الموصلات العصبية
وكيفية عمل العقاقير

من الوظائف الأساسية للجهاز العصبي نقل الرسائل من نقطة إلى أخرى، وتحدث حالة التنبيه إذا وصلت شدته إلى درجة معينة تتعدي ما يسمى بالعتبة Threshold وبالتالي تسمح بانتقال السيالات العصبية عبر الخلية، وتكون في اتجاه واحد يبدأ من جسم الخلية ويمر بمحورها وينتهي في مكان الالتحام مع خلية أخرى. وعندما يصل التنبيه إلى جسم الخلية الأخرى تحدث مجموعة من الأنشطة تنتقل بها الدفعة الكهربية إلى الخلية الأخرى حيث تنفجر مجموعة من الحويصلات التي تحتوي على مواد كيميائية تسمى **بالموصلات العصبية**، ليمر ما بها من موصلات تصل إلى شجيرات الخلية لتبدأ سلسلة أخرى جديدة من التوصيلات.

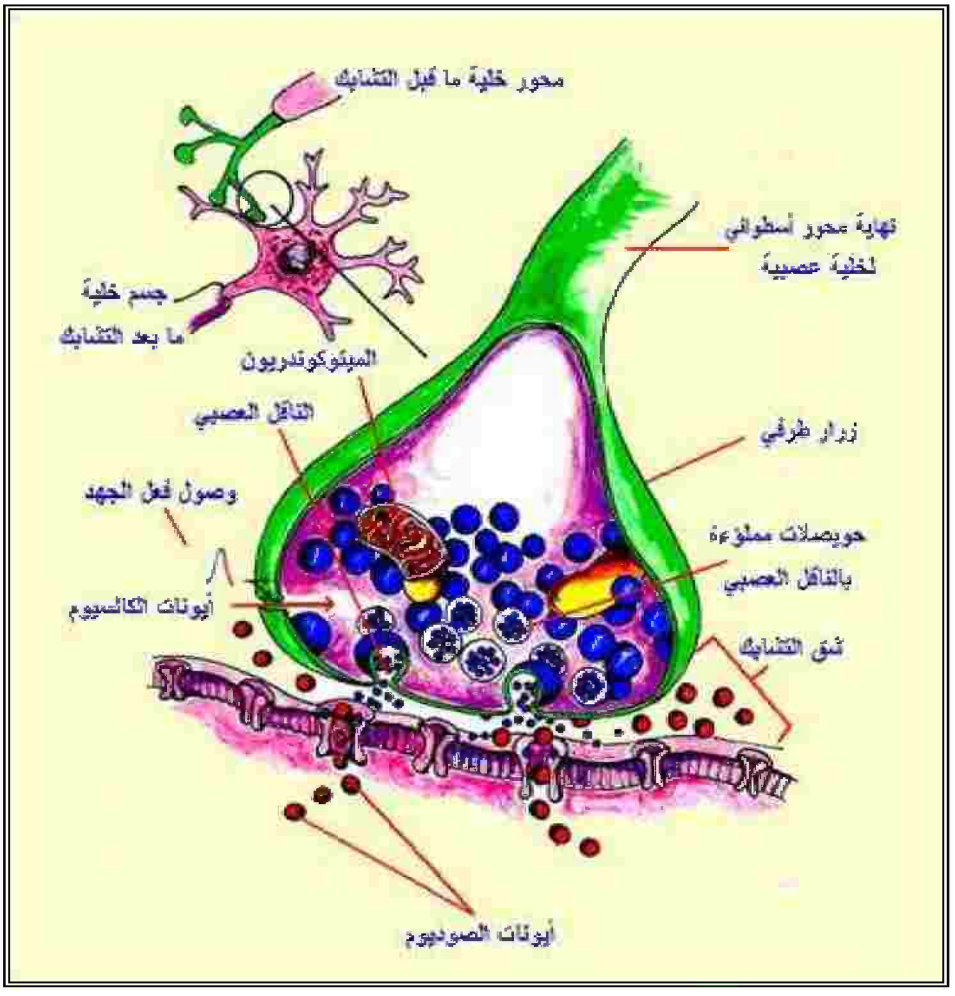
ويوجد في الجهاز العصبي ما يقرب من خمسين موصلاً على الأقل

أشهر الموصلات العصبية وأماكن تكونها

م	اسم الموصل	المادة المكونة	مكان تكوينه
١	أسيتيل كولين.	كولين	الجهاز العصبي المركزي، والأعصاب الباراسيبمثاوية.
٢	السيروتونين	تريبتوفان	الجهاز العصبي المركزي، المعدة.
٣	جابا GABA	جلوتاميت	الجهاز العصبي المركزي.
٤	جلوتاميت Glutamit		الجهاز العصبي المركزي.
٥	أسبارتيت Aspartate		الجهاز العصبي المركزي.

٦	جلايسين Glycine		الحبل الشوكي.
٧	هيستامين	هستيدين	الهيبوثلاموس
٨	أدرينالين	تايروزين	نخاع الغدة الكظرية، بعض خلايا الجهاز العصبي المركزي.
٩	نورأدرينالين	تايروزين	الجهاز العصبي السيمبثاوي، الجهاز العصبي المركزي.
١٠	دوبامين	تايروزين	الجهاز العصبي المركزي.
١١	بيبتيدات Peptides	البروتين	المسارات الحسية، مناطق الاستجابات الانفعالية كالجوع والجنس والألم والسعادة.

ويتكون نظام التوصيل الكيميائي العصبي من مجموعة من الأجزاء تسمى **بالمشتبكات العصبية** Synapses، وهذه المشتبكات تتكون من **ثلاثة** أجزاء: جزء **قبل** مشتبكي Pre synaptic وتمثله الأزرار الطرفية Terminal buttons الموجودة في نهاية محور الخلية، وجزء **بعد** مشتبكي وتمثله شجيرات Dendrites وخلية عصبية أخرى،ويقع بين هذين الجزأين ما يسمى **بالفراغ المشتبكي** .Synaptic cleft


محور خلية ما قبل التشابك
نهاية محور أسطواني
لخلية عصبية
جسم خلية
ما بعد التشابك
الميتوكوندريون
الناقل العصبي
زرار طرفي
وصول فعل الجهد
حويصلات مملوءة
بالناقل العصبي
أيونات الكالسيوم
شق التشابك
أيونات الصوديوم

المشتبك العصبي

ومنطقة التشابك العصبي قد تكون على النحو التالي:

١- ما بين محور وشجيرات خلية أخرى Axono-dendretic synapse.

٢- بين محور خلية وجسم خلية أخرى Axono-somatic synapse.

٣- بين محور خلية ومحور خلية أخرى Axo-axonal synapse.

٤- بين محور خلية ونسيج عضلة، وفي هذه الحالة لا يكون تشابكاً بالمعنى الصحيح للمشتبك العصبي، وإنما يسمى الإرتباط العصبي العضلي Neuromuscular Junction حيث يتفرع المحور إلى عدة محاور طرفية تلتحم مع العضلة في منطقة تسمى الصفيحة الحركية Motor-end plate وعادة ما يكون الموصل العصبي الموجود في هذه المنطقة هو الأسيتيل كولين.

مراحل تاريخية لكيفية عمل العقاقير على المخ

استغرقت عملية فهم الكيفية التي تعمل بها العقاقير على المخ سنوات بل عقوداً طويلة على الرغم من معرفة تأثيراتها الإيجابية والسلبية. ومن أكثر التجارب التي أجريت في تاريخ علم الأدوية ما قام به عالم الفسيولوجيا الإنجليزي الشهير كلود برنارد C. Bernard في بدايات القرن السابع عشر (١٨٠٠)، حين استخدم أوراق نبات الكوراري Curare المعروف بسميته العالية لدى السكان الأصليين لأمريكا الجنوبية، تلك الأوراق التي كانوا يستخدمونها في بنادق الصيد لإحداث شلل في حركة الحيوانات التي يقومون باصطيادها. واستطاع بيرنارد أن يكتشف أن مادة الكوراري هذه ليس لها أي تأثير يذكر على الأنسجة العصبية أو الأنسجة العضلية،

وإنما تعمل على المنطقة الرابطة بين هذين النسيجين والمعروفة باسم الترابط العصبي العضلي Neuromuscular junction.

وبعد عقود لاحقة استطاع سير **شارلز شيرنجتون** C. Sherrington أن يدرس خصائص المنطقة التي تربط بين كل خلية عصبية والخلية التالية لها. ومن ثم صك مصطلح التشابك العصبي Synapse. وقد لاحظ أن انتقال الإشارات عبر هذا المشتبك تختلف عن التوصيل الكهربي في عدة نقاط هي:

١- إن الإشارة تسير في اتجاه واحد.

٢- إن الإشارة تتغير أثناء مرورها عبر المشتبك.

٣- إن الإشارة تتأخر عند المشتبك بما يعادل ٥ , ٠ ملي ثانية.

٤- إن بعض الإشارات تعطل الإشارات الأخرى.

ومع نهاية القرن التاسع عشر توقع كثير من العلماء أن التوصيل عبر المشتبك يمكن أن يشمل بعض المواد الكيميائية. وتبين معرفة تأثير العديد من المواد الكيميائية الموجودة داخل الجسم على الجهاز العصبي وكان من أكثرها شهرة الأسيتيل كولين والنورأدرينالين. وعلى الرغم من أن هذه المواد كان معروفاً عنها تأثيراتها على النشاط العصبي في المختبرات، إلا أنه لم يكن هناك أي دليل على الإطلاق بأنها يمكن أن تعمل كموصلات عصبية. والطريقة الوحيدة التي تم من خلالها تأكيد ذلك كانت دراسة أوتو لووي O. Loewi الذي جاءته فكرتها في الحلم عام ١٩٢١. وقد كانت تجربة لووي بسيطة ودقيقة في نفس الوقت. فقد قام بتشريح قلب ضفدعة إلى نصفين: الأول يحتوى على العصب الحائر، والثاني بدونه، ووضع كلاً من نصفي القلب في محلول ملحي، واكتشف أن كلا النصفين استمر في الانقباض، وأن تنبيه العصب الحائر لا يؤدي إلا إلى انخفاض معدل دقات النصف

الذي يحتوي على هذا العصب.

والجزء الذكي في هذه التجربة تمثل فيما قام به لووي من ضخ سائل الملح الموجود به النصف المحتوي على العصب الحائر الذي تم تنبيهه، إلى النصف الذي لا يحتوي على هذا العصب، وكانت النتيجة مفاجئة مذهلة، إذ أدى هذا الضخ إلى انخفاض معدل الانقباض في هذا النصف أيضاً. ولم تكن هناك أي توصيلات كهربية بين النصفين، والطريقة الوحيدة التي فسر بها لووي هذه النتيجة هو وجود مادة كيميائية انتقلت عبر السائل الملحي وأدت إلى نفس التأثير، وأن هذه المادة أفرزها التنبيه الكهربي للعصب الحائر، وهي مادة الأسيتيل كولين التي حصل بسبب اكتشافها على جائزة نوبل فيما بعد، والتي كانت أول إشارة إلى وجود التوصيل الكيميائي في الرسائل العصبية. وقد تبين أن إفراز الموصل الكيميائي عبر المشتبك العصبي هو السبب الذي يؤدي إلى انتقال الإشارة العصبية في اتجاه واحد كما لاحظ شيرنجتون، وأن الوقت الذي يحتاجه المشتبك لتحرير الموصل العصبي من الحويصلة هو الوقت الذي حسبه شيرنجتون بنحو ٥ , ٠ مل ثانية.

ونظراً لأن الجهاز العصبي الطرفي يمكن الوصول إلى أجزائه بسهولة فقد أصبح أكثر أجزاء الجهاز العصبي اختباراً في المختبرات، وبعد تجربة لووي أصبح من الواضح أن الأسيتيل كولين يعمل كموصل عصبي في كثير من الأحيان، وأن هذا الموصل لا يفرزه العصب الحائر في القلب فقط، ولكنه موجود في كل العضلات الملساء والأعضاء التي يغذيها الجهاز العصبي البارسيبمثاوي، ولذلك فقد أُعتبر الأسيتل كولين فيما بعد الموصل العصبي الموجود في كل من الجهازين السيمبثاوي والباراسيمبثاوي، كما أنه موجود في مناطق ارتباط العصب بالعضلات الإرادية، والتي يمكن لمادة الكوراري أن تغلق مستقبلاتها كما لاحظ بيرنارد.

ونظراً لوجود أنواع مختلفة من المستقبلات التي يعمل عليها الأسيتيل كولين (المسكارين والنيكوتين) وكذلك المستقبلات التي يعمل عليها النورأدرينالين (ألفا وبيتا) فإن تأثيرات هذه الموصلات يختلف فقد يكون تنبيهاً وقد يكون تثبيطياً حسب المستقبل الذي يعملان من خلاله. وبعد كل الاكتشافات التي توصل إليها الباحثون في مجال تشريح وكيميائية المخ يمكننا الآن أن نتفهم كيفية عمل العقاقير بشكل عام والعقاقير النفسية بشكل خاص، من حيث كونها مواد كيميائية تعمل على مستقبلات بعينها فتؤدي إلى تثبيط أو تنشيط مناطق بعينها في الجهاز العصبي.

***

تكوين الموصلات العصبية

١- مرحلة تكوين الموصل Synthesis

يتكوين الموصل العصبي في الخلية العصبية حتى يتم انطلاقها بعد ذلك عند الحاجة لعملية التوصيل. والخلايا العصبية تملك القدرة على تكوين هذه الموصلات عن طريق مجموعة من التفاعلات المعقدة التي تتم عبر محور الخلية، والتي يتم خلالها تحويل المواد الخام القادمة من الدم إلى الموصل العصبي. فمثلا الأسيتيل كولين يتكون باتحاد كل من مادة الكولين وحمض الخليك عن طريق إنزيم معين، أو يتحول حمض الفينيل آلانين Phenylalanine إلى حمض التايروزين Tyrosine الذي يتحول بعد ذلك إلى الموصل العصبي الدوبامين.

٢- مرحلة التخزين Storage

بعد تكوين الموصل العصبي في محور الخلية العصبية يتم تخزينه في حويصلات أو حبيبات Vesicles توجد في الأزرار الطرفية الموجودة بنهاية المحور حتى يتم خروج هذه المواد عند وصول السيال العصبي إلى هذه النهايات، لتنتقل المادة عبر المشتبك العصبي محدثة التوصيل الكهروكيميائي Electrochemical.

٣- مرحلة الانطلاق Release

إذا تم تنبيه الخلية العصبية أو لامست الحويصلات الغشاء قبل المشتبكي، تنفجر الحويصلات المختزن فيها الموصل العصبي، لتخرج هذه الموصلات منطلقة نحو الغشاء بعد المشتبكي الذي يحتوي على مستقبلات يختص كل منها بموصل بعينه، كما لو كان هذا المستقبل يمثل قفلاً لا يفتحه إلا مفتاح معين (الموصل).