

حل التمرين 1 :

(1) نسجل من خلال الوثيقة 1 أن:

✓ ألياف عضلات عدائي المسافات الطويلة (الألياف A)، غنية بالشعيرات الدموية والميتوكوندريات 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 لبنني، 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 للميتوكوندريات وغنية بأنزيم LDH، وبالتالي فإن طبيعة التفاعلات المنتجة للطاقة عند عدائي هذه المسافات هي تفاعلات حي لاهوائية: تخمر لبنني.

(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 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 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 إهجات متقاربة على أساس أن تطبيق 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 الإهجات، 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 الإهجات).

★ 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 الإهجات).

- (3) ★ خصائص الألياف العضلية A: غنية بالشعيرات الدموية وكذا الميتوكوندريات، وتثبت كمية مهمة من الأوكسجين على الخضاب العضلي لكنها تفتقر إلى الكليوجين 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 الكليوجين و بأنزيم ATP_{ase} وتتميز بقطر كبير.
- (4) ★ تستمد الألياف A الطاقة الضرورية لنشاطها من التنفس: تفاعلات حي هوائية
★ تركز الألياف B على ظاهرة التخمر (تفاعلات حي لاهوائية) لإمدادها بالطاقة.
- (5) تفسير اختلاف كيفية تقلص الألياف A و B:
★ نفس ضعف وسع الألياف A بضعف قطرها وباستعمالها البطيء لجزيئات $L'ATP$: حيث تتوفر على كمية قليلة من أنزيم ATP_{ase} المحفزة لحلمة $L'ATP$.
- ★ نفس ارتفاع وسع الألياف B بكبر قطرها وباستعمالها السريع لجزيئات $L'ATP$: حيث تتوفر على كمية كبيرة من أنزيم ATP_{ase} المحفزة لحلمة $L'ATP$.
- ★ 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 والميتوكوندريات 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 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.

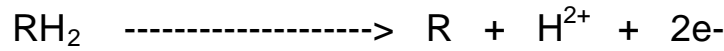
(4) يؤدي استعمال مادة EPO إلى الزيادة في عدد الكريات الحمراء وبالتالي نقل كميات مهمة من الأوكسجين إلى الألياف العضلية وبالتالي إلى الميتوكوندري (الغشاء الداخلي) حيث يستعمل في تفاعلات السلسلة التنفسية، مما يرفع من كميات $L'ATP$ المركبة والتي تزيد من تحسين الأداء الرياضي للعداء.

حل التمرين 4 :

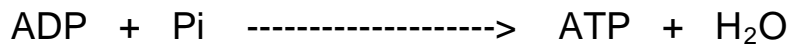
(1) الغشاء الداخلي للميتوكوندري فقط هو الذي يحتوي على سلسلة نواقل الإلكترونات تتدخل في تفاعلات السلسلة التنفسية و بالتالي قادرة على أكسدة النواقل RH_2 و نقل الإلكترونات إلى الأوكسجين المستقبل النهائي و الطاقة الناتجة عن انتقال الإلكترونات تسبب دخول البروتونات من الماتريس إلى الحيز بيغشائي و أثناء رجوعها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

(2) التفاعلات:

أ - أكسدة النواقل RH_2 .



ب - التففسر المؤكسد.



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 الأوكسجين تفكيك تام للكليكوز مع إنتاج طاقة مهمة ATP36 يستغل جزء مهم منها في التكاثر المهم للخمائر .
الوسط 2 في غياب الأوكسجين تفكيك جزئي للكليكوز مع إنتاج طاقة ضعيفة ATP2 يستغل جزء ضعيف منها في التكاثر الضعيف للخمائر .
- (3) العضي M، هو الميتوكوندري يجب انجاز رسم تخطيطي له مرفقا بالأسماء المناسبة لمكوناته.
- (4) قارن الخليتين. الشكل 1 تحتوي على ميتوكوندريات كثيرة و كبيرة القد، الشكل 2 تحتوي على ميتوكوندريات قليلة جدا و ضامرة.
- (5) في الوسط الحيهوائي تتم التأكسدات التنفسية التي تستلزم وجود الميتوكوندريات، عكس الوسط الحيلهوائي.
- (6) الشكل 1 ملاحظ بالوسط الحيلهوائي الوسط 1 - الشكل 2 ملاحظ بالوسط الحيلهوائي الوسط 2
- (7) تبقى نسبة الأوكسجين ثابتة بعد إضافة الكليكوز و تنخفض بعد حقن حمض البيروفيك.
- (8) نستنتج أن الميتوكوندريات تستعمل حمض البيروفيك في استهلاك الأوكسجين و لا تستعمل الكليكوز مباشرة.
- (9) التفاعلات 1: انحلال الكليكوز - التفاعلات 2 : أكسدة حمض البيروفيك (دورة كريبس) - التفاعلات 3 : السلسلة التنفسية و التففسر المؤكسد.
- (10) التفاعلات 1: الحيلة الشفافة - التفاعلات 2 : ماتريس الميتوكوندري - التفاعلات 3 : الغشاء الداخلي للميتوكوندريات
- (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 CO_2 الذي ارتفع في الوسط وانخفاض الأوكسجين نتيجة استهلاكه كمستقبل نهائي للإلكترونات المنتزعة من المستقلب و الطاقة الناتجة عن انتقال الإلكترونات تسبب دخول البروتونات من الماتريس إلى الحيز بيغشائي و أثناء رجوعها إلى الماتريس تساعد على التففسر المؤكسد أي انخفاض ADP و Pi و ارتفاع في نسبة ATP .

(3) التأكسيدات 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 المنزعة 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 التفسر المؤكسد.

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

حل التمرين 7:

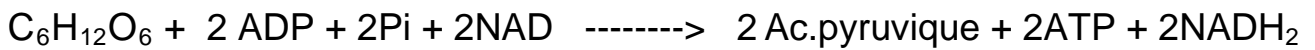
(1) تمثل الجبلة الشفافة A و تمثل الميتوكوندري B

(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 CO₂.

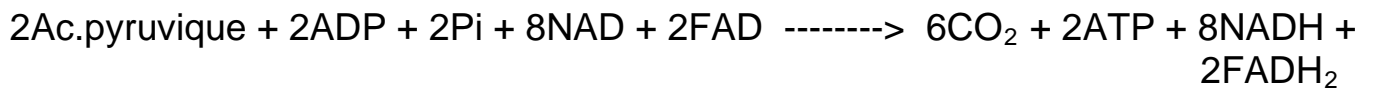
(3) الكليكوز يدخل إلى الخلية و يفك داخل الجبلة الشفافة إلى حمض البيروفيك هذا الأخير يدخل إلى الميتوكوندري لتتم أكسدته و انتزاع الكربون على شكل 2CO الذي يغادر إلى خارج الخلية.

(4) التفاعل الإجمالي للظواهر التي تحدث:

أ - في الوسط A .



ب - في الوسط B.



حل التمرين 8:

(1) الاسم المناسب للأرقام.

1 : ح ز - 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 اللييف العضلي.

(4) التغيرات التي طرأت على مكونات العضلة بعد التقلص:

أ - في الظروف العادية: نقصان نسبة الغليكوجين و ارتفاع نسبة الحمض اللبني.

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

ج - 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.