

## ملخص دور البروتينات في الاتصال العصبي

موافق للمنهاج الوزاري 100 %

لا تحفظ أكثر من هذا - إجابات نموذجية للبيكالوريا

## 1- المكتسبات

- **تشفير السيالة العصبية:** السيالة العصبية تشفر في الغشاء قبل مشبكي بتواتر كمونات عمل، وتشفر في الشق المشبكي بتركيز المبلغ العصبي الذي يؤمن انتقالها إلى الغشاء بعد مشبكي لتشفر بتواتر كمونات عمل من جديد. ونقول: تتعاقب ظواهر كهربائية ثم كيميائية ثم كهربائية في نفس المستويات السابقة.
- **دور المركز العصبي:** في المركز العصبي، تدمج العصبونات (الحركية والجماعة) الرسائل العصبية الواردة، ونقول أنها "تعالج" الرسائل العصبية.

## 2- التقنيات المستعملة

- **تقنية باتش كلامب:** تتمثل في عزل قناة مع أو دون فصلها عن الغشاء بواسطة ماصة مجهرية متصلة بجهاز يسجل التيارات التي تتولد فيها (الداخلية والخارجية).
- **فرض الكمون:** يتمثل في إرسال تيار كهربائي ذو شدة معينة للليف العصبي لإلغاء الكمون الطبيعي وتوليد كمون اصطناعي مفروض.
- **جهاز راسم الاهتزاز المهبطي:** تمر حزمة من الإلكترونات عبر صفيحتين أفقيتين متصلتين بمسريي استقبال وتسقط على شاشة مفلورة. تأخذ الصفيحتين الأفقيتين شحنة المسريين وتحدد اتجاه انحراف الإلكترونات مسجلة منحني على الشاشة.

## 3- كمون الراحة

- **الاستقطاب:** الليف العصبي في حالة الراحة مستقطب، أي يوجد فرق في الكمون على جانبي غشائه (يقدر بحوالي - 70 ميلي فولط).
- **مصدر كمون الراحة:** ثبات التوزيع غير المتساوي لشوارد  $Na^+$  و  $K^+$  على جانبي الغشاء، حيث تركيز  $K^+$  داخل الليف أكبر من  $Na^+$  والعكس خارجه. نتيجة هذا التوزيع غير المتساوي للشوارد، يصبح خارج الليف أكثر كهروجابية (موجب الشحنة +) وداخله أكثر كهروسلبية (سالبة الشحنة -) وهو ما يخلق فرق الاستقطاب الطبيعي (كمون الراحة).
- **ثبات كمون الراحة:** يؤمن ثبات كمون الراحة قنوات التسرب الخاصة بـ  $Na^+$  و  $K^+$  ومضخة  $(Na^+/K^+)$ . قنوات التسرب مفتوحة باستمرار وتنقل الشوارد حسب تدرج التركيز (انتشار) حيث ناقلية شوارد  $K^+$  أكبر من  $Na^+$  لأن قنوات التسرب لـ  $K^+$  أكبر في وحدة المساحة. تحافظ المضخة على ثبات كمون الراحة كما يلي: تدخل  $2K^+$  وتخرج  $3Na^+$  في نفس الوقت وتستمد الطاقة من إمارة الـ ATP (نقل فعال).

## 4- كمون العمل

- **مصدر كمون العمل:** تغيرات سريعة للنفاذية الغشائية مسببة تدفق شوارد  $Na^+$  و  $K^+$  على جانبي غشاء العصبون.
- **تفسير منحني كمون العمل**
  - **الاستقطاب:** يفسر بعدم وصول موجة زوال الاستقطاب حيث نسجل كمون راحة قدره 70 ميلي فولط.
  - **زوال الاستقطاب:** يفسر بتدفق شوارد داخلي لشوارد  $Na^+$  نتيجة انفتاح قنوات  $Na^+$  المرتبطة بالفولطية.
  - **عودة الاستقطاب:** يفسر بتدفق خارجي لشوارد  $K^+$  نتيجة انفتاح قنوات  $K^+$  المرتبطة بالفولطية.
  - **فرط الاستقطاب:** يفسر بتأخر انغلاق القنوات المرتبطة بالفولطية لـ  $K^+$  واستمرار خروج شوارد  $K^+$ .
  - **عودة الاستقطاب:** يفسر بعودة التراكيز الطبيعية لشوارد  $Na^+$  و  $K^+$  بتدخل مضخة  $K^+/Na^+$ .
- **شرط تولد كمون العمل:** أن يكون التنبيه يساوي أو أكبر من العتبة.
- **عتبة التنبيه:** هي انفتاح عدد معين من القنوات الفولطية كاف لتوليد كمون عمل.

## 5- النقل المشبكي

- **آلية النقل المشبكي**
  - تصل موجة زوال الاستقطاب (كمونات العمل) إلى الزر المشبكي فتنتفتح القنوات الفولطية الخاصة بشوارد  $Ca^{++}$ .
  - تدخل هذه الشوارد في العصبون قبل مشبكي وتحرض طرح المبلغ العصبي الأستيل كولين (ACh) في الشق المشبكي عن طريق الاطراح الخلوي.
  - ينتبذ الأستيل كولين على المستقبلات الكيميائية الخاصة به في الغشاء بعد المشبكي مسببة انفتاحها ودخول شوارد  $Na^+$ .
  - التدفق الداخلي لـ  $Na^+$  يولد موجة زوال استقطاب في الغشاء بعد مشبكي.
  - يفقد المبلغ العصبي نشاطه (فعاليته) نتيجة إمارة بواسطة الانزيم أستيل كولين أستراز فتتغلق قنوات  $Na^+$  المرتبطة بالكيمياء ويعود الغشاء بعد المشبكي لحالة الراحة.
- **ملاحظة:** يمكن أن يعطى في تمرين مبلغ عصبي آخر غير الـ ACh والـ GABA ولكن سيكون لهما تأثير أحد المبلغين السابقين فقط. أي كل المبلغات العصبية إما تنبه أو تثبط العصبون بعد مشبكي.

## ● مقارنة بين المشبك المنبه والمشبك المثبط

## مشبك مثبط SI

## مشبك منبه SE

يحرر في الشق المشبكي المبلغ العصبي الـ <b>GABA</b>	يحرر في الشق المشبكي المبلغ العصبي الـ <b>الاستيل كولين</b>
تتفتح قنوات كيميائية خاصة بشوارد الكلور <b>Cl<sup>-</sup></b>	تتفتح قنوات كيميائية خاصة بشوارد الصوديوم <b>Na<sup>+</sup></b>
ينتج عن التدفق الداخلي لهذه الشوارد فرط في استقطاب الغشاء بعد مشبكي يسمى كمن بعد مشبكي تثبيطي (PPSI)	ينتج عن التدفق الداخلي لهذه الشوارد زوال في استقطاب في الغشاء بعد مشبكي يسمى كمن بعد مشبكي تنبيهي (PPSE)
يثبط الخلية بعد مشبكية	ينتشر في الخلية بعد مشبكية إذا كان يساوي أو يفوق العتبة (ينشطها)

- **السيالة العصبية مشفرة بتركيز المبلغ العصبي:** يرتبط تركيز المبلغ العصبي في الشق المشبكي بتواتر كمونات العمل القبل مشبكية، والذي بدوره يحدد سعة الكمن العمل بعد مشبكي PPS.

## 6- الإدماج العصبي

## ● مقارنة بين التجميعين الزمني والفضائي

- **تجميع فضائي:** دمج عدة كمونات قبل مشبكية (إثتان على الأقل): أولاً تصل من نهايات عصبية مختلفة، ثانياً: تصل في نفس الوقت.
- **تجميع زمني:** دمج عدة كمونات قبل مشبكية: أولاً تصل من نفس النهاية العصبية، ثانياً: متقاربة زمنياً (تفصل بينها مدة زمنية قصيرة جداً).
- **الكمن الناتج عن الإدماج العصبي في المحور الأسطواني:** بعد تولد الكمونات بعد المشبكية التنبيهية (PPSE) والتنشيطية (PPSI) في الغشاء بعد مشبكي (في الجسم الخلوي) تصل جميعها إلى منطقة التجميع (منطقة ارتباط المحور الأسطواني بالجسم الخلوي). والكمن الناتج في المحور الأسطواني (كمن راحة أو كمن عمل) يتوقف على محصلة مجموع هذه الكمونات الواردة. إذا كانت المحصلة تساوي أو تفوق العتبة فإنه يتولد كمن عمل ينتشر في المحور الأسطواني. وإذا كانت المحصلة أقل من العتبة أو فرط استقطاب فإنه ينتج كمن راحة في المحور الأسطواني.

## 7- تأثير المخدرات

- **المادة P والانكيفالين:** مبلغان عصبيان تفرزهما النهايات العصبية في مشابك خاصة (في القرن الخلفي للنخاع الشوكي) وتتولد عنهما كمونات عمل في العصبون بعد مشبكي. لهاتين المادتين تأثير متضاد حيث المادة P مسؤولة عن الإحساس بالألم أما الانكيفالين فهي مزيلة للألم.
- **آلية عمل المادة P والانكيفالين:** بعد الإصابة أو تنبيه العصبون الحسي، فإنه ينشط ويحرر المادة P في الشق المشبكي فتولد سيالة عصبية بعد مشبكية تنتقل إلى المخ يترجمها إلى إحساس بالألم. بعد الإحساس بالألم، يرسل المخ سيالة عصبية تنشط عصبوناً يفرز الانكيفالين التي تثبط العصبون السابق الذي يطرح المادة P وبالتالي تمنع تولد الإحساس بالألم.
- **المورفين:** مادة طبية (مخدر) تستعمل بكمية محددة بدقة لتخفيف الإحساس بالألم (لها نفس تأثير الانكيفالين).
- **كيفية تأثير المورفين:** للمورفين بنية فراغية مشابهة للأنكيفالين، عند حقنها تثبت على المستقبلات الغشائية الخاصة بالأنكيفالين وتمنع نقل السيالة العصبية إلى المخ (السيالة العصبية التي تترجم إلى إحساس بالألم) فيفقد الإحساس بالألم.
- **تأثيرات أخرى للمخدرات:** تشترك المخدرات في أنها تؤثر على مستوى المشابك وتخل بالنقل المشبكي.
- قد تشغل المستقبلات الخاصة بالمبلغ العصبي الطبيعي مسببة إعاقة عمله. مثل الكورار الذي يمنع تثبت الاستيل كولين.
- قد تمنع إعادة امتصاص الوسيط الكيميائي مثل الكوكابين.
- قد تحفز تحرير الوسيط الكيميائي.
- قد تعطل نشاط انزيمات تفكيك الوسيط الكيميائي الطبيعي مثل الكحول.

## الخلاصة

## دور البروتينات في الاتصال العصبي

- **الحفاظ على استقطاب العصبون:** تعمل مضخة **K<sup>+</sup>** و **Na<sup>+</sup>** وقنوات التسرب الخاصة بالـ **Na<sup>+</sup>** و الـ **K<sup>+</sup>** ذات الطبيعة البروتينية على إحداث فرق في تدرج تركيز **K<sup>+</sup>** و **Na<sup>+</sup>** على جانبي الغشاء الهولي وتولد كمن الراحة.
- **توليد وانتشار كمن العمل:** ينتج كمن العمل عن انفتاح القنوات الفولطية لشوارد **Na<sup>+</sup>** و الـ **K<sup>+</sup>** ذات الطبيعة البروتينية في الغشاء القبل مشبكي وينتشر نتيجة توزع هذه القنوات على طول الليف العصبي.
- **النقل المشبكي:** على مستوى المشبك، تتدخل القنوات الفولطية البروتينية لشوارد **Ca<sup>++</sup>** في تحرير المبلغ العصبي في الشق المشبكي، والذي يؤثر على الغشاء البعد مشبكي عن طريق مستقبلات نوعية ذات طبيعة بروتينية.