الدرس العملي ألثالث

دراسة عملية لفسيولوجيا انقباض العضلات

EXPERIMENTAL STUDY OF MUSCLE CONTRACTION

❖ مقدمة:

في هذا القسم من الدراسة العملية لفسيولوجيا الانقباض العضلي سوف يتعرف الطالب على المبادئ الأساسية لفسلجة العضلات الهيكلية و الخواص الفسيولوجية للعضلات الهيكلية من خلال دراسة عضلات معزولة من الطرف الخلفي للضفدعة تسمى العضلة الساقية البطنية Gastrocnemius muscle. وسوف يتعرفون على بعض المفاهيم مثل النفضة العضلية البسيطة Single Twitch والاستجابة المتدرجة Graded Response والعلاقة بين الطول وتوتّر العضلة Muscle Length And Tension Generated. أيضا الطلاب سيستكشفون الكزاز التام والإجهاد العضلي Tetanus and Muscle Fatigue.

❖ ألهدف من التجربة:

دراسة بعض المظاهر العادية للتقلص العضلي.

❖ ألأدوات والأجهزة المستعملة في الدراسة:

١. **الملف التأثيري Induction Coil**

يلزم هذا الملف لإنتاج تأثيرات كهربية قصيرة brief electrical impulse وهو يتكون من:

أ- **الملف الأولي أو الداخلي Primary Coil:** عند مرور التيار الكهربي فيه يتحول إلى مجال مغناطيسي.

ب- **الملف الثانوي أو الخارجي Secondary Coil:** عند قطع المجال المغناطيسي للملف الأولي بالملف الثانوي يتولد تيار كهربائي يعرف بالتيار التأثيري أو الحسي Induced Current وتختلف قوة هذا التيار باختلاف تباعد المسافة بين الملفين حيث يتولد أقوى تيار عندما يكون الملف الثانوي واقعا فوق الملف الأولي تماما.

٢. **الكيموجراف (ميوجراف) Kymograph**

عبارة عن اسطوانة قطرها ٦ بوصات وهي محمولة على محور Axon مثبت على قاعدة بها مفاتيح التشغيل وإيقاف الاسطوانة ومفتاح التحكم في سرعتها أي في عدد لفاتها في وحدة الزمن (شكل رقم ٥).

ويتم تجهيز الاسطوانة للعمل بلصق ورقة الكيموجراف بحيث يكون سطحها الناعم إلى الخارج ثم يتم تسنيجها بأن تبلل قطعة قطن بالزيلول Xylol ثم تشعل ويستقبل السناج الناتج من الاشتعال على الورقة الملصوقة على الاسطوانة.

٣. **محول كهربائي Transformer**

وهو يختزل التيار الكهربائي العادي الذي قوته ٢٢٠ فولت إلى تيار كهربائي ضعيف يتراوح قوته ما بين ٤-٦ فولت.

٤. **مفتاح كهربائي للدائرة Switch**

للتحكم في الفترة الزمنية التي يتعرض لها العصب، كما يتحكم في عدد الصدمات الكهربائية المعطاة للعضلة.

❖ الأدوات الأخرى والمواد الكيميائية المستخدمة:

١. أسلاك كهربائية لتوصيل الدائرة **Wires**

٢. القطبان الدبوسيان **Pine Electrodes**

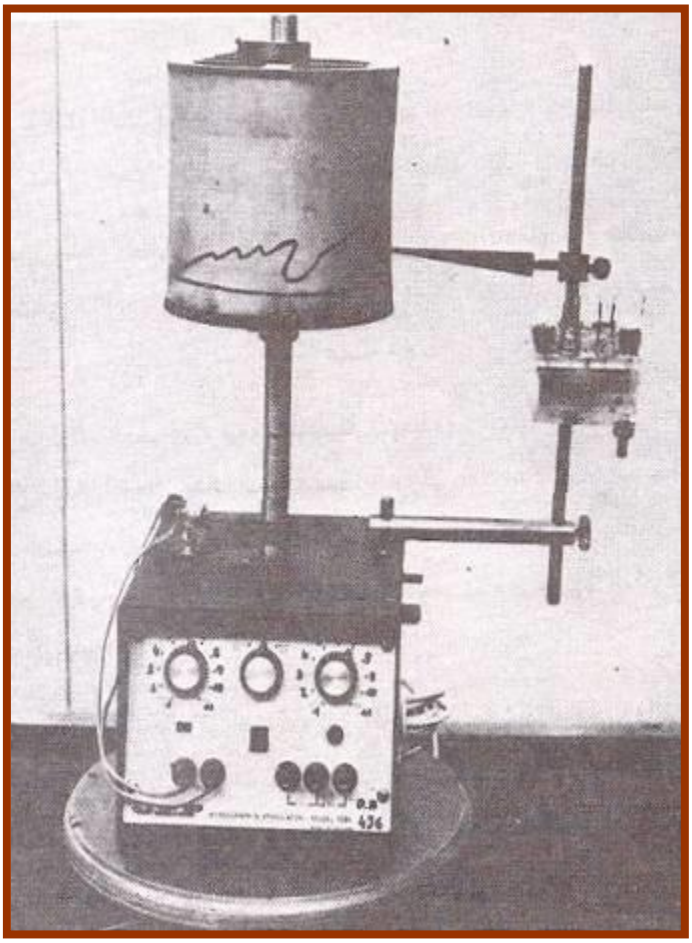
٣. حوض العضلة **Muscle bath**

يوضع فيه مستحضر العضلة والعصب والتي يتم غمرها بمحلول فسيولوجي (0.9 %) من كلوريد الصوديوم أو محلول رنجر.

٤. محلول رنجر **Ringer's solution**

هو محلول فسيولوجي لحفظ الأنسجة حية أطول فترة ممكنة لتساوي درجة تركيز ايونات الأيدروجين به مع دم الحيوان التجريبي، وهو يتكون من المواد الأتية:

كلوريد صوديوم	**6.5g of NaCl**
كلوريد بوتاسيوم	**0.14g of KCl**
كلوريد كالسيوم	**0.15g of $CaCl_2 2H_2O$**
بيكربونات صوديوم	**0.2g of $NaHCO_3$**
لتر ماء مقطر	**1L of distilled water**



شكل رقم (٥)

جهاز دراسة منحنى انقباض العضلات المخططة والعضلات القلبية (الكيموجراف Kymograph) ويتصل به من أعلى اسطوانة مثبت عليها ورقة مقواة مسنجة كما يتصل به من الجانب حوض العضل والرافعة التي تتصل بريشة لرسم المنحنى على الاسطوانة.

❖ خطوات إجراء التجربة Procedure

I. جهز الاسطوانة بلصق ورقة الكيموجراف بحيث يكون سطحها الناعم إلى الخارج ثم يتم تسنيجها بأن تبلل قطعة قطن بالزيلول Xylol ثم تشعل ويستقبل السناج الناتج من الاشتعال على الورقة الملصوقة على الاسطوانة.

II. تحضير العضلة السمانية للضفدعة التي تغذى بالعصب الوركي (شكل رقم ٦ - ٧):

أ- خذ ضفدعة حية واتلف منطقة القشرة في المخ وذلك لفقدان الإحساس عند الضفدعة. اتلف أيضا النخاع ألشوكي وذلك حتى تبطل الأفعال الانعكاسية عند الضفدعة، وتتم هذه العملية بإدخال إبرة في الثقب القفوي Foramen magnum إلى أن تصل إلى الجمجمة ثم إلى القناة الشركية.

ب- ثبت الضفدعة من أطرافها الأربعة على ظهرها فوق لوحة من الفلين بواسطة دبابيس.

ج- اقطع جلد احد الطرفين الخلفيين للضفدعة لتظهر العضلة ذات البطنين (عضلة ساق الضفدعة).

د- أثناء التشريح يوضع محلول رنجر Ranger's Solution الفسيولوجي باستمرار حيث تعتبر الألياف العضلية حساسة للجفاف.

ه- سلك العضل التوأمية (السمانية Gastrocnemis) من عظمة القصبي الشظي Tibio-fibula واربط وتر أخيليس (وتر العضلتين الأخمصية و التوأمية الساقية) بخيط، ثم سلكه مع العضلة السمانية وافصل الركبة.

و- تزال العضلة الرفيعة (العضلة النحيفة) Gracilis و الخياطية Sartorius من الفخذ يتكشف العصب الوركي Sciatic nerve ثم سلك هذا العصب باحتراس تام من عضلات الفخذ وبعدها يكون متصلا بالضفيرة الوركية Sciatic plexus في المنطقة العجزية للعمود الفقري Sacral vertebra .

وبذلك تكون قد حصلت على تحضير العضلة والعصب والذي يتكون من (وتر أخيليس – العضلة السمانية – العصب الوركي – الضفيرة الوركية المتصلة بالفقرات العجزية والعصعص في النصف السفلي من الضفدعة)، ويربط وتر أخيليس من طرفه السائب بخيط.

٣- ضع تحضير العضلة والعصب في حوض العضلة Muscle bath وأغمرها بمحلول فسيولوجي (0.9 %) من كلوريد الصوديوم أو محلول رنجر.

٤- تجهيز دائرة قوس الانعكاس

أ- أوصل أحد سلكي المحول الكهربائي Transformer من جهة خروج التيار بأخذ قطبي الملف الأولي بحيث يمر على المفتاح Switch بينما يوصل السلك الأخر للمحول بالقطب الثاني للملف الأولي مباشرة.

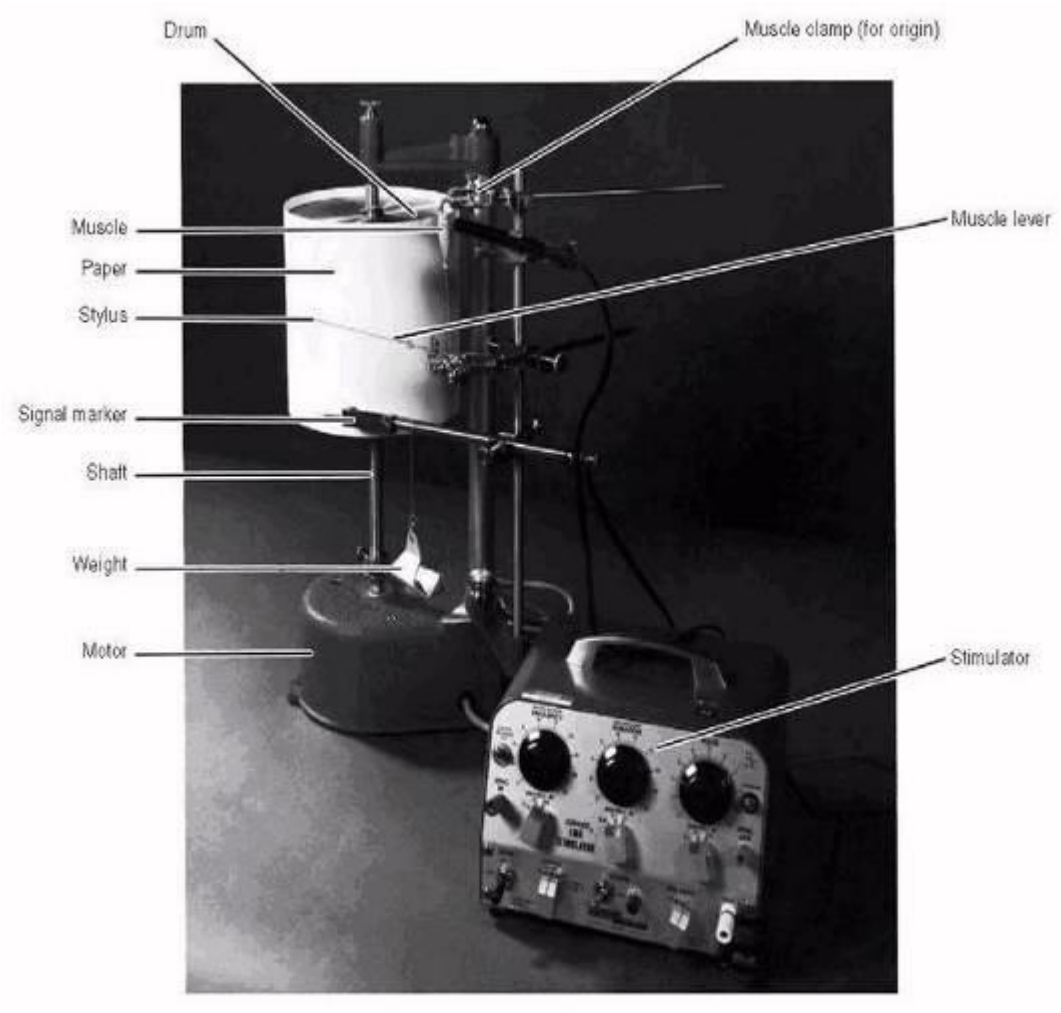
ب- أوصل أحد قطبي الملف الثانوي بسلك ينتهي بقطب دبوسي Pine Electrode واغرسه على احد جانبي تحضير العضلة والعصب في حوض العضلة واجعل سلك القطب الأخر من الملف الثانوي ينتهي بملف دبوسي أيضا واغرسه على الجانب الأخر من تحضير العضلة والعصب.

ج- اربط الطرف الحر للخيط (والذي يرتبط طرفه الأخر بوتر أخيليس) في الريشة بحيث تقف عمودية على اسطوانة الكيموجراف Drum واجعله مشدودا شدا مناسبا حتى لا ينقطع ولاحظ إن تسجيل المنحنيات تكون جيدة بقدر ما يقصر الخيط الذي يصل العضلة بالجهاز.

د- أوصل المحول الكهربائي من جهة دخول التيار بمصدر كهربائي (٢٢٠ فولت) وأوصل أيضا جهاز الكيموجراف بمصدر كهربائي مماثل.

٥- أدر اسطوانة الكيموجراف بواسطة مفتاح التشغيل الموجود إمامك على الجهاز واضبط سرعتها ثم اجعل طرف الريشة المتصلة بتحضير العضلة والعصب يلامس سطح الاسطوانة المسنجة وهي ثابتة ثم ادر الاسطوانة دورة كاملة لتحصل على الخط الأساس Base line على الاسطوانة.

٦- ادرس فسيولوجيا انقباض العضلات من خلال انقباض العضلة التي تحصلت عليها على اسطوانة الكيموجراف كما هو موضح في الشكل رقم (٨).

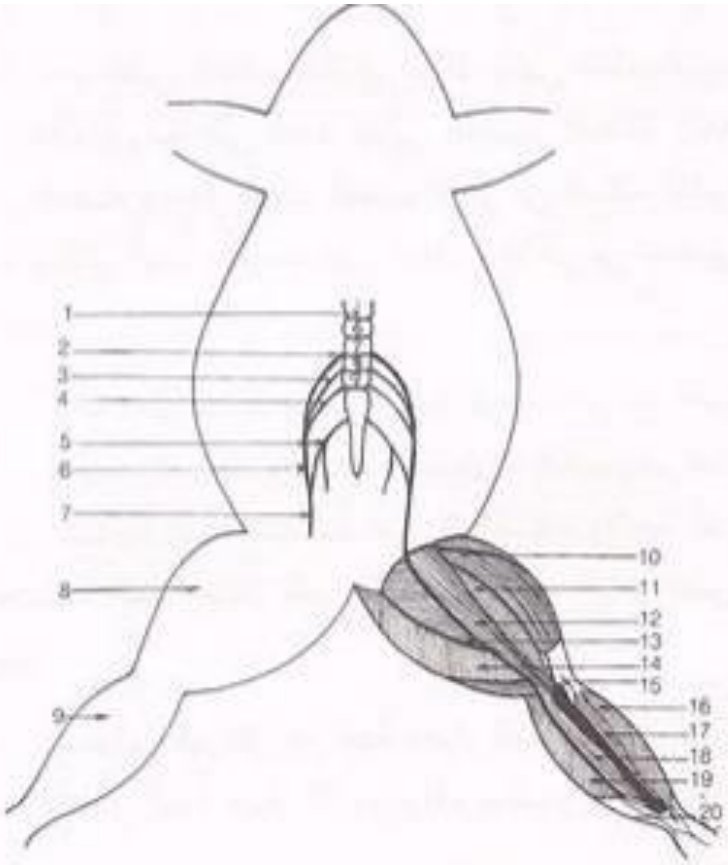


جهاز الكيموجراف Kymograph

شكل رقم (٦)

تجهيز العضلة والعصب

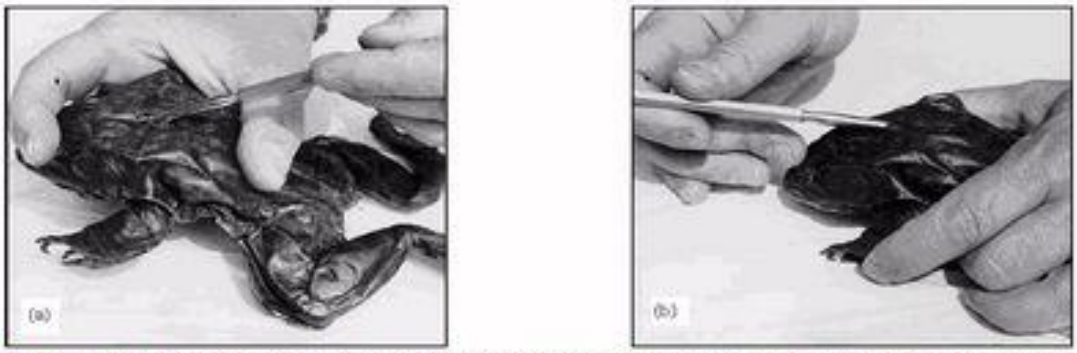
لدراسة منحنى انقباض العضلة الهيكلية في الضفدعة



1 ـ الحبل الشوكي داخل العمود الفقري	Spinal cord	11 ـ المقربة الطويلة	Adductor longus
2 ـ العصب الشوكي السابع	Seventh spinal nerve	12 ـ الخياطية	Sartorius
3 ـ العصب الشوكي الثامن	Eighth spinal nerve	13 ـ المقربة الكبيرة	Adductor magnus
4 ـ العصب الشوكي التاسع	Ninth spinal nerve	14 ـ الرقيقة	Gracilis
5 ـ العصب الشوكي العاشر (العصعصي)	Tenth spinal nerve (coccygeal)	15 ـ مفصل الركبة	Knee
6 ـ الضفيرة العجزية	Sacral plexus	16 ـ القصبية الأمامية	Tibialis posticus
7 ـ العصب الوركي	Sciatic nerve	17 ـ الباسطة الساقية القصيرة	Extensor cruris brevis
8 ـ الفخذ	Femur	18 ـ القصبية الخلفية	Tibialis posticus
9 ـ الساق	(Crus) shaft	19 ـ الساقية البطنية	Gastrocnemius
10 ـ المنسعة الأنسية	Vastus internus	20 ـ وتر أخيليس	Tendo achillis

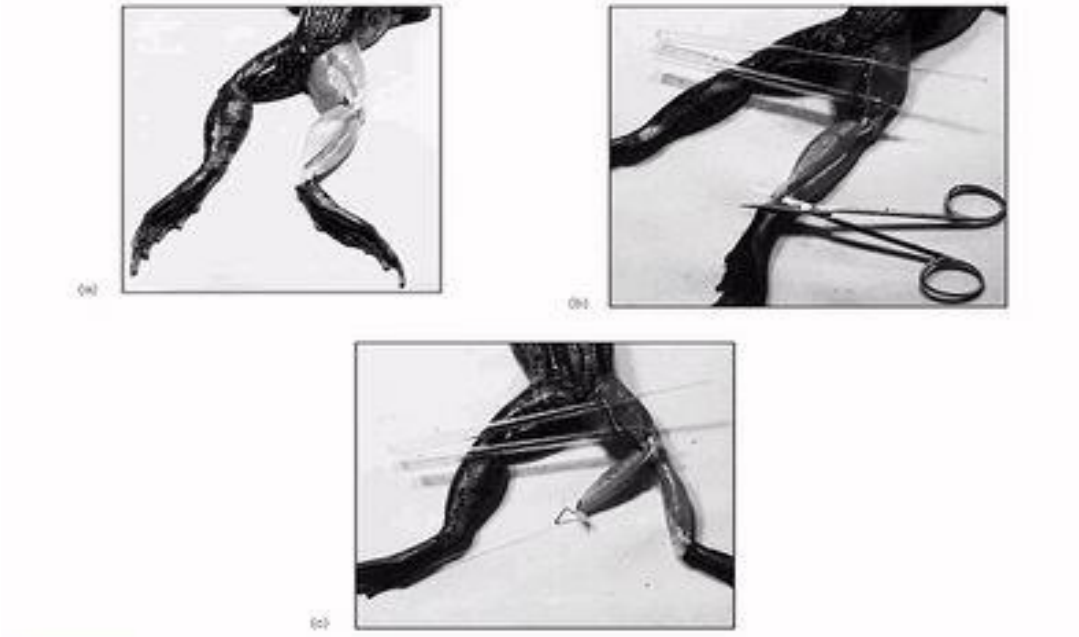
شكل رقم (٧)

صور تجهيز العضلة والعصب في الضفدعة



Figures show **The procedure for pithing a frog.** (a) A probe is first inserted through the foramen magnum into the skull. (b) The probe is then inserted through the spinal cord. (Procedure was simulated with a preserved frog.)

Figures show **An alternate pithing procedure.** (a) The frog is first decapitated. (b) A probe is then inserted into the spinal cord. (Procedure was simulated with a preserved frog.)



Figures show **Preparation of gastrocnemius.** After the frog's leg is skinned (a), the Achilles tendon is cut (b) and a bent pin is inserted into it (c). A length of thread attaches this pin to the hook of the myograph transducer (not shown). In (b), the sciatic nerve is shown between two glass probes in preparation.