2 ثانوي علوم تجريبية





# مجلة بلاتينيوم

# التنظيم العصبي



## تمارين نموذجية مصححة



- ✓ تمارين لاسترجاع الموارد
- ✓ تمارين تدريبية على منهجية الاستدلال العلمي
- ✓ تمارين وفق المسعى العلمي



حمد

# تمارين استرجاع الموارد

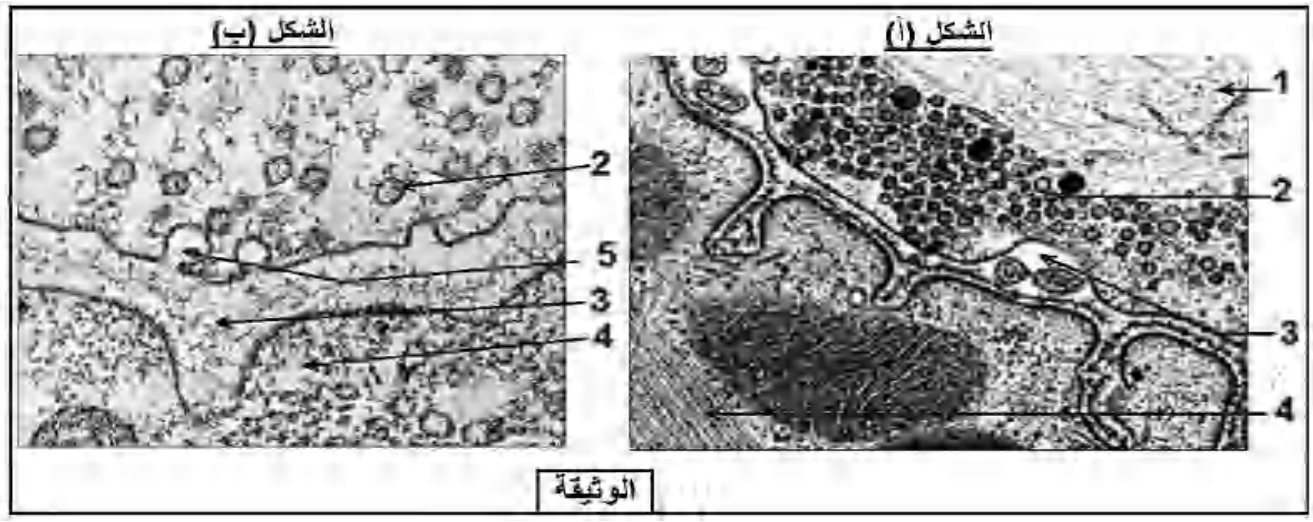
## التمرين الأول



إن العصبونات، خلايا مميزة للجهاز العصبي، و هي دعامة انتشار الرسالة العصبية حيث تبدي اتصالات فيما بينها أو مع خلايا أخرى كالخلايا العضلية، تدعى هذه الاتصالات بالمشابك.

لفهم كيف تنتقل الرسالة العصبية على مستوى المشابك المنبهة نقترح عليك الدراسة التالية:

تمثل الوثيقة التالية صور مجهرية للوحة المحركة.




1. **تعرف** على بيانات الوثيقة و **قدم** عنوانا مناسبا لكل شكل.
2. انطلاقا من معطيات الوثيقة و مكتسباتك **بين** في نص علمي آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك.

## الإجابة النموذجية (1)

**1. التعرف على بيانات الوثيقة و تقديم عنوان مناسبا لكل شكل:**

1- هيولى الخلية قبل المشبكية  2- حويصلات مشبكية  3- شق مشبكي

4- هيولى الخلية بعد المشبكية (الخلية العضلية)  5- تحرير محتوى الحويصلات في الشق المشبكي (الأستيل كولين)

**2. النص العلمي حول آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك:**

تنتقل الرسالة العصبية على مستوى الألياف العصبية بآلية كهربائية، لكن هذه الألياف تتميز بوجود مناطق تمفصل و فراغات فيما بينها تدعى المشابك.

**فكيف تنتقل الرسالة العصبية عبر هذه المشابك؟**

– إثر إحداث تنبيه فعال تصل موجة زوال استقطاب إلى النهاية العصبية قبل المشبكية، حيث يكون التشفير على مستوى الغشاء قبل المشبكي بتواتر كمونات العمل.

– يتسبب هذا في انتقال الحويصلات المشبكية إلى الغشاء قبل المشبكي و اندماجها معه محررة محتواها (الأستيل كولين) في الشق المشبكي، حيث ترتبط كمية المبلغ العصبي المحررة بشدة تواتر كمونات العمل في الغشاء قبل المشبكي.

– يتثبت الأستيل كولين على مستقبلاته النوعية المتواجدة على السطح الخارجي للغشاء بعد المشبكي مسببا انفتاحها و مرور موجة زوال الاستقطاب إلى الخلية بعد المشبكية، مما يؤدي إلى تقلص الليف العضلي.

تنتقل الرسالة العصبية عبر المشبك بآلية كيميائية عن طريق تدخل مبلغ عصبي كيميائي (الأستيل كولين) و تكون مشفرة بكمية هذا المبلغ المفرزة في الشق المشبكي.

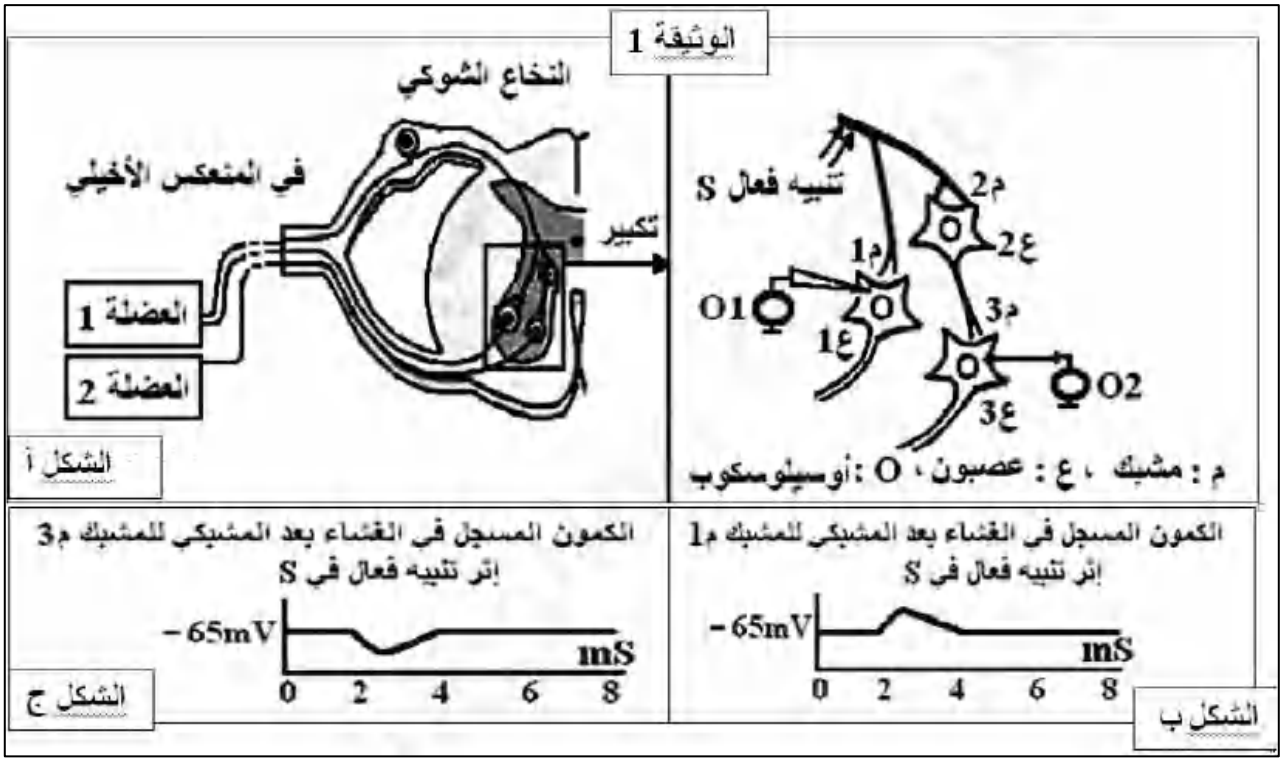


## التمرين الثاني

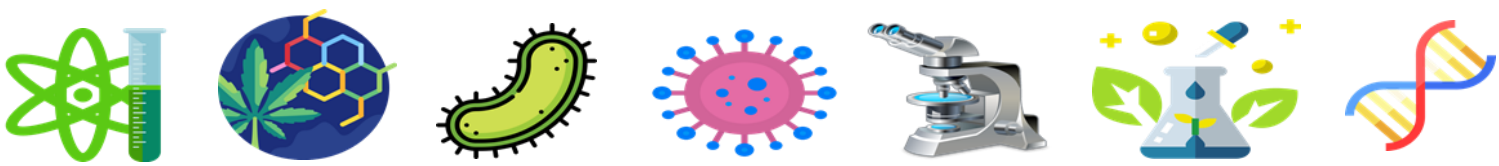
يتطلب التنسيق العصبي على مستوى العضوية تدخل نوعين من المشابك و مبلغات عصبية طبيعية مثلما يحدث في المنعكس العضلي (مثل المنعكس الأخيلي).

تمثل الوثيقة (1) رسما تخطيطيا لدراسة تجريبية أنجزت على مستوى البنية النسيجية الموضحة من النخاع الشوكي.

نحدث في نهاية العصبون الحسي تنبيها فعالا، ثم باستعمال الأوسيلوسكوب ، نسجل استجابة كل من العصبونين (ع1) و (ع3) على مستوى الغشاء بعد المشبكي.




**1. قدم تعريفا**



**2.** انطلاقا من المعطيات المقدمة و مكتسباتك **اشرح** في نص علمي أهمية المشابك في تنسيق عمل العضلتين المتضادتين خلال المنعكس العضلي.

# الإجابة النموذجية (2)



## 1. تعريف المشبك:

المشبك هو تمفصل بين وحدتين، الأولى قبل مشبكية تتمثل في عصبون تحتوي نهايته على حويصلات مشبكية بها مبلغ عصبي كيميائي و الثانية بعد مشبكية و تتمثل في عصبون أو خلية منفذة تتواجد على السطح الخارجي لغشائها مستقبلات نوعية للمبلغ العصبي، حيث يفصل بين الوحدتين فراغ يدعى الشق المشبكي.

**– التعرف على التسجيلات الممثلة في الشكلين (ب) و (ج):**

الشكل (ب): زوال استقطاب (كمون بعد مشبكي منبه PPSE)

الشكل (ج): فرط استقطاب (كمون بعد مشبكي مثبط PPSI)

## 2. النص العلمي حول أهمية المشابك في تنسيق عمل العضلتين المتضادتين خلال المنعكس العضلي:

يتمثل المنعكس العضلي في تقلص العضلات الهيكلية استجابة لتمددها حيث يصاحب تقلص عضلة استرخاء العضلة المضادة لها، و يؤمن هذا التنسيق بنيات تدعى المشابك.

**فكيف تتدخل المشابك في تنسيق عمل العضلتين المتضادتين خلال المنعكس العضلي؟**

الرسائل العصبية الناتجة عن شد المغازل العصبية العضلية ينقلها العصبون الحسي إلى العصبون المحرك (ع1) للعضلة 1 و العصبون الجامع (ع2)، بحيث:

– يكون المشبك بين العصبون الحسي و العصبون المحرك (ع1) منبها، ما يسمح بوصول الرسائل العصبية إلى العضلة ع1 مسببة تقلصها.

– يكون المشبك بين العصبون الحسي و العصبون الجامع (ع2) منبها، ما يسمح بانتقال الرسائل العصبية إليه، بينما يكون المشبك بين العصبون الجامع (ع2) و العصبون المحرك (ع3) مثبطا، و هذا ما يمنع وصول الرسائل العصبية إلى العضلة المقابلة 2 مما يؤدي إلى بقائها مسترخية.

و منه يتم تنسيق عمل العضلتين المتضادتين بفضل وجود مشابك منبهة تسمح بتقلص العضلة المنبهة و مشابك مثبطة تمنع تقلص العضلة المضادة و تبقيها مسترخية.

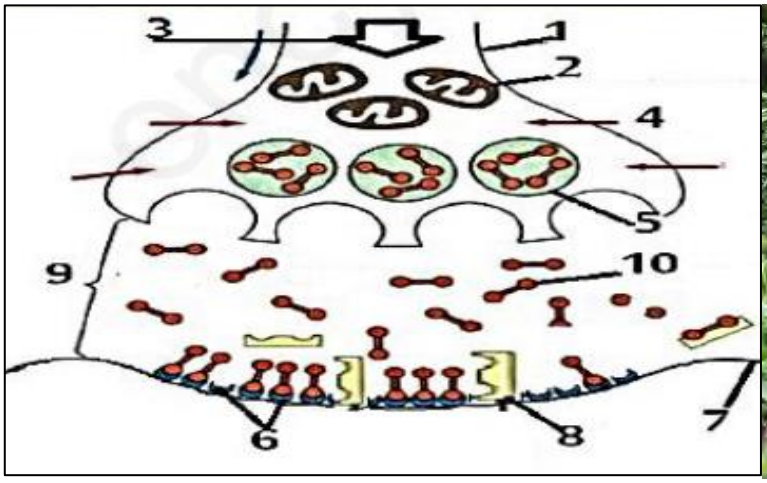


# التمرين الثالث

تعتمد الطريدة أثناء الصيد على سرعة الانفلات من الصياد حتى في حالة أصابتها السهام في أماكن غير مميتة من الجسم. و ذلك برفع تواتر كمونات العمل التي تنقلها العصبونات المحركة إلى العضلات الهيكلية. إلا أنه منذ القدم استعمل الهنود الحمر مادة الكورار المستخلصة من نباتات تنمو في غابة الأمازون ( Chondrodendron Tomenstroum) كطلاء لرؤوس سهام الصيد لضمان عدم هروب الطريدة.



تمثل الوثيقة التالية المنطقة التي تؤثر على مستواها مادة الكورار، حيث تكون بنية هذه الأخيرة مشابهة لبنية العنصر 10.






1. **سم** البيانات المشار إليها بالأرقام.

2. بالاعتماد على المعطيات المقدمة و مكتسباتك **بين** في نص علمي كيف تساعد مادة الكورار الصيادين على تسهيل عملية الصيد.

# الإجابة النموذجية (3)

**1. تسمية البيانات المرقمة:**

1- غشاء قبل المشبكي
2- ميتوكوندري
3- وصول موجة زوال استقطاب
4- هيولى الخلية قبل المشبكية
5- حويصلة مشبكية
6- مستقبلات أستيل كولين غشائية
7- غشاء بعد مشبكي
8- إنزيم أستيل كولين استيراز
9- شق مشبكي
10- أستيل كولين

**2. النص العلمي حول آلية عمل الكورار:**

تهرب الطرائد من الصيادين بفضل حركتها السريعة التي تنتج عن تقلص عضلاتها يتدخل مبلغات عصبية أهمها الأستيل كولين الذي يؤمن وصول الرسائل العصبية إلى العضلات، لذلك لجأ الصيادون لاستعمال مادة الكورار التي تسمح بشل الطرائد و عدم هربها.

**فكيف يساعد الكورار على شل الطرائد و تسهيل صيدها؟**

– في الحالة الطبيعية، عندما تحس الطريدة بالخطر تتولد رسائل عصبية تنتقل إلى النخاع الشوكي و تمر عبر مشابك منبهة، فيتم إفراز الأستيل كولين الذي يتثبت على مستقبلاته الغشائية المتواجدة على سطح الغشاء بعد المشبكي مما يؤدي إلى انفتاحها و مرور موجة زوال الاستقطاب لتنتقل عبر العصبونات المحركة مسببة تقلص العضلات و انطلاق الطريدة هاربة.

– عند إصابة الطريدة بسهم به مادة الكورار، ينتقل هذا الأخير عبر الدم إلى المراكز العصبية حيث يكون تأثيره على مستوى المشابك المنبهة الخاصة بالأستيل كولين كالتالي:

* يتثبت الكورار على مستقبلات الأستيل كولين لأن بنيته مشابهة له.
* تبقى القنوات الغشائية مغلقة لأن الكورار لا يحفز انفتاحها.
* لا يتم تفكيك الكورار لأن إنزيم الأستيل كولين استيراز نوعي و خاص بالأستيل كولين لوحده.

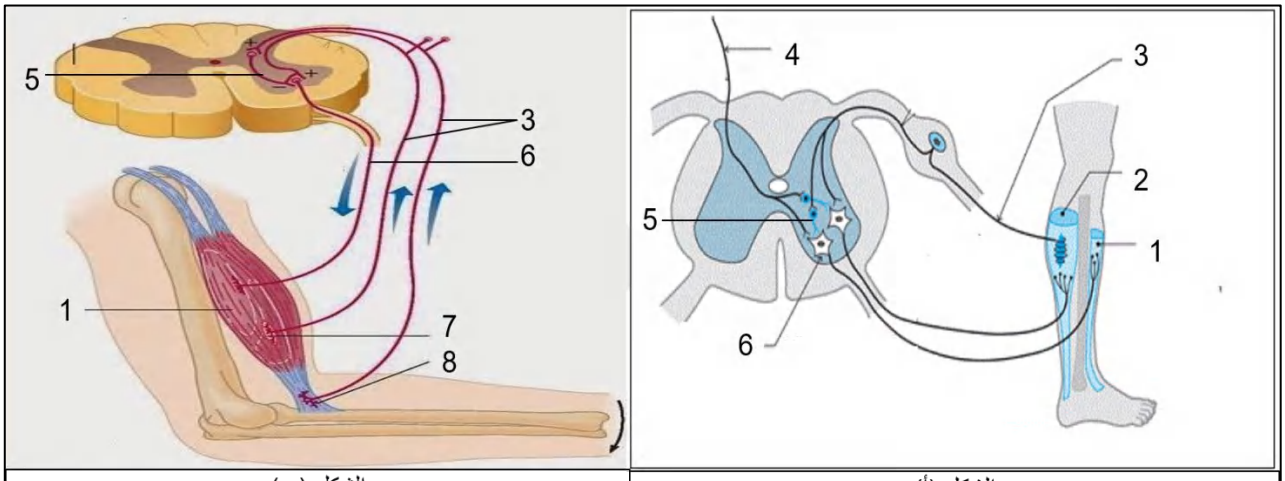
و بالتالي لا تمر الرسائل العصبية نحو العضلات فتبقى مسترخية مسببة عجز الطريدة عن الحركة.

يسبب الكورار شلل عضلات الطريدة عن طريق منع وصول الرسائل العصبية إليها، ما يجعلها عاجزة عن الحركة و يسهل صيدها.

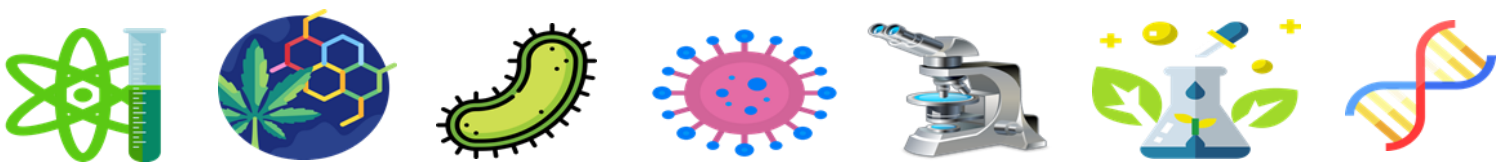
## التمرين الرابع

تنتج حالة العضلات الهيكلية للجسم عن الرسائل التي تصلها عبر العصبون المحرك لها، لكن هذا الأخير يخضع لتحكم مجموعة من الآليات العصبية. و للتعرف على إحدى خصائص العصبونات الحركية المتصلة بالعضلات نجري الدراسة التالية:

يمثل الشكل (أ) من الوثيقة التالية رسما تخطيطيا يوضح الاتصالات العصبية في حالة التحكم الإرادي في المنعكس الأخيلي، بينما يمثل الشكل (ب) رسما تخطيطيا لآلية تدخل البنية (8) في حالة رفع جسم ثقيل جدا.




الشكل (أ) | الشكل (ب)



1. **تعرف** على البيانات المشار إليها بالأرقام.

2. بالاعتماد على المعطيات المقدمة و مكتسباتك **اشرح** في نص علمي الخاصية المراد إظهارها في الوثيقة.

# الإجابة النموذجية (4)

## 1. التعرف على البيانات المرقمة:

1- عضلة قابضة　　2- عضلة باسطة　　3- عصبون حسي

4- عصبون محرك وارد من المخ　　5- عصبون جامع　　6- عصبون محرك

7- لوحة محركة　　8- جسم وتري غولجي

## 2. النص العلمي حول الخاصية المراد إظهارها:

تكون العضلات في حالات مختلفة حسب ما يصلها من رسائل عصبية عبر العصبونات المحركة لها، هذه الأخيرة قد تصلها الرسائل العصبية من مصادر مختلفة المخ و الأجسام الوترية الغولجية.

**فكيف يتعامل العصبون المحرك مع هذه الرسائل الواصلة إليه؟**

- في حالة التحكم الإرادي في المنعكس العضلي، يتلقى العصبون المحرك رسائل عصبية من مصدرين مختلفين في نفس الوقت:

*الرسالة الأولى انعكاسية قادمة من المغزل العصبي العضلي للعضلة نتيجة التنبيه المطبق و هي رسالة منبهة.

*الرسالة الثانية إرادية قادمة من المخ عبر عصبون حركي متصل بعصبون جامع، هذا الأخير يكون تأثيره مثبط على العصبون المحرك للعضلة.

فيقوم العصبون المحرك للعضلة بجمع و دمج الرسالتين، و المحصلة هي التي تتحكم في سعة الاستجابة.

- عند التقلص المفرط للعضلة ترسل الأجسام الوترية الغولجية رسائل عصبية حسية تنتقل عبر العصبون الحسي نحو النخاع الشوكي حيث يتصل بعصبون جامع مثبط الذي بدوره يتصل بالعصبون المحرك للعضلة المتقلصة، و بالتالي يقوم هذا الأخير بدمج هذه الرسائل مع الرسائل المنبهة القادمة من المخ أو المغازل العصبية العضلية و نتيجة الدمج هي ما يتحكم في حالة العضلة.

تصل إلى العصبونات المحركة بعد مشبكية عدة رسائل عصبية مصدرها خلية قبل مشبكية واحدة أو عدة خلايا، فتقوم بدمجها عند توفر الشروط اللازمة لذلك، و منه يتحدد انتشار الرسائل العصبية من عدمه، و هذا ما يظهر الخاصية الإدماجية للعصبونات المحركة.

# تمارين الاستدلال العلمي

## التمرين الخامس

عمل باحثون على حيوان ظهرت لديه علامات الشلل الكامل في عضلاته و ذلك خلال دراستهم لبعض أنواع الشلل.



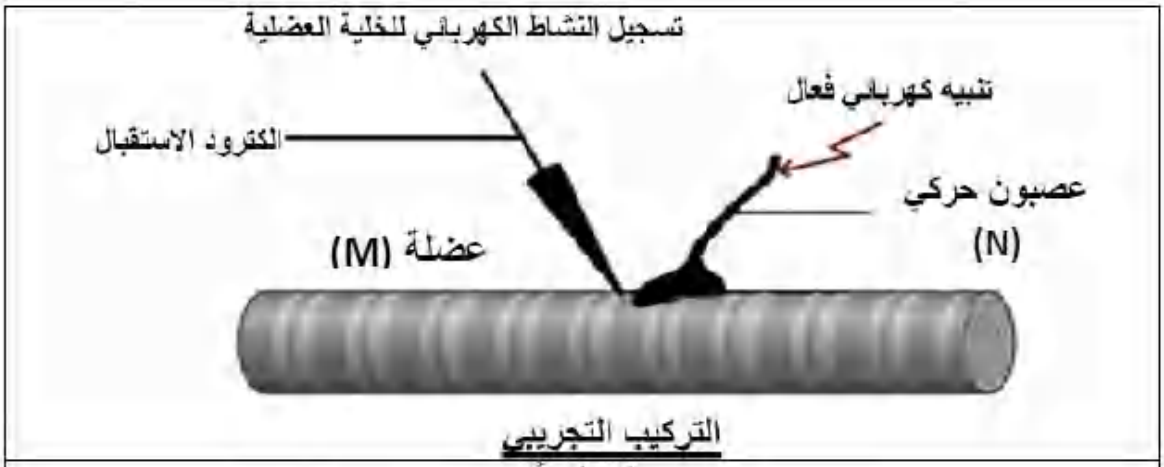
**الجزء الأول:**

تمت التجارب على حيوانين، أحدهما طبيعي و الآخر يعاني من الشلل حيث أجريت التجارب على عصبون محرك (N) و عضلة (M).

**التجربة (1):** نطبق تنبيهات فعالة مباشرة على العضلة عند كل من الحيوانين، فلوحظ حدوث تقلص عضلي في الحالتين.

**التجربة (2):** نطبق تنبيهات فعالة على العصبون المحرك المرتبط بالعضلة.

الشروط التجريبية و نتائجها ممثلة في الوثيقة (1).




التركيب التجريبي

| الشكل (أ) | | |
|---|---|---|
| | نتائج التنبيه الفعال على العصبون المحرك N | |
| حيوان سليم | كمونات عمل في العصبون المحرك | تقلص العضلة |
| حيوان مصاب بشلل | كمونات عمل في العصبون المحرك | عدم تقلص العضلة |
| الشكل (ب) | | |

الوثيقة (1)

**1. بين** أن معطيات التجربتين (1) و (2) تسمح بتحديد مستوى الخلل الذي أصاب الحيوان المشلول.

**الجزء الثاني:**

لغرض تحديد السبب الدقيق لشلل الحيوان نقترح عليك التجارب التالية:

**التجربة (3):** تم قياس كمية الأستيل كولين في الحويصلات المشبكية للوحة المحركة عند الحيوانين السابقين.

النتائج المحصل عليها مسجلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

**التجربة (4):** تم استخراج الأستيل كولين من اللوحة المحركة للحيوان المصاب بالشلل ثم حقنه في الشق المشبكي بين العصبون (N) و العضلة (M)، للحيوان المصاب بالشلل و الحيوان السليم.

النتائج مسجلة في الشكل (ب) من الوثيقة (2).

**التجربة (5):** تحقن مادة الكولين المشعة داخل العصبون المحرك للحيوانين السليم و المصاب بالشلل حيث تتحول هذه المادة داخل العصبون إلى أستيل كولين. بعد ذلك تم إحداث تنبيه فعال للعصبون المحرك عند الحيوانين.

يمثل الشكل (ج) من الوثيقة (2) صورتين بالمجهر الإلكتروني للمشبك عند الحيوانين بعد التنبيه حيث تظهر المادة المشعة بشكل نقاط سوداء.



تجربة 3

| | حيوان سليم | حيوان مصاب بشلل |
|---|---|---|
| كمية الأستيل كولين في الحويصلات المشبكية (و.ا) | من 70 إلى 200 | 105 |

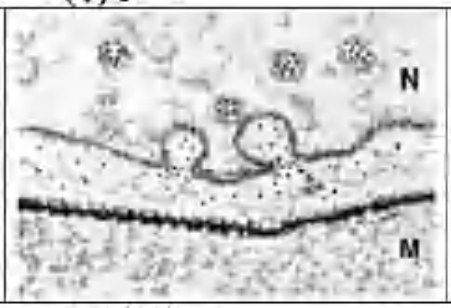
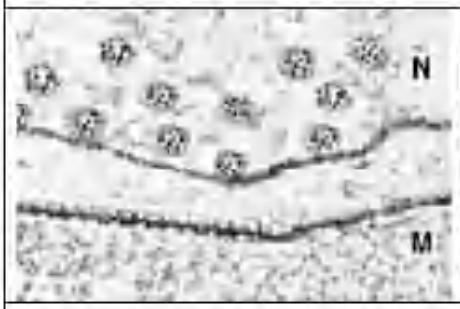
الشكل (أ)

تجربة 4

| | حيوان سليم | حيوان مصاب بشلل |
|---|---|---|
| تقلص العضلة | ++++++ | ++++++ |

الشكل (ب)

تجربة 5

| | | |
|---|---|---|
| بنية المشبك العصبي العضلي |   |   |

الشكل (ج)

الوثيقة (2)

**1.** باستغلال التجارب السابقة و نتائجها الموضحة في الوثيقة (2) و باستدلال علمي **حدد** بدقة سبب إصابة الحيوان بالشلل.

## الإجابة النموذجية (5)

**الجزء الأول:**

**1. تبيين أن معطيات التجربتين (1) و (2) تسمح بتحديد مستوى الخلل الذي أصاب الحيوان المشلول:**

**من التجربة (1):** عند تنبيه العضلة مباشرة لدى الحيوانين حدث تقلص لها في الحالتين، مما يدل على أن عضلة الحيوان المشلول سليمة و ليس بها خلل.

**من التجربة (2):** عند تنبيه العصبون المحرك المتصل بالعضلة لدى الحيوانين حدث تقلص لعضلة الحيوان السليم، بينما لم تتقلص عضلة الحيوان المصاب بالشلل، دليل على عدم وصول الرسالة العصبية إليها.

و منه فالخلل المسبب لشلل الحيوان يكون على مستوى المشبك (اللوحة المحركة).

**الجزء الثاني:**

**1. تحديد بدقة سبب إصابة الحيوان بالشلل:**

**من التجربة (3):** نلاحظ أن كمية الأستيل كولين في الحويصلات المشبكية عند الحيوان المصاب بالشلل طبيعية و كافية مقارنة بكميته في حويصلات الحيوان السليم.



و بالتالي فالخلل لا يكمن في كمية الأستيل كولين.

**من التجربة (4):** عند حقن الأستيل كولين المستخرج من اللوحة المحركة للحيوان المصاب بالشلل، في الشق المشبكي للحيوانين السليم و المصاب، لاحظنا تقلص العضلة عند كليهما.

و هذا يدل على سلامة و فعالية الأستيل كولين الخاص بالحيوان المصاب بالشلل و كذا مستقبلاته الغشائية، و ليس بهما خلل.

**من التجربة (5):** عند حقن الكولين المشع داخل العصبون المحرك للحيوانين السليم و المصاب بالشلل الذي يتحول داخل العصبون إلى أستيل كولين، تم إحداث تنبيه فعال للعصبون المحرك عند الحيوانين، سجلنا الملاحظات التالية:

* عدد الحويصلات المشبكية بعد التنبيه قليل عند الحيوان السليم مقارنة بالحيوان المصاب.
* اندماج الحويصلات مع الغشاء قبل المشبكي عند الحيوان السليم، و عدم اندماجها عند الحيوان المصاب.
* كمية الإشعاع في الغشاء بعد المشبكي عند الحيوان السليم أكبر منها عند الحيوان المصاب.

و هذا دليل على أن الحويصلات المشبكية عند الحيوان المصاب غير قادرة على الانتقال إلى الغشاء قبل المشبكي.

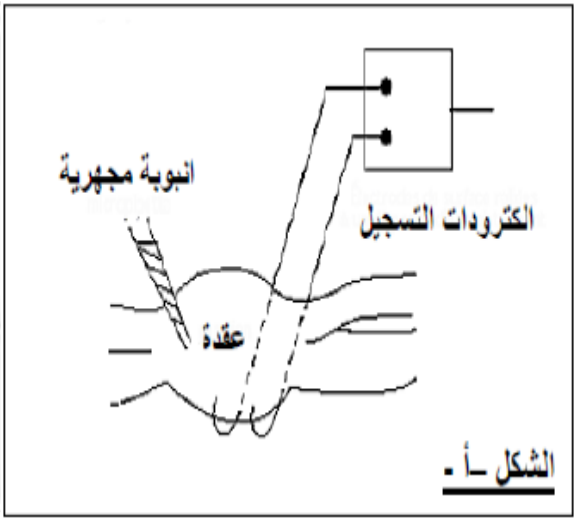
– مما سبق يتبين أن الخلل المسبب للشلل لا يتعلق بكمية الأستيل كولين أو فعاليته و لا يتعلق بسلامة مستقبلاته الغشائية، و إنما يكمن في عدم قدرة الحويصلات المشبكية للحيوان المصاب على الانتقال إلى الغشاء قبل المشبكي و الاندماج معه، و بالتالي لا يتم تحرير الأستيل كولين في الشق المشبكي و لا تثبته على مستقبلاته النوعية، فلا تمر الرسائل العصبية، ما يسبب بقاء العضلات مسترخية و عدم تقلصها.

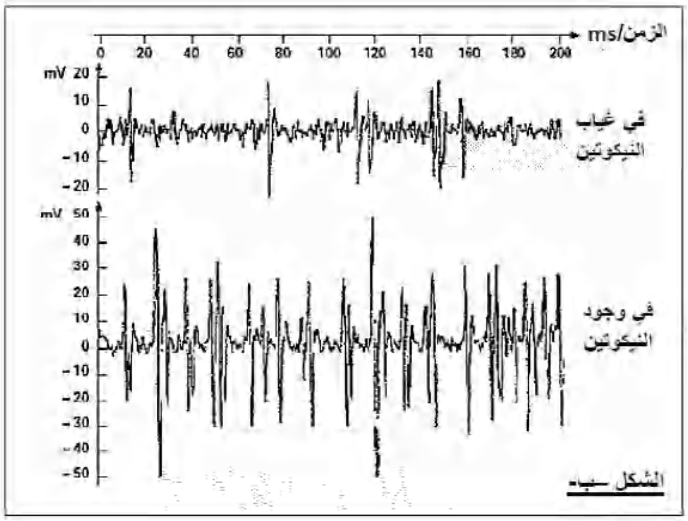
## التمرين السادس

يتطلب تنسيق عمل أعضاء العضوية انتقال الرسائل العصبية بينها حيث تعد المنشطات أو المنبهات من بين مواد أخرى كثيرة من المؤثرات على النشاط العصبي و منها التبغ بما يحتويه من مادة النيكوتين . نريد من خلال هذه الدراسة فهم تأثير التبغ على النشاط العصبي.

**الجزء الأول:**

**التجربة (1):** أجريت على عقدة عصبية لحشرة حيث تحتوي على عدد من الأجسام الخلوية و الكثير من المشابك العصبية و ذلك وفق التركيب التجريبي الموضح في الشكل (أ) من الوثيقة (1) الذي يتضمن حقن مواد مختلفة في العقدة العصبية بواسطة أنبوبة مجهرية و تسجيل النشاط الكهربائي للعقدة العصبية. الشكل (ب) من الوثيقة (1) يمثل تسجيلات النشاط الكهربائي للعقدة العصبية.



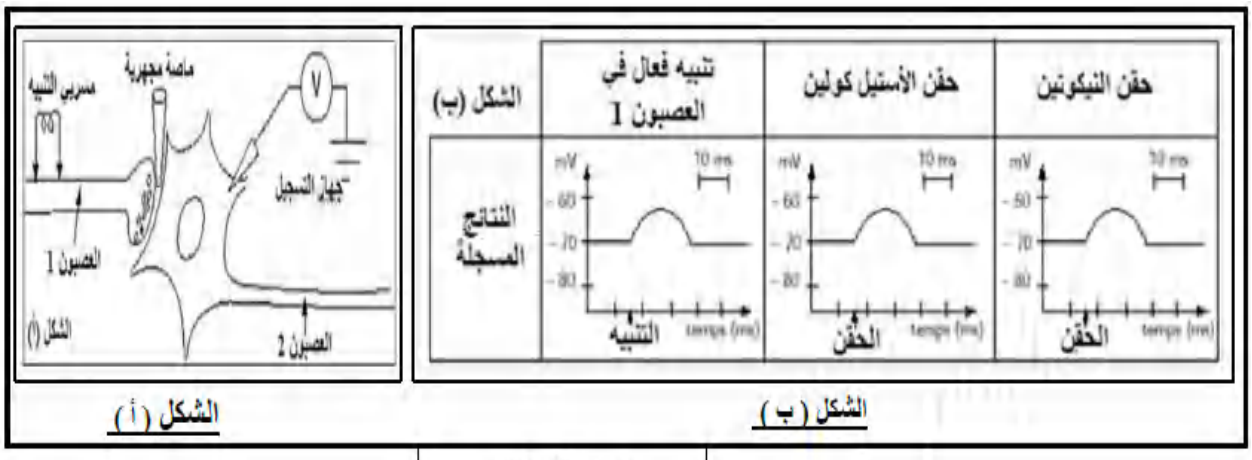




1. **قارن** بين التسجيلات المتحصل عليها ثم **استنتج** معلومة أولية حول تأثير النيكوتين.
2. **اقترح** فرضيات حول آلية تأثير النيكوتين.

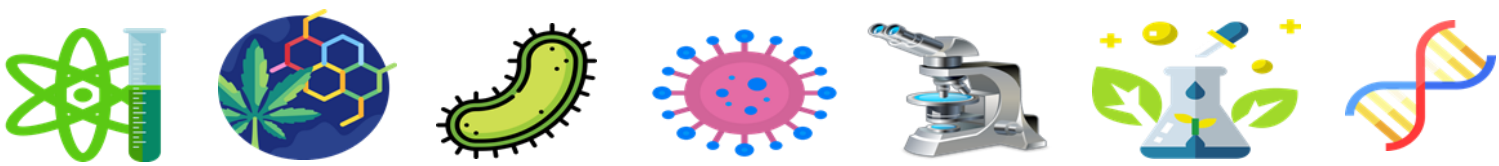
**الجزء الثاني:**

للتحقق من صحة إحدى الفرضيات حول آلية تأثير النيكوتين أجريت التجربة التالية:

**التجربة (2):** أجريت على مستوى عصبونات القرون الأمامية للنخاع الشوكي حيث التركيب التجريبي موضح في الشكل (أ) من الوثيقة (2) ، مراحل التجربة و نتائجها موضحة في الشكل (ب) من نفس الوثيقة.




**الوثيقة (2)**



1. **بين** باستدلال منطقي أن نتائج التجربة (2) تؤكد صحة إحدى الفرضيات ، يطلب **تحديدها**.

2. إذا علمت أن إنزيم أستيل كولين إستيراز لا يؤثر على النيكوتين، **اشرح** آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى مشبك عصبي و ذلك في وجود النيكوتين **مدعما** إجابتك برسم تخطيطي وظيفي عليه كافة البيانات.

# الإجابة النموذجية (6)



**الجزء الأول:**

**1. المقارنة بين النتائج المتحصل عليها:**

يمثل الشكل (ب) من الوثيقة ( 1) تسجيلات النشاط الكهربائي للعقدة العصبية حيث:

- **قبل إضافة النيكوتين** : سجلت على مستوى العقدة العصبية تواتر لكمونات ذات سعات منخفضة.
- **بعد حقن النيكوتين** : زيادة تواتر و سعة الكمونات.
- **استنتاج معلومة أولية حول تأثير النيكوتين:**

النيكوتين يزيد من النشاط العصبي للخلايا العصبية في العقدة العصبية.

**2. اقتراح فرضيات حول آلية تأثير النيكوتين:**

- يزيد النيكوتين من نشاط الخلايا العصبية من خلال تنبيه الخلايا العصبية قبل المشبكية على مستوى أغشيتها بتحفيزها على زيادة تحرير المبلغ العصبي (الأستيل كولين).
- يزيد النيكوتين من نشاط الخلايا العصبية بتأثيره على مستوى المستقبلات الغشائية بعد المشيكية.
- للنيكوتين نفس تأثير المبلغ العصبي الطبيعي أي له نفس تأثير الأستيل كولين.

**الجزء الثاني:**

**1. تحديد بدقة سبب إصابة الحيوان بالشلل:**

**من التجربة (2):** نلاحظ تسجيل كمون بعد مشبكي منبه PPSE في العصبون **2** بعد التنبيه الفعال للعصبون **1** أو حقن الأستيل كولين أو النيكوتين في الشق المشبكي بين العصبونين، و هذا دليل على ارتباط و تأثير النيكوتين على مستقبلات الأستيل كولين مثل المبلغ العصبي تماما .

و هذا مايؤكد صحة الفرضيتين 2 و 3 أي يؤثر النيكوتين على مستوى المستقبلات الغشائية بعد المشبكية الخاصة بالأستيل كولين و بالتالي له نفس تأثير الأستيل كولين.

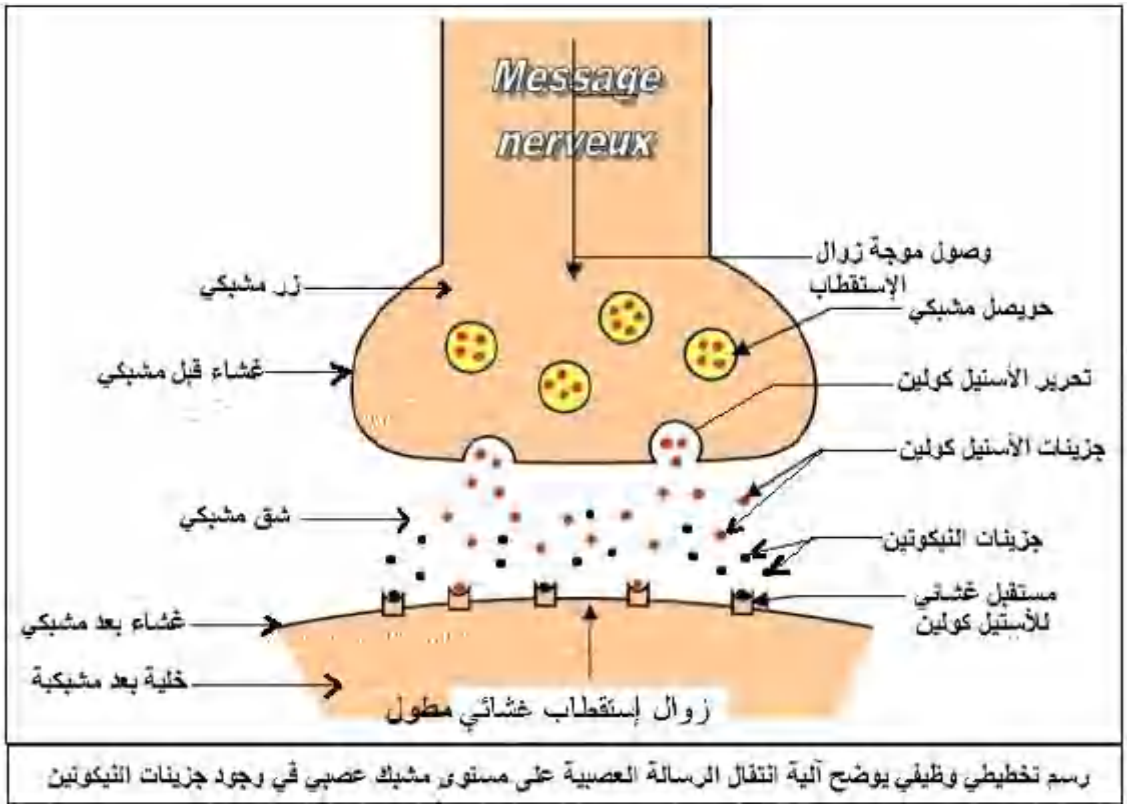


## 2. شرح آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى مشبك عصبي في وجود النيكوتين:

– يتسبب وصول موجة زوال الاستقطاب إلى النهاية العصبية قبل المشبكية في هجرة الحويصلات المشبكية و التحامها بالغشاء قبل المشبكي و بالتالي تحرير المبلغ العصبي ( الأستيل كولين ) في الشق المشبكي عن طريق الاطراح الخلوي.

– تتثبت جزيئات الأستيل كولين على مستقبلاتها الغشائية النوعية بعد المشبكية بالإضافة إلى تثبت جزيئات النيكوتين على مستقبلات الأستيل كولين ، مسببة زوال اسقطاب الغشاء بعد مشبكي بشكل مطول لأن إنزيم الأستيل كولين استيراز لا يؤثر على جزيئات النيكوتين و بالتالي يستمر تأثيرها لفترة طويلة بعكس التأثير المؤقت للأستيل كولين الذي تتم إماهته بواسطة إنزيم الأستيل كولين استيراز.

– **الرسم التخطيطي الوظيفي:**




رسم تخطيطي وظيفي يوضح آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى مشبك عصبي في وجود جزيئات النيكوتين

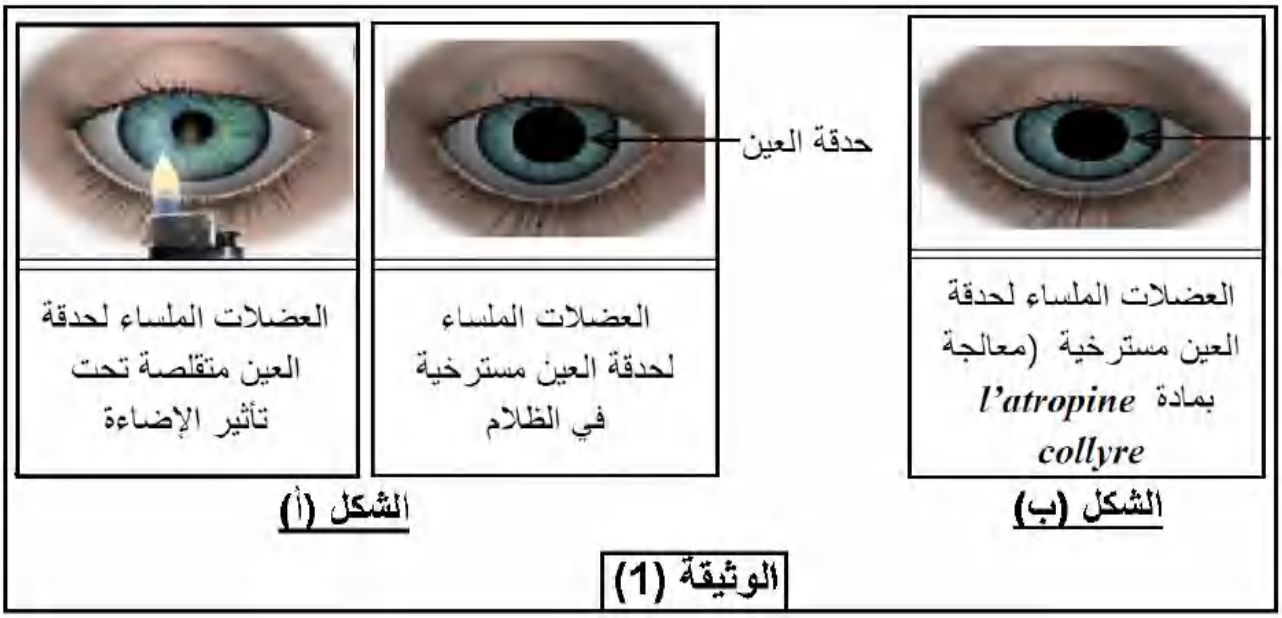
# التمرين السابع

يستعمل الأخصائيون في طب العيون قطرات مثل الأتروبين لدراسة العين عن طريق الفتح الكامل لحدقة العين و ذلك رغم توفر ظروف إضاءة قوية. لمعرفة كيف يتم ذلك نقترح عليك الدراسة التالية.

**الجزء الأول:**

تمثل الوثيقة (1) منعكس حدقة العين في ظروف إضاءة مختلفة حيث:

* الشكل (أ) يمثل حالة حدقة العين في الحالة الطبيعية (في الإضاءة و في الظلام).
* الشكل (ب




1. **حلل** الوثيقة (1) **مبرزا** المشكلة العلمية حول تأثير مادة الأتروبين.
2. **اقترح** فرضية لحل هذه المشكلة.

**الجزء الثاني:**

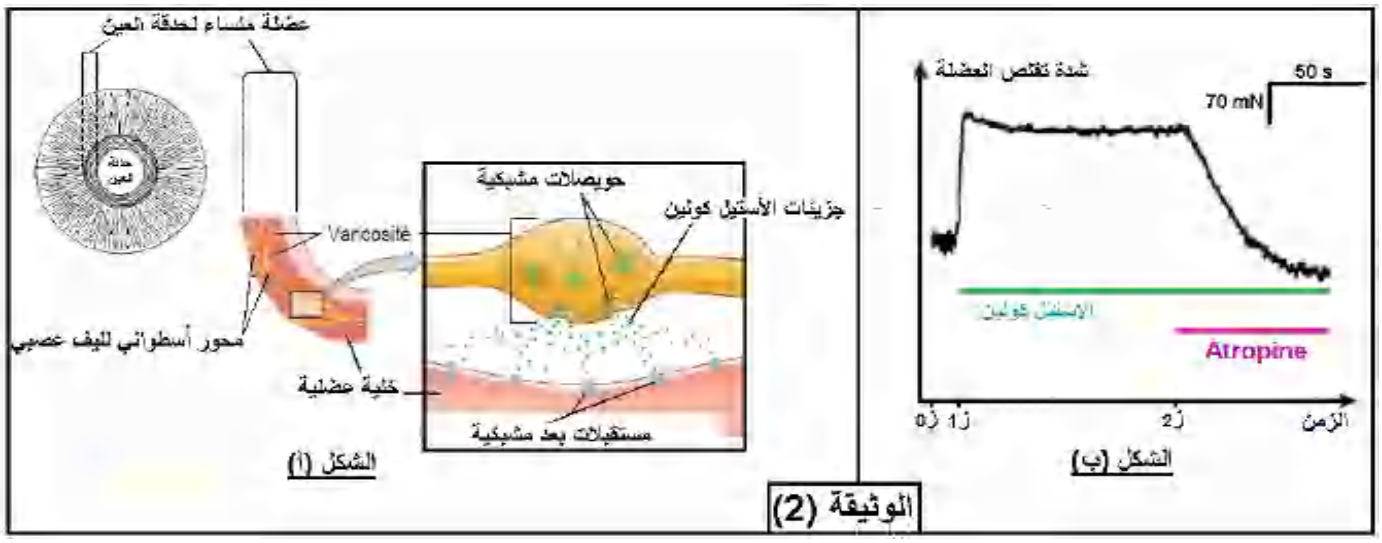
لإظهار آلية تأثير مادة الأتروبين نقترح عليك الدراسة الممثلة في الوثيقة (2):

* الشكل (أ) يمثل آلية عمل المشبك العصبي العضلي على مستوى العضلات الملساء لحدقة العين.
* الشكل (ب) يمثل تأثير الأستيل كولين و مادة الأتروبين على عضلة ملساء لحدقة عين فأر.

– عند $ز_0$ العضلة مسترخية.

– عند $ز_1$ حقن الأستيل كولين.

– عند $ز_2$ حقن الأستيل كولين و مادة الأتروبين.




1. **حلل** منحى الشكل (ب) من الوثيقة (2).
2. باستغلال الوثائق السابقة **برر** سبب استعمال مادة الأتروبين من طرف أخصائي طب العيون **مصادقا** على صحة الفرضية المقت

# الإجابة النموذجية (7)

**الجزء الأول:**

## 1. تحليل الوثيقة (1):

تمثل الوثيقة (1) اختبارات لمنعكس حدقة العين في حالتي غياب و وجود مادة الأتروبين، حيث:

- **في غياب الأتروبين (الشكل أ):** تحت تأثير الإضاءة تتقلص عضلات حدقة العين مما يؤدي إلى تصغير قطر فتحة الحدقة، بينما في الظلام تكون عضلات حدقة العين مسترخية مما يبقي قطر فتحتها كبيرا.
- **عند المعالجة بالأتروبين (الشكل ب):** نلاحظ اتساع حدقة العين بحيث تكون عضلات الحدقة مسترخية رغم تسليط الضوء عليها.
- **الاستنتاج:** تعمل مادة الأتروبين على إبقاء فتحة الحدقة مفتوحة.
- **المشكلة العلمية:**

كيف تمنع مادة الأتروبين انغلاق فتحة حدقة العين؟

## 2. اقتراح فرضية لحل المشكلة:

- تمنع مادة الأتروبين وصول الرسائل العصبية المنبهة إلى عضلات حدقة العين و بالتالي تبقيها مسترخية فتبقى فتحة الحدقة مفتوحة.

**الجزء الثاني:**

## 1. تحليل منحنى الشكل (ب):

يمثل المنحنى تغيرات شدة تقلص عضلة حدقة العين بدلالة الزمن قبل و بعد حقن الأستيل كولين و الأتروبين في الشق المشبكي، حيث:

- **قبل حقن الأستيل كولين (ز0 إلى ز1):** تكون العضلة مسترخية.
- **بعد حقن الأستيل كولين (ز1 إلى ز2):** تزايد شدة تقلص العضلة و تبقى متقلصة طوال فترة حقن الأستيل كولين.
- **بعد حقن الأتروبين مع الأستيل كولين (بداية من ز2):** تناقص شدة تقلص العضلة حتى تعود أخيرا إلى الاسترخاء.
- **الاستنتاج:** تعمل مادة الأتروبين على تثبيط عمل الأستيل كولين و منع تقلص عضلة حدقة العين.

## 2. تبرير استعمال مادة الأتروبين من طرف أخصائي طب العيون:

- **من الوثيقة (1):** وجدنا أن مادة الأتروبين تعمل على إبقاء فتحة الحدقة مفتوحة.
- **من الوثيقة (2):**

* من تحليل الشكل (ب) وجدنا أن مادة الأتروبين تعمل على تثبيط عمل الأستيل كولين و منع تقلص عضلة حدقة العين.

* و نعلم أن الأستيل كولين الذي يتحرر في الشق المشبكي بعد تحسس العين للضوء، يحفز فتح قنوات متواجدة على أغشية الخلايا العضلية بعد المشبكية مما يسمح بمرور الرسائل العصبية إلى الخلايا العضلية و بالتالي تقلصها و انغلاق فتحة الحدقة (الشكل أ من الوثيقة 2).

* و بما أن مادة الأتروبين تثبط عمل الأستيل كولين، فهذا يؤدي إلى منع مرور الرسائل العصبية إلى الخلايا العضلية فتبقى العضلات مسترخية و فتحة الحدقة مفتوحة، مما يسهل فحص العين من طرف طبيب العيون.

و هذا ما يبرر استعمال مادة الأتروبين من طرف أخصائي طب العيون.

و منه فالأتروبين يمنع مرور الرسائل العصبية إلى الخلايا العضلية، و هذا ما يؤكد صحة الفرضية المقترحة.

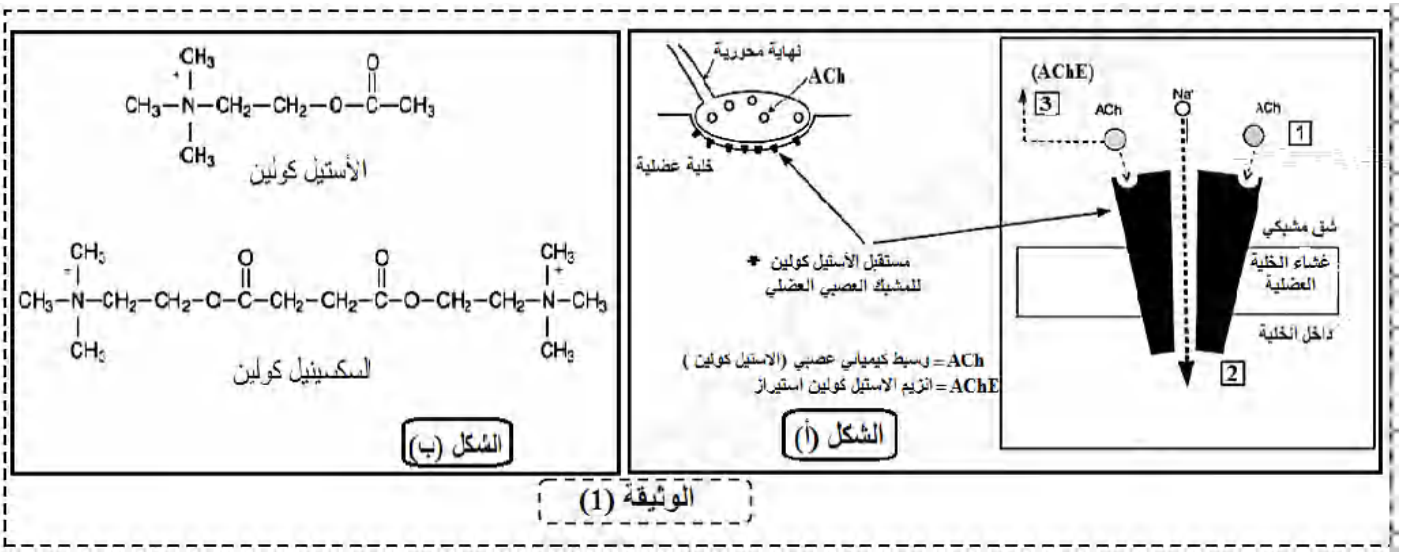


## التمرين الثامن

في حالات ضيق التنفس الشديد يلجأ طبيب الطوارئ إلى التنفيذ العاجل لتقنية التنبيب البلعومي (إدخال جهاز أنبوبي في القصبة الهوائية يسمح بالتهوية الميكانيكية و إعطاء الأدوية) لكن تقلصات الحبال الصوتية (التي يتم تنشيط كل منها بواسطة عضلة صوتية) يمكن أن يعيق تنفيذ هذه التقنية (تشترط هذه التقنية عدم حركة الحبال الصوتية)، لذا يتم الاستعانة بمادة السكسينيل كولين، و لمعرفة طريقة عمل و تأثير هذه المادة على العضلات الصوتية نقدم لك الدراسة التالية:

**الجزء الأول:**

يبين الشكل (أ) من الوثيقة (1) آلية عمل الأستيل كولين في المشبك العصبي العضلي، بينما يمثل الشكل (ب) تمثيل لجزيئة الأستيل كولين و مادة السكسينيل كولين.

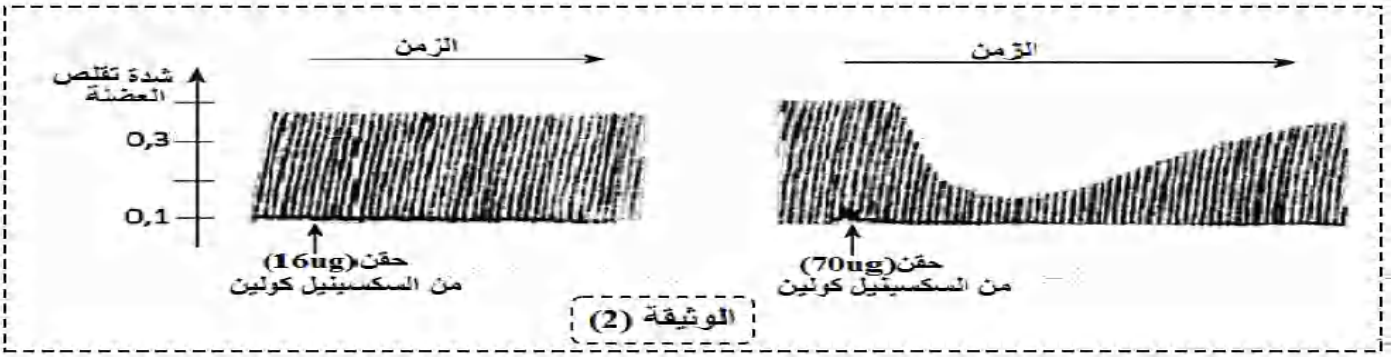



1. **تعرف** على المراحل المبينة بالأرقام في الشكل (أ) من الوثيقة (1) **محددا** دور جزيئة الأستيل كولين.
2. **باستغلالك** لمعطيات الشكل (ب) و **بتوظيف** إجابتك السابقة **اقترح** فرضية تحدد من خلالها آلية عمل السكسينيل كولين و تأثير

**الجزء الثاني:**

تبين الوثيقة (2) نتائج قياس نشاط عضلة ربلة الساق استجابة لتنبيهات متتالية أثناء حقن جرعات متزايدة من السكسينيل كولين، علما أن وظائف عضلة ربلة الساق مماثلة للعضلات الصوتية.

ملاحظة: كل خط في التمثيل يتوافق مع تقلص العضلة استجابة للتنبيه و يمثل ارتفاع الخط شدة التقلص.




الوثيقة (2)

تقدم الوثيقة (3) معطيات حول إماهة (إبطال مفعول) الوسائط الكيميائية العصبية في الشق المشبكي.

**انزيم الأستيل كولين استيراز يقوم باماهة الأستيل كولين وابطال مفعوله في اقل من 05 ملي ثانية وهذا ما يعطي للالياف العضلية القدرة على الاستجابة لوسائط كيميائية عصبية جديدة .

**يكون عمل انزيمات Pseudocholinestérases (المسؤولة عن ابطال مفعول السكسينيل كولين) بطيئا وبالتالي يبقى السكسينيل كولين في الشق المشبكي لمدة 10 دقائق تقريبا .

الوثيقة (3)

1. **حلل** نتائج الوثيقة (2).

2. انطلاقا من المعلومات المستخرجة من هذه الدراسة و مكتسباتك، **اشرح** تأثير مادة السكسينيل كولين على العضلات الصوتية **مبينا** بذلك سبب استعمالها في تنفيذ تقنية التنبيب البلعومي، و **مؤكدا** بذلك صحة الفرضية.

# الإجابة النموذجية (8)

**الجزء الأول:**

**1. التعرف على المراحل المبينة بالأرقام في الشكل (أ) من الوثيقة (1):**

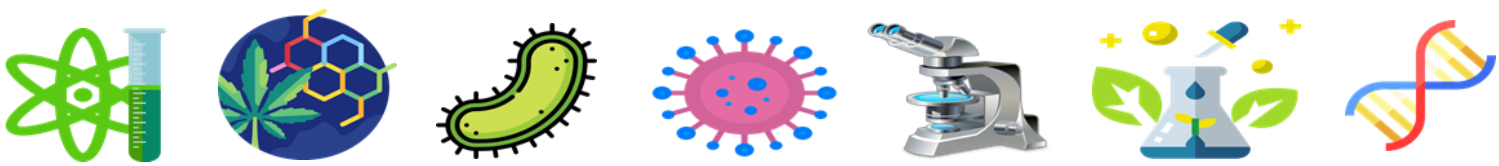
1- تثبت الأستيل كولين على مستقبلاته النوعية المتواجدة على السطح الخارجي للخلية العضلية.

2- انفتاح القنوات و مرور موجة زوال الاستقطاب (الرسالة العصبية).

3- تفكيك الأستيل كولين بواسطة انزيم الأستيل كولين استيراز و عودته إلى النهاية العصبية قبل المشبكية.

**- دور جزيئة الأستيل كولين:**

تأمين مرور الرسائل العصبية عبر المشابك نحو العضلات ما يسمح بتقلصها (في حالة اللوحة المحركة).



### 2. اقتراح فرضية حول آلية عمل السكسينيل كولين:

– من الشكل (ب): نلاحظ أن طرفي الصيغة الكيميائية للسكسينيل كولين مشابهان لأحد أطراف صيغة الأستيل كولين.

و منه يمكن أن نفترض أن السكسينيل كولين له القدرة على التثبت على المستقبلات الغشائية بعد المشبكية للأستيل كولين لكن ليس له القدرة على تحفيز انفتاحها، مما يمنع مرور الرسائل العصبية إلى الخلايا العضلية الصوتية و بالتالي بقائها مسترخية.



**الجزء الثاني:**

### 1. تحليل نتائج الوثيقة (2):

تمثل الوثيقة تسجيلات تظهر تغيرات شدة تقلص عضلة ربلة الساق بدلالة الزمن عند إحداث تنبيهات متتالية قبل و بعد حقن جرعات متزايدة من السكسينيل كولين في الشق المشبكي للوحة المحركة، حيث:

– **قبل حقن السكسينيل كولين:** تكون شدة تقلص العضلة كبيرة.

– **بعد حقن السكسينيل كولين:**

* بجرعة 16 ميكروغرام: تبقى شدة تقلص العضلة كبيرة.

* بجرعة 70 ميكروغرام: تناقص كبير في شدة تقلص العضلة لتعود للتزايد بعد فترة من الزمن.

– **الاستنتاج:** يعمل السكسينيل كولين على منع تقلص العضلة خلال فترة زمنية محددة.

### 2. شرح آلية تأثير السكسينيل كولين على العضلات و تحديد سبب استعماله في تنفيذ تقنية التنبيب البلعومي:

– **من الوثيقة (1):** وجدنا أن بنية السكسينيل كولين مشابهة لبنية الأستيل كولين.

– **من الوثيقة (2):** وجدنا أن السكسينيل كولين يعمل على منع تقلص العضلة خلال فترة زمنية محددة.

– **من الوثيقة (3):**

تمثل الوثيقة معطيات حول المدة اللازمة لإماهة كل من الأستيل كولين و السكسينيل كولين في الشق المشبكي، حيث:

* تتم إماهة الأستيل كولين بواسطة إنزيم الأستيل كولين استيراز في مدة زمنية قصيرة جدا مقدارها 5 ملي ثانية.

* تتم إماهة السكسينيل كولين بواسطة إنزيم البسودوكولين استيراز في مدة زمنية طويلة مقدارها 10 دقائق.

و هذا يدل على أن تأثير السكسينيل كولين يبقى لفترة طويلة.

بما أن بنية السكسينيل كولين مشابهة لبنية الأستيل كولين فهو يستطيع التثبت على مستقبلاته و منع انفتاحها، و بالتالي يمنع مرور الرسائل العصبية نحو العضلات الصوتية فيبقيها مسترخية لفترة طويلة و كافية لتنفيذ تقنية التنبيب البلعومي.

و هذا ما يؤكد صحة الفرضية المقترحة.

و منه فالأتروبين يمنع مرور الرسائل العصبية إلى الخلايا العضلية، و هذا ما يؤكد صحة الفرضية المقترحة.



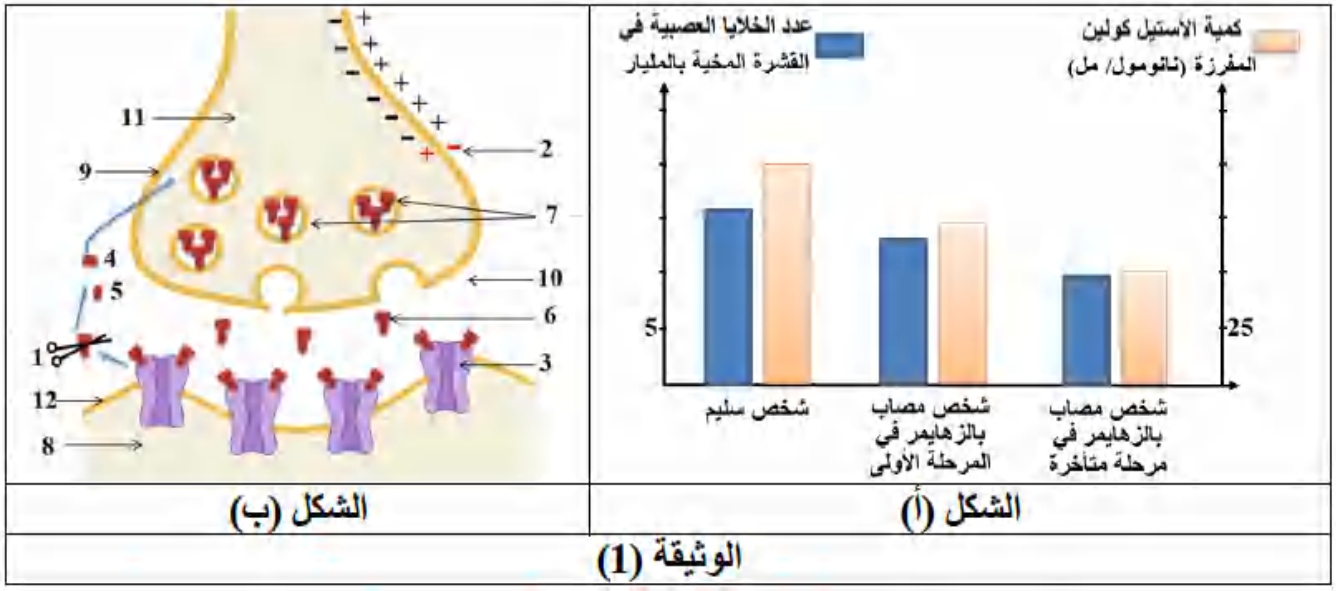
# التمرين التاسع

يصاب العديد من الأشخاص في سن الشيخوخة (أكثر من 65 سنة) بمرض الزهايمر، الذي يتميز بتراجع مستمر للذاكرة و القدرات الذهنية. نبحث في هذه الدراسة عن أسباب الإصابة بالزهايمر و طرق علاجه.

**الجزء الأول:**

يبين الشكل (أ) من الوثيقة (1) معطيات طبية لثلاثة أشخاص في نفس السن (70 سنة)، بينما يمثل الشكل (ب) رسم تخطيطي لمشبك يظهر عمل الأستيل كولين.






الشكل (أ) | الشكل (ب)

الوثيقة (1)

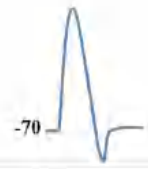
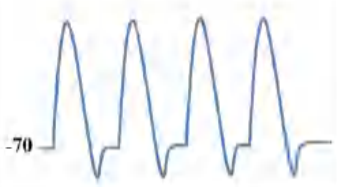
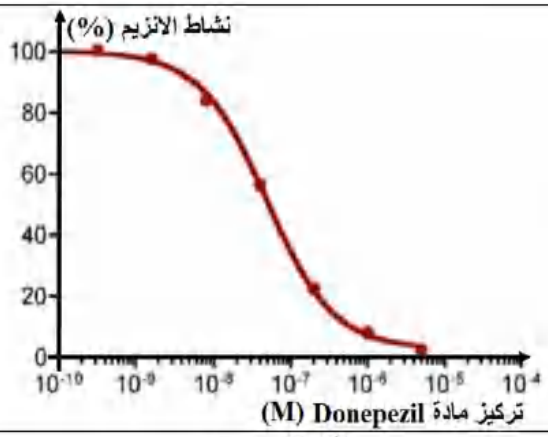
1. **قارن** بين النتائج المسجلة في الشكل (أ) من الوثيقة (1).
2. **تعرف** على بيانات الشكل (ب) من الوثيقة (1) مع **تحديد** دور الأستيل كولين، ثم باستغلال بنية المشبك **اقترح** فرضيات لعلاج الزهايمر.

**الجزء الثاني:**

فكر الأطباء في عدة طرق لعلاج الزهايمر من بينها حقن مادة الدونيبيزيل، و لتحديد دور هذه المادة نقدم معطيات الوثيقة (2)، حيث:

الشكل (أ): يمثل التسجيلات الملاحظة في الخلية بعد المشبكية في حالتي وجود إنزيم الأستيل كولين استيراز و في غيابه.

الشكل (ب): يمثل نتائج قياس نشاط إنزيم الأستيل كولين استيراز باستعمال تراكيز متزايدة من مادة الدونيبيزيل و تركيز ثابت من الأستيل كولين يتجدد مع كل قياس.

| | |
|---|---|
| التسجيل في الخلية بعد المشبكية في وجود إنزيم الأستيل كولين استيراز (AchE). |   |
| التسجيل في الخلية بعد المشبكية في غياب إنزيم الأستيل كولين استيراز (AchE). |   |
| الشكل (أ) | الشكل (ب)   |
| الوثيقة (2) | |

1. **حلل** النتائج المسجلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).
2. باستغلال معطيات الوثيقة (2) و باستدلال علمي، **بين** دور مادة الدونيبيزيل في علاج الزهايمر، ثم **صادق** على صحة إحدى الفرضيات.

# الإجابة النموذجية (9)

**الجزء الأول:**

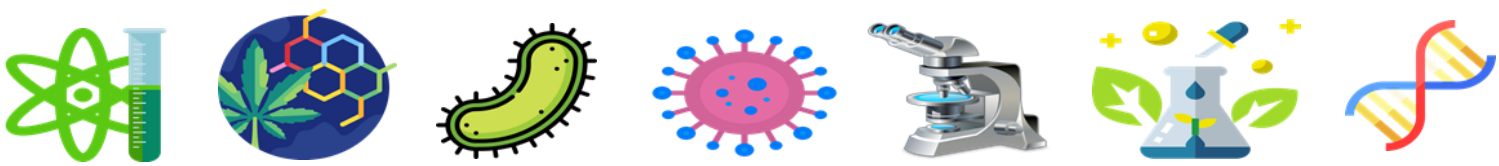
**1. مقارنة النتائج المسجلة في الشكل (أ):**

تمثل الوثيقة أعمدة بيانية تظهر تغيرات عدد الخلايا العصبية و كمية الأستيل المفرزة عند 3 أشخاص في نفس السن (70 سنة) حيث نلاحظ:

- اختلاف عدد الخلايا العصبية في القشرة المخية للأشخاص الثلاثة حيث يكون كبيرا عند الشخص السليم (15 مليار خلية) بينما يكون أقل عند الشخص المصاب بالزهايمر في المرحلة الأولى (13 مليار) و قليلا جدا عند الشخص المصاب بالزهايمر في مرحلة متأخرة (9 مليار خلية).
- اختلاف كمية الأستيل كولين المفرزة عند الأشخاص الثلاثة حيث تكون كبيرة عند الشخص السليم (100 نانومول/مل) بينما تكون أقل عند الشخص المصاب بالزهايمر في المرحلة الأولى (75 نانومول/مل) و قليلة جدا عند الشخص المصاب بالزهايمر في مرحلة متأخرة (50 نانومول/مل).
- **الاستنتاج:** يتميز الزهايمر بتناقص كبير في عدد الخلايا العصبية للقشرة المخية و كذا كمية الأستيل كولين المفرزة.

**2. التعرف على بيانات الشكل (ب):**

1- إنزيم الأستيل كولين استيراز
2- زوال استقطاب
3- مستقبل غشائي للأستيل كولين
4- كولين
5- حمض الأستيك
6- أستيل كولين
7- حويصلات مشبكية
8- هيولى الخلية بعد المشبكية
9- غشاء قبل مشبكي
10- شق مش



**– تحديد دور الأستيل كولين:**

يتمثل دور الأستيل كولين في تأمين مرور الرسالة العصبية من الخلية قبل المشبكية إلى الخلية بعد المشبكية عن طريق تثبته على مستقبلاته النوعية المتواجدة على السطح الخارجي للخلية بعد المشبكية و تحفيز انفتاحها لتمر موجة زوال الاستقطاب.

**– اقتراح فرضيات لعلاج الزهايمر:**

من ملاحظة بنية المشبك يتبين أن عمل الأستيل كولين يكون مؤقتا بسبب تدخل إنزيم الأستيل كولين استيراز الذي يقوم بتفكيكه، و هذا ما ينقص من مرور الرسائل العصبية إلى الخلايا العصبية للقشرة المخية و يساهم في ظهور أعراض الزهايمر، لذلك يمكن أن نفترض الحلول التالية:

* حقن مادة تثبط عمل إنزيم الأستيل كولين استيراز في الشق المشبكي مما يزيد في فعالية الأستيل كولين في تمرير الرسائل العصبية.

* حقن المزيد من الأستيل كولين في الشق المشبكي لفتح المزيد من القنوات الغشائية و تعويض النقص في مدة التأثير.



**الجزء الثاني:**

**1. تحليل النتائج المسجلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2):**

يمثل الشكل (أ) التسجيلات الملاحظة في الخلية بعد المشبكية في وجود إنزيم الأستيل كولين استيراز و في غيابه، حيث:

– **في وجود الإنزيم:** تسجيل كمون عمل وحيد في الخلية بعد المشبكية.

– **في غياب الإنزيم:** تسجيل تواتر مكون من 4 كمونات عمل في الخلية بعد المشبكية.

– **الاستنتاج:** يعمل إنزيم الأستيل كولين استيراز على خفض نسبة مرور الرسائل العصبية إلى الخلية بعد المشبكية.

**2. تبيين دور مادة الدونيبيزيل في علاج الزهايمر:**

– **من الشكل (أ):** وجدنا أن إنزيم الأستيل كولين استيراز يعمل على خفض نسبة مرور الرسائل العصبية إلى الخلية بعد المشبكية.

– **من الشكل (ب):**

يمثل الشكل (ب) تغيرات نشاط إنزيم الأستيل كولين استيراز في تراكيز متزايدة من مادة الدونيبيزيل و تركيز ثابت من الأستيل كولين حيث نلاحظ أنه كلما زاد تركيز مادة الدونيبيزيل تناقص نشاط الإنزيم إلى أن ينعدم تماما عند تركيز $10^{-5}$ و هذا يدل على أن الدونيبيزيل تثبط عمل إنزيم الأستيل كولين استيراز.

بما أن إنزيم الأستيل كولين استيراز يعمل على خفض نسبة مرور الرسائل العصبية إلى الخلية بعد المشبكية، و الدونيبيزيل تثبط عمل هذا الإنزيم، فإنها منطقيا تسبب زيادة مرور الرسائل العصبية إلى الخلايا بعد المشبكية في القشرة المخية و هذا



# التمرين العاشر

تخضع العديد من وظائف العضوية لآلية تنظيم عصبية و أي خلل في هذه الآلية قد يؤدي إلى ظهور بعض الأمراض.

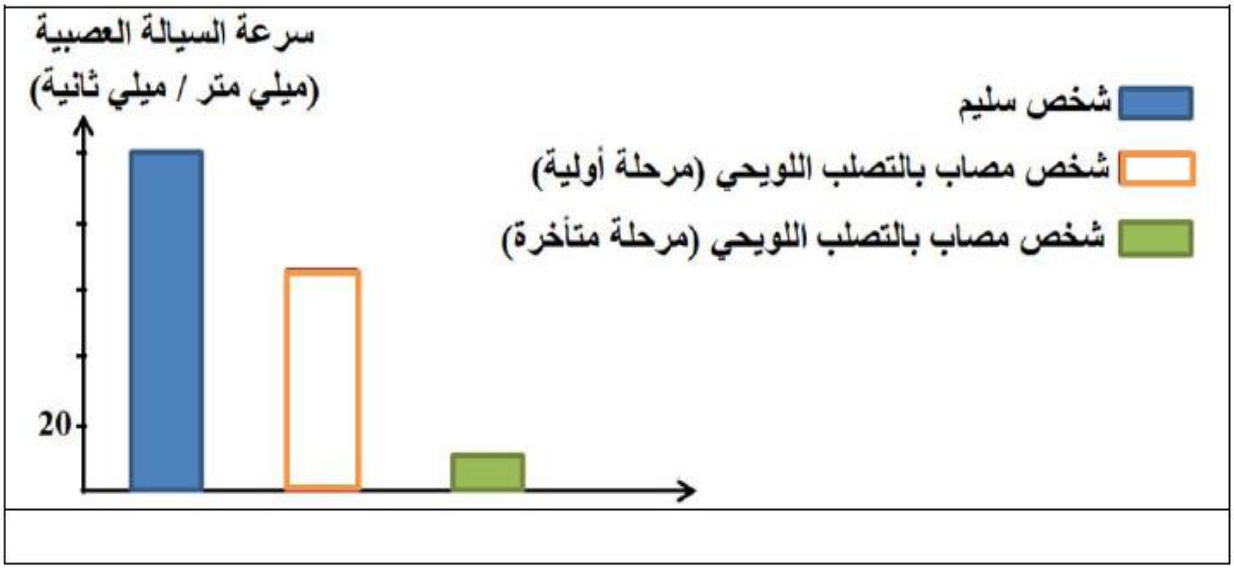
للتعرف على مظاهر إحدى هذه الحالات و أسبابها نقترح الدراسة التالية:

**الجزء الأول:**

التصلب اللويحي هو مرض يصيب الجهاز العصبي الذي يبدأ باضطرابات في الرؤية أو الشلل الجزئي أو خلل في السلوكيات أو مشكل في السير.



تمثل الوثيقة (1) سرعة انتقال السيالة العصبية المسجلة على الليف العصبي المحاط بغمد النخاعين عند 3 أفراد.




1. **قدم** تحليلا مقارنا للنتائج المسجلة في الوثيقة (1).
2. **اقترح** فرضيتين تفسر سبب الإصابة بمرض التصلب اللويحي.

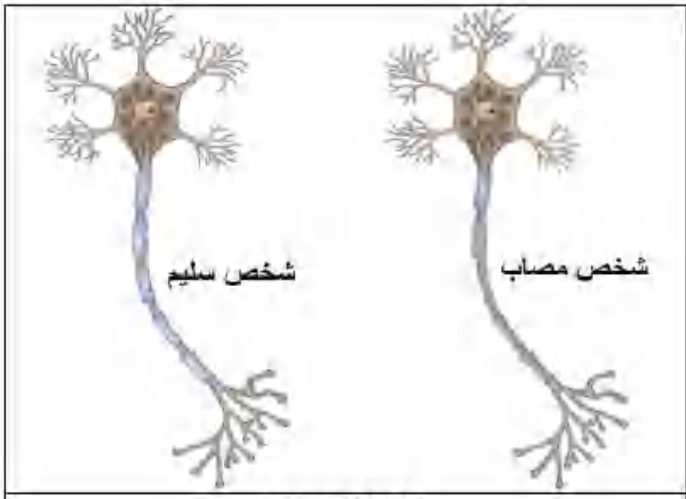
**الجزء الثاني:**

للتحقق من صحة إحدى الفرضيتين، قام مجموعة من العلماء بعدة دراسات نقدمها في أشكال الوثيقة (2) حيث:

الشكل (أ): يمثل انتقال السيالة العصبية في نوعين من الألياف العصبية.

الشكل (ب): يمثل بنية خليتين عصبيتين متماثلتين إحداهما عند شخص سليم و الأخرى عند شخص مصاب بالتصلب اللويحي.

الشكل (ج): يمثل عدد الألياف العصبية في الأعصاب و عدد كريات الدم البيضاء ذاتية المناعة (تهاجم بعض خلايا الذات) عند 3 أفراد من نفس العمر.




الشكل (أ) | الشكل (ب)

| | فرد سليم | فرد مصاب التصلب اللويحي (مرحلة أولية) | فرد مصاب التصلب اللويحي (مرحلة متأخرة) |
|---|---|---|---|
| عدد الألياف العصبية (بالمليون) | 10 إلى 15 | 12 | 11.2 |
| عدد كريات الدم البيضاء ذاتية المناعة (في 1 ملل من الدم) | 0 | 100 إلى 200 | $10^3 . 5$ إلى $10^3 . 11$ |

الشكل (ج)

الوثيقة (2)

1. **حلل** النتائج المسجلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

2. **فسر** باستغلال معطيات الوثيقة (2) سبب الإصابة بمرض التصلب اللويحي **مبرزا** صحة إحدى الفرضيتين المقترحتين.

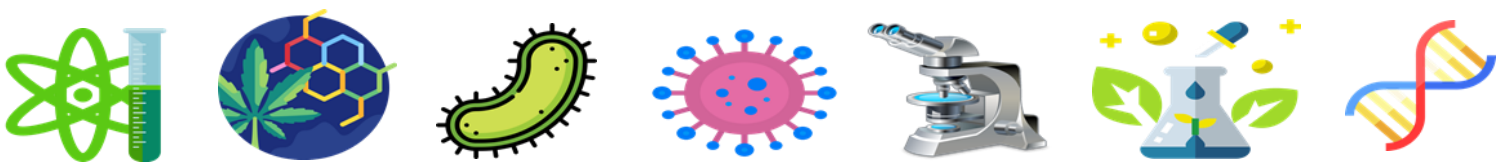
# الإجابة النموذجية (10)

**الجزء الأول:**

**1. تقديم تحليل مقارن للنتائج المسجلة في الوثيقة (1):**

تمثل الوثيقة أعمدة بيانية تظهر سرعة السيالة العصبية على الليف العصبي ذو النخاعين عند 3 أفراد، حيث نلاحظ: تكون سرعة السيالة العصبية كبيرة عند الشخص السليم (100 ملم/ملي ثانية)، و تكون أقل عند الشخص المصاب بالتصلب اللويحي في مرحلة أولية (60 ملم/ملي ثانية)، بينما تكون ضعيفة جدا عند الشخص المصاب في مرحلة متأخرة.

– **الاستنتاج:** يتميز مرض التصلب اللويحي بتناقص كبير جدا في سرعة السيالة العصبية على الليف العصبي ذو النخاعين.



### 2. اقتراح فرضيتين لتفسير سبب الإصابة بمرض التصلب اللويحي:

– يعود مرض التصلب اللويحي إلى نقص كمية غمد النخاعين في الألياف العصبية للمصاب، ما يسبب تباطؤ سرعة السيالة العصبية.

– يعود مرض التصلب اللويحي إلى تخرب المحاور الأسطوانية للألياف العصبية أو حدوث انقطاعات بها.

**الجزء الثاني:**



### 1. تحليل النتائج المسجلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2):

يمثل الشكل (أ) طريقة انتقال السيالة العصبية في ليف عصبي ذو نخاعين و آخر عديم النخاعين، حيث:

– **في الليف العصبي ذو النخاعين:** تنتقل السيالة العصبية بشكل موجة زوال استقطاب على طول المحور الاسطواني لليف العصبي.

– **في غياب الإنزيم:** تنتقل السيالة العصبية بشكل موجة زوال استقطاب تقفز عبر النقاط الخالية من غمد النخاعين.

– **الاستنتاج:** يزيد غمد النخاعين من سرعة السيالة العصبية.

### 2. تفسير سبب الإصابة بمرض التصلب اللويحي:

– **من الشكل (أ):** وجدنا أن غمد النخاعين من سرعة السيالة العصبية.

– من الشكل (ب):

يتبين أن الخلايا العصبية عند الشخص المصاب خالية أو تضم نسبة قليلة جدا من غمد النخاعين مقارنة مع الخلايا العصبية للشخص السليم.

– **من الشكل (ج):**

نلاحظ أن عدد الألياف العصبية عند الأشخاص الثلاثة متقاربة و في الحدود الطبيعية، بينما هناك اختلاف كبير في عدد كريات الدم البيضاء ذاتية المناعة، حيث نلاحظ انعدامها عند الشخص السليم، و وجودها بعدد قليل عند الشخص المصاب في المرحلة الأولية، و تواجدها بعدد كبير جدا عند الشخص المصاب في مرحلة متأخرة.

و هذا يدل على أنها تهاجم بنسبة كبيرة الخلايا العصبية الذاتية عند الشخص المصاب في مرحلة متأخرة.

و منه فسبب الإصابة بمرض التصلب اللويحي هو تواجد كريات الدم البيضاء ذاتية المناعة بكثرة عند الشخص المصاب و مهاجمتها لخلاياه العصبية، مما يتسبب في تخريب غمد النخاعين المحيط بها، و بالتالي تناقص سرعة السيالة العصبية في الألياف العصبية و ظهور أعراض التصلب اللويحي.

و هذا ما يؤكد صحة الفرضية الأولى.



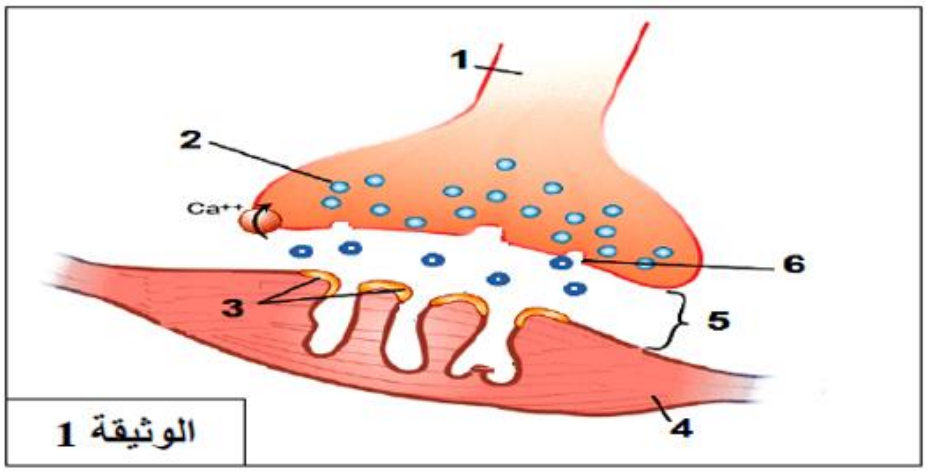
# التمرين الحادي عشر 11

استعمل الهنود الحمر الرماح المطلية بمادة الكورار في صيد الحيوانات و التي تسبب شللا على مستوى العضلات، و لغرض دراسة آلية تأثير هذه المادة على العضلات نقترح الدراسة التالية:

**الجزء الأول:**

تبين الوثيقة (1) رسم تخطيطي لمشبك عصبي–عضلي كما يبدو تحت المجهر الإلكتروني.






الوثيقة 1

1. **اكتب** البيانات الموافقة للأرقام من 1 إلى 6.
2. **اقترح** 3 فرضيات تفسر بها كيفية حدوث الشلل بتأثير مادة الكورار.

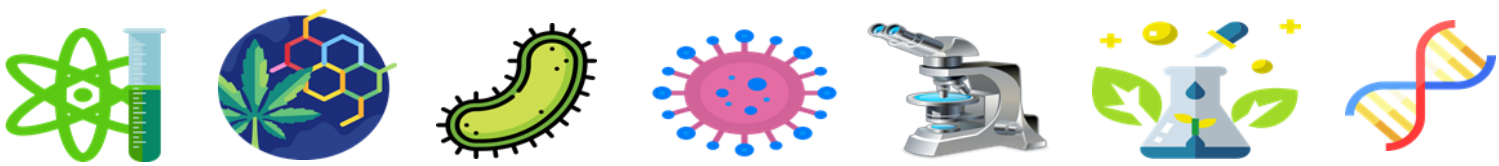
**الجزء الثاني:**

يبين الشكل (أ) من الوثيقة (2) تركيب تجريبي لليف عصبي محرك معزول من حيوان و متصل بليف عضلي، أما الشكل (ب) فيبين النتائج المحصل عليها عند إجراء تنبيه فعال لليف العصبي المحرك في وجود و في غياب الكورار.




الشكل أ — الوثيقة 2 — الشكل ب

1. **حلل** النتائج الممثلة بالشكل (ب).



التحليل الكيميائي للعناصر المشار إليها بالرقم (2) من الوثيقة (1) أشار إلى أنها غنية بالأستيل كولين، نستعمل هذا الأخير لإجراء التجارب التالية:

**التجربة (1):** حقن مواد مختلفة في منطقة الاتصال العصبي العضلي المبينة في التركيب التجريبي في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

الشروط التجريبية و نتائجها موضحة في الجدول التالي:



| الشروط التجريبية | النتائج |
|---|---|
| حقن الأستيل كولين | تقلص الليف العضلي |
| حقن الأستيل كولين و مادة الكورار | عدم تقلص الليف العضلي |

**التجربة (2):** حقن منطقة الاتصال العصبي العضلي المبينة في التركيب التجريبي في الشكل (أ) من الوثيقة (2) بتراكيز متزايدة من مادة الكورار في وجود كمية كافية من الأستيل كولين، و قياس نسبة تثبيت الأستيل كولين على مستقبلاته الغشائية.

الشروط التجريبية و نتائجها ممثلة في الجدول التالي:

| **تركيز الكورار المحقون (نانومول)** | 0 | 5 | 50 | 100 | 200 |
|---|---|---|---|---|---|
| **نسبة تثبيت الأستيل كولين (%)** | 100 | 80 | 60 | 40 | 00 |

**2. ناقش** باستغلال معطيات التجربتين 1 و 2 صحة إحدى الفرضيات المقترحة سابقا، **محددا** بدقة مستوى تأثير مادة الكورار.

# الإجابة النموذجية (11)

**الجزء الأول:**

**1. كتابة البيانات:**

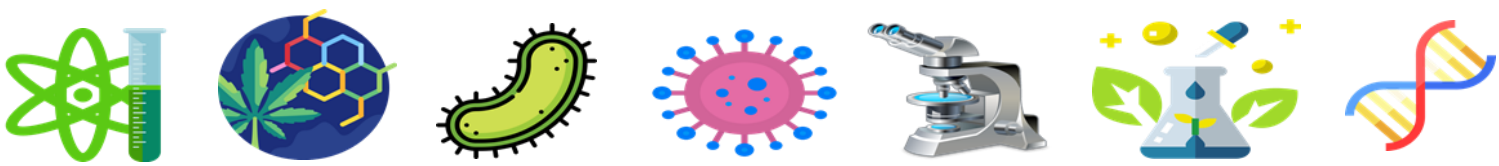
1- خلية قبل مشبكية　　2- حويصلات مشبكية　　1- غشاء بعد مشبكي

4- ليف عضلي　　5- شق مشبكي　　6- غشاء قبل مشبكي

**2. اقتراح 3 فرضيات لتفسير كيفية حدوث الشلل بتأثير مادة الكورار:**

- الكورار يعيق ارتباط المبلغ العصبي بمستقبله الغشائي.
- الكورار يمنع تحرير المبلغ العصبي في الشق المشبكي.
- الكورار يمنع تركيب المبلغ العصبي.





**الجزء الثاني:**

## 1. تحليل النتائج الممثلة في الشكل (ب):

يمثل الشكل ب تسجيلات كهربائية لليف العضلي في وجود وغياب الكورار بعد تنبيه الليف العصبي المحرك حيث:

- **في غياب الكورار**: تسجيل كمون عمل على مستوى الليف العضلي.
- **في وجود الكورار**: تسجيل كمون راحة على مستوى الليف العضلي.
- **الاستنتاج:** الكورار يثبط انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك العصبي العضلي.



## 2. المناقشة:

- **من التجربة 1:**

عند حقن الأستيل كولين في الشق المشبكي حدث تقلص لليف العضلي دليل على أن الأستيل كولين سبب توليد رسالة عصبية في الليف العضلي.

- **من التجربة 2:**

عند حقن الأستيل كولين مع مادة الكورار في الشق المشبكي لم يتقلص الليف العضلي دليل على الكورار ثبط عمل الأستيل كولين.

- **من التجربة 3:**

عند حقن كميات كافية من الأستيل كولين و تراكيز متزايدة من مادة الكورار في الشق المشبكي نلاحظ أنه كلما زاد تركيز الكورار المحقون تناقصت نسبة تثبيت الأستيل كولين على مستقبلاته الغشائية، و هذا يدل على أن الكورار يمنع تثبيت الأستيل كولين على مستقبلاته الغشائية.

من التجارب السابقة، يتبين أن تأثير الكورار يتمثل في منع تثبيت الأستيل كولين على مستقبلاته الغشائية القنوية و هذا ما يسبب عدم انفتاح هذه القنوات و عدم مرور الرسالة العصبية و بالتالي عدم تقلص العضلات و شلل الحيوان.
و منه فالفرضية الأولى صحيحة.

- **تحديد مستوى تأثير مادة الكورار بدقة:**

يؤثر الكورار على مستوى المستقبلات الغشائية للأستيل كولين الموجودة في أغشية الألياف العضلية بعد المشبكية.



# التمرين الثاني عشر 12

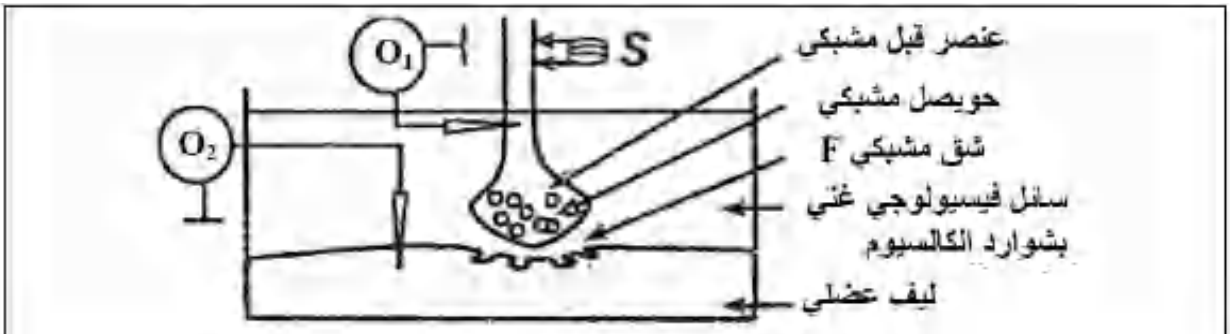
تنتقل الرسالة العصبية على مستوى المشابك من الخلية قبل المشبكية إلى الخلية بعد المشبكية، لكن في بعض الحالات تؤثر بعض سموم الحيوانات و الحشرات و بعض المواد الكيميائية كالمبيدات الحشرية على هذا الانتقال.

**الجزء الأول:**

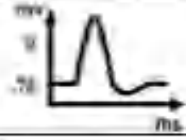
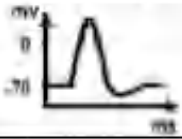
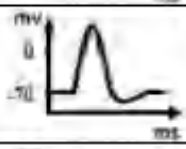
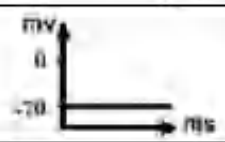
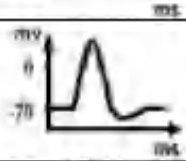
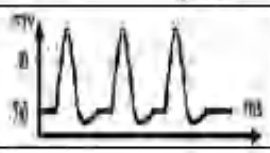


قصد معرفة تأثير بعض السموم على انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك العصبي العضلي نطبق التركيب التجريبي المبين في الشكل (أ) من الوثيقة (1)، حيث نجري تنبيها فعالا S في شروط تجريبية مختلفة.

النتائج المحصل عليها موضحة في الشكل (ب) من نفس الوثيقة.




الشكل (أ)

| | التجارب | التسجيل في O1 | كمية الأستيل كولين في F | التسجيل في O2 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | تطبيق التنبيه S |  | 100 mmoles/L |  |
| 2 | إضافة للسائل الفيزيولوجي السم ساكسيتوكسين ثم تطبيق التنبيه S |  | منعدمة |  |
| 3 | حقن في العنصر قبل مشبكي السم البوتولينيوم ثم تطبيق التنبيه S |  | منعدمة |  |
| 4 | حقن في الشق المشبكي السم ألفا بنغاروتوكسين ثم تطبيق التنبيه S |  | 100 mmoles/L |  |
| 5 | إضافة للوسط الفيزيولوجي مادة الكاربامات ثم تطبيق التنبيه S |  | مجهولة |  |

الشكل (ب)

الوثيقة (1)

باستغلال الوثيقة (1):

1. **حدد مع التعليل** موقع تأثير كل من السموم الموضحة في التجارب (2،3،4) على المشبك.
2. **اقترح** فرضيات تفسر آلية تأثير مادة الكارابامات.

**الجزء الثاني:**

للتأكد من صحة الفرضيات المقترحة سابقا ننجز التجربتين التاليتين بالاعتماد على التركيب التجريبي الممثل في الشكل (أ) من الوثيقة (1):

**التجربة (1):** نقوم بوسم الحويصلات المشبكية بمادة مفلورة (مشعة)، ثم نقيس شدة الإشعاع في غياب و وجود مادة الكارابامات قبل و بعد إحداث التنبيه S.

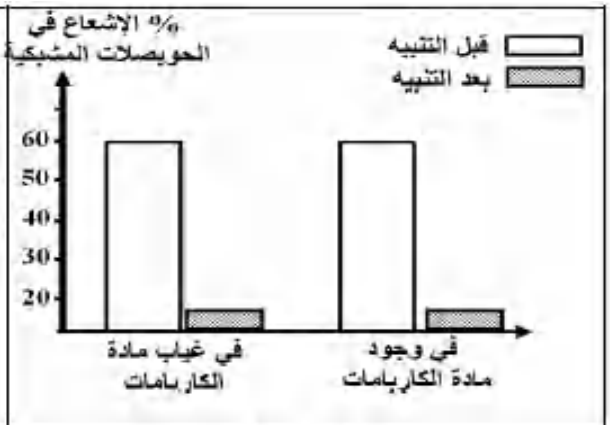
النتائج المحصل عليها مسجلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

**التجربة (2):** نقوم بوسم مادة الكارابامات بمادة مشعة و نحقنها في الشق المشبكي بتراكيز متزايدة، ثم نقيس شدة الإشعاع على الغشاء بعد المشبكي و نشاط إنزيم الأستيل كولين استيراز في الشق المشبكي بعد إحداث التنبيه S.

النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة (2)، أما الشكل (ج) من نفس الوثيقة فيمثل تأثير مادة الكارابامات على إنزيم الأستيل كولين استيراز.

| تركيز الكارابامات المشعة (و.ا) | 0 | 5 | 20 | 40 | 50 | 60 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| شدة الإشعاع على الغشاء بعد المشبكي (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| نشاط أنزيم الأستيل كولين إستيراز (%) | 100 | 90 | 70 | 30 | 0 | 0 |

الشكل (ب)




الشكل (أ)




الشكل (ج)

الوثيقة (2)

1. **ترجم** معطيات الشكل (ب) إلى منحنيات بيانية في نفس المعلم.
2. **استدل** باستغلال معطيات الوثيقة (2) على صحة إحدى الفرضيات المقترحة.
3. **اشرح** كي

# الإجابة النموذجية (12)

**الجزء الأول:**

**1. تحديد مع التعليل موقع تأثير كل من السموم الموضحة في التجارب (2،3،4) على المشبك:**

– يؤثر سم الساكسيتوكسين على مستوى الخلية قبل المشبكية.

**التعليل:** تسجيل كمون راحة في كل من الخلية قبل المشبكية و الخلية بعد المشبكية و انعدام كمية الأستيل كولين في الشق المشبكي ، يدل على أن هذا السم قد منع توليد رسالة عصبية على مستوى الخلية قبل المشبكية.



– يؤثر سم البوتيلينيوم على مستوى الحويصلات المشبكية.

**التعليل:** تسجيل كمون عمل في الخلية قبل المشبكية و انعدام كمية الأستيل كولين في الشق المشبكي و تسجيل كمون راحة في الخلية بعد المشبكية، يدل على توليد رسالة عصبية على مستوى الخلية بعد المشبكية لكن هذا السم منع تحرير الحويصلات المشبكية للأستيل كولين في الشق المشبكي.

– يؤثر سم ألفا بنغاروتوكسين على مستوى الشق المشبكي.

**التعليل:** تسجيل كمون عمل في الخلية قبل المشبكية و وجود كمية 100 نانومول/ل في الشق المشبكي و تسجيل كمون راحة في الخلية بعد المشبكية يدل على توليد رسالة عصبية على مستوى الخلية قبل المشبكية مما أدى إلى تحرير الأستيل كولين في الشق المشبكي، لكن هذا السم ثبط عمل الأستيل كولين في الشق المشبكي فلم تمر الرسالة العصبية إلى الخلية بعد المشبكية.

**2. اقتراح فرضيات لتفسير آلية تأثير مادة الكاربامات:**

– تحفز مادة الكاربامات طرح كمية أكبر من الأستيل كولين في الشق المشبكي.

– تعمل مادة الكاربامات على فتح مستقبلات الأستيل الكولين في الغشاء بعد المشبكي.

– تمنع مادة الكاربامات تفكيك الأستيل كولين.

**الجزء الثاني:**

**1. ترجمة معطيات الشكل (ب) إلى منحنيات بيانية:**

**2. الاستدلال على صحة إحدى الفرضيات المقترحة:**

**– من الشكل (أ):**

يتمثل الشكل (أ) في أعمدة بيانية تظهر نسبة الإشعاع في الحويصلات المشبكية قبل و بعد التنبيه في وجود و غياب مادة الكاربامات، حيث:

* قبل التنبيه: كانت نسبة الإشعاع كبيرة في الحويصلات المشبكية (60%) في وجود و غياب مادة الكاربامات.

* بعد التنبيه: تناقصت نسبة الإشعاع في الحويصلات المشبكية بشكل كبير لتصل إلى 15% في وجود و غياب مادة الكاربامات.

و هذا يدل على أن مادة الكاربامات ليس لها علاقة بتحرير الأستيل كولين في الشق المشبكي.

مما ينفي الفرضية الأولى.

**- من الشكل (ب):**

يمثل الشكل (ب) و المنحنى الممثل له تغيرات شدة الإشعاع (كمية الكاربامات) على الغشاء بعد المشبكي، ونشاط إنزيم الأستيل كولين استيراز في الشق المشبكي بدلالة تركيز مادة الكاربامات في الشق المشبكي، بعد إحداث تنبيه، حيث:

نلاحظ أنه كلما زاد تركيز مادة الكاربامات في الشق المشبكي تناقص نشاط إنزيم الأستيل كولين استيراز بينما تبقى شدة الإشعاع على الغشاء بعد المشبكي منعدمة.

و هذا يدل على أن مادة الكاربامات تثبط عمل الأستيل كولين استيراز و ليس لها علاقة بمستقبلات الأستيل كولين في الغشاء بعد المشبكي.

و هذا ما ينفي الفرضية الثانية و يؤكد الفرضية الثالثة.

**2. شرح كيف تسبب الكاربامات اضطرابات في عمل العضلات:**

**- من الشكل (ج):**

يمثل الشكل (ج) تمثيل لتأثير مادة الكاربامات على إنزيم الأستيل كولين استيراز، حيث نلاحظ أن مادة الكاربامات قادرة على الارتباط بإنزيم الأستيل كولين استيراز و هذا ما يتسبب في تثبيطه ليصير غير قادر على تفكيك الأستيل كولين، و بالتالي يستمر هذا الأخير في التثبت على مستقبلاته لتمرير الرسائل العصبية دون توقف.

و منه فإن عدم توقف وصول الرسائل العصبية إلى العضلات، يسبب لها تقلصات مستمرة و اضطرابات في عملها.

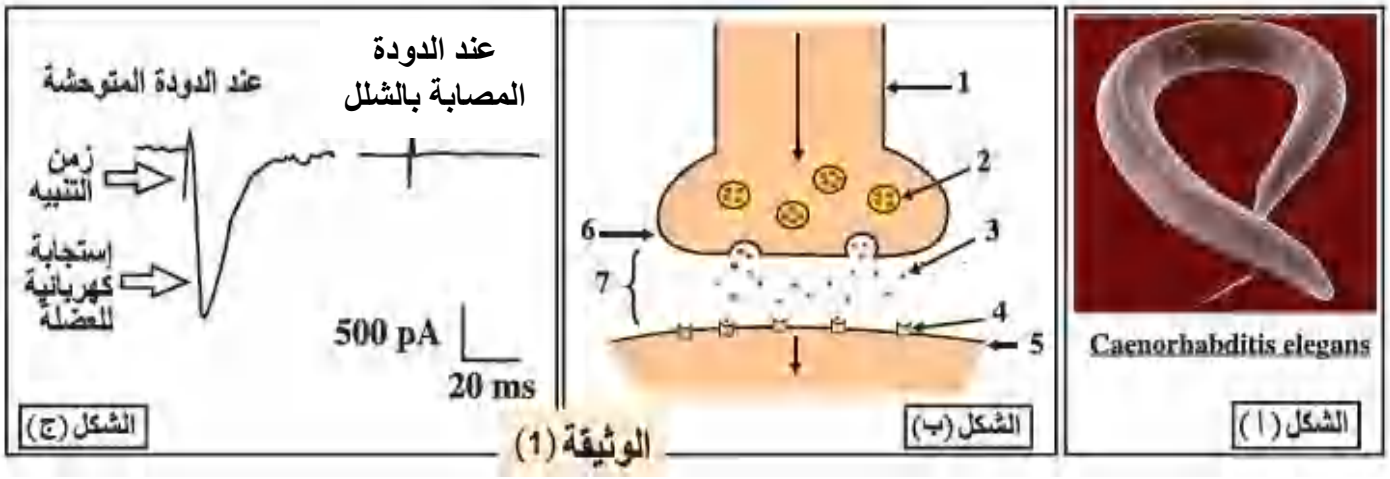
## التمرين الثالث عشر 13

يؤمن التنظيم العصبي عند الكثير من الكائنات الحية التنسيق بين أعضائها لأداء أدوارها بدقة تامة، لكن هذا التنظيم قد يختل للعديد من الأسباب، و للتعرف على أحد هذه الاختلالات نقترح عليك الدراسة التالية:

**الجزء الأول:**

يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (1) دودة خيطية تدعى Caenorhabditis Elegans و هي كثيرة الاستعمال في دراسة خواص الرسائل العصبية و آلية انتقالها، لأن جهازها العصبي بسيط حيث يتكون فقط من 302 خلية عصبية و 7000 مشبك. تصاب بعض هذه الديدان بشلل تام لعضلاتها لأسباب وراثية.

يمثل الشكل (ب) من نفس الوثيقة رسما تخطيطيا لآلية عمل المشبك، كما يوضح الشكل (ج) تسجيل النشاط الكهربائي لعضلة دودة متوحشة سليمة و أخرى مصابة بالشلل بعد تنبيه العصبون الحركي المتصل بإحدى عضلاتها.



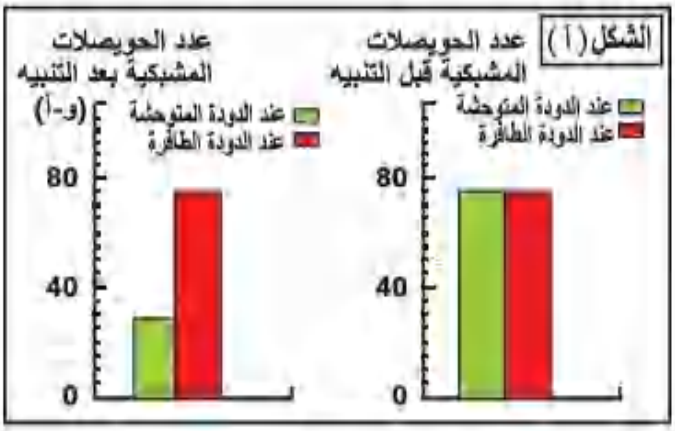

الوثيقة (1)

1. **سم** البيانات المرقمة من الشكل (ب) ثم **وضح** مراحل انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك.
2. **حلل** معطيات الشكل (ج) **مستنتجا** حالة العضلة عند الدودتين.
3. **قدم** فرضيات تفسر بها سبب شلل عضلات الدودة المصابة.

**الجزء الثاني:**

لغرض تفسير سبب شلل العضلات عند الدودة المصابة تم إحصاء عدد الحويصلات المشبكية في النهاية المحورية للعصبون الحركي عند الدودة المتوحشة و الدودة المصابة قبل التنبيه و بعده، النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

بالمقابل تم التعرف على محتوى الحويصلات المشبكية في كلا العصبونين، كما تم حقن مادة النيكوتين في الشق المشبكي. النتائج التجريبية ممثلة في الشكل (ب)، علما أن بنية جزيئة النيكوتين تشبه بنية الأستيل كولين.




| الشكل (ب) | عند الدودة المتوحشة | عند الدودة الطافرة |
|---|---|---|
| محتوى الحويصلات المشبكية | الأستيل كولين | الأستيل كولين |
| حقن النيكوتين في الشق المشبكي | تقلص الليف العضلي | تقلص الليف العضلي |

الوثيقة (2)

1. **حلل** الأعمدة البيانية الممثلة في الشكل (أ).
2. باستغلال معطيات الوثيقة (2) **وضح** سبب شلل العضلات عند الدودة المصابة **مصادقا** على صحة إحدى الفرضيات المقترحة.

# الإجابة النموذجية (13)

**الجزء الأول:**

**1. تسمية البيانات المرقمة:**

1- خلية قبل مشبكية　　2- حويصلة مشبكية　　1- مبلغ عصبي

4- مستقبل غشائي　　5- غشاء بعد مشبكي　　6- غشاء قبل مشبكي

7- شق مشبكي

**- توضيح مراحل انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك:**

1- وصول موجة زوال الاستقطاب إلى النهاية العصبية قبل المشبكية.

2- هجرة الحويصلات المشبكية و اندماجها مع الغشاء قبل المشبكي.

3- طرح المبلغ العصبي (الأستيل كولين) في الشق المشبكي.

4- تثبت المبلغ العصبي على مستقبلاته الغشائية النوعية بعد المشبكية.

5- توليد موجة زوال استقطاب في الغشاء بعد المشبكي.

**2. تحليل معطيات الشكل (ج) و استنتاج حالة العضلة عند الدودتين:**

يمثل الشكل (ج) تسجيل النشاط الكهربائي لعضلة دودة متوحشة سليمة و أخرى مصابة بالشلل بعد تنبيه العصبون الحركي المتصل بالعضلة، حيث:

- **عند الدودة المتوحشة:** تسجيل استجابة كهربائية للعضلة.
- **عند الدودة المصابة بالشلل:** عدم تسجيل استجابة.

**الاستنتاج:** عضلة الدودة المتوحشة متقلصة (تصلها الرسائل العصبية) بينما عضلة الدودة المصابة بالشلل بقيت مسترخية (لا تصلها الرسائل العصبية).

**3. تقديم فرضيات تفسر سبب شلل عضلات الدودة المصابة:**

- غياب الأستيل كولين.
- الحويصلات المشبكية غير قادرة على طرح محتواها في الشق المشبكي.
- عدم وجود مستقبلات غشائية للمبلغ العصبي أو أنها غير وظيفية.

**الجزء الثاني:**

**1. تحليل الأعمدة البيانية الممثلة في الشكل (أ):**

يمثل الشكل (أ) أعمدة بيانية تظهر عدد الحويصلات المشبكية في النهاية العصبية للعصبون الحركي عند الدودة المتوحشة و الدودة المصابة بالشلل قبل التنبيه و بعده، حيث:

- **قبل التنبيه:** يكون عدد الحويصلات المشبكية كبيرا و متساويا عند الدودتين (75 و.أ).
- **بعد التنبيه:** تناقص كبير في عدد الحويصلات المشبكية عند الدودة المتوحشة (30 و.أ)، بينما لم يتغير عددها عند الدودة المصابة بالشلل.

**الاستنتاج:** الحويصلات المشبكية عند الدودة المصابة بالشلل غير قادرة على الاندماج مع الغشاء قبل المشبكي و تحرير محتواها في الشق المشبكي.



## 2. توضيح سبب شلل العضلات عند الدودة المصابة:

- **من الشكل (أ):** وجدنا أن الحويصلات المشبكية عند الدودة المصابة بالشلل غير قادرة على الاندماج مع الغشاء قبل المشبكي و تحرير محتواها في الشق المشبكي.

و هذا ما يؤكد صحة الفرضية الثانية.

- **من الشكل (ب):**

يمثل الشكل (ب) جدول يظهر محتوى الحويصلات المشبكية و تأثير حقن النيكوتين في الشق المشبكي عند الدودتين المتوحشة و المصابة بالشلل، حيث:

- تحتوي الحويصلات المشبكية عند الدودتين على نفس المبلغ العصبي و هو الأستيل كولين.

و هذا يدل على أن الخلل ليس في غياب الأستيل كولين، مما ينفي الفرضية الأولى.

- يؤدي حقن النيكوتين في الشق المشبكي عند الدودتين إلى نفس النتيجة المتمثلة في تقلص الليف العضلي.

و هذا يدل على توليد الرسائل العصبية بشكل طبيعي في الليف العضلي عن طريق تثبت النيكوتين على مستقبلات الأستيل كولين الغشائية بعد المشبكية (بما أن بنيتهما متشابهتان)، و بالتالي فالخلل لا يكمن في المستقبلات الغشائية، و منه فالفرضية الثالثة خاطئة.

# تمارين المسعى العلمي

## التمرين الرابع عشر 14



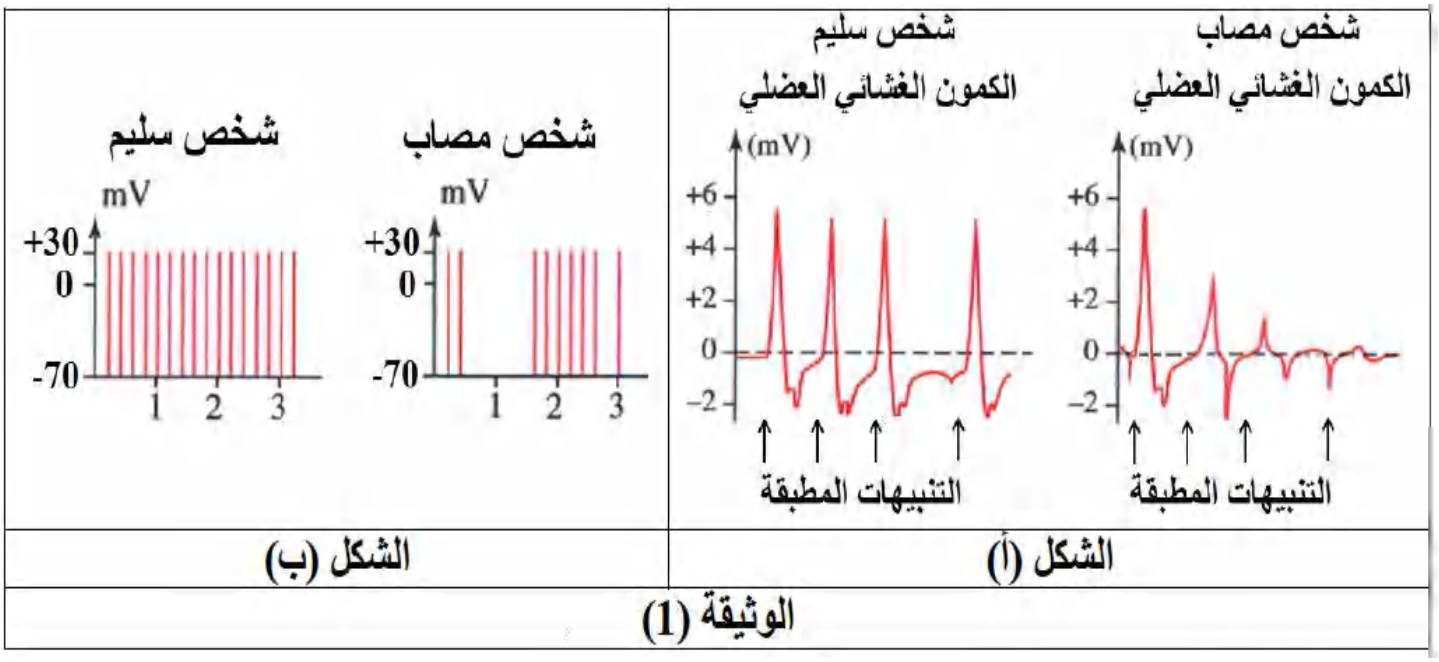
تنتقل الرسالة العصبية على مستوى المشبك من الخلية قبل المشبكية إلى الخلية بعد المشبكية بآلية منظمة و بتدخل مبلغ عصبي، إلا أنه في بعض الحالات تحدث بعض الاختلالات، فمثلا يعاني بعض الأشخاص من مرض الوهن العضلي، و هو مرض نادر يتميز بضعف في عضلات الجسم و صعوبة تقلصها و خاصة تلك التي تتحكم في الحركات الإرادية كعضلات الجفون، الوجه، الأطراف ...إلخ.

لمعرفة سبب هذا المرض نقترح عليك الدراسة التالية:

**الجزء الأول:**

يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (1) تسجيلا للظواهر الكهربائية الملتقطة من طرف إلكترودات موضوعة على الجلد المحيط بالعضلة الخلفية لساق شخص سليم و آخر مصاب بالوهن العضلي نتيجة تنبيه العصب الحركي الذي يعصبها بأربعة تنبيهات متتالية و متساوية الشدة.

بواسطة إلكترودات مجهرية، تم قياس الكمونات بعد المشبكية على مستوى اللوحة المحركة عند فرد سليم و آخر مصاب بالوهن العضلي. النتائج المحصل عليها مسجلة في الشكل (ب).




الشكل (أ) | الشكل (ب)

الوثيقة (1)

1. **قدم** تحليلا مقارنا للنتائج الموضحة في الشكل (أ).
2. باستغلال الشكل (ب)، **اقترح** فرضيتين تفسر من خلالهما سبب مرض الوهن العضلي.

**الجزء الثاني:**

للتأكد من صحة إحدى الفرضيات السابقة، تم إجراء الاختبارات التالية في مخبر طبي متخصص.

**الاختبار (1):** تم حقن مادة ألفا بنغاروتوكسين مشعة (بنيتها تشبه الأستيل كولين) على مستوى مشبك عصبي–عضلي لشخص سليم و آخر مصاب بالوهن العضلي، ثم نقيس عدد نقاط الإشعاع المثبتة على سطح الخلية العضلية بفضل تقنية التصوير الإشعاعي الذاتي. النتائج المتحصل عليها مسجلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

**الاختبار (2):** تم إجراء تحاليل الكشف عن كمية الأستيل كولين المفرزة على مستوى اللوحة المحركة بعد إحداث تنبيه فعال عند شخص سليم و آخر مصاب بالوهن العضلي، بالإضافة إلى الكشف عن وجود أجسام مضادة ضد مستقبلات الأستيل كولين في مصل الشخص السليم و مصل الشخص المصاب بالوهن العضلي. النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل (ب).




**الشكل (أ)**

| | الشخص السليم | الشخص المصاب |
|---|---|---|
| كمية الأستيل كولين المفرزة (وحدة اعتبارية) | 10 | 10 |
| اختبار الكشف عن الأجسام المضادة ذاتية التفاعل (تتفاعل مع جزيئات الذات) الموجهة ضد المستقبلات الغشائية للأستيل كولين | - - - - | + + + + |

الإشارة (-) غياب الأجسام المضادة. الإشارة (+) وجود الأجسام المضادة.

**الشكل (ب)**

**الوثيقة (2)**

1. باستغلال معطيات شكلي الوثيقة (2)، **فسر** سبب الإصابة بمرض الوهن العضلي **مبرزا** صحة إحدى الفرضيات المقترحة.

2. يقترح الأطباء للأشخاص المصابين بمرض الوهن العضلي دواء بيريدوستيغمين الذي يعمل على تثبيط إنزيم الأستيل كولين استيراز بهدف تخفيف أعراض المرض.

– **اشرح** كيف يساعد هذا العلاج على تخفيف أعراض مرض الوهن العضلي.

**الجزء الثالث:**

من خلال ما سبق و معلوماتك، **وضح** في رسم تخطيطي وظيفي آلية عمل المشبك العصبي–العضلي عند الأشخاص المصابين بمرض الوهن العضلي.

# الإجابة النموذجية (14)

**الجزء الأول:**

## 1. التحليل المقارن لنتائج الشكل (أ):

يمثل الشكل (أ) تسجيلات كهربائية للعضلة الخلفية للساق عند شخص سليم و آخر مصاب بالوهن العضلي عند تنبيه العصب الحركي الذي يعصبها بأربع تنبيهات متتالية و متساوية الشدة، حيث:



- عند الشخص السليم نلاحظ أن الكمونات الأربعة المسجلة متماثلة السعة بينما عند الشخص المصاب بالوهن العضلي نلاحظ أن الكمون الأول مماثل تقريبا للكمونات المسجلة عند الشخص السليم أما الكمونات المتبقية فنلاحظ أن سعتها تتناقص بعد كل تنبيه إلى أن تنعدم.
- **الاستنتاج:** عضلة الشخص المصاب بالوهن العضلي تستجيب بفعالية أقل للتنبيهات المتتالية.

## 2. اقتراح فرضيتين لتفسير سبب مرض الوهن العضلي:

يمثل الشكل (ب) الكمونات بعد المشبكية المسجلة على مستوى اللوحة المحركة عند فرد سليم و آخر مصاب بالوهن العضلي، حيث:

- عند الفرد السليم: نلاحظ تسجيل تواتر طبيعي للكمونات بعد المشبكية.
- عند الفرد المصاب: نلاحظ حدوث انقطاع في الكمونات بعد المشبكية ثم عودتها بعد فترة.
- **الاستنتاج:** الرسائل العصبية لا تمر بشكل ضعيف إلى الألياف العضلية بعد المشبكية للشخص المصاب بالوهن العضلي.

و لتفسير ذلك يمكن اقتراح الفرضيات التالية:

* تناقص (خلل) في إفراز المبلغ الكيميائي الأستيل كولين.
* وجود مركبات معيقة لعمل المستقبلات الغشائية للأستيل كولين.
* خلل وظيفي على مستوى المستقبلات الغشائية للأستيل كولين.

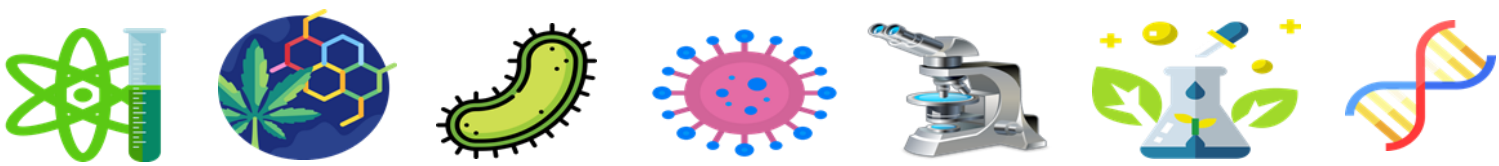
**الجزء الثاني:**

## 1. تفسير سبب الوهن العضلي:

- **من الشكل (أ):**

يمثل الشكل (أ) نتائج حقن مادة ألفا بنغاروتوكسين المشعة المشابهة لبنية الأستيل كولين على مستوى مشبك عصبي-عضلي لشخص سليم و آخر مصاب بالوهن العضلي حيث:

- عند الشخص السليم: تسجيل عدد كبير من نقاط الإشعاع دليل على تثبت مادة ألفا بنغاروتوكسين على مستقبلات الأستيل كولين



– عند الشخص المصاب: تسجيل عدد قليل من نقاط الإشعاع دليل على تثبت مادة ألفا بنغاروتوكسين على مستقبلات الأستيل كولين بنسبة قليلة.

**– من الشكل (ب):**

يمثل الشكل (ب) جدول نتائج تحاليل الكشف عن كمية الأستيل كولين المفرزة على مستوى اللوحة المحركة بعد إحداث تنبيه فعال عند شخص سليم و آخر مصاب بالوهن العضلي، بالإضافة إلى الكشف عن وجود أجسام مضادة ضد مستقبلات الأستيل كولين في مصل الشخص السليم و مصل الشخص المصاب بالوهن العضلي، حيث نلاحظ:



– إفراز نفس الكمية من الأستيل كولين على مستوى اللوحة المحركة عند كلا الشخصين السليم و المصاب بالوهن العضلي (10 وحدة اعتبارية).

– غياب الأجسام المضادة ضد مستقبلات الأستيل كولين في مصل الشخص السليم و وجودها بنسبة كبيرة في مصل الشخص المصاب بالوهن العضلي.

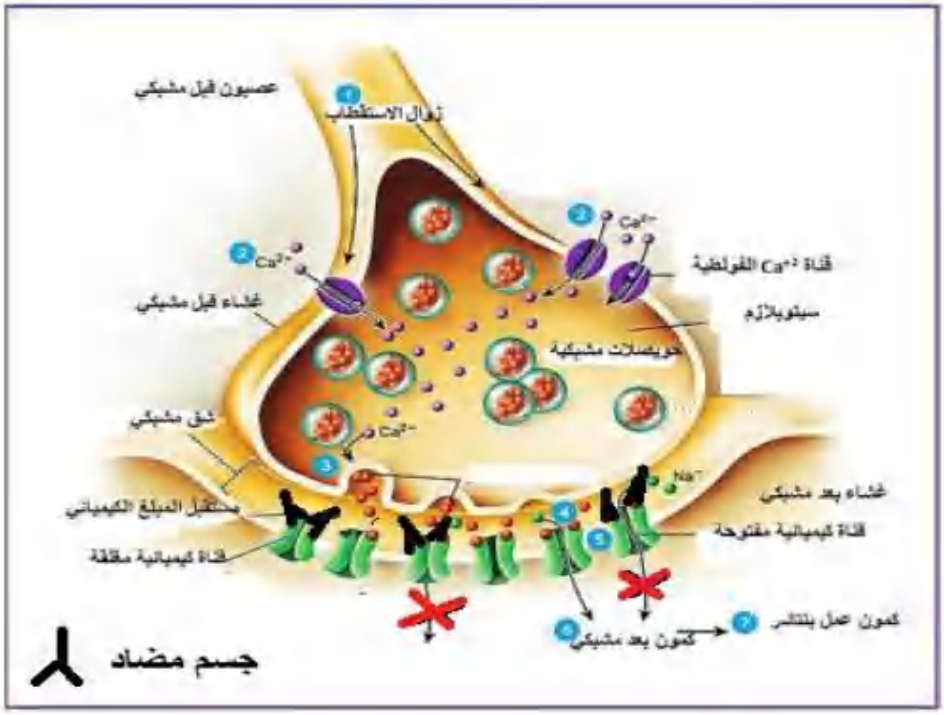
مما سبق، يتبين أن المبلغ العصبي (الأستيل كولين) لا يتثبت بكمية كافية على مستقبلاته الغشائية، كما يظهر أن الخلل لا يكمن في تحريره من طرف النهايات العصبية للعصبونات المحركة (و هذا ما يلغي الفرضية 1) و إنما يعود ذلك إلى وجود أجسام مضادة ضد مستقبلات الأستيل كولين في مصل الشخص المصاب بالوهن العضلي و التي يؤدي ارتباطها بمستقبلات الأستيل كولين إلى تناقص نسبة ارتباط الأستيل كولين بمستقبلاته و بالتالي تناقص انفتاح قنوات مرور الرسالة العصبية و ذلك ما يؤدي إلى تناقص النشاط العضلي و هذا ما يفسر آلية حدوث الوهن العضلي، و منه فالفرضية 2 صحيحة.

## 2. شرح آلية عمل الدواء:

استخدام دواء بيريدوستيغمين يؤدي إلى تثبيط إنزيم الأستيل كولين استيراز و بالتالي عدم تفكيك الأستيل كولين و استمراره في الارتباط بمستقبلاته الغشائية على سطح الألياف العضلية و هذا ما ينتج عنه عدم انغلاق هذه القنوات و استمرار مرور الرسائل العصبية، مما يعوض عدم انفتاح القنوات المرتبطة بالأجسام المضادة.

**الجزء الثالث:**





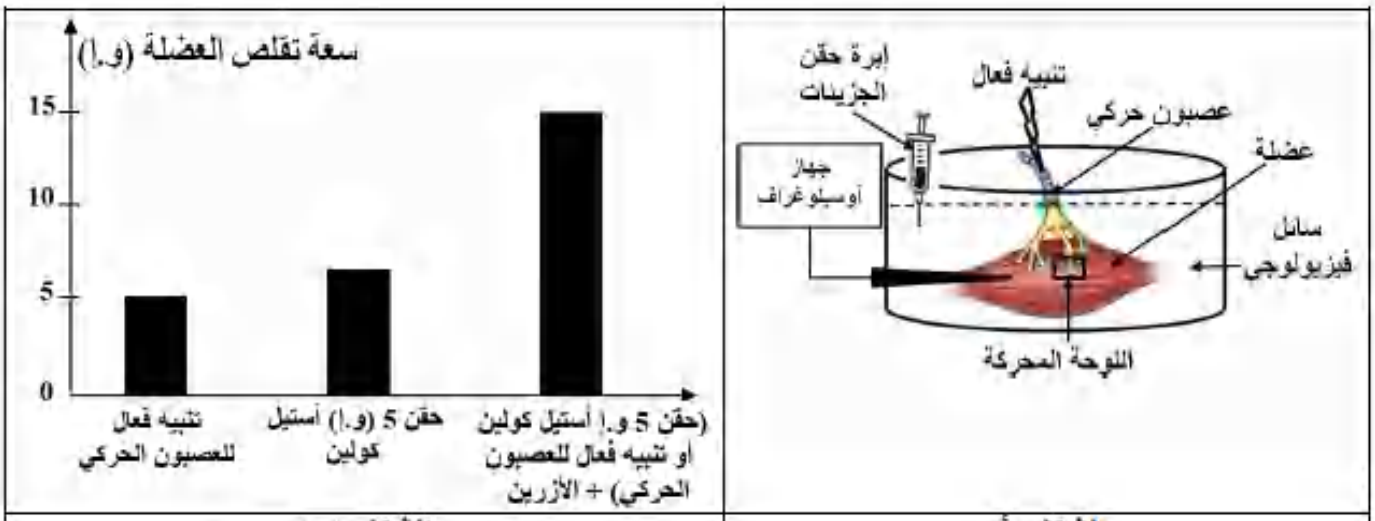

رسم تخطيطي وظيفي يوضح آلية عمل المشبك العصبي العضلي عند الشخص المصاب بالوهن العضلي

## التمرين الخامس عشر 15

تلعب المشابك دورا هاما في انتقال الرسائل العصبية أو تثبيطها، و بالتالي ضمان العمل المنسق للعضلات، حيث يمكن لبعض المواد الكيميائية التأثير على نشاطها. للتأكد من ذلك نحقق الدراسة التالية:

**الجزء الأول:**

الإزرين مادة مستخرجة من إحدى النباتات، و لمعرفة تأثيرها على عمل المشبك الخاص بالأستيل كولين نقدم المعطيات التجريبية الممثلة في الوثيقة (1).



1. **قارن** بين النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (1).
2. **اقترح** 3 فرضيات تفسر بها طريقة تأثير الإزرين.

**الجزء الثاني:**

للتأكد من صحة الفرضيات المقترحة سابقا نقترح باستعمال التركيب التجريبي الممثل في الشكل (أ) من الوثيقة (1) التجربتين التاليتين:

**التجربة (1):** تم إحداث تنبيه فعال في العصبون الحركي مع تتبع كمية الأستيل كولين في الشق المشبكي في غياب و وجود مادة الإزرين. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2-أ).

| الزمن بعد التنبيه (ميلي ثانية) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| كمية Ach في الشق المشبكي في غياب الإزرين (و.إ). | 3 | 10 | 20 | 15 | 10 | 0 | 0 |
| كمية Ach في الشق المشبكي في وجود الإزرين (و.إ). | 3 | 10 | 20 | 20 | 19 | 18 | 17 |

**الوثيقة (2- أ)**

**التجربة (2):** نكرر نفس التجربة (1) مع إضافة الإزرين المشع للوسط بتراكيز متزايدة، و نتتبع نسبة الإشعاع على غشاء الخلية بعد المشبكية و نشاط إنزيم الأستيل كولين استيراز. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2-ب).

| تركيز الإزرين المشع في الوسط (و.إ) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نسبة الاشعاع على غشاء الخلية بعد المشبكية (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| نشاط انزيم الأستيل كولين استيراز (%) | 100 | 85 | 70 | 50 | 30 | 15 |

**الوثيقة (2- ب)**

1. **ترجم** جدول الوثيقة (2-أ) إلى منحنيين بيانيين (على نفس المعلم).
2. باستغلال نتائج التجربتين (1 و 2) **استدل** على صحة إحدى الفرضيات المقترحة.
3. **اشرح** تغير سعة التقلص العضلي في غياب و وجود مادة الإزرين.

**الجزء الثالث:**

من خلال ما سبق و معلوماتك، **أنجز** رسما تخطيطيا تفسر من خلاله آلية عمل اللوحة المحركة في وجود الإزرين.

## الإجابة النموذجية (15)

**الجزء الأول:**

**1. المقارنة بين النتائج المحصل عليها في الوثيقة (1):**

يمثل الشكل (ب) أعمدة بيانية تدرس تغيرات سعة تقلص العضلة في ظروف تجريبية مختلفة حيث من خلال المقارنة نلاحظ اختلاف سعة التقلص من حالة إلى أخرى، حيث تكون:

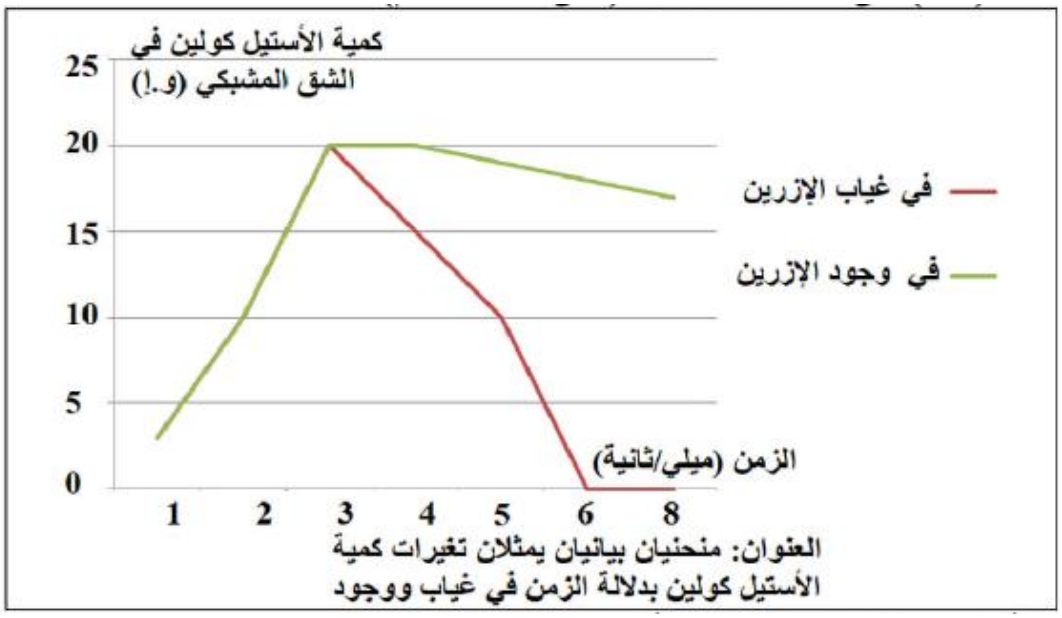
- منخفضة قليلا عند تنبيه العصبون الحركي لتبلغ 5 و.إ.
- مرتفعة قليلا عند حقن 5 و.إ من الأستيل كولين لتبلغ 7 و.إ.
- أعظمية عند (تنبيه العصبون الحركي أو حقن 5 و.إ من الأستيل كولين) + حقن الإزرين، لتصل إلى 15 و.إ.
- **الاستنتاج:** الإزرين يرفع من سعة تقلص العضلة.

### 2. اقتراح 3 فرضيات تفسر طريقة تأثير الإزرين:

* الإزرين يحفز الخلايا قبل المشبكية على إفراز كمية أكبر من الأستيل كولين.
* الإزرين يقوم بنفس دور الأستيل كولين.
* الإزرين يمنع تفكك الأستيل كولين.

**الجزء الثاني:**

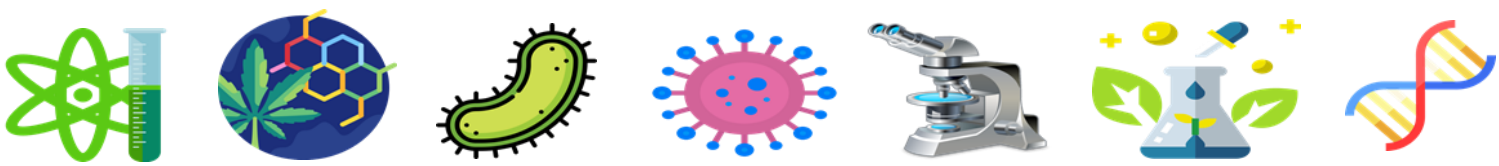
### 1. ترجمة جدول الوثيقة (2-أ) إلى منحنيين بيانيين:




### 2. الاستدلال على صحة إحدى الفرضيات:

- **من الوثيقة (2-أ):** التي تمثل جدول و منحنى تغيرات كمية الأستيل كولين في الشق المشبكي في غياب و وجود الإزرين بدلالة الزمن بعد التنبيه، حيث:

- من 0 إلى 3 ملي ثانية: ارتفاع تدريجي في كمية الأستيل كولين في الشق المشبكي لتصل إلى قيمة أعظمية (20 و.إ) في غياب أو وجود الإزرين، دليل على أن الإزرين لا يؤثر على إفراز الأستيل كولين من طرف الخلية قبل المشبكية، و منه فالفرضية الأولى خاطئة.



– من 3 إلى 8 ملي ثانية: تناقص سريع في كمية الأستيل كولين في الشق المشبكي حتى ينعدم في غياب الإزرين، بينما في وجوده تنخفض كمية الأستيل كولين ببطء لتبلغ 17 و.إ، دليل على أن الإزرين يطيل فترة بقاء الأستيل كولين في الشق المشبكي.

– **من الوثيقة (2–ب):** التي تمثل جدول تغيرات نسبة الإشعاع على غشاء الخلية بعد المشبكية و نشاط إنزيم الأستيل كولين استيراز بدلالة تركيز الإزرين المشع في الوسط، حيث:

– نسبة الإشعاع على غشاء الخلية بعد المشبكية: تكون منعدمة في غياب الإزرين و في وجوده مهما ارتفع تركيزه في الوسط، دليل على أن الإزرين لا يؤثر على المستقبلات الغشائية للأستيل كولين أي لا يقوم بنفس دور الأستيل كولين.

و منه فالفرضية الثانية خاطئة.

– نشاط إنزيم الأستيل كولين استيراز: يكون أعظميا (100%) في غياب الإزرين، ثم ينخفض بزيادة تركيز الإزرين حتى يبلغ قيمة دنيا تقدر بـ 15% عند التركيز 25 و.إ، مما يدل على أن الإزرين يثبط نشاط إنزيم الأستيل كولين استيراز.

و منه فالفرضية الثالثة صحيحة.

### 3. شرح تغير سعة التقلص العضلي في غياب و وجود مادة الإزرين:

– **في غياب الإزرين:**

– وصول السيالة العصبية إلى النهاية المحورية للعصبون قبل المشبكي.

– تهاجر الحويصلات المشبكية إلى الغشاء قبل المشبكي ثم تندمج معه محررة محتواها (الأستيل كولين) في الشق المشبكي بظاهرة الإطراح الخلوي.

– يتثبت الأستيل كولين على مستقبلاته الغشائية النوعية في غشاء الليف العضلي بعد المشبكي مولدا موجة زوال استقطاب تسبب تقلص العضلة.

– يقوم إنزيم الأستيل كولين استيراز بتفكيك الأستيل كولين، فيتوقف توليد الرسائل العصبية و تعود العضلة للاسترخاء.

– **في وجود الإزرين:**

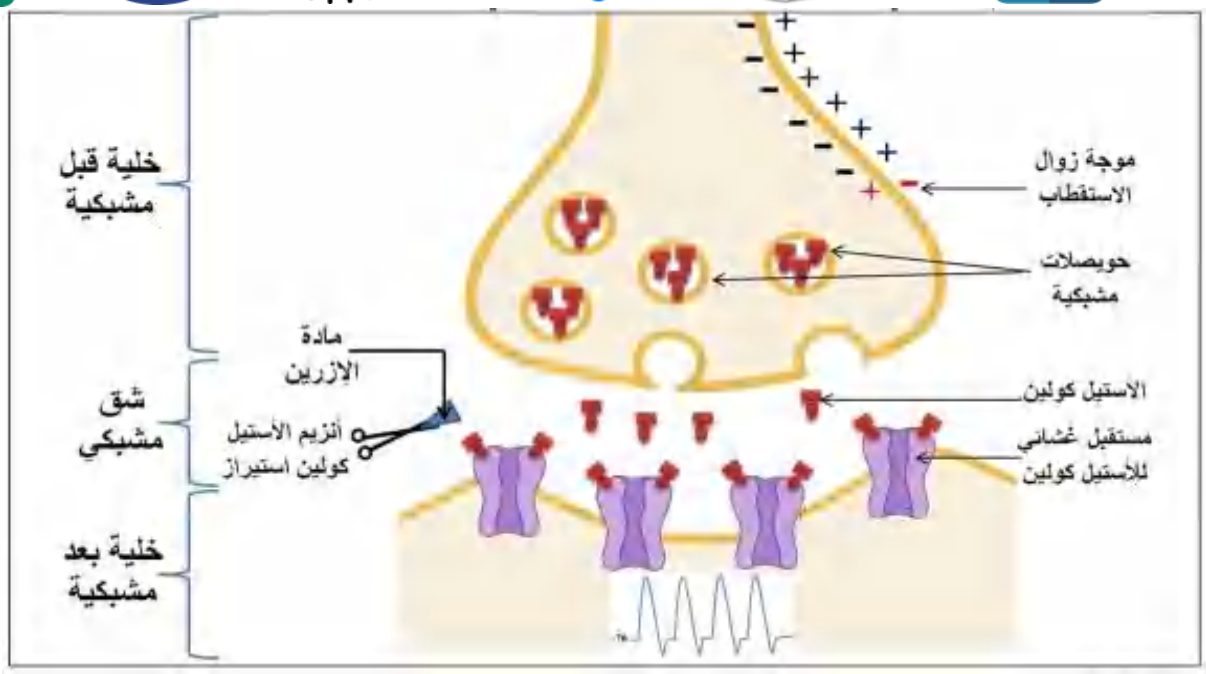
يقوم الإزرين بتثبيط نشاط إنزيم الأستيل كولين استيراز، فلا يتم تفكيك الأستيل كولين، و يبقى لفترة أطول في الشق المشبكي مثبتا على مستقبلاته الغشائية النوعية، فيستمر توليد موجات زوال الاستقطاب بعد المشبكية، و بالتالي تزايد سعة تقلص العضلة.

**الجزء الثالث:**

– **انجاز رسم تخطيطي يفسر آلية عمل اللوحة المحركة في وجود الإزرين:**








# التمرين السادس عشر 16

تعتبر العصبونات الخلايا المميزة للجهاز العصبي حيث تتصل فيما بينها و مع خلايا أخرى، و هذا ما يوفر بيئة ملائمة لنقل الرسائل العصبية و بالتالي ضمان التنظيم العصبي، لكن هناك بعض المواد الكيميائية تسبب اختلالات في عمل هذا الجهاز، و لغرض التعرف على طريقة تأثير إحدى هذه المواد نقترح عليك الدراسة التالية:

**الجزء الأول:**

مادة GB أو ما يعرف بالسارين هو غاز سام للأعصاب، و قد تم اكتشافه عن طريق الخطأ في ثلاثينات القرن الماضي من طرف 4 علماء ألمان، حيث كانوا بصدد التحضير لتصنيع مبيد حشري فعال، فتم تطويره و صار أحد أخطر غازات الأعصاب المستخدمة كسلاح كيميائي.

غاز السارين يؤثر على مستوى المشابك حيث ينتج عن التعرض له عدة أعراض متفاوتة الحدة حسب مقدار الجرعة المتعرض لها، و هذه الأعراض موضحة في الشكل (أ) من الوثيقة (1).

للتعرف على آلية تأثير المادة GB على عمل المشبك نجري تجربتين على مستوى اللوحة المحركة في وسط زرع فيزيولوجي. التركيب التجريبي و نتائجه موضحة في الشكل (ب) من الوثيقة (1).

## بطاقة تعريفية لمادة GB

| | |
|---|---|
| الصيغة الجزيئية | $C_4H_{10}FO_2P$ |
| المظهر | عديم اللون والرائحة |
| الشكل | سائل أو بخار |
| فعاليته | يعمل سريعا عند استنشاقه وبدرجة أبطأ إذا تعرض له الإنسان من خلال الجلد. |



**Le gaz sarin**

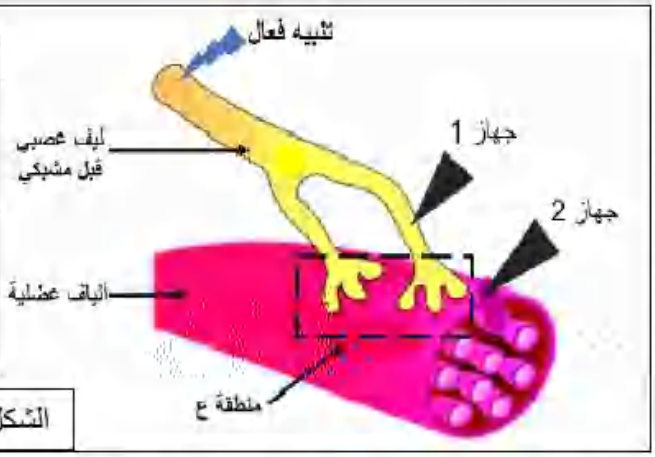



**الأعراض**




الشكل(أ)

| التجربة | الشروط التجريبية | النتائج المسجلة في ج 2 |
|---|---|---|
| 1 | نحدث على مستوى الليف العصبي قبل المشبكي تنبيها فعالا |  |
| 2 | نعيد التجربة 1 لكن نحقن في الشق المشبكي للمنطقة (ع) مادة GB |  |




الشكل(ب)

**الوثيقة (1)**

1. **قدم** تحليلا مقارنا لنتائج الشكل (ب).
2. **حدد** المشكل العلمي المطروح، ثم **اقترح** فرضيتين تفسيريتين له.

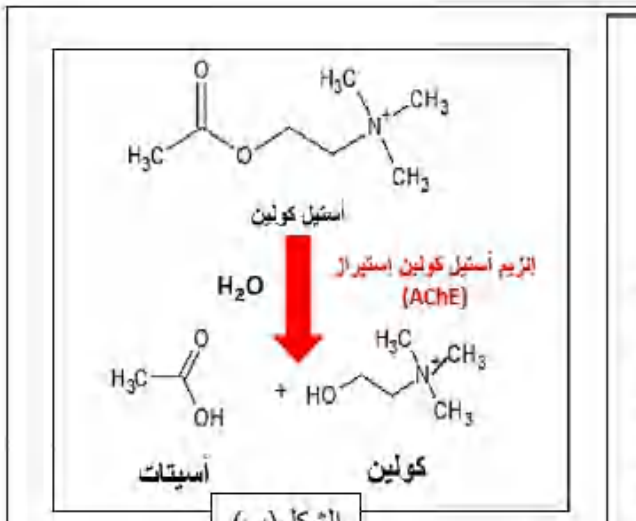
**الجزء الثاني:**

للتحقق من صحة إحدى الفرضيات و التعرف أكثر على مقر تأثير المادة GB نقترح عليك الوثيقة (2)، حيث:

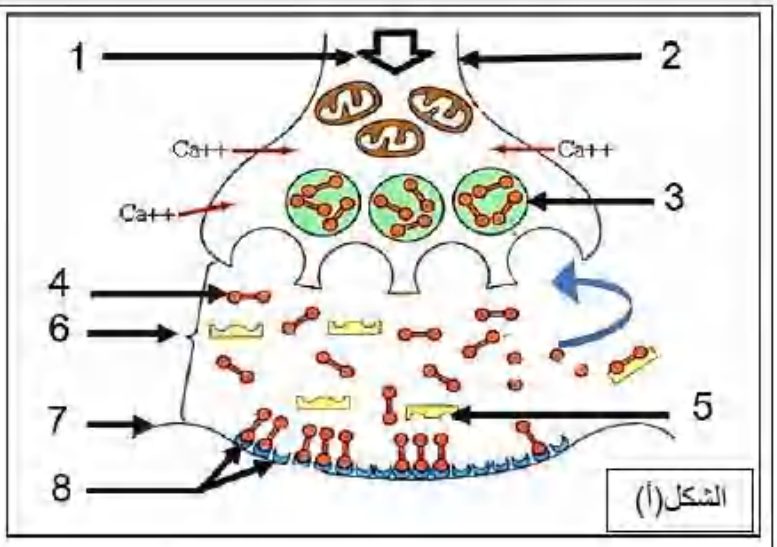
الشكل (أ) يمثل رسم تخطيطي تفسيري لآلية انتقال الرسالة العصبية في المشبك العصبي العضلي في غياب السارين.

الشكل (ب) يوضح المعادلة الكيميائية لتفكيك المبلغ العصبي الكيميائي (الأستيل كولين).

أما الشكل (ج) فيبين نتائج تجريبية أجريت على مستوى اللوحة المحركة في وجود و في غياب السارين.




الشكل(ب)




الشكل(أ)

الشكل(ج)

| | في غياب مادة GB | | في وجود مادة GB | |
|---|---|---|---|---|
| | بعد التنبيه الفعال مباشرة | بعد زوال التنبيه | بعد التنبيه الفعال مباشرة | بعد زوال التنبيه |
| كمية الأستيل كولين في الشق المشبكي | + | - | + | + |
| كمية إنزيم AChE في الشق المشبكي | + | + | + | + |
| كمية الأسيتات و الكولين في الشق المشبكي | - | + | - | - |

+ وجود - غياب

الوثيقة 2

1. انطلاقا من الشكل (أ) **سم** البيانات المرقمة، ثم **اشرح** آلية النقل المشبكي في غياب مادة السارين.
2. **استدل** بمعطيات الشكلين (ب) و (ج) من الوثيقة (2) **لتصادق** على صحة إحدى الفرضيتين المقترحتين.
3. **علل** أعراض التعرض لجرعات خفيفة من مادة السارين، ثم **حدد** النتيجة في حالة التعرض لجرعات قوية منه.

**الجزء الثالث:**

انطلاقا مما توصلت إليه و مكتسباتك، **أنجز** مخططا تحصيليا توضح فيه آلية النقل المشبكي في حالة التسمم بمادة GB.

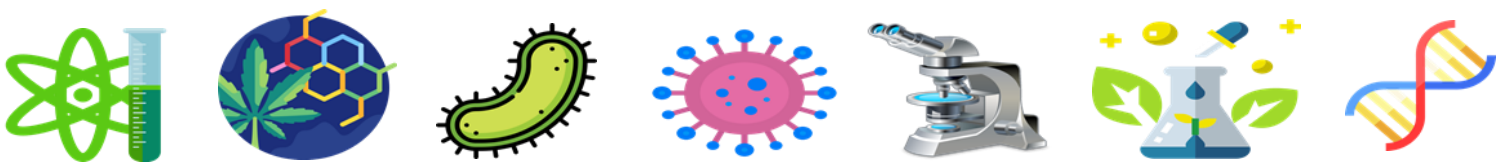
# الإجابة النموذجية (16)

**الجزء الأول:**

**1. تقديم التحليل المقارن:**

يمثل الشكل (ب) تركيب تجريبي على مستوى اللوحة المحركة في وسط فيزيولوجي بعد تنبيه فعال على مستوى الليف العصبي قبل المشبكي في وجود و في غياب مادة GB حيث نلاحظ:

– في التجربة 1 و في غياب مادة GB تم تسجيل كمون عمل (موجة زوال استقطاب) في الخلية بعد المشبكية (العضلة).



– بينما في التجربة 2 و بعد حقن مادة GB في الشق المشبكي تم تسجيل تواتر من 4 كمونات عمل متساوية السعة و متقاربة.

– **الاستنتاج:** تزيد مادة GB من فعالية وصول الرسائل العصبية عبر المشبك.

### 2. تحديد المشكل العلمي المطروح:

كيف تزيد مادة GB من فعالية وصول الرسائل العصبية عبر المشبك؟



### – اقتراح فرضيتين تفسيريتين لحل المشكل العلمي:

– تثبط مادة GB عمل إنزيم أستيل كولين استيراز حيث تمنعه من تفكيك الأستيل كولين فيبقى مثبتا على مستقبلاته الغشائية لمدة أطول مؤديا إلى استمرار انتقال الرسالة العصبية للخلية بعد المشبكية (زيادة تقلص العضلة).

– تزيد مادة GB من نشاط الحويصلات المشبكية أي تدفعها لإطراح المبلغ العصبي في الشق المشبكي (زيادة الإطراح الخلوي) و بالتالي توضع الأستيل كولين بكمية أكبر على مستقبلاته الغشائية و منه زيادة زوال استقطاب الخلية بعد المشبكية.

## الجزء الثاني:

### 1. تسمية البيانات:

| | | |
|---|---|---|
| 1– وصول موجة زوال استقطاب | 2– غشاء قبل مشبكي | 3– حويصلة مشبكية |
| 4– مبلغ عصبي (أستيل كولين) | 5– إنزيم الأستيل كولين استيراز | 6– شق مشبكي |
| 7– غشاء بعد مشبكي | 8– مستقبلات غشائية خاصة بالأستيل كولين | |

### – شرح آلية النقل المشبكي في مادة GB:

يتم النقل المشبكي وفق الخطوات التالية:

– وصول السيالة العصبية إلى النهاية المحورية للعصبون قبل المشبكي.

– تهاجر الحويصلات المشبكية إلى الغشاء قبل المشبكي ثم تندمج معه محررة محتواها (الأستيل كولين) في الشق المشبكي بظاهرة الإطراح الخلوي.

– يتثبت الأستيل كولين على مستقبلاته الغشائية النوعية في غشاء الليف العضلي بعد المشبكي مولدا موجة زوال استقطاب تسبب تقلص العضلة.

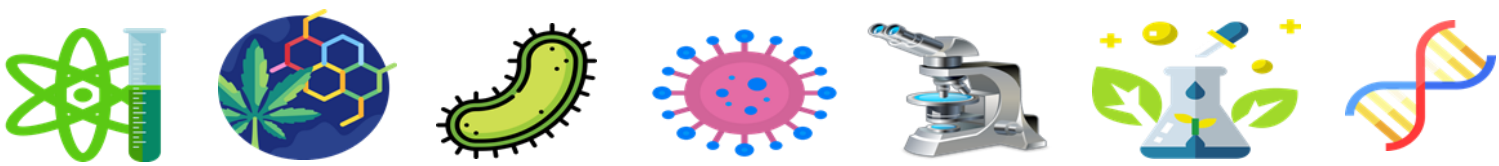
– يقوم إنزيم الأستيل كولين استيراز بتفكيك الأستيل كولين، فيتوقف توليد الرسائل العصبية و تعود العضلة للاسترخاء.

### 2. الاستدلال بمعطيات الشكل (ب) و (ج) من الوثيقة 2 للتأكد من صحة إحدى الفرضيات السابقة:

– **من الشكل (ب):** الذي يمثل معادلة كيميائية لتفكيك الأستيل كولين، حيث:

نلاحظ أن إنز





و هذا يدل على أن عمل الأستيل كولين يكون مؤقتا حيث سرعان ما يفكك بفعل إنزيم AChE.

– **من الشكل (ج):** الذي يمثل جدول لنتائج تجريبية على مستوى اللوحة المحركة في وجود و في غياب مادة GB و ذلك بقياس كمية بعض الجزيئات المتدخلة في آلية النقل المشبكي بعد التنبيه الفعال مباشرة و بعد زوال التنبيه، حيث:

**– في غياب مادة GB:**

* نلاحظ وجود الأستيل كولين في الشق المشبكي بعد التنبيه الفعال لتحرر من الحويصلات المشبكية، أما بعد زوال التنبيه فنلاحظ غيابه و هذا يدل على تفكيكه، حيث نعلم أن عمل المبلغ العصبي مؤقت و يتم تفكيكه من طرف إنزيم الأستيل كولين استيراز.

* نلاحظ وجود إنزيم AChE في الشق المشبكي بعد التنبيه الفعال و كذا عند زوال التنبيه و هذا يدل على ان إنزيم ACHE لا تتغير كميته و دوره فقط هو تفكيك ACh بعد توضع هذا الأخير على مستقبلاته.

* بالنسبة للأسيتات و الكولين في الشق المشبكي نلاحظ غيابهما بعد التنبيه مباشرة حيث لم يتم تفكيك ACh بعد، أما بعد زوال التنبيه فنلاحظ وجودهما نظرا لأنهما نواتج لتفكيك ACh بواسطة الإنزيم بعد انتهاء دوره بزوال استقطاب الخلية بعد المشبكية.

**– في وجود مادة GB:**

نلاحظ نفس النتائج المسجلة في غياب مادة GB باستثناء كمية ACh ، فبعد زوال التنبيه تبقى نفس الكمية و لا يختفي المبلغ العصبي كما أنه لا تتواجد مادتا الأسيتات و الكولين و هذا يفسر بأنه لم يتم تفكيك ACh إلى جزيئتين بالرغم من وجود الإنزيم.

و هذا يدل على أن مادة GB تثبط عمل إنزيم الأستيل كولين استيراز.

بما أن عمل الأستيل كولين يكون مؤقتا حيث سرعان ما يفكك بفعل إنزيم AChE (من الشكل ب)، و مادة GB تثبط عمل إنزيم الأستيل كولين استيراز (من الشكل ج)، فإن الأستيل كولين يبقى مثبتا على مستقبلاته الغشائية لمدة أطول مؤديا إلى استمرار انتقال الرسالة العصبية للخلية بعد المشبكية (زيادة تقلص العضلة).

و هذا ما يؤكد صحة الفرضية الأولى، و ينفي الفرضية الثانية.

### 3. تعليل أعراض التعرض لجرعات خفيفة من مادة السارين:

– استمرار ذرف الدموع: بسبب تأثر المشابك الموجودة في العين نتيجة لتثبت ACh الدائم.

– الصداع الشديد: بسبب زيادة سعة زوال الاستقطاب في المشابك العصبية–العصبية في المخ.

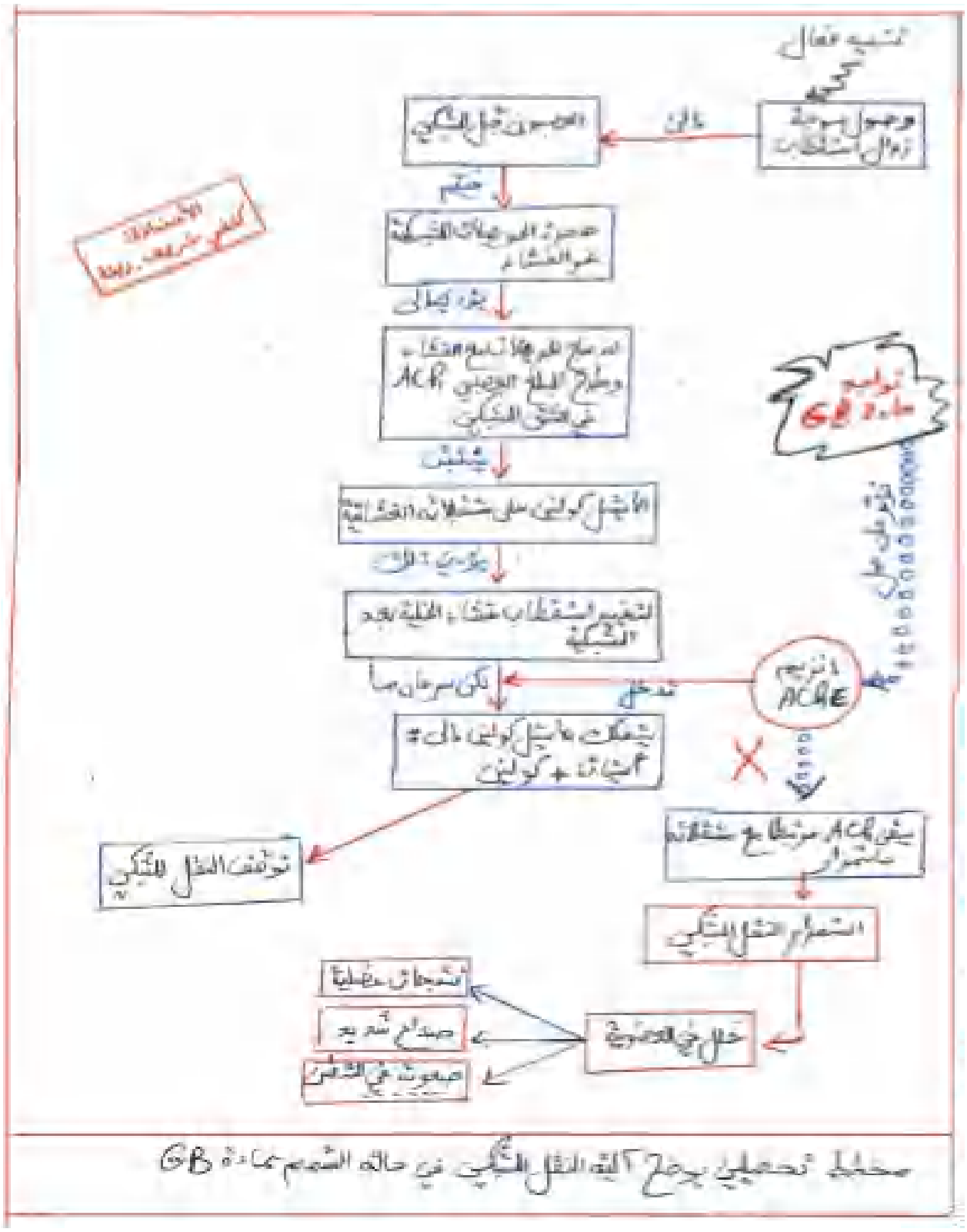
– صعوبة التنفس: تكون العضلات التنفسية متقلصة باستمرار و بالتالي اختلال دورة التقلص و الاسترخاء.

– التشنجات العضلية: راجعة لزيادة النشاط العضلي.

**– تحديد النتيجة في حالة التعرض لجرعات قوية من السارين:**

تؤدي الجرعات القوية إلى تقلص مستمر لعضلة الحجاب الحاجز و بالتالي موت الفرد اختناقا.

**الجزء الثالث: – إنجاز المخطط:**




مخطط تحليلي يوضح آلية العمل العضلي في حالة التسمم بمادة GB

# التمرين السابع عشر 17

حاول السيد (س) الإقلاع عن التدخين دون جدوى، شرح طبيب الأمراض الصدرية للشخص (س) أن هذه الإخفاقات مرتبطة بشكل رئيسي بمادة النيكوتين، فهي تسبب الإدمان لأنها تؤثر على مستوى بعض الخلايا العصبية للجهاز العصبي المركزي المسؤول عن الإحساس بالمتعة و السعادة.

و قد أجريت عدة تجارب من أجل فهم تأثير النيكوتين على الجهاز العصبي.

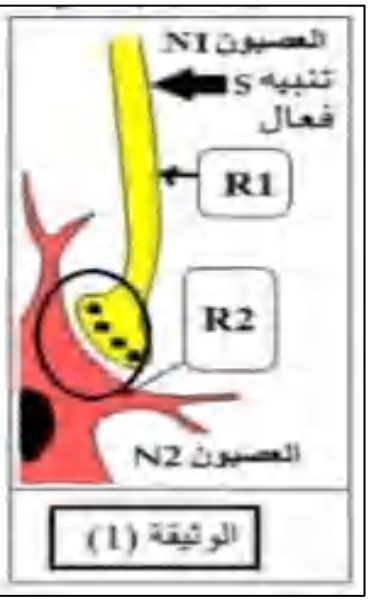


**الجزء الأول:**

تمثل الوثيقة (1) تركيب تجريبي يضم عصبونين (N1) و (N2) على مستوى الجهاز العصبي المركزي المسؤول عن الإحساس بالمتعة و السعادة بينهما مشبك عصبي–عصبي.

تمثل الوثيقة (2) نتائج تجارب أجريت لغرض التعرف على آلية تأثير النيكوتين على المشبك.

| | التجارب | التسجيلات المحصل عليها في : R1 | R2 |
|---|---|---|---|
| 1 | تنبيه فعال في S | كمون عمل | PPS |
| 2 | غياب التنبيه + حقن الاستيل كولين بكمية كافية في الشق المشبكي (N1-N2) | 70- ——— | |
| 3 | غياب التنبيه + حقن النيكوتين بكمية كافية في الشق المشبكي (N1-N2) | 70- ——— | |




**الوثيقة (2)**

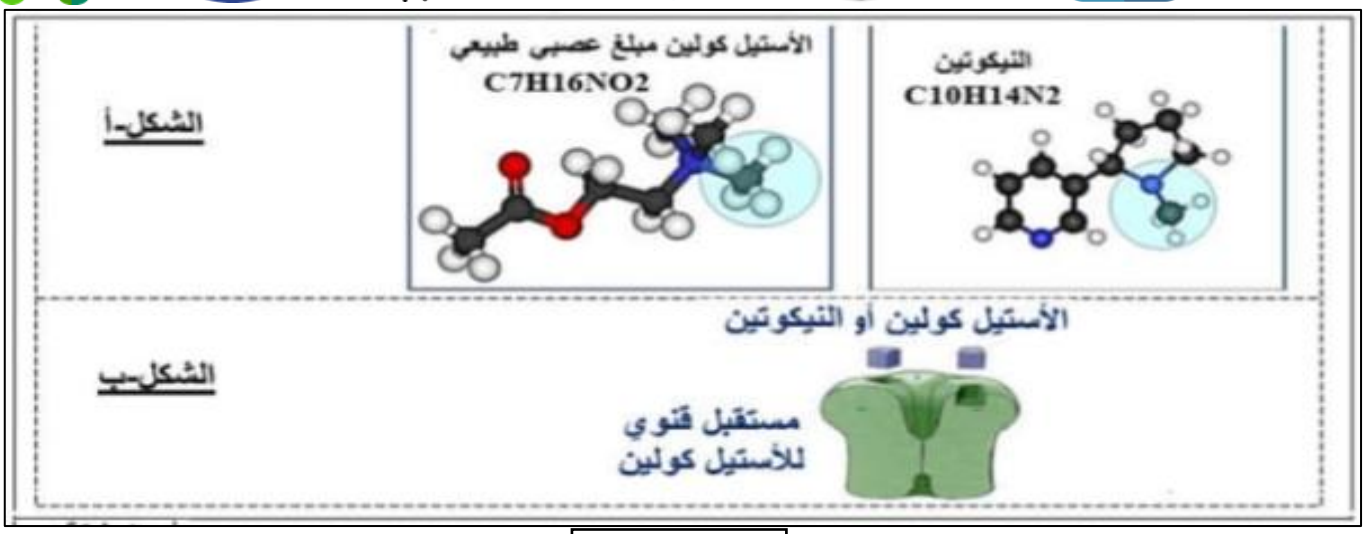
1. قدم تحليلا مقارنا للنتائج المبينة في الوثيقة (2).
2. اقترح فرضيتين لتفسير طريقة عمل النيكوتين على مستوى المشبك.

**الجزء الثاني:**

للتحقق من صحة إحدى الفرضيتين المقترحتين، نقترح عليك المعطيات التالية:

يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (3) مقارنة بين بنية جزيئة الأستيل كولين و جزيئة النيكوتين.

بينما يمثل الشكل (ب) من نفس الوثيقة المستقبل الغشائي للأستيل كولين في وجود الأستيل كولين أو النيكوتين.




**الوثيقة (3)**

1. باستغلال معطيات الوثيقة (3)، **صادق** على صحة إحدى الفرضيتين المقترحتين.
2. باستغلال ما سبق و معارفك، **وضح** سبب عدم قدرة الشخص (س) عن الإقلاع عن التدخين.

**الجزء الثالث:**

مستندا على معلوماتك و ما سبق **أكتب** نصا علميا توضح فيه آلية النقل المشبكي في وجود مادة النيكوتين على مستوى الجهاز العصبي المركزي الخاص بالمتعة و السعادة.

# الإجابة النموذجية (17)

**الجزء الأول:**

**1. تقديم تحليل مقارن للنتائج المبينة في الوثيقة (2):**

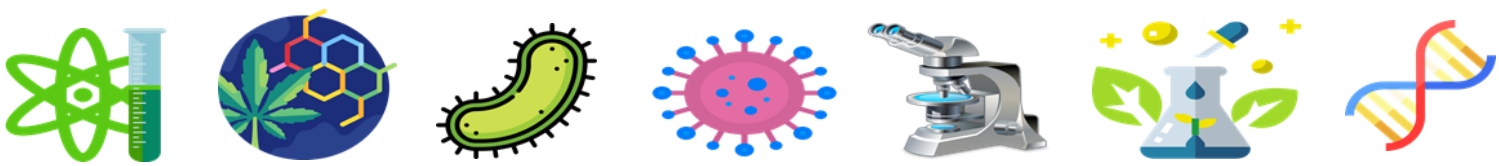
تمثل الوثيقة (2) نتائج تجارب أجريت على مستوى مشبك عصبي–عصبي متواجد بالجهاز العصبي المركزي المسؤول عن الإحساس بالمتعة و السعادة، حيث:

– عند إحداث تنبيه فعال في العصبون قبل المشبكي: تسجيل كمون عمل في نفس العصبون قبل المشبكي مع تسجيل كمون بعد مشبكي PPS.

– في غياب التنبيه و عند حقن الأستيل كولين: تسجيل كمون راحة على مستوى العصبون قبل المشبكي، بينما تم تسجيل نفس النتيجة مع حالة إحداث تنبيه فعال في العصبون قبل المشبكي (كمون بعد مشبكي منبه PPS).

– عند إعادة التجربة 2 لكن باستبدال الأستيل كولين بالنيكوتين: تم الحصول على نفس النتائج (تسجيل كمون راحة على مستوى العصبون قبل المشبكي و كمون بعد مشبكي منبه PPS).

– **الاستنتاج:** النيكوتين يقوم بنفس عمل الأستيل كولين (توليد رسائل عصبية بعد مشبكية).



**2. اقتراح فرضيتين لتفسير طريقة عمل النيكوتين على مستوى المشبك:**

* يتثبت النيكوتين على المستقبلات الغشائية بعد المشبكية للأستيل كولين.

* يحفز النيكوتين تحرير الأستيل كولين في الشق المشبكي.

**الجزء الثاني:**

**1. المصادقة على صحة إحدى الفرضيتين:**



**– من الشكل (أ):**

نلاحظ أن البنية العامة لجزيئة النيكوتين و جزيئة الأستيل كولين مختلفتان، إلا أنهما يمتلكان مجموعة كيميائية طرفية متماثلة.

**– من الشكل (ب):**

نظرا لامتلاك جزيئة النيكوتين مجموعة كيميائية مماثلة للأستيل كولين، فإنها تسمح له بالارتباط بموقع التثبيت في نفس المستقبل الغشائي.

بما أن النيكوتين قادر على التثبت على مستقبلات الأستيل كولين الغشائية بعد المشبكية، فإنه يستطيع توليد رسائل عصبية في العصبون بعد المشبكي، أي أنه يقوم بنفس عمل الأستيل كولين.

و منه فالفرضية الأولى صحيحة.

**2. توضيح سبب عدم قدرة الشخص (س) عن الإقلاع عن التدخين:**

النيكوتين يعمل على زيادة نشاط العصبونات في مناطق المخ المسؤولة عن الإحساس بالمتعة و السعادة، و هذا ما يجعل الشخص (س) يتعود على هذه المتعة و النشاط الزائد المؤقت، حيث سرعان ما ينتهي الإحساس بالمتعة ليعود الشخص لتعاطي التبغ من جديد و بجرعات أكبر، و هذا الإدمان هو ما يصعب عليه الإقلاع عن التدخين.

**الجزء الثالث:**

**– كتابة نص علمي حول آلية النقل المشبكي في وجود النيكوتين:**

– عند تعاطي التبغ يتسرب النيكوتين عبر الأوعية الدموية ليصل إلى المشابك العصبية المتواجدة بالجهاز العصبي المركزي الخاص بالمتعة و السعادة.

– يتثبت النيكوتين على مستقبلات الأستيل كولين المتواجدة بالسطوح الخارجية لأغشية العصبونات بعد المشبكية.

– تتولد موجات زوال استقطاب على مستوى العصبونات بعد المشبكية مسببة إحساسا بالمتعة و السعادة.

– بعد فترة يتم تفكيك النيكوتين لتتوقف الرسائل العصبية المتولدة في العصبونات بعد المشبكية و يزول الإحساس بالمتعة و السعادة.



# التمرين الثامن عشر (18)

تسبب بعض أنواع الحشرات أضرارا بالمحاصيل الزراعية لذلك يستخدم المزارعون موادا كيميائية لمكافحتها، لكن بعض هذه المواد قد تتسبب في مشاكل خطيرة على الجهاز العصبي للمستهلكين. للتعرف على جانب من هذه التأثيرات نقترح عليك الدراسة التالية:



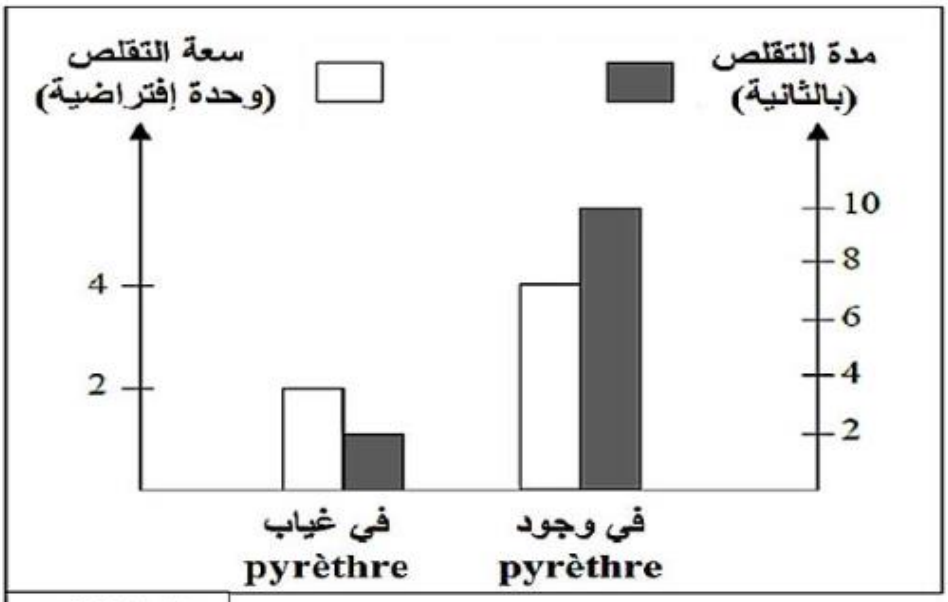
**الجزء الأول:**

تكون بعض المبيدات المذكورة سابقا ذات طبيعة فوسفو–عضوية من أشهرها مبيد Pyrèthre حيث يعتبر سما يؤثر على الجهاز العصبي للحشرات و الثدييات على حد سواء، فهو يعمل على شل العضلات فتموت الحشرات نتيجة ذلك، لكن الجرعات العالية منه قد تحدث تسمما للإنسان عند تعرضه لهذا المبيد عن طريق الاستنشاق أو الابتلاع أو التلامس، فيصاب بالأعراض التالية: تشنج العضلات و ضعفها، التقيؤ، صعوبة التنفس ....

و بهدف التعرف على طريقة عمل مبيد Pyrèthre نقترح عليك التجربة التالية:

توضع عضلة فخذ ضفدع و العصب المرتبط بها في سائل فيزيولوجي، ثم يتم إحداث تنبيه فعال لهذا العصب بشدة معينة و ذلك في وجود و في غياب مادة Pyrèthre، بعد ذلك يتم تسجيل سعة و مدة تقلص عضلة الفخذ.

النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (1).




الوثيقة 1

1. **قدم** تحليلا مقارنا للنتائج المحصل عليها في الوثيقة (1).
2. **اقترح** فرضيتين لتفسير طريقة عمل مبيد الحشرات Pyrèthre.

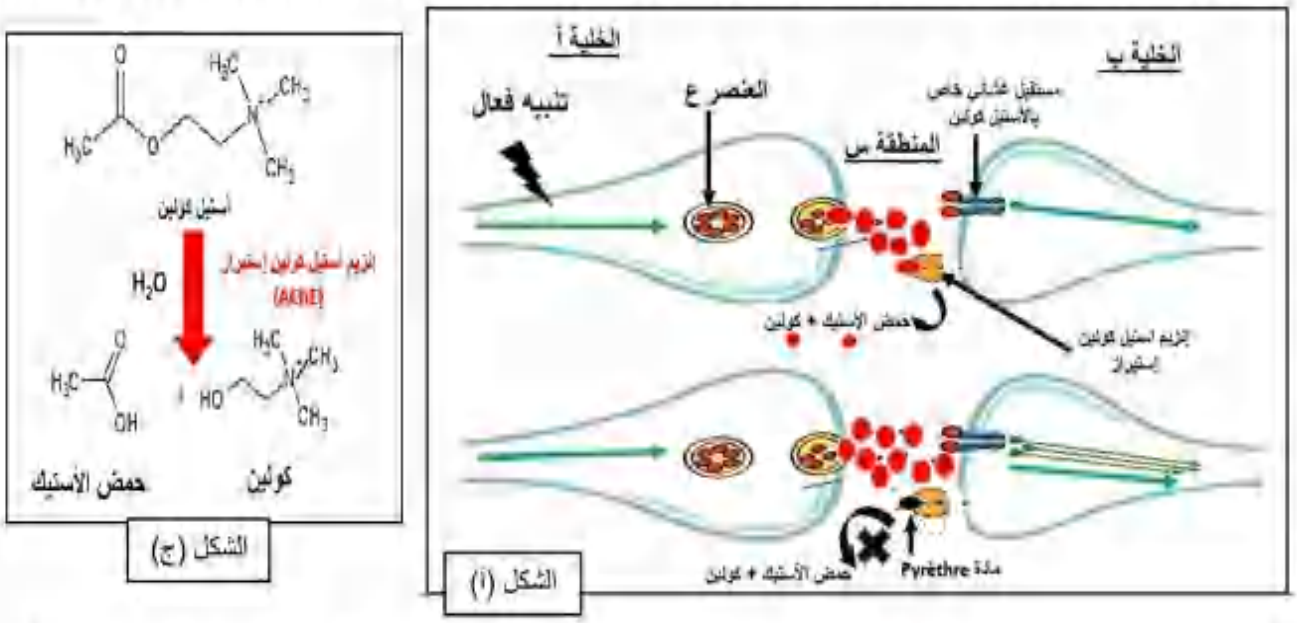
**الجزء الثاني:**

للتحقق من صحة إحدى الفرضيتين و معرفة موقع تأثير مادة Pyrèthre، نقترح عليك الوثيقة (2)، حيث:

الشكل (أ) يوضح بنية المشبك العصبي–العضلي في وجود و في غياب مادة Pyrèthre و ذلك بعد تطبيق تنبيه فعال في الخلية (أ).

الشكل (ب) يظهر تجارب أجريت على مستوى اللوحة المحركة باستخدام أقطاب تنبيه و أقطاب استقبال لجهاز الأوسيلوغراف حيث التجارب 6،3،2،1 في غياب مادة Pyrèthre، بينما التجربتان 4 و 5 في وجودها.

الشكل (ج) يبين المعادلة الكيميائية لتفكيك المبلغ العصبي الكيميائي (الأستيل كولين).



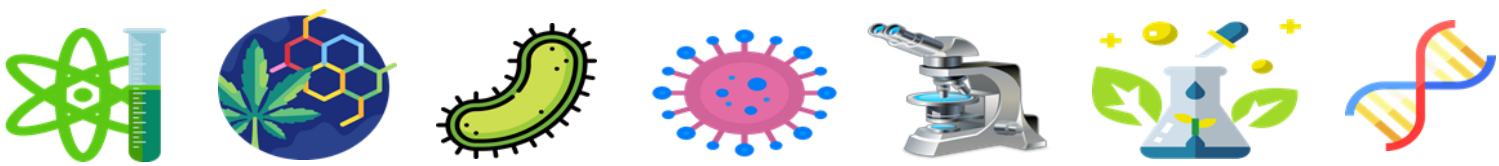

| رقم التجربة | المعطيات التجريبية | النتائج التجريبية المسجلة |
|---|---|---|
| 1 | تنبيه الخلية (أ) | - كمون عمل في الخليتين (أ) و(ب) ولكن سرعان ما يزول التأثير<br>- نقص في عدد العناصر (ع) |
| 2 | تنبيه الخلية (ب) | - كمون عمل فقط في الخلية(ب) أي تقلص العضلة<br>- ثبات عدد العناصر (ع) |
| 3 | حقن محتوى العنصر (ع) في الشق المشبكي | - كمون عمل فقط في الخلية(ب) ولكن سرعان ما يزول التأثير<br>- وثبات عدد العناصر (ع) |
| 4 | حقن قطرة من مادة Pyrèthre الموسوم بالفوسفور المشع | تواجد الإشعاع على مستوى المنطقة (س) |
| 5 | حقن قطرة من مادة Pyrèthre في المنطقة (س) مع إحداث تنبيه فعال في الخلية (أ) | تسجيل كمونات عمل متتالية ومستمرة في الخلية (ب) ونقص في عدد العناصر (ع) |
| 6 | توقيف عمل إنزيم الأستيل كولين إستيراز ثم إحداث تنبيه فعال في الخلية (أ) | نفس نتائج التجربة 5 |

الشكل (ب)

الوثيقة 2

1. انطلاقا من نتائج التجارب 3،2،1 **علل** العبارة التالية: "الرسالة العصبية على مستوى المشبك تنتقل بتشفيرين كهربائيين بينهما تشفير كيميائي".

2. **استدل** بـ



**الجزء الثالث:**

انطلاقا مما توصلت إليه و باستثمار معارفك، **انقد** استخدام مبيدات الحشرات في مجال الزراعة ثم **قدم** نصائح للأفراد الذين يعملون في هذا المجال كإجراءات وقائية خلال استعمالها.

# الإجابة النموذجية (18)



**الجزء الأول:**

## 1. تقديم التحليل المقارن:

تمثل الوثيقة (1) أعمدة بيانية لتغيرات سعة تقلص عضلة فخذ ضفدع معزولة (و.إ) و كذا مدة تقلصها (ثانية) في وجود و في غياب Pyrèthre و ذلك بعد إحداث تنبيه فعال للعصب المتصل بهذه العضلة حيث:

في وجود Pyrèthre تكون سعة تقلص العضلة كبيرة (4 و.إ) و يستغرق التقلص مدة زمنية تقدر بـ 10 ثواني، بينما في غياب Pyrèthre (الحالة العادية) تكون سعة التقلص العضلي أقل، و تستغرق مدته زمنا أقصر (2 ثانية).

– **الاستنتاج:** مبيد Pyrèthre يضخم سعة التقلص العضلي و يطيل مدته.

## 2. اقتراح فرضيتين لتفسير طريقة عمل مبيد Pyrèthre:

* يؤثر المبيد على مستوى المشبك العصبي–العضلي و ذلك بتثبيطه لنشاط إنزيم الأستيل كولين استيراز المسؤول عن تفكيك المبلغ العصبي (الأستيل كولين) بعد زوال استقطاب غشاء الخلية بعد المشبكية، فعدم تفكيك هذا المبلغ (استمرار تواجده في الشق المشبكي) يؤدي إلى استمرار نشاطه و بالتالي زيادة تواتر كمونات العمل في الخلية بعد المشبكية و منه زيادة سعة التقلص و في مدة أطول.

* يضخم المبيد ظاهرة الإطراح الخلوي للمبلغ العصبي من الحويصلات المشبكية مما يؤدي لزيادة إفراز ACh في الشق المشبكي و بالتالي زيادة تثبته على مستقبلاته الغشائية و منه زيادة تواتر كمونات العمل في العضلة الذي ينجم عنه زيادة في سعة تقلصها و لمدة أطول.

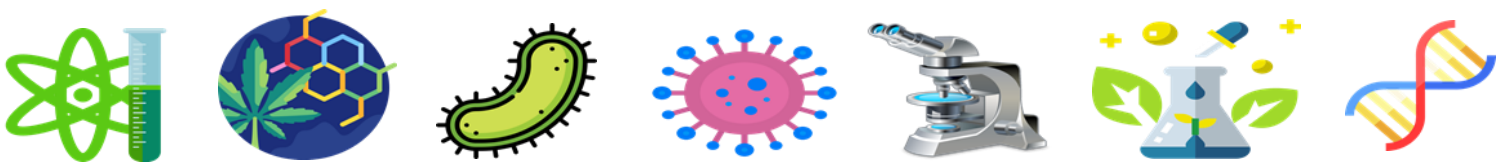
**الجزء الثاني:**

## 1. تعليل العبارة:

– في التجربة 1: تسجيل كمون عمل في الخليتين (أ) و (ب) بعد التنبيه الفعال إذن فالرسالة العصبية مشفرة على مستوى الخلية قبل و بعد المشبكية بتشفير كهربائي (بدلالة تواتر كمونات العمل).

– في التجربة 2: تسجيل كمون عمل في الخلية (ب) فقط يؤكد على أن الرسالة العصبية في الشق المشبكي تنتقل من خلية قبل مشبكية (تفرعات نهائية) إلى خلية بعد مشبكية و هذا يدل على وجود نوع آخر من التشفير على مستوى المشبك.





– في التجربة 3: تسجيل كمون عمل في الليف العضلي (تقلص) بعد حقن المبلغ العصبي في الشق المشبكي مع ثبات في عدد الحويصلات المشبكية و هذا في غياب التنبيه أي يدل ذلك بأن الرسالة العصبية تشفر في الشق المشبكي كيميائيا (بكمية الأستيل كولين).

فبعد وصول الرسالة العصبية للخلية قبل المشبكية (تشفير كهربائي) تطرح الحويصلات المشبكية محتواها من المبلغ العصبي في الشق المشبكي (تشفير كيميائي) ليحدث زوال استقطاب للخلية بعد المشبكية (تشفير كهربائي).



## 2. تأكيد صحة إحدى الفرضيتين:

بالاعتماد على معطيات الشكل (أ) الذي يوضح رسم تخطيطي تفسيري لبنية المشبك العصبي–العضلي في وجود و في غياب مادة Pyrèthre و ذلك بعد تطبيق تنبيه فعال في الخلية (أ)، و الشكل (ج) الذي يوضح المعادلة الكيميائية لتفكيك المبلغ العصبي الكيميائي (الأستيل كولين) حيث:

– في غياب مادة Pyrèthre : إطراح لمحتوى الحويصلات المشبكية في الشق المشبكي و هذا نتيجة اندماجها مع غشاء الخلية قبل المشبكية و توضع المبلغ العصبي على المستقبلات الغشائية الخاصة به على غشاء الخلية العضلية فيؤدي ذلك لزوال استقطابها فتتقلص (تواتر كمونات العمل قليل) و لكن سرعان ما يزول تقلص العضلة و تعود لحالة الإسترخاء و هذا راجع إلى تفكيك الأستيل كولين بواسطة إنزيم الأستيل كولين استيراز إلى حمض الأستيك و الكولين ليعاد امتصاصه مرة أخرى و هذا ما يفسر توقف عملية النقل المشبكي.

– بينما في تواجد مادة Pyrèthre تحدث نفس المراحل السابقة باستثناء أن إنزيم الأستيل كولين استيراز لم يستطع تفكيك الأستيل كولين و ذلك راجع لتواجد مادة Pyrèthre التي تتثبت على هذا الإنزيم فتمنع تثبت الأستيل كولين عليه (تنافسه) و منه استمرار تأثير الأستيل كولين و بالتالي توليد كمونات عمل أكثر و زيادة سعة التقلص لأننا نعلم أن النقل المشبكي يتوقف نتيجة تأثير إنزيم الأستيل كولين استيراز أي بوجود مادة Pyrèthre يزيد تواتر كمونات العمل في الخلية بعد المشبكية و منه زيادة سعة التقلص العضلي و لمدة أطول (عالقة طردية).

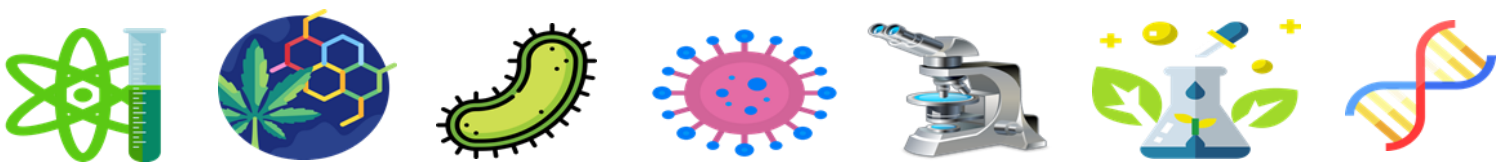
ومنه نستنتج أن: المبيد الحشري Pyrèthre يعمل على تثبيط نشاط إنزيم AChE.

وهذا ما يؤكد صحة الفرضية 1 و ينفي تماما صحة الفرضية 2.

و بالاعتماد على معطيات الشكل (ب) الذي يمثل جدول لتجارب أجريت على مستوى اللوحة المحركة باستخدام أقطاب تنبيه و أقطاب استقبال لجهاز الأوسيلوغراف حيث التجارب 1،2،3،6 في غياب مادة Pyrèthre أما التجربتان 4 و5 ففي وجود المبيد حيث نلاحظ:

– **في التجربة 1:** عند تنبيه الخلية قبل المشبكية تم تسجيل كمون عمل في الخليتين قبل و بعد المشبكية و هذا يدل على انتقال الرسالة العصبية من خلية قبل مشبكية إلى خلية بعد مشبكية بتدخل المبلغ العصبي (الأستيل كولين)، و هذا ما يفسر تناقص عدد الحويصلات المشبكية، لكن سرعان ما يزول التأثير (استرخاء بعد تقلص العضلة)، و ذلك بسبب تدخل إنزيم AChE.





– **في التجربة 2:** عند تنبيه الخلية (ب) لا يتغير عدد الحويصلات المشبكية و هذا يدل على أن الرسالة العصبية تنتقل في المشبك من تفرع نهائي للعصبون (به حويصلات) إلى خلية بعد مشبكية.

– **في التجربة 3:** بعد حقن المبلغ العصبي ACh في الشق المشبكي يتم تسجيل كمون عمل في الخلية بعد المشبكية فقط و هذا يدل على أن المستقبلات الخاصة بالأستيل كولين تكون على غشاء الخلية بعد المشبكية و أن الرسالة العصبية في الخلية قبل المشبكية هي التي تسمح بطرح الحويصلات لمحتواها في الشق المشبكي.

– **في التجربة 4:** بعد حقن مادة Pyrèthre الموسوم بالفوسفور المشع نلاحظ تواجد الإشعاع في الشق المشبكي و هذا يدل على أن تأثير هذه المادة يكون في الشق المشبكي.



– **في التجربة 5:** بعد حقن مادة Pyrèthre في الشق المشبكي مع إحداث تنبيه فعال في الخلية قبل المشبكية يتم تسجيل كمونات عمل متتالية و مستمرة في الخلية بعد المشبكية مع ملاحظة تناقص في عدد الحويصلات المشبكية و هذا يفسر بأن المبلغ العصبي يتم إفرازه بشكل عادي حسب شدة الرسالة العصبية و يتثبت بعدها على مستقبلاته الغشائية فيزول استقطاب الخلية بعد المشبكية و يسجل على مستواها كمونات عمل و ذلك لبقاء نشاط الأستيل كولين و عدم تفكيكه لأن المبيد الحشري ثبط عمل إنزيم AChE لأننا نعلم أن تأثير ACh مؤقت لكن سرعان ما يزول بتدخل إنزيم AChE.

– **في التجربة 6:** نفس شروط التجربة 5 فقط في غياب مادة Pyrèthre و مع تثبيط عمل إنزيم AChE يتم ملاحظة نفس نتائج التجربة 5 و هذا ما يفسر بأن مادة Pyrèthre تؤثر بالضبط على عمل إنزيم AChE أي يتأثر النقل المشبكي بوجود مواد كيميائية.

و منه نستنتج أن: مادة Pyrèthre تثبط عمل إنزيم AChE فيزيد التقلص العضلي.

و هذا ما يؤكد كليا صحة الفرضيةَ التي تنص على وجود خلل في عمل إنزيم تفكيك الأستيل كولين.

**الجزء الثالث:**

**– نقد استخدام مبيد الحشرات في مجال الزراعة:**

تعد مبيدات الحشرات طريقة جيدة لمكافحة الحشرات الضارة بالمحاصيل الزراعية (أثر إيجابي) فهي تساعد على جني المحاصيل بكمية كبيرة و غير متضررة و ذات جودة.

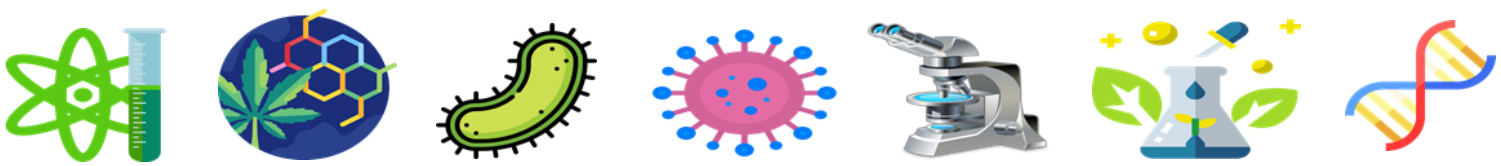
لكنها هناك بعض الآثار السلبية المترتبة عنها:

– قد تضر أيضا الحشرات النافعة الأخرى و بالتالي تحدث خللا في السلسلة الغذائية.

– تأثيرها السلبي غير المباشر و ذلك عن طريق انتقال رذاذها ليلوث الهواء الذي تتنفسه الكائنات الحية و كذلك قد يصل للمياه (الآبار، البحيرات).....

– تضر بصحة المزارع خاصة عند استخدام جرعات قوية جدا حيث تصيبه بالتسمم الذي يؤدي لتشنج عضلاته و مشاكل تنفسية خطيرة.





**– تقديم نصائح للأفراد العاملين في هذا المجال كإجراءات وقائية مصاحبة لاستعمالها:**

– تجنب استخدام الجرعات القوية خاصة في البيوت البلاستيكية (استعمال عقلاني).

– ارتداء قناع واقي و لباس خاص عند استعمال المزارع هذه المبيدات (تجنب اللمس أو الاستنشاق) و الاستحمام جيدا مباشرة بعد استعمالها.

– تفادي الاستخدام إلا عند الضرورة.



