فيزيولوجيا الجهاز العصبي

د. ماجد موسى

- يعتبر الجهاز العصبي من أكثر أجهزة الكائن الحي تعقيداً, ويلعب دوراً هاماً وأساسياً في حياة الكائن الحي.

- دور الجهاز العصبي في حياة الكائن الحي:

- 1- تنظيم كافة الوظائف الحيوية في الكائن الحي، وتنسيق عمل الأعضاء المختلفة.
- 2- يؤمن العلاقة المتبادلة للكائن الحيواني مع الوسط الخارجي.
- 3- يتحكم بميكانيكية التنظيم الخلطي في الكائن الحي.

مما يتكون النسيج العصبي ؟

- خلايا عصبية (عصبونات).

- المادة العصبية بين الخلوية (الضمام العصبي): لهذه المادة العصبية وظائف عديدة منها:

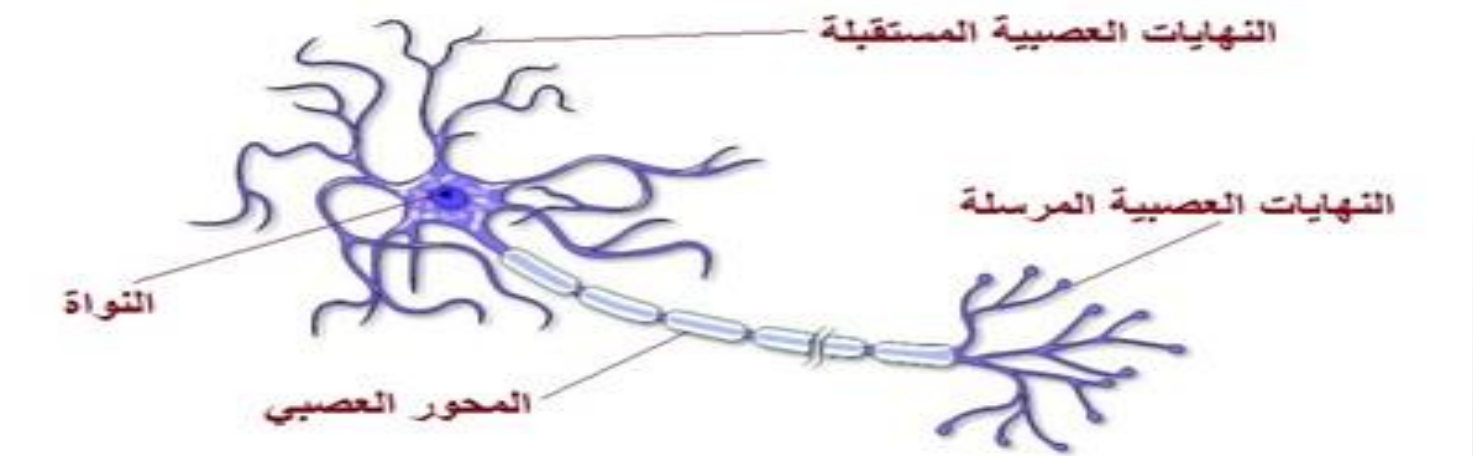
- 1- وظيفة دفاعية تتمثل بحماية النسيج العصبي.
- 2- منع انتقال التنبيه من خلية إلى أخرى إلاً عبر المحور والزوائد العصبية.
- 3- دعم ثبات تركيز الأيونات والاستقلاب في الخلايا.
- 4- تعد مكاناً لحفظ المعلومات.

الخلية العصبية (العصبون) Neuron

- هي الوحدة البنيوية الأساسية في الجهاز العصبي, تتكون من جسم الخلية وزوائدها.

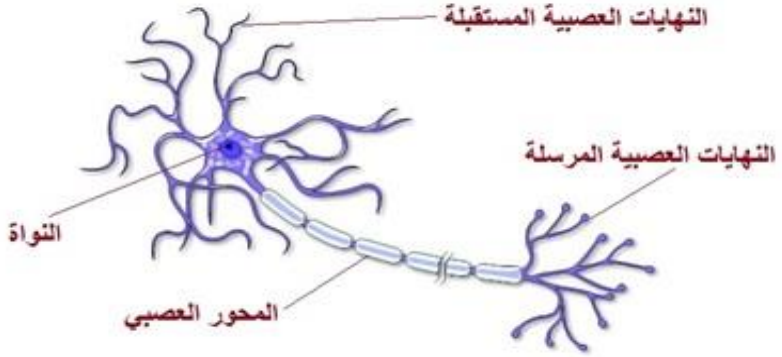
- يعد جسم الخلية وعروقها مصدراً للطاقة اللازمة للجهاز العصبي، (تنشأ هذه الطاقة من التغيرات الكيميائية التي تحدث في جسم الخلية نفسها).

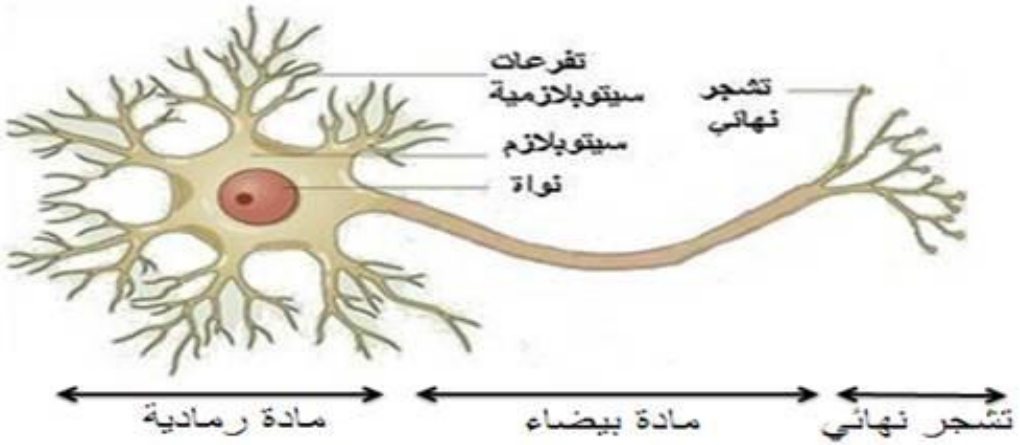
- لدى دراسة التمثيل الغذائي للمادة الرمادية لخلايا المخ لوحظ أن هذه الخلايا تؤكسد الغلوكوز بسهولة بعد تحويله إلى حمض اللاكتيك، ويكون ذلك مصحوباً بإنتاج الحرارة.



يتصل بالخلية العصبية نوعان من الزوائد:

- 1- العروق : وهي الزوائد الشجيرية قصيرة الطول، مهمتها: نقل التنبيه من السطح الخارجي، كما تؤمن الاتصال بين الخلايا العصبية.
- 2- المحور: وهو أطول من العروق ووظيفته نقل التنبيه من جسم الخلية إلى الأعضاء العاملة (غدة أو عضلة).





- يغلف المحور الاسطواني هذا غشاء يسمى الغلاف النخاعي وغلاف آخر خارجي رقيق يسمى الصفيحة العصبية.
- يتركب الغلاف النخاعي من مواد فوسفورية دهنية، ولكنه لايستمر في تغليف جسم المحور الاسطواني بل ينقطع على مسافات قصيرة مكوناً عقداً تسمى (عقد رانفير) تسمح بمرور الغذاء من الأنسجة المحيطة بالأعصاب إلى المحور الإسطواني للعصبون.

أنواع الخلايا العصبية:

1- عصبونات حسية: وظيفتها نقل النتبيه من المستقبلات إلى الجهاز العصبي المركزي، أجسام هذه الخلايا توجد في العقد الشوكية بين الفقرات.

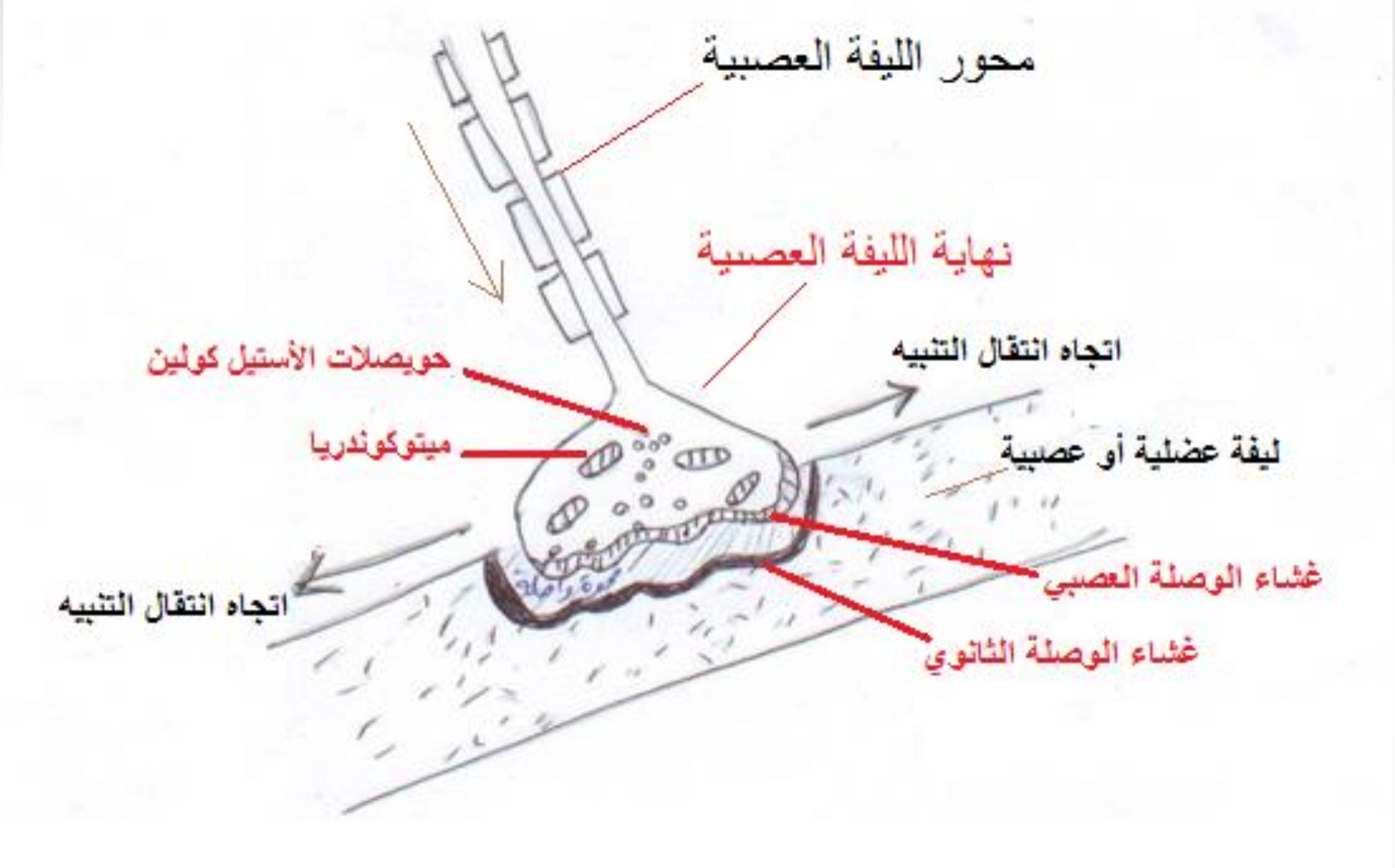
2- عصبونات حركية: تنتقل الإشارات من الجهاز العصبي المركزي إلى الخارج (العضلات الهيكلية) أو إلى الأعضاء الداخلية (كالغدد والعضلات الملساء).

3- عصبونات موصلة: وهي الغالبة في الجهاز العصبي المركزي.

- تصل بين مجموعات الأعصاب السابقة.
- توجد بصورة خاصة في الدماغ والنخاع الشوكي.

الوصلات العصبية (المشابك):

- يتم انتقال التنبيه من خلية عصبية إلى أخرى (أو للعضلة) عن طريق إفراز مواد كيميائية وسيطة عالية النشاط من النهايات العصبية.
- يدعى مكان التقاء العصبون مع الخلية العصبية الأخرى (بالوصلة العصبية).
- تقع الوصلات على المحور العصبي أو تفرعاته أو على جسم الخلية العصبية.



- نهاية الليفة العصبية في مكان الوصلة منتفخة تحتوي على مجموعة من الحويصلات الممتلئة بمادة كيميائية وسيطة عالية النشاط تدعى (استيل كولين) كما تحتوي هذه النهايات العصبية على المتيوكوندريا التي تعد محطات لإنتاج الطاقة الضرورية لنقل التنبيه.

كيف يتم انتقال التنبيه خلال الوصلة العصبية ؟

- عند وصول الإشارات العصبية إلى نهاية العصب المنتفخة تتوسع المسام الموجودة على الغشاء الأولى،

↓

- وينطلق الأستيل كولين بسرعة تبلغ (0.3-0.5 جزء بالمليون من الثانية)،

↓

- وتظهر منطقة تأثير كهربائي على الغشاء الثانوي يتشكل نتيجتها جهد تأثيري قدره 90-110 ميلي فولط مكان جهد السكون البالغ (50-70 ميلي فولط)،

↓

- وهكذا تنتقل الإشارات العصبية على شكل جهد كهربائي إلى بقية الخلايا العصبية أو العضلات.

- يتمثل الأستيل كولين في النهايات المنتفخة باستمرار ويتحلل فور وصوله إلى الغشاء الثانوي الذي يحتوي على أنزيم كولين أستيراز.

الفعل الإنعكاسي في الجهاز العصبي المركزي:

- الإنعكاس العصبي Reflex :هو الشكل الأساسي لعمل الجهاز العصبي المركزي، وهو عبارة عن تفاعل رد فعل الكائن الحي على تغير الوسط الخارجي أو الداخلي.

- كما يمكن تعريف الإنعكاس العصبي بأنه التفاعل البيولوجي المعقد للكائن الحي الذي يحدث نتيجة تنبيه المستقبلات العصبية الواقعة على سطح الجسم وفي داخله، ويتم بمساعدة الألياف العصبية وبمشاركة الجهاز العصبي المركزي.

ماهي أنواع الأفعال الإنعكاسية:

- **1- حسب الأهمية البيولوجية للإنعكاسات:**

أ- أفعال إنعكاسية تغذوية.

ب- أفعال إنعكاسية دفاعية.

ج- أفعال إنعكاسية جنسية.

ح- أفعال إنعكاسية منبهة.

خ- أفعال إنعكاسية حركية.

د- أفعال إنعكاسية قلبية.

ذ- أفعال إنعكاسية توترية.

2- حسب مكان وجود المستقبلات العصبية المسببة للفعل الإنعكاسي:

أ- خارجية: تحدث عند إثارة المستقبلات على السطح الخارجي للجسم.

ب- داخلية: تنشأ عند إثارة مستقبلات الأعضاء الداخلية والعضلات والأربطة العضلية.

3- الإنعكاسات الطرفية:

وتتحقق بمشاركة العقد العصبية الجدارية وخارج الجدارية.

4- بالاعتماد على أجزاء الجهاز العصبي المركزي المشاركة في الفعل الإنعكاسي:

النخاع الشوكي، البصلة السيسائية، الدماغ المتوسط، قشرة نصفي الكرة المخية.

5- حسب نوعية التفاعل الجوابي:

حركية، مفرزة، محركة للأوعية.

6- حسب طبيعة ظهورها خلال فترة النشوء والتطور:

غريزية – مكتسبة.

يظهر العمل الإنعكاسي للجهاز العصبي المركزي عند الحيوانات الراقية ذات التناسق العالي بشكل تفاعلات معقدة:

1- تفاعلات وقائية: الحك، رفع الأقدام، انتفاض الجسم، النطح، التكشير عن الأسنان، الرفس، العض.

2- تفاعلات البحث عن الغذاء: الرضاعة، تناول الطعام، التسلل، الاعتداء.

3- تفاعلات هضمية: إفراز اللعاب والعصارات المعدية والبنكرياسية والكبدية، حركة الأمعاء.

4- تفاعلات جنسية: البحث عن الجنس الآخر، الضم، غير ذلك.

5- تفاعلات أعضاء الحس: انتصاب الأذن، التفات الأعين والرأس، اتساع المنخرين.

6- تفاعلات صوتية: النباح، الصوصأة (عند الفئران)، المواء، التغريد.

7- تفاعلات التوتر: التي تؤمن انتصاب ودعم أجزاء الجسم المختلفة.

توافق الأفعال الإنعكاسية:

- ينتج عن التأثير المتبادل للمراكز والعمليات العصبية في الجهاز العصبي المركزي.

- مبادئ توافق الأفعال الإنعكاسية:

- 1- مبدأ التقارب (التجميع):
- ويعني أن الإشارات العصبية الصاعدة بالطرق الحسية المختلفة يمكن أن تعود خلال نفس العصبونات الموصلة والحركية،
- فقد تكون الإجابة على الإشارات الحسية الآتية من عدة حقول مستقبلة هي إشارات حركية تجري في عصبونات حركية وموصلة واحدة،
- ويحدث تجميع الإشارات العصبية الحسية (الصاعدة) في الأجزاء العلوية من الجهاز العصبي المركزي وخاصة في قشرة نصفي الكرة المخية.
- ويمكن لنفس العصبون الحركي أن يتنبه بالإشارات المتولدة عند إثارة المستقبلات السمعية أو البصرية أو الجلدية.

- 2- مبدأ الانتشار: وهو انتقال التنبيه وخاصة القوي من عصبون إلى آخر، ويساعد على ذلك وجود العصبونات الموصلة.
- 3- مبدأ التنبيه المقرون: ويتمثل في العلاقات المتضادة للمراكز العصبية إذ يصاحب حدوث أية حركة متناسقة للأطراف بانقباض مجموعة من العضلات واسترخاء مجموعة أخرى بنفس الوقت.
- 4- مبدأ التأثير المتتابع: يتغير مستوى التنبيه في المركز العصبي بتغير التثبيط فيه، فالتنبيه القوي يتبعه تثبيط قوي.
- 5- مبدأ العلاقة العكسية: ويعبر عن وجود علاقة عكسية ودائرة اتصال كاملة بين المراكز العصبية والأعضاء العاملة.
- 6- مبدأ الطريق المشترك: أعداد التركيبات العصبية الحركية أقل من التركيبات الحسية، لذلك قد يشترك عصبون حركي معين في تركيب الكثير من الدراسات الإنعكاسية وتشكل العصبونات الحركية طريقاً نهائياً مشتركاً لكل الإنعكاسات ذات الطبيعة المختلفة.

الجهاز العصبي المركزي:

- يضم الجهاز العصبي: الدماغ ، النخاع الشوكي، الأعصاب.

الدماغ والنخاع الشوكي يشكلان مايسمى بالجهاز العصبي المركزي.

- يصدر عن الدماغ 12 زوجاً من الأعصاب القحفية الجمجمية.

- يصدر عن النخاع الشوكي 31 زوجاً من الأعصاب الشوكية التي تطلق فروعاً إلى مختلف أعضاء وأنسجة جسم الحيوان وتشكل هذه الأعصاب مع تفرعاتها مايسمى (بالجهاز العصبي الطرفي)

- يغذي الدماغ والنخاع الشوكي شبكة كثيفة من الأوعية الدموية، فالنسيج العصبي يحتاج إلى إمداد مستمر وغزير من المواد الغذائية والأكسجين .

- تؤدي إصابة الدماغ أو النخاع الشوكي (التلف أو الجروح) أو انقطاع الإمداد بالدم إلى اضطراب مختلف وظائف الجسم فقد يحدث شلل العضلات وانعدام الحركة، أو تفقد الحواس وتتعطل بعض الوظائف الحيوية الأخرى.

- تعد الأعصاب حزماً من ألياف عصبية محاطة بغلاف من نسيج ضام.
- تتكون بعض الأعصاب من ألياف حركية لذا تدعى أعصاباً حركية أو صادرة، وتتشكل ألياف هذه الأعصاب من الزوائد الشجيرية للخلايا العصبية.
- هناك نوع آخر من الأعصاب التي تتكون من ألياف عصبية حسية بصورة أساسية لذا تدعى بالأعصاب الحسية أو الواردة.
- يوجد نوع ثالث من الأعصاب التي تجمع بين الألياف الحسية والحركية لذلك تدعى بالأعصاب المختلطة.
- تنتهي الألياف الحركية في الأعضاء (مثل العضلات أو الغدد) بنهايات حركية.
- بينما تنتهي الألياف الحسية في أعضاء أخرى (مثل الجلد: بنهايات حسية أو مستقبلات.

وهكذا يتصل الجهاز العصبي المركزي بكل أعضاء وأنسجة جسم الحيوان من خلال الأعصاب الممتدة إليها.

النخاع الشوكي:

- يقع ضمن العمود الفقري، ويمتد حتى ثقب الجمجمة القفوي، حيث تزداد ثخانته متحولاً إلى البصلة السيسائية التي تعد جزءاً من الدماغ.
- نهايته السفلية تكون مخروطية الشكل.
- يقع في مركز النخاع الشوكي فراغ يدعى القناة السيسائية.
- يتكون النخاع الشوكي من المادتين (الرمادية والبيضاء)، تقعد المادة الرمادية في المركز.
- تظهر المادة الرمادية في المقطع العرضي على شكل فراشة نتوءان أو قرنان أماميان أو بطينان وقرنان خلفيان أو ظهريان.
- تحتوي القرون البطنية على أجسام الخلايا الحركية بينما تحتوي القرون الظهرية على أجسام الخلايا الموصلة (التي تقوم بربط العصبونات المختلفة)، أما الخلايا الحسية فهي لا تقع داخل النخاع الشوكي بل خارجه حيث تشكل مجموعات أو تجمعات في الفجوات بين الفقرية على جانبي النخاع الشوكي لذلك تدعى العقد الشوكية.
- تصدر عن القرون البطنية محاور الخلايا الخلايا العصبية مشكلة حزماً تدعى الجذور البطنية أو الأمامية، وتمر عبر الفجوات بين الفقرية.
- وهناك حزم من ألياف عصبية تدعى الجذور الظهرية (أو الخلفية) تمتد إلى القرون الظهرية، وتتكون هذه الألياف من محاور الخلايا الواقعة في العقد الشوكية.

ماهي وظائف النخاع الشوكي ؟

- 1- نقل التنبيه:
- يتصل النخاع الشوكي مع مختلف أجزاء الدماغ بواسطة الألياف والطرق العصبية، ويرتبط مع الأعضاء (العضلات،الجلد،الأوعية الدموية) بواسطة الأعصاب الشوكية.
- تصل النبضات العصبية (التنبيه) إلى النخاع الشوكي من السطح أو من الأعضاء (الجلد والعضلات) عبر الألياف الحسية للأعصاب الشوكية، وتنتقل على طول الطرق الصاعدة إلى مختلف أجزاء الدماغ.

- مثال: إثارة المستقبلات الجلدية (ألم، حرارة، برودة)، ينتقل التنبيه إلى قشرة المخ وترجع الإشارات العصبية الجوابية من الدماغ إلى الحبل العصبي عبر الطرق الهابطة وتنتقل بعد ذلك إلى السطح أو الأعضاء الأخرى بواسطة الألياف الحركية للأعصاب الشوكية، وتكون نتيجة ذلك أن تتغير حالة الأعضاء المعنية كانقباض العضلات الهيكلية والامتناع الإرادي عن التبول أو الإخراج.

- 2- الفعل الإنعكاسي:
- يحتوي النخاع الشوكي على مراكز انعكاسية تشرف على وظائف عديدة كالنشاط العضلي.
- كل جزء منه مسؤول عن مجموعة معينة من العضلات: فالجزء الرقبي مسؤول عن الحركات الإنعكاسية العضلية للحجاب الحاجز وعضلات الرقبة والحزام الكتفي والأطراف العلوية،
- وتتوضع في الأجزاء الصدرية من النخاع الشوكي مراكز العضلات الحوضية والأطراف السفلية، بالإضافة لوجود المراكز الإنعكاسية لوظائف أخرى مثل التنفس والمركز الوعائي الحركي الموجودان في الأجزاء الصدرية والقطنية منه ومراكز التبول والإخراج والنشاط الجنسي تتوضع في الجزء العجزي من النخاع الشوكي.

- ملاحظة: مختلف وظائف النخاع الشوكي تخضع لإشراف الأجزاء العلوية من الجهاز العصبي المركزي.

الدماغ:

- يتوضع في جوف الجمجمة ويغلف ب 3 أغشية:

- 1- الأم الجافية: وهي غشاء ليفي ملتصق بجدار الجمجمة.
- 2- الشبكة العنكبوتية: وهي غشاء مصلي شفاف يلي الأم الجافية إلى الداخل.
- 3- الأم الحنون: وهي غشاء رقيق جداً تنتشر فيه الأوعية الدموية التي تمد الدماغ بما يلزمه من مواد مغذية.

- يمتلئ الفراغ الموجود بين الأم الحنون والشبكة العنكبوتية بسائل يقي الدماغ من الاحتكاك بالعظام.

- تغلف الأغشية المذكورة النخاع الشوكي أيضاً بالإضافة للدماغ.

يقسم الدماغ إلى الأجزاء التالية:

- 1- الدماغ الأمامي (أو المخ): وينقسم إلى نصفين مخيين (أيمن وأيسر).
- 2- الدماغ السريري: ويتكون من السريرين البصريين، وتحت سرير المخ، والغدتين النخامية والصنوبرية، وزوجين من الأجسام الركبية.
- 3- الدماغ المتوسط: ويضم السويقتين المخيتين، والحدبات التوأمية الأربعة.
- 4- الدماغ الخلفي: ويشمل المخيخ وجسر فارول.
- 5- البصلة السيسائية: وتسمى أيضاً الدماغ المستطيل، وتتصل بالنخاع الشوكي.

يصدر عن الدماغ الأعصاب التالية:

- 1- العصب الشمي: يخرج من الجزء الأمامي نصف كرة المخ، ويمتد إلى الغشاء المخاطي الذي يكسو باطن الأنف.
- 2- العصب المحرك المشترك العام: وهو من الأعصاب الحركية التي تحرك بعض عضلات العين.
- 3- العصب الأشتياقي: وهو من الاعصاب المحركة، ويذهب إلى العضلات المائلة لكرة العين.
- 4- العصب البصري: ويمتد إلى شبكية العينين.
- 5- العصب التوأمي الثلاثي: وله 3 فروع، ويحتوي على أعصاب حسية تذهب إلى الفم واللسان، وعلى أعصاب حركة تحرك العضلات التي تتدخل في عملية المضغ.
- 6- العصب المحرك الوحشي للمقلة: وهوعصب يحرك مقلة العين إلى الجهة الوحشية.

- 7- العصب الوجهي: وتمتد ألياف هذا العصب إلى عضلات الفم والوجه والشفاه.

- 8- العصب السمعي: يبدأ من جانبي البصلة السيسائية وتصل أليافه إلى الأذن.

- 9- العصب اللساني البلعومي: وهو عصب حسي وحركي، ويمتد إلى اللسان وعضلات البلعوم، ويبدأ من جانبي البصلة السيسائية.

- 10-العصب الرئوي المعدي أو العصب العاشر أو المبهم: وهو عصب حسي وحركي، ويخرج من جانبي البصلة السيسائية ماراً بالرقبة والصدر والمعدة ويتفرع إلى الحنجرة والرئة والقلب والمعدة والأمعاء والكبد.

- 11-العصب الإضافي: وهو عصب حركي يبدأ بواسطة عشر جذوع من النخاع الشوكي في منطقة الفقرات الرقبية 6-7 الأولى ويرسل أليافه إلى بعض عضلات الرقبة والكتف والعضلة المنحرفة الرابعة
- 12-العصب اللساني: وهو عصب حركي يبدأ من الجزء البطيني للبصلة السيسائية، ويرسل أليافه إلى عضلات اللسان.

البصلة السيسائية وجسر فارول:

- البصلة السيسائية هي امتداد للنخاع الشوكي.
- أما جسر فارول فهو عبارة عن شريط سميك مستعرض من الألياف العصبية، يقع أمام البصلة السيسائية، ويتصل بالسويقتين المخيتين إلى الأمام منه.
- وظيفتهما بشكل أساسي: نقل التنبيه العصبي والفعل الإنعكاسي (كما في النخاع الشوكي).

ما هي وظائف البصلة السيسائية وجسر فارول ؟

- 1- تحتوي على المراكز الإعاشية المسؤولة عن نشاط القلب والتنفس.
- 2- تحتوي أيضاً على المركز الوعائي الحركي الذي يسبب تغير أقطار الأوعية الدموية (تضييق الاوعية الدموية).
- 3- يوجد في البصلة السيسائية عدة مراكز انعكاسية هضمية (إفراز اللعاب والعصارات المعدية والبنكرياسية)، وتنظيم حركات الأمعاء والمعدة والابتلاع.
- 4- تعد البصلة جزءاً إعاشياً هاماً من أجزاء الجهاز العصبي المركزي، وقد يؤدي تلفها إلى الموت نتيجة توقف التنفس أو القلب.
- 5- تقوم البصلة السيسائية وجسر فارول بالإشراف إما بشكل مباشر أو بالمشاركة مع النخاع الشوكي على بعض الوظائف كما هو الحال بالنسبة لإنعكاس التقيؤ.
- 6- تقوم البصلة السيسائية وجسر فارول بنقل التنبيه العصبي حيث يعتبران طرقاً صاعدة وهابطة للإشارات العصبية التي تعبر من النخاع الشوكي إلى الدماغ والعكس بالعكس.
- 7- يقوم جسر فارول بنقل التنبيه من أحد نصفي الكرة المخية إلى النصف الآخر منسقاً بذلك حركات العضلات في جهتي جسم الحيوان.
- 8- يحتوي جسر فارول على مركز عصبي وظيفته العمل على إغلاق جفون العيون في حال وجود ضوء ساطع.

- ملاحظة: إن هذين الجزأين (البصلة وجسر فارول) يقعان تحت تأثير أو إشراف قشرة المخ وغيرها من أجزاء الدماغ الأخرى.

الدماغ المتوسط:

- يقع أمام جسر فارول.
- يتكون من السويقتين المخيتين في الأسفل، والحدبات التوأمية الأربعة في الأعلى.

- ماهي وظائف الدماغ المتوسط:
- تعمل نوى الحدبات التوأمية الأربعة كمراكز عصبية لإنعكاسات التوجيه والإرشاد حيث أنها تنظم الحركات المعقدة للجسم كرد فعل على الإثارات السمعية والبصرية المفاجئة مثل: تضييق حدقة العين عند وقوع الضوء الشديد عليها.

- تشرف نوى السويقتين المخيتين على توزيع التوتر العضلي وتنسيقه، فتعمل على تنظيم درجة ارتخاء مختلف المجموعات العضلية مثل العضلات القابضة في الأطراف.

المخيخ:

- يقع فوق البصلة السيسائية وجسر فارول،
- يبدو مقسماً لـ 3 فصوص الجانبان منهما متساويان بالحجم ويسميان نصفي الكرتين المخيخيتين، والثالث يدعى الفص الدودي وهو أكبر حجماً ويتميز بوجود تعاريج خاصة على سطحه.
- تشكل المادة الرمادية الطبقة الخارجية للمخيخ وتقع تحتها المادة البيضاء.

ما هي وظائف المخيخ ؟

- يشرف على عمليات تناسق وتوافق ووضوح وتلطيف الحركات.

- يلعب دوراً هاماً في حفظ توازن الجسم في الفراغ.

- يؤثر على توتر العضلات، ويؤدي إتلافه أو إصابته إلى اضطراب السير أو انعدام القدرة على السير بعد ان تصبح الحركات غير متوافقة.

- يتحقق نشاط المخيخ من خلال العمل الإنعكاسي حيث يتلقى النبضات العصبية من العضلات بواسطة الطرق الصاعدة (الشوكية المخيخية) وتعود الإشارات الجوابية إلى العضلات بواسطة الطرق الهابطة (عبر النوى الحمر الموجودة في السويقتين المخيتين)

- المخيخ يؤثر على الوظائف الإعاشية في الجسم (وجد أن تنبيه المخيخ عند الحيوان أدى لإرتفاع ضغط الدم وتغير عمل القلب وتوسيع حدقة العين).

قشرة المخ:

- عبارة عن طبقة من المادة الرمادية، سمكها 2-4 مم, لها تركيب نسيجي معقد
- تزداد مساحة وأهمية قشرة المخ عند الحيوانات الفقارية كلما صعدنا في سلم النشوء والترقي، وهي أعقد ماتكون عند الحيوانات الثدية وخاصة دماغ الإنسان (تبلغ مساحتها عند الإنسان بما فيها التلافيف والأخاديد 2200 سم2).
- يوجد فيها مناطق مستقبلة خاصة بالمستقبلات الخارجية الرئيسية أطلق عليها بافلوف اسم المحللات (أو النهايات المخية للمحللات) مثل: محللات البصر والسمع والحركة.
- ويتكون كل محلل في القشرة المخية من جزء مركزي أو نواة يجري فيها تحليل وصنع الإشارات العصبية المركبة، وجزء طرفي (سطحي) يتم فيه تحليل وصنع الاشارات البسيطة.
- المناطق المختلفة من قشرة المخ لاتنفصل عن بعضها بشكل قاطع بل تتداخل قليلاً فيما بينها فمثلاً: عند استئصال أجزاء مختلفة من نصفي الكرة المخية عند الحيوانات كاستئصال الفص الصدغي الذي يحتوي على الجزء المركزي لمحلل السمع عند الكلب يفقد الحيوان قدرته على إدراك الأصوات المركبة ولكنه يحتفظ بقدرته على إدراك الأصوات المركبة ولكنه يحتفظ بقدرته على تمييز الأصوات البسيطة، ويدل ذلك على أن محلل السمع يمتد إلى أجزاء أخرى من نصفي الكرة المخية.

فيزيولوجيا العضلات

كل الحيوانات الفقارية بمافيها الطيور تمتلك 3 أنواع من العضلات:

1- عضلات مخططة إدارية (كالعضلات الهيكلية).

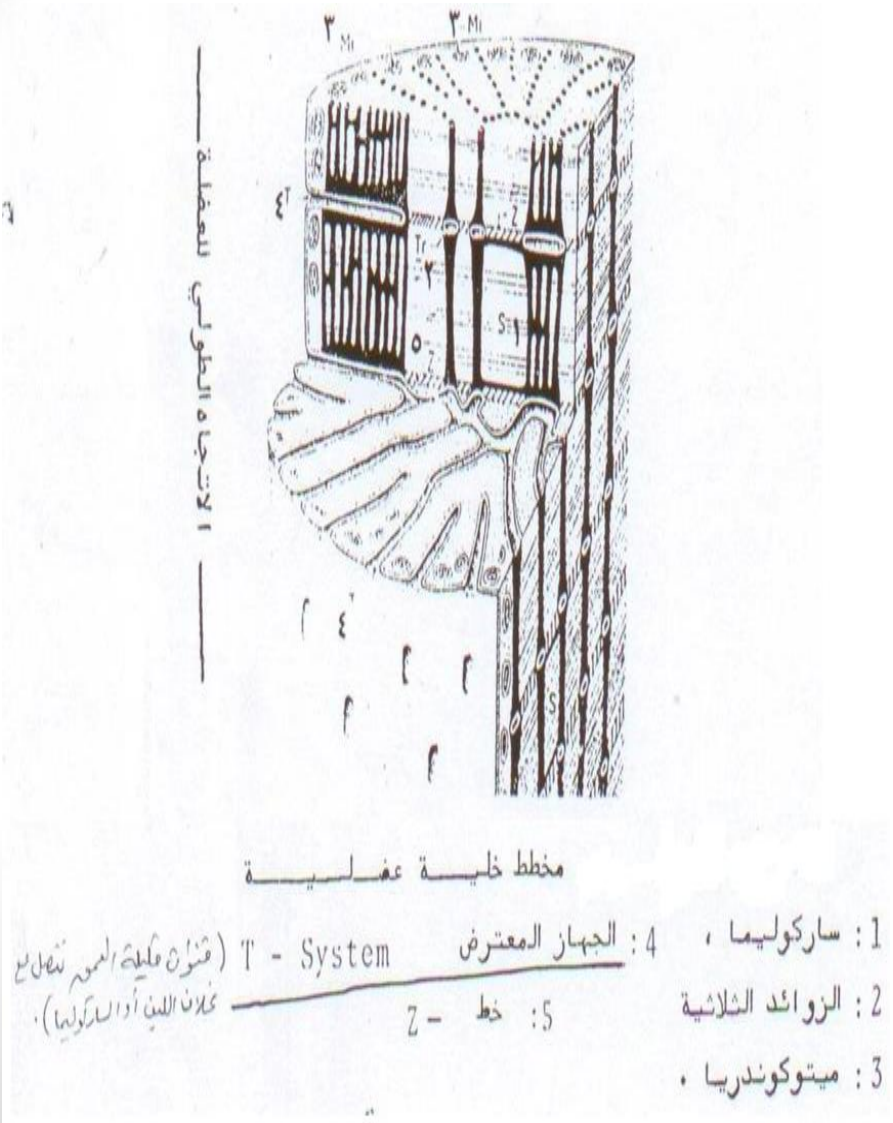
2- عضلات مخططة لا إدارية (عضلات القلب).

3- العضلات الملساء (غير مخططة ولا إدارية) كالأعضاء الداخلية والأوعية الدموية والجلد.

1- العضلات المخططة الإدارية (الهيكلية):

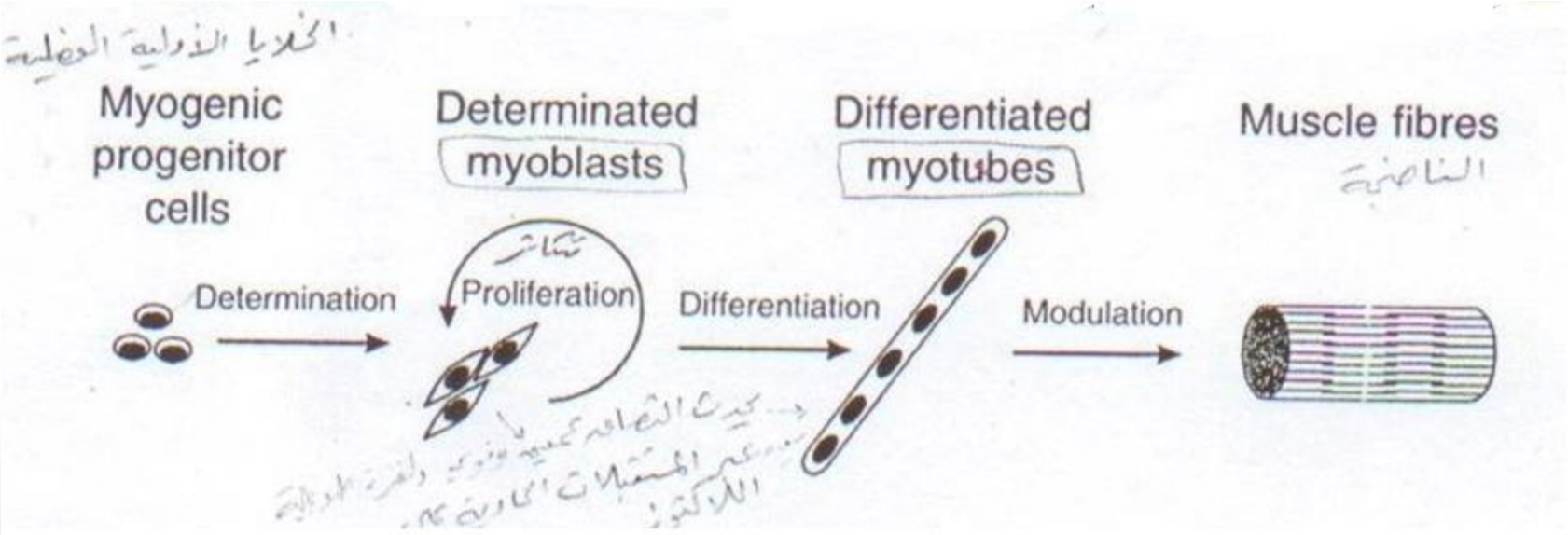
- هي الأساس في أداء الحركة
- البنية الهيكلية: عبارة عن حزم عضلية محاطة بنسيج ضام ليفي و كل حزمة تتكون من مجموعة من الألياف العضلية fiberيغلفها أيضاً نسيج ضام ليفي
- أما الليف، له شكل إسطواني يحيط به غلاف مطاطي يسمى (ساركوليما) بداخله توجد لييفات عضلية قابلة للإنقباض وتتكون اللييفات من عدد من الخيوط البروتينية الدقيقة والغليظة من بروتين الميوسين ولييفات أولية دقيقة من بروتين الأكتين.

- عند عمل مقطع عرضي في الليف العضلي تظهر خيوط الميوسين والأكتين على شكل سداسي أي يحيط بكل خيط ميوسين 6 خيوط أكتين وتظهر تحت المجهر بشكل أقراص عاتمة ونيرة -I Band A-Band، تقسم المناطق العاتمة بواسطة الخط Zوالمسافة بين خطي Z تدعى الساركومير.



تطور (تمايز) العضلات:

- الخلايا الأولية العضلية تتمايز وتتطور لتعطي الميوبلاست ← خلال عملية التطور تلتحم الميوبلاست مع بعضها وتكون الميوتوب ولكي يتم الإلتحام يحصل التصاق عميق وقوي ولفترة طويلة بمساعدة المستقبلات الخاصة الحاوية على اللاكتوز ثم يحصل تمايز الميوتوب ليعطي ألياف عضلية ناضجة .



عملية الإلتحام تتم على الشكل التالي:

- تتشكل مناطق تماس ثم ظهور حويصلات أو تجاويف وقنوات بين الهيولى أوالسيتوبلازما المتجاورة أو المتلاصقة، في المرحلة النهائية تبدأ بقايا الأغشية الخلوية بالاختفاء ويتشكل سيتوبلازما موحد أو مشترك.

- تتشكل خيوط الميوسين الثخينة (قطرها 15-16 نانومتر) وخيوط الأكتين الرفيعة (5-6 نانومتر) عن طريق تجميع الريبوزمات السيتوبلازمية التي تشكل عند تجمعها مايسمى بـ بوليسوم وهي عبارة عن بروتينات قابلة للتقلص.
- يزداد طول الألياف العضلية عن طريق إضافة ساركومير جديد كل مرة.
- بينما يزداد عرض الليف عن طريق زيادة عدد الليفات العضلية Microfibilداخل كل ليف

- تزداد القوة الميكانيكية للأقراص Zمع العمر (مثال:عند الفراريج).
- كذلك تصبح الأقراص Zالموجودة في عضلات رجل الطير أقوى مما هي عليه في تلك الموجودة في عضلات الصدر.

أنواع الألياف العضلية:

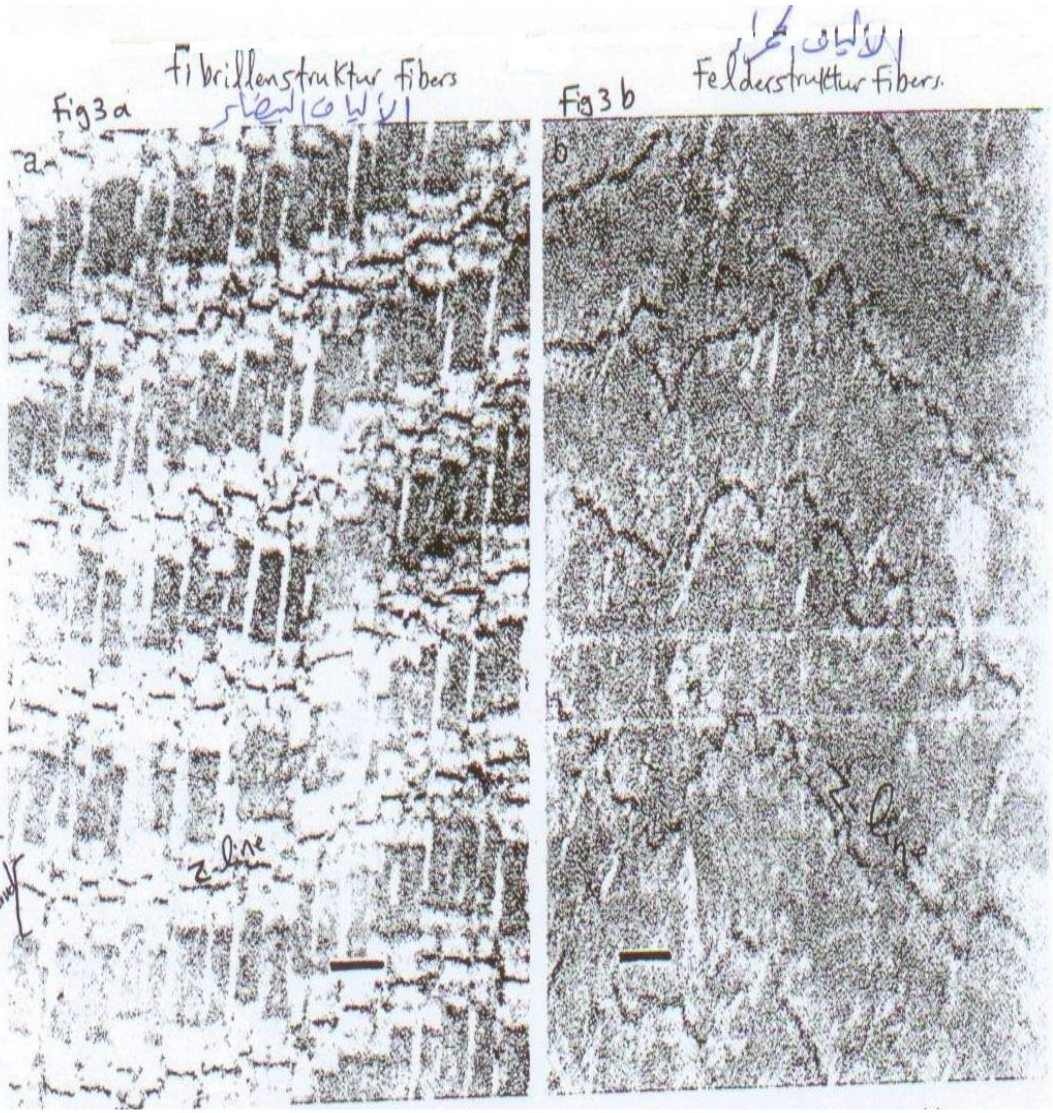
- -النوع I أو type I
- -النوع II أو type II
- -النوع III أو type III

- تختلف نسبة هذه الألياف في العضلة الواحدة و من نوع لآخر وقد يتواجد نوعان أو أكثر بجوار بعضهم في العضلة الواحدة.

- أغلب العضلات تحتوي مزيج من ألياف مختلفة الأنواع وغالباً أكثر من نوعين يمكن تمييزها.

- أنواع الألياف العضلية لدى الفروج تتشابه بشكل كبير مع تلك الموجودة في عضلات الثديات.

الألياف البيضاء والحمراء لدى الطيور تختلف من حيث التركيب البنيوي الدقيق:



- فالألياف البيضاء:

- لها شكل محدد وثابت وواضح وتدعى Fibrillen Structure ومشابه لما هو عليه في عضلات الثديات.

- الخطوط العرضية واضحة بشكل جيد، وتظهر الشرائط العاتمة والنيرة بشكل واضح.

- خيوط الأكتين والميوسين يتلاقيان على طرفي المنطقة Hبحيث تصبح منطقة الساركومير أكثر كثافة.

- أما الألياف الحمراء:

• لها شكل حُبيبي وظهور غير واضح أو محدد وتدعى Felder Structure.

•الليفات غير منتظمة لا في الحجم ولا في التوزيع.

• تكون الليفات على شكل رفيع وضيق في المقطع العرضي وغير محاط بشكل منتظم بالساركوبلازم والحبيبات.

• الخطوط Z تأخذ شكل متعرج zig zagعبر عرض الليف.

• الخط Mأقل تميزاً في الألياف الحمراء منها في البيضاء.

الارتباطات العضلية العصبية:

- هناك ارتباط داخلي وثيق بين التركيب البنيوي للعضلة والنظام العصبي الموجود فيها.
- عند نضج الألياف العضلية بشكل كامل يحدث تطور الارتباطات العصبية العضلية.
- لوحظت الألياف العصبية في مرحلة الميوبلاست (أثناء التطور العضلي).
- بشكل عام عندما يبدأ الميوتوب بالتطور فإنه بالإمكان رؤية أو ملاحظة بعض الإتصالات العصبية العضلية.
- عند الثديات وكذلك الطيور، فإن نموذج الارتباطات العصبية العضلية يختلف باختلاف أنواع الألياف العضلية فعند الألياف البيضاء يوجد واحد أو فقط عدد قليل من النهايات العصبية وعند الألياف الحمراء فإنها ترتبط بالكثير من النهايات العصبية.

خصائص العضلات المخططة الهيكلية:

1- المرونة: القدرة على العودة للوضع الطبيعي الأولي بعد زوال القوى المختلفة المطبقة عليها.

2- قابلية التنبيه: وتقاس من خلال الأقطاب الكهربائية المتوضعة عليها وهي عملية بيولوجية معقدة تؤدي لتغيير مجرى عمليات استقلاب المواد، وهي تستجيب للمثيرات الميكانيكية الحرارية الكيمائية والكهربائية وتستجيب بالانقباض.

3- قابلية الانقباض أو التقلص: وتتعلق قوة التقلص للعضلة بالأكتين والميوسين.

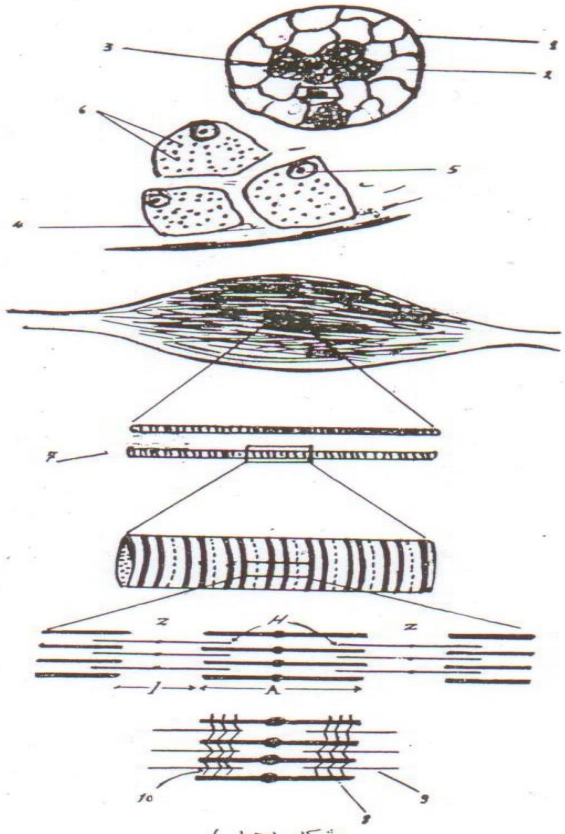
النقل العصبي العضلي:

- الناقل العصبي في مناطق الارتباط العضلي العصبي هو أنزيم الأستيل كولين الذي يتكون من الأستيل كولين ترانسفيرار.

- هذا الأستيل كولين يخزن ضمن أوعية أو حويصلات تتواجد عند نقاط التشابك (أي مكان الارتباط العضلي-العصبي).

- يخزن الأستيل كولين عبر آلية مكونة من مرحلتين، حيث تدخل الجزيئات المشحونة إيجابياً إلى هذه الأوعية أو الحويصلات بآلية نقل فعالة مشركة معها الـ ATPaseوإن الجزئيات المشحونة إيجابياً تتبادل بالأستيل كولين عبر نواقل الأستيل كولين.

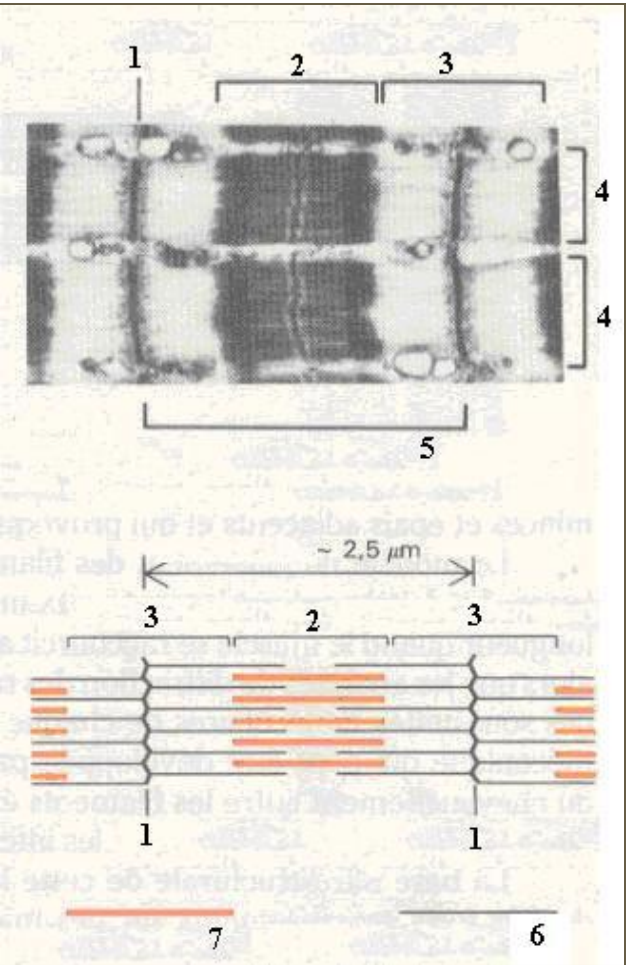
كيفية حدوث الانقباض أو التقلص العضلي: دور الأكتين والميوسين.

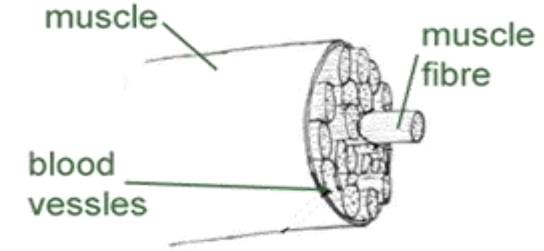


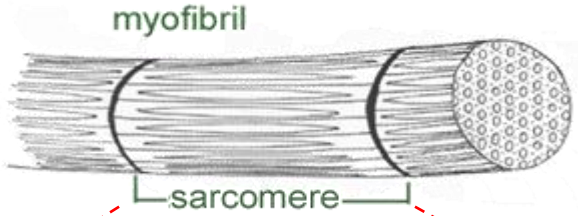
شكل (١٥)

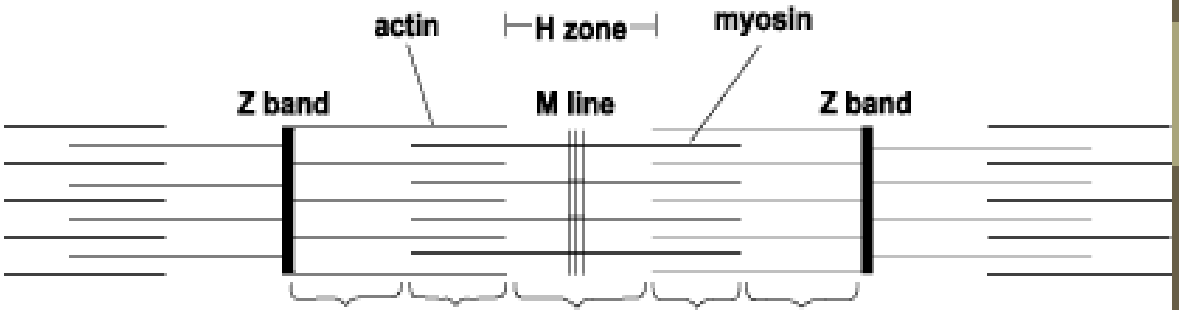
- يتألف الليف العضلي من خيوط مؤلفة من جزيئات بروتين الميوزين Myosine وخيوط مؤلفة من جزيئات بروتين الأكتين Actine وكمية قليلة من التروبوميوزين Tropomyosin.

- خلال تقلص العضلات يحدث انزلاق الأكتين بين خيوط الميوزين ويتشكل بينهما روابط كيميائية, ويتفكك مركب الأتب ATP إلى ADP وتنطلق من جراء ذلك طاقة لازمة للتقلص العضلي.



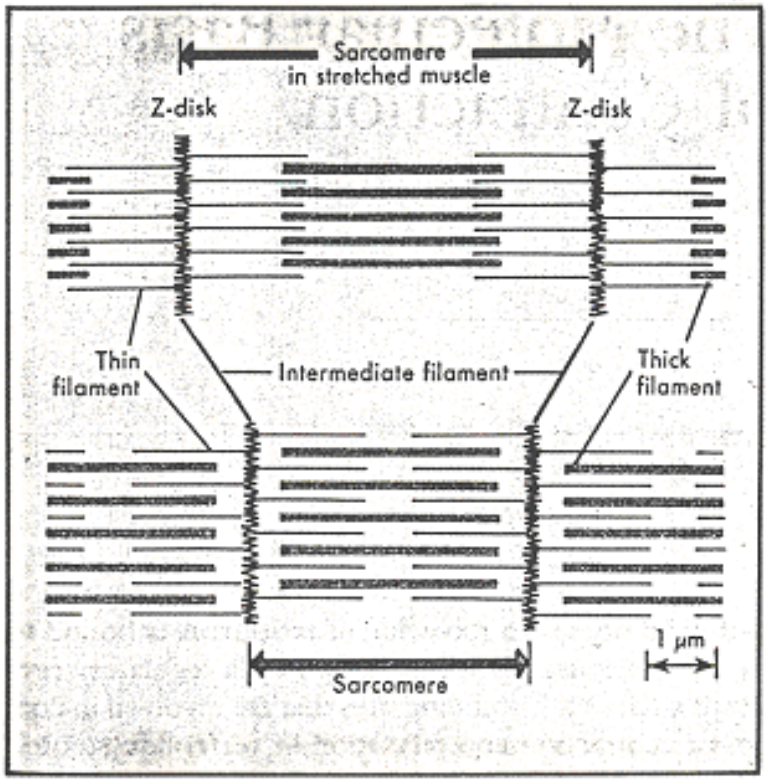




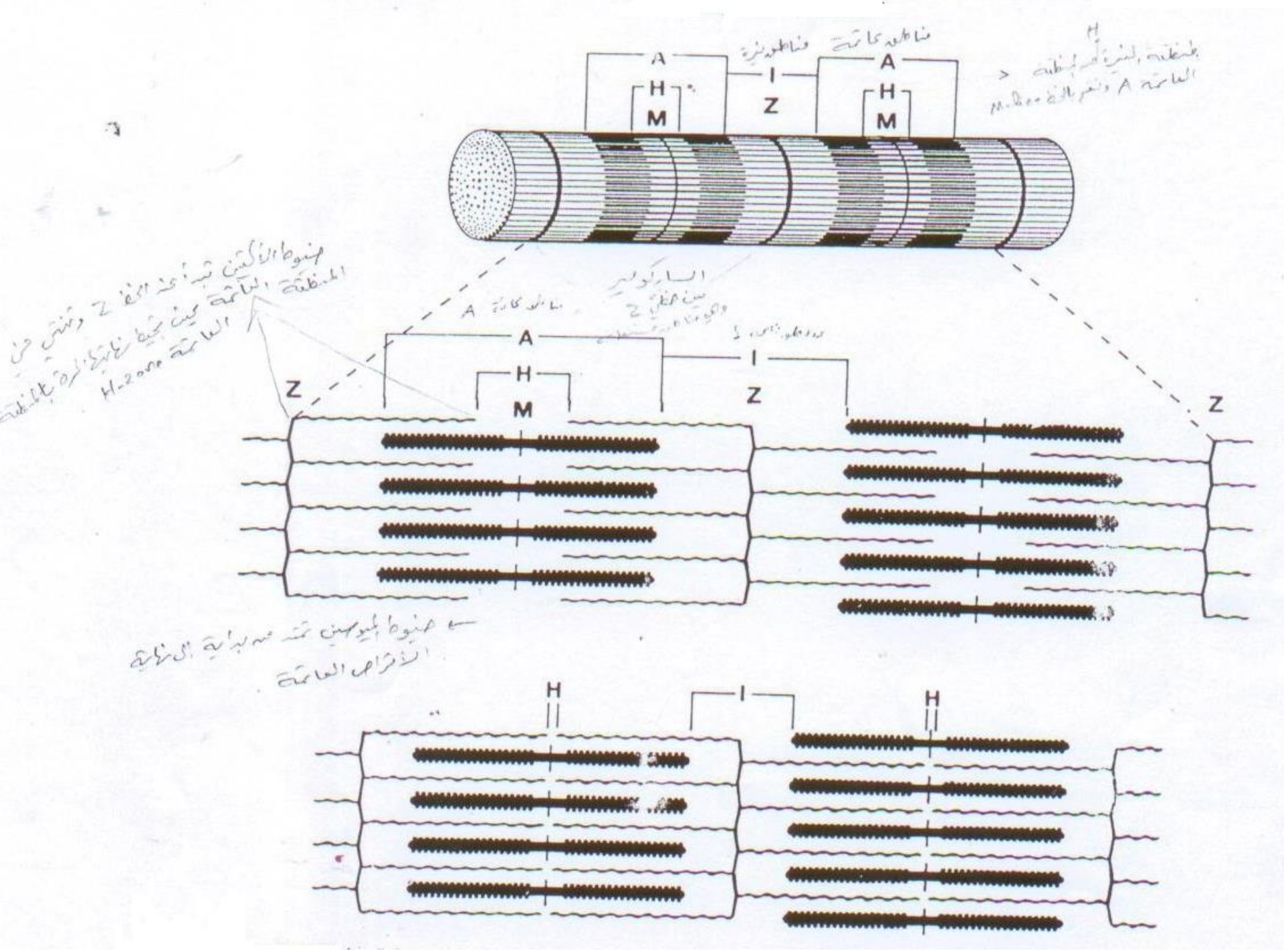


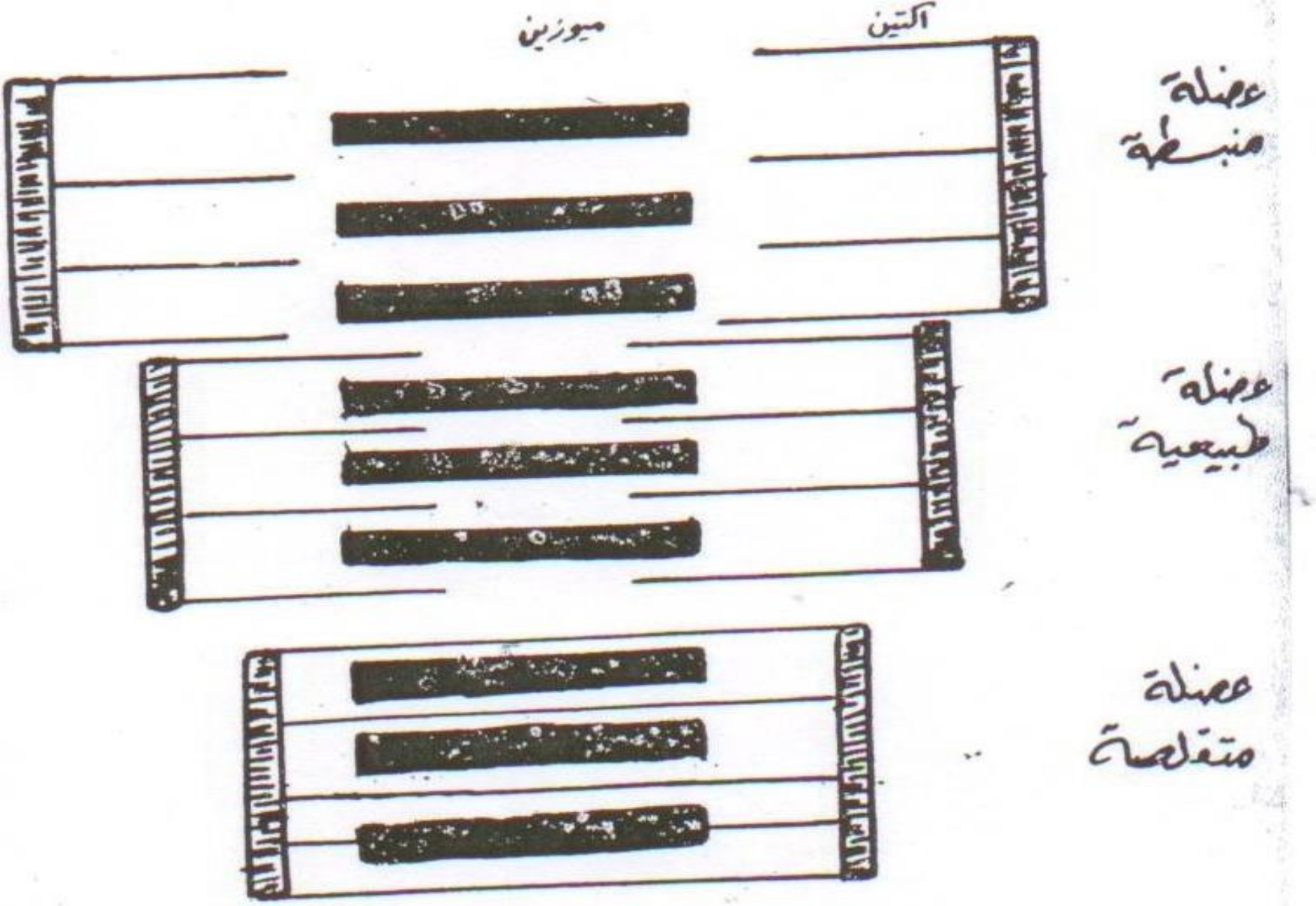
وضع الراحة

تقلص كامل



تقلص السار كومير


A
H
M
I
Z
A
H
M
I
Z
A
H
M
I
Z
Z
H
I
H



آلية الانقباض العضلي

انتهت المحاضرة