

جرعة صغيرة من تقييم الخطر أو مدخل إلى تقييم الخطر

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@inn.org

دعم المواقع على شبكة الإنترنت

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

www.toxipedia.org - Connecting Science and People

مقدمة وتاريخ

يعتبر تقييم الخطر قديم جديد. قديم بالمفهوم أن نجاة الإنسان والحيوانات تمت من خلال تقييم الخطر مقابل الفائدة من تصرف معين. بالنسبة للإنسان الأول، كان الصيد من أجل الطعام أو تناول نبات جديد يتضمن خطر الأذى لكن القيام بلا شيء يتضمن خطر المجاعة. في مجتمعنا المعاصر، فإن هذا النوع من تقييم الخطر المبني على المعرفة موجه أكثر نحو خطر تناول ساندويش لحمة غير مطهوه جيداً أو ركوب الدراجة بدون خوذة. أما بشكل رسمي أكثر، فإن تقييم الخطر حالياً يشير إلى معادلات رياضية لحساب الخطر بناءً على السمية والتعرض.

"لو أن أحداً قام بتقييم خطر النار بعد أن تم اكتشافها، لقرر الناس أن يتناولوا طعامهم نيئاً"

القائلة: جوليان موريس من هيئة التجارة في لندن

الاهتمام والقلق بخصوص خطر التعرض للمواد الكيميائية له تاريخ طويل أيضاً. ولكن، لفترة من الزمن، كان الاهتمام بالتهتم الغذائي هو ما يشغل بال أولئك الموجودين في السلطة.

"ما يُعتبر غذاءً لشخص، قد يكون سماً قاتلاً للآخرين"

القائل: لوكرينوس (55-99 قبل الميلاد)

كانت ملاحظات "بيرسيفال بوت" من أوائل الملاحظات حول الخطر الصحي المتعلق بالتعرض للكيمويات من خلال العمل. أشار في عام 1775 أن هناك ارتفاع في معدل حصول سرطان الخصية عند من يقومون بتنظيف المداخن. بعد ذلك بقرن، وفي عام 1895، لوحظ أن العاملين بصبغات الأنيلين لديهم فرصة أعلى للإصابة بسرطان المثانة.

"يجب أن نتذكر أن المعلومات المتعلقة بتقييم الخطر تشبه الجاسوس الذي تم القبض عليه. إذا قمت بالتنكيل به لفترة كافية، سيقول لك أي شيء تريد معرفته"

القائل: وليام روكيلشوس، أول رئيس لمنظمة حماية البيئة 1984

لقد تزايد عدد العمال المتعرضين للكيمويات بشكل سريع منذ بدء الثورة الصناعية والتقدم في الهندسة الكيميائية. إن من أوائل الجهود للقيام بتقييم ممنهج لخطر التعرض للمواد الكيميائية بدأت في عام 1938، وذلك من قبل مجموعة عقدت اجتماعها في العاصمة واشنطن، والتي أصبحت فيما بعد المؤتمر الأمريكي للحكومة للصحة العالمية. تم تأسيس لجنة المواد الكيميائية عام 1941 كجزء من المؤتمر الأمريكي للحكومة للصحة العالمية، وتم تكليفها بالتقصي عن الحقائق ووضع توصيات للتعرض المسموح به للمواد الكيميائية. قاموا بوضع حدود للتعرض أو ما يسمى "حد العتبة للتعرض" لما مجموعه 148 مادة كيميائية. وفي وقتنا الحاضر، يقوم المؤتمر بنشر حد العتبة للتعرض لما مجموعه 642 مادة كيميائية وعامل فيزيائي وكذلك 38 من مؤشرات التعرض البيولوجية لبعض المواد الكيميائية.

في عام 1958، واستجابةً لتزايد الوعي بأن المواد الكيميائية قد تسبب السرطان، قام الكونغرس الأمريكي بإقرار البند المُسمى ديلاي، والذي يحظر إضافة أي مادة مُسرطنة للإنسان أو الحيوان إلى الغذاء. بالمقارنة بمعايير يومنا هذا، فإن الطرق التحليلية التي كانت تُستعمل للكشف عن أي مادة تحمل احتمالية الخطر، كانت متواضعة جداً. مع تطور وسائل التحليل، أصبح واضحاً أن الإمدادات الغذائية تحتوي على مستوى منخفض من مواد معروفة بقدرتها على التسبب بالسرطان سواءً للإنسان أو للحيوان. السؤال البيديهي كان: هل من الأمن استهلاك كميات قليلة من تلك المواد؟ هذا السؤال بدوره أدى إلى إثارة تساؤلات أخرى حول كيفية تفسير البيانات أو كيفية استقراء أو استنتاج ما يتعلق بالجرعات القليلة. لقد شهد عام 1970 ازدهاراً في الأنشطة التي تهدف إلى تطوير وتحسين طرق تقييم الخطر.

التركيز الأساسي كان تطوير آليات لتقييم الخطر وذلك من أجل تحديد الحد المسموح التعرض له من المواد التي تسبب السرطان، والاهتمام الأساسي كان الإمدادات الغذائية وأماكن العمل. ثم توسعت الجهود تدريجياً لتشمل آثار أخرى غير السرطان مثل تطور الجهاز العصبي، التأثيرات على الجهاز التناسلي، والتأثيرات على جهاز المناعة. يقوم الباحثون على المستوى الدولي والعالمي بتطوير تقنيات أفضل للتعامل مع الشك أو الريبة فيما يتعلق بالآثار الصحية وما ينتج عنها من حاجة إلى الوصول إلى قرار فيما يتعلق بتفسير النتائج. إن مجال الحكم واتخاذ القرار لهو الجانب الحاسم في مجال تقييم الخطر. عملية تفسير وإيصال المعلومات المتعلقة بتقييم الخطر تتطلب فهم كامل وكشف عن الافتراضات والثغرات في البيانات، والمصالح المالية المحتملة التي قد تلعب دوراً.

من أجل حماية البيئة، يجب تطبيق المعايير الاحترازية من قبل الولايات طبقاً لامكانياتهم يجب تطبيق المعايير الاحترازية من قبل الولايات طبقاً لامكانياتهم. عندما يكون هناك تهديد أو دمار شديد ولا رجعة عنه، فإنه لا يجب استعمال أسباب مثل عدم كفاية الأدلة العملية كمبرر لتأجيل تطبيق المعايير لحماية ومنع الضرر للبيئة، بالأخص إذا كانت التكلفة مناسبة للفائدة المألوفة.

المبدأ 15: اتفاقية ريو 1992

هناك عدد متزايد من العلماء يشجعون تطبيق المعايير الاحترازية حتى إذا كانت الأدلة غير كافية إذ أن هذا التصرف أفضل من المخاطرة والانتظار ليتم توضيح وإثبات كل شيء. لقد تم تطبيق المبادئ الاحترازية في مواضيع ذات علاقة بالسموم والصحة العامة والتنمية المستدامة (كيرنز 2003؛ غولدشتاين 2001) وأصبح الآن مبدأً عالمياً راسخاً (اتفاقية ريو 1992).

تقييم الخطر

المخاطرة * التعرض * قابلية الفرد للتأثر = الخطر

إن تقييم الخطر هي عملية متعددة الخطوات للربط بين العلاقة الناتجة عن التعرض لعامل كيميائي أو فيزيائي مع الآثار السلبية التي تنتج عن ذلك. العلاقة التي تربط المخاطرة والتعرض وقابلية الفرد للتأثر ليست دقيقة. على سبيل المثال، فإن فهم المخاطرة يعتمد على نقطة النهاية مثل السرطان أو التأثيرات على الجهاز العصبي أو المناعي. يعتمد التعرض على فترة وطريقة الدخول إلى الجسم. أما قابلية الفرد للتأثر فقد تتأثر بالجينات، العمر (يافع أو عاجز)، النوع الاجتماعي، ومتغيرات أخرى. كان التركيز في البداية على صحة الإنسان ولكن ذلك اتسع ليشمل اهتمامات بيئية وأيكولوجية. أما مرحلة إدارة الخطر فهي بصراحة عملية سياسية موجهة نحو تحديد تصرف معين بناءً على أهداف ذات صلة بأهداف متعلقة بصحة الإنسان والبيئة، التكلفة، عوامل المجتمع وغيرها من الأمور ذات العلاقة أو حتى عديمة العلاقة. إن الجزء المهم في إدارة الخطر هو موازنة الخطر والتكلفة والفائدة – وهذه ليست مهمة سهلة أبداً.

أول خطوة في تقييم الخطر هي جمع المعلومات المتعلقة بالصحة والمرتبطة بالتعرض. في الوضع المثالي، تحديد المخاطر

خطوات تقييم الخطر

- تحديد الخطر
- تقييم التعرض
- تقييم الجرعة/الاستجابة
- وصف الخطر

تقييم الخطر هي عملية تقدير الارتباط بين التعرض لعنصر كيميائي أو فيزيائي مع حدوث الآثار السلبية

يجب أن يبدأ قبل أن يكون هناك استعمال واسع للمادة. تتم مقارنة تركيبة المادة مع تركيبة مواد أخرى معروفة السمية. بعد ذلك يتم اجراء دراسات على مستوى الخلية للكشف عن السمية. وبالمرحلة الأخيرة، يتم إجراء دراسات على الحيوانات والإنسان لتحديد وتطوير ملف المعلومات حول السمية. يتم تقييم عدد من نقاط النهاية المتعلقة بالصحة لتحديد إذا كان المركب مرتبطاً بآثار جانبية. من فوائد الدراسات على الحيوانات هو القدرة على التحكم بظروف التجربة وكذلك معرفة دقيقة بالجرعة.

باستعمال المعرفة التي يتم الحصول عليها من الدراسات على الحيوانات أو من خلال رصد الملاحظات المتعلقة بالسكان، يمكن إجراء دراسات وبائية على الإنسان ذات طابع أكثر رسمية. من البديهي أن الدراسات على البشر تحمل فائدة خاصة ألا وهو أنه تم إجراؤها على المخلوقات الأكثر أهمية، لكن هذه الدراسات تستغرق وقتاً طويلاً وتكون مكلفة في الغالب، وتشتمل على العديد من المتغيرات التي يصعب السيطرة عليها.

إذا أشار تقييم المخاطر بأن المركب يمتلك القدرة على التسبب بالخطر، ستكون الخطوة القادمة هي تقييم الاحتماليات المتعددة للتعرض. ما هي أكثر الطرق شيوعاً للتعرض: من خلال الفم أو التنفس أو الجلد؟ ما هو معدل الامتصاص المتوقع من طرق التعرض المختلفة؟ كذلك يجب الحصول على معلومات حول الكميات، وطول مدة التعرض ومعدل تكرار التعرض. وهل يحصل التعرض في المنزل أو مكان العمل أو المدرسة أو أماكن أخرى؟ هذه المعلومات تساعد على تحديد المجموعات ذات الأهمية. كذلك تكون المعلومات حول التعرض مهمة لتصميم دراسات مناسبة حول تقييم المخاطر، وكذلك وبالتأكيد من أجل الخطوة التالية ألا وهو تحديد العلاقة بين الجرعة/الاستجابة.

بعد ذلك، من المهم تحديد العلاقة بين الجرعة/الاستجابة لعامل أو مادة ما. يتم استخدام البيانات من المراحل الأولية في تحديد المخاطر، مضافاً إليها معلومات حول تقييم التعرض وذلك من أجل تحديد أكثر نقاط النهاية حساسية (أو حدوثاً عند مستويات

النهايات السمية الشائعة لتقييم المخاطر

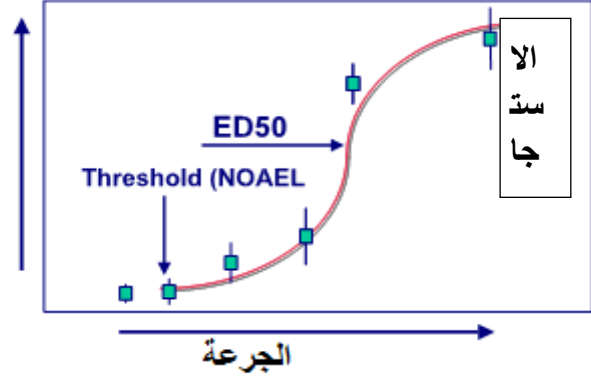
- السرطنة (حدوث السرطان)
- الطفرات
- تغيير عمل جهاز المناعة
- تشوه الأجنة
- تغيير على الجهاز التناسلي
- سمية عصبية - سلوكية
- تأثيرات على أعضاء محددة
- تأثيرات بيئية (الحياة البرية، البقاء في البيئة وعدم التحلل)

منخفضة من التعرض). تستعمل البيانات المتوفرة لتحديد الجرعة التي لا تتسبب بأي أعراض ملحوظة وكذلك يتم تحديد شكل المنحنى الخاص بالجرعة/الاستجابة. قد يكون من الضروري إجراء المزيد من الدراسات لتحديد منحنى الجرعة/الاستجابة. هناك أيضاً رمز "إي دي 50" وهي الجرعة الفعالة التي يستجيب لها 50% من المشاركين.

تقييم التعرض

- طريقة التعرض (الجلد، الفم، الاستنشاق)
- كمية التعرض (الجرعة)
- طول المدة وتكرار التعرض
- لمن (الحيوانات، الإنسان، البيئة)

الشكل 25-1: الجرعة الاستجابية



الخطوة الأخيرة هي بأخذ جميع المعلومات من تحديد المخاطر وتقييم التعرض، وكذلك تقييم الجرعة/الاستجابة ومن ثم تلخيصها في وصف تفصيلي للمادة الكيماوية. يجب تقييم نقاط الشك والمعلومات الناقصة في الوقت الذي يتم فيه تقليل الاعتماد على القرارات الشخصية المهنية وذلك بالاعتماد على معلومات متينة، إلا أنه قد لا يكون هناك مفر خاصة في حال عدم توفر المعلومات المطلوبة. في تلك الحالات، يكون من الضروري تقديم التوصيات المتعلقة بمستوى مقبول من التعرض لمجموعة معينة من السكان، ويكون الهدف في هذه الحال هو التأكد أنه حتى الأشخاص الأكثر تأثراً بالمادة يتم حمايتهم من أي آثار سلبية. الجرعة التي يُعتقد بأنها تضمن الحماية يُطلق عليها لقب "الجرعة المرجعية" أو "الاستهلاك المقبول". لاحظ بأنه لم يتم استعمال كلمة "آمن". وإنما فقط الابتعاد عن الآثار السلبية.

الاستهلاك اليومي المقبول

"الاستهلاك اليومي لمادة كيماوية، والذي يبدو أنه إذا استمر طيلة الحياة سيكون بدون مخاطر يمكن تقديرها بناءً على كل الحقائق المعروفة في ذلك الوقت"

(منظمة الصحة العالمية 1962)

هناك بالتأكيد العديد من الطرق الرياضية المعتمدة لعمل تقييم للخطر، ولكن يجب أولاً الإجابة عن الاسئلة المفتاحية المتعلقة بالمعلومات الحيوية. يجب تحديد أكثر النتائج الصحية النهائية احتمالاً للحدوث، مع البيانات المتعلقة بالجرعة/الاستجابة ذات الصلة. أكثر نهج نمذجي يتم استعماله غالباً هو ما يُسمى "قاعدة القسمة على عشرة". قسمة الجرعة على عشرة يضمن عنصر السلامة بأنه تم حماية الجميع حتى الأشخاص الأكثر تأثراً. يتم إجراء دراسات على الحيوانات من أجل انشاء منحني الجرعة/الاستجابة وكذلك النهايات الصحية السلبية الأكثر حدوثاً. يتم استنباط الجرعة التي لا تؤدي إلى أعراض جانبية بالاعتماد على منحني الجرعة/الاستجابة. وهذه هي الجرعة التي لا تتسبب بأي آثار سلبية على الحيوانات المخبرية فيما يتعلق بنهاية صحية معينة قد تكون السرطان أو تلف الكبد أو تأثيرات عصبية سلوكية. بعد ذلك يتم تقسيم هذه الجرعة على عشرة إذا كان يُعتقد أن البيانات المستخلصة من الحيوانات غير كافية. على سبيل المثال، قد يكون هناك مقدار كبير من التفاوت، أو أن يكون هناك آثار سلبية عند أقل جرعة، أو أن الدراسات التي تمت هي فقط قصيرة الأمد حول مادة كيماوية معينة. يتم استخدام عامل عشرة إضافي عند بناء استنتاجات من الحيوانات إلى الإنسان ثم يستعمل عامل عشرة أخير وذلك للتعويض عن الاختلاف بين الناس أو للأخذ بعين الاعتبار الأشخاص الأكثر تأثراً مثل الأطفال والعجزة. الرقم النهائي هو الجرعة المرجعية أو الاستهلاك اليومي المقبول. وهذه العملية ملخصة أدناه.

من الشائع استعمال عوامل الأمان في تقييم الخطر لتحديد الاستهلاك اليومي المقبول لمضافات الأغذية والمبيدات. من البديهي أهمية معرفة والتأكد من أن المحلي الصناعي مثل الاسبارتام (والذي يُستخدم بكثرة في المشروبات الغازية الخالية من السكر) يتمتع بدرجة أمان عالية. يتم استهلاك المشروبات الغازية من قبل الناس في جميع الأعمار وكذلك النساء الحوامل، لذلك يجب

أن يكون لديه درجة أمان عالية. من جهة أخرى، إن قمنا بالأخذ بعين الاعتبار مركب مثل الرصاص، فإن الخطر الناتج عن التعرض للرصاص معروف ولكن لا يتم استعمال أي عامل أمان فيما يتعلق بمستوى الرصاص في الدم.



جدول 1-25 عوامل يجب أن يتم أخذها بعين الاعتبار

طرق التعرض	
البلع	تركيز السم في المادة التي تم بلعها، الكمية المستهلكة، تكرار الاستهلاك، عوامل الامتصاص
الجلد	تركيز السم في المادة التي تم وضعها على الجلد، مساحة الجلد المعرضة، عوامل الامتصاص
الاستنشاق	تركيز السم في الهواء، معدل التنفس، مدة التعرض، عوامل الامتصاص

ادارة الخطر

ادارة الخطر هي عملية تقرير ما الذي يجب عمله لتقليل خطر معروف أو محتمل. توازن إدارة الخطر بين المتطلبات العديدة للمجتمع مع المعلومات العلمية التي تم تكوينها من مرحلة تقييم الخطر. يتم أخذ ردة فعل الناس للخطر وإدراكهم له بعين الاعتبار. الجدول التالي يوضح بعض العوامل التي تؤثر على تفهم وإدراك الخطر:

جدول 2-25 خصائص الخطر

الخصائص	المستوى	الأمثلة
المعرفة	معلومات قليلة	مُضافات الأغذية
	معلومات كثيرة	المشروبات الكحولية
حداثة	قديم	البنادق
	جديد	السفر عبر الفضاء
الاختيار	ليس اخبارياً	الجريمة
	اختيارياً	تسلق الصخور
التحكم	غير مُتحكم به	الكوارث الطبيعية
	مُتحكم به	التدخين
درجة الفرع	فرع قليل	التطعيم
	فرع كثير	غاز الأعصاب
احتمالات كارثية	غير محتملة	حمام شمس
	محتملة	حرب
العدالة	توزيع عادل	التزلج
	توزيع غير عادل	مكبات مواد خطرة

(مأخوذة من كاروس وسلوفيك (1988))

إن تفهم الفرد للخطر قد يكون مختلفاً جداً في بعض الأحيان عن تقييم الخطر والذي تم تقريره بناءً على تحليل منطقي للبيانات. على سبيل المثال، يقوم الأشخاص عادةً بتصنيف الطاقة النووية على أنها ذات خطر عالٍ، لكن أغلب الخبراء يصنفونها على أنها ذات خطر قليل.

حالات تقييم الخطر التي تم اجراؤها في المراحل الأولى كانت عادةً تركز على الموت على أنه نقطة النهاية المهمة، وكان التساؤل فيما إذا كان تصرف معين أو تعرض معين يؤدي إلى زيادة حالات الوفاة أو إلى تقليل عدد سنوات العمل. أدى التقدم في العلوم البيولوجية إلى ضرورة إجراء المزيد من التحاليل المعقدة للمخاطر من أجل تقييم نواحي متعلقة بجودة الحياة وليس فقط بالوفاة كنقطة النهاية. إن التحدي أمام تقييم الخطر وإدارته هو الأخذ بعين الاعتبار جودة ونوعية الحياة وكذلك القيم والمبادئ الشخصية في عملية اتخاذ القرار.

مبادئ احترازية

"عندما يؤدي نشاط ما إلى زيادة التهديد بالأذى لصحة الإنسان أو البيئة، فيجب اتخاذ مبادئ احترازية حتى ولو لم تكن العلاقة بين السبب والمُسبب متفق عليها علمياً"

بيان وينغسبريد حول المبادئ الاحترازية، كانون ثاني 1998

هناك طريقة أخرى لاتخاذ القرارات المتعلقة بالخطر ألا وهي تلك المبنية على المبادئ الاحترازية. إن تقييم وإدارة الخطر المستخدمة في الولايات المتحدة تعتمد بشكل كبير على مصداقية البيانات ومقدار الثقة فيها. وتؤكد المبادئ الاحترازية على أن

هناك مقدار معين من عدم التأكد وأن القرار يجب أن يكون مبنياً على تمييز احتمالية الأذى. عندما يكون هناك شك، يجب أخذ الحذر لحين توفر البيانات الكافية التي تشير إلى أن هناك احتمال قليل للأذى. يجب البدء بالاجراءات لتقليل التعرض للعوامل الخطيرة حتى لو كان هناك بعض الشك في البيانات. بمعنى آخر، وجود بعض الشك في البيانات لا يجب أن يُستعمل كعذر لعدم اتخاذ القرار. يتم اللجوء إلى هذا النوع من الاجراءات في أوروبا بدرجة أكبر من الولايات المتحدة. ويصبح لهذه الاجراءات قيمة عندما يُؤخذ بعين الاعتبار مدى الفائدة التي قد تكون حدثت لو تم تطبيقه قبل عدة سنوات ومدى المآسي التي كان سيتم منعها، ومثال ذلك لو تم منع استخدام الرصاص في القود أو الطلاء.

تقييم احترازي

إن الهدف من التقييم الاحترازي هو أن يتم الانتقال إلى ما بعد مرحلة تقييم الخطر إلى وضع يُسمح فيه للأشخاص والمجتمعات أن تستعمل معرفتها وقيمتها وأخلاقياتها لإجراء تقييم شامل حول ما يصادفونه من وضع خطير. التقييم الاحترازي يجمع ما بين فلسفة وأخلاقيات المبادئ الاحترازية مع التقييم العلمي الشامل للخطر. التقييم الاحترازي يشمل ثلاثة عناصر أساسية هي: (1) مواضيع مجتمعية واجتماعية؛ (2) التعرض؛ (3) الخطر والسُمية. يتم تجزئة كل عنصر إلى سلسلة من الاسئلة والتي يتم ترميزها وترقيمها ومن ثم تلخيصها لانتاج ملخص وعلامة لكل عنصر. يتم تصميم التقييم الاحترازي ليساعد في وضع المعرفة المتوفرة ضمن سياق المجتمع. وعلى عكس تقييم الخطر التقليدي، فإن التقييم الاحترازي ينتهج اسلوباً أكثر شمولية لتقييم الخطر على صحة الإنسان والبيئة. في المجمل، يمكن اعتبار التقييم الاحترازي بأنه أسلوب أكثر قبولاً وتعقلاً ومنطقياً وجديراً بالثقة لتقييم خطر الكيماويات. يتوفر المزيد من المعلومات حول هذا الموضوع على شبكة الانترنت للمؤلف عام 2006. وقد قام مؤلفون آخرون بطرح وسائل لاتخاذ القرارات تختلف عن تقييم الخطر ومنهم أوو'برايان عام 2000.

Additional Resources

Slide Presentation and Online Material

- A Small Dose of Risk Assessment [presentation material and references](#). Website contains presentation material related risk assessment.

European, Asian, and International Agencies

- UK Department of Health (DOH). [Guidance on a strategy for the risk assessment of chemical carcinogens](#). [accessed August 24, 2009] The Department of Health has published information and research outcomes on risk and public health. [accessed August 24, 2009]
- International Programme on Chemical Safety (IPCS). [Health Impacts of Chemicals](#). Information on global risk assessment issues. [accessed August 24, 2009]
- [EnviroLink: The Online Environmental Community](#). "The EnviroLink Network is a nonprofit organization founded in 1991. EnviroLink maintains a database of thousands of environmental resources and provides internet services to nonprofit organizations. [accessed August 24, 2009]
- World Health Organization (WHO) Organization for Economic Co-operation and Development. [Chemicals Assessment](#). "OECD assists member countries developing in and harmonizing methods for assessing such risk." [accessed August 24, 2009]
- National Institute for Environmental Studies. [Center for Environmental Risk Research](#). The center aims to provide policy responsive research on improving assessment methods for environmental risk. (English and Japanese) [accessed August 24, 2009]

North American Agencies

- US Environmental Protection Agency (EPA). [National Center for Environmental Assessment \(NCEA\)](#). NCEA goals are to apply "science to improve risk assessment and environmental decision making." [accessed August 24, 2009]
- US Environmental Protection Agency (EPA). [Risk Assessment](#). NCEA goals are to apply "science to improve risk assessment and environmental decision making." [accessed August 24, 2009]
- US National Cancer Institute (NCI). [Breast Cancer Risk Assessment Tool](#). An interactive tool designed by scientists at the National Cancer Institute (NCI) to estimate a woman's risk of developing invasive breast cancer. [accessed August 24, 2009]

- California Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA). [Risk Assessment](#). "OEHHA is responsible for developing and providing risk managers in state and local government agencies with toxicological and medical information relevant to decisions involving public health." [accessed August 24, 2009]

Non-Government Organizations

- [American Conference of Governmental Industrial Hygienists \(ACGIH\)](#). "The ACGIS community of professionals advances worker health and safety through education and the development and dissemination of scientific and technical knowledge. [accessed August 24, 2009]
- [Toxicology Excellence for Risk Assessment \(TERA\)](#). TERA is a nonprofit [501(c)(3)] corporation that works to "protect public health developing, reviewing, and communicating risk assessment values and analyses." [accessed August 24, 2009]
- [Society for Risk Analysis \(SRA\)](#). "SRA provides an open forum for all those who are interested in risk analysis. Risk analysis is broadly defined to include risk assessment, risk characterization, risk communication, risk management, and policy relating to risk." [accessed August 24, 2009]
- [Harvard Center for Risk Analysis \(HCRA\)](#). HCRA focuses on "using decision science to empower informed choices about risks to health, safety, and the environment." [accessed August 24, 2009]
- The Science & Environmental Health Network. [Precautionary Principle](#). SEHN advocates the wise application of science to protecting the environment and public health. [accessed August 24, 2009]

References

[A Guide to Health Risk Assessment](#). California Environmental Protection Agency, Office of Environmental Health Hazard Assessment. [accessed August 24, 2009]

[The Precautionary Principle In Action: A Handbook](#). Science and Environmental Health Network, Joel Tickner, Carolyn Raffensperger, and Nancy Myers. (RTF file.) [accessed April 10, 2003]

Cairns, John, Jr. (2003). "[Interrelationships between the Precautionary Principle, Prediction Strategies, and Sustainable Use of the Planet](#)". *Environmental Health Perspectives* 111, 7 (2003).

Goldstein, Bernard D. (2001). "[The Precautionary Principle Also Applies to Public Health Actions](#)". *American Journal of Public Health* 91, 9 (2001): 1358-1361.

[Rio Declaration on Environment and Development](#). Stockholm, Sweden: United Nations, 1992.

Nielsen, E., Ostergaard, G. and J. C. Larsen. *Toxicological Risk Assessment of Chemicals: A Practical Guide*. New York: Informa HealthCare, 2008.

O'Brien, M. *Making Better Environmental Decisions: An Alternative to Risk Assessment*. Cambridge: MIT Press, 2000.

Gilbert, S.G. (2006) [Precautionary Assessment: Getting Out of the Risk Assessment Box](#).