

การวิเคราะห์สารพิษในสิ่งส่งตรวจเมื่อได้รับพิษจากสิ่งแวดล้อม

รจนา นิมสังข์*

สารพิษ ความเป็นพิษ และพิษวิทยา

ประวัติความเป็นมาของสารพิษและความเป็นพิษมีมาตั้งแต่สมัยคึกคักของวิวัฒนาการทางความเจริญรุ่งเรืองของมนุษย์ ซึ่งเรียนรู้ได้จากการรับประทานอาหารที่หาได้จากทั้งพืชและสัตว์ ครั้งแรกเริ่มมาจากการรับประทานส่วนประกอบของพืชเข้าไปแล้วพบว่าสารใดสารหนึ่งในพืชอาจทำให้เกิดความเจ็บป่วยในอัตราที่แตกต่างกันแปรไปตามปริมาณเล็กน้อยที่รับประทานเข้าไปจนถึงขนาดที่มากพอที่ทำให้เกิดการตายได้ ดังนั้นสารใดที่พบว่าทำอันตรายต่อร่างกาย จะถือว่าสารนั้นเป็นสารพิษ (ยาพิษ) หรือ "poison"

ความเป็นพิษนั้นจะเป็นมากน้อยขึ้นอยู่กับ การได้รับอันตรายหรือมีความปลอดภัยเมื่อสารเคมีนั้นปรากฏขึ้นในระดับหนึ่งในร่างกาย การศึกษาทางพิษวิทยาจึงได้มีการพัฒนาขึ้นเพื่อตรวจหาผลกระทบของสารเคมีเหล่านั้นที่มีต่อเนื้อเยื่อหรืออวัยวะในร่างกาย แต่แรกได้ทดสอบในสัตว์และในที่สุดได้นำมาสู่การใช้ช่วยตรวจวินิจฉัยการได้รับพิษของมนุษย์ และคำว่าพิษหรือ "toxic" จึงหมายถึงผลกระทบของสารเคมีที่มีอันตราย (harmful) ต่อสิ่งมีชีวิต

แต่เดิมวิชาพิษวิทยาเป็นสาขาของวิชาเภสัชวิทยา แต่วิชาพิษวิทยาสสมัยใหม่ (modern toxicology) นี้เป็นวิชาที่เกิดจากการผสมผสาน (multi-disciplinary) ที่อาศัยวิชาพื้นฐานหลายๆ สาขาวิชา คือ ฟิสิกส์ เคมี และ ชีววิทยา และการผสมผสานของสาขาวิชาพื้นฐานนี้ได้นำไปสู่สาขาวิชาเฉพาะทาง คือ ชีวเคมีคลินิก (เคมีคลินิก) สรีรวิทยา ความรู้ที่เกี่ยวกับสุขภาพอนามัยส่วนรวมซึ่งได้แก่ พยาธิวิทยาคลินิก จุลชีววิทยา ความเป็นพิษทางด้านเภสัชวิทยาซึ่งเกี่ยวกับการใช้ยารักษาโรค รวมทั้งวิชาการทางด้านสถิติเพื่อนำมาศึกษาตัดสินระดับของความเป็นพิษด้วย

พิษวิทยาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์สารเคมีในเลือดหรือใน biological fluid อื่นๆ ในห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก มักเป็นการตรวจหาผลกระทบของสารเคมีซึ่งบังเอิญเกิดและมีปะปนอยู่ในอากาศหรือมีอยู่โดยรอบตัวในบริเวณสถานที่ทำงาน หรือโดยการรับประทานอาหารซึ่งมีพิษปะปนอยู่ในธรรมชาติ หรือ โดยตั้งใจดื่มลงไปเป็นสารเจือปนหรือการดื่มน้ำที่มีสารพิษหรือเกิดการปนเปื้อนทางชีวภาพ (biological contaminants) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับสารต่างๆ ในเนื้อเยื่อของอวัยวะหรือของเหลวซึ่งเป็นการตรวจโดยทางอ้อมหรือเป็นการตรวจหาปริมาณของสารพิษนั้นตัวอย่างนั้นโดยตรง

พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม (Environmental Toxicology)

พิษวิทยาสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ

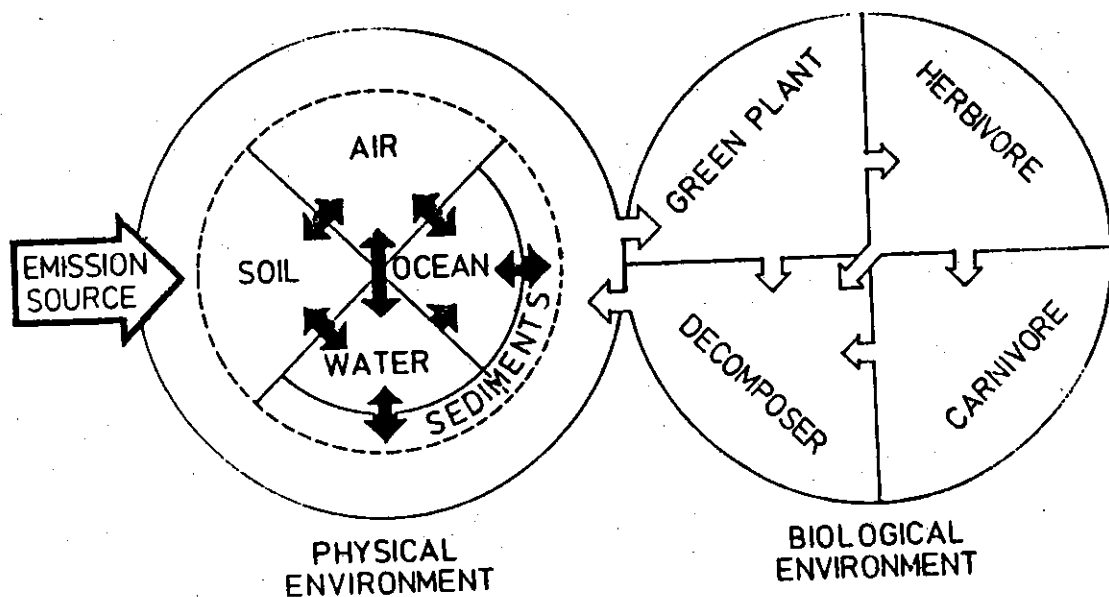
* ภาควิชาเคมีคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลกระทบของสารเคมีที่เป็นภัยต่อมนุษย์ สารเหล่านี้มีอยู่ในบรรยากาศ หรืออยู่โดยรอบตัวระหว่างปฏิบัติงานเพื่อประกอบสัมมาอาชีพ หรือโดยการรับประทานสารอาหารหรือสารเคมีตกค้าง หรือโดยการดื่มน้ำที่มีสารเคมีหรือสารเจือปนทางชีวภาพเข้าไป

เมื่อเกิดมลพิษทางอากาศซึ่งมีสาเหตุมาจากสารเคมี มักเป็นมลพิษที่เกิดขึ้นจากดินเหนียวที่ไม่ดี มลพิษจากสารเคมีประเภทต่างๆ นี้ก่อให้เกิดผลกระทบอันไม่พึงปรารถนาต่ออวัยวะหรือเนื้อเยื่อของมนุษย์ สารเคมีที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศมลพิษทางอากาศและเป็นพิษต่อร่างกายถ้ามีในปริมาณสูงได้แก่ Carbon Monoxide, Hydrocarbon, Sulfur Dioxide, Nitrogen oxide สารเหล่านี้มีต้นเหตุที่เกิดจากระบบการขนส่ง (Transportation), โรงงาน

อุตสาหกรรม(industry), จากการผลิตกระแสไฟฟ้า (electric generation), การทำให้เกิดความร้อนในที่โล่ง(space heating), หรือมลพิษจากเศษขยะหรือของเสียที่เหลือและไม่ใช้แล้ว (refuse disposal) เป็นต้น รูปที่ 1 แสดงวิถีทางการส่งผ่านของมลพิษไปยังพื้นผิวโลก

สารเคมีที่เติมลงในอาหารสัตว์ หรือยาที่ให้แก่สัตว์เพื่อรักษาโรค หรือยากำจัดศัตรูพืชมีข้อจำกัดอยู่ที่ ปริมาณการใช้และเวลาที่สารเจือปน (additive) เหล่านั้นสลายตัวหรือหมดพิษไปเมื่อนำไปใช้เป็นอาหาร การใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการเกษตรซึ่งช่วยให้เกษตรกรสามารถสร้างผลผลิตที่ดีกว่า แต่อาจปรากฏสารเคมีตกค้างได้ในอาหารที่ผลิตได้ หรือการเติมสารกันเสีย (preservative) ลงไปในอาหารเพื่อรักษาสภาพอาหารให้คงทน แต่สารเคมี



รูปที่ 1 วิถีทางส่งผ่านมลพิษไปยังพื้นผิวโลก (Pollutant transfer pathways in the biosphere)

เหล่านั้นจะสะสมในร่างกายของผู้บริโภคและเป็นพิษในเวลาต่อมาได้

การเจริญเติบโตของชุมชนและระบบอุตสาหกรรมเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมโลก น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยออกมาสู่แหล่งน้ำใช้ หรือคว้นพิษจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม หรือจากการขับเคลื่อนยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ในชุมชนที่อยู่กันแออัด สร้างพิษต่อร่างกายของประชากรโดยรอบไม่ช้าก็เร็ว

ห้องปฏิบัติการเคมีกับการมีส่วนร่วมในการตรวจทางพิษวิทยา

โดยปกติหน้าที่ของห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก คือ การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมี หรือเมตาโบไลต์ของสารเคมีในของเหลวในร่างกาย ซึ่งได้แก่ ในเลือด ซีรัม น้ำไขสันหลัง หรือในปัสสาวะ ซึ่งเป็นสิ่งส่งตรวจทั่วไปที่ใช้กันในการตรวจหาความผิดปกติของอวัยวะในร่างกายเพื่อช่วยแพทย์วินิจฉัยโรค ในอดีตการที่ห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก (หรือชันสูตร) มีส่วนร่วมในการช่วยตรวจวินิจฉัยความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมมีน้อยมากเนื่องจากเหตุผลที่พอสรุปได้ 3 ประการ คือ

1. ขาดบุคลากรที่มีความรู้และได้รับการฝึกฝนในการตรวจความเป็นพิษที่เกิดขึ้นแก่ร่างกายเนื่องจากสาเหตุต่างๆ

2. ขาดเครื่องมือที่น่าเชื่อถือ สวมควรนำไปใช้ในการวิเคราะห์สารพิษในสิ่งส่งตรวจในร่างกาย ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องมือเฉพาะอย่างมีราคาสูงเกินไป ที่จะจัดหาใช้ได้ในห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก

3. ความกลัวของบุคลากรของห้องปฏิบัติการที่จะต้องไปเกี่ยวข้องกับปัญหาทางกฎหมายทางการแพทย์ซึ่งปัจจุบันปัญหานี้คัดออกไปได้ เนื่องจากจะเกี่ยวข้องหรือเป็นหน้าที่โดยตรงของแพทย์ทางด้านนิติเวชศาสตร์ของหน่วยงาน หรือโรงพยาบาลนั้น

ปัญหาที่เกี่ยวข้องในการมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์สารพิษหรือความเป็นพิษที่เกิดขึ้นในร่างกายของห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก นั้น คือ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับข้อ 1 และ 2 ในอดีตถึงปัจจุบันห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกสามารถตรวจวิเคราะห์หาผลกระทบของสารพิษที่มีต่อร่างกายในสิ่งส่งตรวจได้จำกัดชนิด ยกตัวอย่างเช่น การตรวจหาสารวิเคราะห์บางชนิดที่ตรวจพบใน biological specimens ที่ทำกันอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการ เช่น cholinesterase, porphyrin และ delta-aminolevulinic acid dehydratase เป็นต้น ส่วนการตรวจสอบสารชนิดอื่นอาจมีวิธีทางง่าย เช่น การตรวจกรองหาสารที่ทำให้เกิดพิษในสิ่งส่งตรวจต่างๆ โดยปฏิกิริยาให้สี (color reaction) ไม่ได้มีการนำมาพัฒนาหรือจัดให้มีการตรวจขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก ทั้งนี้อาจมีเหตุผลที่เพิ่มเติมจากที่กล่าวข้างต้น คือ จำนวนสิ่งส่งตรวจของผู้ป่วยจากการได้รับพิษมีน้อยเกินไปที่จะเปิดทำการตรวจหาสารชนิดนั้นในห้องปฏิบัติการ จำนวนบุคลากรไม่เพียงพอเพราะการตรวจสารเคมีอื่นๆที่ทำประจำวันอยู่มีมากล้นมือ แต่ในปัจจุบันความเจริญรุ่งเรืองทางเศรษฐกิจ การพัฒนาประเทศรวมทั้งประชากรเมืองที่มีหนาแน่นมากขึ้นทำให้เกิดปัญหาของความเป็นพิษที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมมาก

นั้น และทำให้มีผู้ป่วยจากการได้รับสารพิษโดยที่ไม่ได้ตั้งใจมาเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลมากขึ้น จึงได้มีการปรับปรุงห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกให้มีขีดความสามารถในการวิเคราะห์หาความเป็นพิษได้ การตรวจสารพิษในสิ่งส่งตรวจของผู้ป่วยที่ได้รับพิษอย่างเฉียบพลัน

การคัดแยกสารพิษหลายชนิดออกจากการเป็นสาเหตุของความเป็นพิษ หรือการแยกหาความแตกต่างของต้นเหตุของความเป็นพิษในสิ่งส่งตรวจของผู้ป่วยที่ได้รับพิษอย่างเฉียบพลัน จะสามารถทำได้รวดเร็ว ถ้าหากได้ทราบถึงประวัติผู้ป่วย สารพิษชนิดต่างๆ อาจมีอยู่ในดิน ในของของเหลว หรือในก๊าซรอบตัวผู้ป่วยและประวัติผู้ป่วยที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเหล่านั้น จะช่วยบอกทิศทางและให้ความรวดเร็วในการเลือกวิธีการตรวจกรองชนิดของสารพิษ ซึ่งต้องทำเบื้องต้นก่อนการตรวจที่จำเพาะเพื่อยืนยันชนิดของสารพิษชนิดนั้น เพื่อส่งผลไปยังแพทย์ผู้ทำการรักษา

การตรวจหาสารพิษในสิ่งส่งตรวจของผู้ป่วยที่ได้รับพิษอย่างเรื้อรัง

ปัญหาของการได้รับพิษแล้วก่อให้เกิดพิษต่อร่างกายอย่างเรื้อรัง มักมีสาเหตุจากการได้รับสัมผัส (exposure) จากสารเหล่านั้นเป็นเวลานาน ซึ่งอาจเป็นภัยต่อสุขภาพหรือไม่ก็ได้ การรับพิษชนิดนี้บางครั้งมักพบว่าอาการหรือลักษณะการแสดงออกของผู้ป่วย ไม่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารพิษ หรือเมตาโบไลต์ที่ปรากฏในสิ่งส่งตรวจ หรือ ระยะต้นอาจพบผลกระทบคือเมตา

โบไลต์ในร่างกายของผู้ป่วยน้อยมาก ดังนั้นการที่ผู้ป่วยมาโรงพยาบาลเพื่อมารับการรักษานั้น เป็นระยะที่ผู้ป่วยได้รับพิษสะสมมาเป็นเวลานาน จนกระทั่งสารพิษนั้นมีผลที่อวัยวะเป้าหมายและมีการตรวจรักษาที่ปลายเหตุโดยไม่ทราบถึงต้นเหตุของความเจ็บป่วยนั้น

ธรรมชาติของสารเป็นพิษที่ทำให้เกิดความเป็นพิษชนิดเรื้อรังมีหลายชนิดกว้างๆ พวกที่มาจากธาตุ (elements) ต่างๆ มักได้แก่พวกโลหะหนัก พวกที่มาจากสารประกอบอินทรีย์ และอนินทรีย์ ซึ่งได้แก่ พวกยาที่ใช้รักษาโรค สารกำจัดศัตรูพืช (pesticides) กลิ่นไอของสารเคมีในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เคมีภัณฑ์ สารเจือปนที่มีในอาหาร ทั้งที่ตั้งใจเติมลงไปและที่ปนเปื้อนและมลพิษที่มีในอากาศที่ได้กล่าวนมาแล้ว

วิธีการตรวจสารพิษในสิ่งส่งตรวจ

วิธีการตรวจสารพิษแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

1. การตรวจหาสารพิษโดยตรง

การตรวจกรอง (screening test) เป็นการตรวจหาสารเป็นพิษในสิ่งส่งตรวจเบื้องต้นการตรวจกรองต้องทำฉับพลันโดยเฉพาะในสิ่งส่งตรวจที่ได้รับพิษเฉียบพลัน โดยทำการคัดแยกชนิดของสารพิษ (selectivity) วิธีต้องมีความไวสูง (high sensitivity) และใช้เวลาในการทดสอบสั้น เพื่อจะได้ทำการส่งผลให้แพทย์ได้อย่างรวดเร็ว

วิธีการตรวจกรองนี้เป็นวิธีที่สามารถเลือกใช้เครื่องมือที่มีความละเอียดอ่อนน้อยที่สุด ไม่

ต้องการเครื่องมือราคาแพง (เครื่องมือราคาแพงก็ใช้ในการตรวจกรองได้) แต่วิธีที่เลือกใช้อย่างน้อยต้องบอกได้ถึงชนิดของสารพิษที่ผู้ป่วยได้รับสัมผัส สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ ในบางครั้งวิธีที่ง่ายมักให้การตรวจที่ให้ผลลบลง (False negative result) ซึ่งจะนำไปสู่การให้การปฏิบัติรักษาค่ากว่าที่ควร (suboptimal treatment) การใช้การตรวจกรองแล้วพบสารพิษในสิ่งส่งตรวจแล้ว ต้องทำการตรวจยืนยันผลอีกครั้งเพื่อส่งผลยืนยันไปยังแพทย์

การตรวจกรองสารพิษนี้สามารถใช้วิธีต่างๆ ได้ดังนี้ คือ

1. วิธีทาง colorimetry หรือ spectrophotometry

2. วิธี Chromatography ชนิด Thin layer chromatography (TLC)/Gas chromatography (GC)

3. การทำ spot test ตรวจหาสารพิษชนิดต่างๆ วิธีนี้ไม่ต้องการเครื่องมือในการทดสอบเป็นวิธีการง่ายที่ใช้ตาหรือจมูกของการผู้ทดสอบทำการตรวจชนิดของสารพิษ วิธีการนี้ให้ผลที่เป็นผลบวกลง (False positive results) และ ผลลบลง (False negative results) บ่อยที่สุด

การตรวจยืนยันผลของการตรวจกรองโดยการตรวจเฉพาะทางควรกระทำ เพื่อยืนยันผลของการตรวจทางห้องปฏิบัติการซึ่งจะแสดงผลว่าผู้ป่วยได้รับสารพิษชนิดนั้นจริงให้ครบขั้นตอน เพื่อแพทย์จะได้รับข้อมูลของความพิษได้ครบถ้วน การตรวจวิเคราะห์ชนิดนี้ต้องการเครื่องมือที่มีคุณภาพสูง ดังนั้นเครื่องมือเหล่านั้นจึงมีราคาสูงไปด้วย

วิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษเหล่านี้จะใช้

เครื่องมือต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ

1. UV-Visible spectrophotometer
2. High performance liquid chromatography (HPLC) /GC
3. Atomic absorption spectrophotometry

การตรวจวัดสารพิษโดยเครื่องมือเหล่านี้ต้องการบุคลากรที่ได้รับการฝึกฝน เพื่อให้เครื่องมือให้ถูกต้องด้วย

2. การตรวจวัดสารพิษทางอ้อม

วิธีการนี้เป็นวิธีที่ตรวจหาผลกระทบของสารเคมีที่ได้รับที่มีต่อระดับสารหรือเมตาโบไลต์ของสารต่างๆ ในของเหลวหรือเนื้อเยื่อในร่างกายซึ่งเปลี่ยนแปลงไป เช่น พิษของยาฆ่าแมลงทำให้ activity ของ cholinesterase ลดลง พิษของตะกั่วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการสร้างเม็ดเลือดแดง และเกิดภาวะ porphyria หรือ พิษของคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ทำให้ร่างกายขาด O_2 และตรวจพบ COHb ในเลือดมากขึ้นเป็นต้น วิธีการตรวจเหล่านี้ สามารถใช้ตั้งแต่เครื่องมือ spectrophotometer แบบธรรมดาซึ่งมีอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการหรืออาจเป็นชนิด UV-Visible Spectrophotometer ที่ยังสามารถจัดหามาใช้ได้ในห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก จนกระทั่งถึงการใช้เครื่องมือ HPLC, Atomic absorption spectrophotometer ซึ่งมีราคาแพงได้

ปัจจุบันมีผู้ป่วยที่ได้รับพิษจากสารเคมีมารับการรักษาในโรงพยาบาลมากขึ้น โรงพยาบาลขนาดใหญ่ส่วนมากมีห้องปฏิบัติการพิษวิทยา ส่วนโรงพยาบาลขนาดกลางหรือขนาดเล็กนั้นการตรวจหาความเป็นพิษนั้นมักเป็นหน้าที่ของห้องปฏิบัติการเคมีคลินิก ซึ่งรับผิดชอบในการวิเคราะห์สารพิษในสิ่งส่งตรวจในห้องนั้นๆ และสำหรับการตรวจทางห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกนี้จะทำได้มากหรือน้อยชนิด และทำได้เฉพาะเจาะจงถึงขนาดยืนยันผล และไม่ว่าจะเป็นการตรวจทางตรงหรือทางอ้อมจะขึ้นกับเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ การตรวจกรองจะสามารถทำได้อย่างน้อยโดยวิธีการตรวจกรองที่ใช้ TLC ซึ่งราคาเครื่องมือไม่แพง และเชื่อถือได้กว่า spot test วิธีการวิเคราะห์ที่ใช้

ยืนยันผลซึ่งใช้ UV-Visible spectro photometer มีโอกาสที่จะทำได้มากกว่าการวิธีที่อาศัยเทคนิคทาง Atomic absorption spectrophoto meter หรือ HPLC ซึ่งต้องการการฝึกฝนบุคลากรให้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือให้ถูกต้องอีกด้วย

เอกสารประกอบ

1. Loomis TA., Essential of toxicology. 3 ed., Lea & Febiger, Philadelphia, 1978 : p.1-9.
2. Blanke RV, Decker WJ., Analysis of toxic substances. In "Textbook of clinical chemistry" . Tietz NW .Ed., W.B. Saunder Company , Philadelphia ,1982:1671-1683.