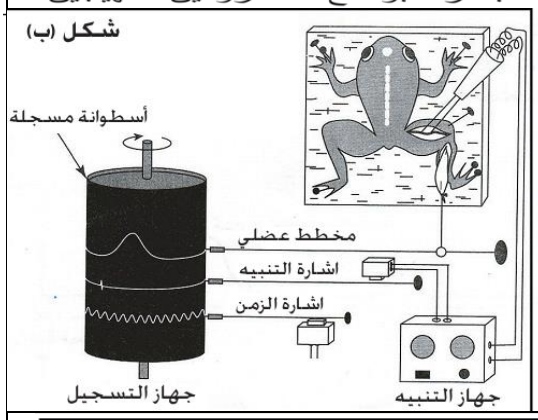
النشاط 1: الدراسة التجريبية للتقلص العضلي.

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

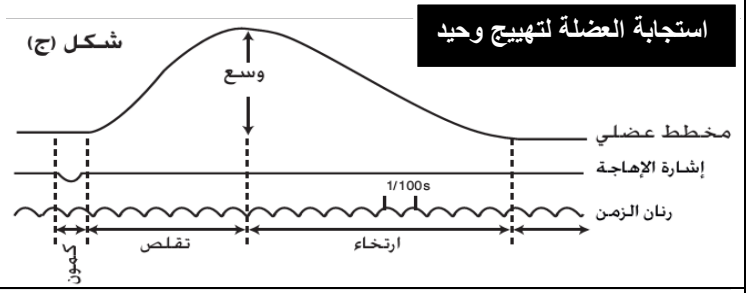
الوثيقة 1: تسجيل التقلص العضلي للطرف الخلفي لضفدعة.

لدراسة التقلص العضلي، يتم أخذ ضفدعة، فيخرب دماغها ونخاعها ألشوكي،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.



استجابة العضلة لتهييج وحيد

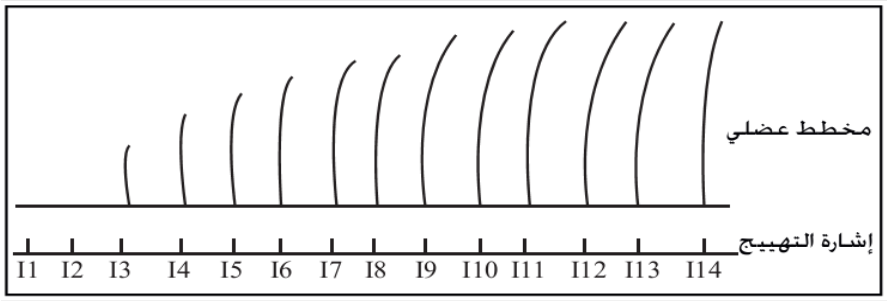


وثيقة 2 استجابة العضلة لاهاجات منفردة.

نهيج كهربائيا العضلة على مستوى العصب الوركي ونحافظ على الأسطوانة ثابتة ثم نديرها يدويا لبعض الميلمترات ونعيد الإهاجة بشدة أكبر. ونستمر بنفس الكيفية في تسليط إهاجات متتالية ذات شدة تصاعدية. يمثل الشكل جانبه النتائج المحصل عليها.

1- حلل التسجيلات المحصل عليها.

2- إقترح فرضية تفسر بها هذه النتائج.

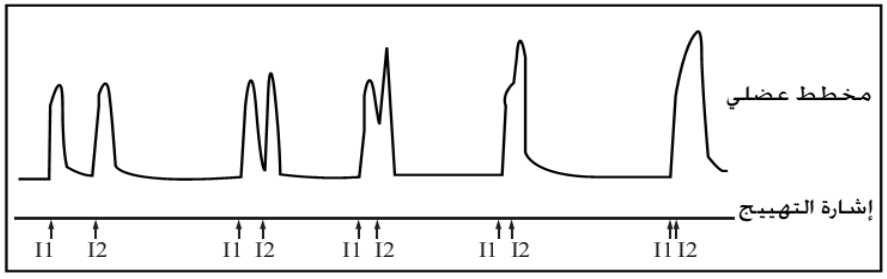


وثيقة 3 استجابة العضلة لاهاجتين متتاليتين.

نعرض عضلة لإهاجتين 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 الإهاجتين المتتاليتين و مظهر الرعشة.

2- سم الظاهرة المسؤولة عن هذه النتائج.



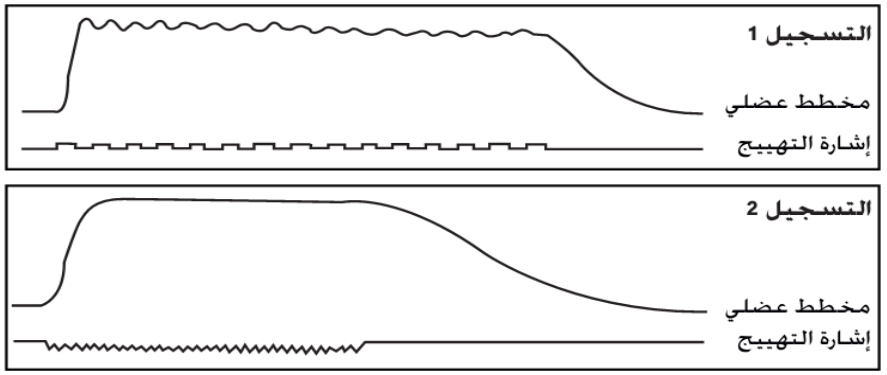
وثيقة 4 استجابة العضلة لاهاجات متتالية.

نعرض عضلة لسلسلة إهاجات من نفس الشدة القصوية وذات ترددات مختلفة حيث :

- تسلط إهاجات بتردد متوسط (من 10 إلى 15 إهاجة في الثانية). فنحصل على التسجيل 1.
- تسلط إهاجات بتردد مرتفع (من 25 إلى 30 إهاجة في الثانية). فنحصل على التسجيل 2.

1- قارن التسجيلين 1 و 2.

2- فسر هذه النتائج.

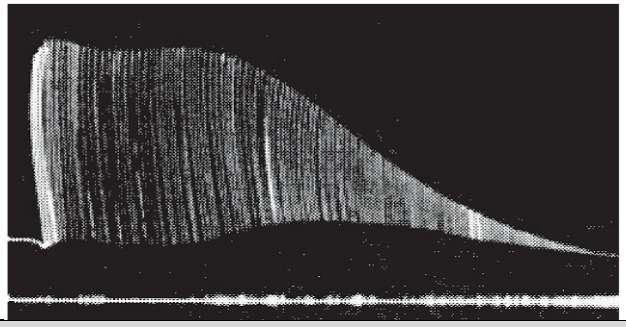


وثيقة 5

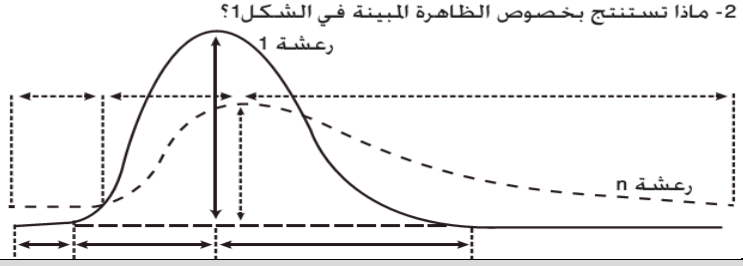
تم إخضاع عضلة لعدة إهاجات شدتها ثابتة لفترة طويلة. ويبين الشكل 1 النتائج المحصل عليها. لفهم هذه النتائج أعيدت التجربة و تم تمثيل الرعشة الأولى و رعشة من الرتبة n (شكل 2).

1- قارن الرعشتين في الشكل 2.

2- ماذا تستنتج بخصوص الظاهرة المبينة في الشكل1؟



شكل 1 ◀



▶ 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.

ذ. محمد اشباني

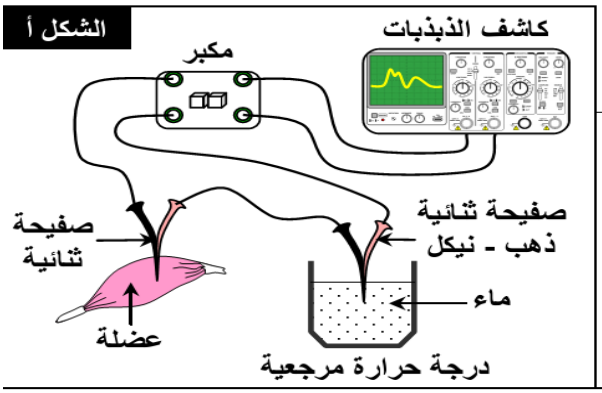
النشاط 2: الظواهر المرافقة للتقلص العضلي.

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

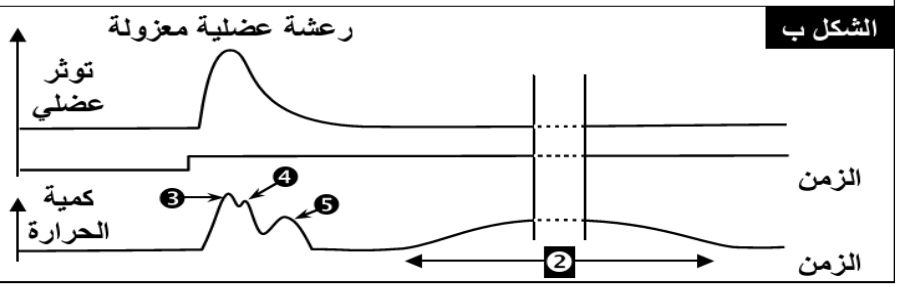
الوثيقة 1 الظواهر الحرارية المرافقة للتقلص العضلي.

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 احدى 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.

الشكل أ



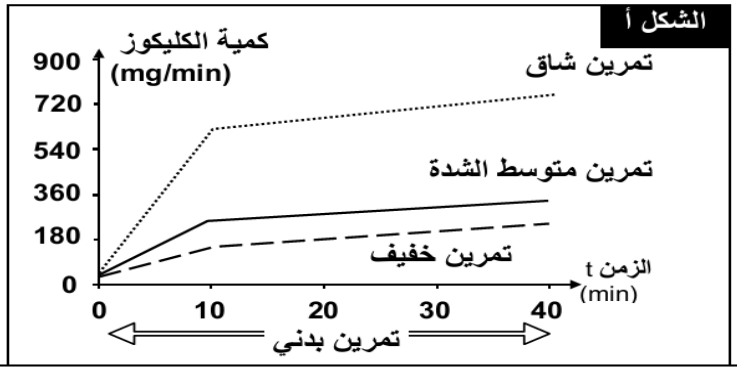
الشكل ب



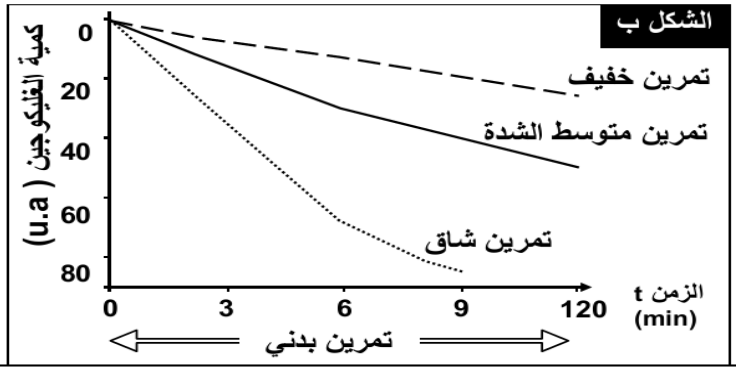
الوثيقة 2 الظواهر الطاقية المصاحبة للتقلص العضلي.

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

الشكل أ



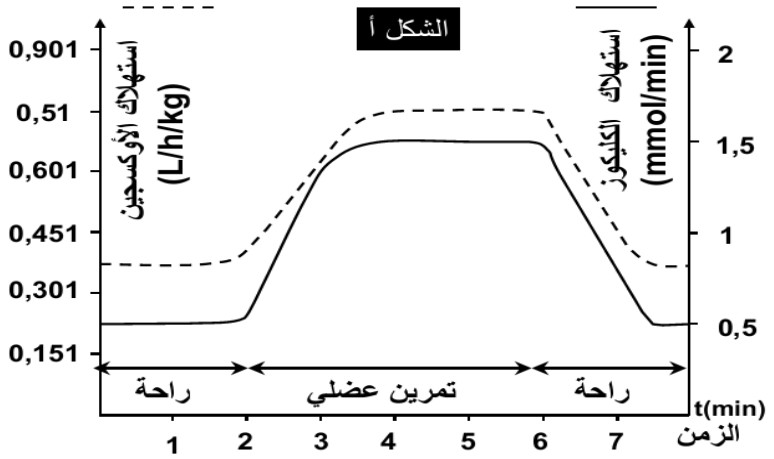
الشكل ب



الوثيقة 3 تغيرات بعض المكونات الكيميائية للعضلة قبل وبعد التقلص العضلي.

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

الشكل أ



الشكل ب

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

التعليمات

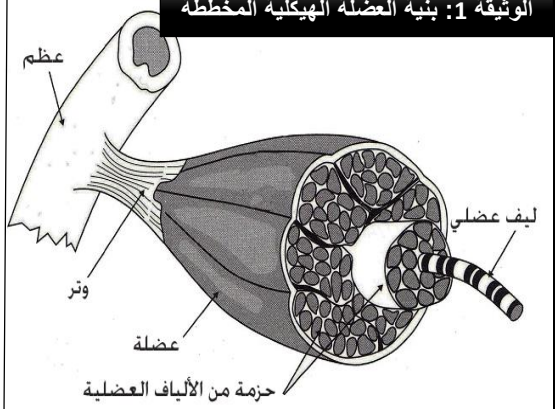
1. انطلاقا من معطيات الوثيقة 1، استخرج أنواع الحرارة المحررة من طرف العضلة في حالة نشاط.
2. من خلال وصف مبيانات الوثيقة 2، استنتج متطلبات العمل العضلي.
3. اعتمادا على الشكل أ من الوثيقة 3، قارن تطور O2 والكليكوز في حالتي الراحة والتمرين العضلي. كيف تفسر ذلك التطور
4. هل تؤكد القياسات الممثلة في الشكل ب ما وصلت اليه في إجابتك على السؤال السابق؟

ذ. محمد اشباني

النشاط 3: بنية وفوق بنية العضلة الهيكلية المخططة.

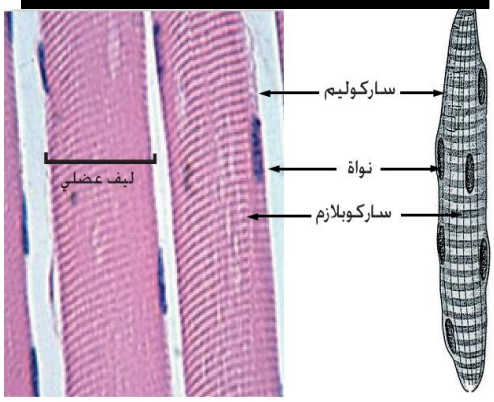
ترجع قدرة العضلة الهيكلية المخططة على التقلص والارتخاء لبنيتها المميزة، للكشف عن بنية وفوق بنية العضلة الهيكلية المخططة نقترح دراسة معطيات الوثائق التالية:

الوثيقة 1: بنية العضلة الهيكلية المخططة



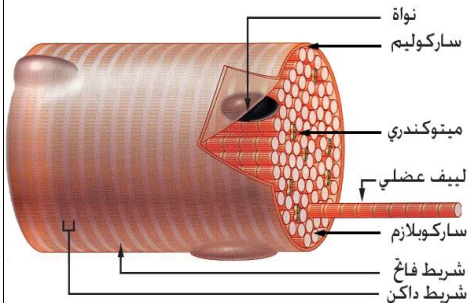
أ- مجسم لمقطع عرضي لعضلة هيكلية

الوثيقة 2: بنية الليف العضلي (الخلية العضلية)



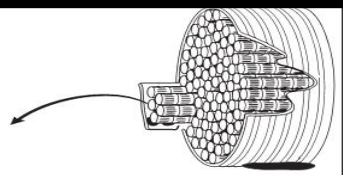
أ- رت لليف عضلي

ب- ملاحظة مجهرية لألياف عضلية X400

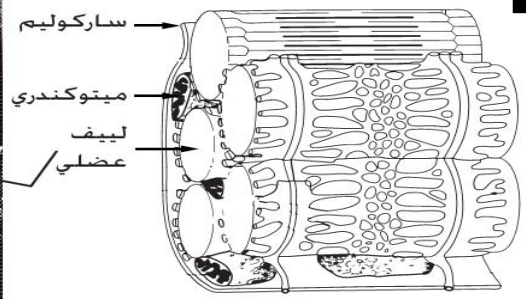


ج- مجسم لجزء من ليف عضلي

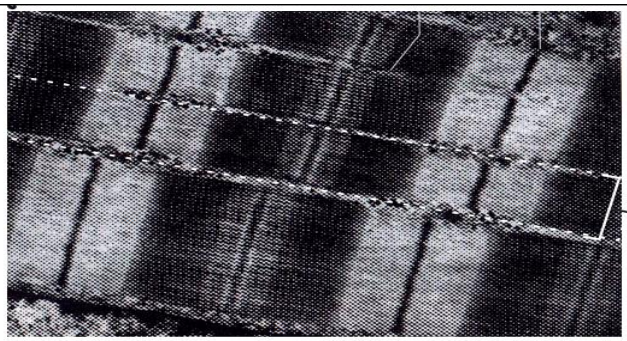
الوثيقة 3: بنية الليفات العضلية



أ- مجسم لجزء من ليف عضلي



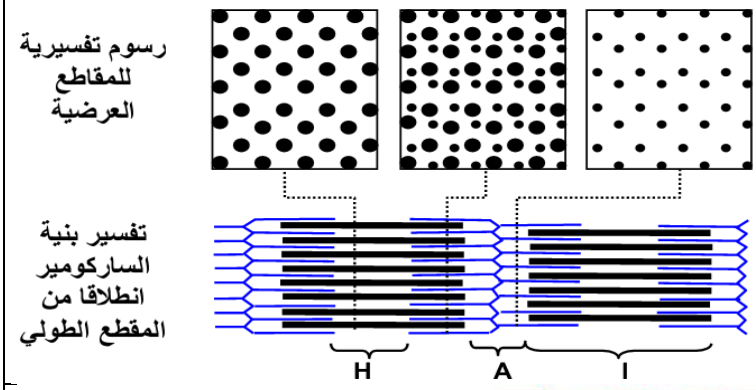
ب- مجسم لفوق بنية الليفات العضلية

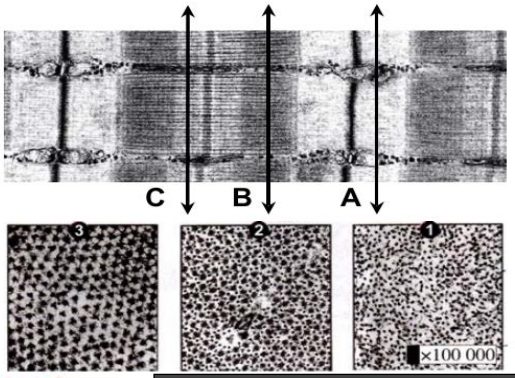


ج- ملاحظة مجهرية (ME) لفوق بنية الليفات العضلية X36000

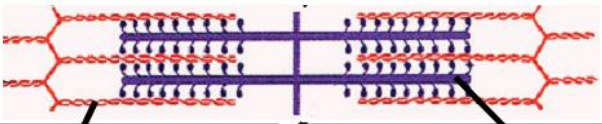
الوثيقة 4

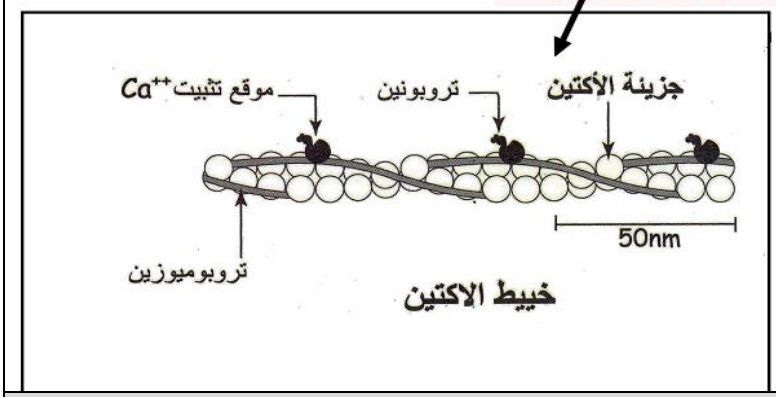
نقوم بمقاطع مستعرضة لليف عضلي على مستويات مختلفة : A , B , C. فنحصل بالتتالي على الملاحظات ❶ ، ❷ ، و❸.

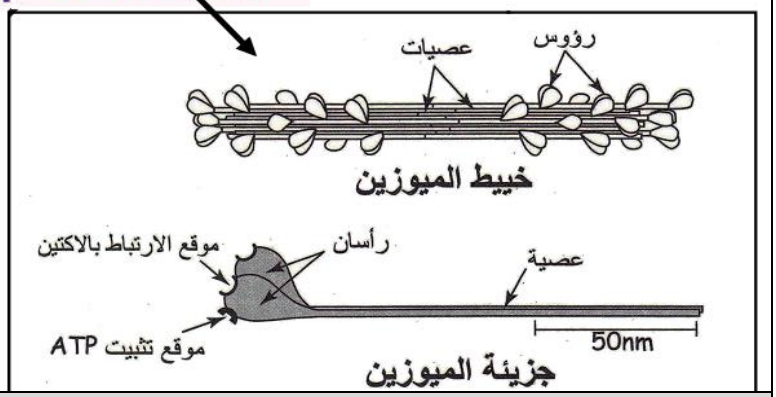




الوثيقة 5: البنية الجزيئية للخيوطات العضلية







التعليمات

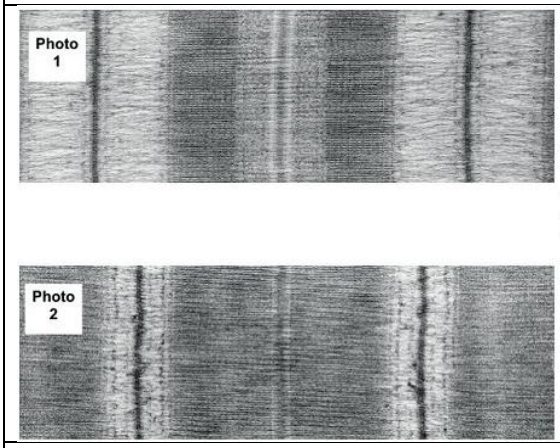
1. من خلال معطيات الوثيقتين 1، 2 و3 صف بنية العضلة الهيكلية، بنية الليف العضلي (الخلية العضلية) والليف العضلي.
2. انطلاقا من التجربة الممثلة في الوثيقة 4، انجز رسما تخطيطيا توضح فيه بنية ومكونات الساركومير.
3. من خلال الوثيقة 5، حدد المكونات الجزيئية للخيوطات العضلية.

ذ. محمد اشباني

النشاط 4: آلية التقلص العضلي.

يترافق 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

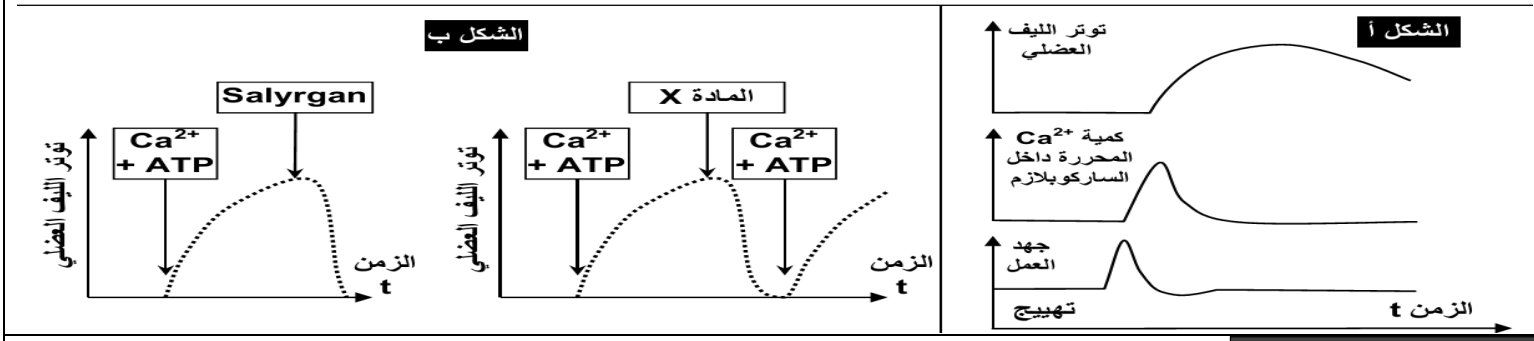


تبين الصورتان جزء من ليف عضلي في حالة راحة (صورة 1) وأثناء التقلص (صورة 2).

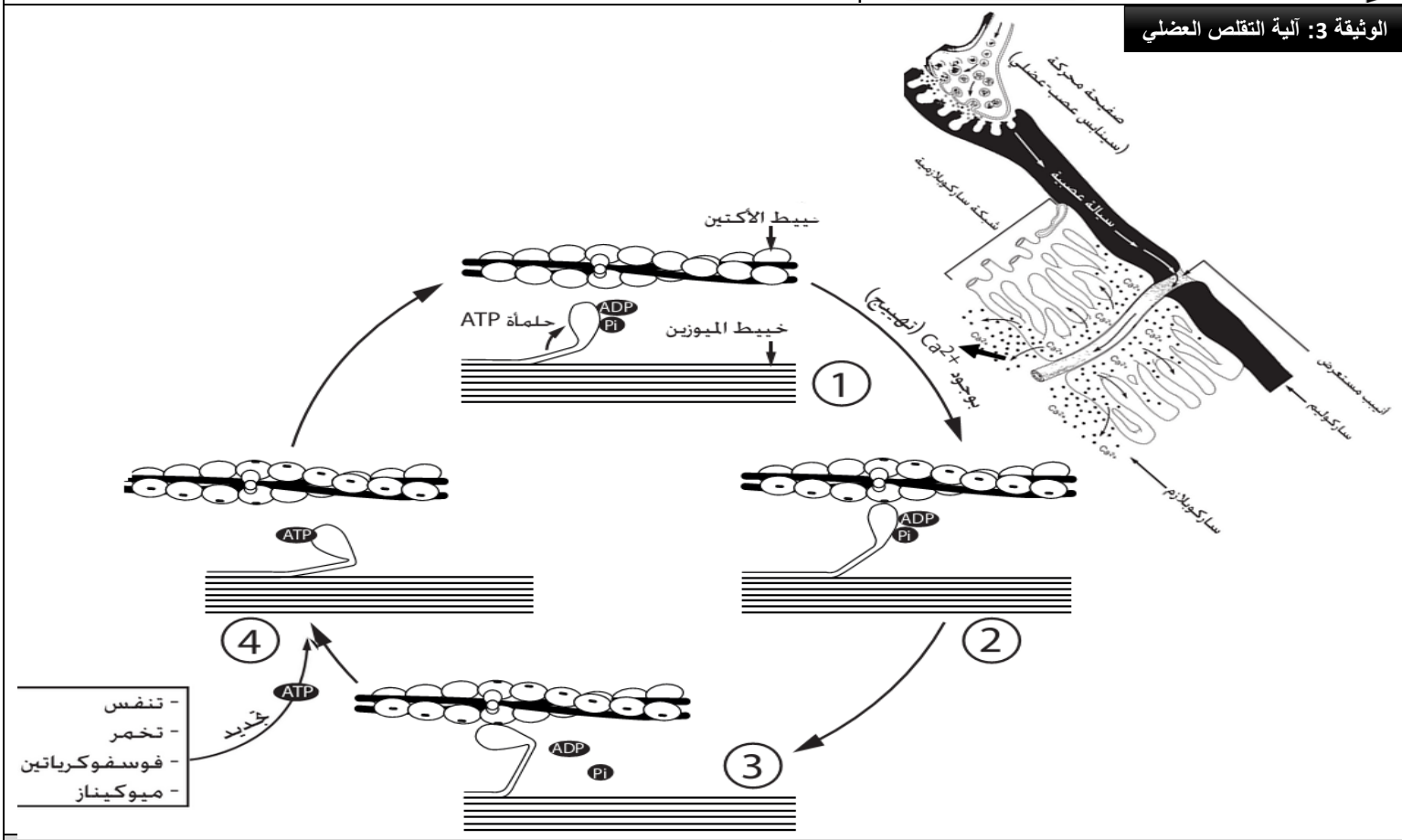
1- قارن بنية الساركومير في الصورتين؟
2- علما أن طول خيوطات الأكتين و الميوزين لا يتغير أثناء التقلص. أنجز رسما تفسيريا توضح فيه التغيرات الملاحظة.

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 تهييجها.
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 لحلمأة ATP).



الوثيقة 3: آلية التقلص العضلي



التعليمات

3. انطلاقا من معطيات الوثيقة 2، بين ان التقلص العضلي يستلزم وجود ATP و Ca^{2+}
4. باستغلالك لمعطيات الوثيقة 3، صف آلية التقلص العضلي موضحا مراحله.

النشاط 5: طرق تجديد ATP الضروري للتقلص العضلي.

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

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

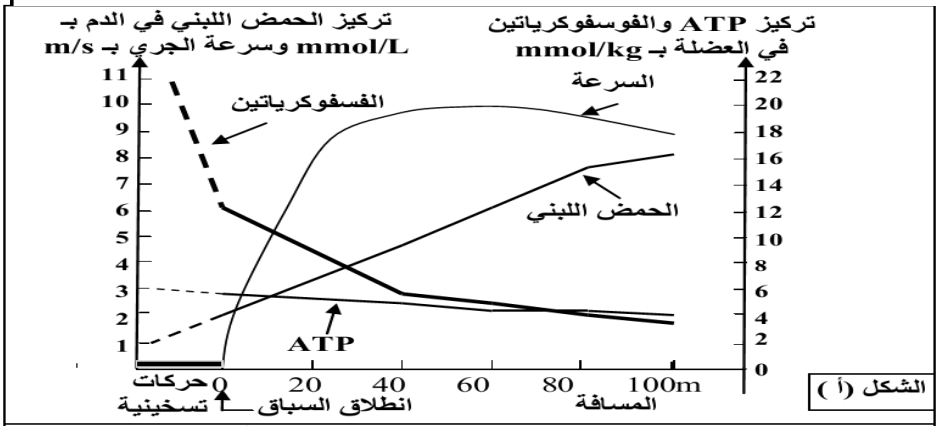
الوثيقة 1

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

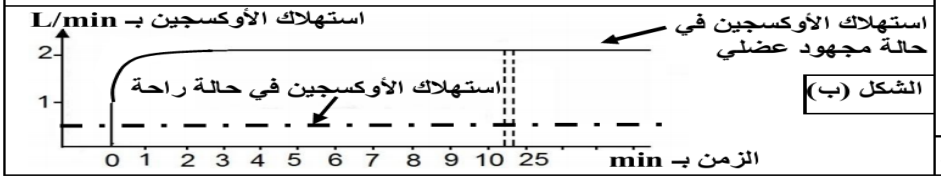
1 باستغلال معطيات الوثيقة 1 بين ضرورة التجديد المستمر لجزيئات ATP داخل العضلات. (1 ن)

- تبين الوثيقة 2 الشكل (أ) تطور تركيز كل من الحمض اللبني والفوسفوكرياتين 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)



الشكل (أ)

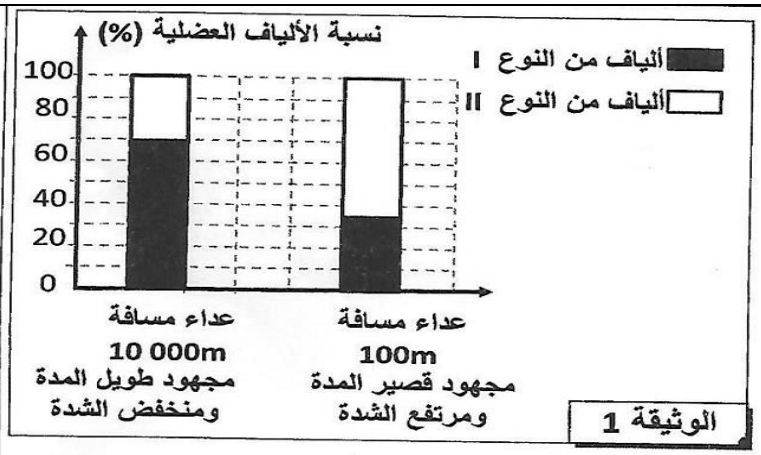


الشكل (ب)

الوثيقة 2

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 نقدم 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.

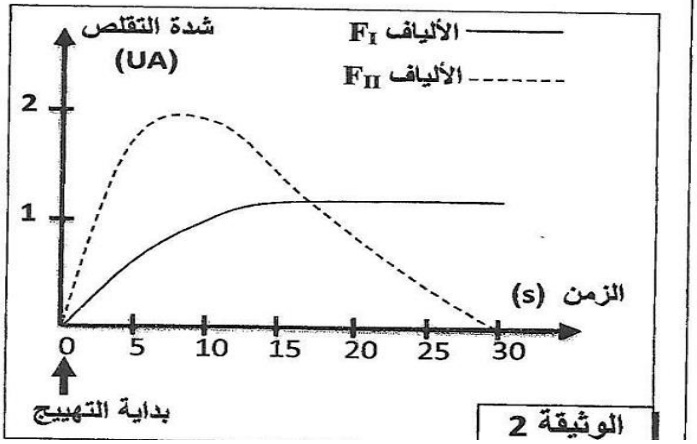


الوثيقة 1

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

- لفهم الاختلاف الملاحظ في توزيع الألياف F_I و F_{II} عند كل من عدائي المسافات القصيرة وعدائي 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}.



الوثيقة 2

نوع الألياف / الخاصيات	الألياف F_I	الألياف F_{II}
حجم الميتوكندريات	+++	+
نسبة الخضاب الدموي المثبت لثنائي الأوكسجين	+++	+
أنزيم LDH	+	+++
أنزيم MDH	+++	+
القابلية للتعب	+	+++

LDH: أنزيم يحول حمض البيروفيك إلى حمض لبني .
MDH: أنزيم يتدخل في حلقة كريبس .
ملحوظة : تدل العلامة + على درجة أهمية كل عنصر.

الوثيقة 3

WWW.KHAYMA.COM/FATSVT

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** إجابتك، 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 وعدائي المسافات القصيرة. (1 ن)