

الوحدة ٥: دور البروتينات في الاتصال العصبي

إجابات نموذجية للكالوريا

المكتسبات:

- في الغشاء قبل مشبكي، تكون الرسالة العصبية مُشفرة بتواتر كمونات العمل، تترجم على مستوى المشبك و تصبح مُشفرة بتركيز المُبلغ العصبي، ثم تنتقل إلى الغشاء بعد مشبكي و تصبح مشفرة بتواتر كمونات العمل من جديد. و نقول: تعاقب ظواهر كهربائية ثم كيميائية ثم كهربائية في نفس المستويات السابقة.
- المغزل العصبي العضلي: هو ارتباط نهايات الليف الحسي مع الليف العضلي. يتمثل دوره في استقبال التنبيه ثم ارسال سيالة عصبية حسية (جاذبة) عبر الليف الحسي نحو المركز العصبي.
- اللوحة المحركة (مشبك عصبي-عضلي): هي منطقة التقاء نهاية عصب مع ليف عضلي. يتمثل دوره في نقل السيالة العصبية الحركية (النابهة) إلى الليف العضلي مسببا تقلصه.

Mostfaamin

١- التقنيات المستعملة:

- مبدأ تقنية patch champ: تتمثل في عزل قناة غشائية، مع أو دون فصلها عن الغشاء، بواسطة ماصة مجهرية متصلة بجهاز راسم الاهتزاز المهبطي ثم دراسة التيارات التي تمر عبرها.
- فرض الكمون: يتم بإرسال تيار كهربائي معين نحو الليف العصبي عبر الكترود لتزويد التيار لإلغاء الكمون الطبيعي (كمون الراحة) و إنشاء كمون اصطناعي جديد.
- مبدأ عمل جهاز راسم الاهتزاز المهبطي (Oscilloscope): تتبعث إلكترونات من منبع عبر قناة مفرغة من الهواء لتسقط على شاشة مفلورة. تمر الإلكترونات بين صفيحتين أفقيتين فتتحرف في الاتجاه العمودي مسجلة فرق الكمون، و كذلك عبر صفيحتين عموديتين فتتحرف في الاتجاه الأفقي مسجلة الزمن. ترتبط الصفيحتين الأفقيتين مع مسريي تسجيل و تأخذ كلاهما شحنة المسرى المرتبط بها و تسجل تغيرات الكمون على الشاشة في شكل منحنى.

٢- كمون الراحة (الكمون الغشائي):

- يكون الليف العصبي في حالة الراحة مستقطبا (شحنات (+) على السطح و شحنات (-) في الداخل) حيث ينشأ بين داخل الليف و خارجه كمون يقدر بحوالي (70V- ميلي فولط).
- مصدر كمون الراحة: هو التوزع غير المتساوي لشوارد K^+ و Na^+ على جانبي الغشاء حيث يكون داخل الليف تركيز شوارد K^+ أكبر من Na^+ و في خارج الليف أقل.
- ثبات كمون الراحة: يعود ثبات كمون الراحة إلى عمل مضخة (K^+ و Na^+) و قنوات التسرب الخاصة بـ Na^+ و K^+ . حيث تحافظ مضخة (K^+ و Na^+) على ثبات كمون الراحة كما يلي: تُدخل ٢ من شوارد K^+ و تخرج ٣ من Na^+ و في كل مرة تستهلك جزيئة ATP (نقل فعل). أما قنوات التسرب فهي مفتوحة باستمرار و تنقل الشوارد حسب تدرج التركيز (انتشار سلبي).

٣- كمون العمل:

- مصدر كمون العمل: كمون العمل المتولد عن تنبيه فعال هو نتيجة للتغيرات السريعة للنفاذية الغشائية مسببة تدفق شوارد الصوديوم و البوتاسيوم على جانبي غشاء العصبون.
- لفهم كمون العمل، نستعرض المنحنى الناتج عن تنبيه فعال في الليف القبل مشبكي:
 - تفسير منحنى كمون العمل:
 - حالة الاستقطاب: في حالة الإستقطاب يكون هناك كمون مطبق بين الشوارد الداخلية و الخارجية للليف قدره -٧٠ ميلي فولط.
 - زوال الاستقطاب: سببه انفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية لـ Na^+ و تدفق Na^+ إلى الداخل (إثر وصول موجة زوال الاستقطاب).
 - عودة الاستقطاب: ناتجة عن خروج شوارد الـ K^+ نتيجة انفتاح قنواتها الفولطية و توقف قنوات الـ Na^+ عن نشاطها.
 - فرط في الاستقطاب: نتيجة تأخر انغلاق في القنوات المرتبطة بالفولطية لـ K^+ .
 - العودة إلى الاستقطاب: يعود إلى غلق قنوات الـ K^+ الفولطية و تسارع عمل مضخة (K^+ و Na^+) التي تعيد تركيز الشاردين في النقطة التي حدث فيها زوال الاستقطاب.
 - شرط توليد كمون عمل: أن يكون التنبيه يساوي أو أكبر من العتبة.
 - انفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية (توليد كمون عمل) تتطلب عتبة زوال استقطاب.
 - انتشار كمون العمل على طول الليف العصبي حتى يصل إلى الغشاء قبل مشبكي يعود لتوزع القنوات الفولطية لـ K^+ و Na^+ على طول الليف العصبي.
 - آلية النقل المشبكي: يؤدي وصول موجة زوال الاستقطاب إلى الزر المشبكي إلى فتح القنوات الفولطية الخاصة بشوارد الـ Ca^{++} و دخول هذه الشوارد محرصة طرح المبلغ العصبي الأستيل كولين (A, ch) في الشق المشبكي. ينتبث الأستيل كولين على مستقبلاته (قنوات

كيميائية) في الغشاء بعد مشبكي مسببا فتحها و دخول شوارد Na^+ مما يؤدي لتولد موجة زوال استقطاب في الغشاء بعد مشبكي ترتبط سعتها بتركيز المبلغ العصبي و الذي بدوره يرتبط بتواتر كمونات العمل قبل المشبكية. يفقد المبلغ العصبي نشاطه (فعاليته) نتيجة الإمالة بواسطة الإنزيم أستيل كولين استراز فتتعلق قنوات Na^+ المرتبطة بالكيمياء و يعود الغشاء بعد مشبكي إلى حالة الراحة.

- تتوقف سعة زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي على عدد القنوات المستقبلية المفتوحة خلال زمن معين.

Mostfaamin

٤- الإدماج العصبي:

- يُترجم تأثير المبلغ العصبي على الغشاء بعد مشبكي بـ:
 - زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي الذي يتسبب في ظهور كمون بعد مشبكي تنبهي (PPSE) - مشبك تنبهي.
 - فرط في استقطاب الغشاء بعد مشبكي الذي يتسبب في ظهور كمون بعد مشبكي تثبيطي (PPSI) - مشبك تثبيطي.
 - إن وجود مشبك تنبهي أو تثبيطي مرتبط بانفتاح قنوات مختلفة على الغشاء بعد مشبكي:
 - مستقبلات غشائية للأستيل كولين لها وظيفة تنبهي.
 - مستقبلات قنوية للـ GABA لها وظيفة تثبيطي. يسمح انفتاح هذه القنوات بدخول شوارد الـ Cl^- للخلية بعد مشبكية محدثة فرطاً في استقطاب الغشاء.
 - يُدمج العصبون بعد مشبكي مختلف الكمونات قبل مشبكية بطريقتين:
 - تجميع فضائي: إذا كانت الكمونات قبل المشبكية مصدرها مجموعة من النهايات العصبية و التي تصل في الوقت نفسه لغشاء العصبون بعد مشبكي.
 - تجميع زمني: إذا وصلت مجموعة من كمونات العمل المتقاربة من نفس الليف قبل مشبكي.
- نتحصل على زوال استقطاب (كمون عمل) في الغشاء بعد مشبكي إذا بلغ مجمل الكمونات التنبهية و التثبيطية عتبة توليد كمون العمل و على عكس ذلك يبقى العصبون في حالة راحة.

- سؤال مهم جداً: كيف تساهم البروتينات في الاتصال العصبي؟
- كمون الراحة: تعمل البروتينات على إحداث فرق في تدرج تركيز K^+ و Na^+ على جانبي الغشاء الهولي بفضل مضخة (Na^+ و K^+) ذات الطبيعة البروتونية أو قنوات التسرب البروتونية الخاصة بالـ Na^+ و K^+ .
- كمون العمل: ناتج عن عمل القنوات بروتينية فولطية في الغشاء قبل مشبكي و قنوات بروتينية كيميائية في البعد مشبكي.
- النقل المشبكي:
- على مستوى المشبك، تشتترك فيه مبلغات عصبية التي تؤثر على الغشاء البعد مشبكي عن طريق مستقبلات نوعية ذات طبيعة بروتينية.
- على مستوى غشاء الليف تتدخل فيه قنوات مرتبطة بالفولطية الخاصة بالـ K^+ و Na^+ و هي ذات طبيعة بروتينية.

٥- تأثير المخدرات:

- المادة P و الأنكيفالين: هي وسائط كيميائية توجد طبيعياً في العضوية، تفرزها النهايات العصبية على مستوى المشبك، حيث المادة P مسؤولة عن الإحساس بالألم أما الأنكيفالين فهي مزيلة للألم.
- آلية عمل المادة P و الأنكيفالين: تحرر المادة P في الشق المشبكي يتولد عنه سيالة عصبية بعد مشبكية تنتقل إلى المخ الذي يترجمها إلى إحساس بالألم. بينما الأنكيفالين تكبح إخراج المادة P و بالتالي تمنع تولد الإحساس بالألم.
- المورفين: مادة طبية (مخدر) تستعمل في الطب بكمية محدودة بدقة لتخفيف الإحساس بالألم (نفس عمل الأنكيفالين).
- كيفية تأثير المخدر (المورفين): للمورفين بنية فراغية مشابهة للأنكيفالين فيثبت على المستقبلات الغشائية الخاصة بالأنكيفالين و بالتالي يمنع نقل السيالة العصبية إلى المخ و يفقد الإحساس بالألم.

تؤثر المخدرات على مستوى المشبك و تعمل عمل الوسائط الكيميائية إما بالتنشيط أو بالتثبيط.

بعض تأثيرات المخدرات:

- تشغل المستقبلات الخاصة بالمبلغ العصبي الطبيعي مسببة إعاقة عمله. مثل الكرار: يمنع تثبت الـ ACh .
- تمنع إعادة امتصاص الوسيط الكيميائي. مثل الكوكايين: يمنع إعادة امتصاص الوسيط الكيميائي الدوبامين المسؤول عن الحركات المعقدة.
- زيادة تحرير الوسيط الكيميائي. مثل الأمفيتامينات: تزيد من تحري الدوبامين.
- تعطل نشاط إنزيمات تفكيك الوسيط الكيميائي الطبيعي. مثل الكحول: يمنع التفكيك الطبيعي للدوبامين مما يسمح بتكوين مادة خاصياتها مثل المورفين (منع الإحساس بالألم).