

# جرعة صغيرة من السموم العصبية أو مقدمة إلى علم السموم

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صالحة

بواسطة

د. ستيفن غيلبرت (البورد الأمريكي في علم السموم)

مدينة سياتل، ولاية واشنطن، الرمز البريدي 98115  
الولايات المتحدة الأمريكية

البريد الإلكتروني

sgilbert@innnd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

## مقدمة

إن دماغ الإنسان هو أكثر كيان معقد في الوجود. وفي العقود الأخيرة، بدأ الإنسان بتقدير مدى مرونته وتعقيده وقابليته للإصابة. إن مرونة الجهاز العصبي لدى الإنسان رائعة: عندما كافح أجدادنا القدماء من أجل البقاء، كانوا يعتمدون على النار والصيد ويحتمون بالكهوف في حين نعلم نحن اليوم على الكهرباء والبقالة والتدفئة والتبريد المركزيان. حسب رأي الأغلبية، فإن قدرتنا على التعامل مع المعلومات المعقدة وتحليلها لهو أهم بكثير من قوتنا العضلية وردود فعلنا. إن مدى تعقيد الدماغ يتجلى بمليارات الخلايا التي تُكون مليارات فوق مليارات من الروابط، وكل هذا يشغل حيزاً محدوداً صغيراً. وبدورها تتواصل هذه الخلايا باستعمال مواد كيميائية مختلفة يُطلق عليها اسم الناقلات العصبية. عادةً ما تكون هذه الناقلات العصبية هدفاً للأدوية والمواد الكيميائية التي تُؤثر على الجهاز العصبي. فعقار البروزاك الذي يُستعمل لعلاج حالات الاكتئاب المتوسط، يؤثر على الناقل العصبي المُسمى سيروتونين. أخيراً، فإن قابلية الجهاز العصبي للإصابة بآثار مؤقتة أو دائمة نتيجة لمدى واسع من العناصر يزداد وضوحاً مع الوقت. لآلاف من السنين، قام البشر بالبحث عن مواد تؤثر على الجهاز العصبي. هناك العديد من الناس يوصفون على أنهم من المستخدمين بانتظام للكحول أو للكافيين. بالإضافة إلى مواد أخرى كثيرة مُصممة للتأثير على الجهاز العصبي. التطور في مجال التصنيع بشر بعدد جديد من السرعة في إنتاج مواد كيميائية جديدة، ومع كل توسع في استعمال الكيماويات في مجتمعنا يرافقه في الغالب تعرض الإنسان لهذه المواد التي لم تكن معروفة من قبل، وهذه التجارب كانت في بعض الأحيان مأساوية وأتلفت الجهاز العصبي بشكل لا يمكن إصلاحه. لا يستطيع أي شخص الوصول إلى أقصى إمكانيته أو إمكانيته التي تحملها الجينات إذا كان الجهاز العصبي تالفاً. وكنتيجة لذلك، تطور علم السموم العصبية في فترة

"إن الزيادة المفاجئة في السنوات الأخيرة في المجال الأكاديمي والصناعي والحكومي فيما يتعلق بتأثير المواد الكيميائية السامة على الجهاز العصبي قد خلقت فرعاً جديداً من المعرفة هو السموم العصبية"

القائلون: بيتر إس سنيسر وهيربرت إتش شومبرغ، في مجلة علم السموم العصبية السريري والتجريبي، 1980

السبعينيات لزيادة وتحسين فهمنا لآثار المواد الكيميائية على الجهاز العصبي.

## ما هي السمية العصبية؟

السمية العصبية أو تأثير سام على الأعصاب – هو تغيير سلبي في كيمياء وهيكلية وعمل الجهاز العصبي بعد تعرضه لمادة كيميائية أو فيزيائية.

سواءً بارادنتنا أو رغماً عنا، نحن معرضون لأنواع مختلفة من المواد الكيميائية التي تؤثر على الجهاز العصبي. نحن ننفق مليارات الدولارات سنوياً برضانا على شراء مواد كيميائية مثل الكافيين والكحول والنيكوتين لكي تؤثر على جهازنا العصبي. العديدون منا قد اختبروا الآثار غير المرغوبة لزيادة الكافيين أو الكحول، والتي تُعتبر بحد ذاتها أحد أشكال السمية العصبية. لحسن الحظ، نحن نتعافى بسرعة من الآثار العصبية السامة للكافيين والكحول، ومن تجارب كهذه نتعلم بأن نُعدل من استهلاكنا لهذه الكيماويات بحيث نقلل الآثار غير المرغوبة ونزيد تلك المرغوبة قدر الاستطاعة. من هذا المنظور، يُعتبر العديد منا خبراء في السموم العصبية.

إن الاستعمال الاختياري للكيماويات (المخدرات) شائع، ويصنفها مجتمعنا بأنها غير قانونية. هذه المخدرات تتفاوت من المادة الفعالة في نبات الماريجوانا سهل الزراعة إلى المواد الكيميائية التي يتم إنتاجها في المختبرات غير المشروعة. مليارات

الدولارات تُنفق على شراء المخدرات الممنوعة، وبالمقابل، المليارات تُنفق خلال محاولة منع تصنيعها والاتجار بها. إن التكاليف المباشرة وغير المباشرة على المجتمع في "الحرب على المخدرات" هائلة.

العديد من الأدوية القانونية تُباع من قِبل شركات صناعة الأدوية لعلاج أمراض الجهاز العصبي. التقدم الذي حصل في فهمنا لتركيبة وآلية عمل الجهاز العصبي ساهم بالإسراع في تطوير مواد كيميائية لعلاج أمراض مثل باركينسون والألزهايمر والاكتئاب المتوسط. إن علاج حالات الاكتئاب المتوسط باستعمال عقارات مثل البروزاك هي صناعة تُقدر بحوالي مليار دولار. من ناحية أخرى، تُنتج آثار غير مرغوب بها عند استعمال بعض الأدوية الخاصة بالجهاز العصبي، وهذا من شأنه أن يُقلل من استعمال هذه الأدوية لعلاج الأمراض. الدواءان "فينكرستين" و "سيسبلاتين" المستعملان لعلاج السرطان يؤديان إلى تلف الأعصاب الحسية في الأصابع. وهناك أيضاً المضاد الحيوي "جنتاميسين" والذي قد يؤدي استعماله إلى مشاكل بالسمع.

نحن معرضون لا إرادياً إلى كيميائيات ومركبات وحتى عوامل فيزيائية قد تُتلف الجهاز العصبي. إن علم السموم العصبية يركز بشكل كبير على فهم الآثار السلبية للعناصر/المواد على الجهاز العصبي. قد أظهرت الدراسات أن الجهاز العصبي (بالأخص الجهاز العصبي في مرحلة النمو) هو عرضة للتلف الدائم من قِبل عدد من العناصر/المواد. على سبيل المثال، التعرض -حتى لمستويات منخفضة من- الرصاص قد يؤدي إلى تلف دائم في الجهاز العصبي عند الأطفال الصغار، مما يُقلل قدرتهم على التعلم والأداء الجيد في المدرسة، وفي المحصلة يؤثر على أدائهم ونوعية حياتهم كبالغين. أما بالنسبة للكحول، فبينما يمكن توقع آثاره على المرأة الحامل، قد تكون له آثار كارثية على الجهاز العصبي للجنين النامي. يتعرض العديد من العمال لمواد مثل المذيبات والمبيدات الحشرية والتي بإمكانها أن تؤثر بشكل مؤقت على الجهاز العصبي، وأحياناً قد تؤدي إلى تلف دائم. والعوامل الفيزيائية مثل الصوت والحرارة فهي أيضاً قادرة على إحداث آثار سلبية على الجهاز العصبي أو تحط من أدائه. يستعمل الكثير من الناس (بما فيهم عمال البناء) أجهزة لحماية السمع بشكل روتيني، وهذا جاء نتيجة لوعيهم بأن التعرض للصوت العالي أكثر من المسموح سوف يؤدي إلى فقدان دائم للسمع.

هناك تعريف آخر أكثر منهجيةً للتسمم العصبي أو للآثار السمية على الأعصاب ألا وهو "تغيير سلبي في الكيمياء أو التركيب أو الوظيفة الخاصة بالجهاز العصبي بعد التعرض إلى عامل كيميائي أو فيزيائي". جزء مهم في هذا التعريف هو أن التأثير يؤدي إلى تغيير في التركيب الخاص بالجهاز العصبي (مثل فقدان كمية جسيمة من الخلايا)، أو تغيير في الوظيفة والذي قد يكون متعلقاً بتغيرات دقيقة في تواصل الخلايا العصبية. حتى التغيرات البسيطة في التركيب أو الوظيفة للجهاز العصبي قد تُؤدي إلى نتائج عويصة للوظائف العصبية والسلوكية وغيرها من وظائف الجسم. بالعادة، يكون الأشخاص اليافعين جداً أو العجزة هم الأكثر عرضةً للآثار العصبية. والرصاص مثال جيد حول المركب الذي عند التعرض لمستوى عالٍ منه يسبب تلف حقيقي للخلايا العصبية ولكن التعرض لمستويات منخفضة (خاصة لدى الأطفال) قد يُسبب فقدان لبعض الوظائف مثل انخفاض القدرة على التعلم والذاكرة.

إن تعريف واختبار السمية العصبية صعبٌ وذلك لأنه لا يوجد مقياس موحد لها. فالتأثيرات السمية العصبية يمكن تقسيمها إلى خمس مجالات (جدول 1-15).

الجدول 1-15 التأثيرات العصبية والسلوكية الناتجة عن التعرض للمواد السامة

نوبات صرع، ضعف، رعشة، إهتزاز، عدم تنسيق الحركات، عدم الثبات، شلل، ردود فعل غير طبيعية، تغيير في معدل النشاط	التأثيرات الحركية
تغيير في التوازن، اضطرابات في البصر، اضطرابات في النوم، اضطرابات لمسية، اضطرابات سمعية	التأثيرات الحسية
مشاكل في الذاكرة، ارتباك، اعتلال النطق، ضعف التعلم	التأثيرات الإدراكية
اضطرابات في النوم، الاهتياج، الاكتئاب، عدم الراحة، العصبية، التوتر، الهذيان، الهلوسات	التأثيرات على المزاج والشخصية
فقدان الشهية، قلة النشاط العصبي، انشدهاء التخدير، الارهاق، تلف الأعصاب	التأثيرات العامة

مأخوذ من دبلو كي أنغر (1986)

## حالات للدراسة

### الكافيين

يعتبر الكافيين أكثر المنبهات استهلاكاً في العالم. يتواجد طبيعياً في القهوة والشاي وجوز الكولا، وكذلك تتم إضافته إلى العديد من المشروبات الغازية. يستهلك العديدون منا القهوة والمشروبات الغازية بسبب رغبتنا في الحصول على الآثار التحفيزية المرغوبة التي يتسببها الكافيين وعانوا من النتائج. إن الآثار السلبية للكافيين والتي تشمل التهيج وعدم القدرة على التركيز الرعشة الخفيفة والشعور العام بعدم السرور لهي أحد أشكال التسمم العصبي. ما يحدث حقيقة هو أن الدماغ وبالذات مستقبلات الأدينوسين في الدماغ يصبح لديها كمية هائلة من الكافيين. هذه التأثيرات هي أحد التأثيرات القابلة أن تنعكس وليست أبدية من التسمم العصبي. لحسن الحظ، يقوم الجسم بتحطيم الكافيين بسرعة خلال عملية الأيض وبالتالي تنتهي الآثار غير المرغوبة. تعلمنا من خلال تجاربنا كيف نعتدل في استهلاكنا للكافيين لتفادي الآثار الجانبية غير المرغوب بها. يتم جني أموال طائلة بسبب الآثار الفسيولوجية والآثار الفعالة عصبياً. يمكن معرفة المزيد حول مادة الكافيين المدهشة في الفصل المُخصص لذلك.

### الرصاص

كان قرار استعمال الرصاص مع الوقود كمضافات بترولية من أكبر كوارث الصحة العامة في القرن العشرين. إن الرصاص الذي يخرج من عوادم السيارات يستقر كغبار فوق مساحة واسعة وكان أكثر شيوعاً في المناطق ذات حركة السير الكثيفة على طول شوارع المدينة. الانتقال من اليد إلى الفم كان الطريقة التي دخل بها الرصاص إلى جسم الأطفال حيث أن الرصاص من السيارات ومن مصادر أخرى مثل الطلاء المصنع على أساس من الرصاص كان يتم بلعه من قبل الأطفال الصغار. في السبعينيات والثمانينيات، أثبت الباحثون أنه حتى مستوى منخفض من التعرض للرصاص يُنَفِّج الجهاز العصبي عند الأطفال، مثبتين ما عرفه اليونان قبل ألفي عام ألا وهو "الرصاص يُذهب العقل" (للقائل ديوسكوريدوس عام 2 قبل الميلاد). تعرض الجهاز العصبي النامي للرصاص بسبب ضرراً لا رجعة عنه، ويدمر القدرات الخاصة بالتعلم والذاكرة عند الطفل ويؤدي إلى عجز مدى الحياة. في حين أنه تم منع استعمال الرصاص في الطلاء وتمت إزالته من الوقود، إلا أنه يبقى مصدر تهديد للعديد من الأطفال الذين يعيشون في بيوت قديمة تم طلائها بطلاء يحتوي الرصاص أو يوجد بالقرب منهم مناطق ملوثة بالرصاص. على الرغم من ذلك، لا زال الرصاص يظهر أحياناً في ألعاب الأطفال والمجوهرات ومادة مُثبتة للبلستيك هي "بهي في سي"، وفي العديد من المنتجات المتوفرة بين يدي الأطفال. الرصاص مثال على عامل يُسبب سُمية عصبية دائمة، وتلف لا رجعة عنه على الجهاز العصبي النامي، وبالتالي يسلب من الطفل الإمكانيات التي كانت ستمنحه له الجينات. بالإمكان الحصول على المزيد من المعلومات حول تأثيرات الرصاص على النمو في الفصل المخصص لذلك.

### عقار بروزاك (فلوكستين هايدروكلورايد)

تم انتاج عقار بروزاك من قِبل شركة إلابي ليلي للصناعة الدوائية، وقد أقر إستعماله لعلاج الاكتئاب لأول مرة في بلجيكا عام 1986. بعد عام من ذلك، في 1987، تم إقرار إستعماله في الولايات المتحدة. وحالياً هناك موافقة على إستعماله في أكثر من 90 دولة ويتم إستعماله من قِبل أكثر من 40 مليون شخص بالعالم. ولا حاجة لنذكر بأنه عقار مُدر للربح بشكل كبير.

يتم وصف بروزاك عادةً لعلاج حالات الاكتئاب المتوسطة، والتي تُعتبر شائعة خلال عبورنا للطريق وسط حالات الدراما وخيبات الأمل في الحياة. بروزاك، كما هو الحال في العديد من الكيمائيات ذات القدرة على التأثير على الأعصاب، يمتلك تأثير معين مُثير للانتباه على ناقل عصبي واحد. عادةً، يتم إفراز الناقل العصبي من أحد الخلايا ويقوم هذا بالتواصل عبر فراغ صغير ليتم التقاطه من قِبل المستقبلات العصبية الموجودة على خلية أخرى. عندما يقوم الناقل العصبي بإتمام مهمته بالتواصل مع الخلايا الأخرى، فإنه إما يتم تحطيمه أو يتم إستعادته من قِبل الخلية التي أفرزته لتُعيد استعماله. يعمل بروزاك من خلال منع عملية إستعادة الناقل العصبي، وبالتالي سيكون هناك كمية أكبر من الناقل العصبي في الفراغ الذي يلي الخلية وبالتالي سيستمر في تنشيط الخلايا المستقبلية. يقوم بروزاك بشكل خاص بمنع إستعادة الناقل العصبي سيروتونين. زيادة توافر السيروتونين تبدو قادرة على تقليل أعراض الاكتئاب. عدد كبير من الأدوية بما فيهم المادة المهلوسة الشائعة "إل إس دي" تؤدي تأثيرها من خلال السيروتونين.

## "إم بهي تي بهي" ومرض باركنسون (الشلل الرعاشي)

في بداية الثمانينيات، تم تصنيع مركب "إم بهي تي بهي" أو "1-ميثيل-4-فينيل-6,3,2,1-تترا هايدروبيريدين" كمادة ملوثة لمركب جديد قام كيميائيون بتصنيعه بالسر خلال بحثهم عن بديل صناعي للهيروين. مأسوياً، مدمنوا المخدرات الذين تعرضوا لمركب "إم بهي تي بهي" أصيبوا بالأورام وعدم القدرة على التحكم بالعضلات وكانت شبيهة بالأعراض الخاصة بمرض باركنسون. عادة يكون مرض باركنسون بطيء الحدوث ومترافق مع عملية التقدم بالسن الطبيعية وموت خلايا الدماغ. دراسة أخرى كشفت أن "إم بهي تي بهي" هاجم الخلايا في أماكن محددة في الدماغ والمسؤولة عن الناقل العصبي الدوبامين، وهي نفس الخلايا المتورطة في مرض باركنسون. كانت هذه أول مرة يتم فيها التعرف بوضوح على تورط مركب ما بتسبب مرض شبيه بالباركنسون. بدأ الباحثون مباشرةً بالبحث عن مركبات أخرى قد تُسبب مرض باركنسون أو تتفاعل مع عملية التقدم بالسن وذلك لتسريع حدوث المرض. قامت بعض الدراسات باختبار علاقة الاقتران بين التعرض لبعض المبيدات الحشرية مع زيادة الإصابة بمرض باركنسون. يقوم الباحثون آخرون حالياً باستعمال "إم بهي تي بهي" لتطوير نماذج من الحيوانات مصابة بمرض باركنسون من أجل البحث عن علاجات جديدة له، ولفهم أفضل للآلية الكامنة خلف تقدم المرض.

## بيولوجيا الجهاز العصبي

### مقدمة

يمكن تقسيم الجهاز العصبي إلى الجهاز العصبي المركزي (سي أن أس)، والذي يشمل الدماغ والنخاع الشوكي، والجهاز العصبي الطرفي (بهي أن أس)، والذي يحمل المعلومات من وإلى الجهاز العصبي المركزي. يعتبر الجهاز العصبي الطرفي كأنه الطريق السريع للمعلومات بينما يُعتبر الجهاز العصبي المركزي بأنه مركز التنسيق. المعلومات الحسية مثل اللمس أو الألم يتم نقلها إلى الجهاز العصبي المركزي من خلال أعصاب في الجهاز العصبي الطرفي. إذا قمنا بلمس شيء ساخن، فإن الجهاز العصبي سيعطي الأمر -من خلال الجهاز العصبي الطرفي- لتحريك تلك العضلات والتي ستقوم بسحب الجسم بعيداً عن الألم، والذي هو في هذه الحالة الشيء الساخن. يتواصل الجهاز العصبي المركزي كذلك مع عدد من الغدد والأعضاء من خلال الجهاز العصبي الطرفي. بالإضافة إلى وظيفتها الأساسية بإبقائنا على قيد الحياة، فإن الدماغ مسؤول عن تفكيرنا، وتفسيرنا وكذلك عواطفنا.

إن الدماغ معقد بشكل مذهل. يُقدر بأنه يحتوي ما بين 10 مليار إلى 100 مليار خلية والتي بدورها تُكون  $10^{15}$  رابطة تقريباً، وهذا رقم ضخم إذا ما قُورن بعدد الترانزيستورات البالغ 42 مليون والموجودة داخل رقاقة من المايكروبروسيسر الحديثة، مئة مليون مرة أكثر. إن قدرة الدماغ على معالجة المعلومات مذهلة. يبدأ الجهاز العصبي بالتطور في مرحلة مُبكرة من الحمل ويستمر في النمو والتغير خاصةً في السنوات الأولى من سن الرضاعة والطفولة. خلال النمو، يتم تنظيم وتقسيم الدماغ إلى أماكن منفصلة لكنها متواصلة فيما بينها والتي تتحكم بالعديد من الوظائف. على سبيل المثال، المنطقة في الدماغ التي تقوم بمعالجة المعلومات البصرية تقع في مؤخر الرأس. خلال النمو، يجب على الخلايا الخاصة بالعين أن تتواصل مع الخلايا في العصب البصري وذلك لنقل المعلومات إلى مركز معالجة البصر في الدماغ. هذه العملية المعقدة حيث تقوم خلية بالبحث عن شريك لها في منطقة أخرى في الدماغ لهي أحد الأسباب لكون الدماغ حساساً جداً لأي اضطراب قد يسببه عدد من المركبات.

أما بالنسبة للأعصاب الطرفية فهي تتخذ منحى مشابه مع تحديات مشابهة. عندما نفكر في أطول عصب في جسم الإنسان والذي يمتد من أسفل الحبل الشوكي إلى أصابع القدم. هذه الخلايا الطويلة جداً يجب عليها أن تتمكن من الارتباط والنمو والتواصل مع الخلايا المخصصة لذلك في الحبل الشوكي، والتي بدورها يجب أن تتواصل مع الخلايا في الدماغ.

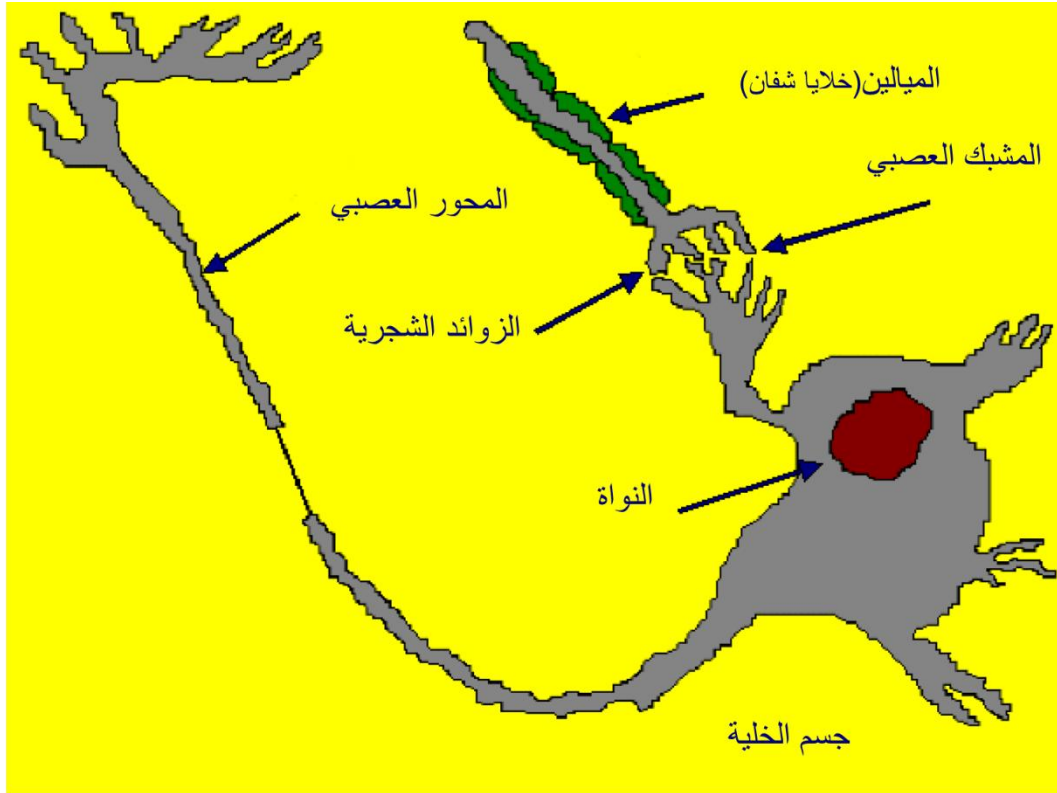
## خلايا الجهاز العصبي

يتألف الجهاز العصبي من خلايا تُسمى العصبونات (الشكل 1-15)، والتي هي مسؤولة عن غالبية عمليات نقل المعلومات في الجهاز العصبي المركزي والطرفي وكذلك الخلايا المُساندة. في الجهاز العصبي الطرفي، قد تكون العصبونات طويلة جداً،

على سبيل المثال، تأمل المعلومات التي يجب إرسالها من وإلى أصابع اليدين والقدمين للقيام باللمس أو الإحساس بالألم أو تحريك العضلات. تمتلك العصبونات جسم الخلية وهيكل طويل متصل به يُسمى المحور الإسطواناني. لزيادة سرعة نقل المعلومات عبر المحور الإسطواناني، فإن خلية أخرى تدعى خلية شفان تقوم بالإحاطة بالمحور الإسطواناني لتوفر نوعاً من العزل وتُسهّل انتقال الإشارة العصبية. تقوم خلايا شفان فعلياً بلف نفسها حول المحور الإسطواناني مُكونةً طبقات متعددة تُشبه حلقات الأشجار. وكما سيُذكر لاحقاً فإن هذه الخلايا مُعرضة للتلف بسبب طول المحور الإسطواناني وكذلك متطلبات الطاقة الخاصة بالخلية.

في الجهاز العصبي المركزي، تُساعد الخلايا الدبقية في عملية التواصل بين العصبونات المكتظة، وتلعب أيضاً دوراً كبيراً في تشكيل الحاجز الدموي للدماغ. يقوم هذا الحاجز بمنع دخول مواد كيميائية معينة إلى الدماغ، لكن هذا يجعل علاج أمراض الدماغ صعباً جداً. غير أن بعض المواد الكيميائية، مثل الكافيين تدخل بسهولة إلى الدماغ. وينطبق الحال على العديد من المركبات ذات القدرة على التأثير على الأعصاب. أما بالنسبة للمركبات الأساسية لعمل الدماغ فيتم نقلها عبر هذا الحاجز بطريقة خاصة تستلزم الطاقة.

الشكل 1-18 عصبونة في الجهاز العصبي الطرفي



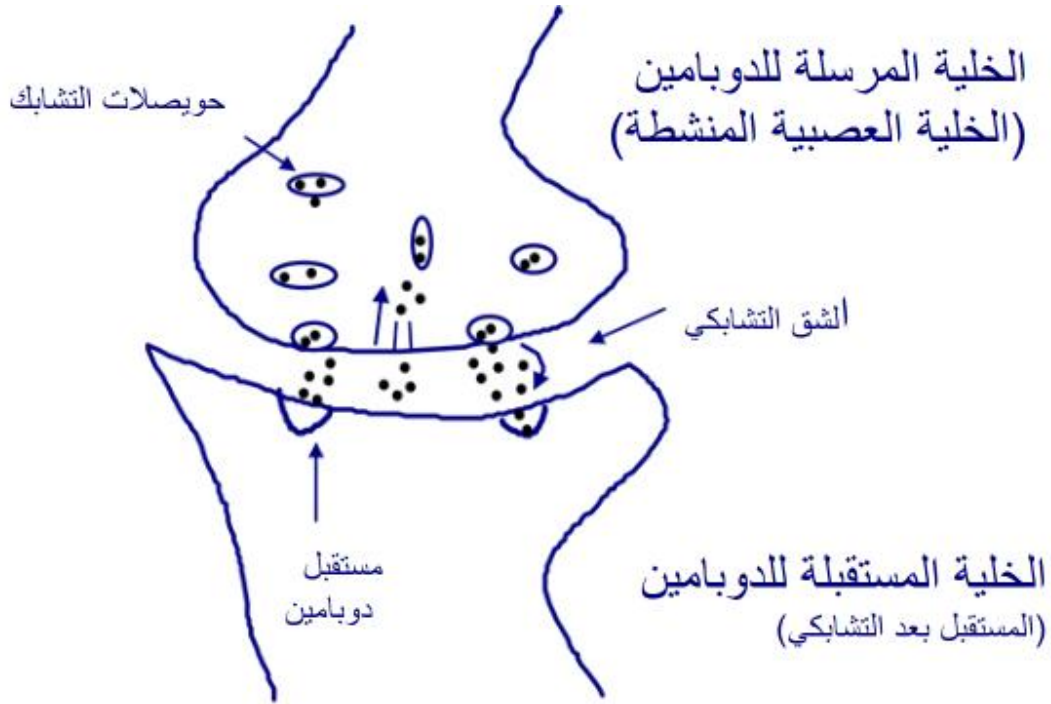
#### نقل المعلومات في الجهاز العصبي

تتواصل الخلايا العصبية من خلال إفراز مواد كيميائية (ناقلات عصبية) إلى الفراغ الموجود بين الخلايا (الشكل 1-18). يتم عادةً تخزين الناقلات العصبية في حزم صغيرة (الحويصلات المشبكية) ويتم إطلاقها كاستجابة لأي إشارة يتم نقلها عبر محور الخلية. في المثال المُوضح في الشكل 1-18، الدوبامين (وهو ناقل عصبي مهم يلعب دوراً في الأمراض المتعلقة بالحركة مثل مرض باركنسون) يتم إطلاقه في الفراغ بين الخلايا (الشق المشبكي) ومن ثم يتفاعل مع مستقبلات خاصة على الخلايا

المجاورة. هذا بدوره يُسبب رد فعل من الخلايا المجاورة. وبالنسبة للدوبامين الموجود في الفراغ بين الخلايا فقد يتم تحطيمه أو إبعاده من قبل الخلية التي أفرزته ليتم تعبئته في الحزم ويكون جاهزاً للاستعمال في المستقبل.

إن ما يحصل في مرض باركنسون هو موت أو تلف الخلايا التي تُفرز الدوبامين، وبالتالي تقل كمية الدوبامين الذي يتم إطلاقه. إن فقدان الناقل العصبي الدوبامين يُساهم في المشاكل الحركية المُصاحبة لمرض باركنسون. عادةً، فقدان الخلايا التي تنتج الدوبامين في أماكن محددة في الدماغ لا يصبح جلياً إلا بعد التقدم بالسن، ولذلك ساد اعتقاداً لوقت طويل أن مرض باركنسون مرتبط بشدة بالعمر. لكن تغيّر هذا المفهوم في عام 1970 عندما قام كيميائيون بانتاج دواء مُعين لتقليد المُخدرات، وكان يحتوي على مادة شائبة أنتجت أعراض شبيهة بمرض الباركنسون عند الشباب، والذين لم يُعتقد من قبل أنهم معرضون له. وُجد أن مركب "إم بهي تي بهي" هو المسؤول عن موت الخلايا التي تُنتج الدوبامين في المنطقة ذاتها في الدماغ. رغم أن آثاره على الأفراد مأساوية، إلا أن مركب "إم بهي تي بهي" أثبت أنه أداة مهمة جداً للأبحاث لفهم هذا المرض وكذلك لتطوير علاجات له.

الشكل 18-2 التوصل في الجهاز العصبي



### ما الذي يُسبب السمية العصبية؟

لا يوجد طريقة بسيطة أو صحيحة لفحص ما يُسبب السمية العصبية. لقد قمت بتقسيمهم إلى ثلاثة أقسام متداخلة هي: التأثيرات على الناقل العصبي/المستقبل – والتي هي في العادة مؤقتة –، تلف للجهاز العصبي الطرفي – والذي هو في العادة دائم –، وتلف للجهاز العصبي في مرحلة – والذي هو دائماً للأبد –.

تمتلك الخلايا العصبية مزايا هيكلية وفسولوجية فريدة والتي تجعل منها أكثر عرضة للتلف بسبب المواد الكيميائية. كذلك تمتلك خلايا الجهاز العصبي المركزي مُعدل أيض عالٍ يجعلها تعتمد بشكل كبير على الجلوكوز والأكسجين، مثلما تحتاج رفاقة الكمبيوتر إلى الكثير من الطاقة الكهربائية. أي شيء يُخل بتدفق الجلوكوز أو استعمال الطاقة داخل الخلايا سيتسبب في فقدان وظائف الخلايا وكذلك قد يتسبب في تلف طويل الأمد. إن الخلايا العصبية –على خلاف الخلايا العضلية– تستطيع العمل لوقت قصير جداً بدون أكسجين. وأوضح دلالة على ذلك هو أننا نفقد وعينا بسرعة عند حرمان دماغنا من الدم المليء

بالأكسجين. مواد مثل أول أكسيد الكربون تُقلل توافر الأكسجين للدماغ مما يؤدي إلى فقدان الوعي بسرعة أو حتى الوفاة. أما السيانيد فآلية عمله مختلفة جداً فهو يثبط قدرة الخلية على استعمال الأكسجين، مما يؤدي إلى النتيجة نفسها. في الجهاز العصبي الطرفي يُساهم طول الخلايا العصبية في زيادة قابليتها للتلف بفعل المواد التي تُسبب خلل في نقل المواد المُغذية على طول الخلية. على سبيل المثال، يُسبب الأكريلاميد تلفاً لوسائل النقل في الخلية مما يؤدي إلى شلل تتم ملاحظته بادئ الأمر في الأرجل.

في معظم الحالات لا تستطيع خلايا الجهاز العصبي الانقسام أو إستبدال بعضها، لذلك معظم التلف سيكون دائماً. عندما يتعرض الجهاز العصبي النامي إلى الرصاص فهذا سيؤدي إلى تلف مستمر مدى الحياة. لكن الجهاز العصبي الطرفي يستطيع النمو، ويتعافى بعض من روابطه ووظائفه مما يؤدي إلى إستعادة بعض الإحساس وعودة الحركة، ويتم ملاحظة ذلك بشكل كبير في الذراعين والقدمين.

### تأثيرات الناقل العصبي/المستقبل

تعمل الكثير من المركبات الطبيعية وكذلك عدد متزايد من المركبات الصناعية من خلال التأثير على فعالية ناقل عصبي معين. عادةً يتم إفراز الناقل العصبي من قِبل خلية عصبية ما وبعد ذلك يتم إنقائه بفعل مُستقبلات خاصة في خلية مجاورة، مما يجعل الخلية المستقبلية تستجيب. بعد ذلك، يقوم المُستقبل بإطلاق الناقل العصبي إلى الفراغ الموجود بين الخلايا. عندئذٍ، يجب إزالة الناقل العصبي إما من خلال تحطيمه بفعل أنزيم معين أو من خلال إسترجاعه للخلية التي أفرزته لكي تتم إعادة إستعماله. يمكن للمركبات التأثير على الناقلات العصبية وبالتالي الاستجابة للخلية المستقبلية بطرقٍ عدة مثل: (1) إغلاق المستقبل مما يجعل الناقل العصبي غير قادر على الوصول إليه وبالتالي فالخلية المستقبلية تعجز عن الاستجابة، (2) تقليل الناقل العصبي مما يجعل الخلية المستقبلية تستجيب رغم غياب الناقل العصبي الطبيعي، (3) منع تحطيم الناقل العصبي وتركه ليتفاعل مع مستقبل آخر، أو (4) منع إستعادة الناقل العصبي للخلية التي أنتجته، مما يعطي الحرية للناقل العصبي ليتفاعل مرة أخرى مع المستقبل.

الجدول 2-18 يوفر بعض الأمثلة فقط حول مواد ذات فعالية عصبية مختلفة وآلية عملها. الكافيين، وهو أكثر مادة منبهة يتم استهلاكها في العالم، تعمل من خلال التأثير على مستقبلات الأدينوسين. يعتبر الأدينوسين مادة تخفض النشاط وهي موجودة في الطبيعة، لذا يعمل الكافيين من خلال منع هذا التأثير الخافض للأدينوسين، مما يُسبب التنبيه والتشيط.

### الجدول 2-18 آلية عمل المواد ذات الفاعلية على الأعصاب

المركب	الناقل العصبي	العمل
الكافيين	أغلاق مستقبلات الأدينوسين	مُنشِط
المبيدات من فئة الفسفور العضوي	زيادة الناقل العصبي الأسيتل كولين من خلال منع تحطيمه	مُنشِط
النيكوتين	يُماتل الأسيتل كولين وبالتالي يبدو وكأنه حصل زيادة فيه	مُنشِط
فلوكستين (بروزاك)	يزيد السيروتونين من خلال منع استعادته إلى الخلية العصبية	مُنشِط
"أل أس دي" (ثنائي إيثيل أميد حامض اللايسر جك)	يماتل السيروتونين، وبالتالي يُنشِط المستقبلات	هلوسة
"تي أتش سي" - دلتا 9 - رباعي هايدروكانابينول (كَنَابيس)	مستقبلات كَنَابِينويد	استرخاء، سرور، تعزيز قدرة الحواس، زيادة الشهية والإحساس بالوقت
كوكايين	يثبط ناقلات الدوبامين وبالتالي يزيد من التحفيز	يزيد الانتباه والطاقة،



السلامة، أرق، عدم الراحة، خوف، شك، هلوسة	الناتج عن الدوبامين	
فقدان الأمل	غلوتاميت، أسبارتيت	حامض الدومويك (المحار)

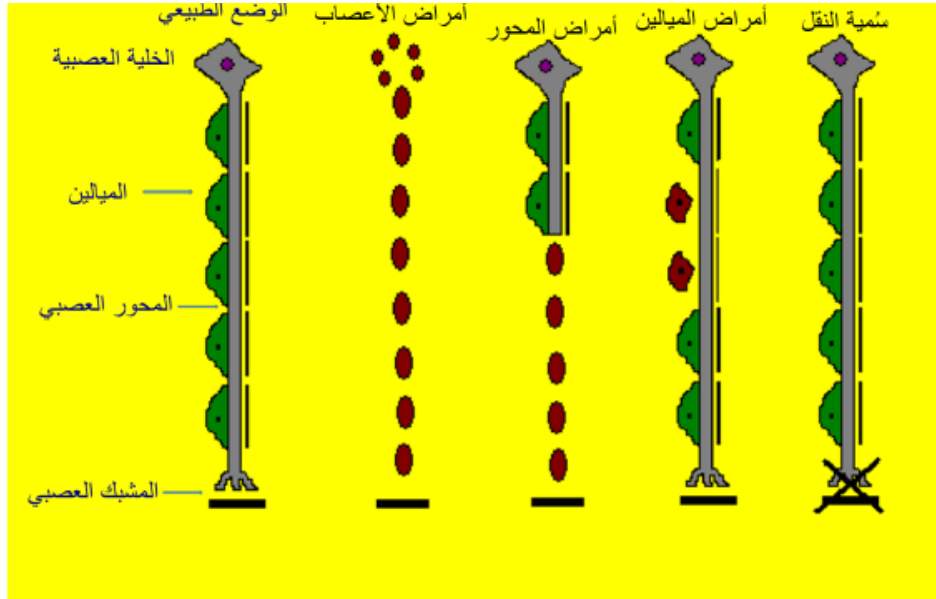
إن المواد التي تؤثر من خلال ناقل عصبي معين تكون على الأغلب مؤقتة، ويجب أن يتكرر التعرض لكي يستمر التأثير، مثال ذلك هو حاجتنا المتكررة للكافيين كل صباح. لكن هذه ليست الحال دائماً، فغازات الأعصاب السامة الشديدة الفعالية تقوم بتثبيط دائم للعنصر المسؤول عن تحطيم الأسيتيل كولين وبالتالي يؤدي إلى الوفاة لأن الجهاز العصبي لا يستطيع استعادة عافيته.

## تلف الأعصاب الطرفية

تقوم الأعصاب الطرفية في الجسم بتوصيل الإحساس وتوصل الأوامر من الجهاز العصبي المركزي لتحريك العضلات الموجودة في أصابع أيدينا أو أرجلنا - وهي مسافة طويلة حقاً. الأعصاب الطرفية مُغلقة بخلايا خاصة لتشكيل عازل (الميالين) للمساعدة في نقل الإشارة الكهربائية على طول الخلية العصبية. تقوم بعض المواد بإتلاف الجهاز العصبي الطرفي من خلال قتل الخلايا العصبية (أمراض الأعصاب)، أو من خلال مهاجمة محور الخلية (أمراض المحور)، أو من خلال مهاجمة العازل الذي يحيط بالخلية (أمراض الميالين) (الجدول 3-18 والشكل 3-18). التداخل مع الناقل العصبي هو أحد أشكال سُمية النقل، والتي تمت مناقشتها بتفاصيل أكثر أعلاه.

الاسم	النوع	المثال
أمراض الأعصاب	موت الخلية العصبية	إم بهي تي بهي، تريميثيلتين
أمراض المحور	تآكل محور الخلية	هكسان، أكريل أمايد
أمراض الميالين	تلف الميالين (مثال خلايا شغان)	الرصاص، هكساكلوروفين
سُمية النقل	اضطراب في الناقل العصبي	مبيدات الفسفور العضوية، كوكابين، دي دي تي

جدول 3-18 تلف الجهاز العصبي الطرفي



الشكل 3-15 تلف الجهاز العصبي الطرفي

## تلف الجهاز العصبي النامي

يكون الجهاز العصبي النامي الأكثر عرضة للتلف مقارنةً بذلك المكتمل النمو لأسباب متعددة. فالحاجر الدموي الدماغي الخاص بالجهاز العصبي المركزي لا يكون كامل التطور في اليافعين جداً، مما يعطي للمواد السامة وسيلة سهلة للوصول إلى الجهاز العصبي. ينمو الجهاز العصبي خلال فترة الحمل ويستمر بالتغير خلال سنوات المراهقة حيث تتكاثر الخلايا وتكبر في الحجم والطول، وتنتقل إلى أماكن جديدة، أو تُكون صلات مع خلايا أخرى. خلال هذه المرحلة، قد تقوم المواد السامة بقتل الخلايا، أو الإخلال ببنيتها، أو التداخل مع قدرتها على تشكيل الصلات مع الخلايا الأخرى. تتطور أماكن مختلفة في الجهاز العصبي بأوقات مختلفة، بالتالي، فإن التعرض لمادة مثل الكحول خلال الشهر الرابع من الحمل سيكون له تأثيرات مختلفة بالمقارنة بالشهر السادس.

إن الضرر الذي يلحق بالدماغ قد يتراوح بين الشديد والواضح إلى ذلك الذي يكون بالغ الدقة ولا يمكن كشفه. التعرض لمستويات عالية من الكحول خلال الحمل قد يُسبب انخفاض واضح في أداء الطفل في المدرسة وفيما يمكن للطفل أن يُقدم للمجتمع. لكن الضرر الذي يحدث نتيجة التعرض لمستويات منخفضة جداً من المادة يكون صعب التقييم. التعرض لمستويات منخفضة من الكحول أو الرصاص خلال النمو قد تُقلل معدل ذكاء الطفل بشكل خفيف، ولكنه يبقى ضمن الحدود الطبيعية للتفاوت بين الناس. إن التغيرات الدقيقة كهذه يمكن مقارنتها فقط بمقارنة أعداد كبيرة من الناس، بعض منهم معرضون لهذه المادة بينما بعضهم الآخر غير معرض. إن الدراسات التي تتم على مجموعات من الناس كما ذُكر أعلاه كانت الأولى لتبين أن التعرض لمستويات منخفضة من الرصاص خلال النمو له القدرة على أن يُسبب انخفاض قليل في معدل الذكاء، وبالتالي يحرم الأشخاص من التمتع والحصول على كامل القدرات التي منحتم إياها جيناتهم. لا يستطيع شخص مُستقل لوحده أن يعرف بأن قدرته الذهنية تم تخفيضها أم لا، ولكن هذا له تبعات خطيرة للمجتمع إذا نظرنا لتأثيرها على نطاق واسع. المزيد من المعلومات متوفرة في الفصول الخاصة بالرصاص والكحول.

هناك مجال آخر يثير القلق ألا وهو التعرض للمركبات الذائبة في الدهون مثل "بهي سي بي" أو مُبيدات الآفات الكلورية. تحتوي كل الخلايا على الدهون، والعدد الكبير من خلايا الدماغ المكتظة تعني أن الدماغ عبارة عن كرة كبيرة من الدهون. يُعتبر الدماغ مخزن هائل للمواد الذائبة في الدهون والقدرة على اجتياز الحاجر الدموي الدماغي. وهناك قلقٌ إضافي بأن هذه المركبات قد تتحرك وتخرج من الدهون عندما تقوم النساء بإرضاع أطفالهن، مما يُعرض الرضيع لهذه المواد، ونظراً لصغر حجم الرضيع، فإن تعرض كهذا يُعتبر ذا جرعة كبيرة.

## أمراض الجهاز العصبي

هل تُسبب المواد السامة الأمراض المعروفة كلاسيكياً والخاصة بالجهاز العصبي مثل مرض باركنسون أو الخرف من نوع ألزهايمر أو التصلب اللويحي أو التصلب الجانبي الضموري. إن اكتشاف حقيقة أن مواد كيميائية مثل "إم بهي تي بهي" قد تُسبب أعراض شبيهة بمرض الباركنسون جعلت تركيز الناس منصباً على احتمالية أن تقوم المواد الكيميائية بلعب دور في الإصابة بالأمراض الخاصة بالأعصاب والتي كانت مقترنة في السابق بالتقدم بالسن أو بسوء الحظ. يقوم "إم بهي تي بهي" بشكل متخصص بإتلاف نفس الخلايا العصبية في نفس المنطقة من الدماغ، مثلما يحدث في مرض باركنسون. ومما يدعم نظرية أن المواد الكيميائية قد تُساهم في حدوث مرض باركنسون هو نتائج من أبحاث تُفيد أن معدل حدوث هذا المرض قد ازداد عند مقارنته بالنمط السابق عبر التاريخ، والذي يترافق مع زيادة استخدام والتعرض للمواد الكيميائية. أبحاث أخرى أفادت بأن ناتج الأيض النشط الخاص بمادة "إم بهي تي بهي" والذي كان مسؤولاً حفاً عن إحداث الضرر في الخلايا العصبية كان شبيهاً جداً بالتركيب الكيماوي لبعض المبيدات. وهذا أدى مباشرة إلى طرح السؤال التالي: هل من الممكن أن يؤدي التعرض لمبيدات الآفات لزيادة معدلات الإصابة بمرض باركنسون أو أن يتسبب في حدوث المرض في عمر أبكر؟ في الحقيقة، لقد وجد الباحثون بعض الربط بين التعرض للمبيدات بين عمال المزارع وبين بداية مرض باركنسون.

التعرض للمعادن مرتبط أيضاً بعدد من الاضطرابات العصبية، لذلك كان من المنطقي أن يتم طرح السؤال التالي: هل يُساهم التعرض للمعادن في الاضطرابات العصبية المرتبطة بالعمر؟ وجد العلماء بأن خلايا الدماغ لدى العديد من مرضى الألزهايمر تمتلك مستوى مرتفع من الألمنيوم، وبأن المرضى الذين يقومون بغسل الكلى قد يُعانون من اضطرابات عصبية متعلقة بتعرض لمستوى مرتفع من الألمنيوم. ولكن العديد من الدراسات التي أُجريت لم تستطع إثبات أن التعرض للألمنيوم يُسبب مرض آلزهايمر. ومع ذلك، هنالك بعض النتائج التي تدعم احتمالية أن التعرض للزئبق قد يؤدي إلى انخفاض متسارع في الوظائف الإدراكية والذي هو بالعادة مرتبط بالعمر.

لقد ساهمت العديد من الاضطرابات العصبية والنفسية مثل الإكتئاب وفرط النشاط ومرض الهوس-الإكتابي في دفع شركات الصناعات الدوائية والأبحاث لتطوير أدوية ذات قدرة على التأثير على الأعصاب لعلاج هذه حالات. وهذا المجال يُشكل مساحة نشطة في البحث العلمي والتي يُتوقع لها أن تتسارع في وتيرتها كلما ازدادت معرفتنا بآليات عمل الجهاز العصبي. بالنسبة لأوائل الأدوية التي استخدمت في علاج الاضطرابات النفسية، فلقد كان لها العديد من الآثار الجانبية غير المرغوب فيها والتي حدثت من استخدامها على الأمد الطويل أو تطلبت استعمال أدوية أخرى معها للتعامل مع المضاعفات. لكن الأدوية الأحدث متخصصة أكثر ولديها آثار سلبية أقل.

يحتوي الجدول التالي بعض الأمثلة على السمية العصبية التي تنتج بسبب عوامل متعددة

#### جدول 4-18 تاريخ السمية العصبية

السنوات	المكان	المادة	ملاحظات
400 سنة قبل الميلاد إلى الآن	العالم كله	الرصاص	لاحظ أبقراط سُمية الرصاص في صناعة المناجم، استعمل الرصاص لتحليل الخمر عند الرومان، في العصور الحديثة - يُستعمل الرصاص في الطلاء وكما مادة مضافة للوقود، مستويات منخفضة من التعرض للرصاص تؤدي إلى تلف الجهاز العصبي في الأطفال
منذ عصور قديمة	العالم كله	الزئبق	تسمم عمال المناجم، 1930 صناعة القبعات (صانعو القبعات المجانين)، 1950 الزئبق في الأسماك في اليابان، 1970 الزئبق في البذور والحبوب، قبول حقيقة أن الزئبق سام للأعصاب خلال النمو، يخرج من المصانع التي تستعمل الفحم لإنتاج الكهرباء، تلوث مستمر للأسماك
1930 (الثلاثينيات)	الولايات المتحدة (جنوب شرق)	"تي أوه سي بهي"	مركب تتم إضافته عادة إلى زيوت التشحيم، حصل تلوث به لمشروب كحولي يُسمى "جينجر-جاك" أكثر من 5,000 أصابهم الشلل، وتأثر بهذه المادة ما بين 20,000 إلى 100,000 شخص
1930 (الثلاثينيات)	أوروبا	أبيول مع "تي أوه سي بهي"	دواء قادر على إحداث الإجهاض، يحتوي على "تي أوه سي بهي" سبب 60 حالة من أمراض الأعصاب
1932	الولايات المتحدة (كاليفورنيا)	الثاليوم	شعير مرتبط مع سلفات الثاليوم الذي كان يُستعمل كمبيد للقوارض، تم سرقة الشعير واستعمل لصنع الخبز المكسيكي (التورتيللا). تم إدخال 13 فرد من الأسرة إلى المستشفى بأعراض متعلقة بالأعصاب، توفي 6
1937	جنوب أفريقيا	"تي أوه سي بهي"	60 شخص من جنوب أفريقيا أصيبوا بالشلل بعد استعمالهم زيت طبخ ملوث
1950 (الخمسينيات)	فرنسا	أورغانوتين	تلوث الستالينون بمادة تاري إيئين وأدى إلى أكثر من 100 وفاة
1950 (الخمسينيات)	المغرب	المانغنيز	عانى 150 عامل لمناجم المواد الخام من الأعراض المزمنة للتسمم بالمانغنيز والتي تشمل مشاكل في الأعصاب والتصرفات
1950-1970	الولايات المتحدة	"إيه إي تي تي"	مادة من مكونات العطور، تم إيجادها سامة للأعصاب، تم سحبها من الأسواق في عام 1978، أثارها على الإنسان غير معروفة
1956	-	إندرين	أصيب 49 شخص بالمرض بعد أن تناولوا طعاماً مخبوزاً تم تحضيره من قمح ملوث بالمبيد الحشري "إندرين"، حصلت نوبات تشنجية عند بعضهم
1956	تركيا	"أس سي بي"	هكساكلوروبينزين، يستعمل على الحبوب كمبيد للفطريات، أدى إلى تسمم ما بين 3000 إلى 4000، معدل الوفيات يبلغ 10%

1977-1956	اليابان	كليوكوينول	تم استعمال هذا الدواء لعلاج حالات من الإسهال التي تصيب المسافرين، تسمم به تقريباً 10,000 شخص عبر عقدين من الزمان
1959	المغرب	"تي أوه سي بهي"	حدث تلوث لزيت الطبخ بزيت التشحيم مما أدى إلى تسمم حوالي 10,000 شخص
1968	اليابان	مجموعة "بي سي بهي"	حدث تسرب من مجموعة ثنائي الفينيل متعدد الكلورة إلى زيت الرز، تسمم 1665 شخص
1969	اليابان	إن-هكسان	93 حالة من الأمراض الخاصة بالأعصاب حدثت بعد التعرض لمادة إن-هكسان، كان يستعمل لصناعة صنادل البلاستيك (الفينيل)
1971	الولايات المتحدة	هكساكلوروفين	بعد سنوات من تحميم الأطفال بمحلول من 3% هكساكلوروفين، تم اكتشاف أن هذه المادة المطهرة سامة للجهاز العصبي ولغيره من الأجهزة
1971	العراق	الزئبق	استعمل الزئبق كمبيد للفطريات وعلى حبوب القمح، تم استعمال القمح لعمل الخبز، عانى أكثر من 5,000 من تسمم شديد، 450 شخصاً تُوفي في المستشفى. تأثيره على الكثير من الأطفال الذين تعرضوا له لم يتم تحديدها
1973	الولايات المتحدة (أوهايو)	محلول من منغنيز بورون بوتاسيوم	تعرض عمال مصنع نسيج لهذا المذيب، عانى أكثر من 80 عاملاً من أمراض متعددة في الجهاز العصبي، و 180 كانت لديهم أعراض أقل خطورة
1975-1974	الولايات المتحدة (مدينة هوبويل، فرجينيا)	كلورديكون (كيبون)	تعرض موظفو مصنع للكيمياويات إلى مبيد حشري، عانى أكثر من عشرين منهم من مشاكل خطيرة بالأعصاب، وعانى أكثر من أربعين من تسمم أقل خطورة
1976	الولايات المتحدة (تكساس)	ليبتوفوس (فوسفيل)	عانى على الأقل 9 موظفين من مشاكل عصبية خطيرة بعد التعرض للمبيد الحشري خلال عملية التصنيع
1977	الولايات المتحدة (كاليفورنيا)	داي كلوروبروبين (تيلون II)	أدخل 24 شخصاً المستشفى بعد التعرض لمبيد الآفات "تيلون" بعد حادث سير
1980-1979	الولايات المتحدة (لانكاستر، تكساس)	"بي أتش أم أتش" (لوسيل 7)	عانى 7 موظفين في مصنع بلاستيك لأحواض الحمام من مشاكل عصبية خطيرة بعد تعرضهم لمادة "بي أتش أم أتش"
1980 (الثمانينيات)	الولايات المتحدة	"أم بهي تي بهي"	مادة شائبة خلال تصنيع المخدرات غير المشروعة تسببت بأعراض مماثلة لتلك الخاصة بمرض باركنسون
1981	إسبانيا	زيت سام	تسمم 20,000 شخص بسبب مادة سامة في الزيت، نتج عن ذلك أكثر من 500 حالة وفاة، وعانى الكثيرون من أمراض خطيرة
1985	الولايات المتحدة	أديكارب	عانى أكثر من 1,000 شخص في كاليفورنيا وغيرها من الولايات الغربية وكولومبيا البريطانية من مشاكل في القلب ومشاكل عصبية - عضلية بعد أن تناولوا بطيخ ملوث بمبيد الآفات أديكارب
1987	كندا	حامض الدومويك	تناول البعض بلح البحر وكان ملوثاً بحامض الدومويك مما تسبب بمرض 129 شخصاً ووفاة اثنين، الأعراض شملت فقدان الذاكرة، عدم التركيز والتشنج
1991	الولايات المتحدة	حامض الدومويك	تم إيجاد محار ملوث بحامض الدومويك في منطقة الشمال الغربي
2001	الولايات المتحدة	كلور بايري فوس	تم منع استخدام هذا المبيد الحشري الفعّال في المنازل

أُقتبست من: السُّمية العصبية: التعرف والسيطرة على السموم الخاصة بالجهاز العصبي، الكونغرس الأمريكي، مكتب تقييم التكنولوجيا (1990).

## من هم المعرضون أكثر من غيرهم؟

إن أكثر شيء معرض للعطب وبدون أي شك هو الطفل والجنين النامي حيث يكون جهازهم العصبي شديد التأثر بالمواد الكيميائية. وحيث أن لا سلطة للأطفال على المواد التي يتعرضون لها، فمن الممكن أن يعانون من عجز مدى الحياة. أما بالنسبة للبالغين فإن جهازهم العصبي يتأثر بوضوح بمدى من المواد الكيميائية سواءاً تلك التي يسعى الناس خلفها أو التي يتعرضون لها من البيئة.

يمثل كلاً من البيت ومكان العمل والبيئة بشكل عام مكاناً فريداً يمكن فيهم التعرض لمواد تؤثر على الجهاز العصبي. يحتوي البيت عدداً كبيراً من المركبات التي تؤثر على الجهاز العصبي: الكافيين في القهوة والشاي، الكحول، الأدوية، المبيدات، مواد التنظيف، الطلاء، والمذيبات وهذا للعد وليس للحصر. أما مركبات مثل الرصاص أو المبيدات فبالإمكان تتبعها إلى داخل المنزل على الأحذية أو الأقدام الحافية. أما في أماكن العمل، فعمل أشد الاهتمامات متعلق بالتعرض للمذيبات من مواد التنظيف أو عمليات التصنيع الكيميائي. وعلى صعيد آخر، يتعرض المزارعون والعاملون بالمبيدات لمركبات صُممت لتؤثر على الجهاز العصبي. أما البيئة خارج المنزل فمن الممكن أن تحتوي مستويات مرتفعة من عدد من المواد الكيميائية التي تبقى في البيئة ولا تتحلل وتستطيع التأثير سلباً على الجهاز العصبي، وهذه المواد تشمل الرصاص والزنبق والمبيدات المُكلورة.

جدول 5-18 التعرض إلى مواد سامة للأعصاب

المنزل	(أ) الأطفال خلال النمو من تعرض أمهاتهم للمواد (ب) الأطفال – الرصاص في المنزل (ت) مواد التنظيف (ث) المذيبات
مكان العمل	(أ) المذيبات (ب) مبيدات الآفات
البيئة	(أ) الرصاص (ب) الزنبق (في السمك) (ت) مبيدات الآفات (ث) ملوثات البيئة التي لا تتحلل

## معايير تنظيمية

نظراً لتزايد إدراكنا للأثار الدقيقة على الأعصاب والتبعات التي تحصل على المدى الطويل، أصبح هناك تزايد تدريجي في متطلبات الفحوصات الواجب إجراؤها على المركبات الجديدة. تستطيع الجهات الحكومية حالياً أن تطلب اختبارات إضافية للأثار السمية على الأعصاب لأي مركب. لكن نحن نعرف القليل جداً عن قدرتها على التسبب بالسمية العصبية أو التأثير على الجهاز العصبي النامي. في حالة الرصاص، لا يوجد أي معامل للسلامة ضمن المستوى الذي حدده مركز مكافحة ومراقبة الأمراض، ولكن الرقم المعياري تم اختياره بناءً على مستويات منخفضة للرصاص وُجدت لدى الأشخاص العاديين عندما تم إزالة الرصاص من الوقود. بشكل عام، تُناضل الحكومة من أجل أن تبقى على إطلاع على قائمة المواد الكيميائية الجديدة التي تستمر بالإزدياد، وتُصارع من أجل تقييم قدرة هذه المواد على التسبب بأذى للأعصاب.

## خاتمة وتوصيات

يستهلك البعض منا مركبات بشكل منتظم وتقوم هذه المركبات بالتأثير على جهازنا العصبي، وندرك أن بعض هذه المواد قد تُسبب سُمية للأعصاب، لذلك التوصيات بسيطة – كن حذراً. الجهاز العصبي النامي حساس جداً للسمية العصبية، وأن التعرض للمواد الكيميائية الخطأ في الوقت غير المناسب قد يُسبب عجز طول العمر. من منظور أخلاقي وإجتماعي، هذه القابلية للتأثر لدى الجهاز العصبي النامي تُمثل تحدياً فريداً ومسؤوليات. العديد من المواد السامة التي تتراكم حيويًا ولا تتحلل هي سامة للأعصاب، والتي هي محط نقاش مهم فيما يخص هذه المركبات من أجل التوقف عن استعمالها أو منعها. إن فهمنا المتزايد للجهاز العصبي بالإضافة إلى معرفتنا بالأذى الدقيق الممكن حدوثه، لهو من أهم الإسهامات لعلم السموم.

## **Additional Resources**

### **Slide Presentation and Online Material**

A Small Dose of Neurotoxicology [presentation material and references](#). Website contains presentation material related to the neurotoxic effects of chemicals.

### **European, Asian, and International Agencies**

- Organization For Economic Co-Operation And Development (OECD). [Chemical Safety](#). This OECD Site contains general information on chemical safety as well as specific testing guidelines for neurotoxic effects of chemicals. [accessed June 20, 2009]
- [International Neurotoxicology Association \(INA\)](#). Site provides links to neurotoxicology testing guidelines and other information on neurotoxicology. [accessed June 20, 2009]
- [International Brain Research Organization \(IBRO\)](#). "IBRO is a nonprofit international organization for neuroscientists." [accessed June 20, 2009]

### **North American Agencies**

- US Food and Drug Administration (FDA). [Neurotoxicology](#). Information on FDA and neurotoxicology. [accessed June 20, 2009]
- US National Institute of Health. [National Institute of Neurological Disorders and Stroke \(NINDS\)](#). NINDS is works to shape "the future of research and relationship to brain diseases". [accessed June 20, 2009]
- US National Research Council. [Environmental Neurotoxicology](#). Publication available on the web at this site. [accessed June 20, 2009]

### **Non-Government Organizations**

- [Society for Neuroscience \(SFN\)](#). "SFN is a nonprofit membership organization of basic scientists and physicians who study the brain and nervous system." [accessed June 20, 2009]
- [ALS Association \(ALSA\)](#). The mission of The ALS Association is to find a cure for and improve the quality of life for those afflicted with ALS. [accessed June 20, 2009]
- [Institute of Neurotoxicology & Neurological Disorders \(INND\)](#). INND was founded in 1999 and focuses on education and policy issues related to neurotoxicology. [accessed June 20, 2009]

- [Neurobehavioral Teratology Society \(NBTS\)](#). The NBTS mission is to understand how the environment affects the health of infants and children. [accessed June 20, 2009]

## References

Spencer, Peter S. and Herbert H. Schaumburg (Eds). *Experimental and Clinical Neurotoxicology 2nd edition*. New York: Oxford University Press, 2000.

Dobbs, Michael R. *Clinical Neurotoxicology: Syndromes, Substances, Environments*. Philadelphia: Saunders, 2009.

Harry, G. Jean, and Hugh A. Tilson. *Neurotoxicology, Third Edition (Target Organ Toxicology Series)*. New York: Informa HealthCare 2009.

US Environmental Protection Agency "[Guidelines for Neurotoxicity Risk Assessment](#)". *Federal Register* 63, 93 (1998):26926-26954.