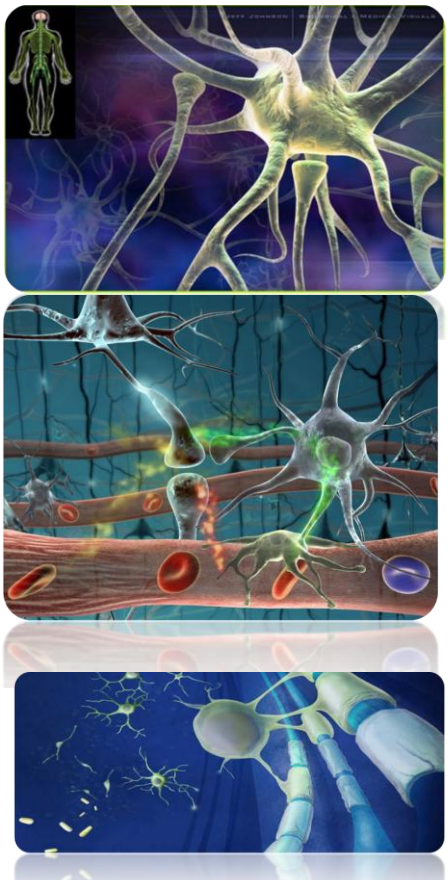
# التحضير الجيد لبكالوريا 2018

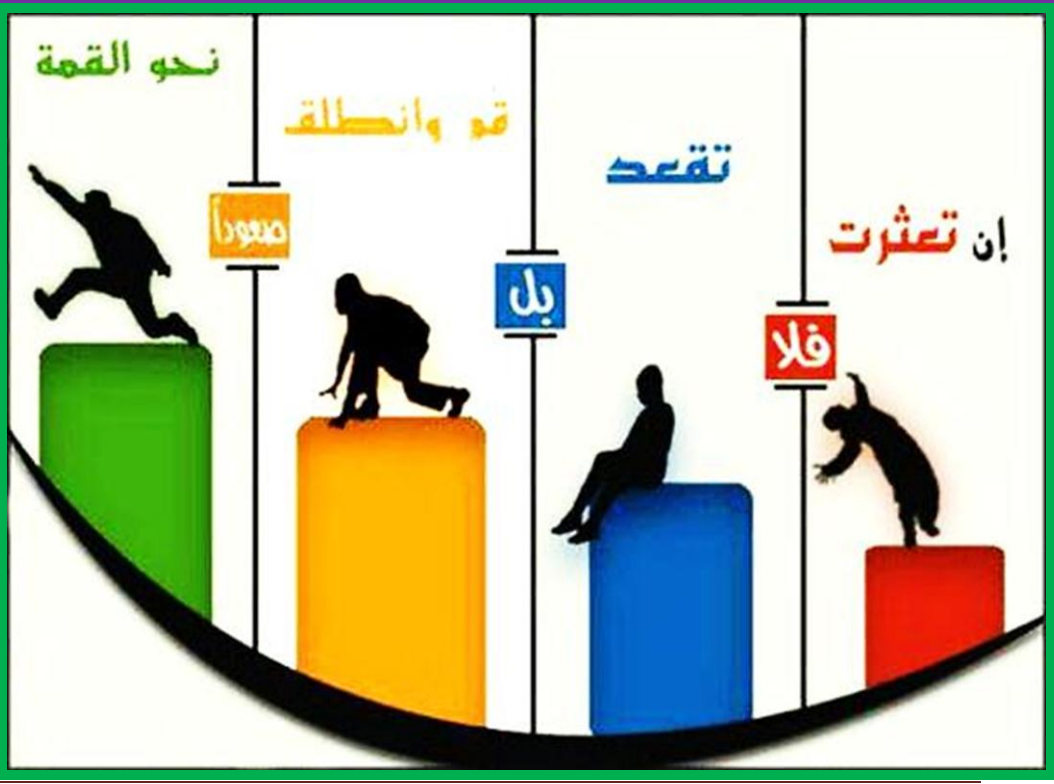


## مجلة المتفوق

### مادة علوم الطبيعة والحياة

**الوحدة5 : دور البروتينات في الاتصال العصبي**

العد 3 | 23 تمرين مع التصحيح | الاستاذ : بوالريش أحمد



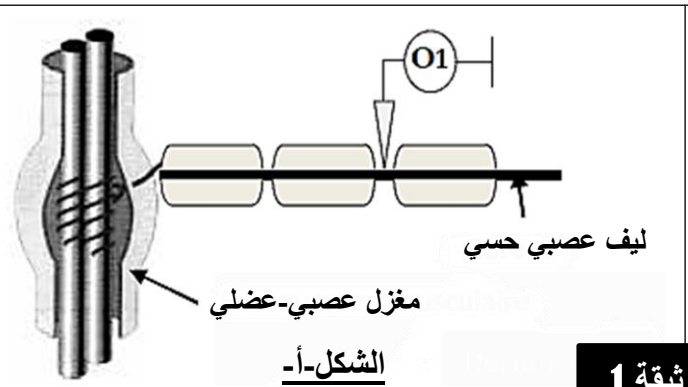



## التمرين الأول (التذكير بالمكتسبات) :

من أجل تحديد بعض خصائص الرسالة العصبية , نحقق التجارب التالية :

**التجربة1 :** باستخدام جهاز الاوسيلوسكوب $O_1$ يتم تسجيل قبل , أثناء وبعد شد المغزل العصبي العضلي (م.ع.ع)النشاط الكهربائي لليف العصبي الحسي (ل.ع.ح)

الشكل (أ) من الوثيقة1 يبين التركيب التجريبي المستعمل والشكل (ب) يلخص النتائج المحصل عليها.




الشكل-أ-

| حالة الـ م.ع.ع | طول الـ م.ع.ع (mm) | ترددات كمون العمل على مستوى $O_1$ |
|---|---|---|
| أثناء الراحة | 6 | < 40 |
| أثناء الشد | 6.5 | 40 |
| | 7 | 100 |
| بعد الشد | 5 | 0 |

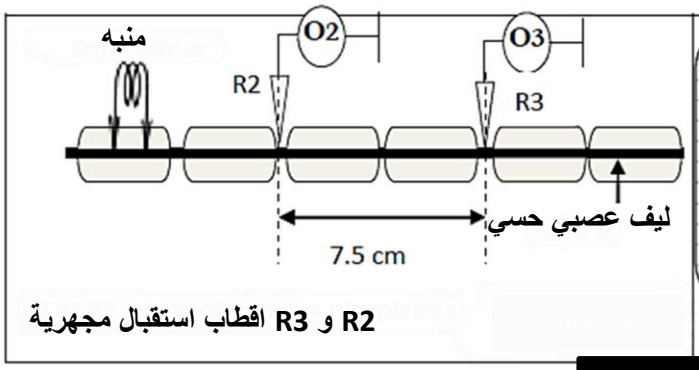
الشكل-ب-

الوثيقة 1

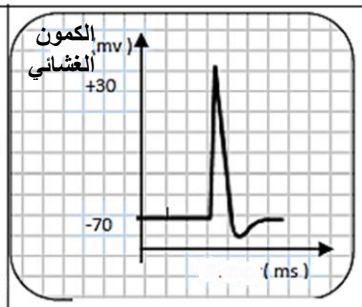
1 – **حلل** نتائج الشكل (ب) .

2 – **ماذا تستنتج؟**

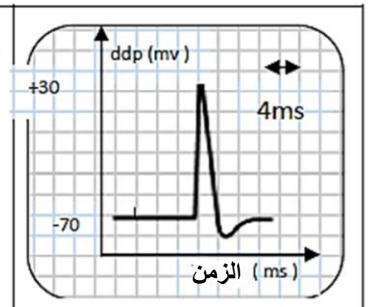
**التجربة2:** نطبق على الليف العصبي الحسي تنبيها فعالا ونسجل الاستجابات على مستوى أجهزة الاوسيلوسكوب $O_2$ و$O_3$ . تمثل الوثيقة 2 التركيب التجريبي المستخدم والتسجيلات المحصل عليها.




R2 و R3 اقطاب استقبال مجهرية




الاستجابة في $O_2$




الاستجابة في $O_3$

الوثيقة 2

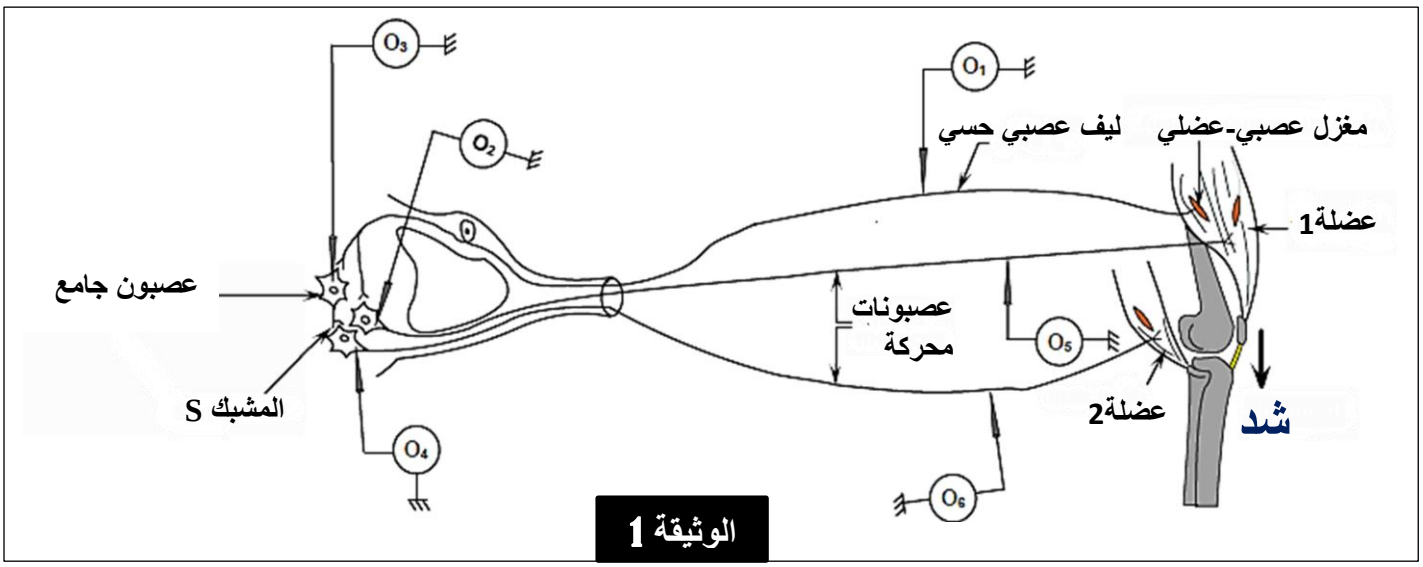
1 – **انطلاقا** من **تحليلك** لتسجيلات الوثيقة2 , **استخرج** خاصية أخرى للرسالة العصبية.

2 – **أحسب** سرعة انتشار الرسالة العصبية عل طول هذا الليف.

## التمرين الثاني:

بغرض دراسة آلية انتقال السيالة العصبية على مستوى المشابك الكيميائية , نقترح عليك الدراسة التالية :

**I** - تمثل الوثيقة1 بعض العناصر التشريحية والنسيجية المتدخلة في المنعكس الرضفي.




الوثيقة 1

**1 – سم** الظواهر الكهربائية التي يمكن تسجيلها في كل من $O_1$, $O_2$, $O_3$ , $O_4$, $O_5$ و$O_6$ بعد شد العضلة1. **وضح** اجابتك مستعينا برسومات بيانية.

**2 – اشرح :**

**أ –** الدور الفيسيولوجي للمغزل العصبي العضلي في المنعكس الرضفي.

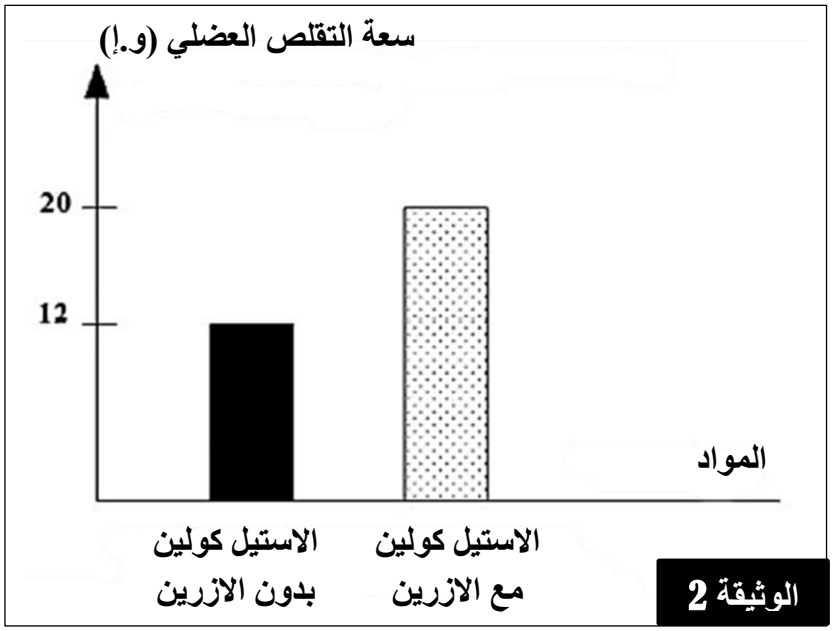
**ب –** آلية النقل المشبكي على مستوى المشبكS بعد شد العضلة الباسطة (العضلة1) .

**II** – بهدف دراسة تأثير الازرين (Eserine) , وهي مادة مستخرجة من احدى النباتات , على عمل المشبك العصبي للاستيل كولين , قمنا باجراء التجربة التالية :

قمنا بوضع عضلة موصولة بعصبها، داخل محلول فيزيولوجي يحتوي على الاستيل كولين مع أو بدون الازرين .

قمنا بقياس سعة التقلص العضلي في كل من الحالتين.

النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2) .




الوثيقة 2

**1-أ – قارن** النتائج الممثلة في الوثيقة (2).

**ب – ماذا تستخلص** من هذه المقارنة ؟

**2– أقترح** فرضية (أو فرضيات ) تفسربها طريقة عمل الازرين .

قمنا بتجربة اخرى ، بوضع انزيم الاستيل كولينستيريز في الشق المشبكي، بغياب الازرين وبوجودها ثم قمنا بقياس نشاط انزيم الاستيل كولينستيريز.

النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (3) .

| الوثيقة3 | نشاط انزيم الاستيل كولينستراز(%) |
|---|---|
| بدون الازرين | 100 |
| في وجود الازرين | 52 |

**3 – هل** تسمح نتائج الوثيقة (3) من التحقق من صحة الفرضية (اوالفرضيات) المقترحة سابقا ؟ **وضح** ذلك.

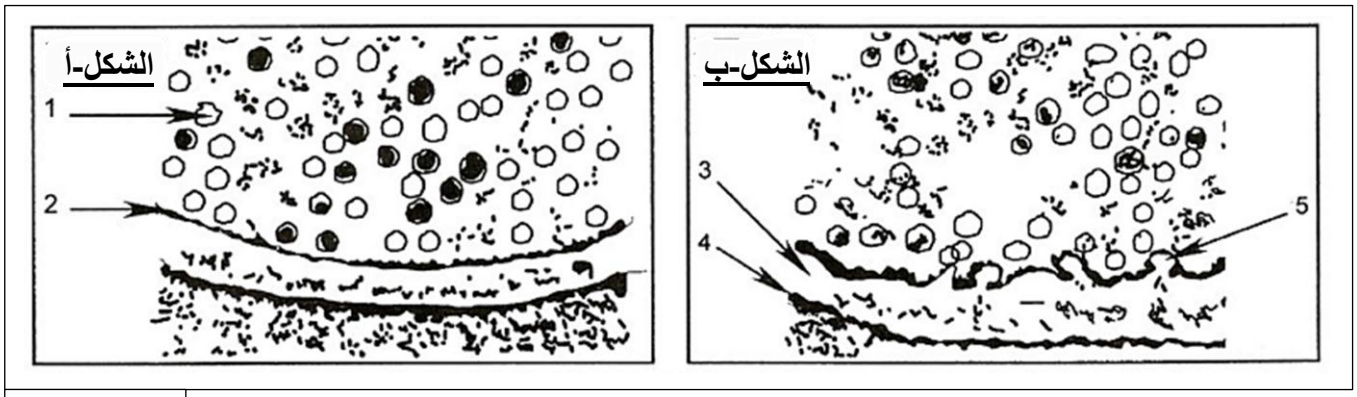
**4 – اشرح** تغير سعة التقلص العضلي في وجود وفي غياب مادة الازرين.

**III** – من خلال المعلومات المستخرجة من هذه الدراسة , ومعارفك المكتسبة, **لخص** على المستوى الجزيئي مراحل انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك العصبي للاستيل كولين.

## التمرين الثالث:

نقترح عليك دراسة بعض مظاهر النقل المشبكي على مستوى المشبك العصبي-العصبي.

**I** - تمثل الوثيقة1 رسمان تفسيريان لمشبك عصبي-عصبي في زمنين مختلفين لحالته الفيزيولجية.




الوثيقة1

**1 – تعرف** على البيانات المرقمة من 1 إلى5 .

**2 – حدد** الحالة الفيزيولوجية للمشبك الممثل في كل من الشكلين (أ) و(ب) .**علل** إجابتك.

**3 – قارن** ضمن جدول المقارنة أسفله بعد نقله على ورقة الإجابة ,بين عمل المشبك التنبيهي والمشبك التثبيطي بعد احداث تنبيه فعال للعصبون قبل مشبكي .

| | مشبك تنبيهي | مشبك تثبيطي |
|---|---|---|
| أوجه التشابه | | |
| أوجه الاختلاف | | |

**II** - تبين الوثيقة1 أن عصبون بعد مشبكي C في اتصال مع نهايتين محوريتين A وB المنتميان لعصبونين قبل مشبكين مختلفين. تفرع محوري لهذا العصبون C يشكل مشبك مع نفسه.

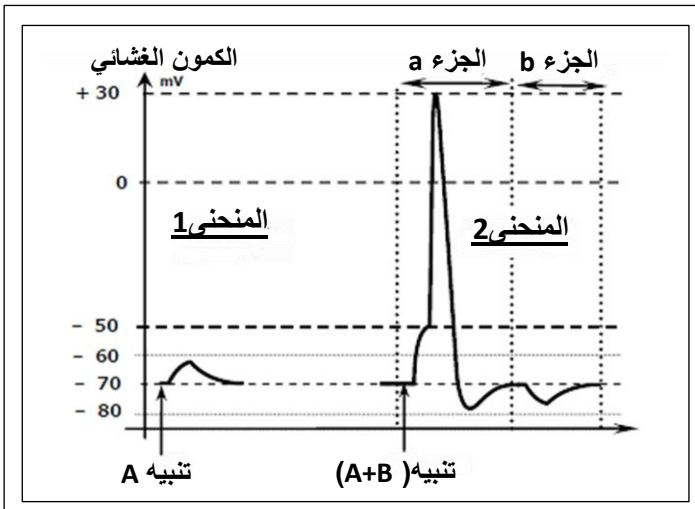
**التجربة1 :**

نطبق تنبيه معزول في A .فنحصل على المنحنى1 من الوثيقة2.

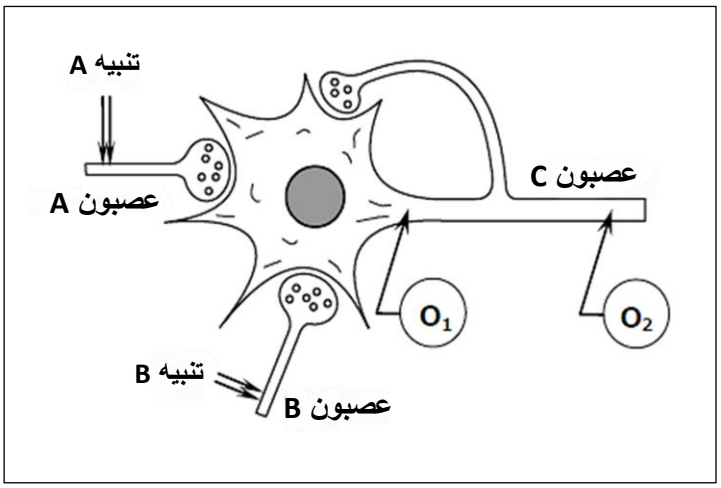
**التجربة2 :**

نطبق تنبيه متزامن في A وB .نحصل على المنحنى2 من الوثيقة2 والذي يتكون من جزئين a وb.

تسجيلات الوثيقة1 تم الحصول عليها على مستوى $O_1$ .




الوثيقة(2-أ):
التسجيلات في $O_1$




الوثيقة(2-ب):
التركيب التجريبي

**1 – هل** التنبيه المعزول والمطبق على العصبون A فعالا؟ **علل** اجابتك.

**2 – حلل** المنحنى1 والجزء a من المنحنى 2 , ثم **استخرج** :

أ – طبيعة المشبكين C A و B – C .

**ب –** خاصية العصبون بعد مشبكي .

**ج –** شروط توليد كمون عمل بعد مشبكي

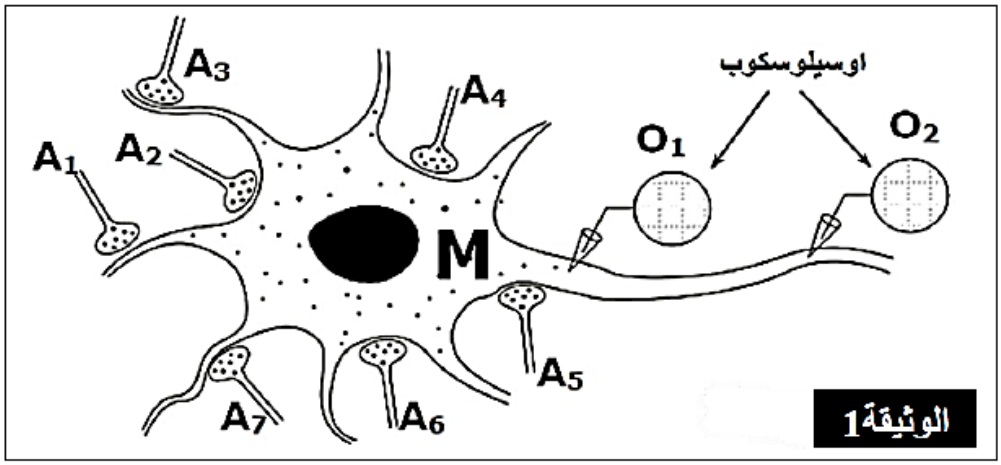
**3 – تعرف** على الجزء b من المنحنى2 واشرح علاقته مع الجزء a من نفس المنحنى.

**4 – مثل** التسجيلات المتوقع الحصول عليها على مستوى الجهاز $O_2$ في كلا التجربتين مع **التعليل** .

## التمرين الرابع:

لدراسة خصائص وطرق انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك ودور البروتينات في ذلك ، نقترح عليك المعطيات التجريبية التالية :

I – تمثل الوثيقة 1 منطقة اتصال بين عصبون حركي متعدد الاقطاب M مع سبعة نهايات محورية.



**1** – تنبيه النهايات المحورية $A_1$، $A_3$، $A_4$ و $A_7$ يؤدي إلى انفتاح البروتينات القنوية لشوارد الصوديوم على مستوى الغشاء بعد مشبكي للعصبون M ، بينما عند تنبيه النهايتان المحوريتان $A_2$ و $A_6$، يؤدي إلى انفتاح البروتينات القنوية لشوارد الكلور. اما تنبيه النهاية المحورية $A_5$ فينجم عنه انفتاح البروتينات القنوية لشوارد البوتاسيوم.

– **صنف** مختلف مشابك هذا العصبون (M) حسب طريقة عملها . **علل** إجابتك .

**2** – العصبون (M) يمتلك الخصائص الكهربائية التالية :

- كمون راحة بـ (– 68 mV) .
- عتبة توليد كمون عمل بـ (– 56 mV)
- كمون عمل سعته (90 mV)

نطبق تنبيه معزول على النهايات المحورية السبعة . تمثل الوثيقة2 سعة الظواهر الكهربائية المسجلة على مستوى الجهاز O1.

| التنبيه | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ | $A_4$ | $A_5$ | $A_6$ | $A_7$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| السعة بـ mv (قيمة جبرية) | +8 | 3- | 7+ | 10+ | 4- | 3- | 5+ |

**الوثيقة2**

أ – ننبه في نفس الوقت النهايات المحورية السبعة (7) .

- **مثل** مع **التعليل** ، التسجيل المحصل عليه في $O_1$ وفي $O_2$ ، ثم **استنتج** دور العصبون M.

ب – ننبه في آن واحد ستة (6) نهايات محورية فقط ، في $O_2$ نسجل كمون راحة .

- **حدد** مع **التعليل** ، المشبك الغير نشط (الغيرمنبه) ، و**مثل** التسجيل المتوقع تسجيله في $O_1$ .

**3** – نعزل مادة كيميائية S من الحويصلات المشبكية للنهاية المحورية $A_1$ . نجري على هذه المادة ثلاث تجارب . شروط التجارب ونتائجها ممثلة في الوثيقة 2 (ملاحظة : لا نطبق أي تنبيه على النهايات المحورية) .

| | الشروط التجريبية | التسجيل في O1 |
|---|---|---|
| التجربة1 | حقن جرعة $D_1$ من المادة S في الشق المشبكي $A_1 - M$ | تواتر من كمونين عمل |
| التجربة2 | حقن جرعة $D_2 > D_1$ من المادة S في الشق المشبكي $A_1 - M$ | تواتر من 5 كمونات عمل |
| التجربة3 | حقن جرعة $D_1$ من المادة S في الشق المشبكي $A_7 - M$ | كمون راحة |

**الوثيقة3**

أ – انطلاقا من تحليلك للتجربتين 1و2 **أستنتج** :

- **طبيعة** الاشارة (كهربائية او كيميائية) على مستوى المشبك العصبي العصبي .
- **نوع** تشفير هذه الاشارة .

ب – **ماهي المعلومة المستخرجة** من المقارنة بين التجربتين 1 و3 .

**II** – مما سبق ومن معلوماتك المكتسبة ، **بين** برسم تخطيطي وظيفي آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبكين $A_6$-M و $A_3$-M .

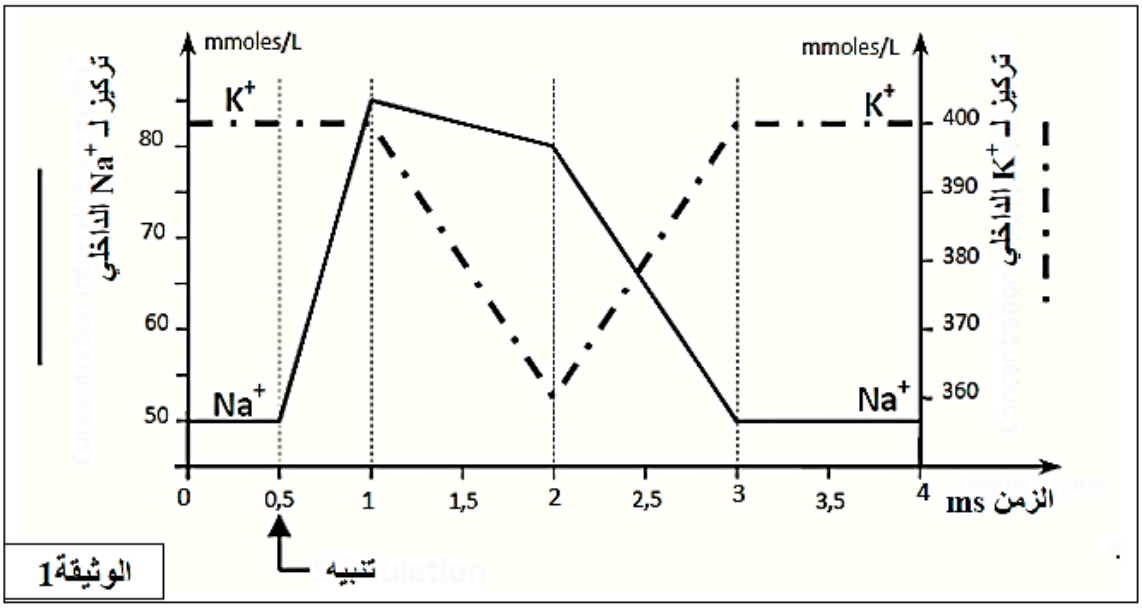
## التمرين الخامس:

من اجل دراسة مصدر ونقل الرسالة العصبية ودور البروتينات في ذلك ، نقدم لك سلسلة التجارب التالية :

**السلسلة الأولى :**

لفهم حركة الشوارد على مستوى الليف العصبي ،اثر تنبيه فعال ، نقيس تغيرات التراكيز الضمن خلوية لشوارد $Na^+$ و $K^+$ لهذا الليف.

النتائج المحصل عليها ممثلة بمنحنى الوثيقة (1).




الوثيقة1

**1 – إنطلاقا من تحليلك الدقيق لمنحنيات الوثيقة (1)،ومعارفك المكتسبة ، اشرح الحركات الأيونية لشوارد $Na^+$ و $k^+$ المرتبطة بمراحل الظاهرة المسجلة بعد هذا التنبيه الفعال.**

**2 – بين** برسم تخطيطي على المستوى الجزيئي والشاردي دور البروتينات الغشائية لليف العصبي خلال الفترة الزمنية (ms1- ms 0.5).

نقترح دراسة الظواهر الكهربائية المسجلة على مستوى عصبون بعد مشبكي (M)، متصل مع أربعة عصبونات قبل مشبكية ($N_1$.$N_2$.$N_3$). ( الوثيقة2-أ)

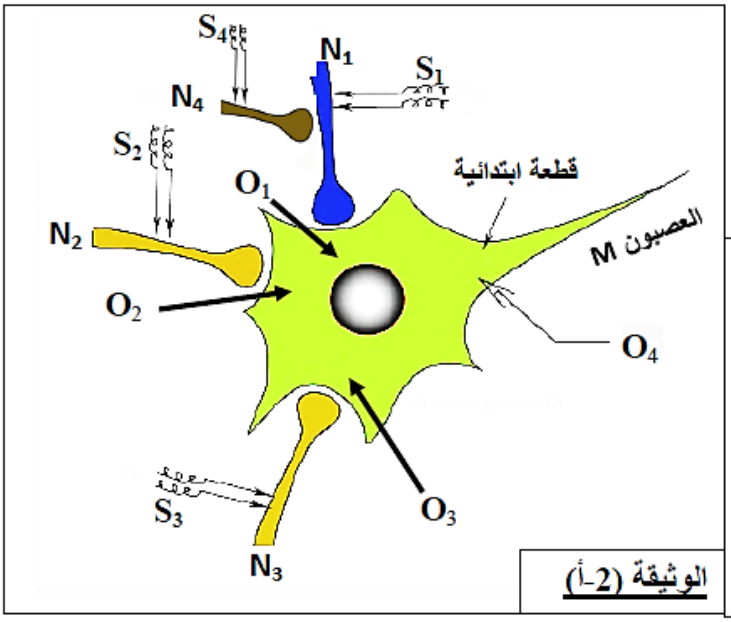
نجري سلسلتين من التجارب باستعمال التركيب الموضحة في الوثيقة (2-أ).

**السلسلة الثانية :**

**التجربة1**

نطبق تنبيهات فعالة ومعزولة في $S_1$ ، $S_2$ و $S_3$ .

الكمونات الغشائية المسجلة على مستوى أجهزة الاوسيلوسكوب $O_1$ ، $O_2$ ، $O_3$ ممثلة في الوثيقة(2-ب).




الوثيقة (2-أ)

| الوثيقة (2-ب) | الكمون الغشائي (Mv) على مستوى : | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $O_1$ | $O_2$ | $O_3$ | $O_4$ |
| التنبيه في $N_1$ | 82- | | | 78- |
| التنبيه في $N_2$ | | 54- | | 58- |
| التنبيه في $N_3$ | | | 58- | 61- |

**3 – حدد** طبيعة كل من المشابك $N_1$-M، $N_2$-M و $N_3$-M ، **معللا** إجابتك.

**4 – بمقارنة** الكمونات الغشائية المسجلة على مستوى $O_1$، $O_2$، $O_3$ مع تلك المسجلة على مستوى $O_4$ ، **استخلص** خاصية للظاهرة الكهربائية ؟

**ملاحظة :** قيمة كمون الراحة يقدر بـ -70 mv

**التجربة2:**

ننبه في نفس الوقت العصبونات $N_1$، $N_2$ و $N_3$ .

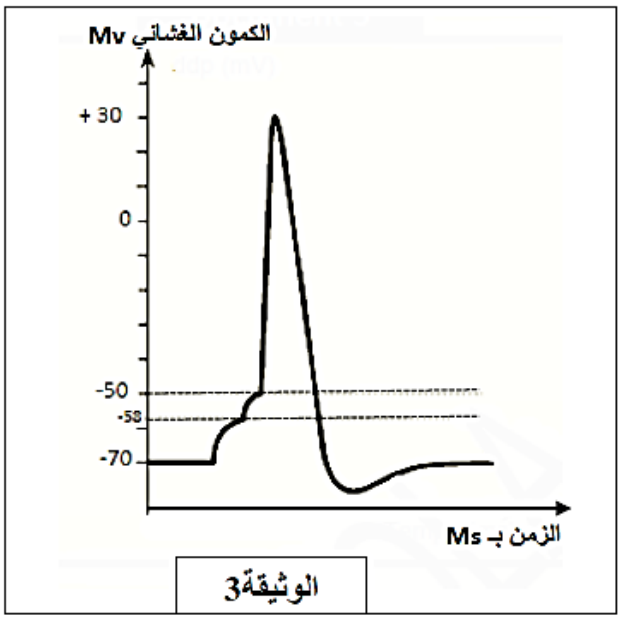
**5 – مثل** التسجيل المحصل عليه في $O_4$ **معللا** إجابتك . **استنتج** دور العصبون M.

**التجربة3:**

في هذه التجربة ،تم الحصول على مستوى $O_4$ على التسجيلات الممثلة في الوثيقة (3).

**6 – اقترح** التجربة التي سمحت لنا بالحصول على هذا التسجيل ؟ **علل**.

**7 – ماذا تستنتج** فيما يخص الدور الذي لعبه العصبون M في هذه التجربة.



الوثيقة3

**التجربة4:**

- ننبه في نفس الوقت $N_1$، $N_2$، $N_3$ و $N_4$ . نسجل على مستوى $O_4$ كمون عمل.
- ننبه في نفس الوقت $N_1$ و $N_4$ ، قيمة كمون الراحة لم تتغير على مستوى $O_1$.

**8 – بتوظيف** المعلومات المستخرجة من هاتين التجربتين **أشرح**:

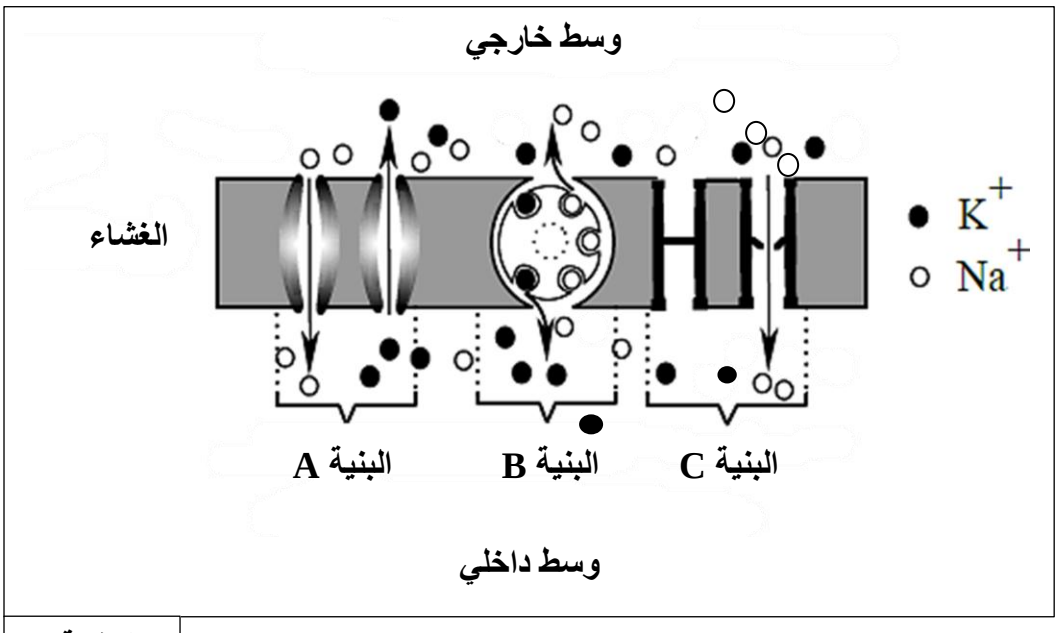
أ – دور العصبون $N_4$.

**ب-** الحصول على كمون عمل على مستوى $O_4$ اثر تنبيهات متقاربة للعصبونات $N_1$، $N_2$، $N_3$ و $N_4$ .

## التمرين السادس :

تلعب البروتينات الغشائية النوعية دورا مهما في النقل العصبي .

تمثل الوثيقة (1) انتقال شوارد +Na و +k عبر ثلاث بنيات A , B و C لجزء من غشاء الليف العصبي.



الوثيقة1

**1 – سم** البنيات A , B و C .

**2- باستغلالك لمعطيات** الوثيقة1 :

أ – **حدد** المصدر الايوني لكمون الراحة .

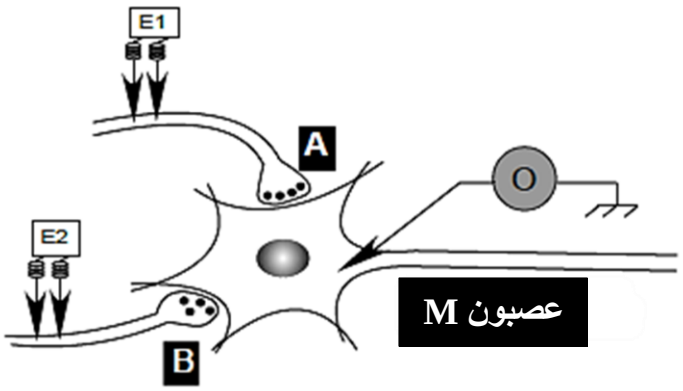
**ب- حدد معللا** إجابتك حالة الليف العصبي.

**3 – صف** تغير نفاذية غشاء الليف العصبي عندما يصل الكمون الغشائي إلى +30 ملي فولط.

**4 –** بتوظيف المعلومات المبنية سابقا , ومعارفك المكتسبة , أشرح دور البنيات A , B و C أثناء كموني الراحة والعمل.

## التمرين السابع:

نقترح من خلال هذا الموضوع , دراسة طريقة انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك .
من أجل ذلك قمنا بإنجاز تجربتين وفق التركيب التجريبي المبين في الوثيقة1.

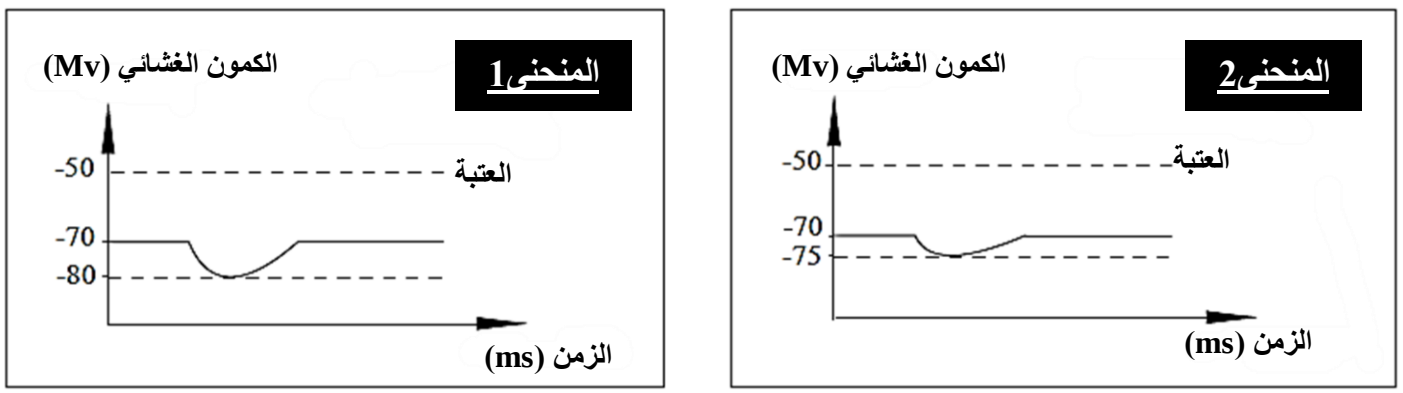



**$E_1$ و $E_2$ :** الكترودات التنبيه
**A و B :** نهايات محورية
**O :** جهاز راسم الذبذبات المهبطي

**الوثيقة1**

**التجربة1 :**
نطبق تنبيه فعال بشدة S على مستوى $E_1$ . التسجيل المحصل عليه على مستوى الجهاز ممثل بالمنحنى1 من الوثيقة2.

**التجربة2 :**
نطبق في نفس الوقت , تنبهين فعالين بشدة S على مستوى $E_1$ و $E_2$ . التسجيل المحصل عليه على مستوى الجهاز ممثل بالمنحنى2من الوثيقة2.



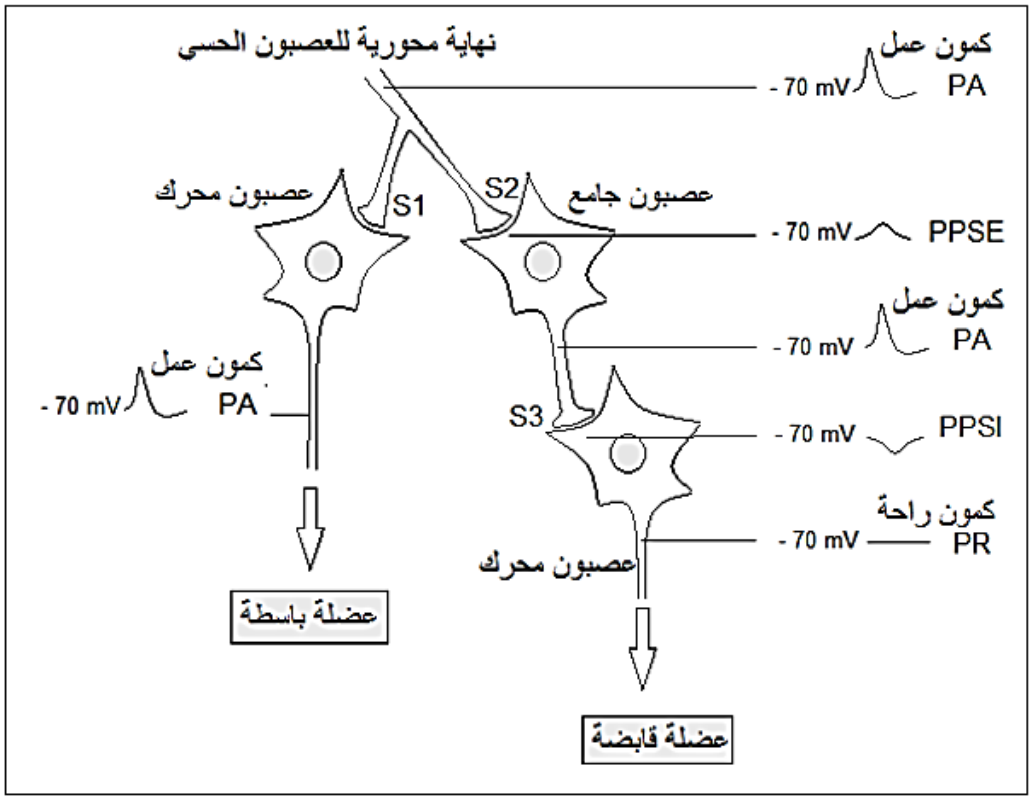

**الوثيقة2**

**1** – باستغلالك لمعطيات الوثيقة1 :
أ – **حدد** طبيعة الاستجابة المحصل عليه على مستوى جهاز راسم الذبذبات المهبطي .
**ب – استنتج** طبيعة المشابك A-M و B-M .
**2** – باستخدام نفس التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة1 , **حدد** الحد الادنى لعدد التنبيهات الفعالة التي تسمح بتسجيل كمون عمل على مستوى الجهاز O . **علل** إجابتك .
**3** – بتوظيف المعلومات السابقة , **اشرح** دور العصبون M في انتقال الرسالة العصبية

## التمرين الثامن:

تتدخل البروتينات في آليات نقل الرسالة العصبية في المنعكسات العضلية من أجل إعادة التوازن الوظيفي للعضوية.

تمثل الوثيقة الموالية موقع العصبون الجامع ضمن التسلسل العصبوني المتحكم في المنعكس العضلي على مستوى النخاع الشوكي.




1) حدّد أنواع:

أ) القنوات البروتينية التي تسمح بانتشار كمون العمل على مستوى الليف العصبي.

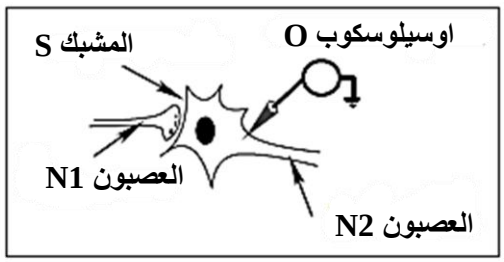
ب) الآليات البروتينية التي تسمح بنشأة PPSE وَ PPSI على الغشاء بعد المشبك في المشبكين S2 وَ S3 .

2) اكتب نصا علميا توضح فيه دور وعمل العصبون الجامع المثبط في المنعكس العضلي انطلاقا من التأثيرات الواردة من نهاية العصبون الحسي إلى ما يظهر من أثر على مستوى العصبون المحرك.

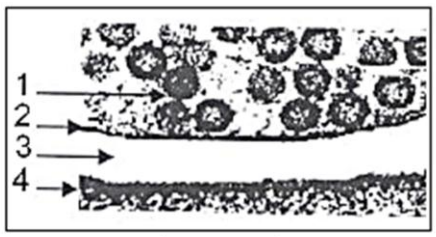
## التمرين التاسع:

نقترح عليك دراسة آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك

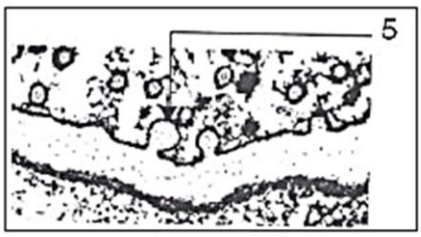
**I** - يتم انجاز ملاحظات مجهرية على مستوى المشبك S من الشكل (أ) , الاشكال (ب) و(ج) من الوثيقة1 تبين الحالة البنيوية في وضعيتين مختلفتين .



الشكل -أ



الشكل -ب



الشكل -ج

**الوثيقة1**

**1**– **اكتب** بيانات العناصر المرقمة .

**2** – **حدد** حالة المشبك S في كل من الشكلين (ب) و(ج) . **علل** إجابتك .

**3** – **بين** الشروط الضرورية للانتقال من الحالة (ب) إلى الحالة (ج) .

**II** – نستخدم التركيب التجريبي الممثل في الشكل (أ) من الوثيقة1 لإنجاز التجارب التالية :

**التجربة1 :**

حقن شوارد الكالسيوم $Ca^{++}$ في الزر المشبكي , فنحصل على الحالة البنيوية الممثلة في الشكل (ج) من الوثيقة1 وتوليد كمون عمل بعد مشبكي PPSE على مستوى الجهاز O .

**التجربة2 :**

الحقن المباشر لمبلغ عصبي (مثل الاستيل كولين) في العنصر(3) من الشكل (ب) من الوثيقة1 , فنحصل على الحالة البنيوية الممثلة في الشكل (ج) من الوثيقة1 وتوليد كمون عمل بعد مشبكي PPSE على مستوى الجهاز O .

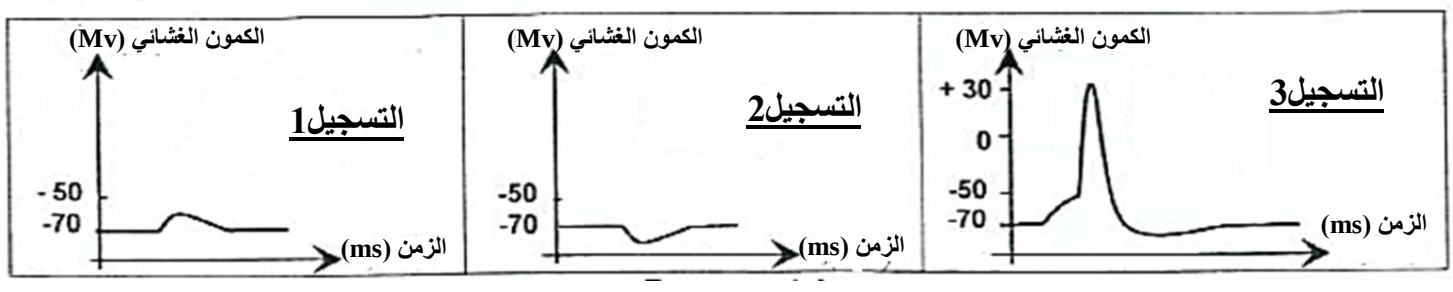
**التجربة3 :**

نعيد التجربة 2 , لكن يتم تثبيط القنوات المبوبة كيميائيا للغشاء بعد مشبكي , فنحصل على الحالة البنيوية الممثلة في الشكل (ج) من الوثيقة1مع عدم تسجيل كمون عمل بعد مشبكي على مستوى الجهاز O .

**1** – أ - **حلل** هذه النتائج .

**ب** - **استنتج** الشروط الضرورية للنقل المشبكي .

**2** – تمثل الوثيقة (2) ثلاثة تسجيلات تم الحصول عليها خلال النقل المشبكي .



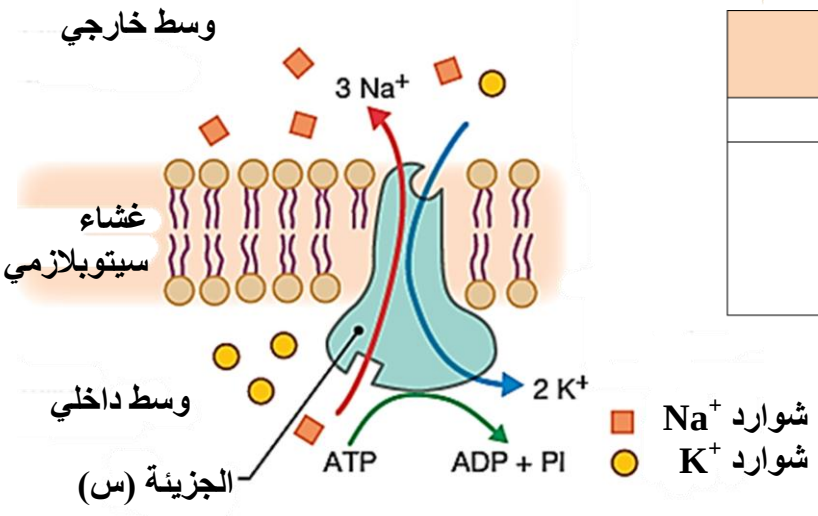

**انقل** جدول الوثيقة2 على ورقة إجابتك ثم **اكمله**

| الوثيقة2 | التسجيل1 | التسجيل2 | التسجيل3 |
|---|---|---|---|
| الاسم | | | |
| مكان التسجيل | | | |
| القنوات الايونية المتدخلة | | | |
| الخصائص (اثنان فقط) | | | |

**III** – بتوظيف المعطيات السابقة ومعارفك المكتسبة , **انجز** رسم وظيفي يوضح المراحل المتتالية للنقل المشبكي .

## التمرين العاشر:

العصبون (الخلية العصبية) له دور في انتشار كمونات العمل (السيالة العصبية) .لهذا يجب ان يمتلك كمون راحة غشائي يقدر بـ -70 Mv.
للتعرف على الآلية المسؤولة عن هذا الكمون الغشائي ودور البروتينات في ذلك , نقترح عليك الدراسة التالية :
**I** – يمثل الشكل (أ) من الوثيقة1 رسم تخطيطي وظيفي لإحدى الجزيئات البروتينية الضخمة خلال نشاطها. بينما يمثل الشكل (ب) يمثل التركيز الضمن خلوي للشوارد في شروط تجريبية مختلفة .




**الشكل -أ**

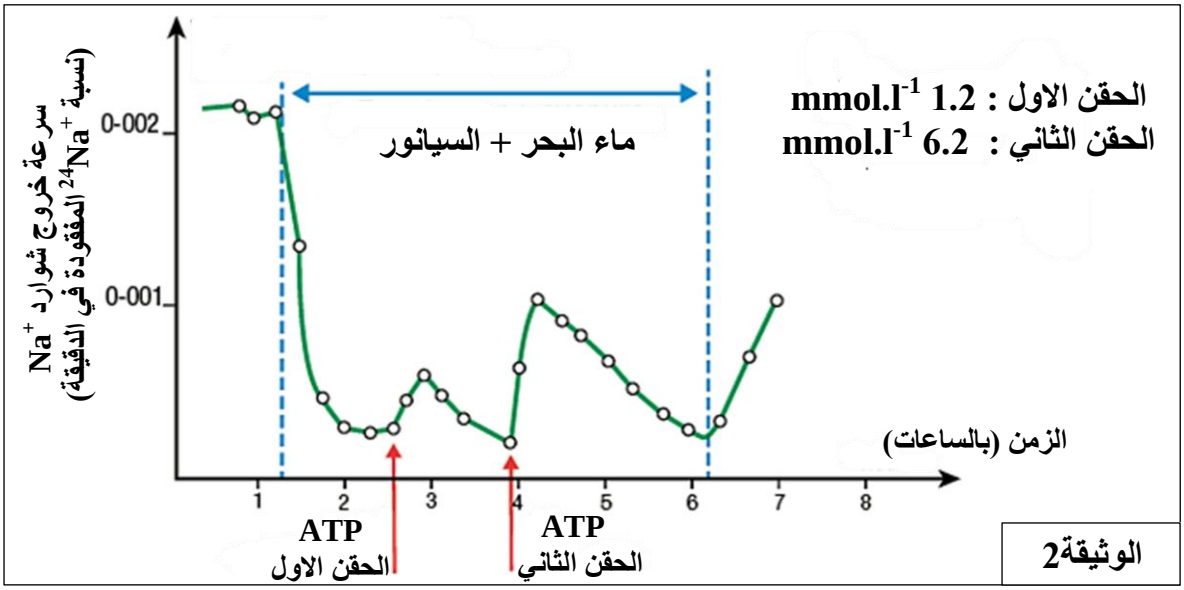
| التراكيز الداخلية بـ $mmol.l^{-1}$ | $Na^+$ | $K^+$ |
|---|---|---|
| الخلية الشاهد | 18 | 180 |
| خلية في وجود دواء digitaline (مثبط لإماهة ATP) | 75 | 83 |

**الشكل -ب**

**الوثيقة1**

**1** – **سم معللا** إجابتك الجزيئة (س) .
**2** – بالاعتماد على معطيات الشكل (أ) , **صف** آلية عمل الجزيئة (س).
**3** – **ماهي** المعلومة المستخرجة من **تحليلك** لمعطيات الشكل (ب).
**II** – **1** – بغرض التعرف على شروط عمل الجزيئات (س) من الوثيقة (1-أ) , قام العلمان كالدويل وكينز( Caldwell وKeynes ) بوضع عصبونات للكلمار تحتوي على شوارد $^{24}Na^+$ المشعة في ماء البحر .قاموا بقياس سرعة خروج هذه الشوارد في ثلاث شروط تجريبية مختلفة :

- ماء البحر
- ماء البحر مضاف اليه مادة السيانور (cyanure).
- حقن الـ ATP داخل العصبون في وجود السيانور . نتائج القياسات ممثلة في منحنى الوثيقة2 .




**الوثيقة2**

**ملاحظة :**

- السيانور مادة مثبطة تمنع تركيب الـ ATP , وتنفذ بسهول عبر الأغشية الخلوية .

أ – **حلل** منحنى الوثيقة2.

**ب – كيف تفسر** انخفاض نشاط الجزيئة (س) بعد إضافة مادة السيانور إلى ماء البحر.

**ج – استخلص** العلاقة بين الـ ATP ونشاط الجزيئة (س) للوثيقة (1-أ) .

**2** – تمثل الوثيقة3 نتائج قياسات شوارد $Na^+$ و $K^+$ في الوسط الداخلي للعصبون وذلك في أوساط زرع مختلفة .

| التجربة | مكونات وسط الزرع | تركيز $Na^+$ بـ $mmol \cdot l^{-1}$ | تركيز $K^+$ بـ $mmol \cdot l^{-1}$ |
|---|---|---|---|
| **1** | بدون غلوكوز | 77 | 85 |
| **2** | في وجود الغلوكوز | 15 | 150 |
| **3** | في وجود الغلوكوز + متثبط للتحلل السكري | 64 | 93 |
| **4** | في وجود حمض البيروفيك | 18 | 148 |
| **5** | في وجود حمض البيروفيك + متثبط للتحلل السكري | 23 | 177 |

**الوثيقة3**

**ملاحظة :**

حمض البيروفيك هو الناتج النهائي لعملية التحلل السكري .

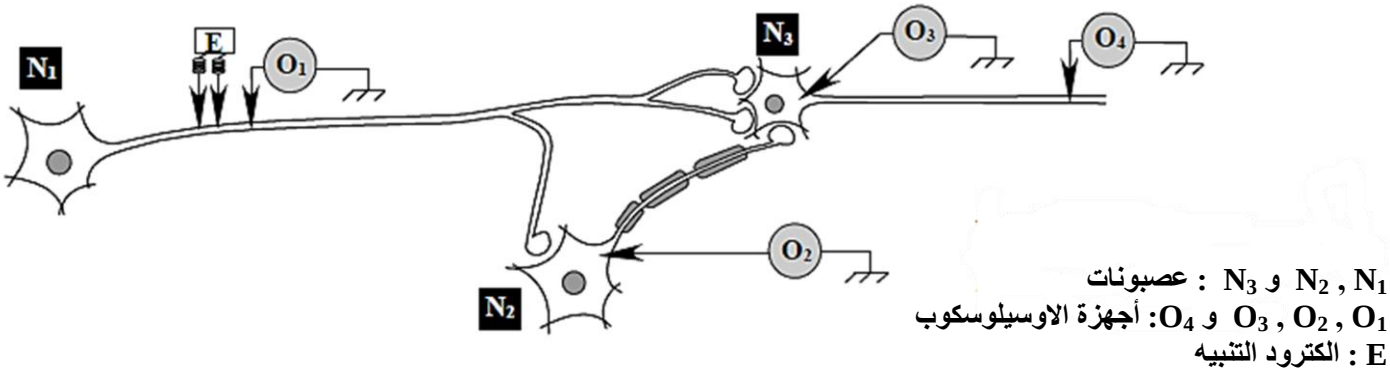
أ – **مالغرض** من انجاز هذه التجارب؟

**ب** – بالاستعانة بمعطيات الوثيقة (1-ب) **, ماهي** المعلومات المستخرجة من **مقارنة** نتائج تجارب الوثيقة3 :

**III-** بتوظيف المعارف المبنية خلال هذه الدراسة ومكتسباتك المعرفية حول التحولات الطاقوية, **لخص** في نص علمي الآليات الطاقوية التي تضمن المحافظة على التوزع المتباين لتراكيز الشوارد لخلية عصبية .

## التمرين الحادي عشر:

نقترح عليك دراسة طريقة عمل المشابك . من اجل ذلك ننجز تجربتين باستعمال التركيب التجريبي المبين في الوثيقة1.




$N_1$ , $N_2$ و $N_3$ : عصبونات
$O_1$ , $O_2$ , $O_3$ و $O_4$: أجهزة الاوسيلوسكوب
E : الكترود التنبيه

**الوثيقة1**

**التجربة1 :**

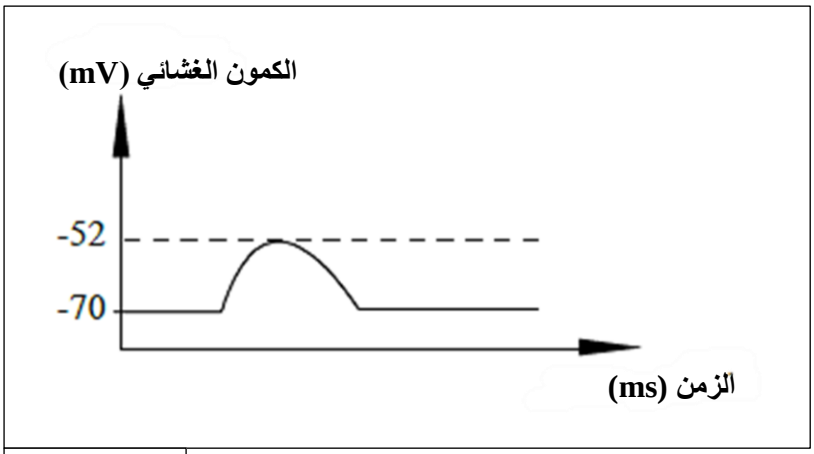
نطبق تنبيهين ذو شدات متزايدة $I_1$ و $I_2$ في E ونسجل في نفس الوقت الكمونات المختلفة على مستوى الاجهزة $O_1$ , $O_2$ , $O_3$ و $O_4$ . النتائج المحصل عليها ممثلة في الجدول التالي :

| | | الكمون الغشائي (بـ mV) المسجل على مستوى الاجهزة : | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $O_1$ | $O_2$ | $O_3$ | $O_4$ |
| شدة التنبيه | $I_1$ | - 60 | -70 | -70 | -70 |
| | $I_2 > I_1$ | +30 | -58 | +30 | +30 |

**1** – بتوظيف المعطيات المقدمة في الجدول :
أ – **حدد** طبيعة الكمونات الغشائية المحصل عليها في $O_1$ , $O_2$ , $O_3$ و $O_4$ بعد احداث تنبيهات بشدات $I_1$ و $I_2$.
**ب – فسر** اختلاف الاستجابة المسجلة في $O_2$ وفي $O_3$ بعد التنبيه بشدة $I_2$.
**ج- استخلص** طبيعة المشبك $N_1$-$N_3$ .

**التجربة2 :**

نطبق في E تنبيهين متقاربين بشدة $I_2$ . التسجيل المحصل عليه في $O_3$ ممثل في الوثيقة2 .

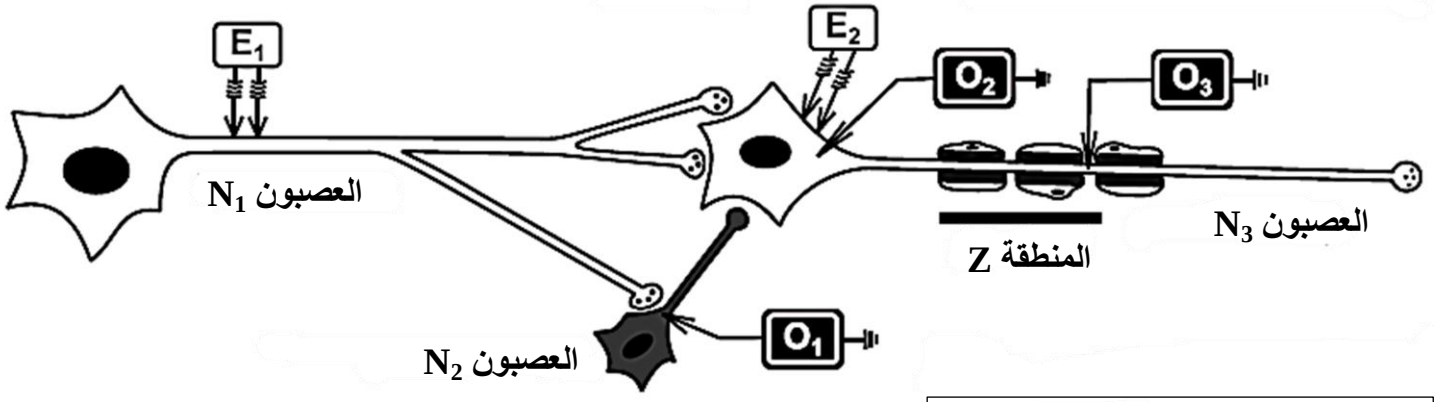



**الوثيقة1**

**2-أ – اشرح** التسجيل المحصل عليه في $O_3$ (الوثيقة2) .
**ب - استخلص** طبيعة المشبك $N_2$-$N_3$ .

## التمرين الثاني عشر:

من أجل دراسة منشأ , مصدر وانتقال الرسالة العصبية على مستوى سلسلة عصبونية , نستخدم التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة1 بغرض انجاز سلسلة من التجارب.




$E_1$ و $E_2$ : الكترودات التنبيه
$O_1$ , $O_2$ و $O_3$ : اوسيلوسكوب

الوثيقة1

### I – السلسلة الأولى من التجارب :

**التجربة1 :**

نطبق في E1 تنبيه فعال.

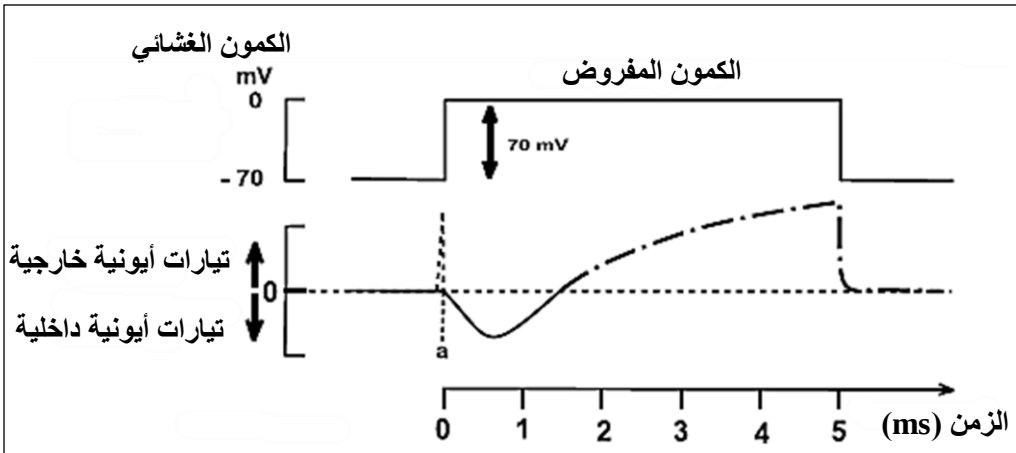
**1** – اعتمادا على معطيات الوثيقة1 ومعارفك المكتسبة , **مثل** التسجيلات المحصل عليها على مستوى الاجهزة $O_1$ , $O_2$ و $O_3$ . **علل** في كل مرة إجابتك .

لتفسير المصدر الايوني للكمون المسجل في $O_3$ , نجري التجارب التالية :

**التجربة2 :**

نلغي كمون الراحة الغشائي للمنطقة Z بتطبيق كمون +75 mv بين جهتي الغشاء (السائل الخارجي والسائل داخل الخلية) ونقيس التغيرات في التيارات الايونية المتدفقة عبر غشاء المحور الاسطواني.

الوثيقة (2-أ) تلخص النتائج المحصل عليها.

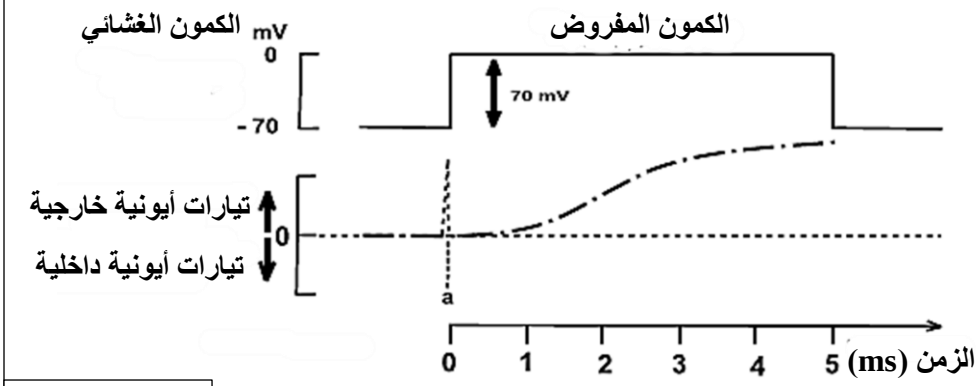



الوثيقة(2-أ)

**2** – **حلل** نتائج الوثيقة (2-أ) .

**التجربة3 :**

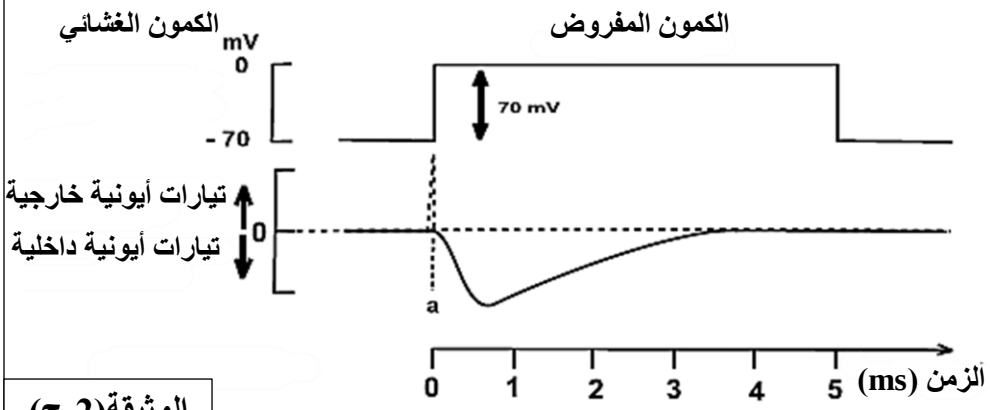
نستبدل 90% من من شوارد $Na^+$ للوسط الخارجي بمادة الكولين (choline) التي لديها نفس شحنة الـ $Na^+$ ولكن لا تنتشر عبر غشاء الليف العصبي مما يؤدي إلى تساوي تراكيز $Na^+$ بين الوسط الخارجي والوسط الداخلي لليف العصبي .
تغيرات التيارات المتدفقة عبر الغشاء ممثلة في الوثيقة (2-ب)




الوثيقة(2-ب)

**التجربة4 :**

نطبق نفس المبدأ السابق لتحقيق تساوي تراكيز شوارد +K بين الوسط الخارجي لليف العصبي والوسط الداخلي .
النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2-جـ).




الوثيقة(2-ج)

**3** – انطلاقا من معطيات الوثيقتين (2-ب) و (2-ج) , **اشرح** الآليات الايونية المسؤولة عن التيارات الخارجية والداخلية الملاحظة في الوثيقة (2-أ) .
**4** – باستخدام المعلومات السابقة ومعارفك المكتسبة , **انجز** رسم تخطيطي تبرز فيه الظواهر الايونية مصدر الكمون المسجل في $O_3$ خلال التجربة1 .

## II - السلسلة الثانية من التجارب :

**التجربة1 :**

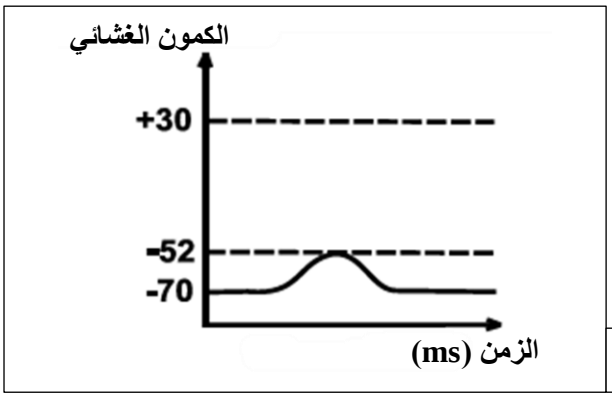
نطبق تنبيه فعال في $E_1$ ونسجل الكمونات الغشائية على مستوى الاجهزة $O_1$ , $O_2$ و $O_3$ , الكمونا الغشائية المحصل عليها ممثلة في الجدول التالي :

| الاجهزة | $O_1$ | $O_2$ | $O_3$ |
|---|---|---|---|
| الكمون الغشائي المسجل (mv) | -60 | 30+ | 30+ |

**1** – **تعرف** على الظواهر الكهربائية المسجلة في $O_1$ , $O_2$ و $O_3$ , مع **تحديد** سعتها ثم **استنتج** طبيعة المشبك $N_1$-$N_3$.
**2** – **فسر** الكمون الغشائي المسجل في $O_2$ .

**التجربة2 :**

نطبق تنبيهين فعالين ومتقاربين في $E_1$.
منحنى الوثيقة3 يمثل التسجيل المحصل عليه في $O_2$ .
**3** – انطلاقا من التحليل المقارن للتسجيلات المحصل عليها في $O_2$ (التجربتين 1 و2) :
أ – **اشرح** مصدر التسجيل المحصل عليه في $O_2$ خلال التجربة2 .
ب – **حدد** طبيعة المشبك $N_2$-$N_3$
ج – **استنتج** دور العصبون $N_3$ .

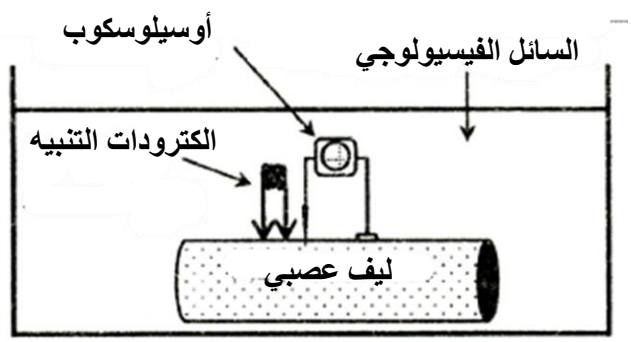



الوثيقة3

## التمرين الثالث عشر:

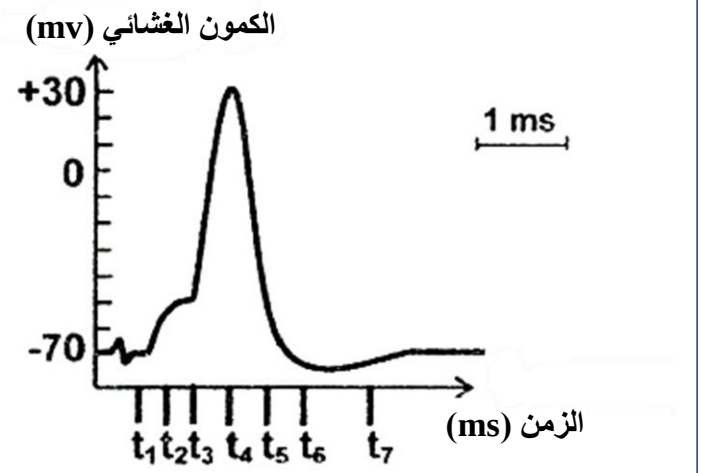
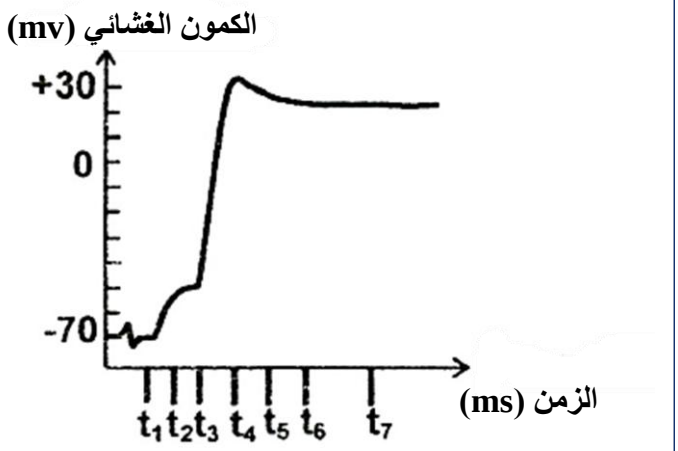
يمكن أن يسبب سم العقرب الموت عند الثدييات بسبب حدوث اضراب في وظيفة الجهاز العصبي.

**I** – من اجل فهم طريقة تأثير سم العقرب على بعض جوانب النشاط الكهربائي لليف العصبي , نحقق تجارب على الياف عصبية نرمز لها بـ F1 و F2 وباستعمال التركيب التجريبي المبين في الوثيقة1.




**الوثيقة1**

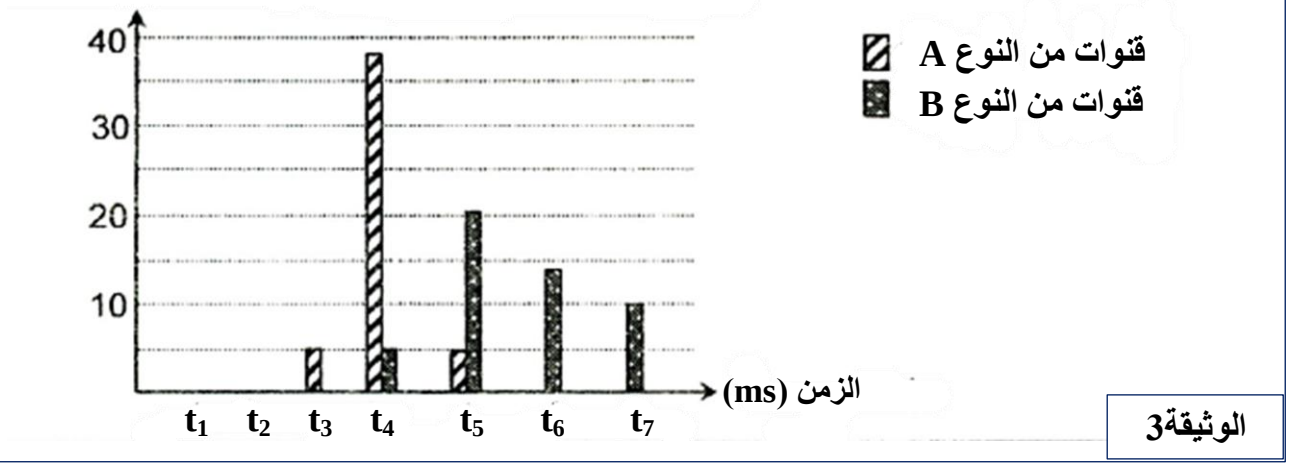
**التجربة1 :**
نطبق تنبيه فعال على الليف العصبي F1 ونسجل تسجيلات في حالتين مختلفتين :
الحالة الأولى : في الشروط التجريبية الطبيعية.
الحالة الثانية : في وجود سم العقرب المضاف إلى السائل الفيسيولوجي .
تبين الوثيقة2 التسجيلات المحصل عليها.

| | |
|---|---|
|   |   |
| **المنحنى (أ) :** تسجيل محصل عليه في الشروط الفسيولوجية الطبيعية | **المنحنى (ب) :** تسجيل محصل عليه في وجود سم العقرب |

**الوثيقة2**

**1** – انطلاقا من **التحليل المقارن** للمنحنيين (أ) و(ب) , **اقترح** فرضية حول تأثير سم العقرب على النشاط الكهربائي لليف العصبي .

**التجربة2 :**
نضع الليف العصبي F2 في سائل فسيولوجي , نطبق عليه تنبيه فعال ثم نحسب عدد القنوات الأيونية المفتوحة A و B لكل وحدة من مساحة غشاء الليف العصبي.
النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة3




**الوثيقة3**

**2** – انطلاقا من **تحليلك** للوثيقة3 واستغلالك لمعطيات المنحنى( A ) من الوثيقة 2 , **تعرف على** كل نوع من القنوات A و B .

**التجربة3 :**

نضيف سم العقرب المشع للسائل الفيسيولوجي المحتوي على الليف العصبي F2 .

- النتيجة تمركز الاشعاع فقط على مستوى القنوات من النوع A .
- نطبق تنبيه فعال على هذا الليف العصبي F2 ثم نحسب عدد القنوات الايونية من النوع A المفتوحة . النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة4.

| $t_7$ | $t_6$ | $t_5$ | $t_4$ | $t_3$ | $t_2$ | $t_1$ | الزمن (ms) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 36 | 36 | 37 | 38 | 5 | 0 | 0 | عدد قنوات النوع A المفتوحة لكل وحدة من المساحة |

**الوثيقة4**

**3** – **استغل** نتائج التجربة3 من اجل:

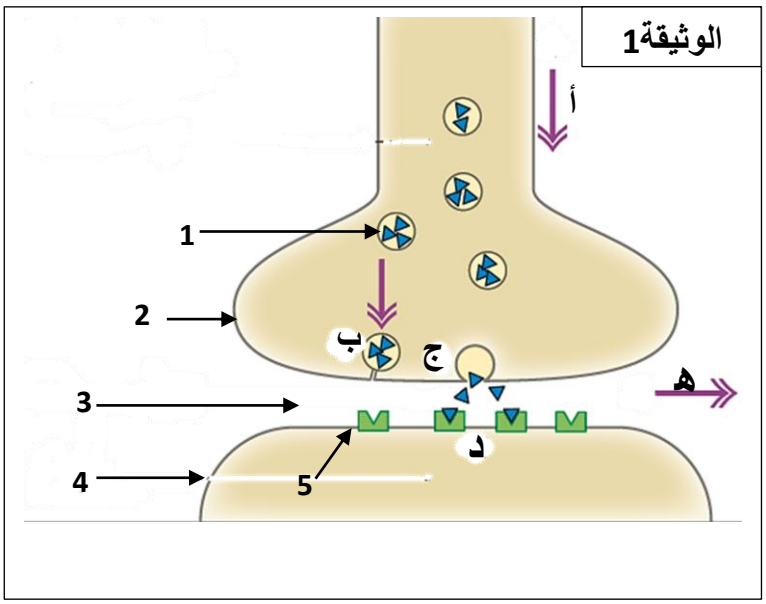
أ – **استخرج** طريقة تأثير سم العقرب على النشاط الكهربائي لليف العصبي .

**ب- التأكد** من صحة الفرضية المقترحة سابقا .

## التمرين الرابع عشر:

نبحث من خلال هذا الموضوع عن فهم وظيفة المشبك العصبية وتأثير بعض العوامل الدخلية وانعكساتها على عمل المشبك. من اجل ذلك نقترح حالتين للدراسة :

**I** – تمثل الوثيقة 1 رسم تخطيط مبسط لمراحل عمل المشبك العصبي العضلي.




**1** – **تعرف** على البيانات المرقمة.

**2** – **صف** المراحل المشار اليها بالأحرف , ثم **استنتج** انماط تشفير الرسالة العصبية على مستوى المشبك .

**II** – لابراز عواقب تأثيربعض العوامل الداخلية على عمل المشبك , نقترح عليك الحالتين التاليتين :

**الحالة1 : مرض الزهايمر :**

يتميز مرض الزهايمر على الخصوص بفقدان الذاكرة عند كبار السن , ولمعرفة اسباب هذا المرض نقدم لك المعطيات التالية :

**المعطى الأول :**

قام أطباء بالبحث عن أي خلل بيوكيميائي وذلك عن طريق قياس تراكيز العديد من النواقل العصبية من جهة في دماغ مرض مصابين بالزهايمرومن جهة أخرى عند أفراد غير مصابين. في كلتا الحالتين وجدوا تراكيز متماثلة لأغلب النواقل العصبية . لكن وجدوا ان تركيز الاستيل كولين عند المرض أقل بكثير مقارنة بالاشخاص الغير مصابين.

1 –أ - **ماهي** الفرضية التي اقترحها الأطباء حول مصدر مرض الزهايمر ؟

**المعطى الثاني :**

اكتشف باحثون آخرون أن وجود مادة كيميائية تدعى أتروبين (atropine) عند الافراد الأصحاء يؤدي إلى فقدان الذاكرة مثل الافراد المصابين بمرض الزهايمر . ومع ذلك لم يلاحظ انخفاض في كمية الاستيل كولين لديهم.

**ب** – **اقترح** فرضية حول طريقة عمل الأتروبين عند الاشخاص الاصحاء .

**المعطى الثالث :**

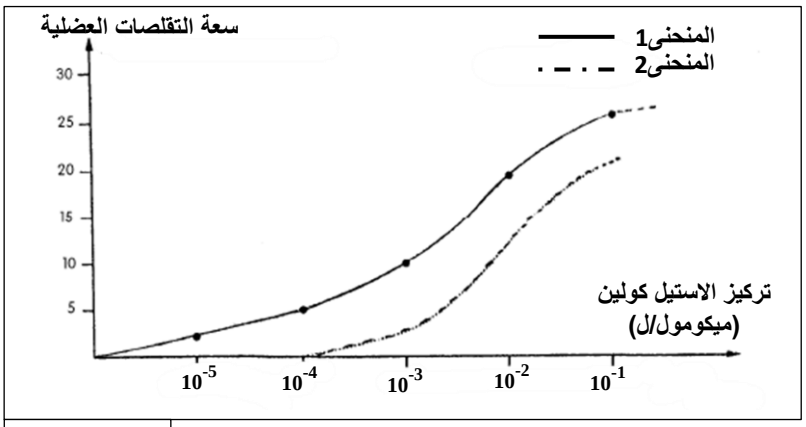
اجرى هؤلاء الباحثون تجربة على عضلة ملساء لمعدة فارمعزولة تم حفظها في حمام فيزيولوجي. في المرحلة الأولى تم حقنها بجرعات متزايدة من الاستيل كولين , بعد ذلك تم قياس سعة تقلصات العضلة , النتائج المحصل عليها ممثلة في المنحنى1 من الوثيقة2.

في المرحلة الثانية يحقن في العضلة مادة الأتروبين ثم يتبع بحقن جراعات متزايدة من الاستيل كولين. نتائج القياسات ممثلة في المنحنى2 من نفس الوثيقة.

2 – أ - **ماهي** المعلومة المستخلصة من **تحليلك** للمنحنيين (1) و(2) ؟

**ب** – **ماهي** الفرضية من تلك المقترحة سابقا , تؤكدها هذه النتائج .

**المعطى الرابع :**
استمرار الاطباء في البحث عن اسباب مرض الزهايمر , اوصلهم إلى ملاحظة ضمور شامل لأنوية الرمادية المتواجدة في الاجسام الخلوية للعصبونات المفرزة للاستيل كولين والمؤدية إلى القشرة المخية.
ج – **هل** تسمح لك هذه الملاحظة بتأكيد فرضياتك ؟ **وضح** ذلك.



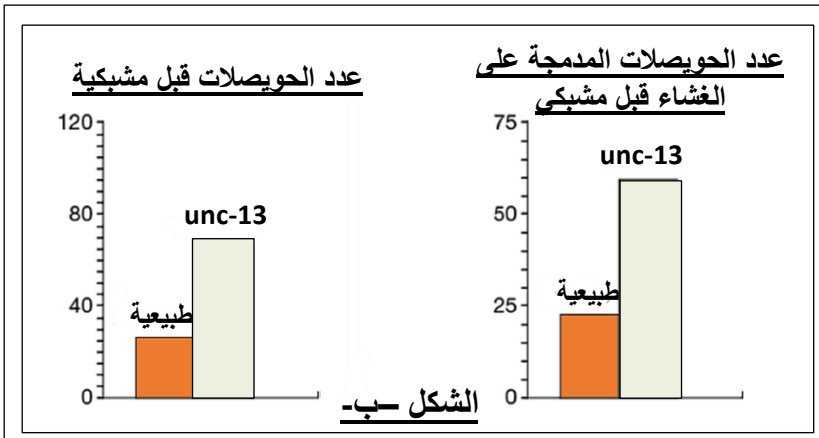

**الوثيقة2**

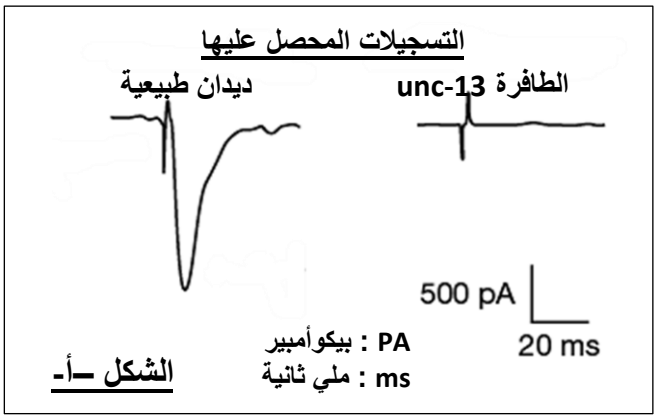
**الحالة الثانية :**
تتميز الديدان الخيطية بتعضي بسيط جدا , حيث جهازها العصبي يشمل فقط على 302 عصبون و700 مشبك . بعض الديدان لديها شلل تام لعضلاتها و له علاقة بطفرة على مستوى مورثة تدعى unc-13. لمعرفة اسباب هذا الشلل التام ودور البروتينات المشفر بواسطة المورثة unc-13 , نقدم لك الوثائق التالية :

**الوثيقة (3-أ) :**
تمثل نتائج تنبيه العصبون الحركي عند ديدان طبيعية وأخرى طافرة unc-13

**الوثيقة (3-ب) :**
تمثل عدد الحويصلات المشبكية بعد تنبيه العصبونات الحركية.

**الوثيقة (3-ج) :**
تمثل محتوى الحويصلات المشبكية والاستجابة الكهربائية لعضلة نتيجة حقن مادة النيكوتين في الشق المشبكي لديدان طبيعية وديدان طافرة unc-13.
ملاحظة : النيكوتين جزيئة لها بنية فراغية ثلاثية الابعاد شبيهة للبنية الفراغية للأستيل كولين .




| الشكل –ج- | ديدان طبيعية | ديدان طافرةunc-13 |
|---|---|---|
| محتوى الحويصلات قبل مشبكية | الأستيل كولين | الاستيل كولين |
| حقن النيكوتين في الشق المشبكي | تقلص الخلايا العضلية | تقلص الخلايا العضلية |

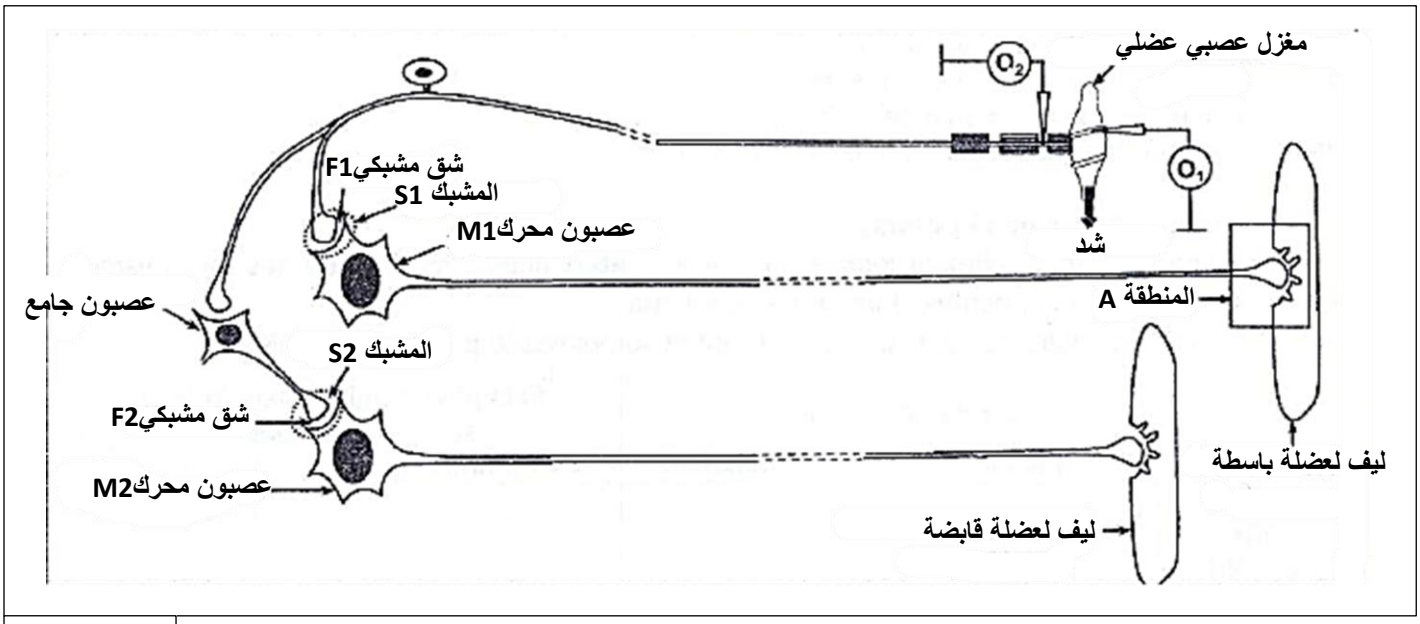
**الوثيقة3**

**3** – باستغلالك لمعطيات الوثيقة2 ومعلوماتك المكتسبة, **اشرح** سبب الشلل عند الديدان الطافرة unc-13 والدور الممكن للبروتين المشفر بالمورثة unc-13 عند الديدان الطبيعية.
**III** - من خلال معارفك المكتسبة وما توصلت اليه , **اذكر** جزيئتين كيميائيتين غير طبيعيتين تسببان خلل في عمل المشبك , مع **تحديد** مكان تأثيرها وطبيعة الخلل الذي تسببه .

## التمرين الخامس عشر:

بغرض دراسة بعض مظاهر توليد الرسالة العصبية وانتقالها , نقترح عليك الدراسة التالية :

I – نستعمل الدارة العصبية المتدخلة في المنعكس العضلي والمبينة في الوثيقة1 .




الوثيقة1

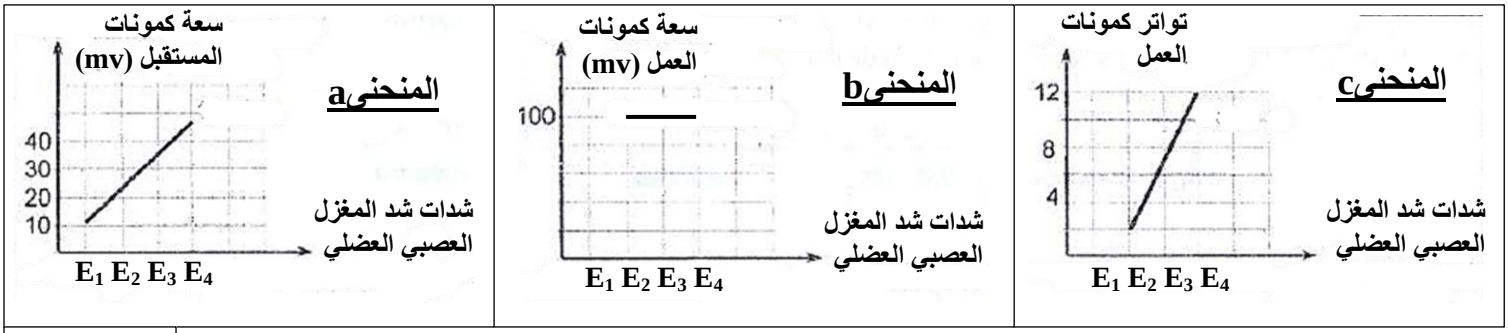
لفهم عمل الدارة العصبية المتدخلة في المنعكس العضلي , نحقق التجربتين التاليتين :

**التجربة1 :**

نقوم بشد المغزل العصبي العضلي بشدات متزايدة E1 , E2 , E3 و E4 ثم , نحدد :

- سعة كمونات المستقبل الحسي على مستوى الجهاز O1 وسعة الكمونات المسجلة على مستوى جهاز الاوسيلوسكوب O2.
- تواتر كمونات العمل على مستوى الجهاز O2 .

النتائج المحصل عليها ممثلة بالمنحنيين a , b و c للوثيقة2.




الوثيقة2

**1 –حلل** المنحنيات a , b و c من اجل استخراج :

أ – خاصية كمون المستقبل الحسي.

**ب-** خاصية كمون العمل.

**ج** – خاصية الرسالة العصبية

**د** – دور المغزل العصبي العضلي .

**التجربة2 :**

نقيس تركيز شوارد $Na^+$ و $K^+$ في الجسم الخلوي لكل من العصبون الحركي M1 والعصبون الحركي M2 وبعد حقن المبلغان العصبيان X و Y في الشق المشبكي F1 و F2 .

النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة3.

| | في الجسم الخلوي لكل من M1 و M2 قبل حقن X و Y | في الجسم الخلوي لـ M1 بعد الحقن في F1 : | | في الجسم الخلوي لـ M2 بعد الحقن في F2 : | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | X | Y | X | Y |
| تركيز شوارد $Na^+$ (و.إ) | 15 | 30 | 15 | 15 | 15 |
| تركيز شوارد $K^+$ (و.إ) | 50 | 150 | 150 | 150 | 110 |

**الوثيقة3**

**2** – انطلاقا من **تحليلك** لنتائج التجربة2 وبتوظيف معارفك المكتسبة :

أ – **أشرح** الآلية المسؤولة عن تغير تراكيز شوارد $Na^+$ و $K^+$ في الاجسام الخلوية لـ M1 و M2 , بعد حقن المبلغات العصبية X أو Y .

**ب- استخرج** عواقب هذا التغير على كمون الغشاء بعد مشبكي لكل من الاجسام الخلوي لـ M1 و M2 .

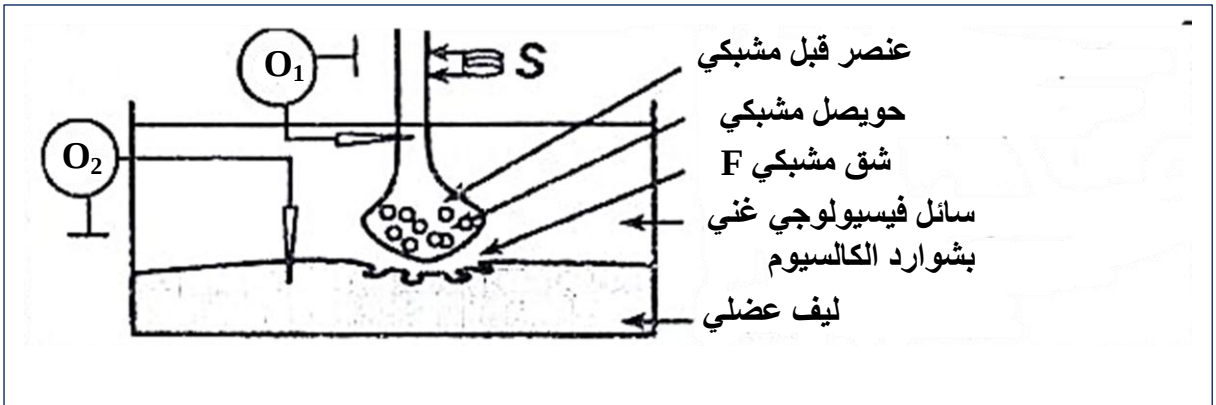
**ج – حدد** طبيعة المشبكين S1 و S2 .

**II** – بدمج المعلومات المستخرجة سابقا ومعارفك المكتسبة , **اشرح** آلية تنسيق نشاط العضلات القابضة والباسطة , بعد شد المغزل العصبي العضلي للعضلة الباسطة بشدة E3 .

## التمرين السادس عشر:

نهدف من خلال هذا الموضوع دراسة انتقال الراسلة العصبية على مستوى المشبك العصبي العضلي.

نستعمل التركيب التجريبي المبين في الوثيقة1 من اجل انجاز مجموعة من التجارب :

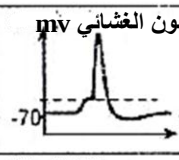
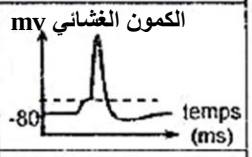
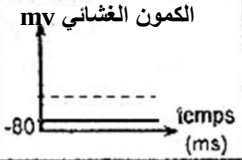
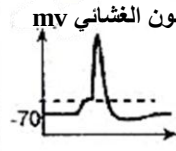
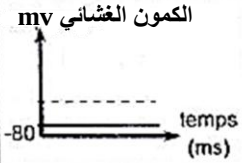
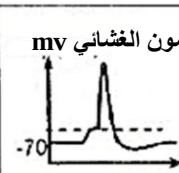
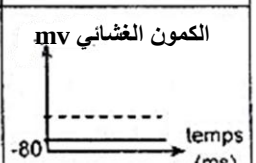



**الوثيقة1**

نطبق تنبيه فعال S في شروط تجريبية مختلفة . بعد ذلك :

- نسجل الظواهر الكهربائية على مستوى الاجهزة $O_1$ و $O_2$ .
- البحث عن وجود أو غياب شوارد الكالسيوم في العنصر المشبكي.
- قياس كمية الأستيل كولين في الشق المشبكي F .

التجارب والنتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة2 .

| | التجارب | النتائج | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | التسجيل في $O_1$ | شوارد الكالسيوم في العنصر قبل مشبكي | كمية الاستيل كولين في F | التسجيل في $O_2$ |
| 1 | تطبيق التنبيه S |   | + | 100 mmoles/L |   |
| 2 | حقن , في العنصر قبل مشبكي , سم البوتيليك ; ثم نطبق التنبيه S |   | + | منعدمة |   |
| 3 | إضافة , للسائل الفسيولوجي , كونوتوكسين conotoxines ; ثم نطبق التنبيه S |   | - | منعدمة |   |
| 4 | حقن , في الشق المشبكي F الكورار , سم يمتلك بنية فراغية ممثالة لبنية الاستيل كولين ;ثم نطبق التنبيه S |   | + | 100 mmoles/L |   |
| + : وجود - : غياب | | | | | |

الوثيقة2

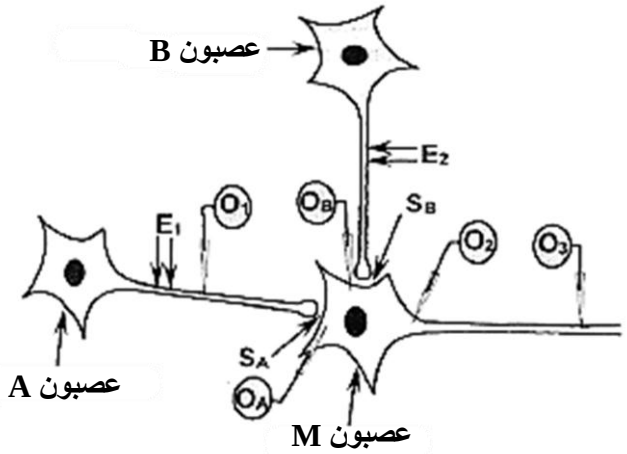
**1 – باستغلالك** للنتائج المحصل عليها في الوثيقة 2 ومكتسباتك المعرفية , **استخلص :**

- تأثير كل سم على النقل المشبكي , علما ان كل واحد من هذه السموم يؤثر على مستوى محدد من المشبك .
- دور شوارد الكالسيوم في النقل المشبكي
- طريقة عمل الاستيل كولين .

**2** – انطلاقا من المعلومات المستخرجة سابقا ومعارفك المكتسبة , **وضح** برسم تخطيطي وظيفي آلية انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك العصبي –العضلي .

## التمرين السابع عشر:

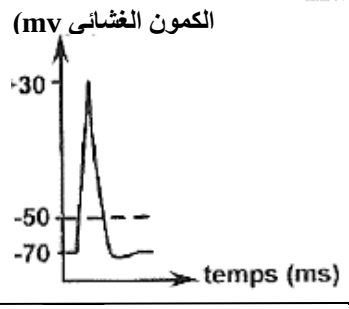
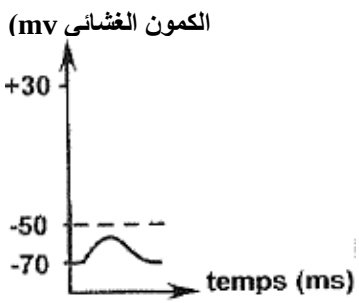
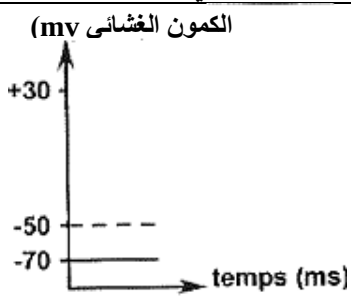
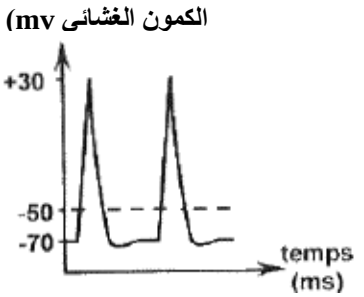
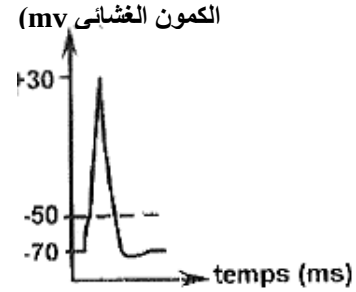
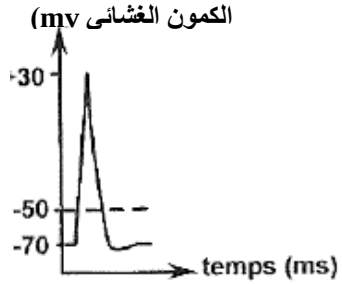
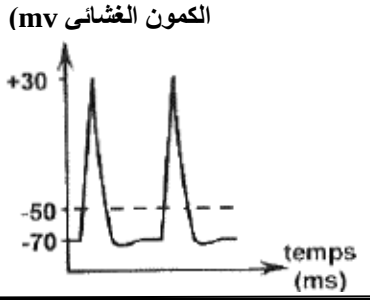
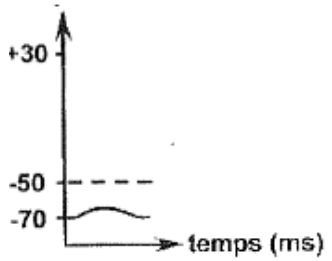
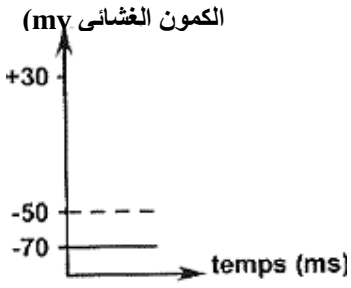
لدراسة خواص النسيج العصبي في ادماج ونقل الرسالة العصبية , نجري سلسلة من التجارب باستعمل التركيب التجريبي المبين في الوثيقة1




$E_1$ و $E_2$ : الكترودات التنبيه
$O_1$ , $O_2$ , $O_3$ , $O_A$ و $O_B$ : اجهزة الاوسيلوسكوب.
$S_A$ و $S_B$ : مشابك

الوثيقة1

**I** - يمثل جدول الوثيقة2 السلسلة الأولى من التجارب المنجزة على العصبونات A و B والتسجيلات المحصل عليها على مستوى الاجهزة $O_1$ , $O_2$ و $O_3$ .

| التجارب | التسجيلات | | |
|---|---|---|---|
| | في O1 | في O2 | في O3 |
| **التجربة1 :** نطبق تنبيه فعال في E1 |   |   |   |
| **التجربة2 :** تطبيق تنبيهان فعالان ومتقاربان في E1 |   |   |   |
| **التجربة3 :** نطبق في نفس الوقت : - تنبيهان فعالان ومتقاربان في E1 - تنبيه واحد فعال في E2 |   |   |   |

**الوثيقة2**

**1 – حلل** التسجيلات المحصل عليها في كل تجربة من التجارب 1 ,2 و3 من اجل :
- **استنتاج** طبيعة كل من المشبكين $S_A$ و $S_B$ .
- **تحديد** خصائص الكمونات المسجلة على مستوى الاجهزة $O_2$ و $O_3$ ( على مستوى العصبون M) .
- **شرح** الخصائص الادماجية للعصبون M .

لإظهار آلية النقل المشبكي على مستوى المشبكين $S_A$ و $S_B$ , نجري سلسلة ثانية من التجارب . الوثيقة3 تلخص الشروط التجريبية والنتائج المحصل عليها .

| التجربة1 | التجربة2 | التجربة3 | التجربة4 | التجربة5 |
|---|---|---|---|---|
| **المادة المحقونة** | الاستيل كولين في $S_A$ | الاستيل كولين في $S_B$ | الغابا في $S_A$ | الغابا في $S_B$ |
| **النتائج :** قياس تغير تركيز شوارد $Na^+$, $K^+$ و $Cl^-$ في الجسم الخلوي للعصبون M | زيادة في تركيز شوارد $Na^+$ | عدم تغيير في تراكيز شوارد $Na^+$, $K^+$ و $Cl^-$ | عدم تغيير في تراكيز شوارد $Na^+$, $K^+$ و $Cl^-$ | انخفاض في تركيز شوارد $K^+$ وزيادة في تركيز شوارد $Cl^-$ |

**الوثيقة3**

**2 – استغل** معطيات الوثيقة3 ومعارفك المكتسبة من اجل :
- **تفسير** النتائج المحصل عليها في كل تجربة من التجارب الاربعة.
- **تمثيل** التسجيلات التي يمكن الحصول عليها على مستوى الاجهزة $O_A$ و $O_B$ في كل تجربة من التجارب الاربعة

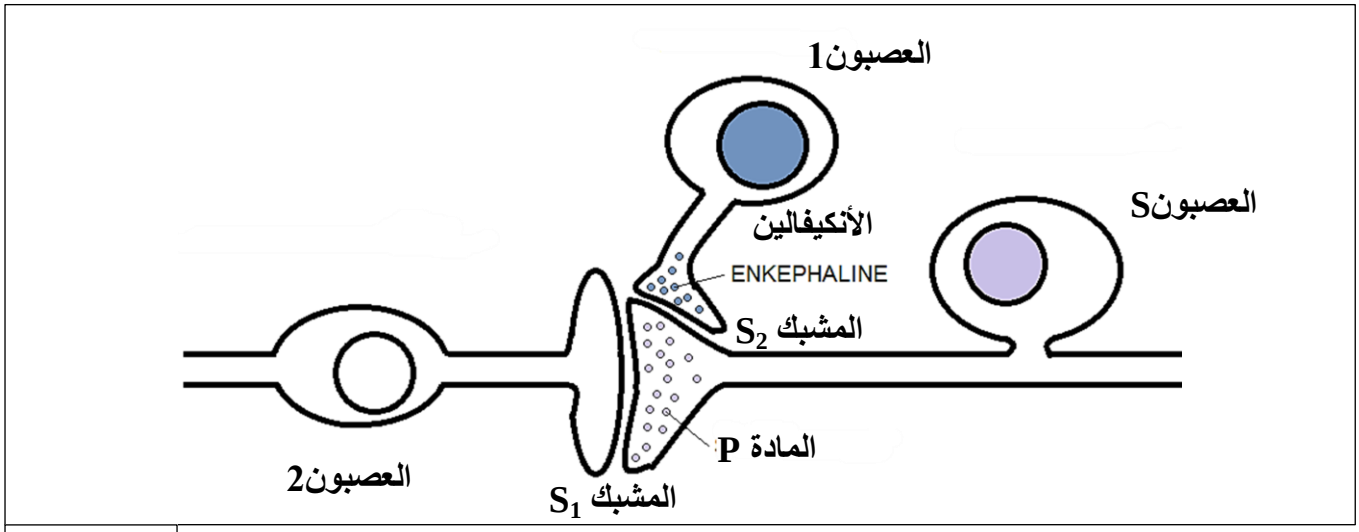
II – بتوظيف المعلومات التي توصلت اليها وعارفك حول دور البروتينات في الاتصال العصبي , انتقل ثم اكمل الجدول التالي:

| | مرحلة زوال الاستقطاب لكمون العمل | مرحلة عودة الاستقطاب لكمون العمل | كمون بعد مشبكي تنبيهي (PPSE) | كمون بعد مشبكي تثبيطي (PPSI) |
|---|---|---|---|---|
| القنوات البروتينية المفتوحة | | | | |
| حركة الشوارد | | | | |
| المبلغات العصبية | | | | |

## التمرين الثامن عشر:

المورفين ، وهو مسكن يستخدم أساسا لوقف الاحساس بالألم ، يؤثر على مستقبلات نوعية في الدماغ والحبل الشوكي.

I – تمثل الوثيقة1 مجموعة العصبونات المتدخلة في نقل الرسالة العصبية للألم على مستوى النخاع الشوكي .




الوثيقة1

1 – **اقترح** فرضيات حول طريقة عمل المورفين .

2 – من أجل تحديد طريقة عمل المورفين , نجري سلسلة من التجارب في شروط تجريبية مختلفة.
النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة2 .

| التجارب | الشروط التجريبية | كمية المبلغ العصبي المحرر (و.إ) | | شدة الألم |
|---|---|---|---|---|
| | | تنبيه العصبون S | الأنكيفالين في $S_2$ | المادة P في $S_1$ |
| 1 | تنبيه العصبون S | 7 | 20 | +++ |
| 2 | تنبيه العصبون1 والعصبون S | 20 | 2 | + |
| 3 | حقن المورفين في $S_1$ و تنبيه العصبون S | 7 | 10 | +++ |
| 4 | منع تحرير الانكفالين يتبع بحقن المورفين في $S_2$ وتنبيه العصبون S | 0 | 0 | - |

+++ : ألم شديد + : ألم ضعيف - : غياب الألم **الوثيقة2**

باستغلالك لمعطيات ونتائج الوثيقة2 :
أ – **استنتج** دور الانكفالين .
**ب – علل** الدور المسكن للالم للمورفين .
**ج – حدد** طريقة عمل المورفين كمسكن للألم وتحقق من فرضياتك السابقة.

## التمرين التاسع عشر (للمحاولة):

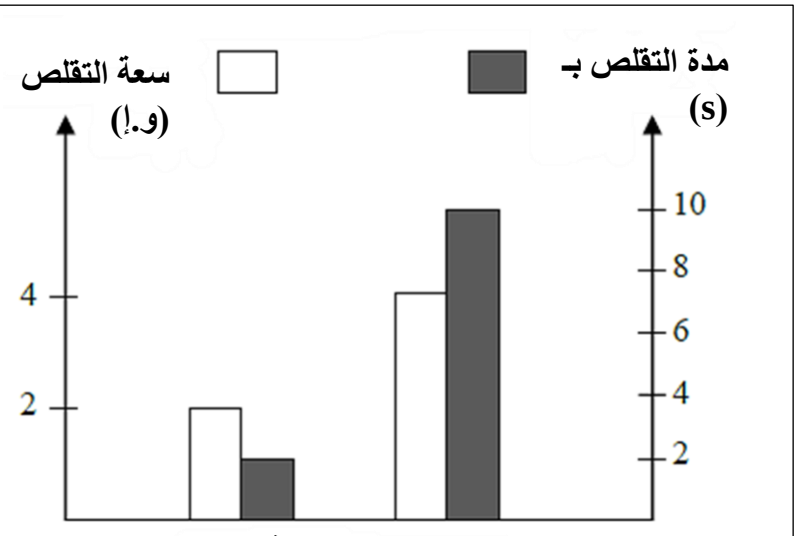
يستخدم المزارعون مبيدات حشرية عضوية فسفورية خلال مكافحتهم للحشرات . بعض هذه المبيدات ,من بينها البيراتر pyrèthre , تؤثر على عمل الجهاز العصبي فتوقف التنفس ما يؤدي الى الموت اختناقاً .يتم تامين الحركة التنفسية عادةً عبر انقباض يليه ارتخاء للعضلات التنفسية.

**I** – بهدف التعرف على طريقة تأثير مبيد الحشرات البيراترpyrèthre , نجري التجارب التالية :

**التجربة1 :**

تغمر العضلة الفخذية لضفدع مع عصبها في وسط فيسيولوجي . نطبق تنبيه فعال ذو شدة I في وجود وفي غياب pyrèthre .
لكل تنبيه , نسجل سعة ومدة تقلص عضلة الفخذ .
النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة1 .

**1 – ادرج** في جدول نتائج الوثيقة1.
**2 – أ - قارن** النتائج المحصل عليها.
**ب – ماذا تستنتج ؟**
**3 – اقترح** فرضيتين لتفسير طريقة عمل pyrèthre .




**الوثيقة1**

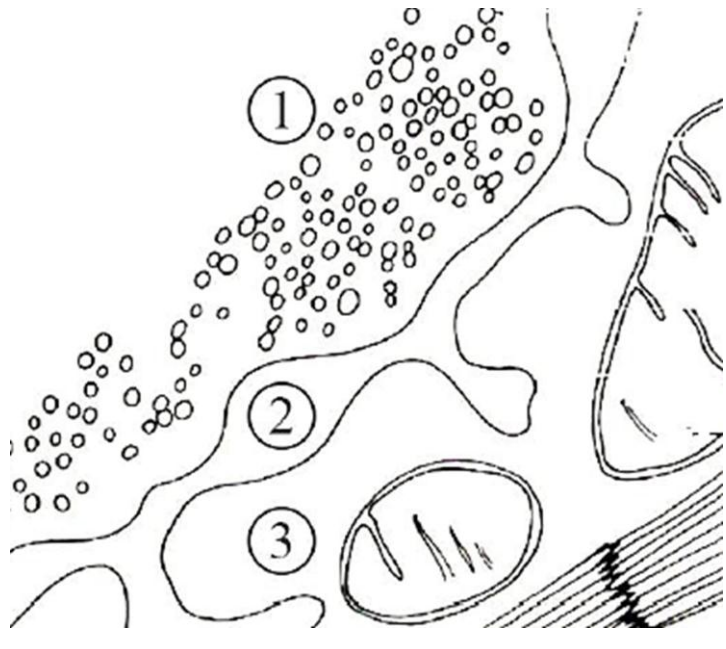
**II** - تمثل الوثيقة2 البنية الدقيقة لمشبك عصبي -عضلي.

**1 - تعرف** على البيانات المرقمة .
**2 – لخص** مراحل انتقال السيالة العصبية على مستوى البنية الممثلة في الوثيقة2.

**التجربة2 :**

نحقن على مستوى المشبك العصبي العضلي قطرة مجهرية من البيراترpyrèthre الموسوم بالفوسفور المشع .
يتمركز الاشعاع على مستوى العنصر(2) من الوثيقة2 .
يظهر تحليل آخر ان جزيئات pyrèthre ترتبط بانزيم الاستيل كولين استراز.

**3 – فسِّر** من خلال كل ما سبق كيف يمكن لمادة البيراترpyrèthre أن تؤدي إلى الموت اختناقاً.




**الوثيقة2**

## التمرين العشرون

المورفين هي مادة مسكنة (مضادة للألم) تؤثر على مستوى المشابك العاملة بمادة الأنكيفالين enképhaline والاندروفين endorphine .هذه المواد هي نواقل عصبية neurotransmetteurs ينتجها عادة المخ والنخاع الشوكي ، بينما نحصل على المورفين من مصدر خارجي . يؤدي الاستعمال المفرط للمورفين إلى إدمان جسدي ونفسي إضافة إلى اضطربات تنفسية وهضمية.

**1 – بتوظيف معارفك المكتسبة ، اشرح** كيف يؤثر المورفين على مستوى المشابك العاملة بمادة الانكيفالين .

سعيا لتجنب الآثار الجانبية لاستخدام المورفين ، يعمل الباحثون على إيجاد مواد أخرى مسكنة للألم ينتجها الجسم نفسه .تظهر بعض هذه الدراسات في التجارب التالية :

**التجربة1 :** قام الباحثون بحقن جرذان بمصل نقي أو أضيفت اليه مسكنات المورفين أو الأندورفين. قاموا بعد ذلك بوضع كل جرذ في المنطقة P من علبة تم تقسيم مساحتها إلى منطقتين : المنطقة P (خارجية) ومغطاة بإبر حادة ينتج عنها ألم مفرط، والمنطقة S ( داخلية) دون إبر.
قاموا خلال 3دقائق بقياس متوسط المدة التي تقضيها الجرذان في المنطقة P .هذه المدة تدل على التأثير المسكن للألم

| الحيوانات | الحقن | مدة بقاء في المنطقة P بـ(s) |
|---|---|---|
| أ | - | 5 |
| ب | مورفين (6 mg/kg) | 72 |
| ج | أندورفين (6 mg/kg) | 5 |

الوثيقة1

للمادة التي تمت دراستها .الشروط والنتائج التجريبية ممثلة في الوثيقة (1).

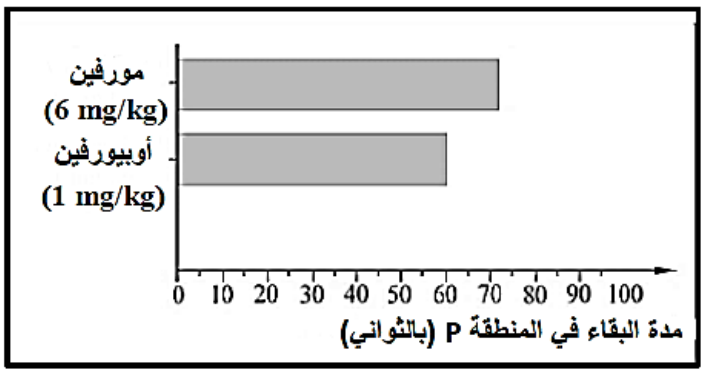
**2 – ماذ تستنتج** من **تحليلك** لنتائج التجربة1؟

**3 – اقترح فرضية** تفسر النتيجة التي حصلنا عليها بعد حقن الأندورفين .

**التجربة2 :** قام الباحثون بحقن الأندورفين الموسومة بمادة التريثيوم المشع في دم مجموعة من الحيوانات أظهرت الاختبارات المنجزة غياب الاشعاع في الدماغ والنخاع الشوكي .
إضافة لذلك اختفاء الاندورفين بسرعة في الدم ، لكن ظهرت مكانها مواد أخرى مشعة.

**4 – بين** أن نتائج التجربة2 تفسر النتيجة التي حصلنا عليها مع الجرذ "ج" .

**التجربة3 :** اكتشف باحثون آخرون من " معهد باستور" مادة جديدة مسكنة للألم يتم افرازها بشكل طبيعي في اللعاب عند الإنسان وهي الأوبيورفين opiorphine .
قاموا بعد ذلك باختبار الأوبيورفين عند الجرذان ، فكرروا التجربة1 ، ولكن بدلا من الأندورفين قاموا بحقن الأوبيورفين. الشروط التجريبية ونتائجها ممثلة في الوثيقة (2أ) بينما الوثيقة (2ب) تبين المعلومات المتعلقة بالأوبيورفين.




الشكل-أ-

تملك جزيئات الأوبيورفين قدرة على تسكين الألم , سواءً للألم الناتج عن الحرارة أو العوامل الميكانيكية أو للألم المزمن . يبدو أن هذه المادة تحمي الأنكيفالين من تأثيرات الانزيم NEP الموجود في شق المشابك العصبية العاملة بالأنكيفالين وليس من الضروري زيادة جرعات الأوبيورفين للحصول على نفس التأثير المضاد للألم .لا ينتج عن هذه المادة إمساك كما أن قدرتها على احداث الادمان منخفضة جدا.

الشكل-ب-

الوثيقة2

**5 – باستغلالك لمعطيات الوثيقة (2) :**

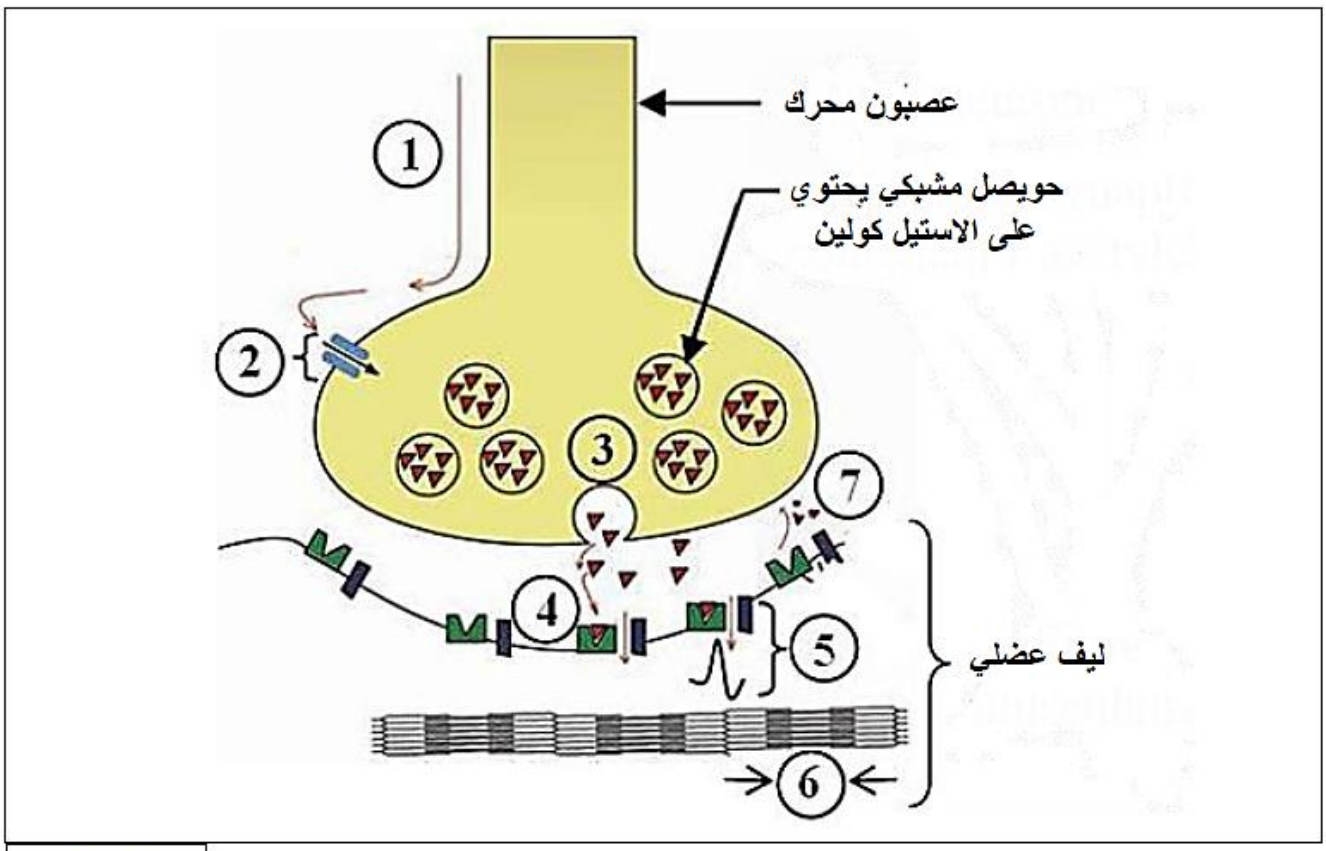
أ – **بين** أن الأوبيورفين هو مسكن فعال .

ب – **اشرح** كيف تلعب مادة الأوبيورفين دور مسكن للألم ذو فعالية مشابهة للمورفين.

ج – **استخلص** سببين يظهران أن الأوبيورفين هي جزيئة ذات مردود علاجي أفضل من المورفين .

## التمرين الحادي والعشرون:

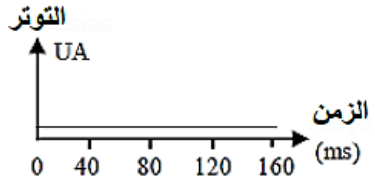
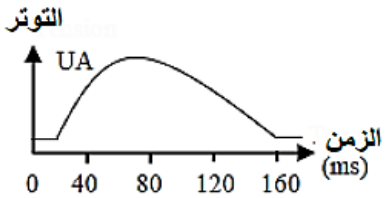
التسمم الغذائي (البوتيليزم botulisme) مرض خطير يسبب شلل للعضلات الهيكلية والملساء . ويصبح قاتلا عندما يصيب عضلات الأجهزة الحيوية .
سبب هذا المرض ، سموم تدعى : توكسين بوتيلينيوم تفرزه بكتيريا تسمى :كلوستريديوم بوتيلينيوم (Clostridium botulinum) ، تتواجد هذه البكتيريا في الأغذية الغير محفوظة جيدا.
بالإضافة لذلك تستخدم توكسينات البوتيلينويم في الطب العلاجي وطب التجميل لمحو علامات الشيخوخة.
تم التعرف على 7 أنواع من توكسينات البوتيلينيوم بما في ذلك 4 أنواع هي السبب في التسمم الغذائي عند الانسان : توكسين A، B، E وF . هذه التوكسينات عبارة عن انزيمات (البروتياز) تعمل على قطع البروتينات على مختلف المستويات.
لفهم طريقة عمل هذه التوكسينات نجري الدراسة التالية :
**I** – تمثل الوثيقة1 رسم تخطيطي تفسيري لآلية انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك العصبي – العضلي.




الوثيقة1

**1** – بناءا على معطيات الوثيقة1 ومعلوماتك المكتسبة ، **صف** المراحل المرقمة من1 إلى 7 .
**2** – **اقترح** ثلاث فرضيات تتعلق بالخلية المستهدفة من طرف توكسين البوتيلينيوم .

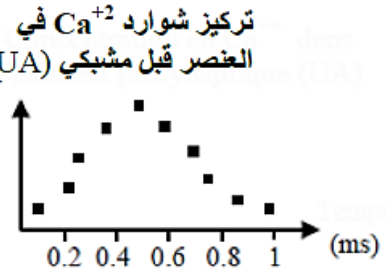
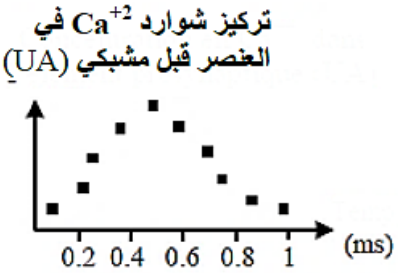
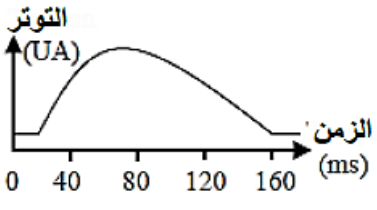
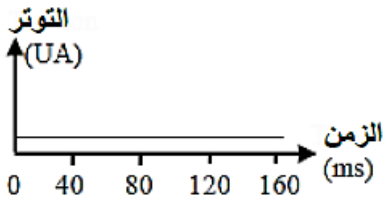
**II** – تمثل الوثيقة (2-أ) نتائج حقن جرعات ضعيفة من توكسينات البوتيلينيوم (A ،B ،E وF) على النشاط العضلي .

| مكان الحقن / النشاط العضلي | في العنصر قبل مشبكي | في العنصر بعد مشبكي |
|---|---|---|
| النشاط العضلي (UA) اثر تنبيه فعال للعصبون المحرك |  |  |

الوثيقة(2-أ)

**1** – **هل** تسمح لك نتائج الوثيقة (2-أ) من التأكد من صحة الفرضيات المقترحة؟ . **علل** إجابتك .

تمثل الوثيقة (2-ب) نتائج حقن جرعات ضعيفة من توكسينات البوتيلينيوم (A ،B ،E وF) على التدفق الايوني لشوارد الكالسيوم $Ca^{+2}$ وعلى النشاط العضلي .

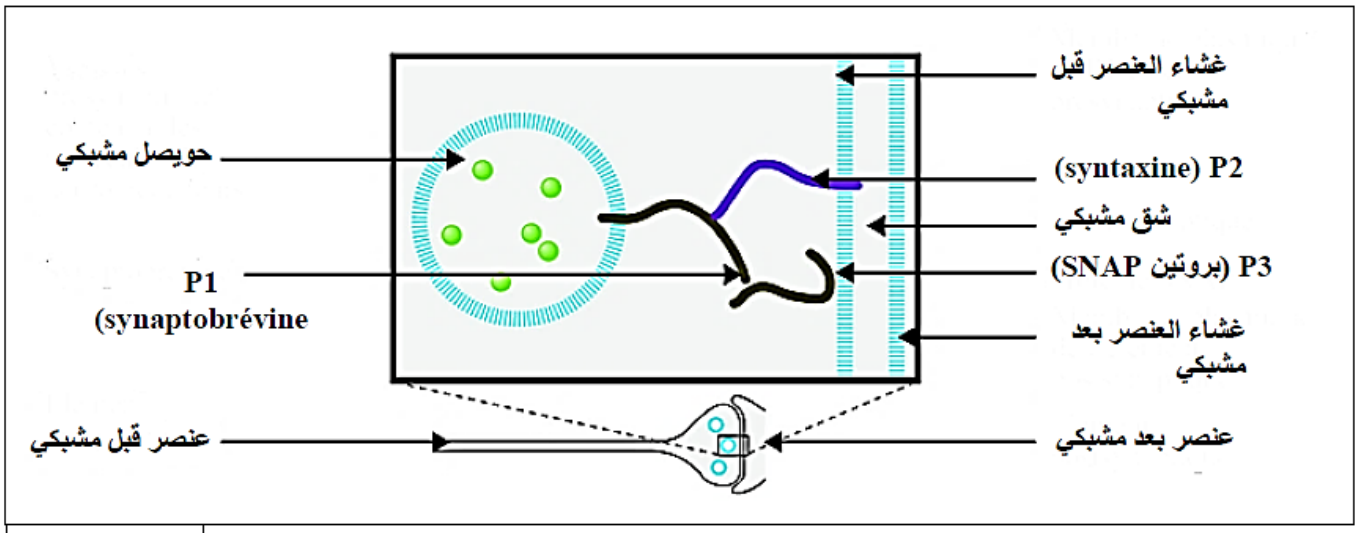
| | بدون حقن توكسينات البوتيلينيوم في العنصر قبل مشبكي | مع حقن توكسينات البوتيلينيوم في العنصر قبل مشبكي |
|---|---|---|
| تطور تركيز شوارد $Ca^{+2}$ في العنصر قبل مشبكي اثر تنبيه واحد فعال للعنصر للعصبون المحرك |  |  |
| النشاط العضلي المسجل |  |  |

الوثيقة(2-ب)

الظاهرة3 من الوثيقة (1) تتضمن تدخل 3 أنواع من البروتينات :

- P1 (synaptobrévine) : بروتين غشائي للحويصلات المشبكية
- P2 (syntaxine) وP3 (بروتين SNAP) : نوعان من بروتينات الغشاء السيتوبلازمي القبل مشبكي (الوثيقة3) .

هذه البروتينات تتفاعل وتلتصق بعضها ببعض مشكلة معقد ،مما يسمح بحدوث الظاهرة3 من الوثيقة (1).




**الوثيقة(3)**

توكسينات (سموم) البوتيلينيوم تقطع البروتينات في الوسط إلى متعددات الببتيد.
نهايات أجزاء متعددات الببتيد الجديدة يمكن التعرف عليها بواسطة أجسام مضادة نوعية .
بعد حقن منفصل لتوكسينات البوتلينيوم A، B، E أوF في العنصر قبل مشبكي ،يتم استخراج السيتوبلازم ثم يضاف اليه أجسام مضادة نوعية ضد أجزاء متعدد الببتيد الموافقة لـ P1 ،P2وP3.
النتائج المحصل عليها ممثلة في الجدول التالي :

| الأجسام المضادة / التوكسين | اجسام مضادة نوعية لأجزاء من P1 | اجسام مضادة نوعية لأجزاء من P2 | اجسام مضادة نوعية لأجزاء من P3 |
|---|---|---|---|
| التوكسين A | - | - | + |
| التوكسين B | + | - | - |
| التوكسين E | - | - | + |
| التوكسين F | + | - | - |

**-** غياب المعقد المناعي **+** وجود المعقد المناعي

**3 – ماهي المعلومات الإضافية** التي يمكنك **استخراجها** من هذه النتائج .

**III** – البوتوكس (Botox) يتكون من توكسين البوتولينوم من النوع A . يستعمل بتراكيز ضعيفة (1/1000من الجرعة السامة) في عدة حالات منها : التبول اللاارادي ذو المنشأ العصبي والذي تسببه تقلصات لا إرادية للمثانة ، وفي حالة تجاعيد الوجه بسبب التقلص المستمرلعضلات الوجه.

– **اشرح** طريقة عمل وتأثير البوتوكس على الحالتين المذكورتين أعلاه.

## التمرين الثاني والعشرون:

قامت زينب باستشارة طبيبها : تعاني زينب من تعب عضلي مزمن. يشك الطبيب في وجود مرض عصبي عضلي مزمن مرتبط بخلل في نقل الرسالة العصبية بين العصب والعضلة: الوهن العضلي.
لتأكد من مرض زينب , قام الطبيب بإجراء عدة اختبارات ليتأكد في النهاية إصابتها بمرض الوهن العضلي ,وقدم لها علاج يتمثل في دواء بَيرِيدُوسْتِيغمين Pyridostigmine .
نبحث من خلال هذه الدراسة أعراض واسباب مرض الوهن العضلي واهمية العلاج المقدم للمريضة

**I** – تمثل الوثيقة1 , حالة زينب قبل العلاج وبعد تناول الدواء المقدم لها من قبل طبيبها .



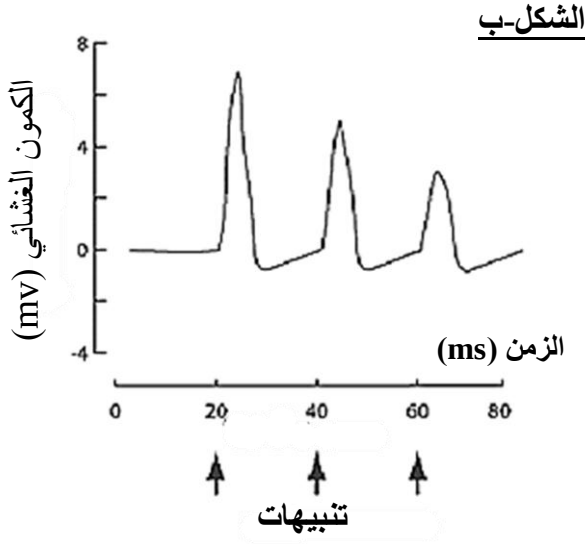

**الوثيقة1**

**استخرج** من الوثيقة1 إحدى اعراض المرض التي تعاني منها زينب .

**II** – للبحث عن اسباب مرض الوهن العضلي نقدم لك الدراسات التالية :

**الدراسة الأولى :**

تمثل الوثيقة -2- تسجيل الظواهر الكهربائية (électromyogramme)الملتقطة من طرف إلكترودات الاستقبال موضوعة على مستوى الجلد في مستوى العضلة ثم ننبه العصب الحركي التي يعصبها، نسجل هذه الظواهر عند زينب المريضة وشخص آخر سليم.




التسجيل الكهربائي العضلي électromyogramm لشخص سليم



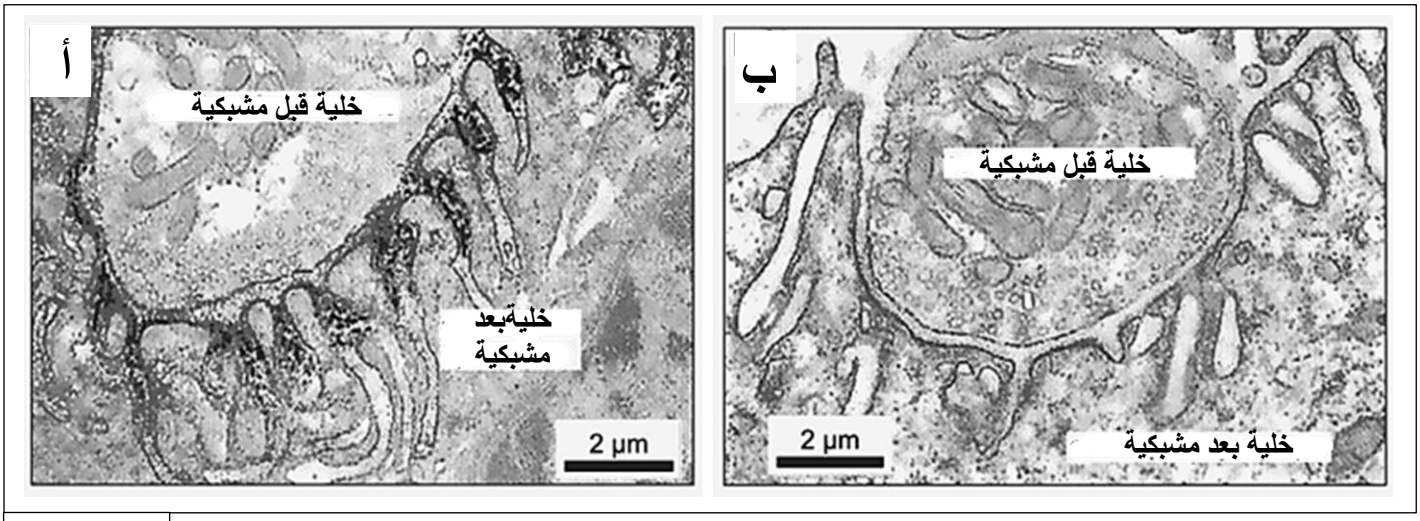

التسجيل الكهربائي العضلي électromyogramm لزينب المصابة بمرض الوهم العضلي

**الوثيقة2**

**1** – أ - **حلل** النتائج المحصل عليها في الوثيقة2.
**ب** – **اقترح** ثلاث فرضيات لتفسير سبب مرض الوهن العضلي الذي تعاني منه زينب.

**الدراسة الثانية :**

تمثل الوثيقة 3 مشبك عصبي عضلي لدى شخص غير مصاب (أ) وشخص يعاني من مرض الوهن العضلي الشديد (ب).
اخضعت مقاطع الوثيقة3 لمعالجة خاصة (استعمال مواد مشعة ثم التصوير الاشعاعي الذاتي) وذلك للكشف عن وجود مستقبلات الأستيل كولين والتي تظهر على شكل بقع سوداء.




**الوثيقة3**

2 – **قارن** النتائج المحصل عليها في الوثيقة3 .

**دراسة الثالثة :**

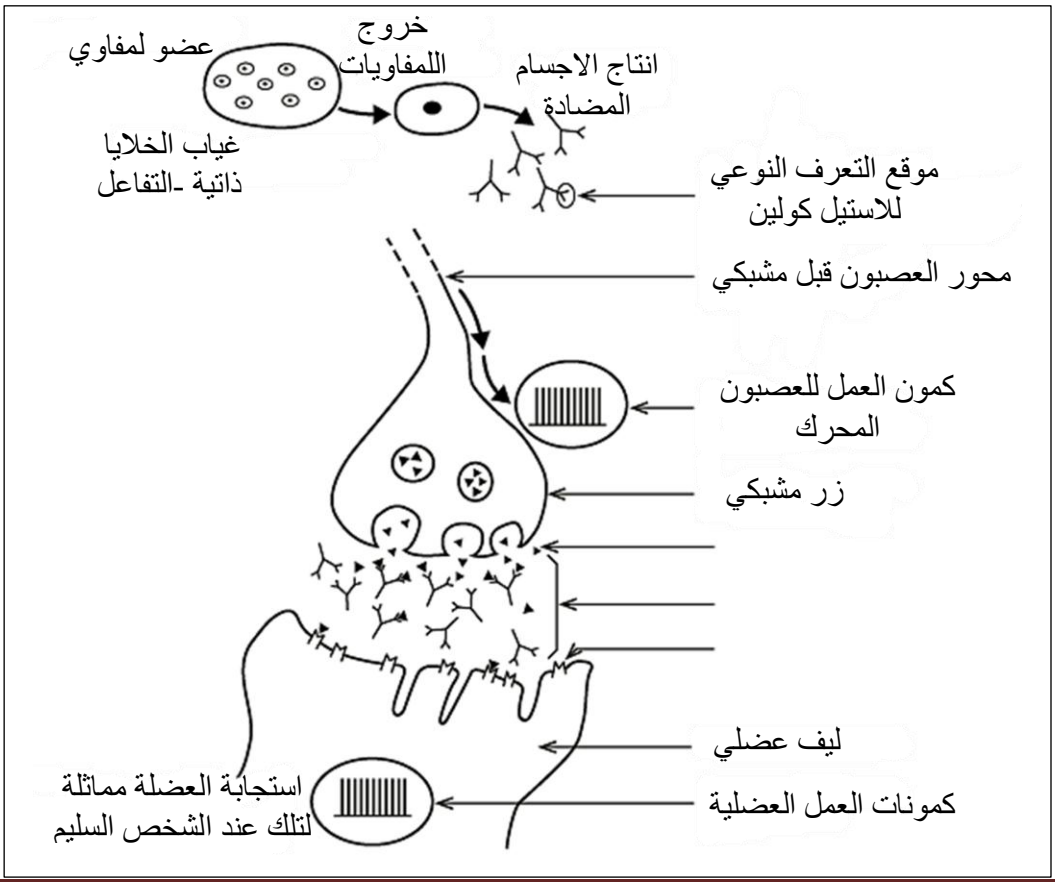
تمثل الوثيقة4 نتائج تحليل الدم مأخوذ من زينب مقارنة بذلك لشخص سليم .

| **الوثيقة4** | **شخص سليم** | **زينب** |
|---|---|---|
| **اختبار الكشف عن الاجسام المضادة ذاتية –التفاعل(التي تتفاعل مع الذات) الموجهة ضد المستقبلات الغشائية للأستيل كولين** | - | +++ |

3 – **باستغلالك لمعطيات** الوثيقة4 :

أ – **حدد** طبيعة مرض زينب . ب – **تحقق** من مدى صحة الفرضيات المقترحة أعلاه .

**III** – انطلاقا من المعلومات المستخرجة من استغلالك للوثائق السابقة ومعارفك المكتسبة , **اشرح** لزينب الاسباب المحتملة لاعراض مرضها وأهمية العلاج بدواء بَيرِيدُوسْتِيغمين Pyridostigmine . ثم **صحح** الرسم التركيبي لتلميذ (الذي يحتوي على خمسة أخطاء وعناصر ناقصة) وذلك بعد نقله على ورقة إجابتك.



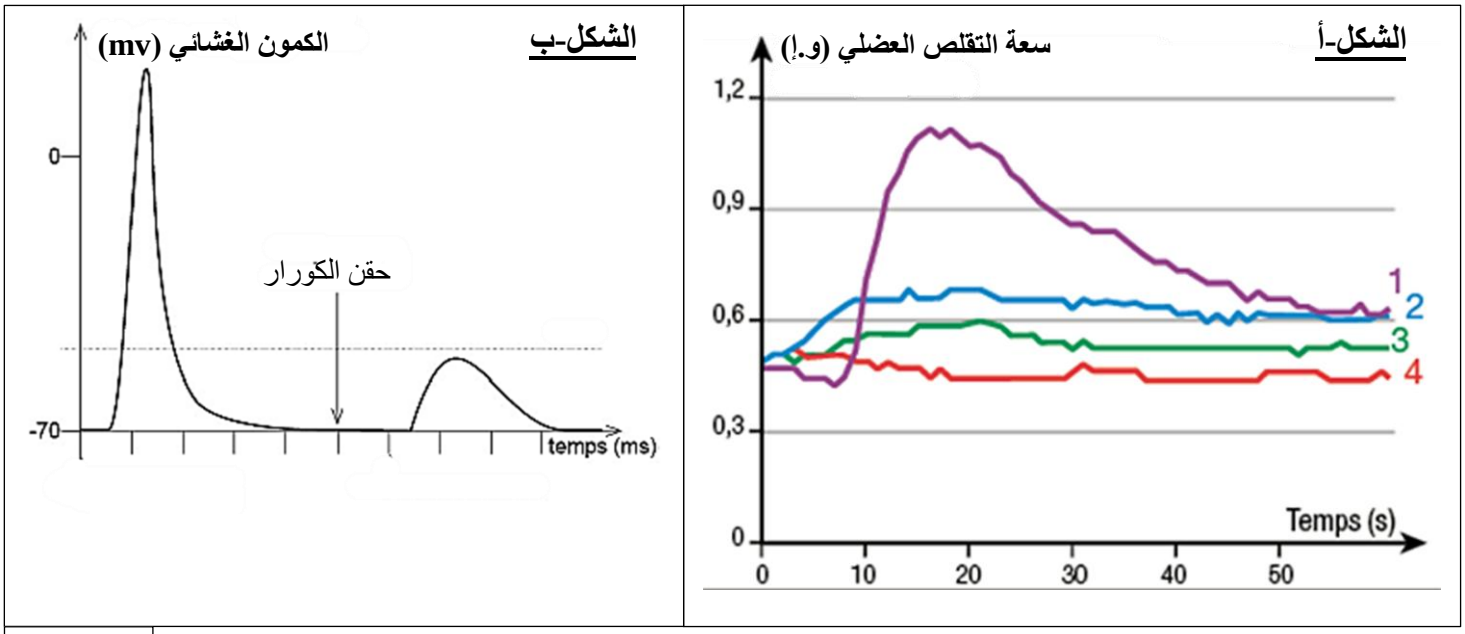
## التمرين الثالث والعشرون:

الكورار سم يستخرج من بعض النباتات , جزيئة الكورار قادرة على شل العديد من العضلات , بما في ذاك عضلات الجهاز التنفسي , مما يؤدي إلى الوفاة باختناق الحيوان او الانسان .
يستعمل الكورار في المجال الطبي كالتخدير قبل اجراء العمليات الجراحية بغرض استرخاء العضلات ....
من أجل شرح دور وآلية عمل الكورار على مستوى المشبك العصبي العضلي , نجري الدراسات التالية :

**الجزء1 :** بغرض معرفة تأثير الكورار على التقلص العضلي , نقترح عليك التجربتين التاليتين :

**التجربة1 :**
نصل عضلة معزولة بجهاز يسمح لنا بقياس سعة تقلصها . نضع جرعة اختبار من الاستيل كولين على العضلة في الزمن $t_0$ (المنحنى1) . ثم نعيد التجربة بإضافة لجرعة الاختبار هذه تراكيز متزايدة من الكورار (المنحنيات من 2 إلى4) .
النتائج مبينة في الوثيقة (1-أ)

**التجربة2 :**
نطبق تنبيه فعال على مستوى العصبون الحركي لعضلة ثم نقوم بتسجيل الظواهر الكهربائية للغشاء الليف العضلي البعد مشبكي . نعيد نفس التجربة مع حقن جرعة من الكورار في الشق المشبكي.
النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (1-ب) .



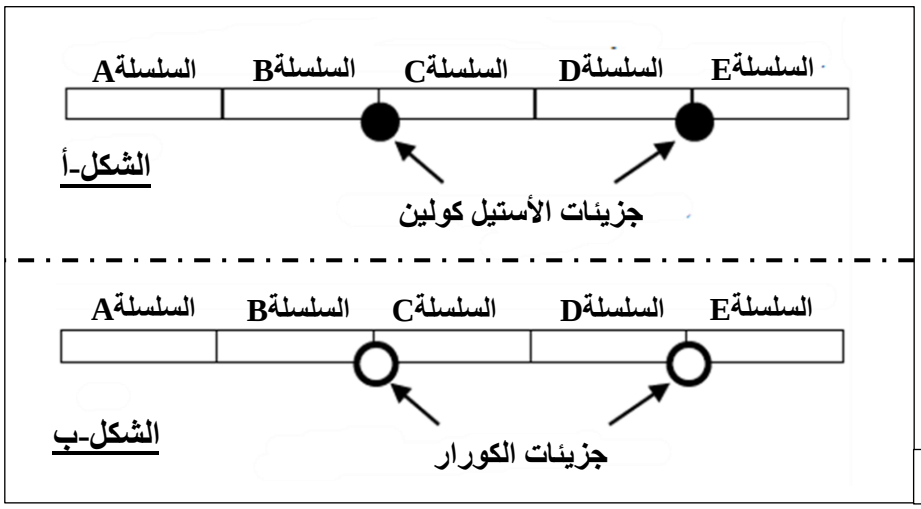

الوثيقة1

1 – باستغلالك لمعطيات الوثيقة1 , **علل** دور الكورار في شل العديد من العضلات .

**الجزء2 :** لتحديد آلية عمل الكورار , نقدم لك المعطيات التالية :

**المعطى1 :**
يتثبت الأستيل كولين على مستوى الغشاء بعد مشبكي على مستقبله النوعي الذي يتكون من 5 تحث وحدات , تسمى A, B, C, D و E.
الوثيقة2 تبين هذه 5 تحث وحدات للمستقبل في وجود الأستيل كولين (الشكل-أ) أو الكورار (الشكل-ب) .

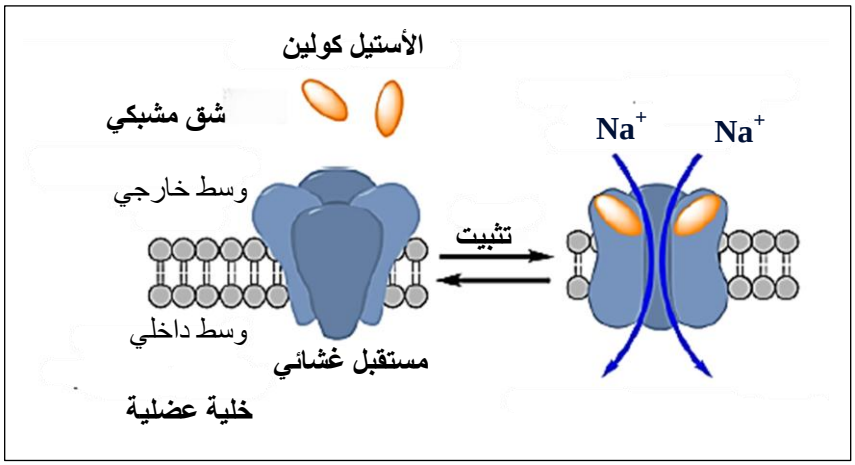
2 – باستغلالك لمعطيات الوثيقة2 , **حدد** طريقة عمل الكورار .




الوثيقة2

**المعطى2 :**

نبحث من خلال معطيات الوثيقة3 أن نبرهن على آلية عمل الكورار على مستوى المستقبل الغشائي للاستيل كولين .
يمثل **الشكل (أ)** من الوثيقة1 : آلية عمل المستقبل الغشائي للأستيل كولين.
**الشكل (ب) :** نتائج قياس المسافة بين حمضين أمينين Cys188 و Trp145 للسلسلة D لمستقل الاستيل كولين ( يقعان على جانبي موقع التثبيت) , وذلك عندما يكون هذا المستقل مرتبط مع الاستيل كولين او الكورار .
**الشكل (ج) :** يمثل نمذجة باستعمال برنامج الراستوب لبنية الفراغية المستقبل الاستيل كولين مرتبط مع الكورار وبنيته وهو مرتبط مع الاستيل كولين .

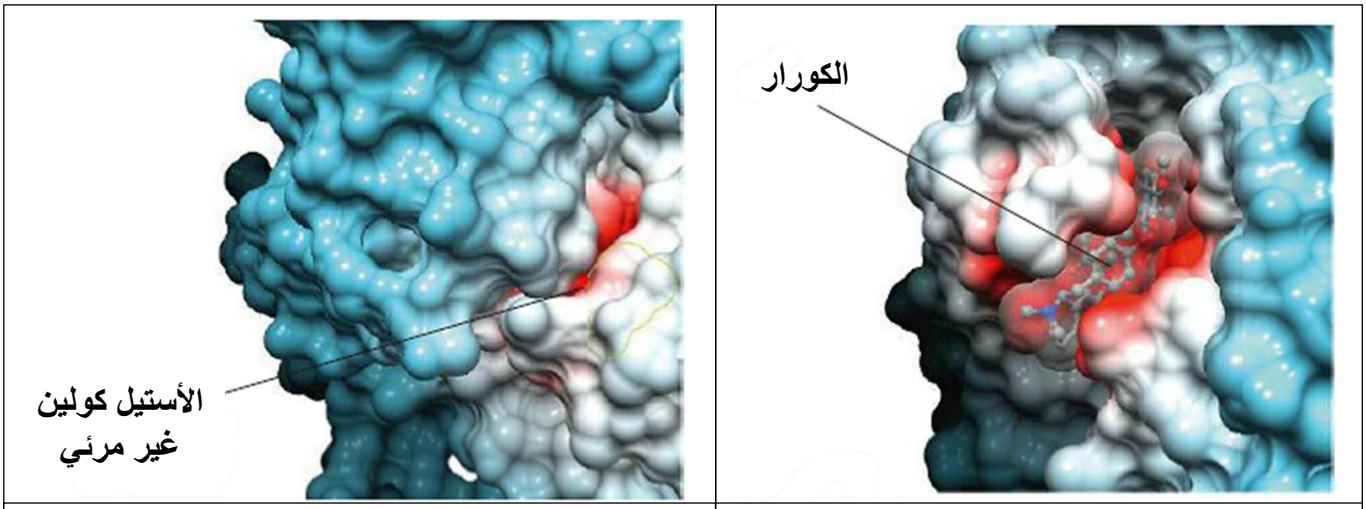



**الشكل-أ**

| | جزيئة الأستيل كولين | جزيئة الكورار |
|---|---|---|
| **المسافة : Cys188 و Trp145(nm)** | 1.0< p< 1.3 | 1.5< p< 1.8 |
| **حالة المستقبل** | مستقبل فعال (نشيط) | مستقبل غير فعال |

**P :** المسافة
**Cys188 :** Cys في الموضع 188 في السلسلة D للمستقبل الغشائي للأستيل كولين.
**Trp145 :** Trpفي الموضع 145 في السلسلة D للمستقبل الغشائي للأستيل كولين.

**الشكل-ب**




| مستقبل الأستيل كولين مرتبط مع جزيئة الكورار | مستقبل الأستيل كولين مرتبط مع جزيئة الأستيل كولين |
|---|---|

**الشكل-ج**

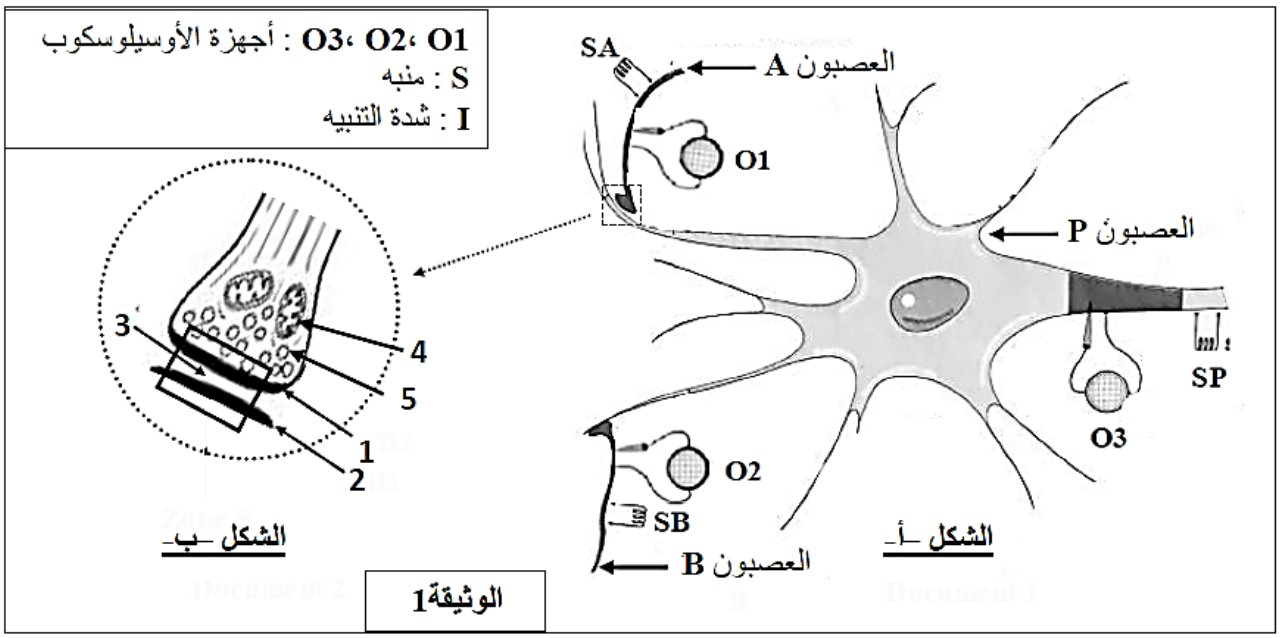
**الوثيقة3**

**3 – أ –** بالاعتماد على معطيات الشكل (أ) , **حدد** طريقة عمل الاستيل كولين على مستقبلاته الغشائية النوعية في المشبك العصبي العضلي .
**ب- ادرس** معطيات الشكلين (ب) و(ج) لتدعم بها ما وصلت اليه سابقا حول طريقة عمل الكورار على مستوى المشبك العصبي –العضلي.
**الجزء3 :** اعتمادا على ما توصلت إليه في هذه الدراسة ومعلوماتك , **لخص** في نص علمي دقيق ومنظم عمل المشبك العصبي- العضلي في وجود مادة الكورار وفي غيابها **مدعما** إجابتك في كل حالة **برسم** تخطيطي وظيفي.

## التمرين الرابع والعشرون:

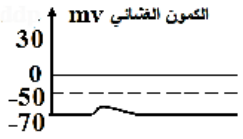
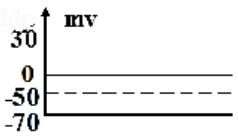
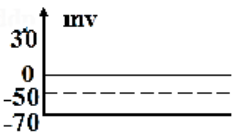
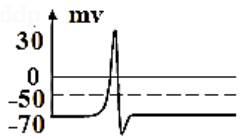
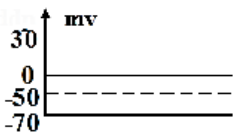
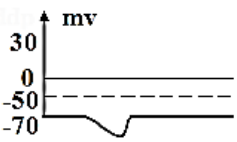
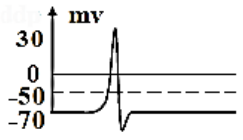
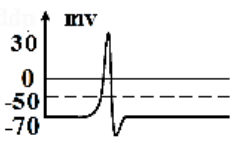
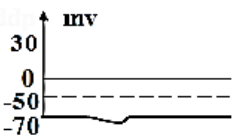
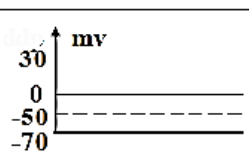
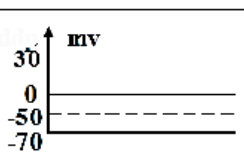
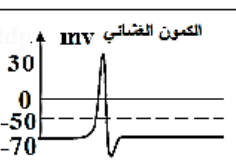
تؤمن المبلغات العصبية انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك . لتحديد آلية انتقالها و دور البروتينات الغشائية في في ذلك ، نقترح عليك الدراسة التالية :

**I** – نقترح عليك دراسة آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشابك العصبية : يمثل الشكل (أ) من الوثيقة1 مشابك عصبية-عصبية بين ثلاث عصبونات A, B وP ؛ الشكل (ب) من الوثيقة (1) تفاصيل من المشبك A-P.

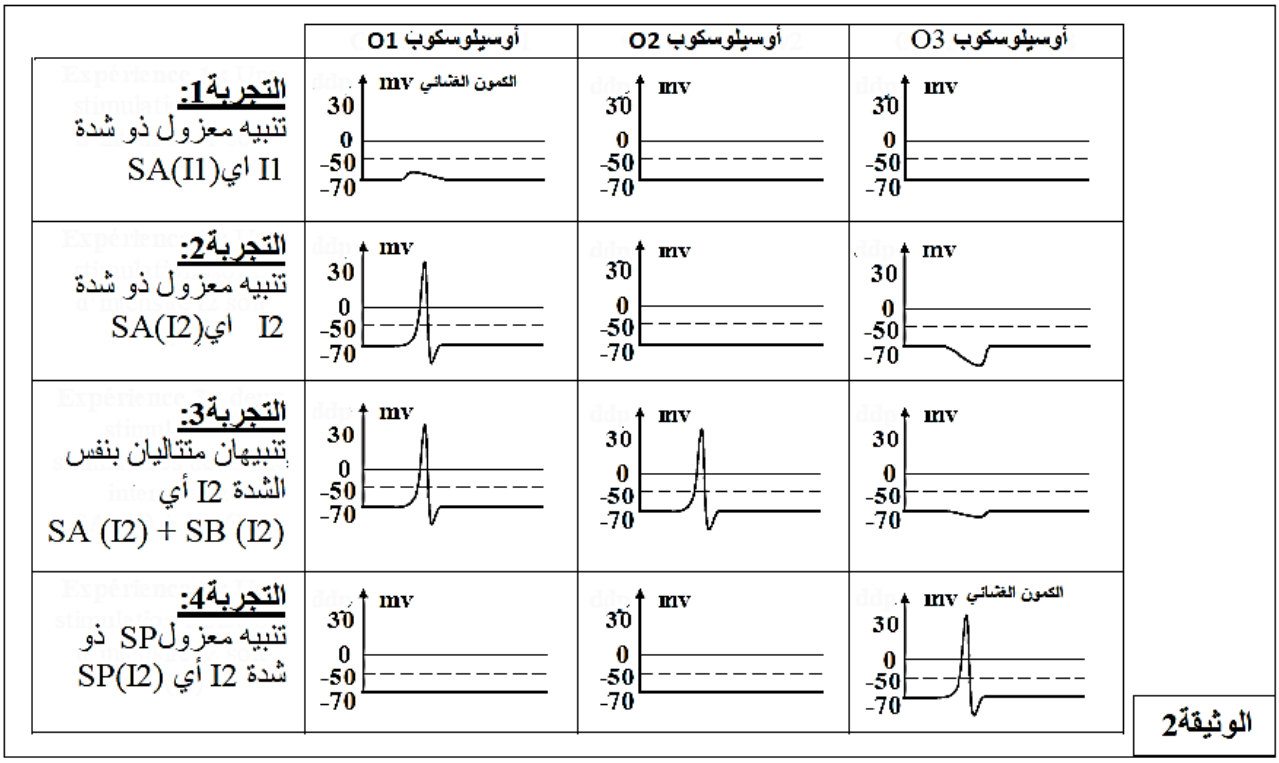



الوثيقة1

1 – **تعرف** على البيانات المشار اليها في الشكل (ب) من الوثيقة1.
ننبه النهايات القبل مشبكية A و B بشكل مستقل او في نفس الوقت .النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة2.
2 – **حلل** نتائج التجربة1 ، ثم **استنتج** خاصيتين للظاهرة العصبية المسجلة في O1 ،وطبيعة التنبيه SA(I1) .
3 – **حلل** نتائج التجربة2 ثم **حدد** خاصية التنبيه SA(I2) وطبيعة العصبون A.
4 – **ماهي المعلومات المستخرجة** من **تحليلك** للتجربتين 2و3 .
5 - **فسر** نتائج التجربة4 .

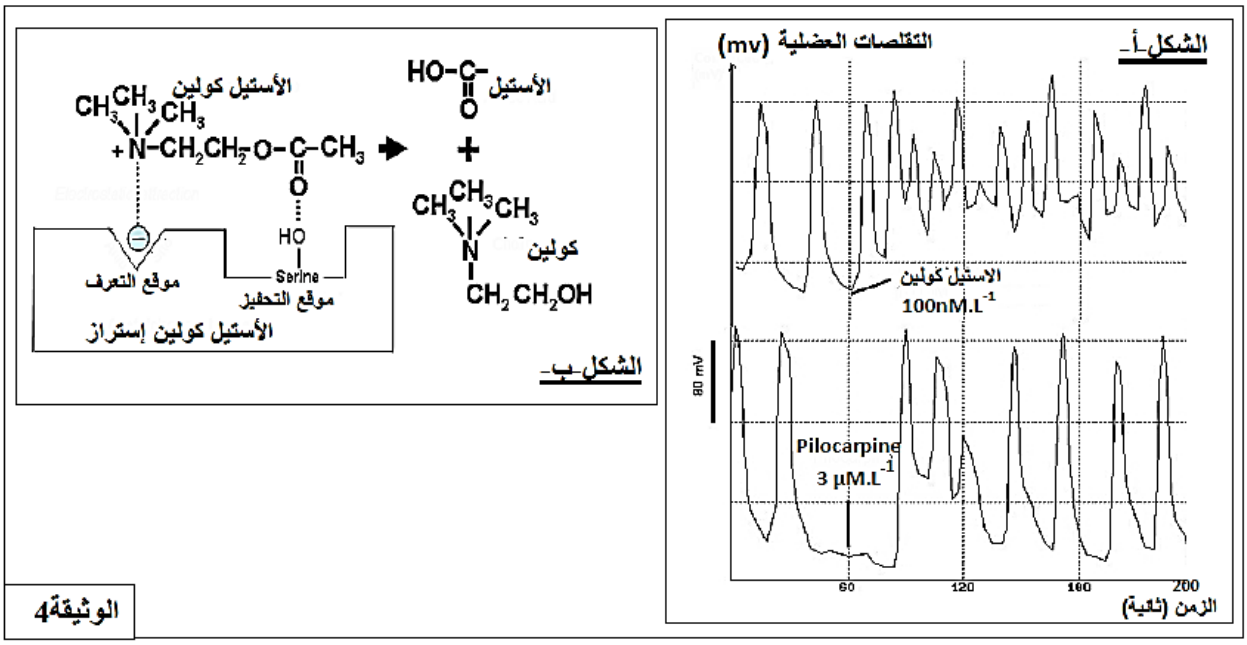
| | أوسيلوسكوب O1 | أوسيلوسكوب O2 | أوسيلوسكوب O3 |
|---|---|---|---|
| **التجربة1:** تنبيه معزول ذو شدة I1 اي SA(I1) |  |  |  |
| **التجربة2:** تنبيه معزول ذو شدة I2 اي SA(I2) |  |  |  |
| **التجربة3:** تنبيهان متتاليان بنفس الشدة I2 أي SA (I2) + SB (I2) |  |  |  |
| **التجربة4:** تنبيه معزولSP ذو شدة I2 أي SP(I2) |  |  |  |

الوثيقة2




الوثيقة2

2 – باستعمال نفس التركيب التجريبي الممثلة في الوثيقة (3-أ) ، نحقن كمية من الاستيل كولين تقدر بـ $100nM.L^{-1}$ على مستوى الشق المشبكي ، نسجل بواسطة الاكترود $E_1$ الاستجابة الكهربائية للعضلة.
نعيد التجربة السابقة ولكن بحقن كمية من مادة pilocarpine تقدر بـ $3\ \mu M.L^{-1}$ (مادة pilocarpine لها نفس تأثير الادوية المستعملة لمعالجة مرض الوهن العضلي) . نتائج التسجيلات ممثلة في الوثيقة (4-أ).



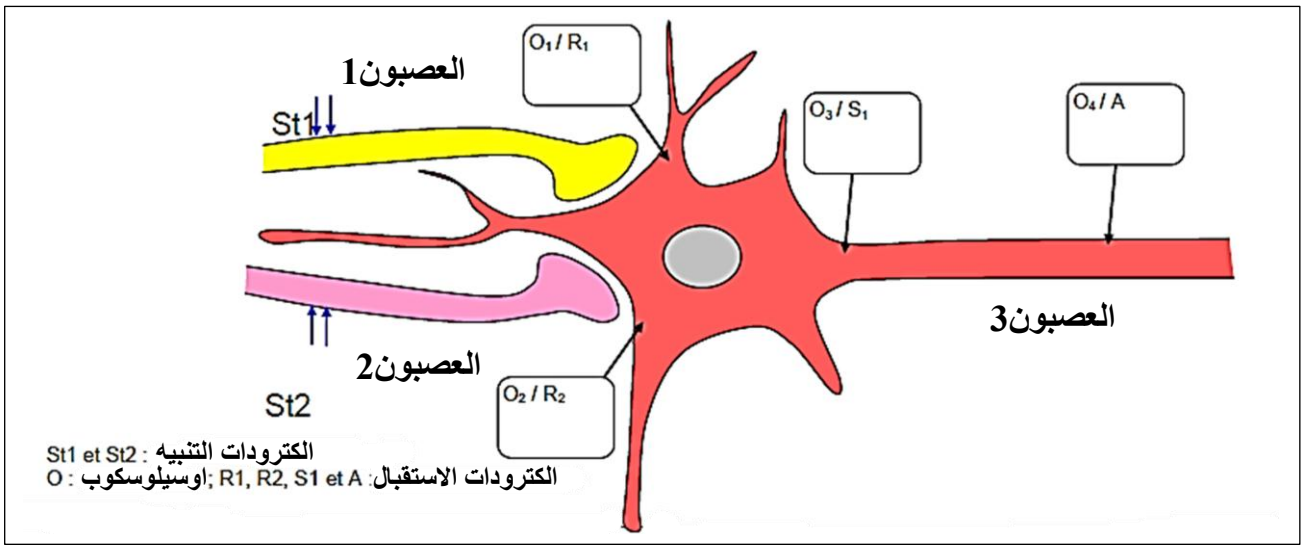

الوثيقة4

**باستغلالك** الواضح والمنظم لمعطيات الوثيقتين (3) و(4) و مستعينا بمعارفك المكتسبة، **بين** مصدر أعراض مرض الوهن العضلي وأهمية العلاج بأدوية مفعولها مماثلة لمادة pilocarpine.

III – بالاستعانة بالمعارف التي توصلت اليها ومكتسباتك المعرفية ، **انجز** رسم تخطيطي وظيفي **تبرز** فيه دور البروتينات في انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك الكيميائي.

## التمرين الخامس والعشرون مع التصحيح :

نقترح عليك دراسة طريقة عمل المشابك . من اجل ذلك ننجز تجربتين باستعمال التركيب التجريبي المبين في الوثيقة1




مراحل التجربة والنتائج مع استغلال النتائج مبينة في الوثيقة2

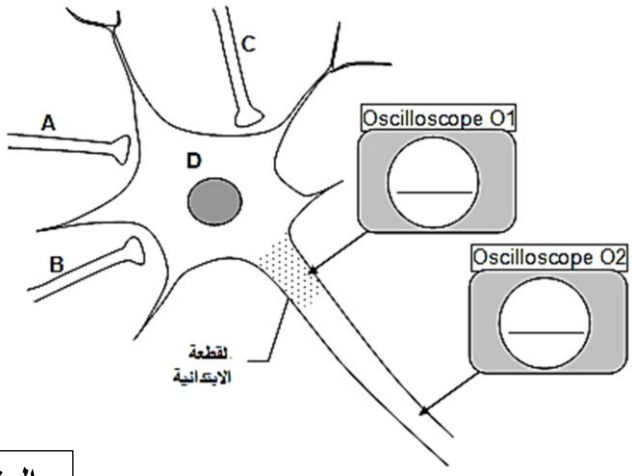
| خصائص التنبيه المطبق في St1 | التسجيلات المحصل عليها في : | | |
|---|---|---|---|
| | R1 | S1 | A |
| تنبيه واحد بشدة nA3 | | | |
| تنبيه واحد بشدة nA9 | | | |
| وصف تغيرات الكمون الغشائي | زوال استقطاب طفيف للغشاء بعد مشبكي PPSE (أقل من العتبة) تتناسب ستعته مع شدة التنبيه , تقل سعته حين انتشاره من R1 إلى S1 | | كمون راحة إذن زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي لا ينتشر في المحور |
| تنبيهان بشدة nA 9 وبفارق زمني بينهما ms0.9 | | | |
| وصف تغيرات الكمون الغشائي | تجميع 2PPSE زمنيا على مستوى القطعة الابتدائية للمحور الاسطواني للعصبون3 . PPSE الاجمالي سعته اكبر من العتبة . توليد كمون عمل | | كمون عمل ينتشر على طول المحور الاسطواني |

| خصائص التنبيه المطبق في St2 | التسجيلات المحصل عليها في : | | |
|---|---|---|---|
| | R2 | S1 | A |
| تنبيه واحد بشدة nA3 | | | |
| تنبيه واحد بشدة nA9 | | | |
| وصف تغيرات الكمون الغشائي | هنا على مستوى الغشاء , التنبيه ولد إفراط في الاستقطاب PPSI وسعته تتناسب مع شدة التنبيه . PPSI ينتشر حتى يصل إلى القطعة الابتدائية | | تسجيل كمون راحة , فـ PPSI لا ينتشر على طول المحور |

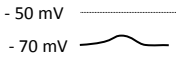
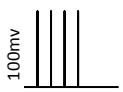
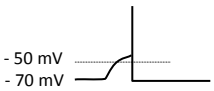
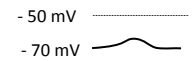
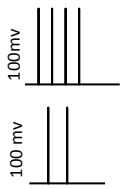
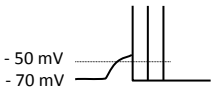
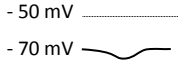
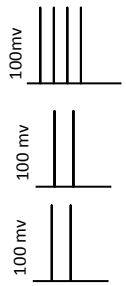
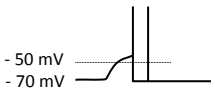
المشبك 1-3 : تنبيهي
المشبك 2-3 : تثبيط

## التمرين السادس والعشرون للمحاولة :

بغرض دراسة النشاط الادماجي للعصبون نجري سلسلة من التجارب باستعمال التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة1.
الشروط التجريبية والنتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة2




الوثيقة1

| الرسالة العصبية قبل مشبكية | التسجيل في O1 | التسجيل في O2 اكمله | فسر التسجيلات المحصل عليها في O1 |
|---|---|---|---|
| $A_1$   |   | | |
| $A_2$   |   | | |
| B   |   | | |
| $A_2$ et B   |   | | |
| C   |   | | |
| $A_2$ , B et C   |   | | |

الوثيقة2

# التصحيح

## التمرين الأول :

**التجربة1 :**

**1 – تحليل نتائج الشكل (ب) :**

اثناء الراحة :

- طول المغزل العصبي- العضلي يقدر بـ 6 mm ,بينما ترددات كمون العمل ضعيفة , اقل من 40.

اثناء الشد المغزل العصبي- العضلي:

- طول المغزل العصبي-العضلي يزداد من 6.5 إلى 7 mm تبعا لقوة الشد , بينما نسجل ارتفاع في عدد تواترات كمون العمل من 40 إلى100كمون/ثا.

بعد الشد (عندم تستجيب العضلة الباسطة) :

- تناقص في طول المغزل العصبي –العضلي حيث يقدر بـ 5 , بينما تنعدم ترددات كمون العمل على مستوى O1.

**2 - الاستنتاج :**

- الرسالة العصبية على مستوى الليف العصبي تشفر بتغير ترددات كمون العمل.
- المغزل العصبي-العضلي عبارة مستقبل حسي (مستقبل ميكانيكي : على مستواه تم تحويل الظاهرة الميكانيكية الى ظاهرة كهربائية).

**التجربة2 :**

**1 – تحليل تسجيلات الوثيقة2 :**

- عند تنبيه الليف العصبي تنبيه فعال ,نسجل كمون عمل ذو سعة 100(قيمته تقدر بـ +30 mv) والذي ينتشر من نقطة التنبيه الى غاية قطب الاستقبال R2 ثم إلى القطب R3.

الخاصية المستخرجة :

- كمونات العمل (الرسالة العصبية) تنتشر على طول الليف العصبي.

**2 – حساب سرعة السيالة العصبية :**

$$V(m/s) = \Delta d / \Delta t = 7.5 \times 10^{-2} / 2 \times 10^{-3} = 37.5 \ m/s$$

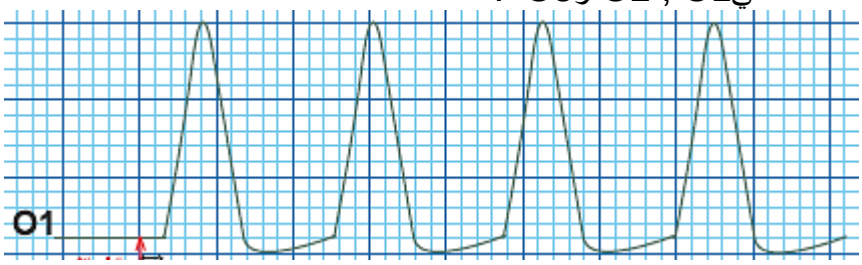
## التمرين الثاني:

**I -1– تسمية الظواهر الكهربائية مع الرسومات البيانية**

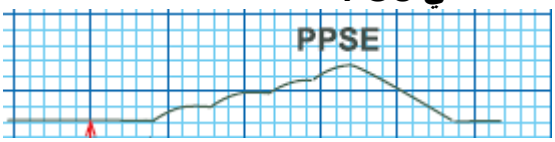
| الاجهزة | في O1 | O2 | O3 | O4 | O5 | O6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| التسمية | تواتركمونات عمل | كمون عمل او تواتر كمونات عمل | PPSE | PPSI | تواتركمونات عمل | كمون راحة |

**الرسم البياني**

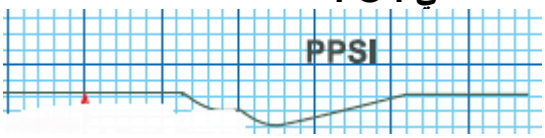
- في O1 , O2 و O5 :




- **في O3 :**




- **في O4 :**




- **في O6 :**




**2 – الشرح :**

**أ – الدور الفسيولوجي للمغزل العصبي العضلي في المنعكس الرضفي :**

- تحويل الطاقة الميكانيكية الناتجة عن الشد الى إشارات كهربائية (مستقبل حسي , حساس للشد)

**ب – آلية النقل المشبكي على مستوى المشبك S (مثبط) بعد شد العضلة الباسطة :**

- ✓ وصول موجة زوال الاستقطاب الى النهاية المحورية (العنصر قبل مشبكي).
- ✓ طرح المبلغ العصبي المثبط (الغابا) في الشق المشبكي.
- ✓ تثبيت المبلغ العصبي على مستقبلاته النوعية المتواجدة على الغشاء قبل مشبكي.
- ✓ افراط استقطاب الغشاء بعد مشبكي

**1- II**

**أ– مقارنة نتائج الوثيقة2 :**

- بعد حقن الازرين وفي وجود الاستيل كولين , سعة التقلص العضلي تقدر بـ 20 (و.إ) , قيمة أعلى بـ 1.6 مرة من القيمة 12 (و.إ) التي تم الحصول عليها في غياب الازرين .

**ب – الاستخلاص :**

- الازرين يضخم عمل الاستيل كولين

**2 – فرضيات تفسر طريقة عمل الازرين :**

**الفرضية1 :**

- الازرين يثبط إماهة الاستيل كولين بواسطة انزيم الاستيل كولينستراز على مستوى الشق المشبكي للمشبك العصبي العضلي.

**الفرضية3 :**

- الازرين يسهل تثبيت الاستيل كولين على مستقبلاته النوعية المتواجدة على الغشاء بعد مشبكي.

**الفرضية3 :**
- الازرين يسهل (يدعم) إطراح الاستيل كولين على مستوى المشبك العصبي العضلي .

**3 – نعم تسمح هذه النتائج من التحقق من الفرضية 1 :**
- الازرين يثبط عمل انزيم الاستيل كولينستراز , انزيم يعمل على إماهة الاستيل كولين على نساوى المشبك .

**التوضيح :**
- تبين الوثيقة (3) ان نشاط انزيم الاستيل كولينستراز ينخفض بمقدار النصف تقريبا من 100% إلى 52 % في وجود الازرين .
- اذن الزرين يثبط عمل الاستيل كولينستراز.

**4 – شرح تغير سعة التقلص العضلي في وجود وفي غياب الازرين :**
- في وجود مادة الازرين , سعة التقلص مرتفعة . هذه المادة تثبط نشاط انزيم الاستيل كولينستراز (الوثيقة2) ,هذا الاخير في الظروف الطبيعية يعمل على تفكيك الاستيل كولين على مستوى الشق المشبكي.
- تتوقف سعة التقلص العضلي على عدد تواترات كمون العمل المسجلة على مستوى الغشاء بعد مشبكي (غشاء العصبون الحركي) , وبدروها (عدد تواترات كمون العمل) تتوقف على تركيز الاستيل كولين في الشق المشبكي.
- في وجود الايزرين , يزداد تركيز الاستيل كولين على مستوى الشق المشبكي , يؤدي ذلك إلى تثبيت الاستيل كولين على عدد اكبر من المستقبلات الغشائية النوعية البعد مشبكية , انفتاح عدد اكبر من القنوات الكيميائية , تدفق داخلي اكبر لشوارد الصوديوم , يسمح ذلك بتوليد تواترات لكمونات عمل على مستوى العصبون الحركي مما يؤدي إلى زيادة في سعة التقلص .

**II – مراحل انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك العصبي للاستيل كولين :**
- وصول موجة زوال الاستقطاب (تواترت كمون العمل) الى النهاية العصبية
- يؤدي زوال الاستقطاب يؤدي الى تبادل ايوني عبر قنوات مرتبطة بالفولطية
- انفتاح القنوات الفولطية للكالسيوم , ثم نفود شوارد الكالسيوم عبر القنوات المفتوحة
- التحام غشاء الحويصلات مع الغشاء قبل مشبكي , وتحرير المبلغ الكيميائي ( الأستيل كولين) في الشق المشبكي
- تثبيت الاستيل كولين على مستقبلات غشائية قنوية هي القنوات المرتبطة بالكيمياء
- انفتاح القنوات ودخول شوارد الصوديوم يؤدي الى توليد زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي
- انتشار كمون العمل بعد مشبكي
- تفكيك الاستيل كولين بتدخل انزيم الاستيل كولين استراز الى كولين وحمض الخل , يعاد امتصاص الكولين بواسطة الغشاء قبل مشبكي.

## التمرين الثالث:

**I - 1 – التعرف على البيانات المرقمة من 1 إلى5 :**
1 – حويصل مشبكي 2 – غشاء قبل مشبكي 3 – شق مشبكي 4 – غشاء بعد مشبكي
5 – حويصل في حالة إطراح

**2 – الحالة الفيزيولوجية للمشبكين مع التعليل :**
**المشبك (أ) :** مشبك في حالة راحة (غير نشط)
**التعليل :**
- غياب ظاهرة الإطراح الخلوي
- كل الحويصلات المشبكية مغلقة

**المشبك (ب) :** مشبك نشيط
**التعليل :**

- حويصلات مشبكية في حالة اطراح
- نقص حاد في في عدد الحويصلات المشبكية

**3 – المقارنة بين عمل المشبك التنبيهي والمشبك التثبيطي بعد احداث تبيه فعال للعصبون قبل مشبكي :**

| مشبك تثبيطي | مشبك تنبيهي | |
|---|---|---|
| • وصول موجة زوال الاستقطاب الى العنصر قبل مشبكي<br>• دخول شوارد الكالسيو الى سيتوبلازم الزر المشبكي<br>• تحرير المبلغ الكيميائي في الشق المشبكي بظاهرة الاطراح الخلوي.<br>• تثبيت المبلغ الكيميائي على مستقبلاته النوعية للغشاء بعد مشبكي. | | **أوجه التشابه** |
| • مثبط<br>• دخول شوارد الكلور الى الخلية بعد مشبكية.<br>• تسجيل PPSI على مستوى الغشاء بعد مشبكي. | • منبه<br>• دخول شوارد الصوديوم الى الخلية بعد مشبكية<br>• تسجيل PPSE على مستوى الغشاء بعد مشبكي. | **أوجه الاختلاف** |

**II – - التنبيه المعزول والمطبق على العصبون A :** فعال

**التعليل :**

- لأنه تم تسجيل كمون بعد مشبكي PPS على مستوى العصبون C دليل على وصول كمون العمل إلى الزر المشبكي للعصبون A .

**2 – تحليل المنحنى1 :**

- بعد تنبيه العصبون بعد مشبكي A , أدى ذلك الى توليد على مستوى القطعة الابتدائية للمحورC , زوال استقطاب طفيف ومؤقت سعته 8 mv : انه PPSE (كمون بعد مشبكي تنبيهي) .

**تحليل الجزء a من المنحنى2 :**

- بعد التنبيه المتزامن (في نفس الوقت) للعصبون A وb , نسجل على مستوى القطعة الابتدائية للمحور الاسطواني للعصبون C , كمون عمل بعد مشبكي يسبقه PPSE اجمالي وصل الى عتبة توليد كمون العمل.

**أ – طبيعة المشبك A-C:**

- تنبيهي (من تحليل المنحنى1)

**– طبيعة المشبك B-C :**

- تنبيهي : (من تحليل الجزء a من المنحنى2)

**ب – خاصية العصبون بعد مشبكي (C) :**

- دمج الكمونات البعد مشبكية بعملية تجميع في هذه الحالة فضائي .

**ج – شروط توليد كمون عمل بعد مشبكي :**

- توليد كمون عمل بعد مشبكي يتطلب توليد PPSE قيمته تساوي عتبة توليد كمون العمل.

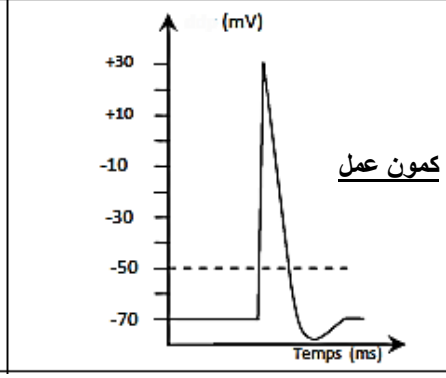
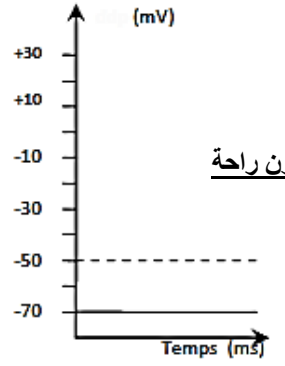
**3 – التعرف على الجزء b من المنحنى2 :**

- هو عبارة عن افراط طفيف ومؤقت في الاستقطاب PPSI (كمون بعد مشبكي تثبيطي)

**شرح علاقته مع الجزء a من نفس المنحنى :**

- كمون العمل (الجزءa ) المسجل على مستوى القطعة الابتدائية للمحور الاسطواني للعصبون C ينتشرفي اتجاه تفرع المحور الاسطواني لنفس العصبون , وعند وصوله الى منطقة المشبك التي تتكون من الزر المشبكي لفرع المحور الاسطواني مع الجسم الخلوي لنفس العصبون C , يتم تحرير الغابا في الشق المشبكي مما يولد افراط في استقطاب الغشاء بعد مشبكي (مشبك تثبيطي) .

4 – التسجيلات المتوقع الحصول عليها

| التعليل | التسجيل في O2 في التجربة1 | التسجيل في O2 في التجربة1 |
|---|---|---|
| • PPSE وPPSIعبارة عن كمونات موضعية (محلية) لا تنتشر<br>• كمون العمل ينتشر |  |  |

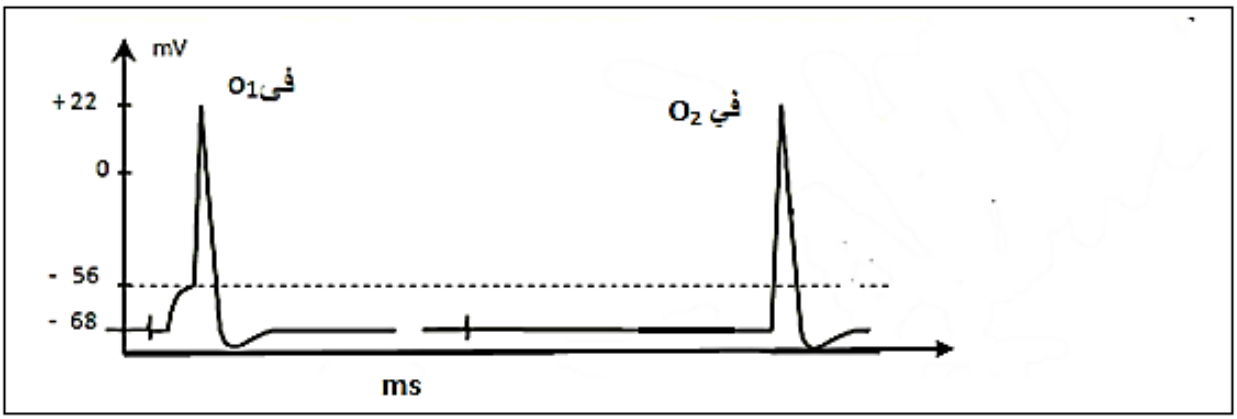
## التمرين الرابع:

I -1 - تصنيف مختلف مشابك هذا العصبون (M) حسب طريقة عملها . مع التعليل :

| المشابك | طبيعتها | التعليل |
|---|---|---|
| $A_1$-M ; $A_3$-M ; $A_4$-M ; $A_7$-M | منبه | انفتاح القنوات المبوبة كيميائيا لـ $Na^+$ ، دخول هذه الاخيرة يولد زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي |
| $A_2$-M ; $A_6$-M | مثبط | انفتاح القنوات المبوبة كيميائيا لـ $Cl^-$ ، دخول هذه الاخيرة يسبب افراط في استقطاب الغشاء بعد مشبكي |
| $A_5$-M | | انفتاح القنوات المبوبة كيميائيا لـ $K^+$، خروج هذه الاخيرة اتجاه الشق المشبكي ،يسبب افراط في استقطاب الغشاء بعد مشبكي |

2-أ –تمثيل التسجيلات في O1 وفي O2 مع التعليل:

- مجموع الكمونات = mv20. إذن PPSE الاجمالي يفوق عتبة توليد كمون العمل (-mv56) مما أدى إلى توليد كمون عمل على مستوى القطعة الابتدائية $O_1$ ينتشر، وفي وقت لا حق نسجل في $O_2$ كمون عمل.



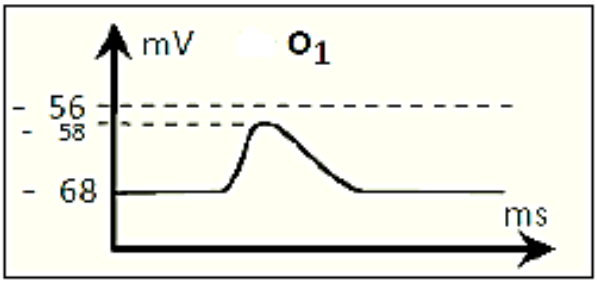
**الاستنتاج :**

- العصبون M بعد مشبكي يلعب دور في دمج مختلف الكمونات بعد مشبكية عن طريق التجميع الفضائي (الكمونات قبل مشبكية مصدرها مجموعات من النهايات العصبية)

**ب – تحديد مع التعليل المشبك الغير نشط (الغيرمنبه) :**

- كمون الراحة المسجل في O2 يدل على ان PPS (كمون بعد مشبكي) الاجمالية والناتجة عن تجميع 6كمونات بعد مشبكية PPS لا تصل الى عتبة توليد كمون عمل ، اذن هذا PPS الاجمالية أقل بـ mv12 .
- اذن النهاية المحورية الوحيد الغير فعالة يجب ان تكون $A_4$ ، PPS الاجمالي يصبح 10-20= mv10 (أقل من العتبة).
-

**تمثيل التسجيل في O1**




**3 – أ – تحليل التجربتين 1و2 و الاستنتاج :**

| التحليل | الاستنتاج |
|---|---|
| **التجربة1 :** حقن جرعة $D_1$ من المادة S في الشق المشبكي $A_1$ – M – ادى إلى توليد تواتر من كمونين عمل | الاشارة على مستوى المشبك العصبي – العصبي هي من طبيعة كيميائية : مبلغ عصبي |
| **التجربة2 :** حقن جرعة $D_2 > D_1$ من المادة S في الشق المشبكي $A_1$ – M ، نحصل على تواتر من 5 كمونات عمل | يتم تشفير (ترميز) الرسالة العصبية على مستوى المشبك بتركيز المبلغ العصبي |

**ب – المقارنة بين التجربتين 1 و3 :**

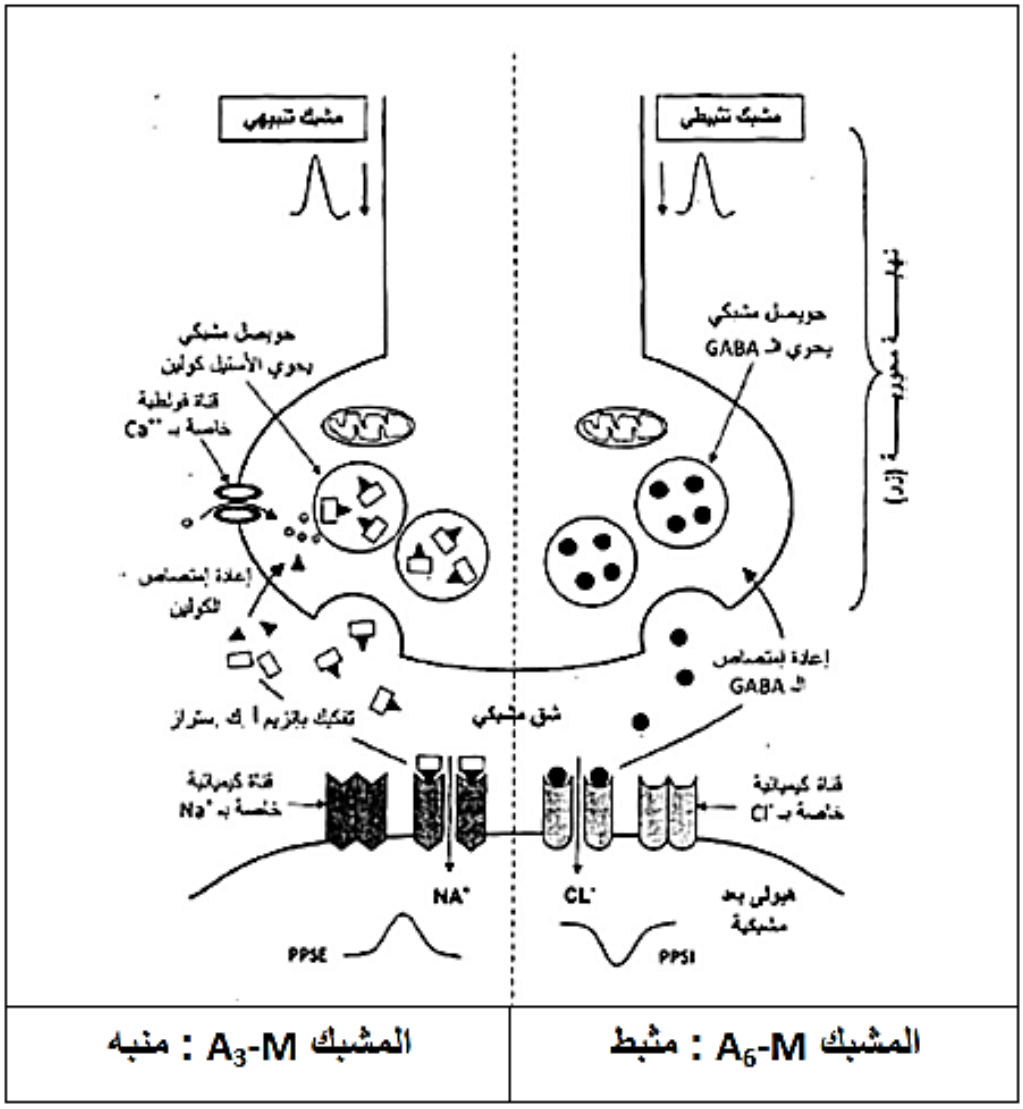
مع جرعة $D_1$ من المادة S نحصل على :

- ❖ كمونين عمل عند الحقن في الشق المشبكي $A_1$-M
- ❖ لا نحصل على اي كمون عمل عند الحقن في الشق المشبكي $A_7$-M

**المعلومة المستخرجة**

- المستقبل القنوي النوعي للمادة S يتواجد على مستوى الغشاء بعد مشبكي للمشبك $A_1$-M ،وغير متواجد على مستوى الغشاء بعد مشبكي للمشبك $A_7$-M.
- يتميز المبلغ العصبي بانه نوعي لمشبك معين

II - رسم تخطيطي وظيفي يبين آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبكين $A_5$-M و $A_3$-M




| المشبك $A_6$-M : مثبط | المشبك $A_3$-M : منبه |
|---|---|

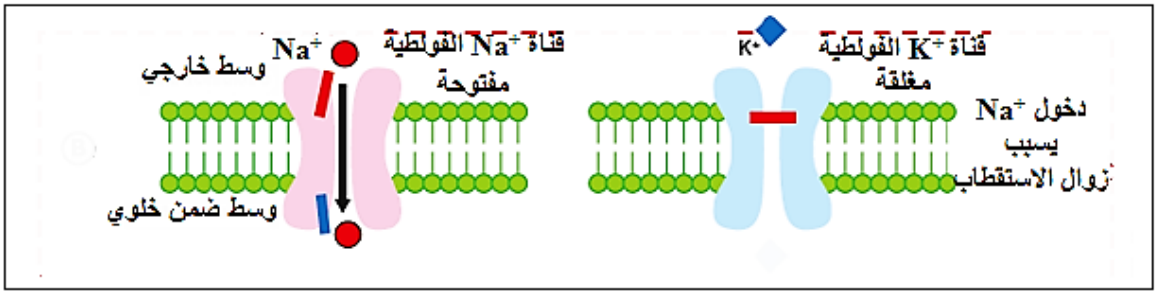
## التمرين الخامس:

**السلسلة الأولى :**

**1 – تحليل لمنحنيات الوثيقة (1) و شرح الحركات الأيونية لشوارد +Na و+k المرتبطة بمراحل الظاهرة المسجلة بعد هذا التنبيه الفعال.**

| التحليل | الشرح |
|---|---|
| **قبل التنبيه 1-0.5 ms :**<br>تركيز $Na^+$ داخل الخلية ثابت عند القيمة 50 ملي مول/ل.<br>التركيز الداخلي لشوارد $K^+$ ثابت عند القيمة 400 ملي مول/ل | تركيز شوارد $K^+$ في الوسط الداخلي اكبر من تركيز شوارد $Na^+$ :انه كمون الراحة |
| **من الزمن ز=0.5 إلى 1 ms:**<br>تركيز $Na^+$ داخل الخلية يزداد من 50 إلى 85 ملي مول/ل بينما يبقى التركيز الداخلي لـ +K ثابت عند القيمة 400 ملي مول/ل . | دخول شوارد $Na^+$ الى الوسط الداخلي عبر القنوات الفولطية للـ $Na^+$ مما يسبب زوال استقطاب الغشاء ، بينما تبقى القنوات الفولطية لـ $K^+$ مغلقة . |
| **من الزمن ز=1إلى ز= 2 ms:**<br>تناقص طفيف لتركيز $Na^+$ ليصل تقريبا الى 80 ملي مول/ل.<br>تناقص سريع نسبيا لتركيز $K^+$ من 400 إلى 360 ملي مول/ل . | انفتاح القنوات الفولطية لـ +K مما يسمح بتدفق لهذه الشوارد مع بداية خروج شوارد $Na^+$ وهذا يتوافق مع عودة الاستقطاب ثم الافراط في الاستقطاب. |
| **من الزمن ز=2إلى ز= 3 ms:**<br>استمرار انخفاض تركيز $Na^+$ الداخلي ليصل إلى 50 ملي مول/ل ، بينما يستمر ارتفاع تركيز $K^+$ الداخلي ليصل الى 400 ملي مول/ل. | إعادة التراكيز الداخلية لشوارد $Na^+$ و$K^+$ الى قيمتها الاصلية بواسطة مضخة $Na^+/K^+$ (العودة إلى كمون الراحة) |

**2 – رسم تخطيطي على المستوى الجزيئي والشاردي يبين دور البروتينات الغشائية لليف العصبي خلال الفترة الزمنية (ms1- ms 0.5).**




**3 – تحديد طبيعة كل من المشابك $N_1$-M، $N_2$-M و$N_3$-M ، مع التعليل :**

| المشبك | طبيعته | التعليل |
|---|---|---|
| $N_1 – M$ | مشبك تثبيطي | يتغير الكمون الغشائي من -mv70 إلى -mv 82 ، وهو عبارة عن افراط طفيف في الاستقطاب يسمى PPSI. |
| $N_2 – M$ | مشابك تنبيهية | يتغير الكمون الغشائي من -mv70 إلى -mv 54 بالنسبة لـ $N_2$ ومن -mv70 إلى -mv 58 بالنسبة لـ $N_3$ ، وهي تمثل زوال استقطاب طفيف يسمى PPSE. |
| $N_3 – M$ | | |

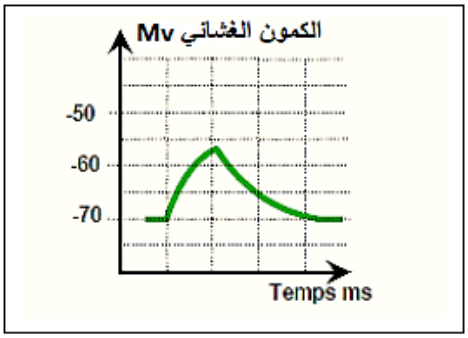
**4 – استخلص خاصية للظاهرة الكهربائية :**

✓ سعة الظاهرة الكهربائية تنخفض عند مرورها من $O_1$،$O_2$ و$O_3$ إلى $O_4$.

**الاستخلاص :**

✓ PPSE (الأقل من العتبة) و PPSI لا تنتشر.

**5 – تمثيل التسجيل المحصل عليه في $O_4$ مع التعليل:**




**التعليل :**

- PPSI المحصل عليه بواسطة المشبك $N_1 - M$ سعته 8 mV على مستوى القطعة الابتدائية للمحور الاسطواني.
- PPSE المحصل عليه بواسطة المشبك $N_2 - M$ سعته 12 mV على مستوى القطعة الابتدائية للمحور الاسطواني.
- PPSE المحصل عليه بواسطة المشبك $N_3 - M$
- سعته 9 mV على مستوى القطعة الابتدائية للمحور
- الاسطواني.
- PPSE(الحصيلة الجبرية) = 12 + 9 + (8 -) = 13 mV

**الاستنتاج :**

**دور العصبون M:**

- يلعب دور في دمج الكمونات البعد مشبكية بعملية تجميع فضائي (مصدر الكمونات قبل مشبكية مجموعة من النهايات العصبية)

**6 –التجربة المقترحة التي سمحت لنا بالحصول على هذا التسجيل مع علل.**

**التجربة :**

- تنبيه العصبون القبل مشبكي التنبيهي$N_2$ بتنبيهين متتابين ومتقاربين .

**التعليل**

- يظهر التسجيل كمون عمل بعد مشبكي يسبقه PPSE اجمالي مشكل من موجتين ، الأولى سعتها 12 mV والثانية تصل الى عتبة زوال الاستقطاب .

**7 – الاستنتاج فيما يخص الدور الذي لعبه العصبون M في هذه التجربة.**

- لعب دور في دمج الكمونات البعد مشبكية بعملية تجميع زمني (مصدر الكمونات قبل مشبكية نفس النهاية العصبية)

**8 –أ – شرح دور العصبون $N_4$**

| الشرح | المعلومات |
|---|---|
| التنبيه في : $N_1$، $N_2$، $N_3$ و$N_4$ سمح بتسجيل كمون عمل على مستوى $O_4$ | الحصول على PPSE إجمالي نتيجة تجميع فضائي والذي وصل إلى العتبة مما أدى الى توليد كمون عمل |
| التنبيه في $N_1$ و$N_4$ سمح بتسجيل كمون راحة في $O_1$. | العصبون $N_1$ لم يسمح بنقل الرسالة العصبية في اتجاه M : المشبك $N_1 - M$ لا يعمل. |

دور العصبون $N_4$ : يلعب دور تثبيطي على $N_1$ حيث يمنع انتشار كمون العمل في اتجاه النهاية المحورية لـ$N_1$.

ب- اثر تنبيه $N_1$، $N_2$، $N_3$ و$N_4$ ، فقط $N_2$ و$N_3$ تنقل الرسالة العصبية :9+12= 21 mV (كمون عمل)

## التمرين السادس :

**1 - تسمية البنيات :**

- **البنية A :** قنوات تسرب (الانفلات) الصوديوم والبوتاسيوم.
- **البنية B :** مضخة الصوديوم +Na والبوتاسيوم +K.
- **البنية C :** القنوات المرتبطة بالفولطية .

**2 – أ – تحديد المصدر الايوني لكمون الراحة :**

- مصدر كمون الراحة هو التوزع المتباين لشوارد الصوديوم والبوتاسيوم على جانبي غشاء الليف العصبي حيث حيث تركيز شوارد $Na^+$ في الوسط الخارجي أعلى من الوسط الداخلي، و تركيز $K^+$ في الوسط الداخلي أعلى من الوسط الخارجي.

**ب – تحديد حالة الليف العصبي :**

- تمثل الوثيقة (1) مرحلة زوال استقطاب الغشاء خلال كمون العمل :

**التعليل :**

- تدفق داخلي لشوارد $Na^+$ نتيجة انفتاح القنوات الفولطية لـ $Na^+$ , بينما القنوات الفولطية لـ $K^+$ تكون مغلقة .

**3 – وصف تغير نفادية الغشاء عندما يصل الكمون الغشائي إلى +30 ملي فولط :**

- عندما يصل الكمون الغشائي إلى +30 ملي فولط , تزداد نفادية شوارد $K^+$ نحو الخارج نتيجة انفتاح القنوات الفولطية لـ $K^+$ , بينما تنغلق القنوات الفولطية لـ $Na^+$ مسببة انخفاض في نفادية الغشاء لهذه اشوارد .

**4 – دور البنيات A و B و C خلال :**

**كمون الراحة :**

يرجع هذا التوزع الغير متساوي لشوارد الصوديوم والبوتاسيوم (مصدر كمون الراحة) إلى :

- النفاذية الاصطفائية (الاختيارية) عبر قنوات التسرب لشوارد الصوديوم والبوتاسيوم ويتم ذلك حسب تدرج التركيز.
- وجود مضخة $K^+ / Na^+$ : عبارة عن بروتين ضمني كبير يحتوي على نشاط انزيمي من نوع ATPase تنقل شوارد $Na^+$ و $K^+$ عكس تدرج التركيز مع استهلاك طاقة ATP

**كمون العمل :**

- خلال مرحلة زوال الاستقطاب : تدفق داخلي سريع لـ $Na^+$ ولمدة قصيرة نتيجة انفتاح قنوات الصوديوم المرتبطة بالفولطية وهذا ما يحقق زوال الاستقطاب السريع للغشاء.
- خلال مرحلة عودة الاستقطاب : تدفق خارجي بطيء و لمدة أطول لـ $K^+$ نتيجة انفتاح قنوات $K^+$ المرتبطة بالفولطية و هذا ما يحقق عودة الاستقطاب.
- يؤدي إلى استمرارية خروج $K^+$ بعد عودة الاستقطاب (تأخر انغلاق القنوات الفولطية لـ $K^+$ ) يفسر الإفراط في لاستقطاب.
- يؤمن العمل المسرع مضخة $K^+ / Na^+$ المستهلكة للطاقة (ATP) عودة التراكيز الأيونية للحالة الأصلية.

## التمرين السابع:

**1 – أ ـ تحديد طبيعة الاستجابة المحصل عليها على مستوى الجهاز O :**

- احداث تنبيه فعال في A ادى إلى توليد افراط في الاستقطاب (PPSI) على مستوى القطعة الابتدائية للمحور الاسطواني , سعته 10 mV (المنحنى1) .
- احداث تنبيهين فاعلين في نفس الوقت على مستوى E1 و E2 , ادى إلى توليد على مستوى ا لقطعة الابتدائية للمحور الاسطواني للعصبون M إفراط في الاستقطاب (PPSI) ذو سعة أقل 5 mV (المنحنى2) .

**ب – طبيعة المشابك A-M و B-M :**

- PPSI الاجمالي المحصل عليه (المنحنى2) ناتج عن تجميع لـ PPSI بسعة 10 mV (بسبب نشاط النهاية المحورية A) و PPSE ذو سعة 5 mV (بسبب تنشيط النهاية المحورية B) .
- المشبك **A-M** : مشبك تثبيطي
- المشبك **B-M** : مشبك تنبيهي

**2 ـ تحديد الحد الادنى لعدد التنبيهات الفعالة التي تسمح بتسجيل كمون عمل على مستوى الجهازO :**

- الحد الادنى هو أربعة تنبيهات متتالية ومتقاربة على مستوى E2 حيث تكون محصلة التجميع الزمني على مستوى القطعة الابتدائية للعصبون M هي PPSE إجمالي سعته = 4X5= 20 mV , هذه السعة تساوي العتبة مما يؤدي إلى توليد كمون عمل على مستوى الجهاز O .

**3 – دور العصبون M في انتقال الرسالة العصبية :**

- العصبون بعد مشبكي M له القدرة على ادماج مختلف الكمونات مصدرها النهايات العصبية للعصبونات قبل مشبكية بواسطة تجميع فضائي او زمني.
- اذا كانت الحصيلة الجبرية لـ PPS (كمون بعد مشبكي) تساوي عتبة توليد كمون العمل : توليد كمون عمل ينتشر.
- اذا كانت الحصيلة الجبرية لـ PPS أقل من العتبة : عدم توليد كمون عمل (عدم انتقال الرسالة العصبية) .

## التمرين الثامن:

1) أ) أنواع القنوات البروتينية التي تسمح بانتشار كمون العمل على مستوى الليف العصبي:

- قنوات الصوديوم المرتبطة بالفولطية؛
- قنوات البوتاسيوم المرتبطة بالفولطية.

ب ) أنواع الآليات البروتينية التي تسمح بنشأة PPSE و PPSI على الغشاء بعد المشبكي:

- في المشبك S2 التنبيهي:

يرتبط المبلغ العصبي المنبه المفرز من طرف النهاية المحورية للعصبون الحسي بالمستقبلات الغشائية النوعية ذات الطبيعة البروتينية والمبوبة كيميائيا والمتواجدة على الغشاء بعد المشبكي للعصبون الجامع، فتنفتح هذه المستقبلات القنوية مما يسمح بالتدفق الداخلي لشوارد الصوديوم ( $Na^+$) وظهور كمون بعد مشبكي منبه (PPSE).

- في المشبك S3 التثبيطي:

يرتبط المبلغ العصبي المثبط المفرز من طرف النهاية المحورية للعصبون الجامع بالمستقبلات الغشائية النوعية ذات الطبيعة البروتينية والمبوبة كيميائيا المتواجدة على الغشاء بعد المشبكي للعصبون المحرك، فتنفتح هذه المستقبلات القنوية مما يسمح بالتدفق الداخلي لشوارد الكلور ( $Cl^-$) وظهور كمون بعد مشبكي مثبط (PPSI).

1) أ) أنواع القنوات البروتينية التي تسمح بانتشار كمون العمل على مستوى الليف العصبي:

- قنوات الصوديوم المرتبطة بالفولطية؛
- قنوات البوتاسيوم المرتبطة بالفولطية.

ب ) أنواع الآليات البروتينية التي تسمح بنشأة PPSE و PPSI على الغشاء بعد المشبكي:

- في المشبك S2 التنبيهي:

يرتبط المبلغ العصبي المنبه المفرز من طرف النهاية المحورية للعصبون الحسي بالمستقبلات الغشائية النوعية ذات الطبيعة البروتينية والمبوبة كيميائيا والمتواجدة على الغشاء بعد المشبكي للعصبون الجامع، فتنفتح هذه المستقبلات القنوية مما يسمح بالتدفق الداخلي لشوارد الصوديوم ( $Na^+$) وظهور كمون بعد مشبكي منبه (PPSE).

- في المشبك S3 التثبيطي:

يرتبط المبلغ العصبي المثبط المفرز من طرف النهاية المحورية للعصبون الجامع بالمستقبلات الغشائية النوعية ذات الطبيعة البروتينية والمبوبة كيميائيا المتواجدة على الغشاء بعد المشبكي للعصبون المحرك، فتنفتح هذه المستقبلات القنوية مما يسمح بالتدفق الداخلي لشوارد الكلور ( $Cl^-$) وظهور كمون بعد مشبكي مثبط (PPSI).

## التمرين التاسع:

**I-1 – كتابة بيانات العناصر المرقمة :**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| حويصلات مشبكية | غشاء قبل مشبكي | شق مشبكي | غشاء بعد مشبكي | حويصل في حالة اطراح |

**2 – تحديد حالة المشبك S في كل من الشكلين (ب) و(ج) مع التعليل :**

| الشكل | حالة المشبك | التعليل |
|---|---|---|
| ب | مشبك في حالة راحة | - غياب ظاهرة الاطراح الخلوي : لا نسجل أي إفراز في الشق المشبكي للوسيط الموجود في الحويصلات المشبكية (حويصلات مغلقة).<br>- الحويصلات المشبكية كثيرة العدد |
| ج | مشبك في حالة نشاط | - وجود ظاهرة الاطراح الخلوي : حويصلات في حالة إطراح<br>- نقص حاد في الحويصلات المشبكية |

**3 – تبيان الشروط الضرورية للانتقال من الحالة (ب) إلى الحالة (ج) :**

- يؤدي وصول كمون العمل في مستوى نهاية العصبون قبل مشبكي إلى انفتاح القنوات الفولطية لـ $Ca^{++}$ , ثم نفوذ شوارد الكالسيوم إلى الزر المشبكي عبر القنوات المفتوحة
- التحام غشاء الحويصلات مع الغشاء قبل مشبكي , وتحرير المبلغ الكيميائي ( الأستيل كولين) في الشق المشبكي بظاهرة الاطراح الخلوي .

**II – 1-أ – تحليل النتائج :**

**التجربة1 :**

- حقن شوارد الكالسيوم $Ca^{++}$ مباشرة في الزر المشبكي أدى إلى تحرير محتوى الحويصلات المشبكية في الشق المشبكي وتوليد كمون عمل بعد مشبكي PPSE على مستوى الجهاز O .

**التجربة2**

- الحقن المباشر لمبلغ عصبي (مثل الاستيل كولين) في الشق المشبكي , أدى إلى وتوليد كمون عمل بعد مشبكي PPSE على مستوى الجهاز O .

**التجربة3 :**

- تثبيط القنوات المبوبة كيميائيا للغشاء بعد مشبكي , نجم عنه عدم تسجيل كمون عمل بعد مشبكي على مستوى الجهاز O رغم وجود المبلغ الكيميائي في الشق المشبكي .

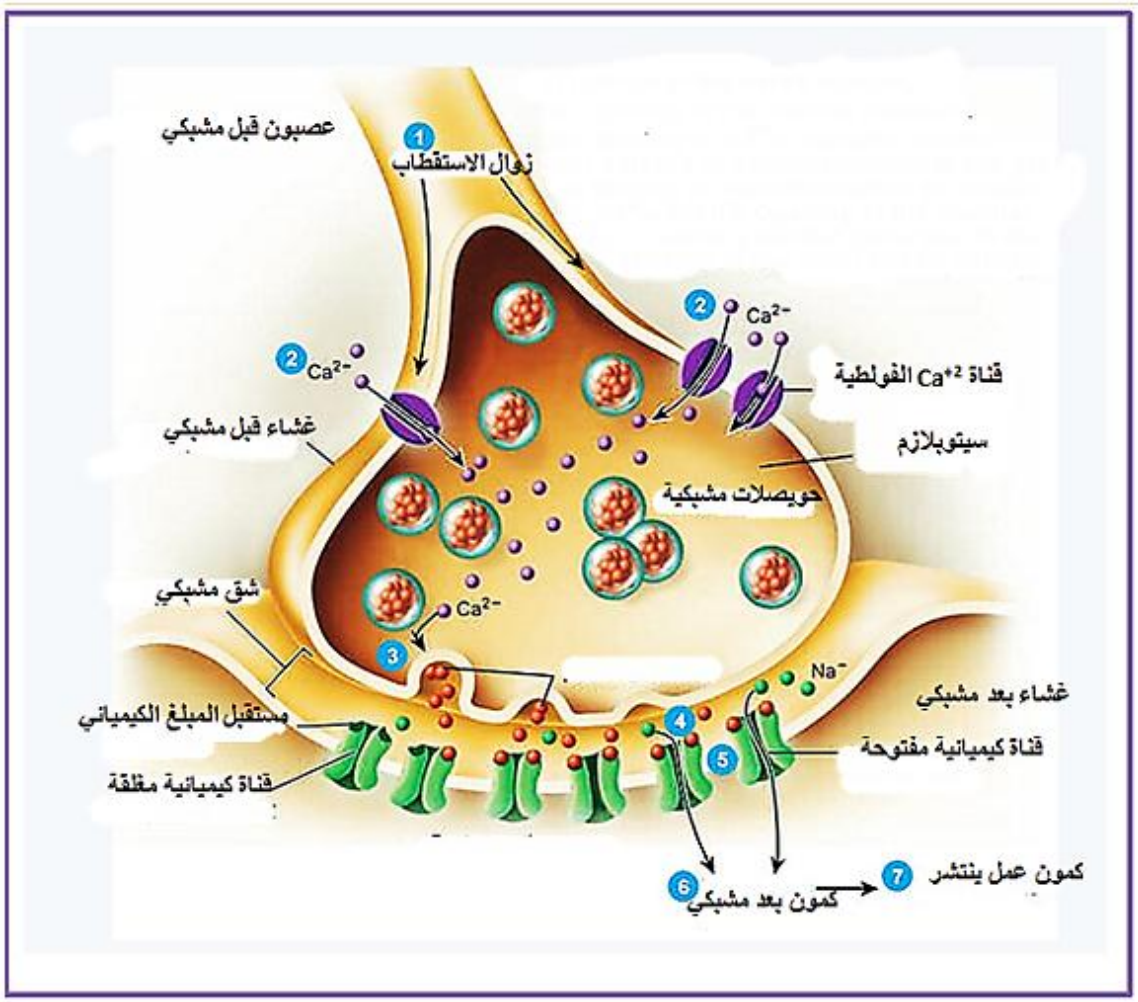
**ب – الاستنتاج : الشروط الضرورية للنقل المشبكي :**

- من التجربة1 : دخول شوارد الكالسيو إلى الزر المشبكي
- من التجربة2 : تحرير المبلغ الكيميائي في الشق المشبكي
- من التجربة3 : عمل القنوات المبوبة كيميائيا .

**2 – تكملة الجدول :**

| | التسجيل1 | التسجيل2 | التسجيل3 |
|---|---|---|---|
| **الاسم** | PPSE كمون بعد مشبكي تنبيهي | PPSI كمون بعد مشبكي تثبيطي | كمون عمل |
| **مكان التسجيل** | - الغشاء بعد مشبكي<br>- القطعة الابتدائي للمحور الاسطواني | - الغشاء بعد مشبكي<br>- القطعة الابتدائي للمحور الاسطواني | القطعة الابتدائي للمحور الاسطواني |
| **القنوات الايونية المتدخلة** | القنوات المبوبة كيميائيا (لـ $Na^+$) | القنوات المبوبة كيميائيا (لـ $Cl^-$) | القنوات الفولطية لـ $Na^+$ والقنوات الفولطية لـ $K^+$ |
| **الخصائص (اثنان فقط)** | - قابل للتجميع<br>- موضعي لا ينتشر | - قابل للتجميع<br>- موضعي لا ينتشر | - ينتشر<br>- يتطلب عتبة التنبيه |

**III - رسم وظيفي يوضح المراحل المتتالية للنقل المشبكي**



## التمرين العاشر:

**I -1 – تسمية الجزيئة (س) :**
- مضخة الصوديوم والبوتاسيوم

**التعليل :**
- لأنها تضخ أي تنقل مجموع الشاردتين الموجودة على جانبي الغشاء الهيولي في آن واحد عكس تدرج التركيز ويتطلب هذا استهلاك طاقة (نقل فعال).

**2 – وصف آلية عمل مضخة الصوديوم والبوتاسيوم :**
- مضخة الصوديوم $Na^+$ و البوتاسيوم $K^+$ بروتين ضمني كبير تخترق طبقتي الفوسفوليبيد للغشاء..
- تثبت المضخة 3 شوارد $Na^+$ من جهة السيتوبلازمي (الوسط الداخلي) وتخرجها إلى الوسط الخارجي عكس تدرج التركيز .
- تثبت شاردتين $K^+$ من جهة الوسط الخارجي للخلية العصبية وتدخلها داخل الخلية عكس تدرج التركيز.
- خلال نشاطها تستهلك المضخة طاقة ATP .
- تتغير البنية الفراغية للمضخة أثناء عملها (وضعية مفتوحة للخارج أو الداخل) .
- اذن نشاط المضخة قادر على الحفاظ على ثبات تباين تركيز الشوارد على جانبي الغشاء

**3 – تحليل معطيات الشكل (ب) :**
- عند الخلية الشاهد (في الظروف الطبيعية) , التركيز الداخلي لشوارد $K^+$ (180 $mmol.l^{-1}$) اكبر من تركيز شوارد $Na^+$ (18 $mmol.l^{-1}$).
- عند تثبيط إماهة الـ ATP بواسطة دواء digitaline ادى ذلك إلى زيادة كبيرة في تركيز شوارد $Na^+$ (75 $mmol.l^{-1}$) يقابله انخفاض هام في تركيز شوارد $K^+$ (83 $mmol.l^{-1}$) , هذا يعني ان المضخة لا تعمل بشكل طبيعي .

**المعلومة المستخرجة :**
- إماهة الـ ATP بواسطة المضخة ضروري لنشاطها .

**2 - أ – حلل منحنى الوثيقة2 :**
- يمثل المنحنى تغيرات سرعة خروج شوارد الصوديوم بدلالة شروط التجربة من وجود او غياب السيانور وكمية ATP المحقونة وذلك خلال مدة التجربة .
- في ماء البحر فقط (غياب السيانور وبدون حقن الـ ATP) : سرعة خروج شوارد الصوديوم تكون عند قيمة أعظمية أكبر من 0.002.
- عند إضافة مادة السيانور إلى ماء البحر : نلاحظ انخفاض سريع في سرعة خروج شوارد الصوديوم إلى ان تنعدم تقريبا بعد ساعة من إضافة السيانور.
- ماء البحر + السيانور مع حقن الـ ATP داخل العصبون : نلاحظ زيادة في سرعة خروج شوارد الصوديوم من جديد , تتوقف سرعة الخروج على كمية الـ ATP المحقونة .
- بعد الساعة6 , وفي غياب السيانور وبدون حقن الـ ATP : نلاحظ من جديد زيادة في سرعة خروج شوارد الصوديوم .

**ب – تفسير انخفاض نشاط مضخة الصوديوم والبوتاسيوم بعد إضافة مادة السيانور إلى ماء البحر:**
- السيانور يقلل من نشاط المضخة بطريقة غير مباشرة , فنشاط المضخة يتطلب طاقة ATP .
- تستهلك المضخة خلال نشاطها جزيئات الـ ATP فينخفض تركيزها داخل الخلية وبما ان مخزون ATP داخل الخلية العصبية ضعيف , فيجب إعادة تجديد جزيئات ATP انطلاقا من ADP والفوسفات لكي تستمر المضخة في عملها.

- ان آلية تجديد الـ ATP تتأثربالسيانور , ففي وجود السيانور يتوقف نشاط المضخة بسبب نفاذ المخزون الضعيف لجزيئات ATP داخل الخلية وعدم تجديد ATP .

**ج - استخلاص العلاقة بين الـ ATP ونشاط مضخة الصوديوم والبوتاسيوم :**

- السيانور لا يؤثر مباشرة على عمل المضخة , ولكن من الضروري تواجد جزيئات الـ ATP داخل الخلية حيث يتواجد موقع التحفيز للمضخة (تلعب دور انزيم ATPase).
- ومنه نستخلص: وجود ازدواجية بين إماهة الـ ATP وحركة الشوارد التي تقوم بها المضخة ضروري للمحافظة على التوزع المتباين للشوارد على جانبي الغشاء .
- اماهة الـ **ATP** يوفر الطاقة اللازمة لنشاط المضخة لضمان حركة الشوارد عكس تدرج التركيز .
- نشاط المضخة , نشاط انزيمي وعليه فان الطاقة الناتجة عن إماهة الـ ATP تساهم في تغيير شكل المضخة مما يسمح بحركة شوارد الصوديوم والبوتاسيوم عكس تدرج التركيز .

**2 –أ – الغرض من انجاز هذه التجارب :**

- هو البحث عن المسارات الايضية الخلوية المؤدية إلى تجديد جزيئات الـ ATP الضرورية لعمل مضخة الصوديوم والبوتاسيوم .

**ب – المعلومات المستخرجة من مقارنة نتائج التجارب :**

بقارنة التجربة1(بدون غلوكوز) مع التجربة2 (وجود الغلوكوز) :

- وجود الغلوكوز يكفي للحفاظ على تركيز شوارد الصوديوم $Na^+$ و البوتاسيوم $K^+$ داخل الخلية عند قيمتها الطبيعية , مما يضمن عمل المضخة .
- بمعنى آخر استخدام الغلوكوز من قبل الخلية العصبية كاف لإعادة تجديد الـ ATP الضروري لنشاط المضخة.

بمقارنة التجربة2 (وجود الغلوكوز) مع التجربة3 (غلوكوز + مثبط للتحلل السكري) :

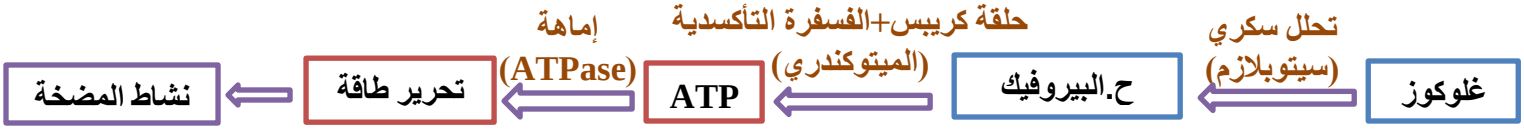
- هدم الغلوكوز إلى حمض البيروفيك عن طريق التحلل السكري ضروري لإعادة تجديد الـ ATP بما يكفي لتنشيط المضخة.

بمقارنة التجربة3 (غلوكوز + مثبط للتحلل السكري) مع التجربة5 (حمض البيروفيك + مثبط لتحلل السكري) :

- تفاعلات التحلل السكري ليس وحدها التي تؤمن تجديد الـ ATP , فالتحلل السكري له دور أساسي لأن الناتج النهائي هو **حمض البيروفيك** الذي يستعمل في إعادة تجديد الـ ATP الضروري لعمل المضخة , كما تؤكده التجربة4 (وجود حمض البيروفيك ).

**III - نص علمي : الآليات الطاقوية التي تضمن المحافظة على التوزع المتباين لتراكيز الشوارد لخلية عصبية**

- يتم ضمان الحفاظ على تباين التراكيز الشاردية بين الوسط الخارجي والداخلي للعصبون بفضل عمل المضخة $Na^+/K^+$ الغشائية التي تضمن النقل المزدوج لـشوارد $Na^+$ من الوسط الداخلي نحو الوسط الخارجي وشوارد $K^+$ في الاتجاه المعاكس (من الوسط الخارجي نحو الوسط الداخلي) , يتم هذا النقل عكس تدرج التركيز . يتطلب هذا النقل استهلاك طاقة التي يتم توفيرها من إماهة ATP بواسطة النشاط الانزيمي للمضخة .
- هناك ازدواجية بين إماهة الـ ATP والنقل المزدوج لشوارد الصوديوم والبوتاسيوم ,فالطاقة الناتجة عن إماهة الـ ATP تساهم في تغيير شكل المضخة مما يسمح بحركة شوارد الصوديوم والبوتاسيوم عكس تدرج التركيز.
- استمرار عمل المضخة يتطلب تجديد ATP الناتج عن هدم مادة ايضية مثل الغلوكوز . ينفذ الغلوكوز من الوسط الخارجي إلى داخل الخلية العصبية حيث يتم هدمه (في السيتوبلازم) إلى حمض البيروفيك خلال مرحلة التحلل السكري . يتم هدم حمض البيروفيك داخل الميتوكندري خلال التفاعلات المستهلكة للاكسجين (حلقة كريبس والفسفرة التأكسدية) . اذن هناك ازدواجية بين هدم حمض البيروفيك وتركيب الـ ATP انطلاقا من الـ ADP و Pi , مما يسمح باستمرار نشاط المضخة وبالتالي الحفاظ على التباين في تراكيز الشاردية مصدر كمون الراحة .



## التمرين الحادي عشر:

**1 - أ – تحديد طبيعة الكمونات الغشائية المحصل عليها في $O_1$ , $O_2$ , $O_3$ و $O_4$ بعد احداث تنبيهات بشدات $I_1$ و $I_2$ :**

- بعد التنبيه بالشدة $I_1$ :

| التعليل | طبيعة الكمون الغشائي | | |
|---|---|---|---|
| ينتقل الكمون الغشائي من -70 mv (كمون الراحة) إلى -60 mv : انه زوال استقطاب محلي (لا ينتشر) | كمون محلي | $O_1$ | التسجيلات في |
| -70 mv تمثل قيمة الكمون الغشائي لليف العصبي خلال الراحة | كمون راحة | $O_2$ $O_3$ $O_4$ | |

- بعد التنبيه بالشدة $I_2$:

| التعليل | طبيعة الكمون الغشائي | | |
|---|---|---|---|
| ينتقل الكمون الغشائي من -70 mv (كمون الراحة) إلى +30 | كمون عمل | $O_1$ $O_3$ $O_4$ | التسجيلات في |
| ينتقل الكمون الغشائي من -70 mv (كمون الراحة) إلى -58 mv (زوال استقطاب) | PPSE كمون بعد مشبكي تنبيهي | $O_2$ | |

**ب – تفسير اختلاف الاستجابة المسجلة في $O_2$ وفي $O_3$ بعد التنبيه بشدة $I_2$:**

- بين العصبون $N_1$ و $N_2$ يوجد زر مشبكي واحد . التنبيه الفعال في E يؤدي إلى تنشيط زرمشبكي واحد والذي يتواجد بين $N_1$ و $N_2$ الذي يعطي على مستوى القطعة الابتدائية لـ $N_2$ كمون بعد مشبكي تنبيهي PPSE سعته 12 mv (أقل من العتبة).
- التنبيه الفعال في E يؤدي إلى تنشيط زرين مشبكيين (نهايتان محوريتان) بين $N_1$ و $N_3$ يعطي نتيجة تجميع فضائي كمون بعد مشبكي PPSE اجمالي يصل إلى عتبة توليد كمون عمل , فنسجل كمون عمل على مستوى القطعة الابتدائية للعصبون $N_3$

**ج – طبيعة المشبك $N_1$ - $N_3$ :**

- مشبكي تنبيهي

**2 –أ - شرح التسجيل المحصل عليه في $O_3$ (الوثيقة2) :**

- التنبيهان المتقاربان في E تنشط المشبك التنبيهي $N_1 - N_2$ وتعطي 2PPSE وعن طريق التجميع الزمني على مستوى القطعة الابتدائية للعصبون $N_2$ يتولد PPS إجمالي يصل إلى عتبة توليد كمون عمل فيتولد كمون عمل ينتشر على طول العصبون $N_2$ ; كمون العمل هذا ينشط المشبك $N_2 - N_3$ ويتسبب في توليد PPSI (كمون بعد مشبكي تثبيطي) في $N_3$.

- على مستوى $N_3$ المجموع الجبري لـ PPSE الناتجة عن تنشيط المشبك $N_3$ - $N_1$ و PPSI نظرا لتنشيط المشبك $N_2 - N_3$ ; ينتج PPSE أجمالي سعته mv18 (الوثيقة1) والذي يبقى أقل من العتبة وغير قادر على توليد كمون عمل في $N_3$ .

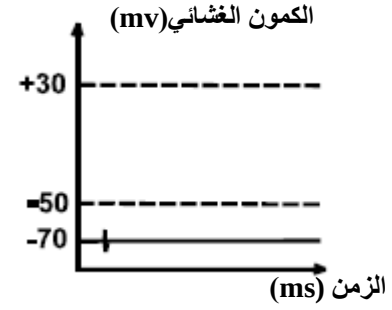
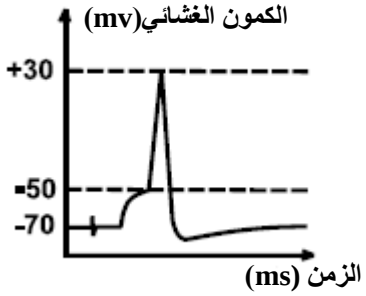
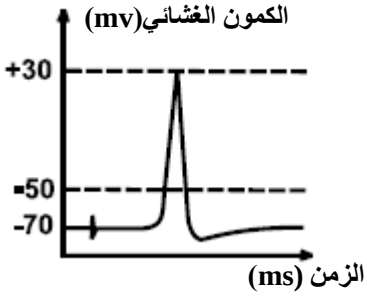
**ب – طبيعة المشبك $N_2 - N_3$ :**

- مشبك تثبيطي .

## التمرين الثاني عشر:

**I – السلسلة الأولى من التجارب**

**1 – التسجيلات المحصل عليها على مستوى الاجهزة $O_1$ , $O_2$ و $O_3$ مع التعليل :**

| | في $O_1$ | في $O_2$ | في $O_3$ |
|---|---|---|---|
| **الكمون المسجل** |  |  |  |
| **التعليل** | الرسالة العصبية تنتقل دوما في اتجاه واحد من العنصر قبل مشبكي إلى العنصر بعد مشبكي | التنبيه الفعال يؤدي إلى زوال استقطاب الغشاء وعندما يصل إلى العتبة فانه يولد كمون عمل | كمون العمل ينتشر بسعة ثابتة . |

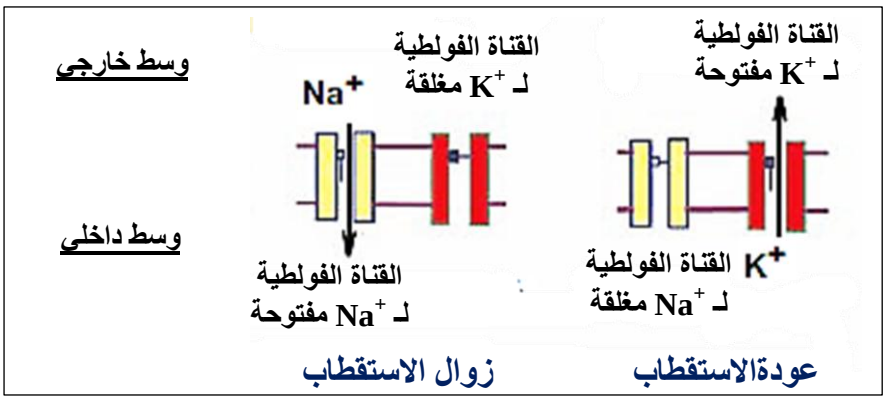
**2 – تحليل نتائج الوثيقة (2-أ) :**

- الغاء الكمون الغشائي يؤدي إلى ظهور تيارات داخلية سرية ولمدة قصيرة تتبع بتيارات خارجية بطيئة ولمدة أطول .

**3 - شرح الآليات الايونية المسؤولة عن التيارات الخارجية والداخلية الملاحظة في الوثيقة (2-أ) :**

| | التحليل | الاستنتاج |
|---|---|---|
| **الوثيقة (2-ب)** | تركيز $Na^+$ في الوسط خارج الخلية يساوي تركيز $Na^+$ في الوسط الداخلي : اختفاء التيارات الداخلية و ظهور تيارات خارجية فقط. | التيارات الداخلية مرتبطة بتدفق داخلي لشوارد $Na^+$ حسب تدرج التركيز |
| **الوثيقة (2-ج)** | تركيز $K^+$ في الوسط خارج الخلية يساوي تركيز $K^+$ في الوسط الداخلي : اختفاء التيارات الخارجية و ظهور تيارات داخلية فقط. | التيارات الخارجية مرتبطة بتدفق خارجي لشوارد $K^+$ حسب تدرج التركيز |

**4 - رسم تخطيطي يبرز فيه الظواهر الايونية مصدر الكمون المسجل في $O_3$ خلال التجربة1 .**



**II - السلسلة الثانية من التجارب :**

**1 – التعرف** على الظواهر الكهربائية المسجلة في $O_1$ , $O_2$ و $O_3$ , مع **تحديد** سعتها :

- في $O_1$ نسجل **PPSE** : زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي لـ $N_2$ بسعة **mv10** نتيجة تنبيه فعال مطبق على العصبون قبل مشبكي $N_1$.
- في $O_2$ و $O_3$ نسجل في كل مرة **كمون عمل** سعته **mv100**

**استنتاج طبيعة المشبك $N_1$-$N_3$:**

- مشبك تنبيهي

**2 – تفسير الكمون الغشائي المسجل في $O_2$ :**

- التنشيط المتزامن لنهايتين مشبكيتين للعصبون $N_1$ اثر تنبيه فعال في $E_1$ يولد في $O_3$ من خلال تجميع فضائي PPSE , 2PPSE الاجمالي الذي يصل العتبة أدى إلى توليد كمون عمل على مستوى القطعة الابتدائية للمحور الاسطواني .

**3-أ- شرح مصدر التسجيل المحصل عليه في $O_2$ خلال التجربة2 :**

- تنبيه فعال لـ $N_1$ سمح بالحصول , في $O_2$ على PPSE اجمالي وصل إلى عتبة توليد كمون عمل (تجربة1) , اما في التجربة2 فإن تنبيهان فعالان ومتقاربان لـ $N_1$ سمح بالحصول على PPSE اجمالي سعته 18 mv (اقل العتبة) . اذن في الحالة الاخيرة , يتم تنشيط $N_2$ لان 2PPSE سعة كل واحد يساوي 10 mv , يتم دمجهما بواسطة تجميع زمني ليعطي PPSE اجمالي بسعة mv20 (يساوي العتبة) مما يؤدي إلى توليد كمون عمل ينتشر وينشط المشبك $N_2$-$N_3$ . تنشيط العصبون $N_2$ قلل من تنشيط (تنبيه) العصبون $N_3$ .

**ب – تحديد طبيعة المشبك $N_1$-$N_3$:**

- **مشبك تثبيطي**

على مستوى القطعة الابتدائية للمحور الاسطواني للعصبون $N_3$ , PPSE الاجمالي المسجل هو نتيجة لتجميع فضائي – زمني لـ 4PPSE و PPSI واحد .

**ج – دور العصبون $N_3$ :**

- العصبون $N_3$ هو عصبون إدماج (تجميع)

## التمرين الثالث عشر:

I - 1 –**التحليل المقارن** للمنحنيين (أ) و(ب) :

| | المنحنى (أ) | المنحنى (ب) |
|---|---|---|
| **أوجه التشابه** | - **من $t_1$ إلى$t_2$ :** الكمون الغشائي ثابت = - 70 mv (كمون الراحة).<br>- **من $t_2$ إلى $t_4$ :** نلاحظ زوال استقطاب محلي (موضعي) ,حيث يرتفع الكمون الغشائي من -70mv إلى -50mv يتبع بزوال استقطاب يرفع الكمون الغشائي من -50mv إلى +30 mv . | |
| **أوجه الاختلاف** | **من $t_4$ إلى $t_7$:** ينخفض الكمون الغشائي من +30 mv إلى -70 mv (زوال الاستقطاب) يتبع بافراط في الاستقطاب (-75 mv) ثم العودة إلى -70 mv (كمون الراحة) | **من $t_4$ إلى $t_7$:** ينخفض الكمون الغشائي ببطء ثم يثبت في حدود +25 mv . |

**الفرضية المقترحة حول تأثير سم العقرب على النشاط الكهربائي لليف العصبي :**

- سم العقرب يمنع عود استقطاب غشاء الليف العصبي.

**2 – تحليل لوثيقة3 واستغلال معطيات المنحنى( A ) من الوثيقة 2 .**

- في الزمن $t_1$ (الكمون الغشائي = -70mv ) و في $t_2$ (الكمون الغشائي = -60mv) : القنوات A وB تكون مغلقة .
- في الزمن $t_3$ (الكمون الغشائي = -50mv) **:** عدد القنوات النشطة من النوع A يزداد (5قنوات/وحدة مساحة) , عكس ذلك القنوات من النوع B تبقى مغلقة .
- في الزمن $t_4$ (الكمون الغشائي = +30mv) : عدد القنوات من النوع A المفتوحة أعظمي (38 قناة/وحدة مساحة) , بالموازاة عدد القنوات من النوع B المفتوحة (5قنوات/وحدة مساحة) .
- في الزمن $t_5$ (الكمون الغشائي = -50mv) : ينخفض عدد القنوات A المفتوحة (5قنوات/وحدة مساحة) , بالمقابل يرتفع عدد القنوات النشطة من النوع B حيث يقدر بـ 20 قناة /وحدة مساحة.
- في الزمن $t_6$ (الكمون الغشائي = -80mv) : يتناقص عدد القنوات من النوع B المفتوحة (13 قناة /وحدة مساحة)
- في الزمن $t_7$ (الكمون الغشائي = -75mv) :ينخفض عدد القنوات من النوع B المفتوحة (10 قناة /وحدة مساحة)

**التعرف على كل نوع من القنوات A و B :**

- انفتاح وانغلاق قنوات النوع A والنوع B يعتمد على الكمون الغشائي : انها القنوات المبوبة كهربائيا (المرتبطة بالفولطية) .
- القنوات من النوع A هي القنوات الفولطية لـ $Na^+$ لان انفتاحها يتزامن مع مرحلة زوال الاستقطاب.
- القنوات من النوع B هي القنوات الفولطية لـ $K^+$ لان انفتاحها يتزامن مع مرحلة عودة الاستقطاب .

**3 – استغلال نتائج التجربة3 :**

- تمركز الاشعاع على مستوى القنوات من النوع A دليل على ان السم يؤثر على القنوات الفولطية لـ $Na^+$.

**الوثيقة4** :

- من t3 إلى t4: عدد القنوات الفولطية لـ $Na^+$ /وحدة المساحة هو نفس العدد الملاحظ في الوثيقة3.
- بعد t4 : عدد القنوات الفولطية لـ $Na^+$ /وحدة المساحة يبقى مرتفع.

**أ – استخراج طريقة تأثير سم العقرب على النشاط الكهربائي لليف العصبي :**

- سم العقرب يمنع انغلاق القنوات الفولطية لشوارد الصوديوم مما يتسبب في تدفق داخلي غير طبيعي مرتفع ودائم لشوارد الصوديوم ينجم عن ذلك زيادة في فترة زوال الاستقطاب مما يعيق عودة الاستقطاب لعرقلة عمل القنوات الفولطية لشوارد البوتاسيوم.

**ب – الفرضية المقترحة سابقا صحيحة "** سم العقرب يمنع عود استقطاب غشاء الليف العصبي"

## التمرين الرابع عشر:

**I -1 – التعرف على البيانات المرقمة :**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| حويصل مشبكي | غشاء قبل مشبكي | شق مشبكي | غشاء بعد مشبكي | مستقبل قنوي |

**2 – وصف مراحل النقل المشبكي :**

- وصول موجة زوال الاستقطاب (تواترت كمون العمل) الى النهاية العصبية (أ) يؤدي إلى انفتاح قنوات $Ca^{+2}$ الفولطية يسمح بتدفق شوارد $Ca^{+2}$ إلى داخل الزر المشبكي.
- هجرة الحويصلات المشبكية والتحام غشاء الحويصلات مع الغشاء قبل مشبكي (ب).
- تحرير المبلغ الكيميائي ( الأستيل كولين) في الشق المشبكي (ج) .
- تثبيت الاستيل كولين على مستقبلات غشائية قنوية (د)

انفتاح القنوات المبوبة كيميائيا ودخول شوارد الصوديوم يؤدي الى توليد زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي.

- انتشار كمون العمل بعد مشبكي (هـ)

**انماط تشفير الرسالة العصبية على مستوى المشبك :**

- على مستوى الليف العصبي قبل مشبكي :الرسالة العصبية تشفر على شكل تواترات لكمونات عمل
- على مستوى المشبك (الشق المشبكي) : تتحول إلى رسالة مشفرة بتركيز المبلغ العصبي.
- على مستوى الخلية بعد مشبكية : تشفر من جديد بتواترات لكمونات العمل .

**II -1- أ –الفرضية المقترحة حول مصدر مرض الزهايمر :**

- مرض الزهايمر مصدره هو نقص في كمية الاستيل كولين

**ب – فرضية حول طريقة عمل الاتروبين عند الاشخاص الاصحاء :**

- الاتروبين مادة تعرقل عمل المبلغ العصبي الاستيل كولين .

**2-أ – تحليل منحني الوثيقة2 :**

- تمثل الوثيقة تغير سعة التقلصات العضلية بدلالة تركيز الاستيل كولين في وجود أو غياب مادة الاتروبين :
- المنحنى1 : في غياب الانتروبين : نسجل ارتفاع تدريجي في سعة تقلصات العضلة بزيادة تركيز الاستيل كولين (علاقة طردية) لتصل إلى قيمة قصوى 25 عند التركيز $10^{-1}$ ميكرومول/ل.
- المنحنى2 : في وجود الانتروبين : زيادة سعة التقلصات العضلية تبدأ عند تراكيز مرتفعة نسبيا أكبر بـ $10^{-4}$ لتصل إلى قيمة قصوى تقدر بـ 20 عند التركيز $10^{-1}$ ميكرومول/ل.

**المعلومات المستخرجة :**

- الاستيل كولين مبلغ عصبي تنبيهي للعضلة.
- الاتروبين ماد تقلل من التأثير التنبيهي للاستيل كولين

**ب – الفرضية التي تؤكدها هذه النتائج هي :**

- الاتروبين تعرقل عمل الاستيل كولين مما يسبب في التخفيض من تأثيره التنبيهي.

**ج – نعم تسمح هذه النتائج بتأكيد الفرضية المقترحة :**

**التوضيح :**

- تشير هذه الملاحظات الى ضمور الانوية الرمادية للاجسام الخلوية للعصبونات المفرزة للاستيل كولين، اذن الفرضية الاولى هي الصحيحة :انخفاض في كمية الاستيل كولين بسبب ضمور العصبونات المفرزة للأستيل كولين هو مصدر مرض الزهايمر.

**3 – استغلال أشكال الوثيقة3 :**

**استغلال الوثيقة (3-أ) :**

- عند الديدان الطافرة unc-13: نسجل على مستوى العضلة اثر تنبيه العصبون المحرك ، إشارة التنبيه فقط.
- عند الديدان الطبيعية : اثر تنبيه العصبون المحرك نحصل على تسجيل كهربائي على مستوى العضلة بسعة أكبر من 1500PA ولمدة زمنية تفوق بقليل 20ms . هذه الاستجابة الكهربائية هي المسببة في تقلص العضلة .
- عكس ذلك عند الديدان الطافرة لا نسجل اي استجابة كهربائية وبالتالي تكون العضلات غير متقلصة (حالة شلل)

**استغلال الوثيقة (3-ب) :**

- عند الديدان الطبيعية ، عدد الحويصلات قبل مشبكية 30 ، بينما عددها يكون الضعف تقريبا عند الديدان الطافرة (70).
- اما بالنسبة للحويصلات المشبكية الملتحمة مع الغشاء قبل مشبكي فعددها عند الديدان الطبيعية 20 بينما عند الديدان الطافرة فيكون اكبر ويقدر بـ 60.

**استغلال الوثيقة (3-ج) :**

- عند كلا النوعين من الديدان ، تحتوي الحويصلات المشبكية على المبلغ العصبي (الاستيل كولين).
- عند الديدان الطافرة ، يتم تركيب الاستيل كولين وتخزينه بشكل طبيعي في الحويصلات المشبكية . تهاجر الحويصلات وتلتحم بشكل طبيعي مع الغشاء قبل مشبكي.
- عند حقن النيكوتين في الشق المشبكي نسجل تقلص عضلي عند كلا النوعين من الديدان .
- بما جزيئة النيكوتين تمتلك بنية فراغية مشابهة لبنية الاستيل كولين ، فانه يثبت على مستقبلات غشائية بعد مشبكية النوعية للاستيل كولين مما يؤدي الى انفتاح القنوات الكيميائية ودخول شوارد الصوديوم مما يولد كمون عمل على مستوى العضلة مؤديا الى تقلصها.

**شرح سبب الشلل عند الديدان الطافرة unc-13 والدور الممكن للبروتين المشفر بالمورثة unc-13 عند الديدان الطبيعية:**

يتم تركيب الأستيل كولين بشكل طبيعي عند الديدان الطافرة والطبيعية ، كما ان الحويصلات المشبكية تلتحم مع الغشاء قبل مشبكي بصورة طبيعية عند كلا النوعين،كما ان الخلية العضلية وظيفية.

اذن مشكل شلل العضلات هو مشكل مطروح على مستوى النقل المشبكي فالرسالة العصبية لا تنتقل بين العنصر قبل مشبكي والعنصر بعد مشبكي (العضلة) .

من خلال الوثيقة1 فطرح الحويصلات المشبكية للاستيل كولين ضروري للنقل المشبكي ، هذه المرحلة تتطلب تدخل العديد من البروتينات ، هذه البروتينات مشفرة بمورثات.

المورثة unc-13 تشفرلأحد هذه البروتينات ، ويكون هذا البروتين وظيفي عند الديدان الطبيعية وله دور في اطراح الاستيل كولين في الشقة المشبكي الذي يعمل على نقل السيالة العصبية على مستوى المشبك.

عند الديدان الطافرة unc-13 اما تركب بروتين غير وظيفي أو غياب هذا البروتين لديها مما يعيق تحرير الاستيل كولين في الشق المشبكي ،ويسبب ذلك في عدم انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك ، عدم تنبيه العضلة فإصابتها بالشلل .

**III** - مثال على جزيئتين كيميائيتين غير طبيعيتين تسببان خللا في عمل المشبك ، مع تحديد مكان تأثير هما وطبيعة الخلل الذي تسببانه .

**للتلميذ الحرية في اختيار مادتين**

**مثال :**

- مادة المورفين
- الفا بنغاروتوكسين

## التمرين الخامس عشر:

**I -1- التحليل :**

**أ – المنحنى a :**

- سعة كمون المستقبل الحسي يتزايد (من 10 إلى mv47) بزيادة شدة التنبيه (علاقة طردية)

الخاصية : كمون المستقبل الحسي متدرج او متزايد (حسب شدة التنبيه)

**ب – المنحنى b :**

- سعة كمون العمل ثابت ويساوي mv100 بعد الشد بشدة E2

الخاصية : كمون عمل الليف العصبي يخضع لقانون الكل او اللاشيء .

**ج – المنحنى c :**

- عدد تواترات كمونات العمل يتناسب طرديا مع قوة شد المغزل العصبي العضلي (من2 إلى 12)

الخاصية :

- الرسالة العصبية تشفر على شكل تواترات لكمونات عمل

**د – دور المغزل العصبي العضلي :**

- يحول طاقة التنبيهات (الشد) إلى إشارة كهربائية (كمون المستقبل الحسي) : ناقل حسي

**2 – التحليل :**

في F1 :

- حقن المبلغ العصبي X يسبب زيادة في التركيز الداخلي لشوارد $Na^+$ (من 15 إلى 30 و.إ) لكن لا يؤثر على تركيز شوارد البوتاسيوم $K^+$ (يبقى مساوي لـ 15 و.إ) .
- حقن المبلغ العصبي Y ليس له أي تأثير على التراكيز الداخلية لشوارد $Na^+$ و $K^+$

في F2 :

- حقن المبلغ العصبي X ليس له أي تأثير على التراكيز الداخلية لشوارد $Na^+$ و $K^+$ .
- حقن المبلغ العصبي Y يسبب تناقص في التراكيز الداخلية لشوارد $K^+$ (من 150 إلى 110 و.إ) , لكن ليس له اي تأثير على التراكيز الداخلية لشوارد $Na^+$.

**أ - شرح الآلية المسؤولة عن تغير تراكيز شوارد $Na^+$ و $K^+$ في الاجسام الخلوية لـ M1 و M2 , بعد حقن المبلغات العصبية X أو Y :**

- يثبت المبلغ العصبي X على مستقبلاته النوعية لغشاء العصبون M2 مؤديا إلى انفتاح القنوات الكيميائية لشوارد $Na^+$ : دخول هذه الشوارد يؤدي إلى ارتفاع تركيزها في الوسط الداخلي للخلية.
- يثبت المبلغ العصبي X على مستقبلاته النوعية لغشاء العصبون M1 مؤديا إلى انفتاح القنوات الكيميائية لشوارد $K^+$ : خروج هذه الشوارد يؤدي إلى انخفاض تركيزها في الوسط الداخلي للخلية.

**ب - عواقب هذا التغير على كمون الغشاء بعد مشبكي لكل من الاجسام الخلوي لـ M1 و M2 :**

- في M1 : دخول شوارد $Na^+$ يسبب **زوال استقطاب** (PPSE)
- في M2 : خروج شوارد $K^+$ يسبب **افراط في الاستقطاب** (PPSI)

**ج – تحديد طبيعة المشبكين S1 و S2 :**

- المشبك S1 : مشبك تنبيهي
- المشبك S2 : مشبك تثبيطي.

**II - شرح آلية تنسيق نشاط العضلات القابضة والباسطة , بعد شد المغزل العصبي العضلي للعضلة الباسطة بشدة E3:**

السيالة العصبية الحسية المتولدة على مستوى المغزل العصبي –العضلي للعضلة الباسطة لها تأثير مزدوج :

- يتولد كمون عمل في العصبون الحركي M1 ينقل حتى العضلة الباسطة فيسبب تقلصها .
- تثبيط العصبون M2 بواسطة عصبون جامع مثبط مسببا استرخاء العضلة القابضة (لعدم وصول السيالة العصبية لها) .

## التمرين السادس عشر:

**1 – استغلال النتائج التجريبية :**

**التجربة1 (الشاهد) :**

- نسجل على مستوى O1 كمون عمل (على مستوى الليف العصبي) وعلى مستوى O2 نسجل كمون عمل (على مستوى الليف العضلي) , كما نسجل تواجد شوارد الكالسيوم $Ca^{++}$ في العنصر قبل مشبكي (الزر المشبكي) وكمية الاستيل كولين تقدر بـ 100mmoles /L.

**التجربة2 :**

- بعد حقن سم البوتيليك , نسجل في O1 كمون عمل وفي O2 كمون راحة مع انعدام شوارد $Ca^{++}$ في العنصر قبل مشبكي وغياب الاستيل كولين على مستوى الشق المشبكي F .
- سم البوتيليك يمنع طرح الحويصلات قبل مشبكية للاستيل كولين.

**التجربة3 :**

- بعد حقن سم الكونوتوكسين في الشق المشبكي F , نسجل في O1 كمون عمل , وفي O2 نسجل كمون راحة مع ملاحظة انعدام شوارد $Ca^{++}$ في العنصر قبل مشبكي وغياب الاستيل كولين في الشق المشبكي F .
- سم الكونوتوكسين يمنع دخول شوارد الكالسيوم إلى العنصر قبل مشبكي.

**انطلاقا من التجرب 1 ,2 و3 :**

- تسمح شوارد $Ca^{++}$ بتحرير الوسيط الكيميائي من الحويصلات المشبكية عن طريق الإطراح الخلوي في الشق المشبكي ليؤثر على الغشاء بعد مشبكي

**التجربة4 :**

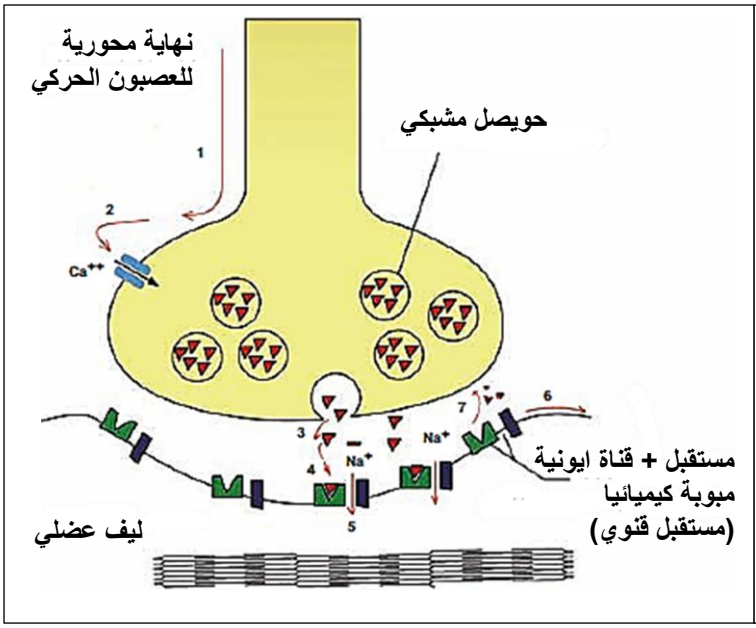
- بعد الكورار في الشق المشبكي F , نسجل في O1 كمون عمل ونسجل في O2 كمون راحة وكمية الاستيل كولين تقدر بـ 100mmoles /L.
- الكورار يثبط عمل الاستيل كولين , حيث يثبت على المستقبلات النوعية للاستيل كولين في الغشاء بعد مشبكي

**طريقة عمل الاستيل كولين :**

- تثبيت المبلغ الكيميائي العصبي (الاستيل كولين) على مواقع التثبيت لمستقبلاته النوعية في غشاءالخلية بعد مشبكية.
- انفتاح القنوات المبوبة كيميائيا ودخول شوارد $Na^{+}$ من الشق المشبكي إلى داخل الخلية بعد مشبكية.
- تولد كمون بعد مشبكي ppse سعته تتوقف على كمية الاستيل كولين المثبتة على المستقبلات الغشائية أي عدد القنوات الكيميائية المفتوحة ومنه كمية شوارد $Na^{+}$ المتدفقة للداخل.

**2 - رسم تخطيطي وظيفي يوضح آلية انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك العصبي –العضلي .**

**1** - وصول موجة زوال الاستقطاب (تواترت كمون العمل) الى النهاية العصبية
**2** - انفتاح القنوات الفولطية للكالسيوم , ثم نفود شوارد الكالسيوم عبر القنوات المفتوحة للغشاء قبل مشبكي.
**3** - التحام غشاء الحويصلات مع الغشاء قبل مشبكي , وتحرير المبلغ الكيميائي ( الأستيل كولين) في الشق المشبكي
**4** - تثبيت الاستيل كولين على مستقبلات غشائية قنوية هي القنوات المرتبطة بالكيمياء
**5** - انفتاح القنوات ودخول شوارد الصوديوم يؤدي الى توليد زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي
**6** - انتشار كمون العمل بعد مشبكي.
**7** - تفكيك الاستيل كولين بتدخل انزيم الاستيل كولين استراز الى كولين وحمض الخل , يعاد امتصاص الكولين بواسطة الغشاء قبل مشبكي.



## التمرين السابع عشر:

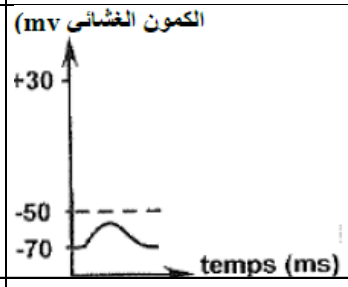
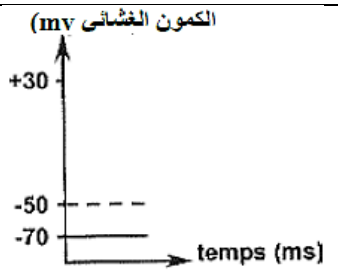
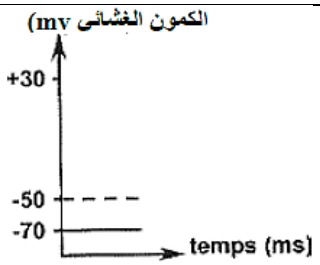
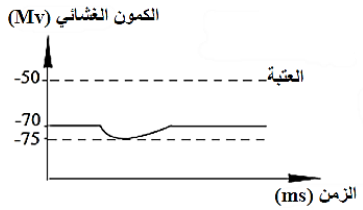
– 1- I

| التحليل | من اجل : الاستنتاج , تحديد , شرح |
|---|---|
| **التجربة1 :**<br>بعد تطبيق تنبيه فعال في $E_1$ , نحصل على التسجيلات :<br>- كمون عمل على مستوى $O_1$<br>- PPSE على مستوى $O_2$<br>- كمون راحة على مستوى $O_3$ | - المشبك $S_A$ : مشبك تنبيهي<br>- PPSE لا ينتشر |
| **التجربة2 :**<br>بعد تطبيق تنبيهين متقاربين وفعالين في E1 نحصل على التسجيلات :<br>- كمونين عمل على مستوى $O_1$<br>- على مستوى $O_2$ , PPSE وصل إلى العتبة ادى إلى توليد كمون عمل.<br>- كمون عمل عل مستوى $O_3$بنفس سعة لذلك المسجل في $O_2$ | - 2PPSE نتيجة تنبيهان متقاربان يتم تجميعهما زمنيا على مستوى القطعة الابتدائية , ليعطي PPSE اجمالي يصل إلى العتبة مما ادة إلى توليد كمون عمل.<br>- كمون العمل ينتشر بسعة ثابتة . |
| **التجربة3 :**<br>بعد ان نطبق في نفس الوقت :تنبيهان فعالان ومتقاربان في $E_1$ و تنبيه واحد فعال في $E_2$ , نحصل على التسجيلات :<br>- كمونان عمل على مستوى $O_1$.<br>- PPSE على مستوى $O_2$.<br>- كمون راحة على مستوى$O_3$ . | بمقارنة هذه النتائج مع تلك المحصل عليها في $O_2$ من التجربة2 , نستنتج ما يلي :<br>- المشبك $S_B$ : مشبك تثبيطي.<br>- العصبون M يدمج بواسطة التجميع الزمني والفضائي لـ 2PPSE وPPSI ; محصلة الادماج هو الحصول على PPSE أقل من عتبة توليد كمون عمل وهذا ما يفسر الحصول على كمون راحة على مستوى$O_3$ (العصبون M في حالة راحة) |

– 2

| التجارب | تفسير النتائج التجريبية |
|---|---|
| **التجربة1** | حقن الاستيل كولين في $S_A$ يتسبب في تتابع الظواهر التالية :<br>- تثبيت الاستيل كولين على مستقبلاته النوعية المتواجدة على الغشاء بعد مشبكي للمشبك$S_A$ .<br>- انفتاح القنوات الكيميائية لـ $Na^+$ .<br>- دخول شوارد $Na^+$ إلى العصبون M مؤديا إلى ارتفاع تركيز شوارد $Na^+$ في الجسم الخلوي للعصبون M . |
| **التجربة2** | عدم حدوث تغيير في تركيز شوارد شوارد $Na^+$, $K^+$ و $Cl^-$ في الجسم الخلوي للعصبون M , يفسر بان المستقبلات الغشائية على مستوى الغشاء بعد مشبكي لـ $S_B$ , غير نوعية للاستيل كولين , فلا تنفتح القنوات الكيميائية ( تبقى مغلقة) فلا توجد حركة للهذه الشوارد. |
| **التجربة3** | عدم حدوث تغيير في تركيز شوارد شوارد $Na^+$, $K^+$ و $Cl^-$ في الجسم الخلوي للعصبون M , يفسر بان المستقبلات الغشائية على مستوى الغشاء بعد مشبكي لـ $S_A$ , غير نوعية للغابا , فلا تنفتح القنوات الكيميائية ( تبقى مغلقة) فلا توجد حركة للهذه الشوارد. |
| **التجربة1** | حقن الغابا في المشبك $S_B$ يتسبب في تتابع الظواهر التالية :<br>- تثبيت الاستيل كولين على مستقبلاته النوعية المتواجدة على الغشاء بعد مشبكي للمشبك$S_B$ .<br>- انفتاح القنوات الكميايئية لشوارد $K^+$ و $Cl^-$.<br>- خروج شوارد $K^+$ و دخول شوارد $Cl^-$ , مما أدى إلى انخفاض تركيز شوارد $K^+$ وارتفاع تركيز شوارد $Cl^-$ داخل العصبون M. |

**تمثيل** التسجيلات التي يمكن الحصول عليها على مستوى الاجهزة $O_A$ و $O_B$ في كل تجربة من التجارب الاربعة :

| التجربة1 | التجربة2 | التجربة3 | التجربة4 |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| **PPSE** | **كمون راحة** | **كمون راحة** | **PPSI** |

## II – تكملة الجدول

| | مرحلة زوال الاستقطاب لكمون العمل | مرحلة عودة الاستقطاب لكمون العمل | كمون بعد مشبكي تنبيهي (PPSE) | كمون بعد مشبكي تثبيطي (PPSI) |
|---|---|---|---|---|
| **القنوات البروتينية المفتوحة** | القنوات الفولطية لـ $Na^+$ | القنوات الفولطية لـ $K^+$ | القنوات الكيميائية لـ $Na^+$ | القنوات الكيميائية لـ $k^+$ و لـ $Cl^-$ |
| **حركة الشوارد** | دخول شوارد $Na^+$ من الوسط الخارجي إلى داخل الخلية | خروج شوارد $K^+$ من الوسط الداخلي إلى الخارج | دخول شوارد $Na^+$ من الشق المشبكي إلى داخل الخلية | - خروج شوارد $K^+$ من الوسط الداخلي إلى الشق المشبكي.<br>- دخول $Cl^-$ من الشق المشبكي إلى داخل الخلية |
| **المبلغات العصبية** | لا تتدخل | لا تتدخل | مثال : الاستيل كولين | مثال : الغابا |

## التمرين الثامن عشر:

**I – 1 – الفرضيات المقترحة حول طريقة عمل المورفين والتحقق من الفرضيات:**

**الفرضية1 :**

- يمنع المورفين طرح المادة P (المسببة للالم).

**الفرضية2 :**

- المورفين يعيق عمل مستقبلات المادة P الغشائية.

**الفرضية3 :**

- يثبت المورفين على مستقبلات الانكيفالين مسببا نفس التأثير .

**2-أ – استنتاج دور الانكيفالين :**

- بعد تنبيه العصبون S فقط , كان الاحساس بالالم شديد . بالمقابل , بعد تنبيه العصبون1 و العصبون S , اصبح الاحساس بالالم ضعيف وكمية الانكيفالين تزداد بثلاث اضعاف من 7 و.إ إلى 20 و.إ . وهذا يشير إلى ان الافراز الكبير للانكيفالين من قبل العصبون1 أدى إلى انخفاض شدة الاحساس بالالم .
- اذن نستنتج ان الانكيفالين هو مسكن للالم .

**ب- تعليل الدور المسكن للمورفين :**

- بعد تنبيه العصبون S فقط , كمية الانكيفالين المفرزة تقدر بـ 7 و.إ والاحساس بألم شديد .
- اذن عقب منع إفراز الانكيفالين (الكمية معدومة = 0 و.إ) بعد حقن المورفين في S2 وتنبيه العصبون S ,لوحظ غياب كامل للإحساس بالألم.
- اذن المورفين يمنع الاحساس بالألم حتى في غياب الانكيفالين وبالتالي فهو مادة مسكنة للألم.

**ج – تحديد طريقة عمل المورفين كمسكن للألم :**

- الاحساس بالألم الشديد بعد تنبيه العصبون S فقط أو بعد حقن المورفين في المشبك S1 وتنبيه العصبون S (الانكيفالين = 7 و.إ والمادة P = 10 و.إ) ; في حين عدم الاحساس بالألم بعد حقن المورفين في S2 وتنبيه العصبون S على الرغم من منع إفراز الانكيفالين (مادة مسكنة) , في S2 (الانكيفالين = 0 و.إ والمادة P تنخفض كميتها إلى ان تنعدم ).
- اذن المورفين يؤثر فقط على مستوى مشبك الانكيفالين S2 ويعمل عمل الانكيفالين على خفض كمية المادة P المفرزة ومنع الاحساس بالألم .
- يثبت المورفين على المستقبلات الغشائية النوعية للانكيفالين وعليه يكون تأثيرالمورفين بنفس مفعول الأنكيفالين أي يمنع كليا إفراز المادة P مما يؤدي إلى توقيف الاحساس بالألم .
- اذن الفرضيتان 1 و3 صحيحتان

## التمرين العشرون

**1 – شرح كيفية تأثير المورفين على المشابك العاملة بالانكيفالين :**

– للمورفين بنية فراغية مماثلة للأنكيفالين مما يسمح لها باحتلال المستقبل النوعي للأنكيفالين الموجود في الغشاء بعد مشبكي للعصبون الحسي .وعليه يكون تأثير المورفين بنفس مفعول الأنكيفالين أي تثبيط إفراز المادة الكيميائية (P) وهذا يوقف انتقال الرسالة العصبية عبر العصبون الوارد الى الدماغ (مركز الإحساس بالالم) ، ينجم عن ذلك عدم الإحساس بالالم .

---

**2 – تحليل نتائج التجربة2 :**

– مدة البقاء في المنطقة P ،من الحيوانات الغير معالجة أو تلك المحقونة بالاندورفين فقط هي نفسها والمقدرة بـ 5 ثواني .وهي أقل بـ 14 مرة من 72 ثانية وهي المدة التي بقيت فيها الحيوانات المعالجة بالمورفين في المنطقة P .

**الاستنتاج :**

– الاندورفين ليس له تأثر مسكن لالم ،على عكس المورفين الذي هو مسكن قوي.

---

**3 – فرضية تفسر النتيجة المحصل عليها بعد حقن الاندورفين :**

– **الفرضية1 :** الاندورفين يتحلل بسرعة قبل وصوله الى المشبك

– **الفرضية2** : الاندورفين لا يستطيع اختراق الحاجز "دم – دماغ " للوصول الى مكان تأثيره على المشابك التي تعمل بالاندورفين .

– **الفرضية3 :** الاندورفين تأثيره محدد بمسافة قصير وزمن قصير.

---

**4 – تبيان نتائج التجربة2 في تفسير نتيجة الجرد "ج" :**

– تبين التجربة2 التحول السريع للاندورفين إلى مواد أخرى ؛ مما تسبب في اختفائها السريع في الدم ومنع وصولها في النخاع الشوكي والدماغ. وبالمثل فانه يدل على ان النشاط الاشعاعي يبقى على مستوى مما يفسر عدم قدرة الاندورفين لعبور الحاجز "دم- دماغ" ،هذا الحاجز غير نفود للاندروفين ونواتجه (مشتقاته) .

– وهذا ما يفسر عدم فعالية الاندورفين كمسكن للالم سواء كان مصدره داخلي او خارجي (عن طريق حقنه).

---

**5 – أ –تبيان ان الاوبيورفين هو مسكن للالم :**

– مدة بقاء الحيوانات المحقون بمادة **الاوبيورفين** في المنطقة P ، تقدر بـ 62 ثانية وهي اقل بقليل من مدة بقاء الحيوانات المحقونة بالمرورفين والتي تقدر بـ 72 ثانية ، على الرغم من حقن 1 mg/kg من المورفين . هذه الكمية أقل بـ6 مرات من 6 mg/kg.

– اذن اوبيورفين حتى ولو بجرعات ضعيفة ، فانه فعال (مسكن للالم ) مثل المورفين .

## التمرين الحادي والعشرون:

**I - 1 – وصف المراحل المرقمة من 1 إلى7 :**

❶ وصول موجة زوال الاستقطاب الى نهاية المحورية (الزر المشبكي) للعصبون المحرك.
❷ انفتاح قنوات $Ca^{+2}$ الفولطية يسمح بتدفق شوارد $Ca^{+2}$ إلى داخل الزر المشبكي.
❸ هجرة الحويصلات المشبكية وطرح المبلغ الكيميائي (الأستيل كولين) في الشق المشبكي بظاهرة الاطراح الخلوي.
❹ تثبيت المبلغ الكيميائي على مستقبلات نوعية للغشاء بعد مشبكي.
❺ انفتاح القنوات المبوبة كيميائيا وتدفق كثيف لشوارد $Na^{+}$ من الشق المشبكي إلى هيولى الخلية بعد مشبكية ، يؤدي ذلك إلى توليد كمون عمل في الغشاء بعد مشبكي.
❻ تقلص الليف العضلي.
❼ - إماهة المبلغ الكيميائي العصبي (الاستيل كولين) في الشق المشبكي إلى الأستيل + قاعدة الكولين
- إعادة امتصاص قاعدة الكولين من قبل الغشاء قبل مشبكي.

---

**2 – ثلاث فرضيات مقترحة تتعلق بالخلية المستهدفة من طرف توكسين البوتيلينيوم :**

- الفرضية1 : توكسينات البوتيلينيوم تؤثر على بروتينات الخلايا العصبية (قبل مشبكية)
- الفرضية2 : توكسينات البوتيلينيوم تؤثر على بروتينات الخلايا العضلية (بعد مشبكية)
- الفرضية3 : توكسينات البوتيلينيوم تؤثر على بروتينات الخلايا العصبية والخلايا العضلية معا.

---

**II -1 – التأكد من صحة الفرضيات السابقة :**

- توكسينات البوتيلينيوم تؤثر على بروتينات الخلايا العصبية على مستوى العنصر قبل مشبكي.

**التعليل :**

- عند حقن توكسينات البوتيلينيوم في العنصر قبل مشبكي ، سجلنا غياب النشاط العضلي (قيمة التوتر تقريبا منعدمة) ، وهذا يدل على عدم انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك ، بالمقابل عند حقن توكسينات البوتيلينيوم في العنصر بعد مشبكي ، نسجل نشاط كبير (ارتفاع قيمة التوتر) لليف العضلي ، يدل ذلك على انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك العصبي –العضلي.

---

**2 – المعلومات الإضافية التي تقدمها معطيات الوثيقة (2-ب) :**

- توكسينات البوتيلينيوم لا تؤثر على القنوات الفولطية لـ $Ca^{+2}$ .
- توكسينات البوتيلينيوم يوقف النقل المشبكي.

**3 – المعلومات الإضافية التي يمكن استخراجها من هذه النتائج :**

- التوكسينات B و F تؤثر على بروتين P1
- التوكسينات A و E تؤثر على بروتين P3
- لا يؤثر أي نوع من التوكسينات على بروتين P2

---

**III – شرح طريقة عمل وتأثير البوتوكس على الحالتين المذكورتين :**

- التوكسنات B و F ، انزيمات قادرة على قطع البروتين P1 (synaptobrévine) في منتصف تسلسل الاحماض الأمينية .البروتين P1 المجزء يصبح غير قادر على التفاعل (الارتباط) مع بقية البروتينات (P2 و P3) ينجم عن ذلك توقف ظاهرة الاطراح الخلوي للمبلغ العصبي.
- التوكسينات A و E تقطع البروتين P3 (SNAP) .البروتين P3 المجزء يصبح غير قادر على الارتباط مع البروتين P1 وينجم عن ذلك أيضا توقف ظاهرة الاطراح الخلوي للمبلغ العصبي.
- اذن توكسينات البوتيلينيوم توقف ظاهرة الاطراح الخلوي للحويصلات المشبكية ،مما يجعل من المستحيل انتقال السيالة العصبية إلى العضلة (العنصر بعد مشبكي) ، فلا تتقلص (شلل).
- في حالة التبول اللارادي ، البوتوكس يثبط النقل المشبكي وبالتالي يمنع التقلصات اللارادية للمثانة وبالتالي منع التبول الارادي.
- في حالة تجاعيد الوجه ، البوتوكس يثبط النقل المشبكي وبالتالي استرخاء عضلات الوجه على مستوى التجاعيد مما يؤدي إزالة ومحو التجاعيد.

## التمرين الثاني والعشرون:

**I – استخراج أعراض مرض الوهن العضلي**

- إرتخاء (تدلي ) الجفنين العلويين للعين فقط . فتجد زينب صعوبة في الرؤية خاصة نحو الاعلى .

**II -1 – أ - تحليل النتائج المحصل عليها في الوثيقة2 :**

عند الشخص الشاهد الغير مصاب :

- تطبيق 3 تنبيهات على مستوى العصبون الحركي للعضلة يولد 3 استجابات كهربائية بنفس السعة (7mv) ونفس المدة .

عند زينب المصابة بمرض الوهن العضلي :

- التنبيه الاول يعطي نفس الاستجابة الكهربائية كما في الشاهد , لكن التنبهين المواليين يخفضان استجابة كهربائية للعضلة (5 ثم 4mv) على التوالي .

**الاستنتاج :**

- العضلات عند زينب تكون في حالة وهن (تعب) وتتجاوب بشكل أقل مع التنبيهات عندما يتم تكرارها.

**ب- الفرضيات المقترحة لتفسير سبب مرض الوهن العضلي الذي تعاني منه زينب :**

الفرضية1 :

- قد يعود المرض إلى خلل في عملية إطراح المبلغ الكيميائي (الاستيل كولين) في الشق المشبكي

الفرضية2 :

- غياب أو قلة عدد المستقبلات الغشائية النوعية للاستيل كولين في الغشاء بعد مشبكي.

الفرضية3 :

- إفراط في انتاج وتحرير انزيم الاستيل كولين استراز في الشق المشبكي.

**2 – مقارنة النتائج المحصل عليها في الوثيقة3 :**

- مستقبلات الغشائية للأستيل كولين موسومة وتظهر باللون الاسود.
- عند الشخص الشاهد (السليم) :

نلاحظ عدد كبير من الانثناءات للغشاء بعد مشبكي , زيادة في المساحة وكذلك العديد من البقع السوداء التي تتمركز بشكل خاص على مستوى الانثناءات الغشائية , وبالتالي العديد من مستقبلات الاستيل كولين (الاستيل كولين هو المبلغ العصبي للمشبك العصبي- العضلي).

- عند زينب المصابة :

الغشاء بعد مشبكي لا يوجد لديه تقريبا انثناءات وغياب البقع السوداء تقريبا , لذلك لا يوجد أو القليل من المستقبلات الغشائية للاستيل كولين.

**الاستنتاج :**

- مرض زينب (ضعف حركة عضلات الجفنين العلويين) , يعود إلى العدد الضئيل للمستقبلات الغشائية للأستيل كولين في الغشاء بعد مشبكي لألياف عضلات الجفنين.

**3 – باستغلالك لمعطيات** الوثيقة4 :

- يتواجد في دم زينب كمية كبيرة من الاجسام المضادة ذاتية التفاعل (الموجهة ضد المستقبلات الغشائية للاستيل كولين "الذات") . هذه الاجسام المضادة منعدمة في دم شخص سليم.

**أ – طبيعة مرض زينب :**

- زينب تعاني من مرض المناعة –الذاتية

**ب – تحقق من مدى صحة الفرضيات المقترحة أعلاه :**

- وجود اجسام مضادة ذاتية –التفاعل والموجهة ضد مستقبلات الاستيل كولين والتي تعدلها (تبطل نشاطها) , يؤدي ذلك إلى انخفاض حاد في عدد هذه المستقبلات الغشائية الحرة (الوظيفية) , وهذا يؤكد صحة الفرضية الثانية .

**III – شرح لزينب الاسباب المحتملة لاعراض مرضها وأهمية العلاج بدواء Pyridostigmine :**

- في الحالة الطبيعية 'الشخص السليم) :

وصول موجة زوال الاستقطاب إلى النهاية المحورية يؤدي إلى تحرير بواسطة ظاهرة الاطراح الخلوي الوسيط العصبي (الاستيل كولين) في الشق المشبكي . يثبت الاستيل كولين على مستقبلاته الغشائية النوعية لغشاء الخلية العضلية البعد مشبكية . يؤدي ذلك إلى توليد كمون عمل على مستوى العضلة فتتقلص هذه الاخيرة .

- اما في حالة زينب المصابة بمرض الوهن العضلي :

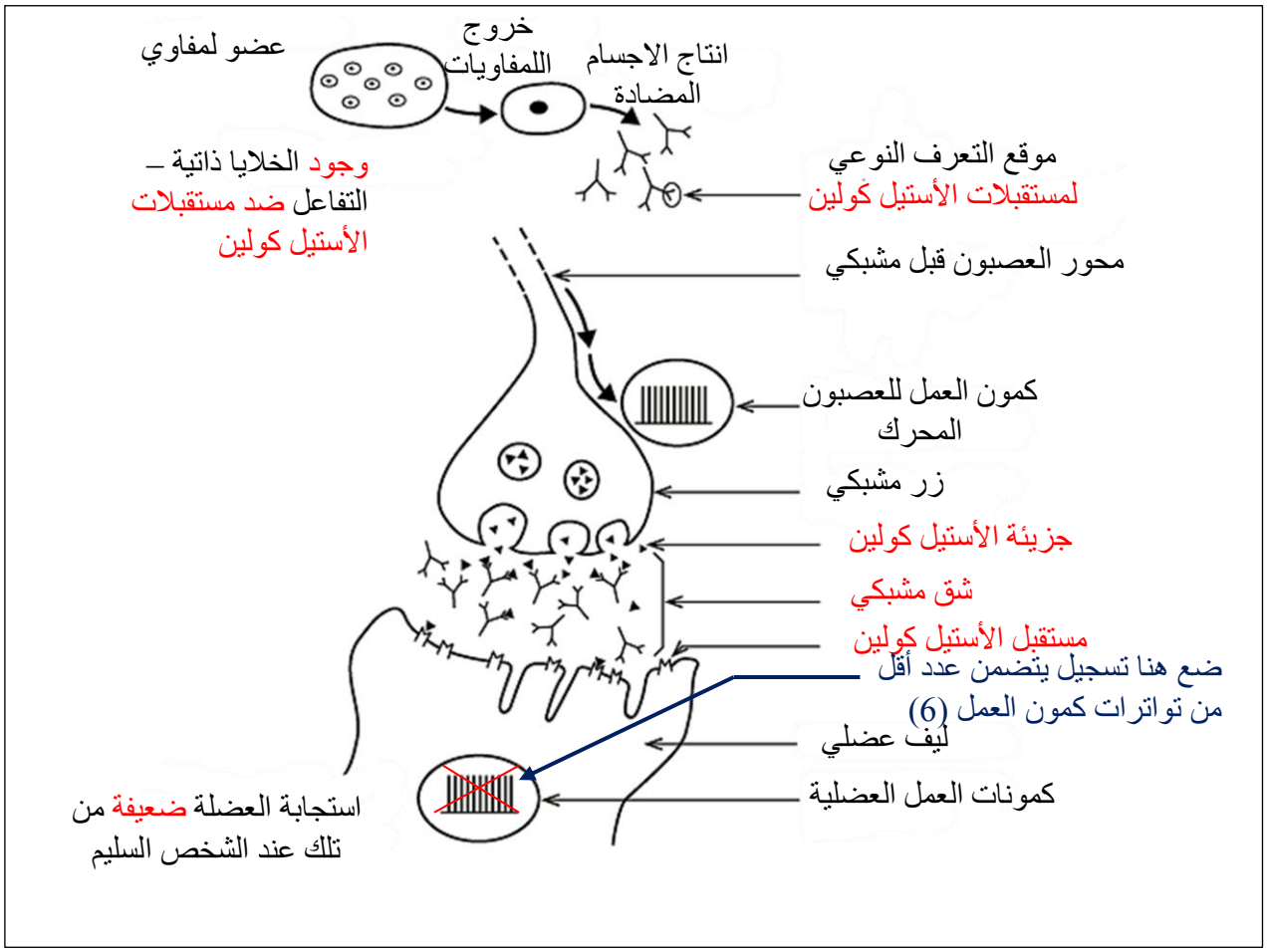
مرض زينب هو مرض سببه الجهاز المناعي و هو احدى امراض المناعة الذاتية ; تنتج اجسام مضادة ذاتية-التفاعل تعمل على تعديل المستقبلات الغشائية للاستيل كولين المتواجدة على أغشية الألياف العضلية , حيث ترتبط هذه الاجسام المضادة نوعيا مع المستقبلات الغشائية للأستيل كولين , يؤدي ذلك إلى انخفاض عدد المستقبلات الغشائية المتوفرة ..

نتيجة لذلك , يتم تعطيل النقل المشبكي على مستوى المشبك العصبي-العضلي . المبلغ العصبي (الاستيل كولين) المحرر في الشق المشبكي عند وصول موجة زوال الاستقطاب إلى الزر المشبكي يثبت على مستقبلاته الغشائية في الغشاء بعد مشبكي , بكمية غير كافية لأن عددَ مستقبلات الأستيل كولين ينقصُ، وتتنافسُ جزيئاتُ الأستيل كولين المحررة في الشق المشبكي مع الاجسام المضادة ذاتية التفاعل على عدد قليل (متناقص ) من المستقبلاتِ الغشائية الحرة المتاحة , ينجم عن ذلك توليد كمونات عضلية بعدد غير كاف وبالتالي فهو مصدر التقلص العضلي ذو السعة الضعيفة (ضعف في حركة عضلات الجفن العلوي) وبالتالي تعاني زينب صعوبة في فتح جفونها بصورة مستمرة .

**أهمية العلاج بدواء Pyridostigmine :**

- يعمل هذا الدواء على تثبيط عمل انزيم الاستيل كولين استراز , مما يسمح ببقاء الاستيل كولين لمدة اطول في الشق المشبكي , مما يؤدي إلى ارتفاع كميته في الشق المشبكي وبالتالي منافسته بقوة مع الاجسام المضادة ذاتية التفاعل على المستقبلات الغشائية وبالتالي تحسن حالة تقلص العضلات.

**III – تصحيح وتكملة الرسم التركيبي :**




## التمرين الثالث والعشرون:

## الجزء1 :

**1 – تعليل دور الكورار في شل معظم العضلات :**

استغلال الشكل (أ) من الوثيقة1 :

- عند إضافة جرعة اختبار من الاستيل كولين فقط على العضلة , فإن هذه الاخير تستجيب بسعة قصوى في حدود 1.1 و.إ (المنحنى1) .
- عند حقن جرعات متزايد من الكورار وفي وجود جرعة الاختبار من الاستيل كولين , نلاحظ أنه كلما زاد تركيز الكورار ، كلما انخفضت سعة التقلص (المنحنيات 2 ,3 و4) .

استغلال الشكل (ب) من الوثيقة1 :

- التنبيه الفعال للعصبون الحركي لعضلة وفي غياب الكورار , يولد كمون عمل على مستوى غشاء الليف العضلي البعد مشبكي (تتقلص العضلة) .
- عند إعادة التجربة ولكن بحقن الكورار في الشق المشبكي , فنسجل كمون بعد مشبكي PPSE أقل من العتبة وبالتالي عدم توليد كمون عمل على مستوى غشاء الليف العضلي (تبقى العضلة في حالة استرخاء) .

- بالتالي فالكورار يمنع توليد كمون عمل في الليف العضلي وبالتالي لا تتقلص العضلة (شلل)
- اذن الكورار مادة مثبطة تمنع التأثير الفسيولوجي للمبلغ العصبي المنبه الاستيل كولين مما يؤدي إلى شلل العضلات .

## الجزء2 :

### 2 – تحديد مقر تأثير الكورار:

استغلال معطيات الوثيقة2 :

- يبين الشكل (أ) من الوثيقة2 أن جزيئتين من الأستيل كولين ترتبطان بالمستقبل الغشائي , جزيئة أستيل كولين بين السلسلتين B و C والجزيئة الأخرى بين السلسلتين D و E .
- يبين الشكل (ب) ان جزيئة الكورار ترتبط مع نفس المستقبل الغشائي للاستيل كولين بين نفس السلاسل.
- اذن الكورار يشغل مكان الاستيل كولين على المستقبل البعد مشبكي في ليف العضلي ويمنع تأثير الاستيل كولين .

**3-أ - تحديد طريقة عمل الاستيل كولين على مستقبلاته الغشائية النوعية في المشبك العصبي العضلي :**

- مستقبل الغشائي للاستيل كولين هو مستقبل قنوي , ففي غياب الاستيل كولين تكون هذه القناة الكيميائية مغلقة .
- تثبيت الاستيل كولين على مستقبله الغشائي يؤدي إلى تغير شكله , هذا التغير في الشكل يتسبب في انفتاح القناة الكيميائية مما يسمح بتدفق شوارد الصوديوم من الشق المشبكي إلى داخل الليف العضلي , يؤدي ذلك إلى توليد كمون عمل عضلي مصدر التقلص العضلي.
- اذن الاستيل كولين يلعب دور منبه يتمثل في تنشيط مستقبله الغشائي (مستقبل قنوي) .

**ب – المعلومات الإضافية حول طريقة عمل الكورار على مستوى المشبك العصبي العضلي :**

دراسة معطيات الشكل (ب) و(ج) :

- في حالة الأستيل كولين :
  - ✓ تكون المسافة بين الحمضين الامينيين Cys188 و Trp145 قصيرة نسبيا محصورة بين 1.0< p< 1.3 (الشكل –ب) , في هذه الحالة يكون شكل موقع التثبيت مغلق ويصبح الاستيل كولين المثبت غير مرئي (الشكل-ج) يسمح ذلك بتغير شكل جزء من المستقبل الغشائي العابر للغشاء مما يؤدي إلى انفتاح القنوات الكيميائية و في هذه الحالة يكون المستقبل الغشائي في حالة نشاط.
- في حالة الكورار :
  - ✓ تكون المسافة بين الحمضين الامينيين Cys188 و Trp145 أكبر مقارنة مع تلك المقاسة في حالة الاستيل كولين وتكون محصورة بين 1.5< p< 1.8nm (الشكل ب) , في هذه الحالة يكون شكل موقع التثبيت مفتوح (الشكل -ج) ويكون المستقبل الغشائي في حالة عدم نشاط.

المعلومات الإضافية حول طريقة عمل الكورار على مستوى المشبك العصبي العضلي :

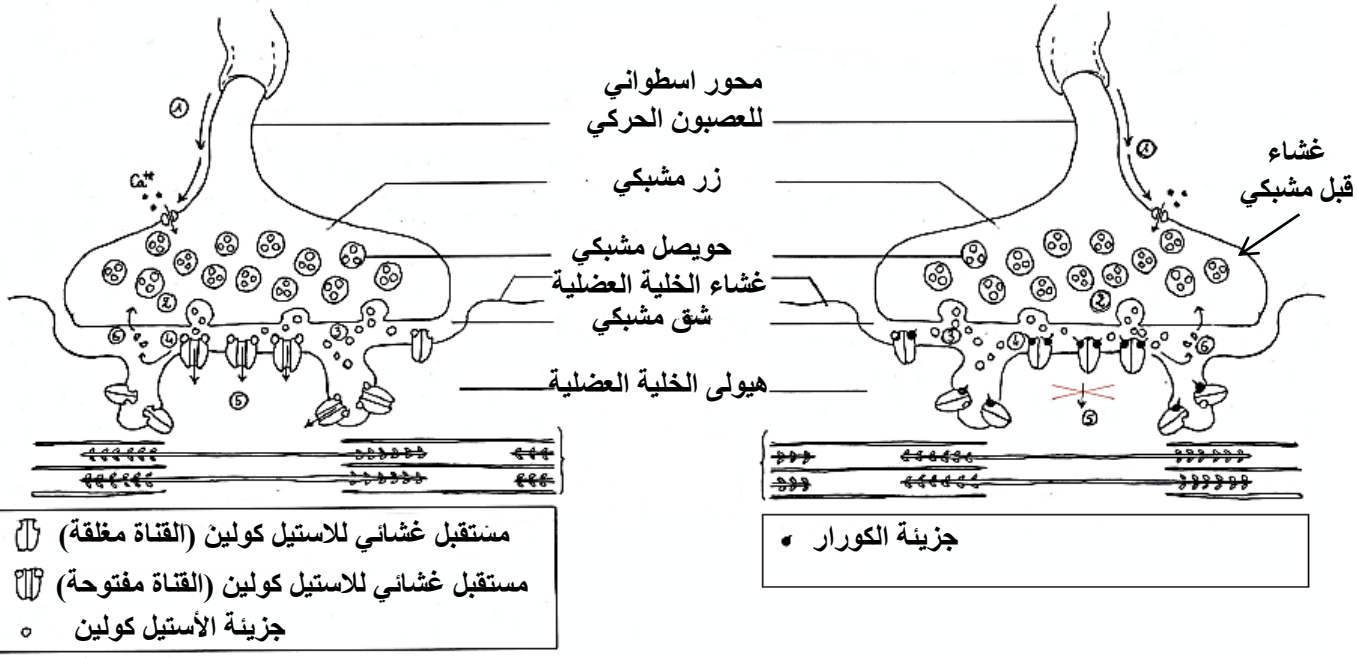
يكون عمل الكورار على مستوى موقع تثبيت الاستيل كولين تثبيطي حيث :

- يثبت الكورار على المستقبلات الغشائية النوعية للأستيل كولين , تعمل جزيئات الكورار على زيادة انفتاح موقع تثبيت الاستيل كولين , مما يعيق تغيير شكل جزء من المستقبل الغشائي فلا تنفتح القنوات الكيميائية ومنه عدم تدفق شوارد الصوديوم من الشق المشبكي إلى داخل الليف العضلي وبالتالي عدم توليد كمون عمل على مستوى الليف العضلي (العضلة في حالة استرخاء).
- اذن المسافة بين Cys188 و Trp145 هي التي تتحكم في شكل المستقبل الغشائي وبالتالي انفتاح او انغلاق القنوات الكيميائية المشكلة بواسطة 5 تحث وحدات .

**الجزء3 :**

نص علمي دقيق ومنظم عمل المشبك العصبي- العضلي في وجود مادة الكورار وفي غيابها **مدعما** إجابتك في كل حالة **برسم** تخطيطي وظيفي.

**عمل المشبك العصبي- العضلي في وجود مادة الكورار**




وصول موجة زوال الاستقطاب إلى النهاية المحورية (1) يؤدي إلى دخول شوارد الكالسيوم $Ca^{+2}$ واطراح الحويصلات المشبكية (2). يتم تحرير الأستيل كولين في الشق المشبكي (3) . في وجود الكورار على المستقبلات الغشائية في موقع تثبيت الاستيل كولين يمنع ذلك تثبيت الاستيل كولين على مستقبلاته (4) . تبقى المستقبلات الغشائية على شكلها " المغلق" (تبقى القنوات الكيميائية مغلقة) وبالتالي عدم تدفق شوارد الصوديوم من الشق المشبكي إلى داخل الخلية العضلية مما يمنع توليد كمون عمل عضلي وتقلص العضلة (5) .

مصير الاستيل كولين في النهاية التفكيك بواسطة انزيم الاستيل كولينستراز ويعاد امتصاص الكولين من قبل الغشاء قبل مشبكي(6).

**عمل المشبك العصبي- العضلي في غياب مادة الكورار**




وصول موجة زوال الاستقطاب إلى النهاية المحورية (1) يؤدي إلى دخول شوارد الكالسيوم Ca+2 واطراح الحويصلات المشبكية (2). يتم تحرير الأستيل كولين في الشق المشبكي (3) ويثبت على مستقبلاته الغشائية النوعية (4) . تثبيت الاستيل كولين يسبب تغيرفي شكل المستقبل مما يؤدي إلى انفتاح القنوات الكيميائية و تدفق شوارد الصوديوم من الشق المشبكي إلى داخل الخلية العضلية , يؤدي ذلك إلى توليد كمون عمل عضلي وتقلص العضلة (5).

الاستيل كولين بعد ذلك يتم تفكيكه بواسطة انزيم الاستيل كولينستراز ويعاد امتصاص الكولين من قبل الغشاء قبل مشبكي(6).

## التمرين الرابع والعشرون:

### I – 1 التعرف على البيانات :

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| غشاء قبل مشبكي | غشاء بعد مشبكي | شق مشبكي | ميتوكندري | حويصل مشبكي |

### 2 –تحليل نتائج التجربة1 :

تنبيه معزول ذو شدة I1 على مستوى العصبون بعد مشبكي A يولد:

- في O1 زوال استقطاب أقل من العتبة (-mv50) : عبارة عن كمون موضعي
- في **O3** كمون راحة (كمون موضعي) قيمته =-70 ملي فولط.

**الاستنتاج :**

- الظاهرة العصبية المسجلة في O1 : غير قابلة للانتشار والنقل
- طبيعة التنبيه SA(I1) : دون العتبة (تنبيه غير فعال)

### 3 – تحليل نتائج التجربة2 :

تنبيه معزول ذو شدة I2 على مستوى العصبون بعد مشبكي A يولد :

- في O1 كمون عمل : الشدة I2 تساوي او اكبر من العتبة (تنبيه فعال) .
- في **O3** افراط في الاستقطاب (كمون بعد مشبكي تثبيطي) على مستوى العصبون بعد مشبكي P.

**طبيعة العصبون A :**

- العصبونA : تثبيطي

### 4 – المعلومات المستخرجة من تحليل التجربتين 2و3 :

**تحليل التجربة3 :**

تنبيهان متتاليان بنفس الشدة SA (I2) + SB (I2) نسجل:

- في O1 و O2 : كمون عمل
- في O3 : PPSI (كمون بعد مشبكي تثبيطي) اجمالي ذو سعة اقل من PPSI المسجل اثر تنبيه واحد في A.

اذن PPSI الإجمالي المحصل عليها ، هو ناتج عن تجميع فضائي جبري لـ كمونين PPSI و PPSE.

- العصبون B :تنبيهي

### 5 – تفسير نتائج التجربة4 :

تنبيه معزولSP ذو شدة I2 نسجل :

- في **O3** كمون عمل ، بينما نسجل على مستوى **O1** و**O2** كمون راحة ، يفسر ذلك بعدم انتقال الرسالة العصبية من الغشاء بعد مشبكي الى الغشاء قبل مشبكي بسبب غياب المستقبلات الغشائية للمبلغات الكيميائية على مستوى النهايات القبل مشبكية .
- فالرسالة العصبية على مستوى المشبك تنتقل دوما في اتجاه واحد من العنصر قبل مشبكي الى العنصر بعد مشبكيP وليس العكس.

### I – تبيان مصدر أعراض مرض الوهن العضلي واهمية العلاج بادوية مفعولها مماثل لتأثير مادة pilocarpine :

**استغلال الوثائق :**

**الوثيقة(3-ب) :**

- نسجل على مستوى عضلة الشخص المصاب بالوهن العضلي تواتر لكمونات عمل متقاربة وعددها 18 وبنفس السعة ، بالمقابل نسجل تواتر لكمونات عمل بنفس السعة ولكن عددها8 كمونات. لذلك تكون شدة تقلصات الالياف العضلية عند الشخص المريض اقل من مقارنة مع الشخص السليم.

- تواترات كمونات العمل على مستوى الالياف العضلية (الخلية بعد مشبكية) تتوقف على سعة الكمون البعد مشبكي PPSE المسجل.

**الوثيقة (4-أ) :**

- حقن كمية من الاستيل كولين تقدر $100\ nM.L^{-1}$ نسجل زيادة في تواتر التسجيلا الكهربائية لعضلة وتكون العضلة في حالة تقلص شديد ، بالمقابل و عند حقن كمية أقل من مادة pilocarpine تقدر بـ $3\ \mu M.L^{-1}$ نسجل بعد تأخر زمني تواتر للتسجيلات الكهربائية أقل ، ولكن سعة التقلص تكون مماثلة لتلك المسجلة عند حقن الاستيل كولين.

**الوثيقة (4-ب) :**

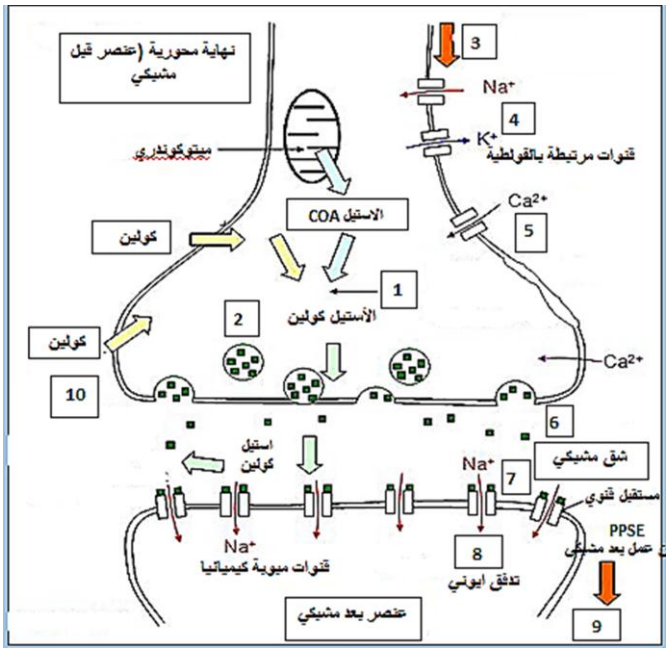
- يمتلك انزيم الاستيل كولين استراز موقعين : موقع التثبيت (التعرف على مادة التفاعل) وموقع التحفيز ، يشكلان مع موقع متخصص يدعى الموقع الفعال يكون متكامل مع جزء من مادة التفاعل (الاستيل كولين).
- يتم تثبيت مادة التفاعل (الاستيل كولين) على انزيم عن طريق الرابطة الشاردية الناتجة من تجاذب بين النيتروجين الموجبة الشحنة في الاستيل كولين والشحنة السالبة الموجودة على السلسلة الجانبية للحمض الاميني المتواجد في موقع التثبيت للانزيم.
- يتم تحفيز التفاعل (اماهة الاستيل كولين) على مستوى موقع التحفيز بعد ارتبط مادة التفاعل عن طريق تشكيل رابطة كيميائية مع الوظيفة الكحولية لجذر الحمض الاميني السيرين فيتشكل المعقد ES ، حيث يتفكك الاستيل كولين الى الاستيل +قاعدة الكولين.

**الخلاصة :**

- اعراض مرض الوهن العضلي تعود الى ارتباط الاجسام المضادة الناجمة عن خلل في الجهاز المناعي ، على مستقبلات الغشائية للاستيل كولين المتواجد على مستوى الغشاء بعد مشبكي ، ينجم عن ذلك انخفاض في عدد هذه المستقبلات الغشائية الحرة نتيجة منافسة الاجسام المضادة للاستيل كولين على مواقع التثبيت لهذه المستقبلات ، ينجم عن ذلك انفتاح عدد قليل من القنوات المبوبة كيميائيا ، فتتدفق كما قليل من شوارد الصوديوم من الشق المشبكي الى الخلية بعد مشبكية ، مسببة في انخفاض عدد تواترات كمون عمل على مستوى الالياف العضلية (سعة التقلص العضلي ضعيفة).

- يكمن العلاج في ادوية تثبط عمل انزيم الاستيل كولين استراز وبالتالي عدم اماهة الاستيل كولين مما يسمح بزيادة تركيزه في الشق المشبكي مما يقلل من منافسة الاجسام المضادة لها على مواقع التثبيت ، و هذا ما يسمح بانفتاح عدد كبير من القنوات الكيميائية ، تدفق كمية كبيرة من شوارد الصوديوم ، تسجيل زيادة تواتر لكمونات عمل على مستوى الالياف العضلية (سعة التقلص العضلي كبيرة).

**III** –رسم تخطيطي وظيفي **ببرز** دور البروتينات في انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك الكيميائي.




1 – تركيب الاستيل كولين بتدخل انزيم الاستيل كولين ترانسفيراز
2 – تخزين الاستيل كولين ضمن حويصلات مشبكية
3 – وصول موجة زوال الاستقطاب (تواترت كمون العمل) الى النهاية العصبية
4 – يؤدي زوال الاستقطاب يؤدي الى تبادل ايوني عبر قنوات مرتبطة بالفولطية
5 – انفتاح القنوات الفولطية للكالسيوم , ثم نفود شوارد الكالسيوم عبر القنوات المفتوحة
6 – التحام غشاء الحويصلات مع الغشاء قبل مشبكي , وتحرير المبلغ الكيميائي ( الأستيل كولين) في الشق المشبكي
7 – تثبيت الاستيل كولين على مستقبلات غشائية قنوية هي القنوات المرتبطة بالكيمياء
8 - انفتاح القنوات ودخول شوارد الصوديوم يؤدي الى توليد زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي
9 – انتشار كمون العمل بعد مشبكي
10 – تفيك الاستيل كولين بتدخل انزيم الاستيل كولين استراز الى كولين وحمض الخل , يعاد امتصاص الكولين بواسطة الغشاء قبل مشبكي.