلص لحافز منفرد من نفس القوة .

• الاعياء : هو التحفيز المستمر للعضلة لفترة من الزمن ، لذا فأن العضلة سرعان ما تعجز عن القيام بالتقلص الناعم بالرغم من استمرار التحفيز ، وقد يزداد الاعياء بعد ترك العضلة لفترة من الزمن بدون تحفيز .

### • أسباب الاعياء :

- تراكم حامض اللاكتيك في الالياف العضلية .
  - نقصان الكلايكونجين والكلوكوز .
  - نفاذ المركبات الفوسفاتية العالية ATP .
  - نقصان الاوكسجين .
  - نفاذ الاستيل كولين عند الاندماج العضلي العصبي .
- ملاحظة : ان مصدر التقلص من حيث الطاقة هو ( ١% كلايكونجين + ٥ ، ٠% CP + ٢٥ ، ٠% ATP اذ ان هذه المواد الثلاثة هي مصدر الطاقة لعملية التقلص العضلي .

### • المبادئ الاساسية التي تحكم الانقباض العضلي :

- ١- الليفة العضلية تنقبض بكاملها أو لاتنقبض نهائيا ، وذلك تبعا للقانون الفسيولوجي المعروف ((الكل أو العدم)) .
- ٢- تنقبض الالياف العضلية نتيجة وصول مثير عصبي معين اليها وتتوقف قوة الانقباض على قوة المثير العصبي نفسه وعلى عدد الالياف العضلية المنقبضة .
- ٣- يمكن أن يحدث انقباض في بعض الالياف العضلية الواحدة دون أن يحدث في البعض الاخر وهذا المبدأ يسمى مبدأ التناوب بالعمل وخصوصا عند تدريب مطاولة القوة أو المطاولة .

٤- قوة العضلة تساوي مساحة مقطعها ، لان انتاج القوة أما ان يكون من خلال التكيف النوعي للجهاز العصبي أو من خلال التضخم العضلي (( زيادة المقطع الفسيولوجي لليف العضلي )) .

٥- ترتفع قوة الانقباض نتيجة قلة لزوجة العضلة وهذا ما يؤكد أهمية تمارين الاحماء .

٦- قوة الانقباض العضلي تكون أكبر كلما كانت العضلة قريبة من طولها الطبيعي أي الانقباض المتحرك .

٧- العضلة تعمل للشد وليس للدفع .

### • الوحدة الحركية :

-هي عبارة عن ليفة عصبية والالياف العضلية المتصلة بها .

-مفهوم وظيفي يربط عمل جهازين مختلفي التركيب والوظيفة هما (( الجهاز العصبي والجهاز العضلي )) .

هي الوحدات الوظيفية التي تتكون من عصبون رئيسي حركي محيطي من النوع (( ألفا ))

والالياف العضلية التي تعصب من قبل تفرعات ذلك العصبون .

ان العصب الحركي لا يغذي ألياف عضلية متقاربة في العضلة ، وانما يغذي أليافا عضلية منتشرة وذلك لكي يساعد على انقباض العضلة ككل في حالة ورود اشارة عصبية الى مجموعات قليلة من الالياف ، كما وان لكل ليف يجب أن يكون هناك تعصب أو فرع عصبي ، ان العضلة تحتوي على عدد من الوحدات الحركية ممكن أن يصل (( ١ : ٤-٥ )) أو (( ١ : ١٥٠ )) أو (( ١ : ١٠٠٠ )) اذ يختلف عدد الوحدات الحركية بين عضلة وأخرى وبين شخص وآخر وبين الشخص نفسه .

-العصب / هو عبارة عن مجموعة من المحاور .

-السيال العصبي /يتم انتقاله على شكل قفزات .  
-جسم الخلية / تستلم المعلومات من التفرعات  
الشجيرية .

-طبقة التفرعات الشجيرية / نقل السيالات الى  
جسم الخلية .

-جسم الخلية / يحلل ويصدر أمر .

وظيفة المحور / هو نقل السيال بعيدا عن جسم  
الخلية .

-لكل خلية محور واحد .

حجم جسم الخلية وسمك الطبقة الدهنية يتناسب  
طرديا مع سرعة انتقال السيال العصبي .

•يوجد تقريبا (( ٢٥ ، ٠ )) بليون ليفة عضلة مستقلة وهي تشكل العمل الرئيسي  
بالجهاز العضلي.

• يوجد حوالي ((٤٢٠)) ألف ليفة عصبية تدخل العضلات (٠ اللويفات العضلية  
(( تقوم بتغذية أليافها وتنتشر بداخلها على كل الالياف العضلية وتسمى عند  
ذلك بالوحدة الحركية .

مثال / عضلات العين تتكون من عدد كبير من اللويفات العضلية ويغذيها  
عصب حركي واحد.



العضلة ذات الثلاث رؤوس تتكون من أكثر من (١٥٠) ليفة عضلية  
يغذيها عصب حركي واحد .

•أنواع الوحدات الحركية : الوحدات الحركية على نوعين :

١- الوحدات الحركية البطيئة (( الحمراء )) (( SO ))

٢-الوحدات الحركية السريعة (( البيضاء )) وتنقسم السريعة الى :

أ- سريعة كلايكونية تاكسدية (( FOG ))

ب- سريعة كلايكونية (( FG ))

ج- فائقة السرعة كلايكونية (( FG<sub>2</sub> ))

• نوع الحركة

• بداية التحفيز س / م ، %

• نهاية التحفيز (( شدة السبال القصوى ))

SO = 10 .18	→
25	
FOG = 15 .38	→
35	
FG = 20 .62	→
45	
FG 2 = 30	→
.90 65	

### ملاحظات :

- ١- جميع الوحدات الحركية تعمل معا في آن واحد .
  - ٢- ان العضلة مكونة من عدد من الوحدات الحركية .
  - ٣- تزداد القوة مع زيادة عدد الوحدات الحركية العاملة .
  - ٤- ان لليف العضلي قوة واحدة فقط مهما كان التحفيز .
  - ٥- ان المميزات والخواص الميكانيكية والمورفولوجية هي من خصوصية العصبون المحفز اذ :
    - تصبح سريعة بسبب ان تحفيز العصب سريع .
    - تصبح بطيئة بسبب ان العصب بطيء .
- س / هل يمكن تغير الالياف الحمراء الى بيضاء وبالعكس نتيجة التدريب ؟