

การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ ตอนที่ 2 (Health Risk Assessments)

เรียบเรียงโดย.....

ภัทรกร ธนภาวริศ และ อนนท์ ป้อมประสิทธิ์

คำสำคัญ การประเมินความเสี่ยง Health Risk Assessment, Hazard

จากบทความการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ ตอนที่ 1 ซึ่งได้ลงบทความใน บร.สาร ฉบับที่ 9 ที่หลายท่าน คงได้ทราบถึงความสำคัญ วัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่จะได้รับจากการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพบ้างแล้ว สำหรับการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ ตอนที่ 2 จะกล่าวถึงรายละเอียดของกระบวนการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพทั้ง 4 ขั้นตอน เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการชั่งอันตราย การประเมินการสัมผัส การประเมินความเป็นพิษ และการจำแนกลักษณะความเสี่ยง

กระบวนการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

- ความคงสภาพในสิ่งแวดล้อม
- ความสามารถในการบำบัดได้ (treat ability)



1 การชั่งอันตราย

ในการจัดลำดับ Toxicity scores ดังกล่าวมาแล้ว เป็นการชั่งสารเคมีอันตรายสูงสุดตามค่าความเข้มข้น (maximum concentration : C max) และความเป็นพิษสูงสุด การเลือกสารเคมีเป็นตัวแทนจะต้องพิจารณาให้มากกว่านั้น โดยต้องพิจารณาความเข้มข้นที่พิษอื่นๆ การเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อม และองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีความสำคัญดังต่อไปนี้

- ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย
- ความถี่ที่สามารถตรวจวัดได้
- การเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อม



สารเคมีที่เป็นตัวแทนควรจะมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยสูงกว่าสารเคมีอื่นๆ โดยทั่วไปสารเคมีที่มีความเข้มข้นต่ำมีค่าความถี่ที่ตรวจวัดได้ในค่าที่ต่ำ สูงมาก และมีความถี่ที่ตรวจวัดได้ในค่าความเข้มข้นสูง ต่ำมาก ถึงแม้ว่าจะเป็นสารเคมีที่มีความเข้มข้นสูงสุด (C max) มากก็ตามก็ไม่ควรใช้เป็นตัวแทนของสารเคมีอื่น ๆ

2 การประเมินการสัมผัส

ขั้นตอนที่สองของการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ ได้แก่ การประเมินการสัมผัสสารเคมีของประชากรที่มีแนวโน้มจะประสบกับอันตรายเนื่องจากการสัมผัสสารเคมีนั้นๆ การสัมผัสสารเคมีอันตรายจะเกิดขึ้นเมื่อสารนั้นมีการดูดซึม (Absorption) เข้าสู่ร่างกายเท่านั้น ซึ่งอาจเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังจากการสัมผัส การหายใจ การกิน หรือหลายทางร่วมกัน ดังแสดงในรูปภาพที่ 1 ปริมาณและความเร็ว ในการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจะแตกต่างกันในสารแต่ละชนิดและขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายในไขมันและน้ำของสารนั้น และทางเข้าสู่ร่างกาย เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วสารเคมีจะแพร่กระจายไปตามเนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆ ได้แก่ ตับ ไต ฯลฯ



รูปภาพที่ 1 กระบวนการเมื่อสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย

การประเมินการสัมผัสสารเคมีจะต้องวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ ทางผ่านของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม กลุ่มประชากรที่มีแนวโน้มต่อการสัมผัสสารเคมี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ทางผ่านของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม

การที่สารเคมีในสิ่งแวดล้อมเดินทางจากแหล่งกำเนิดถึงผู้รับได้ ต้องมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

- แหล่งกำเนิด เช่น สถานที่กำจัด บ่อกักเก็บของเสีย เป็นต้น
- กลไกการปล่อยสารเคมีจากแหล่งกำเนิด เช่น น้ำที่ชะล้างสารเคมีจากแหล่งกำเนิด เป็นต้น
- กลไกในการขนส่งสารเคมี เช่น น้ำใต้ดิน นำสารเคมีที่ซึมลงใต้ดิน กระแสลมนำสารเคมีที่แพร่กระจายในอากาศ เป็นต้น
- กลไกในการถ่ายโอนสารเคมี เช่น การถ่ายโอนโดยการแพร่ การดูดซับ การดูดซึม เป็นต้น
- กลไกในการเปลี่ยนรูปของสารเคมี เช่น การเสื่อมสลายทางชีวภาพ เป็นต้น

2.2 กลุ่มประชากรที่มีแนวโน้มต่อการสัมผัสสารเคมี

ในการสำรวจกลุ่มประชากรที่มีแนวโน้มต่อการสัมผัสสารเคมีนั้น จะต้องพิจารณาบนพื้นฐานของข้อมูลด้านต่างๆ เช่น ข้อมูลการใช้ที่ดินโดยรอบแหล่งกำเนิด และข้อมูลทางภูมิศาสตร์อื่น เช่น ภาพถ่ายทางอากาศ ข้อมูลผังเมือง แผนที่รายละเอียด รวมทั้งศึกษาลักษณะกิจกรรมของประชากรที่คาดว่าจะสัมผัสสารเคมี หลังจากนั้นจึงทำการสำรวจพื้นที่ที่เป็นแหล่งกำเนิดสารเคมีเพื่อศึกษาว่าประชากรกลุ่มใดที่มีแนวโน้มต่อการสัมผัสสารเคมีให้ชัดเจนยิ่งขึ้นโดยตั้งคำถามต่อไปนี้

- มีสถานที่ที่ไวต่อการรับสารเคมีประเภทใดบ้างที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิด เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล สถานรับเลี้ยงเด็ก เป็นต้น
- มีกิจกรรมนอกสถานที่ของประชาชนประเภทใดบ้างที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิด เช่น สวนสาธารณะ



สนามเด็กเล่น สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ เป็นต้น

- มีประชากรกลุ่มที่ไวต่อการรับสารเคมี เช่น เด็ก หญิงมีครรภ์ ผู้สูงอายุ หรือผู้ป่วยเรื้อรัง ฯลฯ เข้าไปในบริเวณแหล่งกำเนิดหรือไม่

- กิจกรรมของประชากรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง เช่น การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงจากอดีต การเปลี่ยนแปลงในอนาคต เป็นต้น

- มีโอกาสที่จะเกิดการสัมผัสโดยอ้อมเกิดขึ้นหรือไม่ เช่น การปนเปื้อนต่อพืชผักที่ปลูกในบริเวณนั้น แล้วประชาชนบริโภคพืชผักดังกล่าวเข้าไป เป็นต้น

การประเมินการสัมผัสต้องตรวจวัดการสัมผัสสารเคมีที่ร่างกายดูดซึมเข้าไป ดังแสดงในรูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 2 การเก็บตัวอย่าง Biomarker เพื่อตรวจวัดการสัมผัสสารเคมี

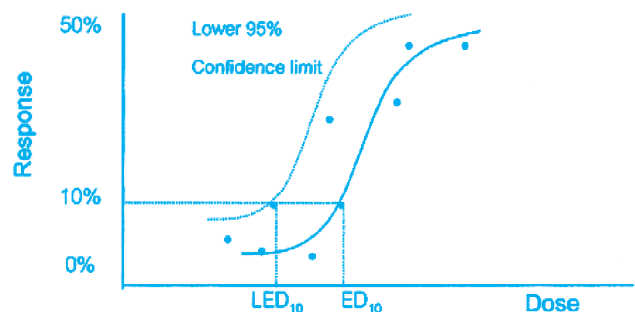
3 การประเมินความเป็นพิษ

ในการประเมินความเป็นพิษ ต้องจำแนกสารเคมีออกเป็น 2 ประเภทเช่นกัน ได้แก่ สารเคมีที่เป็นสาเหตุของมะเร็ง และสารเคมีที่ไม่เป็นสาเหตุของมะเร็ง อย่างไรก็ตามสารเคมีบางชนิดอาจมีสมบัติเป็นได้ทั้ง 2 ประเภทในการศึกษาเพื่อประเมินความเป็นพิษของสารเคมีด้วยตนเอง ผู้ประเมินความเสี่ยงจึงนิยมใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้

รับความเชื่อถือมากและใช้กันอย่างกว้างขวางได้แก่ IRIS (Integrated Risk Informatics Systems) ข้อมูลจากแหล่งนี้ได้รับการปรับปรุงให้ทันสมัยทุก ๆ เดือน และเป็นข้อมูล online รวมทั้งครอบคลุมสารเคมีทั้ง 2 ประเภทดังกล่าวข้างต้น

3.1 ข้อมูลความเป็นพิษของสารเคมีที่เป็นสาเหตุของมะเร็ง

ข้อมูลความเป็นพิษของสารเคมีที่เป็นสาเหตุของมะเร็งอยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสารเคมีกับการตอบสนองของร่างกาย (dose-response relationships) ดังแสดงในภาพที่ 3 ค่าความชันของกราฟในรูป แสดงให้ทราบถึงพิษของสารเคมีที่มีแนวโน้มทำให้เกิดมะเร็ง เรียกว่าค่า slope factor, SF นี่เป็นค่า 95% upper confidence limit ของกราฟดังกล่าว ซึ่งมีหน่วยเป็นขนาดของสารเคมีที่ร่างกายได้รับเข้าไป เช่น [mg/kg-day]⁻¹ เป็นต้น องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา



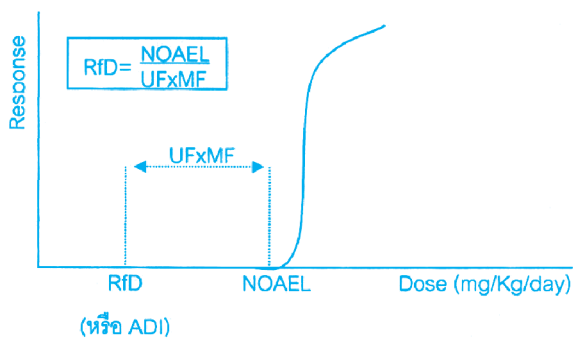
รูปภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสารเคมีก่อมะเร็งกับการตอบสนองของร่างกาย

จัดแบ่งชนิดของสารเคมีที่เป็นสาเหตุของมะเร็งออกเป็น class ต่างๆ มีสารเคมีเพียงจำนวน 14 ชนิดเท่านั้นที่เป็นสาเหตุของมะเร็งทั้งหมดที่มีข้อมูลทางระบาดวิทยาสนับสนุนเพียงพอว่าเป็นสาเหตุของมะเร็งในคน (Class A) ส่วนใหญ่ของสารเคมีซึ่งจำแนกโดยองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกาคือประมาณร้อยละ 70 จัดเป็นพวกที่ยังไม่มีข้อมูลสนับสนุนทางระบาดวิทยาเพียงพอว่าเป็นสาเหตุของมะเร็งในคน แต่มีเหตุการณ์สนับสนุนเพียงพอว่าเป็นสาเหตุของมะเร็งในสัตว์ทดลองอย่างน้อย 2 ชั้นไป (Class B2)



3.2 ข้อมูลความเป็นพิษของสารเคมีที่ไม่เป็นสาเหตุของมะเร็ง

ค่าความเป็นพิษของสารเคมีชนิดที่ไม่เป็นสาเหตุของมะเร็งแสดงในรูปของค่า Threshold หากประชาชนสัมผัสเกินกว่าค่านี้ก็จะส่งผลเสียต่อสุขภาพได้ ค่า Threshold นี้เรียกว่า reference (RfD) ดังแสดงในรูปภาพที่ 4 ซึ่งเป็นค่าที่ร่างกายรับสารเคมีเข้าไปต่อวัน ถ้าร่างกายรับสารเคมีเข้าไปโดยไม่เกินค่าดังกล่าวนี้ก็จะไม่เกิดโทษต่อร่างกาย ค่า RfD ของสารเคมีแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป และเป็นค่าต่ำสุดที่กำหนดไว้สำหรับอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกาย ตัวอย่างเช่น ระบบประสาท ระบบหัวใจ



รูปภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสารเคมี ที่ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง

4 การแสดงลักษณะความเสี่ยง

ขั้นตอนสุดท้ายของการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพคือการแสดงลักษณะความเสี่ยง ซึ่งได้จากการคำนวณค่าความเสี่ยงออกมาในเชิงปริมาณ การคำนวณจะต้องครอบคลุมถึงสารเคมีทั้งประเภทที่เป็นสาเหตุของมะเร็งและที่ไม่เป็นสาเหตุของมะเร็ง รวมทั้งจะต้องครอบคลุมกลุ่มประชากรที่มีแนวโน้มต่อการสัมผัสสารเคมีทุกกลุ่ม

4.1 ความเสี่ยงของเคมีที่เป็นสาเหตุของมะเร็ง

ค่าความเสี่ยงของเคมีที่เป็นสาเหตุของมะเร็งคำนวณได้จากขนาดของสารเคมีที่รับเข้าสู่ร่างกาย

ในระยะยาวคูณด้วยค่า slope factor หรือ SF ดังต่อไปนี้

$$\text{Risk} = \text{CDI} \times \text{SF}$$

เมื่อ Risk = ค่าความเสี่ยงจากสารเคมีที่เป็นสาเหตุของมะเร็ง (carcinogenic risk)

CDI = ขนาดของสารเคมีที่เข้าสู่ร่างกาย (chronic daily intake) (mg/kg.day)

SF = carcinogen slope factor (kg.day/mg)

จะเห็นว่าค่าความเสี่ยงที่คำนวณได้ต่ำกว่าค่าที่ยอมรับได้ (10^{-6}) ความเสี่ยงที่เกิดจากการสัมผัสคลอโรฟอร์มจึงน้อยมาก

ตารางที่ 1 ตัวอย่างแสดงการคำนวณค่าความเสี่ยงรวมจากการสัมผัสสารเคมีที่เป็นสารก่อมะเร็ง

Carcinogen	Lifetime risk
Benzene	0.0005
Cadmium	0.0008
Vinyl chloride	0.0025
Total	0.0038 = 3.8×10^{-3}

4.2 ความเสี่ยงของสารที่ไม่ก่อมะเร็ง

ค่าความเสี่ยงของสารที่ไม่ก่อมะเร็งตามปกติแล้วจะเรียกว่า hazard index หรือดัชนีอันตราย ค่า hazard index คำนวณได้จากอัตราส่วนของขนาดของสารเคมีที่ร่างกายรับเข้าไปต่อค่า RfD ดังต่อไปนี้

$$\text{HI} = \text{CDI} / \text{RfD}$$

เมื่อ HI = ดัชนีอันตราย (hazard index)

CDI = ขนาดของสารเคมีที่เข้าสู่ร่างกาย (chronic daily intake) (mg/kg.day)

RfD = reference dose (mg/kg.day)

จะเห็นว่าค่า HI ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าที่ยอมรับได้ คือ 1.0 มาก ดังนั้นความเสี่ยงจากการสัมผัสกับคลอโรฟอร์มในกรณีนี้จึงน้อยมาก เช่นเดียวกับค่าความเสี่ยงของสารก่อมะเร็ง เมื่อคำนวณค่าความเสี่ยงของสารที่ไม่ก่อมะเร็ง



แต่ละชนิดแล้ว ถ้าต้องการทราบความเสี่ยงรวมก็นำค่าความเสี่ยงของสารเคมีแต่ละชนิดมารวมกันดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแสดงการคำนวณค่าความเสี่ยงรวมจากการสัมผัสสารเคมีที่ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง

Carcinogen	Lifetime risk
Non – carcinogen	Hazard index
Cyanide	0.15
Mercury	0.03
Total	0.18 which is <1.0

การประเมินความเสี่ยงตามมาตรฐาน มอก.18001 นั้นกำหนดให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมต้องประเมินผลกระทบต่อบุคคล ชุมชน สิ่งแวดล้อมและทรัพย์สิน ซึ่งการประเมินและการจัดการความเสี่ยงต่อสุขภาพอย่างน้อยต้องประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้ การกำหนดพื้นที่หรือบริเวณที่จะทำการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพที่อาจเกิดจากวัตถุอันตราย โดยพิจารณาจากพื้นที่หรือบริเวณที่เกี่ยวข้องกับวัตถุอันตราย หรือผู้ปฏิบัติงานมีโอกาสสัมผัสกับวัตถุอันตราย การชี้บ่งอันตรายในแต่ละพื้นที่หรือบริเวณ โดยระบุรายชื่อวัตถุอันตรายที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน และดัชนีในการตรวจวัดของวัตถุอันตรายนั้น การกำหนดกลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่จะประเมิน โดยพิจารณาจากลักษณะการทำงาน พื้นที่ทำงาน และการสัมผัสวัตถุอันตราย การวิเคราะห์งานหรือกิจกรรมของกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน เพื่อชี้บ่งลักษณะการสัมผัสวัตถุอันตราย ความถี่ และระยะเวลาในการสัมผัส สรุปผลการวิเคราะห์งานหรือกิจกรรมที่ต้องทำการประเมินความเสี่ยง การประเมินระดับความเสี่ยง

ของกลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่ได้จากการวิเคราะห์งานหรือกิจกรรมของกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน ต้องประกอบด้วยข้อมูลการประเมินความเข้มข้นของวัตถุอันตรายที่สัมผัส ค่าที่ยอมให้สัมผัสได้ การประเมินระดับการสัมผัสอันตรายและประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ การจัดการความเสี่ยง ต้องจัดทำแผนงานเพื่อกำหนดมาตรการควบคุมความเสี่ยงที่เหมาะสมกับระดับความเสี่ยงและมีประสิทธิภาพในการจัดทำความเสี่ยงให้อยู่ในระดับปานกลางหรือน้อยกว่า การดำเนินการตามแผนและสรุปผลการดำเนินการตามแผน

วิธีการตรวจวัดและวิธีวิเคราะห์ให้เป็นไปตามมาตรฐาน National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) หรือ Occupational Safety and Health Administration (OSHA) หรือองค์การอนามัยโลก (World Health Organization) หรือสหภาพยุโรป หรือมาตรฐานสากลอื่นที่เทียบเท่า และการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของวัตถุอันตราย ต้องดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของราชการ หรือสถาบันการศึกษาของรัฐ หรือห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2005 หรือที่ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งได้รับอนุญาตให้วิเคราะห์วัตถุอันตรายนั้นได้

สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นหน่วยรับรองระบบงานห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่งของประเทศที่ให้การรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2005 หากห้องปฏิบัติการใดสนใจขอรับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบ สามารถติดต่อสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ หมายเลขโทรศัพท์ 0-2201-7132, 0-2201-7126 หรือ E-mail address: pporntan@dss.go.th



เอกสารอ้างอิง...

จักรกฤษณ์ ศิวัชเดชาเทพ (2544) **“การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ”** ใน เอกสารประมวลสาระชุดวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยและการจัดการกากในโรงงานอุตสาหกรรม หน่วยที่ 5 หน้า 277-310 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

มัลลิกา ปัญญาคะโป, ผ่องศรี เผ่าภูรี (2550) **“การประเมินความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งจากการได้รับสารไตรฮาโลมีเทนในน้ำประปากรณีตัวอย่างน้ำประปาของเทศบาลนครปฐม”** ในวารสาร : ความปลอดภัยและสุขภาพ ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 เมษายน-มิถุนายน 2550 หน้า 7-16 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2550) **“ระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย : ข้อกำหนด”** ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.18001-2550 หน้า 1-10 กรุงเทพฯ กระทรวงอุตสาหกรรม

United States. Environmental Protection Agency. **Guidelines for the Health Risk Assessment of Chemical Mixtures, September 24, 1986.** เข้าถึงได้จาก <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recorddisplay.cfm?deid=20533>