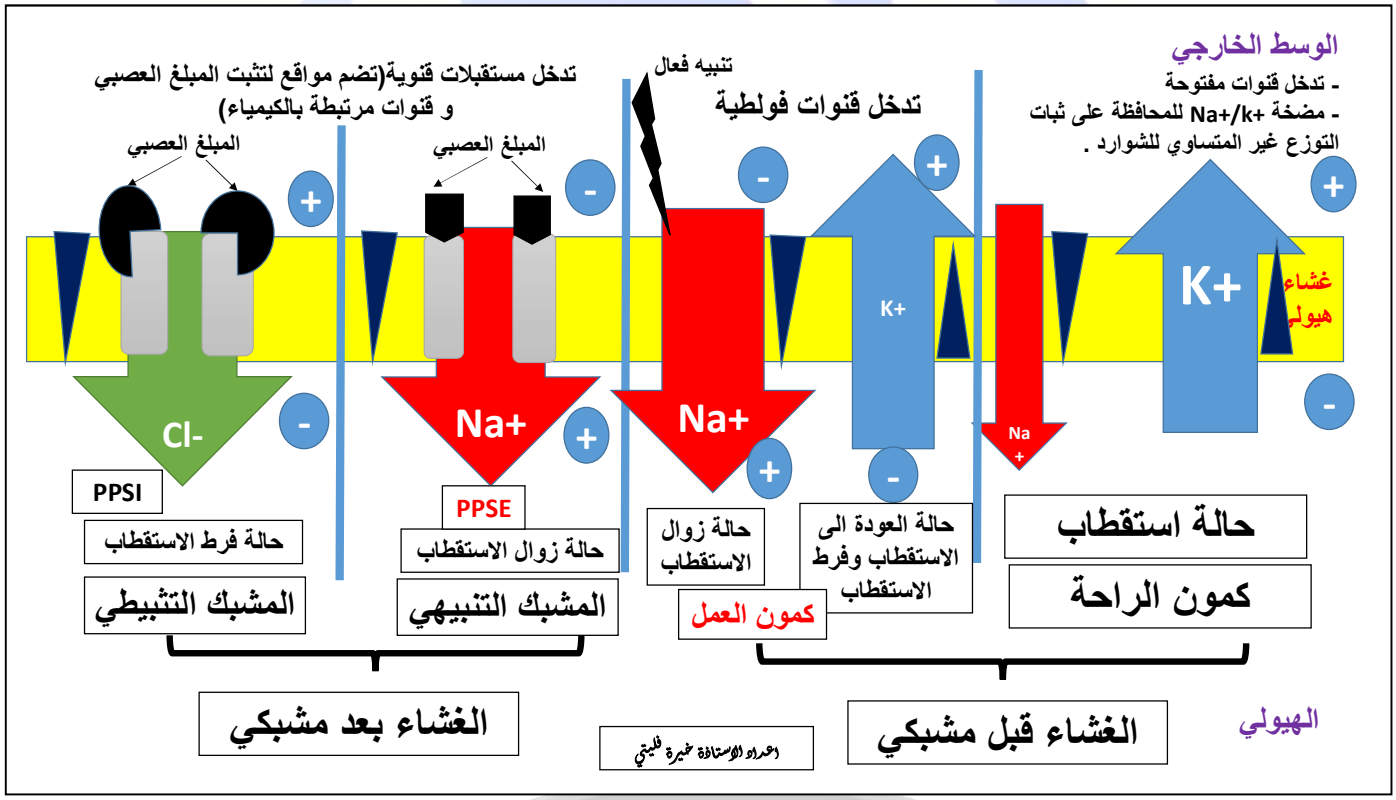
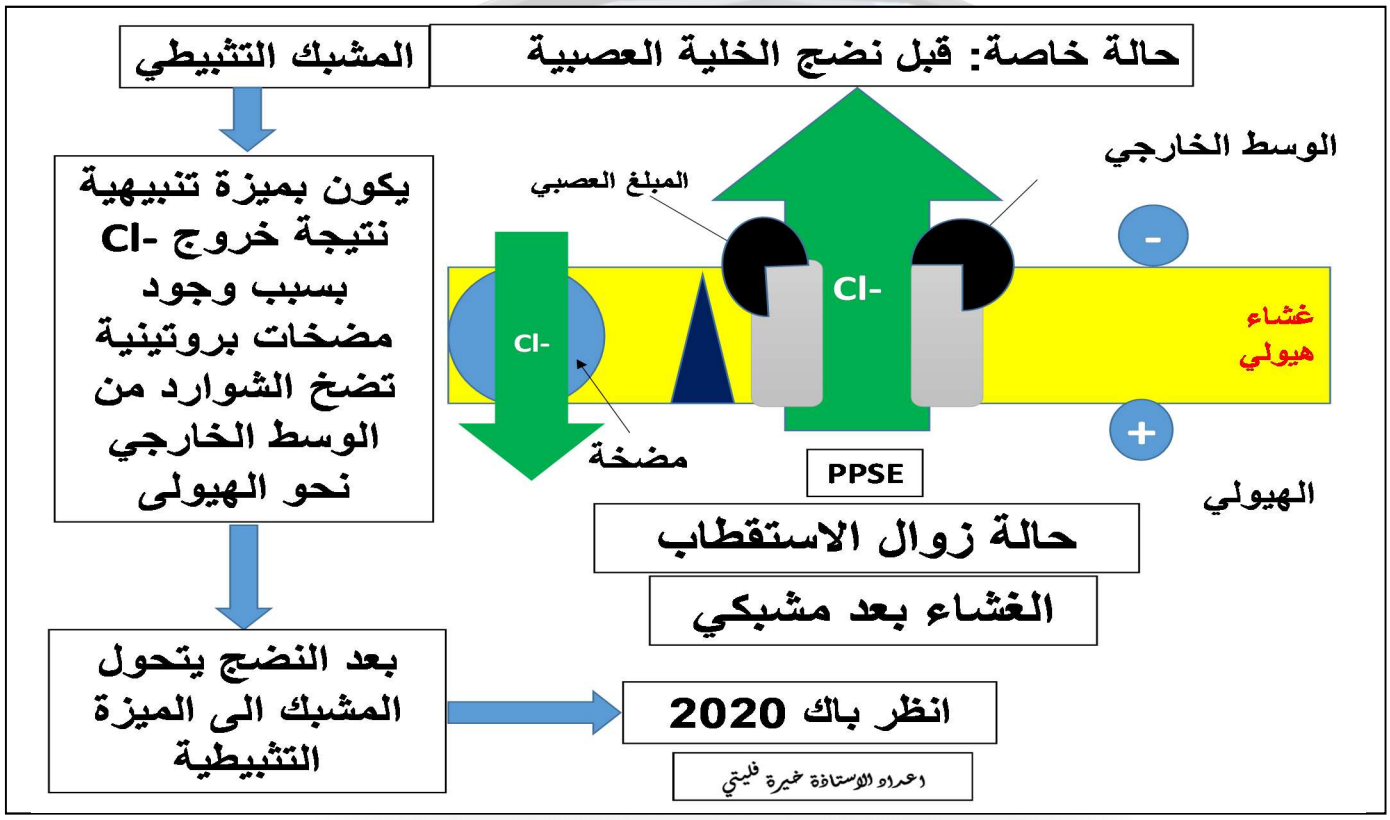
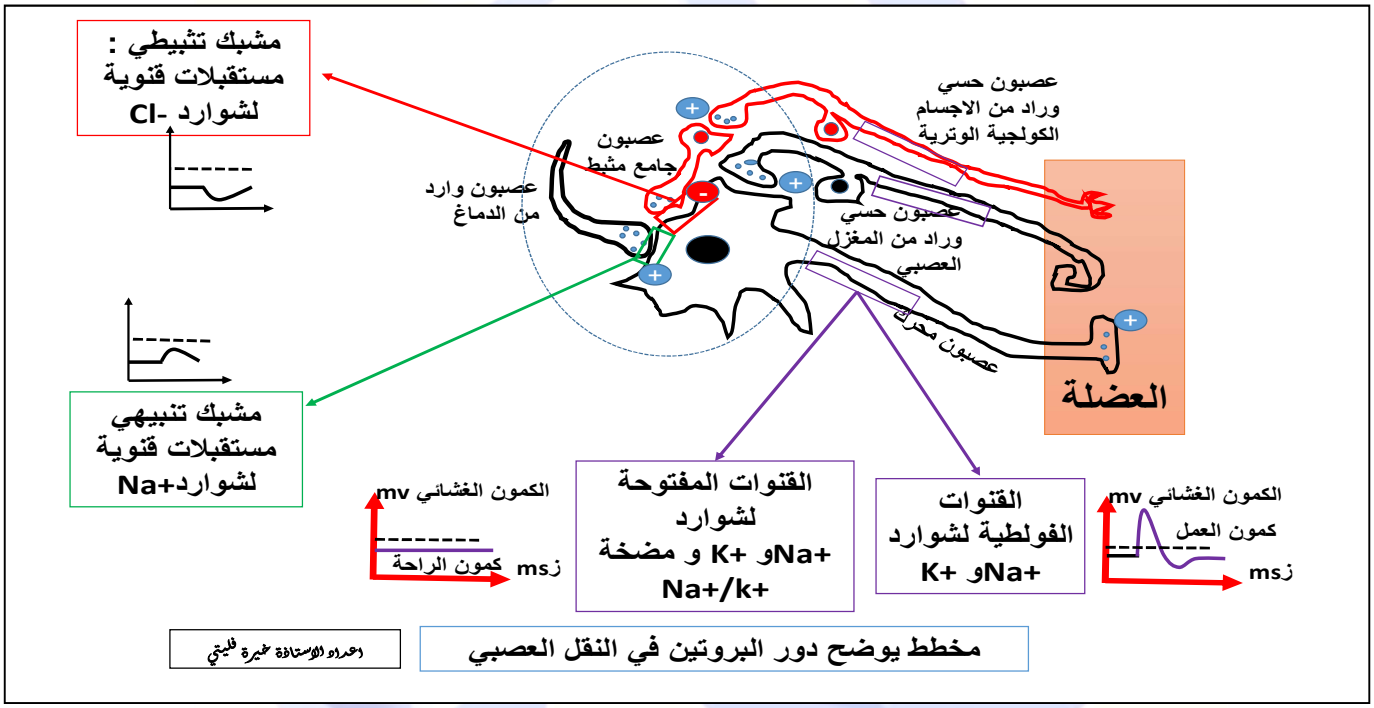
مخططات تلخص أنواع التغيرات في ناقلية الغشاء للشوارد المتسببة في تغير الكمون الغشائي في مستويات مختلفة من غشاء الخلية العصبية:



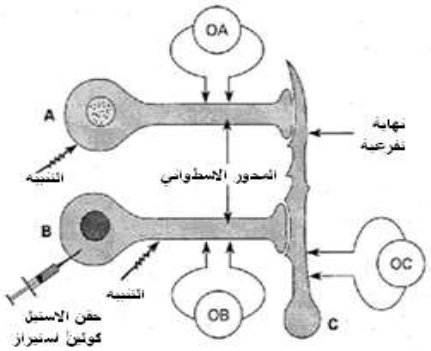




تمرين تطبيقي 01: للتدريب على المناقشة

يتم إجراء سلسلة من التجارب على الخلايا العصبية من العقدة العصبية، حيث ترتبط الخلايا العصبية Aو B بواسطة مشابك مع الخلية العصبية C. ، يمكن إجراء التنبيه بشكل منفصل أو متزامن على الخلايا العصبية Aو B، كما يمكن حقن مواد كيميائية نريد دراسة تأثيرها. تُستخدم ثلاثة أجهزة قياس لتسجيل النشاط الكهربائي للخلايا العصبية الثلاث.

- تمثل الوثيقة التركيب التجريبي؛ وجدول النتائج التجريبية التي تم إجراؤها.



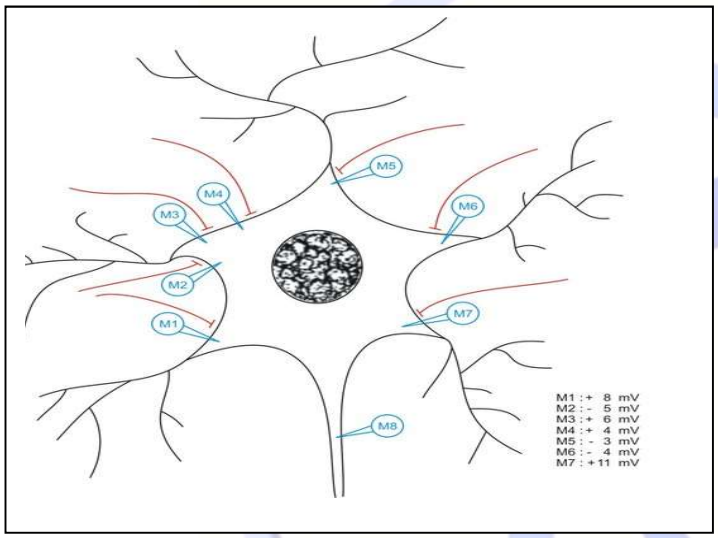
	تنبيه A	تنبيه B	تنبيهB بعد حقن انزيم الاستيل كولين استيراز
الاستجابة في A	نعم	لا	لا
الاستجابة في B	لا	نعم	نعم
الاستجابة في C	نعم	نعم	لا

- بعد تحليل هذه التجربة توصل زميلك إلى الاستنتاجات الثلاثة التالية:

1/ تنتقل الرسالة العصبية من Bإلى Cثم من Cإلى A. 2/ يحتوي الزر المشبكي للخلية العصبية Bعلى أستيل كولين. 3/ العصبون Cهو عصبون مثبط.

- **ناقش مدى صحة هذه الاستنتاجات؟**

تمرين تطبيقي 02: لمراجعة الادماج العصبي



تتميز الخلايا العصبية التالية بالخصائص الفيزيولوجية الكهربائية المتمثلة في وجود كمون راحة يبلغ –68 مللي فولت عتبة زوال استقطاب تبلغ –56 مللي فولط. يتم تسجيل الإشارات التي يتلقاها في سبع مشابك عصبية بعد تفريغ محتوى كل نهاية قبل مشبكية وذلك باستخدام أقطاب كهربائية دقيقة.

1–حدّد نوع كل من المشبك M1 و M2 ، ثمّ مثل التسجيلين الموافقين

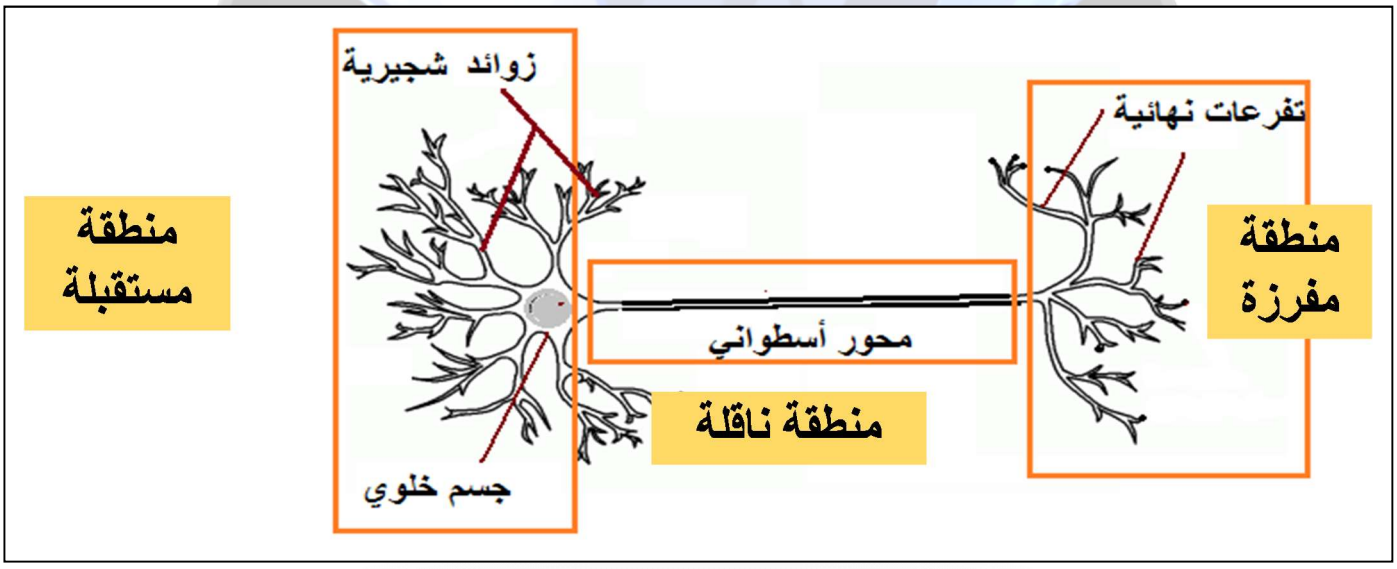
2–في حالة تنبيه النهايات السبعة في آن واحد ما هو التسجيل المتوقع الحصول عليه في M8

3–نفس السؤال في حالة عدم تنبيه M7 .

4–وضح في نص علمي كيف يعمل العصبون بعد مشبكي على معالجة المعلومات التي ترد اليه.

تمرين03: يلخص وحدة النقل العصبي

يعتبر العصبون الوحدة الوظيفية في النسيج العصبي حيث يستقبل، ينقل ويرسل المعلومات العصبية المشفّرة كهربائيا وكيميائيا. ولا يتم ذلك الا بتدخل جزيئات ذات طبيعة بروتينية متنوعة بنيويا ووظيفيا تسمح بتبادل الشوارد مع الوسط.



1- حدّد مختلف الجزيئات البروتينية التي تساهم في نقل المعلومة العصبية على مستوى المناطق الثلاثة الموضحة في الوثيقة.

2- وضح في نص علمي العلاقة بين المستوى الجزيئي، الشاردي والكهربائي ما يضمن توليد الرسالة العصبية على مستوى المنطقة المستقبلة وصولا الى المنطقة المفرزة.

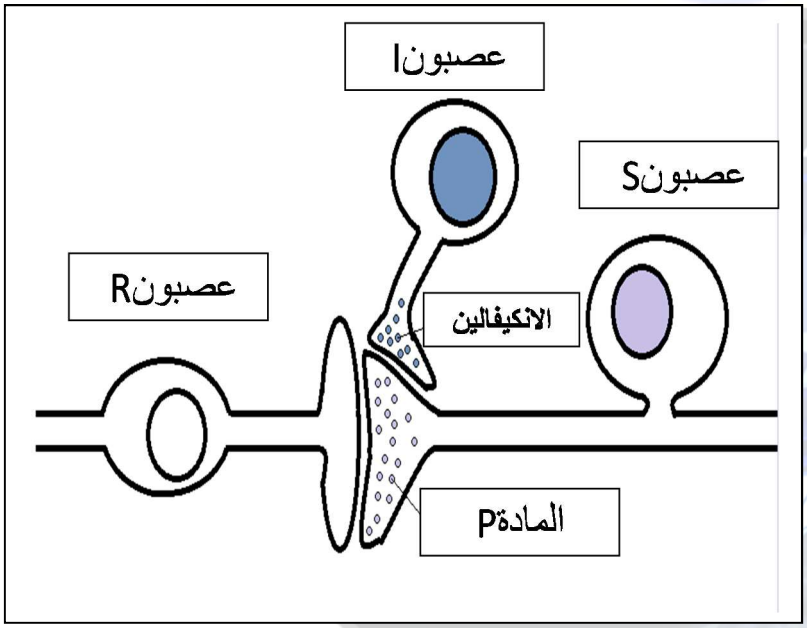
تمرين 04 يلخص درس تأثير المخدرات على عمل المشابك

الاحساسات الواعية هي نشاطات عصبية تتكون على مستوى ساحات مختلفة من القشرة المخية ولتحديد دور الجهاز العصبي في التحكم في بعض حالات الإحساس نجري الدراسة التالية:

تمكن هوكفلت ومعاونوه باستعمال تقنية التألق المناعي، على مستوى القرن الظهري للنخاع الشوكي من تحديد مادتين كيميائيتين، المادة P والانكيفالين، وفقًا للوثيقة: فإن ال مادة P موجودة في حويصلات نهايات الخلايا العصبية الحسية S حيث يؤدي التنبيه القوي للخلايا العصبية S إلى إحساس بالألم مرتبط بانخفاض في عدد هذه الحويصلات وظهور كمونات عمل في اتجاه الدماغ. وبمجرد إطلاقها، يتم إبطال مفعول المادة P بسرعة.

في نفس المنطقة العصبية الخلايا العصبية البينية، تنتج إنكيفالين.

قبل تنبيه الخلايا العصبية S، يتم تطبيق حقنة دقيقة من إنكيفالين في هذه المنطقة، فنلاحظ بعد التنبيه عدم انخفاض عدد حويصلات المادة P.



1- تعرّف على أنواع المشابك الموضحة في الوثيقة والدور الفزيولوجي للمادتين P والانكيفالين؟

2- احدى هذه المواد تسمى "المورفين الطبيعي".
اعتمادا على مكتسباتك اشرح في نص علمي كيفية تدخل هذه المواد " المادة P، الانكيفالين والمورفين " في نقل المعلومة العصبية.

باك 2015

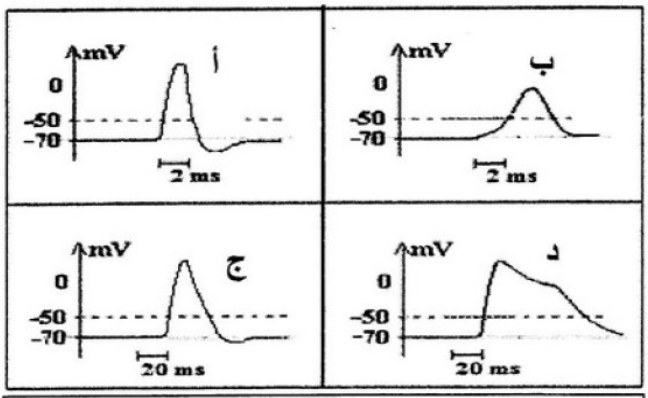
التمرين الثاني: (6 نقاط)

تساهم العصبونات، بتدخل بروتيناتها الغشائية، في استقبال وإرسال الإشارات الكهروكيميائية التي تضمن وظائف الاتصال والتنظيم في العضوية.

I- أُجْرِيتْ سلسلة تجارب تعتمد على تسجيل استجابة المحور الأسطواني لليف عصبي لحيوان مائي إثر تنبيه فعال.
تمثل الوثيقة 1 (أ) الشروط التجريبية، بينما توضّح الوثيقة 1 (ب) النتائج المتحصل عليها:

التجربة	الشروط التجريبية
أ	الوسط خارج خلوي عادي
ب	الوسط خارج خلوي يحتوي على شوارد صوديوم Na^+ بتركيز 50%
ج	الوسط خارج خلوي يحتوي على إنزيم البروناز (pronase) الذي يثبط انغلاق قنوات Na^+
د	الوسط خارج خلوي يحتوي على مادة TEA (Tétra Ethyl Ammonium) التي تمنع انفتاح قنوات البوتاسيوم K^+

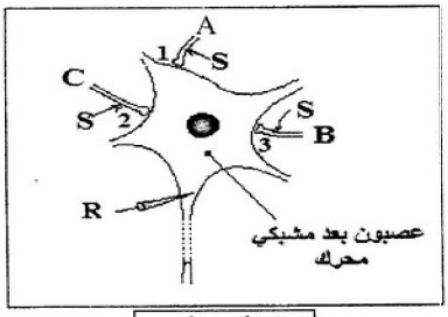
الوثيقة 1 (أ)



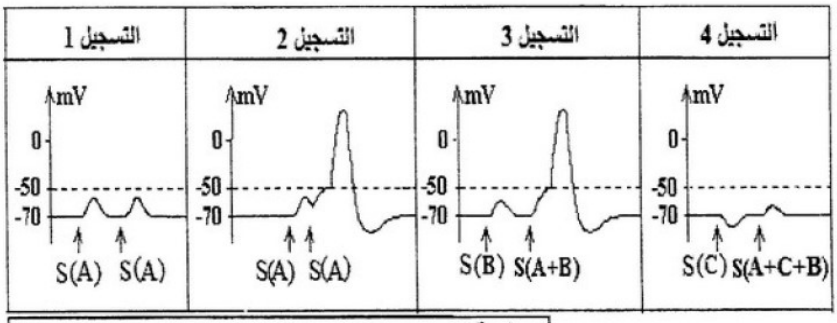
الوثيقة 1 (ب)

1- أعد رسم المنحنى(أ) مبرزا على أجزائه عدد وحالة القنوات الغشائية المتأثرة بتغير الكمون الغشائي(انفتاح أو انغلاق).
2- ما هي المعلومات التي يمكن استخراجها من تحليلك للمنحنيات (ب ، ج ، د) في الوثيقة 1(ب) ؟
3- مَثّلْ التسجيل الذي تتوقع الحصول عليه باستعمال [البروناز + مادة TEA] معا. علّل إجابتك.

II- تمثل الوثيقة 2 (أ) جسما خلويا لعصبون بعد مشبكي محرك يستقبل تأثيرات من النهايات العصبية قبل مشبكية (C،B،A). أُحدثت تنبيهات منفردة أو مجتمعة على النهايات العصبية (C،B،A) وسُجلت الاستجابة على العصبون المحرك. المعطيات والنتائج موضحة في الوثيقة 2 (ب).[شدة التنبيهات على النهايات العصبية (C،B،A) ثابتة ويرمز لها بـ (S) . يُعبّر السهم عن لحظة إحداث التنبيه، العصبونات المُنَبَّهَة مُشارٌ إليها ضمن قوسين].



الوثيقة 2 (أ)



الوثيقة 2 (ب): التسجيلات عن طريق المستقبل R

1- فَسر التسجيلات المبيّنة في الوثيقة 2 (ب).
2- استنتج أثر كل من العصبونات (C،B،A) على العصبون المحرك.

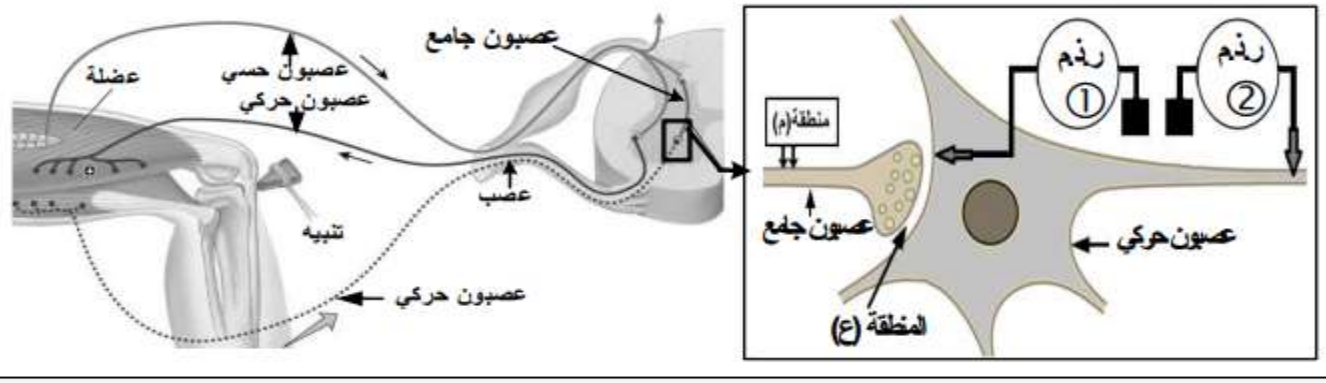
III- ارسم التسجيلات التي تتوقع الحصول عليها بإعادة نفس التنبيهات بعد حقن الأستيل كولين إستيراز في المشابك (1، 2، 3). (المشبكان 1 و 3 يعملان بالأستيل كولين والمشبك 2 يعمل بالـ GABA)

باك 2016

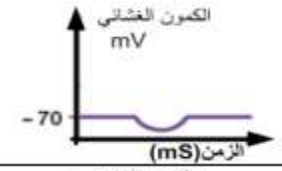
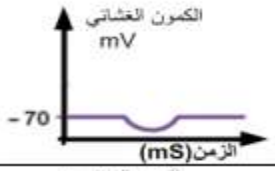
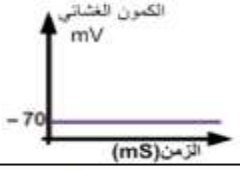
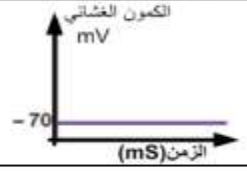
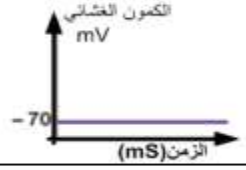
التمرين الثالث: (07 نقاط)

يتطلب التنسيق على مستوى العضوية تثبيط الرسالة العصبية عند أنواع من المشابك بتدخل مبلغات عصبية طبيعية، لكن الاستعمال المُفرط لبعض المواد الكيميائية يؤدي إلى اختلال عمل هذه المشابك.

I- يبيّن الشكل (أ) من الوثيقة (1) رسما تخطيطيا للعصبونات المتدخلة أثناء المنعكس العضلي وتفاصيل الجزء المؤطر للمشبك بين العصبون الجامع والعصبون الحركي، الذي أُجريت عليه سلسلة تجارب شروطها ونتائجها ممثلة في الشكل (ب) للوثيقة (1).



الشكل (أ)

الشروط / النتائج	تنبيه فعال في المنطقة (م)	حقن كمية كافية من الأستيل كولين (Ach) في المنطقة (ع)	حقن كمية كافية من GABA في المنطقة (ع)
التسجيل على مستوى راسم ذبذبات مهبطي(ر. ذ. م①)			
التسجيل على مستوى راسم ذبذبات مهبطي(ر. ذ. م②)			

الشكل (ب)

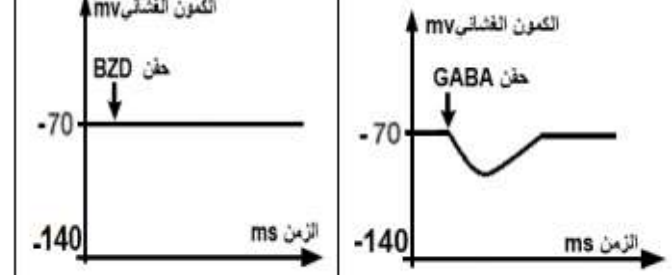
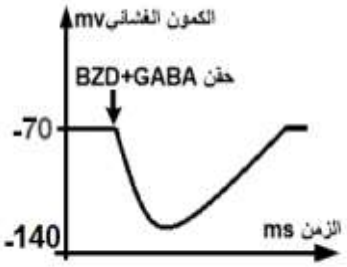
الوثيقة (1)

1-أ- حلّل النتائج الممثلة في الشكل (ب) للوثيقة (1).

ب- ما نوع المشبك بين العصبون الجامع والعصبون الحركي؟

2- اشرح أهمية تدخل هذا المشبك في تنسيق عمل العضلتين المتضادتين خلال المنعكس العضلي.

II–التشنج العضلي حالة مرضية ناتجة عن تقلص عضلي حاد، تستعمل لعلاجها مادة الـ Benzodiazépine (BZD)، ولمعرفة آلية تأثيرها أُجريت على فأر سلسلة تجارب، نتائجها ممثلة في الوثيقة (2) مع العلم أن التسجيلات أُخذت من (ر . ذ. م①) للشكل (أ) من الوثيقة (1).

الشروط / النتائج	المرحلة (1) حقن الـ GABA فقط في المنطقة (ع)	المرحلة (2) حقن الـ BZD فقط في المنطقة (ع)	المرحلة (3) حقن الـ BZD + GABA في المنطقة (ع)
التسجيلات في (ر . ذ. م①)			
عدد القنوات الغشائية المفتوحة	54	00	106

الوثيقة (2)

1– أ– حلّل النتائج الممثلة في الوثيقة (2).

ب– فسّر نتائج المرحلة (1).

2– اقترح فرضية تفسيرية لتأثير مادة Benzodiazépine (BZD).

3– حُقِنت المنطقة (ع) من الشكل (أ) للوثيقة (1) بتراكيز متزايدة من BZD بوجود كمية كافية من GABA وتم قياس النسبة المئوية (%) لتثبيت الـ GABA على القنوات الغشائية والنتائج ممثلة في الجدول التالي:

تركيز BZD المحقونة في المنطقة (ع) (نانومول)	0	5	50	100	200
النسبة المئوية لتثبيت الـGABA (%)	100	110	120	145	145

أ– هل هذه النتائج تؤكد صحة الفرضية المقترحة؟ علّل.

ب– اشرح إذن لماذا تستعمل مادة BZD في معالجة التشنج العضلي.

III – من معارفك ومما استخلصته من هذه الدراسة، بيّن برسم تخطيطي وظيفي على المستوى الجزيئي آلية عمل المشبك بين العصبون الجامع والعصبون الحركي.

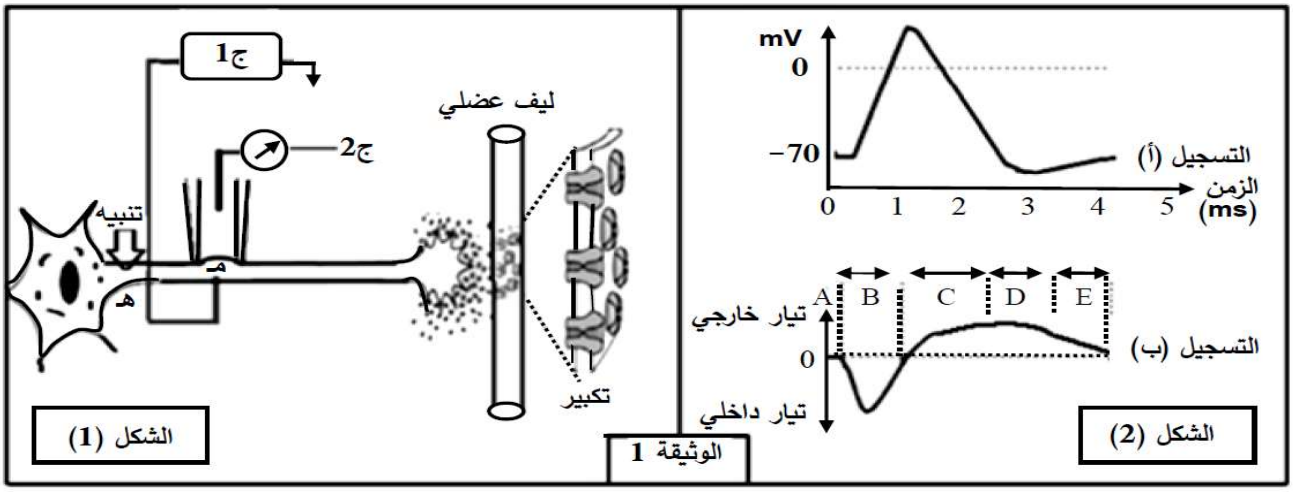
باك 2017

التمرين الثاني: (07 نقاط)

تلعب البروتينات أدوارا مختلفة نتيجة تخصصها الوظيفي.

لإبراز دور بعض البروتينات في الاتصال العصبي نقترح الدراسة التالية:

I– الشكل (1) من الوثيقة 1 يبيّن تركيب تجريبي، أمّا الشكل (2) من نفس الوثيقة فيبيّن التسجيل (أ) منه ما تم الحصول عليه بواسطة الجهاز ج 1 والتسجيل (ب) ما تم الحصول عليه بواسطة الجهاز ج 2 إثر تنبيه فعال.



1– أ) سمّ التسجيلين (أ)، (ب).

ب) حلّل التسجيلين (أ)، (ب) واستنتج العلاقة بينهما.

2) باستعمال نفس التركيب التجريبي السابق وإثر تنبيه فعّال تمّ حساب عدد القنوات المفتوحة في الموضع (م) وفي أزمنة مختلفة، النتائج المحصل عليها ممثلة في جدول الوثيقة 2.

الوثيقة 2

		الزمن بالميلي ثانية										
		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
عدد القنوات المفتوحة في الميكرو متر مربع	قنوات النمط 1	0	5	40	25	5	2	0	0	0	0	0
	قنوات النمط 2	0	0	5	15	20	18	12	8	2	1	0

أ) ترجم نتائج الجدول إلى منحنيين على نفس المعلم.

ب) أوجد العلاقة بين المنحنيين والتسجيلين (أ) و(ب) من الوثيقة 1.

ج) حدّد نمطي القنوات المقصودة في هذه الدراسة ومصدر كل تيار.

II–عند وضع الجهاز ج 2 على قطعة من الجزء المكبّر من الشكل (1) الوثيقة 1 وإحداث عدة تنبيهات متزايدة الشدة في الموضع (هـ) أو حقن كميات متزايدة من الأستيل كولين في الشق المشبكي.

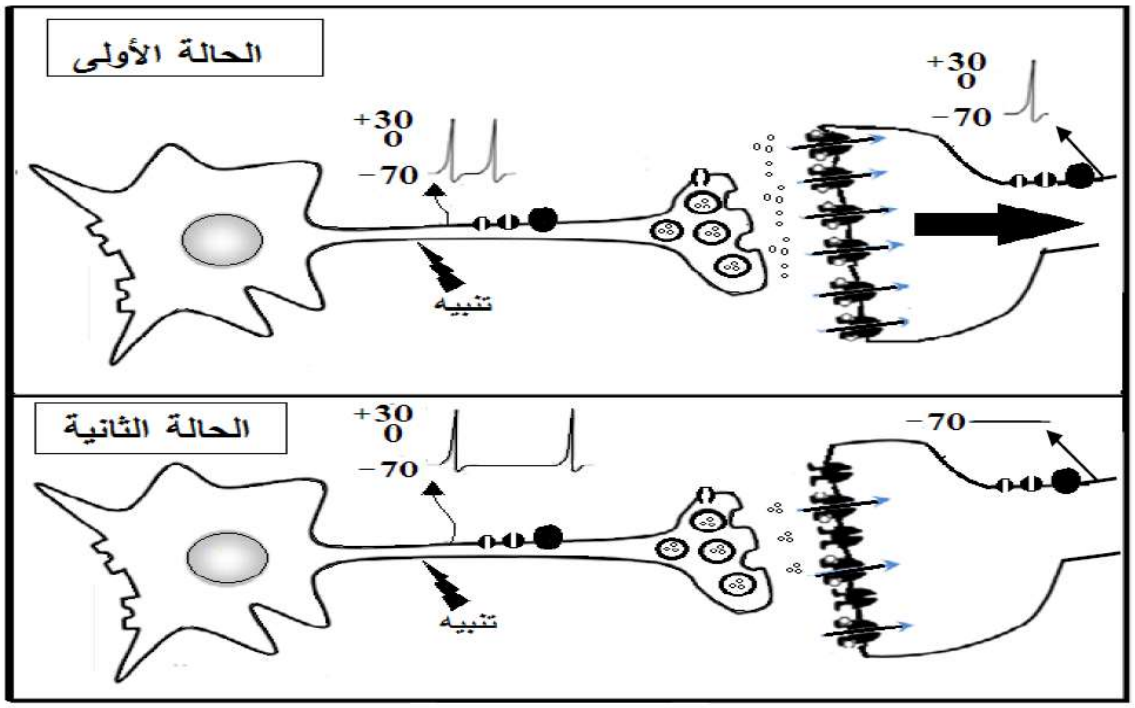
1) مثّل بالرسم النتيجة الممكن الحصول عليها، مبررا إجابتك.

2) وضّح دور البروتينات المدروسة في نقل المعلومة العصبية عند إحداث تنبيه فعّال على مستوى الخلية

باك 2018

التمرين الأول: (05 نقاط)

تتميز أغشية الخلايا العصبية بوجود بروتينات عالية التخصص وللتعرف على هذه البروتينات وتحديد دورها في نقل الرسائل العصبية وآلية دمجها. نقترح الوثيقة التي تمثّل رسما تخطيطيا وظيفيا لانتقال الرسالة العصبية من خلية قبل مشبكية إلى خلية بعد مشبكية.



1) اذكر مختلف البروتينات الغشائية المتدخلة في توليد وانتشار الرسالة العصبية عبر سلسلة عصبونية محدّدا دور كل منها.

2) انطلاقا من معطيات الوثيقة اكتب نصّا علميا تبيّن فيه آلية دمج الرسائل العصبية على مستوى العصبون المحرك.

باك 2019

التمرين الثاني: (07 نقاط)

تُستخدم مادة الـ DDT (Dichloro-diphényl-trichloroéthane) في المجال الزراعي لمكافحة الحشرات الضارّة 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)

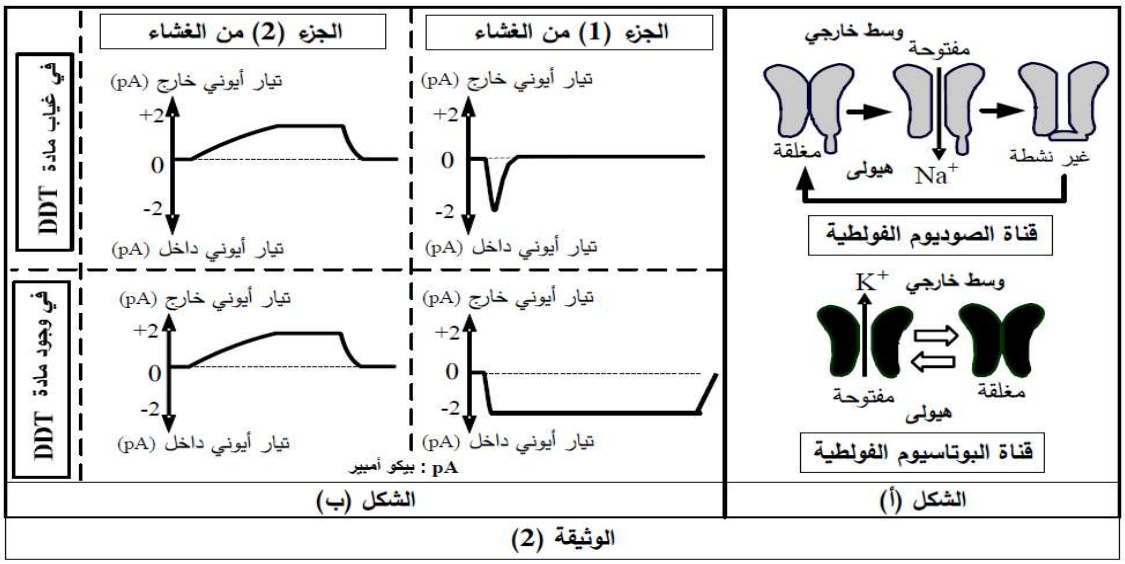
1- مَثِّلْ بيانيا ثم حَلِّلْ النتائج المُوضحة في الوثيقة (1). يُعطى مقياس الرسم التالي: (1cm ← 0,5ms / 1cm ← 20mv).

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

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 تُسجَّل التيارات الأيونية العابرة للغشاء في وجود وغياب مادة الـ DDT، النتائج المحصل عليها مُبيّنة في الشكل (ب) للوثيقة (2).



الوثيقة (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.

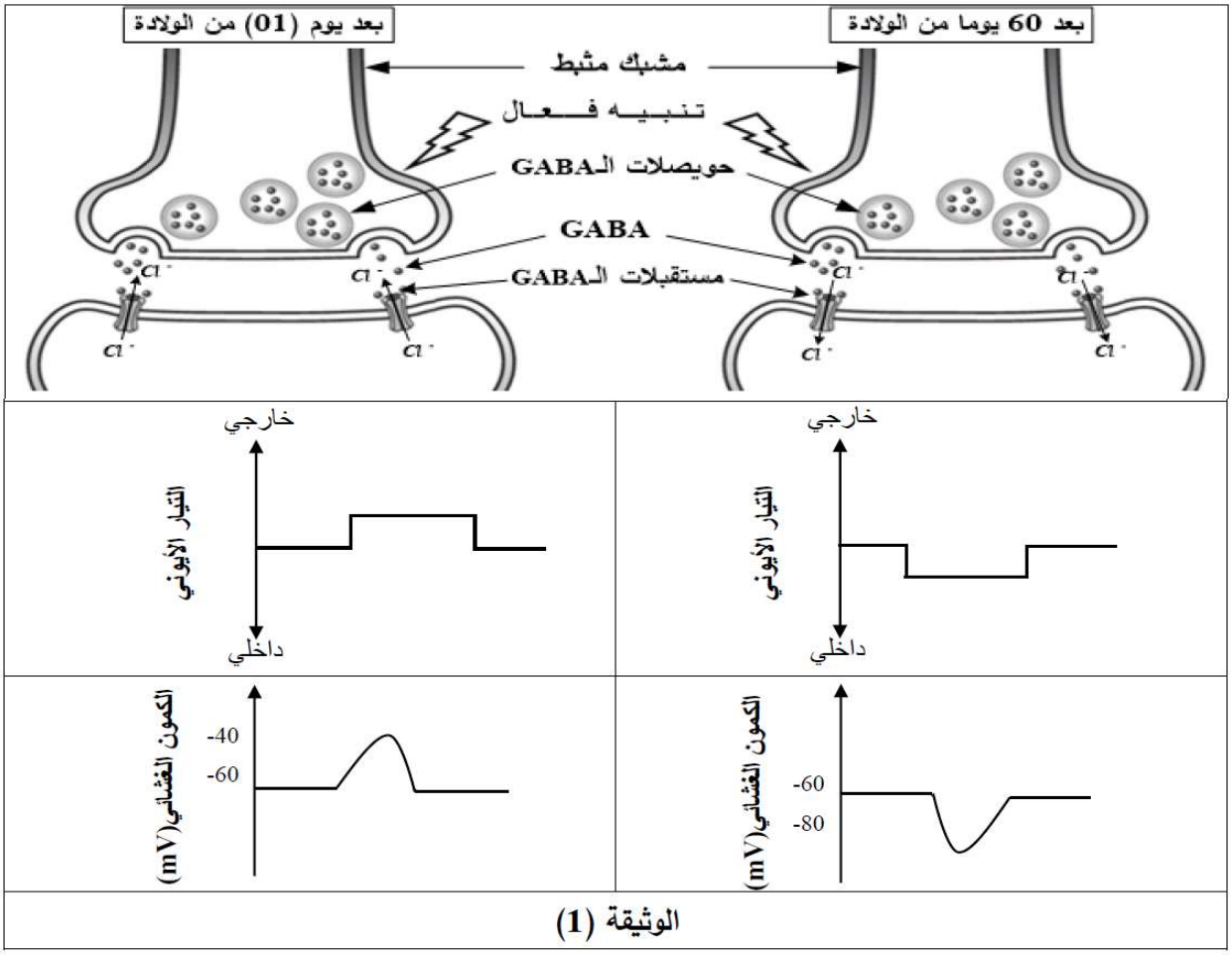
باك 2020

التمرين الثالث: (08 نقاط)

يتحكّم المولود الجديد تدريجيا في حركاته نتيجة تغيّرات فيزيولوجية من بينها تلك التي تمسّ المشابك المثبطة خلال نضج الخلايا العصبية. لمعرفة كيف يتمّ ذلك نُقترح عليك الدراسة التالية:

الجزء الأول:

تمّ قياس تغيرات التيار الأيوني والكمون الغشائي على مستوى الغشاء بعد مشبكي لمشبك مثبط بعد يوم من الولادة وبعد شهرين من الولادة. النتائج مبيّنة في الوثيقة (1).



الوثيقة (1)

1- حلّل معطيات الوثيقة (1) مُحدّدا المشكلة العلمية المطروحة.

2- اقترح فرضية لحل هذه المشكلة.

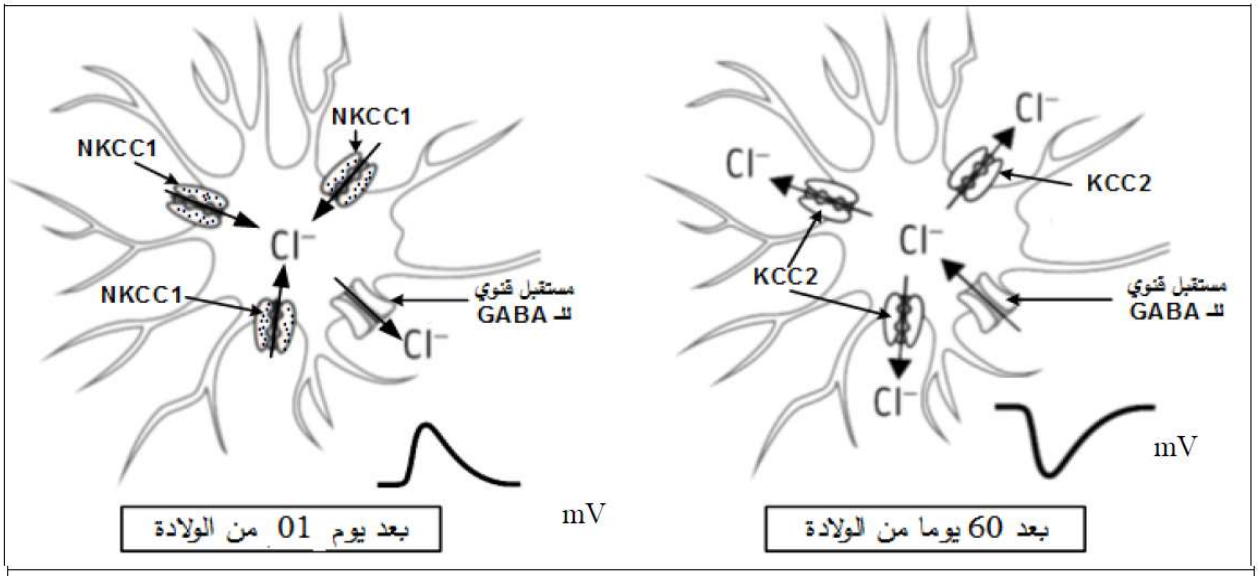
الجزء الثاني:

للتحقق من صحة الفرضية المقترحة أُجريت الدراسة الممثلة في الوثيقة (2) حيث:

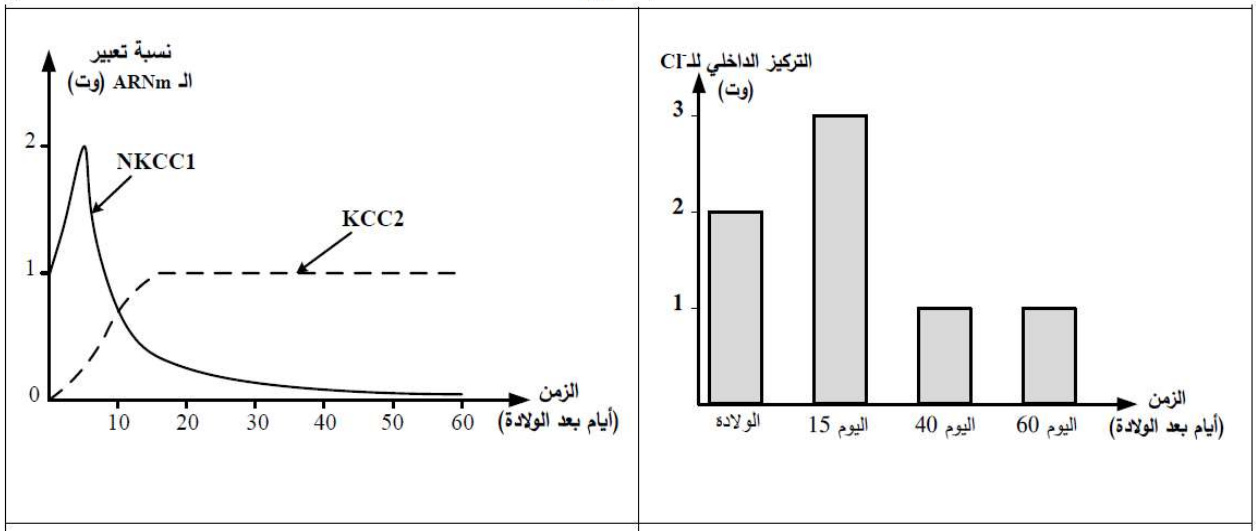
. الشكل (أ): يُبيّن توضع بعض البروتينات في الغشاء بعد مشبكي والمتمثلة في نوعين من مضخات شوارد الكلور (Cl^-) تُدعى (NKCC1) و(KCC2) بالإضافة إلى المستقبلات القنوية للـGABA .

. الشكل (ب): يُمثّل تغيرات التركيز الداخلي لشوارد الكلور (Cl^-) خلال 60 يوما بعد الولادة.

. الشكل (ج): يُمثّل تطور كمية (ARNm) للبروتينات الغشائية (NKCC1) و(KCC2) خلال 60 يوما بعد الولادة.



الشكل (أ)



الشكل (ج) | الشكل (ب)

الوثيقة (2)

1- استخرج أهم مميزات البروتينات الغشائية الممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

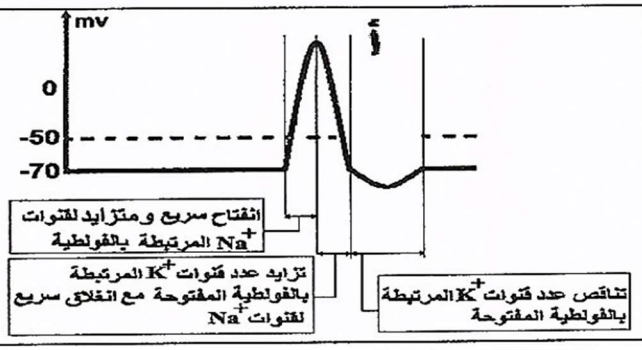
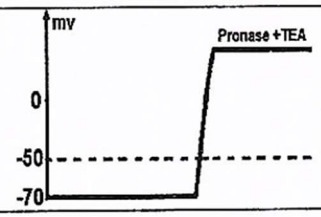
2- تأكد من صحة الفرضية المقترحة باستغلالك لمعطيات الوثيقة (2).

3- قدم حلا مَبْنِياً على أُسس علمية لعلاج أشخاص بالغين يعانون من اضطرابات عصبية ناتجة عن تراكم شوارد الـ (Cl^-) في هيولى الخلية بعد مشبكية.

الجزء الثالث:

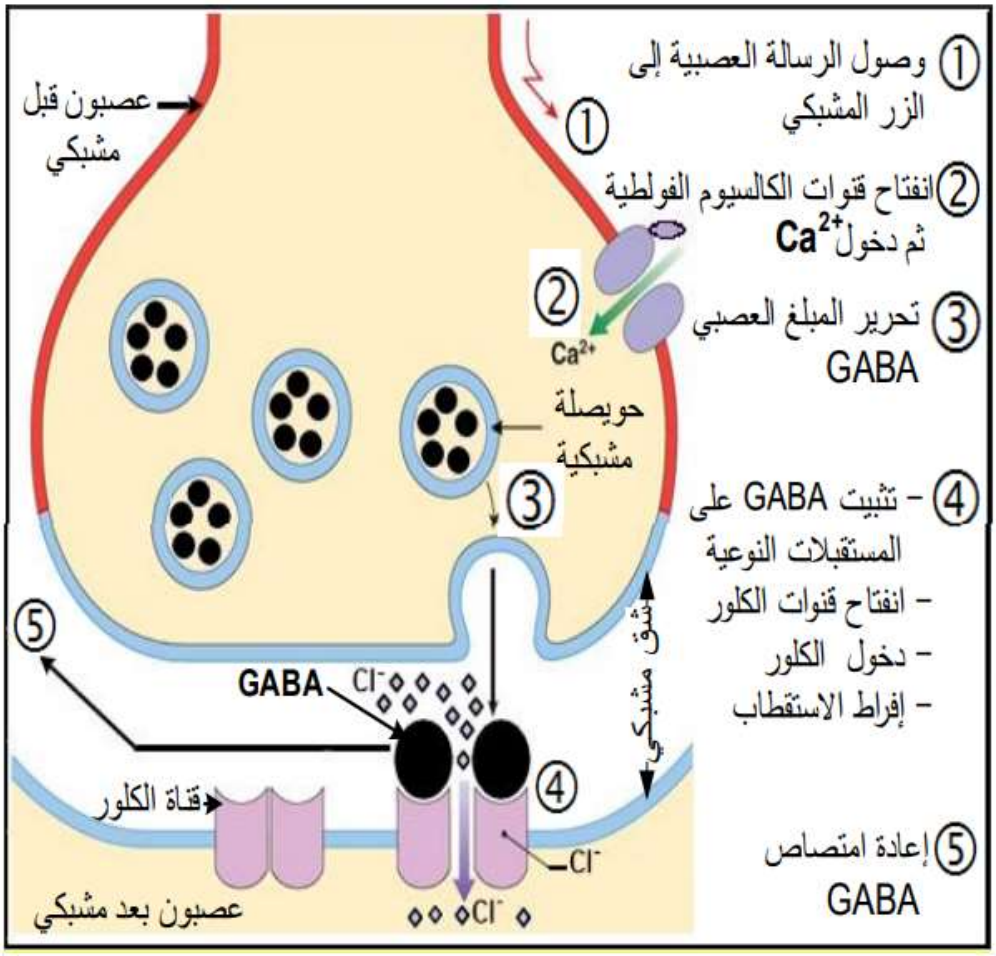
لخِّص في نص علمي دقيق آلية عمل المشبك المثبط عند شخص سليم بالغ مبرزا دور مختلف البروتينات الغشائية في ذلك باستغلالك لنتائج الدراسة السابقة ومكتسباتك.

تصحيح باك 2015

عناصر الإجابة المقترحة	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
التمرين الثاني (6 نقاط) I -1 - إعادة رسم المنحنى (أ) وإبراز عدد وحالة القنوات الغشائية:  	0.25 × 3	0.75
2- المعلومات التي يمكن استخراجها من تحليل منحنيات(ب ، ج ، د) الوثيقة 1(ب): – تحليل التسجيل ب: سعة كمون العمل تنخفض بـ 30 mV عندما ينخفض تركيز شوارد الصوديوم في الوسط الخارجي إلى 50 %. المعلومة: زوال الاستقطاب مرتبط بتدفق داخلي للشوارد الصوديوم(Na^+) نتيجة إنفتاح قنوات الصوديوم المرتبطة بالفولطية. - تحليل التسجيل ج: بوجود المادة المانعة (برونار) لإنغلاق قنوات Na^+ تتأخر عودة الاستقطاب. المعلومة: عودة الاستقطاب مرتبطة بإنغلاق قنوات الصوديوم المرتبطة بالفولطية لمنع دخول+Na. - تحليل التسجيل د: بوجود المادة المانعة (TEA) لإنفتاح قنوات K^+ تتأخر عودة الاستقطاب. المعلومة: عودة الاستقطاب مرتبطة بإنفتاح قنوات البوتاسيوم المرتبطة بالفولطية لخروج K^+.	0.25 × 6	1.50
3 - التسجيل الممكن الحصول عليه يكون كما يلي:  – التعليل: بوجود البرونازو TEA معا يبقى زوال استقطاب مستمر: نتيجة الدخول المكثف لشوارد Na^+ بسبب عدم انغلاق قنوات الصوديوم من جهة وعدم خروج شوارد K^+ بسبب عدم انفتاح قنوات البوتاسيوم من جهة ثانية.	الرسم 0.25 التعليل 0.50	0.75
II -1- تفسير التسجيلات الممثلة على الوثيقة 2(ب): – التسجيل 1: - التنبيهان المتباعدان (S)على مستوى النهاية (A) أحدث كل منهما زوال استقطاب دون العتبة (PPSE) لأنهما متباعدان زمنيا لم يتم دمجهما. – التسجيل2: - التنبيهان المتقاربان (S) على مستوى النهاية (A) أحدثا كمون عمل قابل للانتشار سعته تفوق العتبة لأنهما متقاربان زمنيا تم دمجهما بتجميع زمني. –التسجيل 3: - التنبيه المعزول المتباعد(S)على مستوى النهاية(B) أحدث زوال استقطاب (PPSE) دون العتبة. - بينما التنبيهان (S)على مستوى النهاية (A) ومستوى النهاية (B) في آن واحد أحدثا كمون عمل سعته تفوق العتبة قابل للإنتشار بعد تجميع فضائي. – التسجيل 4: - التنبيه المعزول المتباعد(S)على مستوى النهاية(C) أحدث فرط استقطاب (PPSI). - بينما التنبيهات (S)على مستوى النهاية (A) ومستوى النهاية (B) ومستوى النهاية (C) في آن واحد أحدثت زوال استقطاب سعته دون العتبة بعد تجميع فضائي غير قابل للإنتشار.	0.25 ×6	1.50

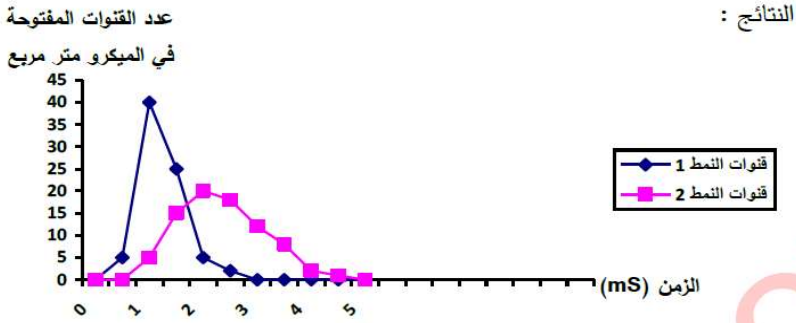
تصحيح باك 2016 الدورة المسربة

التمرين الثالث: (07 نقاط)		
I- 1- أ- تحليل النتائج: • عند التنبيه على مستوى المنطقة (م): - على مستوى ر.ذ.م① يسجل إفراط في استقطاب الغشاء بعد مشبكي(PPSI). - على مستوى ر.ذ.م② يسجل حالة استقطاب غشاء الخلية بعد مشبكية(كمون راحةPR). • حقن كمية كافية من Ach في المنطقة (ع): - على مستوى ر.ذ.م① يسجل حالة استقطاب في الغشاء بعد مشبكي (كمون راحةPR). - على مستوى ر.ذ.م② يسجل حالة استقطاب غشاء الخلية بعد مشبكية(كمون الراحةPR). • حقن كمية كافية من GABA في المنطقة(ع): - على مستوى ر.ذ.م① يسجل إفراط في استقطاب الغشاء بعد مشبكي(PPSI). - على مستوى ر.ذ.م② يسجل حالة استقطاب غشاء الخلية بعد مشبكية(كمون راحةPR). ب- نوع المشبك بين العصبون الجامع والعصبون الحركي: هو مشبك مثبط.	2x0.25 0.25 2x0.25 0.25	**1.50**
II- 1- أ- تحليل النتائج: المرحلة 1: - حقن الـ GABA فقط في المنطقة (ع): على مستوى ر.ذ.م① يسجل إفراط في استقطاب الغشاء بعد مشبكي(PPSI) مع انفتاح عدد من القنوات الغشائية يقدر بـ54. المرحلة 2:- حقن الـBZD فقط في المنطقة (ع): على مستوى ر.ذ.م① تبقى حالة استقطاب في الغشاء بعد مشبكي (كمون راحةPR) وعدم انفتاح القنوات الغشائية. المرحلة 3:- حقن الـ BZD+GABA في المنطقة (ع): على مستوى ر.ذ.م① يسجل إفراط في استقطاب الغشاء بعد مشبكي (PPSI) بسعة أكبر ولمدة أطول مع انفتاح عدد كبير للقنوات الغشائية المقدر بـ106. ب- تفسير نتائج المرحلة (1):إفراط استقطاب الغشاء بعد مشبكي(PPSI) سببه دخول Cl^- نتيجة انفتاح القنوات الغشائية الكميائية إثر تثبيت الـ GABAعلى مستقبلاته النوعية.	3x0.50 0.50	**2**
2- الفرضية التفسيرية لتأثير مادة BZD: تزيد مادة BZD من عدد جزيئات الـ GABA المُثبّتة على المستقبلات الغشائية النوعية ممايزيد من انفتاح عدد القنوات الغشائية الكميائية ومدتها فتزيد بذلك كمية Cl^- الداخلة (أي أن مادة BZD تدعيم عمل الـGABA).	0.50	**0.50**

1.25	0.25 0.50 0.50	3- أ - **نعم** هذه النتائج تؤكد صحة الفرضية المقترحة. التعليل: نتائج الجدول توضح أن نسبة تثبيت GABA ترتفع بزيادة تركيز مادة BZD المحقونة حتى تُثبت كل جزيئات الـGABA على القنوات المتواجدة في وحدة المساحة من الغشاء بعد مشبكي ب- شرح استعمال مادة BZD في معالجة التشنج العضلي: مادة BZD تؤثر على مستوى المشابك المثبطة حيث تدعم تأثير GABA بتضخيم سعة ومدة إفراط الاستقطاب فتكبح انتقال الرسالة العصبية إلى العضلات التي تبقى في حالة الاسترخاء لمدة طويلة.
1.25	5x0.25	**III**- رسم تخطيطي وظيفي لآلية عمل المشبك التثبيطي على المستوى الجزيئي. 
		رسم تخطيطي وظيفي على المستوى الجزيئي لآلية عمل المشبك التثبيطي

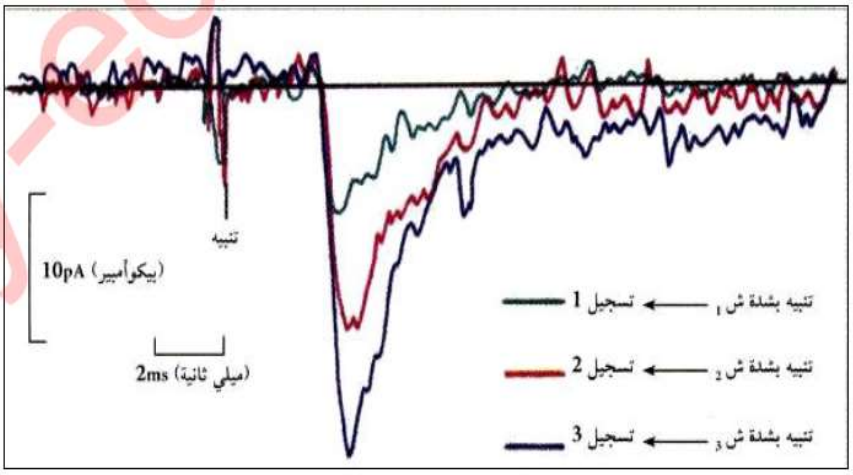
تصحيح باك 2017

التمرين الثاني: (09 نقاط)		
I- 1-أ) تسمية التسجيلين : التسجيل (أ) : منحنى أحادي الطور لكمون عمل	0.5	1
التسجيل (ب) : منحنى التيار الداخل و التيار الخارجة	0.5	
ب) تحليل التسجيل (أ): (مؤشرات الإجابة: الشروط ، النتائج ، العلاقات)		2
– من 0 إلى 1 .....زوال الاستقطاب (تغير الكمون من –70 mV إلى أكثر من 0)	0.75	
– من 1 إلى 2.5 .....عودة الاستقطاب (تغير الكمون من قيمة موجبة إلى –70 mV)		
– من 2.5 إلى 3 .....فرط الاستقطاب (زيادة الكمون عن –70 mV)		
– من 3 إلى 4 .....العودة إلى الحالة الطبيعية (الاستقطاب ، الكمون –70 mV)		
تحليل التسجيل (ب):		
– المرحلة A .....عدم تسجيل أي تيار	0.75	
– المرحلة B .....تسجيل تيار داخل سريع ثم يتناقص إلى أن ينعدم.		
– المرحلة C، D، E.....تسجيل تيار خارج بطيء.		
استنتاج العلاقة بينهما: التسجيل الكهربائي (كمون العمل) ناتج عن حركة التيارات الداخلة و الخارجة؛ زوال الاستقطاب ناتج عن التيار الداخل و عودة الاستقطاب وناتجة عن تناقص التيار الداخل وتزايد التيار الخارج وفرط الاستقطاب ناتج عن استمرار التيار الخارج.	0.5	
2- أ) ترجمة النتائج :	1	1



عدد القنوات المفتوحة في الميكرو متر مربع بدلالة الزمن

ب) إيجاد العلاقة :		1
– يتوافق انفتاح القنوات من النمط 1مع التيار الداخل من التسجيل (ب) و مرحلة زوال الاستقطاب من التسجيل (أ) .	0.5	
– في حين يتوافق انفتاح القنوات من النمط 2 مع مرحلة التيار الخارج من التسجيل (ب) وعودة الاستقطاب و فرطه من التسجيل (أ).	0.5	
جـ) نمط القنوات :		0.5
– النمط 1 : هي القنوات الصوديوم المرتبطة بالفولطية ، مسؤولة عن التيار الداخل.	0.25	
– النمط 2 : هي القنوات البوتاسيوم المرتبطة بالفولطية ، مسؤولة عن التيار الخارج.	0.25	
II-1) الرسم و التبرير - يرسم التيارات التي تعبر غشاء الليف بعد المشبكي بسعات متزايدة بزيادة شدة التنبيه أو بزيادة كمية الأستيل كولين المحقونة. - التبرير: تزداد السعات بزيادة عدد القنوات الكيميائية المفتوحة إثر الزيادة في شدة التنبيهات أو كميات الأستيل كولين المحقونة.	0.5 0.5	1

		
		2) دور البروتينات المدروسة في نقل المعلومة العصبية عند إحداث تنبيه فعال: – بعد التنبيه في المحور قبل المشبكي تفتح قنوات لل Na^+ المرتبطة بالفولطية فيتدفق Na^+ محدثة تيارا داخل يؤدي إلى زوال الاستقطاب.
2.5	0.5×5	– تنغلق قنوات الصوديوم المرتبطة بالفولطية تدريجيا وتنفتح قنوات البوتاسيوم المرتبطة بالفولطية محدثة تيار خارج يولد عودة الاستقطاب ،ثم تنغلق قنوات البوتاسيوم المرتبطة بالفولطية تدريجيا . – ينتشر زوال الاستقطاب على طول الليف العصبي إلى غاية الزر المشبكي يؤدي إلى انفتاح قنوات الكالسيوم المرتبطة بالفولطية تسمح بدخول الكالسيوم إلى النهاية المحورية قبل المشبكية . – تفرز كمية من المبلغ الكيميائي في الشق المشبكي ، الذي يتثبت على مستقبلاتها في الغشاء بعد المشبكي. – يسبب انفتاح القنوات المبوبة كيمائيا ب تدفق Na^+ داخل الخلية بعد مشبكية و نشأة زوال استقطاب بعد مشبكي يولد كمون عمل ينتشر في الليف العضلي .

تصحيح باك 2018

التمرين الأول : (05 نقاط)

1 .ذكر مختلف البروتينات الغشائية المتدخلة في توليد و انتشار الرسالة العصبية و تحديد دورها .

البروتينات المتدخلة	دورها		
قنوات K^+/Na^+ المفتوحة باستمرار ومضخات K^+/Na^+	ضمان الكمون الغشائي خلال الراحة (-70mv)	0.25 ×10	2.5
قنوات Na^+ المرتبطة بالفولطية	دخول Na^+ ، توليد زوال استقطاب		
قنوات K^+ المرتبطة بالفولطية	خروج K^+ ، عودة استقطاب و فرط الاستقطاب		
قنوات Ca^{2+} المرتبطة بالفولطية	دخول Ca^{2+} ، تحرير المبلغ العصبي		
قنوات Na^+ المرتبطة بالكيمياء	دخول Na^+ و توليد كمون بعد مشبك تنبيهي		

2 . النص العلمي :

(مقدمة تتضمن مفهوم الإدماج العصبي).

تصل الى الخلية العصبية بعد مشبكية عدة رسائل عصبية مصدرها نفس الخلية قبل مشبكية فتقوم بدمجها عند توفر الشروط اللازمة لذلك ومنه يتحدد انتشار هذه الرسائل من عدمه. 0.25

– تقوم الخلية البعد مشبكية بدمج الرسائل الواردة إليها دمجا زمنيا، حيث بوصول الكمون الأول تتحرر كمية من المبلغ العصبي متسببة في توليد كمون بعد مشبكي أول و كمية أخرى من المبلغ عند الوصول الموالي للكمون الثاني... 1

– يزداد انفتاح قنوات الصوديوم المرتبطة بالكيمياء متسببا في توليد كمونين بعد مشبكيين (PPSE) يتم دمجهما في القطعة الابتدائية للمحور الاسطواني (SI) للعصبون المحرك، فإذا كانت محصلتهما الجبرية تساوي أو تفوق العتبة يتولد بذلك PA في العصبون المحرك وينتشر، أما في حالة وصول كمونات عمل متباعدة زمنيا فإن تأثيراتها تكون غير كافية لتوليد كمون عمل. 01 **2.5**

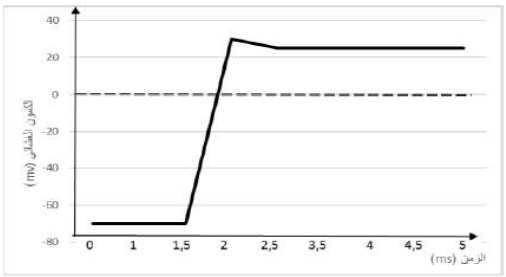
– يُدمج العصبون البعد مشبكي مختلف الكمونات البعد مشبكية وذلك بتجميع زمني فنتحصل على زوال استقطاب الغشاء البعد مشبكي. يتولد كمون العمل في العصبون البعد مشبكي إذا بلغت محصلة مجمل الكمونات في القطعة الابتدائية عتبة توليد كمون العمل، ينتشر كمون العمل على المحور الأسطواني. 0.25

تصحيح باك 2019

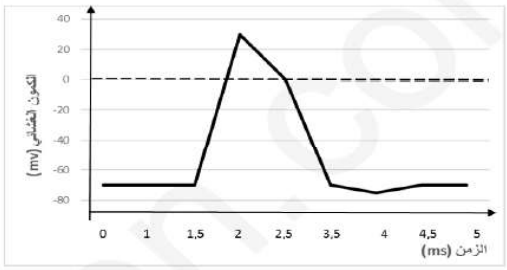
التمرين الثاني: (07 نقاط)

الجزء الأول:

1) تمثيل النتائج بيانيا:



في وجود مادة DDT



في غياب مادة DDT

0.50 x 2

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)

0.50

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.

0.50

الاستنتاج: يبقى الليف العصبي في حالة زوال الاستقطاب في وجود مادة DDT. 0.25

02.25

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

أو بالصياغة التالية: تمنع مادةDDT انفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية. 0.50

الفرضية (2): يمنع الـ DDT انغلاق القنوات الفولطية الخاصة بالصوديوم مؤديا إلى استمرار زوال الاستقطاب. 0.50

01

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 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 لـ K^+ وهذا يؤكد عدم صحة الفرضية تثبيط قنوا ت 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 لـNa^+ بمنع انغلاقها وهذا يؤكد صحة الفرضية التي تنص على منع انغلاق قنوات الـNa^+.	تقبل 3 مميزات من 6 0.75 0.25 0.50 0.50 0.50 0.75 1	01 01 01 1.75

تصحيح باك 2020

التّمرين الثّالث: (08 نقاط) **الجزء الأوّل:** **1) تحليل الوثيقة (1):** تمثل الوثيقة رسومات تخطيطية لمشبك مثبط ونتائج قياس تغيرات التيار الأيوني والكمون الغشائي للغشاء بعد المشبكي في اليوم الأوّل وبعد 60 يوم من الولادة حيث: . في اليوم الأوّل من الولادة: يؤدي تنبيه النهاية قبل المشبكية إلى تحرير الـ GABA وتثبته على المستقبلات القنوية فتتدفق شوارد الـ Cl^- نحو الخارج فنسجّل تيارا أيونيا خارجا يؤدي إلى زوال استقطاب الغشاء بعد المشبكي (توليد PPSE). بعد 60 يوما من الولادة: يؤدي تنبيه النّهاية قبل المشبكية إلى تحرير الـGABA وتثبّته على المستقبلات القنوية مسببا تدفق شوارد الـ Cl^- نحو الدّاخل فمُسجّل تيارا أيونيا داخلا يؤدي إلى فرط في استقطاب الغشاء بعد المشبكي (توليد PPSI). **الاستنتاج:** يطرأ على مشبك الـGABA تحول فيزيولوجي من مشبك منبه إلى مشبك مثبط خلال المراحل الأوّلى من الولادة.	01	**1.75**
المشكلة العلمية: كيف يُفسَّر تغير اتجاه تدفق شوارد الـ Cl^- على مستوى المشبك قبل وبعد التغيرات الفيزيولوجية؟ **ملاحظة:** تُقبل صياغات أخرى للمشكلة العلمية تصب في نفس السّياق. **مثال:** كيف نفسر أثر الـ GABA على تدفق شوارد الكلور على مستوى المشبك قبل وبعد التغيرات الفيزيولوجية؟	0.75	
2) اقتراح فرضية: . قبل النضج: تتدخل آلية تُحدث تراكم شوارد الـ Cl^- في الداخل، تثبيت GABA على المستقبلات المرتبطة بالكيمياء يسمح بتّدفق لشوارد الـ Cl^- حسب تدرج التركيز نحو الخارج محدثا زوال الاستقطاب. . بعد النضج: تتدخل آلية تُحدث تراكم شوارد الـ Cl^- في الخارج، تثبيت GABA على المستقبلات المرتبطة بالكيمياء يسمح بتّدفق لشوارد الـ Cl^- حسب تدرج التركيز نحو االداخل محدثا افراط في الاستقطاب.	0.75	**0.75**
الجزء الثّاني: **1) استخراج أهم مميزات البروتينات الغشائية الممثلة في الشّكل (أ) من الوثيقة (2):** - مستقبلات الـ GABA المنشطة بـ GABA تعمل وفق تدرج التّركيز (ظاهرة الميز). - NKCC1 بروتين ضمني يلعب دور مضخة تعمل على إدخال شوارد(Cl^-) عكس تدرج التركيز بظاهرة النقل الفعال. . KCC2 بروتين ضمني يلعب دور مضخة تعمل على إخراج شوارد(Cl^-) عكس تدرج التركيز بظاهرة النقل الفعال.	0.5 0.25 0.25	**01**

02	0.50	**2) التّاكد من صحة الفرضية المقترحة باستغلال معطيات الوثيقة (2):** **الشّكل (أ):** - في اليوم الأوّل من الولادة يتميز الغشاء بعد المشبكي بتواجد مضخات الـ NKCC1 التي تضخ شوارد (Cl^-) نحو الدّاخل، تنشيط مستقبلات القنوية للـ GABA يسمح بتدفق شوارد (Cl^-) نحو الخارج. - في اليوم 60 من الولادة يتميز الغشاء بعد المشبكي بتواجد مضخات الـ KCC2 التي تضخ شوارد (Cl^-) نحو الخارج، تنشيط مستقبلات القنوية للـ GABA يسمح بتدفق شوارد (Cl^-) نحو الدّاخل.
	0.50	**الشّكل (ب):** - من اليوم الأوّل إلى اليوم 15 بعد الولادة يتزايد التّركيز الدّاخلي لشوارد (Cl^-) من (2 وت) لتصل قيمة عظمى (3 وت). - من اليوم 15 إلى اليوم 40 بعد الولادة ينخفض التّركيز الدّاخلي لشوارد (Cl^-) تدريجيا من (3 وت) ليصل قيمة دنيا (1 وت)، - من اليوم 40 إلى اليوم 60 بعد الولادة ثبات التّركيز الدّاخلي لشوارد (Cl^-) عند القيمة (1 وت).
	0.50	**الشّكل (ج):** - عند الولادة: تقدر نسبة تعبير الـ ARN_m الخاص بـ NKCC1 بـ (1 وت) بينما تكون نسبة تعبير الـ ARN_m الخاص بـ KCC2 معدومة. - من اليوم الأوّل إلى اليوم5: تزايد نسبة تعبير الـ ARN_m الخاص بـ NKCC1 بمقدار الضِعف لتصل إلى قيمة عظمى (2وت) بينما يسجّل تزايد ضئيل في نسبة تعبير الـ ARN_m الخاص بـ KCC2.
	0.50	- من اليوم 5 إلى اليوم 15: انخفاض نسبة تعبير الـ ARN_m الخاص بـ NKCC1 من (2 وت) إلى (0,5 وت) بينما يستمر تزايد نسبة تعبير الـ ARN_m الخاص بـ KCC2 لتصل إلى قيمة عظمي تقدر بـ (1,5 وت). - من اليوم 15 إلى اليوم 60: استمرار انخفاض نسبة تعبير الـ ARN_m الخاص بـ NKCC1 حتى تنعدم بينما تثبت نسبة تعبير الـ ARN_m الخاص بـ KCC2 عند القيمة الأعظمية (1,5 وت). ومنه: خلال الأيام الأوّلى من الولادة يكون التّعبير المورثي للـ NKCC1 عاليا مما يؤدي إلى تركيب مضخات NKCC1 المسؤولة عن ضخ شوارد (Cl^-) نحو الدّاخل فيرتفع تركيز (Cl^-) الدّاخلي، ولذا تثبت الـ GABA على المستقبلات القنوية يُسبب خروج شوارد (Cl^-) عبرها محدثة زوال في الاستقطاب (تأثير تنبيهي).
		في اليوم 60 بعد الولادة يكون التّعبير المورثي للـ KCC2 عاليا مما يؤدي إلى تركيب مضخات KCC2 المسؤولة عن ضخ شوارد (Cl^-) نحو الخارج فينخفض تركيز (Cl^-) الدّاخلي، ولذا تثبت الـ GABA على المستقبلات القنوية يسبب دخول شوارد (Cl^-) عبرها محدثة فرط في الاستقطاب (تأثير تثبيطي) وبذلك ينضج المشبك التّثبيطي. وهذا يُؤكد صحة الفرضية المقترحة سابقا.

3) حل مبني على أسس علمية لعلاج أشخاص بالغين يعانون من اضطرابات عصبية ناتجة عن تراكم شوارد الـ(Cl^-) في هيولى الخلية بعد مشبكية: . استعمال مواد كيميائية مثبطة عمل مضخات NKCC . استعمال أدوية تنشط عمل مضخات الـKCC2	0.50	**0.50**
الجزء الثّالث: النّص العلمي: تتضمن الإجابة تركيبا للمعلومات الأساسية التالية: للمشابك التثبيطية دور كبير في العمل المنسق للجهاز العصبي خلال مراقبته لمختلف وظائف الجسم وذلك بتدخل بروتينات غشائية عالية التخصص. فكيف تتدخل البروتينات الغشائية في آلية عمل المشبك المثبط؟	0.5	
. تخرِج مضخات الـKCC2 شوارد (Cl^-) فتتراكم على سطح الخلايا العصبية . وصول الرّسالة العصبية إلى الزّر المشبكي يؤدي إلى انفتاح القنوات الفولطية للكالسّيوم. . دخول الكالسّيوم إلى هيولى الخلية قبل المشبكية يُحفز تحرير الـGABA في الشّق المشبكي. . تثبت الـGABA على مستقبلاته القنوية النوعية يؤدي إلى انفتاحها ودخول شوارد (Cl^-). . يُسبب التدفق الدّاخلي للـ(Cl^-) فرطا في استقطاب الخلية بعد المشبكية مولدا PPSI. . تُخرِج مضخات الـKCC2 من جديد شوارد (Cl^-) لتعيد تراكيزها الى حالتها الأصلية (تدرج التّركيز).	×6 0.25	**02**

تصحيح التمارين التطبيقية

حل التمرين01

- المناقشة:

– تحليل النتائج التجريبية:

– عند تنبيه A نسجل استجابة في A و C ولا نسجل الاستجابة في B. وعند تنبيه B نسجل استجابة في B و C لا نسجل الاستجابة في A.

نستنتج أن: الرسالة العصبية تنتقل من B الى C ومن Aإلى Cولا تنتقل من Cالى A أو من Cإلى B، وعليه **فالاستنتاج الأول خاطئ.**

– عند تنبيه B بعد حقن الانزيم نسجل استجابة في B ولا نسجل الاستجابة في Aاو C.

– نفسر ذلك بعدم تحرير المبلغ العصبي في الشق المشبكي بين B و Cنتيجة تفكيكه بانزيم الاستيل كولين استيراز

وعليه فالاستنتاج الثاني صحيح.

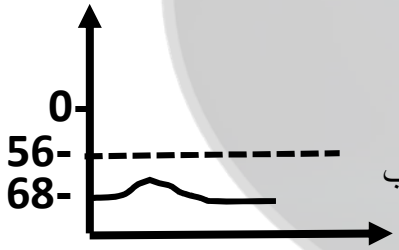
– **بالنسبة للاستنتاج الثالث:** لا يوجد دليل على ان العصبون C عصبون مثبط حيث يجب اختبار ذلك من خلال تأثيره على عصبون اخر بعد مشبكي، وان عدم نقل الرسالة العصبية من العصبون C الى Aاو إلى B لا يعود الى كونه مثبطا وانما الى كون الرسالة العصبية موجهة على مستوى المشابك.

حل التمرين 02:

1– تحديد نوع كل من المشبك M1 و2M، ثمّ مثل التسجيلين الموافقين

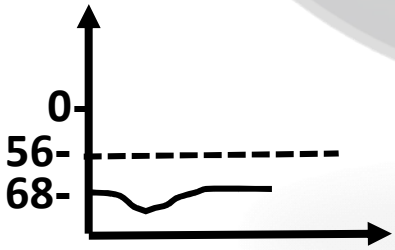
– نقوم بحساب قيمة الكمون الغشائي: **M1 :-68+8=-60➔PPSE< -56**

– عند تنبيه النهاية العصبية M1 يتولد PPSE اقل من عتبة زوال الاستقطاب وعليه فان المشبك تنبيهي.



– حساب قيمة الكمون الغشائي: **M2 :-68-5=-73➔PPSI**

– عند تنبيه عند تنبيه النهاية العصبية M2 يتولد PPSI وعليه فإن المشبك تبيطي.



2- في حالة تنبيه النهايات السبعة في آن واحد ما هو التسجيل المتوقع الحصول عليه في M8

- نقوم بحساب مجموع الإشارات العصبية والمحصلة نضيفها الى قيمة الكمون الغشائي الأصلي. نحصل على PPSE أكبر من عتبة زوال الاستقطاب وعليه يتولد كمون العمل.

+8-5+6+4-3-4+11= 17mv
-68+17=-51mv>-56mv➔منحنى كمون عملPA

3- نفس السؤال في حالة عدم تنبيه M7

+8-5+6+4-3-4= 6mv
-68+6=-62mv<-56mv➔ منحنى الراحة

- **النص العلمي:**

**** يتلقى العصبون بعد مشبكي عدة كمونات بعد مشبكية PPS من مختلف النهايات العصبية المتصلة به فيقوم بإدماجها ، حيث ان محصلة الادماج تحدّد نشاطه , فما هي آلية الادماج العصبي ؟**

- **يتصل بالعصبون بعد مشبكي عدة نهايات عصبية منها ما تشكل مع الغشاء بعد مشبكي مشابك ذات ميزة تنبيهية و منها ما تشكل معه مشابك ذات ميزة تثبيطية فيمكن ان يترجم تأثير المبلغ الكيميائي العصبي على مستوى المشابك إلى زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي الذي يتسبب في ظهور كمون بعد مشبكي تنبيهي PPSE نتيجة تثبت المبلغ العصبي على مستقبلات قنوية لـ Na^+ فيسمح انفتاح القنوات المرتبطة بالكيمياء بدخول شوارد+Na ، أو فرط استقطاب يتسبب في ظهور كمون بعد مشبكي تثبيطي PPSI في مستقبلات قنوية لـ Cl-لها وظيفة تثبيطية. ما يسمح بانفتاح القنوات المرتبطة بالكيمياء بدخول شوارد – Cl.**

– للعصبون بعد مشبكي خصائص ادماج المعلومة العصبية حيث يدمج مختلف الكمونات بعد مشبكية PPS التي ترد اليه إثر النشاط الوظيفي للنهايات قبل مشبكية إما:

- **<u>تجميع فضائي Sommation spatiale</u>: إذا كانت كمونات العمل قبل المشبكية مصدرها مجموعة من النهايات العصبية وتصل في نفس الوقت إلى المشابك المتصلة بغشاء العصبون بعد مشبكي فتتولد عدة كمونات بعد مشبكية في آن واحد. حيث يمكن ان تكون المشابك ذات ميزة تنبيهية أوذات ميزة تثبيطية أو تنبيهية وتثبيطية معا.**

– <u>تجميع زمني Sommation temporelle</u>: إذا وصلت مجموعة من كمونات العمل المتقاربة من نفس الليف قبل مشبكي

اذا كانت محصلة الادماج عبارة عن PPSE يبلغ او يفوق عتبة زوال الاستقطاب يتولد كمون عمل و ينتشر على طول الليف العصبي لتصل الرسالة العصبية الى الخلية المستقبلة و دون ذلك يبقى العصبون بعد مشبكي في حالة راحة.

**** بفضل آلية الادماج العصبي على مستوى العصبون بعد مشبكي يتم تنظيم و تنسيق الوظائف حسب حاجية الجسم مثل تنسيق الحركات و الاحساسات الواعية و,,**

حل التمرين 03:

1-تحديد مختلف الجزيئات البروتينية التي تساهم في نقل المعلومة العصبية على مستوى المناطق الثلاثة الموضحة في الوثيقة: المنطقة المستقبلة: المستقبل القنوي للمبلغ العصبي-المنطقة الناقلة: القنوات الفولطية للصوديوم والبوتاسيوم، مضخة صوديوم/ بوتاسيوم -المنطقة المفرزة: القنوات الفولطية لشوارد الكالسيوم، بروتينات التحام الحويصلات المشبكية مع غشاء النهاية العصبية.

3- النص العلمي:

** تنتقل المعلومة العصبية على مستوى العصبونات على شكل رسائل مشفرة كهربائيا وكيميائيا بتدخل جزيئات بروتينية متنوعة تسمح بتبادل الشوارد مع الوسط. فما هي العلاقة بين دور الجزيئات البروتينة والشوارد والظواهر الكهربائية المتدخلة في نقل الرسالة العصبية المشفّرة؟

** على مستوى المشابك التنبيهية يتثبت المبلغ العصبي الذي يتحرر من النهايات العصبية على مستقبلاته القنوية (اينوفور) فتنفتح قنوات مرتبطة بالكيمياء تسمح بتدفق شوارد الصوديوم من الشق المشبكي الى هيولى الخلية بعد مشبكية وفق تدرج التركيز. متسببة في زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي وظهور كمون بعد مشبكي تنبيهي PPSE(رسالة عصبية مشفرة كهربائيا). في حالة بلوغ PPSE عتبة زوال الاستقطاب يتولد على مستوى بداية المحور الاسطواني كمون عمل (رسالة عصبية مشفرة كهربائيا) وينتشر على طول الليف العصبي حيث ينشأ كمون العمل عن تغيرات في الكمون الغشائي تتمثل في:

- زوال استقطاب: سريع للغشاء مرتبط بتدفق داخلي لشوارد الصوديوم نتيجة انفتاح قنوات Na^+ المرتبطة بالفولطية (انعكاس الشحنة = سالب في الخارج وموجب في الداخل).
- عودة الاستقطاب: مرتبط بتدفق خارجي لشوارد البوتاسيوم نتيجة انفتاح قنوات K^+ موجب على السطح وسالب في الداخل)

- فرط الاستقطاب: يتأخر انغلاق قناة البوتاسيوم مما يسمح باستمرار تدفق البوتاسيوم الى الوسط الخارجي.

يتطلب العودة الى حالة الراحة وبالتالي قابلية التنبيه انغلاق القنوات الفولطية وتدخل مضخة صوديوم/بوتاسيوم.لاعادة التوزع غير المتساوي للشوارد

يؤدي وصول كمونات العمل المتواترة (رسائل عصبية مشفرة كهربائيا) إلى النهاية العصبية الى انفتاح القنوات الفولطية التي تسمح بتدفق شوارد الكالسيوم الى الهيولى. محرضة هجرة الحويصلات المشبكية نحو الغشاء والتحامها معه بتدخل بروتينات الربط فتتحرر كمية من المبلغ العصبي الاستيل كولين مثلا (رسائل عصبية مشفرة كيميائيا) عن طريق الاطراح الخلوي.حيث يعمل المبلغ العصبي على توليد رسالة عصبية في منطقة مستقلة اخرى

** يعتمد استقبال نقل وارسال المعلومة العصبية من قبل العصبونات على التخصص الوظيفي للجزيئات البروتينية التي تلعب ادورا متنوعة (قنوات نوعية للشوارد مبوبة فولطيا وكيميائيا، مفتوحة، مضخات) والتي تتوزع بطريقة منظمة في مستويات مختلفة من الخلية العصبية إضافة الى دور المبلغات العصبية مما يسمح بتغيير الكمون الغشائي مصدر توليد الرسائل العصبية.

حل التمرين 04:

1- التعرف على أنواع المشابك:

- المشبك عصبون S–العصبون R = مشبك منبه، المشبك العصبون I – العصبون S = مشبك مثبط
- المواد الكيميائية: المادة P مبلغ عصبي مسبب للالم، الانكيفالين مبلغ عصبي يخفض الإحساس بالالم.

2- النص العلمي:

** يتسبب نقل المعلومة العصبية من المستقبلات الحسية الى القشرة المخية في توليد احساسات واعية من بينها الإحساس بالالم ويرافق ذلك تحرير مبلغات عصبية طبيعية من بينها الانكيفالين الذي يسمى بالمورفين الطبيعي. فما سبب تسميته بهذا الاسم؟

** تنبيه المستقبلات الحسية في الجلد مثلا تتولد رسائل عصبية حسية تنتقل عبر العصبون الحسي S الى النخاع الشوكي وعندا وصولها الى النهاية العصبية على مستوى القرن الظهري للنخاع الشوكي تتحرر المادة P في الشق المشبكي ثم تتثبت على مستقبلات غشائية في الغشاء بعد مشبكي للعصبون R فتولد رسائل عصبية تنتقل عبره الى القشرة المخية متسببة في الإحساس بالالم.

في الوقت نفسه يرسل الدماغ رسائل عصبية عبر العصبون البيني I وعند وصولها الى النهاية العصبية تتحرر الانكيفالين التي تتثبت على مستقبلات غشائية نوعية في الغشاء بعد مشبكي (نهاية العصبون الحسي S) مما يتسبب

في فرط استقطاب الغشاء يؤدي الى كبح تحرير المادة P المسببة للالم وينتج عن ذلك انخفاض شديد في تواتر كمونات العمل التي تصل الى الدماغ ما يؤدي إلى خفض الإحساس بالالم

توجد في الطبيعة مادة كيميائية تستخلص من ازهار نبات الخشاش تسمى المورفين لها بنية مشابهة لبنية الانكيفالين مما يسمح لها بالتثبت على نفس المستقلات الغشائية وتعمل عمل الانكيفالين متسببة في خفض الإحساس بالالم، تسعمل مادة المورفين في المجال الطبي ومن هنا جاءت تسمية الانكيفالين بالمورفين الطبيعي

**يضمن التوازن بين عمل المشابك المنبهة والمثبطة تنظيما عصبياعاليا لمخلف الاستجابات بفضل المبلغات عصبية، ومستقبلاتها القنوية الخاصة، كما توجد في الطبيعة مواد كيميائية لها القدرة على التأثير على عمل المشبك منها ما يستعمل في المجال الطبي ولكن الا فراط في استعمالها يمكن ان يسبب الادمان والتبعية انها المخدرات.

بالتوفيق ان شاء الله تحصدون الدرجات الكاملة

أستاذتكم التي تحبكم بلا حدود

خيرة فليتي