

الفصل الثاني: دور العضلة الهيكالية المخططة في تحويل الطاقة

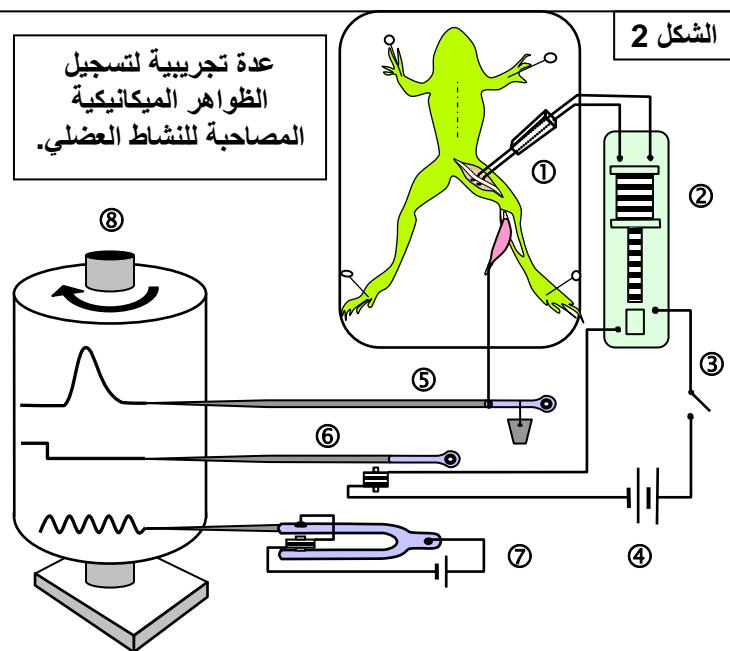
الوثيقة 1: تسجيل التقلص العضلي للطرف الخلفي لضفدعه

لدراسة التقلص العضلي، نأخذ صنفعة، نخرب دماغها ونخاعها الشوكي، لإزاق كل ردود الفعل الإرادية واللاإرادية. بعد تثبيتها على لوحة خشبية، نشرح الطرف الخلفي لإبراز العصب الوركي (الشكل 1)، نقطع وتر العقب لعضلة بطن الساق، ونوصله بجهاز تسجيل التقلص العضلي (الشكل 2). نهيج العضلة إما مباشرة، بوضع الألكترودين المهيجين على سطحها، أو بصفة غير مباشرة، بوضع الألكترودين على العصب الوركي.

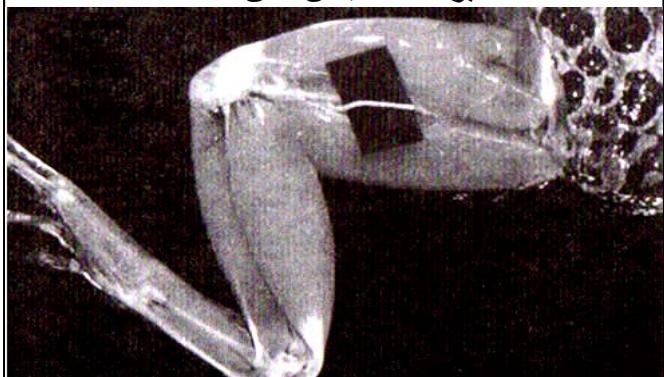
تهيج العضلة بواسطة مهيجات اصطناعية، تكون إما ميكانيكية، حرارية، كيميائية، أو كهربائية.

انطلاقاً من تحليل معطيات الوثيقة، استخرج الشروط التجريبية لتسجيل التناقض العضلي.

الشكل 2



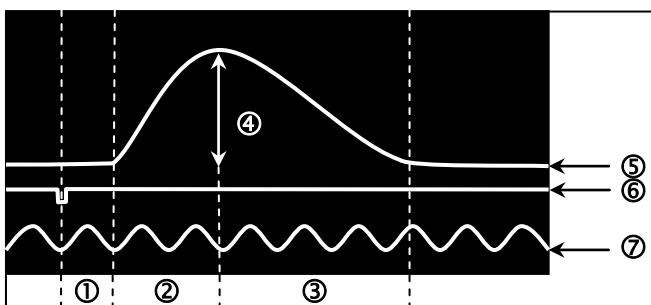
الشكل 1: تحضير عضلة بطن ساق ضفدع



الوثيقة 2: استجابة العضلة لتهسيج وحيد.

تعطي الوثيقة أمامه تسجيلاً لرعشة عضلية معزولة ناتجة عن تسليط اهاجة كهربائية واحدة فعالة على العضلة. حل هذا التسجيل مع تحديد مختلف عناصره.

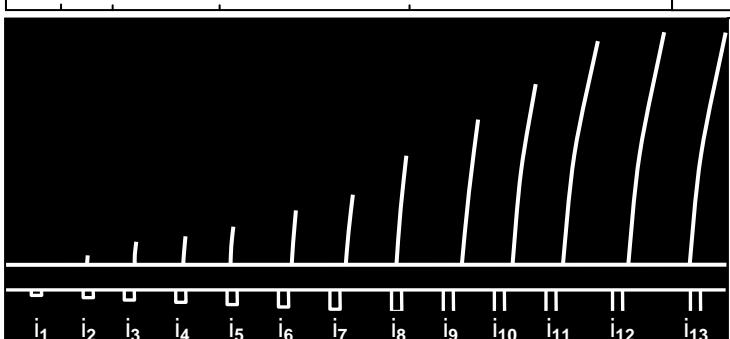
$$\begin{array}{rcl} \dots & = 2 & \dots = 1 \\ = 5 & = 4 & \dots = 3 \\ & = 7 & = 6 \end{array}$$



الوثقة 3: استجابة العضلة لاهادات منفردة.

عندما نعرض العضلة لسلسلة تهييجات منعزلة ومتباعدة ومتزايدة الشدة (a_1, a_2, \dots, a_{13})، نحصل على المخطط العضلي أمامه. (تدار الأسطوانة المسجلة يدوياً بين التتبيلات).

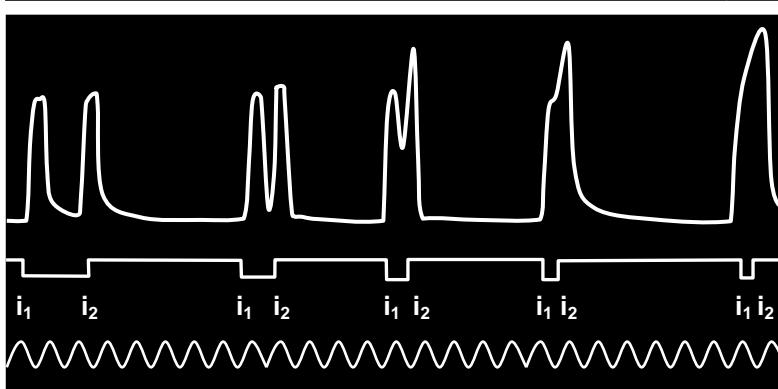
انطلاقاً من تحليل هذه المعطيات، اربط العلاقة بين شدة التهيج وردة الاستجابة العضلية.



الوثقة 4- استحابة العضلة لـ *هاختن* متى؟

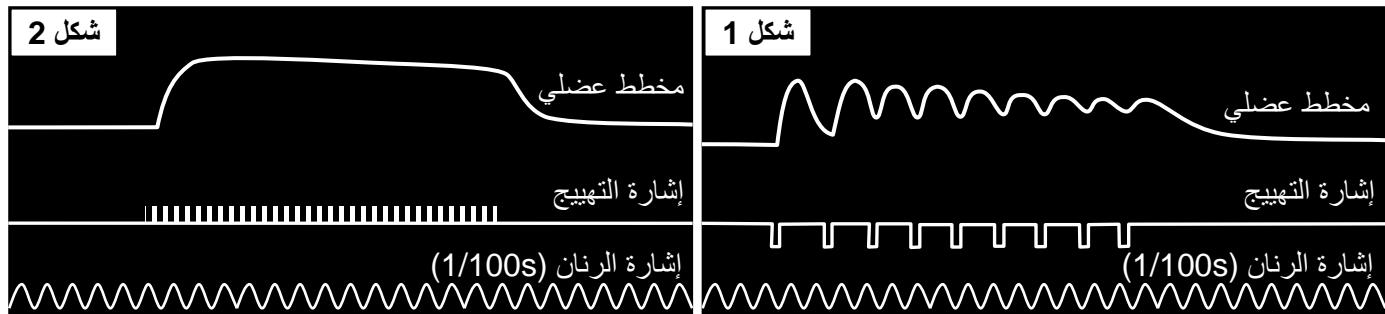
عرض العضلة لاهجتين فعاليتين متتاليتين من نفس الشدة، مع تغيير المدة الفاصلة بينهما (المدة الفاصلة من اليسار إلى اليمين: 90ms, 50ms, 40ms, 30ms, 20ms).

يعطي الشكل أمامه، المخططات العضلية المحصل عليها.



الوثيقة 5: استجابة العضلة لاهاجات متتالية

نعرض العضلة إلى سلسلة اهاجات فعالة من نفس الشدة، متباينة زمنيا (الشكل 1)، أو متقاربة (الشكل 2). صف التسجيلين المحصل عليهما، ثم استنتج مفهوم الكزار التام والكزار الناقص.



الوثيقة 6: استجابة العضلة المتعة

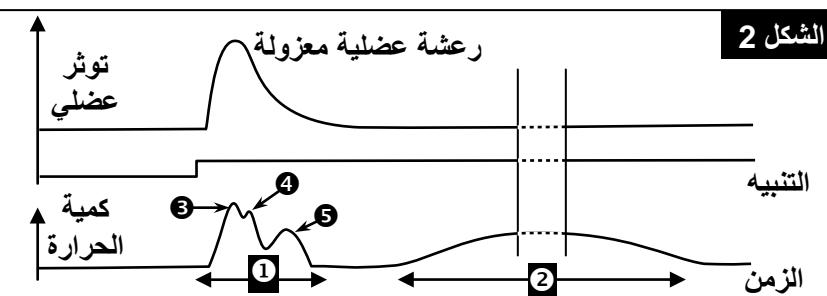
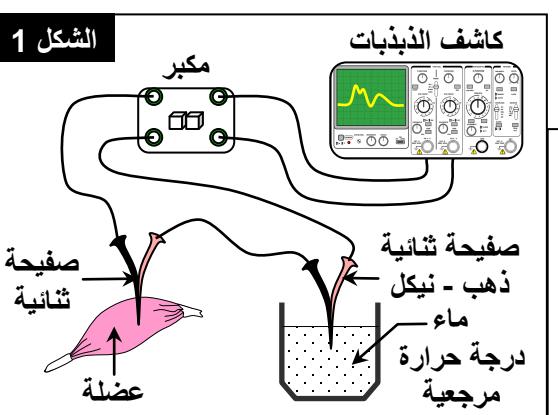
نخضع العضلة لسلسلة اهاجات من نفس الشدة، لمدة طويلة، فنسجل التخطيط العضلي الممثل على الشكل 1 (إلى C_n) هي رعشات عضلية). أما الشكل 2 فيمثل رسميا للرعشة الأولى C_1 ، والرعشة الأخيرة C_n . حدد من خلال الشكلين فيم يمثل العياء العضلي؟

الوثيقة 7: الظواهر الحرارية المرافقة للتقلص العضلي

نستعمل في هذه الدراسة تقنية العمود الحراري Thermopile (شكل 1)، إذ يتكون العمود الحراري من إبرتين كهروحراريتين، تتكون كل إبرة من معدنين مختلفين (نحاس و نيكل أو ذهب ونيكل). تغير إحدى الإبرتين في العضلة ويحافظ على الأخرى في درجة حرارة ثابتة (إبرة مرجعية). إن اختلاف الحرارة بين الإبرتين، يولد فرق جهد كهربائي تتناسب شدته مع درجة حرارة العضلة المتقلصة.

يبين الشكل 2 التسجيل المحصل عليه.

استخرج أنواع الحرارة المحررة من طرف العضلة في حالة نشاط.

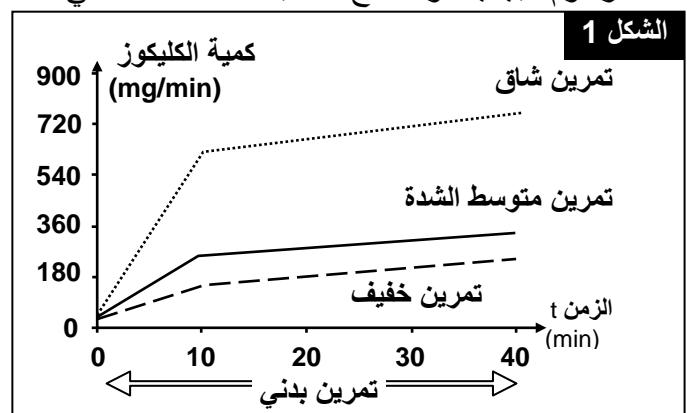
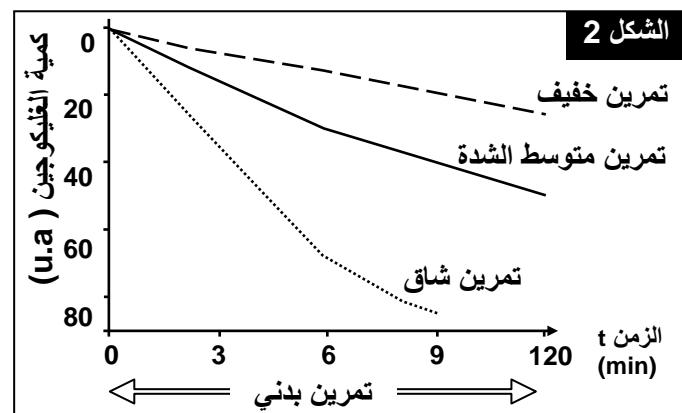


الوثيقة 8: الظواهر الطاقية المصاحبة للتقلص العضلي

تقاس داخل قاعات مجهزة بمعدات خاصة، التغيرات التي تطرأ على مجموعة من الثوابت في مستوى العضلات، وذلك بتحليل عينات عضلية تؤخذ من رياضيين أثناء قيامهم بتمارين مختلفة. نتائج هذا القياس ممثلة على الشكلين 1 و 2.

الشكل 1: كمية الكليكوز المستعملة من طرف عضلات الطرفين السفليين عند شخص مجهود عضلي متزايد الشدة. **الشكل 2:** كمية استهلاك الغليكوجين بعضلات الطرفين السفليين عند شخص مجهود عضلي متزايد الشدة.

حل الرسوم البيانية، واستنتج متطلبات العمل العضلي.

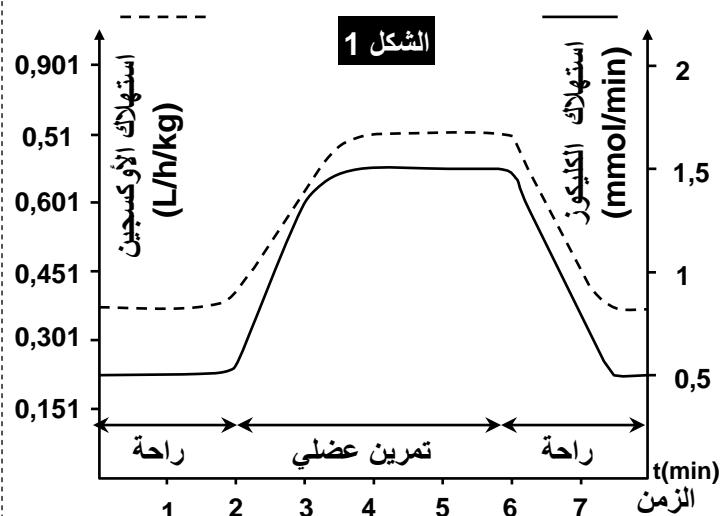


الوثيقة 9: تغيرات بعض المكونات الكيميائية للعضلة قبل وبعد التقلص العضلي

يعطي الشكل 1 من الوثيقة تطور استهلاك ثاني الأوكسجين والكليكوز. والشكل 2، تغيرات بعض المكونات الكيميائية للعضلة، خلال الراحة وخلال المجهود العضلي. حل واستنتاج.

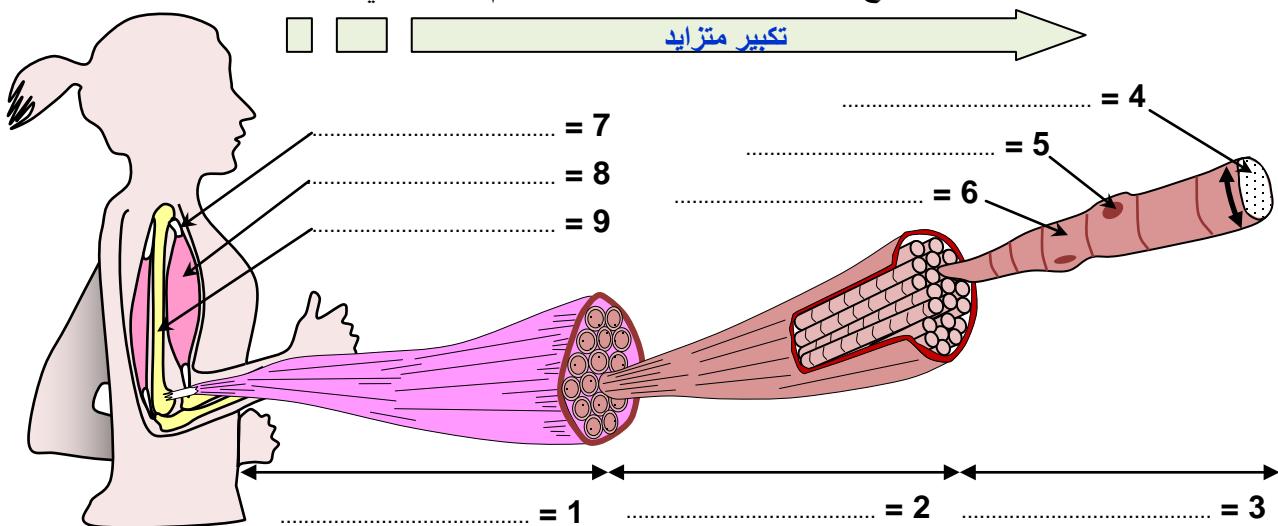
خلال ساعة بالنسبة ل 1kg من العضلة	
في حالة نشاط	في حالة راحة
56.325	12.220
5.207	0.307
5.950	0.220
8.432	2.042
0	0
0	0
حجم الدم الذي يعبر العضلة ب (L)	
حجم O_2 المستهلك ب (L)	
حجم CO_2 المطروح ب (L)	
كمية الكليكوز المستهلكة ب (g)	
البروتينات المستهلكة ب (g)	
الدهون المستهلكة ب (g)	

الشكل 2



الوثيقة 10: بنية العضلة المخططة الهيكيلية

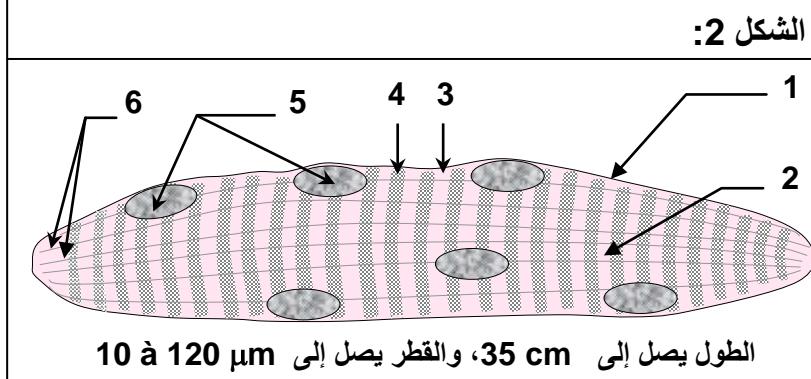
يتطلب النشاط العضلي تقلص عدة عضلات وفق آلية محددة. لفهم هذه الآلية، ينبغي أولاً معرفة بنية و فوق بنية هذه العضلات ثم التعرف على أبرز مكوناتها. تعطي الوثيقة أسفله رسمياً لبنيّة العضلة الهيكيلية المخططة. تعرف بنية العضلة الهيكيلية المخططة، مع إعطاء الأسماء المناسبة للأرقام الممثلة في الوثيقة.



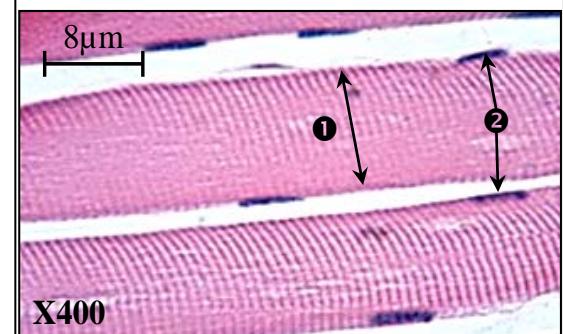
الوثيقة 11: ملاحظات مجهرية للنسج العضلي.

يعطي الشكل 1 من الوثيقة، ملاحظة بالمجهر الضوئي لمقطع طولي لعضلة هيكيلية مخططة. و الشكل 2، رسمياً تفسيرياً لبنيّة ليف عضلي. بعد ملاحظة معطيات هذه الوثيقة، أعط الأسماء المناسبة للأرقام الممثلة في الوثيقة، ثم صف البنية المجهرية للليف العضلي، وبرر تسمية العضلة الهيكيلية بالمخططة.

الشكل 2:



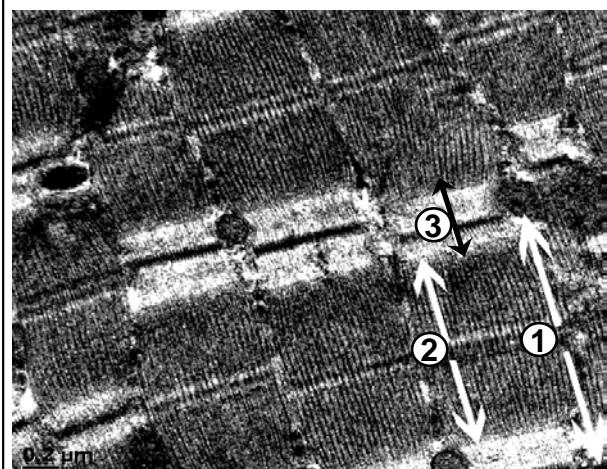
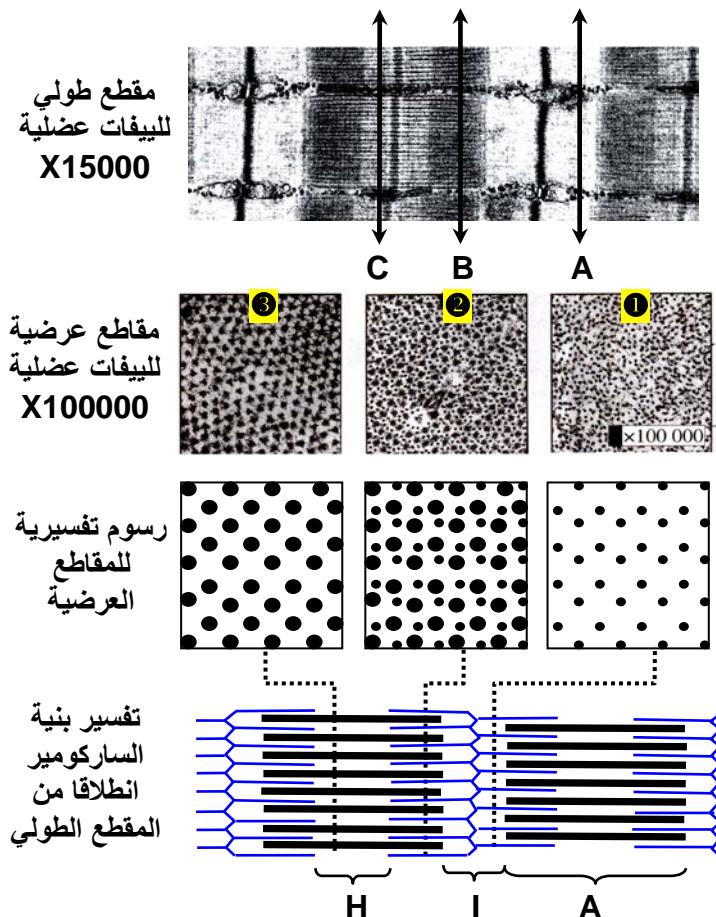
الشكل 1 : ② = ①



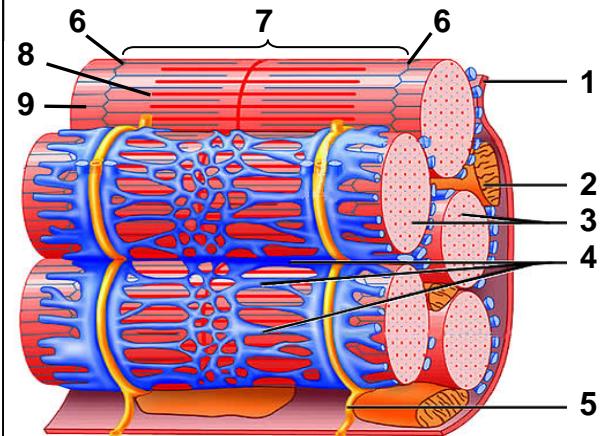
الوثيقة 12: فوق بنية النسيج العضلي.

قصد التمكّن من تحديد العناصر المتدخلة خلال التقلص العضلي، فقترح استثمار معطيات الوثائق أسفله. انطلاقاً من هذه المعطيات، صُفّت البنية المجهرية لليف العضلي مع تحديد الخيطات المتواجدة في كل منطقة.

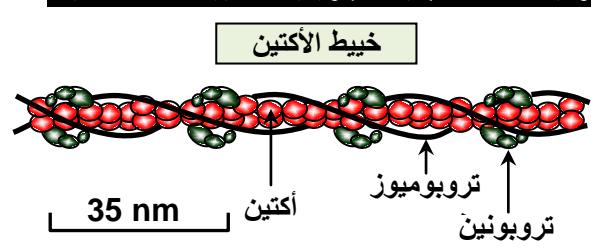
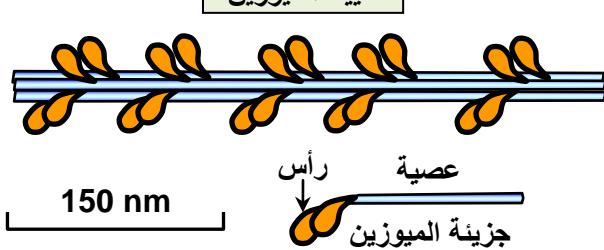
الشكل 2: نقوم بمقاطع مستعرضة لليف عضلي على المستويات: A, B, C. فنحصل بالتالي على الملاحظات ①، ②، و ③.



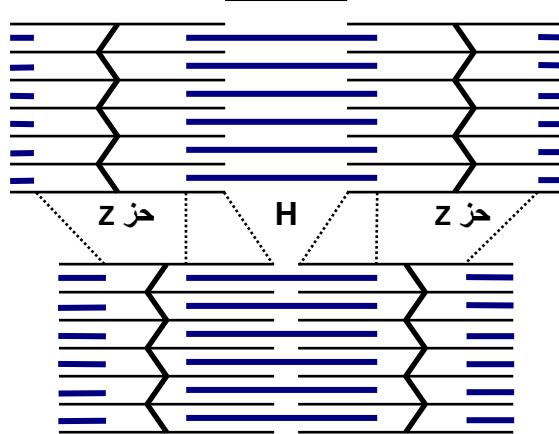
الشكل 3: مجسم لجزء من ليف عضلي.



الوثيقة 13: البنية الجزيئية للخيطات العضلية.



الشكل ج



الشكل أ



الشكل ب



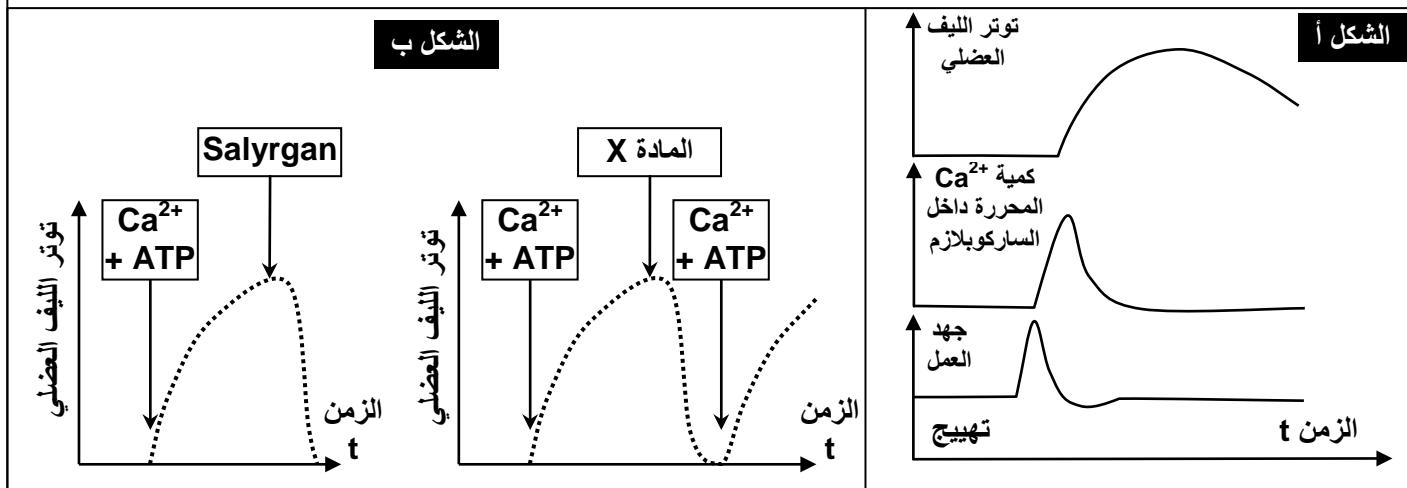
الوثيقة 14: آلية التقلص.

تعطي الوثيقة أمامه ملاحظة مجهرية لساركومير مرتخ (شكل أ) وأخر متقلص (شكل ب)، مصحوبة برسم تفسيري (شكل ج).

قارن الشكلين أ وب واستخرج مختلف التغيرات التي تطرأ على الليف خلال التقلص العضلي، ثم فسر هذه التغيرات.

الوثيقة 15: دور الكالسيوم و ATP في حدوث التقلص العضلي.

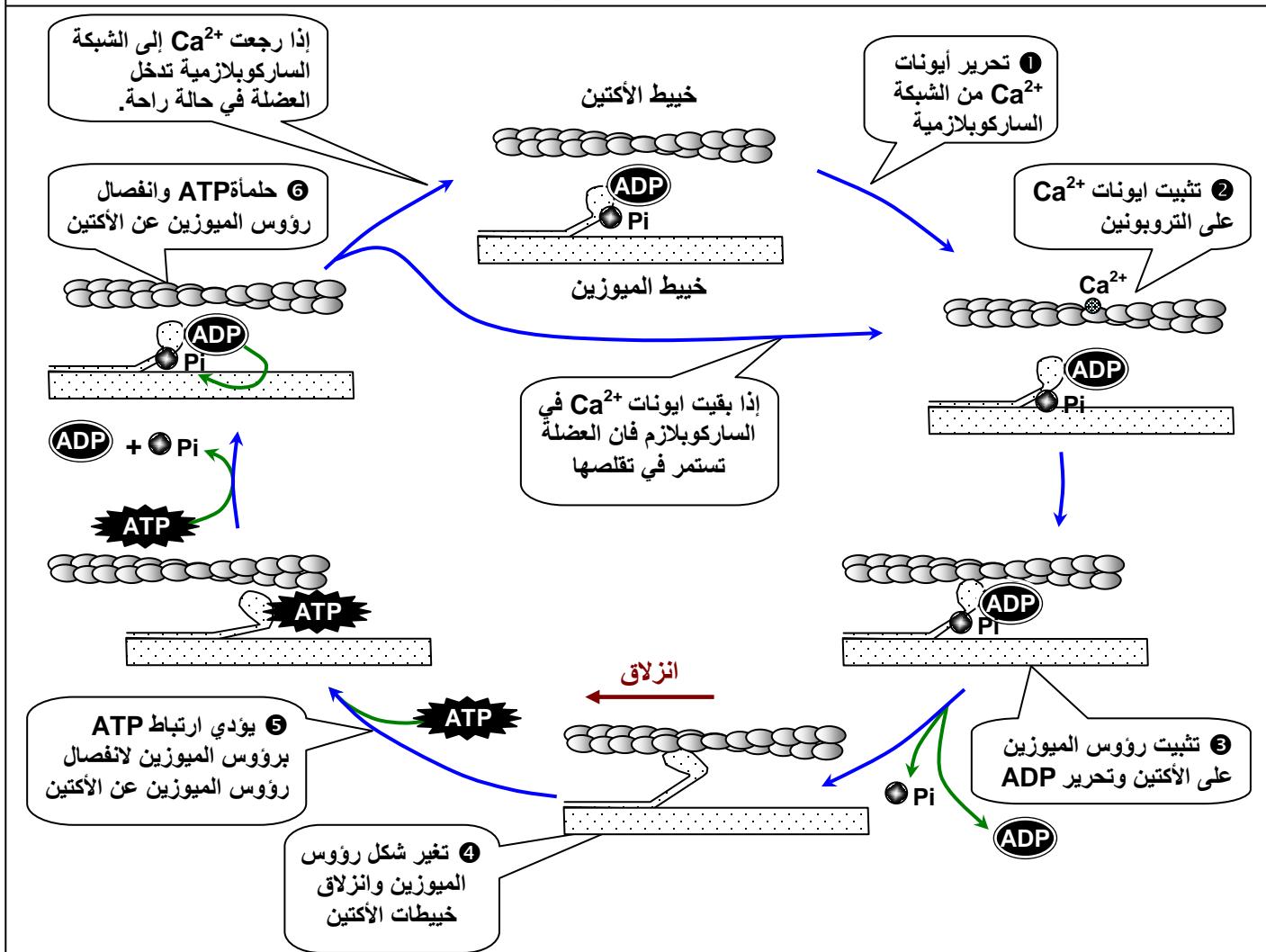
★ يعطي مبيان الشكل أ، نتائج قياس كل من كمية Ca^{2+} داخل ساركوبلازم الخلية العضلية وتوترها بعد تهييجه. يعطي مبيان الشكل ب، نتائج تأثير وجود أو عدم وجود Ca^{2+} و ATP على توتر الليف العضلية. المادة X هي مادة كيميائية ترتبط بالكالسيوم وتمنع فعله. المادة Salyrgan، هي مادة كابحة لحمة ATP (ATP). حل هذه المحننات، واستنتاج دور ATP وايونات الكالسيوم في حدوث التقلص العضلي.



★ لقد بينت الدراسات وجود تالف بين رؤوس الميوzin والأكتين. وبوجود ايونات الكالسيوم، ترتبط رؤوس الميوzin بالأكتين فيتشكل مركب الأكتوميوzin الذي يكون بنيات خاصة تسمى القنطر المستعرضة (Ponts transversals). بالاعتماد على هذه المعطيات والمعطيات السابقة، بين العلاقة بين ايونات الكالسيوم ونشوء القنطر المستعرضة.

الوثيقة 16: خطاطة تبين التفاعل بين خيطات الميوzin والأكتين خلال التقلص العضلي.

حول الخطاطة التالية إلى نص تفسر من خلاله آلية التقلص العضلي.



الوثيقة 17: تغيرات بعض المكونات الكيميائية للعضلة قبل وبعد التقلص.

تعطي الجدول أسفله، تغيرات بعض المكونات الكيميائية للعضلة، قبل وبعد التقلص.

قارن معطيات هذا الجدول، واقترح تفسيرا للتغيرات الملاحظة قبل التقلص وبعده. ثم استنتج طرق تجديد ATP.

تحليل وتفسير	نتائج المعايرة		المواد المعايرة	الملحوظات	التجارب
	قبل التقلص	بعد التقلص			
①	1.21	1.62	غlikojin	تضيق العضلة لمدة 3 دقائق	اهاجة العضلة كهربائيا
	1.95	1.5	حمض لبني		
	2	2	ATP		
	1.5	1.5	فوسفوكرياتين		
②	1.62	1.62	غlikojin	تضيق العضلة في نفس ظروف التجربة السابقة	اهاجة العضلة بوجود الحمض الايوبي الأسيتيك (مادة توقف انحلال الكليكوز)
	1.5	1.5	حمض لبني		
	2	2	ATP		
	0.4	1.5	فوسفوكرياتين		
③	1.62	1.62	غlikojin	العضلة تضيق بصفة عادلة ثم تتوقف	اهاجة العضلة بوجود الحمض الايوبي الأسيتيك ومادة مانعة للفوسفوكرياتين كيناز (أنزيم ضروري لانحلال الفوسفوكرياتين)
	1.5	1.5	حمض لبني		
	0	2	ATP		
	1.5	1.5	فوسفوكرياتين		