

التواصل العصبي

الفصل الثاني:

الوثيقة 1: الكشف عن خاصيات العصب

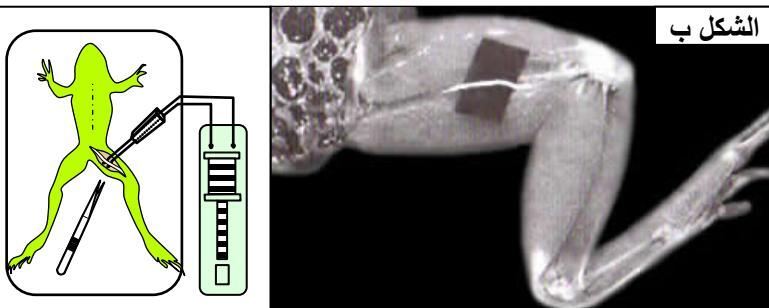
★ نقوم بتخريب الدماغ والنخاع الشوكي لضفدعه قصد إبطال الحساسية الشعورية والتحركية الإرادية واللإرادية.
بعد إزالة جلد الطرف الخلفي، نبعد عضلتي الفخذ عن بعضهما، فنبرز العصب الوركي (الشكل ب).

عندما نقوم بقرص العصب الوركي بواسطة ملقط أو تهييج بهيج كهربائي، نلاحظ ثني الطرف الخلفي الذي يوجد فيه العصب الوركي.

1) ماذا تستنتج من هذه التجربة؟

★ بعد قطع العصب، نقوم بنفس التجربة السابقة، فللحظ عدم حدوث أي استجابة.

2) ما هو استنتاجك؟



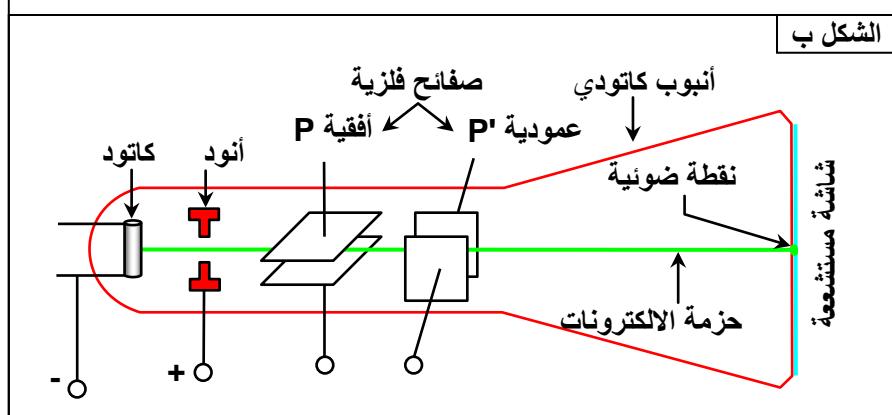
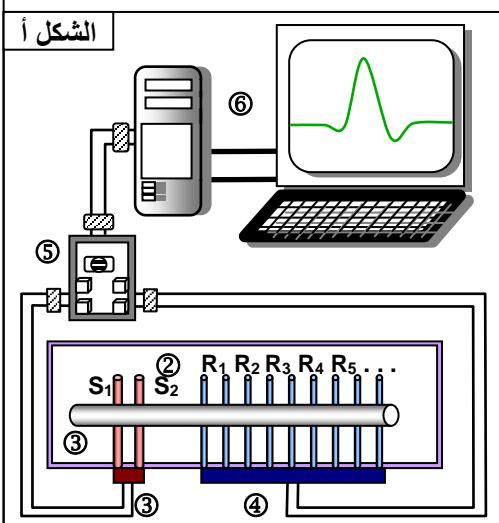
الشكل ب

الوثيقة 2: التركيب التجريبي لدراسة خاصيات العصب

★ يعطي الشكل أ رسم تخطيطي تفسيري لعدة EXAO التي تمكن من التهييج الكهربائي للعصب، واستقبال تمظهرات الاستجابة لهذا التهييج. ① = العصب، ② = حوض العصب، ③ = الكترودان مهيجان (S)، ④ = الكترودانات مستقبلة (R)، ⑤ = مكيف ومرافق بيني، ⑥ = نظام التسجيل (حاسوب)

★ يعطي الشكل ب رسم تخطيطي لأهم أجزاء كاشف الذبذبات.

بالاعتماد على معطيات الوثيقة، صفت مبدأ عمل عدة EXAO. ومبدأ عمل كاشف الذبذبات L'oscilloscope.



الوثيقة 3: الشروط الضرورية لتهييج العصب

تمكن عدة تسجيل اهتاجية العصب من تغيير شدة الاهاجة الم عبر عنها ب الميليفولت (mv)، وكذلك مدة الاهاجة الم عبر عنها ب (ms). نقوم بالتجربة على العصب الوركي Nerf sciatique للضفدع.

يتتم تحديد شدة تهييج معينة ثم نعمل على تغيير مدهته عدة مرات حتى يتم الحصول على اهاجة فعالة (تعطي إجابة). ثم نحدد مدة معينة ويتم تغيير شدة الاهاجة حتى الحصول على اهاجة فعالة. وفي كل اهاجة فعالة يتم تسجيل شدة و مدة الاهاجة الفعالة. ويبين الجدول التالي النتائج المحصل عليها:

شدة التهييـه I ب (mv)	مدة التهييـه t ب (ms)
35	35
37	40
47	55
55	65.5
94	94
112	112
120	120

- 1) أنجز منحنى تغيرات شدة التهييج بدلالة مدة التهييج.
- 2) لنتعتبر اهاجة ذات الخصائص التالية (40mv, 1.5ms) ما هي العلاقة التي تربط بين القيمتين؟
- 3) انطلاقا من تحليل المنحنى حدد:
 - a. ما هي شدة التهييج الدنيا التي تعطي أول استجابة؟ وما هي المدة الزمنية المطابقة لها؟
 - b. أهم ثوابت تهييج العصب.

هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma

الوثيقة 4: تمرن

قمنا بدراسة تهيج عصبين وركيين لضفدعه. الأول في درجة حرارة 10°C والثاني في درجة حرارة 20°C . النتائج المحصل عليها مدونة في الجدول التالي:

10	5	3	2	2	شدة التنبية I ب (mv)	$T = 20^{\circ}\text{C}$
1	1.2	2	5	6	مدة التنبية t ب (ms)	
10	5	3.5	3	3	شدة التنبية I ب (mv)	$T = 10^{\circ}\text{C}$
2	2.5	4	9	10	مدة التنبية t ب (ms)	

- (1) مثل هذه النتائج في رسم بياني واحد.
- (2) حدد خصائص تهيج هذه الأعصاب.
- (3) حدد العصب الأكثر تهيجه. ماذا يمكنك استنتاجه؟

الوثيقة 5: شروط التوصيلية

لتحديد الشروط الفيزيولوجية المتحكمة في توصيل السائلة العصبية ثم القيام بالتجارب التالية:

★ نضع جزء من عصب في درجة حرارة تقل عن 2°C ، وجزء آخر في درجة حرارة تفوق 50°C ثم نحدث اهاجة فعالة.

★ نضع العصب في درجة حرارة عاديه (25°C) مع إضافة كمية من الاثير أو الكلوروفورم (مخدر)، وبعد فترة زمنية نقوم بإحداث اهاجة فعالة.

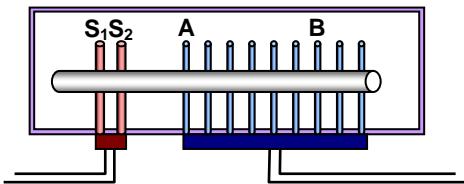
★ نقوم بتخريب العصب بواسطة إبرة (أو قطعه)، ثم نقوم بإحداث اهاجة فعالة.

في جميع الحالات السابقة لا يسمح العصب بتوصيل السائلة العصبية.

ماذا تستنتج من خلال هذه التجارب؟ وما هي الشروط الازمة لتوصيل السائلة العصبية؟

الوثيقة 6: سرعة التوصيلية

بعد عزل العصب الوركي لضفدعه ووضعه في حوض العصب، نطبق عليه اهاجتين متاليتين بواسطة الالكترونيدين $S_1 S_2$ ثم نستقبل استجابة العصب بواسطة مساری الاستقبال، موضوعة في مستويين مختلفين A و B حيث أن المسافة بين A و B هي $d_{AB} = 12\text{mm}$.



(1) أحسب سرعة توصيل الرسالة العصبية بين A و B معتمدا على النتائج المسجلة في الجدول التالي:

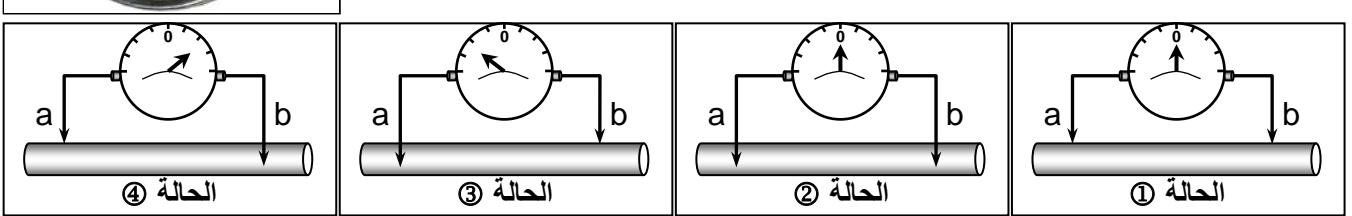
		حرارة الوسط
		فارق الزمن (ms) (مرور السائلة من A إلى B)
28°C	18°C	1 2

(2) ماذا يمكنك استنتاجه؟

(3) هل يمكن أن نقول أن السائلة العصبية هي عبارة عن تيار كهربائي؟ لماذا؟

الوثيقة 7: الكشف عن النشاط الكهربائي للعصب.

للكشف عن النشاط الكهربائي للعصب، نستعمل الكالفانومتر Galvanomètre (شكل أ) الذي يمكن من الكشف عن وجود فرق جهد كهربائي (ddp) بين وسطين. في غياب أي تهيج، نقوم بالمناولات الممثلة على الرسوم التخطيطية أسفله. ماذا تستنتج من تحليل هذه المعطيات؟



هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma :

الوثيقة 8: الكشف عن جهد الکمون Potentiel de repos

في حالة استعمال كاشف التذبذب يمكن تمثيل التركيب التجاري المستعمل كما هو ممثل على الشكل أ (S_1S_2 = مساري التهيج، R_1R_2 = مساري الاستقبال، P_1P_2 = صافح معدني). في غياب أي تهيج نقوم بالتجربتين التاليتين:

★ في الزمن t_0 (بداية التجربة) نضع المساري R_1R_2 على سطح الليف العصبي.

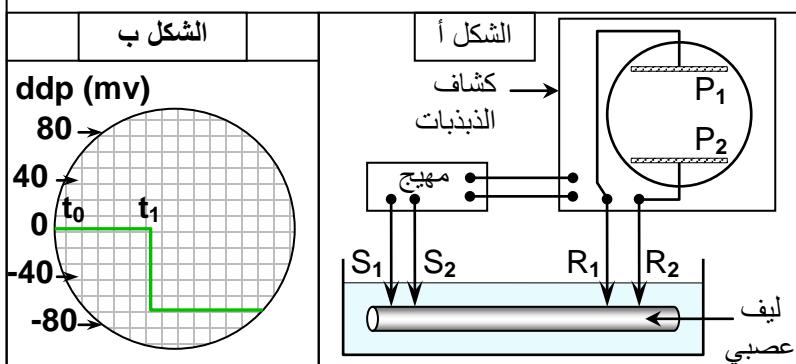
★ في الزمن t_1 نضع المساري R_1 داخل الليف والمساري R_2 على السطح.

نحصل على النتائج الممثلة على الشكل ب.

(1) حدد قيمة فرق الجهد المسجل قبل الزمن t_1 .

(2) حدد قيمة فرق الجهد المسجل بعد الزمن t_1 .

(3) فسر النتائج المحصل عليها.



الوثيقة 9: الكشف عن جهد العمل Potentiel d'action

نضع ليفا عصبيا معزولا للخداق Calmar في حوض عصب يحتوي على مساري مهيجة S_1S_2 ومساري مستقبلة R_1R_2 مرتبطة بكشاف الذبذبات.

★ التجربة 1: في الزمن t_0 نضع R_1R_2 على سطح الليف، ثم في الزمن t_1 نهيج هذا الليف تهيجا فعالا فنحصل على التسجيل الممثل في الشكل أ.

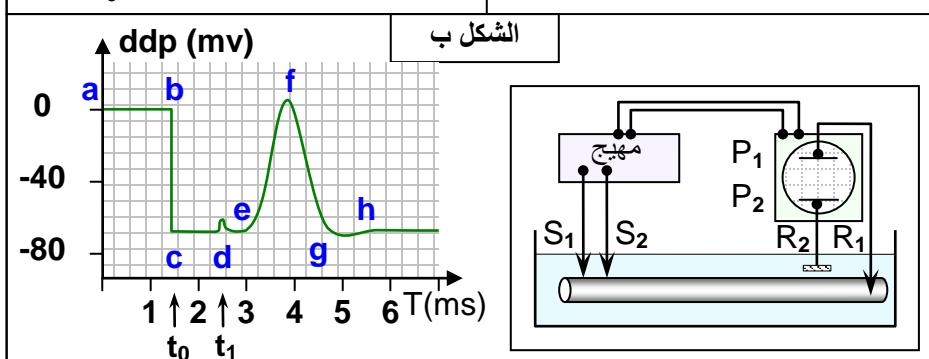
(1) ماذا يمثل هذا التسجيل؟

(2) فسر مراحل هذا النشاط الكهربائي مستعينا بالوثيقة 10.

★ التجربة 2: في الزمن t_0 ندخل المساري R_1 في الليف العصبي ونحتفظ بـ R_2 في جهد ثابت (مساري مرجعى)، فنحصل على التسجيل الممثل في الشكل ب، بعد تطبيق اهاجة فعالة على الليف في الزمن t_1 .

(3) ماذا يمثل التسجيل المحصل عليه بعد التهيج؟

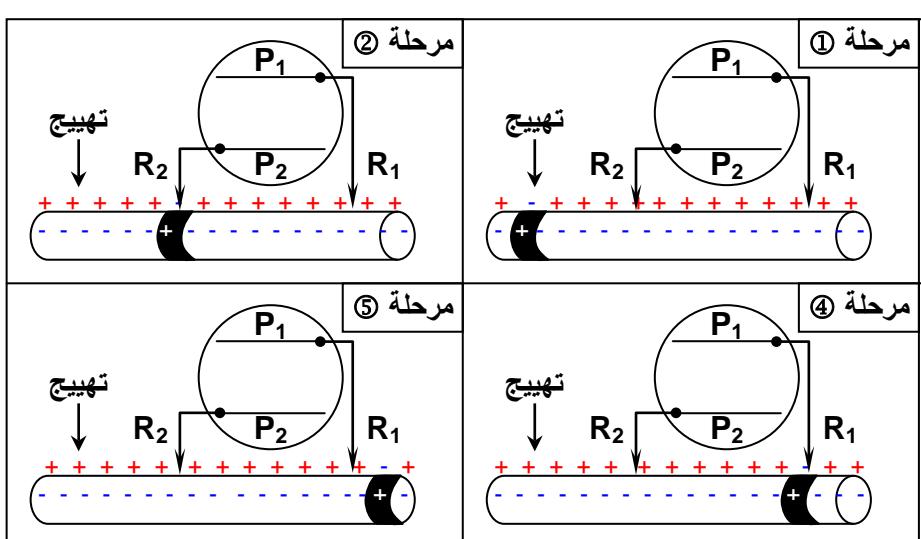
(4) حدد مراحل التسجيل مع تفسير التغيرات المحصل عليها.



الوثيقة 10: تفسير جهد العمل

تعطي الرسوم التخطيطية لهذه الوثيقة المراحل الأساسية التي تفسر مختلف أطوار جهد العمل.

بالاعتماد على معطيات هذه الوثيقة فسر مختلف أطوار جهد العمل.



الوثيقة 11: أصل جهد الكمون

لمعرفة الآليات التي أدت إلى خلق جهد الكمون بين الوسط الداخلي والخارجي لليف عصبي، نقوم بالتجارب التالية:

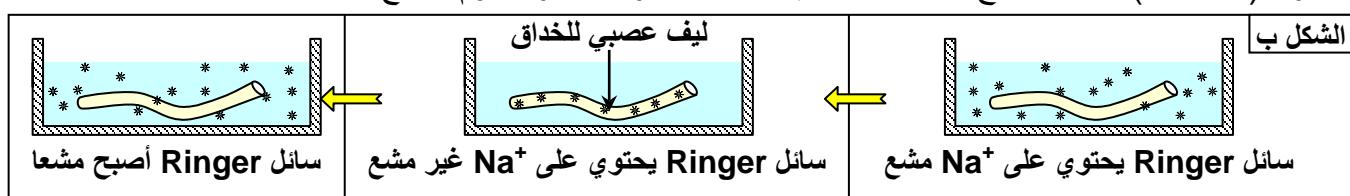
التجربة 1: نقوم بقياس تركيز أيونات Na^+ و K^+ في كل من الوسط الداخلي لليف العصبي والوسط الخارجي الذي هو السائل البيفرجي.

النتائج المحصل عليها مدونة في جدول الشكل أ.

تركيز الأيونات بـ mmol / l		الشكل أ
السوائل	الأيونات	
داخلي الليف	Na^+	
450	50	
السائل البيفرجي	K^+	
20	400	

- 1) قارن تركيز أيونات Na^+ و K^+ داخل وخارج الليف العصبي.
- 2) اقترح فرضية لتفسير الاختلاف الملاحظ في تركيز هذه الأيونات

التجربة 2: نضع ليفا عصبيا في محلول Ringer يحتوي على أيونات الصوديوم المشع، وبعد بضع ساعات يصبح داخل الليف العصبي مشعا، وإذا وضعنا هذا الليف المشع في محلول غير مشع، نلاحظ ظهور نشاط إشعاعي في هذا محلول (الشكل ب). نفس النتائج تحصل عليها إذا استعملنا أيونات البوتاسيوم المشع.

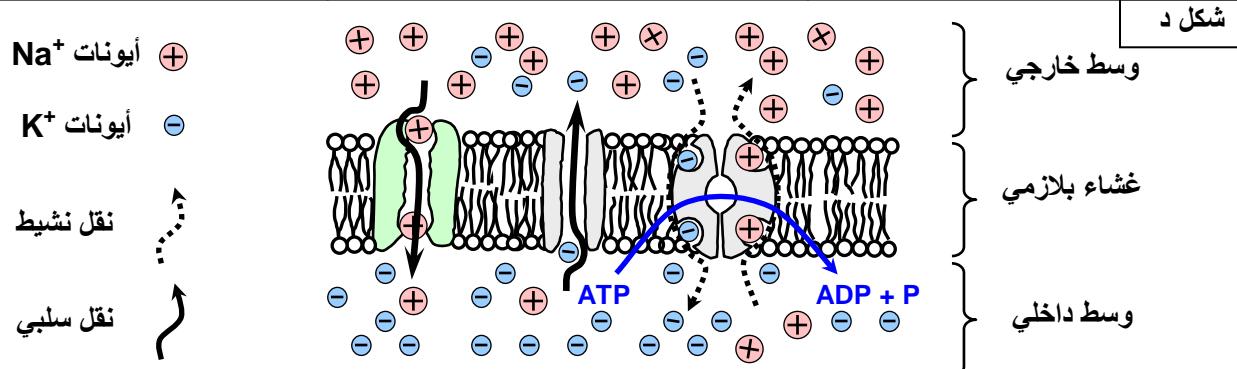
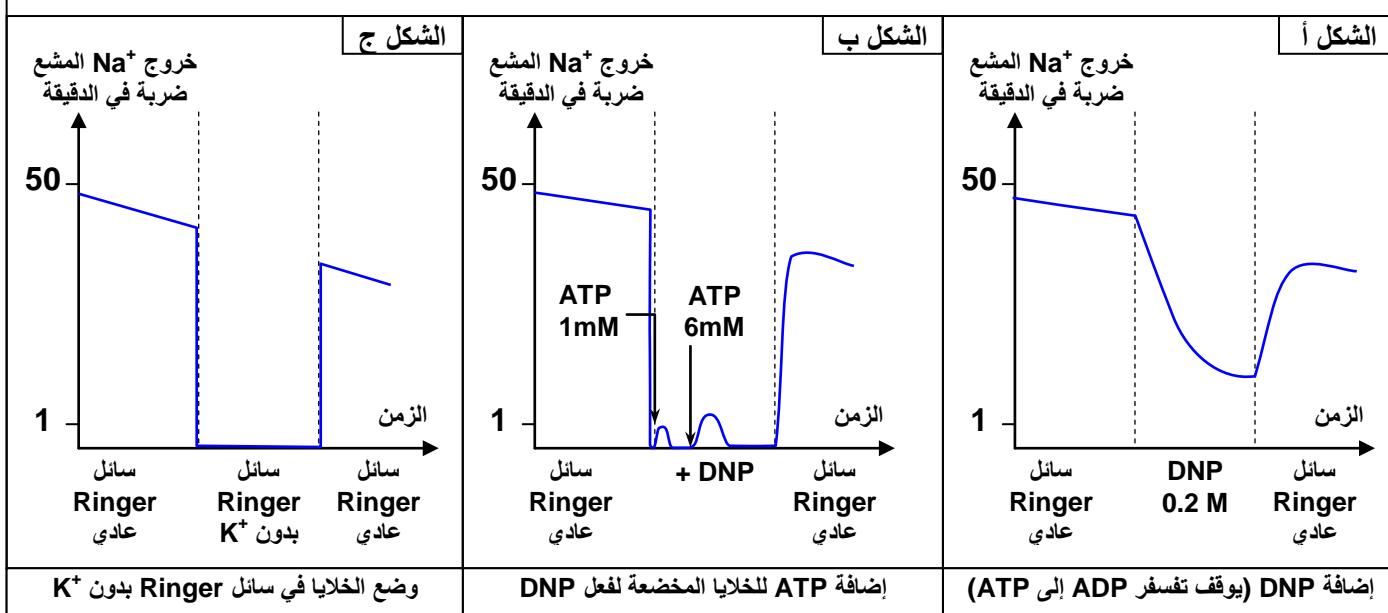


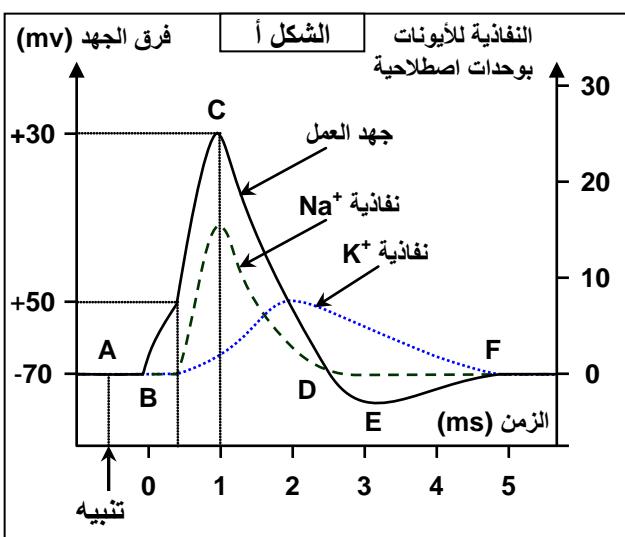
- 3) ما هي الاستنتاجات التي يمكن استخلاصها من نتائج هذه التجربة؟

الوثيقة 12: الحفاظ على جهد الكمون

لتحديد طبيعة آليات الحفاظ على جهد الكمون، نقوم بحقن كمية قليلة من الصوديوم المشع داخل الليف العصبي، ثم نضع هذا الليف في سائل يحتوي على الصوديوم العادي مع تجديد السائل خلال فترات زمنية منتظمة، وقياس كمية الصوديوم المشع الذي يظهر في السائل كل مرة وحصلنا على النتائج المماثلة في الشكل أ والشكل ب والشكل ج.

بالاعتماد على هذه المعطيات ومعطيات الشكل د، حدد طبيعة وعمل الآليات المسؤولة عن الحفاظ عن جهد العمل.





الوثيقة 13: أصل جهد العمل

★ لفهم الظواهر الأيونية التي تؤدي إلى نشأة جهد العمل، قام كل من Hodgkin و Huxley سنة 1950 من قياس تغيرات نفاذية غشاء الليف العصبي لأيونات Na^+ و K^+ خلال مرور جهد العمل. يجسد الرسم البياني أمامه (الشكل أ) تغيرات الجهد الغشائي بالموازاة مع تغيرات نفاذية الغشاء لأيونات Na^+ و K^+ .

(1) انطلاقاً من تحليل معطيات الشكل أ من الوثيقة أبرز العلاقة المتواجدة بين تدفق الأيونات Na^+ و K^+ عبر الغشاء السيتوبلازمي ومراحل جهد العمل.

★ يوجد على مستوى الغشاء السيتوبلازمي للليف العصبي نوعان من القنوات (قنوات X وقنوات Y) تتدخل في تدفق

أيونات Na^+ و K^+ . بواسطة تقنية ملائمة تم تحديد عدد القنوات المفتوحة في كل μm^2 من الغشاء السيتوبلازمي أثناء جهد العمل. يمثل جدول الشكل 2 النتائج المحصل عليها.

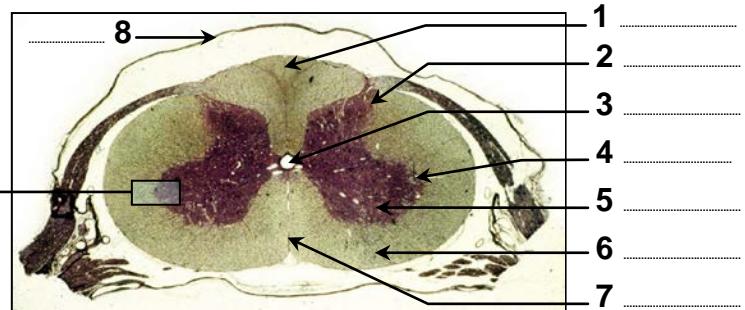
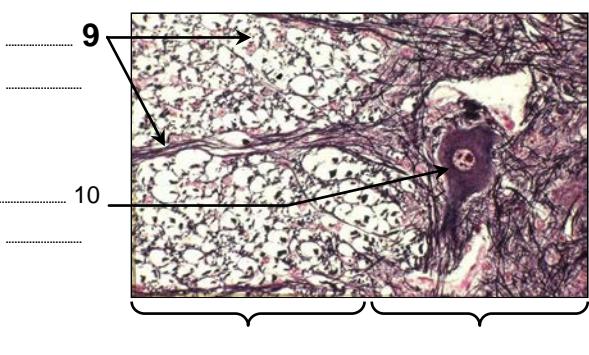
عدد القنوات المفتوحة في كل μm^2 من الغشاء السيتوبلازمي حسب الزمن											الشكل ب
الزمن (ms)	5	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0
القنوات X	0	0	0	0	0	2	5	25	40	5	0
القنوات Y	0	1	2	8	12	18	20	15	5	0	0

(3) أنجز على نفس المعلم الرسم البياني الذي يمثل تغيير عدد القنوات X المفتوحة، والذي يمثل تغيير عدد القنوات Y المفتوحة حسب الزمن.

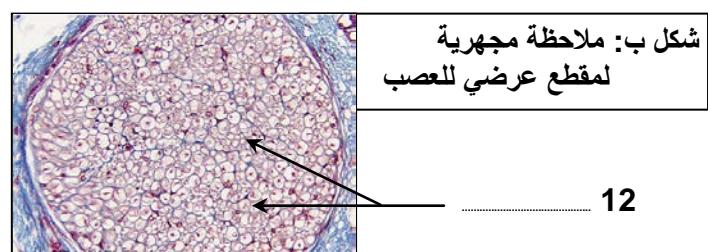
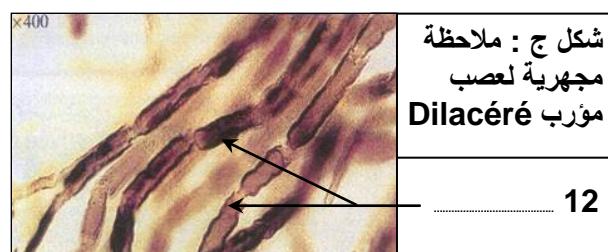
(4) اعتماداً على مقارنة المنحنيين المحصل عليهما مع المعطيات السابقة، استخلص دور كل من القنوات X و Y.

(5) على ضوء كل المعطيات السابقة حدد مختلف الأحداث التي تطرأ على مستوى الليف العصبي بعد اهاجة فعالة.

الوثيقة 14: ملاحظات مجهرية للنسج العصبي



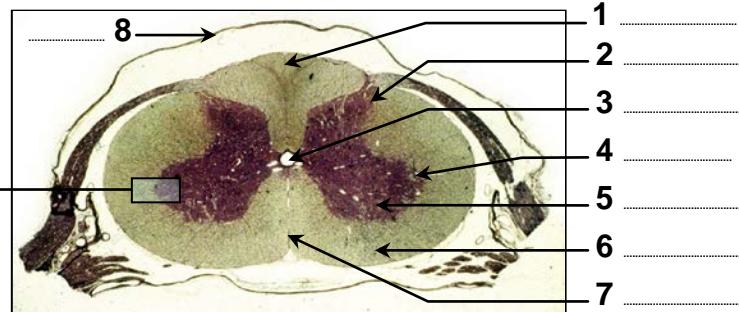
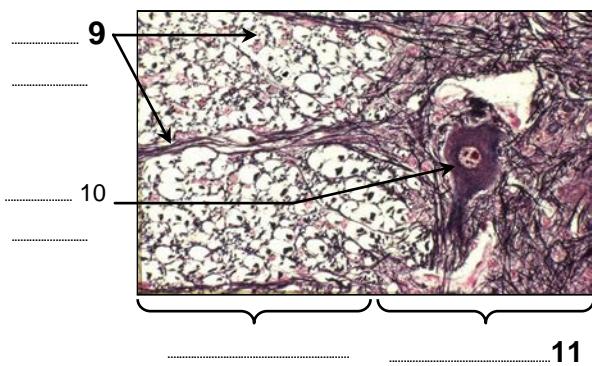
شكل أ : ملاحظة مجهرية لمقطع عرضي للنخاع الشوكي



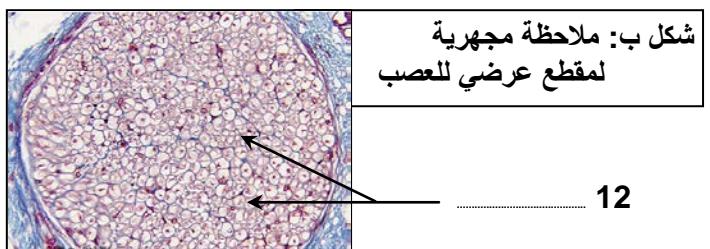
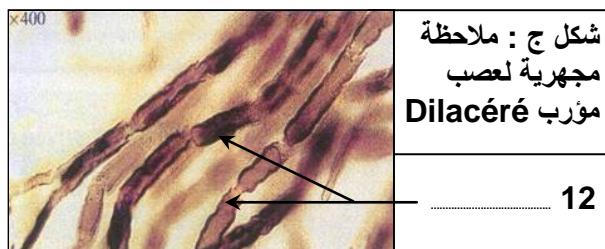
لاحظ بالمجهر الضوئي تحاضير للنخاع الشوكي. مستحضرنا مكتسباتك السابقة وبالاعتماد على معطيات هذه الوثيقة:

- تعرف مكونات المركز العصبي النخاع الشوكي، ثم أنجز رسوماً تخطيطية لملاحظاتك مع وضع تعليق مناسبة لهذه الرسوم.
- تعرف مكونات العصب، ثم أنجز له رسوماً تخطيطية بتعليق مناسبة.
- أوجد العلاقة القائمة بين بنية العصب والنخاع الشوكي.

الوثيقة 14: ملاحظات مجهرية للنسج العصبي



شكل أ : ملاحظة مجهرية لقطع عرضي للنخاع الشوكي



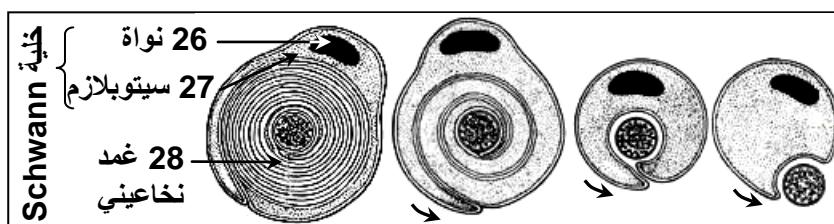
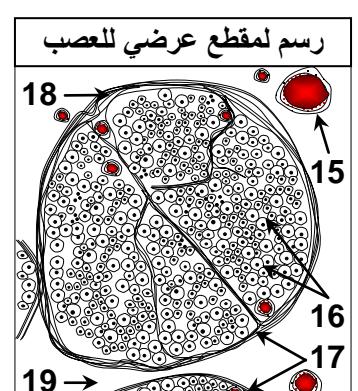
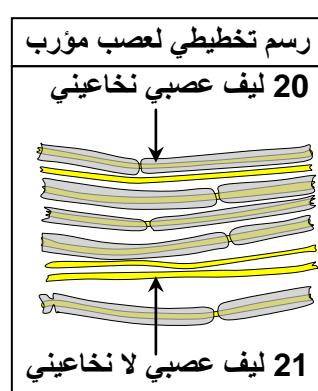
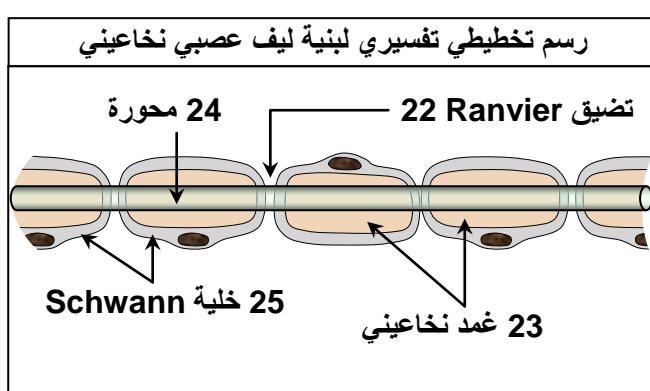
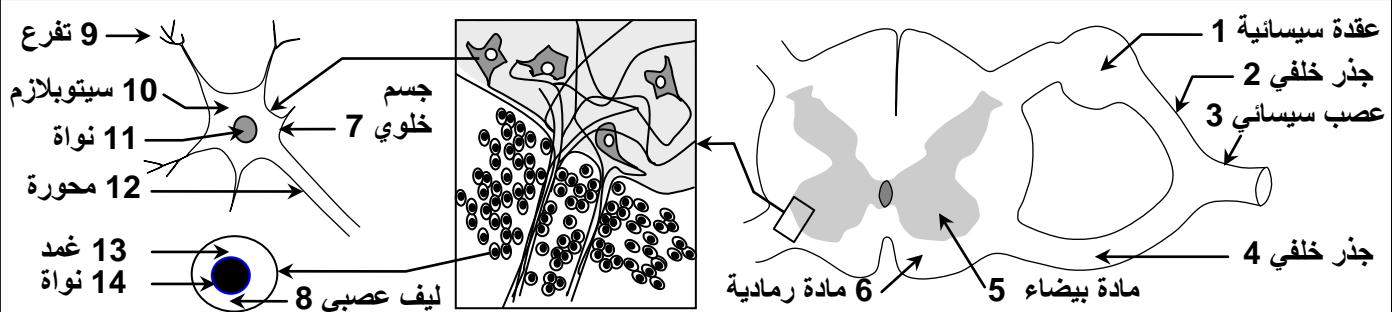
12

12

لاحظ بالمجهر الضوئي تحاضير للنخاع الشوكي. مستحضراتك السابقة وبالاعتماد على معطيات هذه الوثيقة:

- تعرف مكونات المركز العصبي النخاع الشوكي، ثم أنجز رسوما تخطيطية لملاحظاتك مع وضع تعليق مناسب لهذه الرسوم.
- تعرف مكونات العصب، ثم أنجز له رسوما تخطيطية بتعليق مناسبة.
- أوجد العلاقة القائمة بين بنية العصب والنخاع الشوكي.

الوثيقة 15: بنية للنسج العصبي

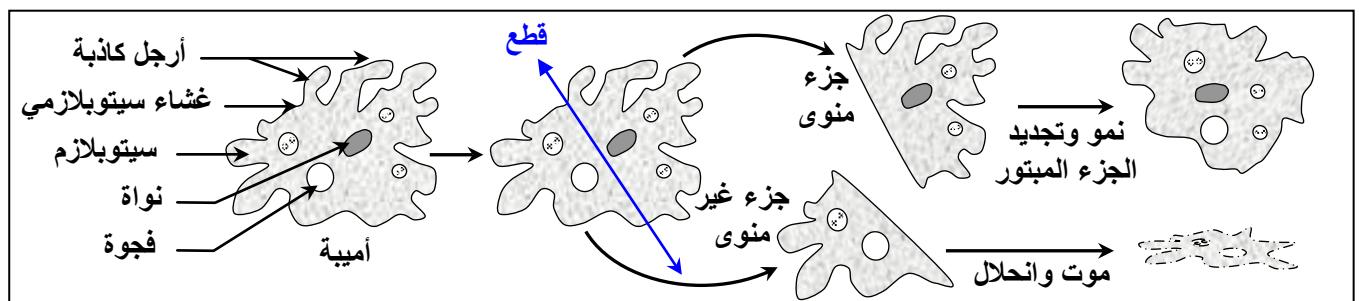


رسم تخطيطي لمقاطع عرضية لليف نخاعي تمثل مراحل تشكيل النخاعين: النخاعين مادة عازلة يتم تشكيلها انطلاقاً من تلوي غشاء خلايا Schwann حول المحورة.

هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma :

الوثيقة 16: العلاقة بين بنية العصب وبنية النخاع الشوكي

لتحديد العلاقة المتواجدة بين بنية العصب وبنية النخاع الشوكي نقوم بالتجارب التالية:
★ تجربة القطع: نقوم بالقطع الدقيق لحيوان وحيد الخلية مثل الأممية L'amibe كما هو مبين على الرسوم التالية:

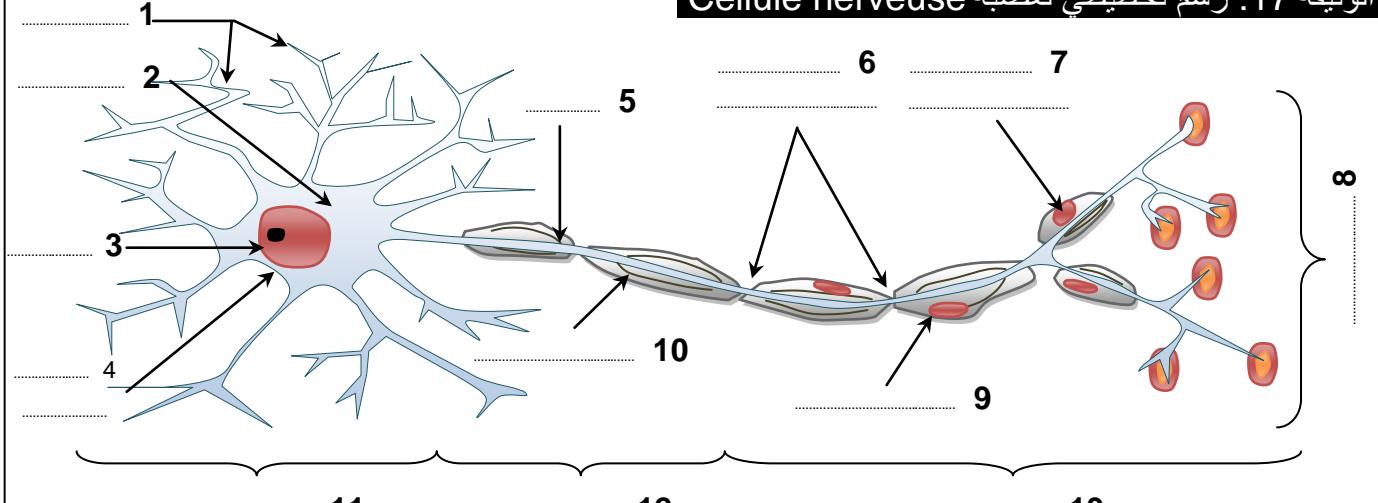


★ تجارب Magendie و Waller: لتحديد العلاقة البنوية بين كل من العصب والنخاع الشوكي قام الباحثين بانجاز التجارب المدونة على الجدول التالي.

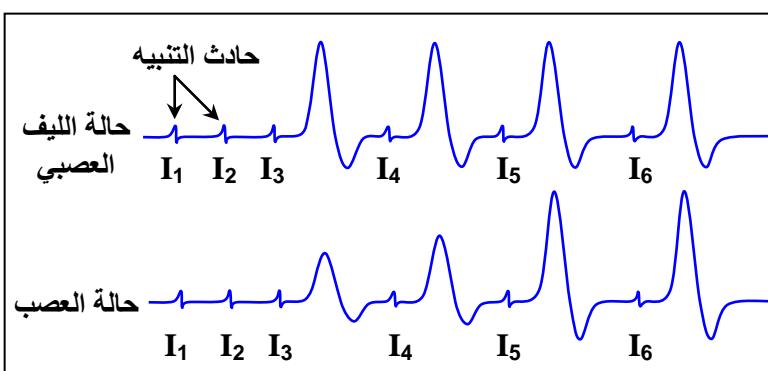
استنتاجات	Waller ملاحظات	تجارب	Magendie ملاحظات	استنتاجات
.....	انحلال الجزء المحيطي للعصب انطلاقاً من نقطة القطع		فقدان الحسائية والحركية في جميع المناطق المعصوبية بهذا العصب
.....	انحلال الألياف العصبية للجذر الأمامي في اتجاه محيطي		شلل العضلات المعصوبية بهذا العصب مع الاحتفاظ بالحسائية
.....	انحلال الألياف العصبية للجذر الخلفي في اتجاه محيطي		فقدان الحسائية مع الاحتفاظ بالحركية
.....	انحلال الألياف العصبية للجذر الخلفي في اتجاهentral في اتجاه مركزى		فقدان الحسائية مع الاحتفاظ بالحركية

بعد تحليل نتائج التجارب وإعطاء الاستنتاج الخاص بكل تجربة، أُوجِدَ العلاقة القائمة بين بنية العصب وبنية النخاع الشوكي.

الوثيقة 17: رسم تخطيطي لعصبة Cellule nerveuse



هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma



الوثيقة 18: الخصائص الاهتياجية لليف العصبي

★ باستعمال عدة تجربة مناسبة، نطبق على ليف عصبي ثم على عصب تهييجات ذات شدة متضاعفة $I_1 < I_2 < I_3 < \dots < I_6$. فنحصل على التسجيلات الممثلة أمامك.

(1) حل التسجيلين.

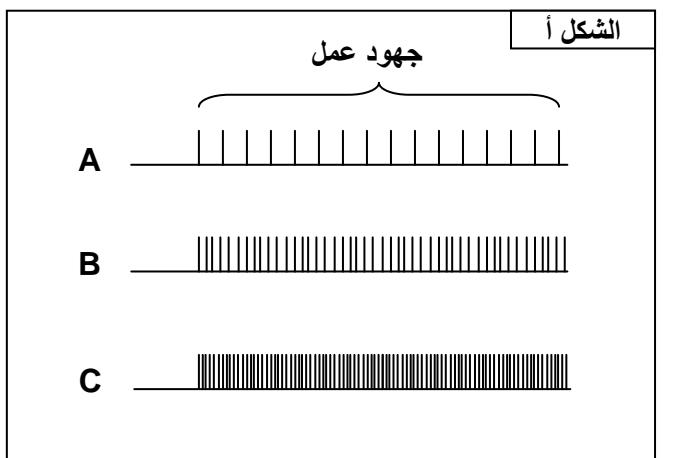
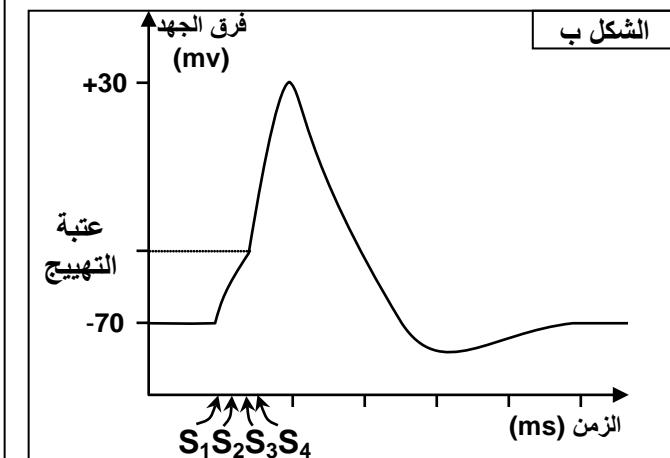
(2) ما هي الخاصية المميزة لليف العصبي وللعصب

★ عند إحداث تهييجات ذات شدة متضاعفة على ليف عصبي $C < B < A$ في الحالة الفيزيولوجية العادية نحصل على التسجيلات المبينة على الشكل أ.

(3) فسر كيف يتم ترميز الرسالة العصبية عند الليف العصبي في الحالة الفيزيولوجية العادية.

★ لفهم الظاهرة التي أدت عند العصب إلى ظهور جهود عمل متضاعفة الوسع، نقوم بتطبيق أربع تهييجات S_1, S_2, S_3, S_4 ذات نفس الشدة وغير فعالة (تحت بدئية). إذا كانت هذه التهييجات متقاربة زمنياً تعطينا التسجيل الممثل على الشكل ب، وإذا كانت متباينة زمنياً فإنها تبقى غير فعالة.

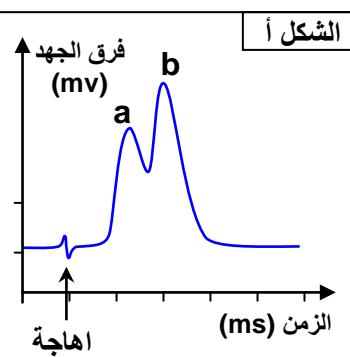
(4) ماذا تستخلص من تحليل هذه المعطيات؟



الوثيقة 19: علاقة بنية الليف العصبي بتوصيل السائلة العصبية

★ يؤدي تهييج فعال لعصب صافن Saphène عند قنية إلى الحصول على التسجيل الممثل في الشكل أ.

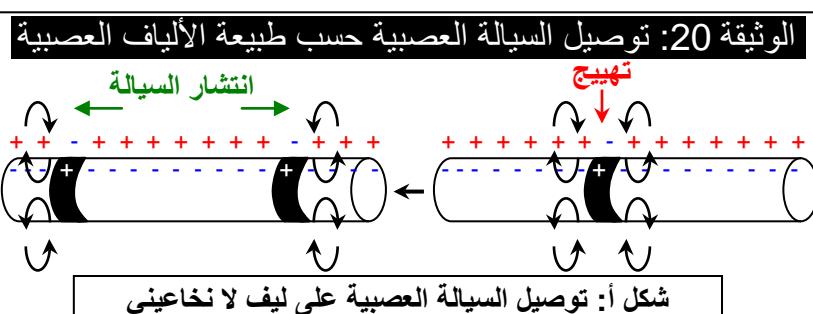
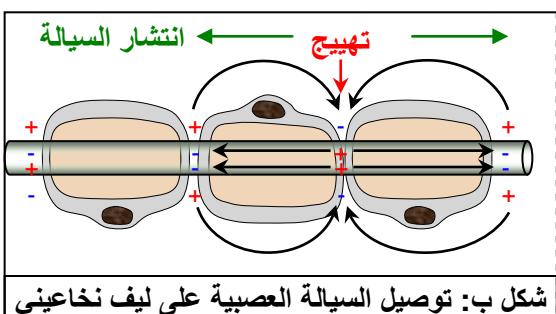
السرعة m/s	القطر μm	أنماط الألياف العصبية	الشكل ب
60	10	ألياف نخاعينية لثدييات	
120	20		
17	10	ألياف نخاعينية لعصب وركي عند الضفدع	
30	20		
33	1	ليف عملاق لا نخاعيني عند الخداق	



1) انطلاقاً من تحليل التسجيل المحصل عليه كيف تفسر وجود الطورين a و b؟

★ يعطي جدول الشكل ب نتائج دراسة بعض العوامل التي تؤثر في انتشار السائلة العصبية.

(2) ماذا تستنتج من تحليل هذه المعطيات؟



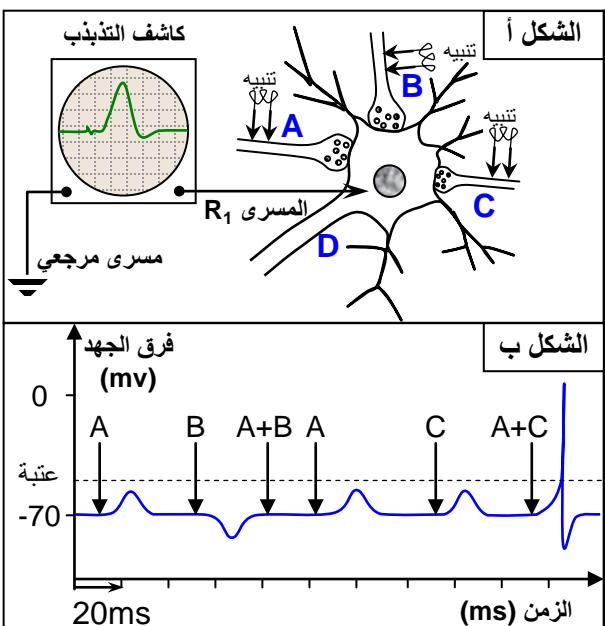
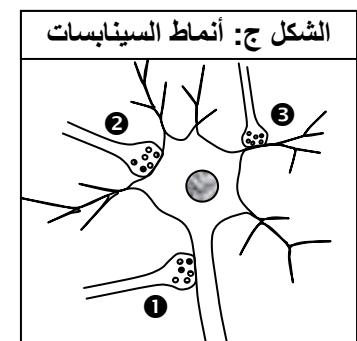
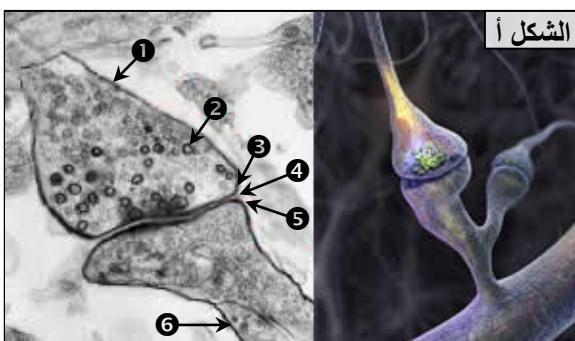
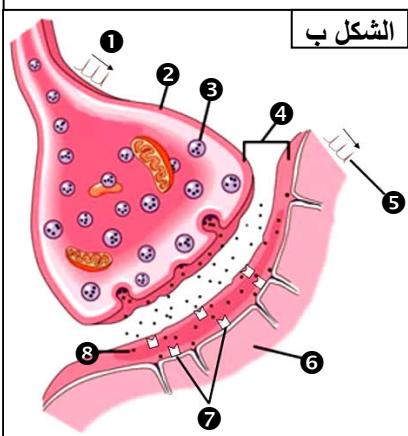
الوثيقة 21: الكشف التجاري عن نقط الاشتباك

نبرز بالتشريح عصبا سيسائي لضفدة صحبة جذوره، ثم نطق اهاجة فعالة على العصب السيسائي (النقطة S) مع تسجيل الزمن الذي تستغرقه السيالة العصبية عند انتقالها بين نقط مختلفة (بين النقطتين P_1 و P_2 وبين النقطتين P_2 و P_3) ويبين الجدول التالي النتائج المحصلة.

الزمن الذي استغرقه ms السيالة ب	المسافة mm ب	
0.2	4	بين P_1 و P_2
0.25	2	بين P_2 و P_3

احسب سرعة السيالة العصبية بين النقطتين P_1 و P_2 وبين النقطتين P_2 و P_3 ، واقتصر تقسيرا لاختلاف الملاحظ.

الوثيقة 22: بنية وأنماط السينابس يعطي الشكل أ من الوثيقة صورة الكترونوجرافية لنقطة اشتباك عصبي، وصورة توضيحية لهذه البنية. يعطي الشكل ب رسم تفسيري لبنية السينابس. بعد إعطاء الأرقام المناسبة لعناصر الوثيقة، صف بنية السينابس.



الوثيقة 23: وظيفتي الكبح والتهييج للسينابس

يمثل الشكل أ من الوثيقة رسم تخاططي مبسط لتشابك ثلاثة ألياف عصبية A و B و C مع عصبة D عن طريق سينابسات، وكل ليف مرتبط بمنبه معزول.

بواسطة المسرى R_1 الذي أدخل في الجسم الخلوي للعصبة D، نقيس جهد الغشاء في الحالات الثلاث التالية:

الحالة ①: تهييج النهاية العصبية A، الحالة ②: تهييج النهاية العصبية B، الحالة ③: تهييج النهاية العصبية C،

الحالة ④: تهييج نهايتي A و B، الحالة ⑤: تهييج نهايتي A و C.

نحصل على النتائج المبينة على الشكل ب من الوثيقة.

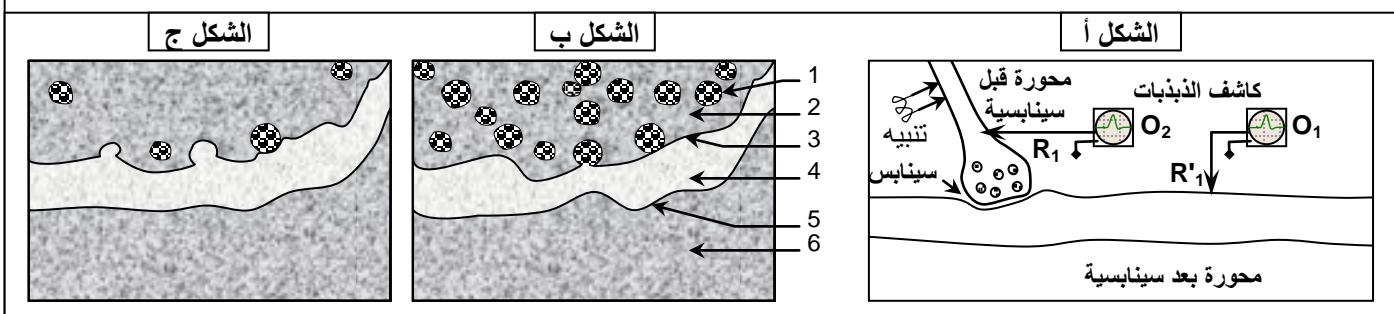
1) ماذا تستنتج من تحليل هذه النتائج؟

2) ما هي التسجيلات المتوقعة عند تهييج B و C ثم A و B و C؟

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

الوثيقة 24: آلية التبليغ السينابسي

لفهم آلية التبليغ السينابسي أجريت عدة تجارب على سينابس عملاق للخدق. ويمثل الشكل أ من الوثيقة رسمًا تخطيطيًّا للعدة التجريبية المستعملة. والشكل ب رسم تخطيطي لفُس السينابس في غياب التهيج.



1) فسر الشكل ب بوضع الأسماء المناسبة لأرقام هذه الوثيقة.

★ تجربة 1: نقوم بتهييج العصبة قبل السينابسية العديدة من المرات، وبعد الملاحظة المجهرية للسينابس أنجز الرسم الممثل على الشكل ج.

2) ماذا تستنتج من ملاحظة الشكل ج مقارنة بالشكل ب؟

★ تجربة 2: في غياب أي تهيج نضع قطرة مجهرية من مادة الأستيوكولين Acetylcholine في المكان 4 من الشكل ب، فنلاحظ أن كاشف الذبذبات O_1 وحده هو الذي يسجل جهد عمل.

3) ماذا توضح هذه التجربة؟

★ تجربة 3: نزيل جميع أيونات الكلسيوم Ca^{2+} من الوسط الذي غمرنا فيه العصبين، وعندما نهيئ نسجل جهد عمل على مستوى O_2 فقط، كما أن الملاحظة المجهرية للسينابس تبين المظهر الممثل بالشكل ب.

4) ماذا تبين هذه التجربة؟

★ تجربة 4: في غياب أي تهيه نحقن بوساطة ماصة مجهرية أيونات Ca^{2+} في الحبة السينابسية، فنلاحظ تسجيل جهد عمل في مستوى O_1 . كما أن عدد الحويصلات السينابسية يتناقص.

5) فسر هذه النتيجة.

إذا علمت أن تحرير الأستيوكولين بالحيز السينابسي ينتج عنه تغيير نفاذية الغشاء بعد السينابسي تجاه أيونات Na^+ و K^+ ، وأن الأستيوكولين لا تخترق الغشاء بعد السينابسي.

6) حدد آلية التبليغ السينابسي.

الوثيقة 25: أهم المبلغات العصبية

تدخل في:	المبلغات العصبية	البساير الضرورية لتركيبها
حركات بسيطة تبطئ دقات القلب	أستيوكولين Acetylcholine	حمض الأسيتيك + الكوليں Acide acétique + choline
حركات معقدة تسريع دقات القلب	دوبارمين Dopamine نورادرينالين Noradrénaline أدرينالين Adrénaline	الحمض الأميني التيروزين Tyrosine
النوم	سيروتونين Sérotonine	الحمض الأميني التريبتوفان Tryptophane
الكبح	حمض كاما-أمينو- بوتيريک Acide gamma-amino-butirique (G.A.B.A)	الحمض الأميني حمض الكلوتاميك Acide glutamique
الألم	(Substance P)	أحماض أمينية مختلفة
تخفييف الألم	(Endorphine) (Enképhaline)	أحماض أمينية مختلفة