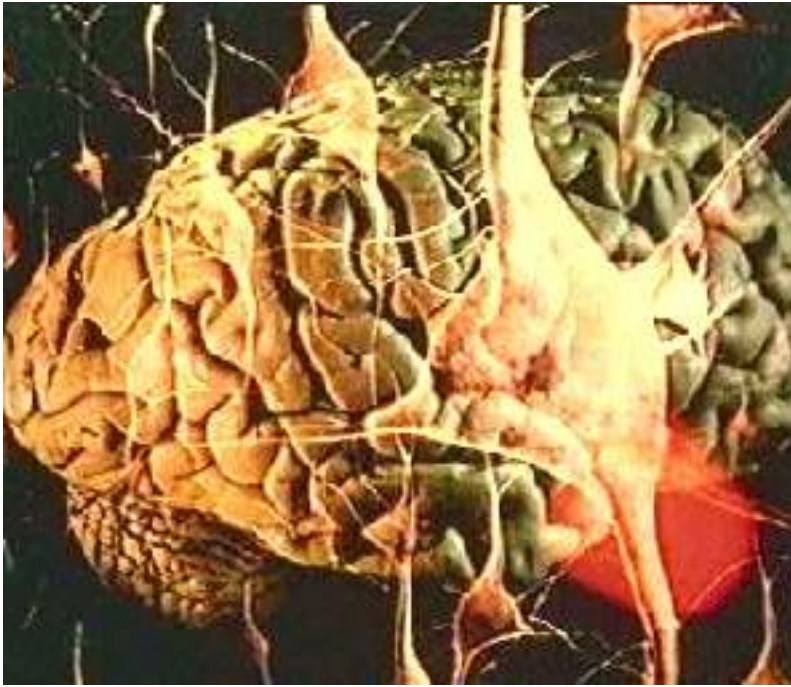


تعرفت على أن عضويتنا تتضمن العديد من الخلايا المتباعدة تقوم بأنشطة مختلفة و متنوعة كالتركيب الإفراز، الدفاع عن الجسم الخ و لكي تقوم هذه الخلايا بأداء وظائفها تحتاج إلى وجود تنسيق ، و لحدوث هذا التنسيق تلجأ الخلايا إلى استعمال نمطين من الاتصال هما الاتصال الهرموني (يتم عن طريق هرمونات) و اتصال عصبي يتم عن طريق شبكة من الخلايا المتخصصة (العصبونات) . و قد مر معك أن الغشاء الهولي يتكون من طبقتين فوسفوليبيدتين تتخللهما جزيئات بروتينية ، تمتد على طول سمك الغشاء ، يعمل بعضها كقنوات إنزيمية ناقلة ، و بعضها في معرفة الذات و الدفاع عن العضوية الخ .

فما دور هذه البروتينات في الاتصال العصبي ؟

الإجابة عن الإشكالية المطروحة تقودنا إلى معالجة العناصر التعليمية الآتية :



آلية النقل المشبكي
مصدر كمون العمل
المستقبلات الغشائية
كمون الراحة
كمون العمل
الإدماج العصبي
تأثير المخدرات

تعتبر العصبونات دعامة انتقال السيالة العصبية من المستقبل الحسي إلى العضو المنفذ حيث تبدي اتصالات فيما بينها أو مع خلايا أخرى ، تدعى هذه الاتصالات بالمشابك .

كيف تنتقل السيالة العصبية عبر المشبك ؟

النشاط (1): أتذكر و أوظف مكتسباتي

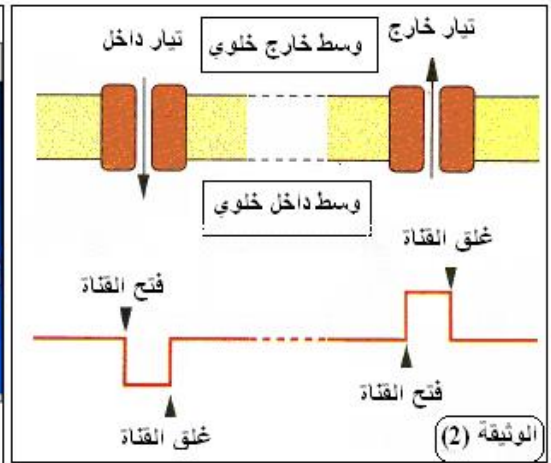
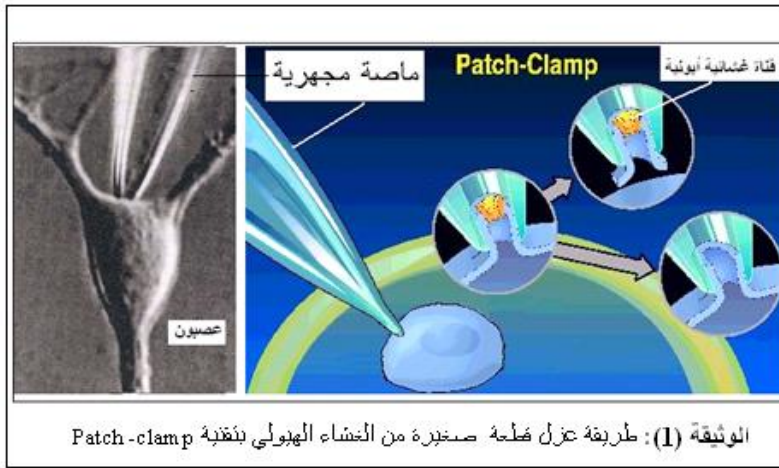
باستغلال معارفك القبلية تذكر :

- (1)- ما هو المشبك ، و بماذا يتميز ؟
- (2)- بماذا تؤمن انتقال الرسالة العصبية في مستوى المشبك من خلية قبل مشبكية إلى خلية بعد مشبكية ؟
- (3)- ماذا يحصل للرسالة العصبية المشفرة بتواتر كمونات العمل في الغشاء قبل مشبكي ؟ .
- (4)- ما أهمية النشاط الإدماجي للعصبون ؟ .
- (5)- انطلاقا مما توصلت إليه مثل برسم تخطيطي وظيفي نقل المعلومة العصبية على مستوى المشابك ودور المراكز العصبية في الإدماج العصبي .

(المؤشر المراد تحقيقه)

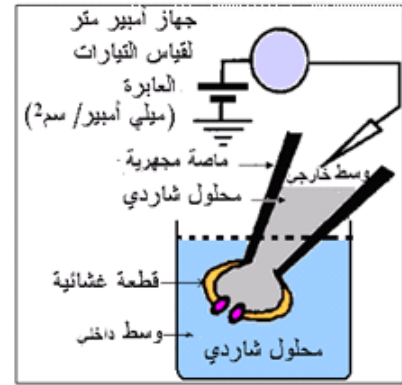
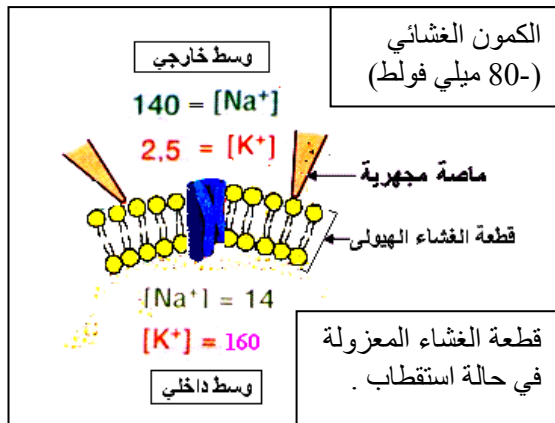
المعارف المبنية

- (1)- هو منطقة اتصال وظيفي بين عصبون و أخرى أو بين عصبون و خلية أخرى بغرض نقل السيالة العصبية . و يتميز المشبك بوجود شق مشبكي (20 – 50 نانومتر) ، يفصل بين خلية قبل مشبكية و خلية بعد مشبكية ، مما يمنع انتقال الرسالة العصبية بشكل مباشر .
- (2)- يؤمن انتقال الرسالة العصبية عبر المشبك بتحرير وسيط كيميائي (مواد كيميائية) من النهايات قبل مشبكية في الفراغ المشبكي ابتداء من الحويصلات المشبكية ، ليؤثر على الخلية بعد مشبكية مؤدية إلى تغير الكمون الغشائي لها .
- (3)- تتحول الرسالة العصبية المشفرة بتواتر كمونات العمل في الغشاء قبل المشبكي إلى رسالة مشفرة بتركيز المبلغ العصبي (الوسيط الكيميائي) على مستوى المشبك .
- يمكن لعصبون متواجد في مركز عصبي أن يتلقى معلومات آتية من مختلف العصبونات الأخرى بواسطة نهايات المحاور الأسطوانية المتصلة به ، مكونة بذلك مشابك منبه وأخرى مثبطة
- (4)- يؤمن النشاط الإدماجي للعصبون معالجة الرسائل العصبية التي تجتاز المراكز العصبية فتتولد على مستواها رسالة عصبية واحدة ناتجة عن محصلة الدمج .



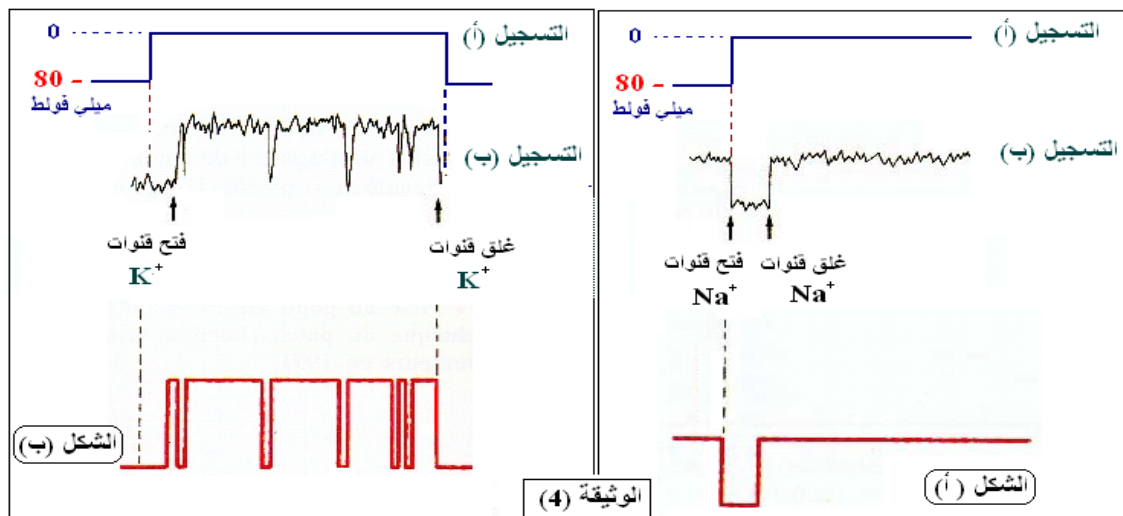
التجربة (1):

نزيل استقطاب قطعة الغشاء المعزولة بتغيير الكمون الغشائي (-80 ميلي فولت) إلى (0 ميلي فولت) .



الوثيقة (3) : رسم تخطيطي لترتيب تجريبي يسمح بتسجيل التيارات الكهربائية العابرة لقطعة غشاء هولي المعزولة.

النتائج المحصل عليها مدونة في الوثيقة (4)



التجربة (2):

تم عزل قطعة غشاء تحتوي على قناتين فقط أحدها خاصة بالـ Na^+ و الأخرى خاصة بالـ K^+ و أجريت نفس خطوات التجربة (1) النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (5).

- باستغلال الوثائق

1 - حلل التسجيلين (ب) في كل من الشكل

(أ و ب) من الوثيقة (4) .

(2)- هل التسجيل المحصل عليه في الوثيقة (5)

يؤكد ما توصلت إليه ؟ علل .

(3)- لماذا سميت القنوات الأيونية باسم القنوات المرتبطة بالفولطية ؟

(4)- من خلال ما سبق استنتج مصدر كمون

العمل عند إحداث تنبيه فعال للعصبون ؟

الإجابة

تحليل التسجيلين :

التسجيل (ب) الشكل (أ) : زوال استقطاب الغشاء يصحب بتسجيل نبضة لتيار داخلي موافق لانفتاح

قنوات Na^+ (انحراف التسجيل نحو الأسفل) ، و هذا يبين أن زوال الاستقطاب يؤدي إلى انفتاح

القنوات الأيونية لـ Na^+ (نبضة التيار الكهربائي (السيالة) ناتجة عن الحركة الأيونية) .

- التدفق الأيوني لـ Na^+ يتوقف تلقائياً (غلق القناة) بالرغم من استمرار زوال الاستقطاب المطبق .

التسجيل (ب) : الشكل (ب) : يصحب زوال الاستقطاب بنبض تيار خارجي ، عكس الحالة السابقة

حيث لا تتوقف هذه النبضات لاستمرار انفتاح قنوات K^+ ، حتى يعود الكمون الغشائي إلى قيمته في حالة الراحة (الاستقطاب) .

(2)- تبين التجربة (2) : أن التيار العابر للغشاء مرتبط بانفتاح و انغلاق القنوات الأيونية .

(3)- تسمى القنوات الأيونية بالقنوات المرتبطة بالفولطية لكون انفتاحها يتطلب زوال استقطاب الغشاء

المفاهيم المبنية

(4)- **مصدر كمون العمل :** كمون العمل المتولد عن تنبيه فعال للعصبون ما هو إلا نتيجة للتغيرات

السريعة للنفاذية الغشائية مسببة تدفق أيوني على جانبي غشاء العصبون .

المؤشر : يستنتج وجود مستقبلات بروتينية

للوسيط الكيميائي على غشاء بعد مشبكي .

النشاط (3) : المستقبلات الغشائية

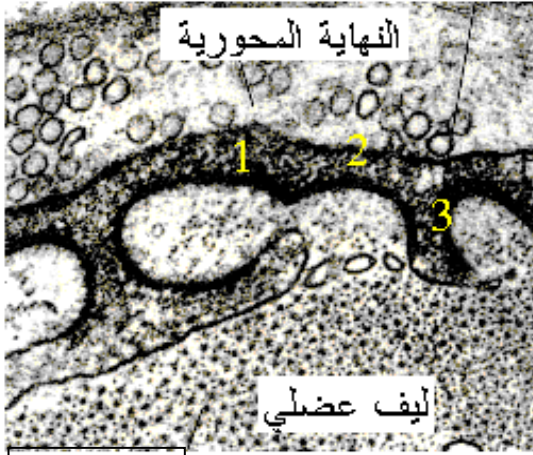
عرفت أن مصدر كمون العمل المتولد في الغشاء قبل المشبكي ناتج عن التغيرات السريعة للنفاذية الغشاء للأيونات (Na^+ و K^+) . كما علمت أن انتقال السيالة عبر المشبك يتم بواسطة مبلغ كيميائي (الأستيل كولين) .

كيف يعمل هذا المبلغ الكيميائي على توليد كمون عمل على مستوى الغشاء بعد المشبكي ؟

التجربة (1) : نحقن في الشق المشبكي لمشبك عصبي عضلي مادة سامة α - بنغاروتوكسين (سم يستخلص من ثعبان الأصل ، يشل الفريسة) .
 الوثيقة (1) تمثل صورة بالمجهر الإلكتروني لمنطقة الاتصال العصبي - العضلي المعالجة بمادة α -bungarotoxine المشعة ، تحصلنا عليها باستعمال تقنية التصوير الإشعاعي الذاتي حيث النقاط الداكنة الموجودة على السطح الخارجي للعنصر (3) ، تمثل جزيئات مادة α -bungarotoxine المشعة.

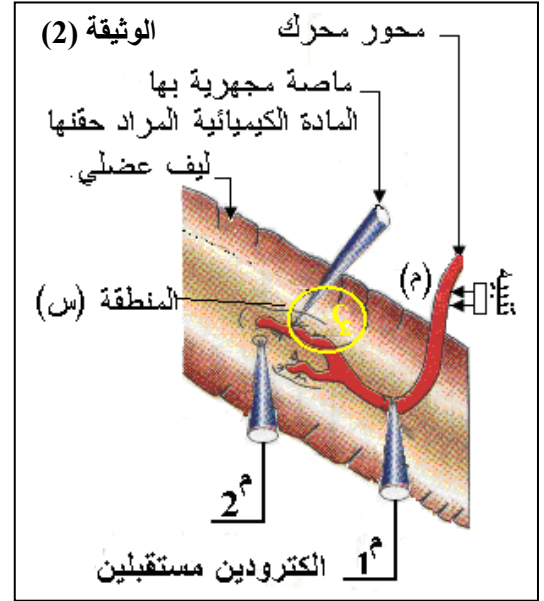
التجربة (2) :

تمثل الوثيقة (2) التركيب التجريبي الخطوات التجريبية و النتائج المحصل عليها .

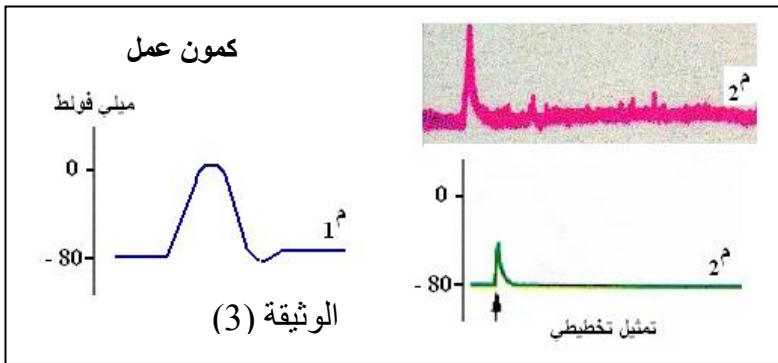


الوثيقة (1)

- ① الشق المشبكي
- ② غشاء قبل المشبكي
- ③ غشاء بعد المشبكي

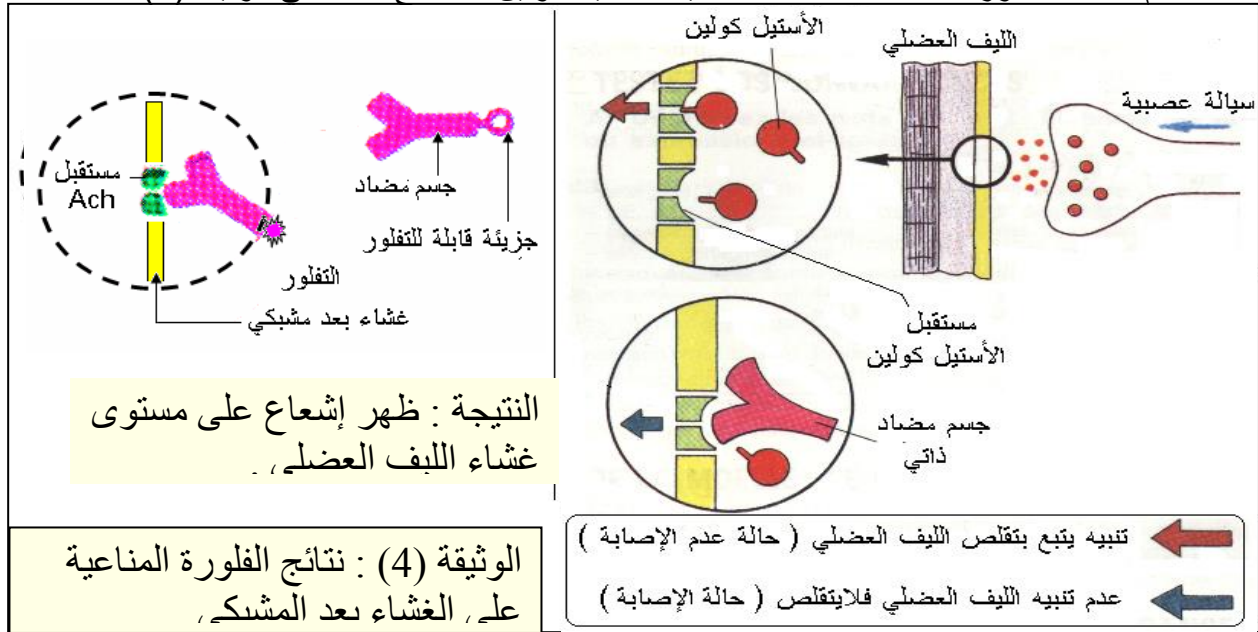


تنبه المنطقة (م) من المحور المحرك تنبيهها فعالا. النتائج تسجيل كمون عمل على مستوى مقياس (م1 و م2) نضع قطرة من الاستيل كولين في المنطقة (س) النتائج تسجيل كمون عمل على مستوى مقياس م2 دون م1 حقن في المنطقة (س) قطرات من مادة α - بنغاروتوكسين ، بعدها تم إضافة قطرات من الاستيل كولين ثم نحدث تنبيهها فعالا للمحرك (م) النتيجة المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (3)



التجربة (3) : تعتمد هذه التجربة على تقنية الفلورة المناعية وذلك عن طريق ملاحظة غشاء بعد مشبكي معامل بأجسام مضادة مفلورة بالأحمر ضد مستقبلات الأستيل كولين .
 مثال : الوهن العضلي المتمثل في إصابة اللوحة المحركة بسبب وجود أجسام مضادة للأستيل كولين .

تستعمل أجسام مضادة مفلورة ضد المستقبلات الغشائية للأستيل كولين . النتائج ممثلة في الوثيقة (4)



- 1 - انطلاقاً من معلوماتك و باستغلال الوثائق فسر نتائج التجربتين (1 و 2) .
- 2 - من نتائج التجربتين (1 و 3) ماذا تستنتج ؟
- 3 - ما هي المعلومات التي تستخلصها من هذه النتائج ؟

(1)- تفسير النتائج : المادة السامة تعيق عمل الوسيط الكيميائي (الاستيل كولين) المسؤول عن زوال الاستقطاب في الغشاء بعد مشبكي مما يسبب الشلل .

في التجربة (2) : و في وجود المادة السامة و رغم إضافة الاستيل كولين لم نسجل كمون عمل على مستوى الغشاء بعد مشبكي لعدم حدوث زوال الاستقطاب .

(2)- تظهر وثيقة (1) للتجربة (1) أن المادة السامة تتموقع على الغشاء بعد مشبكي ، كما يبين تمرکز الأجسام المضادة للمستقبلات في الوثيقة (4) ، تواجد مستقبلات ذات طبيعة بروتينية توجد على مستوى الغشاء الهولي .

الاستنتاج : نستنتج أن المادة السامة تشغل مناطق خاصة بالوسيط الكيميائي للاستيل كولين مما أدى إلى عدم حدوث زوال الاستقطاب على مستوى الغشاء بعد مشبكي .

المفاهيم البنية

(3)- الاستخلاص : يمتلك الغشاء بعد مشبكي مستقبلات من طبيعة

بروتينية للاستيل كولين تراقب تدفق الشوارد الداخلة (شوارد الصوديوم) .

النشاط (4) : دور المستقبلات الغشائية

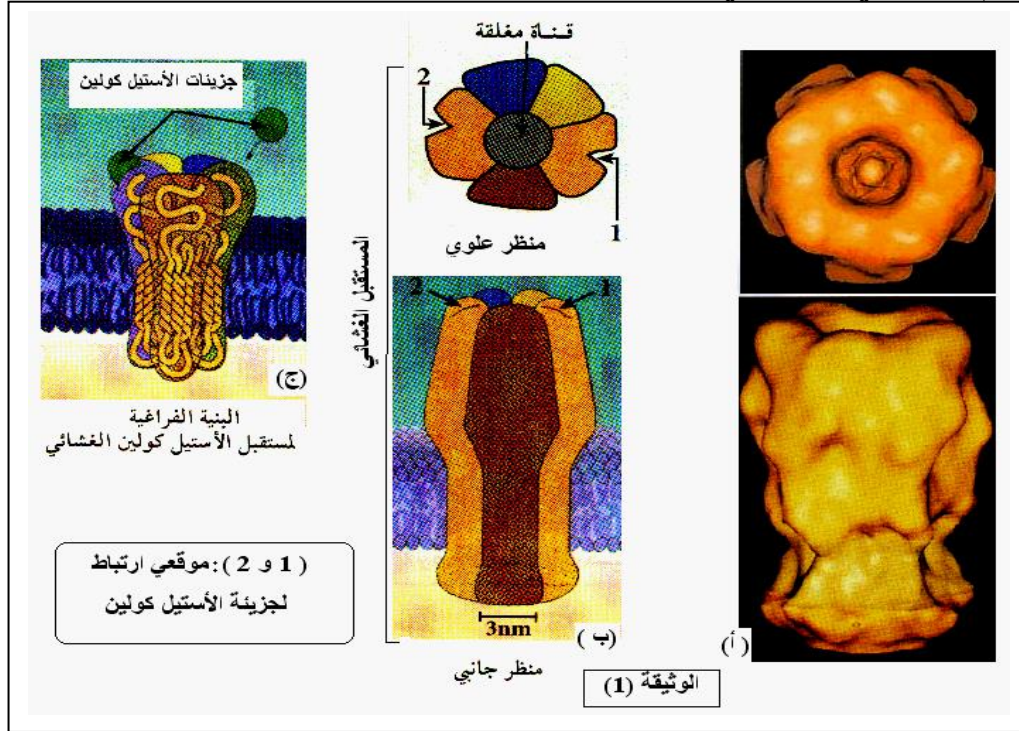
المؤشر : تحديد ميزة المستقبلات كقنوات أيونية (إينوفورية) للوسيط الكيميائي برسم تخطيطي

مر معك أن الغشاء بعد مشبكي يملك مستقبلات بروتينية تعمل على مراقبة التدفق الأيوني عبرها .

فما الميزة البنيوية للمستقبلات الغشائية وهل تعمل كقنوات أيونية ؟

سمحت الدراسة بالمجهر الإلكتروني و التحليل البيوكيميائي من وضع نموذج للمستقبلات الغشائية

الوثيقة (1) تمثل صورة تركيبية ثلاثية الأبعاد لمستقبل الاستيل كولين في الغشاء بعد مشبكي .
و رسم تخطيطي توضيحي لها



باستغلال الوثيقة (1) :

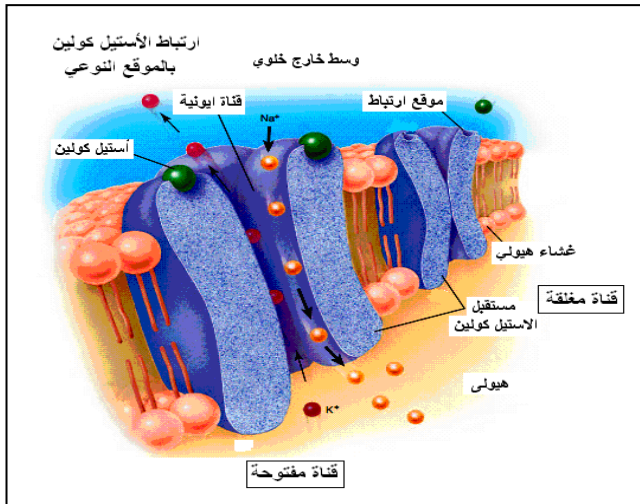
- (1)- صف بنية المستقبلات الغشائية للأستيل كولين مبرزا الميزة التي تتصف بها .
- (2)- مثل برسم تخطيطي ميزة المستقبلات الغشائية بعد مشبكية للاستيل كولين كقنوات أيونية

المعارف المبنية

(1)- وصف بنية المستقبل الغشائي :

يتكون المستقبل الغشائي في الغشاء بعد مشبكي من خمسة تحت وحدات ضمن غشائية ذات طبيعة بروتينية ، يحمل اثنان منها على سطحها خارج خلوي موقع ارتباط للوسيط الكيميائي (استيل كولين)

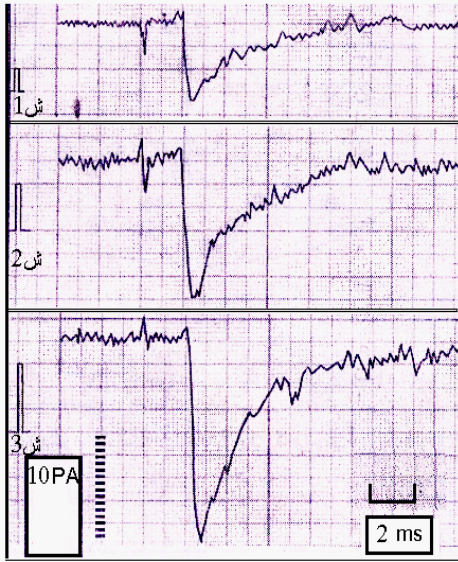
(2)- رسم المستقبلات : التمثيل المقابل



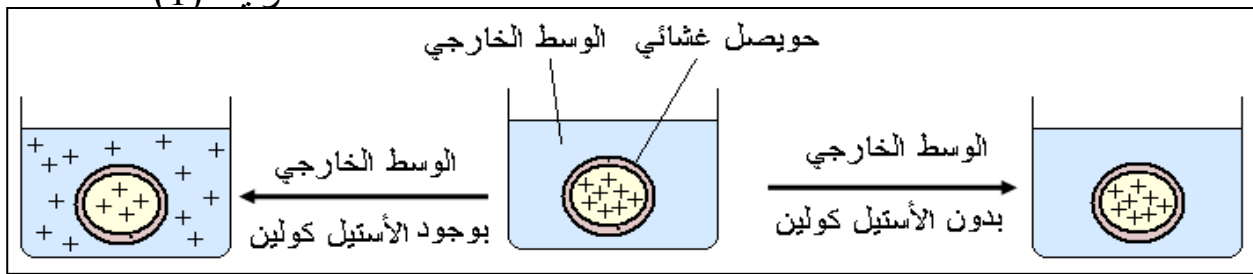
تمرين تقويي

تجربة (1) : نؤثر على قطعة من غشاء هيولى معزولة بتقنية **Patch-Clamp** بتنبيهات متزايدة الشدة ثم قمنا بتسجيل التيارات المتولدة على مستواها . النتائج معبر عنها بالوثيقة (1) .
كما أن حقن كميات متزايدة من الأسيتيل كولين في الشق المشبكي أعطى نفس النتائج .

تجربة (2) : نعزل قطع من الغشاء بعد المشبكي التي يمكنها أن تتوصل تلقائيا نحو الوجه الداخلي للغشاء ، ثم نحققها بشوارد الصوديوم (Na^+) المشع ونضعها في وسط مناسب لا يحتوي على الصوديوم (Na^+) المشع ، ثم نضيف كميات متزايدة من الأسيتيل كولين (ACh) ، ونسجل نتائج ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي . الوثيقة (2)



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

- 1 - حلل نتائج تسجيلات الوثيقة (1) وماذا تستنتج ؟
- 2 - ما هي المعلومة التي تستخلصها من نتائج التجربة (2) ؟
- 3 - باستغلال نتائج التجربتين اشرح تأثير الأسيتيل كولين على مستوى الغشاء بعد مشبكي

النشاط (5أ): كمون الراحة

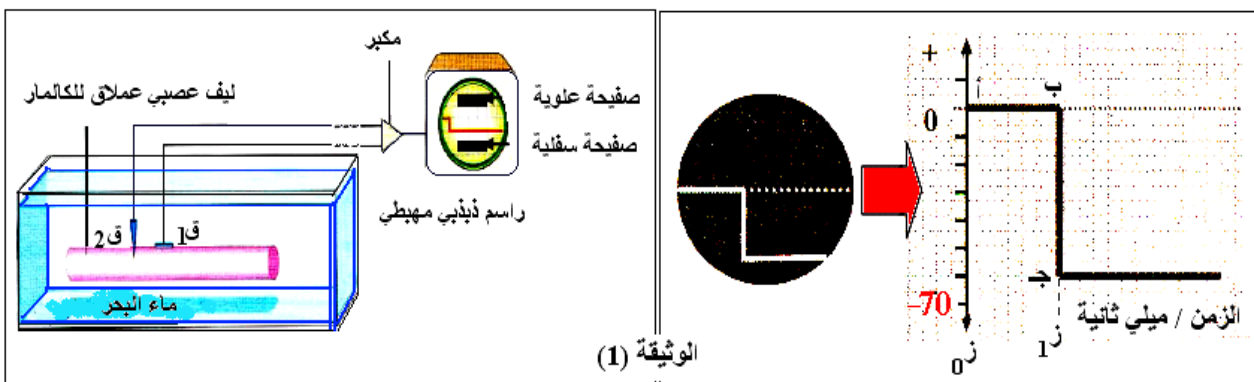
المؤشر:

يذكر بحالة الليف أثناء الراحة .

* أتذكر و أوظف مكتسباتي :

تعرفت في السنوات الماضية أن السيالة العصبية ما هي إلا موجة زوال استقطاب تنتج عن تنبيه فعال للخلية العصبية (العصبون) .

- ما الخاصية (الحالة) التي تميز غشاء الليف العصبي غير المنبه (أثناء الراحة) ؟
- يمكن تسجيل فرق الكمون بين سطحي الليف (حالة الاستقطاب) باستعمال التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (1)



الوثيقة (1)

مستعينا بمعارفك ما هي المعلومات التي تستخلصها من الوثيقة (1) ؟

المفاهيم المبنية

يكون غشاء العصبون أثناء الراحة مستقطبا بين سطحه الداخلي و الخارجي فهو يحمل شحنات موجبة (+) على السطح الخارجي للغشاء ، و سالب (-) داخل الليف و هذا ما يسمى بكمون الراحة (تتراوح قيمته ما بين - 55 إلى - 100 ملي فولت) و هذا حسب نوع العصبون

النشاط (5ب) : مصدر الكمون الغشائي

المؤشر : يذكر بمصدر كمون الراحة

مر معك أن الظاهرة الكهربائية للسيالة العصبية ما هي إلا ظاهرة كيميائية ناتجة عن تدفق أيوني بين سطحي غشاء العصبون يؤدي إلى تغيير في الجهد الكهربائي له (فرق الكمون) .

ما هي الآليات الأيونية المسؤولة عن استقطاب الليف العصبي في حالة الراحة ؟

بينت الدراسات المطبقة على الألياف العصبية لحيوان الكالمار وجود توزيع أيوني على جانبي الغشاء الهولي للمحور الاسطوانية لهذه الألياف العصبية .

الأيونات (ميلي مول/ل)	هولي محور الليف (وسط داخل خلوي)	دم الكالمار (وسط خارج خلوي)
الصوديوم (Na^+)	50	440
البوتاسيوم (K^+)	400	20

حل نتائج الجدول ، ماذا تستنتج ؟

الإجابة

نلاحظ من خلال نتائج الجدول أن توزيع أيونات (Na^+) و (K^+) غير متماثلة خارج و داخل محور الليف العصبي ، حيث نجد أ تركيز (Na^+) و في الخارج أكبر من الداخل و أن تركيز (K^+) في الداخل أكبر من تركيزها في الخارج .

الاستنتاج : يعود كمون الراحة إلى ارتفاع تركيز الأيونات الموجبة خارج الليف عن داخله

المؤشر : يذكر بالعلاقة بين كمون الراحة و التركيز الأيوني على جانبي الغشاء

النشاط (5ج) : المحافظة على كمون الراحة

مر معك أن توزيع الأيونات داخل و خارج الليف العصبي غير متماثل

و قصد معرفة كيف تتم المحافظة

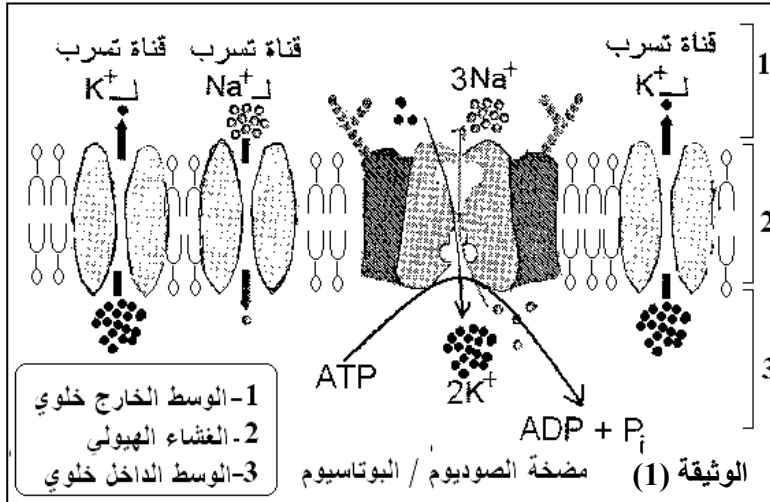
على هذا الاختلاف في التركيز الأيوني

بين الوسط خارج خلوي و الوسط

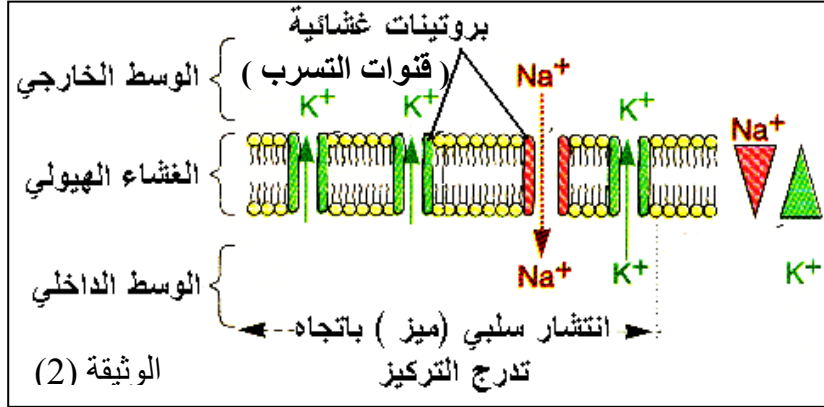
داخل خلوي أجريت سلسلة من التجارب

نتائجها مكنت من إنجاز الوثيقة المقابلة

الوثيقة (1) : تمثل رسم تخطيطي تفسيري للعلاقة بين كمون الراحة و تركيز الأيونات على جانبي الغشاء .



تبين من خلال استعمال النظائر المشعة أن غشاء الليف أثناء كمون الراحة يكون أكثر ناقلية لشوارد البوتاسيوم (K^+) بـ 50 إلى 100 مرة من ناقلية شوارد الصوديوم (Na^+) . الوثيقة (2) تمثل رسم تخطيطي لتوزيع القنوات الغشائية في وحدة مساحة الغشاء الهولي للمحور الأسطواناني .



* ملاحظة :

- نسمي انتقال الشوارد (K^+ أو Na^+) عبر الغشاء الهولي وفق تدرج التركيز بالانتشار السلبي أو الحر ، أما إذا كان انتقالها عكس التدرج في التركيز يسمى بالنقل الفعال .

باستغلال معارفك و المعطيات المكملّة

- (1) حل الوثيقة (1) مبرزا كيف يتم المحافظة على التوزيع غير المتساوي للشوارد على سطحي الليف
- (2) باستغلال الوثيقتين (1 و 2) بين سبب اختلاف الناقلية بين الشاردين (K^+ و Na^+) .
- (3) ماذا نسمي النقل المزدوج لشوارد (K^+ أو Na^+) عكس تدرج التركيز و ماذا يتطلب ؟
- (4) لخص ما توصلت إليه في نص علمي دقيق .

- ينتج الكمون الغشائي للعصبون أثناء الراحة عن :

- 1 - ثبات التوزع غير المتساوي لـ Na^+ و K^+ بين الوسط الداخلي للخلية والوسط الخارجي .
- 2 - ناقلية شوارد K^+ تكون أكبر من ناقلية شوارد Na^+ وذلك لكون عدد قنوات هذه الأخيرة أقل من عدد قنوات البوتاسيوم في وحدة المساحة وتمتاز هذه القنوات بأنها :
 - تتوضع ضمن طبقتي الفسفوليبيد للعشاء
 - مفتوحة باستمرار
 - تسمح بنقل الشوارد باستمرار حسب التدرج في التركيز (ميز)
- 3 - تؤمن مضخات K^+ / Na^+ ذات الطبيعة البروتينية ثبات الكمون الغشائي خلال الراحة (-70 MV) والمستهلكة للطاقة من اماهة الـ ATP بسبب نقل الشوارد عكس التدرج في التركيز .