

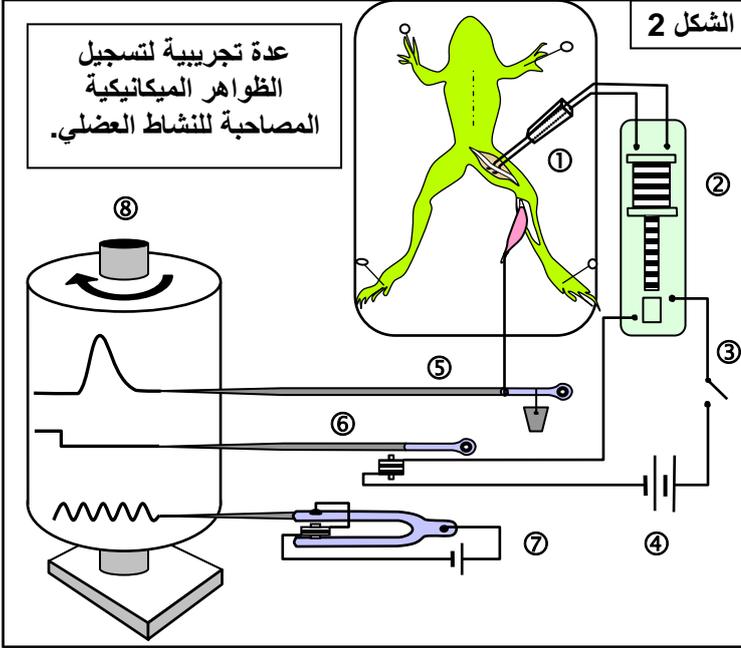
## الفصل الثاني: دور العضلة الهيكلية المخططة في تحويل الطاقة

### الوثيقة 1: تسجيل التقلص العضلي للطرف الخلفي لضفدعة.

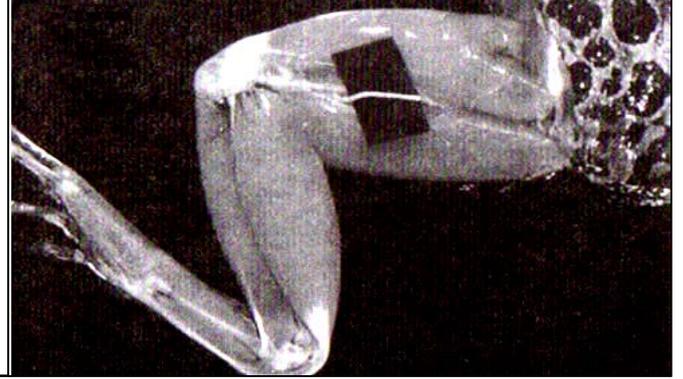
لدراسة التقلص العضلي، نأخذ ضفدعة، نخرب دماغها ونخاعها ألسوكي، لإزالة كل ردود الفعل الإرادية واللاإرادية. بعد تثبيتها على لوحة خشبية، نشرح الطرف الخلفي لإبراز العصب الوركي (الشكل 1)، نقطع وتر العقب لعضلة بطن الساق، ونوصله بجهاز تسجيل التقلص العضلي (الشكل 2). نهيج العضلة إما مباشرة، بوضع الالكترودين المهيجين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

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

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

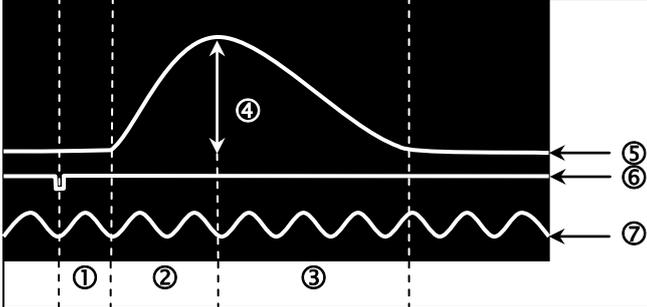


### الشكل 1: تحضير عضلة بطن ساق ضفدعة



### الوثيقة 2: استجابة العضلة لتهيج وحيد

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

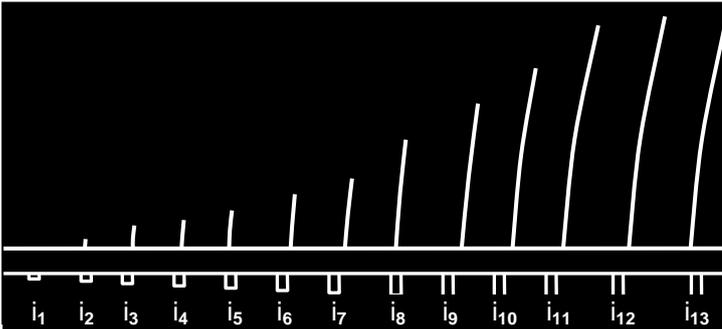


..... = ② ..... = ①  
..... = ⑤ ..... = ④ ..... = ③  
..... = ⑦ ..... = ⑥

### الوثيقة 3: استجابة العضلة لاهجات منفردة

عندما نعرض العضلة لسلسلة تهيجات منعزلة ومتباعدة و متزايدة الشدة ( $i_1, i_2, \dots, i_{13}$ )، نحصل على المخطط العضلي أمامه. (تدار الأسطوانة المسجلة يدويا بين التنبيهات).

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

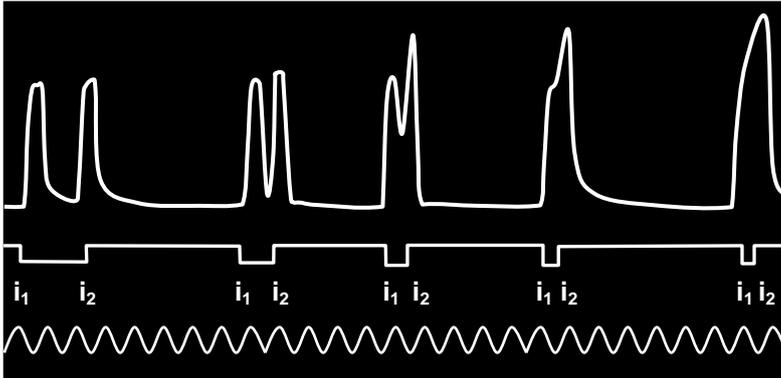


### الوثيقة 4: استجابة العضلة لاهجتين متتاليتين

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

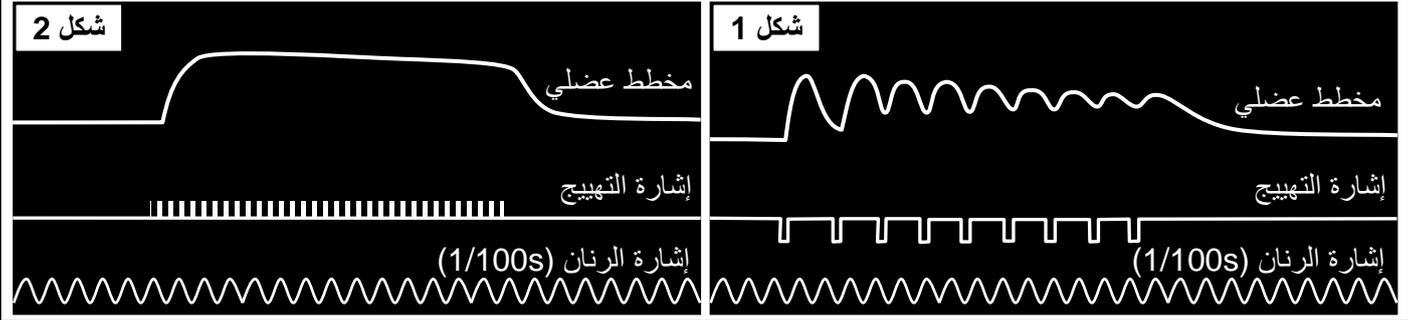
يعطي الشكل أمامه، المخططات العضلية المحصل عليها.

حلل التسجيل المحصل عليه، و اربط العلاقة بين المدة الفاصلة بين الاهجتين المتتاليتين ومظهر الرعشات العضلية.



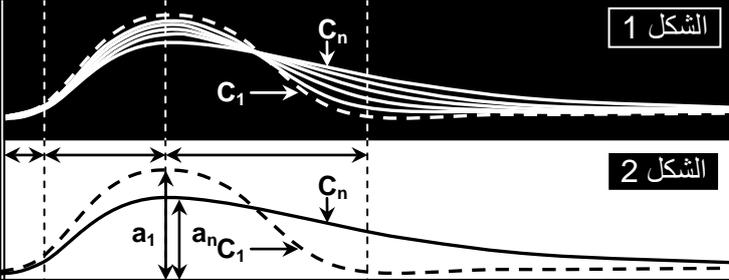
## الوثيقة 5: استجابة العضلة لاهجات متتالية

نعرض العضلة إلى سلسلة اهاجات فعالة من نفس الشدة، متباعدة زمنياً (الشكل 1)، أو متقاربة (الشكل 2). صف التسجيلين المحصل عليهما، ثم استنتج مفهوم الكزاز التام والكزاز الناقص.



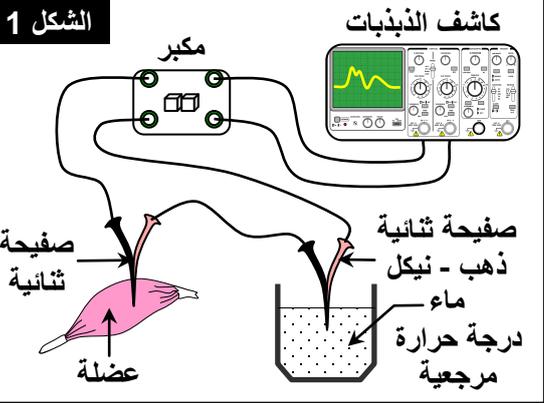
## الوثيقة 6: استجابة العضلة المتعبة

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

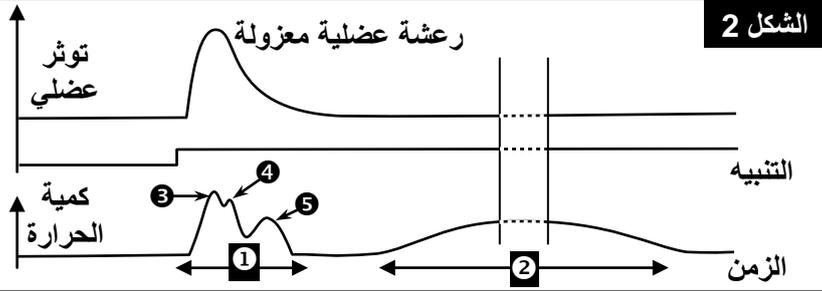


## الوثيقة 7: الظواهر الحرارية المرافقة للتقلص العضلي

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). تغرز 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.

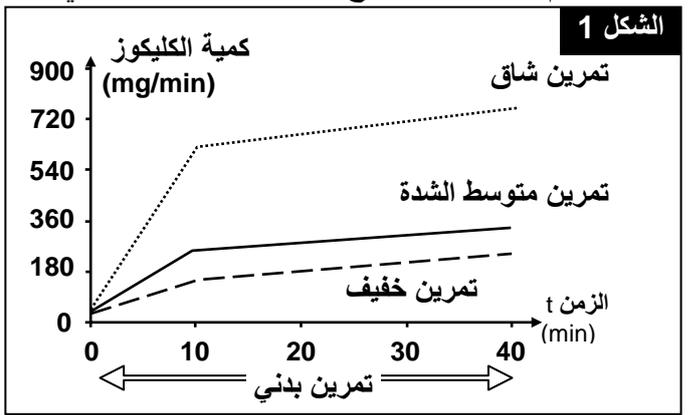
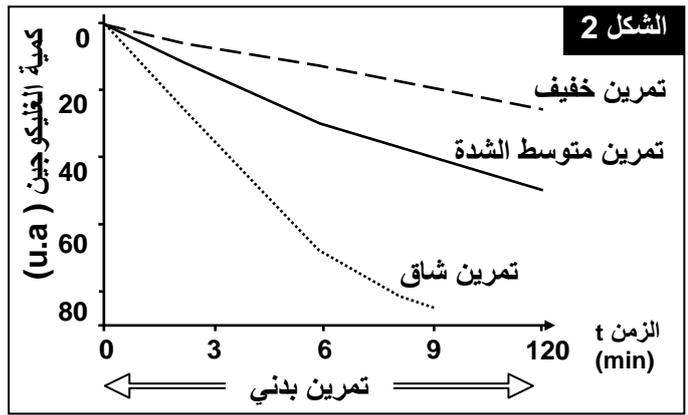


يبين الشكل 2 التسجيل المحصل عليه. استخراج أنواع الحرارة المحررة من طرف العضلة في حالة نشاط.



## 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 الكليوكوز المستعملة من طرف عضلات الطرفين السفليين عند شخص خلال مجهود عضلي متزايد الشدة. **الشكل 2:** كمية استهلاك الغليكوجين بعضلات الطرفين السفليين عند شخص خلال مجهود عضلي متزايد الشدة. حل الرسوم البيانية، واستنتج متطلبات العمل العضلي.



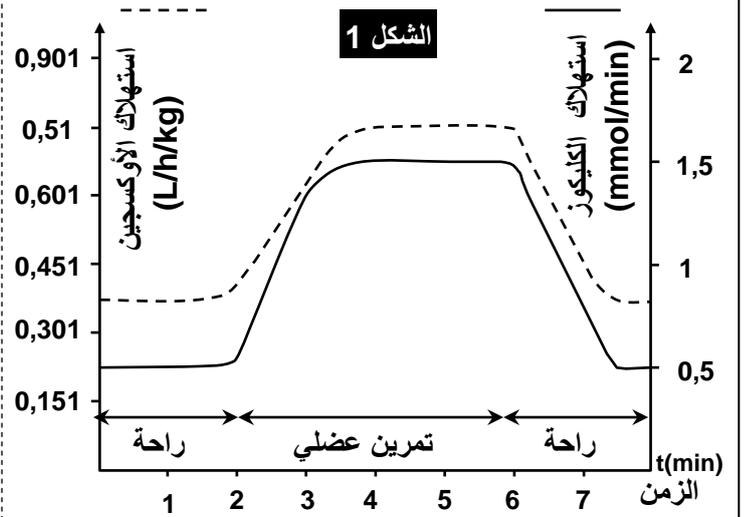
## الوثيقة 9: تغيرات بعض المكونات الكيميائية للعضلة قبل وبعد انقباض العضلي

يعطي الشكل 1 من الوثيقة تطور استهلاك ثنائي الأوكسجين والكلبيكوز. والشكل 2، تغيرات بعض المكونات الكيميائية للعضلة، خلال الراحة وخلال المجهود العضلي. حل واستنتج.

خلال ساعة بالنسبة ل  
1kg من العضلة

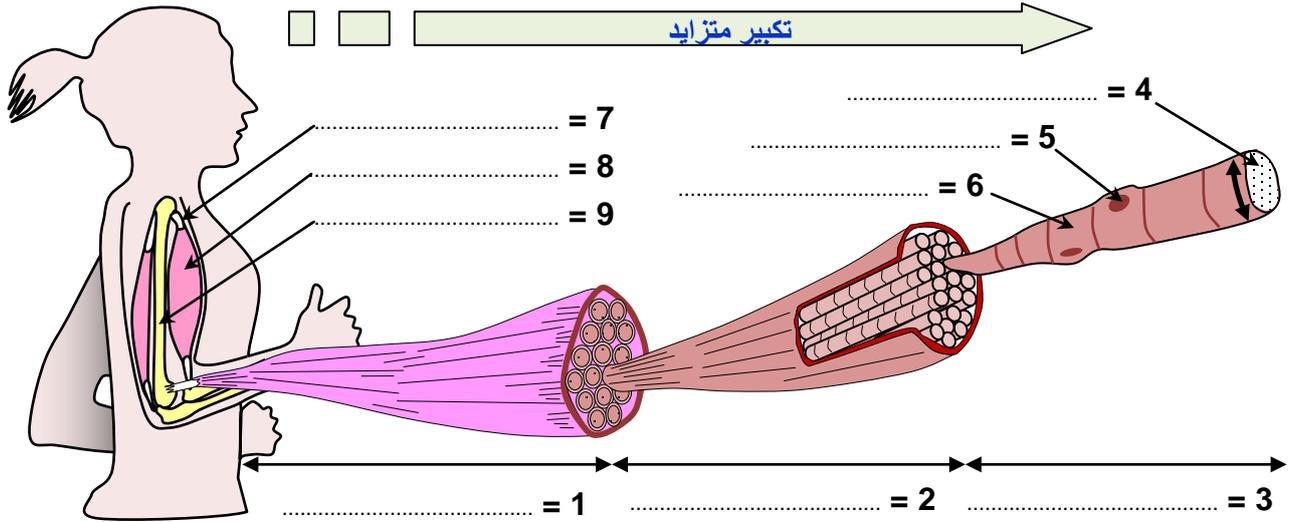
في حالة نشاط	في حالة راحة	
56.325	12.220	حجم الدم الذي يعبر العضلة ب (l)
5.207	0.307	حجم O <sub>2</sub> المستهلك ب (l)
5.950	0.220	حجم CO <sub>2</sub> المطروح ب (l)
8.432	2.042	كمية الكلبيكوز المستهلكة ب (g)
0	0	البروتينات المستهلكة ب (g)
0	0	الدهون المستهلكة ب (g)

الشكل 2



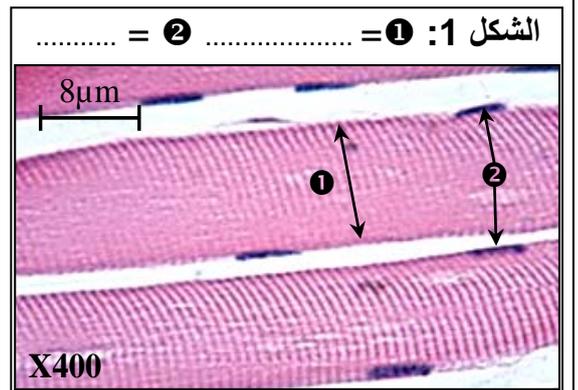
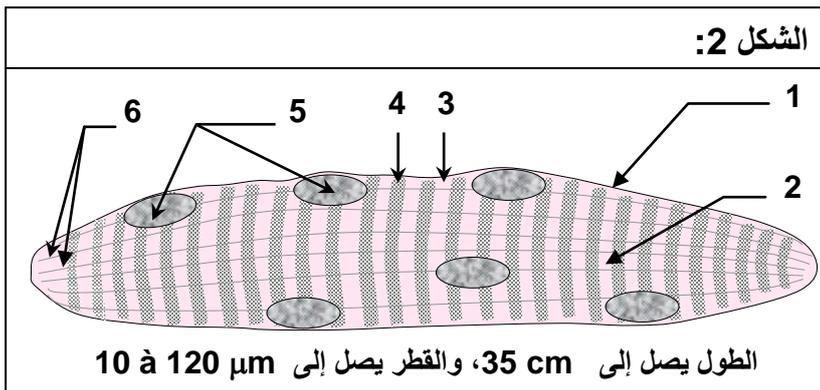
## الوثيقة 10: بنية العضلة المخططة الهيكلية

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 رسماً تفسيريًا لبنية العضلة الهيكلية المخططة. تعرف بنية العضلة الهيكلية المخططة، مع إعطاء الأسماء المناسبة للأرقام الممثلة في الوثيقة.



## الوثيقة 11: ملاحظات مجهرية للنسيج العضلي.

يعطي الشكل 1 من الوثيقة، ملاحظة بالمجهر الضوئي لمقطع طولي لعضلة هيكلية مخططة. والشكل 2، رسماً تفسيريًا لبنية ليف عضلي. بعد ملاحظة معطيات هذه الوثيقة، أعط الأسماء المناسبة لأرقام الوثيقة، ثم صف البنية المجهرية للليف العضلي، وبرر تسمية العضلة الهيكلية بالمخططة.

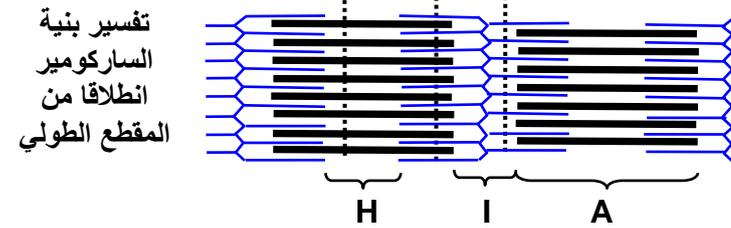
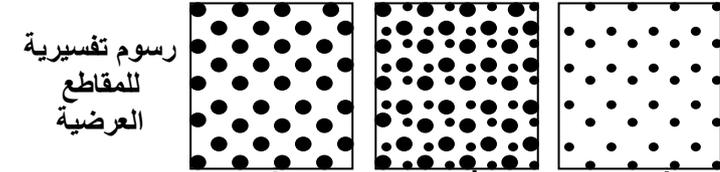
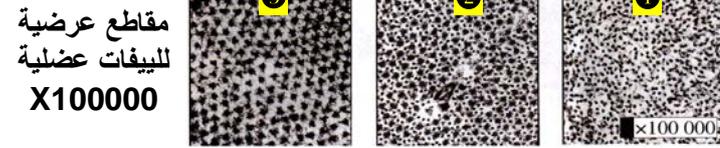
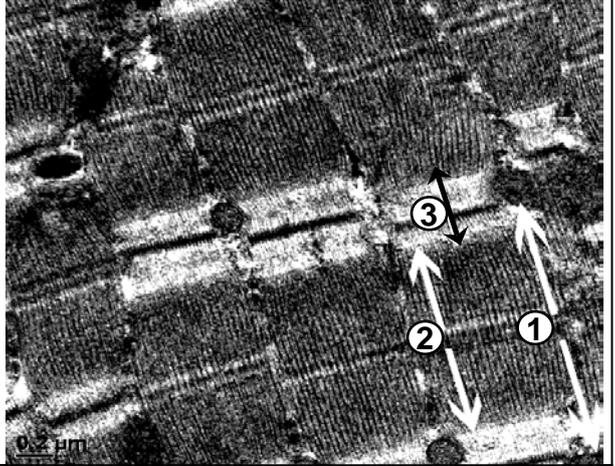
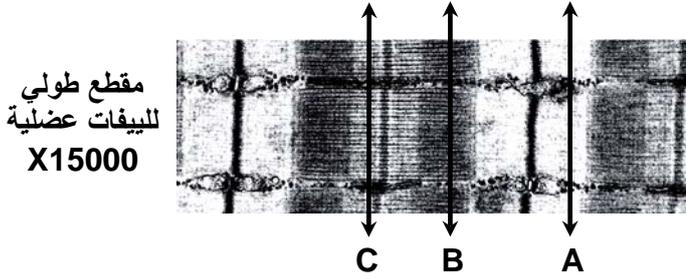


## الوثيقة 12: فوق بنية النسيج العضلي.

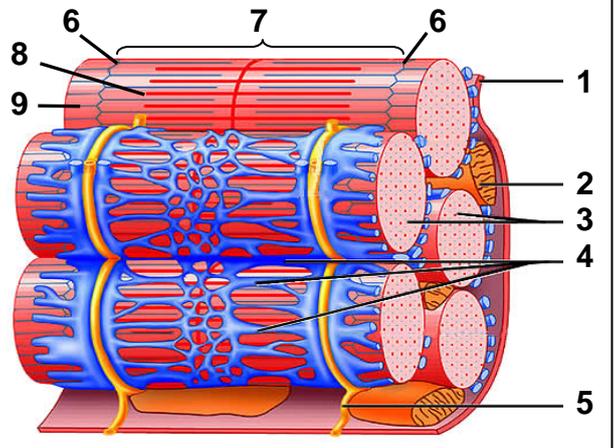
قصد التمكن من تحديد العناصر المتدخلة خلال التقلص العضلي، نقترح استثمار معطيات الوثائق أسفله. انطلاقاً من هذه المعطيات، صف البنية المجهرية للليف العضلي مع تحديد الخييطات المتواجدة في كل منطقة.

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

الشكل 1: ملاحظة الكرونوغرافية لنسيج عضلي.

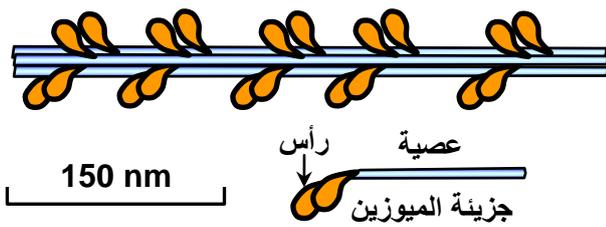


الشكل 3: مجسم لجزء من ليف عضلي.

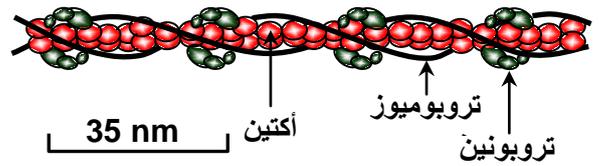


## الوثيقة 13: البنية الجزيئية للخييطات العضلية.

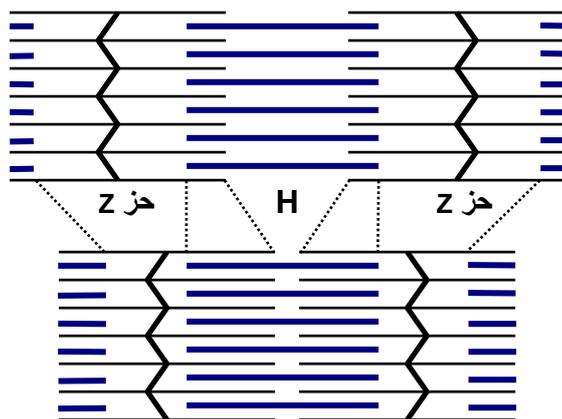
### خييط الميوزين



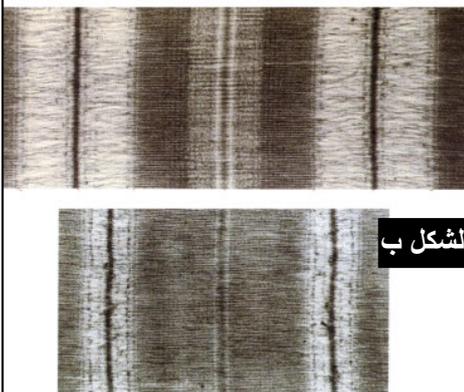
### خييط الأكتين



### الشكل ج



### الشكل أ



## الوثيقة 14: آلية التقلص.

تعطي الوثيقة أمامه ملاحظة مجهرية لساركومير مرتخ (شكل أ) وآخر متقلص (شكل ب)، مصحوبة برسم تفسيري (شكل ج).  
قارن الشكلين أ وب واستخرج مختلف التغيرات التي تطرأ على اللييف خلال التقلص العضلي، ثم فسر هذه التغيرات.



## 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 تفسيراً للتغيرات الملاحظة قبل التقلص وبعده. ثم استنتج طرق تجديد ATP.

تحليل وتفسير	نتائج المعايرة		المواد المعايرة	الملاحظات	التجارب
	بعد التقلص	قبل التقلص			
①	1.21	1.62	غليكوجين	تقلص العضلة لمدة 3 دقائق	اهاجة العضلة كهربائياً
	1.95	1.5	حمض لبني		
	2	2	ATP		
	1.5	1.5	فوسفوكرياتين		
②	1.62	1.62	غليكوجين	تقلص العضلة في نفس ظروف التجربة السابقة	اهاجة العضلة بوجود الحمض الأيودي الأسيتيك (مادة توقف انحلال الكليكوز)
	1.5	1.5	حمض لبني		
	2	2	ATP		
	0.4	1.5	فوسفوكرياتين		
③	1.62	1.62	غليكوجين	العضلة تتقلص بصفة عادية ثم تتوقف	اهاجة العضلة بوجود الحمض الأيودي الأسيتيك ومادة مانعة للفوسفوكرياتين كيناز (أنزيم ضروري لانحلال الفوسفوكرياتين)
	1.5	1.5	حمض لبني		
	0	2	ATP		
	1.5	1.5	فوسفوكرياتين		