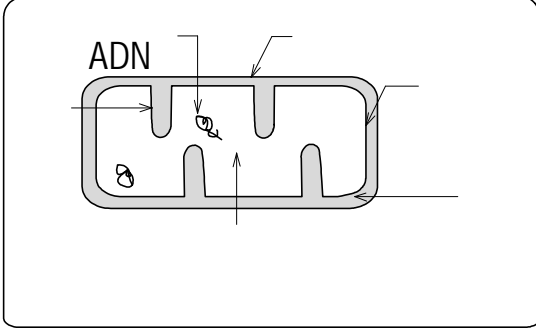


تمرين 1: (4 نقط)

تلعب الميتوكوندري دورا مهما في الاستقلابات الخلوية، حيث تعتبر المزود الدائم للخلية بالطاقة القابلة للاستعمال المباشر والمتمثلة في جزيئات L'ATP، ويتأتى هذا الدور الفاعل بفضل بنية مميزة. فما هي بنية هذا العضى؟ وما هي التفاعلات التي تقع على مستوى هذا العضى وأساسا على مستوى غشائه الداخلي؟



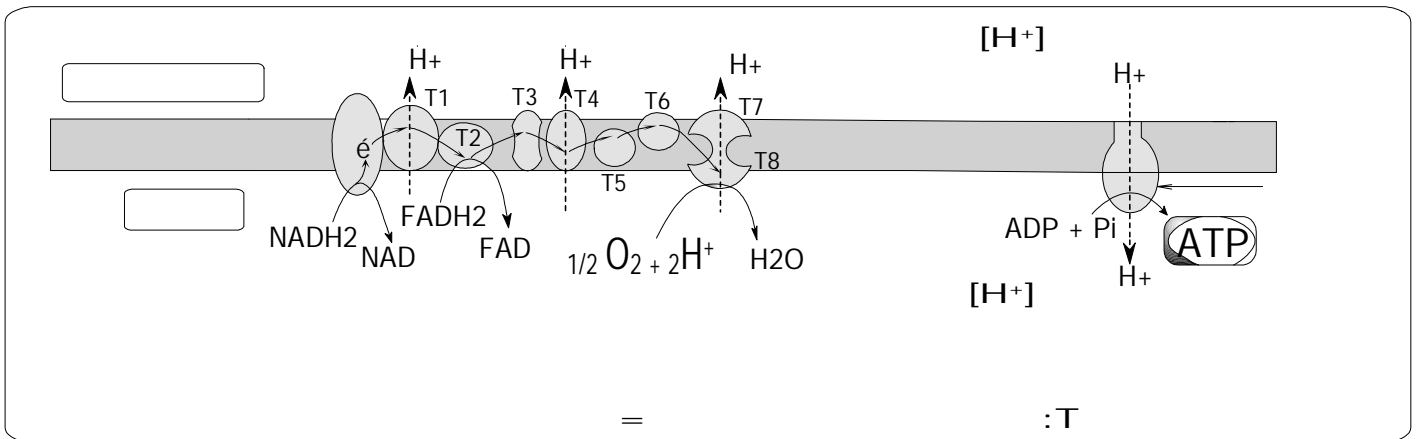
(1) بنية الميتوكوندري: أنظر الرسم التخطيطي التوضيحي:

- * الميتوكوندري عضى خلوي مغلق، محاط بغشائين متراكبين: خارجي وداخلي.
- * لا يختلف الغشاء الخارجي كثيرا عن الغشاء السيتوبلازمي.
- * يرسل الغشاء الداخلي عدة أعراف نحو الماتريس ويرصع وجهه الداخلي بحبات تسمى كرات ذات شمراخ، يتميز بتركيب خاص فهو يضم:

- عدة أنزيمات، من ضمنها ATP سانتيتاز التي تدخل في تركيب الكرات ذات شمراخ.
- عدة بروتينات تتميز بجهد أكسدة اختزال مختلف مما يمكنها من تسليم وتسلم الإلكترونات فيما بينها فنسميها ناقلات الإلكترونات أو السلسلة التنفسية.

(2) التفاعلات التي تقع على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري

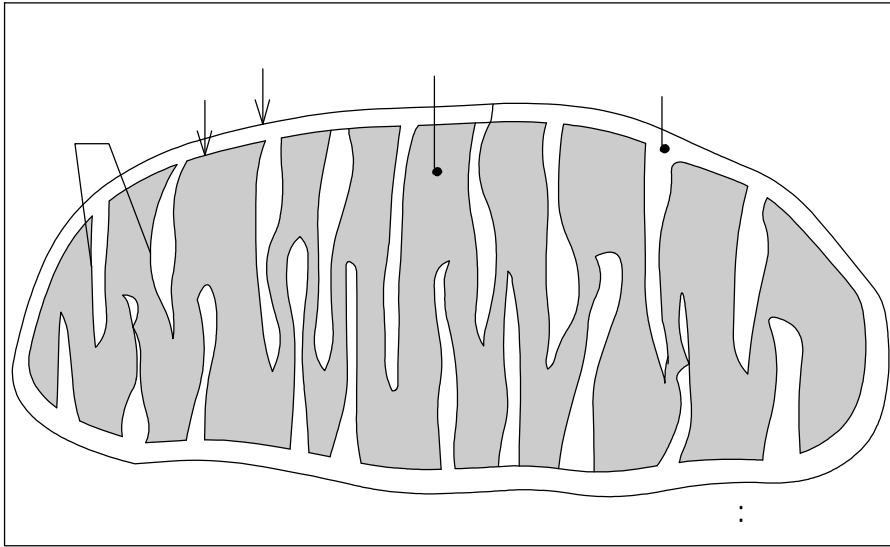
- * ينتج عن انحلال الكليكوز في الجبلة الشفافة وهدم حمض البيروفيك في الماتريس عددا من الناقلات المختزلة: $NADH_2$ و $FADH_2$.
- * تتعرض هذه الناقلات للأكسدة على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري، حيث تسلم البروتونات والإلكترونات لمجموعة من الجزيئات البروتينية المتموضعة بالغشاء الداخلي للميتوكوندري تسمى السلسلة التنفسية.
- * يتم تدفق البروتونات والإلكترونات نحو الزوج O_2/H_2O وتسمى عملية التدفق هذه الأكسدة التنفسية.
- * يصحب نقل الإلكترونات بضخ أيونات H^+ من الماتريس نحو الحيز البيغشائي.
- * يترتب عن مرور هذه البروتونات نحو الحيز البيغشائي نشوء ممال للبروتونات من جهتي الغشاء الداخلي للميتوكوندري (يرتفع تركيز هذا الأيون من جهة الحيز البيغشائي).
- * إن نشوء هذا الممال وما يرافقه من اختلاف في الشحنات الكهربائية هو بمثابة طاقة كامنة، فهذا الغشاء غير نفوذ لأيونات H^+ إلا على مستوى الكرات ذات شمراخ التي تسمح بتدفقها نحو الماتريس.
- * تستغل طاقة هذا التدفق لتركيب L'ATP انطلاقا من $ADP + P$ أي تفسفر L'ADP.
- * بما أن هذا التفسفر يقترن بأكسدة $NADH_2$ و $FADH_2$ فإنه يسمى تفسفرا مؤكسدا.
- * للإشارة فالحصيلة الطاقية لهذا التفسفر المؤكسد هو كالتالي:
- تعطي أكسدة جزيئة واحدة من $NADH_2$ ثلاث (3) جزيئات من L'ATP.
- تعطي أكسدة جزيئة واحدة من $FADH_2$ جزيئتي (2) ATP.



بفضل البنية الجزيئية المحكمة للغشاء الداخلي للميتوكوندري، يتمكن هذا الأخير من إنجاز سلسلة من تفاعلات الأكسدة اختزال والتي تمنح الطاقة اللازمة لتفسر L'ADP، بذلك يكون هذا الغشاء قد حقق انتصارا إضافيا للميتوكوندري بتوفيره مزيدا من جزيئات L'ATP. للإشارة لا يمكن لهذا العمل أن يتواصل في حال توقف الأشغال داخل الماتريس، لأن عمل هذه الورشة يعتبر المزود الدائم بالناقلات المختزلة ($NADH_2$ و $FADH_2$)، نقطة انطلاق تفاعلات الأكسدة اختزال التي تحدث في الغشاء الداخلي. تعتبر الميتوكوندري إذن بحق نموذجا مثاليا لمصنع محول للطاقة، من حالتها الكيميائية إلى حالتها الكيميائية القابلة للاستعمال المباشر.

تمرين 2: (16 نقطة):

- 1 – تحليل التسجيل وتحديد مدة كل مرحلة. (5,1 ن)
 - تتضمن الرعشة العضلية ثلاث مراحل:
 - ✳ مرحلة الكمون، يظل التوتر فيها يساوي 0، وهي الفترة الزمنية الفاصلة بين لحظة الإهاجة وبداية الاستجابة. تدوم هذه الفترة 1/100s.
 - ✳ مرحلة التقلص: يرتفع خلالها التوتر إلى 6 وتدوم 3/100s.
 - ✳ مرحلة التمدد = الارتخاء: تسترجع خلالها العضلة أبعادها الأصلية، وتدوم 5/100.
 - ✳ تدوم الرعشة العضلية كاملة 9/100s.
- 2 – الأسماء المناسبة لأرقام الوثيقة 2. (2 ن)
 - 1- حز Z.
 - 2- قرص داكن.
 - 3- منطقة H.
 - 4- قرص فاتح.
 - 5- خييطات الأكتين.
 - 6- خييطات الميوزين.
 - 7- ميتوكوندري.
 - 8- ساركومير.
- 3 – رسم تخطيطي للعنصر رقم 7 = الميتوكوندري: يشترط أن يكون الرسم صحيحا (5,0 ن) مع الإشارة إلى أسماء العناصر الأساسية والعنوان. (5,1 ن)



- 4 - مقارنة بين شكلي الوثيقة 2: تحتوي العضلة A (الليف العضلي A) على عدد كبير من الميتوكوندري ذات حجم كبير بينما تضم العضلة B (الليف العضلي B) عددا أقل من الميتوكوندري ولها حجم صغير. (1 ن)
- 5 – الفرضية: لكون الميتوكوندري هي مقر الأكسدة التنفسية، يمكن افتراض أن الليف العضلي A يستمد الطاقة بواسطة ظاهرة التنفس وأن الليف العضلي B يستمد الطاقة بواسطة ظاهرة التخمر. (1 ن)
- 6 ✳ بين التحليل الكيميائي أن الخلية العضلية A تتضمن عددا كبيرا من الشعيرات الدموية الناقلة للغازات التنفسية، وبها كمية قليلة من الغليكوجين مما يدل على استغلال ملحوظ للكليكويز، كما أنها تضم الكثير من الأنزيمات المتدخلة في دورة KREBS المميزة للتنفس. إذن الخلية A تنجز ظاهرة التنفس للحصول على الطاقة اللازمة. (5,1 ن)

✳ يبين التحليل الكيميائي أن الخلية B غنية بالجليكوجين مما يدل على هدم ضعيف للجليكوز وأن لها قابلية سريعة للتعب وهو ما يشير إلى تراكم الحمض اللبني الناتج عن التخمر، وأنها غنية بالأنزيمات المتدخلة في تفاعلات تكون الحمض اللبني الذي يشكل حاصلًا لظاهرة التخمر اللبني. إذن فالخلية B تنجز ظاهرة التخمر اللبني للحصول على الطاقة.

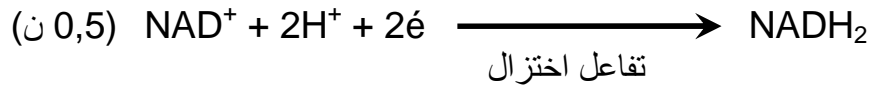
7 – الأسماء المناسبة لأرقام الوثيقة 4. (1 ن)

- 1- $2ADP+2P \Rightarrow 2ATP$
 2- (2) حمض البروفيك: $2CH_3COCOOH$
 3- الأستيل كوانزيم A.
 4- $ADP+P \Rightarrow ATP$

8 – المستوى الخلوي لكل مرحلة من مراحل الوثيقة 4. (2 ن)

- ✳ المرحلة الأولى: تقع في الجبلة الشفافة وتسمى بانحلال الكليكوز.
 ✳ المرحلة الثانية: تقع في ماتريس الميتوكوندري.
 ✳ المرحلة الثالثة: تقع في ماتريس الميتوكوندري وتسمى بدورة KREBS.
 ✳ المرحلة الرابعة: تقع في الغشاء الداخلي للميتوكوندري وتسمى بالأكسدة التنفسية.

9 – ناقل البروتونات المتدخل في المرحلة الأولى (تفاعل انحلال الكليكوز): $NAD^+/NADH_2$ (0,5 ن)
 - التفاعل الذي يحصل على مستواه في هذه الحالة:

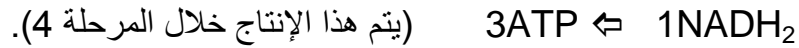


10 – حدد المراحل المشتركة بين ظاهرة التنفس (والمهيمنة في العضلة A) وظاهرة التخمر (والمهيمنة في العضلة B): هي مرحلة انحلال الكليكوز التي تقع في الجبلة الشفافة والمشار إليها بالمرحلة 1 في الوثيقة 4. (1 ن)

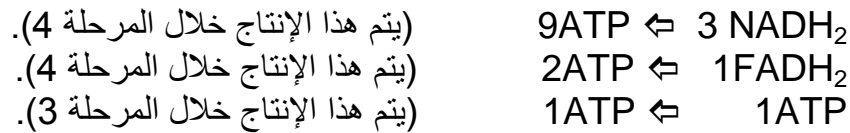
11 – يتحدد دور الأوكسجين المستهلك في كونه متقبل نهائي للبروتونات والإلكترونات (0,5 ن)، ويتدخل في المرحلة الرابعة. (0,5 ن)

12- عدد جزيئات L'ATP المنتجة إذا انطلقنا من جزيئة واحدة من حمض البيروفيك. (1 ن):

✳ المرحلة الثانية:



✳ المرحلة الثالثة:



الحصيلة: 15 ATP

إذن فالهدم التام لجزيئة واحدة من حمض البيروفيك ستحرر 15 جزيئات من L'ATP.