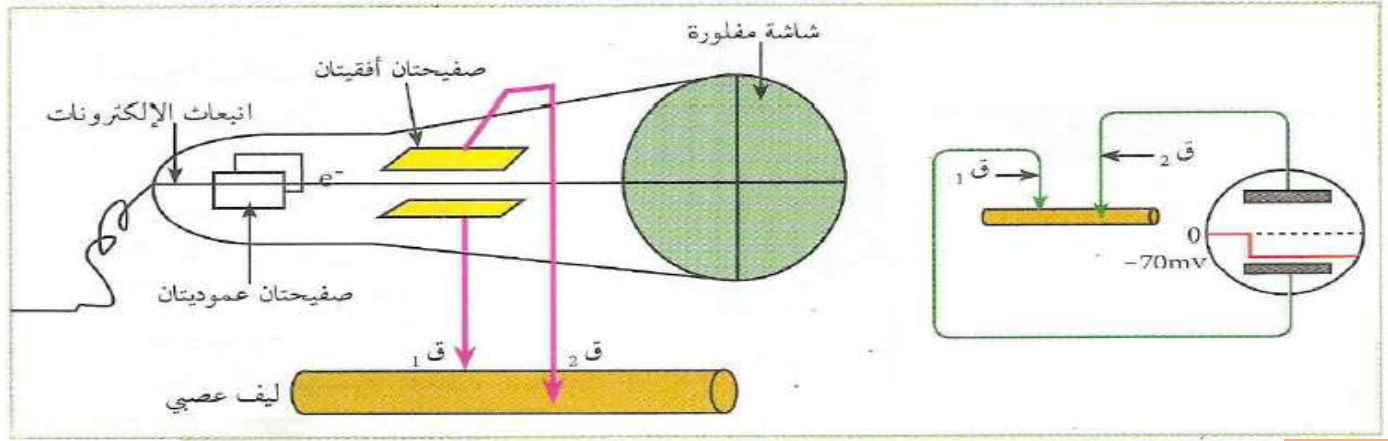


نقوم بدراسة الخصائص الكهربائية للليف العصبي حي للكلمار بواسطة جهاز راسم الذبذبات المهبطي (الأوسيلوغراف)، التركيب التجريبي و النتائج مسجلة في الوثيقة التالية:



التعليمة:

حل الوثيقة

علل تسمية التسجيل بكمون الراحة

الاجابة:

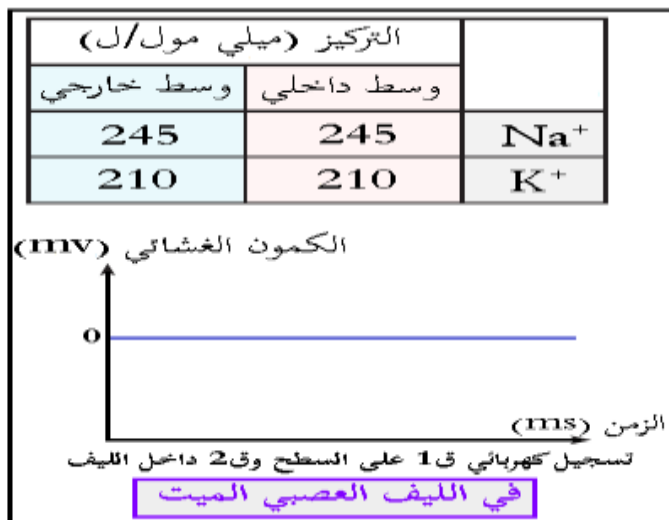
- 1- تحليل النتائج التجريبية: عند وضع الالكترود (ق1) لجهاز الأوسيلوغراف على سطح الليف العصبي و الالكترود (ق2) في هيولى (مقطع) الليف سجلنا فرق كمون ثابت عند -70 ميلي فولط (كمون الراحة)  
- استنتاج: الليف العصبي أثناء الراحة مستقطب، أي يحمل شحن موجبة على السطح و شحن سالبة في المقطع.
- 2- تعليل تسمية التسجيل بكمون الراحة: لأنه عبارة عن فرق كمون مسجل على جانبي غشاء الليف العصبي (بين سطح الليف العصبي ومقطعه) في غياب التنبيه ويقدر بـ -70 ميلي فولط

**المشكلة: ما هو مصدر الكمون الغشائي للليف العصبي أثناء الراحة؟**

### 1/ مصدر كمون الراحة

- الوثيقة 2 ص 137

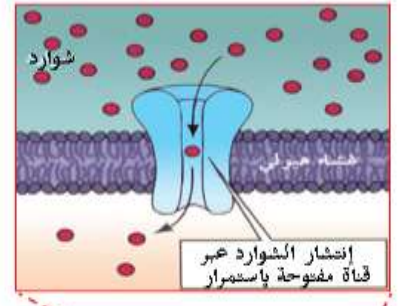
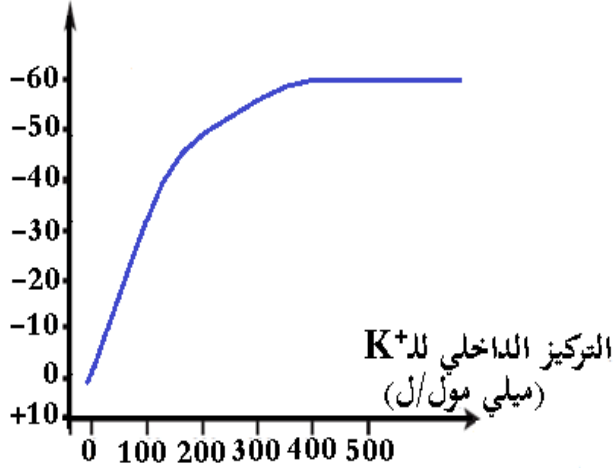
يظهر الجدولان (1 و 2) نتائج قياس تركيز  $Na^+$  و  $K^+$  داخل و خارج خلوي في شروط تجريبية مختلفة، بينما يظهر التسجيلان (1 و 2) تسجيلات كهربائية لقياسات أنجزت على محور اسطواني للكلمار (تسجيلات الجدول 1 أجريت على محور اسطواني حي 2 أجريت على محور ميت).



- الوثيقة 3 ص 138

سمحت نتائج تجريبية بإنجاز رسومات تخطيطية تبين العلاقة بين البروتينات الغشائية و شوارد  $Na^+$  و  $K^+$  (الشكل أ، أما الشكل (ب) فيبين نتائج تجريبية توصل إليها العلماء (Hodgkin-Baker-Stark) بعد تفريغ المحتوى الهيولي لمحور أسطواني و تعويضه بمحلول متساوي التوتر، يحقن بعد ذلك المحور بشوارد  $K^+$  بتركيز متزايدة مع المحافظة على تركيز ثابت لشوارد  $K^+$  خارج المحور.

الكمون الغشائي (ميلي فولط)



- وضع مصدر كمون الراحة باستغلالك للوثائق .:

- توضيح مصدر كمون الراحة:

- استغلال الوثيقة 2:

تمثل الوثيقة نتائج معايرة التركيز الأيوني لشوارد  $Na^+$  و  $K^+$  للوسطين الخارج و الداخل خلويين لليفين عصبيين أحدهما حي و الآخر ميت و الكمونات الغشائية المسجلة على مستوى كل ليف للكمار، حيث نلاحظ:

\* من نتائج معايرة التركيز الأيوني للشوارد (توزع الشوارد):

- في الليف العصبي الحي: تسجيل توزع غير متساوي (متباين) لشوارد  $Na^+$  و  $K^+$  على جانبي الغشاء حيث يكون تركيز شوارد  $Na^+$  في الوسط الخارجي أكبر من تركيزها في الوسط الداخلي بـ 9 مرات و تركيز الشوارد  $K^+$  في الوسط الداخلي أكبر من تركيزها في الوسط الخارجي بـ 20 مرة. هذا ما جعل مجموع الشوارد الموجبة خارج الليف العصبي أكبر من مجموعها داخل الليف رافق ذلك تسجيل كمون راحة يقدر بـ -70 mv

اما في الليف العصبي الميت: تسجيل توزع متساوي لشوارد  $Na^+$  و  $K^+$  على جانبي الغشاء رافقه تسجيل كمون غشائي معدوم (غياب كمون الراحة).

- الاستنتاج: ينتج الكمون الغشائي للعصبون أثناء الراحة عن ثبات التوزع غير المتساوي (المتباين) لـ  $Na^+/K^+$  بين الوسط الداخلي للخلية و الوسط الخارجي و يرتبط ذلك بحيوية الليف العصبي (الحالة الفيزيولوجية للليف العصبي).

- استغلال الوثيقة 3: (ما علاقة كمون الراحة بالتوزع غير المتساوي للشوارد على جانبي الغشاء؟)

يمثل الشكل (أ) رسم تخطيطي لبنية الغشاء الهولي يظهر العلاقة بين البروتينات الغشائية و الشوارد  $Na^+$  و  $K^+$ ، حيث نلاحظ:

- أن غشاء الليف العصبي يضم قنوات غشائية من طبيعة بروتينية (ضمنية في الغشاء)، مفتوحة باستمرار تدعى قنوات التسرب (أو الميز)، نوعية، تتدفق الشوارد عبرها وفق تدرج التركيز بظاهرة الميز (أو الانتشار) و هي:

• قناة التسرب الخاصة بـ  $Na^+$  تسمح بتدفق داخلي لشوارد  $Na^+$ .

• و قناة التسرب الخاصة بـ  $K^+$  تسمح بتدفق خارجي لشوارد  $K^+$ .

و يكون عدد قنوات  $K^+$  أكبر بثلاث مرات من عدد قنوات  $Na^+$  في وحدة المساحة.

- الاستنتاج: ناقلية شوارد البوتاسيوم  $K^+$  أكبر من ناقلية شوارد الصوديوم  $Na^+$  كون عدد قنوات  $K^+$  المفتوحة في وحدة المساحة تكون أكبر من عدد قنوات  $Na^+$ .

(ما علاقة ناقلية الغشاء لشوارد البوتاسيوم بالكمون الغشائي؟)

يمثل الشكل (ج) منحنى تغيرات الكمون الغشائي بـ (ميلي فولط) بدلالة التركيز الداخلي لـ  $K^+$  بـ (ملي مول/ل)، حيث نلاحظ:

- من التركيز 0 إلى 400 ملي مول/ل: تزايد في الكمون الغشائي كلما زاد التركيز الداخلي لـ  $K^+$  حتى يبلغ القيمة -60 ميلي فولط (تمثل كمون الراحة) عندما يبلغ التركيز الداخلي لـ  $K^+$  400 ملي مول/ل.

- انطلاقاً من التركيز 400 ملي مول/ل (الذي يمثل التركيز الطبيعي): ثبات الكمون الغشائي عند القيمة -60 ميلي فولط (تمثل كمون الراحة) مهما زاد التركيز الداخلي لـ  $K^+$ .

- الاستنتاج: يتعلق كمون الراحة بالتركيز الداخلي لشوارد  $K^+$ ، بحيث يجب أن لا يقل عن 400 ملي مول/ل (تمثل عتبة كمون الراحة) لذلك يسمى كمون الراحة بكمون البوتاسيوم.

\* ومنه: ينتج الكمون الغشائي للعصبون أثناء الراحة عن:

- ثبات التوزع غير المتساوي لـ  $Na^+/K^+$  بين الوسط الداخلي للخلية و الوسط الخارجي.
- ناقلية شوارد البوتاسيوم  $K^+$  أكبر من ناقلية شوارد الصوديوم  $Na^+$  كون عدد قنوات  $K^+$  المفتوحة في وحدة المساحة يكون أكبر من عدد قنوات  $Na^+$ .

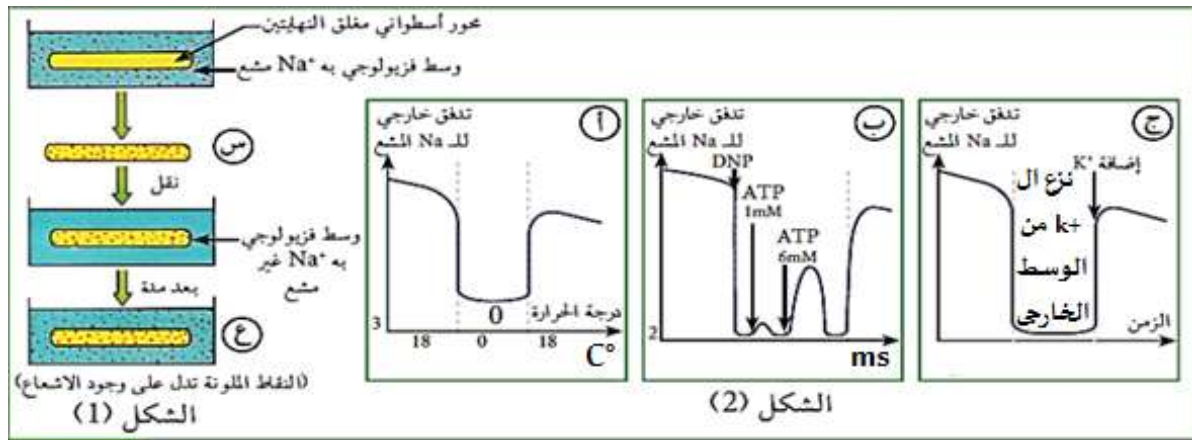
## 2/ آلية ثبات كمون الراحة

### - الوثيقة 4 ص 139

بينت النتائج التجريبية السابقة ثبات التوزع المتباين للشوارد على جانبي الغشاء الهولي للألياف العصبية الحية، و بالتالي ثبات كمون الراحة، و لتفسير ذلك نحقق التجارب التالية:

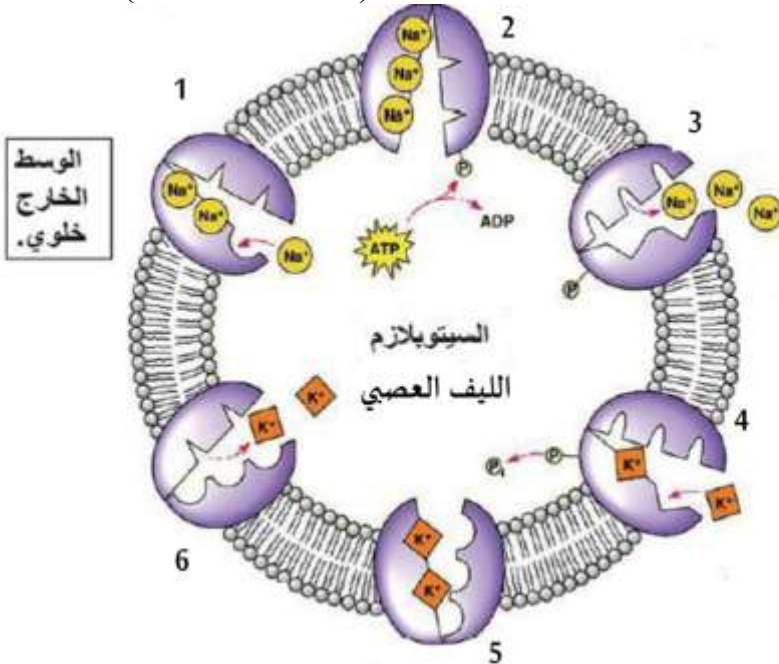
- **التجربة 1:** يوضع ليف عصبي للكلمار في وسط فيزيولوجي به  $Na^+$  مشع و تركيزه مماثل للوسط الخارجي من الجدول (1) من الوثيقة (2). و بعد مدة ينقل إلى وسط ذو  $Na^+$  غير مشع (مراحل التجربة و نتائجها ممثلة في الشكل 1 من الوثيقة (4).

- **التجربة 2:** نحقق ليف عصبي للكلمار بكمية قليلة من  $Na^+$  المشع (حتى لا يؤثر على التراكيز الطبيعية) ثم نضعه في وسط فيزيولوجي ذو  $Na^+$  غير مشع، و نعاير  $Na^+$  المشع في الوسط الخارجي (الشروط التجريبية و نتائجها ممثلة في منحنيات الشكل 2



### - الوثيقة 5 ص 139

تمثل الوثيقة رسم تخطيطي يوضح آلية عمل العناصر المسؤولة عن ثبات كمون الراحة (مضخات  $Na^+/K^+$ ).



- **التعليمات:** وضح آلية ثبات كمون الراحة باستغلالك للوثائق .

- **توضيح آلية ثبات كمون الراحة:**

- استغلال الوثيقة 4: (كيف يحافظ الغشاء على ثبات التوزع غير المتساوي للشوارد و بالتالي ثبات كمون الراحة رغم التدفق المستمر للشوارد عبر القنوات المفتوحة؟)

يمثل الشكل (1) نتائج تجريبية تم فيها وضع ليف عصبي للكلمار في وسط فيزيولوجي به  $Na^+$  مشع ثم في وسط به  $Na^+$  غير مشع، حيث نلاحظ:

- في الحالة (1): ظهور الإشعاع داخل الليف يدل على تدفق داخلي لشوارد  $Na^+$  المشع وفق تدرج التركيز بظاهرة الميز (عبر قنوات التسرب الخاصة بـ  $Na^+$ ).
- في الحالة (2): ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي يدل على تدفق خارجي لشوارد  $Na^+$  المشع عكس تدرج التركيز.
- الاستنتاج: هناك آلية تعمل على إعادة إخراج شوارد  $Na^+$  عكس تدرج تركيزها والتي دخلت بالميز (الانتشار).

#### (ما الذي يضمن تدفق الشوارد عكس تدرج التركيز عبر الغشاء الهولي؟)

- يمثل الشكل (2) منحنيات تغيرات التدفق الخارجي لشوارد  $Na^+$  المشع بدلالة تغير شروط الوسط، حيث نلاحظ:
- في الحالة (1): في درجة الحرارة  $18^\circ C$  نسجل تدفق خارجي عادي لشوارد  $Na^+$  المشع، و ينخفض التدفق بشدة في درجة الحرارة  $0^\circ C$  ثم يعود التدفق بالعودة إلى درجة الحرارة  $18^\circ C$ .
  - في الحالة (2): قبل حقن DNP (مادة تمنع تركيب ATP) نسجل تدفق خارجي عادي لشوارد  $Na^+$  المشع، و بعد حقن DNP مباشرة يتوقف التدفق ثم يعود عند حقن ATP (الجزئية الطاقوية) حيث تكون كمية التدفق و مدته متعلقة بكمية ATP المحقونة. فكلما زادت كمية ATP زاد التدفق الخارجي للـ  $Na^+$ .
  - في الحالة (3): في وجود شوارد  $K^+$  في الوسط الخارجي نسجل تدفق خارجي عادي لشوارد  $Na^+$  المشع، و يتوقف هذا التدفق بنزع شوارد  $K^+$  من الوسط الخارجي ثم يعود التدفق بعد إضافة شوارد  $K^+$  إلى الوسط الخارجي.
  - الاستنتاج: الغشاء الهولي للليف العصبي يضم جزيئات بروتينية أو آلية تعمل على نقل الشوارد  $Na^+$  و  $K^+$  نقلا مزدوجا عكس تدرج التركيز مستهلكة طاقة في شكل ATP (نقل فعال).

#### - استغلال الوثيقة 5: (يضمن النقل المزدوج للشوارد بتدخل المضخة طرد شوارد البوتاسيوم التي تتسرب عبر قنوات مفتوحة، فما هي آلية عمل مضخة صوديوم/بوتاسيوم؟)

تمثل الوثيقة رسم تخطيطي يوضح آلية عمل مضخات  $Na^+/K^+$ ، حيث تتمثل آلية عمل مضخات  $Na^+/K^+$  في:

تؤمن مضخات  $Na^+/K^+$  ثبات الكمون الغشائي خلال الراحة (كمون الراحة)  $(-70\text{mv})$  و ذلك بـ:

- 1- تكون المضخة مفتوحة نحو الداخل فتعمل على تثبيت 3 شوارد من الـ  $Na^+$  من الوسط الداخلي
- 2- عملها يتطلب طاقة حيث تتفكك الـ ATP إلى  $ADP+Pi$  فتصبح المضخة مفسفرة
- 3- تنفتح المضخة نحو الخارج بعد تغيير شكلها نتيجة ارتباط الـ  $Pi$  وتعمل على تحرير 3 شوارد من الـ  $Na^+$  خارج الخلية عكس تدرج التركيز و التي تميل للدخول بالانتشار.
- 4- تثبت شاردتان من البوتاسيوم  $K^+$  من الوسط الخارجي عكس تدرج التركيز و التي تميل للخروج أيضا بالانتشار وانفصال الفوسفور
- 5- تستعيد المضخة شكلها من جديد وتصبح مفتوحة نحو الداخل .
- 6- تحرير شاردتي  $K^+$  داخل الليف وعودة الدورة من جديد.

- الاستنتاج: تؤمن مضخات  $Na^+/K^+$  ثبات كمون الغشائي اثناء الراحة عن طريق نقل شوارد  $Na^+$  و  $K^+$  عكس تدرج التركيز .

\* و منه: تؤمن مضخات  $Na^+/K^+$  (ذات طبيعة بروتينية) ثبات الكمون الغشائي خلال الراحة  $(-70\text{mv})$  يستهلك نشاطها حيث تعمل على طرد شوارد  $Na^+$  نحو الخارج عكس تدرج التركيز و التي تميل إلى الدخول بالانتشار، و إدخال شوارد البوتاسيوم  $K^+$  عكس تدرج تركيزها و التي تميل إلى الخروج كذلك بالانتشار، و تستمد الطاقة الضرورية لنقل الشوارد عكس تدرج تركيزها من إمالة الـ ATP-

ملاحظة: مضخة  $Na^+/K^+$  عبارة عن بروتين غشائي ضمني يتميز بنشاط إنزيمي من نوع ATPase.

الميز ( الانتشار): انتقال الشوارد وفق تدرج التركيز من الوسط الأعلى تركيز إلى

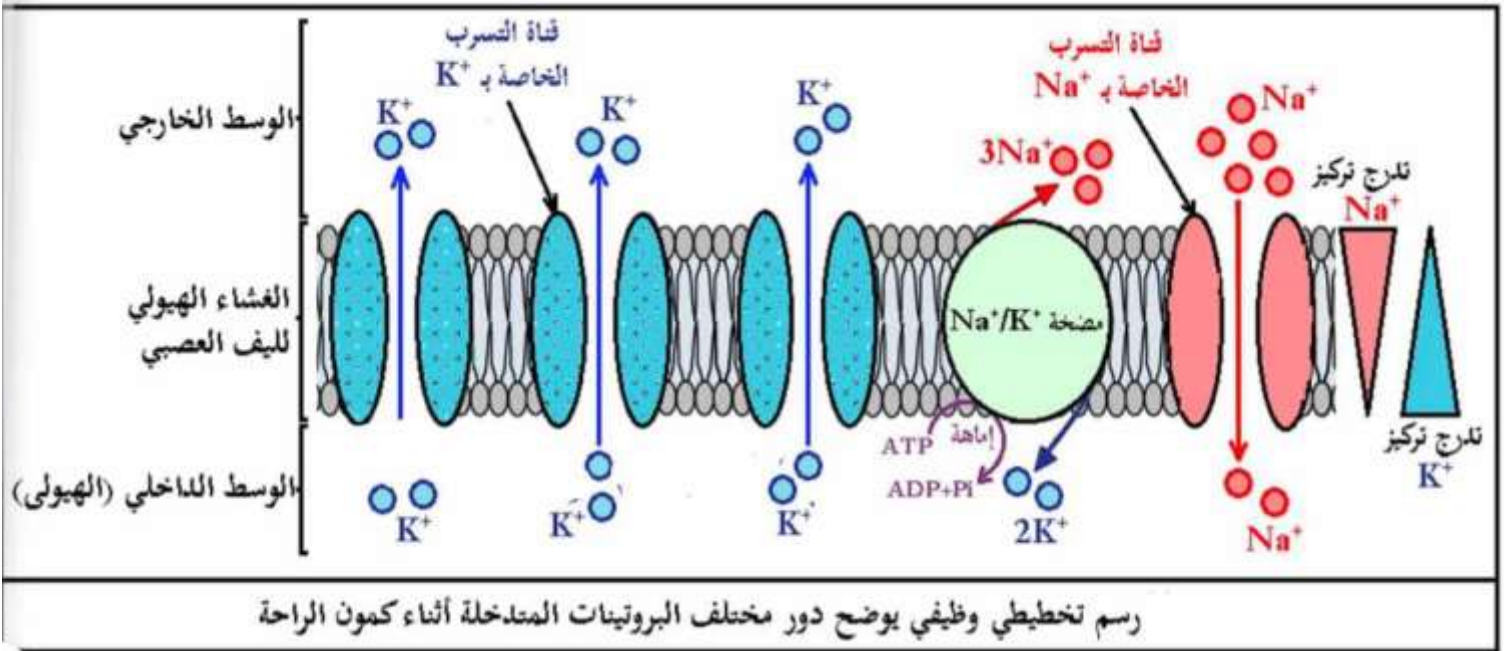
الوسط الأقل تركيز.

النقل الفعال: انتقال الشوارد عكس تدرج التركيز من الوسط الأقل تركيز إلى الوسط

الأعلى تركيز باستعمال الطاقة.

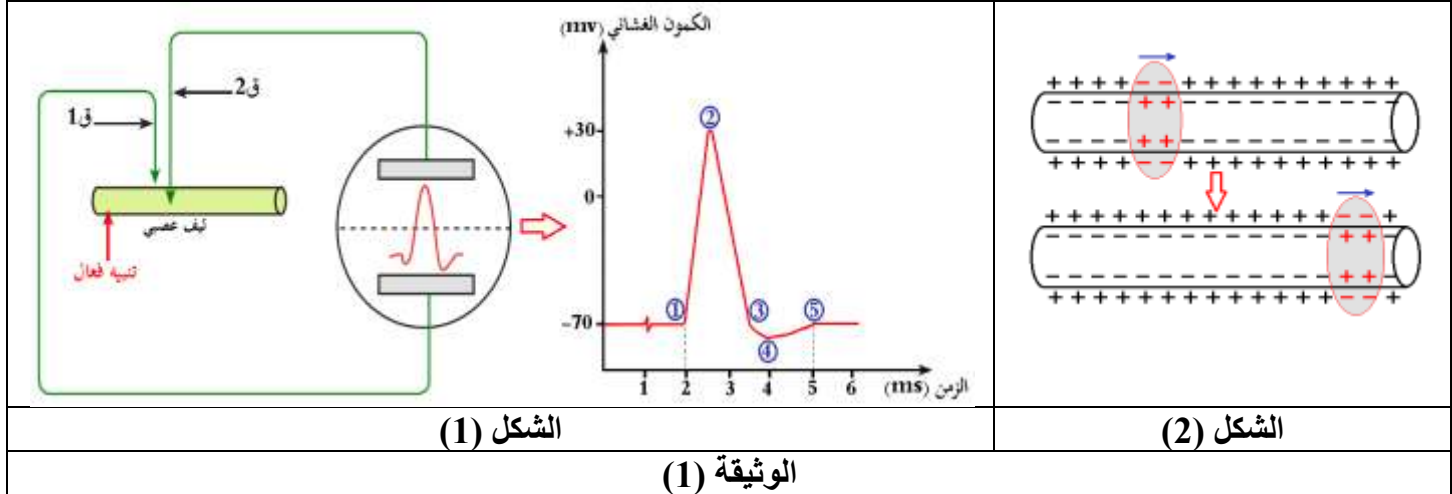
DNP (dinitrophenol): مادة تمنع تركيب ATP .





### وضعية الانطلاق: (تذكير بالمكتسبات)

- الوثيقة 1 ص 140 (الشكلان أ و ب): يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (1) تسجيل كهربائي للليف العصبي إثر إحداث تنبيه فعال، بينما الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيمثل رسم تفسيري لانتقال الرسالة العصبية في ليف عصبي.



### - التعليمات:

1. تعرف على التسجيل المحصل عليه وعلى مراحل المرقمة مستخرجا مميزات (مدته و سعته)، ثم قدم تعريفا بسيطاً له.
2. حدد طبيعة الرسالة العصبية.

### - الإجابة:

1. التعرف على التسجيل الممثل في الوثيقة (1): منحنى كمون العمل (أحادي الطور).
  - مرحله هي: من 1 إلى 2: زوال الإستقطاب/ من 2 إلى 3: عودة الإستقطاب/ من 3 إلى 4: فرط الإستقطاب/ من 4 إلى 5: العودة إلى كمون الراحة.
  - مميزاته: سعته هي:  $30+70=100$  mv و مدته هي: 3 ms.
  - تعريف كمون العمل: هو تغير سريع ومؤقت للكمون الغشائي نتيجة تنبيه فعال للغشاء الهولي للليف العصبي.
2. طبيعة الرسالة العصبية: كهربائية وهي عبارة عن موجة زوال استقطاب تنتقل على طول الليف العصبي على شكل تواتر كمونات عمل.

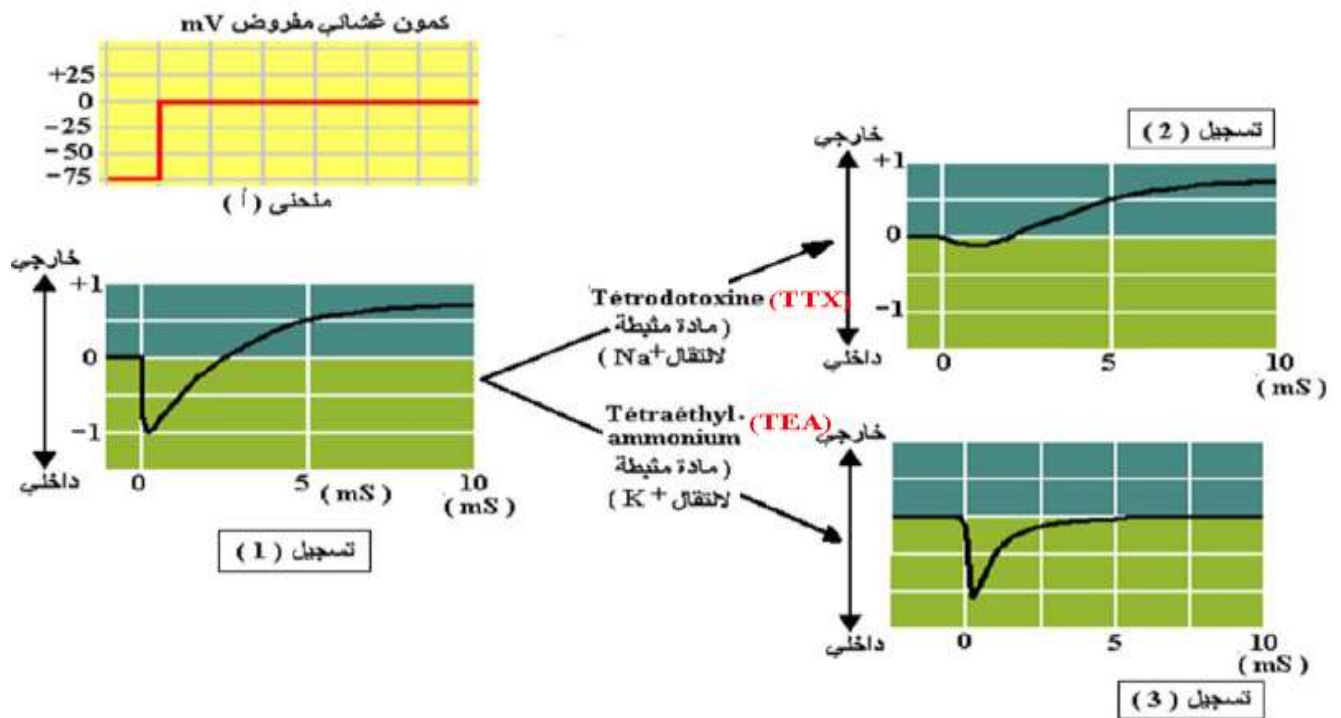
### المشكلة: ما هو مصدر كمون العمل على مستوى الليف العصبي؟

#### 1/ دور البروتينات في توليد كمون العمل

### - وثيقة خارجية

بتقنية Patch-Clamp نزل جزء من غشاء العصبون قبل المشبكي يضم نوعين من القنوات و نخضعه لكمون اصطناعي مفروض يحول الكمون الغشائي إلى (0 mv)، ثم نقوم بتسجيل التيارات الأيونية التي تعبره في ظروف معينة، الشروط التجريبية

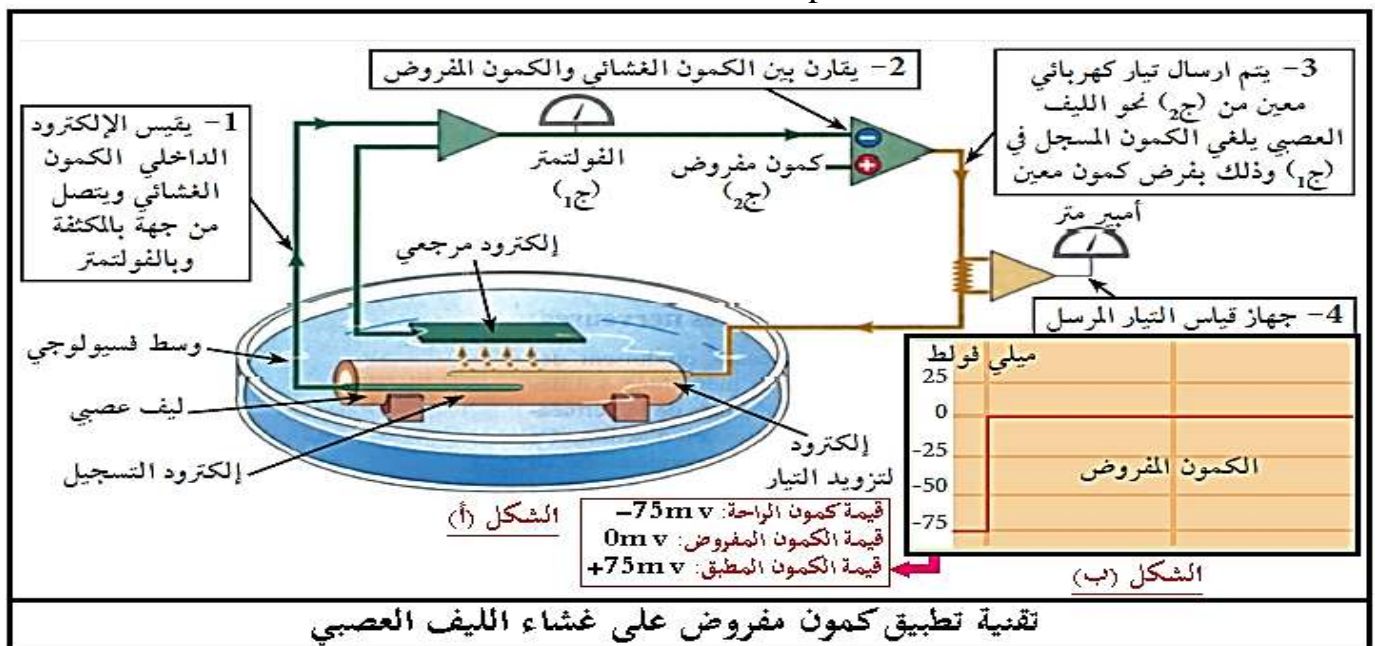
## و نتائجها موضحة في الوثيقة.



**- ملاحظة:** تقنية تطبيق كمون مفروض على غشاء الليف العصبي: (الوثيقة 2 ص 129)

تمثل الوثيقة التالية التركيب التجريبي لتقنية قياس وفرض كمون معين على جانبي غشاء الليف العصبي للكالمار حيث: الشكل (أ): يمثل تقنية فرض الكمون، الشكل (ب): يمثل نتيجة الكمون المفروض.

- نفس المبدأ يطبق على جزء من الغشاء عزل بتقنية Patch - Clamp.



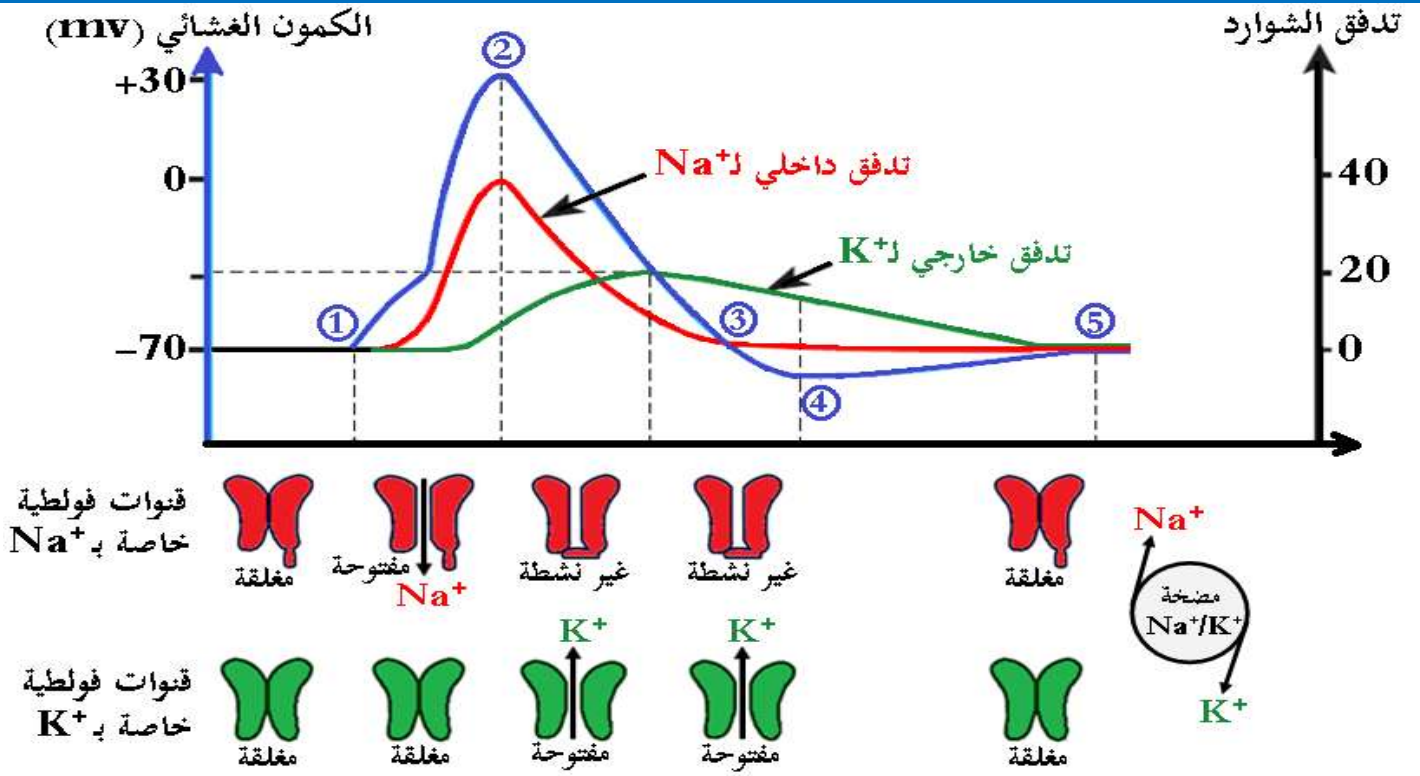
- أهمية تطبيق كمون مفروض على غشاء: يغير من الكمون الغشائي لليف عصبي و كذلك أجزاء غشائية معزولة بتقنية Patch Clamp – (يُعتبر تنبيه) لفترة زمنية محددة بهدف دراسة خصائص الرسالة العصبية ودور البروتينات (القنوات) في ذلك.

- مثال: فرض كمون قدره (0mv) على جانبي غشاء ليف عصبي يستوجب إرسال كمون (+75mv) ليُلغى كمون الغشاء أثناء الراحة (-75 mv).

تقنية Patch – Clamp (حصصر قطةة): تسمح هذه التقنية بعزل جزء من الغشاء الهوليول لخلية عصبية يحتوي على قناة واحد أو أكثر ودراسة التيارات الكهربائية الناتجة عن عملها.

## Patch: قطعة

### Clamp: حصر أو فرض.



- أبرز دور البروتينات في توليد كمون العمل باستغلال الوثيقتين.

- إبراز دور البروتينات في توليد كمون العمل:

- استغلال الوثيقة الخارجية:

تمثل الوثيقة تسجيلات متعلقة بالتيارات الكهربائية التي تعبر غشاء الليف العصبي في ظروف تجريبية معينة، حيث نلاحظ:

- قبل فرض الكمون (حالة الراحة): عدم تسجيل أي تيار أيوني.
- إثر فرض الكمون:
- في المنحنى (1) (في الظروف العادية): تسجيل تيار أيوني داخلي سريع مدته قصيرة يليه تيار أيوني خارج بطيء مدته أطول.
- في التسجيل (2) (في وجود مادة TTX المثبطة لانتقال شوارد  $\text{Na}^+$ ): عدم تسجيل التيار الأيوني الداخلي و تسجيل التيار الأيوني الخارجي فقط.
- في التسجيل (3) (في وجود مادة TEA المثبطة لانتقال شوارد  $\text{K}^+$ ): تسجيل التيار الأيوني الداخلي و عدم تسجيل التيار الأيوني الخارجي.
- الاستنتاج: يولد فرض كمون على جانبي غشاء الليف العصبي نوعين من التيارات الأيونية، الأول تيار داخلي سريع ناتج عن تدفق داخلي لشوارد  $\text{Na}^+$  و الثاني تيار خارجي بطيء ناتج عن تدفق خارجي لشوارد  $\text{K}^+$ .

- استغلال الوثيقة 2: (ما علاقة كمون الراحة بالتوزيع غير المتساوي للشوارد على جانبي الغشاء؟)

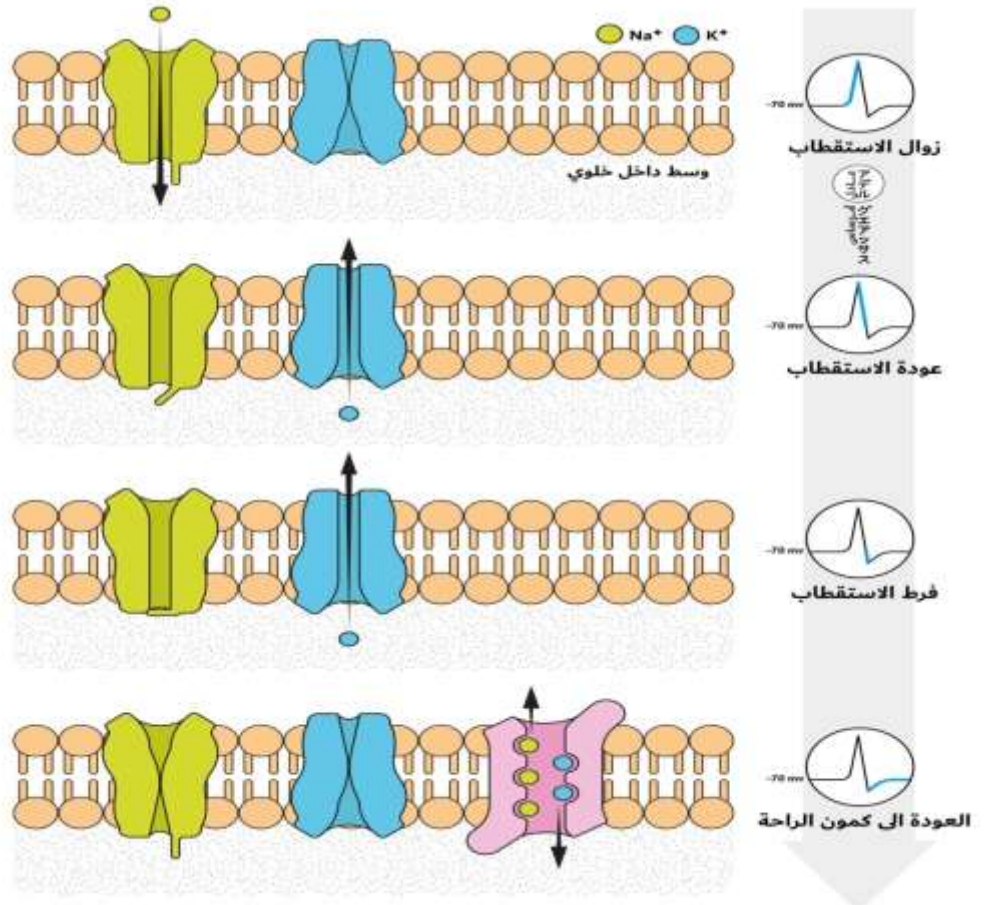
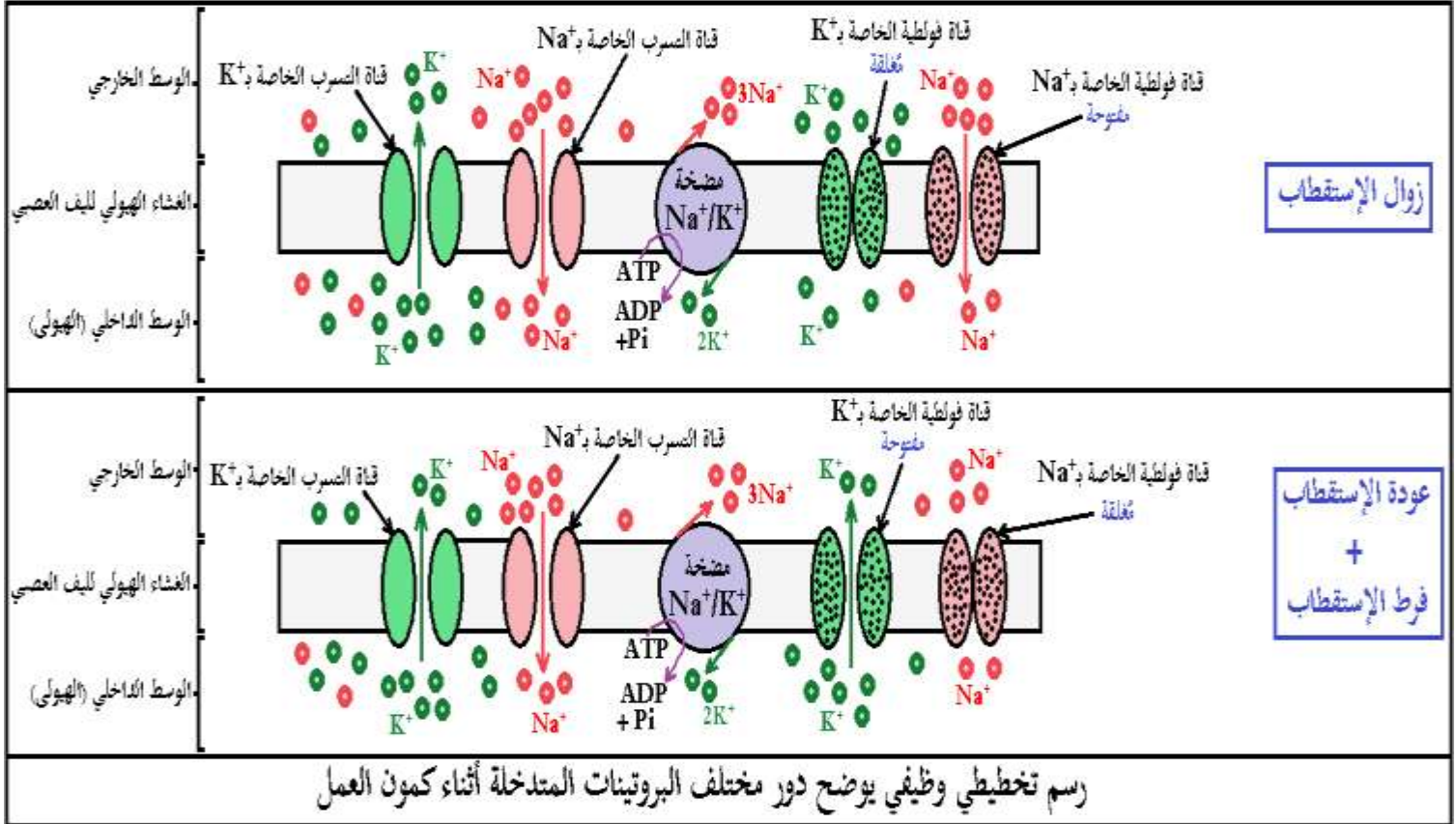
تمثل الوثيقة العلاقة بين الظواهر الكهربائية المسجلة خلال كمون العمل و عمل القنوات الفولطية، حيث نلاحظ:

- في حالة الراحة: قيمة الكمون الغشائي تقدر بـ  $-70 \text{ mv}$ ، القنوات الفولطية الخاصة بـ  $\text{Na}^+$  و الخاصة بـ  $\text{K}^+$  مغلقة و تدفق الشوارد  $\text{Na}^+$  و  $\text{K}^+$  منعدم.
- بعد إحداث تنبيه فعال:
- الجزء (من 1 إلى 2): يمثل زوال استقطاب ناتج عن انفتاح القنوات الفولطية الخاصة بـ  $\text{Na}^+$  و تدفق داخلي سريع لـ  $\text{Na}^+$  بظاهرة الميز مع بقاء القنوات الفولطية الخاصة بـ  $\text{K}^+$  مغلقة.
- الجزء (من 2 إلى 3): يمثل عودة الاستقطاب ناتج عن انفتاح القنوات الفولطية الخاصة بـ  $\text{K}^+$  و تدفق خارجي بطيء لـ  $\text{K}^+$  بظاهرة الميز مع انخفاض في تدفق شوارد  $\text{Na}^+$  نتيجة توقف نشاط القنوات الفولطية الخاصة بـ  $\text{Na}^+$ . (تصبح غير نشطة)
- الجزء (من 3 إلى 4): يمثل فرط في الاستقطاب ناتج عن تأخر انغلاق القنوات الفولطية الخاصة بـ  $\text{K}^+$  و استمرار التدفق الخارجي لـ  $\text{K}^+$ .
- الجزء (من 4 إلى 5): يمثل العودة إلى كمون الراحة ناتج عن عودة التراكيز الأيونية للحالة الأصلية لشوارد  $\text{Na}^+$  و  $\text{K}^+$  على جانبي الغشاء الذي تؤمنه مضخة  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  المستهلكة للطاقة (ATP) بعد انغلاق القنوات الفولطية الخاصة بـ  $\text{Na}^+$  و الخاصة بـ  $\text{K}^+$ .
- الإستنتاج: ينتج كمون العمل عن تدفق داخلي لـ  $\text{Na}^+$  نتيجة انفتاح قنوات  $\text{Na}^+$  المرتبطة بالفولطية و عن تدفق خارجي لـ  $\text{K}^+$  نتيجة انفتاح قنوات  $\text{K}^+$  المرتبطة بالفولطية.



\* ومنه: - تتمثل تغيرات الكمون الغشائي الناتج عن التنبيه في:

- زوال استقطاب سريع للغشاء مرتبط بتدفق داخلي لـ  $\text{Na}^+$  نتيجة انفتاح قنوات  $\text{Na}^+$  المرتبطة بالفولطية.
- عودة الاستقطاب ناتجة عن تدفق خارجي لـ  $\text{K}^+$  نتيجة انفتاح قنوات  $\text{K}^+$  المرتبطة بالفولطية.
- تؤمن مضخة  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  المستهلكة للطاقة (ATP) عودة التراكيز الأيونية للحالة الأصلية.
- انفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية بمعنى توليد كمون عمل يتطلب عتبة زوال استقطاب.





ما هي آلية عمل المبلغات العصبية في نقل الرسائل العصبية على مستوى المشابك و مادور البروتينات في ذلك  
التقصي:

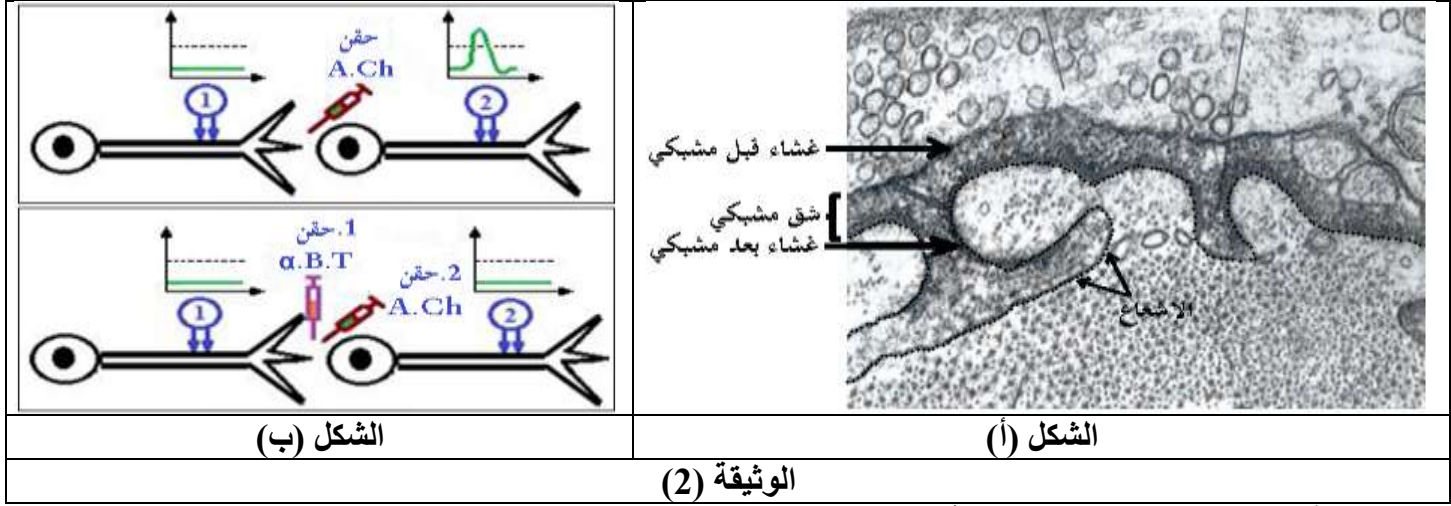
### 1. مقر تأثير المبلغ العصبي (الأستيل كولين):

تنتقل الرسالة العصبية من العصبون الحركي إلى الليف العضلي عن طريق مشبك عصبي- عضلي بتدخل المبلغ العصبي الأستيل كولين، لإبراز مقر تأثير الأستيل كولين، تُفترح عليك الدراسات التالية:

تمثل الوثيقة (2) نتائج حقن مادة  $\alpha$  بنغاروتوكسين في الشق المشبكي حيث:

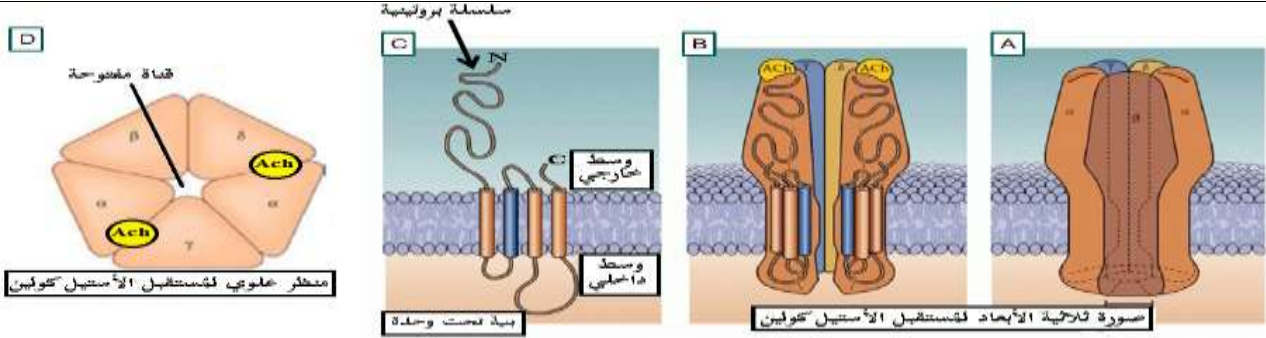
الشكل (أ) يمثل صورة بالمجهر الإلكتروني لمشبك عصبي- عضلي والمحصل عليها بتقنية التصوير الإشعاعي الذاتي وذلك بعد حقن مادة  $\alpha$  بنغاروتوكسين المشعة في الشق المشبكي.

الشكل (ب) يمثل نتائج حقن مادة  $\alpha$  بنغاروتوكسين ثم الأستيل كولين في الشق المشبكي.



الوثيقة (2)

تمثل الوثيقة (3) صور تركيبية لمستقبل الأستيل كولين.



الوثيقة (3)

التعليمة: أبرز مقر تأثير الأستيل كولين بإستغلالك لمعطيات الوثيقتين (2) و(3).

الإجابة

إبراز مقر تأثير الأستيل كولين:

إستغلال الوثيقة (2): تمثل الوثيقة (2) نتائج حقن مادة  $\alpha$  بنغاروتوكسين في الشق المشبكي، حيث نلاحظ:

في الشكل أ ظهور الإشعاع وتمركزه على مستوى الغشاء بعد المشبكي،

الاستنتاج: الغشاء بعد المشبكي يمتلك مستقبلات غشائية تثبتت عليها المادة  $\alpha$  بنغاروتوكسين المشعة.

في الشكل ب يتم تسجيل كمن عمل في الخلية بعد المشبكية بعد حقن الأستيل كولين

عدم تسجيل كمن عمل في الخلية بعد المشبكية بعد حقن الأستيل كولين في الشق المشبكي وفي وجود مادة  $\alpha$  بنغاروتوكسين،

الاستنتاج: المادة  $\alpha$  بنغاروتوكسين تثبتت على عمل الأستيل كولين من خلال تثبتها على مستقبلاته الغشائية فمنعته من التثبيت

عليها والتأثير على الغشاء بعد المشبكي.

**إستغلال الوثيقة (3):** تمثل الوثيقة (3) صور تركيبية لمستقبل الأستيل كولين، حيث نلاحظ:

- أن مُستقبل الأستيل كولين من طبيعة بروتينية (بنية رابعة)، مُكون من 5 تحت وحدات تخترق كل تحت وحدة طبقتي الفوسفوليبيد للغشاء بعد مشبكي 4 مرات .
- يتضمن مُستقبل الأستيل كولين موقعين لتثبيت الأستيل كولين وقناة مركزية فهو مُستقبل قنوي (الإينوفور).
- تكون القناة مُغلقة في غياب الأستيل كولين وتفتح في وجوده.

**الإستنتاج:** مستقبل الأستيل كولين من طبيعة بروتينية، يتضمن موقعين لتثبيت الأستيل كولين وقناة فهو مُستقبل قنوي (الإينوفور).

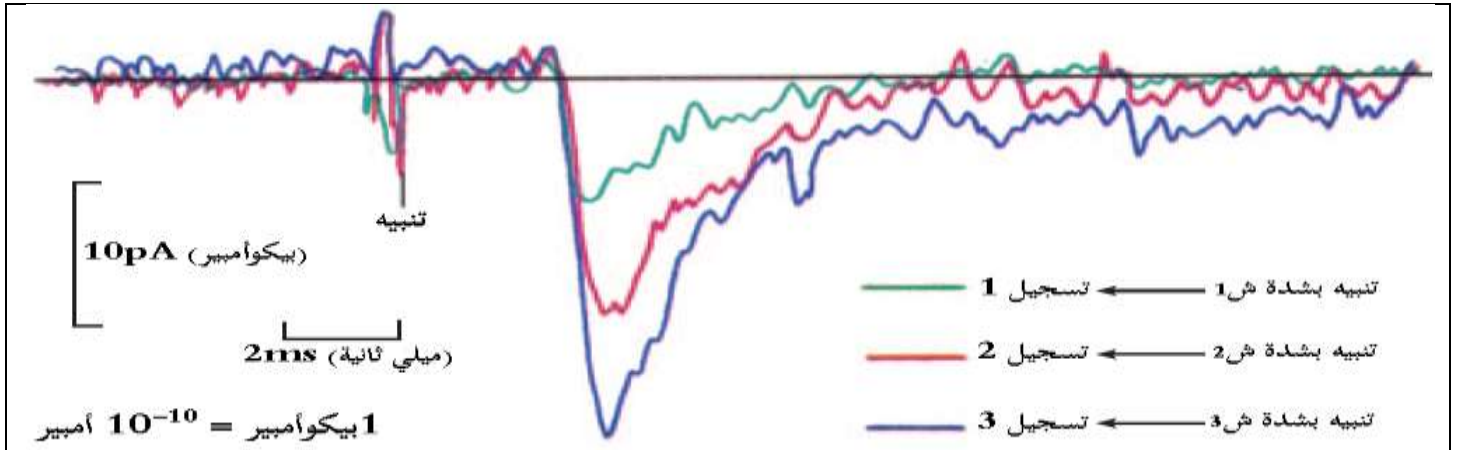
ومنه:

- يملك الغشاء بعد مشبكي مُستقبلات من طبيعة بروتينية للأستيل كولين.
- يتضمن مُستقبل الأستيل كولين موقعين لتثبيت الأستيل كولين وقناة فهو مُستقبل قنوي (الإينوفور).

## 2. آلية تأثير المبلغ العصبي (الأستيل كولين):

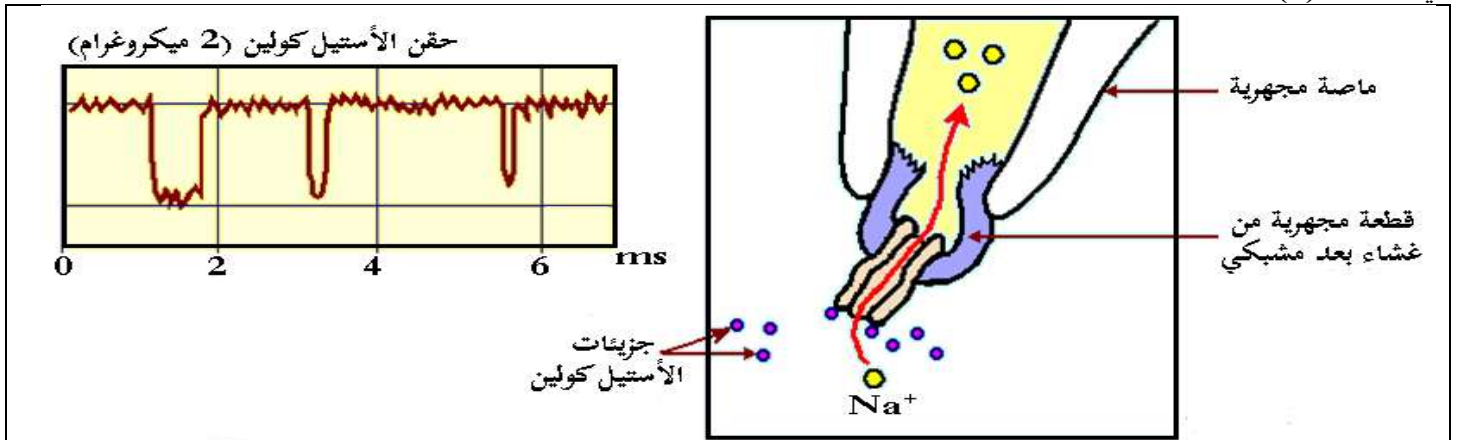
لتحديد آلية تأثير المبلغ العصبي (الأستيل كولين)، نُقترح عليك الدراسات التالية:

**تجربة 1:** تُمثل الوثيقة (4) تسجيلات التيارات المتولدة على مستوى جزء من الغشاء بعد المشبكي المعزول بتقنية Patch Clamp إثر تنبيه الغشاء قبل المشبكي بتنبيهات متزايدة الشدة، علماً أن حقن كميات متزايدة من الأستيل كولين في الشق المشبكي تُعطي نفس النتائج.



الوثيقة (4)

**تجربة 2:** تُعزل قطعة مجهرية لغشاء بعد مشبكي بتقنية Patch Clamp تضم قناة واحدة ويُحقن في الوسط 2 ميكروغرام من الأستيل كولين، حيث تسمح الماصة المجهرية الموصولة بجهاز التسجيل بتسجيل منحنيات، الشروط التجريبية ونتائجها مُوضحة في الوثيقة (5).

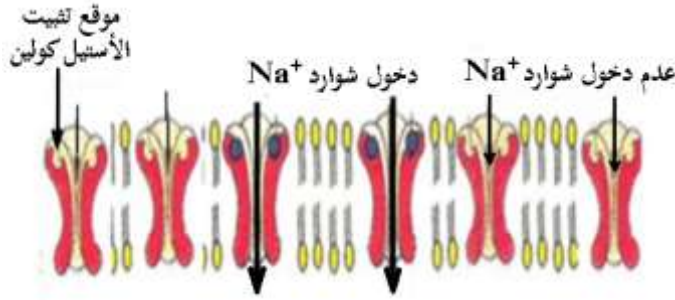


الوثيقة (5)

**تجربة 3:** يتم حقن كميات متزايدة من الأستيل كولين في الشق المشبكي وقياس الكمون الغشائي بعد مشبكي، الشروط التجريبية ونتائجها مُوضحة في الشكل (أ) من الوثيقة (6).

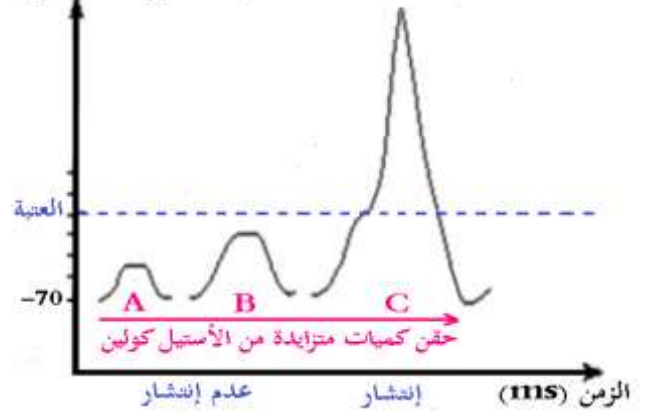
بينما الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيمثل رسماً تفسيريّاً لتوزيع القنوات المرتبطة بالكيمياء على مستوى قطعة غشائية من الغشاء بعد مشبكي.

## حقن الكمية A من الأسيتيل كولين



الشكل (ب)

## الكمون الغشائي بعد مشبكي (III)



الشكل (أ)

## الوثيقة (6)

تجربة 4: على مستوى المشبك الذي يُنشطه الأسيتيل كولين نُنجز الخطوات التجريبية الموضحة في الوثيقة (7).

التجربة	الشروط التجريبية	الناتج في الجهاز (ج)
1	تنبه الغشاء قبل مشبكي تنبيهها فعالاً	
2	نحقن في الشق المشبكي مادة <b>Pilocarpine</b> المُشطة لأنزيم الأسيتيل كولين إستراز، ثم تُنبه الغشاء قبل مشبكي تنبيهها فعالاً.	

## الوثيقة (7)

### التعليمة:

- اشرح آلية تأثير المبلغ العصبي الأسيتيل كولين بإستغلالك لمعطيات الوثائق (4)، (5)، (6) و (7).

### الإجابة:

شرح آلية تأثير المبلغ العصبي الأسيتيل كولين:

إستغلال الوثيقة (4): تمثل الوثيقة (4) تسجيلات التيارات المتولدة على مستوى جزء من الغشاء بعد المشبكي المعزول بتقنية Patch Clamp إثر تنبيه الغشاء قبل المشبكي بتنبيهات متزايدة الشدة أو حقن كميات متزايدة من الأسيتيل كولين في الشق المشبكي، حيث نلاحظ:

• تسجيل تيارات كهربائية تزداد سعتها ومدتها بزيادة شدة تنبيه الغشاء قبل المشبكي أو كمية الأسيتيل كولين المحقونة في الشق المشبكي.

الإستنتاج: يؤثر الأسيتيل كولين المحرّر من النهاية العصبية على الغشاء بعد مشبكي بتوليد تيارات كهربائية سعتها ومدتها تتعلق بكمية الأسيتيل كولين.

إستغلال الوثيقة (5): تمثل الوثيقة (5) نتائج تجريبية إثر حقن 2 ميكروغرام من الأسيتيل كولين في وسط به قطعة مجهرية لغشاء بعد مشبكي تضم قناة واحدة، حيث نلاحظ:

• تثبت الأسيتيل كولين على موقعه بالمستقبل القنوي أدى إلى إنفتاح القناة المركزية لتسمح بتدفق شوارد  $Na^+$  عبرها من الوسط الخارجي إلى داخل الماصة وتسجيل تيارات (نبضات) كهربائية.

الإستنتاج: إن مصدر النبضات الكهربائية الناتجة عن حقن الأسيتيل كولين هو التدفق الداخلي لشوارد  $Na^+$ .

ملاحظة: تدعى القنوات الغشائية التي يتحكم في إنفتاحها المبلغ العصبي بالقنوات المُبوبة كيميائياً، القنوات المرتبطة بالكيمياء، القنوات الكيميائية.



### إستغلال الوثيقة (6):

يمثل الشكل (أ) تسجيل تغير الكمون الغشائي بعد مشبكي بدلالة كمية الأستيل كولين المحقونة في الشق المشبكي، حيث نلاحظ:  
عند حقن كمية قليلة من الأستيل كولين (الكمية A أو الكمية B) في الشق المشبكي: تُسجل كمون بعد مشبكي تنبهي (= PPSE زوال إستقطاب) ولكن بسعة ضعيفة ومتزايدة بزيادة كمية الأستيل كولين، حيث لا تبلغ سعة الـ PPSE عتبة توليد كمون عمل.

عند حقن كمية كبيرة من الأستيل كولين (الكمية C) في الشق المشبكي: تُسجل PPSE بسعة أكبر تبلغ عتبة توليد كمون عمل.

الإستنتاج: تصل سعة الـ PPSE عتبة توليد كمون عمل إذا توفرت كمية كافية من الأستيل كولين في الشق المشبكي.

يمثل الشكل (ب) رسم تفسيري لتوزيع القنوات المرتبطة بالكيمياء على مستوى قطعة غشائية من الغشاء بعد مشبكي، حيث نلاحظ:

أن تثبت الأستيل كولين على مستقبلاته القنوية في الغشاء بعد مشبكي يؤدي إلى إنفتاح القنوات الكيميائية (قنوات  $Na^+$  المرتبطة بالكيمياء) التي تسمح بتدفق شوارد  $Na^+$  من الشق المشبكي إلى هيولى الخلية بعد مشبكية وفق تدرج التركيز متنسبة في زوال إستقطاب الغشاء بعد مشبكي (PPSE).

الإستنتاج: كمية الأستيل كولين المحررة في الشق المشبكي تُحدّد عدد القنوات الكيميائية المفتوحة في الغشاء بعد مشبكي والتي بدورها تُحدّد كمية شوارد  $Na^+$  المتدفقة (التيارات الأيونية) التي تعبر الغشاء وبالتالي سعة الـ PPSE.

إستغلال الوثيقة (7): تمثل الوثيقة (7) جدول نتائج حقن مادة Pilocarpine (المنشطة لإنزيم الأستيل كولين إستراز) في الشق المشبكي وفي غيابها (الحالة الطبيعية)، حيث نلاحظ:

في الحالة الطبيعية: عند تنبيه الغشاء قبل مشبكي نسجل تواتر كمون عمل واحد في غشاء الليف العصبي للخلية بعد مشبكية.

في وجود مادة Pilocarpine: عند تنبيه الغشاء قبل مشبكي نسجل سلسلة تواترات كمونات عمل في غشاء الليف العصبي للخلية بعد مشبكية.

الإستنتاج: يفقد المبلغ العصبي (الأستيل كولين) نشاطه (فعاليته) نتيجة الإماهة الإنزيمية بواسطة إنزيم أستيل كولين إستراز فهو مؤقت حيث يتفكك إلى كولين يعاد امتصاصه من طرف الخلية قبل مشبكية واسيتات ومنه:

- يعود زوال إستقطاب الغشاء بعد مشبكي في مستوى المشبك إلى إنفتاح قنوات  $Na^+$  المرتبطة بالكيمياء نتيجة تثبت المبلغ العصبي (الأستيل كولين) على المستقبلات الخاصة به في الغشاء بعد مشبكي (مستقبلات قنوية).
- تتوقف سعة زوال إستقطاب الغشاء بعد المشبكي على عدد المستقبلات القنوية المفتوحة خلال زمن معيّن.
- تصل سعة الـ PPSE عتبة توليد كمون عمل إذا توفرت كمية كافية من الأستيل كولين في الشق المشبكي.
- يفقد المبلغ العصبي (الأستيل كولين) نشاطه (فعاليته) نتيجة الإماهة الإنزيمية

### 3. الانتقال من التشفير الكهربائي إلى التشفير الكيميائي للرسائل العصبية:

تؤدي الرسائل العصبية المشفرة على مستوى العنصر قبل المشبكي بتواتر كمونات العمل (تشفير كهربائي) إلى تغير في كمية المبلغ العصبي المحررة على مستوى المشبك تشفير بتراكيز المبلغ الكيميائي (تشفير كيميائي) الذي يتسبب في توليد رسائل عصبية بعد مشبكية مشفرة بتواتر كمونات العمل (تشفير كهربائي)، فكيف يتغير نمط تشفير الرسالة العصبية على مستوى المشبك؟

للإجابة على المشكلة المطروحة، نُقدّم عليك الدراسات التالية:

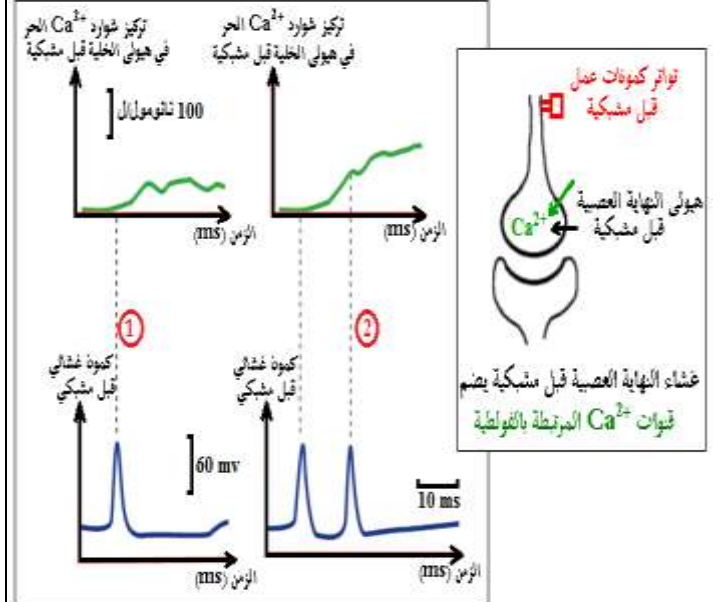
تجربة: تسمح تقنية خاصة بإستعمال التفلور بدراسة تغيرات تركيز شوارد الكالسيوم ( $Ca^{2+}$ ) في هيولى النهاية العصبية قبل المشبكية بدلالة تواتر كمونات العمل قبل المشبكية، النتائج المحصل عليها موضحة في الشكل (أ) من الوثيقة (8).

بينما الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيُمثل صور بالمجهر الإلكتروني توضح كمية المبلغ العصبي المحررة في الشق المشبكي بدلال

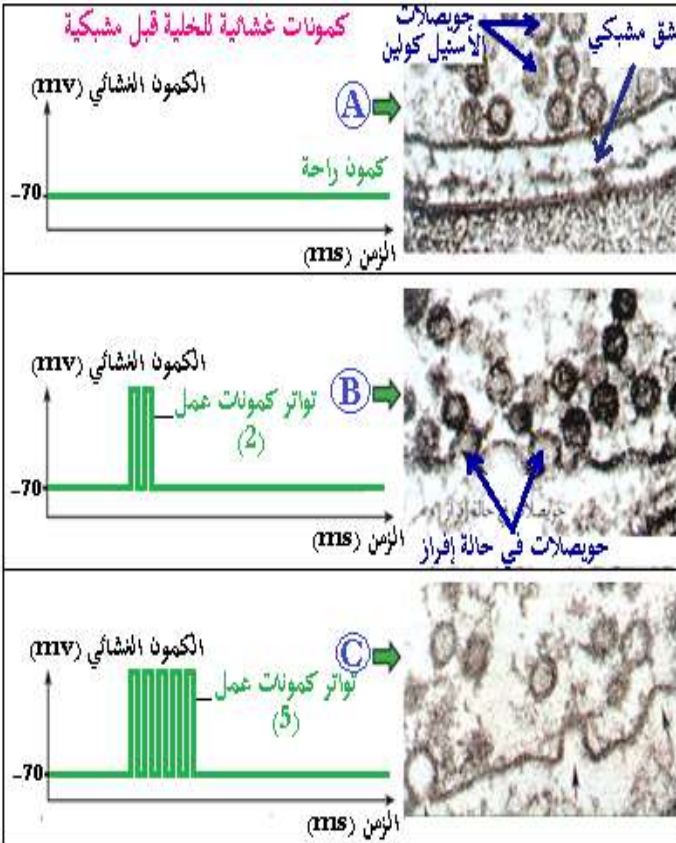
تجربة: تسمح تقنية خاصة بإستعمال التفلور بدراسة تغيرات تركيز شوارد الكالسيوم ( $Ca^{2+}$ ) في هيولى النهاية العصبية قبل المشبكية بدلالة تواتر كمونات العمل قبل المشبكية، النتائج المحصل عليها موضحة في الشكل (أ) من الوثيقة (8).

بينما الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيُمثل صور بالمجهر الإلكتروني توضح كمية المبلغ العصبي المحررة في الشق المشبكي بدلالة تواتر كمونات العمل قبل المشبكية.

**تجربة:** تسمح تقنية خاصة باستعمال التفلور بدراسة تغيرات تركيز شوارد الكالسيوم ( $Ca^{2+}$ ) في هيولى النهاية العصبية قبل المشبكية بدلالة تواتر كمونات العمل قبل المشبكية، النتائج المحصل عليها موضحة في الشكل (أ) من الوثيقة (8).  
بينما الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيمثل صور بالمجهر الإلكتروني توضح كمية المبلغ العصبي المحررة في الشق المشبكي بدلالة تواتر كمونات العمل قبل المشبكية تواتر كمونات العمل قبل المشبكية.



الشكل (أ)



الشكل (ب)

الوثيقة (8)

**التعليمة:**

- وضح كيفية الانتقال من التشفير الكهربائي إلى التشفير الكيميائي للرسائل العصبية باستغلالك لمعطيات الوثيقة (8).

**الإجابة:**

توضيح كيفية الانتقال من التشفير الكهربائي إلى التشفير الكيميائي للرسائل العصبية:  
استغلال الوثيقة (8):

يُمثل الشكل (أ) منحنيات تغيرات تركيز شوارد الكالسيوم في هيولى النهاية العصبية قبل المشبكية بدلالة تواتر كمونات العمل قبل المشبكية، حيث نلاحظ:

- عند تسجيل كمون عمل قبل مشبكي واحد: يكون تركيز شوارد الكالسيوم في هيولى الخلية قبل المشبكية بكمية صغيرة أقل من 100 نانومول/ل دلالته على دخوله عبر القنوات الموبو كهربائياً لكن بكمية قليلة
- عند تسجيل كموني عمل قبل مشبكيين: يُصبح تركيز شوارد الكالسيوم في هيولى الخلية قبل المشبكية بكمية كبيرة أكبر من 100 نانومول/ل دلالته على دخوله عبر القنوات الموبو كهربائياً لكن بكمية كبيرة

**الاستنتاج:** يتسبب وصول كمون العمل إلى النهاية العصبية قبل مشبكية في إنفتاح قنوات  $Ca^{2+}$  المرتبطة بالفولطية التي تسمح بدخول شوارد  $Ca^{2+}$  في هيولى الخلية قبل مشبكية، كما أن تركيز شوارد  $Ca^{2+}$  في هيولى قبل المشبكية مرتبط بتواتر (عدد) كمونات العمل في الغشاء قبل المشبكي.

يُمثل الشكل (ب) صور بالمجهر الإلكتروني توضح كمية المبلغ العصبي المحررة في الشق المشبكي بدلالة تواتر كمونات العمل قبل المشبكية، حيث نلاحظ:

- في حالة الراحة (في غياب أي كمون عمل قبل مشبكي): عدم تحرير المبلغ العصبي (الأستيل كولين) الموجود في الحويصلات المشبكية في الشق المشبكي.
- في وجود 2 تواتر كمونات العمل قبل المشبكية: تحرير الأستيل كولين في الشق المشبكي بكمية صغيرة.
- في وجود 5 تواتر كمونات العمل قبل المشبكية: تحرير الأستيل كولين في الشق المشبكي بكمية كبيرة.
- أي أنه كلما زادت تواترات كمونات العمل في الخلية قبل مشبكية زادت كمية الأستيل كولين المفرزة في الشق المشبكي.
- حيث أن حقن كمية من الشوارد  $Ca^{2+}$  في هيولى الخلية قبل المشبكية: يؤدي إلى تحرير كمية من المبلغ العصبي.

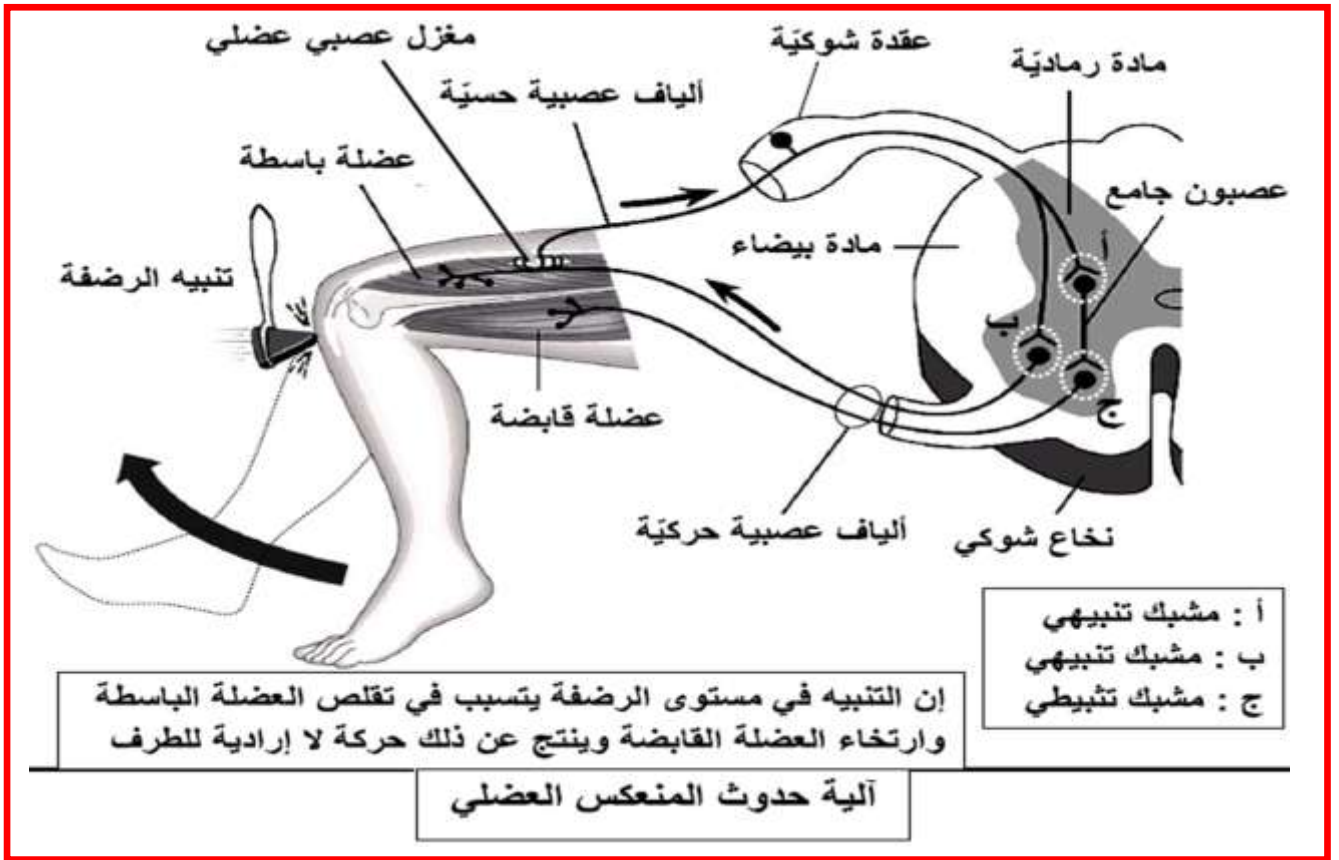
**الإستنتاج:** إن تواتر كمونات العمل للخلية قبل المشبكية يتحكم في كمية  $Ca^{++}$  المتدفقة في هبولى النهاية قبل مشبكية والتي تتحكم بدورها في كمية المبلغ العصبي المحرر في الشق المشبكي.

ومنه:

- تؤدي الرسائل العصبية المشفرة على مستوى العنصر قبل المشبكي بتواتر كمونات العمل إلى تغير في كمية المبلغ العصبي المحررة على مستوى المشبك (تشفير بتركيز المبلغ الكيميائي) الذي يتسبب في توليد رسائل عصبية بعد مشبكية مشفرة بتواتر كمونات العمل.
- يتسبب وصول كمون العمل في مستوى نهاية العصبون قبل مشبكي في إنفتاح قنوات  $Ca^{2+}$  المرتبطة بالفولطية.
- يتسبب دخول  $Ca^{2+}$  في العنصر قبل مشبكي في تحرير المبلغ الأستيل كولين عن طريق الإطراح الخلوي.
- يضمن الكالسيوم الانتقال من نمط من التشفير إلى نمط آخر.

### تذكير بالمكتسبات حول الادمج العصبي :

- بناء على مكتسباتك من السنة 2 ثانوي والوثيقة المرافقة حدد دور العصبون الجامع أثناء منعكس عضلي.



**دور العصبون الجامع:** هو تثبيط مرور الرسالة العصبية إلى العصبون الحركي للعضلة القابضة للساق مما يسمح بالتنسيق في عمل العضلات المتضادة حيث تتقلص العضلة الباسطة التي تُبه وترها وتسترخي العضلة القابضة (في حالة المنعكس الرضفي).

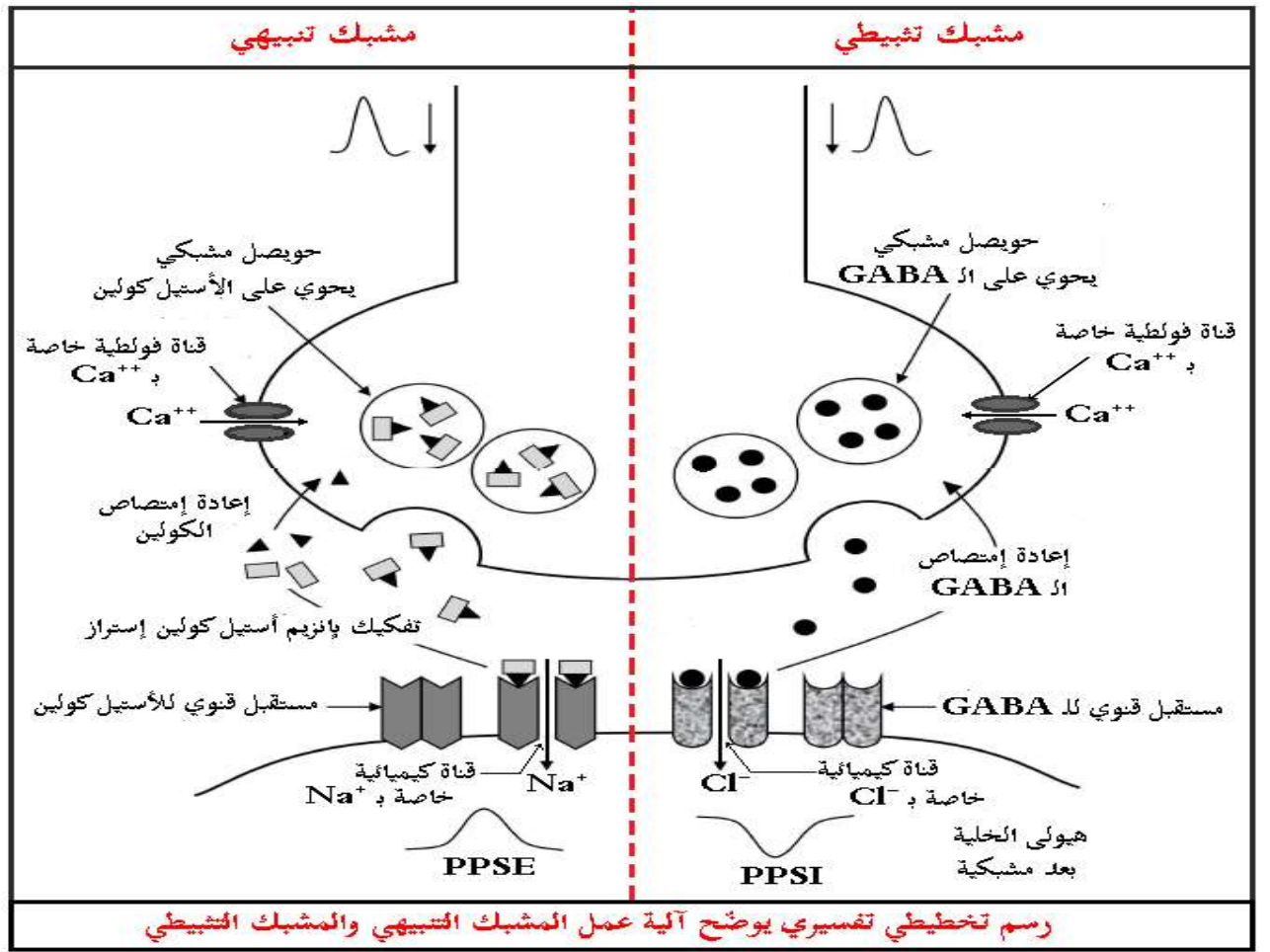
### آلية عمل المشابك التثبيطية (المشابك المثبطة):

تتمثل آلية عمل المشابك التثبيطية في:

- يؤدي وصول كمون العمل قبل مشبكي إلى النهاية المحورية قبل المشبكية للمشبك التثبيطي إلى تحرير المبلغ العصبي الكيميائي GABA في الشق المشبكي والذي يتثبت على مستقبلاته القنوية الخاصة به مما يؤدي إلى إنفتاح قنوات  $Cl^-$  المرتبطة بالكيمياء التي تسمح بدخول شوارد الكلور  $Cl^-$  إلى هبولى الخلية بعد مشبكية مُحَدِّثَةً فرط في إستقطاب غشاء الخلية بعد المشبكية (كمون بعد مشبكي تثبيطي PPSI) لا يسمح بانتشار الرسالة العصبية في الخلية بعد مشبكية وبالتالي تسجيل كمون راحة.

المستقبلات القنوية التي تُنشط بالـ GABA لها وظيفة تثبيطية.





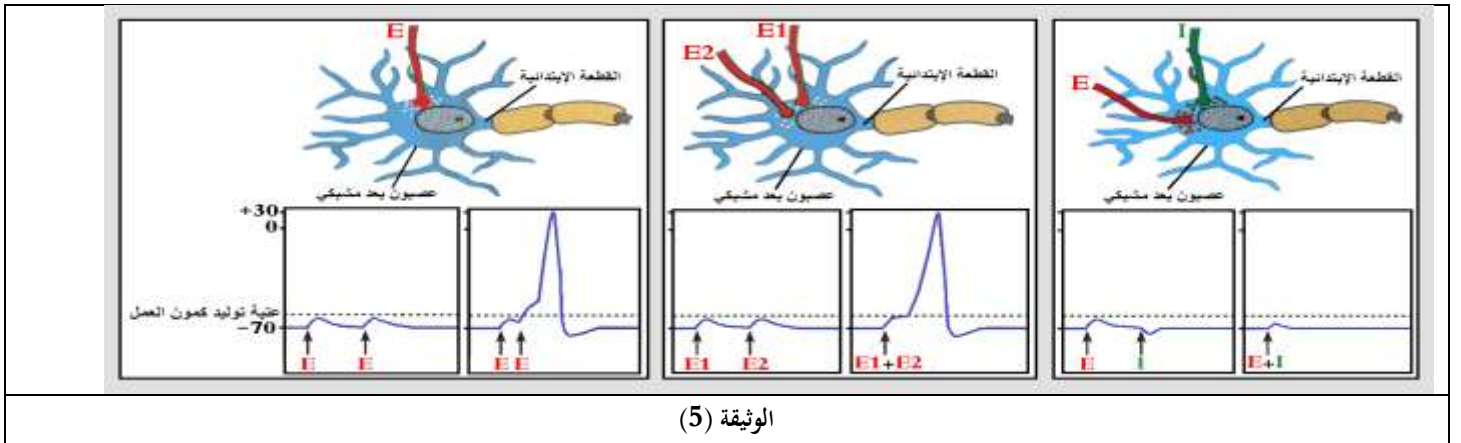
### آلية إدماج المعلومة العصبية على مستوى العصبون بعد مشبكي:

لإستخراج آلية إدماج المعلومة العصبية على مستوى العصبون بعد مشبكي، تُقترح عليك الدراسات التالية:

تمثل **الوثيقة (5)** تسجيلات تم الحصول عليها على مستوى القطعة الابتدائية SI للعصبون المحرك بعد مشبكي إثر تنبيه نهايات عصبية قبل مشبكية.

لإستخراج آلية إدماج المعلومة العصبية على مستوى العصبون بعد مشبكي، تُقترح عليك الدراسات التالية:

تمثل **الوثيقة (5)** تسجيلات تم الحصول عليها على مستوى القطعة الابتدائية SI للعصبون المحرك بعد مشبكي إثر تنبيه نهايات عصبية قبل مشبكية.



- بيّن كيف يعمل العصبون المحرك على دمج الكمونات الواردة إليه (آلية الإدماج العصبي) وذلك باستغلالك للوثيقة (5).

## تبيان كيفية عمل العصبون المحرك على دمج الكمونات الواردة إليه (آلية الإدماج العصبي):

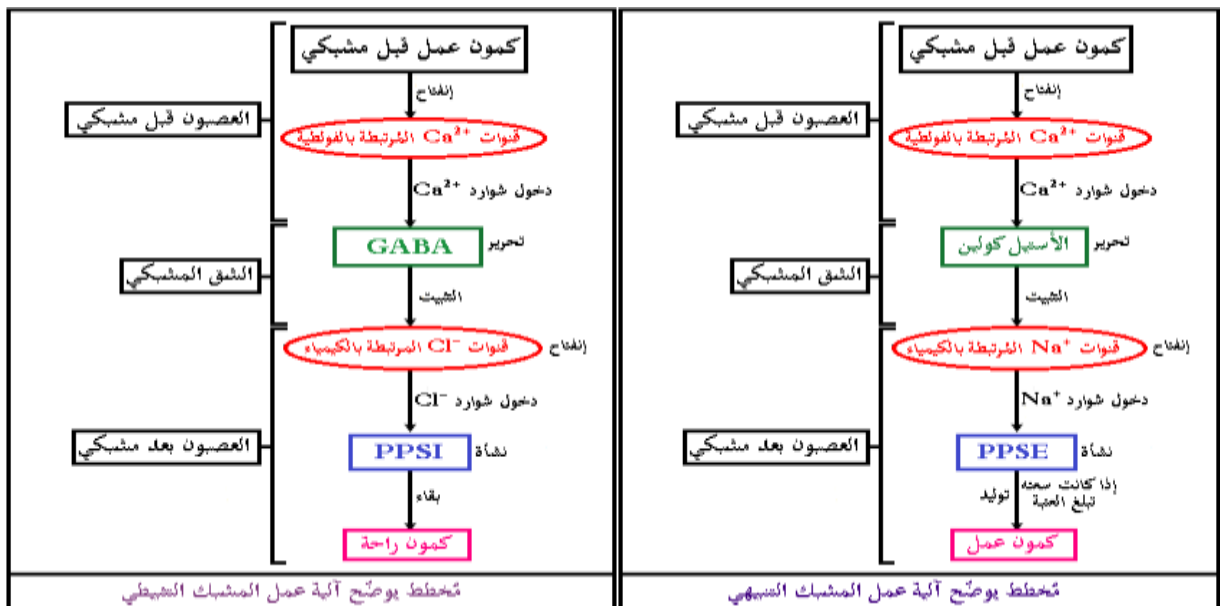
**إستغلال الوثيقة (5):** تمثل الوثيقة (5) تسجيلات تم الحصول عليها على مستوى القطعة الابتدائية SI لعصبون بعد مشبكي إثر تنبيه نهايات عصبية قبل مشبكية، حيث نلاحظ:

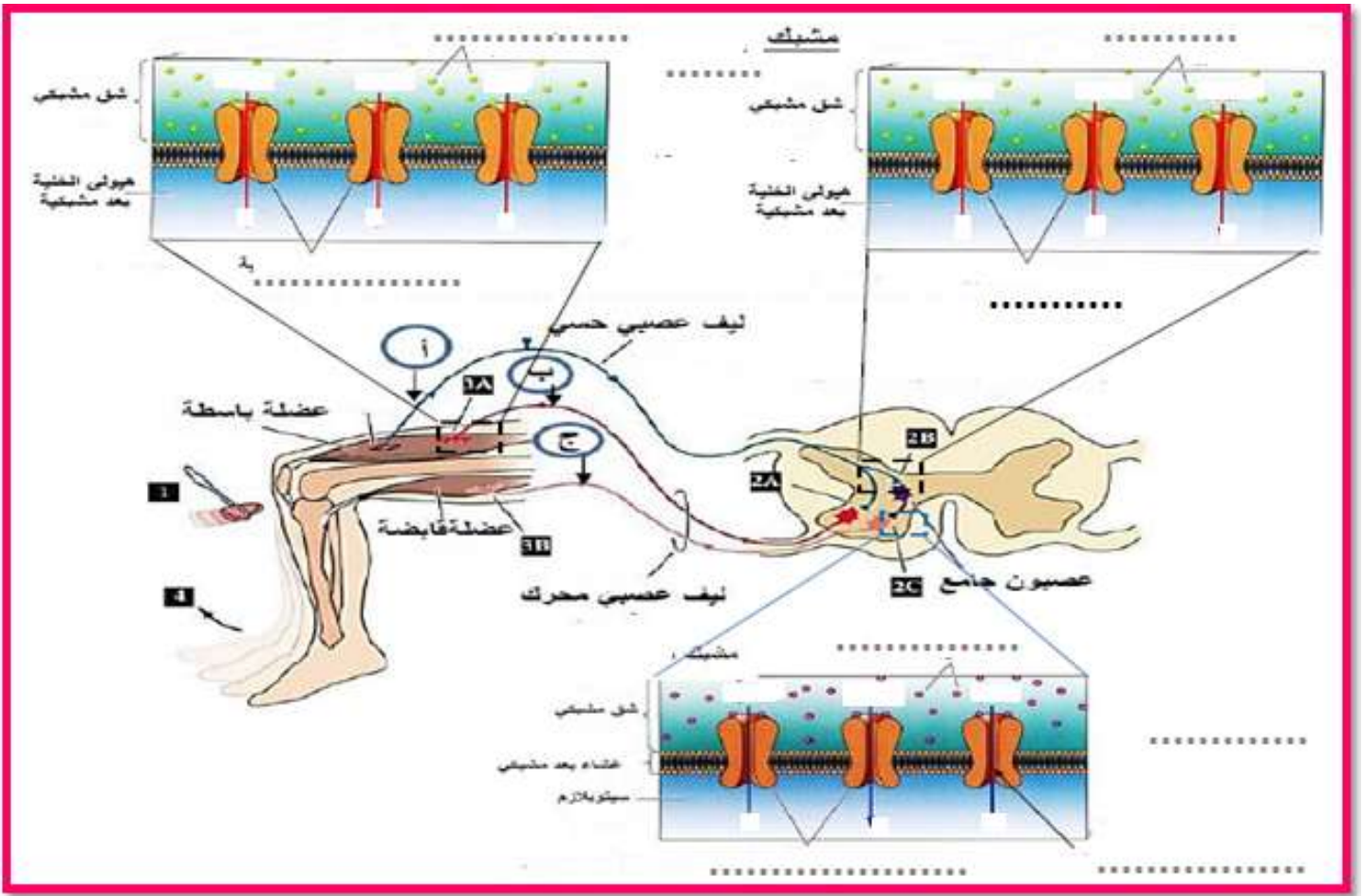
- في حالة تنبيه النهاية العصبية E تنبيهين متباعدين زمنيًا: تسجيل على مستوى القطعة الابتدائية PPSE 2 سعتهما دون العتبة وعدم تسجيل كمون عمل، دليل على أن العصبون بعد المشبكي لم يقم بتجميع (دمج) الكمونات بعد مشبكية.
- في حالة تنبيه النهاية العصبية E تنبيهين متقاربين زمنيًا: تسجيل على مستوى القطعة الابتدائية PPSE سعتة تفوق العتبة أدى إلى تسجيل كمون عمل، دليل على أن العصبون بعد مشبكي قام بتجميع (دمج) الكمونات بعد مشبكية فكانت محصلة الإدماج (PPSE+PPSE=PPSE) تفوق العتبة أدت إلى توليد كمون عمل (تجميع زمني).
- في حالة تنبيه النهايتين العصبيتين E1 و E2 تنبيهين متباعدين زمنيًا: تسجيل على مستوى القطعة الابتدائية PPSE 2 سعتهما دون العتبة وعدم تسجيل كمون عمل، دليل على أن العصبون بعد المشبكي لم يقم بتجميع (دمج) الكمونات بعد مشبكية.
- في حالة تنبيه النهايتين العصبيتين E1 و E2 تنبيهين في نفس الوقت: تسجيل على مستوى القطعة الابتدائية PPSE سعتة تفوق العتبة أدى إلى تسجيل كمون عمل، دليل على أن العصبون بعد مشبكي قام بتجميع (دمج) الكمونات بعد مشبكية فكانت محصلة الإدماج (PPSE+PPSE=PPSE) تفوق العتبة أدت إلى توليد كمون عمل (تجميع فضائي).
- في حالة تنبيه النهايتين العصبيتين E و I تنبيهين متباعدين زمنيًا: تسجيل على مستوى القطعة الابتدائية PPSE سعتة دون العتبة (ناتج عن تنبيه النهاية العصبية E) و PPSI (ناتج عن تنبيه النهاية العصبية I) وعدم تسجيل كمون عمل، دليل على أن العصبون بعد المشبكي لم يقم بتجميع (دمج) الكمونات بعد مشبكية.
- في حالة تنبيه النهايتين العصبيتين E و I تنبيهين في نفس الوقت: تسجيل على مستوى القطعة الابتدائية PPSE سعتة دون العتبة وعدم تسجيل كمون عمل، دليل على أن العصبون بعد المشبكي قام بتجميع (دمج) الكمونات بعد مشبكية فكانت محصلة الإدماج (PPSE+PPSI=PPSE) أقل من العتبة لا تؤدي إلى توليد كمون عمل، بحيث PPSI خفض من سعة PPSE (تجميع فضائي).

### الإستنتاج:

- يُدمج العصبون بعد مشبكي مختلف الكمونات بعد مشبكية وذلك بعملية تجميع يكون:
  - ~ إما **تجميع زمني**، إذا وصلت مجموعة من كمونات العمل **المتقاربة** من **نفس الليف** قبل مشبكي.
  - ~ إما **تجميع فضائي**، إذا كانت الكمونات قبل مشبكية مصدرها **مجموعة من النهايات العصبية** والتي **تصل في الوقت نفسه** بمشبك العصبون بعد المشبكي.
  - يتولد **زوال إستقطاب الغشاء بعد مشبكي** بمعنى **تولد كمون عمل** في العنصر بعد مشبكي، إذا بلغ مجمل الكمونات التنبيهية والتثبيطية عتبة توليد كمون العمل، وعلى عكس ذلك يبقى العصبون في حالة راحة.
  - ~ إذا كانت (PPSE+PPSI) **تبلغ أو تفوق** عتبة توليد كمون العمل، **يتولد كمون عمل وينتشر**.
  - ~ وإذا كانت (PPSE+PPSI) **أقل** من عتبة توليد كمون العمل، **لا يتولد كمون عمل**.
- ملاحظة:** يتمثل تأثير العصبونات قبل مشبكية على العصبون المحرك بعد مشبكي في:

العصبونات E، E1 و E2 عصبونات مُنبهة للعصبون المحرك بعد مشبكي.  
العصبون I عصبون مُثبط للعصبون المحرك بعد مشبكي.





**رسم تخطيطي وظيفي لمنعكس العضلي على المستوى الجزئي و الشاردي**

### تأثير المخدرات على المشبك :

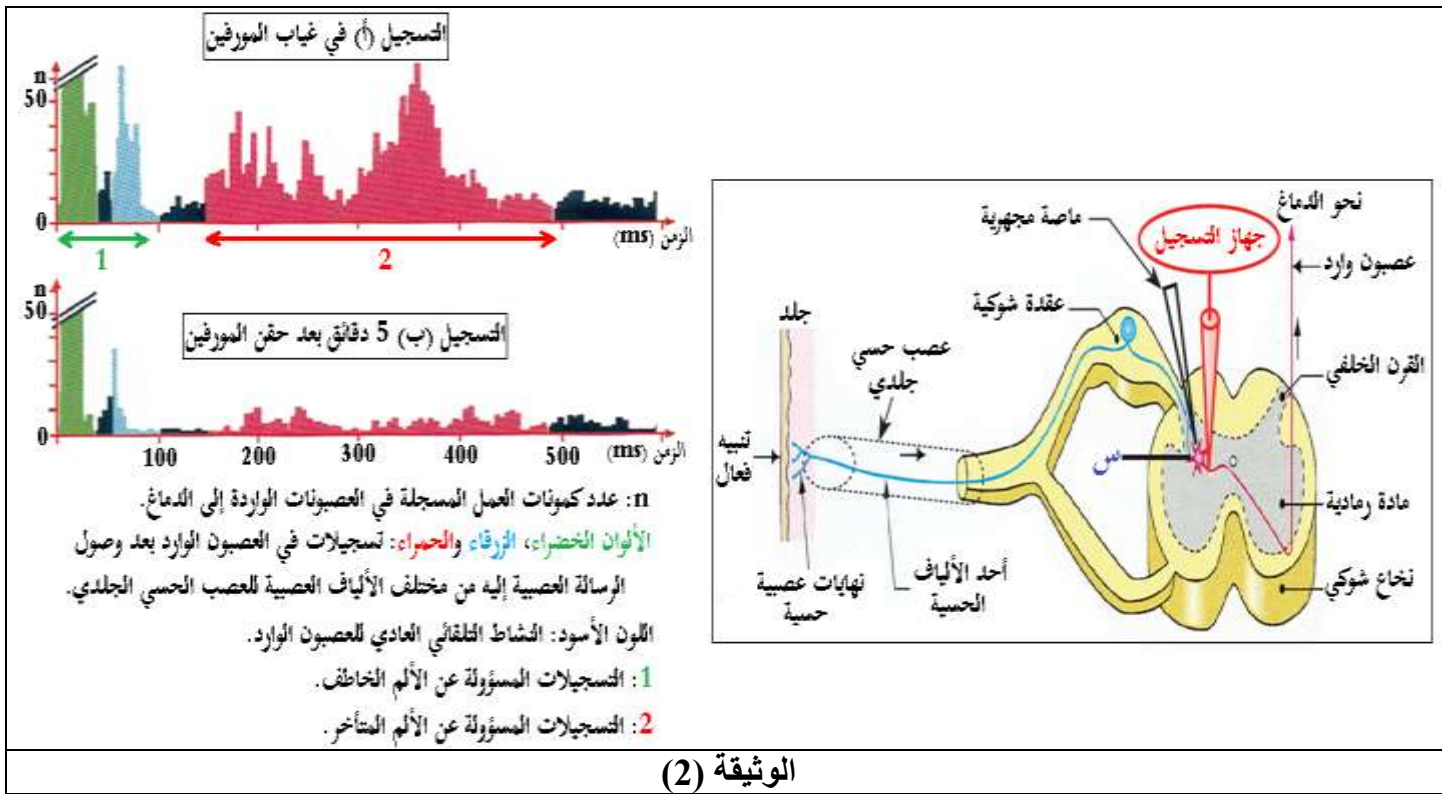
التصنيف	امثلة	التأثيرات
مسببات الانهيار للجهاز العصبي المركزي	الكحول - المنومات - المهدئات - الادوية المهلوسة - المسكنات (المورفين. العفيون. الهيروين).	- تعطل عمل الجملة العصبية. - تسبب التبعية البدنية و يمكن ان تسبب تراكيزها القوية عواقب خطيرة على الصحة.
منبهات عمل الجهاز العصبي	- المنبهات الضعيفة (قهوة. التبغ) - المنبهات القوية (الامفيتامين. الاكستازي. الكوكايين). الكراتك. ادوية مضادة للانهيار العصبي).	تؤدي عادة للتبعية و يمكن ان تسبب على المدى البعيد اضطرابات في الشخصية او انهيارا عصبيا خطيرا.
مسببات اضطراب عمل الجهاز العصبي	الحشيش. الماريخوانا. الكيتامين. المذيبات العضوية (الاثير. الغراء)	- تحدث اضطرابا في ادراك الواقع و يمكن على المدى البعيد ان تحدث تغيرا مستداما في شخصية مستهلكها. - انخفاض القدرات الفكرية. - غياب الدافعية.

الوثيقة 23

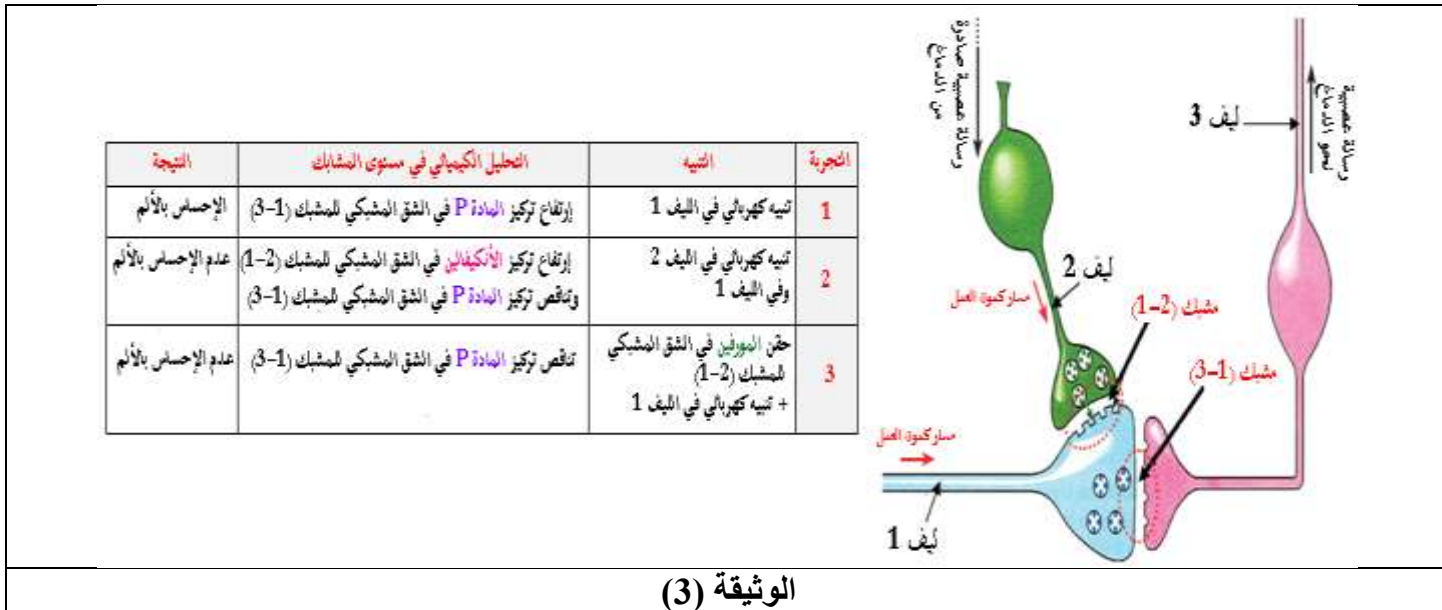
### آلية تأثير المورفين على عمل المشبك:

لإستخراج تأثير المورفين على عمل المشبك وآلية تأثيره، تُقترح عليك الدراسات التالية:  
تمثل الوثيقة (2) رسماً تخطيطياً للتركيب التجريبي الذي يسمح بدراسة العناصر المتدخلة في الإحساس بالألم إلى جانب نتائج تجريبية متحصل عليها على مستوى العصبون الوارد إلى الدماغ، بحيث:  
التسجيل (أ): تم الحصول عليه بعد تنبيه قوي في الجلد أدى إلى إحساس بألم خاطف متبوع بألم متأخر ولفترة أطول.  
التسجيل (ب): تم الحصول عليه بعد نفس التنبيه السابق لكن بعد حقن مادة المورفين في المنطقة (س).

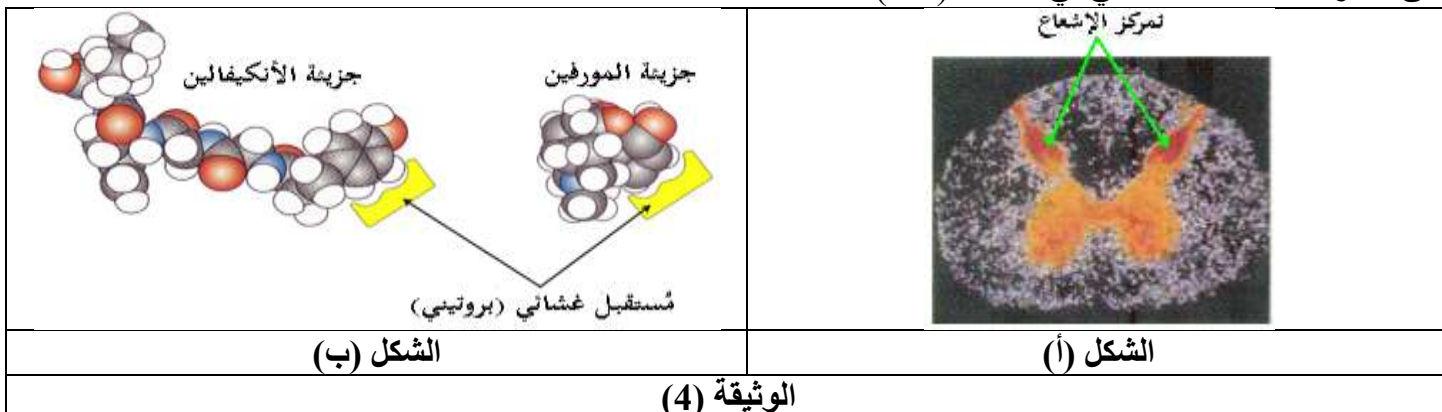




تمثل **الوثيقة (3)** رسمًا تخطيطيًا للبنات المتواجدة على مستوى المنطقة (س) من الوثيقة (2) إلى جانب نتائج تجريبية لتنبيهات أجريت على مختلف الألياف العصبية.



سمحت نتائج تجريبية تم فيها حقن حيوانات مخبرية بالمورفين المشع ثم إنجاز مقاطع عرضية على مستوى النخاع الشوكي وتعامل بتقنية التصوير الإشعاعي الذاتي حيث شدة اللون تدل على شدة تركز الإشعاع من الحصول على **الشكل (أ) من الوثيقة (4)**، بينما **الشكل (ب) من نفس الوثيقة** فيمثل صور تركيبية للشكل الفراغي لكل من جزيئة المورفين وجزيئة الأنيكفالين وطريقة ارتباطهما على مستوى الغشاء بعد مشبكي في المشبك (1-2).



## التعليمات:

إقترح فرضية حول آلية تأثير المورفين وذلك باستغلالك للوثيقة (2).  
بيّن آلية تأثير المورفين مُصادفًا على صحة الفرضية المقترحة وذلك باستغلالك للوثقتين (3) و(4).  
الإجابة:

### 1. إقترح فرضية حول آلية تأثير المورفين:

**إستغلال الوثيقة (2):** تمثل الوثيقة (2) رسم تخطيطي للتركيب التجريبي الذي يسمح بدراسة العناصر المتدخلة في الإحساس بالألم إلى جانب نتائج تجريبية متحصل عليها على مستوى العصبون الوارد إلى الدماغ، حيث نلاحظ:  
**التسجيل (أ) في غياب المورفين:** زيادة عدد كمونات العمل المسجلة في العصبونات الواردة إلى الدماغ والخاصة بالإحساس بالألم الخاطف (بالأخضر) والألم المتأخر (بالأحمر) كما يتزايد النشاط التلقائي العادي للعصبون الوارد.  
**التسجيل (ب) بعد حقن المورفين في المنطقة (س):** تناقص عدد الكمونات العمل المسجلة في العصبونات الواردة إلى الدماغ والخاصة بالإحساس بالألم الخاطف والألم المتأخر كما يتناقص النشاط التلقائي العادي للعصبون الوارد.  
**الاستنتاج:** المورفين يمنع حدوث الإحساس بالألم فهو يعمل على إلغاء كمونات العمل الصادرة من مكان الألم والواردة إلى الدماغ.

## ومنه:

**الفرضية المقترحة هي:** أن المورفين يُثبط (يمنع) تحرير المبلغ العصبي في الشق المشبكي للمشبك المسؤول عن نقل الرسالة العصبية الحسية المسؤولة عن الألم إلى الدماغ.

### 2. تبيان آلية تأثير المورفين والمصادقة على صحة الفرضية:

**إستغلال الوثيقة (3):** تمثل الوثيقة (3) رسم تخطيطي للبنيات المتواجدة على مستوى المنطقة (س) إلى جانب نتائج تجريبية لتنبيهات أجريت على مختلف الألياف العصبية، حيث نلاحظ:  
**في التجربة 1 (عند تنبيه الليف العصبي الحسي 1):** إرتفاع تركيز المادة P في الشق المشبكي للمشبك (1-3) والإحساس بالألم.  
**في التجربة 2 (عند تنبيه الليفين العصبيين 1 و2):** إرتفاع تركيز مادة الأنكيفالين في الشق المشبكي للمشبك (1-2) وتناقص تركيز المادة P في الشق المشبكي للمشبك (1-3) وعدم الإحساس بالألم .  
**من مقارنة نتائج التجربة 2 مع نتائج التجربة 1 يتبين أن:** المشبك (1-2) مشبك تثبيطي مُبلّغه العصبي هو الأنكيفالين الذي يُثبط عمل المشبك التنبيهي (1-3) الذي مُبلّغه العصبي هو المادة P المسؤولة عن الإحساس بالألم (يمنع إفراز المادة P).  
**في التجربة 3 (عند حقن المورفين في الشق المشبكي للمشبك (1-2) مع تنبيه الليف العصبي 1:** تناقص تركيز المادة P في الشق المشبكي للمشبك (1-3) وعدم الإحساس بالألم.  
**من مقارنة نتائج التجربة 3 مع نتائج التجربة 2 يتبين أن:** للمورفين نفس تأثير الأنكيفالين

**الاستنتاج:** للمورفين نفس تأثير الأنكيفالين على مستوى المشبك التثبيطي (1-2) وذلك بمنع (تثبيط) تحرير المادة P المسؤولة عن الإحساس بالألم في الشق المشبكي للمشبك التنبيهي (1-3)، فهو يُقلل الإحساس بالألم.

### إستغلال الوثيقة (4):

يمثل الشكل (أ) نتائج التصوير الإشعاعي الذاتي لمقطع في النخاع الشوكي إثر حقن حيوان بالمورفين المشع، حيث نلاحظ:  
نلاحظ ظهور وتمركز الإشعاع بشدة عالية في منطقة القرن الخلفي للمادة الرمادية بالنخاع الشوكي، وهذا يدل على تأثير المورفين على هذه المنطقة وهي منطقة تموضع المشابك المدروسة سابقاً (المنطقة (س)).  
**الاستنتاج:** مقر تأثير المورفين هو القرن الخلفي للمادة الرمادية بالنخاع الشوكي.

يمثل الشكل (ب) صور تركيبية للشكل الفراغي لكل من جزيئة المورفين وجزيئة الأنكيفالين وطريقة إرتباطهما على مستوى الغشاء بعد مشبكي في المشبك (1-2)، حيث نلاحظ:  
وجود تشابه بنيوي بين جزيئة المورفين وجزيئة الأنكيفالين في الجزء الذي يتثبت على المستقبلات الغشائية للأنكيفالين.  
**الاستنتاج:** يتثبت المورفين على المستقبلات الغشائية للأنكيفالين.

## ومنه:

**تتمثل آلية تأثير المورفين على عمل المشبك في:**  
يتثبت المورفين على المستقبلات الغشائية للأنكيفالين في الغشاء بعد مشبكي (غشاء النهاية العصبية للعصبون الحسي 1) للمشبك التثبيطي (1-2) المتواجد في منطقة القرن الخلفي للمادة الرمادية بالنخاع الشوكي ويعمل على تثبيط عمل الأنكيفالين بتثبيط (يمنع) تحرير المادة P في الشق المشبكي للمشبك التنبيهي (1-3) وهذا ما يمنع توليد رسائل عصبية (كمونات عمل) في العصبون الوارد إلى

الدماغ وبالتالي **عدم تنبيهه** وهذا ما يجعل المورفين **مُسكن قوي للألم** ولذلك **يُستعمل في المجال الطبي للأشخاص الذين يعانون من الألم المزمن**.  
هذه النتائج تسمح بالمصادقة على **صحة الفرضية المقترحة سابقاً**.

## 1- إدمان المورفين:

**إدمان المورفين** هي حالة يتم فيها تعاطي وتناول مادة المورفين بشكل مفرط وغير طبيعي، حيث يتناول المصاب المركبات الحاوية على المورفين بشكل مستمر ويتحول لإدمان لا يمكن السيطرة عليه.  
يُحَقِّز **الإدمان** لدى المدمن الشعور **بالراحة المؤقتة** التي تعطيها هذه المركبات عند تناولها.  
يستخرج المورفين من نبات الخشخاش والاستخدام الأساسي له هو طبي، حيث يدخل في تركيب الأدوية المسكنة للألم ويتم وصف هذه الأدوية من قبل الأطباء بوصفات طبية وأشكال مختلفة كالحبوب أو الحقن أو غيرها.  
يعمل المورفين على **إيقاف الألم** عن طريق الارتباط بمجموعة من المستقبلات، وتوجد هذه المستقبلات في خلايا الدماغ والنخاع الشوكي والأمعاء، وعندما **يرتبط** المورفين مع هذه المستقبلات يسبب قطع في الطريق الناقل للألم وبالتالي إيقاف الألم، إضافة لإعطاء الشعور بالراحة والسعادة المفرطة وحدث استرخاء في العضلات وعدد ضربات القلب والتنفس. هذه التأثيرات كلها تحرض حدوث إدمان المورفين.

### ما هي تأثيرات إدمان المورفين؟

تشمل **التأثيرات الأساسية** للمورفين حالة مؤقتة من إيقاف الألم والخدر والرخاء في كل الجسم، إضافة لحالة من النشوة والسعادة المفرطة.

وهذه التأثيرات هي التي تجعل التوقف عن أخذ المورفين أمراً صعباً، وتسبب هذه الأمور حدوث الإدمان باليتين رئيسيتين، الآلية الأولى تدعى بالتعود أو الإدمان الجسدي (physical addiction) وهنا يعتاد الجسد ويطلب بأخذ المورفين نظراً لتأثيراته المريحة والمرخية والمزيلة للألم، ويصبح الجسد غير قادر على العمل بشكل طبيعي دون أخذ جرعة المورفين حتى إن ذلك قد يؤدي إلى الموت.

الآلية الثانية هي اعتماد وإدمان نفسي أو عقلي (mental addiction)، وهنا تحدث رغبة ملحة ذات منشأ نفسي لأخذ المورفين على الرغم من عدم الحاجة إليه عملياً لمعالجة أي ألم أو مشكلة، ولكن محرض هذه الرغبة والمطالبة بالمورفين هو الشعور بتأثيرات السعادة والنشوة النفسية التي يحدثها، وقد تدفع هذه الرغبة الشخص لفعل أي شيء ممكن وتعريض نفسه لأي خطر كان فقط للحصول على جرعة المورفين.

تحدث معظم حالات إدمان المورفين إما نتيجة افراط في جرعة الدواء أو الاستخدام الخاطئ له، حتى لو كان الخطأ بجرعات صغيرة، أو نتيجة الاستعمال غير القانوني للمخدرات والمورفين بعيداً عن الوصفات والحالات الطبية.

ومن مظاهر الإدمان على المورفين: زيادة مستمرة في الجرعة لأن الجسم يشكل ما يسمى بالتعود على المورفين ويطلب بزيادة الجرعة لإحداث التأثير نفسه.

عدم القدرة على إيقاف أو تقليل جرعة المورفين.

تتأثر حياة المدمن وتتعلل، كالتوقف عن العمل واضطراب العلاقات الاجتماعية.

تعب ونوم لفترات طويلة.

القيام بالأعمال غير الشرعية، وذلك للحصول على المال من أجل شراء المورفين.

**تعليمة:** حدد مخاطر الإدمان على المورفين و على المخدرات بصفة عامة.

**إجابة:**

الإدمان على المخدرات منها المورفين يجعل المدمن يشعر بعدم الرضا والألم في غيابها، والحاجة إلى كمية متزايدة منها تدريجياً، حتى يصبح غير قادر على التخلي عنها، مما قد يخرب بعض مناطقه العصبية ويتسبب ذلك في عدة اختلالات تصل إلى الموت.

**خلاصة:**

يمكن للنقل المشبكي أن يختل بتدخل العديد من الجزيئات الخارجية المستعملة إما لأغراض طبية أو لغيرها، إنها المخدرات يستخدم المورفين في المجال الطبي لعلاج كل من الألم الشديد الحاد والمزمن.

استخدام المورفين بشكل عشوائي ومفرط خارج نطاق التوجيه الطبي يتسبب في الإدمان الذي قد ينتهي بالموت كما تسبب مخدرات أخرى نتائج مماثلة.