تمارين حول استهلاك المادة العضوية وتدفق الطاقة

تمرين 1:

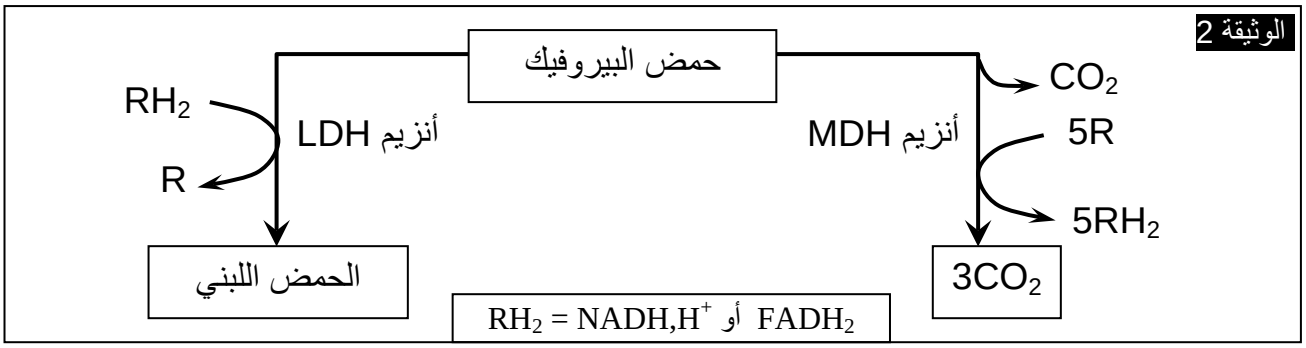
تعتبر مادة EPO إحدى المنشطات التي يستعملها الرياضيون المتخصصون في المسافات الطويلة كالماراتون.
ولتوضيح كيفية تأثير مادة EPO على تحسين أداء عدائي المسافات الطويلة، نقترح استثمار المعطيات التالية:

★ تتوفر العضلة الهيكلية على نوعين من الألياف العضلية A و B، يختلف عدد كل نوع حسب التخصص الرياضي، تقـــــدم الوثيقة 1 بعض خاصيات الألياف المهيمنة عند كل من عدائي المسافات الطويلة (الألياف A) وعند عدائي المسافات القصيرة (الألياف B)، وتبرز الوثيقة 2 دور الأنزيمين العضليين LDH و MDH.

الوثيقة 1

خاصيات الألياف العضلية	الألياف المهيمنة عند عدائي المسافات الطويلة (الألياف A)	الألياف المهيمنة عند عدائي المسافات القصيرة (الألياف B)
معدل عدد الشعيرات الدموية	كبيرة	صغيرة
عدد الميتوكندريات	مرتفع	منخفض
تركيز أنزيم LDH	ضعيف	قوي
تركيز أنزيم MDH	قوي	ضعيف

الوثيقة 2



★ تبين الوثيقة 3 إحدى حالات استعمال مادة EPO في المجال الطبي.

الوثيقة 3

في إطار علاج المرضى المصابين بالكباد، ينصح الطبيب المختص المريض بتناول مادة Ribavirine، غير أن هذه المادة تسبب عند المريض أعراضا ثانوية من بينها ظهور مرض فقر الدم الناتج عن نقص في عدد الكريات الحمراء. من أجل تفادي هذا العرض الثانوي، يتناول المريض مادة Ribavirine مصحوبة بمادة EPO.

1) بعد مقارنة خاصيات الألياف العضلية (A) و (B) المهيمنة عند كل من عدائي المسافات الطويلة وعدائي المسافات القصيرة، حدد دور كل من الأنزيمين MDH و LDH مبرزا موقع عملهما داخل الخلية.

2) استنتج طبيعة التفاعلات المنتجة للطاقة عند عدائي المسافات الطويلة وعند عدائي المسافات القصيرة.

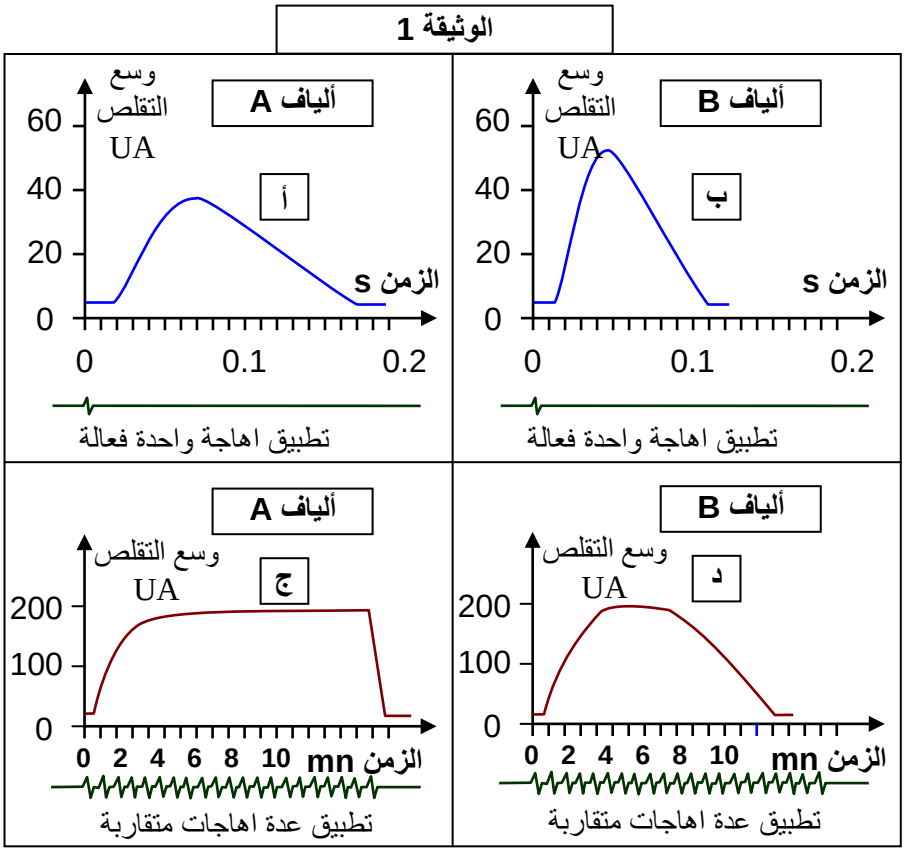
3) فسر سبب العياء العضلي السريع الذي يمكن أن يسجل عند العدائين المتخصصين في المسافات القصيرة عند محاولتهم إنجاز مسافات أطول.

4) اعتمادا على معطيات الوثيقة 3، وعلى المعطيات السابقة، فسر كيفية تأثير مادة EPO على إنجازات عدائي المسافات الطويلة.

تمرين 2 :

مكنت دراسة تقلص العضلات الهيكلية عند الإنسان من تمييز نوعين من الألياف العضلية: ألياف من النوع A وألياف من النوع B. لمعرفة كيفية عمل هذه الألياف العضلية، نجري عليها مجموعة من التجارب:

★ تعطي الوثيقة 1 وسع تقلص هذه الألياف بعد تطبيق إهاجات متساوية الشدة.



1) حلل الشكلين "أ" و "ج" من الوثيقة 1.
2) استنتج من خلال أشكال الوثيقة 1 مميزات كل نوع من الألياف A و B.

★ يلخص جدول الوثيقة 2 بعض الخصائص الفيزيولوجية للألياف العضلية A و B.

الوثيقة 2: + = ضعيف، ++ = متوسط، +++ = مرتفع

الخصائص	الألياف A	الألياف B
مخزون الغليكوجين	++	+++
عدد وحجم الميثوكندري	+++	+
كمية الأكسجين المثبتة على الخضاب العضلي	+++	+
عدد الشعيرات الدموية في كل ليف	+++	+
كمية أنزيم ATPase	+	+++
قطر الألياف	+	+++

3) قارن من خلال الوثيقة 2 بين خصائص الألياف A و B.

4) استنتج الظاهرة الفيزيولوجية الأساسية التي يستمد بها كل نوع من الألياف A و B الطاقة الضرورية لنشاطه.

5) فسر من خلال معطيات الوثيقة 2 الاختلافات الملاحظة في كيفية تقلص الليفين A و B والتي تم الكشف عنها في الوثيقة 1.

تمرين 3:

يتسبب استعمال بعض المضادات الحيوية كالأوليكومسين Oligomycine في ظهور عياء عضلي عام عند الشخص المعالج بهذه المادة. لفهم سبب ظهور هذا العياء العام، نقترح استثمار المعطيات التجريبية التالية:

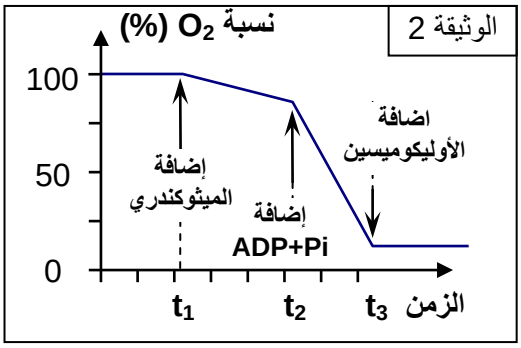
★ التجربة 1: وضعت عضلة فخذ ضفدعة في وسط تجريبي مناسب ثم حقنت بكمية مهمة من مادة الأوليكوميسين، بعد ذلك م تهييجها خلال مدة كافية بإهاجات فعالة، تمت معايرة جزيئات في العضلة قبل وبعد التقلص، يلخص جدول الوثيقة 1 النتائج المحصلة.

الوثيقة 1:

حالة عضلة الضفدعة	المادة المعايرة	نتائج المعايرة ب mg/g (mg من ATP في كل g من عضلة طرية)		استجابة العضلة للاهاجات
		قبل التقلص	بعد التقلص	
عضلة غير محقونة بالأوليكوميسين	ATP	1.35	1.35	تبقى العضلة متقلصة طيلة فترة الاهاجة
عضلة محقونة بكمية مهمة من الأوليكوميسين	ATP	1.35	0	تتوقف العضلة عن التقلص بعد وقت وجيز من بداية التهييج، رغم استمرار تطبيق الاهاجات

★ التجربة 2: بعد توفير وسط ملائم يحتوي على حمض البيروفيك وثنائي الأوكسجين، أضيفت إليه على التوالي:

- في الزمن t1: ميتوكندريات:
- في الزمن t2: كمية مهمة من ADP + Pi.
- في الزمن t3: كمية ن الأليكوميسن بعد مدة وجيزة من t2.



تلخص الوثيقة 2 نتائج قياس نسبة ثنائي الأوكسجين في الوسط حسب الزمن.

1) اعتمادا على تحليل نتائج التجربة 2 وعلى معلوماتك، اقترح فرضية لتفسير تأثير الأوليكوميسين في التجربة 1.

★ التجربة 3: لتحديد موقع تأثير مادة الأوليكوميسين على مستوى الميتوكوندري، تم عزل ميتوكوندريات بواسطة تقنية النبذ وتعريضها لتأثير الموجات فوق صوتية، فتم الحصول على حويصلات مرصعة بكرات ذات شمراخ على مستوى جهتها الخارجية. أخضعت عينة من هذه الحويصلات لتقنية خاصة تمكن من إقصاء الكرات ذات شمراخ، ثم وضعت الحويصلات في وسط تجريبي ملائم يحتوي على ثنائي الأوكسجين وعلى مركبات مختزلة RH_2 (ناقل للهيدروجين) إضافة إلى ADP + Pi. يقدم جدول الوثيقة 3 نتائج تتبع بعض الظواهر التنفسية.

الوثيقة 3: (+): حدوث الظاهرة (-): عدم حدوث الظاهرة

الظواهر التي تم تتبعها	الوسط التجريبي به حويصلات مرصعة بكرات ذات شمراخ		الوسط التجريبي به حويصلات بدون كرات ذات شمراخ
	في غياب الأوليكوميسين	بوجود الأوليكوميسين	
إعادة أكسدة RH_2	+	+	+
إنتاج ATP	+	-	-

2) اعتمادا على نتائج التجربة 3:
أ - حدد معللا إجابتك موقع تأثير مادة الأوليكوميسين.
ب- اقترح تفسيرا لسبب ظهور العياء عند استعمال كمية كبيرة من الأوليكوميسين.

تمرين 4 :

في هذه التجربة نحضر وسطين يحتويان على نواقل مختزلة RH_2 وADP و Pi :
- الأول يحتوي على أجزاء من الغشاء الخارجي للميثوكوندري.
- الثاني يحتوي على أجزاء من الغشاء الداخلي للميثوكوندري.

1) فسر هذه النتائج.
2) اكتب التفاعلات التي تؤدي إلى :
أ - أكسدة النواقل RH_2.
ب - التفسفر المؤكسد.

الأجزاء الميثوكوندرية	النتائج
أجزاء من الغشاء الخارجي	**- عدم إنتاج ATP.** **- عدم أكسدة النواقل RH_2 إلى R في وجود الأكسجين.**
أجزاء من الغشاء الداخلي	**- إنتاج ATP** **- أكسدة النواقل RH_2 إلى R في وجود الأكسجين.**

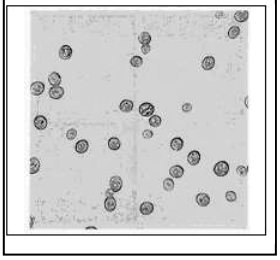
ذ- يوسف الأندلسي

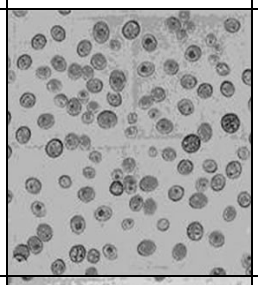
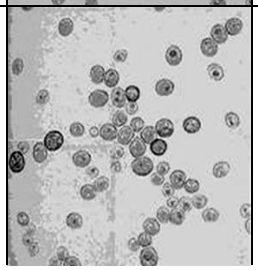
تمرين 5 :

نحضر وسطين 1 و 2 من نفس الحجم يحتويان على نفس الكمية من الماء والكليكوز والخميرة ونضعهما في ظروف تجريبية ملائمة متشابهة باستثناء كمية الأكسجين، حيث أن الوسط 1 حيهوائي والوسط 2 حيلاهوائي.
تمثل الوثيقة 1 ملاحظة مجهرية بتكبير (x 700) للخمائر في الوسطين عند بداية التجربة.
خلال بضعة أيام نحصل على النتائج المبينة في الوثيقة 2:

1) قارن النتائج المحصل عليها في الوسطين.
2) أعط تفسيرا لهذه النتائج.

الوثيقة 1



الوثيقة 2		
الوسط	ملاحظة مجهرية للخمائر بتكبير (x700)	كمية ATP المنتجة بالنسبة لكل جزيئة كليكوز مستهلكة (moles)
1		36
2		2

تمثل الوثيقة 3 خليتين من الخمائر:

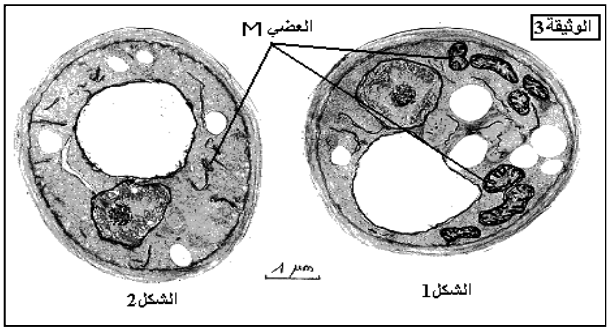
3) تعرف على العضي M، و أنجز رسما تخطيطيا له مرفقا بتعليق مناسب.
4) قارن الخليتين.
5) أعط تفسيرا لهذا الاختلاف.
6) حدد من بين أشكال الوثيقة 3 ، الشكل الملاحظ في كل وسط من أوساط الوثيقة2 .

نقوم بعزل العضيات M ثم نضعها في وسط به أكسجين ونقيس كمية هذا الأخير في الوسط بدلالة الزمن، بعد حقن الكليكوز ثم بعد حقن حمض البيروفيك ، وتمثل الوثيقة 4 النتائج المحصل عليها:

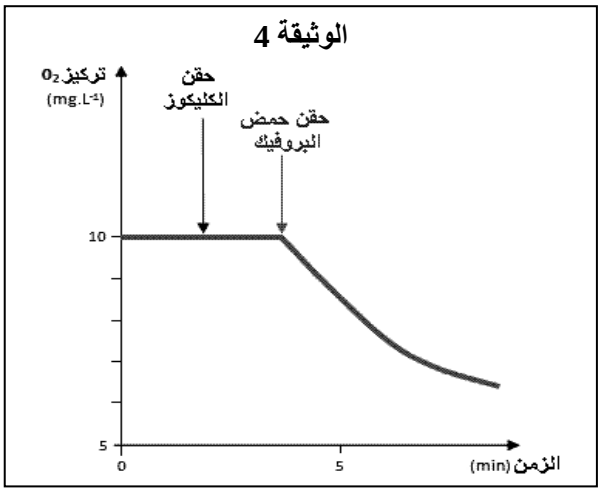
7) حلل المنحنى المحصل عليه.
8) ماذا تستنتج؟

تمثل الوثيقة 5 مجموعة من التفاعلات تحدث على مستوى خلية الشكل 1 من الوثيقة 3 :

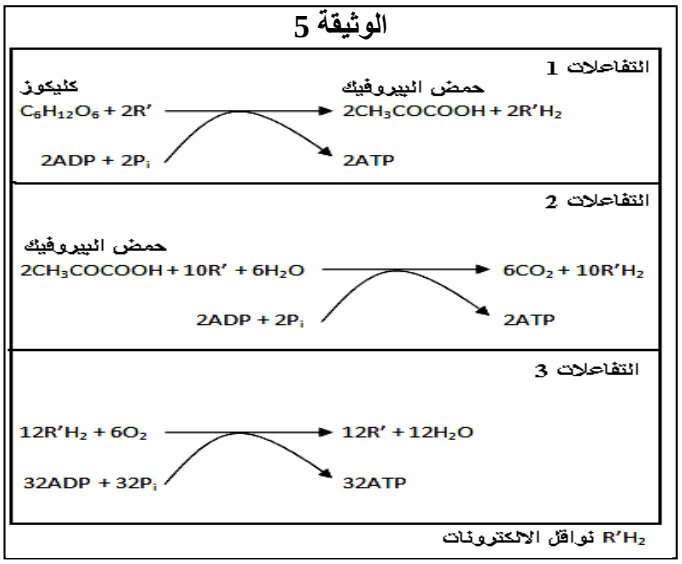
9) أعط الاسم المناسب لكل مجموعة من التفاعلات.



الوثيقة 4



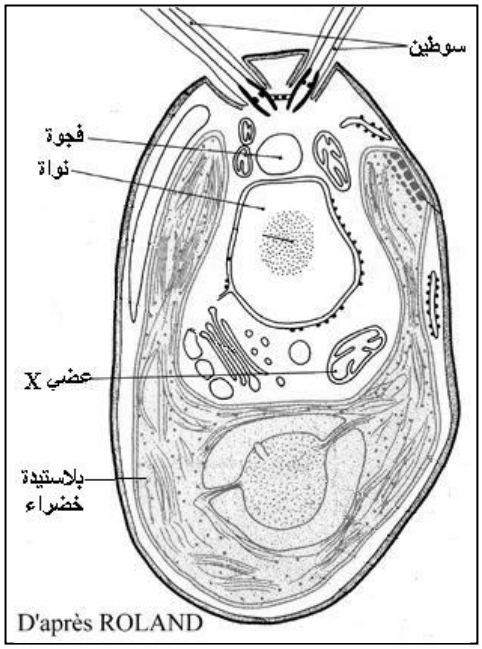
الوثيقة 5



10) حدد بدقة المستوى الخلوي الذي تتم فيه كل مجموعة.
11) حدد من بين هذه التفاعلات تلك التي تفسر تغير O_2 في الوثيقة 4 .
12) اعتمادا على الوثيقة 5 احسب الحصيلة الطاقية للظاهرة الملاحظة عند خلايا الشكل1 من الوثيقة 3.

تمرين 6:

الكلاميدوموناس Chlamydomonas طحلب وحيد الخلية يتوفر على مجموعة من العضيات ممثلة في الوثيقة أمامه:



1) تعرف على العضي X من خلال بنيته.

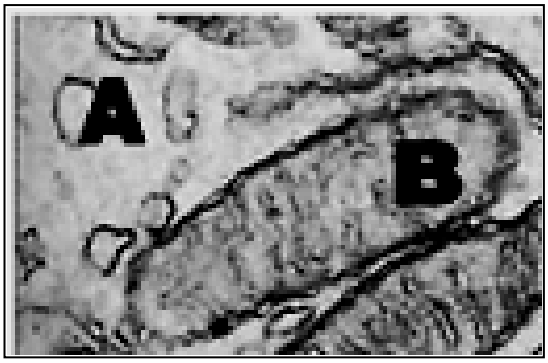
التجربة 1 : نضع العضيات X في وسط حيهوائي يحتوي على ADP و Pi ومستقلب قابل للتأكسد فنلاحظ :
⇦ انخفاض في نسبة المستقلب والأكسجين و ADP و Pi .
⇦ ارتفاع في نسبة ATP في الوسط و CO2 .

2) فسر النتائج المحصل عليها في التجربة 1 .
3) استنتج طبيعة الاستقلاب الذي يتم على مستوى العضي X .

التجربة 2 : نعالج العضيات X لإزالة الكرات ذات شمراخ من الغشاء الداخلي و نعيد التجربة 1 فنلاحظ:
⇦ انخفاض في نسبة المستقلب و الأكسجين .
⇦ ارتفاع في نسبة CO2 في الوسط.
⇦ ثبات نسبة ADP و Pi .
⇦ غياب ATP

4) فسر النتائج المحصل عليها في التجربة 2 .
5) استنتج دور الكرات ذات شمراخ .

تمرين 7:



لفهم كيفية استعمال مستقلب الكليكوز من طرف الخلايا الحيوانية نقترح المعطيات التالية:

★ تبين الوثيقة أمامه ملاحظة مجهرية لأوساط خلوية A و B.

1) تعرف على البنيات A و B .

نحضر وسط زرع يحتوي على خلايا حيوانية ونزوده بالأكسجين والكليكوزG موسوم بالكربون المشع C^{14} ونتتبع الإشعاع في الأوقات t_0, t_1, t_2, t_3, t_4 .

يبين الجدول أمامه النتائج المحصل عليها:

P : حمض بيروفيك - الرمز + حسب درجة الأهمية

الزمن	وسط الزرع	الوسط A	الوسط B
t_0	G +++++		
t_1	G ++	G +++	
t_2		P +++	P ++
t_3	CO2 +		P +++
t_4	CO2 ++		

2) حلل النتائج المبينة في الجدول.

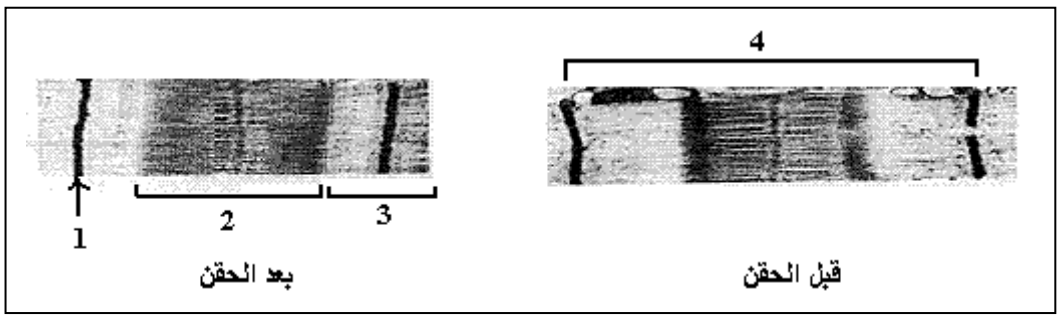
3) فسر هذه النتائج.

4) اعتمادا على معلوماتك و نتائج هذه التجربة اكتب التفاعل الإجمالي للظواهر التي تحدث:
أ - في الوسط A .
ب - في الوسط B.

تمرين 8 :

لإبراز دور العضلة الهيكلية المخططة في تحويل الطاقة تم القيام بالدراسة التالية:

★ مكنت ملاحظة لييف عضلي بواسطة المجهر الالكتروني قبل و بعد حقنه بمحلول يحتوي على الكالسيوم من الحصول على النتيجة الممثلة في الوثيقة التالية.



1) أعط الاسم المناسب للأرقام.
2) قارن الليف العضلي قبل و بعد حقنه بالكالسيوم .
3) استنتج تأثير هذه الايونات على الليف العضلي.

★ تمت معايرة بعض مكونات العضلة قبل وبعد التقلص في ظروف تجريبية مختلفة ، و يمثل الجدول أسفله الظروف و النتائج المحصل عليها.

4) حدد التغيرات التي طرأت على مكونات العضلة بعد التقلص:
أ - في الظروف العادية.
ب - بعد معالجة العضلة بمادة تمنع انحلال الكليكوز.
ج - بعد معالجة العضلة بمادة تمنع انحلال الكليكوز و CP .

المكونات	مقدار المكونات بـ mg/g من العضلة الطرية			
	قبل التقلص	بعد التقلص في الظروف التجريبية التالية:		
		ظروف عادية	معالجة العضلة بمادة تمنع انحلال الكليكوز	معالجة العضلة بمادة تمنع انحلال الكليكوز و CP
الغيكوجين	1.10	0.8	1.10	1.10
الحمض اللبني	1	1.30	1	1
ATP	1.35	1.35	1.35	0
الفوسفوكرياتين CP	1	1	0.3	1

5) اعتمادا على إجابتك على السؤال 4 حدد معللا جوابك طرق تجديد ATP في كل من الظروف التجريبية 1 و 2 .

6) فسر النتائج المحصل عليها بعد التقلص في الظروف التجريبية 3

حلول تمارين استهلاك المادة العضوية وتدفق الطاقة

حل التمرين 1 :

1) نسجل من خلال الوثيقة 1 أن:

- ✓ ألياف عضلات عدائي المسافات الطويلة (الألياف A)، غنية بالشعيرات الدموية والميتوكندريات وتحتوي على تركيز قوي من أنزيم MDH.
- ✓ ألياف عضلات عدائي المسافات القصيرة (الألياف B)، تفتقر للشعيرات الدموية والميتوكوندريات وتحتوي على تركيز قوي من أنزيم LDH.

نسجل من خلال الوثيقة 2 أن:

- ✓ دور أنزيم MDH، يتمثل في تحفيز تفاعلات هدم حمض البيروفيك الذي يعطي CO_2 و RH_2، وبالتالي فإن أنزيم MDH يعمل على مستوى ماتريس الميتوكوندري.
- ✓ دور أنزيم LDH، يتمثل في تحفيز تفاعل تحول حمض البيروفيك إلى حمض لبني، وبالتالي فإن أنزيم LDH يعمل على مستوى الجبلة الشفافة.

2)- الألياف المهيمنة عند عدائي المسافات الطويلة غنية بالميتوكوندريات وبأنزيم MDH، وبالتالي فإن طبيعة التفاعلات المنتجة للطاقة عند عدائي هذه المسافات هي تفاعلات حي هوائية: أكسدة تنفسية.

- الألياف المهيمنة عند عدائي المسافات القصيرة تفتقر للميتوكندريات وغنية بأنزيم LDH، وبالتالي فإن طبيعة التفاعلات المنتجة للطاقة عند عدائي هذه المسافات هي تفاعلات حي لاهوائية: تخمر لبني.

3) عند عدائي المسافات القصيرة، تهيمن التفاعلات اللاهوائية (التخمر اللبني) من أجل تجديد جزيئات L'ATP، وهو ما ينتج عنه تراكم الحمض اللبني الذي يسبب انخفاض PH العضلة و بالتالي انخفاض فعالية الأنزيمات وانخفاض الإستقلاب العضلي مما يؤدي إلى التعب العضلي.

4) يؤدي استعمال مادة EPO إلى الزيادة في عدد الكريات الحمراء وبالتالي نقل كميات مهمة من الأكسجين إلى الألياف العضلية وبالتالي إلى الميتوكندري (الغشاء الداخلي) حيث يستعمل في تفاعلات السلسلة التنفسية ، مما يرفع من كميات L'ATP المركبة والتي تزيد من تحسين الأداء الرياضي للعداء.

حل التمرين 2:

1) ★ تحليل الشكل "أ" من الوثيقة 1:
- تؤدي إهاجة واحدة فعالة إلى حدوث رعشة منفردة بمراحلها الثلاث: مرحلة الكمون، مرحلة التقلص ومرحلة الارتخاء، للإشارة فوسع هذه الرعشة يقدر ب 40 وحدة اصطلاحية (UA).

★ تحليل الشكل "ج" من الوثيقة 1:
يؤدي تطبيق عدة إهاجات متقاربة على أساس أن تطبق كل إهاجة خلال مرحلة تقلص الرعشة السابقة إلى ارتفاع وسع التقلص (فعل الإجمال) مع بقاء العضلة متقلصة (منبسط مستقيم)، وفي هذه الحالة تصاب العضلة بكزاز تام. للإشارة تبقى هذه الألياف متقلصة طالما وجدت الإهاجات، عند توقف التنبيه، ترتخي هذه الألياف

2) ★ مميزات الألياف العضلية A:
- تتقلص بوسع ضعيف (40UA).
- بطيئة التقلص (مدة الرعشة العضلية طويلة (11/100 s) ومدة الكمون طويلة).
- لا تتعب خلال مدة التجربة (تبقى متقلصة طيلة وقت إحداث الإهاجات).

★ مميزات الألياف العضلية B:
- تتقلص بوسع أكبر (60UA).
- سريعة التقلص (مدة الرعشة العضلية قصيرة (7/100 s) ومدة الكمون وجيزة)
- تتعب بسرعة (ارتخت خلال مدة التجربة ولو مع استمرار تطبيق الإهاجات)

3) ★ خصائص الألياف العضلية A: غنية بالشعيرات الدموية وكذا الميتوكوندريات، وتثبت كمية مهمة من الأوكسجين على الخضاب العضلي لكنها تفتقر إلى الكليكوجين وإلى أنزيم ATP ase كما أن قطرها ضعيف.

★ خصائص الألياف العضلية B: تفتقر للشعيرات الدموية وللميتوكوندريات، وتثبت كمية ضعيفة من الأوكسجين على الخضاب العضلي لكنها غنية بمخزون الكليكوجين و بأنزيم ATP ase وتتميز بقطر كبير.

4)★ تستمد الألياف A الطاقة الضرورية لنشاطها من التنفس: تفاعلات حي هوائية
★ ترتكز الألياف B على ظاهرة التخمر (تفاعلات حي لاهوائية) لإمدادها بالطاقة.

5) تفسير اختلاف كيفية تقلص الألياف A و B:
★ نفسر ضعف وسع الألياف A بضعف قطرها وباستعمالها البطيء لجزيئات L'ATP: حيث تتوفر على كمية قليلة من أنزيم ATP ase المحفزة لحلمأة L'ATP.

★ نفسر ارتفاع وسع الألياف B بكبر قطرها وباستعمالها السريع لجزيئات L'ATP: حيث تتوفر على كمية كبيرة من أنزيم ATP ase المحفزة لحلمأة L'ATP.

★ يتم تجديد L'ATP عند الألياف A عن طريق التفاعلات الهوائية (التنفس)، يترتب عنها إنتاج كمية كبيرة من الطاقة الشيء الذي يسمح بتقلصها لمدة أطول دون حدوث التعب.

★ يتم تجديد L'ATP عند الألياف B عن طريق التفاعلات اللاهوائية (التخمر)، يترتب عنها إنتاج كمية قليلة من الطاقة مع تراكم الحمض اللبني الذي يؤدي إلى تعبها السريع.

حل التمرين 3 :

1) نسجل من خلال الوثيقة 1 أن:

- ✓ ألياف عضلات عدائي المسافات الطويلة (الألياف A)، غنية بالشعيرات الدموية والميتوكندريات وتحتوي على تركيز قوي من أنزيم MDH.
- ✓ ألياف عضلات عدائي المسافات القصيرة (الألياف B)، تفتقر للشعيرات الدموية والميتوكندريات وتحتوي على تركيز قوي من أنزيم LDH.

نسجل من خلال الوثيقة 2 أن:

- ✓ دور أنزيم MDH، يتمثل في تحفيز تفاعلات هدم حمض البيروفيك الذي يعطي CO_2 و RH_2، وبالتالي فإن أنزيم MDH يعمل على مستوى ماتريس الميتوكندري.
- ✓ دور أنزيم LDH، يتمثل في تحفيز تفاعل تحول حمض البيروفيك إلى حمض لبني، وبالتالي فإن أنزيم LDH يعمل على مستوى الجبلة الشفافة.

2) - الألياف المهيمنة عند عدائي المسافات الطويلة غنية بالميتوكندريات وبأنزيم MDH، وبالتالي فإن طبيعة التفاعلات المنتجة للطاقة عند عدائي هذه المسافات هي تفاعلات حي هوائية: أكسدة تنفسية.

- الألياف المهيمنة عند عدائي المسافات القصيرة تفتقر للميتوكوندريات وغنية بأنزيم LDH، وبالتالي فإن طبيعة التفاعلات المنتجة للطاقة عند عدائي هذه المسافات هي تفاعلات حي لاهوائية: تخمر لبني.

3) عند عدائي المسافات القصيرة، تهيمن التفاعلات اللاهوائية (التخمر اللبني) من أجل تجديد جزيئات L'ATP، وهو ما ينتج عنه تراكم الحمض اللبني الذي يسبب انخفاض PH العضلة وبالتالي انخفاض فعالية الأنزيمات وانخفاض الإستقلاب العضلي مما يؤدي إلى التعب العضلي.

4) يؤدي استعمال مادة EPO إلى الزيادة في عدد الكريات الحمراء وبالتالي نقل كميات مهمة من الأكسيجين إلى الألياف العضلية وبالتالي إلى الميتوكوندري (الغشاء الداخلي) حيث يستعمل في تفاعلات السلسلة التنفسية، مما يرفع من كميات L'ATP المركبة والتي تزيد من تحسين الأداء الرياضي للعداء.

حل التمرين 4 :

1) الغشاء الداخلي للميتوكوندري فقط هو الذي يحتوي على سلسلة نواقل الالكترونات تتدخل في تفاعلات السلسلة التنفسية و بالتالي قادرة على أكسدة النواقل RH_2 و نقل الالكترونات إلى الأكسجين المستقبل النهائي و الطاقة الناتجة عن انتقال الالكترونات تسبب دخول البروتونات من الماتريس إلى الحيز بيغشائي و أثناء رجوعها إلى الماتريس عبر الكرات ذات شمراخ تساعد على التفسفر المؤكسد أي تركيب ATP.

2) التفاعلات:

أ ـ أكسدة النواقل RH2.

$$RH_2 \text{ ----------> } R + H^{2+} + 2e-$$

ب ـ التفسفر المؤكسد.

$$ADP + Pi \text{ ----------> } ATP + H_2O$$

حل التمرين 5:

1) الوسط 1 تكاثر مهم للخمائر مع إنتاج طاقة مهمة.الوسط 2 تكاثر ضعيف للخمائر مع إنتاج طاقة ضعيفة.

2) الوسط 1 في وجود الأكسجين تفكيك تام للكليكوز مع إنتاج طاقة مهمة ATP36 يستغل جزء مهم منها في التكاثر المهم للخمائر .
الوسط 2 في غياب الأكسجين تفكيك جزئي للكليكوز مع إنتاج طاقة ضعيفة ATP2 يستغل جزء ضعيف منها في التكاثر الضعيف للخمائر .

3) العضي M، هو الميتوكندري يجب انجاز رسم تخطيطي له مرفقا بالأسماء المناسبة لمكوناته.

4) قارن الخليتين.الشكل 1 تحتوي على ميتوكندريات كثيرة و كبيرة القد، الشكل 2 تحتوي على ميتوكندريات قليلة جدا وضامرة.

5) في الوسط االحيهوائي تتم التأكسدات التنفسية التي تستلزم وجود الميتوكندريات، عكس الوسط الحيلاهوائي.

6) الشكل 1 ملاحظ بالوسط الحيهوائي الوسط1 ـ الشكل 2 ملاحظ بالوسط الحيلاهوائي الوسط 2

7) تبقى نسبة الأكسجين ثابتة بعد إضافة الكليكوز وتنخفض بعد حقن حمض البيروفيك.

8) نستنتج أن الميتوكندريات تستعمل حمض البيروفيك في استهلاك الأكسجين و لا تستعمل الكليكوز مباشرة.

9) التفاعلات 1: انحلال الكليكوز ـ التفاعلات 2 : أكسدة حمض البيروفيك(دورة كريبس) ـ التفاعلات 3 : السلسلة التنفسية و التفسفر المؤكسد.

10) التفاعلات 1: الجبلة الشفافة ـ التفاعلات 2 : ماتريس الميتوكندري ـ التفاعلات 3 :الغشاء الداخلي للميتوكندريات

11) التفاعلات 3.

12) ATP36.

حل التمرين 6:

1) العضي X هو الميتوكوندري.

2) انخفاض في نسبة المستقلب نتيجة أكسدته على مستوى الميتوكوندري حيث يتم انتزاع الكربون على شكل CO2 الذي ارتفع في الوسط وانخفاض الأكسجين نتيجة استهلاكه كمستقبل نهائي للالكترونات المنتزعة من المستقلب والطاقة الناتجة عن انتقال الالكترونات تسبب دخول البروتونات من الماتريس إلى الحيز بيغشائي وأثناء رجوعها إلى الماتريس تساعد على التفسفر المؤكسد أي انخفاض ADP و Pi وارتفاع في نسبة ATP .

3) التأكسدات التنفسية.

4) انخفاض في نسبة المستقلب نتيجة أكسدته على مستوى الميتوكوندري حيث يتم انتزاع الكربون على شكل CO2 الذي ارتفع في الوسط وانخفاض الأكسجين نتيجة استهلاكه كمستقبل نهائي للالكترونات المنتزعة من المستقلب أما ثبات نسبة ADP و Pi و غياب ATP فيفسر بغياب الكرات ذات شمراخ أي عدم مرور البروتونات من الحيز بيغشائي إلى الماتريس وبالتالي غياب التفسفر المؤكسد.

5) دور الكرات ذات شمراخ هو فسفرة ADP إلى ATP أي التفسفر المؤكسد.

حل التمرين 7:

1) A تمثل الجبلة الشفافة و B تمثل الميثوكوندري.

2) ينخفض الإشعاع في وسط الزرع ويظهر في الوسط A الكليكوز و حمض البيروفيك و يختفي بعد ذلك من الوسط A و يظهر في الوسط B على شكل حمض البيروفيك، وأخيرا يختفي الإشعاع من الوسط B و يزداد في وسط الزرع CO_2 .

3) الكليكوز يدخل إلى الخلية و يفكك داخل الجبلة الشفافة إلى حمض البيروفيك هذا الأخير يدخل إلى الميثوكوندري لتتم أكسدته و انتزاع الكربون على شكل 2CO الذي يغادر إلى خارج الخلية.

4) التفاعل الإجمالي للظواهر التي تحدث:

أ ـ في الوسط A .

$$C_6H_{12}O_6 + 2\ ADP + 2Pi + 2NAD \text{ --------> } 2\ Ac.pyruvique + 2ATP + 2NADH_2$$

ب ـ في الوسط B.

$$2Ac.pyruvique + 2ADP + 2Pi + 8NAD + 2FAD \text{ --------> } 6CO_2 + 2ATP + 8NADH + 2FADH_2$$

حل التمرين 8:

1) الاسم المناسب للأرقام.

1 : حز Z - 2 : شريط داكن - 3 : شريط فاتح - 4 : ساركومير

2) بعد حقن بالكالسيوم يقصر طول الساركومير و يختزل الشريط الفاتح و يبقى طول الشريط الداكن ثابت.

3) هذه الايونات تسبب تقلص الليف العضلي.

4) التغيرات التي طرأت على مكونات العضلة بعد التقلص:
أ ـ في الظروف العادية: نقصان نسبة الغليكوجين و ارتفاع نسبة الحمض اللبني.

ب ـ بعد معالجة العضلة بمادة تمنع انحلال الكليكوز: انخفاض نسبة الفوسفوكرياتين فقط

ج ـ بعد معالجة العضلة بمادة تمنع انحلال الكليكوز و CP: اختفاء ATP

5) في الظروف التجريبية 1 : تجديد ATP يتم عن طريق التخمر اللبني نظرا لظهور الحمض اللبني في العضلة.
في الظروف التجريبية 2 : تجديد ATP يتم عن طريق تفكيك الفوسفوكرياتين CP أي الطرق السريعة اللاهوائية نظرا لانخفاض نسبة الفوسفوكرياتين CP في العضلة وأيضا كبح انحلال الكليكوز.

6) اختفاء ATP نظرا لغياب مصادر تجديده.