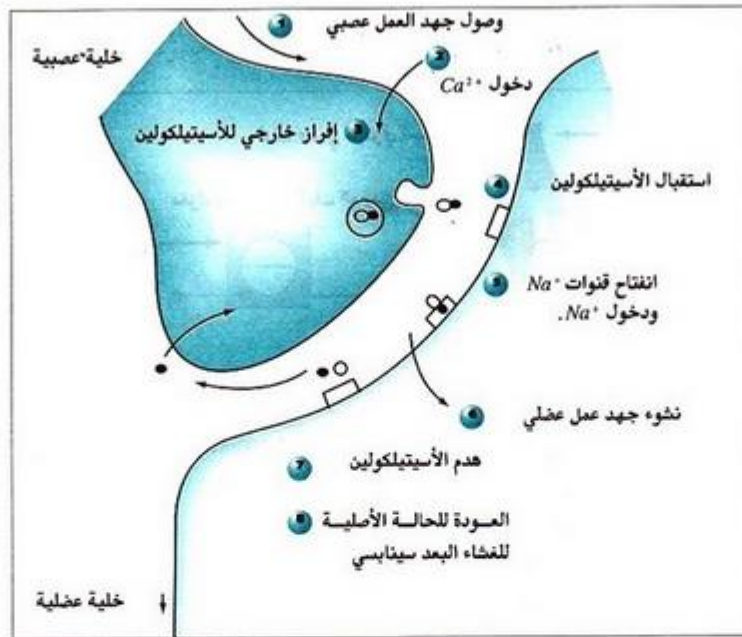


يمثل الرسم التخطيطي التالي مراحل عمل سينابس ذات تبليغ كيميائي:



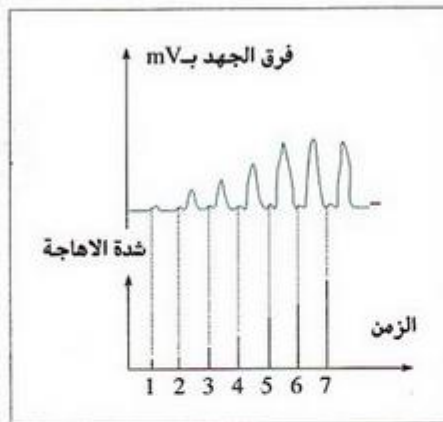
- حرر نسا علميا سليما يصف المراحل الممثلة في الرسم التخطيطي.

✓ الحل

يؤدي وصول جهد العمل إلى الحبة السينايبسية إلى انفتاح قنوات  $Ca^{2+}$  المرتبطة بالفولطية ودخول هذه الأيونات إلى الحبة السينايبسية. يترتب عن ذلك الإفراز الخارجي لحويصلات الاستيلكولين في الحيز السينايبسي. ترتبط جزيئات هذا المبلغ العصبي بمستقبلاتها النوعية على الغشاء البعد السينايبسي مما يؤدي إلى انفتاح قنوات  $Na^+$  ودخول هذه الأيونات إلى الخلية العضلية. إثر هذا الدخول ينشأ جهد عمل عضلي.

في مستوى الحيز البيسينابسي يتم هدم جزء من الاستيلكولين بعد انفصالها عن المستقبل النوعي وإعادة امتصاص نواتج الهدم. ويعود النشوء السينايبسي إلى حالته الأصلية.

نضع إلكترودين مرتبطين بكاشف الذبذبات على عصب جلدي لحيوان ثم نطبق إهجات ذات شدة متصاعدة على مستوى جلد هذا الحيوان قرب المنطقة العصبية. تبين الوثيقة التالية النشاط الكهربائي المسجل في مستوى العصب:



1- حلل التسجيل المحصل.

2- حدد الظاهرة التي كشفت عنها التجربة ثم

اعط تفسيرا لها.

✓ الحل -

السؤال 1: يمكن تقسيم التسجيل المحصل إلى ثلاثة أجزاء.

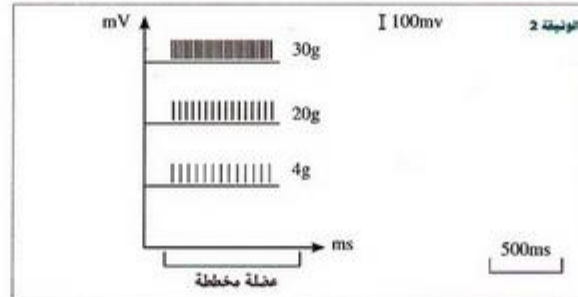
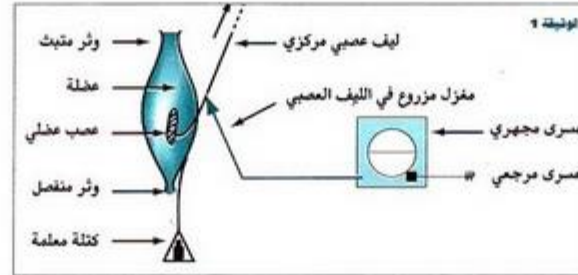
- عدم استجابة الليف للإهاجة  $I_1$  لأنها غير فعالة.
- استجابة الليف ابتداء من الشدة  $I_2$  مع الزيادة في وسع الإستجابة عند تطبيق إهجات ذات شدة متصاعدة  $I_3$  و  $I_4$  و  $I_5$ .
- ابتداء من الإهاجة ذات الشدة  $I_5$  بقي وسع الإستجابة ثابتا رغم تطبيق إهجات متزايدة الشدة  $I_6$  و  $I_7$ .

السؤال 2: ظاهرة التجنيد يفسر هذا ببنية العصب إذ أن استجابة العصب هي حصيلة استجابة الألياف المكونة له. كلما ازدادت شدة التهيج كلما ازداد عدد الألياف المهيجة. وعندما تصبح كل الألياف

مهيجة يصبح الوسع ثابتا

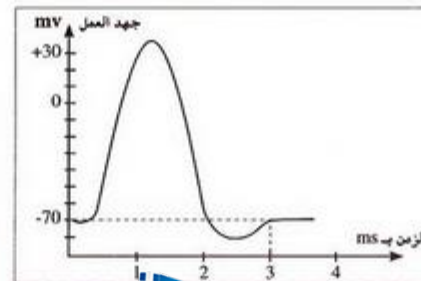
نهيج عضلة حيوان معزولة مرتبطة بالعصب الحسي بكتل متزايدة الشدة (4g و 20g و 30g) ونسجل الرسالة العصبية القادمة من مستقبل حسي.

تمثل الوثيقة 1 رسما تخطيطيا للعدة التجريبية وتعطي الوثيقة 2 النتائج المسجلة على شاشة كاشف الذبذبات.



1- اعتمادا على المعلومات التي توفرها هاتان الوثيقتان، أعط خصائص الرسالة العصبية المنتشرة على طول الليف العصبي.

باستعمال نفس العدة التجريبية مع رفع سرعة المسح الأفقي لكاشف الذبذبات، نحصل على التسجيل الدقيق لأحد، الإشارات الكهربائية وتمثل الوثيقة 3 التسجيل المحصل.



2- فسّر مختلف مراحل التسجيل دون التطرق للظواهر الأيونية.

السؤال 1: كلما زادت شدة الإهاجة (كتل متزايدة) كلما ارتفع تردد جهود العمل دون تغيير في الوسع.

خاصيات الرسالة العصبية على مستوى الليف العصبي هي:

• قانون الكل أو العدم.

• ترميز الرسالة العصبية على شكل جهود العمل يزداد ترددها كلما زادت شدة الإهاجة.

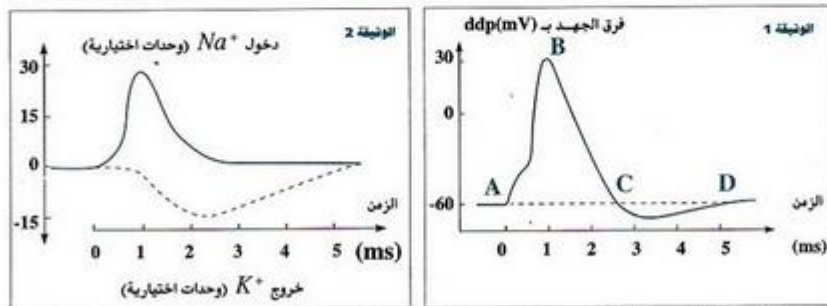
السؤال 2: يمثل هذا التسجيل جهد عمل أحادي الطور.

• في البداية نسجل جهد الكيون (-70mv) العاصة المجهريّة منغرفة في الليف) ثم مرحلة إزالة وقلب الاستقطاب الذي يمر من -70mv إلى 0mv ثم إلى +30mv، تليها مرحلة إعادة الاستقطاب وعودته إلى القيمة الأصلية بعد 3ms ونسجل استقطاباً مفرطاً في ms الأخيرة.

## 4. التمرين

4

نطبق على ليف عصبي إهاجة فعالة تمثل الوثيقة 1 التسجيل المحصل (جهد العمل).



1- سم كل مرحلة من مراحل التسجيل وحدد مدتها الزمنية.

تمثل الوثيقة 2 نتائج قياس تدفق أيونات  $Na^+$  و  $K^+$  عبر الغشاء السيترولازمي لهذا الليف العصبي إثر إهاجة فعالة.

2- أربط العلاقة بين التغير في جهد الغشاء الممثلة في الوثيقة 1 والنتائج المحصلة في الوثيقة 2.

السؤال 1 :

المراحل	أسمائها	مدتها بـ ms
AB	إزالة الاستقطاب	1
BC	إعادة الاستقطاب	1,5
CD	استقطاب مفرط	2,5

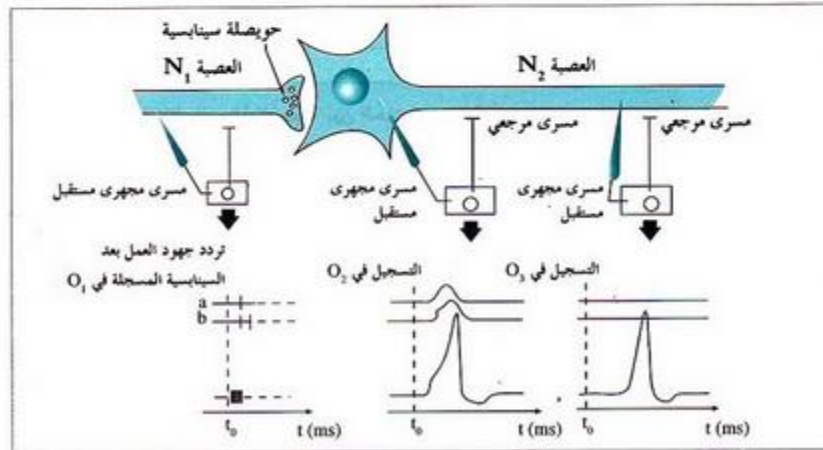
السؤال 2 :

- يؤدي التدفق المتفجر لأيونات  $Na^+$  إلى جارج الليف، بعد الإهاجة الفعالة، إلى إزالة استقطاب الغشاء السيتوبلازمي (انتقال جهد الغشاء من  $-60mV$  إلى  $+30mV$ ).
- يؤدي التدفق التدريجي لأيونات  $K^+$  إلى خارج الليف، إلى إعادة استقطاب الغشاء السيتوبلازمي (عودة فرق الجهد إلى قيمته الأصلية).
- يؤدي استمرار تدفق أيونات  $K^+$  خارج المحورة إلى ظهور استقطاب مفرط.

## التمرين 5.

5

لدينا ثلاثة كواشف الذبذبات  $O_1$  و  $O_2$  و  $O_3$  لتسجيل الظواهر الكهربائية المترتبة عن وصول ثلاثة رسالات عصبية (a و b و c) الناتجة عن ثلاثة تهبيجات بشدات متصاعدة مطبقة على  $N_1$ .

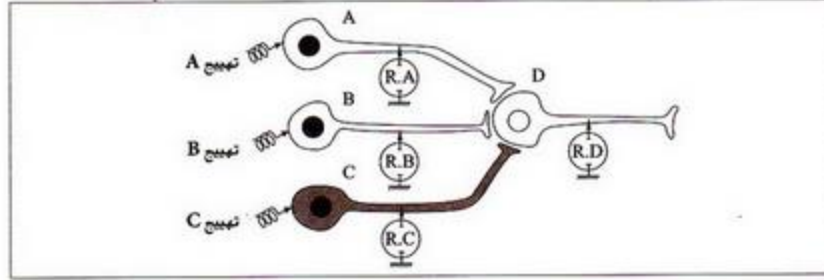


- حلل التسجيلات المحصلة.

تبين الوثيقة الظواهر الكهربائية الناتجة عن وصول ثلاث سيالات عصبية إلى الحبة السيناپسية للعصبون  $N_1$  والمسجلة على مستوى الجسم الخلوي ومحورة العصب  $N_2$ . تختلف الرسائل العصبية الثلاث بتعدد جهود العمل القبل سیناڤسية. الرسالة a تتضمن جهد عمل واحد والرسالة b تتضمن جهدي عمل والرسالة c تتضمن ستة جهود عمل.

- موجة إزالة الاستقطاب بعد سیناڤسية الناتجة عن الرسالة a تبقى محلية وتحت هدئية وذات وسع ضعيف في  $O_2$  ولا تنتقل إلى  $O_3$ .
- نفس النتيجة نحصل عليها من الرسالة b مع ارتفاع طفيف في وسع موجة إزالة الاستقطاب البعد سیناڤسية الذي يدل على وجود إجمال للإستجابتين لجهدي عمل الرسالة b.
- نحصل على جهد عمل بعد سیناڤسي ينتشر على طول العصب  $N_2$  ويسجل في  $O_2$  و  $O_3$  استجابة للرسالة c. وبالتالي فإن إجمال الإستجابات لجهود العمل المكونة للرسالة c نتج عنه موجة إزالة استقطاب ذات وسع يفوق العتبة التي ينشأ عنها جهد عمل في العصب البعد سیناڤسية. وبالتالي فإن ظهور جهد عمل بعد سیناڤسي عند وصول عدة جهود عمل قبل سیناڤسية إلى الحبة السيناڤسية.

يوجد نوعان من السيّنابسات: مهيجة وكابحة.  
نعتبر بنية عصبية مكونة من 4 عصبات (A و B و C و D) مرتبطة فيما بينها. نقوم بدراسة استجابة العصبية D حسب التهييجات المطبقة على العصبات A و B و C.



يعطي الجدول التالي استجابة العصبات الأربع حسب التهييج.

استجابة D	استجابة C	استجابة B	استجابة A	
+	-	-	+	تهيج A
+	-	+	-	تهيج B
-	+	-	-	تهيج C
-	+	-	+	تهيج (A+C)
+	+	+	+	تهيج (A+B+C)

- فسر النتائج المحصلة في كل تجربة واستنتج خاصيات العصبية D.  
+: تواجد - : غياب

✓ الحل

- أدى تهيج العصبية A إلى ظهور الإستجابة على مستوى A و D. وهذا يدل على نشوء سيالة عصبية على مستوى العصبية A وانتقالها نحو العصبية D إذن فالسيّنابس D-A سيّنابس مهيجة.
- أدى تهيج العصبية B إلى نفس النتيجة في مستوى العصبية D مما يدل على أن السيّنابس D-B سيّنابس مهيجة.
- عند تهيج العصبية C ظهرت الإستجابة على مستوى C فقط إذن سيّنابس D-C سيّنابس كابحة.
- سد تهيج العصبين A و B ظهرت الإستجابة على مستوى كل منهما دون ان تنتقل إلى العصبية D. يمكن تفسير ذلك بكون الحصلة الجبرية لجهدي الكبح والتهيج لم تبلغ عتبة التهيج وبالتالي لم يتولد عنها جهد عمل على مستوى العصبية البعد سيّنابسية D.
- عند تهيج العصبات A و B و C ظهرت الإستجابة على مستوى كل منهما وعلى مستوى العصبية البعد سيّنابسية D. يمكن تفسير ذلك بكون الحصلة الجبرية لجهود العمل قبل سيّنابسية بلغت عتبة التهيج تولد عنها جهد عمل على مستوى العصبية البعد سيّنابسية D.