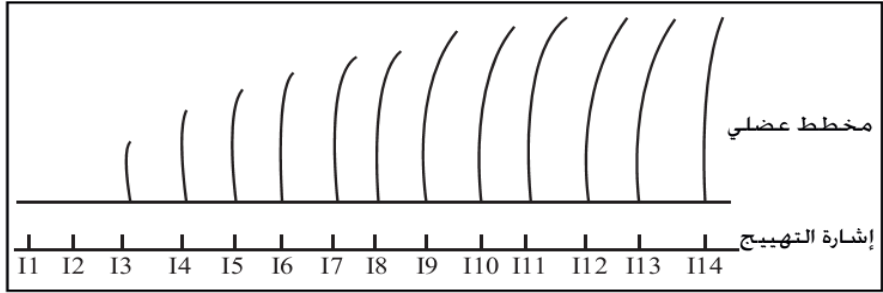
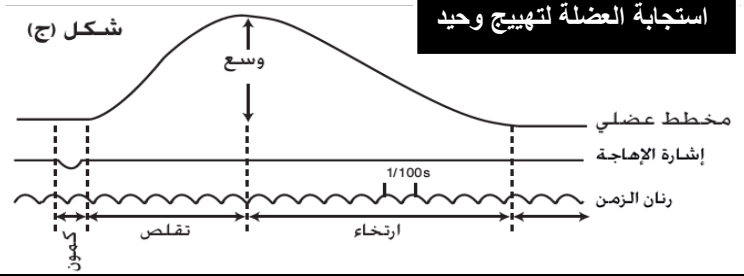
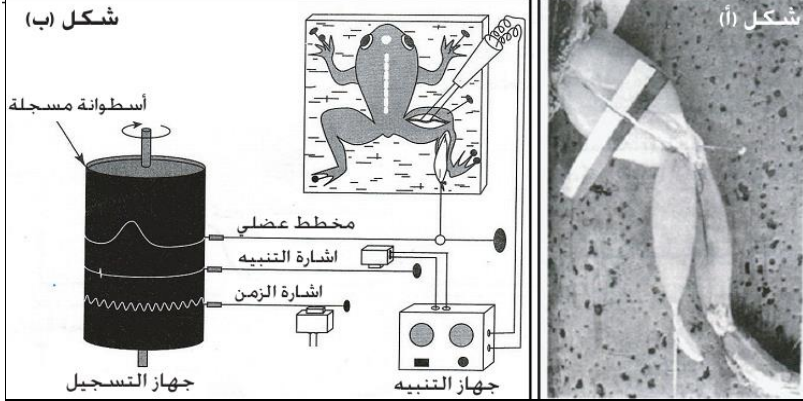


يسمح التقلص العضلي للعضلات بإنتاج قوة عضلية تؤدي إلى إنجاز الحركة والمحافظة على وضع الجسم للكشف عن المظاهر الميكانيكية للتقلص العضلي نقترح دراسة مختلف التسجيلات العضلية كما توضح ذلك الوثائق التالية:

**وثيقة 1: تسجيل التقلص العضلي للطرف الخلفي لضفدعة**

لدراسة التقلص العضلي، يتم أخذ ضفدعة، فيخرب دماغها ونخاعها أشوكي، لإزالة كل ردود الفعل الإرادية واللاإرادية. بعد تثبيتها على لوحة خشبية، نشرح الطرف الخلفي لإبراز العصب الوركي (الشكل أ)، نقطع وتر العقب لعضلة بطن الساق، ونوصله بجهاز تسجيل التقلص العضلي (الشكل ب). 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.

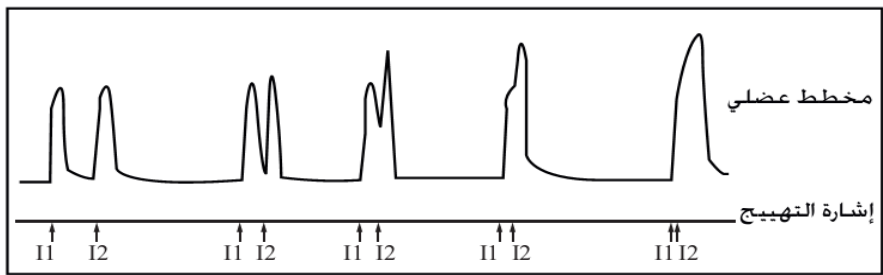


**وثيقة 2 استجابة العضلة لإهجات منفردة**

نهيج كهربائيا العضلة على مستوى العصب الوركي ونحافظ على الأسطوانة ثابتة ثم نديرها يدويا لبعض المليمترات ونعيد الإهاجة بشدة أكبر. ونستمر بنفس الكيفية في تسليط إهجات متتالية ذات شدة تصاعدية. يمثل الشكل جانبه النتائج المحصل عليها.  
1- حلل التسجيلات المحصل عليها.  
2- إقترح فرضية تفسر بها هذه النتائج.

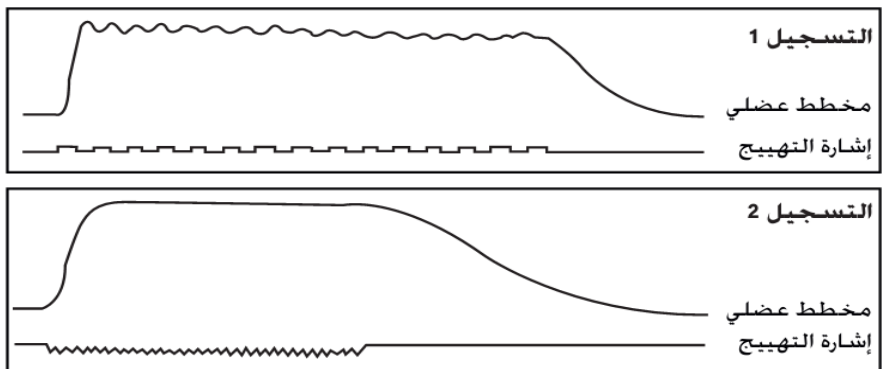
**وثيقة 3 استجابة العضلة لإهجتين متتاليتين**

نعرض عضلة لإهجتين متتاليتين من نفس الشدة (شدة غير قصوية) مع تغيير المدة الفاصلة بينهما. فنحصل على التسجيل الممثل في الشكل جانبه.  
1- حلل التسجيلات المحصل عليها و أربط بين المدة الفاصلة بين الإهجتين المتتاليتين ومظهر الرعشة.  
2- سم الظاهرة المسؤولة عن هذه النتائج.

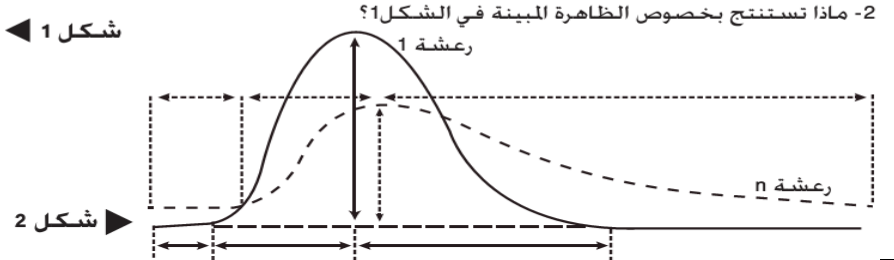
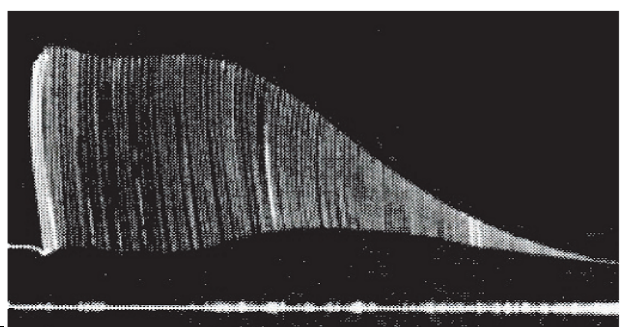


**وثيقة 4 استجابة العضلة لإهجات متتالية**

نعرض عضلة لسلسلة إهجات من نفس الشدة القصوية وذات ترددات مختلفة حيث:  
- تسلط إهجات بتردد متوسط (من 10 إلى 15 إهاجة في الثانية)، فنحصل على التسجيل 1.  
- تسلط إهجات بتردد مرتفع (من 25 إلى 30 إهاجة في الثانية)، فنحصل على التسجيل 2.  
1- قارن التسجيلين 1 و 2.  
2- فسر هذه النتائج.



**وثيقة 5** تم إخضاع عضلة لعدة إهجات شديدا ثابتة لفترة طويلة. وبين الشكل 1 النتائج المحصل عليها. لفهم هذه النتائج أعيدت التجربة وتم تمثيل الرعشة الأولى و رعشة من الرتبة n (شكل 2).



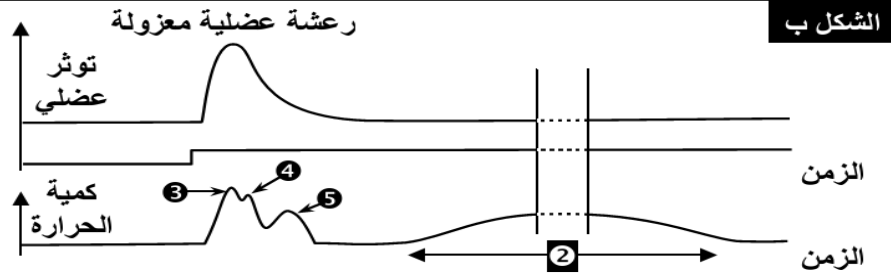
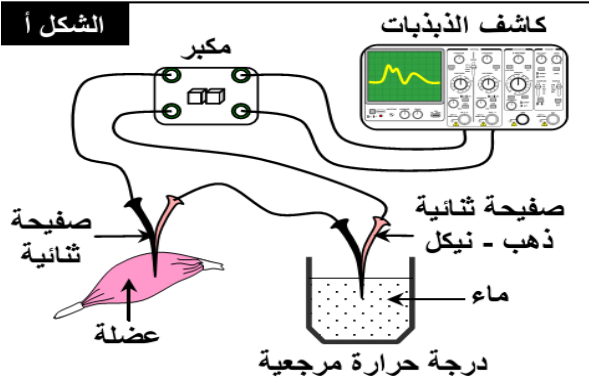
**التعليمات**

1. من خلال الوثيقة 1، استخرج الشروط التجريبية للتقلص العضلي وصف التسجيل المحصل عليه بعد إهاجة واحدة فعالة.
2. صف التسجيلات المحصل عليها في الوثائق 2، 3 و 4 واستنتج منها الظواهر المميزة للتقلص العضلي.
3. انطلاقا من معطيات الوثيقة 5، حدد التغيرات التي تصيب استجابة العضلة المتعبة.

يصاحب العمل الميكانيكي للعضلات ظواهر فيزيائية وكيميائية. للكشف عن هن تلك الظواهر نقترح دراسة الوثائق التالية:

### الوثيقة 1 الظواهر الحرارية المرافقة للتقلص العضلي.

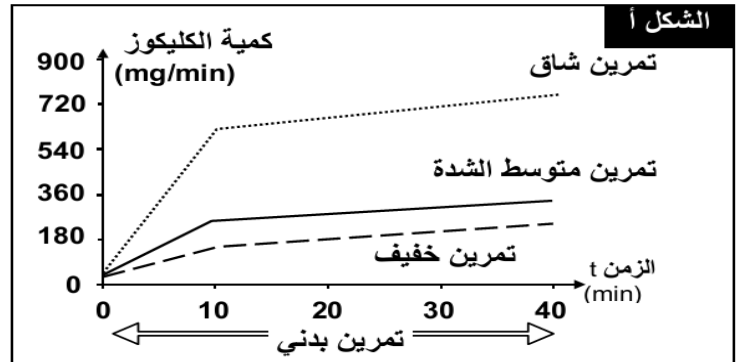
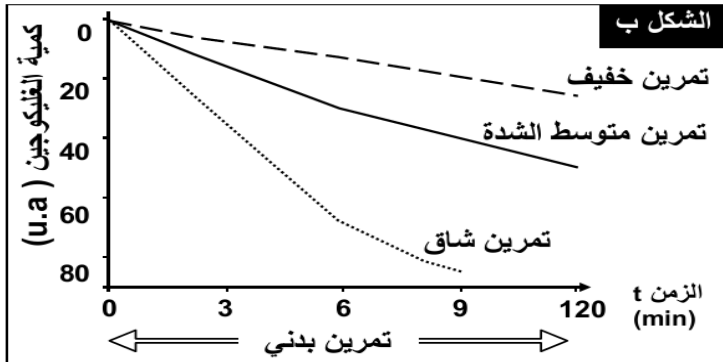
نستعمل في هذه الدراسة تقنية العمود الحراري Thermopile (شكل أ)، إذ يتكون العمود الحراري من إبرتين كهروحراريتين، تتكون كل إبرة من معدنين مختلفين (نحاس و نيكل أو ذهب ونيكل). تغرز إحدى الإبرتين في العضلة ويحافظ على الأخرى في درجة حرارة ثابتة (إبرة مرجعية). إن اختلاف الحرارة بين الإبرتين، يولد فرق جهد كهربائي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



### الوثيقة 2 الظواهر الطاقية المصاحبة للتقلص العضلي.

تفاس داخل قاعات مجهزة بمعدات خاصة، التغييرات 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 أ وب.

**الشكل أ:** قياس كمية الكليكويز المستعملة من طرف عضلات الطرفين السفليين عند شخص خلال مجهود عضلي متزايد الشدة. **الشكل ب:** قياس كمية الغليكوجين عند شخص خلال مجهود عضلي متزايد الشدة. حلل الرسوم البيانية، واستنتج متطلبات العمل العضلي.

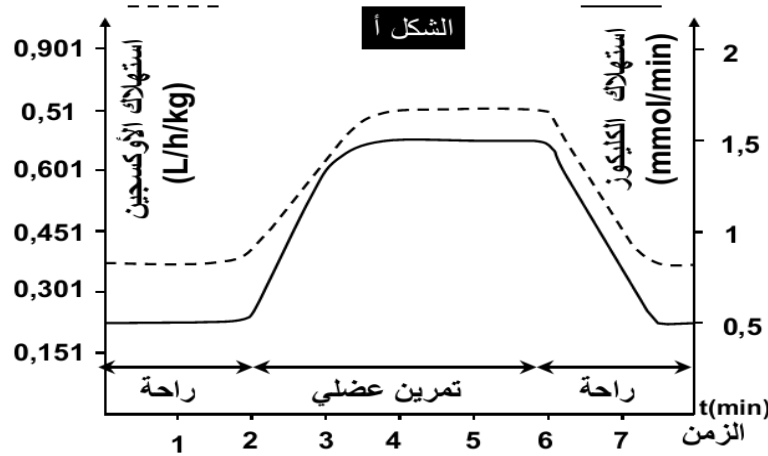


### الوثيقة 3 تغييرات بعض المكونات الكيميائية للعضلة قبل وبعد التقلص العضلي.

يعطي الشكل أ من الوثيقة تطور استهلاك ثنائي الأوكسجين والكليكويز. والشكل ب، تغييرات بعض المكونات الكيميائية للعضلة، خلال الراحة وخلال المجهود العضلي. حلل واستنتج.

**الشكل ب**

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 الكليكويز المستهلكة ب (g)
0	0	البروتينات المستهلكة ب (g)
0	0	الدهون المستهلكة ب (g)

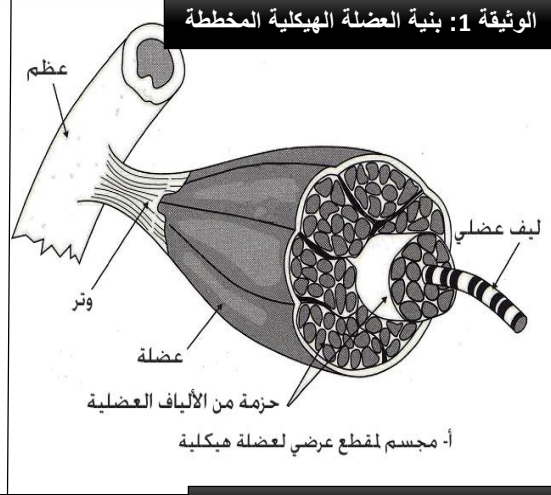


#### التعليمات

1. انطلاقا من معطيات الوثيقة 1، استخرج أنواع الحرارة المحررة من طرف العضلة في حالة نشاط.
2. من خلال وصف مبيانات الوثيقة 2، استنتج متطلبات العمل العضلي.
3. اعتمادا على الشكل أ من الوثيقة 3، قارن تطور O<sub>2</sub> والكليكويز في حالتي الراحة والتمرين العضلي. كيف تفسر ذلك التطور
4. هل تؤكد القياسات الممثلة في الشكل ب ما وصلت إليه في إجابتك على السؤال السابق؟

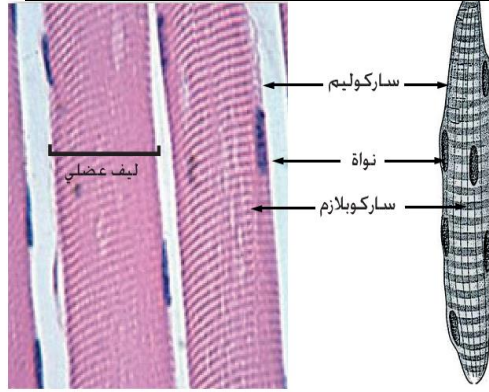
ترجع قدرة العضة الهيكلية المخططة على التقلص والارتخاء لبنيتها المميزة، للكشف عن بنية وفوق بنية العضة الهيكلية المخططة نقترح دراسة معطيات الوثائق التالية:

**الوثيقة 1: بنية العضة الهيكلية المخططة**

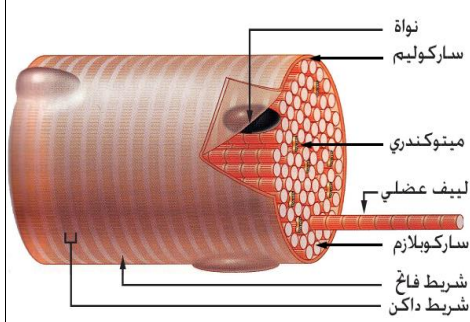


أ- مجسم لقطع عرضي لعضلة هيكلية

**الوثيقة 2: بنية الليف العضلي (الخلية العضلية)**

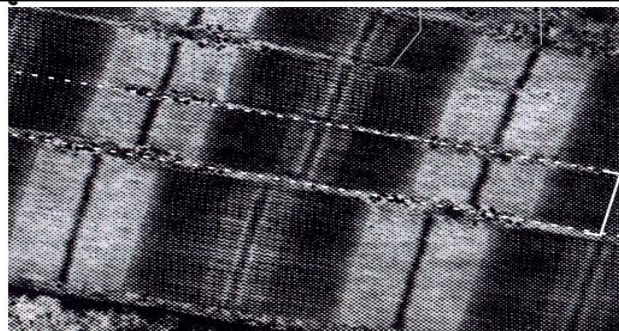
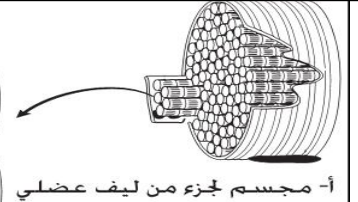


ب- ملاحظة مجهرية لألياف عضلية X400

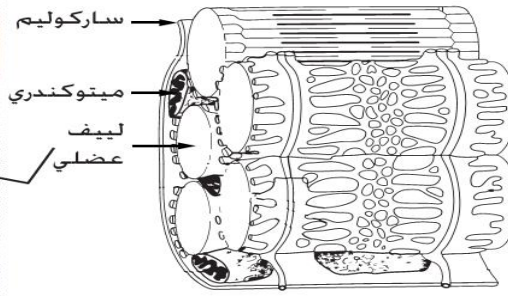


ج- مجسم لجزء من ليف عضلي

**الوثيقة 3: بنية اللييفات العضلية**



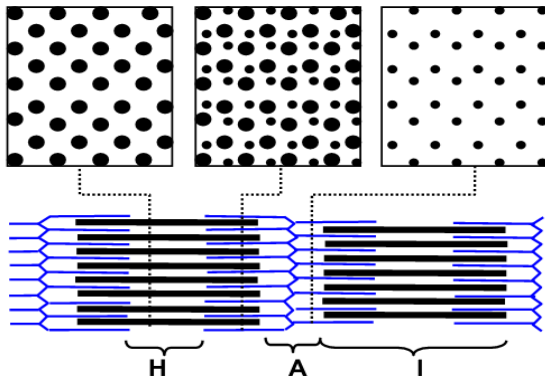
ج- ملاحظة مجهرية (ME) لفوق بنية اللييفات العضلية X36000



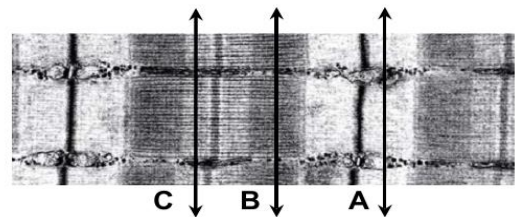
ب- مجسم لفوق بنية اللييفات العضلية

نقوم بمقاطع مستعرضة للييف عضلي على مستويات مختلفة: A, B, C. فنحصل بالتالي على الملاحظات 1, 2, و 3.

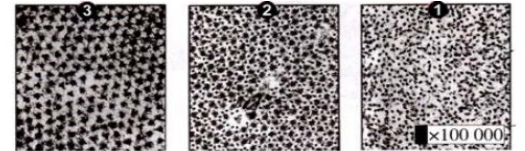
**الوثيقة 4**



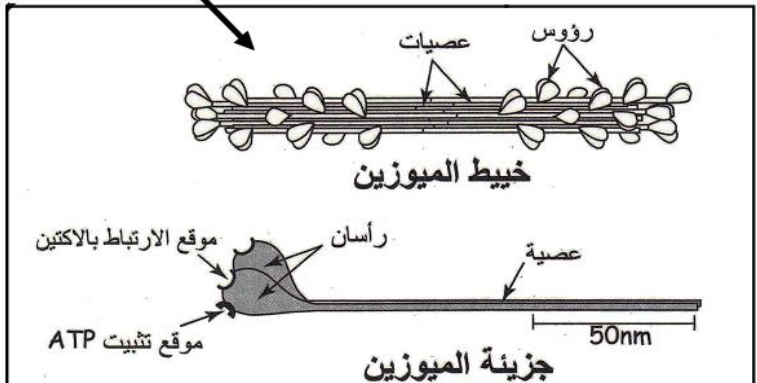
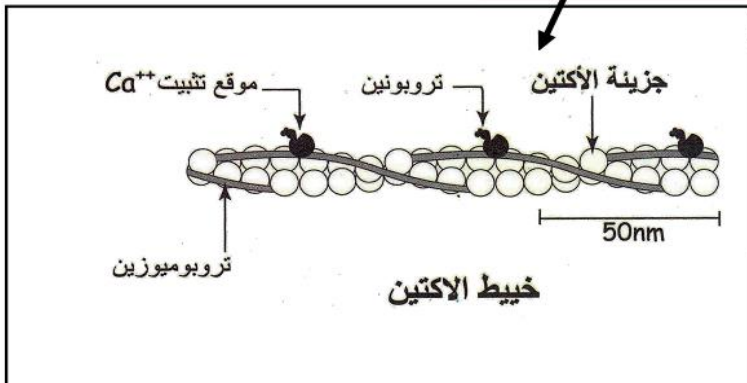
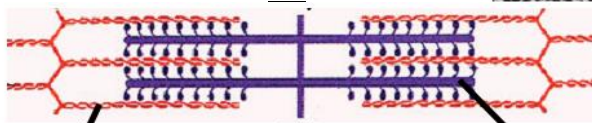
مقطع طولي للييفات عضلية X15000



مقاطع عرضية للييفات عضلية X100000



**الوثيقة 5: البنية الجزئية للخييطات العضلية**

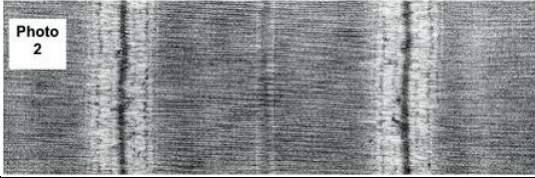
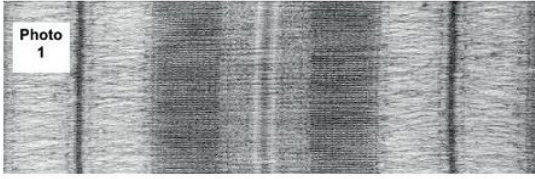


**التعليمات**

1. من خلال معطيات الوثيقتين 1، 2 و 3 صف بنية العضة الهيكلية، بنية الليف العضلي (الخلية العضلية) والليف العضلي.
2. انطلاقاً من التجربة الممثلة في الوثيقة 4، انجز رسماً تخطيطياً توضح فيه بنية ومكونات الساركومير.
3. من خلال الوثيقة 5، حدد المكونات الجزئية للخييطات العضلية.

النشاط 4: آلية التقلص العضلي.

يرتاف التقلص العضلي مع ظواهر حرارية وكيميائية مما يعني أن التقلص العضلي يحدث عبر آليات تتدخل فيه عناصر عديدة. للكشف عن آلية التقلص العضلي والعناصر المتدخلة فيه نقترح دراسة معطيات الوثائق التالية:



الوثيقة 1: حالة الساركومير قبل وبعد التقلص العضلي

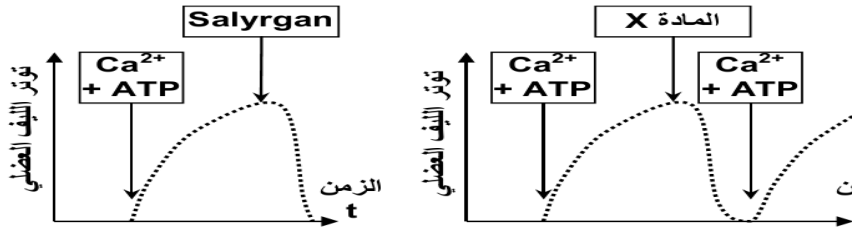
تبين الصورتان جزء من ليف عضلي في حالة راحة (صورة 1) وأثناء التقلص (صورة 2).

- 1- قارن بنية الساركومير في الصورتين؟
- 2- علما أن طول خييطات الأكتين و الميوزين لا يتغير أثناء التقلص. أجز رسما تفسيريا توضح فيه التغيرات الملحظة.

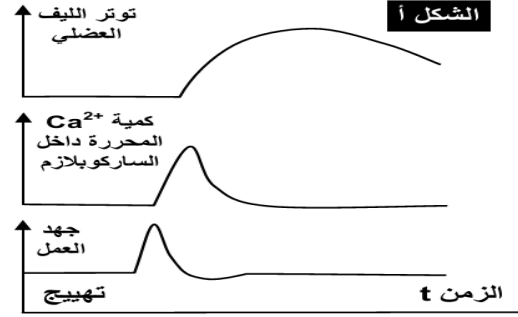
الوثيقة 2 : دور الكالسيوم و ATP في حدوث التقلص العضلي.

يعطي مبيان الشكل 1، نتائج قياس كل من كمية  $Ca^{2+}$  داخل ساركوبلازم الخلية العضلية وتوترها بعد تهيجها. يعطي مبيان الشكل 2، نتائج تأثير وجود أو عدم وجود ATP و  $Ca^{2+}$ ، على توتر الليف العضلي. ( المادة X هي مادة كيميائية ترتبط بالكالسيوم وتمنع فعله. المادة Salyrgan، هي مادة كابحة لحمأة ATP ).

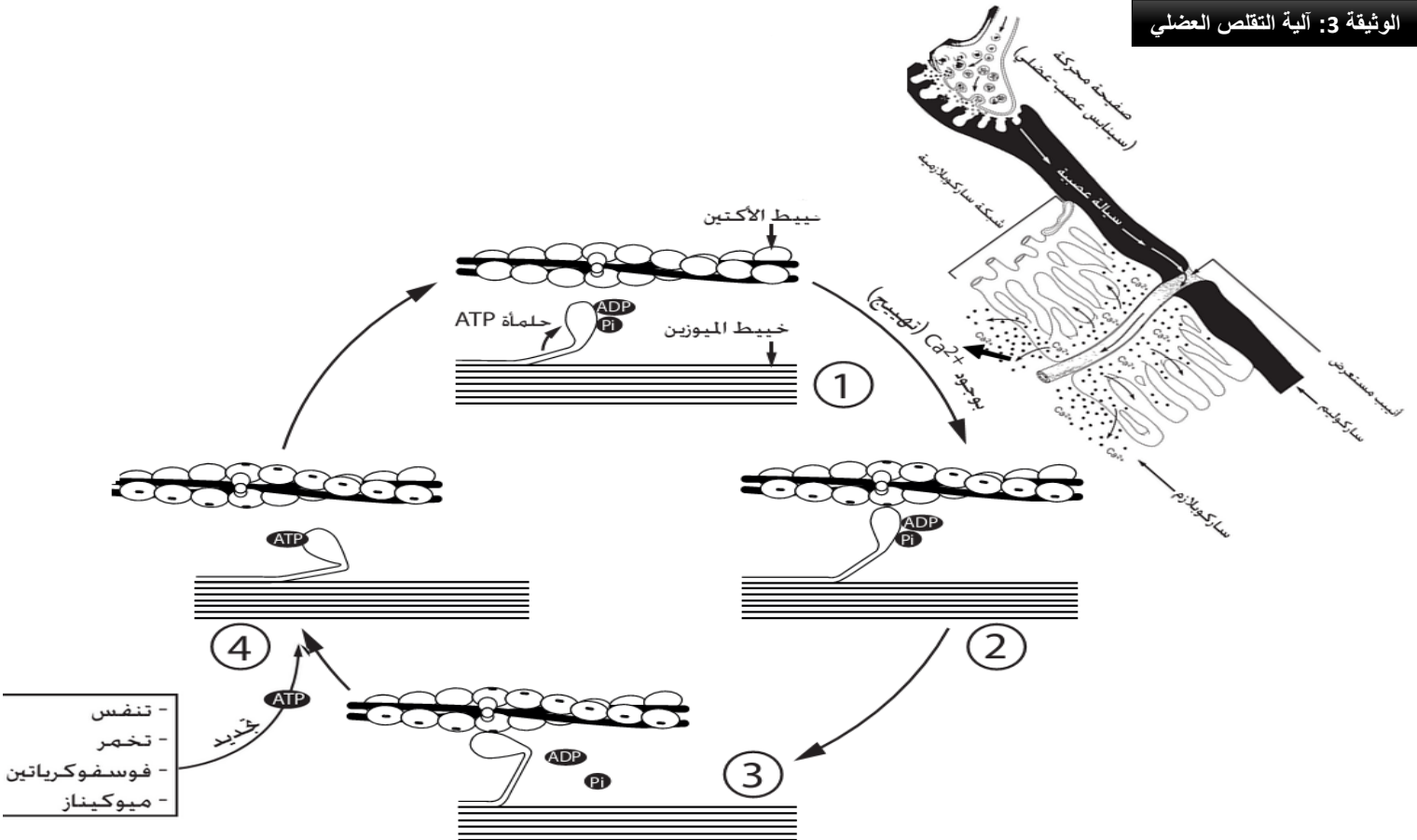
الشكل ب



الشكل أ



الوثيقة 3: آلية التقلص العضلي



التعليمات

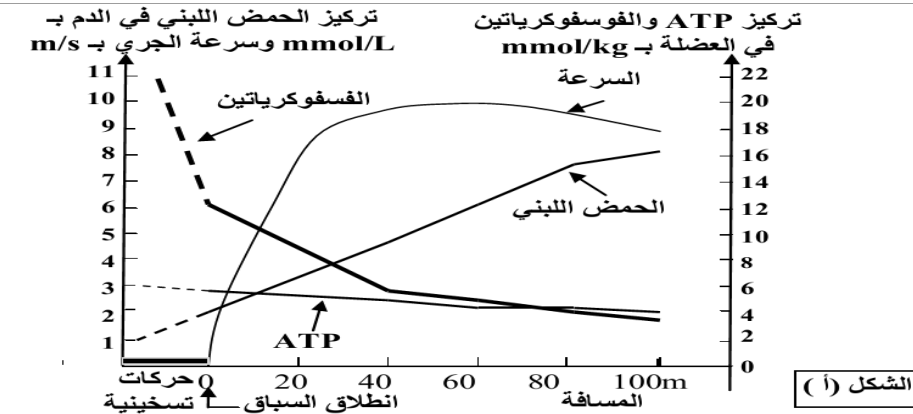
3. انطلاقا من معطيات الوثيقة 2، بين ان التقلص العضلي يستلزم وجود  $Ca^{2+}$  و ATP

4. باستغلالك لمعطيات الوثيقة 3، صف آلية التقلص العضلي موضحا مراحلها.

I- يتطلب النشاط العضلي وجودا مستمرا لجزيئات ATP التي تمد الخلية العضلية بالطاقة اللازمة لتقلصها. لتحديد طرق تجديد هذه الجزيئات من طرف الخلية العضلية تقدم المعطيات الآتية:

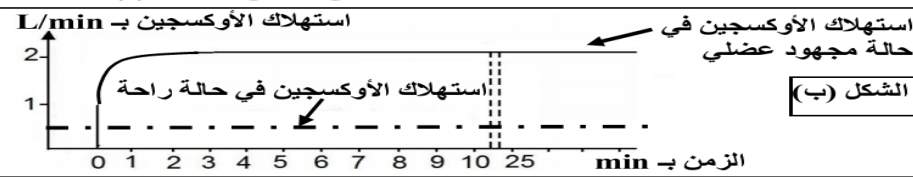
كمية الطاقة المستهلكة خلال مجهود عضلي بـ kJ	كمية الطاقة المقابلة لهذا التركيز بـ kJ	تركيز ATP في العضلات بـ mMo	الوثيقة 1
35	من 5.1 إلى 7.5	180 إلى 120	

- تعطي الوثيقة 1 تركيز ATP في العضلات، وكمية الطاقة المقابلة لها، والاستهلاك الطاقوي خلال مجهود عضلي بالنسبة لشخص يزن 70kg.

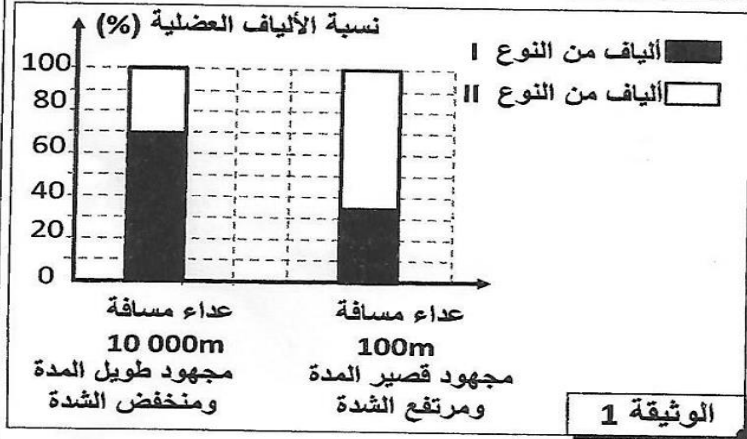


1 باستغلال معطيات الوثيقة 1 بين ضرورة التجديد المستمر لجزيئات ATP داخل العضلات. (1 ن)

- تبين الوثيقة 2 الشكل (أ) تطور تركيز كل من الحمض اللبني والفسفوكرياتين وجزيئات ATP خلال الجري السريع لمسافة 100m، ويبين الشكل (ب) من نفس الوثيقة تطور استهلاك ثنائي الأوكسجين خلال مجهود عضلي لمدة طويلة.



2- صف نتائج القياسات المنجزة بشكلي الوثيقة 2، واستنتج المسالك الاستقلابية المتدخلة في تجديد ATP. (1,75 ن)



تتشكل العضلات أساسا من صنفين من الخلايا: الألياف العضلية من النوع I ( $F_I$ ) والألياف العضلية من النوع II ( $F_{II}$ ). قصد الكشف عن المميزات الاستقلابية لهذين النوعين من الألياف العضلية وعلاقتها بالنشاط العضلي تقدم المعطيات الآتية:

• أظهرت دراسة نسب كل من الألياف العضلية  $F_I$  و  $F_{II}$  في عضلات عداء متخصص في مسافة 100m و آخر متخصص في مسافة 10000m، النتائج المبينة في الوثيقة 1.

1. صف توزيع الألياف العضلية  $F_I$  و  $F_{II}$  عند كل من عداء مسافة 100m و عداء مسافة 10000m. (0.5 ن)

• لفهم الاختلاف الملاحظ في توزيع الألياف  $F_I$  و  $F_{II}$  عند كل من عدائي المسافات القصيرة و عدائي المسافات الطويلة، أنجزت التجارب والقياسات الآتية:

- تم قياس شدة التقلص ومدته عند هذين النوعين من الألياف العضلية بإخضاع كل منهما لإهاجات فعالة لمدة 30 ثانية. يقدم مبيان الوثيقة 2 النتائج المحصلة.

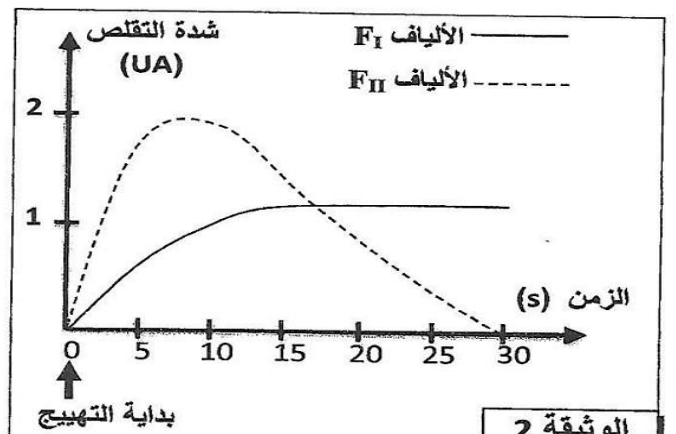
- يبين جدول الوثيقة 3 نتائج قياسات تتعلق ببعض خاصيات الليفين العضليين  $F_I$  و  $F_{II}$ .

الخصائص	نوع الألياف	الألياف $F_I$	الألياف $F_{II}$
حجم الميتوكوندريات	+++	+	+
نسبة الخضاب الدموي المثبت لثنائي الأوكسجين	+++	+	+
أنزيم LDH	+	+++	+++
أنزيم MDH	+++	+	+
القابلية للتعب	+	+++	+++

ملحوظة: + تدل العلامة + على درجة أهمية كل عنصر.

LDH: أنزيم يحول حمض البيروفيك إلى حمض لبني.

MDH: أنزيم يتدخل في حلقة كريبس.



2. استخرج من الوثيقة 2، خصائص التقلص لكل من الليفين العضليين  $F_I$  و  $F_{II}$ . (0.5 ن)

3. باستثمار معطيات الوثيقة 3، استنتج معللا إيجابتك، المسلك الاستقلابي المميز لكل نوع من الألياف العضلية. (1 ن)

4. مستعينا بالمعطيات السابقة فسر الاختلاف الملاحظ في توزيع الألياف العضلية عند كل من عدائي المسافات الطويلة و عدائي المسافات القصيرة. (1 ن)

