



كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثالثة

المادة : فزيولوجيا حيوانية

المحاضرة : الثانية/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

مكتبة A to Z : Facebook Group

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية ، تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

4

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

## الجلسة العملية الثانية

### دراسة انقباض العضلات Muscle contraction واستخدام الـ Kymograph

يستخدم جهاز تسجيل الحركة (الكيموغراف kymograph) لدراسة انقباض العضلات واختبارات استجابتها ميكانيكياً لبعض المحفزات، حيث تعمل الرافعة على تضخيم حركة العضلات وتسجيلها على ورق ملصق على أسطوانة الجهاز.

#### تعتمد عملية التقلص العضلي على عوامل عدة منها:

- ١- الناقل العصبي أسيتيل كولين حيث يؤثر على اللييفة العضلية فيحدث التقلص .
- ٢- بروتينات التروبوميوسين والميوسين والأكتين الداخلة في تركيب اللييفات العضلية والتي تتأثر بالمحفزات العضلية .
- ٣- أيونات الكالسيوم المتحركة داخل وخارج الخيوط العضلية وانقباض وانبساط العضلات اعتماداً على المؤثر العصبي.

#### من أنواع التقلص العضلي:

١. التقلص النفضي (استجابة لمنبه واحد): بشكل نفضة وتتم سريعاً على ثلاثة مراحل. ومفاهيم المنبه الحدي، والمنبه الأقصى (حيث أن لكل عضلة عتبة تنبيهية، وحد أقصى من الإستجابة والتقلص).
٢. تقلص جمع النفضات (استجابة لمنبهات متعاقبة): يحدث نتيجة تعرض العضلة لعدة منبهات متقاربة وتتقلصها.

### دراسة النفضة العضلية Muscle Twitch

النفضة العضلية البسيطة هي تقلص عضلي سريع ووحيد، استجابة لمنبه مفرد ، بشدة ملائمة. يمكن تسجيل التقلص العضلي الناتج عن تأثير منبه كهربائي قصير الأمد ذو شدة معينة من خلال التأثير على العصب الوركي المغذي للعضلة البطنية الساقية للضفدع، والتأكد من تأثير العصب عليها، ويسمى المنحنى البياني الناتج مخطط النفضة العضلية البسيطة. عتبة التنبيه: هي أدنى شدة منبه تستجيب عندها العضلة (تتنبه).

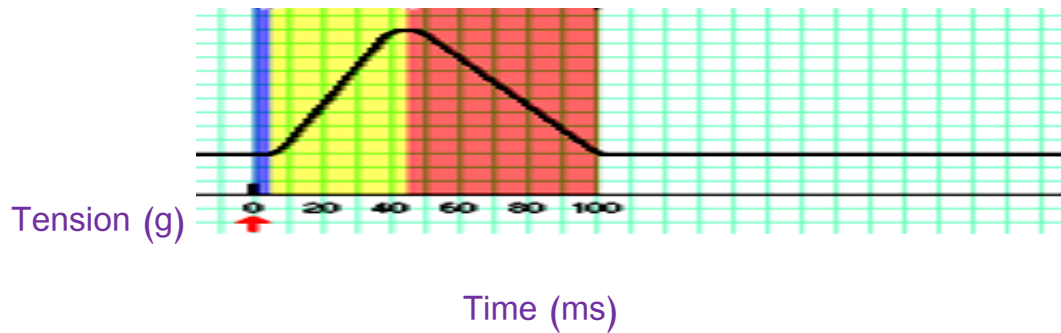
يمكن أن يكون التنبيه بطريقتين:

إما بالتأثير المباشر على العضلة أو غير المباشر عن طريق العصب الوركي. يمكن عزل عضلة بطن الساق كلياً، كما يمكن تركها على مستوى الضفدعة وقطع وتر العقب، مع ضرورة تخريب الدماغ والنخاع الشوكي لتجنب كل حركة إرادية.

تبدأ التجربة بتنبيه وحيد للعصب الوركي عند الضفدع، بشدة مناسبة، ينتقل إلى العضلة البطن ساقية محدثاً التقلص والاسترخاء السريعين للعضلة (تقلص عضلي وحيد). راسماً منحني بياني لتأثير المنبه الكهربائي ( مخطط التقلص العضلي البسيط).

وللنفضة العضلية كاملة ( ١٢٠ ميلي ثانية) ثلاثة أطوار هي:

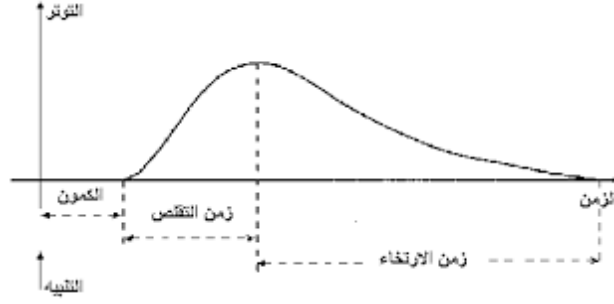
١. **الطور الكامن Latent Period أو التحضيري:** أقصر الأزمنة (بضع - ١٠ ميلي ثا)، وهو الزمن الفاصل بين بدء التنبيه وبدء الاستجابة والتقلص، وهو الزمن اللازم لبدء كمون الفعل في العصب الوركي وانتقاله على امتداد العصب وصولاً إلى المشبك العصبي العضلي، وتحرير الأسيتيل كولين الذي يؤثر في الغشاء بعد المشبكي مطلقاً كمون الفعل الذي ينتشر ضمن الألياف العضلية (محدثاً نزع استقطاب أغشية الليف العضلي والأنابيب العرضانية وتحرير أيونات الكالسيوم من مخازنها إلى العصارة الخلوية) ومحرزاً التقلص وبدء ارتباط الجسور المستعرضة دون ملاحظة التناقص في طول العضلة.



الشكل (١) مراحل النفضة العضلية البسيطة

٢. **طور التقلص Contraction Phase أو الاستجابة العضلية:** هو الزمن بين بدء الإستجابة وذروة التقلص، يقدر بـ ٤٠ ميلي ثا، وهو الزمن اللازم لتناقص العضلة إلى الحد المطلوب، وهو يحدث نتيجة عمل جسور الميوزين المستعرضة، وتناقص القسيمات العضلية (وتداخل - إنزلاق - خيوط الأكتين والميوزين). وهو يتأثر بدرجة الحرارة الوسط فيزداد بانخفاضها والعكس بالعكس.

٣. **طور الاسترخاء Relaxation Phase:** هو الزمن بين ذروة التقلص ونهايته. أطول الأزمنة ويقدر بـ ٧٠ ميلي ثا، وهو الزمن اللازم للضح الفعال لأيونات الكالسيوم إلى داخل الشبكة الهيولية العضلية، وتوقف عمل الجسور المستعرضة (إنفصال رؤوس الميوزين عن خيوط الأكتين) وعودة العضلة إلى طولها الأصلي قبل التقلص، ودخول فترة الراحة، واستعادة مقوماتها الأصلية من طول وتوتر وتوزع للشوارد على جانبي غشائها الخلوي.



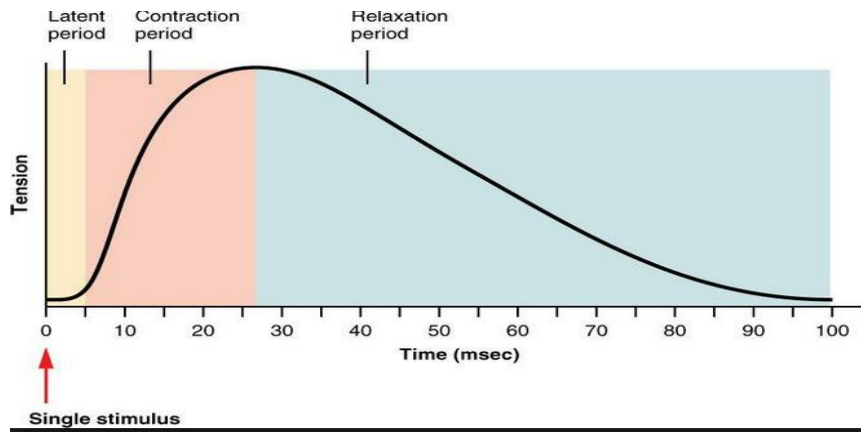
الشكل (٢) تسجيل النبضة العضلية البسيطة

يتميز المنبه الكهربائي بسرعة الاستجابة والتحكم بشدته.

تعتمد سرعة التقلص العضلي على مقدار الحمولة التي ترفعها العضلة، ونمط الألياف المتقلصة (ألياف سريعة أو بطيئة النبضة).

الأدوات والأجهزة المطلوبة:

جهاز الكيموغراف - رافعة التسجيل - مؤشر حبري - لوحة تثبيت الضفدع - علبة تشريح - دبابيس - قطن - شاش - (سائل رنجر - لوك Ringer-Locke) - مساري كهربائية.



الشكل (٣) النبضة العضلية البسيطة

١- الطور الكامن ٢- طور التقلص ٣- طور الاسترخاء دوران الاسطوانة ٤٠٠ ملم/ثا.

## تحضير العصب الوركي وعضلة بطن الساق في الضفدع:

تتميز العضلة الساقية البطنية للضفدع بفعاليتها في التقل والقفز، ويتصف العصب الوركي بوضوحه وسهولة كشفه. كما أنه ينبغي تغذية العصب بسائل رينغر أثناء العمل لمنع تجفافه وفقدان خصائصه الفيزيولوجية.

### طريقة العمل:

١. يتم تخييع الضفدع وتخریب المراكز العصبية (المحور الدماغي الشوكي)، حسب الطريقة المعتادة.

٢. يقص جلد الضفدع حلقيًا حول الخصر أو أعلى الفخذ.

٣. يمسك الجلد بمساعدة قطنة باليد اليمنى، وجسم الضفدع ورأسه باليد اليسرى، ثم يسلخ الجلد بسحبه نحو القدم وفصله تمامًا.

٤. يوضع الضفدع بحيث يكون ظهره للأعلى وبطنه على لوحة التثبيت. ويمكن تثبيت الضفدع على اللوحة الفلينية بدبابيس مع إبقاء أحد طرفيه السفليين حرًا.

٥. تحرر العضلة الساقية البطنية Gastrocnemius muscle ووتر أخيل Achilles tendon.

٦. يربط ووتر أخيل بخيط (طول ١٥ سم) ثم تحرر العضلة الساقية البطنية ومعها الوتر حتى مفصل الركبة تمامًا بقطع الوتر من جهة القدم بحيث تبقى العضلة مربوطة من وترها فقط.

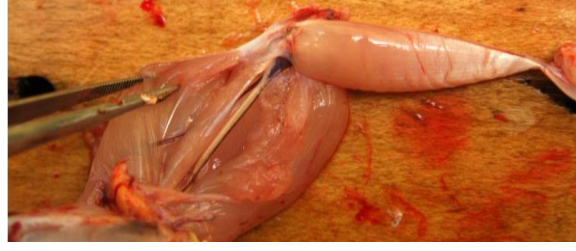
٧. تقطع كامل الساق تحت الرضفة (أسفل الركبة) مع الإبقاء على العضلة ووترها.



### تحديد العضلة الساقية البطنية ووتر أخيل القص من الخصر وسلخ الجلد

٨. التأكد من ثبات الضفدع على الحامل ومنع انزياح العضلة الساقية البطنية.

٩. تباعد عضلات السطح الظهري للفخذ بالضغط بواسطة الإبهامين باتجاه الناحية الوحشية بحذر فيظهر خيط أبيض مصفر لماع هو العصب الوركي Sciatic nerve.



باعد بين العضلات الفخذية بالضغط بالإبهامين اربط الوتر ثم قص الساق من الرضفة مبقيا على العضلة ووترها

#### الشكل (٤) طريقة تحضير العصب الوركي والعضلة

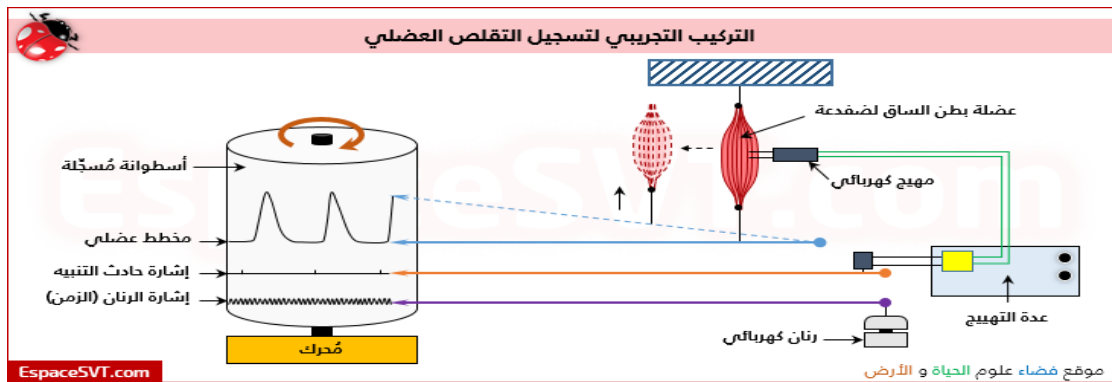
١٠. يحزّر العصب الوركي Sciatic nerve من بين العضلات الظهرية للفخذ وحتى منطقة العمود الفقري بحدز.

١١. تثبت لوحة الضفدع على الحامل الخاص بها، ثم يربط الطرف الحر للخيوط المتصل بالوتر برافعة مؤشر التسجيل بحيث تكون الرافعة أفقية والخيوط عموديا عليها.

١٢. يوضع المسريين الكهربائيين المتصلين بأقطاب التنبيه الداخلي لجهاز التنبيه، بجانب العصب أوتحتته (بحيث يتحقق التماس دون تمطيط العصب أو أذيته) ويكون البعد بين المسريين بحدود (اسم) لتحاشي التماس وتفرغ الشحنة.

١٣. يثبت مفصل الركبة بدبوس.

١٤. توصل أقطاب التنبيه الخارجي لجهاز التنبيه مع الكيموغراف.



#### الشكل (٥) التنبيهات المباشرة بوضع إلكترودين مُهيجين على سطح العضلة (المعزولة كليا)

١٥- يحافظ على العضلة رطبة بإضافة محلول رينغر (محلول فسيولوجي تركيز ٦,٥ غ/لتر) كل فترة.

١٦. يوضع مفتاح التنبيه على Single (يوضع مفتاح تواتر التنبيه على الخيار ١ هرتز HZ (تنبيهة واحدة في الثانية) ومفتاح عرض الصدمة  $0,5 \text{ m/s}$  ، وتحدد سرعة دوران الاسطوانة  $20 \times 5$  (أو  $25 \text{ سم / ثا}$ ) ، وشدة التنبيه ٥ فولت ( $10 \times 0,5$ )، يمكن زيادة الشدة إذا احتجنا لذلك من أجل أن تكون سعة النبضة عالية، ويوقف الدوران باستخدام المفتاح Start.

١٧. يقرب المؤشر الحبري من الأسطوانة بحيث يحقق تلامسا خفيفا معها.

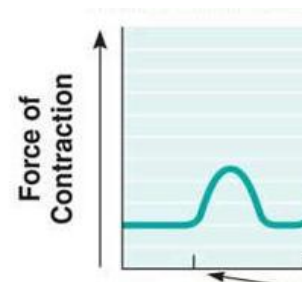
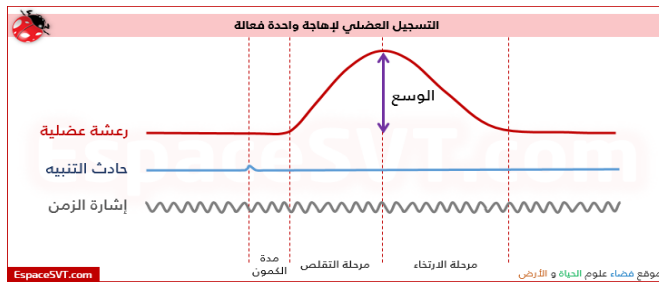
١٨. السماح للأسطوانة بالدوران ثم الضغط على مفتاح التنبيه Single بسرعة وملاحظة إضاءة المؤشر الضوئي عدة مرات (بحسب ما تسمح به فترة دورة واحدة) .

من الأفضل استخدام الذراعين الموجودين على حامل الاسطوانة بحيث يكونا على استقامة واحدة و هنا نضع المفتاح على الوضعية Trig.key. عند سحب مفتاح Start وإعادته إلى وضعه بسرعة نحصل على دورة واحدة ونفصتين عضليتين بسبب ملامسة ذراع التنبيه للقاطعة الموجودة على جسم الكيموغراف.

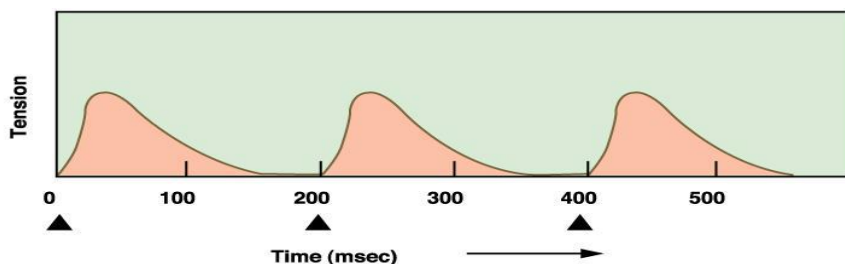
يشغل الجهاز بالضغط على on وعند رسم منحني النبضة يتم إيقاف الجهاز عن الدوران مباشرةً وذلك بالضغط على off

يمكن حساب أزمنة النبضة العضلية

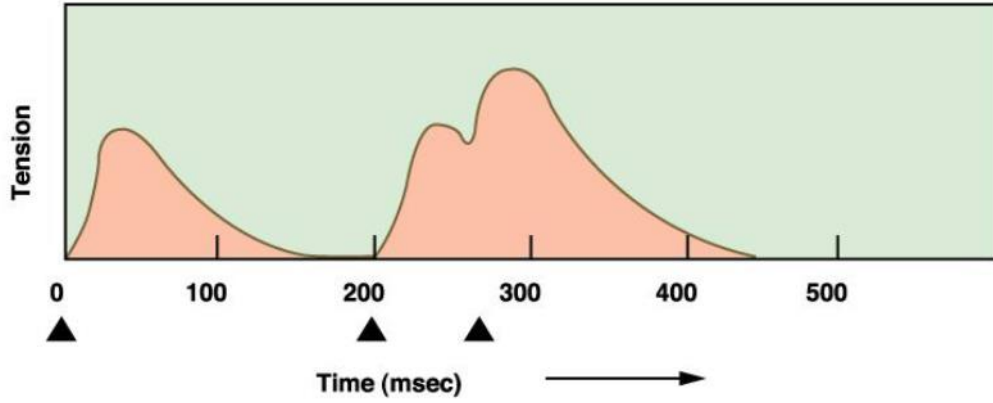
تنبيه العصب الوركي بمنبه واحد مناسب الشدة ← نبضه عضلية بسيطة .




الشكل ( ٦ ) التنبيه بمنبه واحد فعال (مناسب الشدة)

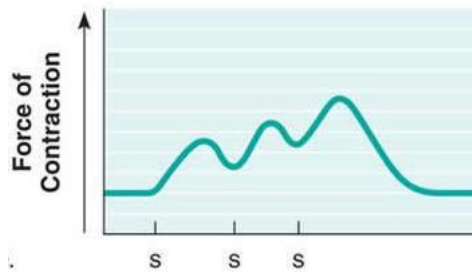


### الشكل (٧) التنبيه بسلسلة من التنبيهات العتبية





### الشكل (٨) التنبيه مرة أخرى في طور الاسترخاء

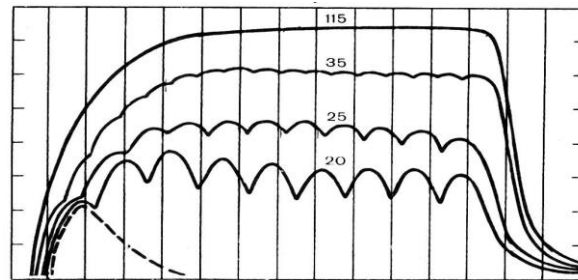
تنبيه العصب الوركي بمنبه واحد ذو شدة مرتفعة أو بتنبيهين متتاليين  ضعة عضلية ذات سعة كبيرة أو الجمع بين النفضتين العضليتين.



### الشكل (٩) التنبيه بسلسلة تنبيهات متتالية فوق العتبية

تنبيه العصب الوركي بسلسلة من التنبيهات المتساوية المتتالية فوق العتبية وتواتر معين  التكزاز بشكله الناقص والتام .

تنبيه العصب الوركي بسلسلة تنبيهات متتالية مستمرة (أي استمرار التكزاز)  التعب العضلي



### الشكل (١٠) يبين كيفية الانتقال من التقلصة المفردة إلى التكزاز المسنن و الأملس