

جرعة صغيرة من الزئبق أو مدخل الى الآثار الصحية السلبية للزئبق

فصل من كتاب

جرعة صغيرة من السموم: الآثار الصحية السلبية للمواد الكيماوية الشائعة

تمت ترجمته من قبل

د. أنسام صوالحة

بواسطة

د. ستيفن غيلبرت (البورد الامريكي في علم السموم)

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

البريد الالكتروني

sgilbert@innnd.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

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

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

الاضبارة

الاسم: الزئبق (رمزه الكيماوي Hg) (اللاعضوي)

الاستخدام: يوجد في سلع المستهلكين وفي الصناعة وفي حشوات الاسنان ومفاتيح الكهرباء وموازن الحرارة

المصدر: المناجم والبيئة وأماكن العمل

الجرعة الموصى بها يوميا: لا يوجد (غير ضروري للحياة)

الامتصاص: عبر الاستنشاق، وامتصاص ضعيف من الامعاء

الأشخاص الأكثر تأثراً: الأجنة والأطفال والنساء في فترة الإنجاب

السمية والأعراض: سمية للجهاز العصبي وارتجاف من التوتر ودوخة واكتئاب وعدم تناسق الحركات ورعشة

حقائق تنظيمية: منظمة "إيه تي إس دي آر" حددت أن أعلى مستوى مقبول للزئبق في الاستنشاق هو أقل من 0.2 مايكروغرام/ديسيلتر.

حقائق عامة: له تاريخ طويل من الاستخدام، السائل منه يتبخر على درجة حرارة الغرفة، تُحوّله البكتيريا الى زئبق عضوي يُسمى ميثيل الزئبق

بيئياً: يسبب تلوث بيئي عالمي

التوصيات: يُنصح بالابتعاد عنه، يُنصح باعادة تدوير الأجهزة التي تحتوي عليه

الاسم: الزئبق (عضوي) (ميثيل الزئبق Hg-CH₃)

الاستخدام: يقتصر استعماله على المختبرات

المصدر: يُلوث بعض الاسماك مثل التونا والقرش والكراسي

الجرعة الموصى بها يومياً: لا يوجد (غير ضروري للحياة)

الامتصاص: الامعاء (90%)

الأشخاص الحساسون: الأجنة والأطفال والنساء في فترة الإنجاب

السمية والأعراض: سُمية للجهاز العصبي وتأثيرات سلبية على النمو والتطور وأعراض شبيهه بالشلل الدماغي مع تأثر أجهزة البصر واللمس والسمع، تنميل حول الشفاه والفم وتنميل في أصابع اليد والقدم وفقدان البصر والسمع

حقائق تنظيمية: منظمة حماية البيئة-الجرعة المرجعية: 0.1 مايكروغرام/كغم/يوم.

لاحقاً- منظمة الصحة العالمية نصحت بأن لا يزيد مستوى ميثيل الزئبق في السمك عن 0.3 جزء في

المليون من أجل المحافظة على صحة الانسان وذلك اعتماداً على جودة المياه

منظمة الغذاء والدواء: قررت أن لا يزيد المستوى عن جزء واحد في المليون للسمك المخصص للبيع

بشكل تجاري

منظمة "إيه تي إس دي آر" حددت أن أعلى مستوى مقبول يجب أن يكون أقل من 0.3

مايكروغرام/كغم/يوم

كندا: أن لا يزيد مستوى الزئبق عن 0.5 جزء في المليون من الزئبق في السمك الموجود في البقالات

والطعام البحري

حقائق عامة: تقوم البكتيريا بتحويل الزئبق اللاعضوي الى ميثيل الزئبق ومن ثم الى السلسلة الغذائية حيث يتراكم

حالات للدراسة:

حسنا، سيد بالدوين، هذه غلاية جميلة من الأسماك.

القائلة: ماري ملكة بريطانيا

مينيماتا/ اليابان- الزئبق والسمك

في اواخر الخمسينات، اصبحت نتائج التعرض للزئبق واضحة في منطقة مينيماتا في اليابان وكانت دقيقة وخطيرة. في البداية، الأعراض الأولية شملت عدم تناسق الحركة وتنميل حول الشفاه والأطراف، تبعها تراجع في مجال الرؤية لدى الصيادين وعائلاتهم. هذه الأعراض أربكت وحيرت خبراء الصحة. أما التأثيرات على النمو فقد كانت واضحة لدى الأطفال الذين عانوا من إعاقات خفيفة إلى شديدة، هذا المدى من الأعراض الجانبية تم ربطه أخيراً مع ميثيل الزئبق من خلال تناول السمك الملوث. كان خليج مينيماتا ملوث بالزئبق وبميثيل الزئبق

بسبب مصنع يقوم بإنتاج مادة كيميائية تسمى ألدهايد. كان الزئبق يستخدم في عملية التصنيع والتي نتج عنها كلا من الزئبق وميثيل الزئبق واللذان تم التخلص منهما في خليج مينيماتا. قامت الأسماك في ذلك الخليج بتجميع كميات متزايدة من ميثيل الزئبق ، والذي وصل إلى السكان من خلال استهلاكهم للأسماك في تلك المنطقة. كان هذا من أوائل الدروس الحديثة حول نتائج التراكم الحيوي لميثيل الزئبق.

الزئبق ومناجم الذهب

بدأ التلوث البيئي الناتج من استعمال الزئبق في مناجم الذهب من قرون مضت واستمر حتى اليوم. كانت قبائل الإنكا في البيرو أول من استعمل عنصر الزئبق في مناجم الذهب عام 1500. يرتبط الزئبق مع الذهب وعندما تتم إزالة الزئبق يبقى الذهب وحده. تخيل تسخين وعاء يحتوي مادة فضية (خليط الزئبق-الذهب) ومراقبته يتحول إلى ذهب، إنها خدعة تستحق المشاهدة من قبل أي كيميائي.

يتبخر الزئبق بسلاسة إلى الغلاف الجوي تاركا الذهب خلفه. هذه الممارسة مستمرة حتى هذا اليوم في وسط وجنوب أمريكا وأفريقيا والفيليبين. يقدر بأن استخراج كيلو غرام من الذهب سيحتاج إلى 3-5 كغم من الزئبق. جزء كبير من هذا الزئبق يؤدي إلى تلوث البيئة المحلية، ويسبب حركته في الغلاف الجوي واحتمالية هطول الأمطار عليه على بعد أميال أو مقاطعات من مصدر انبعاثه، فهو يساهم في التلوث العالمي للزئبق. يتم تحويل الزئبق المعدني إلى ميثيل الزئبق بفعل البكتيريا، ومن ثم ينتقل للأعلى في السلسلة الغذائية، على الغالب في الأسماك التي تُستهلك من قِبل العديد من الحيوانات والإنسان. يعاني عمال المناجم وعائلاتهم خاصة الأطفال من الآثار السلبية الناتجة عن التعرض للزئبق.

الحبوب المغطاة بالزئبق في العراق

إن الخواص السامة للفطريات التي يتمتع بها الزئبق العضوي تصبح ذات فائدة عندما يتم استعماله على البذور والحبوب ولكن عندما يستهلك الإنسان هذه البذور، فإن هنالك تبعات مأساوية. خلال سنوات القرن العشرين، كانت البذور تُغطى بمركبات الزئبق العضوية لتقليل تلفها بفعل الفطريات أو العفن في التربة. عادة ما يكون لون هذه البذور زهرياً للإشارة إلى أنه تمت معالجتها بمضادات العفن وأنها مخصصة للزراعة فقط، وليس للاستهلاك. خلال أوائل السبعينيات، أدى جفاف شديد في العراق إلى تلف البذور والحبوب وعانى الناس من سوء التغذية. تم شحن بذور ذات لون زهري مغطاة بالزئبق للعراق من أجل الزراعة. للأسف، لم يستطع السكان هناك قراءة اللغة الأجنبية التي كُتبت على أكياس البذور ولم يميزوا أن البذور الزهرية خطيرة، فقاموا بطحن جزء منها وصنعوا منه الخبز. كان الخبز المصنوع من هذه البذور زهرياً، ذا طعم لذيذ لكنه سام، خاصة للأطفال في مرحلة النمو. توفي العديد من الناس وعانى آخرون من الإعاقة لمدى الحياة. كان هذا بمثابة درس آخر للعالم حول موضوع التواصل من ناحية وسمية الزئبق من ناحية أخرى.

الزئبق في الطلاء

قبل العام 1990 كانت مشتقات الزئبق تضاف بشكل روتيني للطلاء الذي يستعمل داخل وخارج المنازل لمنع نمو البكتيريا والفطر. تم إيقاف هذه الممارسة بعد ظهور أعراض جانبية عند طفل يبلغ الرابعة من عمره تعرض للزئبق عن طريق الاستنشاق. كانت غرفة نوم هذا الطفل عديمة التهوية مطلية بطلاء من اللاتكس يحتوي على الزئبق. تم تشخيص الطفل بالأكروداينيا وهو عبارة عن الآلام في النهايات العصبية، هو مرض نادر ينتج عن التعرض للزئبق يتميز بتورد الخدود وتقشر واحمرار باطن الكف وأصابع القدم، وكذلك تعرق شديد وأرق وتهيج. وافق المنتجون على إيقاف استعمال الزئبق في الطلاء عام 1991، لكن لا زال بإمكان هذا النوع من الطلاء أن يتسبب في مشاكل صحية لأن الناس يخزنون الطلاء في منازلهم لفترات طويلة من الزمن.

الزئبق في ألواح الأرضيات

يستخدم الزئبق عادة في الكثير من التطبيقات الصناعية وهذا يشكل مصدر لمفاجآت غير سارة عندما لا تتم إزالته بالشكل الملائم. وفي عام 1996 تعرض ستة أطفال وعدد من البالغين لبخار الزئبق خلال إقامتهم في وحدات

سكنية في بناية تم تحويلها من صناعية إلى سكنية. قبل تحويلها، كانت البناية تستخدم لصناعة المصابيح التي تعتمد على بخار الزئبق. لكن تم لاحقاً اكتشاف برك من الزئبق تحت ألواح الأرضيات الخاصة بالوحدات السكنية.

مقدمة وتاريخ

يتواجد الزئبق بأشكال عديدة تمتلك خصائص مختلفة، لذلك فإن كل جزء من هذا الفصل سيكون مقسوماً الى قسمين: قسم الزئبق اللاعضوي (السائل الفضي الشائع) وقسم الزئبق العضوي (عادة ميثيل الزئبق $HgCH_3$) والذي يتشكل عادة من الزئبق ويتراكم في العديد من أصناف الأسماك الشائع أكلها.

إن طبيعة الزئبق المزروجة من حيث كونه مفيد اقتصادياً وقدرته في نفس الوقت على التسبب بالأذى كانت مكتشفة منذ زمن، لكننا بدأنا بتقدير خصائصه الدقيقة وتأثيراته فقط في العشرين سنة الأخيرة. إن الطبيعة المتضاربة للزئبق كانت معروفة لدى أساطير الرومان والتي شملت أجزاء من الرسول المجنح (ميركوري) (أو الزئبق) والذي كان مميزاً بذكائه ودهائه وبلاغته، وكان إله البيع والتجارة وكذلك إله اللصوص والمتشردين. إن تاريخ استعمال الزئبق من قبل الإنسان يُظهر الصراع الدائم لموازنة وفهم فائدة هذا المركب وكذلك تأثيراته الضارة على الإنسان والبيئة. ونحن الآن في صراع مع الزئبق لكونه ملوثاً بيئياً عالمياً وكذلك له مخاطر على

"عندئذٍ ولدت ابناً بوجوه متعددة، ماكر ومتملق وسارق وراعي ماشية ومُحقق للأحلام ومُراقب خلال الليل ولص عند المداخل، وسوف يقوم بأعمال رائعة للآلهة الخالدة"
وصف ميلاد الآله اليوناني "ميركوري أو الزئبق".

الأطفال.

الزئبق اللاعضوي

الزئبق الفلزي، والمعروف أيضاً باسم الفضة السريعة أو الزئبق العنصري، هو سائل فضي اللون على درجة حرارة الغرفة، له درجة غليان منخفضة وضغط بخاري عالٍ (بمعنى يتبخّر على درجة حرارة الغرفة) وكثافة عالية بحيث يزن 13.6 مرة أكثر من الماء. الحجارة والحديد والرصاص وحتى البشر يستطيعون الطفو على سطحه (انظر المرجع من قبل بوتمان، 1972). تم التعرف على سميته منذ عصر الرومان عندما استخلصه العبيد من المناجم في منطقة المآدن في اسبانيا. ومن

الطريف أن هذا المنجم لا يزال نشطاً إلى يومنا هذا كأحد المصادر الرئيسية للزئبق. في حين تحتوي جميع أنواع الصخور على بعض الزئبق، فإن صخور الزنجفر تحتوي على أعلى تركيز من الزئبق اللاعضوي (>80%). الزئبق الفلزي يتم إنتاجه من حجارة الزنجفر من خلال تكثيف البخار الناتج من تسخين المعدن الخام. يتم إنتاج الزئبق الفلزي في الولايات المتحدة كمادة ثانوية عند التعدين.

يستعمل الزئبق الفلزي في الصناعة وبالأخص في المصابيح والمفاتيح الكهربائية ووحدات التحكم والمقاييس (على سبيل المثال موازين الحرارة، أجهزة قياس الرطوبة ومنظم الحرارة)، كذلك في صناعة البطاريات والأسلحة النووية وفي الصناعات الكيميائية المتخصصة ويشمل ذلك إنتاج الصودا الكاوية. بسبب الانجذاب العالي بين الزئبق الفلزي مع الذهب والفضة، تم استعماله ولا يزال لاستخلاص المعادن الثمينة من المعدن الخام. يستعمل الزئبق الفلزي مع الفضة منذ أكثر من مئة عام في حشوات الأسنان ذات اللون الفضي لعلاج تسوس

Hg
الزئبق

العدد الكتلتي: 80

الوزن الكتلتي: 200

الأسنان. ويستمر استعمال الزئبق في ممارسات الطب الشعبي لدى بعض الحضارات دون معرفة آثاره على الصحة العامة.



استعمل الصينيون نبات الزنجفر لصناعة الحبر الأحمر منذ ألف سنة قبل الميلاد، وكذلك في مواد التجميل والصابون والمُليّنات. استُعمل الزئبق اللاعضوي (كحامض من نترات الزئبق) في صناعة اللباد للمساعدة في عملية صنع الحوائط من اللباد، وكانت هذه الصناعة تعتبر المصدر الرئيسي للتعرض للرصاص خلال العمل في الولايات المتحدة لغاية 1940. دراسات واحصائيات الصناعات في عام 1937 والذي قام به مكتب التعداد أشار إلى وجود 5.2 مليون باوند من فراء القبعات يستخدم لإنتاج أكثر من 30 مليون مجسم أساسي لقبعات من اللباد في 140 مصنع موجودة في الولايات المتحدة. دراسة أخرى شملت 25 مصنع للقبعات في ولاية كونيتيكت أثبتت بالأدلة إصابة 59 من أصل 534 عامل قبعات بالتسمم المزمن بالزئبق.

استعملت قبائل الإنكا في البيرو الزئبق الفلزي لغسل الحصى الحاملة للذهب في عصور مبكرة ترجع إلى عام 1557. طريقة استخلاص الذهب الأصلية (والتي كانت تستغرق 20-30 يوماً) خضعت لتعديلات متتالية، مما أدى إلى إمكانية استخلاص الذهب في وعاء معدني مستدير قليل العمق في أقل من ست ساعات بحلول عام 1830. وهذه هي الطريقة المستعملة حالياً ولكن بعد إدخال بعض التعديلات خاصة في وسط وجنوب أمريكا وأفريقيا والفلبين، حيث أن استخلاص كيلو غرام واحد من الذهب يتطلب استعمال 3-5 كيلو غرامات من الزئبق.

استعملت حشوات الأسنان الفضية المسماة "أمالغام" في عصر مبكر يعود إلى القرن السابع واستعملت هذه الحشوات بشكل تجاري لأول مرة في مدينة نيويورك عام 1830. التعرض المزمن للزئبق بين أطباء الأسنان ومساعدتهم هي

الشكل 9-1: صانعو القبعات المجانين

مشكلة مهنية معروفة جيداً. الإهتمام بالصحة العامة للمجتمع وما تسببه حشوات الزئبق "الأمالغام" ازداد في المحافل العلمية مؤخراً، ولكن يبقى هذا المجال من العلم محط جدال. أشارت دراسات حديثة إلى أن كمية الزئبق في البول مرتبطة بعدد حشوات الزئبق "الأمالغام"

الموجودة في الفم، ونفس العلاقة موجودة مع كمية الزئبق التي تُطرح في حليب الأم. بعض البلدان تنصح النساء في عمر الإنجاب والأطفال بعدم استعمال حشوات الزئبق لأسنانهم. بالنسبة لمنظمة الأغذية والأدوية الأمريكية والتي لم تتخذ أي إجراء بهذا الخصوص، فهي تطلب المزيد من المعلومات وتقوم بمراجعة تقريرها الاستشاري. ولعل أهم جانب في هذا الموضوع هو وجود بدائل مقبولة جداً لحشوات الزئبق "الأمالغام". كبدائية وكوجهة نظر،

"امسح هذا الزجاج ثلاث مرات
يوجد به زرنينخ
أنا اسمع رسائل من الله
عبر الحشوات في أسناني"

للمؤلفة آني سيكستون (1928-1974)

يمكن اقتراح تفادي استعمال حشوات الزئبق "الأمالغام". أما في السويد، فيُمنع استعمال حشوات الزئبق "الأمالغام" في العناية التقليدية بالأسنان، وكذلك يُمنع استعمالها في أسنان الأطفال والشباب.

بالنسبة لموازين الحرارة التي تحتوي على الزئبق فقد استعملت منذ عقود من الزمن. تم التوقف عن استعمالهم في بعض الحالات مثلاً داخل حاضنات الخدج حيث تم اكتشاف أن تركيز معتبر من بخار الزئبق قد يتم الوصول له

في حال كسر ميزان الحرارة في تلك البيئة المغلقة في الحاضنة. التخلص من موازين ومنظمات الحرارة يزيد سمية نفايات البلدية بشكل معتبر. في عام 1995 أضاف التخلص من موازين الحرارة 16,9 طن من الزئبق إلى كمية النفايات الصلبة التي تجمعها البلديات.

الزئبق العضوي

أول استعمال موثق لمركبات الزئبق العضوي في البحث العلمي الكيماوي حدث في عام 1863. تصنيع هذه المركبات قاد مباشرة إلى التعرف على سميتها العالية بالمقارنة بنظائرها من الزئبق اللاعضوي، وبحلول عام 1866 كان اثنان من الكيميائيين قد توفيا من التسمم بالزئبق العضوي. بدأ الاستخدام العلاجي لمركبات الزئبق العضوية في عام 1887 في علاج حالات الزهري التي يتفاقم فيها الالتهاب عند المريض وينتشر للجهاز العصبي المركزي. أدى هذا العلاج إلى إصابة المرضى بالتسمم بالزئبق لكنه لم يكن ناتجاً عن المهنة. توقف استعمال الأدوية المبنية على الزئبق العضوي بعد ذلك بقليل بسبب سميتها العالية. أما استعمال المركبات الزئبقية المُصنعة كمبيدات للفطريات لتغطية الحبوب والبقول والبذور في الزراعة فقد بدأ عام 1914. استعمالها في هذا المجال أدى إلى حوادث مبعثرة من التسمم الحاد متعلقة بمراحل مختلفة تشمل بتصنيع المركب أو استعماله أو الاستهلاك غير المتعمد للبذور المعالجة به أو إطعام هذه البذور للحيوانات. استعمال مركبات الزئبق العضوية في الزراعة أدى إلى حدوث تسمم واسع النطاق على مستوى العالم، مثل ذلك الذي حدث في العراق.

كل من الزئبق الفلزي والزرئبق اللاعضوي يستعملان في الصناعات الكيماوية، ويشمل ذلك كلوريد الفينيل وتصنيع الأسيت أدهايد (الزرئبق اللاعضوي)، وكذلك إنتاج مركبات الكلورو-الكالي (الزرئبق الفلزي). على سبيل المثال، المصنع في خليج مينيماتا كان يستعمل أكسيد الزئبق مذاباً في حامض الكبريتيك للعمل كمحفز من أجل إضافة الماء إلى مادة الأسيتيلين لتحويلها إلى الأسيت أديهايد. إضافة لذلك، فإن إنتاج كلوريد الفينيل في مصنع مينيماتا استعمل كلوريد الزئبق الملتصق على سطح الكربون المنشط من أجل إنتاج كلوريد الفينيل من إلسيتيلين وكلوريد الهيدروجين. لقد كانت هذه العمليات هي السبب المباشر لتلوث خليج مينيماتا ونهر أغانو وكذلك نيغانا بفعل دفن نفايات الزئبق. أدى هذا الدفن للنفايات إلى نطاق واسع من تعرض وتسمم البشر بمادة ميثيل الزئبق خلال الفترة بين 1950-1960. هذه الحادثة أدت أيضاً إلى تقديرنا في العصر الحاضر وفهمنا لأهمية إعادة تدوير الزئبق، وكذلك إلى معرفة آلية تحول الزئبق إلى زئبق عضوي في البيئة ومن ثم إنتقاله في السلسلة الغذائية.

استعملت مركبات الزئبق العضوية كذلك في طلاء اللاتكس (الطلاء المطاطي) وذلك من أجل زيادة فترة العمر له، إلا أن هذا الاستعمال محدود حالياً في الولايات المتحدة بعد أن تم التعرف على مخاطره المحتملة على الأطفال. التقييم الذي تلا ذلك (للغرف الداخلية في البيوت المطلية بطلاء مطاطي يحتوي على زئبق) أظهر أن تركيز ابخرة الزئبق كان عالياً وفي حالات متعددة وكان أعلى من الحد المعياري البالغ 0.5 مايكروغرام/م³ والذي أوصت به منظمة تسجيل المواد السامة والأمراض.

الخصائص البيولوجية

الزئبق اللاعضوي

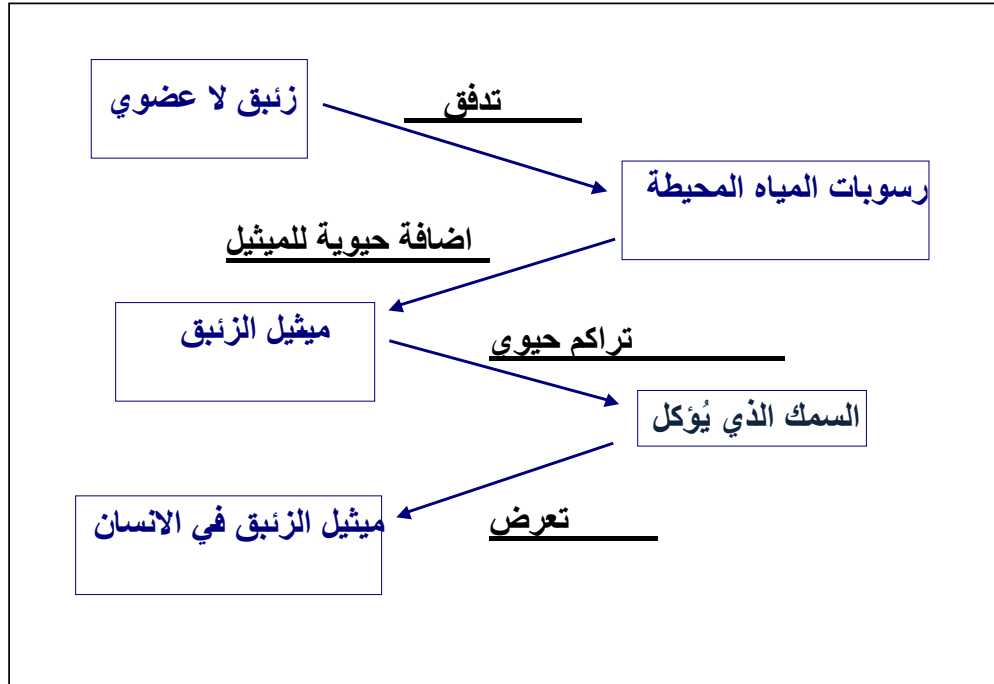
يمكن أن يتخذ الزئبق اللاعضوي شكل أملاح والتي قد تكون أحادية التكافؤ (زئبق، Hg^{+1}). أو ثنائية التكافؤ (زئبقوز $Hg+2$). هناك ملحين من أملاح كلوريد الزئبق ألا وهما كالمومل (كلوريد الزئبقوز) والبيلمات (كلوريد الزئبق) تم إنتاجهما لأول مرة في العصور الوسطى. أما فيما يخص كريمات البشرة التي تحتوي على الزئبق اللاعضوي، فقد استعملت خلال تلك الفترة أيضاً لعلاج الزهري. كذلك استعملت مشتقات الزئبق اللاعضوية كمدرات للبول خلال بدايات فترة 1900.

عند استنشاق بخار الزئبق الناتج من الزئبق الفلزي، يتم امتصاصه بسهولة وسرعة ويصل إلى مجرى الدم، ويخترق الغلاف المحيط بالدماغ وكذلك المشيمة. إن بلع الزئبق الفلزي هو أقل خطورة من استنشاق أبخرته

بسبب ضعف امتصاص الزئبق من القناة الهضمية. بعد الدخول إلى الدماغ، يتأكسد الزئبق وبالتالي لن يتم نقله خارج الدماغ. لذلك فإن التعرض المتواصل لأبخرة الزئبق سيؤدي إلى تراكم الزئبق في الجهاز العصبي.

الزئبق العضوي

في الوقت الذي يتواجد في الكثير من مركبات الزئبق العضوية المصنعة، إلا أن أهم مركب عضوي للزئبق هو ميثيل الزئبق الذي يتواجد في الطبيعة. في البيئة يتم تحويل الزئبق اللاعضوي بوسائل حيوية إلى ميثيل الزئبق بشكل أساسي بواسطة الميكروبات التي تقوم بعملية إضافة مجموعة الميثيل في الرواسب الموجودة في المياه العذبة أو المحيطات. وعند انتاجه، يدخل ميثيل الزئبق بسهولة إلى السلسلة الغذائية البحرية ويتراكم حيوياً في أنسجة الكائنات البحرية. ولأن ميثيل الزئبق يتخزن طوال فترة حياة الكائن البحري، فإنه ينتقل إلى أعلى السلسلة الغذائية وبالتالي فإن أعلى تركيز له يوجد في الأصناف المفترسة الأكبر حجماً والأطول عمراً مثل سمكة السيف وسمكة الرمح (أو الكراكي) وتونا المحيط. إن أغلبية الزئبق في الأسماك مخزون في العضلات. وجميعه تقريباً من نوع ميثيل الزئبق. وتركيز ميثيل الزئبق في الأسماك يعتمد على العمر والمستوى الغذائي للسمكة، وقد يكون هذا التركيز كبيراً جداً (أكثر من 1000 مايكروغرام/كغم (أو جزء واحد من مليون)). على سبيل المثال، فإن الكمية الكلية للزئبق في الأجزاء الصالحة للأكل في سمكة القرش وسمكة السيف قد تصل في المتوسط إلى كمية كبيرة تبلغ 1200 مايكروغرام/كغم. رغم أن مشتقات الزئبق العضوية استعملت كمبيدات للفطريات ومواد حافظة في الطلاء وكذلك في تطبيقات طبية، لكن جميع هذه الاستعمالات توقفت نتيجة للتعرف على خصائص مشتقات الزئبق ولكونها سامة للأعصاب. بناءً على ذلك، فإن استهلاك الأسماك والثدييات البحرية هي المصدر الرئيس لتعرض الإنسان لميثيل الزئبق، وبشكل أقل، يتعرض الإنسان للزئبق من خلال التطبيقات البحثية لميثيل الزئبق وغيره من مشتقات الزئبق العضوية.



الشكل 9-2: تحول الزئبق إلى ميثيل الزئبق

الآثار الصحية

الزئبق اللاعضوي

يتم امتصاص الزئبق الفلزي على شكل أبخرة الزئبق بشكل سريع وسهل إلى مجرى الدم بعد استنشاقه، ويخترق الغلاف المحيط بالدماغ وكذلك المشيمة بسهولة. أما بالنسبة للتعرض للزئبق الفلزي عن طريق الفم والبلع، فهو أقل خطورة مقارنة باستنشاقه وذلك بسبب ضعف امتصاصه في القناة الهضمية. التعرض الحاد لمستويات عالية من بخار الزئبق قد يؤدي إلى آثار سلبية على الجهاز التنفسي والدوري والعصبي والهضمي، وقد يؤدي حتى إلى الوفاة.

التعرض بشكل حاد لجرعة عالية من بخار الزئبق، أو التعرض بشكل مزمن لكميات قليلة منه قد يؤدي إلى آثار سلبية دائمة على الأعصاب. تلك الآثار قد تشمل الرعشة وفقدان القدرة على الشعور باليدين (خدر أو فقدان الإحساس في كف اليد) وعدم استقرار عاطفي وأرق وفقدان للذاكرة، وضعف في مناطق اتصال الأعصاب بالعضلات. التعرض لأبخرة الزئبق قد يؤدي إلى حصول رعشة ودوخة وإكتئاب وعصبية. هذه الأعراض تشكل الأساس للتعبير "مجنون مثل صانع القبعات" وكذلك "صانع القبعات المجنون" في رواية لويس كارول المسماة "مغامرات أليس في بلاد العجائب". تم أيضاً ملاحظة ضعف الأداء في الاختبارات المتعلقة بالذاكرة وتكوين الجمل عند العمال في المصانع المعرضين لأبخرة الزئبق. تم ملاحظة آثار سلبية على الأعصاب عند فتاة تبلغ 12 عاماً تعرضت لزئبق مسكوب وشملت الأعراض الدوخة والضعف والأرق والتتميل والرعشة.

الزئبق العضوي

إن التبعات المأساوية على الصحة بسبب التعرض لميثيل الزئبق موثقة بشكل جيد بعد عدة حوادث مأساوية (انظر "حالات للدراسة"). تاريخياً، لعب التعرض لميثيل الزئبق دوراً مهماً في جذب الانتباه العالمي إلى تبعات الثورة الصناعية ليس فقط للعمال ولكن أيضاً لعامة الشعب. فمثلاً تم التعرف على نتائج تعرض الناس لميثيل الزئبق في الخمسينيات (1950) في كلٍ من منطقة مينيماتا ونيغاتا في اليابان. في كلا الحالتين، حصل التعرض لميثيل الزئبق من خلال استهلاك أسماك من مياه يُلقى فيها نفايات صناعية تحتوي على الزئبق، وهذا أثبت بشكل قطعي أن التسمم بميثيل الزئبق قد يحدث من خلال انتقاله عبر السلسلة الغذائية. بحلول عام 1974 كان هناك أكثر من 2150 حالة تم تشخيصها بما كان يعرف عندئذ بمرض مينيماتا في إقليم مينيماتا وحده. حدوث حالات أعلى من المعدل الطبيعي بأعراض تشبه الشلل الدماغي مع إصابة حواس البصر والإحساس والسمع بين الأطفال في إقليم مينيماتا جذبت اهتماماً جديداً إضافة للسمية الممكنة خلال النمو من مادة ميثيل الزئبق الناتجة من الصناعة. لكن، وكما هو الوضع في حالات تعرض الكبار إلى سمية ميثيل الزئبق، فإن إثبات وجود علاقة بين ميثيل الزئبق في البيئة والإصابة بسُميته التي تؤثر على نمو الأطفال كان صعباً. الصعوبات في إثبات وجود علاقة نتجت بسبب أن الأطفال المصابين لم يتناولوا السمك ولم يكن هناك أي دليل على تأثيرات عصبية لدى الأمهات بناءً على وسائل التقييم في ذلك الوقت. لكن قابلية إصابة الجنين وتأثره (نسبة إلى البالغين) بالتسمم العصبي الناتج من التعرض لميثيل الزئبق تم تأكيده لاحقاً من خلال دراسات أخرى.

أثبتت حادثة مأساوية في العراق بشكل واضح التأثير على الجنين بسبب تعرضه لميثيل الزئبق من خلال دم أمه (انظر "حالات للدراسة"). خلال شتاء 1971 قام العراق باستيراد 730 ألف طن من القمح و 22 ألف طن من الشعير. هذه البذور كانت مخصصة للزراعة وكانت مُعالجة بمركبات الزئبق العضوية. للأسف تم طحن هذه البذور وتحويلها إلى دقيق وتم استهلاكه عبر مختلف أجزاء الدولة، مما أدى إلى إدخال 6530 شخص إلى المستشفى و وفاة 459 آخرين عند وقت إجراء الدراسة (جدول 9-1).

إن الأدلة المترامية لا تترك مجالاً للشك بأن ميثيل الزئبق سم خطير يؤثر على مختلف مراحل التطور في البشر، وبالأخص تطور الجهاز العصبي. في الوقت الذي لا تعتبر فيه الآثار السُميّة والآثار على التصرفات الناتجة من التعرض لتراكيز عالية من ميثيل الزئبق محط تساؤل، تبقى التساؤلات حول المخاطر وآلية العمل التي تنتج عن التعرض لتراكيز قليلة لمدة طويلة في الرحم.

تقرير المجلس القومي للأبحاث في أمريكا أشار إلى أن "أكثر من ستين ألف من الأطفال حديثي الولادة سنوياً قد يكونون في خطر الإصابة بتأثيرات سلبية على النمو العصبي بسبب تعرضهم لمادة ميثيل الزئبق في الرحم". هذا التقرير يثبت فكرة أن العديد من الرضع معرضون لمستويات أعلى من المستويات الآمنة لميثيل الزئبق.

الجدول 9-1: أشهر حوادث التسمم بالزئبق:

المكان	السنة	الحالات
مينيماتا	1953-60	1000
نيغاتا	1964-65	646
غواتيمالا	1963-65	45
غانا	1967	144
باكستان	1969	100
العراق	1956	100
العراق	1960	1002
العراق	1971	40000
يحصل الآن	2001	؟

أحد الصعوبات التي ترافق تشخيص التعرض لمادة ميثيل الزئبق هي أن الأعراض تظهر بعد فترة من تعرض الإنسان لها. يبدو أن فترة التأخير هذه متعلقة بمستوى التعرض، حيث كلما كان التعرض لتراكيز أعلى كانت فترة التأخير أقصر. والآلية البيولوجية الدقيقة التي تتحكم بفترة التأخير هذه لا تزال غير واضحة. بعض الباحثين اقترحوا أن فترة التأخير لا تعكس فقط الوقت اللازم لتراكم ميثيل الزئبق في الدماغ، ولكنها تعكس الوصول إلى حد من تدمير الأنسجة بحيث أن قدرة الجهاز العصبي على تعويض الدمار تصبح غير كافية لتعويض الدمار. إن الدراسات التي قامت بمراقبة الإنسان والحيوان بعد فترة من التوقف عن التعرض لميثيل الزئبق وجدت أن الآثار السلبية طويلة الأمد ناجمة عن عملية إزالة مجموعة الميثيل وبالتالي تحول ميثيل الزئبق إلى زئبق لاعضوي في الدماغ.

تقليل التعرض

الزئبق اللاعضوي

هناك العديد من مصادر الزئبق الفلزي في البيت وأماكن العمل. أفضل نصيحة يمكن تقديمها هي التخلص المناسب من أي منتج يحتوي على الزئبق، وأهم من ذلك، تقادي التعرض للزئبق خاصة عن طريق الاستنشاق وبالذات الحد من تعرض الأطفال الصغار. خلال السنوات القليلة الماضية، عملت العديد من الصناعات على تقليل استعمال الزئبق في منتجاتها. بالإضافة لذلك، وضعت بعض الولايات قيوداً حول استعمال الزئبق أو قامت بتطوير برامج للمساعدة في إعادة تدوير واسترجاع الزئبق. يحتوي ميزان الحرارة التقليدي الخاص بالاستعمال المنزلي على حوالي 3 غرام من الزئبق، والتي لا تبدو كثيرة إلا حينما نقوم بضربها بمائة وخمسة ملايين منزلاً في الولايات المتحدة. حتى لو أنّ نصف المنازل فقط كانوا يمتلكون موازين حرارة، فإن الكمية الكلية للزئبق كبيرة جداً. مصادر أخرى للزئبق في الغلاف الجوي تشمل محطات توليد الكهرباء التي تعمل بواسطة الفحم، والنفايات الطبية في المستشفيات، ومصابيح الطاقة الفلورية، وعيادات أطباء الأسنان وحتى المحارق. هناك عدد من الجهود التي تُبذل في مختلف الأصعدة لفرض أساليب لتقليل انبعاث الزئبق إلى الغلاف الجوي ولتقليل استعمال الزئبق بشكل عام. وكأفراد فإننا يجب أن نعمل للتأكد من أن المنتجات التي تحتوي على الزئبق يتم إعادة تدويرها بالشكل المناسب واتخاذ إجراءات لتقليل الزئبق في الغلاف الجوي.

إذا حصل تسرب للزئبق فمن الضروري تهوية المنطقة ويجب عدم استعمال المكينة الكهربائية لتنظيف التسرب. المكينة الكهربائية ستقوم بتسخين الزئبق وستساهم في انتشاره في الغرفة. يجب جمع كل الزئبق ووضعه في وعاء محكم الإغلاق ومن ثم أخذه إلى موقع للتخلص منه بشكل مناسب. إذا كان التسرب كبيراً فيجب الاتصال بذوي الخبرة.

جدول 9-2 المصادر المعروفة للزئبق الفلزي

مفاتيح أفران الغاز والسخانات وغيرها
معظم الأجهزة البيئية (مفاتيح الميل في الثلجات والنشافات وغيرها)
المكاوي (مفاتيح الميل)
مفاتيح السيارات
مضخات الماء الأسن، مضخات المستنقعات وغيرها (مفاتيح التعويم)
حشوات الأسنان الفضية
أجهزة القياس ومعدات المختبرات مثل مقياس الضغط الجوي وجهاز قياس الضغط وغيرها
المعدات واللوازم الطبية
المصابيح الفلورية
البطاريات
الكمبيوترات
المقتنيات النادرة
البطاريات التي تُستخدم لحزم الأفلام

الزئبق العضوي

الاهتمام الأساسي المتعلق بالزئبق العضوي هو بسبب ميثيل الزئبق في السمك. يجب تحذير الأطفال والنساء في عمر الإنجاب من تناول الأسماك التي لها قدرة على تجميع الزئبق في جسمها مثل أسماك التونا والقرش وسمك السيف و سمك الرمح. يجب اتباع التعليمات والنصائح من الجهات المختصة حول استهلاك الأسماك في كل منطقة.

معايير تنظيمية

الزئبق اللاعضوي

يتبخر الزئبق السائل فضي اللون إلى الجو، وعند استنشاقه ينتقل بسرعة إلى الدم ثم إلى الدماغ، لذلك فإن خطره الأساسي ناتج عن استنشاقه. إن امتصاص الزئبق الفلزي ضعيف بعد تناوله عن طريق الفم وبالتالي فهو أقل خطراً بالمقارنة باستنشاقه. فيما يلي بعض الأرقام المعيارية فيما يتعلق باستنشاق بخار الزئبق:

- منظمة "إيه تي إس دي آر" – أقل مستوى لحدوث الخطر 0.2 مايكروغرام/م³
- منظمة حماية صحة العمال – الحد المسموح للتعرض – معدل حسب التعرض والزمن 0.05 ميلليغرام/م³
- منظمة "إيه سي جي آي إتش" – الحد الأعلى للتعرض – معدل حسب التعرض والزمن 0.05 ملغم/م³

الزئبق العضوي – ميثيل الزئبق

المصدر الرئيسي لتعرض الإنسان لميثيل الزئبق هو من خلال تناول الأسماك الملوثة. الفئة الأكثر تأثراً هم الجنين النامي والأطفال الرضع بسبب تأثيرات ميثيل الزئبق على الجهاز العصبي (حيث أنه سام للجهاز العصبي) وعلى النمو. تعليمات ونصائح فيما يتعلق بحدود التعرض وكذلك استهلاك الأسماك تكون عادةً موجهة للنساء الحوامل والنساء فترة الإنجاب والأطفال.

تُدرِك جميع المنظمات أن تناول الأسماك له فوائد غذائية عديدة وهو جزء مهم من غذاء العديد من الناس. ولكن ومع ذلك، فإن الانتشار الواسع للزئبق وما يتبعه من تراكم حيوي لميثيل الزئبق يتطلب من العديد من المنظمات أن تقوم بتطوير توصيات حول مستويات الزئبق في الأسماك. فيما يلي قائمة لبعض تلك التوصيات ولكن من الضروري للجميع مراجعة الجهات المحلية المتعلقة بالمستجدات حول استهلاك الأسماك.

- منظمة الأغذية والأدوية – جزء من مليون في الأسماك المخصصة للتجارة (مثل سمك التونا)
- منظمة الأغذية والأدوية – الحد لبدء التدخل واتخاذ إجراءات – 0.47 مايكروغرام/كغم.يوم
- منظمة "إيه تي أس دي آر" – أقل مستوى يؤدي للخطر – 0.30 مايكروغرام/كغم.يوم
- ولاية واشنطن – الاستهلاك اليومي الكلي – 0.035 إلى 0.08 مايكروغرام/كغم.يوم
- منظمة حماية البيئة – الجرعة المرجعية – 0,1 مايكروغرام/كغم.يوم
- قدّرت منظمة حماية البيئة في عام 1997 أن 7% من النساء في عمر الإنجاب في الولايات المتحدة تجاوزن الجرعة المرجعية والتي هي 0.1 مايكروغرام/كغم.يوم
- أصدرت 41 ولاية في أمريكا أكثر من ألفي توصية أو تحذير فيما يتعلق باستهلاك الأسماك والزئبق.

توصيات من ولاية واشنطن في الولايات المتحدة:

- يجب على النساء في عمر الإنجاب تحديد الكمية التي يتناولنها من التونا المعلبة إلى علبة واحدة أسبوعياً (7 أونصات). وإذا كان وزن المرأة أقل من 135 باوند فعليها تناول أقل من علبة أسبوعياً
- يجب على الأطفال تحت عمر ست سنوات أن يأكلوا أقل من نصف علبة من التونا (3 أونصات) في الأسبوع، الحد الدقيق الأسبوعي للأطفال تحت سن ست سنوات يتراوح بين أونصة واحدة للطفل الذي يزن عشرين باونداً، إلى 3 أونصات للطفل الذي يزن تقريباً ستين باونداً

لمزيد من المعلومات يمكن زيارة الرابط أدناه

<http://www.doh.wa.gov/fish/fishadvmercury.htm>

التوصيات والخاتمة

يعتبر الزئبق سم فعّال وقوي وأحد الملوثات البيئية العالمية. هناك بيانات غامرة وكثيرة تبرهن أن التعرض لمستوى قليل من ميثيل الزئبق أو بخار الزئبق يؤدي إلى تدمير الجهاز العصبي، وبالذات الجهاز العصبي النامي والذي يكون شديد التأثير. ينتقل بخار الزئبق حول العالم في طبقة الغلاف الجوي. وعندما يصل الأرض أو المياه، يتم تحويله إلى ميثيل الزئبق ويتراكم حيويًا في السلسلة الغذائية، ويلوث الأسماك، والتي هي مصدر رئيسي للبروتين للعديد من الناس. هناك حاجة لجهود عالمية لتقليل انبعاث الزئبق للبيئة نتيجةً لنشاطات الإنسان. يجب تقييد إنتاج وبيع واستعمال الزئبق في بضائع المستهلكين مثل موازين الحرارة ومنظم الحرارة والحلي، واستبداله بمواد آمنة ومعروفة وأقل كلفة. يحتوي الفحم الحجري على مستويات قليلة من الزئبق والتي تنبعث عند حرق الفحم. يمكن تقليل انبعاث الزئبق من مولدات الكهرباء التي تعمل على الفحم بشكل كبير باستعمال التكنولوجيا المعاصرة. وأخيراً، يجب أن يكون هناك مراقبة مستمرة لتلوث الأسماك بالزئبق ويجب إصدار النصح والتعليمات المناسبة لحماية أولئك الأكثر تأثراً في المجتمع. هذا يشمل أيضاً تعليم وتوعية المستهلكين للأسماك التي يتراكم فيها الزئبق.

ملخص للتوصيات بشأن الزئبق

- تقليل انبعاث الزئبق على مستوى العالم
- تقييد الإنتاج العالمي والبيع والاستعمال للزئبق
- إزالة التلوث وتنقية الأماكن الملوثة
- تقليل انبعاث الزئبق من مولدات الكهرباء التي تعمل على الفحم
- تقليل أو إيقاف استخدام الزئبق في السلع الخاصة بالمستهلكين (مثل السيارات وموازين الحرارة ومنظمات الحرارة والحلي)
- تقديم النصائح للنساء في عمر الإنجاب حول استهلاك الأسماك

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

- A Small Dose of Mercury [presentation material and references](#). Website contains presentation material related to the health effects of mercury.

European, Asian, and International Agencies

- United Nations Environment Program. [Reducing Risk from Mercury](#). This program aims to develop a global assessment of mercury and its compounds, including an outline of options for addressing any significant global adverse impacts of mercury. [accessed April 5, 2009]
- World Health Organization (WHO). [Elemental Mercury and Inorganic Mercury: Human Health Aspects](#). Document on human health aspects of inorganic and organic mercury. [accessed April 5, 2009]

North American Agencies

- Health Canada. [Mercury](#). Health Canada provides information on the health effects and environmental distribution of mercury. [accessed April 5, 2009]
- Health Canada. [The Safety of Dental Amalgam](#). Health Canada provides information on the health effects mercury dental amalgams. [accessed April 5, 2009]
- US Food and Drug Administration (FDA). [Advisory on Methyl Mercury and Fish](#). Site has recent FDA consumer information on methyl mercury. [accessed April 5, 2009]
- US Food and Drug Administration (FDA). [About Dental Amalgam Fillings](#). Recent information from FDA regarding the use and safety of mercury amalgams. [accessed April 5, 2009]
- US Environmental Protection Agency (EPA). [Mercury](#). [accessed April 5, 2009]
- US Environmental Protection Agency (EPA). [What You Need to Know about Mercury in Fish and Shellfish](#). [accessed April 5, 2009]
- US Environmental Protection Agency (EPA). [Mercury Study Report to Congress](#). [accessed April 5, 2009]
- US Environmental Protection Agency (EPA). [Integrated Risk Information System](#).

- US Agency for Toxic Substance Disease Registry (ATSDR). [Toxic Substances - Mercury](#). ATSDR produces toxicology profile documents on many compounds including mercury. [accessed April 5, 2009]
- US Agency for Toxic Substance Disease Registry (ATSDR). [Minimal Risk Levels for Hazardous Substances](#). ATSDR's list of minimal risk levels. [accessed April 5, 2009]
- US Geological Survey (USGS). [Mercury in the Environment](#). Site has maps and supply information on mercury. [accessed April 5, 2009]
- US National Research Council (NRC). [Toxicological Effects of Methylmercury](#). The full NRC report on mercury. [accessed April 5, 2009]
- Washington State Department of Health. [Fish](#). Site has information on Washington State's advisory of fish consumption and mercury. [accessed April 5, 2009]
- Washington State Department of Ecology. [Mercury Reduction in Washington](#). Comprehensive information on uses and release of mercury in Washington and efforts to reduce mercury use and release. [accessed April 5, 2009]

Non-Government Organizations

- [The Mercury Policy Project \(MPP\)](#). "MPP works to raise awareness about the threat of mercury contamination and promote policies to eliminate mercury uses, reduce the export and trafficking of mercury, and significantly reduce mercury exposures at the local, national, and international levels." [accessed April 5, 2009]
- Sea Turtle Restoration Project. [Got Mercury?](#). A calculator that estimates mercury intake from fish and shellfish. [accessed May 26, 2010]
- [American Conference of Governmental Industrial Hygienists \(ACGIH\)](#). "ACGIH is a member-based organization and community of professionals that advances worker health and safety through education and the development and dissemination of scientific and technical knowledge." [accessed April 5, 2009]
- [Northwest Compact Fluorescent Lamp \(CFL\) Recycling Project](#). [accessed April 5, 2009]

References

Clarkson, T. "Methylmercury and fish consumption: Weighing the risks". *Can Med Assoc J* 158 (1998): 1465-1466.

Clarkson, T. W. "The three modern faces of mercury". *Environ Health Perspect* 110, Suppl 1 (2002): 11-23.

Gilbert, S. G. and K. S. Grant-Webster, K. S. "Neurobehavioral effects of developmental methylmercury exposure". *Environ Health Perspect*, 6 (1995): 135-142.

Kales, S. N., & R. H. Goldman. "Mercury exposure: current concepts, controversies, and a clinic's experience". *J Occup Environ Med* 44, 2 (2002): 143-154.

Martin, D. M., DeRouen, T. A., and B. G. Leroux. "Is Mercury Amalgam Safe for Dental Fillings?" *Washington Public Health*, 15, Fall (1997): 30-32.

["Mercury exposure among residents of a building formerly used for industrial purposes - New Jersey, 1995"](#). *MMWR*45, 20 (1996): 422-424. [accessed July 5, 2009]

["Mercury poisoning associated with beauty cream – Arizona, California, New Mexico and Texas, 1996"](#). *MMWR*45, 29 (1996): 633-635. [accessed July 5, 2009]

Putman, John. "Quicksilver and Slow Death". *National Geographic* 142, 4 (1972): 507-527.

Zeitz, P., Orr, M. F., and W. E. Kaye. "Public health consequences of mercury spills: Hazardous Substances Emergency Events Surveillance system, 1993-1998". *Environ Health Perspect* 110, 2 (2002): 129-132.