

التواصل بين الخلايا العصبية وجهد الفعل

المواد الكيميائية المنتشرة خارج غشاء الخلية تختلف عن المواد الكيميائية التي توجد داخل الخلايا العصبية، وهذا يعني فرقاً في جسيمات مشحونة كهربائياً ((الأيونات))



- السيال العصبي : هو سلسلة متتالية من النبضات الكهربائية على طول المحور العصبي. تعالج الخلية العصبية المعلومات، وفق قدرتها في ذلك بالاعتماد على خصائص معينة لغشاء الخلية العصبية، تضبط بدورها تدفق المواد الكيميائية إلى داخل الخلية العصبية.
- ترسل الخلايا العصبية الرسائل بعملية كهرو كيميائية، وهذا يعني الكيميائيات تتبعها إشارات كهربائية، فالخلايا العصبية محاطة بغشاء يسمح بمرور بعض الأيونات ولا يسمح لغيرها ويسمى "الغشاء شبه النفاذ".
- عندما لا ترسل الخلية العصبية أية إشارة فهي في حالة راحة (At rest) اي ان داخل الخلية سالباً نسبياً الى خارجها، رغم محاولة بعض الأيونات النفاذ المعادلة تركيزها.
- في حالة الراحة يمكن الأيونات K^+ ان تعبّر الغشاء بسهولة في حين نجد ايونات الصوديوم Na^+ والكلورايد Cl^- تجد صعوبة اكبر في العبور في هذا الوقت، لذلك ايونات البروتين A^- لا تستطيع العبور منه داخل الخلية إلى خارجها.
- إضافة إلى قنوات الأيون الانتقالية هناك مضخة تستخدم الطاقة لتحرك $3Na^+$ خارج العصب مقابل $2K^+$ تدخل إلى الخلايا العصبية.
- عندما تتعادل كل هذه الأيونات في الداخل والخارج لا يمر سیال عصبي.
- الفرق في الجهد بين داخل الخلية وخارجها يكون حالة "الكمون الغشائي" الذي يساوي (-70 ملي فولت) اي ان داخل الخلية يقل بمقدار (70 ملي فولت) عن خارجها إذ توجد ايونات الصوديوم اكثراً نسبياً خارج الخلية العصبية وايونات البوتاسيوم اكثراً بداخلها.

جهد الفعل

- عند عبور النواقل العصبية إلى نقطة التشابك العصبي، قد يحدث احتمالين:
 - إزالة الاستقطاب: تسمح الخلية العصبية مشحونة سلباً بشكل أقل.
 - فرط الاستقطاب: تصبح الخلية العصبية مشحونة سلباً بشكل أكبر.
- يتوقف رد الفعل الناتج في أعلاه على نوع الناقل ومكان نقطة التشابك
 - الأسيتيل كولين: عند نقطة التشابك في العضلات الهيكلية يؤدي إلى إزالة استقطاب.
 - الأسيتيل كولين: عند نقطة التشابك في العضلات القلبية يؤدي إلى فرط استقطاب.
- جهد الفعل: هو نقل المعلومات على طول محور الخلية العصبية بومضات أو دفعات بعيداً عن جسم الخلية.

وهو يعني أعلاه بدء النشاط الكهربائي الذي يتكون نتيجة إزالة الاستقطاب و هذا يعني ((ان بعض المثيرات تجعل كمون الفعل في حالة السكون يتحرك باتجاه ((صفر ملي فولت)).

- عندما يصل كمون غشاء الخلية إلى حوالي ((55 ملي فولت)) ينشأ بسرعة كمون فعل و هذا هو ((عتبة التنشيط)) threshold الخلية التي لا تصل إلى عتبة التنشيط لن ينشأ كمون فعل لأن كمون الفعل يعمل وفق مبدأ ((الكل أو لا شيء)).
- عندما تشغّل نواقل عصبية مثيرة موضع مستقبلات مناسبة فانها تجعل غشاء الخلية يسمح بمرور الايونات الموجبة إلى الداخل مما يؤدي إلى زيادة هذه الايونات داخل الخلية فيصار إلى إنهاء حالة الاستقطاب و هذا ما يسمى ((بإزالة الاستقطاب)) الذي يوصل الكمون إلى ما يقارب صفر ملي فولت.
- في هذه الحالة يصبح غشاء الخلية شديد النفوذية لايونات الصوديوم مما يؤدي إلى تدفق اعداد كبيرة منه داخل الخلية فتزول حالة الاستقطاب مع ارتفاع سريع للكمون في الاتجاه الموجب.
- بعد مرور بضعة أجزاء من الثانية تبدأ قنوات الصوديوم بالانغلاق وتفتح قنوات البوتاسيوم أكثر من الحالة السوية. فتنشر ايونات البوتاسيوم بسرعة إلى الخارج مما

يؤدي إلى إعادة توطيد كمون الغشاء السوي السالب أثناء الراحة وهذا ما يسمى ((عودة استقطاب الغشاء)).

- هذا الانعكاس على طول محور الخلية العصبية والذي يسمى ((جهد الفعل)) (كمون الفعل) او استجابة الكل او لا شيء.
- عندما تصل التغيرات وجسم الخلية إلى عتبة التنبية ينتشر سريعاً كمون فعل على طول المحور حتى يصل إلى الأذرار الطرفية حيث يسبب إطلاق النواقل العصبية.

كمون الفعل هو عملية تبادل ايونات ليس إلا

- وجود الغلاف الميليني يجعل تبادل الايونات حسراً عند عقد رانفيز الأمر الذي يجعل وصول كمون الفعل ((جهد الفعل)) إلى الأذرار الطرفية بشكل اسرع.
- في الوقت الذي يتم فيه انتقال كمون الفعل (جهد الفعل) فإنه يتم تفريغ أول ناقل عصبي في نقطة التشابك.
- انتقال الناقل العصبي يجعل الخلية العصبية تعود إلى حالة الراحة مما يسمح بـ توليد كمون فعل آخر لغرض إعادة إطلاق نبضة أخرى.
- لا يحدث كمون الفعل جديد لخلية مستشار ما دام غشاوها مزال الاستقطاب لأن بدء كمون الفعل ((جهد الفعل)) بعده بفترة قصيرة تعطل قنوات الصوديوم او قنوات البوتاسيوم او كليهما، الأمر الذي يجعل استحالة فتح هذه القنوات مهما كانت كمية الإشارات المثيرة
- الحالة الوحيدة التي تعيد فتح هذه القنوات هي عودة كمون الغشاء إلى مستوى كمون الغشاء الأصلي أثناء الراحة او مستوى قريب منه.
- تفتح بعد ذلك بوابات التعطيل خلال جزء صغير من الثانية و هنا سبباً كمون فعل ((جهد فعل)) جديد.
- المدة الزمنية التي لا يمكن خلالها إثارة كمون فعل ثان ولو بأقوى المنبهات تسمى ((فترة العصيان)).

- بسبب تحلل الناقل العصبي (اسيتيل كولن) بعد نقله السيال العصبي في الشق التشابكي واعادة تصنيعه مرة ثانية من مادة الميلين، تكرار ذلك لاسيما في الاداء الحركي يؤدي الى ضعف الناقل وبالتالي الشعور بانخفاض مستوى الاداء ((التعب العصبي)) والذي يعني انخفاض في سرعة نقل الإيمارات العصبية الخاصة بالأداء الحركي.

