مجلة المعين في مادة علوم الطبيعة و الحياة السنة الثانية علوم تجريبية

وحدة التنظيم العصبي

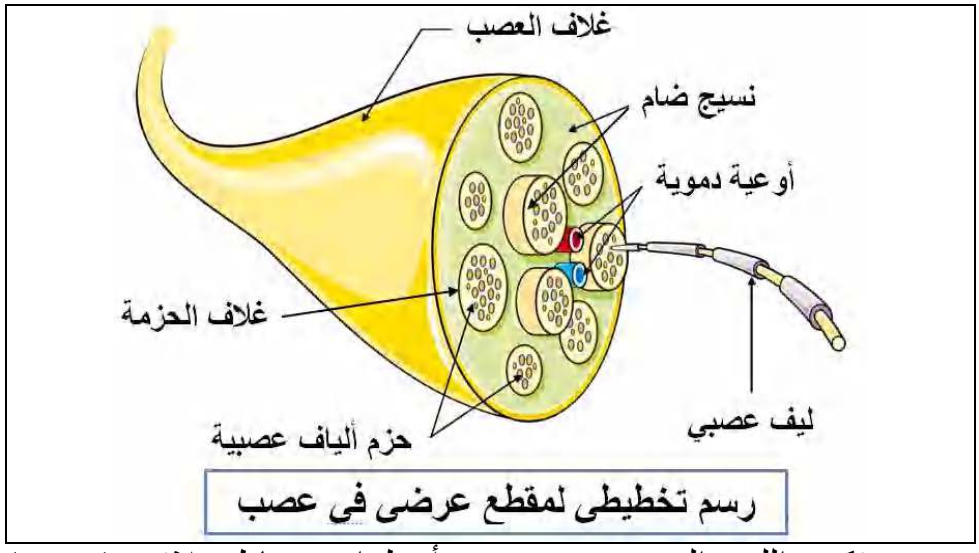
ملخصات +
تمارين نموذجية
وفق المنهجية
الجديدة

من اعداد الأستاذ محجيبة إلياس

ملخص الوحدة

النشاط 1: طبيعة الرسالة العصبية و الدعامة الخلوية لها.

- بنية العصب: عند الفحص المجهري لمقطع عرضي في عصب نلاحظ أنه يتكون من عدة أ حزم من الألياف العصبية المحاطة بغمد ضام و متوزعة في نسيج ضام غني بالأوعية الدموي.



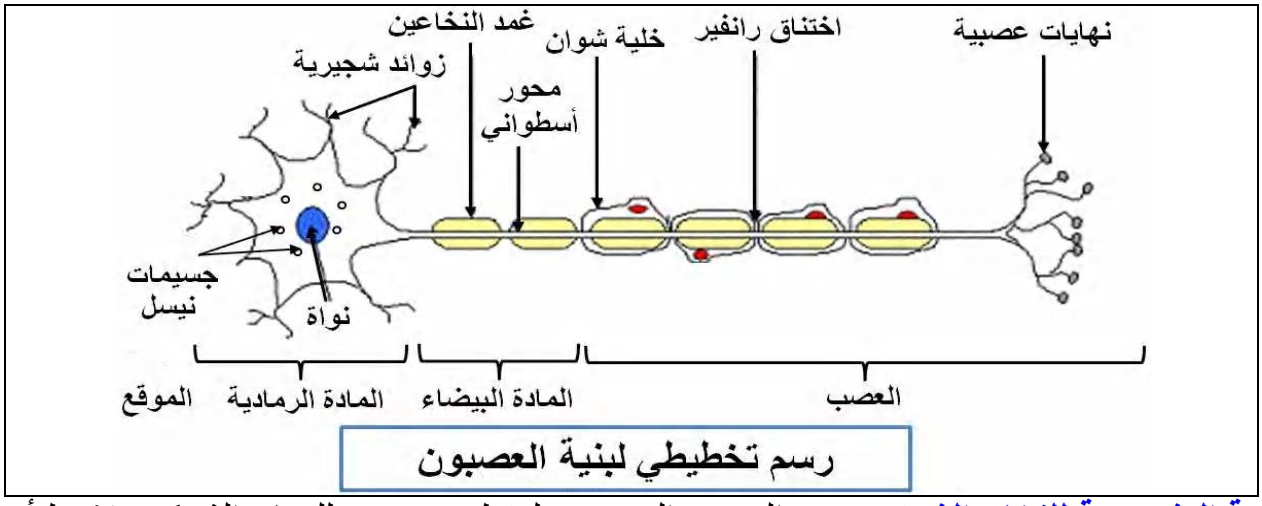
رسم تخطيطي لمقطع عرضي في عصب

- بنية الليف العصبي: يتكون الليف العصبي من محور أسطواني محاط بغلافين (غمدين):

- غمد النخاعين: المكون من مادة دسمة تدعى النخاعين (Myéline).
- غمد شوان: يحيط بغمد النخاعين، مكون من خلايا بها أنوية كبيرة تدعى خلايا شوان.

يكون غد شوان على التماس مع المحور الأسطواني في مناطق تقاطع غمد النخاعين و تدعى هذه المناطق باختناقات رنفير (رينفر).

- بنية العصبون (الخلية العصبية): يتكون العصبون من جسم خلوي به نواة يقع في المادة الرمادية للمراكز العصبية (أو العقد العصبية) و نوعين من الامتدادات (امتداد طويل هو المحور الأسطواني، و امتدادات قصيرة و متفرعة هي الزوائد الشجيرية).

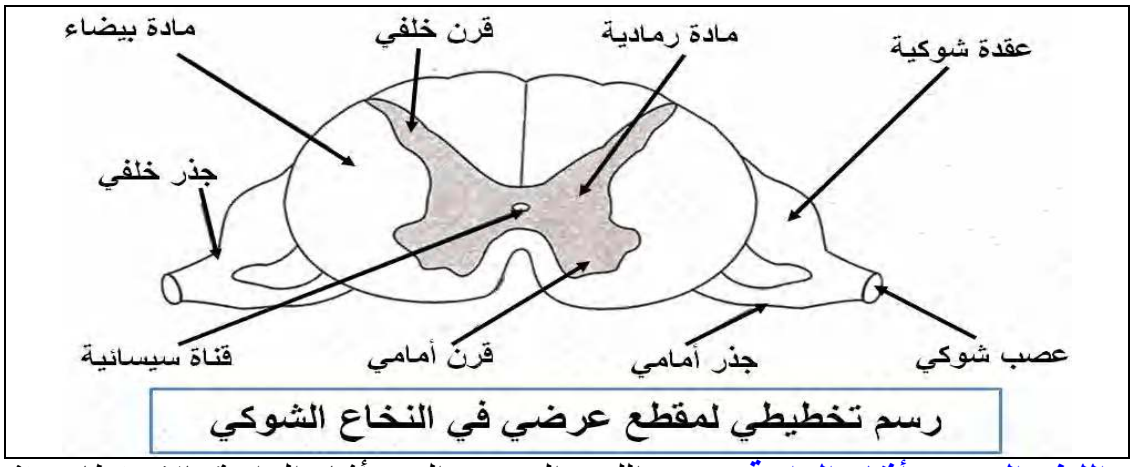


رسم تخطيطي لبنية العصبون

- البنية التشريحية للنخاع الشوكي: عند الفحص المجهري لمقطع عرضي للنخاع الشوكي نلاحظ أنه يتكون من مادتين محاطة بأغشية تدعى السحايا:

- المادة الرمادية: مركزية لها شكل حرف H (نهايتان أماميتان واسعتان هما القرنان الأماميان أو البطنيان، و نهايتان خلفيتان ضيقتان هما القرنان الخلفيان أو الظهريان)، تتكون المادة الرمادية من أشكال نجمية عبارة عن أجسام خلوية.

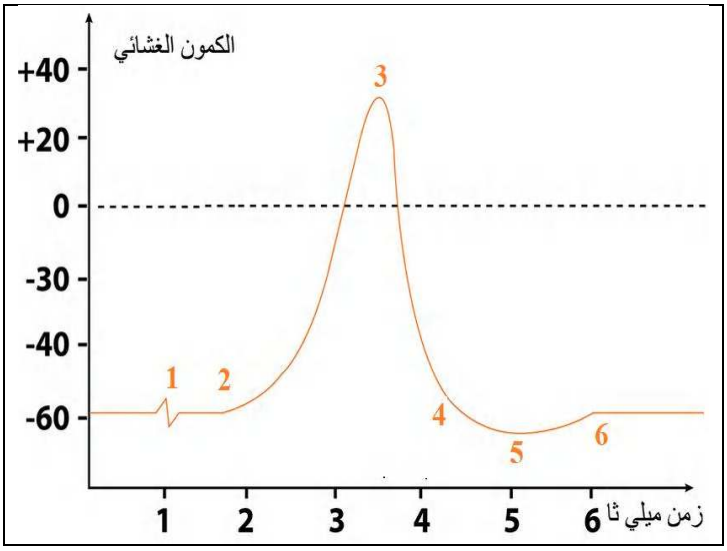
- المادة البيضاء: محيطية ، تتكون من ألياف عصبية أغلبها محاطة بغمد النخاعين.
يتصل بالنخاع الشوكي عصبان شوكيان، لكل عصب جذران، جذر أمامي رقيق و جذر خلفي به انتفاخ يدعى العقدة الشوكية، تحتوي هذه الأخيرة على أجسام خلوية أحادية القطب.



رسم تخطيطي لمقطع عرضي في النخاع الشوكي

- **خصائص الليف العصبي أثناء الراحة:** يتميز الليف العصبي الحي أثناء الراحة بالاستقطاب (شحن موجبة على السطح و سالبة في المقطع)، و يدعى الكمون المسجل على جانبي الليف العصبي بكمون الراحة حيث يكون ثابت عند -70 ميلي فولط.

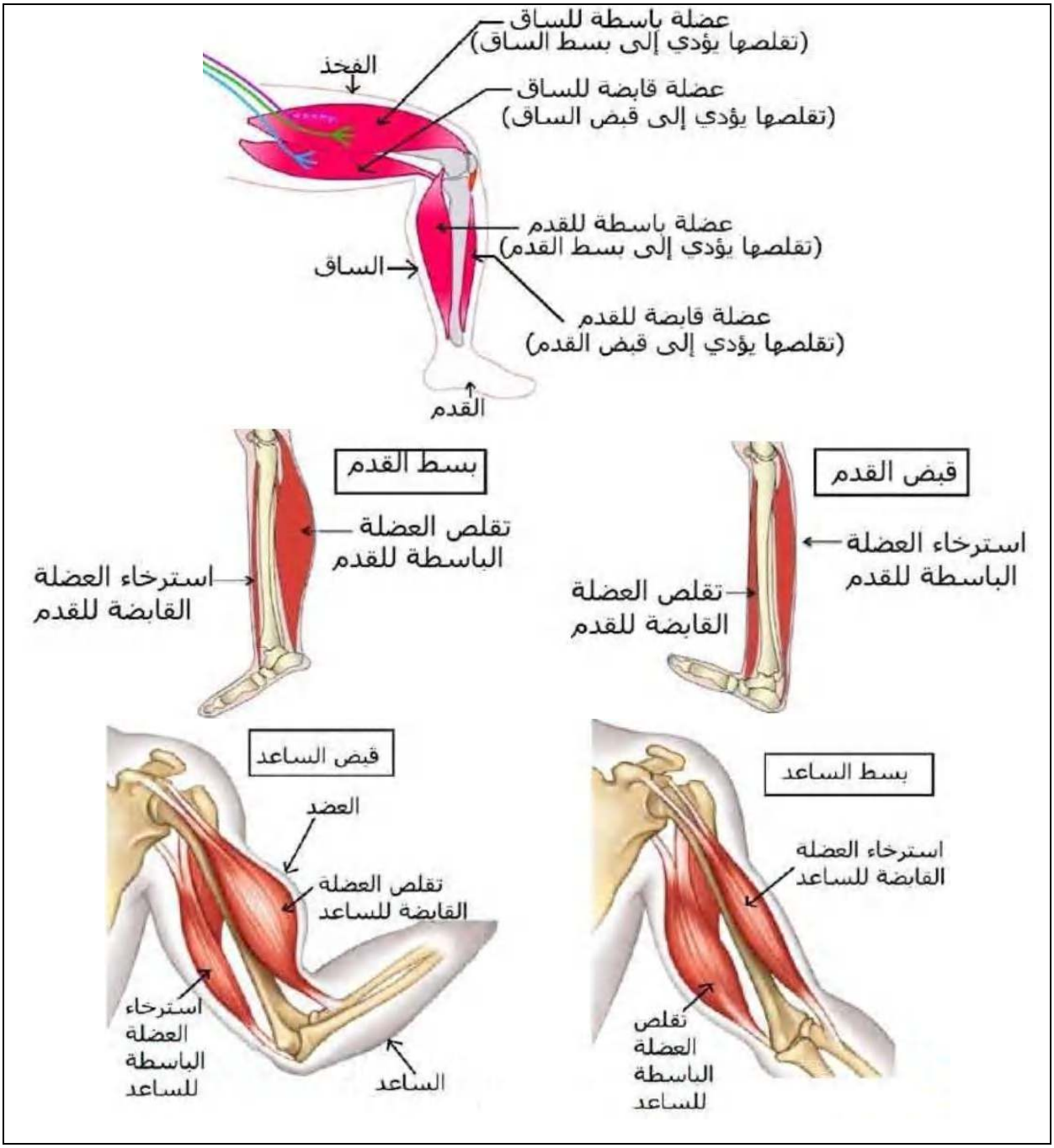
- **السيالة (الرسالة، النبأ) العصبية:** يؤدي احداث تنبيه فعال (يساوي أو يفوق العتبة) إلى توليد رسالة عصبية تنتقل على طول الليف العصبي في شكل كمونات عمل أحادية الطور (موجة زوال أو انعكاس الاستقطاب) تسجل بواسطة جهاز الأوسيلوغراف (راسم الذبذبات المهبطي). كما أن الليف العصبي يخضع لقانون الكل أو اللاشيء.



- **تحليل منحنى كمون العمل:**
- قبل 1: كمون راحة ثابت عند 60-mv.
- عند 1: لحظ التنبيه.
- من 1 إلى 2: الزمن الضائع بين لحظة التنبيه و حدوث الاستجابة (كمون راحة).
- من 2 إلى 3: زوال استقطاب سريع.
- من 3 إلى 4:عودة استقطاب بطيء.
- من 4 إلى 5: فرط استقطاب طفيف.
- من 5 إلى 6:العودة إلى الاستقطاب.

النشاط 2: الدعامة التشريحية للمنعكس العضلـــــــــــي.

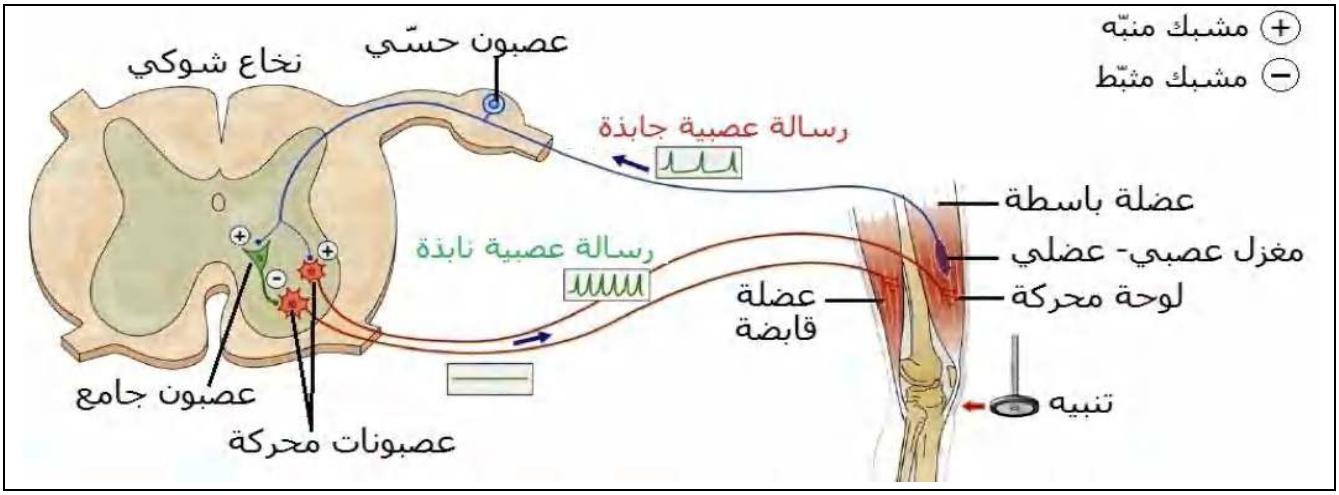
- يتطلب الحفاظ على وضعية الجسم تعديل لإرادي مستمر لحالة العضلات القابضة و الباسطة.
- العضلات الهيكلية هي كل عضلة مخططة مثبتة عن طريق الأوتار لقطعة من العظام الطويلة، حيث يفصل بين القطع العظمية مفاصل تسمح بالحركة إثر تقلص العضلات الهيكلية.
- نميز بين العضلتين القابضة والباسطة من خلال حالة الطرف بعد تقلص العضلة بحيث:
*- إذا أدى تقلص العضلة إلى قبض (ثني) الطرف تدعى بالعضلة القابضة.
*- إذا أدي تقلص العضلة إلى بسط الطرف تدعى بالعضلة الباسطة.



*- **تعريف المنعكس العضلي:** هو رد فعل لا إرادي يتمثل في تقلص العضلة استجابة لتمددها، يصاحب تقلص العضلة المشدودة استرخاء العضلة المضادة لها.

*- **آلية حدوث المنعكس العضلي:** عند إحداث تنبيه فعال على مستوى عضلة ما، يتمدد المغزل العصبي الحسي (يلعب دور مستقبل حسي مكون من ألياف عضلية حساسة لتمدد العضلة مرتبط بنهايات عصبية حسية) فتتولد سيالة عصبية حسية تنتقل عبر ألياف عصبية حسية (عصبون حسي) في الاتجاه الجابذ نحو النخاع الشوكي، حيث يتفرع العصبون الحسي إلى جزئين، جزء متصل بالعصبون الحركي للعضلة المنبهة الذي ينقل رسالة عصبية حركية في الاتجاه النابذ نحو العضلة المنبهة (اللوحة المحركة مكونة من نهايات عصبية حركية + ألياف عضلية تقلصية) فتستجيب هذه الأخيرة بالتقلص (يقل طولها و يزداد سمكها)، أما الجزء الثاني فمتصل بعصبون جامع الذي يثبط انتقال الرسالة العصبية إلى العصبون الحركي للعضلة المضادة، هذه الأخيرة تسترخي.

***- رسم تخطيطي لمسار السيالة العصبية في المنعكس العضلي:**



النشاط 3 : آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك.

***- تعريف المشبك:** هو نقطة الاتصال)تمفصل(بين خليتين عصبيتين أو بين خلية عصبية و خلية عضلية تقلصية.

***- مكونات المشبك:**

- خلية قبل مشبكية: الخلية التي يغادرها النبأ العصبي وتحتوي نهاياتها على حويصلات تسمى الحويصلات المشبكية.
- خلية بعد مشبكية: الخلية التي تستقبل النبأ العصبي.
- الشق المشبكي: المساحة الضئيلة التي تفصل بين الخليتين تقدر بـ nm200.

***- انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك:** تنتقل ببطء بتدخل وسائط كيميائية تحررها النهايات قبل المشبكية.

***- أنواع المشابك:**

- من حيث البنية: - مشبك عصبي - عصبي.
- مشبك عصبي - عضلي (اللوحة المحركة).
- من حيث الدور: - مشبك منبه الذي يسمح بانتقال سيالة عصبية منبهة إلى الخلية بعد المشبكية مولدا بذلك كمون عمل (أو PPSE).
- مشبك مثبط الذي يثبط انتقال السيالة العصبية إلى الخلية بعد المشبكية مولدا بذلك (PPSI) فتبقى الخلية بعد المشبكية في حالة راحة.

***- اتجاه انتشار السيالة العصبية:**

- في العصبون المعزول: تنتقل (تنتشر) السيالة العصبية في اتجاهين متعاكسين.
- ضمن السلسلة العصبونية: السيالة العصبية تنتقل في اتجاه واحد من الخلية قبل إلى الخلية بعد المشبكية.

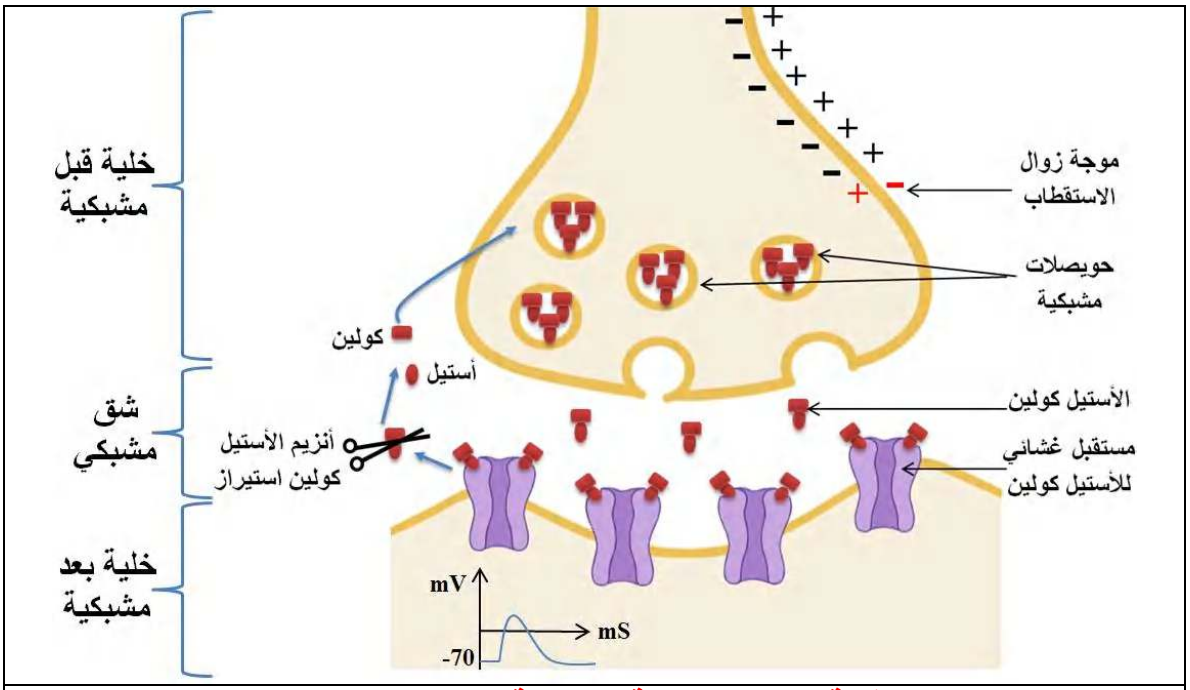
***- آلية عمل المشبك المنبه:**

- وصول السيالة العصبية إلى النهاية المحورية للعصبون قبل مشبكي (تشفير كهربائي).
- هجرة الحويصلات المشبكية إلى محاذاة الغشاء قبل المشبكي، اندماجها مع الغشاء قبل المشبكي ثم تحرير محتواها (الوسيط الكيميائي التنبيهي ACh) في الشق المشبكي بظاهرة الإطراح الخلوي (تشفير كيميائي).

- تثبت الأستيل كولين على مستقبلات غشائية نوعية في الغشاء بعد المشبكي مولدا PPSE (تشفير كهربائي).
- تفكيك الأستيل كولين بواسطة إنزيم الأستيل كولين إستيراز المتواجد في الشق المشبكي إلى الأستيل و الكولين و إعادة امتصاص الكولين من طرف النهايات قبل المشبكية.

***- آلية عمل المشبك المثبط:**

- وصول السيالة العصبية إلى النهاية المحورية للعصبون قبل مشبكي(تشفير كهربائي).
- هجرة الحويصلات المشبكية إلى محاذاة الغشاء قبل المشبكي، اندماجها مع الغشاء قبل المشبكي ثم تحرير محتواها (الوسيط الكيميائي التثبيطي الغابا) في الشق المشبكي بظاهرة الإطراح الخلوي (تشفير كيميائي).
- تثبت الغابا على مستقبلات غشائية نوعية في الغشاء بعد المشبكي مولدا PPSI (تشفير كهربائي).



رسم تخطيطي لآلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك التنبيهي

***- العلاقة بين المقوية العضلية و المشبك:** الرسائل العصبية الناتجة عن شد المغازل العصبية للعضلة تسبب تغيرات في المقوية العضلية للعضلات الباسطة و القابضة برفع تواتر كمونات العمل للعصبونات الحركية للعضلة المشدودة و انخفاض أو انعدام تواتر كمونات العمل للعصبونات الحركية للعضلة المضادة و يتم ذلك بتدخل المشابك.

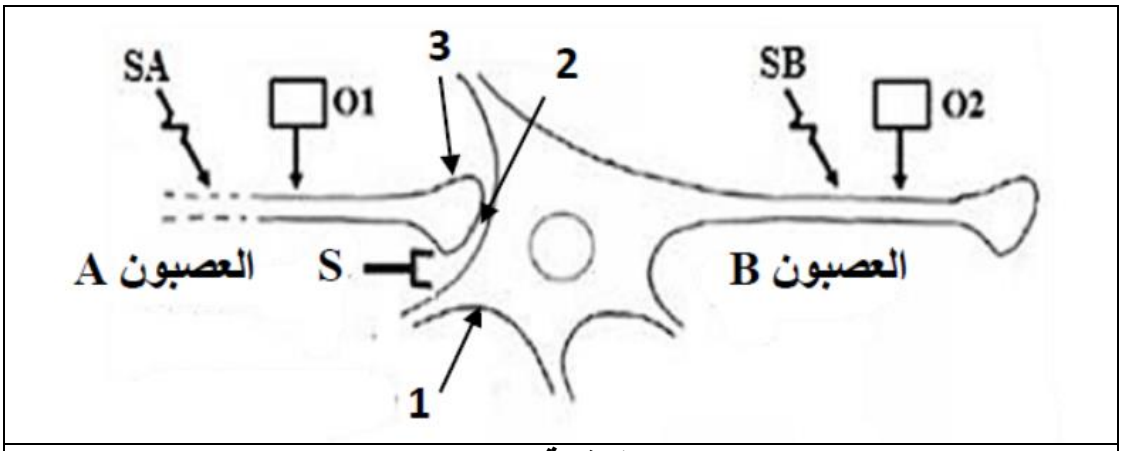
تمارين الوحدة

التمرين 01:

المشبك هو نقطة اتصال (تمفصل) بين خليتين عصبيتين أو بين خلية عصبية و خلية عضلية يفصل بينهما فراغ يدعى الشق المشبكي، فكيف تنتقل السيالة العصبية على مستوى المشبك؟

الجزء الأول:

من أجل دراسة آلية انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك نستعمل التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (1).



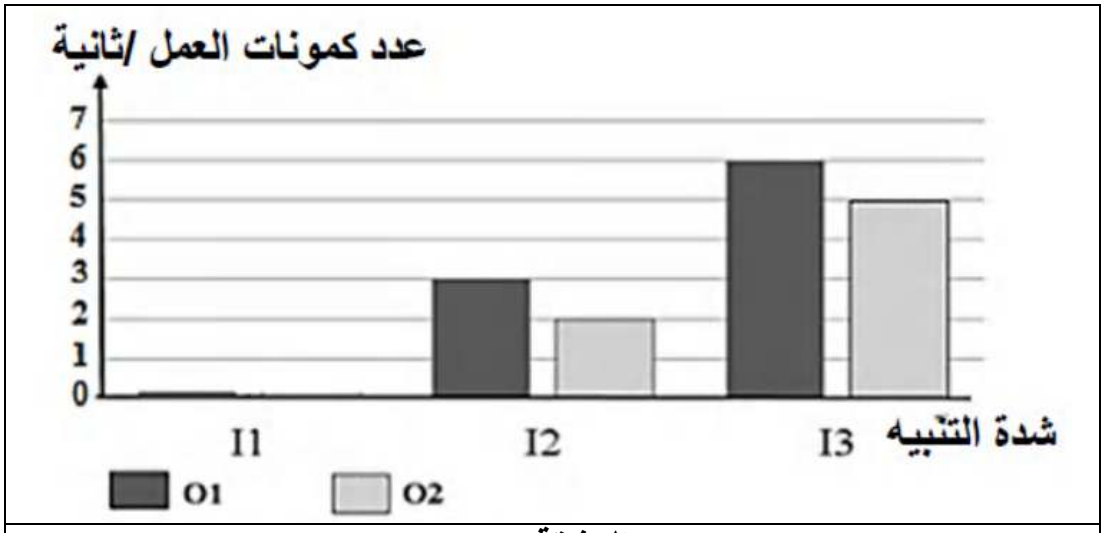
الوثيقة (1)

1- تعرف على البينات المرقمة.

2- اقترح فرضية تفسر من خلالها طريقة انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك.

الجزء الثاني:

باستعمال التركيب التجريبي الممثلة في الوثيقة (1) نطبق ثلاث تنبيها (SA) ذوات شدة متزايدة I1، I2 و I3. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

1- حلل النتائج المحصل عليها على مستوى العصبون (A) (في O1).

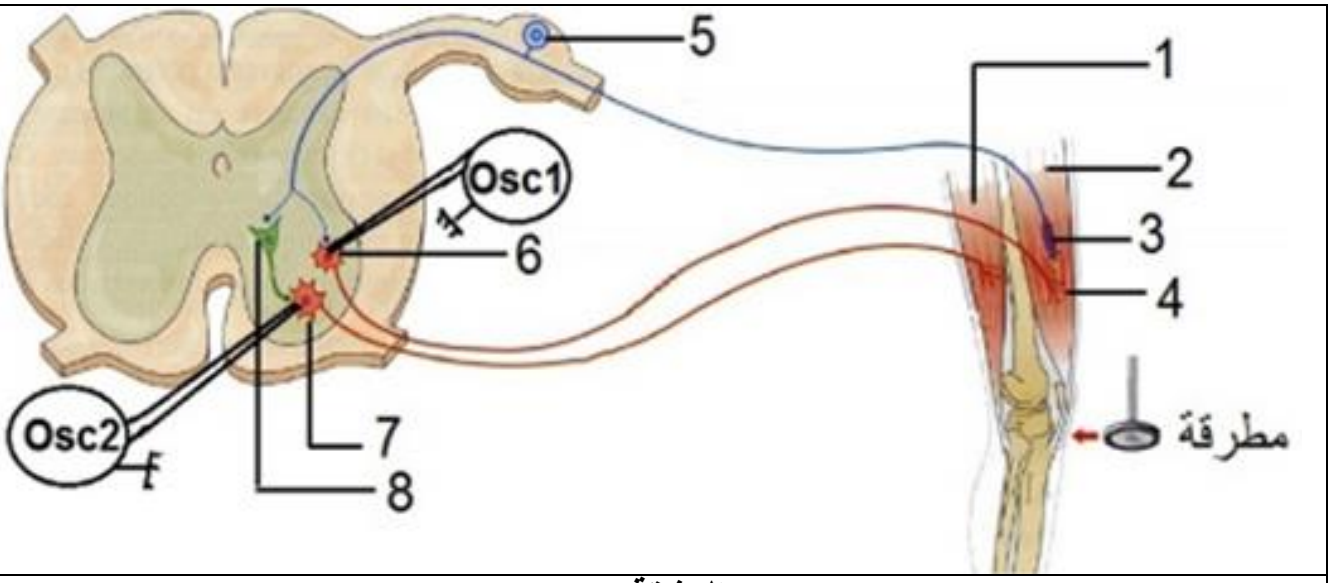
2- حدد معللا إجابتك ما إذا كان المشبك (S) مثبط أو منبه.

3- نطبق تنبيه فعال SB على مستوى العصبون B (الوثيقة 1). نسجل استجابة فقط في O2.

- ماهي المعلومة التي تقدمها لك هذه النتيجة فيما يخص خاصية انتقال السيالة العصبية على مستوى المشبك.

التمرين 02:

يُؤمن المنعكس العضلي الحفاظ توازن الجسم في المختلف الوضعيات التي يتخذها بتدخل عناصر تشريحية مختلفة تعمل بصورة منسقة، حيث تلعب مشابك دورا هاما في ذلك. لتوضيح ذلك نقدم الوثيقة (1) التي تمثل رسم تخطيطي للقوس الانعكاسية للمنعكس الرضفي.



الوثيقة (1)

1- أكتب البيانات الموافقة للأرقام من 1 إلى 8، ثم سمِ التسجيلات المتوقع الحصول عليها في جهازي الأسيلوسكوب (Osc_1 و Osc_2) بعد إحداث ضربة جافة بالمطرقة تحت الركبة.

2- من خلال الوثيقة (1) و معلوماتك، أكتب نص علمي تشرح آلية حدوث المنعكس العضلي الرضفي مبرزا دور المشابك في ذلك.

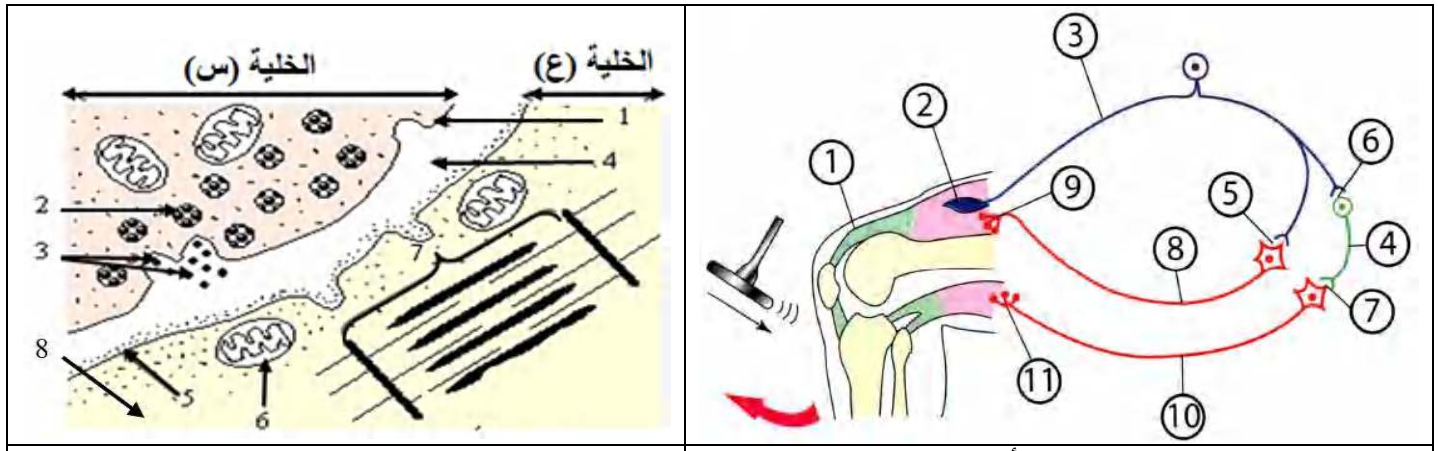
التمرين 03:

يتطلب اتخاذ الجسم وضعيات مختلفة بالإضافة إلى الحركة تدخل أعضاء مختلفة تعمل بصورة منسقة.

لفهم آلية عمل هذه الأعضاء نقترح الدراسة التالية:

الجزء الأول:

يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (1) العناصر التشريحية المتدخلة في حدوث المنعكس العضلي الرضفي، أما الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيمثل تكبير للعنصر 9 من الشكل (أ).



الشكل (أ)	الشكل (ب)

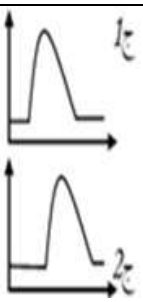
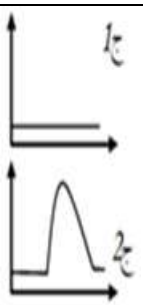
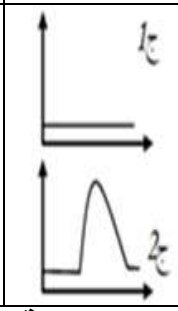
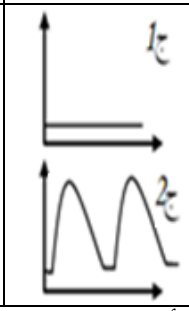
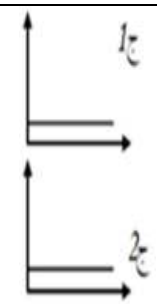
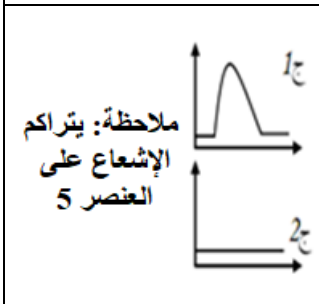
الوثيقة (1)

1- تعرف على العناصر المرقمة في الوثيقة (1) محددا دور العناصر في الشكل (أ).

2- ما هي الإشكالية التي تطرحها ملاحظة البنية الممثلة في الشكل (ب)؟

الجزء الثاني:

للإجابة على الإشكالية المطروحة، نقدم سلسلة من التجارب على البنية الممثلة في الوثيقة (2)، حيث نصل الخلية (س) بجهاز راسم الذبذبات المهبطي (ج1) و الخلية (ع) بالجهاز (ج2). الشروط التجريبية و نتائجها مسجلة في الوثيقة (2).

المرحلة	1	2	3	4	5	6
الشروط	تنبيه الخلية (س)	تنبيه الخلية (ع)	حقن قطرتين أستيل كولين في العنصر 4	حقن 6 قطرات أستيل كولين في العنصر 4	حقن قطرتين أستيل كولين في العنصر 8	إعادة المرحلة 1 مع حقن مادة بنغاروتوكسين مشعة في العنصر 4
النتائج						 ملاحظة: يتراكم الإشعاع على العنصر 5

ملاحظة: جميع المنحنيات الممثلة تبدأ من -70 ميلي فولط (كمون الراحة)

الوثيقة (2)

1- ما هي المعلومات المستخرجة من التجارب 1، 2، 3، 4 و 5؟

2- فسر نتائج التجربة 6.

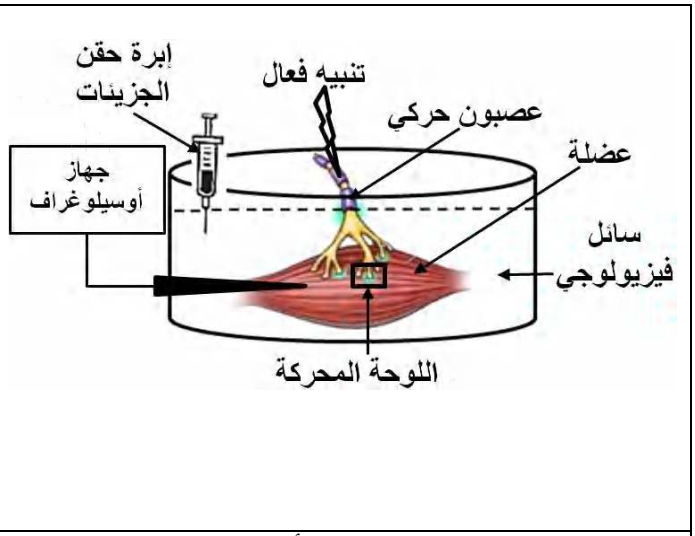
3- أجب عن الاشكالية المطروحة في الجزء الأول مبرزا نمط التشفير.

التمرين 04:

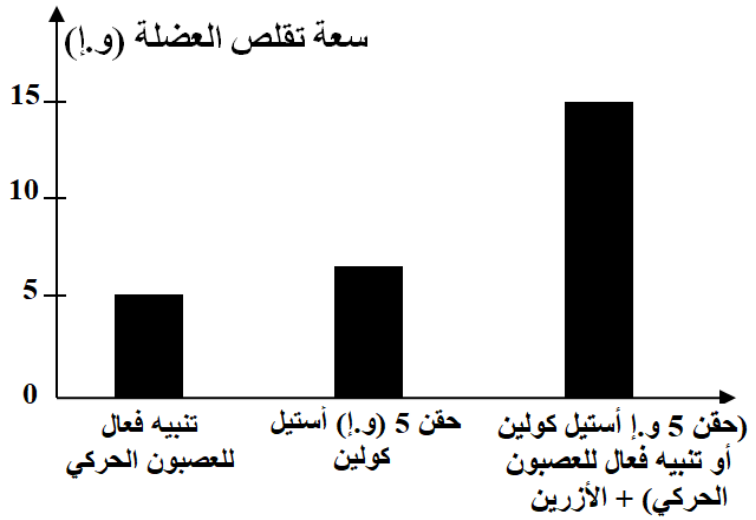
تلعب المشبك دورا هاما في انتقال الرسائل العصبية أو تثبيطها و بالتالي ضمان العمل المنسق للعضلات، حيث يمكن لبعض المواد الكيميائية التأثير على نشاطها. للتأكد من ذلك نحقق الدراسة التالية:

الجزء الأول:

الإزرين (Esérine) مادة مستخرجة من إحدى النباتات، لمعرفة تأثيرها على عمل المشبك للأستيل كولين نقدم المعطيات التجريبية الممثلة في الوثيقة (1).



الشكل (أ)



الشكل (ب)

الوثيقة (1)

1- قارن بين النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (1).

2- اقترح 3 فرضيات تفسر بها طريقة تأثير الإزرين.

الجزء الثاني:

للتأكد من صحة الفرضيات المقترحة سابقا نقترح باستعمال التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (1- أ) التجربتين التاليتين:

التجربة 01: تم احداث تنبيه فعال في العصبون الحركي مع تتبع كمية الأستيل كولين في الشق المشبكي في غياب و وجود مادة الإزرين. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2- أ).

الزمن بعد التنبيه (ميلي ثانية)	1	2	3	4	5	6	8
كمية Ach في الشق المشبكي في غياب الإزرين (و.إ).	3	10	20	15	10	0	0
كمية Ach في الشق المشبكي في وجود الإزرين (و.إ).	3	10	20	20	19	18	17

الوثيقة (2- أ)

التجربة (2): نكرر نفس التجربة 1 مع إضافة الإزرين المشع للوسط بتراكيز متزايدة، و نتتبع نسبة الاشعاع على غشاء الخلية بعد المشبكية و نشاط انزيم الأستيل كولين استيراز. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2- ب).

تركيز الإزرين المشع في الوسط (و.إ)	0	5	10	15	20	25
نسبة الاشعاع على غشاء الخلية بعد المشبكية (%)	0	0	0	0	0	0
نشاط انزيم الأستيل كولين استيراز (%)	100	85	70	50	30	15
الوثيقة (2- ب)						

1- ترجم جدول الوثيقة (2- أ) إلى منحنيين بيانيين (على نفس المعلم).

2- استدل باستغلال نتائج التجربتين (1 و 2) على صحة احدى الفرضيات المقترحة.

3- اشرح تغير سعة التقلص العضلي في غياب و وجود مادة الإزيرين.

الجزء الثالث:

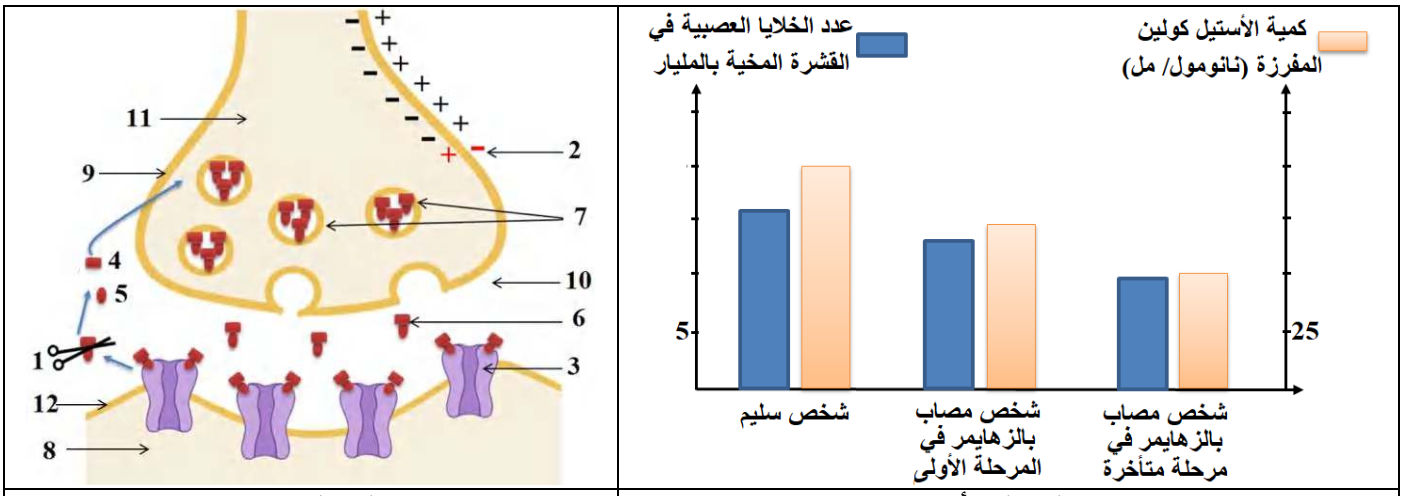
من خلال ما سبق و معلوماتك، أنجز رسم تخطيطي تفسر آلية عمل اللوحة المحركة في وجود الازرين.

التمرين 05:

يصاب العديد من الأشخاص في سن الشيخوخة الأكثر من 65 سنة بمرض الزهايمر، يتميز بتراجع مستمر للذاكرة و في القدرات الذهنية. نبحث في هذه الدراسة أسباب الإصابة بالزهايمر و طرق علاجه.

الجزء الأول:

يبين الشكل (أ) من الوثيقة (1) معطيات طبية لثلاثة أشخاص في نفس السن (70 سنة)، بينما الشكل (ب) من نفس الوثيقة فيمثل رسم تخطيطي لمشبك الأستيل كولين.



الشكل (أ) | الشكل (ب)

الوثيقة (1)

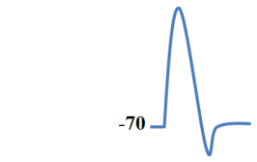
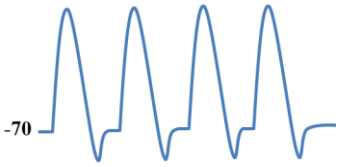
1- قارن بين النتائج المسجلة في الشكل (أ) من الوثيقة (1).

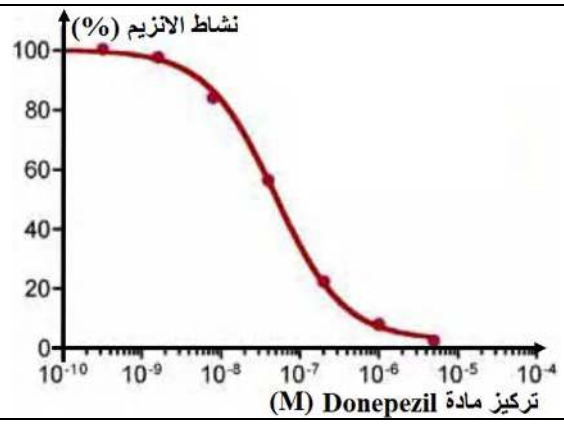
2- تعرف على بيانات الشكل (ب) من الوثيقة (1) مع تحديد دور الأستيل كولين، ثم اقترح باستغلال بنية المشبك فرضيات لعلاج الزهايمر.

الجزء الثاني:

فكر الأطباء في عدة طرق لعلاج الزهايمر من بينها حقن مادة (Donepezil)، لتحديد دور هذه المادة نقدم معطيات الوثيقة (2) حيث:

- **الشكل (أ):** يمثل تسجيل للسيالة العصبية في الخلية بعد مشبكية في حالتي وجود إنزيم الأستيل كولين استيراز (AchE) و في غيابه.
- **الشكل (ب):** يمثل نتائج قياس نشاط إنزيم الأستيل كولين استيراز (AchE) باستعمال تراكيز متزايدة من مادة (Donepezil) و تركيز ثابت من الأستيل كولين (Ach) يتجدد مع كل قياس.

التسجيل في الخلية بعد المشبكية في وجود إنزيم الأستيل كولين استيراز (AchE).	
التسجيل في الخلية بعد المشبكية في غياب إنزيم الأستيل كولين استيراز (AchE).	
الشكل (ب)	الشكل (أ)
الوثيقة (2)	



1- حلل النتائج المسجلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

2- باستغلال الوثيقة (2) و باستدلال علمي، بين دور مادة (Donepezil) في علاج الزهايمر.

3- ما مدى صحة فرضيتك؟

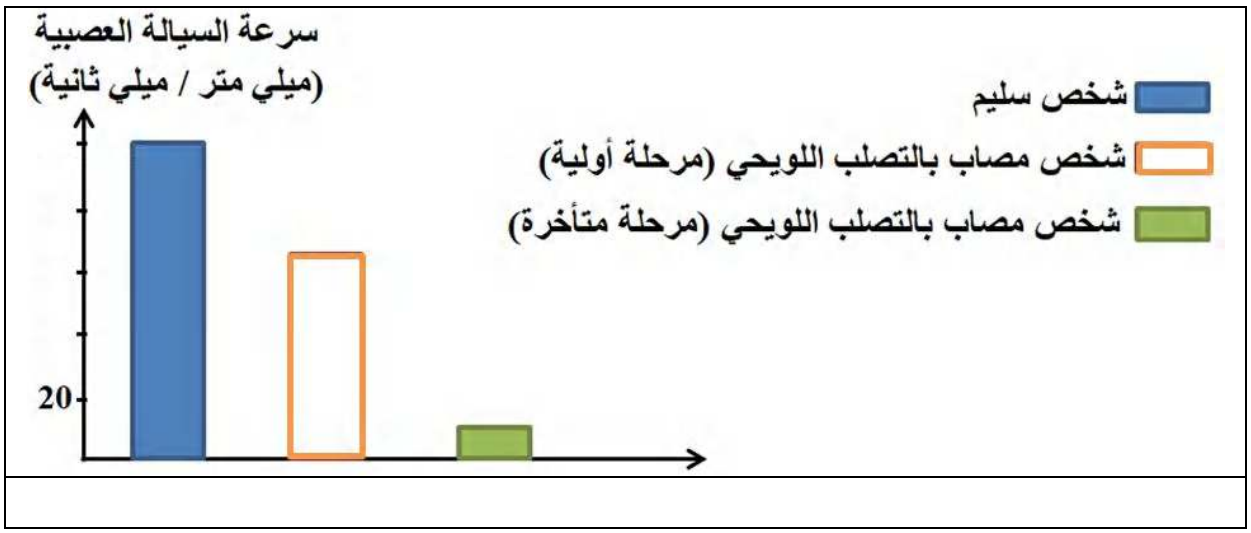
التمرين 06:

تخضع العديد من وظائف العضوية لآلية تنظيم عصبية و أي خلل في هذه الآلية يؤدي إلى ظهور أمراض معينة. للتعرف على أحد هذه الأمراض و سببه نقترح ما يلي:

الجزء الأول:

التصلب اللويحي هو مرض يصيب الجهاز العصبي الذي يبدأ باضطرابات في الرؤية أو الشلل الجزئي أو خلل في السلوكات أو مشكل في السير.

تمثل الوثيقة (1) سرعة انتقال السيالة العصبية تم تسجيلها على الليف العصبي المحاط بغمد النخاعين عند ثلاثة أفراد.



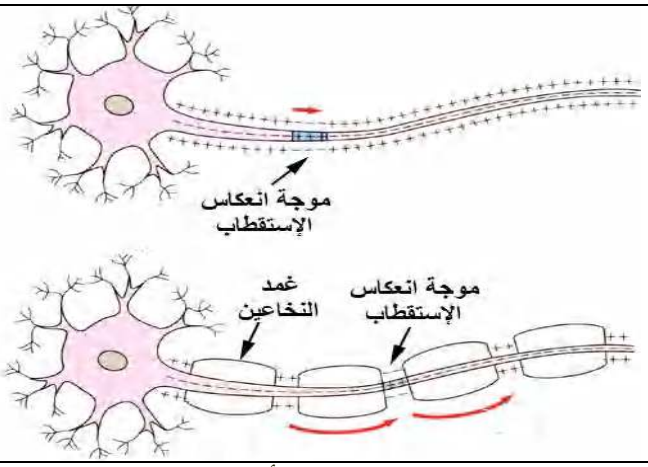
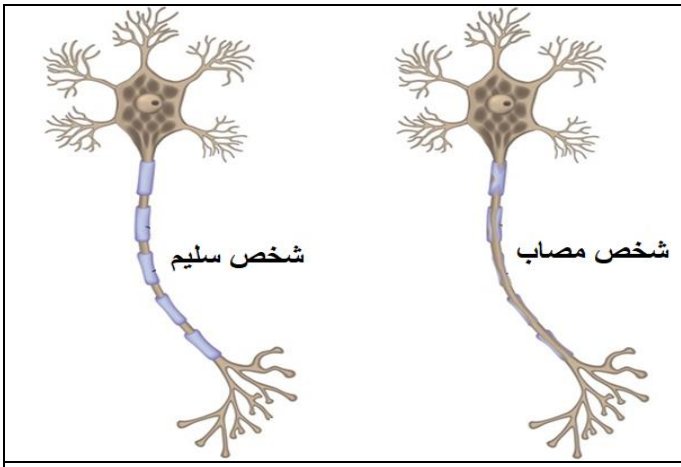
1- أعط تحليل مقارن للنتائج المسجلة في الوثيقة (1).

2- اقترح فرضيتين تفسر سبب الاصابة بمرض التصلب اللويحي.

الجزء الثاني:

للتأكد من صحة إحدى الفرضيتين المقترحتين سابق، قام مجموعة من العلماء بعدة دراسات نقدمها في أشكال الوثيقة (2) حيث:

- **الشكل (أ):** يمثل انتقال السيالة العصبية في نوعين من الألياف العصبية.
- **الشكل (ب):** يمثل بنية خليتين عصبيتين متماثلتين احداها عند شخص سليم و الأخرى عند مصاب بمرض التصلب اللويحي.
- **الشكل (ج):** يمثل عدد الألياف العصبية على مستوى الأعصاب و عدد كريات الدم البيضاء ذاتية المناعة (تهاجم بعض خلايا الذات) عند ثلاثة أفراد تبلغ نفس العمر.

<table>
<tr><td colspan="2"> 
</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">الشكل (أ)</td><td colspan="2">الشكل (ب)</td></tr>
<tr><td></td><td>فرد سليم</td><td>فرد مصاب التصلب اللويحي (مرحلة أولية)</td><td>فرد مصاب التصلب اللويحي (مرحلة متأخرة)</td></tr>
<tr><td>عدد الألياف العصبية (بالمليون)</td><td>10 إلى 15</td><td>12</td><td>11.2</td></tr>
<tr><td>عدد كريات الدم البيضاء ذاتية المناعة (في 1 ملل من الدم)</td><td>0</td><td>100 إلى 200</td><td>10^3. 5 إلى 10^3. 11</td></tr>
<tr><td colspan="4">الشكل (ج)</td></tr>
<tr><td colspan="4">الوثيقة (2)</td></tr>
</table>

1- حلل النتائج المسجلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

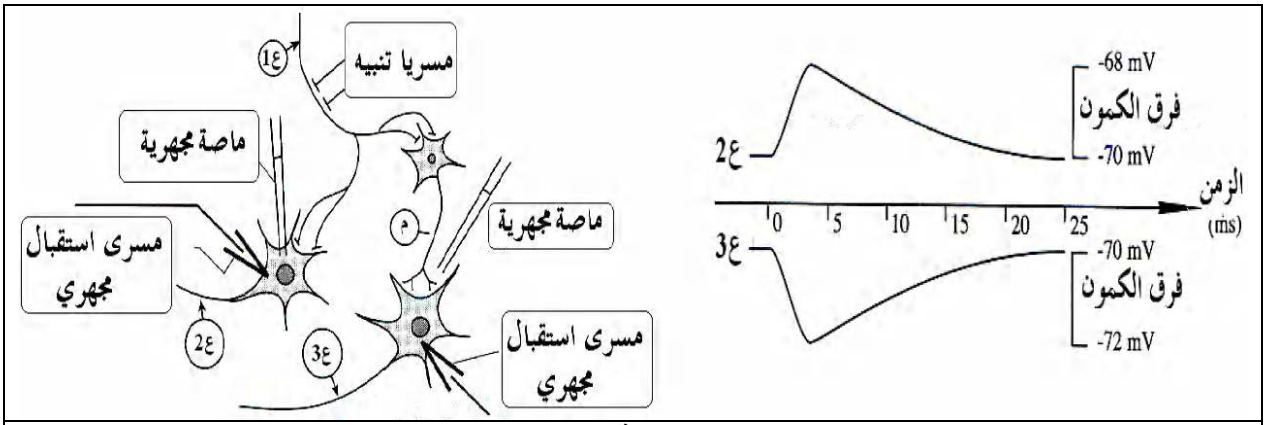
2- فسر باستغلال معطيات الوثيقة (2) سبب الإصابة بمرض التصلب اللويحي مبرزا صحة إحدى الفرضيتين المقترحتين.

التمرين 07:

لدراسة آلية انتقال السيالة العصبية على مستوى الخلايا العصبية ننجز الدراسات التالية:

الجزء الأول:

تمثل الوثيقة (1) العصبونات المعصبة للعضلتين الباسطة و القابضة للساق و التسجيلات المتحصلة عليها إثر تنبيه العصبون الحسي للعضلة الباسطة (ع1)، مع العلم أن المشبك (ع1 – م) يصل العصبون (ع1) مع العصبون (م)، المشبك (م – ع3) يصل العصبون (م) مع العصبون (ع3) و المشبك (ع1 – ع2) يصل العصبون (ع1) مع العصبون (ع2):



الوثيقة (1)

1- حدد موقع و دور العصبونات (م، ع1، ع2، ع3).

2- علق على التسجيلات المتحصل عليها مستنتجا نوع المشابك (ع1 – ع2)، (م – ع3) و(ع1 – م).

3- وضح أي العصبونين الحركيين (ع2) أو (ع3) متصل بالعضلة الباسطة.

الجزء الثاني:

لتحديد دور بعض المواد الكيميائية على عمل المشبك نقدم النتائج التجريبية التالية:

التجربة 1: عن طريق تقنية الحقن المجهري، نضع مواد مختلفة في الشق المشبكي للمشبكين (ع1 – ع2) و (م – ع3). النتائج المتحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2).

المواد المضافة		الأسبارتات	الغابا	حمض الفالبروويك	البيكروتوكسين
الاستجابة في:	ع2	نعم	لا	لا	لا
	ع3	لا	نعم	لا	لا

الوثيقة (2)

1- باستغلال نتائج الوثيقة (2)، حدد الدور الفيزيولوجي لمادتي الأسبارتات و الغابا.

التجربة 2: نكرر نفس التجربة 1 مع تنبيه العصبون (ع1) و حقن إما حمض الفالبروويك أو البيكروتوكسين. النتائج المتحصل عليها مسجلة في الوثيقة (3).

المواد المضافة		حمض الفالبروويك	البيكروتوكسين
الاستجابة بعد تنبيه (ن1) في:	ع2	لا	نعم
	ع3	نعم	لا
الوثيقة (3)			

2- قارن بين تأثير مادتي حمض الفالبروويك و البيكروتوكسين في التجربتين 1 و 2.

3- اشرح آلية عمل مادتي حمض الفالبروويك و البيكروتوكسين مدعما اجابتك برسم تخطيطي في حالة المشبك المنبه.

التمرين 08:

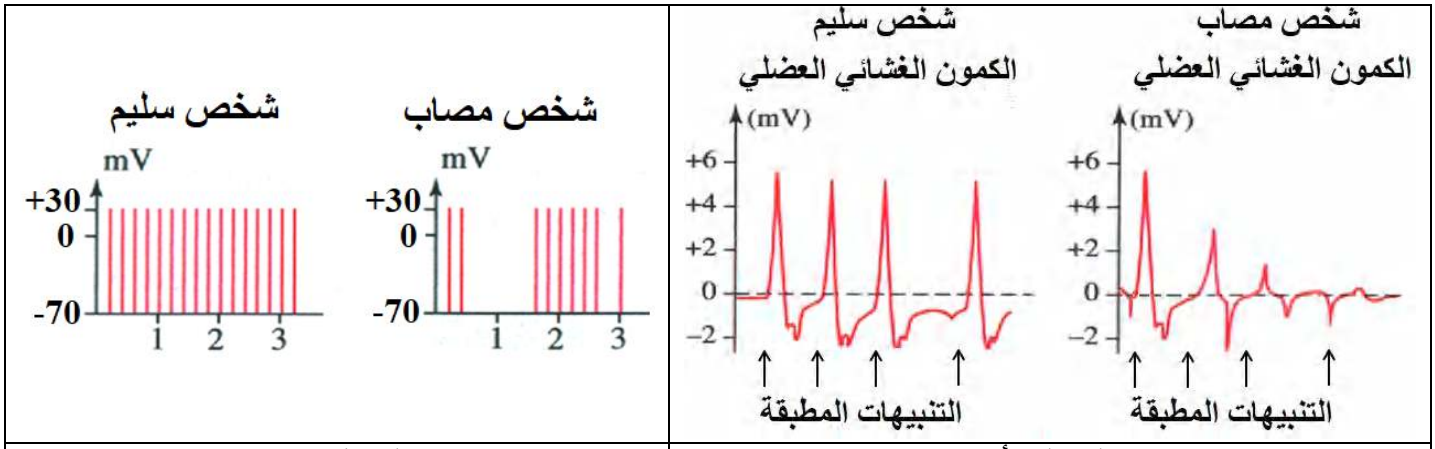
تنتقل الرسالة العصبية على مستوى المشبك من الخلية قبل المشبكية إلى الخلية بعد المشبكية بآلية منظمة و بتدخل المبلغ العصبي، إلا أنه في بعض الحالات نلاحظ خللا في ذلك، فمثلا يعاني بعض الأشخاص من مرض الوهن العضلي (Myasthénie) و هو مرض نادر يتميز بضعف في عضلات الجسم و صعوبة تقلصها و خاصة تلك التي تتحكم في الحركات الإرادية كعضلات الجفون، الوجه، الأطراف...إلخ.

لمعرفة سبب هذا المرض نقترح عليك الدراسة التالية:

الجزء الأول:

- تمثل الوثيقة (1) الشكل (أ) تسجيلا لظواهر الكهربائية الملتقطة من طرف إلكترودات موضوعة على الجلد في مستوى العضلة الخلفية لساق شخص سليم و آخر مصاب بالوهن العضلي نتيجة تنبيه العصب الحركي الذي يعصبها بأربعة تنبيهات فعالة متتالية و متساوية الشدة.

- بواسطة إلكترودات مستقبلة مجهرية، تم قياس الكمونات بعد المشبكية على مستوى اللوحة المحركة عند فرد سليم و فرد مصاب بالوهن العضلي. النتائج المحصل عليها مسجلة في الوثيقة (1) الشكل (ب).



الشكل (أ) | **الشكل (ب)**

الوثيقة (1)

1- قدم تحليلا مقارنا للنتائج الموضحة في الوثيقة (1) الشكل (أ).

2- اقترح باستغلال الوثيقة (1) الشكل (ب) فرضيات تفسر من خلالها سبب المرض بالوهن العضلي.

الجزء الثاني:

للتأكد من صحة إحدى الفرضيات السابقة، تم إجراء الاختبارات التالية في مخبر طبي متخصص.

- **الاختبار (1):** تم حقن مادة مشعة من ألفا بنغاروتوكسين (تشبه في بنيتها الأستيل كولين)على مستوى مشبك عصبي عضلي لشخص سليم و آخر مصاب بالوهن العضلي، ثم نقيس عدد نقاط الإشعاع المثبتة

على سطح الخلية العضلية بفضل تقنية التصوير الإشعاعي الذاتي. النتائج المتحصل عليها مسجلة في الوثيقة (2) الشكل (أ).

- **الاختبار (2):** تم إجراء تحاليل الكشف عن كمية الأستيل كولين المفرزة على مستوى اللوحة المحركة بعد احداث تنبيه فعال عند شخص سليم و آخر مصاب بالوهن العضلي، بالإضافة إلى وجود أجسام مضادة ضد مستقبلات الأستيل كولين في مصل شخص مصاب بالوهن العضلي و مصل شخص سليم. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2) الشكل (ب).

الشكل (أ)

	الشخص السليم	الشخص المصاب
كمية الأستيل كولين المفرزة (وحدة اعتبارية)	10	10
اختبار الكشف عن الأجسام المضادة ذاتية التفاعل (تتفاعل مع جزيئات الذات) الموجهة ضد المستقبلات الغشائية للأستيل كولين	- - - -	+ + + +

الإشارة (-) غياب الأجسام المضادة. الإشارة (+) وجود الأجسام المضادة.

الشكل (ب)

الوثيقة (2)

1- باستغلال معطيات شكلي الوثيقة (2)، فسر سبب الإصابة بمرض الوهن العضلي مبرزا صحة احدى الفرضيات المقترحة.

2- يقترح الأطباء للأشخاص المصابين بمرض الوهن العضلي دواء بيريدوستيغمين الذي يعمل على تثبيط إنزيم الأستيل كولين إستراز بهدف تخفيف أعراض المرض.

- اشرح أهمية هذا العلاج في تخفيف أعراض المرض الوهن العضلي.

الجزء الثالث:

من خلال ما سبق و معلوماتك، وضح في رسم تخطيطي وظيفي آلية عمل المشبك العصبي – العضلي عند الأشخاص المصابة بمرض الوهن العضلي.

التمرين 09:

في إطار دراسة بعض حالات الشلل، عمل باحثون على حيوان ظهرت لديه علامات الشلل الكامل في عضلاته و ذلك خلال دراستهم لبعض أنواع الشلل.

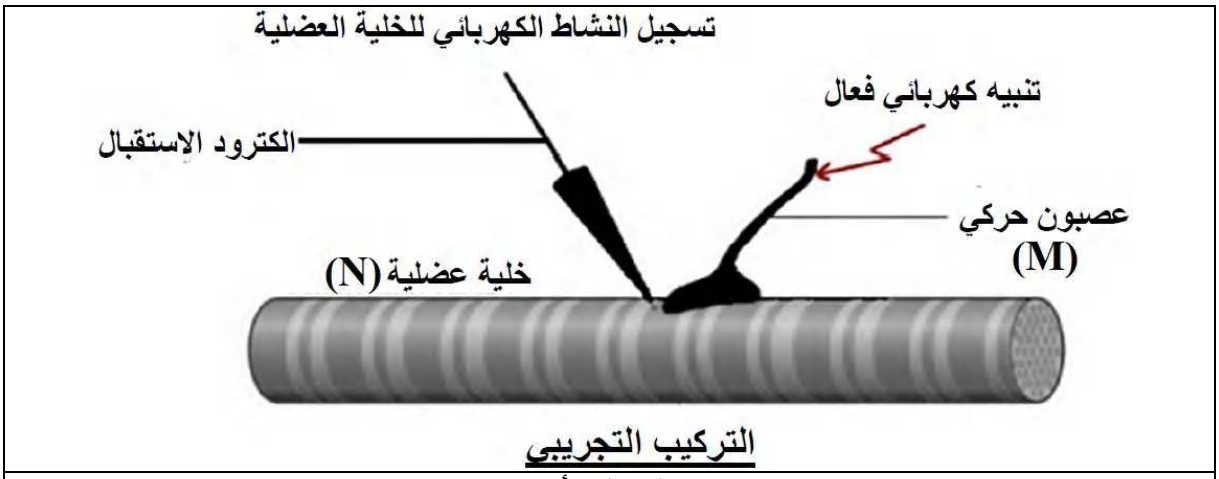
الجزء الأول:

تمت التجارب التالية على حيوانين، أحدهما طبيعي و الآخر يعاني من الشلل حيث أجريت التجارب على عصبون محرك (N) و على عضلة (M).

التجربة (1): نطبق تنبيهات فعالة مباشرة على العضلة عند كل من الحيوانين، لوحظ حدوث تقلص عضلي في الحالتين.

education-onec-dz.blogspot.com

التجربة (2): نطبق تنبيهات فعالة على العصبون المحرك المرتبط بالعضلة . الشروط التجريبية و نتائجها ممثلة في الوثيقة (1).



الشكل (أ)

	نتائج التنبيه الفعال على العصبون المحرك N	
حيوان سليم	كمونات عمل في العصبون المحرك	تقلص العضلة
حيوان مصاب بشلل	كمونات عمل في العصبون المحرك	عدم تقلص العضلة

الشكل (ب)

الوثيقة (1)

1- برهن أن سبب الشلل لدى هذا الحيوان يعود إلى خلل في عمل المشابك العصبية العضلية.

2- قدم 3 فرضيات لتفسير الخلل المشبكي الذي أصاب الحيوانات المشلولة.

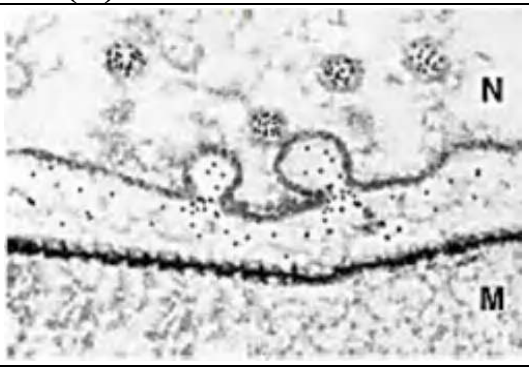
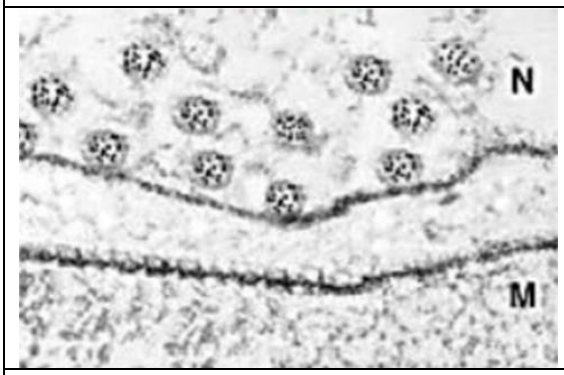
الجزء الثاني:

من أجل التحقق من صحة فرضياتك نقترح عليك التجارب 3، 4 و 5 التي قام بها الباحثون.

التجربة 3: تم قياس كمية الأستيل كولين في الحويصلات المشبكية للمشبك العصبي – العضلي عند الحيوانين السابقين. النتائج المحصل عليها مسجلة في الوثيقة (2) الشكل (أ).

التجربة 4: تم استخراج الأستيل كولين من المشبك العصبي – العضلي للحيوان المصاب بالشلل و تم حقن هذه المادة (الأستيل كولين) في الشق المشبكي بين (N) و (M) و ذلك لدى الحيوان المصاب بالشلل و الحيوان السليم، و نلاحظ تقلص العضلة عند الحيوانين. النتائج مسجلة في الوثيقة (2) الشكل (ب).

التجربة 5: تحقن مادة الكولين المشعة داخل العصبون المحرك للحيوانين السليم و المصاب بالشلل ، تتحول هذه المادة داخل العصبون المحرك إلى أستيل كولين . تم بعد ذلك تنبيه العصبون المحرك لدى الحيوانين تنبيها فعالا. تمثل الوثيقة (2) الشكل (ج) صورتين بالمجهر الإلكتروني للمشبك عند الحيوانين بعد التنبيه، حيث تظهر المادة المشعة على شكل نقاط سوداء.

	حيوان سليم	حيوان مصاب بشلل
كمية الأستيل كولين في الحويصلات المشبكية (و.إ)	من 70 إلى 200	105
الشكل (أ)		
	حيوان سليم	حيوان مصاب بشلل
تقلص العضلة	++++++	++++++
الشكل (ب)		
بنية المشبك العصبي العضلي		
الشكل (ج)		
الوثيقة (2)		

1- استدل باستغلال معطيات الوثيقة (1) على صحة إحدى الفرضيات المقترحة.

2- أنجز رسم تخطيطي يحمل جميع البيانات للمشبك العصبي العضلي عند كل من الحيوان السليم و الحيوان المصاب بشلل.

التمرين 10:

البوتوكس (BOTOX) عبارة عن بروتين سام يستخرج من بكتيريا كلوستريديوم بوتيلينيوم، والتي تسبب تسمم غذائي خطير جدا. هذا المرض يصيب جميع العضلات ويمكن أن يؤدي إلى شلل على مستوى عضلات الجهاز التنفسي مما يؤدي إلى الموت. ومع ذلك يستخدم البوتوكس على نطاق واسع من قبل جميع أولئك الذين يرغبون في إزالة أثار الشيخوخة (العلاج ضد التجاعيد الناتجة عن تقلصات مستمرة لعضلات الوجه) عن طريق حقن هذا السم كل ستة أشهر. لتحديد طريقة عمل البوتوكس نقدم الدراسة التالية:

الجزء الأول: نطبق أربعة تنبيهات فعالة ذات شدات متزايدة على عصبون حركي لأرنب الذي يعصب عضلة هيكيلة، و نقيس من أجل كل شدة، تواتر كمونات العمل قبل المشبكية، عدد القنوات الخاصة بال Ca^{2+} المفتوحة المتواجدة على غشاء النهية المحورية قبل المشبكية و تركيز ال Ca^{2+} في النهايات القبل مشبكية. النتائج المحصل عليها مسجلة في الشكل (أ) من الوثيقة (1).

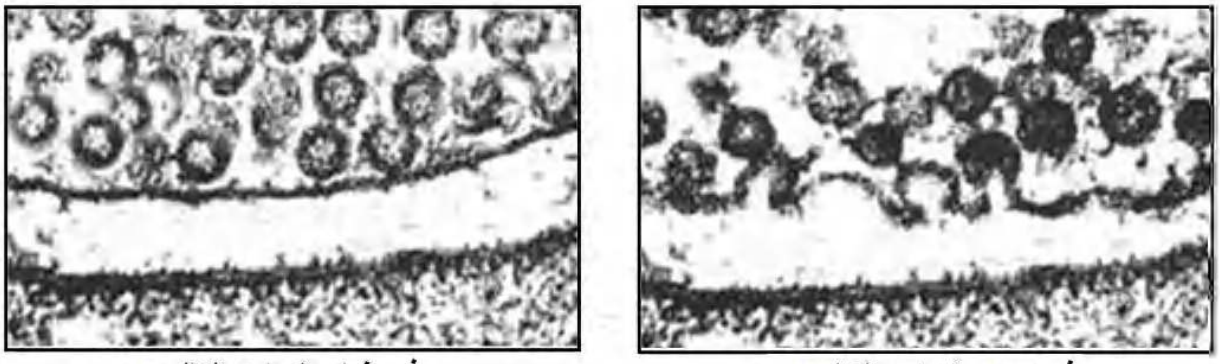
نعزل لوحة محركة لأرنب و نضعها في وسط فيزيولوجي، نحدث تنبيه فعال في العصبون الحركي وندرس نشاط اللوحة المحركة في حالتين:

- الحالة الأولى: الوسط الفيزيولوجي خال من ال Ca^{2+}.
- الحالة الثانية: الوسط الفيزيولوجي غني بال Ca^{2+}.

النتائج المتحصل عليها مسجلة في الشكل (ب) من الوثيقة (1).

شدة التنبيه (mv)	عدد كمونات العمل	عدد القنوات الخاصة بال Ca^{2+} المفتوحة	تركيز ال Ca^{2+} (و.إ)
5	4	10	1
10	7	33	3
15	13	60	5
20	17	85	7

الشكل (أ)



في وجود شوارد الكالسيوم — في غياب شوارد الكالسيوم

الشكل (ب)

الوثيقة (1)

1- حلل النتائج المسجلة في الوثيقة (1) مبرزا العلاقة بين الظواهر التي تحدث.

2- أثبتت الدراسات العلمية أن البوتوكس يؤثر على النهاية المحورية قبل المشبكية.

- اقترح فرضيات تفسر طريقة تأثير البوتوكس على نقل الرسالة العصبية على مستوى المشبك.

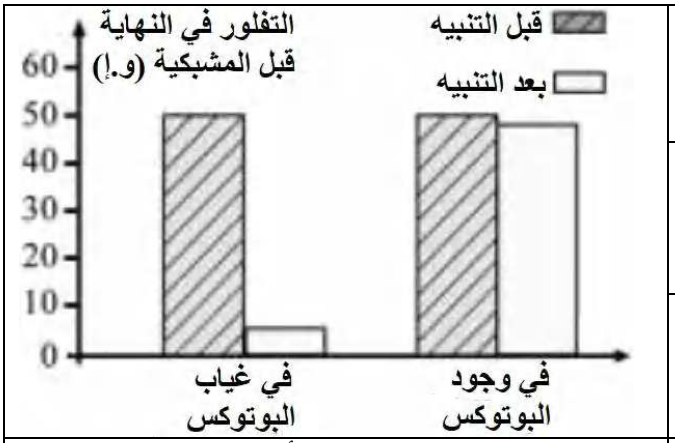
الجزء الثاني: بهدف التأكد من صحة الفرضيات المقترحة نقترح التجارب التالية:

التجربة 1: نعزل لوحة محركة لضفدع و نضعها في وسط فيزيولوجي غني بالCa^{2+}، ثم نقيس كمية الأستيل كولين المركبة من طرف العصبون الحركي قبل المشبكي و نشاط القنوات الخاصة بالCa^{2+} قبل و بعد اضافة البوتوكس للوسط. النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

التجربة 2: تم وسم الحويصلات قبل مشبكية لعصبون حركي لضفدع بواسطة مادة مفلورة. يوضع هذا العصبون في وسطين، يحتوي الأول على مادة البوتوكس وانعدامها في الوسط 2. شدة التفلور (الاستشعاع) داخل الزر المشبكي يقاس قبل وبعد تنبيه العصبون. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2) الشكل (ب).

التجربة 3: ظاهرة طرح المبلغ الكيميائي في الشق المشبكي تتضمن تدخل 3 أنواع من البروتينات هي:

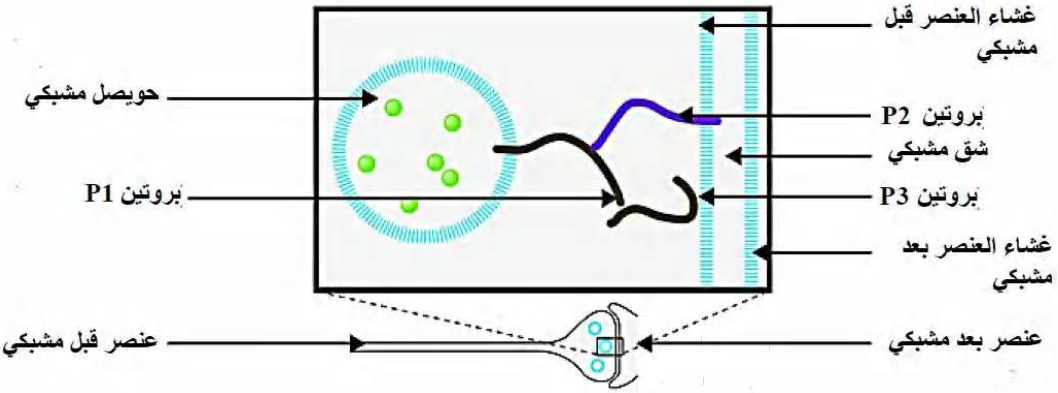
P_1- بروتين غشائي للحويصلات المشبكية. - P_2 و P_3 نوعان من بروتينات الغشاء الهيولي قبل المشبكي. آلية عمل هذه البروتينات قبل و بعد حقن البوتوكس ممثلة في الوثيقة (2) الشكل (ج).

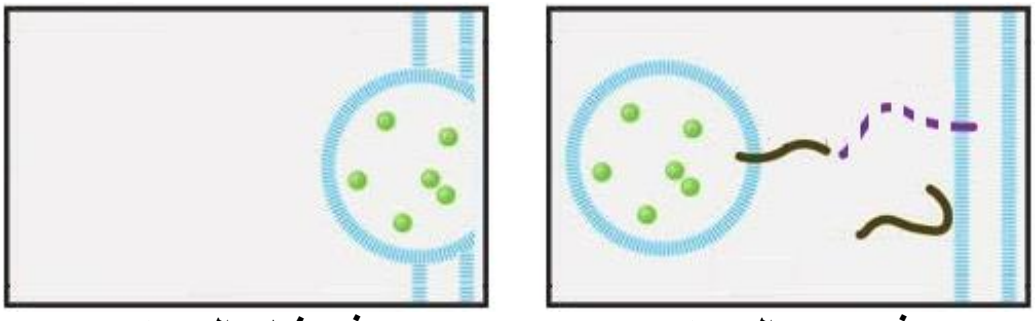


الشكل (أ)

	كمية Ach المركبة	نشاط القنوات الCa^{2+}
في غياب البوتوكس	++++++	++++++
في وجود البوتوكس	++++++	++++++

الشكل (ب)





في غياب البوتوكس — في وجود البوتوكس

الشكل (ج)

الوثيقة (2)

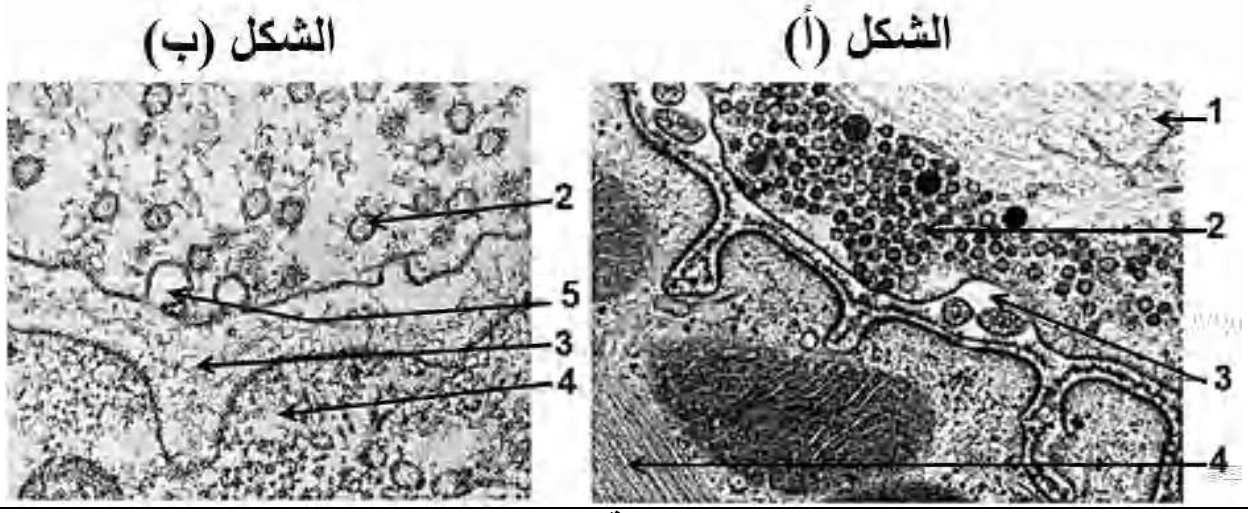
1- ناقش باستغلال معطيات الوثيقة (1) صحة إحدى الفرضيات المقترحة مبرزا بدقة مستوى تأثير البوتوكس.

2- اشرح كيف يؤدي حقن البوتوكس إلى ازالة التجاعيد (علامات الشيخوخة).

الجزء الثالث: أنجز رسم تخطيطي تفسيري تبرز فيه حالة النشاط الفيزيولوجي للمشبك في غياب و وجود مادة البوتوكس.

التمرين 11:

إن العصبونات، خلايا مميزة للجهاز العصبي، وهي دعامة انتشار السيالة العصبية حيث تبدي اتصالات فيما بينها أو مع خلايا أخرى كالخلايا العضلية تدعى هذه الاتصالات بالمشابك. لفهم كيف تنتقل السيالة العصبية على مستوى المشابك المنبهة نقترح عليك الوثيقة (1) التي تمثل صور مجهرية للوحة المحركة.



الوثيقة (1)

1- أكمل بيانات الوثيقة (1) وقدم عنوانا مناسبا لكل شكل.

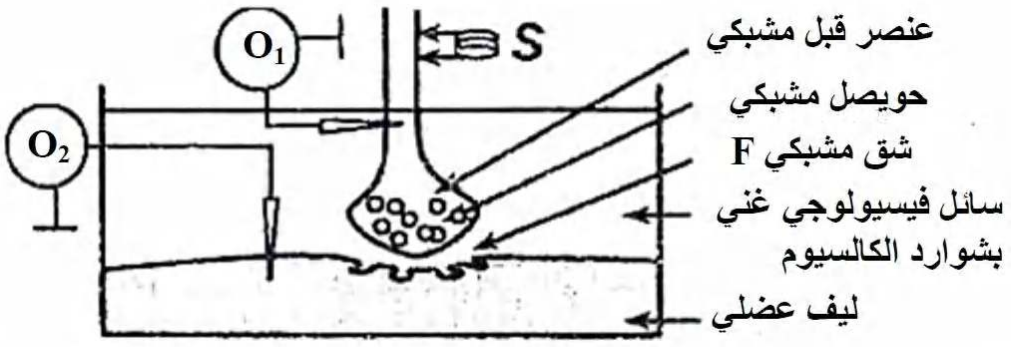
2- باستغلالك للوثيقة (1) لخص في نص علمي آلية انتقال و ترجمة الرسالة العصبية على مستوى المشبك.

التمرين 12:

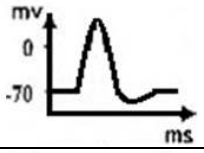
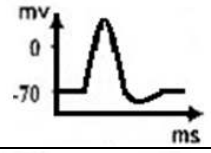
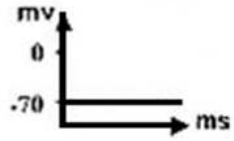
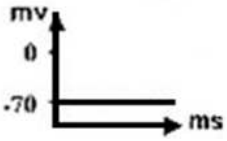
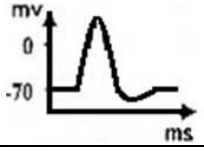
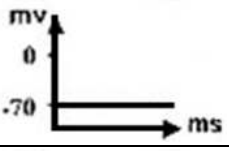
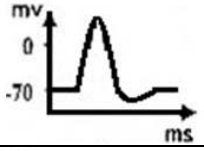
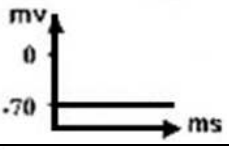
تنتقل الرسالة العصبية على مستوى المشابك من الخلية قبل المشبكية إلى الخلية بعد المشبكية، حيث تؤثر بعض سموم الحيوانات و الحشرات و بعض المواد الكيميائية كالمبيدات على انتقال الرسالة العصبية.

الجزء الأول:

قصد معرفة تأثير بعض السموم على انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك العصبي العضلي نستعمل التركيب التجريبي المبين في الشكل (أ) من الوثيقة (1) لإنجاز مجموعة من التجارب حيث نطبق تنبيها فعالا S في شروط تجريبية مختلفة. النتائج المحصل عليها موضحة في الشكل (ب) من نفس الوثيقة.



الشكل (أ)

	التجارب	التسجيل في O1	كمية الأستيل كولين في F	التسجيل في O2
1	تطبيق التنبيه S		100 mmoles/L	
2	إضافة للسائل الفيزيولوجي السم ساكسيتوكسين ثم تطبيق التنبيه S		منعدمة	
3	حقن في العنصر قبل مشبكي السم البوتولينيوم ثم تطبيق التنبيه S		منعدمة	
4	حقن في الشق المشبكي السم ألفا بنغاروتوكسين ثم تطبيق التنبيه S		100 mmoles/L	
5	إضافة للوسط الفيزيولوجي مادة الكاربامات ثم تطبيق التنبيه S		مجهولة	

الشكل (ب)

الوثيقة (1)

باستغلال الوثيقة (1):

1- حدد مع التعليل موقع تأثير كل من السموم الموضحة في التجارب (2 ، 3 ، 4) على المشبك.

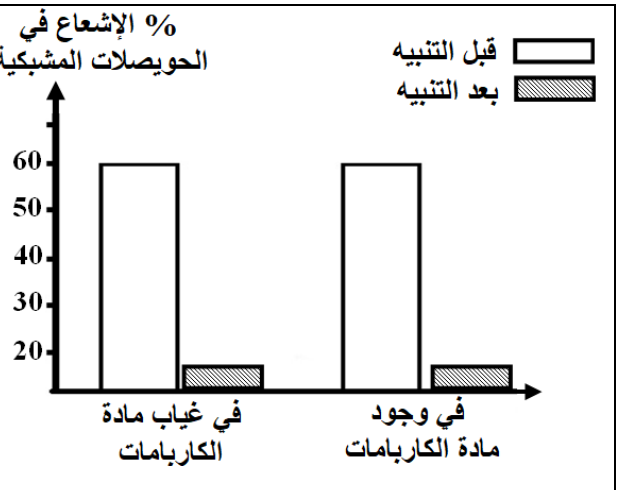
2- اقترح فرضيات تفسر آلية تأثير مادة الكاربامات.

الجزء الثاني:

للتأكد من صحة الفرضيات المقترحة سابقا ننجز التجربتين التاليتين بالاعتماد على التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (1) الشكل (أ):

التجربة 1: نقوم بوسم الحويصلات المشبكية بمادة مفلورة (مشعة)، ثم نقيس شدة الإشعاع في غياب و وجود مادة الكاربامات قبل و بعد احداث التنبيه S. النتائج المتحصل عليها مسجلة في الشكل (أ) من الوثيقة (2).

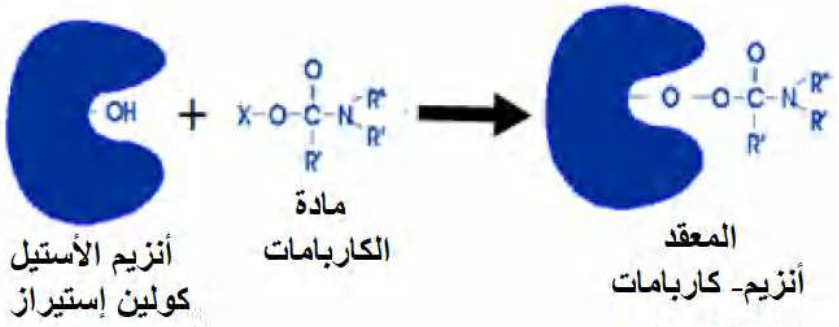
التجربة 2: نقوم بوسم مادة الكاربامات بمادة مشعة و نحقنه في الشق المشبكي بتراكيز متزايدة، ثم نقيس شدة الإشعاع على الغشاء بعد المشبكي كما نقيس نشاط أنزيم الأستيل كولين إستيراز في الشق المشبكي بعد احداث التنبيه S. النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة (2)، أما الشكل (ج) من نفس الوثيقة فيمثل تأثير مادة الكاربامات على أنزيم الاستيل كولين إستيراز.



الشكل (أ)

تركيز الكاربامات المشعة (و.!)	0	5	20	40	50	60
شدة الإشعاع على الغشاء بعد المشبكي (%)	0	0	0	0	0	0
نشاط أنزيم الأستيل كولين إستيراز (%)	100	90	70	30	0	0

الشكل (ب)



الشكل (ج)

الوثيقة (2)

1- ترجم معطيات الشكل (ب) من الوثيقة (1) إلى منحنيات بيانية في نفس المعلم.

2- استدل باستغلال معطيات الوثيقة (2) على صحة إحدى الفرضيات المقترحة.

3- اشرح كيف تسبب الكاربامات اضطرابات في عمل العضلات.