منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

المجال التعلمي 1: التخصص الوظيفي للبروتينات

الوحدة التعلمية 5: دور البروتينات في الإتصال العصبي

1- أليات النقل المشبكي

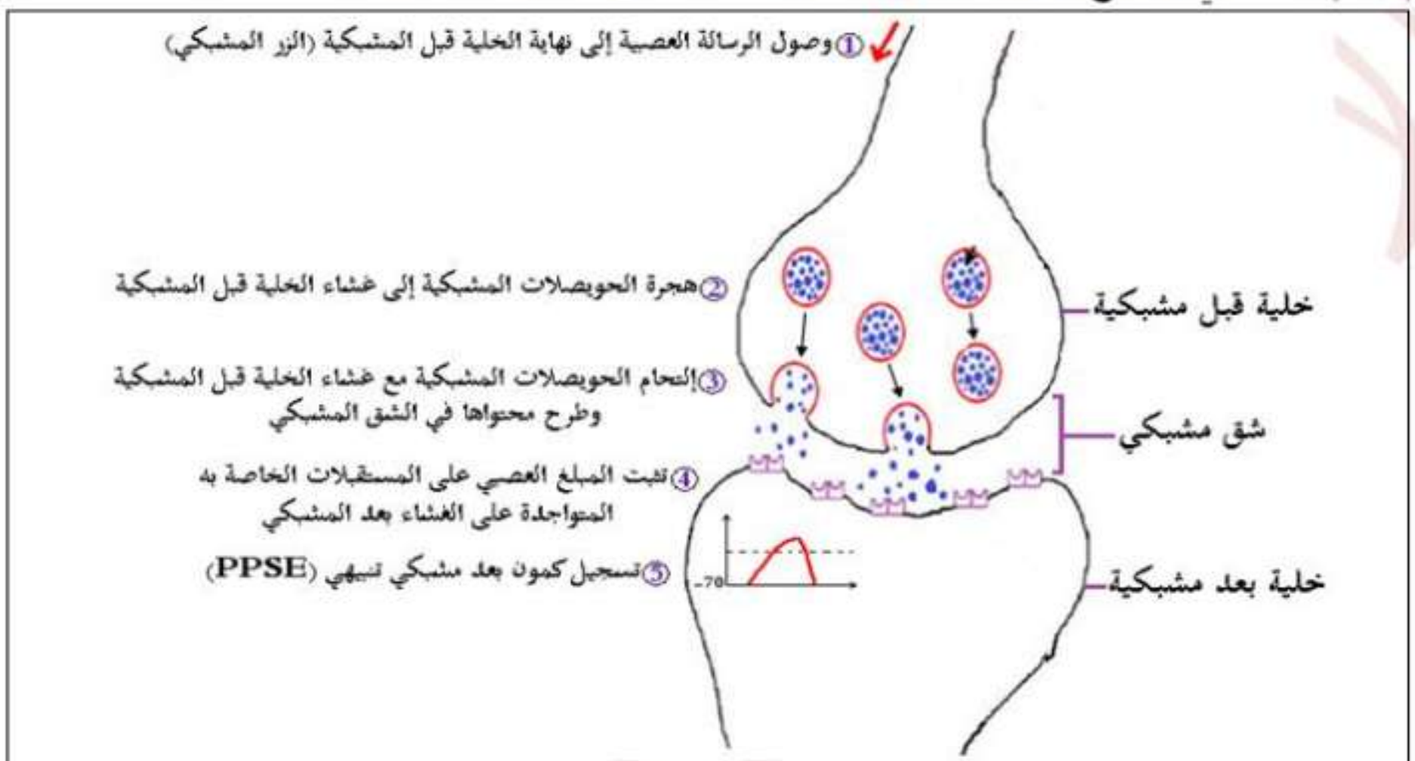
دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

وضعية الإنطلاق: المشابك عبارة عن مناطق تمفصل بين خلية قبل مشبكية عصبية وخلية بعد مشبكية عصبية أو عضلية، تنتقل الرسالة العصبية على مستواها بفضل المبلغات العصبية (الوسائط العصبية) والتي تتمثل في مواد كيميائية تُحرِّرُها النهايات العصبية قبل المشبكية وتؤدي إلى تغيّر الكمون الغشائي للخلية بعد المشبكية.

تمثل الوثيقة (1) رسم تخطيطي يُوضّح كيفية إنتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك.



الوثيقة (1)

المشكلة: ما هي آلية عمل المُبلغات العصبية في نقل الرسائل العصبية على مستوى المشابك وما دور البروتينات في ذلك؟

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

إستغلال الوثيقة (6):

يمثل الشكل (أ) تسجيل تغير الكمون الغشائي بعد مشبكي بدلالة كمية الأستيل كولين المحقونة في الشق المشبكي، حيث نلاحظ:

- **عند حقن كمية قليلة من الأستيل كولين (الكمية A أو الكمية B) في الشق المشبكي:** نُسجل كمون بعد مشبكي تثبيطي (PPSE =زوال إستقطاب) ولكن بسعة ضعيفة ومتزايدة بزيادة كمية الأستيل كولين، حيث لا تبلغ سعة الـ PPSE عتبة توليد كمون عمل.
- **عند حقن كمية كبيرة من الأستيل كولين (الكمية C) في الشق المشبكي:** نُسجل PPSE بسعة أكبر تبلغ عتبة توليد كمون عمل.

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

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

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

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

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

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

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

- **في الحالة الطبيعية:** عند تنبيه الغشاء قبل مشبكي نسجل كمون عمل واحد في غشاء الليف العصبي للخلية بعد مشبكية.
- **في وجود مادة Pilocarpine:** عند تنبيه الغشاء قبل مشبكي نسجل سلسلة كمونات عمل في غشاء الليف العصبي للخلية بعد مشبكية.

الاستنتاج: يفقد المبلغ العصبي (الأستيل كولين) نشاطه (فعاليته) نتيجة الإماهة الإنزيمية.

ومنه:

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

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

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

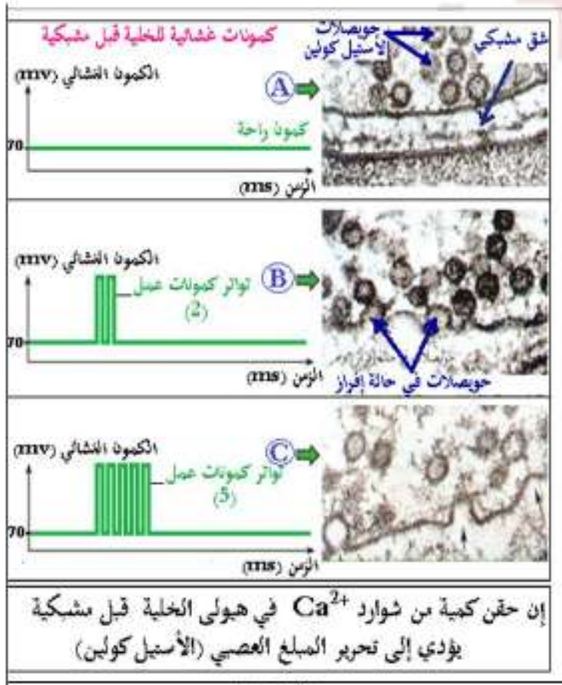
3.الانتقال من التشفير الكهربائي إلى التشفير الكيميائي للرسائل العصبية:

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

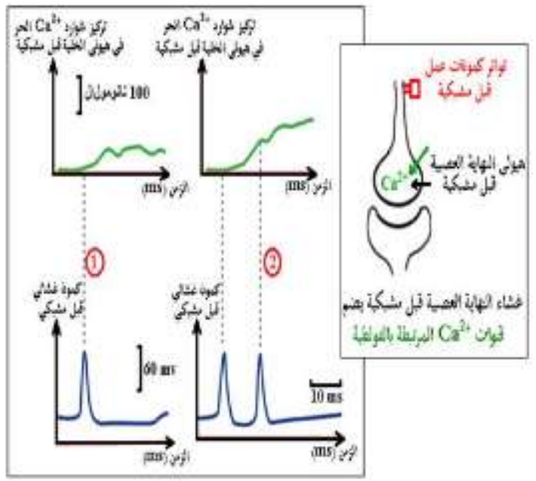
للإجابة على المشكلة المطروحة، تُقترح عليك الدراسات التالية:

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

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



إن حقن كمية من شوارد Ca^{2+} في هيولى الخلية قبل مشبكية يؤدي إلى تحرير المبلغ العصبي (الأسيتيل كولين)



الشكل (أ) | الشكل (ب)

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

التعليمة:

- وضّح كيفية الإنتقال من التشفير الكهربائي إلى التشفير الكيميائي للرسائل العصبية **بإستغلالك** لمعطيات الوثيقة (8).

الاجابة:

توضيح كيفية الإنتقال من التشفير الكهربائي إلى التشفير الكيميائي للرسائل العصبية:

إستغلال الوثيقة (8):

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

- عند تسجيل كمون عمل قبل مشبكي واحد: يكون تركيز شوارد الكالسيوم في هيولى الخلية قبل المشبكية أقل من 100 نانومول/ل.
- عند تسجيل كموني عمل قبل مشبكيين: يُصبح تركيز شوارد الكالسيوم في هيولى الخلية قبل المشبكية أكبر من 100 نانومول/ل.

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

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

- في حالة الراحة (في غياب أي كمون عمل قبل مشبكي): عدم تحرير المبلغ العصبي (الأستيل كولين) الموجود في الحويصلات المشبكية في الشق المشبكي.
- في وجود 2 تواتر كمونات العمل قبل المشبكية: تحرير الأستيل كولين في الشق المشبكي بكمية محددة.
- في وجود 5 تواتر كمونات العمل قبل المشبكية: تحرير الأستيل كولين في الشق المشبكي بكمية معتبرة.
- حقن كمية من الشوراد Ca^{2+} في هيولى الخلية قبل المشبكية: يؤدي إلى تحرير كمية من المبلغ العصبي.

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

ومنه:

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

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الخلاصة:

- **مقر تأثير الأستيل كولين:**
  - يمتلك الغشاء بعد مشبكي مستقبلات من طبيعة بروتينية للأستيل كولين.
  - يتضمن مستقبل الأستيل كولين موقعين لتثبيت الأستيل كولين وقناة فهو مستقبل قنوي (الإينوفور).
  - يعود زوال إستقطاب الغشاء بعد مشبكي في مستوى المشبك إلى إنفتاح قنوات Na^+ المرتبطة بالكيمياء نتيجة تثبت المبلغ العصبي (الأستيل كولين) على المستقبلات الخاصة به في الغشاء بعد مشبكي (مستقبلات قنوية).
  - تتوقف سعة زوال إستقطاب الغشاء بعد المشبكي على عدد المستقبلات القنوية المفتوحة خلال زمن معيّن.
  - تصل سعة الـ PPSE عتبة توليد كمون عمل إذا توفرت كمية كافية من الأستيل كولين في الشق المشبكي.
  - يفقد المبلغ العصبي (الأستيل كولين) نشاطه (فعاليته) نتيجة الإماهة الإنزيمية.
- **دور الكالسيوم في تغيير نمط التشفير:**
  - تؤدي الرسائل العصبية المشفرة في مستوى العنصر قبل المشبكي بتواتر كمونات العمل إلى تغير في كمية المبلغ العصبي المحرّرة على مستوى المشبك (تشفير بتراكيز المبلغ الكيميائي) الذي يتسبب في توليد رسائل عصبية بعد مشبكية مشفرة بتواتر كمونات العمل.
  - يتسبب وصول كمون العمل في مستوى نهاية العصبون قبل مشبكي في إنفتاح قنوات Ca^{2+} المرتبطة بالفولطية.
  - يتسبب دخول Ca^{2+} في العنصر قبل مشبكي في تحرير المبلغ الأستيل كولين عن طريق الإطراح الخلوي.
  - يضمن الكالسيوم الإنتقال من نمط من التشفير الى نمط آخر.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

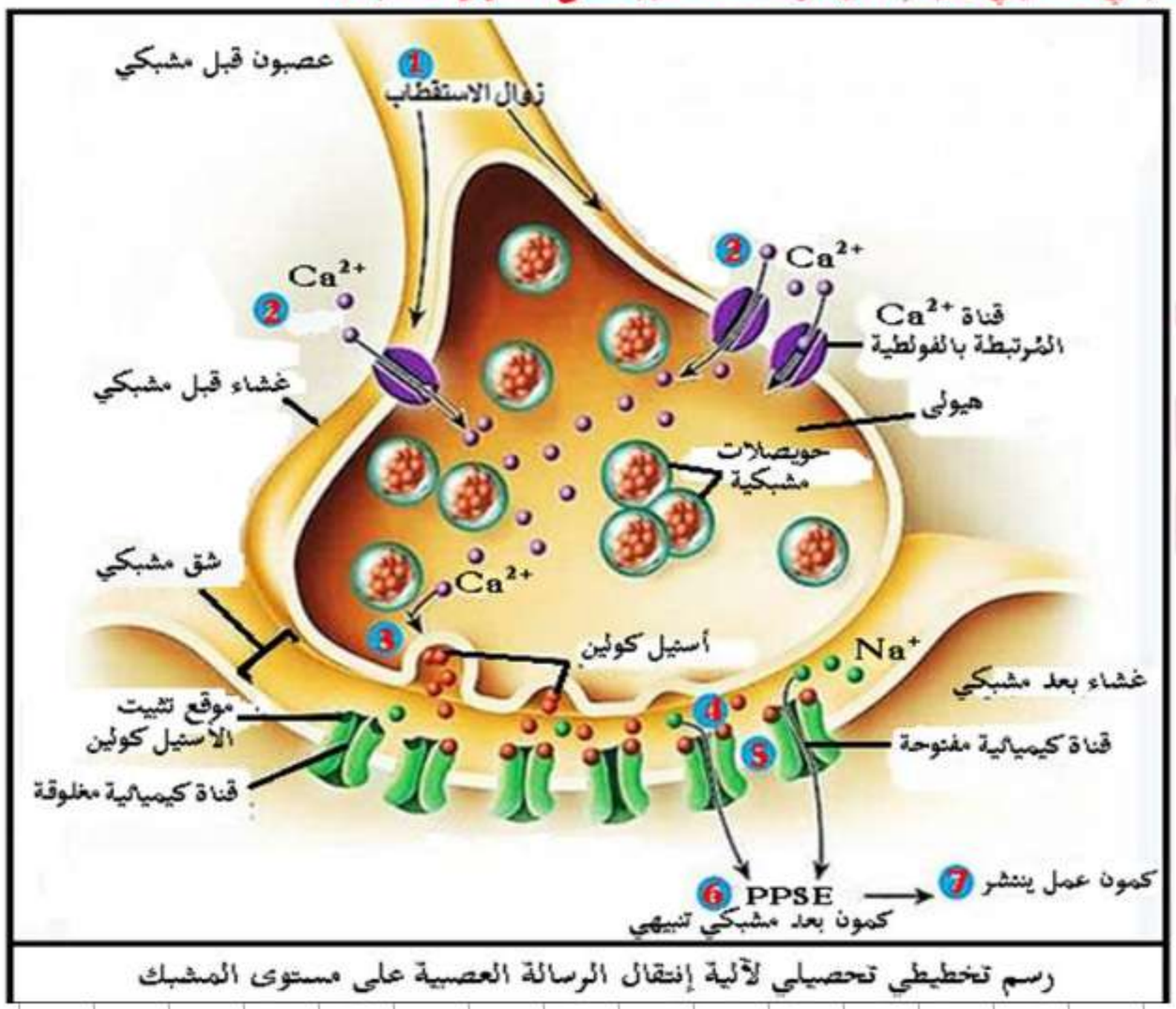
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

1. أنجز رسما تخطيطيًا تحصيليًا لآلية إنتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك.
2. بيّن في نص علمي آلية إنتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك.

الاجابة:

1.إنجاز رسم تخطيطي تحصيلي لآلية إنتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك:

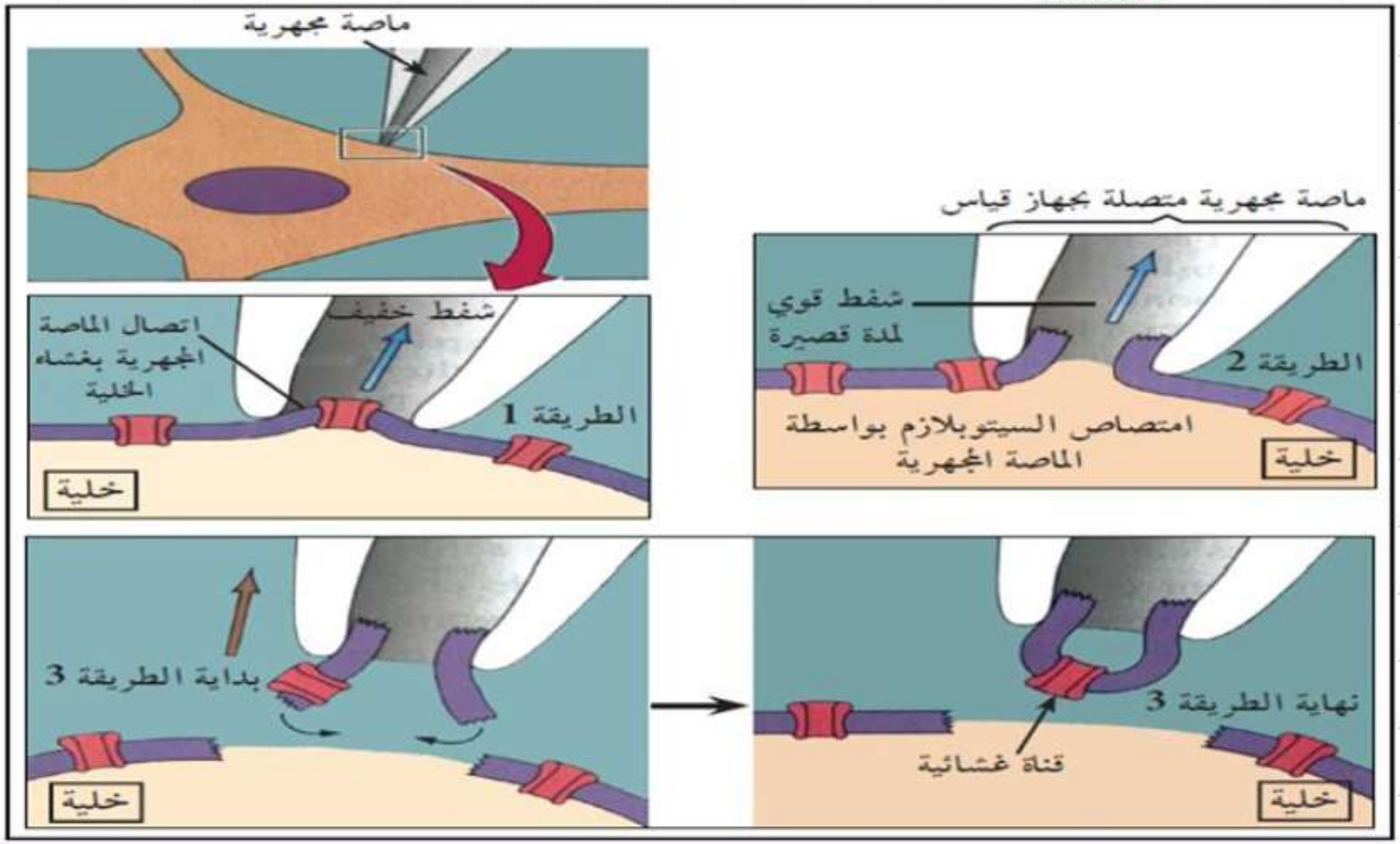


رسم تخطيطي تحصيلي لآلية إنتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com



دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

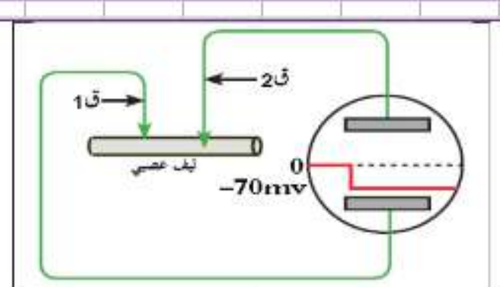
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

2- كمون الراحة

وضعية الإنطلاق: (التذكير بالمكتسبات)

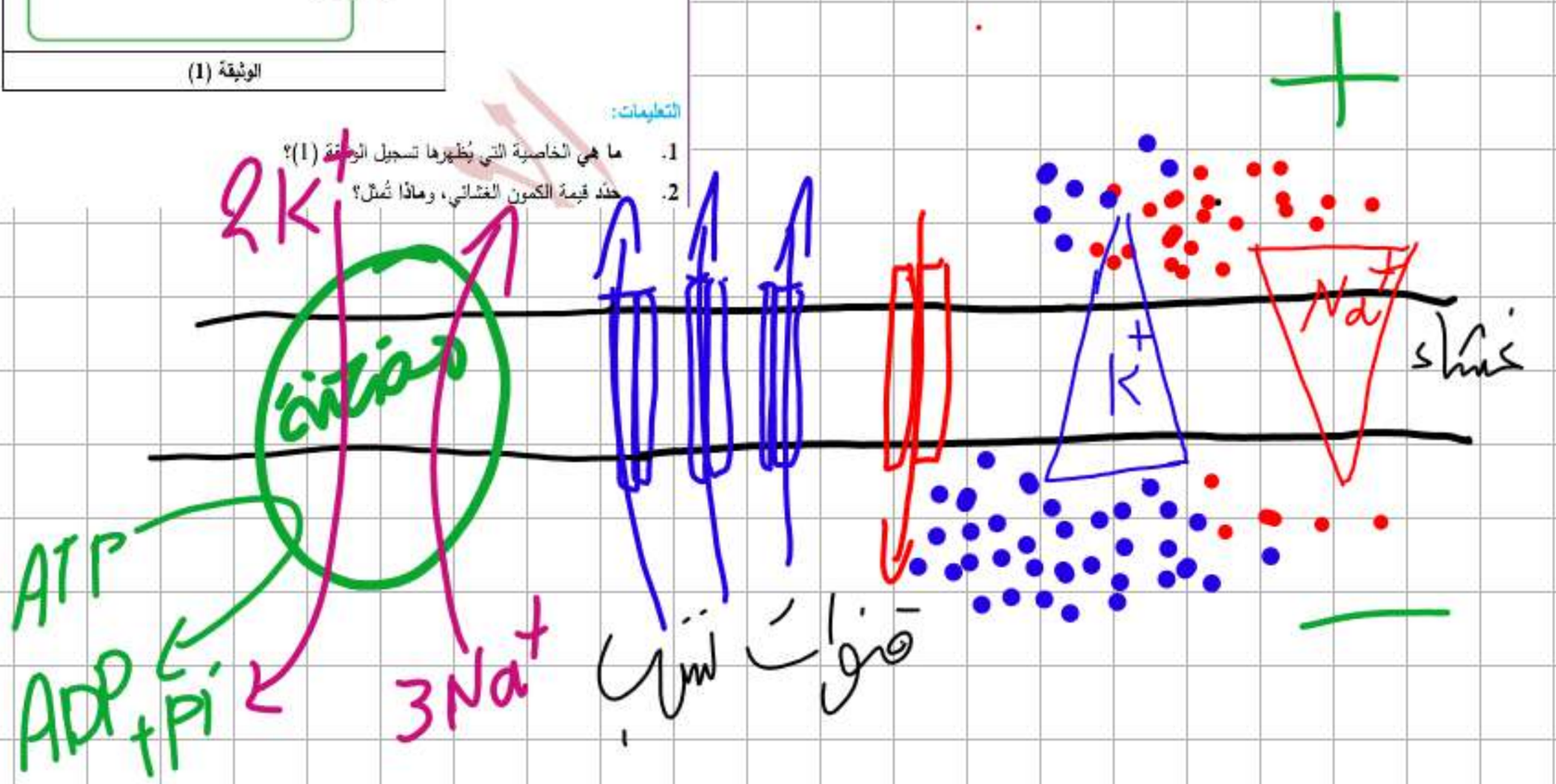
تُمثل الوثيقة (1) تسجيل كهربائي لليف عصبي لحيوان مائي (الكلمار).



الوثيقة (1)

التعليمات:

1. ما هي الخاصية التي يُظهرها تسجيل الوثيقة (1)؟
2. حدد قيمة الكمون الغشائي، وماذا تُمثل؟

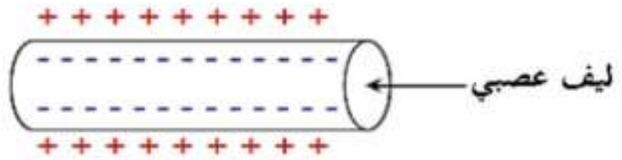


دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الإجابة:

1.الخاصية التي يُظهرها تسجيل الوثيقة (1) هي: أن الليف العصبي مُستقطب (يحمل شحنات موجبة على السطح وسالبة داخله).



2.قيمة الكمون الغشائي تُقدر بـ: $-70\ mv$ **وتُمثل:** كمون الراحة.

المشكلة: ما هو مصدر الكمون الغشائي لليف العصبي أثناء الراحة (كمون الراحة)؟

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

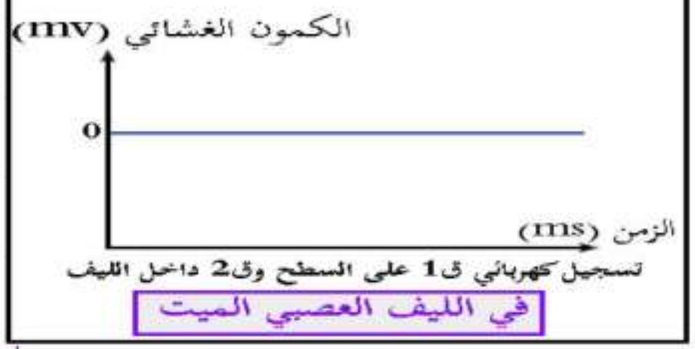
مصدر كمون الراحة وآلية ثباته:

لإظهار مصدر كمون الراحة وآلية ثباته، تُقترح عليك الدراسات التالية:

تمثل الوثيقة (2) نتائج معايرة التركيز الأيوني لشوارد Na^+ و K^+ للوسطين الخارج والداخل خلويين لليفين عصبيين أحدهما حي والآخر ميت والكمونات الغشائية المسجلة على مستوى كل ليف للكلمار.

	التركيز (ميلي مول/ل)	
	وسط داخلي	وسط خارجي
Na^+	50	440
K^+	400	20

	التركيز (ميلي مول/ل)	
	وسط داخلي	وسط خارجي
Na^+	245	245
K^+	210	210



الوثيقة (2)

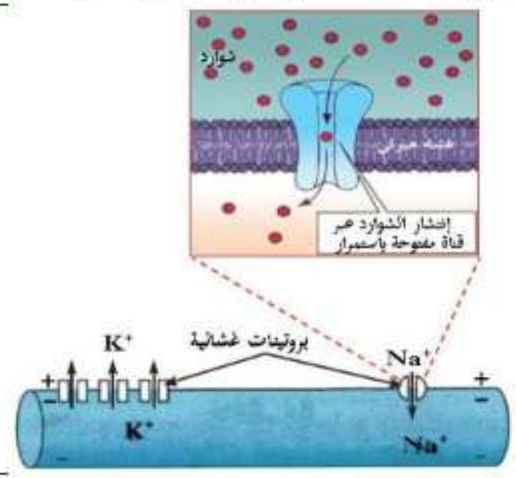
سمحت نتائج تجريبية من إنجاز رسم تخطيطي لبنية الغشاء الهيولي يُظهر العلاقة بين البروتينات الغشائية والشوارد Na^+ و K^+ من الحصول على الشكل (أ) من الوثيقة (3)، كما سمحت نتائج تجريبية أخرى تم فيها إفراغ محتوى ليف عصبي وتعويضه بمحلول متساوي التوتر، ثم حقنه بتراكيز متزايدة من محلول البوتاسيوم مع الحفاظ على تركيز ثابت من محلول البوتاسيوم في الوسط

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

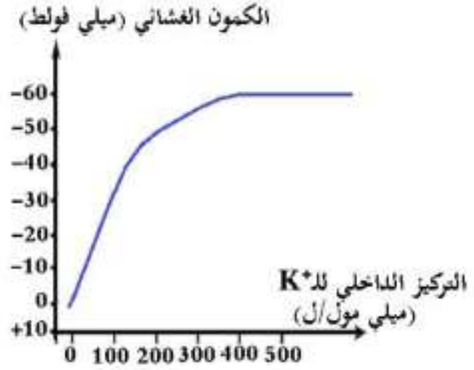
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الخارجي وقياس الكمون الغشائي من الحصول على الشكل (ب) من نفس الوثيقة.



الشكل (أ)



الشكل (ب)

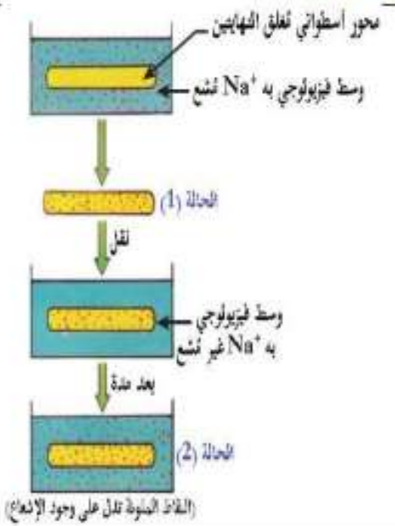
الوثيقة (3)

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

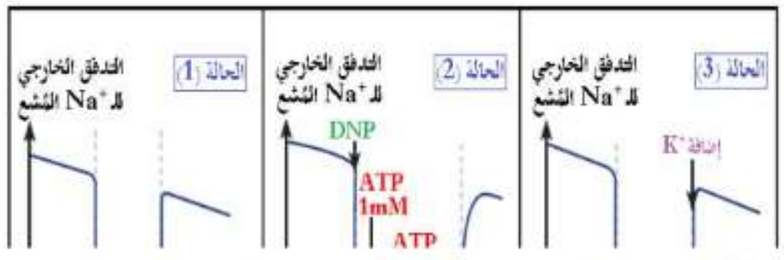
سمحت نتائج تجريبية تم فيها وضع ليف عصبي للكلمار في وسط فيزولوجي به Na^+ مُشع بتركيز 450 ميلي مول/ل، ثم نقله بعد مدة إلى وسط به Na^+ غير مُشع من الحصول على **الشكل (أ) من الوثيقة (4)**، كما سمحت نتائج تجريبية أخرى تم فيها حقن ليف عصبي للكلمار بكميات قليلة من Na^+ المشع (حتى لا يؤثر على التراكيز الطبيعية)، ثم وضعه في وسط فيزيولوجي ذو Na^+ غير مُشع ومُعايرة تدفق شوارد Na^+ المشع في الوسط الخارجي وفي شروط تجريبية مختلفة من الحصول على **الشكل (ب) من نفس الوثيقة .**



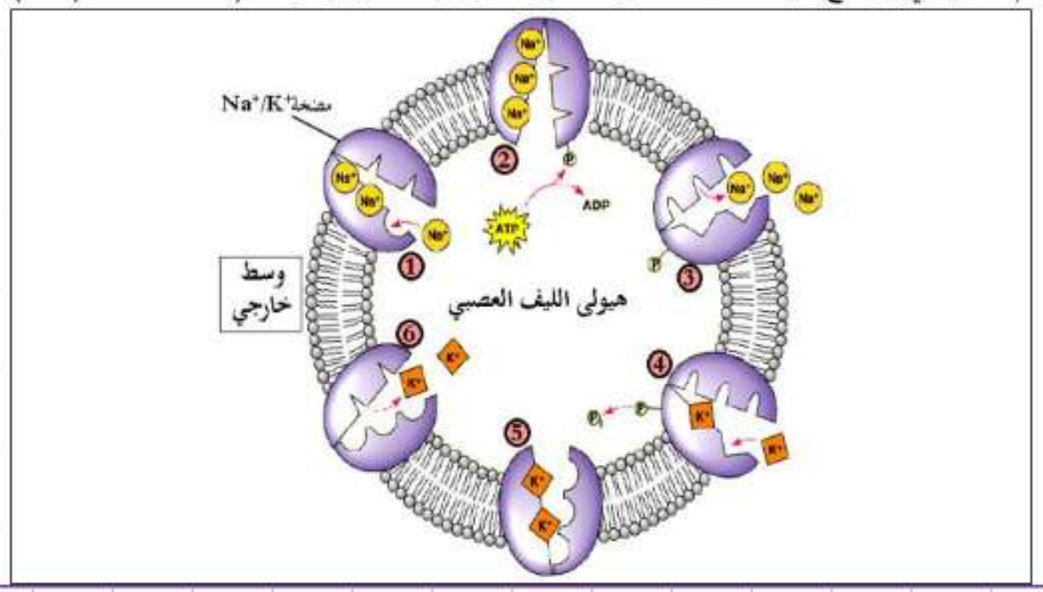
الشكل (أ)

DNP (dinitrophénol): مادة تمنع تركيب ATP.

mM: ميلي مول.



تمثل **الوثيقة (5)** رسم تخطيطي يوضح آلية عمل العناصر المسؤولة عن ثبات كمون الراحة (مضخات Na^+/K^+).



دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

	الوثيقة (5)

التعليمات:

1. **بإستغلالك** للوثيقتين (2) و(3) **وضّح** مصدر كمون الراحة.
2. **بإستغلالك** للوثيقتين (4) و(5) **وضّح** الآليات التي تُؤمن ثبات كمون الراحة.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الإجابة:

1.توضيح مصدر كمون الراحة:

إستغلال الوثيقة (2): تمثل الوثيقة (2) نتائج معايرة التركيز الأيوني لشوارد Na^+ و K^+ للوسطين الخارج والداخل خلويين لليفين عصبيين أحدهما حي والآخر ميت والكمونات الغشائية المسجلة على مستوى كل ليف للكلمار، حيث نلاحظ :

- **في نتائج معايرة التركيز الأيوني للشوارد (توزع الشوارد) :**
- **في الليف العصبي الحي** : تسجيل توزع غير متساوي (متباين) لشوارد Na^+ و K^+ على جانبي الغشاء حيث يكون تركيز شوارد Na^+ في الوسط الخارجي أكبر من تركيزها في الوسط الداخلي بـ 9 مرات وتركيز الشوارد K^+ في الوسط الداخلي أكبر من تركيزها في الوسط الخارجي بـ 20 مرة.
- **في الليف العصبي الميت**: تسجيل توزع متساوي لشوارد Na^+ و K^+ على جانبي الغشاء.
- **في الكمونات الغشائية المسجلة:**
- **في الليف العصبي الحي**: تسجيل كمون راحة يُقدر بـ 70- mv.
- أما **في الليف العصبي الميت**: تسجيل كمون غشائي معدوم (غياب كمون الراحة).

الإستنتاج: ينتج الكمون الغشائي للعصبون أثناء الراحة **عن ثبات التوزع غير المتساوي (المتباين) لـ** Na^+/K^+ بين الوسط الداخلي للخلية والوسط الخارجي ويرتبط ذلك بحيوية الليف العصبي (الحالة الفيزيولوجية لليف العصبي).

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

إستغلال الوثيقة (3):

يمثل **الشكل (أ)** رسم تخطيطي لبنية الغشاء الهيولي يُظهر العلاقة بين البروتينات الغشائية والشوارد Na^+ وK^+، حيث نلاحظ:

- أن غشاء الليف العصبي يضم قنوات غشائية من **طبيعة بروتينية (ضمنية في الغشاء)**، **مفتوحة بإستمرار تدعى قنوات التسرب (أو الميز)**، **نوعية**، **تتدفق الشوارد عبرها وفق تدرج التركيز بظاهرة الميز (أو الإنتشار)** وهي: **قناة التسرب الخاصة بـ Na^+** تسمح بتدفق داخلي لشوارد Na^+ و**قناة التسرب الخاصة بـ K^+** تسمح بتدفق خارجي لشوارد K^+، **عدد قنوات K^+ أكبر من عدد قنوات Na^+ في وحدة المساحة.**

الإستنتاج: إن **ناقلية شوارد البوتاسيوم K^+ أكبر من ناقلية شوارد الصوديوم Na^+** كون عدد قنوات K^+ المفتوحة في وحدة المساحة تكون أكبر من عدد قنوات Na^+.

يمثل **الشكل (ب)** منحنى تغيرات الكمون الغشائي بـ (ميلي فولط) بدلالة التركيز الداخلي للـ K^+ بـ (ميلي مول/ل)، حيث نلاحظ:

- **من التركيز 0 إلى 400 ميلي مول/ل:** تزايد في الكمون الغشائي كلما زاد التركيز الداخلي للـ K^+ حتى يبلغ القيمة -60 ميلي فولط (تمثل كمون الراحة) عندما يبلغ التركيز الداخلي للـ K^+ 400 ميلي مول/ل.
- **إنطلاقًا من التركيز 400 ميلي مول/ل (الذي يُمثل التركيز الطبيعي):** ثبات الكمون الغشائي عند القيمة -60 ميلي فولط (تمثل كمون الراحة) مهما زاد التركيز الداخلي للـ K^+.

الإستنتاج: يتعلق الكمون الراحة **بالتركيز الداخلي لشوارد K^+**، بحيث يجب أن لا يقل عن 400 ميلي مول/ل (تمثل عتبة كمون الراحة) لذلك يُسمى كمون الراحة **بكمون البوتاسيوم.**

ومنه:

مصدر الكمون الغشائي للعصبون أثناء الراحة هو:

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

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

2.توضيح الآليات التي تؤمن ثبات كمون الراحة:

إستغلال الوثيقة (4):

يمثل الشكل (أ) نتائج تجريبية تم فيها وضع ليف عصبي للكلمار في وسط فيزولوجي به Na^+ مُشع ثم في وسط به Na^+ غير مُشع، حيث نلاحظ:

- **في الحالة (1):** ظهور الإشعاع داخل الليف، أي يحدث تدفق داخلي لشوارد Na^+ المشع وفق تدرج التركيز بظاهرة الميز (عبر قنوات التسرب الخاصة بـNa^+).
- **في الحالة (2):** ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي، ، أي يحدث تدفق خارجي لشوارد Na^+ المشع عكس تدرج التركيز

الإستنتاج: هناك آلية تعمل على إعادة إخراج شوارد Na^+ عكس تدرج تركيزها والتي تميل للدخول بالميز (الإنتشار).

يمثل الشكل (ب) منحنيات تغيرات التدفق الخارجي لشوارد Na^+ المشع بدلالة تغير شروط الوسط، حيث نلاحظ:

- **في الحالة (1):** في درجة الحرارة 18°م نُسجل تدفق خارجي عادي لشوارد Na^+ المشع، وينخفض التدفق بشدة في درجة الحرارة 0°م ثم يعود التدفق بالعود إلى درجة الحرارة 18°م.
- **في الحالة (2):** قبل حقن DNP (مادة تمنع تركيب ATP) نُسجل تدفق خارجي عادي لشوارد Na^+ المشع، وبعد حقن DNP مباشرة يتوقف التدفق ثم يعود عند حقن ATP (الجزيئة الطاقوية) حيث تكون كمية التدفق ومدته متعلقة بكمية ATP المحقونة.
- **في الحالة (3):** في وجود شوارد K^+ في الوسط الخارجي نُسجل تدفق خارجي عادي لشوارد Na^+ المشع، ويتوقف هذا التدفق بنزع شوارد K^+ من الوسط الخارجي ثم يعود التدفق بعد إضافة شوارد K^+ إلى الوسط الخارجي.

الإستنتاج: الغشاء الهيولي لليف العصبي يضم جزيئات بروتينية (تدعى مضخات Na^+/K^+) تعمل على نقل الشوارد Na^+ وK^+ نقلاً مُزدوجا عكس تدرج التركيز مُستهلكة طاقة في شكل ATP (نقل فعال).

إستغلال الوثيقة (5): تمثل الوثيقة (5) رسم تخطيطي يوضح آلية عمل مضخات Na^+/K^+، حيث نلاحظ:

- تتمثل آلية عمل مضخات Na^+/K^+ في: إرتباط 3 شوارد من Na^+ بالمضخة المفتوحة للداخل، فسفرة المضخة عن طريق إماهة ATP تؤدي إلى تغيّر شكلها، تغيّر بنية المضخة يجعلها مفتوحة للخارج لتسمح بتحرير 3 شوارد من Na^+ في الوسط الخارجي، إرتباط شاردتين من K^+ بالمضخة يؤدي إلى تحرر الفوسفات، فقدان مجموعة الفوسفات يُعيد للمضخة شكلها الأصلي (مفتوحة للداخل)، بعد تحرير شاردتي K^+ في الوسط الداخلي يُصبح موقع إستقبال Na^+ جاهزًا وتُعاد الدورة من جديد.

الإستنتاج: تؤمن مضخات Na^+/K^+ ثبات كمون الراحة.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

ومنه:

تؤمن مضخات Na^+/K^+ (ذات طبيعة بروتينية) ثبات الكمون الغشائي خلال الراحة (70mv-) يستهلك نشاطها حيث تعمل على طرد شوارد Na^+ نحو الخارج عكس تدرج التركيز والتي تميل إلى الدخول بالانتشار، وإدخال شوارد البوتاسيوم K^+ عكس تدرج تركيزها والتي تميل إلى الخروج كذلك بالانتشار، تُستمد الطاقة الضرورية لنقل الشوارد عكس تدرج تركيزها من إماهة الـ ATP.

ملاحظة: مضخة Na^+/K^+ عبارة عن بروتين غشائي ضمني يحتوي على نشاط إنزيمي من نوع ATPase.

الخلاصة:

دور البروتينات في ثبات الكمون الغشائي أثناء الراحة:

أ.مصدر كمون الراحة:

- يكون غشاء العصبون أثناء الراحة مُستقطبًا إنه كمون الراحة.
- ينتج الكمون الغشائي للعصبون أثناء الراحة عن:
  - ثبات التوزع غير المتساوي (المتباين) لـ Na^+/K^+ بين الوسط الداخلي للخلية والوسط الخارجي.
  - ناقلية شوارد البوتاسيوم K^+ أكبر من ناقلية شوارد الصوديوم Na^+ كون عدد قنوات K^+ المفتوحة في وحدة المساحة تكون أكبر من عدد قنوات Na^+.

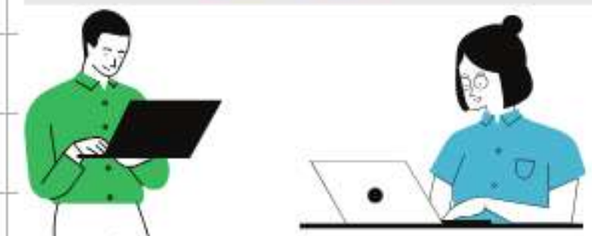
ب.ثبات كمون الراحة:

- تؤمن مضخات Na^+/K^+ ثبات الكمون الغشائي خلال الراحة (70mv-) يستهلك نشاطها حيث تعمل على طرد شوارد Na^+ نحو الخارج عكس تدرج التركيز والتي تميل إلى الدخول بالانتشار، وإدخال شوارد البوتاسيوم K^+ عكس تدرج تركيزها والتي تميل إلى الخروج كذلك بالانتشار.
- تُستمد الطاقة الضرورية لنقل الشوارد عكس تدرج تركيزها من إماهة الـ ATP.

التقويم:

3. أنجز رسما تخطيطيًا وظيفيًا يوضّح دور مختلف البروتينات المتدخلة أثناء كمون الراحة.
4. بيّن في نص علمي دور مختلف البروتينات المتدخلة أثناء كمون الراحة.

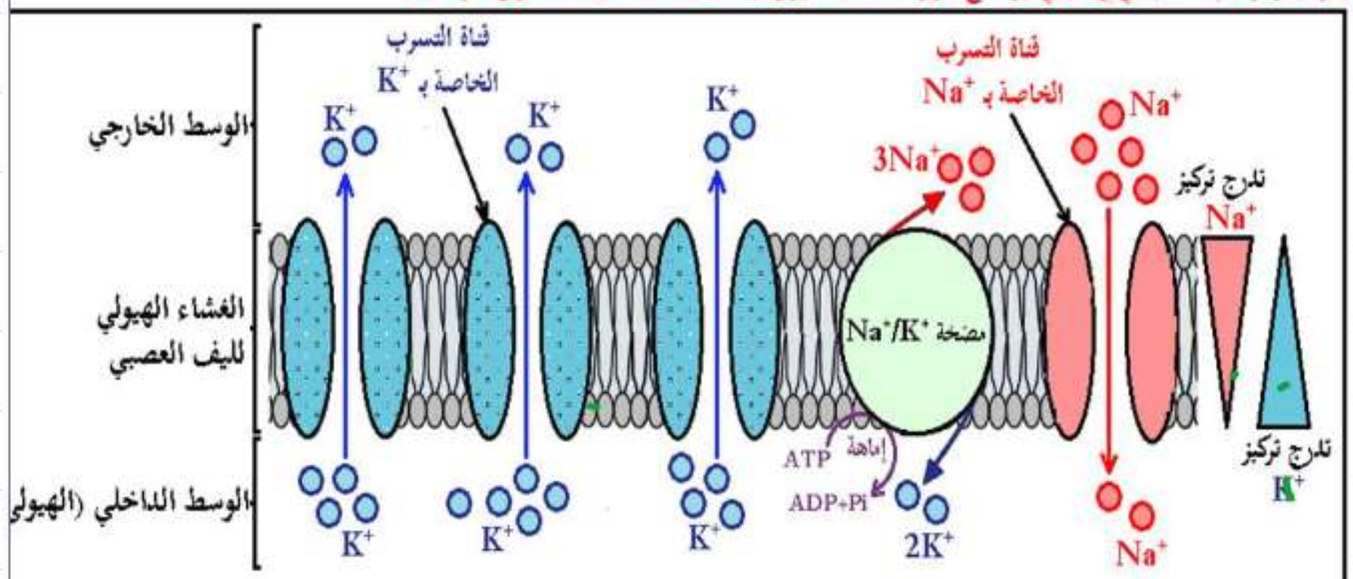
دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك


0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الإجابة:

1.إنجاز رسم تخطيطي وظيفي يوضح دور مختلف البروتينات المتدخلة أثناء كمون الراحة:



رسم تخطيطي وظيفي يوضح دور مختلف البروتينات المتدخلة أثناء كمون الراحة

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

2.النص العلمي:

يكون غشاء العصبون أثناء الراحة مُستقطبًا إنه كمون الراحة والذي ينتج عن ثبات التوزع غير المتســاوي لـ K^+/ Na^+على جانبي الغشاء الهيولي لليف العصبي من جهة وعن ناقلية شوارد البوتاسيوم K^+ أكبر من ناقلية شوارد الصوديوم Na^+ من جهة أخرى، فما هو دور مختلف البروتينات المتدخلة أثناء كمون الراحة؟

أثناء الراحة تتدخل قنوات التسرب الغشائية ذات الطبيعة البروتينية المفتوحة بإستمرار النوعية لـ Na^+ ولـ K^+ تسمح بتدفق الشوارد وفق تدرج تركيزها حيث: تنتقل شوارد Na^+ من الوسط الخارجي الأعلى تركيز إلى الوسط الداخلي (الهيولى) لليف العصبي الأقل تركيز حسب ظاهرة الميز عبر قنوات التسرب الخاصة بـ Na^+ كذلك تنتقل شوارد K^+ من الوسط داخلي (الهيولى) الأعلى تركيز إلى الوسط الخارجي لليف العصبي الأقل تركيز حسب ظاهرة الميز عبر قنوات التسرب الخاصة بـ K^+.

كما تتدخل مضخات Na^+/K^+ ذات الطبيعة البروتينية لتؤمن ثبات التوزع غير المتســاوي لـ Na^+/K^+ على جانبي غشاء الليف العصبي حيث تعمل على إعادة إخراج 3 شوارد Na^+ وإعادة إدخال 2 شاردة K^+ عكس تدرج التركيز مع إستهلاك ATP.

يُحافظ العصبون على إستقطاب الغشاء (كمون الراحة) بفضل بروتينات غشائية تتمثل في (قنوات التسرب الخاصة بـ Na^+ وقنوات التسرب الخاصة بـ K^+) ومضخات Na^+/K^+.

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

المصطلحات العلمية:

- يُستعمل الليف العصبي للكلمار في التجارب للخصائص التالية:
  - قطره يصل إلى 1000 ميكرومتر (عوض 1 إلى 3 ميكرومتر عند الثدييات).
  - يبقى حيًا لعدة ساعات في ماء البحر خارج الجسم.
- الميز (الإنتشار): إنتقال الشوارد وفق تدرج التركيز من الوسط الأعلى تركيز إلى الوسط الأقل تركيز
- النقل الفعال: إنتقال الشوارد عكس تدرج التركيز من الوسط الأقل تركيز إلى الوسط الأعلى تركيز بإستعمال الطاقة (ATP).

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

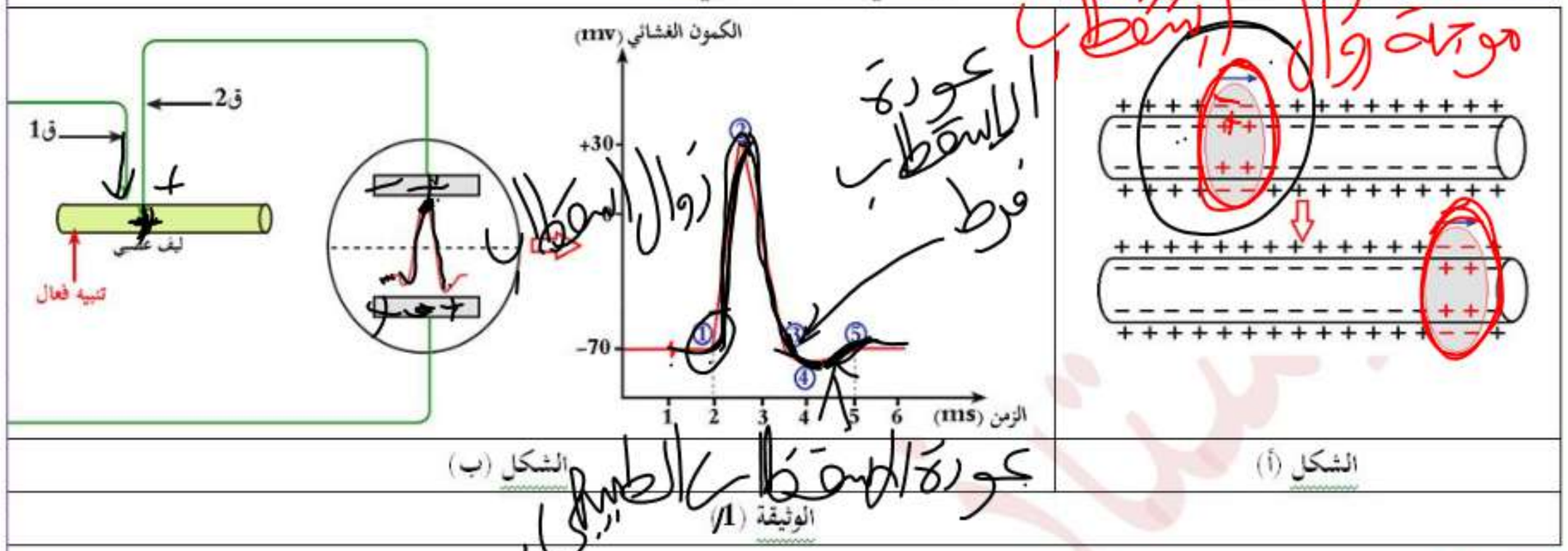
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

3- كمون العمل

وضعية الإنطلاق: (التذكير بالمكتسبات)

يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (1) تسجيل كهربائي لليف العصبي إثر إحداث تنبيه فعال، بينما الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيمثل رسم تفسيري لإنتقال الرسالة العصبية في ليف عصبي.



التعليمات:

3. إنطلاقًا من الشكل (أ) **تعرّف** على التسجيل المحصل عليه وعلى مراحله المرقمة **مُستخرجًا** مميزاته (مدته وسعته)، ثم **قدّم** تعريفًا بسيطًا له.
4. إنطلاقًا من الشكل (ب) **حدّد** طبيعة الرسالة العصبية.

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الإجابة:

1.**التعرف على التسجيل الممثل في الوثيقة (1):** منحنى كمون العمل (أحادي الطور).

- **مراحله هي: من 1 إلى 2:** زوال الإستقطاب/ **من 2 إلى3:** عودة الإستقطاب/ **من 3 إلى 4:** فرط الإستقطاب/ **من 4 إلى 5:** العودة إلى كمون الراحة.
- **مميزاته: سعته هي:** 30+70=100 mv **ومدته هي:** 3 ms.
- **تعريف كمون العمل:** هو تغير سريع ومؤقت للكمون الغشائي نتيجة تنبيه فعال للغشاء الهيولي لليف العصبي.

2.**طبيعة الرسالة العصبية: كهربائية** وهي عبارة عن **موجة زوال إستقطاب** تنتقل على طول الليف العصبي على شكل **تواتر كمونات عمل**.

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

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

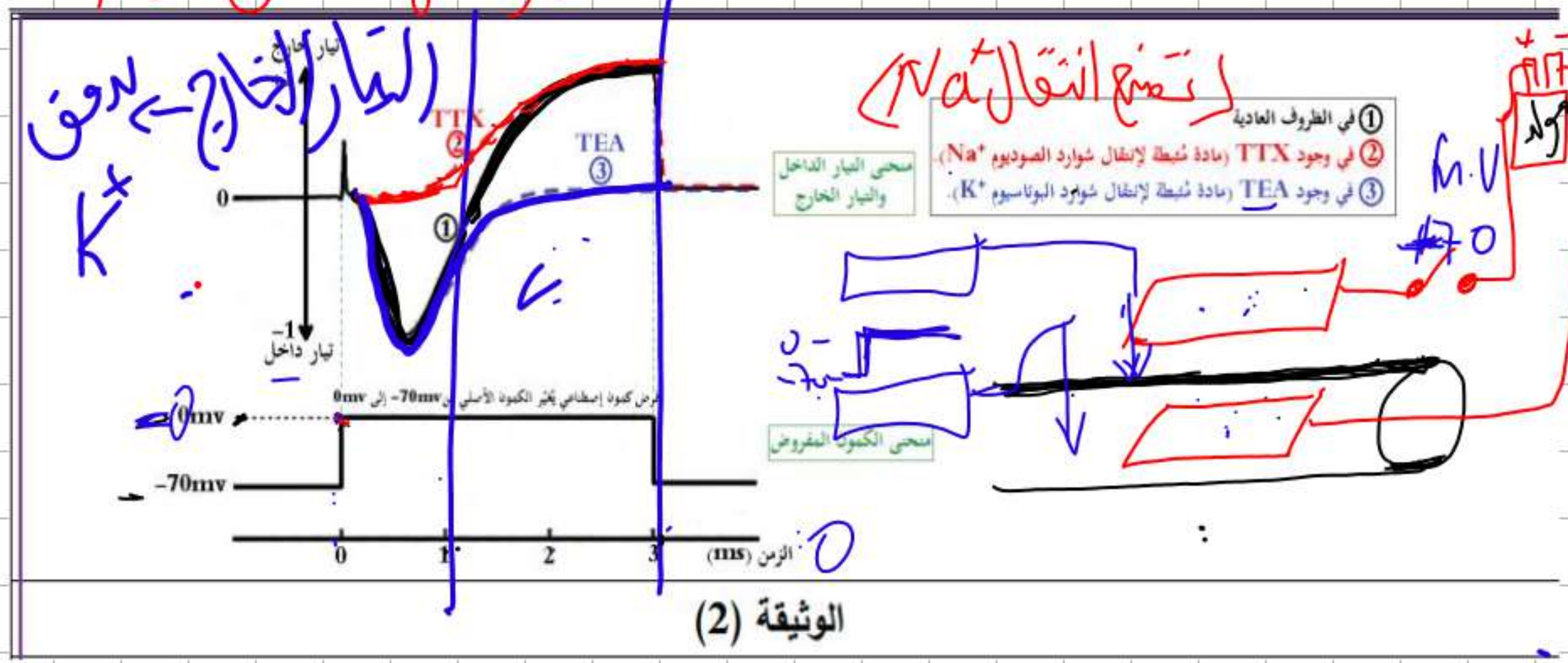
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دور البروتينات في توليد كمون العمل:

لإبراز دور البروتينات في توليد كمون العمل، تُقترح عليك الدراسات التالية:

بتقنية Patch-Clamp نعزل جزء من غشاء العصبون قبل المشبكي يضم **نوعين من القنوات** ونُخضعه لكمون إصطناعي مفروض يُحوّل الكمون الغشائي إلى (0mv)، ثم نقوم بتسجيل التيارات الأيونية التي تعبره في ظروف معيّنة، الشروط التجريبية ونتائجها موّضحة في **الوثيقة (2)**.



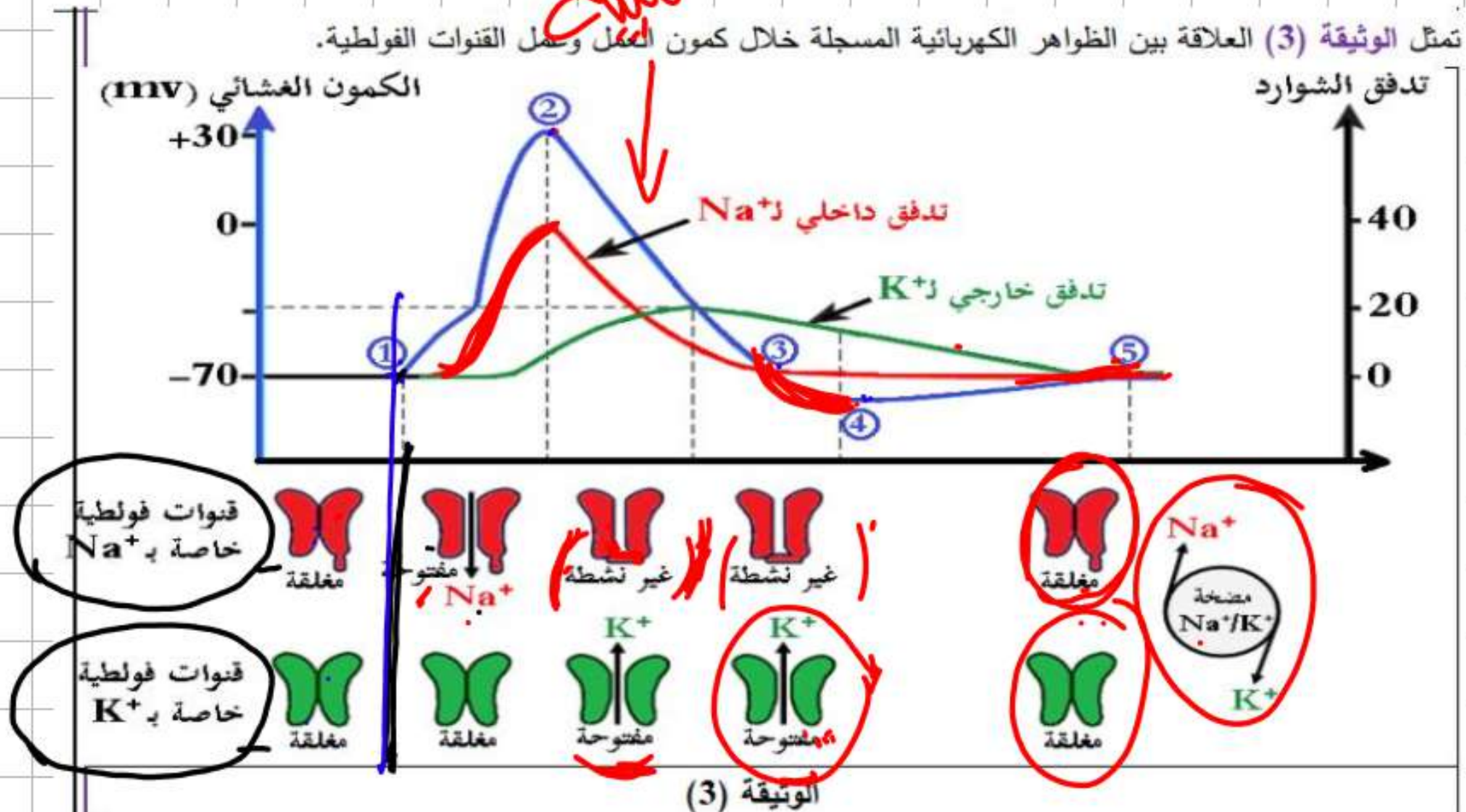
الوثيقة (2)

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

تمثل الوثيقة (3) العلاقة بين الظواهر الكهربائية المسجلة خلال كمون العمل وعمل القنوات الفولطية.



الوثيقة (3)

التعليمة:

- **أبرز** دور البروتينات في توليد كمون العمل **بإستغلالك** للوثيقتين (2) و(3).

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

إبراز دور البروتينات في توليد كمون العمل:

إستغلال الوثيقة (2): تمثل الوثيقة (2) تسجيلات متعلقة بالتيارات الكهربائية التي تعبر غشاء اللي ظروف تجريبية معينة، حيث نلاحظ:

- **قبل فرض الكمون (حالة الراحة):** عدم تسجيل أي تيار أيوني.
- **إثر فرض الكمون:**
  - **في المنحنى (1) (في الظروف العادية)** : تسجيل تيار أيوني داخل سريع مدته قصيرة يلي بطيء مدته أطول.
  - **في التسجيل (2) (في وجود مادة TTX المثبطة لإنتقال شوارد Na^+):** عدم تسجيل ال وتسجيل التيار الأيوني الخارج.
  - **في التسجيل (3) (في وجود مادة TEA المثبطة لإنتقال شوارد K^+):** تسجيل التيار ا تسجيل التيار الأيوني الخارج.

الإستنتاج: إن فرض كمون على جانبي غشاء الليف العصبي يولّد **نوعين من التيارات الأيونية**، الأو ناتج عن تدفق داخلي لشوارد Na^+

والثاني **تيار خارج بطيء** ناتج عن تدفق خارجي لشوارد K^+.

إستغلال الوثيقة (3): تمثل الوثيقة (3) العلاقة بين الظواهر الكهربائية المسجلة خلال كمون العمل وعمل القنوات الفولطية، حيث نلاحظ:

- **في حالة الراحة:** قيمة الكمون الغشائي تقدر بـ 70 mv-، **القنوات الفولطية الخاصة بـ Na^+ والخاصة بـ K^+ مغلقة وتدفق الشوارد Na^+ و K^+ منعدم.**
- **بعد إحداث تنبيه فعال:**
  - **الجزء (من 1 إلى 2):** يمثل زوال إستقطاب ناتج عن **إنفتاح القنوات الفولطية الخاصة بـ Na^+ وتدفق داخلي سريع لـ Na^+** بظاهرة الميز مع بقاء القنوات الفولطية الخاصة بـK^+ مغلقة.
  - **الجزء (من 2 إلى 3):** يمثل عودة الإستقطاب ناتج عن **إنفتاح القنوات الفولطية الخاصة بـ K^+ وتدفق خارجي بطيء لـ K^+** بظاهرة الميز مع إنخفاض في تدفق شوارد Na^+ نتيجة توقف نشاط القنوات الفولطية الخاصة بـ Na^+.
  - **الجزء (من 3 إلى 4):** يمثل فرط في الإستقطاب ناتج عن **تأخر إنغلاق القنوات الفولطية الخاصة بـ K^+** وإستمرار التدفق الخارجي لـ K^+.
  - **الجزء (من 4 إلى 5):** يمثل العودة إلى كمون الراحة ناتج عن عودة التراكيز الأيونية للحالة الأصلية لشوارد Na^+ و K^+ على جانبي الغشاء الذي تؤمنه مضخة Na^+/K^+ المستهلكة للطاقة (ATP) **بعد إنغلاق القنوات الفولطية الخاصة بـ Na^+ والخاصة بـ K^+.**

الإستنتاج: ينتج كمون العمل عن **تدفق داخلي لـ Na^+** نتيجة **إنفتاح قنوات Na^+ المرتبطة بالفولطية** وعن **تدفق خارجي لـ K^+** نتيجة **إنفتاح قنوات K^+ المرتبطة بالفولطية.**

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

ومنه:

- تتمثل تغيرات الكمون الغشائي الناتج عن التنبيه في:
  - زوال إستقطاب سريع للغشاء مرتبط بتدفق داخلي لـ Na^+ نتيجة إنفتاح قنوات Na^+ المرتبطة بالفولطية.
  - عودة الإستقطاب ناتجة عن تدفق خارجي لـ K^+ نتيجة إنفتاح قنوات K^+ المرتبطة بالفولطية.
- تؤمن مضخة Na^+/K^+ المستهلكة للطاقة (ATP) عودة التراكيز الأيونية للحالة الأصلية.
- إنفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية بمعنى توليد كمون عمل يتطلب عتبة زوال إستقطاب.

ملاحظة:

- تُسمى بالقنوات الفولطية (أو بالقنوات المرتبطة بالفولطية): لأنها تُفتح نتيجة تغير الكمون الغشائي إثر التنبيه.

ومن مميزاتها:

- بروتينات غشائية ضمنية، نوعية، مُبوبة كهربائيًا، تعمل وفق ظاهرة الميز.
- لقنوات Na^+ المرتبطة بالفولطية ثلاثة أشكال (مُغلقة، مفتوحة وغير نشطة).
- لقنوات K^+ المرتبطة بالفولطية شكلين (مُغلقة ومفتوحة).

الخلاصة:

- تتمثل تغيرات الكمون الغشائي الناتج عن التنبيه في:
  - زوال إستقطاب سريع للغشاء مرتبط بتدفق داخلي لـ Na^+ نتيجة إنفتاح قنوات Na^+ المرتبطة بالفولطية.
  - عودة الإستقطاب ناتجة عن تدفق خارجي لـ K^+ نتيجة إنفتاح قنوات K^+ المرتبطة بالفولطية.
- تؤمن مضخة Na^+/K^+ المستهلكة للطاقة (ATP) عودة التراكيز الأيونية للحالة الأصلية.
- إنفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية بمعنى توليد كمون عمل يتطلب عتبة زوال إستقطاب.

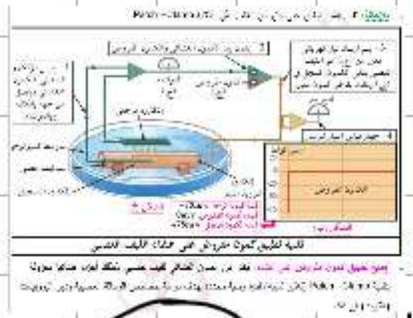
التقويم:

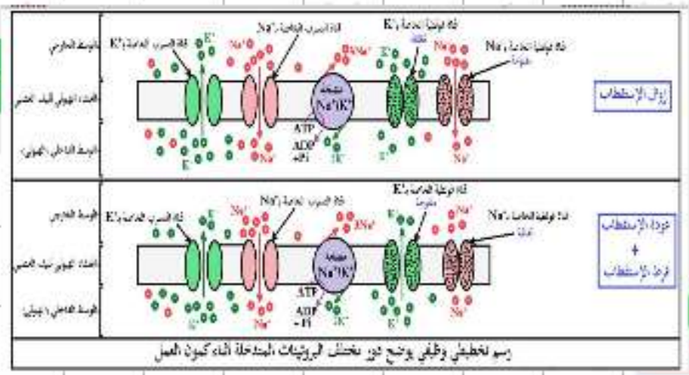
- أنجز رسمًا تخطيطيًا وظيفيًا يوضّح دور مختلف البروتينات المتدخلة أثناء كمون العمل.

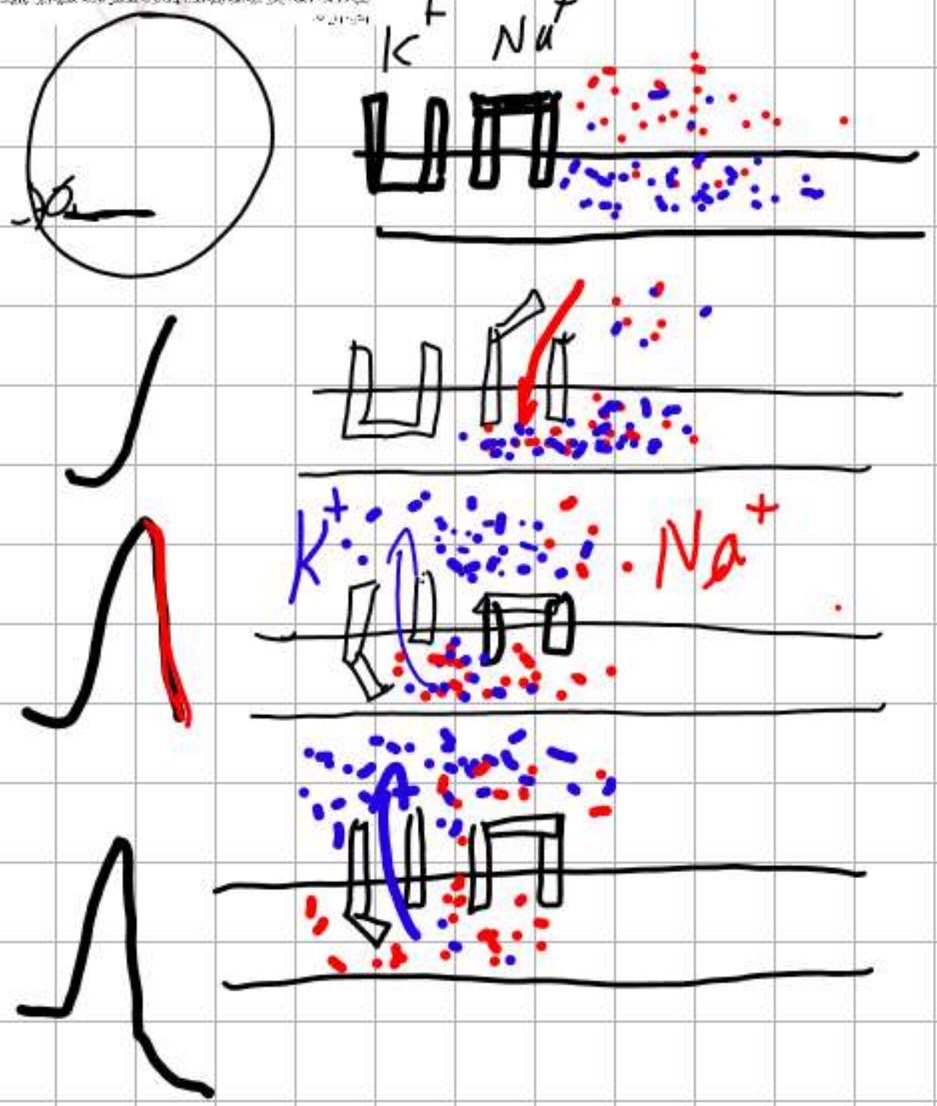
دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

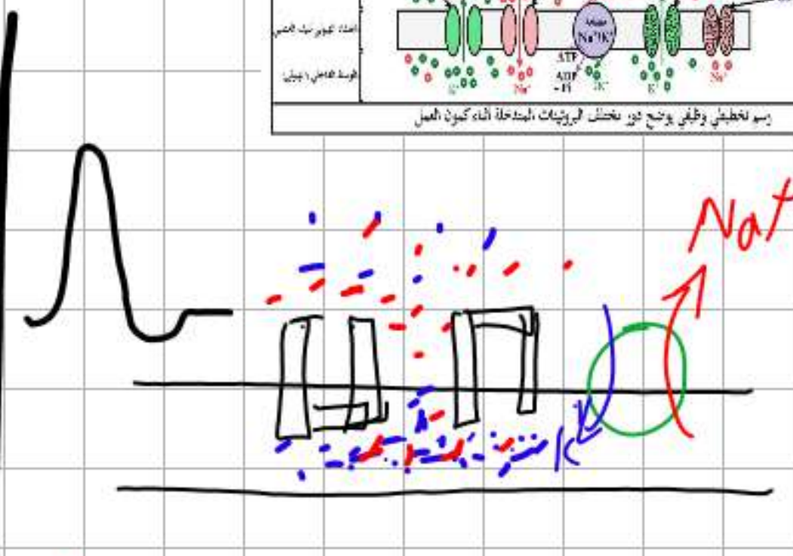
0699 320 999 / 044 77 64 11

دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com









دروسكم
منصة التعليم الالكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مد

تطبيق

تُستخدم مادة الـ DDT (Dichloro-diphényl-trichloroéthane) في المجال الزراعي لمكافحة الحشرات الضارة لكن يَنتُجُ عن استعمالها آثار سلبية على صحة الإنسان حيث تُسبب اختلالا وظيفيا في جهازه العصبي.

لمعرفة آلية تأثير مادة الـ DDT تُقترح الدراسة التالية:

الجزء الأول:

يُقاس الكمون الغشائي في وجود وغياب مادة الـ DDT إثر التنبيه الفعّال لليف عصبي معزول.

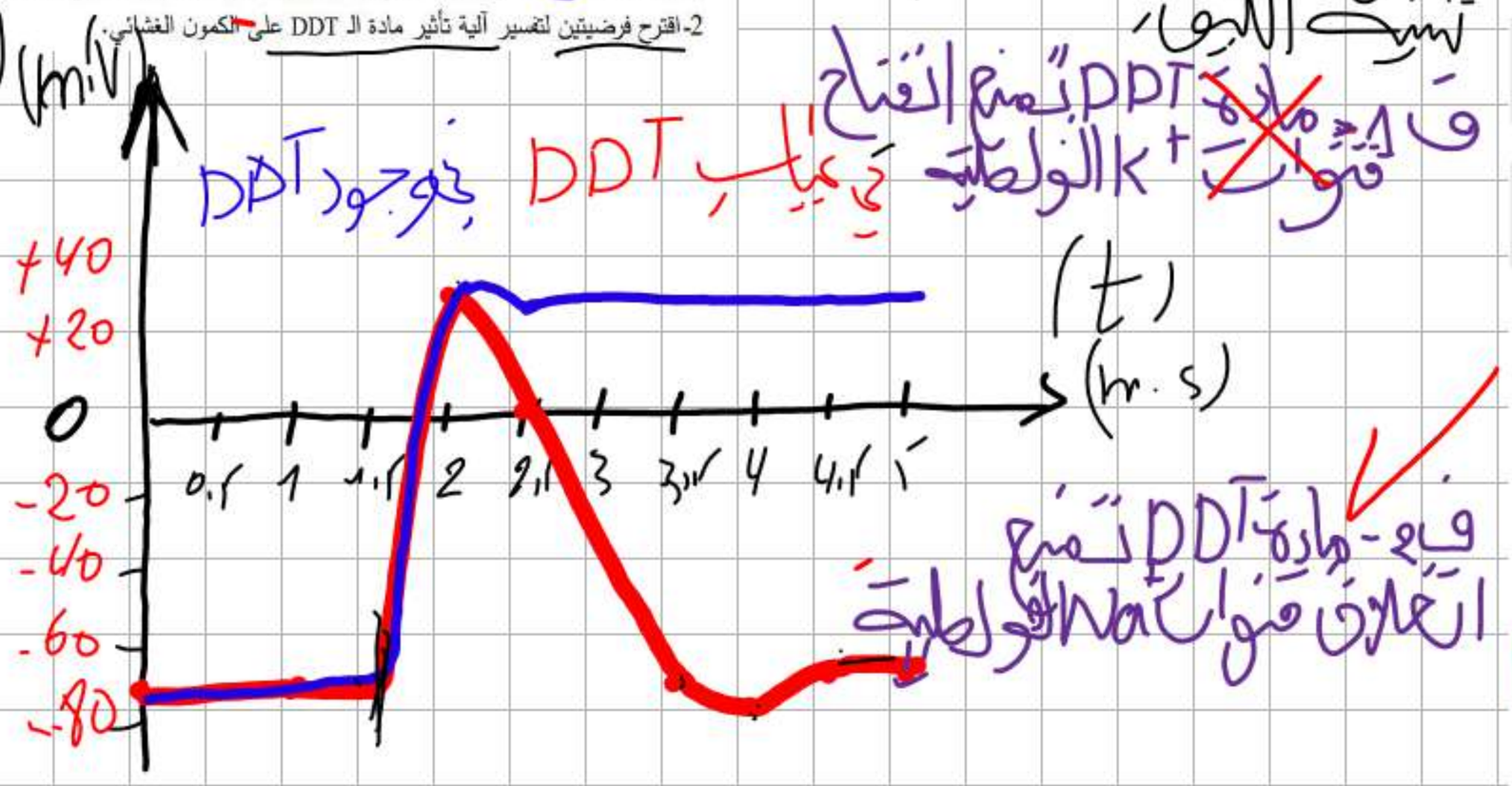
النتائج المحصل عليها مُمثّلة في الوثيقة (1).

الزمن (ms)	0	1	1,5	2	2,5	3,5	4	4,5	5
الكمون الغشائي (mv) في غياب مادة DDT	-70	-70	-70	+30	0	-70	-75	-70	-70
الكمون الغشائي (mv) في وجود مادة DDT	-70	-70	-70	+30	+25	+25	+25	+25	+25

الوثيقة (1)

1- مَثِّل بيانيا ثم حَلِّل النتائج المُوضحة في الوثيقة (1). يُعطى مقياس الرسم التالي: (20mv ← 1cm / 0,5ms ← 1cm).

2- اقترح فرضيتين لتفسير آلية تأثير مادة الـ DDT على الكمون الغشائي.



الإستنتاج: مادة DDT تمنع عودة الاستقطاب بعد تنبيه الليف.

في وجود مادة DDT تمنع انفتاح قنوات K^+ الفولطية

في وجود مادة DDT تمنع انغلاق قنوات Na^+ الفولطية

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

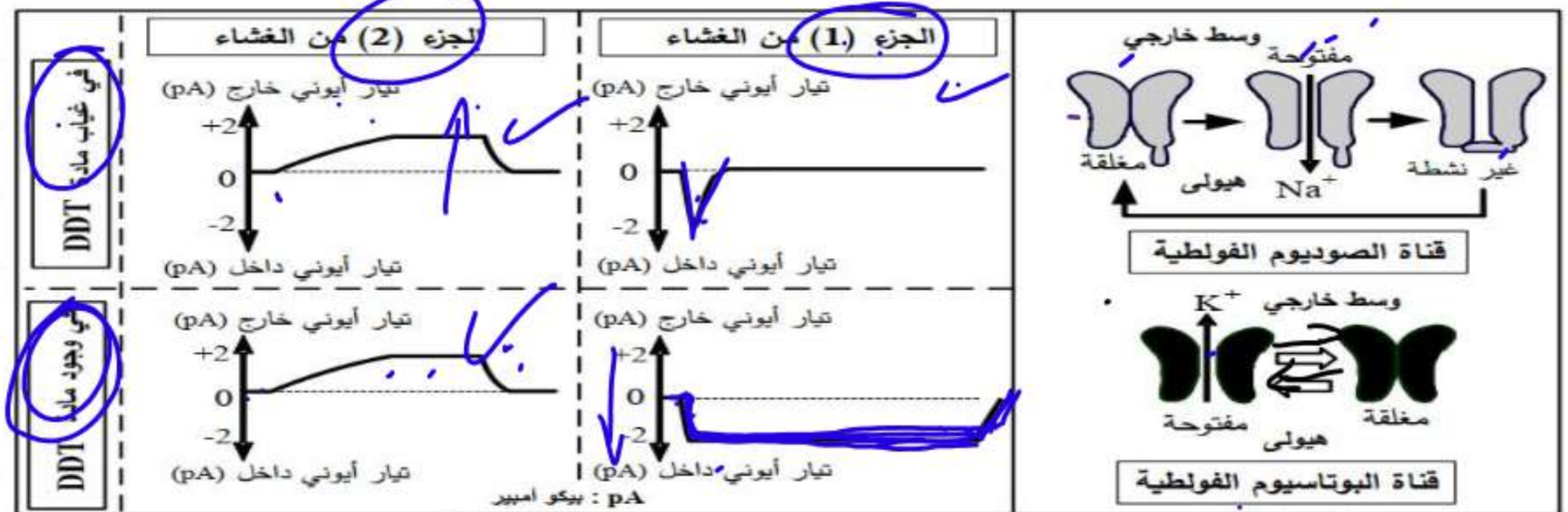
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الجزء الثاني:

لهدف التحقق من صحة إحدى الفرضيتين المقترحتين يُعزل بتقنية Patch Clamp جُزآن من غشاء الليف العصبي حيث يحتوي الجزء (1) على قناة الصوديوم الفولطية بينما يحتوي الجزء (2) على قناة البوتاسيوم الفولطية، يُمثّل الشكل (أ) من الوثيقة (2) حالة هذه القنوات الفولطية.

يُخضع كل جزء من الغشاء لكمون اصطناعي مفروض ثم تُسجّل التيارات الأيونية العابرة للغشاء في وجود وغياب مادة الـ DDT، النتائج المحصل عليها مُبيّنة في الشكل (ب) للوثيقة (2).



1- حدّد أهم مُميّزات القنوات المُمثّلة في الشكل (أ) ثم علّل تسميتها.

2- فسّر باستغلال معطيات شكلي الوثيقة (2) تأثير الكمون المفروض على القنوات الفولطية في غياب مادة الـ DDT.

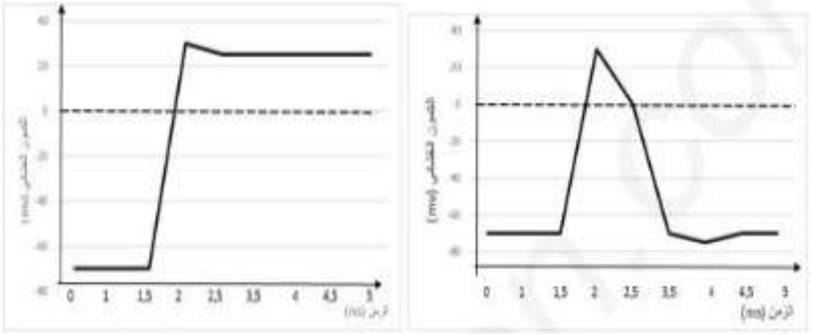
3- ناقش صحة إحدى الفرضيتين المقترحتين انطلاقا من النتائج السابقة، مُبيّنا آلية تأثير مادة الـ DDT على النشاط العصبي.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

الجزء الأول:

1) تمثيل النتائج بيانيا:



في غياب مادة DDT　　في وجود مادة DDT

ملاحظة: تمنح علامة كاملة إذا تم تمثيل المنحنيين على نفس المعلم.

تحليل النتائج المبينة في الوثيقة (1):

يمثل المنحنيان تغير الكمون الغشائي بدلالة الزمن إثر تنبيه فعال في غياب ووجود مادة DDT بحيث:

المنحنى (أ) في غياب مادة DDT: يمثل كمون عمل أحادي الطور:

[0-1.5]ms: كمون راحة (حالة استقطاب)، [1.5-2]ms: زوال الاستقطاب،

[2-3.5]ms عودة الاستقطاب، [3.5-4]ms: فرط الاستقطاب،

[4-4.5]ms: عودة الاستقطاب الأصلي. [4.5-5]ms: كمون راحة (حالة استقطاب)

المنحنى (ب) يمثل تغير الكمون الغشائي في وجود مادة DDT:

[0-1.5]ms: كمون راحة (حالة استقطاب)، [1.5-2]ms: زوال الاستقطاب،

[2-2.5]ms تناقص طفيف في الكمون الغشائي.

[2.5-5]ms: ثبات الكمون الغشائي مع الزمن عند 25mV.

الإستنتاج: يبقى الليف العصبي في حالة زوال الاستقطاب في وجود مادة DDT.

2) اقترح فرضيتين لتفسير اختلاف تسجيلي الوثيقة (1):

الفرضية (1): يثبط الـ DDT عمل القنوات المرتبطة بالفولطية الخاصة بالبوتاسيوم مانعا عودة الاستقطاب.

أو بالصياغة التالية: تمنع مادةDDT انفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية.

الفرضية (2): يمنع الـ DDT انغلاق القنوات الفولطية الخاصة بالصوديوم مما يطيل مدة النبيه.

الجزء الثاني:

1) تحديد مميزات القنوات:

- بروتينات غشائية ضمنية. - نوعية. - مبوبة كهربائيا. .تعمل وفق ظاهرة الميز الفيزيائية.

. لقنوات Na^+ المرتبطة بالفولطية ثلاثة أشكال(مغلقة ، مفتوحة و غير نشطة)

. لقنوات K^+ شكلين (مفتوحة ومغلقة)

تعليل التسمية: لأنها تفتح نتيجة تغير الكمون الغشائي إثر التنبيه.

2) تفسير تأثير الكمون المفروض على هذه القنوات:

قبل فرض الكمون: لا نسجل أي تيار أيوني لكون القنوات الفولطية مغلقة.

- **عند فرض الكمون على الجزء الغشائي (1):** نسجل تيار أيوني داخلي سريع وفي مدة قصيرة لانفتاح القنوات الفولطية الخاصة بالصوديوم سامحة بتدفق الـNa^+ نحو الداخل (الميز)، ثم ينعدم التيار الأيوني نتيجة توقف نشاط هذه القنوات ثم انغلاقها.

- **عند فرض الكمون على الجزء الغشائي (2):** نسجل تيار أيوني خارجي بطيء وفي مدة أطول لانفتاح القنوات الفولطية الخاصة بالبوتاسيوم سامحة بتدفق الـK^+ نحو الخارج (الميز)، ثم ينعدم التيار الأيوني نتيجة انغلاق هذه القنوات.

3) مناقشة صحة إحدى الفرضيتين:

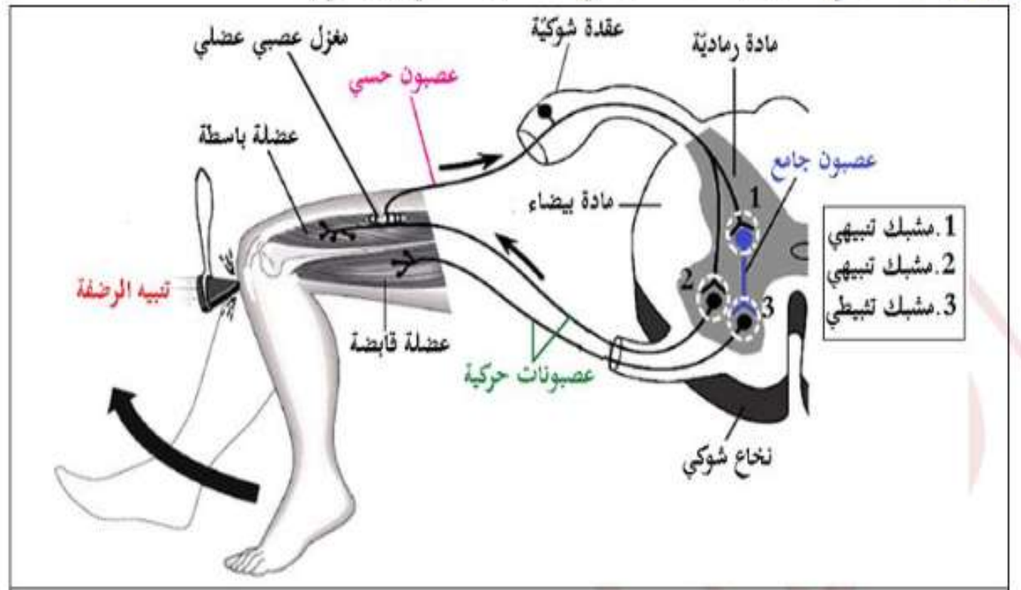
- نسجل نفس النتيجة بالنسبة للتيار الأيوني الخارجي في وجود مادة DDT وغيابها مما يدل على عدم تأثير هذه المادة على القنوات الفولطية للـ K^+ وهذا يؤكد عدم صحة الفرضية تثبيط قنوات K^+.

- يظهر اختلاف في تسجيل التيار الأيوني الداخلي في وجود مادة DDT وغيابها حيث في وجود المادة يستمر التيار الأيوني الداخلي لمدة طويلة نتيجة تأثيرها على القنوات الفولطية للـNa^+ بمنع انغلاقها وهذا يؤكد صحة الفرضية التي تنص على منع انغلاق قنوات الـNa^+.

4- الإدماج العصبي

وضعية الإنطلاق: (التذكير بالمكتسبات)

تُمثل الوثيقة (1) رسم تخطيطي لمسار الرسالة العصبية في المنعكس العضلي (الرضفي).



الوثيقة (1)

التعليمة:

- **حدّد** دور العصبون الجامع أثناء منعكس عضلي إعتمادًا على مكتسباتك من السنة 2 ثانوي والوثيقة (1).

الإجابة:

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

المشكلة: ما هي آلية الإدماج العصبي (كيف يُدمج العصبون بعد مشبكي مختلف الكمونات التي ترد إليه) ؟

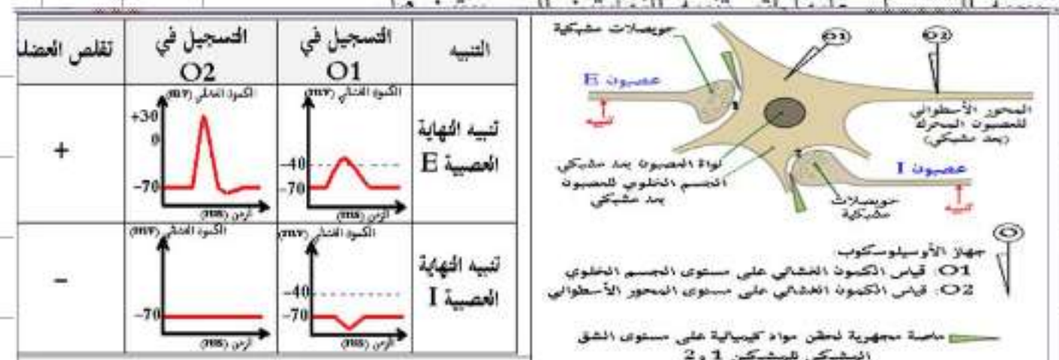
التقصي:

I. آلية عمل المشابك التثبيطية (المشابك المثبِطة):

لتحديد آلية عمل المشبك التثبيطي (المشبك المثبِط)، تُقترح عليك الدراسات التالية:

تتصل العضلة الهيكلية بعصبون محرك والذي يتصل بدوره بعدة نهايات عصبية على مستوى النخاع الشوكي.

- يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (2) التركيب التجريبي المستعمل على منطقة الإتصال عصبي– عصبي بين نهايتين عصبيتين قبل مشبكيتين E و I والجسم الخلوي للعصبون المحرك (بعد مشبكي).
- بينما الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيمثل الخطوات والنتائج التـ... مشبكيتين E و I.
- أما الشكل (ج) من نفس الوثيقة فيمثل الخطوات والنتائج التجـ... للمشبك 1 وحقن GABA في الشق المشبكي للمشبك 2 مع ...



الشكل (ب)

الشكل (أ)

الحقن	التسجيل في O1
حقن الأستيل كولين في الشق المشبكي للمشبك 1	
حقن الـ GABA في الشق المشبكي للمشبك 2	

الشكل (ج)

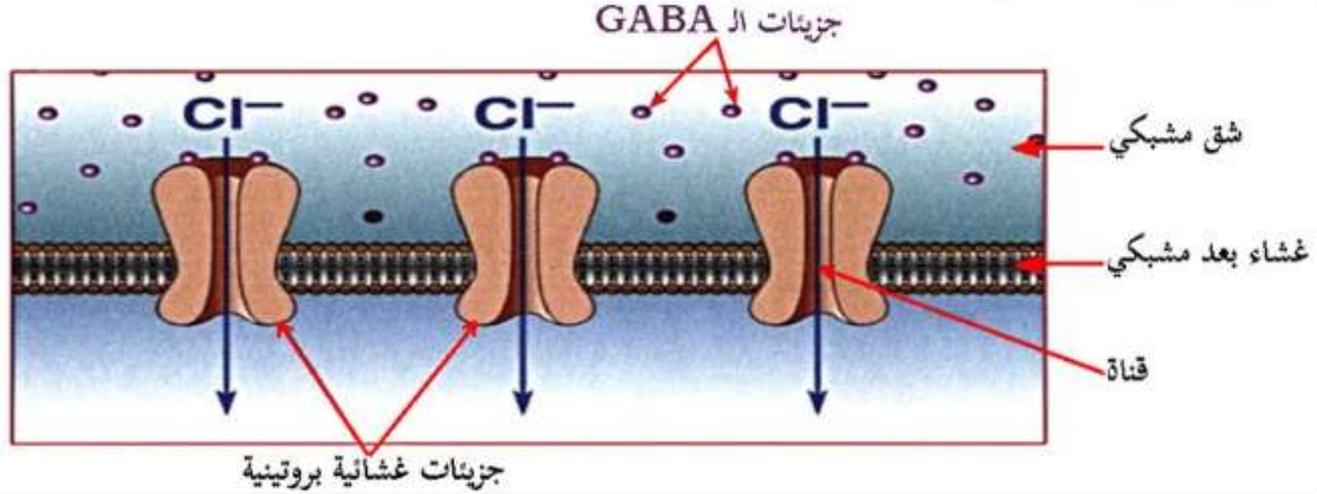
الوثيقة (2)

كما سمحت نتائج التحليل الكيميائي للشق المشبكي للمشبك 2 من الحصول على الوثيقة (3).

نتائج التحليل الكيميائي للشق المشبكي للمشبك 2	أثناء الراحة	بعد تنبيه فعال للنهاية العصبية I
الـ GABA	–	+++
تركيز شوارد الكلور Cl^-	+++	+

الوثيقة (3)

تُمثل الوثيقة (4) رسم تخطيطي لجزء من الغشاء بعد المشبكي للمشبك 2.



الوثيقة (4)

التعليمة:

- بَيّنْ آلية عمل المشابك التثبيطية وذلك **بإستغلالك** للوثائق (2)، (3) و(4).

تبيان آلية عمل المشابك التثبيطية:

إستغلال الوثيقة (2):

يمثل الشكل (ب) الخطوات والنتائج التجريبية المحصل عليها إثر تنبيه النهايتين العصبيتين قبل مشبكيتين E وا، حيث نلاحظ:

- **عند تنبيه النهاية العصبية E:** تسجيل زوال إستقطاب الغشاء بعد مشبكي (كمون بعد مشبكي تنبيهي PPSE) في O1 وكمون عمل في O2 وتقلص العضلة.
- **عند تنبيه النهاية العصبية ا:** تسجيل فرط في إستقطاب الغشاء بعد مشبكي (كمون بعد مشبكي تثبيطي PPSI) في O1 وكمون راحة في O2 وعدم تقلص العضلة.

الإستنتاج: يتسبب زوال إستقطاب غشاء الخلية قبل المشبكية بـ:

- **زوال إستقطاب الغشاء بعد مشبكي** الذي يتسبب في ظهور **كمون بعد مشبكي تنبيهي (PPSE)** فهو مشبك تنبيهي (المشبك 1).
- **فرط في إستقطاب الغشاء بعد مشبكي** الذي يتسبب في ظهور **كمون بعد مشبكي تثبيطي (PPSI)** فهو مشبك تثبيطي (المشبك 2).

يمثل الشكل (ج) الخطوات والنتائج التجريبية المحصل عليها إثر حقن الأستيل كولين في الشق المشبكي للمشبك 1 وحقن GABA في الشق المشبكي للمشبك 2 مع غياب التنبيه في كل حالة، حيث نلاحظ:

- **عند حقن الأستيل كولين في الشق المشبكي للمشبك 1:** تسجيل كمون بعد مشبكي تنبيهي PPSE في O1.
- **عند حقن الـ GABA في الشق المشبكي للمشبك 2:** تسجيل كمون بعد مشبكي تثبيطي PPSI في O1.

الإستنتاج: يُترجَم تأثير المبلغ العصبي الكيميائي على مستوى المشبك إلى:

- **PPSE** في **المشبك التنبيهي** بتدخل **الأستيل كولين**.
- **PPSI** في **المشبك التثبيطي** بتدخل **الـ GABA**.

إستغلال الوثيقة (3): تمثل الوثيقة (3) نتائج التحليل الكيميائي للشق المشبكي للمشبك 2، حيث نلاحظ:

- أثناء الراحة: غياب الـ GABA مع وجود تركيز مرتفع من شوارد الكلور Cl^- في الشق المشبكي.
- بعد تنبيه فعال للنهاية العصبية I: وجود الـ GABA بكميات كبيرة مع تناقص تركيز شوارد Cl^- في الشق المشبكي.

الإستنتاج: زوال إستقطاب الخلية قبل المشبكية يؤدي إلى تحرير المبلغ العصبي الكيميائي الـ GABA بالشق المشبكي الذي يسمح بدخول شوارد Cl^- إلى هيولى الخلية بعد مشبكية مُحدِثة فرطًا في إستقطاب الغشاء.

تُمثل الوثيقة (4) رسم تخطيطي لجزء من الغشاء بعد المشبكي للمشبك 2، حيث نلاحظ:

- يضم الغشاء بعد مشبكي للمشبك التثبيطي جزيئات غشائية تمثل مستقبلات الـ GABA، من طبيعة بروتينية، ضمنية في الغشاء، تحتوي على موقعين لتثبيت الـ GABA وقناة التي تكون مُغلقة في غياب الـ GABA وتنفتح بتثبته على موقعي التثبيت فهي مُستقبلات قنوية، تسمح بدخول شوارد Cl^- (قناة Cl^- المرتبطة بالكيمياء) إلى هيولى الخلية بعد مشبكية حسب ظاهرة الميز مما ينتج عنه فرط في إستقطاب الغشاء.

الإستنتاج: إن تثبت المبلغ العصبي الكيميائي GABA على مستقبلات القنوية الخاصة به يؤدي إلى إنفتاح قنوات Cl^- المرتبطة بالكيمياء التي تسمح بدخول شوارد الكلور Cl^- إلى هيولى الخلية بعد مشبكية مُحدِثة فرطًا في إستقطاب الغشاء (PPSI).

ومنه:

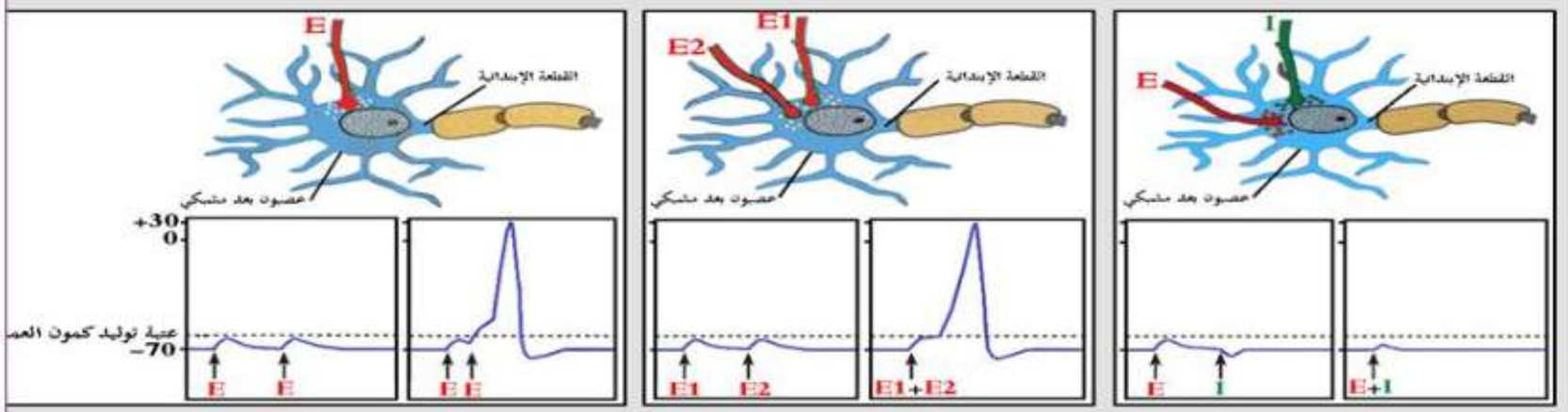
تتمثل آلية عمل المشابك التثبيطية في:

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

2.آلية ادماج المعلومة العصبية على مستوى العصبون بعد مشبكي:

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

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



الوثيقة (5)

التعليمة:

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

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

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

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

الإستنتاج:

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

ملاحظة: يتمثل تأثير العصبونات قبل مشبكية على العصبون المحرك بعد مشبكي في:

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

الخلاصة:

- يمكن أن يُترجَم تأثير المبلغ العصبي على الغشاء بعد مشبكي بـ:
  - زوال إستقطاب الغشاء بعد مشبكي الذي يتسبب في ظهور كمون بعد مشبكي تنبيهي (PPSE)، مشبك تنبيهي.
  - فرط في إستقطاب الغشاء بعد مشبكي الذي يتسبب في ظهور كمون بعد مشبكي تثبيطي (PPSI)، مشبك تثبيطي.
- مستقبلات قنوية التي تُنشط بالـ GABA لها وظيفة تثبيطية.
- يسمح إنفتاح هذه المستقبلات القنوية بدخول Cl^- للخلية بعد مشبكية مُحدِثة فرطًا في إستقطاب الغشاء.

آلية إدماج المعلومة العصبية على مستوى العصبون بعد المشبكي:

- يُدمج العصبون بعد مشبكي مختلف الكمونات بعد مشبكية وذلك بعملية تجميع يكون:
  - إمّا تجميع فضائي، إذا كانت الكمونات قبل مشبكية مصدرها مجموعة من النهايات العصبية والتي تصل في الوقت نفسه بمشبك العصبون بعد المشبكي.
  - إمّا تجميع زمني، إذا وصلت مجموعة من كمونات العمل المتقاربة من نفس الليف قبل مشبكي.
- نتحصّل على زوال إستقطاب الغشاء بعد مشبكي بمعنى توّلد كمون عمل في العنصر بعد مشبكي، إذا بلغ مجمل الكمونات التنبيهية والتثبيطية عتبة توليد كمون العمل، وعلى عكس ذلك يبقى العصبون في حالة راحة.

التقويم:

1. إشرح في نص علمي آلية إنتقال الرسالة العصبية على مستوى المشابك المختلفة، مُبرزًا دور البروتينات في ذلك.
2. أنجز رسمًا تخطيطيًا تفسيريًا يوضّح آلية عمل المشبك التنبيهي والمشبك التثبيطي.
3. أنجز مخططًا تفسيريًا يوضّح آلية عمل المشبك التنبيهي والمشبك التثبيطي.
4. أنجز رسمًا تخطيطيًا تحصيليًا للمنعكس العضلي على المستوى الجزيئي والشاردي.

1.النص العلمي:

تنتقل الرسالة العصبية على مستوى المشابك المختلفة بآليات محددة، حيث تلعب البروتينات دورًا أساسيًا فيها، فما هي آلية إنتقال الرسالة العصبية على مستوى المشابك المختلفة ؟ وما هو دور البروتينات في ذلك ؟

يتسبب وصول كمون العمل (موجة زوال الإستقطاب) إلى النهاية العصبية قبل مشبكية في إنفتاح قنوات Ca^{2+} المرتبطة بالفولطية التي تسمح بدخول شوارد الكالسيوم Ca^{2+} إلى هيولى الخلية قبل مشبكية، لتُحفز هجرة الحويصلات المشبكية نحو الغشاء قبل المشبكي والإلتحام معه ليتم تحرير المبلغ العصبي عن طريق الإطراح الخلوي في الشق المشبكي.

- في المشابك التنبيهية:

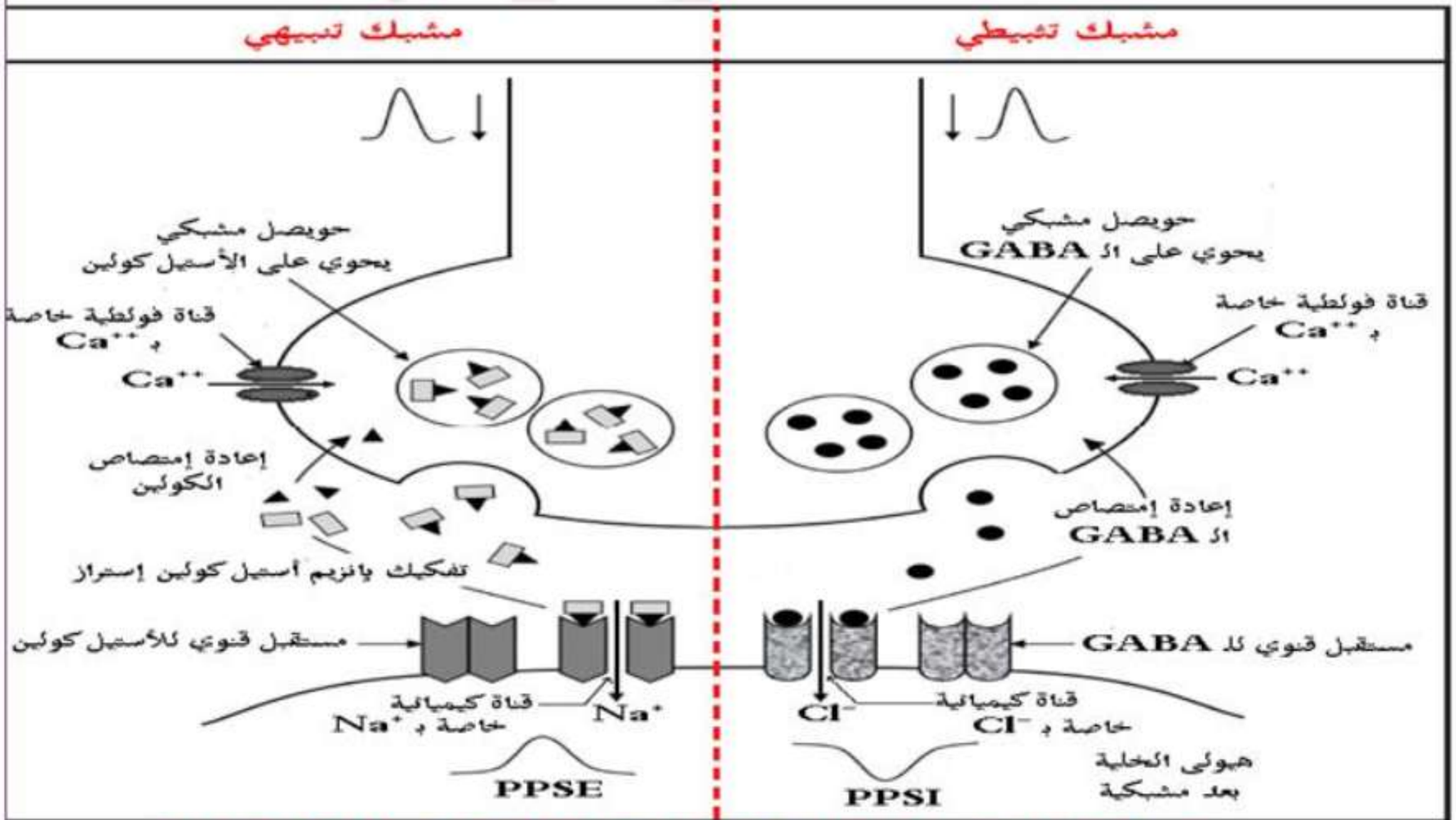
يُحرر المبلغ العصبي الأستيل كولين في الشق المشبكي ثم يتثبت على المستقبلات القنوية الخاصة به في الغشاء بعد مشبكي، فتنفتح القنوات المبوبة كيميائيا (قنوات Na^+ المرتبطة بالكيمياء) التي تسمح بتدفق شوارد الصوديوم Na^+ من الشق المشبكي إلى هيولى الخلية بعد مشبكية وفق تدرج التركيز مُتسببة في توليد كمون بعد مشبكي تنبيهي (PPSE) الذي تتوقف سعته على عدد القنوات المبوبة كيميائيا المفتوحة خلال زمن معيّن، فإذا بلغت (أو فاقت) سعة PPSE عتبة توليد كمون العمل يتولد كمون عمل في الخلية بعد مشبكية، يفقد بعدها المبلغ العصبي الأستيل كولين فعاليته نتيجة الإماهة الإنزيمية بواسطة إنزيم أستيل كولين إستراز إلى حمض الأستيك وقاعدة الكولين التي يُعاد إمتصاصها من طرف الخلية قبل مشبكية.

- في المشابك التثبيطية:

يُحرر المبلغ العصبي الـ GABA في الشق المشبكي ثم يتثبت على المستقبلات القنوية الخاصة به في الغشاء بعد مشبكي، فتنفتح القنوات المبوبة كيميائيا (قنوات Cl^- المرتبطة بالكيمياء) التي تسمح بتدفق شوارد الكلور Cl^- من الشق المشبكي إلى هيولى الخلية بعد مشبكية وفق تدرج التركيز مُتسببة في توليد كمون بعد مشبكي تثبيطي (PPSI) لا يسمح بتوليد كمون عمل فتبقى الخلية بعد مشبكية في حالة راحة، يُعاد إمتصاص المبلغ العصبي الـ GABA مُباشرة من طرف الخلية قبل مشبكية.

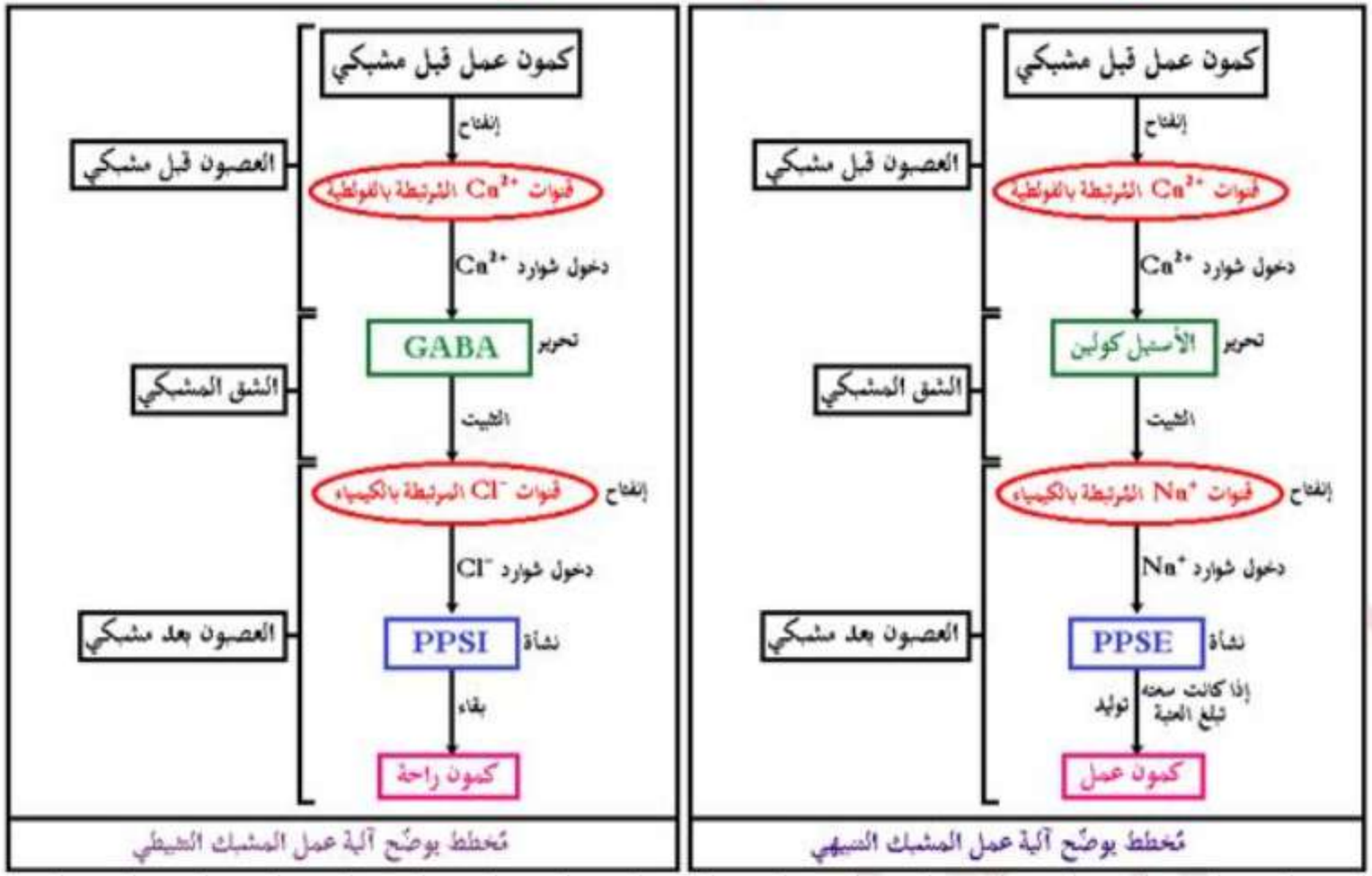
تُؤمن المبلغات العصبية إنتقال الرسالة العصبية على مستوى المشابك التنبيهية، أما على مستوى المشابك التثبيطية فلا تسمح بإنتقال الرسالة العصبية.

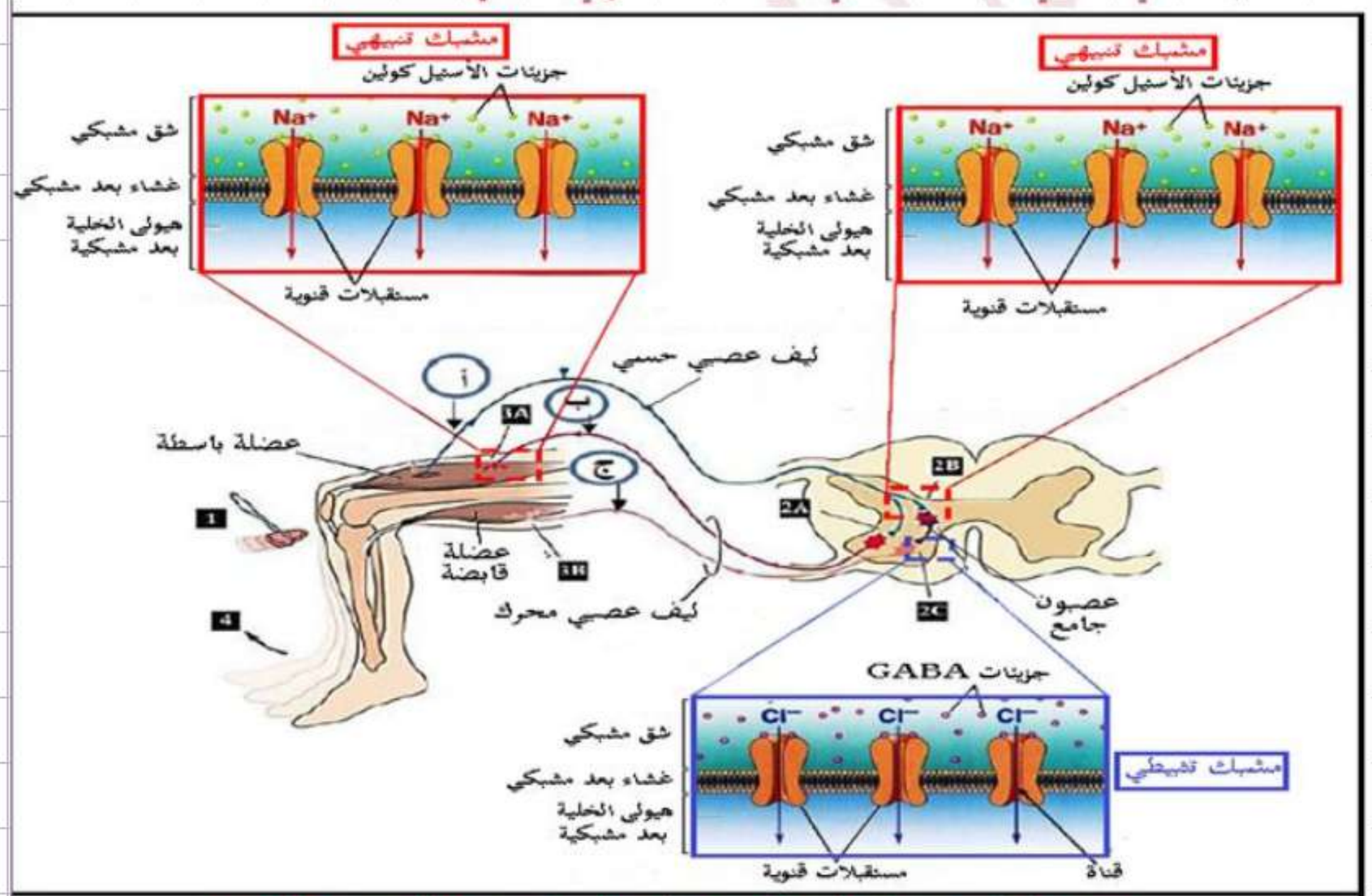
2.إنجاز رسم تخطيطي تفسيري يوضّح آلية عمل المشبك التنبيهي والمشبك التثبيطي:



رسم تخطيطي تفسيري يوضح آلية عمل المشبك التنبيهي والمشبك التثبيطي

3.إنجاز مخطط تفسيري يوضّح آلية عمل المشبك التنبيهي والمشبك التثبيطي:





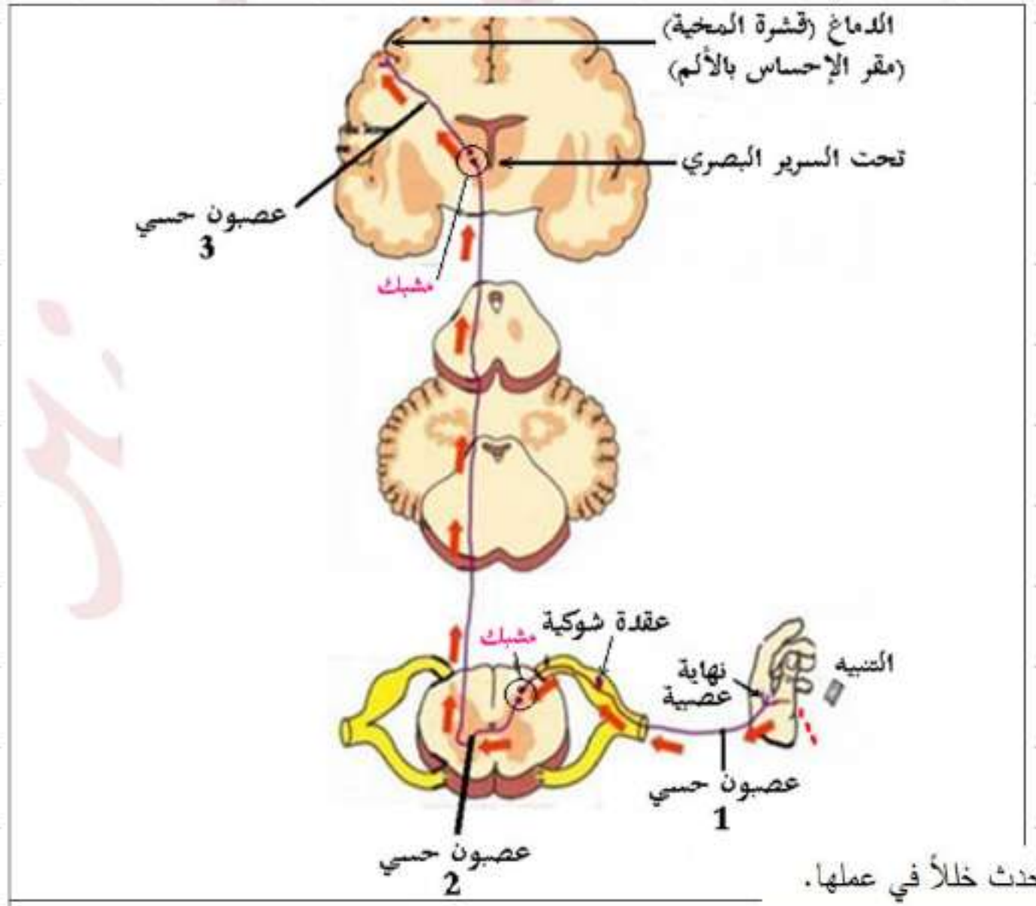
رسم تخطيطي تحصيلي لمنعكس عضلي على المستوى الجزيئي والشاردي

5- تأثير المخدرات

وضعية الإنطلاق: (التذكير بالمكتسبات)

تتدخل المراكز العصبية (القشرة المخية) في مختلف الإحساسات التي نشعر بها (مثل: التغير في درجة الحرارة، اللمس، الألم،...) حيث تلعب المشابك دورًا هامًا في إيصال هذه الإحساسات.

تمثل الوثيقة (1) الطريق العصبي المسؤول عن نقل الإحساس بالألم.



الوثيقة (1)

إلا انّ جزيئات كيميائية خارجية مثل المخدرات تتدخل في مستوى هذه المشابك لتُحدث خللاً في عملها.

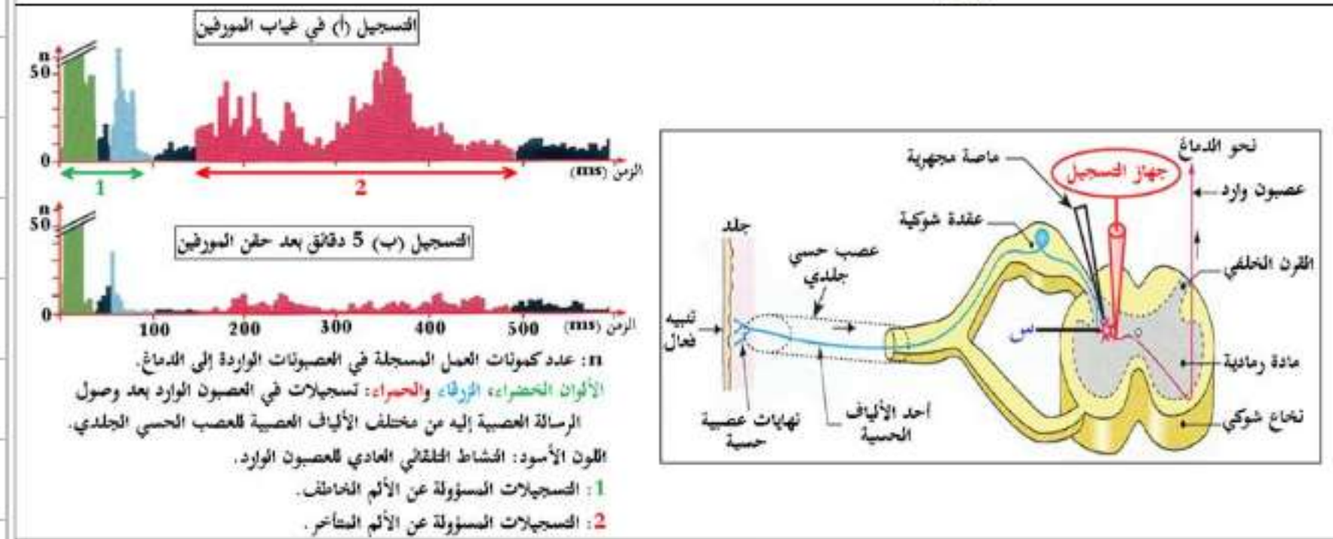
المشكلة: كيف تؤثر المخدرات في مستوى المشابك؟

1.آلية تأثير المورفين على عمل المشبك:

لإستخراج تأثير المورفين على عمل المشبك وآلية تأثيره، تُقترح عليك الدراسات التالية:

تمثل الوثيقة (2) رسمًا تخطيطيًا للتركيب التجريبي الذي يسمح بدراسة العناصر المتدخلة في الإحساس بالألم إلى جانب نتائج تجريبية متحصل عليها على مستوى العصبون الوارد إلى الدماغ، بحيث:

- **التسجيل (أ)**: تم الحصول عليه بعد تنبيه قوي في الجلد أدى إلى إحساس بألم خاطف متبوع بألم متأخر ولفترة أطول.
- **التسجيل (ب)**: تم الحصول عليه بعد نفس التنبيه السابق لكن بعد حقن مادة المورفين في المنطقة (س).



n: عدد كمونات العمل المسجلة في العصبونات الواردة إلى الدماغ.

الألوان الخضراء، الزرقاء والحمراء: تسجيلات في العصبون الوارد بعد وصول الرسالة العصبية إليه من مختلف الألياف العصبية للعصب الحسي الجلدي.

اللون الأسود: النشاط الطبيعي العادي للعصبون الوارد.

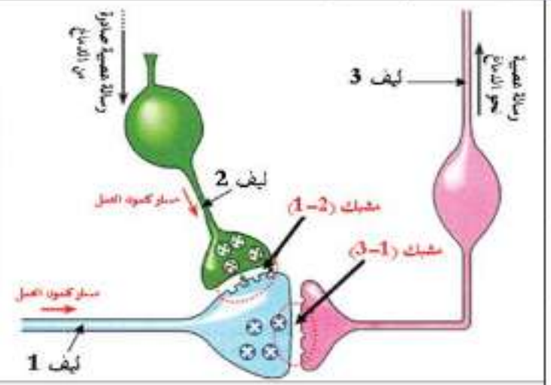
1: التسجيلات المسؤولة عن الألم الخاطف.

2: التسجيلات المسؤولة عن الألم المتأخر.

الوثيقة (2)

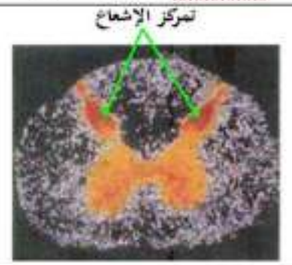
تمثل الوثيقة (3) رسمًا تخطيطيًا للبنيات المتواجدة على مستوى المنطقة (س) من الوثيقة (2) إلى جانب نتائج تجريبية لتنبيهات أُجريت على مختلف الألياف العصبية.

التجربة	التنبيه	التحليل الكيميائي في مستوى المشابك	النتيجة
1	تنبيه كهربائي في الليف 1	إرتفاع تركيز المادة P في الشق المشبكي للمشبك (1–3)	الإحساس بالألم
2	تنبيه كهربائي في الليف 2 وفي الليف 1	إرتفاع تركيز الأنكيفالين في الشق المشبكي للمشبك (2–1) وتناقص تركيز المادة P في الشق المشبكي للمشبك (1–3)	عدم الإحساس بالألم
3	حقن المورفين في الشق المشبكي للمشبك (2–1) + تنبيه كهربائي في الليف 1	تناقص تركيز المادة P في الشق المشبكي للمشبك (1–3)	عدم الإحساس بالألم

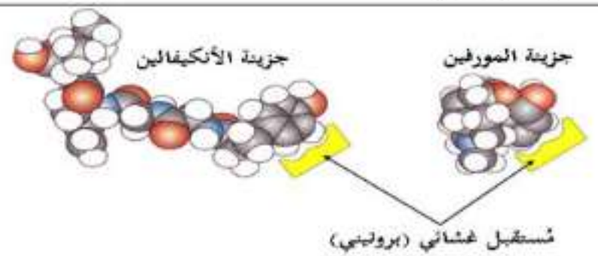


الوثيقة (3)

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



الشكل (أ)



الشكل (ب)

الوثيقة (4)

التعليمات:

1. **إقترح** فرضية حول آلية تأثير المورفين وذلك **بإستغلالك** للوثيقة (2).
2. **بيّن** آلية تأثير المورفين **مُصادقًا** على صِحة الفرضية المقترحة وذلك **بإستغلالك** للوثقتين (3) و (4).

الإجابة:

1.إقتراح فرضية حول آلية تأثير المورفين:

إستغلال الوثيقة (2): تمثل الوثيقة (2) رسم تخطيطي للتركيب التجريبي الذي يسمح بدراسة العناصر المتدخلة في الإحساس بالألم إلى جانب نتائج تجريبية متحصل عليها على مستوى العصبون الوارد إلى الدماغ، حيث نلاحظ:

- **التسجيل (أ) في غياب المورفين:** زيادة عدد كمونات العمل المسجلة في العصبونات الواردة إلى الدماغ والخاصة بالإحساس بالألم الخاطف (بالأخضر) والألم المتأخر (بالأحمر) كما يتزايد النشاط التلقائي العادي للعصبون الوارد.
- **التسجيل (ب) بعد حقن المورفين في المنطقة (س):** تناقص عدد الكمونات العمل المسجلة في العصبونات الواردة إلى الدماغ والخاصة بالإحساس بالألم الخاطف والألم المتأخر كما يتناقص النشاط التلقائي العادي للعصبون الوارد.

الإستنتاج: المورفين يمنع حدوث الإحساس بالألم فهو يعمل على إلغاء كمونات العمل الصادرة من مكان الألم والواردة إلى الدماغ.

ومنه:

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