

طبيعة الألم

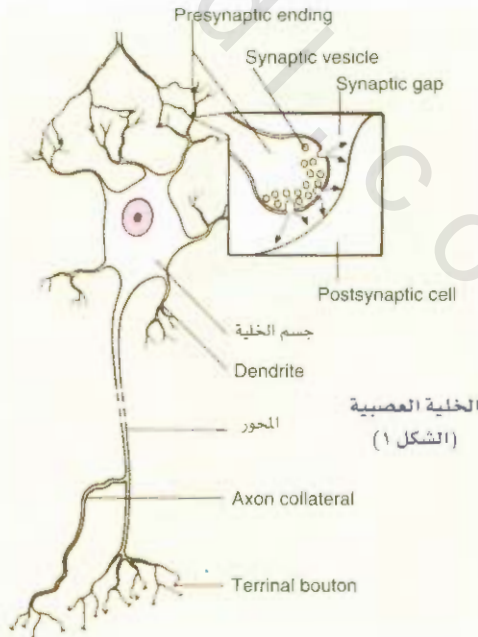
الألم إحساس ذاتي ينشأ عن نشاط في المخ كاستجابة لتلف في أنسجة الجسم أو تغييرات في وظيفة المخ نفسه نتيجة تلف في أنسجته.

كيف يحدث الألم؟

لكي نعرف كيف يحدث الألم يجب أن نعرف تركيب الخلايا العصبية وكيفية نشوء نشاطها وانتقاله خلال الجهاز العصبي.

الخلية العصبية:

تتكون الخلية العصبية من جسم الخلية ومجموعتين من المسالك المسؤولة عن نقل التنبهات وهي التغصنات (Dendrites) والمحور (Axon).

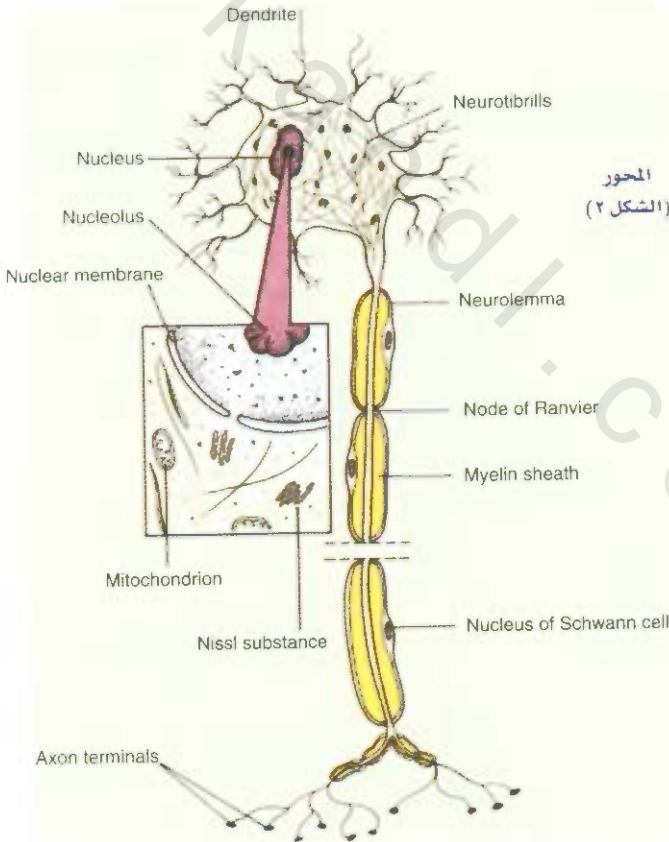


التفصنات:

هي تفرعات صغيرة كثيرة العدد تنشأ من جسم الخلية العصبية، وتقوم بربط الخلية العصبية بالخلايا العصبية المجاورة عن طريق اتصالها بتفصنات ومحاور الخلايا العصبية المجاورة.

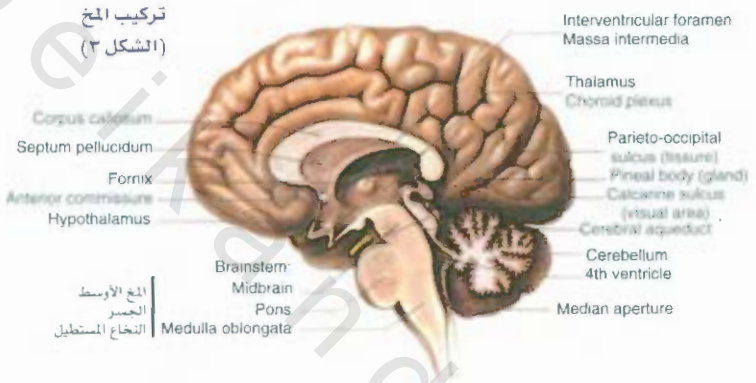
المحور:

عبارة عن شعرة عصبية طويلة يتم من خلالها نقل المعلومات من مكان لآخر في الجهاز العصبي.



الأعصاب المحيطة (الطرفية):

تتكون من عدد كبير من المحاور التي تشكل غالبية الطرق التوصيلية للحبل الشوكي (Spinal cord) والنخاع المستطيل (Medulla oblongata) والجسر (Pons) والمخ الأوسط (Mid brain) ومناطق ما تحت قشرة المخ.



إن عدد المحاور في الجسم كثيرة جداً، وعلى سبيل المثال فإن الجذور الخلفية للحبل الشوكي تحتوي على أكثر من مليون محور ويحتوي المخ على حوالي عشرة بلايين محور.

يحتوي المحور على سايتوبلازم مركزي مكون من مادة لزجة موجودة داخل غشاء نصف نفاذ له قابلية الإثارة الكهربائية نجد أن كل المحاور تقريباً مغلقة بغشاء حلزوني تكونه سلسلة من الخلايا العالية التخصص وهي خلايا شوان في الأعصاب المحيطة والخلايا القليلة التغصن في الجهاز العصبي المركزي.

تحتوي هذه الخلايا على مواد دهنية ونخاعين (Myelin) وهو عازل كهربائي ذو تأثير هام على سرعة نقل الإشارات العصبية، تكون سرعة التوصيل عالية في المناطق التي تحتوي على طبقة سميكة من الميلين،

ومنخفضة في المناطق التي تحتوي على طبقة رقيقة من الميلىن؛ وذلك لأن سرعة التوصيل تتناسب طردياً مع الجذر التربيعي لقطر المحور.

إن سرعة الدفعات الكهربائية تعادل ٦ متراً في الثانية لكل ميكرومتر من سمك العصب، وحيث إن قطر الأعصاب عادة يتراوح ما بين ٢-١٠ ميكروناً فإن سرعة التوصيل تتراوح ما بين ١٢-١٢٠ م/ثا، تحتوي بعض الأعصاب على غطاء ميليلى رقيق جداً ويتراوح قطرها ما بين ٢-٠.١ ميكرومتر وعليه فإن سرعة توصيلها تتراوح ما بين ٠.٧-٢ م/ثا، ويلعب هذا النوع من الألياف العصبية دوراً مهماً في نقل التنبهات المسؤولة عن الألم البطني وتدعى ألياف (ج) أما الألياف العصبية الأكبر قليلاً والتي يتراوح قطرها بين ١-٦ ميكرومتر والتي تدعى ألياف (أ دلتا) فهي تقوم بنقل الدفعات المسؤولة عن الألم السريع وهي الوحيدة التي تقوم بهذا العمل ويتم تنشيطها بواسطة التنبه الشديد كوخز الدبوس مثلاً.

إن معرفة الطرق التي تسلكها الأعصاب أثناء نقل المعلومات من وإلى المخ مهمة من أجل فهم عملية حدوث الألم وطرق علاجه.

التيار العصبي أو الإشارة العصبية:

يعتبر التوصيل العصبي عملية كهروكيميائية تعتمد على حركة أيونات الصوديوم والبوتاسيوم والكلورايد عبر الغشاء نصف النفاذ والذي يحيط بالمحور. في الحالة التي يكون فيها المحور خاملاً كهربائياً يكون تركيز أيونات البوتاسيوم في داخل المحور أكبر من خارجه والعكس صحيح بالنسبة لأيونات الصوديوم والكلورايد.

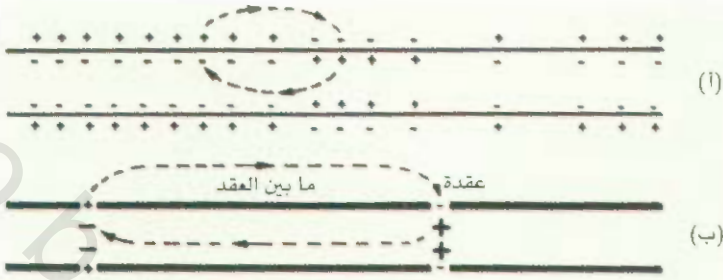
إن الفرق في تركيز الأيونات ما بين الداخل والخارج يعتمد على ثلاثة عوامل:

أولاً: نفاذ الأيونات (أيونات البوتاسيوم والكلورايد والتي تتصف بحرية الحركة قياساً بأيونات الصوديوم).

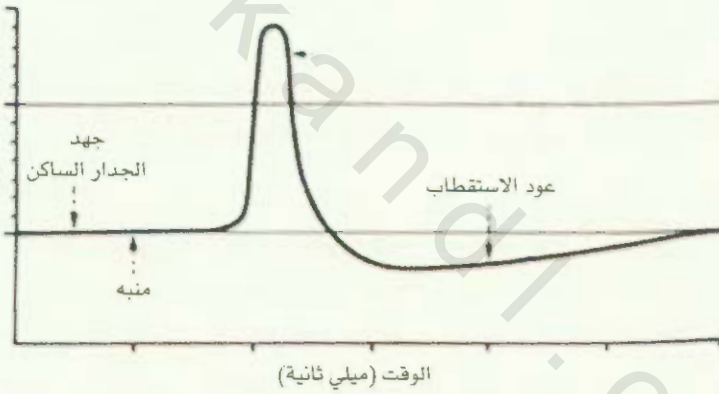
ثانياً: العملية الأيضية المعروفة بمضخة الصوديوم والتي يتم من خلالها النقل النشط (والذي يستهلك طاقة) لأيونات الصوديوم من داخل المحور إلى خارجه.

ثالثاً: عملية النقل النشط لأيونات البوتاسيوم من خارج المحور إلى داخله. إن توزيع الأيونات بهذا الشكل يكسب الغشاء جهداً كهربائياً استراتيجياً يكون فرق الجهد ما بين داخل الغشاء وخارجه حوالي ٧٠ مللي فولت، ويكون الداخل سلباً قياساً بالخارج. إن التنبهات الكهربائية أو الكيميائية القادرة على تغيير نفاذية الغشاء نصف النفاذ تحدث تغييراً في توزيع الأيونات فيكون داخل المحور موجباً قياساً بخارجه مع فرق في الجهد يقدر بحوالي ٤٠-٤٥ مللي فولت.

ويحدث ذلك نتيجة للانتقال السريع لأيونات الصوديوم إلى داخل المحور والذي يتم في فترة قصيرة جداً يتبعها بقليل حركة أيونات البوتاسيوم باتجاه الخارج. يطلق على هذا التغير الكهربائي بعملية إزالة الاستقطاب (Depolarization) وهو يؤدي بدوره إلى تغييرات كهربائية من نفس النوعية على طول المحور يتم من خلالها نقل الدفقات الكهربائية.



انتشار النشاط الكهربائي خلال الليف العصبي
(أ) المحوار الغير ميليني. (ب) المحوار الميليني



التغيرات الكهربائية في الليف العصبي أثناء تكوين انتقال الجهد الفعلي
(الشكل ٤)

يتوقف نشاط الغشاء الكهربائي بتوقف تدفق أيونات الصوديوم للداخل،
وعندها فلن يسمح الغشاء بنفاذ أيونات الصوديوم ويكون في حالة عدم
استجابة (Refractory state) وعند استعادة الغشاء لخاصية النفاذية فإن
العملية ستعكس حيث يتم ضخ أيونات الصوديوم إلى الخارج وتتحرك أيونات
البوتاسيوم إلى الداخل من أجل إعادة الجهد الأساسي الاستراحي مرة ثانية.
وتسمى هذه العملية إعادة الاستقطاب (Repolarization).

تسبب إزالة الاستقطاب تغييرات في النفاذية في القسم المجاور من العصب من أجل إعداده للجهد الفعلي (Action potential).

ينتقل الجهد الفعلي على طول العصب بطريقة مستمرة فقط في الألياف العصبية التي تحتوي على غشاء ميليني (الألياف الصغيرة).

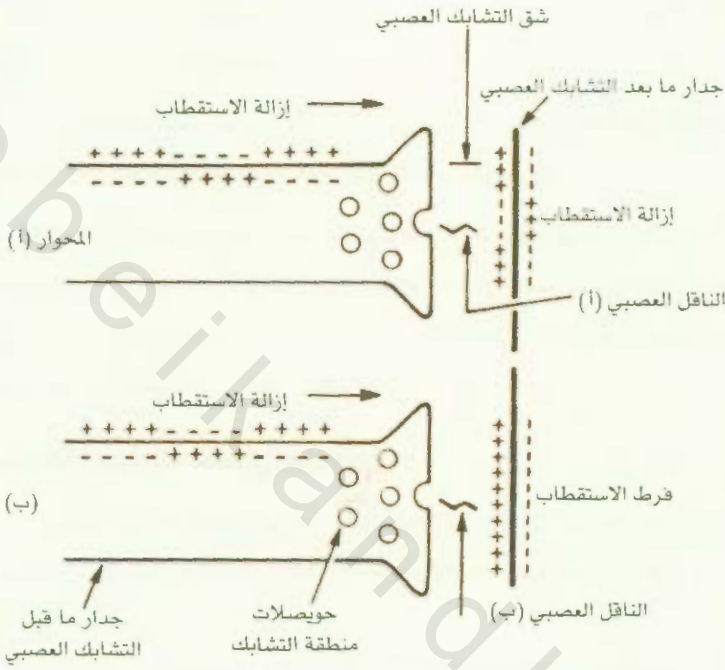
يغير وجود الغلاف العازل طريقة وسرعة التوصيل الكهربائي، ففي حالة وجوده فإن النشاط الكهربائي يحدث فقط في مناطق العقد والتي تكون خالية من الغشاء الميليني وعليه فإن عملية إزالة الاستقطاب تقفز من عقدة إلى أخرى بطريقة يطلق عليها النقل الوثبي (Saltatory Conduction).

منطقة التشابك العصبي (Synapse):

لا ينتقل النشاط الكهربائي بصورة مباشرة من عصب لآخر بل يحتاج إلى وجود مادة كيميائية يتم إفرازها بواسطة نهاية العصب نتيجة لعملية إزالة الاستقطاب.

هذه المادة الكيميائية تسمى المادة الناقلة أو الناقل العصبي (Neurotransmitter). فبعد أن يتم إفرازها تتجه من خلال مساحة ضيقة نحو المستقبل (Receptor) في جسم الخلية العصبية المجاورة أو غصين العصب المجاور، وينتج عن اتحادهما إزالة الاستقطاب في العصب المجاور. وبهذه الطريقة يتم انتقال النشاط الكهربائي للأعصاب المجاورة.

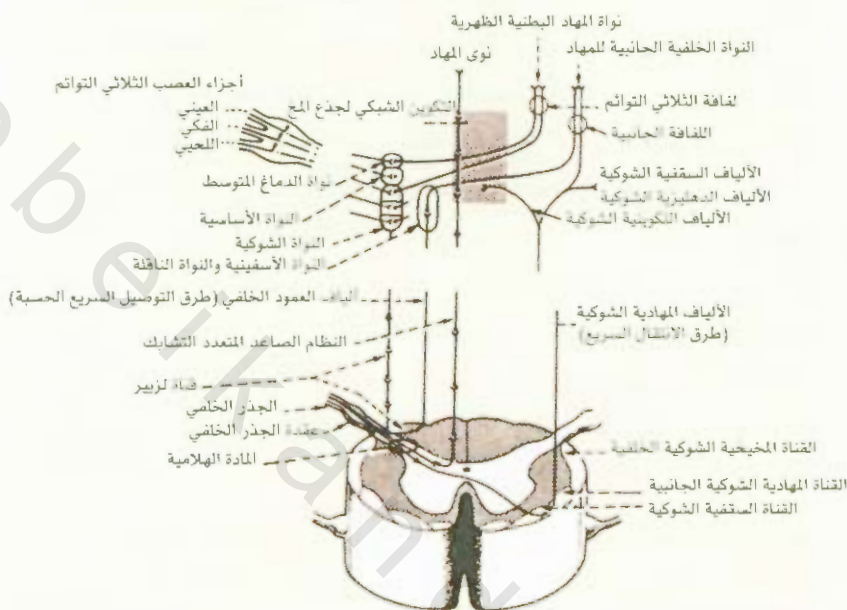
أما المساحة الضيقة التي تجتازها المادة الناقلة فتسمى منطقة التشابك العصبي وهي محاطة بواسطة غشائي العصبين المتشابكين ويسمى غشاء العصب الناقل بغشاء التشابك العصبي القبلي (Presynaptic membrane) ويدعى غشاء العصب المستلم غشاء التشابك العصبي البعدي (Postsynaptic membrane).



انتقال الدفقات العصبية من خلال منطقة التشابك العصبي
(أ) منطقة تشابك تحفيزية. (ب) منطقة تشابك تثبيطية.
(الشكل ٥)

طرق التوصيل إلى المخ:

المعلومات التي تنشأ بواسطة التنبيهات المؤلمة تصل إلى المخ عن طريق الأعصاب المحيطة إلى الحبل الشوكي، ومنه إلى النخاع المستطيل من خلال عدد من الممرات العصبية. وبعدها إلى المخ الأوسط ثم إلى المهاد (Thalamus) ثم تتوزع إلى قشرة المخ ليتم ترجمة هذه الإشارات العصبية ويتم تحديد نوع ومكان الألم وكيفية التعامل معه.



الطرق العصبية في الحبل الشوكي والمخ المسؤولة عن نقل الألم البطيء والسريع

(الشكل ٦)

الألم المحول (Referred pain):

يظهر الألم الناشئ من الأعضاء الداخلية العميقة بالجسم ككيس الصفراء أو القلب في منطقة العضو المصاب وفي مناطق أخرى فمثلاً ينتج عن التهاب كيس الصفراء ألم في أعلى الكتف الأيمن وذلك لأن الجذور العصبية المزودة للمرارة والغشاء البريتوني المجاور للحجاب الحاجز هي الجذور الرقبية الثالثة والرابعة والخامسة، ويشارك الجذر الرقبي الخامس كذلك بتزويد المنطقة الحسية لأعلى الكتف.

إن ظاهرة الألم المحول ظاهرة متواترة في جميع الأجناس البشرية: لذا فهي ذات أهمية كبيرة في تشخيص الألم وسببها يكمن في أن هناك التقاء وتجميعاً بين الإشارات القادمة خلال الأعصاب الجسمية وتلك الواردة في الأعصاب الذاتية. وتحدث هذه العملية في المادة الرمادية للقرون الخلفية من الحبل الشوكي. وينتج عن تجميع النشاط وانتشاره هبوط في عتبة (Threshold) انتقال المعلومات القادمة من الجلد فيعطي المريض انتباهه لما يحسه الجلد وهذا يحصل نتيجة أن أعصاب الجلد تتميز بتمثيل أقوى في قشرة المخ وتصبح المنطقة الجلدية التي يتحول لها الألم مفرطة الإحساس، ويتواجد بها مناطق صغيرة تسمى بمناطق الإثارة (Triger points) والتي إذا تعرضت للضغط عليها تؤدي إلى الشعور بالألم في المنطقة التي تحول منها الألم، وكذلك في نفس مكان الضغط.

إن تخدير نقط الإثارة هذه باستعمال المخدر الموضعي يلطف أو يزيل الألم نتيجة لتخفيض الإشارات الواردة من الجلد، وبالتالي تخفيض كمية المعلومات القادمة إلى القرون الخلفية إلى مستوى أقل من المعدل الذي يمكن انتقاله إلى مراكز الإحساس بالمخ.

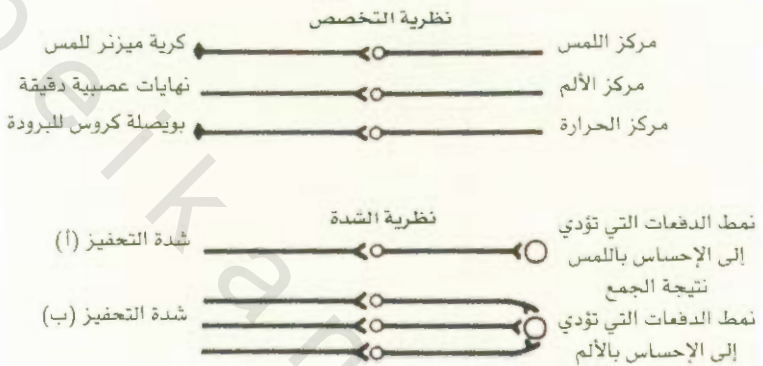
ظل موضوع كيفية تحول المنبهات المؤذية إلى إحساس بالألم يحير العلماء، وهناك عدة نظريات لذلك:

النظرية الحسية:

والتي ترى أن الألم ظاهرة حسية تستلزم وجود مستقبلات متخصصة ومسالك للنقل خلال الجهاز العصبي المركزي ومراكز للتسجيل والإحساس والتفسير بالمخ.

نظرية الشدة:

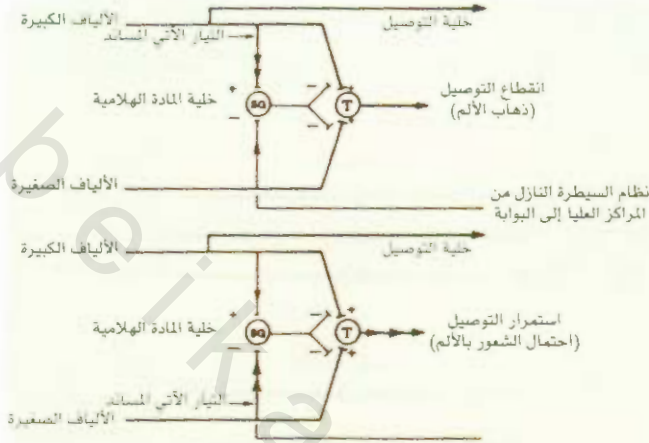
والتي تقول بأن المستقبلات المتخصصة غير موجودة أصلاً وان الألم ينشأ نتيجة للتنبية بأي وسيلة ما دامت شدة التنبية تتجاوز عتبة معينة (Pain threshold).



رسم توضيحي لنظرية التخصص ونظرية الشدة
المسؤولتين عن تغيير طبيعة الألم
(الشكل ٧)

النظرية البوابية:

تقول النظرية بأن المعلومات الناشئة من المنبهات الضارة يتم تعديلها عند مرورها من الألياف الطرفية إلى ألياف الحبل الشوكي بواسطة فعل آلية بوابية متخصصة تقع في القرون الخلفية للحبل الشوكي، وذلك بأنه إذا كانت البوابة مفتوحة فإن المعلومات تنتقل إلى المخ أما إذا كانت مفتوحة بشكل جزئي أو مغلقة فإنها تؤدي إلى وصول كمية قليلة من المعلومات أو عدم وصولها البتة.



رسم توضيحي لنظرية البوابة لتغيير الألم
(الشكل ٨)

يجب أن يكون لأي نظرية متخصصة للألم تفسيراً لنوعين من الألم كاللذين يحدثان في حالة الاحتراق والمصحوب في البداية بألم حاد لفترة وجيزة يتبعه ألم فاطر لفترة أطول.

يشير هذان النوعان من الألم إلى وجود نظامين متخصصين أحدهما للنقل السريع والآخر للنقل البطيء وأن ألياف (آ-دلتا) مسؤولة عن نقل الألم الحاد وألياف (ج) مسؤولة عن نقل الألم الفاطر الدائم. وهذا التصور الراهن الذي يعتبره العلماء مقبولاً.