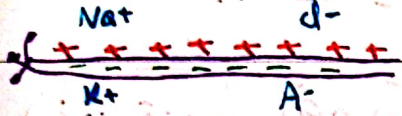
* الدرس الخامس * الظواهر الكهربائية في الخلايا الحية

كمون الراحة: هو الفرق في الكمون أثناء الراحة بين السطح الخارجي لليف ذو الشحنة الموجبة والسطح الداخلي لليف ذو الشحنة السالبة، قيمته (-70 M.V)



① ما نوع الشحنة داخل العصبون وخارجه؟
سالبة — موجبة

② ما مقدار فرق الكمون بين داخل العصبون وخارجه؟ ميلي فولط -70

③ أي من شاردتي الصوديوم والبوتاسيوم أكثر نفاذية عبر الغشاء ولماذا؟
البوتاسيوم أكثر نفاذية لأن عدد أقنية التسرب البروتينية له أكثر عددا

④ أحدد جهة انتقال شاردتي الصوديوم والبوتاسيوم عبر قنوات التسرب البروتينية ولماذا؟
أ- الصوديوم: نحو داخل الليف، لأن تركيزه خارج الليف أعلى منه في الداخل
ب- البوتاسيوم: نحو خارج الليف، لأن تركيزه في الداخل أعلى منه في الخارج

قنوات التسرب البروتينية: قنوات بروتينية توجد في غشاء الليف تكون مفتوحة باستمرار وتحدد حركة الشوارد عبرها حسب تدرج التراكيز

⑤ ما تركيز الشوارد على السطح الداخلي والخارجي للعصبون
① الشرسبات والبوتاسيوم في الداخل أعلى منه في الخارج
② الصوديوم والكلور في الخارج أعلى منه في الداخل

⑥ كيف تقوم مضخة صوديوم والبوتاسيوم بعملها عبر الغشاء:
تنقل كل مضخة ثلاث شوارد صوديوم نحو الخارج مقابل استعادة شاردتي بوتاسيوم نحو الداخل بصرف طاقة بعملية النقل فعّال

Scanned by CamScanner

(فسر) يعد غشاء الليف مستقطباً كهربائياً أثناء الراحة:

لأنه يفصل بين نوعين من الشحنات موجبة بالخارج وسالبة بالداخل

* العوامل التي تسهم في جعل غشاء الليف مستقطباً أثناء الراحة *

1. النفاذية الاصطفائية العالية لغشاء الليف لشوارد البوتاسيوم وقلة النفاذية لشوارد الصوديوم **(فسر)** لأن عدد قنوات التسرب البروتينية الخاصة بشوارد البوتاسيوم بالغشاء يزيد عن عدد القنوات الخاصة بشوارد الصوديوم مما يسمح بخروج شوارد البوتاسيوم بنسبة أكبر من دخول شوارد صوديوم

2. وجود مواد عضوية كبيرة الحجم مشحونة بشحنة سالبة (A^-) داخل الليف لا تستطيع النفاذ عبر الغشاء **(فسر)** شوارد الشحنات العضوية لا تنفذ للسطح الخارجي: لأنها كبيرة الحجم

3. مضخة الصوديوم والبوتاسيوم: موجودة في غشاء. تنقل كل مضخة ثلاث شوارد صوديوم نحو الخارج مقابل إدخال شاردتي بوتاسيوم بصرف طاقة

ما سبب ظاهرة كمون الراحة؟ وجود فروق تراكيز الشاردية على جانبي غشاء الليف لشوارد (Na^+ ، K^+ ، A^- ، …)

(اختر) الشاردة الأكثر تأثيراً في نشوء كمون راحة (شاردة بوتاسيوم)

الشاردة الأكثر تأثيراً في نشوء كمون عمل (شاردة صوديوم)

Scanned by CamScanner

جهد الفعل: لا تكمن قدرة الخلايا العصبية على تشكيل جهد الراحة والحفاظ عليه فقط، وإنما إحداث الاضطراب المفاجئ والمؤقت لجهد راحة استجابة للمنبهات

عند إحداث تنبيه حالات توضيحاً من الشيفون:

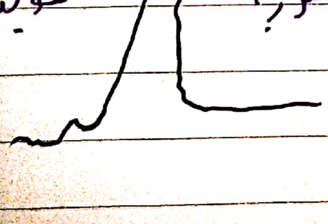
قل حد عتبة التنبيه — ما هي جهد الفعل

① حد العتبة في الألياف عصبية ثخينة 65 - ميلي فولت
② حد العتبة في الألياف عصبية صغيرة القطر 55 - ميلي فولت تقريباً
• فسر يبقى العصبون في حالة الراحة رغم وصول المنبهات عدة إليه؟
لأنها تكون غير قادرة على إيصال جهد الفعل كحد العتبة
• فسر/ تكون قابلية التنبه في الألياف الثخينة أكبر منها في الألياف صغيرة!
لأن قيمة حد العتبة في الألياف عصبية ثخينة تكون 65 - ميلي فولت أما في الألياف صغيرة القطر 55 - ميلي فولت.

Na^+ Na^+ Cl^-

• ماذا ينتج/ تنبيه الليف العصبي بشدة كافية؟
① زوال جزئي للاستقطاب بسبب دخول شوارد Na^+ صوديوم إلى داخل الليف بكميات قليلة جداً في البدء ② وهكذا يزول الاستقطاب تدريجياً للوصول إلى حد العتبة اللازمة لإطلاق جهد الفعل.

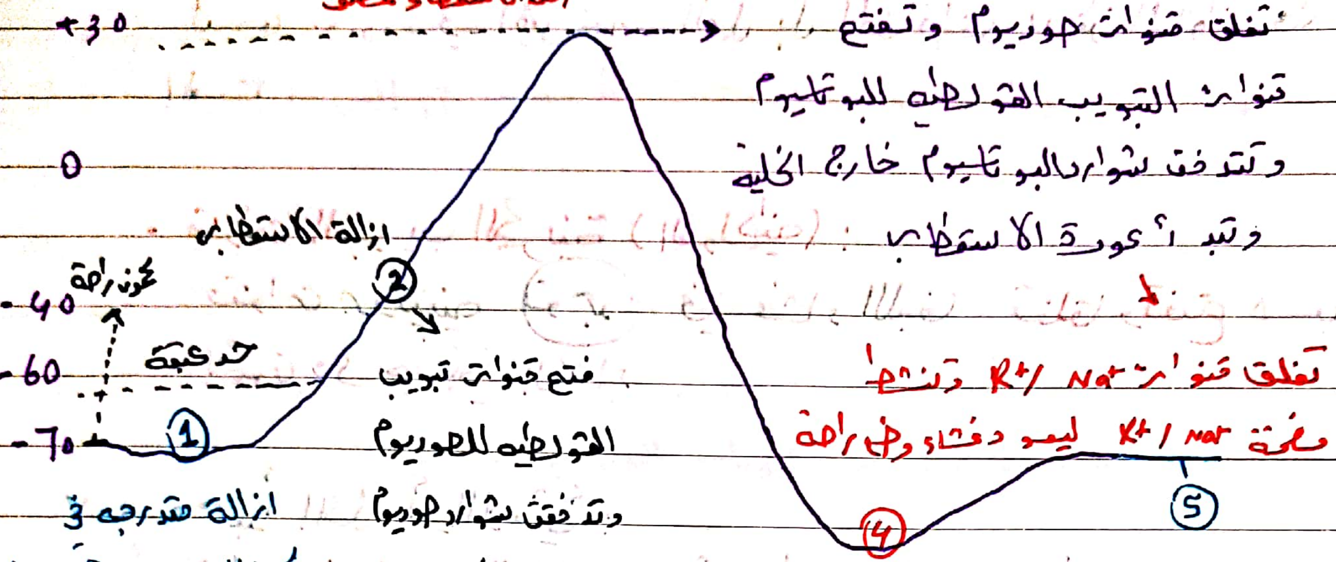
• إذا كانت شدة المنبه لا تكفي للوصول إلى حد العتبة لا ينشأ جهد عمل



• كيف يقاس جهد الفعل؟ وكيف يظهر على شاشة راسم الاهتزاز؟
وضع أحد مسري راسم الاهتزاز المهبطي على السطح الخارجي لليف والآخر على السطح الداخلي ونستخدم منبه كهربائي

• مجموعة من التبدلات بالجهد على شكل موجة ذو نفض وحيدة وهو (الشوكة الكمونية)

• لديك الشكل المجاور للسيالة الكهربائية



① • ما التبدلات في استقطاب الغشاء بدءاً من لحظة الوصول إلى حد العتبة:

١- حد عتبة ٢- إزالة الاستقطاب ٣- عودة الاستقطاب ٤- فرط الاستقطاب

٥- وضع راحة

② ما قنوات التبويب الفولطية التي تفتح في:

Ⓐ - مرحلة إزالة الاستقطاب: ⟸ تفتح قنوات شوارد صوديوم

Ⓑ - مرحلة عودة الاستقطاب: ⟸ تفتح قنوات شوارد البوتاسيوم

③ في أي مرحلة تنشط مضخة Na+/K+ ؟ في مرحلة فرط الاستقطاب

④ لا تستجيب الخلية العصبية للمنبهات في زمن الاستعصاء المطلق وتستجيب للمنبهات القوية في زمن الاستعصاء النسبي (فسّر)

في زمن الاستعصاء المطلق عدم فتح قنوات الصوديوم من جديد إلا بعد العودة لوضع راحة

أما في زمن الاستعصاء النسبي بقاء قنوات Na+ مغلقة وفرط الاستقطاب ناتج بسبب استمرار تدفق شوارد البوتاسيوم إلى خارج الخلية بكمية كبيرة مما يجعل الليف عصبي يحتاج منبه قوي

الموضوع : ....

• مضخات صوديوم والبوتاسيوم (وظيفته)

ليس لها دور في تغير جهد العمل بل الحفاظ على تركيز الشوارد على جانبي الغشاء

• قنوات التبويب الجهدية (الفولطية):

قنوات بروتينية (توجد) في غشاء الليف تغلق وتفتح حسب فرق الجهود على جانبي الغشاء

٧- • مبدأ الكل أو اللاشيء:

المنبه في عتبته الدنيا يسبب أقصى استجابة يستطيعها الليف الواحد ولا تزداد شدة الاستجابة بزيادة شدة المنبه فوق تلك العتبة (سبب)
بسبب كون الاستجابة تعتمد على الطاقة المختزنة في الليف لا على طاقة المنبه

فسر / ينطبق مبدأ الكل أو اللاشيء على الليف العصبي ولا ينطبق على الأعصاب:
لأن زيادة شدة المنبه تؤدي لزيادة عدد الألياف العصبية المتنبهة منه مما يؤدي لازدياد شدة الاستجابة

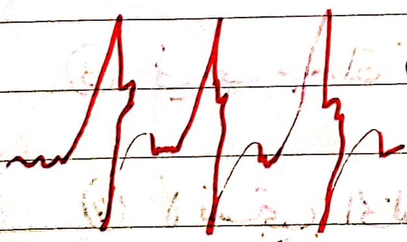
• جهد العمل الثنائي الطور

• كيف يقاس وما استخداماته الطبية:

يقاس بوضع مسري راسم الاهتزاز المهبطي في نقطتين متباعدتين على السطح الخارجي لليف المنبه

الموجة الأولى: تمثل حالة إزالة الاستقطاب لغشاء الليف

الموجة الثانية: إعادة الاستقطاب



الاستخدامات الطبية: التخطيط الكهربائي ← قلب، دماغ، عضلات