

สารนํารูจากงานวิจัยและบทความ ทางวิชาการด้านความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทิกา สุนทรไชยกุล Ph.D. (Food Toxicology and Safety)

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สวัสดีค่ะ....มาตามนัดเหมือนเคย ครั้งที่แล้วบอกว่าอากาศเย็น แต่ตอนนี้มันร้อนหลายเด้อ...สมกับหน้าร้อนสงกรานต์ไปคลายร้อนที่ไหนกันบ้าง ผู้เขียนตัดสินใจปะแป้งนอนเล่นที่บ้านดูแลต้นไม้เย็นตาเย็นใจอย่างบอกไม่ถูก แม้ว่าข้างนอกเกาหลีเหนืออาจจะเปิดศึกกับเกาหลีใต้ เราจะขึ้นศาลโลกได้คดีประสาพระวิหารได้อย่างชาญฉลาดหรือไม่ นี่คือวัฏสงสารที่เราชาวพุทธแจ้งประจักษ์ มาว่ากันเรื่องของเราดีกว่าละอันนี้แน่นอน งานวิจัยที่น่ามาครั้งนี้เกี่ยวกับตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพเป็นหลักนะคะ

การใช้ตัวชี้วัดสำหรับการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสุขภาพ

1. บทนำ

องค์ความรู้ในปัจจุบันจากการศึกษาทางระบาดวิทยาสิ่งแวดล้อมแสดงให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างการได้รับสัมผัสมลพิษทางสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสุขภาพ อย่างไรก็ตามการชี้บ่งและการประเมินความสัมพันธ์โดยตรงทำได้ลำบากมาก เนื่องจากในชีวิตประจำวันมนุษย์เราเกี่ยวข้องปัจจัยสิ่งแวดล้อมมากมายและเกิดอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงของสถานะสุขภาพเป็นเรื่องซับซ้อนมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมเพียงอย่างเดียว อีกทั้งนอกจากนี้ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารมลพิษที่ได้รับและ

การตอบสนองของร่างกายต่อมลพิษหลายชนิด การประเมินผลของสารมลพิษต่อสุขภาพจำเป็นต้องใช้ข้อมูลเชิงปริมาณจำนวนมากซึ่งยังมีไม่เพียงพอในปัจจุบัน และข้อมูลจากระบบการเฝ้าระวังยังจำกัดอยู่เฉพาะมลสารไม่กี่ชนิดและในพื้นที่ขนาดเล็ก

งานวิจัยจำนวนหนึ่งได้มีความพยายามที่จะวิเคราะห์ปัญหาทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนสารมลพิษ ทั้งนี้เพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับการกำหนดนโยบายอนามัยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น งานวิจัยหนึ่งได้พัฒนาตัวชี้วัดด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (Environmental Health Indicators; EHIs) สำหรับอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ร่วมกับแผนงานสหประชาชาติเพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อม (UNEP) และสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (US EPA) พัฒนา EHIs ภายใต้คณะทำงาน HEADLAMP (Health and Environment Analysis for Decision-Making) WHO ได้สร้างกรอบแนวคิดสำหรับการสร้าง EHIs เรียกว่า Driving force-Pressure-State-Exposure-Effect-Action (DPSEEA) กรอบแนวคิดนี้พัฒนาจากกรอบแนวคิด Pressure-State-Response (PSR) ที่มีอยู่เดิม

DPSEEA แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผล โดยคำย่อ D (Driving force) หมายถึงแรงขับเคลื่อนที่ผลักดันให้เกิดกระบวนการทางสิ่งแวดล้อม



P (Pressure) แรงกดดันที่พิจารณาในเรื่องของอาชีพ ผลผลิต หรือการปล่อยน้ำเสีย S (State) สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปมองในเรื่องของความถี่และขนาดของสิ่งที่เปื้อนอันตราย ความพร้อมและคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติ และระดับของมลพิษสิ่งแวดล้อม E (Exposure) การได้รับสัมผัส E (Effects) ผลต่อสุขภาพซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ไม่มีอาการแสดงจนถึงขั้นรุนแรงเสียชีวิต และ A (Actions) การดำเนินการที่เกิดขึ้นได้ทุกระยะและสามารถเป็นได้ทั้งการปกป้อง การรักษาและการป้องกัน

EHIs คือตัวชี้วัดทั้งด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ที่สะท้อนถึงความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสัมผัสที่เป็นอันตรายและผลต่อสุขภาพ EHIs สามารถแบ่งเป็น (1) ตัวชี้วัดสุขภาพที่สัมพันธ์กับสภาวะสิ่งแวดล้อมหรือมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดผลไม่พึงประสงค์ต่อสุขภาพ (Health-Related Environmental Indicators; HREIs) และ (2) ตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (Environmental-Related Health Indicators; ERHIs) ตามกรอบแนวคิด DPSEEA การใช้ดัชนี HREIs อย่างมีประสิทธิภาพควรจะแสดงถึงระดับของการได้รับสัมผัส แต่เนื่องจากไม่มีข้อมูลทางสุขภาพที่เหมาะสมดังนั้นจึงใช้ดัชนีด้านสิ่งแวดล้อมเป็นตัวบอกระดับการได้รับสัมผัสทางอ้อม (เช่น ความเข้มข้นของมลพิษ อัตราการปล่อยมลพิษ) จากผลการศึกษาระหว่าง ค.ศ. 1970 - 1990 พบว่า ร้อยละ 1 ของตัวชี้วัดทั้งหมดเท่านั้นที่สามารถเชื่อมโยงถึงการได้รับสัมผัส ร้อยละ 33 สามารถบอกได้แค่ลักษณะของแหล่งกำเนิด ร้อยละ 8 เกี่ยวข้องกับการปล่อยมลพิษ ร้อยละ 12 สะท้อนถึงระดับการปนเปื้อน และร้อยละ 45 สัมพันธ์กับปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่ด้านสิ่งแวดล้อม

โดยทฤษฎีของการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ จากสารมลพิษที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ตัวชี้วัดด้านสุขภาพควรอธิบายผลลัพธ์ทางสุขภาพจากการได้รับสัมผัสมลพิษสิ่งแวดล้อมได้ อย่างไรก็ตามการปนเปื้อนสารพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีมากมายหลายชนิด ทำให้เป็นการได้รับสัมผัสสารผสมมากกว่าสารเดี่ยว ทำให้ไม่สามารถระบุให้เฉพาะเจาะจงได้ว่าผลต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นเกิดจากสารพิษชนิดใด ดังนั้นจึงต้องใช้การประเมินความเสี่ยงสัมผัสสำหรับการคาดการณ์การเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากมลพิษสิ่งแวดล้อม เช่น อัตราป่วยของเด็กเล็ก อัตราป่วยตายจากโรคระบบทางเดินหายใจ

นอกจากนี้ในการประเมินผลกระทบสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในพื้นที่เฉพาะ จำเป็นต้องใช้ตัวชี้วัดหลายตัวชี้วัดทั้งด้านสิ่งแวดล้อมและด้านสุขภาพร่วมในการประเมิน อย่างไรก็ตามการแปลผลจะยุ่งยากและไม่ตรงไปตรงมาซึ่งมักจะทำให้การตัดสินใจในเชิงการจัดการยุ่งยากเช่นเดียวกัน ดังนั้นต้องบูรณาการตัวชี้วัดหลายกลุ่มเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบและใช้เป็นดัชนีรวม (Composite indicators) ในการคาดการณ์ความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสัมผัสมลพิษสิ่งแวดล้อมและผลต่อสุขภาพ ท้ายที่สุดผลที่ได้นำไปสู่กระบวนการจัดการ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อชี้แจงตัวชี้วัดสุขภาพซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่มีศักยภาพและตัวชี้วัดสถานะสุขภาพ สำหรับการประเมิน การเปรียบเทียบ และการจัดลำดับความสำคัญของเมืองต่างๆ ในพื้นที่ศึกษาตามสถานการณ์ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ

2. ลักษณะของพื้นที่ศึกษา

Silesia เป็นเขตอุตสาหกรรมและเขตเมืองใหญ่ มีประชากรอยู่อย่างหนาแน่นราว 100,000 คน อุตสาหกรรมหลักในพื้นที่นี้ได้แก่ เหมืองถ่านหิน โรงไฟฟ้า อุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก และโรงงานสารเคมี พื้นที่นี้ใน พ.ศ. 2538 มีปัญหาเรื่องมลพิษอากาศ การปนเปื้อนในดินและน้ำผิวดิน และของเสียอุตสาหกรรม นอกจากนี้ Silesia ยังถูกจัดให้เป็นพื้นที่ที่ระบบนิเวศถูกทำลายอย่างรุนแรงภายในภูมิภาคนี้ เนื่องจากมีมลพิษและการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมสูง และพบว่ามีอัตราการป่วยตายจากโรคระบบทางเดินหายใจที่สัมพันธ์กับฝุ่นขนาดเล็กบางการศึกษารายงานผลการตรวจระดับตะกั่วในเลือดสูงเกินค่ามาตรฐาน ($\geq 15 \text{ ug/dl}$) ในกลุ่มเด็กเล็ก จำนวน 10,000 - 18,000 คน อย่างไรก็ตามพบว่ามีความสัมพันธ์กับสภาพการจราจรที่หนาแน่นด้วย

นอกจากนี้สาเหตุการเสียชีวิตของประชากรใน Silesia เกิดจากระบบไหลเวียนและมะเร็ง ใน พ.ศ. 2538 มีผู้เสียชีวิตจากโรคหัวใจขาดเลือด 119.2 ต่อแสนประชากร เทียบกับอัตราของประเทศ 74.7 ต่อแสนประชากร

3. วิธีการศึกษา

เพื่อประเมินผลกระทบของมลพิษจากสิ่งแวดล้อมในเขตพื้นที่ศึกษาต่อสุขภาพ การศึกษานี้ได้ใช้วิธีการประเมินที่นำเสนอในงานวิจัยอื่น โดยใช้ตัวชี้วัด 2 กลุ่มคือตัวชี้วัด

ทางสิ่งแวดล้อม (EIs) และตัวชี้วัดทางสถานะสุขภาพ (HSIs) และใช้ข้อมูลทุติยภูมิทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพที่เก็บบันทึกเป็นประจำ หลังจากนั้นปรับข้อมูลให้มีการกระจายตัวแบบและประมวลผลด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น ขั้นตอนการดำเนินงานมีดังต่อไปนี้

3.1 การคัดเลือกตัวชี้วัด EIs

การเลือก EIs ที่เหมาะสมจากข้อมูลเฝ้าระวังตั้งแต่ พ.ศ. 2538 ที่มีการรายงานอย่างเป็นทางการ การวิเคราะห์ที่ให้ความสนใจสารมลพิษกลุ่มสารเคมีที่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดความเสี่ยงสุขภาพและข้อมูลที่ใช้ต้องมีระบบการเก็บเหมือนกันในทุกตำบลของเมือง Silesia เนื่องจากข้อมูลที่มีอยู่ไม่ได้มีการเก็บเฉพาะเจาะจงสำหรับกลุ่มอายุ ผลการศึกษาจึงแปลผลในภาพประชากรทั่วไปที่ได้รับสัมผัสมลพิษที่ศึกษา นอกจากนี้ได้ใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของชุดข้อมูลในการวิเคราะห์ ตัวชี้วัดที่เลือกสำหรับการศึกษานี้ได้แก่

- ตัวชี้วัดภาพรวมของมลพิษอากาศ ได้จากผลรวมของค่า quotient ของค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของสารมลพิษหลักในบรรยากาศ เช่น ฝุ่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์
- ตัวชี้วัดการปนเปื้อนในดินพิจารณาเฉพาะระดับความเข้มข้นของโลหะหนักในดินส่วนที่ใช้เพาะปลูกได้
- ตัวชี้วัดของเสียอุตสาหกรรมได้จากปริมาณของเสียอุตสาหกรรมสะสมของแต่ละตำบล
- ตัวชี้วัดน้ำเสียที่ไม่ผ่านบำบัดได้จากปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำผิวดินของแต่ละตำบล

3.2 การคัดเลือกตัวชี้วัด HSIs

การคัดเลือก HSIs แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

- ขั้นที่ 1 เป็นการคัดเลือกขั้นต้นโดยได้จากการทบทวนรายงานการศึกษา งานวิจัยและอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเลือกตัวชี้วัดทางสถานะสุขภาพซึ่งเน้นที่โรคเป็นหลัก โดยพิจารณาจากอัตราป่วยจากโรคระบบทางเดินหายใจ อัตราตายจากโรคมะเร็ง อัตราตายเด็กแรกเกิดด้วยน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ (BLBW) และเด็กพิการแต่กำเนิด อัตราตายจากระบบไหลเวียน มะเร็งเต้านม โรคหัวใจขาดเลือด และโรคผิวหนัง
- ขั้นที่ 2 เป็นการคัดเลือกภายใต้กรอบแนวคิดผลไม่พึงประสงค์ทางสุขภาพของประชากรในพื้นที่ที่กำหนดจากการได้รับสารมลพิษที่มีความเข้มข้นสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อ้างอิง ค่า HSIs

ในพื้นที่ศึกษามีค่าสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจากตรงนี้ ผู้ศึกษาใช้วิธีการคำนวณค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Relative risk assessment; RR) มาหาความเสี่ยงของพื้นที่ศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อ้างอิง

เมื่อดำเนินการทั้ง 2 ขั้นตอนสามารถคัดเลือก HSIs ที่มีนัยสำคัญ ได้ 5 ตัวชี้วัดได้แก่ อัตราตายด้วยมะเร็งในเพศชายอายุ 30 - 59 ปี อัตราตายด้วยโรคมะเร็งในเพศชายและหญิง อายุ 30 - 59 ปี อัตราตายด้วยโรคมะเร็งทางเดินหายใจในเพศชายและหญิง และ BLBW โดยตัวชี้วัด 3 กลุ่มแรกใช้อัตราต่อประชากร 100,000 คน ส่วน BLBW ใช้ค่าร้อยละ

3.3 การสร้างเครื่องมือวิเคราะห์

3.3.1 Strahl's Taxometric method

การศึกษานี้ได้ใช้วิธี Taxometric method เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสารมลพิษสิ่งแวดล้อมและสถานะสุขภาพผ่านตัวชี้วัด Taxometric method เหมาะสำหรับตัวแปรภาพรวมที่มีการกระจายตัวแบบปกติ และผันแปรไปตามชื่อของตัวแปรวิธีนี้เคยถูกใช้สำหรับประเมินสถานการณ์ด้านสุขภาพระดับประเทศมาก่อนเพื่อวิเคราะห์การกระจายของทรัพยากรต่างๆ ในการปกป้องสิ่งแวดล้อม และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราตายและอายุขัยกับสถานภาพทางเศรษฐกิจสังคมในประเทศโปแลนด์

ในการศึกษานี้ ค่า EIs และ HSIs ที่คัดเลือกถูกทำให้มีการกระจายตัวแบบปกติและจัดกลุ่มเข้าด้วยกันโดยใช้ Strahl's Taxometric method โดย

$$S_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m Y_{ij} \text{ norm}$$

$$Y_{ij} \text{ norm} = \frac{\min Y_{ij}}{Y_{ij}}$$

เมื่อ Y_{ij} หมายถึงค่าของตัวชี้วัดที่ j ในตำบลที่ i $Y_{ij \text{ norm}}$ หมายถึงค่าตัวชี้วัดที่ j ในตำบลที่ i ซึ่งได้ปรับให้มีการกระจายตัวแบบปกติ $\min Y_{ij}$ ค่าต่ำสุดของตัวชี้วัดที่ j ในตำบลที่ i และ m หมายถึง จำนวนตัวชี้วัด



ตามสมการข้างต้นค่าของตัวชี้วัดที่ปรับให้มีการกระจายตัวแบบปกติและค่า S_i มีค่าระหว่าง 0 - 1 ค่า S_i ต่ำสุดอธิบายถึงสถานการณ์ที่แย่ที่สุดด้านสิ่งแวดล้อมหรือด้านสุขภาพของตำบลที่ศึกษา ในทางกลับกันค่าสูงที่สุดหมายถึงสถานการณ์ที่ดีที่สุด

3.3.2 Indexing method

หลังจากผ่านการวิเคราะห์ด้วยวิธีใน

3.3.1 ค่า S_i ที่ได้ถูกนำเข้าสู่จัดหมวดหมู่ระดับตำบล เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจเชิงการจัดการ ดังนี้

$$\begin{aligned} S_i > \exp(A_i + 1/2 SD_i) & \dots \dots \dots \text{Index 1} \\ \exp(A_i - 1/2 SD_i) < S_i < \exp(A_i + 1/2 SD_i) & \dots \dots \dots \text{Index 2} \\ S_i < \exp(A_i - 1/2 SD_i) & \dots \dots \dots \text{Index 3} \end{aligned}$$

เมื่อ S_i หมายถึง ค่าวิเคราะห์ 3.3.1; A_i หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของค่า $\ln S_i$; SD_i หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ $\ln S_i$

การแปลผลของ Index: Index 1 หมายถึงปัญหาสารมลพิษสิ่งแวดล้อมระดับต่ำในตำบลที่ศึกษา Index 2 หมายถึงปัญหาสารมลพิษสิ่งแวดล้อมระดับปานกลางในตำบลที่ศึกษา และ Index 3 หมายถึงปัญหาสารมลพิษสิ่งแวดล้อมระดับสูงในตำบลที่ศึกษา ซึ่งจัดว่าเป็นสถานการณ์ที่เลวร้ายที่สุด

4. ผลการศึกษา

จากการใช้ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพในการประเมินสถานการณ์สิ่งแวดล้อมและสุขภาพในทั้ง 11 ตำบลของเขตอุตสาหกรรม Silesia พบว่าระดับความเข้มข้นของสารมลพิษสิ่งแวดล้อมมีผลต่ออัตราการตายของผู้ชายจากมะเร็งกลุ่มอายุ 30 - 59 ปี อัตราตายด้วยโรคมะเร็งปอดในเพศชายและหญิง อายุ 30 - 59 ปี อัตราตายด้วยโรคมะเร็งทางเดินหายใจในเพศชายและหญิง และร้อยละของ BLBW นอกจากนี้ยังพบว่า HSIs ที่เลือกสำหรับการศึกษานี้มีความเหมาะสมสำหรับการประเมินผลกระทบจากสารมลพิษสิ่งแวดล้อมต่อสุขภาพในเขตอุตสาหกรรม การใช้ BLBW เป็นตัวชี้วัดตัวเดียวสำหรับประชากรกลุ่มเด็กไม่สามารถเชื่อมโยงถึงอัตราการตายของเด็กวัยทารกจากภาวะพิการแต่กำเนิดและน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์

ตัวชี้วัด EIs และ HSIs สอดคล้องกับองค์ประกอบ "Pressure-State-Effect" ในกรอบแนวคิด DPSEEA แต่เนื่องจากมีข้อมูลไม่เพียงพอ ดังนั้น EIs ที่เลือกสามารถแสดงถึงการได้รับสัมผัสสารมลพิษทางอ้อมเท่านั้น อย่างไรก็ตามผลที่ได้ยังสามารถนำไปสู่การตัดสินใจสำหรับการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมและสุขภาพในเขตอุตสาหกรรมได้ ตารางที่ 1 แสดงการจัดลำดับสถานการณ์ปัญหาสิ่งแวดล้อมและสุขภาพตำบลตาม Index

ตารางที่ 1 การแบ่งกลุ่มและจัดลำดับตำบลในเขตอุตสาหกรรม Silesia ด้วย Index

ตำบล	S_E	ลำดับที่ตามค่า S_E	S_H	ลำดับที่ตามค่า S_H
Index 3				
Chorzow	0.153	1	0.374	1
Bytom	0.156	2	0.495	4
Katowince	0.179	3	0.468	2
Dabrowa Gornicza	0.180	4	-	-
Ruda Slaska	0.182	5	-	-
Zabrze	0.191	6	0.501	5
Sosnowiec	0.202	7	0.481	3
Index 2				
Gliwice	0.217	8	0.543	10
Jastrzebie Zdrj	0.271	9	0.541	9
Tychy	0.280	10	0.572	7
Dabrowa Gornicza	-	-	0.600	8
Rybnik	0.323	11	-	-
Slupsk	-	-	0.655	11
Ruda Slaska	-	-	0.547	6
Index 1				
Olsztyn	0.432	12	0.776	13
Rybnik	-	-	0.678	12
Bialystok	0.516	13	0.78	14
Slupsk	0.835	14	-	-
Koszalin	1.000	15	0.892	15

Index 1 = มีระดับสารมลพิษสิ่งแวดล้อมต่ำ

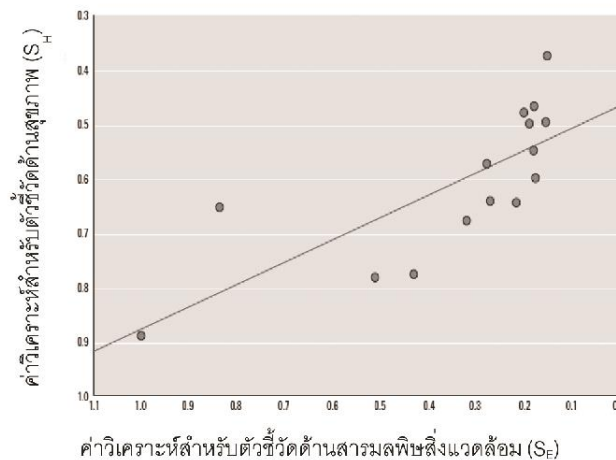
Index 2 = มีระดับสารมลพิษสิ่งแวดล้อมปานกลาง

Index 3 = มีระดับสารมลพิษสิ่งแวดล้อมสูง



นอกจากตัวชี้วัด EIs และ HSIIs ใช้สำหรับประเมินพื้นที่เสี่ยงสำหรับสารมลพิษสิ่งแวดล้อมแล้วยังนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างสารมลพิษสิ่งแวดล้อมและสถานะสุขภาพ (ภาพที่ 1) แม้ว่าความสัมพันธ์จะไม่มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีค่าสหสัมพันธ์ค่อนข้างสูง ($r = 0.77$) อาจกล่าวได้ว่าตัวชี้วัดที่คัดเลือกมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสถานการณ์ โดยสรุปผล

จากการศึกษานี้บ่งบอกว่าสารมลพิษในสิ่งแวดล้อมมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะสุขภาพ อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยร่วมอื่นๆ ที่มีผลต่อสุขภาพ อาทิ วิธีการดำเนินชีวิต อาหาร อาชีพ เศรษฐกิจสังคม การเข้าถึงระบบบริการสุขภาพ



ภาพที่ 1 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด S_E และ S_H

ที่มา: Weislo E., Dutkiewicz T. and Konczalik J. (2002). Indicator-Based Assessment of Environmental Hazards and Health Effects in the Industrial Cities of Upper Silesia, Poland. Environ Health Perspectives. 110 (11): 1133 - 1140. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1241070/pdf/ehp0110-001133.pdf>.

ตัวชี้วัดความเสี่ยงสำหรับประเมินการได้รับสารก่อมะเร็งของชาวแคนาดา

1. บทนำ

สถาบันวิจัยโรคมะเร็งนานาชาติ (IARC) ได้ระบุว่า มีปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมถึง 109 ชนิดที่สามารถเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งในมนุษย์ ปัจจัยเหล่านี้มีตั้งแต่สารเคมีเดี่ยวจนถึงสารผสม การได้รับสัมผัสสารมลพิษในสถานะต่างๆ เช่น จากอาชีพบางประเภท สารมลพิษทางกายภาพ (เช่น รังสี) ชีวภาพ (เช่น ไวรัสบางชนิด) และจากวิธีการดำเนินชีวิต (เช่น การสูบบุหรี่) มีการประมาณการสัดส่วนของการเกิดมะเร็งจากการได้รับสัมผัสสารมลพิษ

หรือสารปนเปื้อนคิดเป็นร้อยละ < 1 ถึงร้อยละ 29 จากการศึกษที่ผ่านมาพบว่าการคาดการณ์การเกิดมะเร็งจากการได้รับสัมผัสสารมลพิษที่ระดับความเข้มข้นต่ำๆ ระยะยาวมีค่าต่ำกว่าที่เป็นจริง ดังนั้นกระบวนการค้นหาลำโพงการป้องกันต้องตระหนักว่ามะเร็งเกิดจากหลายสาเหตุร่วมกัน

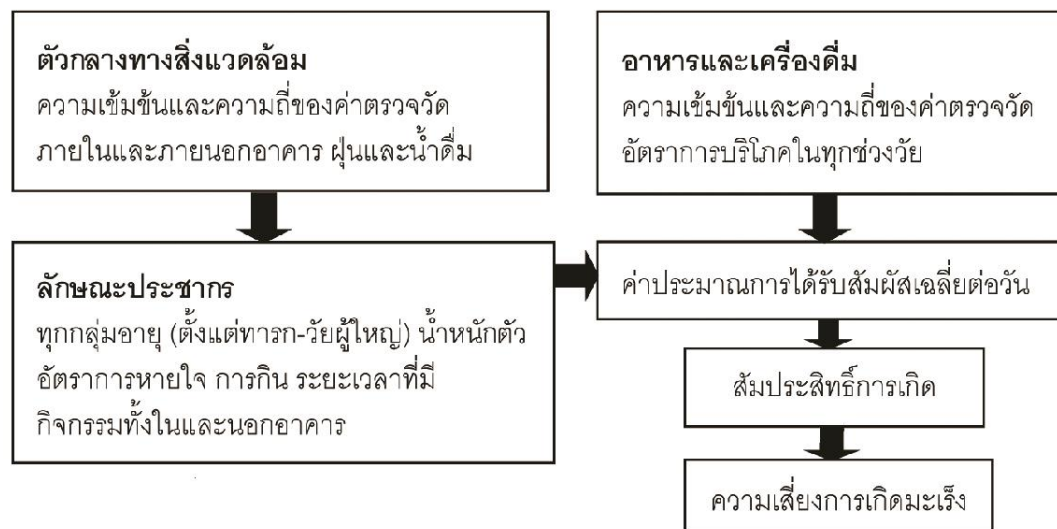
หน่วยงาน The Canadian Partnership Against Cancer (CPAC) ได้ให้ทุนสนับสนุนโครงการ CAREX (Carcinogen Exposure) ในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังสารก่อมะเร็งหรือสารที่อาจเป็นสารก่อมะเร็ง โครงการนี้ร่วมกับโครงการอื่นที่ศึกษาในกลุ่มที่มาจากการทำงานอาชีพและไม่ได้มาจากการประกอบอาชีพในที่นี้หมายถึง “สิ่งแวดล้อม” ประเทศแคนาดามีฐานข้อมูลเกี่ยวกับ

ปัจจัยเสี่ยงจากวิถีการดำเนินชีวิต (อาหาร การออกกำลังกาย การสูบบุหรี่) ของประชากรทั่วไป แต่ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ เช่น การได้รับสัมผัสสารเคมีและสารมลพิษทางกายภาพ และการควบคุมการเกิดโรคมะเร็งยังไม่ได้มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบ ดังนั้นโครงการ CAREX จึงให้ความสนใจสารก่อมะเร็งในอากาศภายนอกและภายในอาคาร ฝุ่น น้ำดื่มและอาหาร (ไม่รวมการได้รับสัมผัสผ่านทางผิวหนังเนื่องจากขาดข้อมูลเกี่ยวกับความเข้มข้นและการใช้ผลิตภัณฑ์ หรือความถี่ของการได้รับสัมผัส) โครงการ CAREX ไม่มีการเก็บข้อมูลปฐมภูมิ การดำเนินการทั้งหมดเป็นการใช้ข้อมูลที่มีอยู่เท่านั้นและเป็นข้อมูลเฝ้าระวังโดยตรงจากหน่วยงานที่ติดตามตรวจวัด

การศึกษานี้ได้พัฒนาแนวทางสำหรับหลักการสร้างตัวชี้วัดสำหรับการเฝ้าระวังการได้รับสัมผัสสารก่อมะเร็งของกลุ่มประชากร 3 แนวทางได้แก่ (1) ควรเป็นตัวชี้วัดที่ใช้เป็นปกติอยู่แล้วและสามารถเป็นส่วนหนึ่งของงานเฝ้าระวังทางสุขภาพที่ทำอยู่แล้ว (2) ตัวชี้วัดควรพิจารณา

ให้ครอบคลุมทางผ่านของการได้รับสัมผัสจากสิ่งแวดล้อม นั่นคือรวมทั้งสารมลพิษภายนอกและภายในอาคาร ฝุ่น น้ำดื่ม อาหารและเครื่องดื่มอื่นๆ และ (3) ตัวชี้วัดนั้นต้องสามารถเปรียบเทียบระหว่างสารชนิดต่างๆ วิธีการได้รับสัมผัส ประชากร และพื้นที่เชิงภูมิศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อสามารถนำผลที่ได้ไปใช้ในการจัดลำดับความสำคัญในการจัดการ

ผู้ศึกษาได้ดัดแปลงวิธีการประเมินความเสี่ยงมาเป็นฐานคิด การประเมินความเสี่ยงต้องมีการคำนวณการได้รับสัมผัสผ่านทางหลักของการได้รับเฉลี่ยต่อวันตลอดอายุขัย และมีศักยภาพต่อการเกิดมะเร็ง (Lifetime Excess cancer Risk: LEER) การใช้การประเมินความเสี่ยงเป็นฐานคิด ทำให้สามารถนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบระหว่างสารมลพิษและวิธีการได้รับสัมผัส และที่สำคัญช่วยในการกำหนดตัวชี้วัดที่แปลผลได้ง่ายและสามารถนำไปใช้สื่อสารในกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกภาคได้ ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนต่างๆ ที่มีการใช้ข้อมูล



ภาพที่ 1 กรอบการประเมินความเสี่ยงการเกิดมะเร็งสำหรับประชากรชาวแคนาดาซึ่งสัมพันธ์กับการได้รับสัมผัสสารก่อมะเร็งผ่านตัวกลางทางสิ่งแวดล้อมประเภทต่างๆ



การศึกษานี้ได้พิจารณาวิธีอื่นๆ ที่ใช้หลักการประเมินความเสี่ยงในการจัดอันดับ พบว่ามีหลักการคล้ายกันคือมีการคำนวณค่าการได้รับสัมผัสเฉลี่ยต่อวัน เพียงแต่วิธีที่ใช้ในครั้งนี้ได้พิจารณาการเกิดมะเร็งภายใต้แนวคิดการได้รับสัมผัสสารที่ค่าความเข้มข้นสูงและสะสมตลอดอายุขัย (LECR) เช่น ได้รับสารพิษหลายชนิดที่ออกฤทธิ์ที่อวัยวะเป้าหมายเดียวกัน

ข้อจำกัดของการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การเกิดมะเร็ง (Cancer Potency Factor: CPF) เนื่องจากค่านี้ได้จากการทดลองในสัตว์ทดลองที่ได้รับสารพิษที่ระดับความเข้มข้นสูง กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่ได้รับและการตอบสนองของสัตว์ทดลองอยู่ในภาพเส้นตรง แต่ในความเป็นจริงเราจะได้รับสารพิษที่ความเข้มข้นต่ำๆ แต่ต่อเนื่อง ดังนั้นการแปลงค่าที่ได้จากสัตว์ทดลองมาใช้ในมนุษย์โดยใช้กราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง อาจจะไม่ถูกต้อง งานวิจัยบางส่วนในปัจจุบันให้ข้อมูลใหม่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่ได้รับและการตอบสนองต่อสารมลพิษหลายชนิด [เช่น พอร์มาลดีไฮด์ ตะกั่ว นิเกิล และไดออกซิน (TCDD)] เป็นลักษณะถูกกระตุ้นที่ความเข้มข้นต่ำแต่ถูกยับยั้งที่ความเข้มข้นสูง (u-shape หรือ j-shape) แสดงให้เห็นว่าการเกิดผลตอบสนองขึ้นกับปริมาณของการได้รับสัมผัส การใช้ผลจากการศึกษาทางระบาดวิทยา “ฟังก์ชันการตอบสนองต่อความเข้มข้น (Concentration Response: CR)” สามารถเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการลดค่าความไม่แน่นอนให้น้อยกว่าการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การเกิดมะเร็ง อย่างไรก็ตามค่า CR มีเฉพาะสำหรับสารบางชนิดเท่านั้น นั่นคือจะกลายเป็นข้อจำกัดที่จะใช้สำหรับเปรียบเทียบกับสารอื่นๆ ที่ไม่มีค่า CR

การใช้ตัวชี้วัดเฉพาะกับการได้รับสัมผัสสารตัวใดตัวหนึ่ง จะทำให้เกิดความยากลำบากในการแปลผล เนื่องจากเมื่อรับสารหลายชนิดพร้อมกัน สารแต่ละชนิดอาจเกิดปฏิกิริยาร่วมกันซึ่งเป็นเรื่องซับซ้อนเกินกว่าที่จะสามารถแยกแยะได้ นอกจากนี้ยังอาจถูกรบกวนจากปัจจัยอื่น เช่น วิธีการดำรงชีวิต การศึกษาจึงได้พัฒนาตัวชี้วัดมาใช้เป็นแนวทางสำหรับการกำหนดชนิดของข้อมูลสารมลพิษและการได้รับสัมผัสที่ต้องมีการรวบรวมจัดเก็บ รวมถึงข้อจำกัดและช่องว่างระหว่างข้อมูล นอกจากนี้ยังช่วยสนับสนุนการควบคุมและการเข้าถึงของสาธารณะเมื่อมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับสารก่อมะเร็ง

2. วิธีการศึกษา

การคำนวณค่าความเข้มข้นที่ได้รับสัมผัสเฉลี่ยต่อวัน ดำเนินการตามกรอบในภาพที่ 1 โดยใช้วิธีการประเมินความเสี่ยงที่เป็นมาตรฐาน ข้อกำหนดต่างแสดงในตารางที่ 1 สูตรการคำนวณมีดังนี้

$$DI = [(C_p * EF_p) * I_g * T_1] / BW \quad (1)$$

เมื่อ DI = ความเข้มข้นได้รับสัมผัสเฉลี่ยต่อวัน (ไมโครกรัมต่อวันต่อกิโลกรัม) C_p = ความเข้มข้นของสารมลพิษในตัวกลางทางสิ่งแวดล้อม EF_p = ความถี่ของการได้รับสัมผัส I_g = อัตราการได้รับขึ้นกับวิถีการได้รับสัมผัส T_1 = ระยะเวลาที่กลุ่มตัวอย่างมีกิจกรรมทั้งภายในและภายนอกอาคาร และ BW = น้ำหนักตัว

ตารางที่ 1 รายละเอียดของตัวแปร

ตัวแปร	หน่วย	วัยผู้ใหญ่	วัยรุ่น	วัยเด็ก	วัยเด็กเล็ก	วัยทารก
อายุ	ปี	20 - 70	12 - 19	5 - 11	0.5 - 4	0 - 0.5
น้ำหนัก	กิโลกรัม	70	57	27	13	6
อัตราหายใจ	ลูกบาศก์เมตร/วัน	23	21	12	5	2
น้ำดื่ม	ลิตร/วัน	1.5	1.3	0.9	0.8	0.75
อัตราการได้รับฝุ่น	กรัม/วัน	0.02	0.02	0.035	0.05	0.035
เวลาที่อยู่นอกอาคาร	% ของ 24 ชั่วโมง	6.25	6.25	8.2	8.2	8.2
เวลาที่อยู่ในอาคาร	% ของ 24 ชั่วโมง	93.75	93.75	91.8	91.8	91.8

การคำนวณค่า DI สำหรับการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มดำเนินการเช่นเดียวกับที่กล่าวข้างบน ยกเว้นไม่ต้องนำค่า T_1 มาคำนวณ อาหารที่ศึกษามีทั้งหมด 7 กลุ่มคือ เนื้อสัตว์ อาหารทะเล ผลไม้ ผัก นมและไข่ ธัญพืชและถั่ว และเครื่องดื่ม

การคำนวณ DI สำหรับแต่ละช่วงอายุได้ถ่วงน้ำหนักและขึ้นกับระยะเวลาที่ใช้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร สูตรการคำนวณดังนี้

$$LSW_{DI} = S(LS_i * T_i)$$

เมื่อ LSW_{DI} = ความเข้มข้นได้รับสัมผัสเฉลี่ยต่อวันถ่วงน้ำหนักตามกลุ่มอายุ LS_i = กลุ่มอายุ T_i = ระยะเวลาที่ใช้ภายในและภายนอกอาคาร

การคำนวณความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากการได้รับสัมผัสตลอดอายุขัย

$$LECR = DI * \text{Cancer potency factor}$$

วิธีการประเมินความเสี่ยงนี้ใช้ได้กับสารเกือบทุกชนิด ยกเว้นสารบางชนิด เช่น เรดอน ให้ใช้ความเข้มข้นที่ได้รับทั้งหมดไม่ใช่ค่าเฉลี่ย ในทำนองเดียวกันสำหรับแร่ใยหินให้ใช้ความเข้มข้นต่อชั่วโมงและได้รับตลอดอายุขัยเป็นปริมาณที่ได้รับ และคำนวณ LECR ผ่านระบบทางเดินหายใจโดยคูณกับค่า (inhalation) Unit risk

ความพร้อมและคุณภาพของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินขึ้นกับชนิดของสารและวิธีการได้รับสัมผัส การศึกษาที่ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากรายงานของทางการ รายงานวิจัยที่มีผ่านการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญและเป็นงานวิจัยที่ได้จากประเทศแคนาดา สหรัฐอเมริกาและยุโรปเหนือตั้งแต่ พ.ศ. 2543 เป็นต้นมา

3. ผลการศึกษา

ผลการประเมินความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากการได้รับสารก่อมะเร็งจำนวน 27 ชนิด โดยกำหนดค่าความเสี่ยงที่ยอมรับได้คือ หนึ่งในล้าน (10^{-6}) สำหรับคนทั่วไปและนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดลำดับความสำคัญ ในกรณีที่ค่าประเมินสูงกว่าเกณฑ์และคุณภาพของข้อมูลอยู่ระหว่างคุณภาพปานกลางถึงสูง ข้อเสนอแนะคือให้ดำเนินการประเมินความเสี่ยงอย่างละเอียด อาจจำเป็นต้องใช้หลักการประเมินความเสี่ยงเชิงความน่าจะเป็น (Probabilistic risk assessment) ส่วนสารที่มีค่าความเสี่ยงต่ำกว่าค่าที่กำหนดอาจไม่จำเป็นต้องศึกษาต่อ และสารที่ไม่มีข้อมูลหรือคุณภาพข้อมูลไม่ดีอาจจำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมหรือมีการตรวจติดตามและเก็บข้อมูลต่อไป รายละเอียดผลการประเมินนำเสนอในตารางที่ 2



ตารางที่ 2 ข้อสรุปของตัวชี้วัดที่ใช้ในประเทศแคนาดาสำหรับค่า LECR ของสารก่อมะเร็ง

สารก่อมะเร็ง	ความเข้มข้น (ค่าเฉลี่ย)	คุณภาพ ของข้อมูล	LECR		
			ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นและ CPF ¹ จาก		
			CA ²	HC ³	EPA ⁴
คุณภาพอากาศภายในอาคาร					
Arsenic and compounds	-	ไม่มีข้อมูล	-	-	-
Asbestos	8.5 x 10 ⁻⁵ f/ml	ต่ำมาก	10.8	-	1.3
Benzene	2.4 ug/m ³	ปานกลาง	78.0	11.4	21.1
Benzo[a]pyrene	1.9 x 10 ⁻⁴ ug/m ³	ต่ำมาก	0.2	< 0.1	-
1,3-Butadiene	0.12 ug/m ³	ต่ำ	23.4	-	3.9
Cadmium and compounds	-	ไม่มีข้อมูล	-	-	-
Chromium (hexavalent)	-	ไม่มีข้อมูล	-	-	-
Diesel engine exhaust	0.84 ug/m ³	ต่ำมาก	300.2	-	-
Formaldehyde	33.3 ug/m ³	ต่ำ/ปานกลาง	227.2	-	486.8
Nickel and compounds	8.5 x 10 ⁻⁴ ug/m ³	ต่ำ	0.3	0.9	-
Radon	100 Bq/m ³	ปานกลาง/สูง	-	-	23,655.0
TCDD	-	ไม่มีข้อมูล	-	-	-
คุณภาพอากาศภายนอกอาคาร					
Arsenic and compounds	4.3 x 10 ⁻⁴ ug/m ³	ปานกลาง	0.1	0.3	0.2
Asbestos	2.0 x 10 ⁻⁵ f/ml	ต่ำมาก	2.5	-	0.3
Benzene	0.86 ug/m ³	สูง	2.0	0.3	0.5
Benzo[a]pyrene	1.4 x 10 ⁻⁴ ug/m ³	ปานกลาง	< 0.1	< 0.1	-
1,3-Butadiene	0.096 ug/m ³	สูง	1.3	-	0.2
Cadmium and compounds	1.2 x 10 ⁻⁴ ug/m ³	ปานกลาง	0.1	0.1	< 0.1
Chromium (hexavalent)	1.6 x 10 ⁻⁵ ug/m ³	ต่ำ	< 0.1	0.1	< 0.1
Diesel engine exhaust	1.4 ug/m ³	ต่ำมาก	35.6	-	-
Formaldehyde	1.6 ug/m ³	ปานกลาง	0.8	-	1.7
Nickel and compounds	7.0 x 10 ⁻⁴ ug/m ³	ปานกลาง	< 0.1	0.1	-
Radon	24 Bq/m ³	ปานกลาง	-	-	371.0
TCDD	9.7 x 10 ⁻¹⁰ ug/m ³	ปานกลาง	< 0.1	-	< 0.1

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สารก่อมะเร็ง	ความเข้มข้น (ค่าเฉลี่ย)	คุณภาพ ของข้อมูล	LECR		
			ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นและ CPF ¹ จาก		
			CA ²	HC ³	EPA ⁴
น้ำดื่ม					
Arsenic and compounds	1.9 ug/l	ปานกลาง	74.0	88.8	74.0
Benzo[a]pyrene	-	ไม่มีข้อมูล	-	-	-
1,3-Butadiene	-	ไม่มีข้อมูล	-	-	-
Chromium (hexavalent)	1.2 ug/l	ปานกลาง	12.9	-	-
TCDD	-	ไม่มีข้อมูล	-	-	-
อาหารและเครื่องดื่ม					
Arsenic and compounds	ขึ้นกับชนิดของอาหาร	ต่ำ	25.9	31.0	25.9
Benzo[a]pyrene	ขึ้นกับชนิดของอาหาร	ต่ำมาก	4.4	10.0	2.4
Benzene	ขึ้นกับชนิดของอาหาร	ต่ำมาก	2.2	0.4	1.4
1,3-Butadiene	ขึ้นกับชนิดของอาหาร	ไม่มีข้อมูล	-	-	-
Chromium (hexavalent)	ขึ้นกับชนิดของอาหาร	ไม่มีข้อมูล	-	-	-
TCDD	ขึ้นกับชนิดของอาหาร	ไม่มีข้อมูล	-	-	-
ฝุ่นภายในอาคาร					
Arsenic and compounds	-	ไม่มีข้อมูล	-	-	-
Benzo[a]pyrene	2.91 ug/g	ต่ำ	22.9	4.4	14.0
Chromium (hexavalent)	4.25 ug/g	ต่ำมาก	1.2	-	-
TCDD	-	ไม่มีข้อมูล	-	-	-

1. CPF = Cancer Potency Factor; 2. CA = California Office Of Environmental Health Hazard Assessment; 3. Health Canada; 4. US Environmental Protection Agency; สารมลพิษที่มีปริมาณน้อยมากหรือไม่ใช้สารก่อมะเร็งจะถูกตัดออก



3.1 สารมลพิษอากาศภายในอาคาร

จากการใช้ข้อมูลทุติยภูมิของประเทศ พบว่ามีสารมลพิษ 6 ชนิดที่มีค่าความเสี่ยงจากการได้รับผ่านทางเดินหายใจเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดได้แก่ แร่ใยหิน เบนซิน บิวทาไดอีน มลพิษจากท่อไอเสียรถยนต์ ฟอรัมาลดีไฮด์ และเรดอน ความเสี่ยงจากการได้รับเรดอนมีขนาดผลกระทบใหญ่กว่าความเสี่ยงจากฟอรัมาลดีไฮด์ คุณภาพของข้อมูลด้านมลพิษอากาศมีตั้งแต่ระดับต่ำมากถึงระดับปานกลาง ตัวอย่างเช่น การคำนวณค่าความเสี่ยงจากสารมลพิษที่มาจากท่อไอเสียรถยนต์ใช้ข้อมูลปริมาณฝุ่นรวมจากสถานีตรวจวัดซึ่งโดยทั่วไปร้อยละ 18 ของปริมาณฝุ่นรวมมาจากท่อไอเสียรถยนต์และร้อยละ 60 มาจากบรรยากาศภายนอก ข้อมูลสารมลพิษจากท่อไอเสียรถยนต์มีคุณภาพต่ำมาก

3.2 สารมลพิษอากาศภายนอกอาคาร

ค่าความเสี่ยงจากการได้รับสารมลพิษอากาศภายนอกอาคารมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ แต่ยังมีค่าความเสี่ยงต่ำกว่าความเสี่ยงที่มาจากสารมลพิษภายในอาคาร เนื่องจากค่าความเข้มข้นของสารมลพิษมีระดับต่ำกว่า นอกจากนี้คนส่วนใหญ่จะใช้ชีวิตภายในอาคารมากกว่าภายนอกอาคาร เรดอนและมลพิษจากท่อไอเสียเป็นกลุ่มที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงมากกว่าสารก่อมะเร็งชนิดอื่น ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพอากาศภายนอกอาคารคือลักษณะความเป็นเมืองหรือชนบท

3.3 น้ำดื่ม

การได้รับสารหนูและโครเมียม (เฮกซาวาเลนท์) ที่ปนเปื้อนในน้ำดื่มทำให้เกิดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งเกินเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากการปนเปื้อนของสารหนูเกิดจากกระบวนการธรรมชาติอยู่แล้ว ดังนั้นต้องระมัดระวังในการแปลผลจากการใช้ตัวชี้วัดในการประเมินความเสี่ยง

3.4 อาหารและเครื่องดื่ม

ความเสี่ยงจากการได้รับสารหนู เบนซิน และเบนโซไพรีนที่ปนเปื้อนในอาหารและเครื่องดื่มมีค่าเกินเกณฑ์ที่กำหนด อย่างไรก็ตามคุณภาพของข้อมูลในส่วนนี้มีคุณภาพระดับต่ำมาก ดังนั้นการกำหนดขอบเขตที่ชัดเจนจึงเป็นส่วนสำคัญในการดำเนินงานและการแปลผล

3.5 ฝุ่นภายในอาคาร

สำหรับสารก่อมะเร็งในฝุ่นที่คาดว่าจะมีศักยภาพในการเกิดมะเร็งผ่านการกินมี 4 ชนิด แต่มีเพียง 2 ชนิดที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงเกินเกณฑ์ที่กำหนดคือ โครเมียม

(เฮกซาวาเลนท์) และเบนโซไพรีน อย่างไรก็ตามข้อมูลที่มีอยู่มีคุณภาพระดับต่ำมากถึงต่ำ

โดยสรุปการประเมินความเสี่ยงเป็นเครื่องมือที่มีความยืดหยุ่นสามารถนำไปในการจัดการปัญหาตามสิ่งแวดล้อมและสุขภาพได้

ที่มา: Setton E, Hystad P, Poplawski K, Cheasley R, Cervantes-Larios A, Keller CP, and Demers PA. (2013). Risk-based indicators of Canadians' exposures to environmental carcinogens. *Environmental Health*, 12: 1 - 13.
<http://www.ehjournal.net/content/12/1/15>.

สารมลพิษตกค้างยาวนานและความเสี่ยงสุขภาพในเขตพื้นที่อุตสาหกรรม ประเทศจีน

1. บทนำ

สารมลพิษตกค้างยาวนาน (Persistent Toxic Substances: PTSs) สามารถสะสมทางชีวภาพ เป็นพิษและสามารถกระจายไปได้ไกลในสิ่งแวดล้อม PTSs เป็นสารมลพิษสำคัญที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ พบว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดมะเร็งเต้านม และลดปริมาณอสุจิในเพศชาย Stockholm Convention ได้กำหนดสารอินทรีย์ตกค้างยาวนาน (Persistent organic pollutant) จำนวน 12 ชนิด และ US EPA ได้แบ่งกลุ่มสารอีก 12 ชนิดที่สามารถตกค้างยาวนานสะสมทางชีวภาพและสารเคมีอันตราย (Persistent Bioaccumulative and Toxic Chemicals: PBTs) นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่มที่มีผลต่อระบบฮอร์โมน (EEDs) แผนงานด้านสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP) ได้ให้นิยามและระบุชนิดของ PTSs ไว้ 27 ชนิด เช่น ออร์แกโนคลอรี (OCPs) โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs)

ในประเทศจีน OCPs และ PAHs เป็นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มที่มีการศึกษาามากที่สุดโดยเฉพาะที่ปนเปื้อนในดินซึ่งพบว่ามีค่าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในรอบ 100 - 150 ปี โดยเฉพาะในเขตเมืองและเป็นเขตโรงงาน อย่างไรก็ตามมีการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพน้อยมาก แม้ว่าพื้นที่โรงงานจะถูกเปลี่ยนไปใช้ในกิจกรรมอื่นแล้วก็ตาม เช่น ที่อยู่อาศัย

คนที่มีโอกาสได้รับสารกลุ่ม PTSs ไม่ได้เกิดเฉพาะคนที่อาศัยในบริเวณนั้นแต่ยังสามารถผ่านทางดิน ผิวน้ำ หรือทางชีวภาพอื่นๆ ต้นไม้ สัตว์ และห่วงโซ่อาหาร ความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสาร PTSs และผลไม่พึงประสงค์ต่อสุขภาพยังไม่ทราบเป็นที่แน่ชัด แต่มีข้อมูลแสดงให้เห็นว่าสารกลุ่มนี้มีผลต่อสถานะสมดุลย์ของเซลล์ ผลการศึกษาทางระบาดวิทยาแสดงให้เห็นว่ามนุษย์สามารถได้รับสัมผัสสารกลุ่มนี้ทางผิวน้ำ ทางหายใจ และทางเดินอาหารและมีความสัมพันธ์กับการเกิดมะเร็ง ผิวน้ำ ปอด กระเพาะอาหาร เต้านม ต่อมลูกหมาก การได้รับดีดีทีจากการทำงานในกลุ่มควบคุมมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของมะเร็งปอด ส่วนสาร PAHs ในอุตสาหกรรมเหล็กและอลูมิเนียมจัดเป็นสารก่อมะเร็งในคน

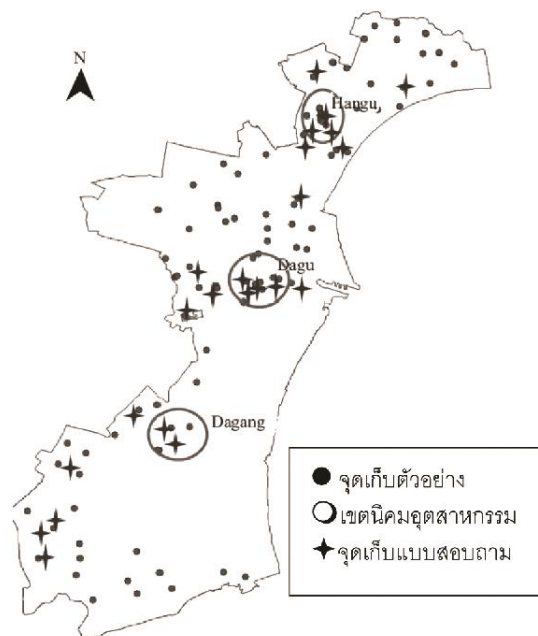
คำถามวิจัยของงานการศึกษานี้ประกอบด้วย (1) สถานะมลพิษของ PTSs ในปัจจุบัน (2) แหล่งกำเนิดที่สำคัญของ OCPs และ PAHs (3) สถานะสุขภาพของคน

ที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น (4) ผลกระทบสุขภาพจากการได้รับ PTSs ของคนในเขตนิคมอุตสาหกรรม และ (5) ความสัมพันธ์ระหว่างสารตกค้างในดินและสถานะสุขภาพของผู้อาศัย

2. วิธีการศึกษา

2.1 พื้นที่ศึกษาและการเก็บตัวอย่าง

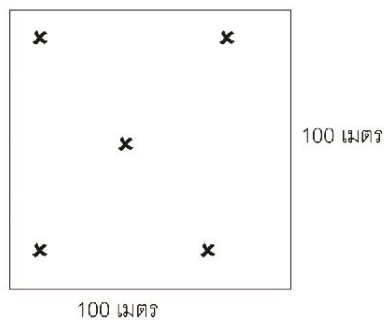
การศึกษานี้เก็บตัวอย่างในพื้นที่ซึ่งเดิมเคยเป็นนิคมอุตสาหกรรม ตั้งอยู่ในรอยต่อของสามมณฑลปักกิ่ง-เทียนจิน-เหอเป่ย์ นิคมอุตสาหกรรมนี้เคยเป็นที่ตั้งของโรงงานผลิตสารเคมีและครอบคลุม 3 ตำบล ได้แก่ Hangu Tanggu และ Dagang (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ตำแหน่งของพื้นที่ศึกษา



ตัวอย่างผิวดินจำนวน 105 ตัวอย่างเก็บครอบคลุมพื้นที่ 7 x 7 กิโลเมตร โดย 32 ตัวอย่างถูกเก็บภายในเขตอุตสาหกรรม ส่วนอีก 73 ตัวอย่างเก็บภายนอกเขตอุตสาหกรรม ในหนึ่งตัวอย่างสุ่มเก็บจาก 5 ตำแหน่งของพื้นที่ 100 x 100 เมตร โดยเก็บจาก 4 มุมและตรงกลางของพื้นที่ และเก็บลึกลงไป 0 - 20 เซนติเมตร ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วิธีเก็บตัวอย่างดิน

ตัวอย่างดินปล่อยให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นร่อนด้วยตะแกรงที่มีขนาดรูเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร และเก็บที่อุณหภูมิ 40°C พร้อมกันนี้ให้บันทึกรายละเอียดของจุดเก็บตัวอย่าง เช่น ลักษณะการใช้ที่ดิน คุณภาพสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างดินนำไปวิเคราะห์หา DDTs, HCHs, HCB และ PAHs ด้วย แก๊สโครมาโตกราฟี (GC) และ detector ที่เฉพาะกับสาร เช่น ECD สำหรับ OCPs

2.2 การสำรวจภาคสนาม

ข้อมูลสถานะสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างที่อาศัยในพื้นที่ศึกษาเก็บรวบรวมด้วยแบบสอบถาม ข้อมูลที่ได้แสดงถึงผลลัพธ์ทางสุขภาพของผู้ที่อยู่อาศัยในพื้นที่นั้น เพื่อให้สอดคล้องกับจุดเก็บตัวอย่างการเก็บข้อมูลภาคสนามดำเนินการทั้งหมด 742 ตัวอย่าง ครอบคลุม 23 พื้นที่ย่อย (ภาพที่ 1) ในแต่ละพื้นที่ย่อยเก็บแบบสอบถามประมาณ 25 - 35 ตัวอย่าง ประชากรที่อาศัยอยู่ภายในและภายนอกแบ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม ข้อมูลที่เก็บรวบรวมแบ่งเป็น 3 หมวดได้แก่ (1) ข้อมูลพื้นฐานรวมทั้งข้อมูลส่วนบุคคลและแหล่งกำเนิดมลพิษ (2) ข้อมูลสถานะสุขภาพ และ (3) พฤติกรรมสุขภาพ เช่น การบริโภค การสูบบุหรี่

2.3 สถิติที่ใช้ในการศึกษา

เนื่องจากลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลไม่เป็นโค้งปกติ ดังนั้นเลือกใช้ Mann-Whitney U และ Kruskal-Wallis ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสถานะสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสถานะสุขภาพและปัจจัยรบกวนใช้ Binary multivariate, non-conditional logistic regression และ spearman's correlation

3. ผลการศึกษา

การศึกษาค้นพบว่า

- 1) ตัวอย่างร้อยละ 99 ตรวจพบสารกลุ่ม OCPs
- 2) ระดับความเข้มข้นของ DDTs ในตัวอย่างดินมีตั้งแต่ ตรวจไม่พบ ถึง 2417 นาโนกรัมต่อกรัม (ค่าเฉลี่ย 73.9 นาโนกรัมต่อกรัม)
- 3) ตัวอย่างร้อยละ 97.1 ตรวจพบสารกลุ่ม HCH และมีระดับความเข้มข้นตั้งแต่ ตรวจไม่พบ ถึง 51,299 นาโนกรัมต่อกรัม (ค่าเฉลี่ย 653.6 นาโนกรัมต่อกรัม)
- 4) ตัวอย่างร้อยละ 23.8 ตรวจพบสารกลุ่ม HCH และมีระดับความเข้มข้นตั้งแต่ ตรวจไม่พบ ถึง 731 นาโนกรัมต่อกรัม (ค่าเฉลี่ย 7.7 นาโนกรัมต่อกรัม)
- 5) ตัวอย่างร้อยละ 100 ตรวจพบสารกลุ่ม PAHs และมีระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 68.7 ถึง 43,930 นาโนกรัมต่อกรัม (ค่าเฉลี่ย 1225 นาโนกรัมต่อกรัม)
- 6) ผลการศึกษาค้นพบว่าไม่พียงประสงค์ทางสุขภาพ พบว่าการได้รับสัมผัสสารก่อมะเร็งส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับอาชีพ สำหรับประชากรทั่วไปพบว่าสัมพันธ์กับการเกิดโรคเรื้อรัง เช่น โรคผิวหนัง ปอดอักเสบ และระบบทางเดินอาหารอักเสบ

ที่มา: Li J, Lu Y Shi Y, Wang T, Wang G, Luo W, Jiao W, Chen C, and Yan F. (2011). Environmental pollution by persistent toxic substances and health risk in an industrial area of China. J Environ Sciences. 23 (8): 1359 - 1367.