

การสำรวจจำนวนและความสามารถของห้องปฏิบัติการ
ตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรม
ในประเทศไทย พ.ศ. 2557

**A Survey of the Numbers and the Competency of
Industrial Chemical Biomarker Laboratories
in Thailand in 2014**

ยุทธนา ยานะ*, วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์**, วิชยุทธม์ ทัพวงษ์***

*คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์อชีวเวชศาสตร์ โรงพยาบาลสมิติเวชศรีราชา, *ศูนย์อชีวเวชศาสตร์ โรงพยาบาลกรุงเทพ

Yuttana Yana*, Wiwat Ekburanawat, Vichayut Tupwongse*****

***Faculty of Medicine, Chulalongkorn University**

****Occupational Medicine Center, SamitivejSriracha Hospital**

*****Occupational Medicine Center, Bangkok Hospital**

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงพรรณนาภาคตัดขวางนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจจำนวนและความสามารถของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2557 ผลการสำรวจพบว่ามีห้องปฏิบัติการที่สามารถทำการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ และให้บริการตรวจวิเคราะห์แก่องค์กรภายนอกและบุคคลทั่วไปได้ เป็นจำนวน 7 แห่ง แบ่งเป็นห้องปฏิบัติการภาครัฐ 4 แห่ง และห้องปฏิบัติการเอกชน 3 แห่ง สถานที่ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร 4 แห่ง จังหวัดระยอง 2 แห่ง และจังหวัดนนทบุรี 1 แห่ง มีห้องปฏิบัติการที่ผ่านมาตรฐาน ISO 15189 เพียง 1 แห่งเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบรายการสารเคมีที่มีการกำหนดค่าอ้างอิงของตัวบ่งชี้ทางชีวภาพไว้โดยองค์กร American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) ในปี ค.ศ. 2014 ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 48 ชนิดสารเคมีแล้ว พบว่า ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในประเทศไทยสามารถทำการตรวจได้เป็นจำนวนทั้งสิ้น 32 ชนิดสารเคมี การพัฒนาจำนวน ความสามารถ และคุณภาพของห้องปฏิบัติการเหล่านี้เพิ่มขึ้นในอนาคตจะเป็นส่วนช่วยในการพัฒนางานด้านอาชีวอนามัยของประเทศได้ในระยะยาว

คำสำคัญ : ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ, การสัมผัสสารเคมี, ห้องปฏิบัติการ

Abstract

The cross-sectional descriptive study aimed to survey the numbers and competency of industrial chemical biomarker laboratories in Thailand in 2014. The results showed that there were seven laboratories that could perform biomarker analysis and provide services to their clients and the public. Four laboratories were governmental laboratories, while another three laboratories were private. Four laboratories were located in the Bangkok metropolis, two in Rayong Province, and one in Nonthaburi Province. Only one laboratory passed ISO 15189 certification. According to the Biological Exposure Indices (BEI) of the 48 chemicals recommended by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) in 2014, 32 of those chemicals could be analyzed by laboratories in Thailand. The development of the quantity, competency and quality of biomarker analytical laboratories would enhance the occupational health service capabilities in the long run in Thailand.

Keywords : Biomarker, Chemical Exposure, Laboratories

บทนำ

ในการดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยเพื่อดูแลสุขภาพคนทำงานที่สัมผัสสารเคมีนั้น จำเป็นต้องมีการเฝ้าระวังทางสุขภาพ (Health surveillance) ให้กับคนทำงานที่มีความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารเคมีในระดับอันตรายการเฝ้าระวังทางสุขภาพนี้ นอกจากการตรวจติดตามระดับสารเคมีในสิ่งแวดล้อม (Environmental monitoring) ซึ่งหมายถึงการตรวจวัดระดับสารเคมีในบรรยากาศการทำงานอยู่เป็นระยะแล้ว การตรวจติดตามทางชีวภาพ (Biological monitoring) ก็เป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญอีกอย่างหนึ่ง ที่สามารถใช้ประเมินระดับการสัมผัสสารเคมีในคนทำงานที่มีความเสี่ยงได้เป็นอย่างดี^{1,2} ข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของประเทศไทยก็สนับสนุนให้ผู้ดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยทำการตรวจติดตามทางชีวภาพเพื่อการเฝ้าระวังทางสุขภาพให้กับคนทำงานสัมผัสสารเคมีที่มีความเสี่ยง³

การตรวจติดตามทางชีวภาพนั้น ทำได้โดยการตรวจวัดระดับการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพในร่างกายของคนทำงานเป็นระยะโดยการตรวจวัด “ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ” (หรือบางแห่งเรียก “ตัวชี้วัดทางชีวภาพ”) (Biomarkers หรือ Biological markers) ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพนี้ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท 4 ตามช่วงเวลาในการสัมผัสต่อสารเคมี ได้แก่ 1) ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัส (Biomarkers of exposure) หมายถึงตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่เกิดขึ้นหลังจากร่างกายได้รับสัมผัสสารเคมีเข้าไปภายในแล้ว แต่ยังไม่เกิดผลกระทบต่อร่างกายขึ้น 2) ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของผลกระทบ (Biomarkers of effect) หมายถึงตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่เกิดขึ้นหลังจากสารเคมีก่อผลกระทบขึ้นต่อร่างกายแล้ว และ 3) ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของความไวรับ (Biomarker of susceptibility) หมายถึงตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่บอกระดับความไวรับของร่างกาย เป็นการคาดการณ์ล่วงหน้าหากได้รับสารเคมีชนิดที่พิจารณาเข้าไป ซึ่งมักเป็นการตรวจ

ทางพันธุกรรมเป็นส่วนใหญ่ ในทางปฏิบัตินั้น การเฝ้าระวังทางสุขภาพโดยการตรวจติดตามทางชีวภาพในงานอาชีวอนามัย นิยมใช้การตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสเป็นการตรวจหลัก เนื่องจากเป็นตัวบ่งชี้ที่บอกระดับการสัมผัสสารเคมีตั้งแต่ที่ยังไม่เกิดผลกระทบต่อร่างกายขึ้น ซึ่งถือว่าให้ประโยชน์ในแง่ของการป้องกันโรคได้ดีกว่าการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของผลกระทบ และทำการตรวจวัดได้ง่ายกว่าตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของความไวรับ

การตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสมักเป็นการตรวจระดับของสารเคมีชนิดนั้น หรือสารที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสารเคมีชนิดนั้นในร่างกายผ่านกระบวนการของเอนไซม์ (Enzymes) ที่เรียกว่า สารเมตาโบไลต์ (Metabolites) ซึ่งอยู่ในเลือด ปัสสาวะ หรือตัวกลางชนิดอื่น ๆ ในร่างกาย ค่าอ้างอิงที่ใช้ในการประเมินผลการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสมีการกำหนดไว้โดยองค์การทางด้านอาชีวอนามัยหลายแห่ง^{1,2} แต่ที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้อ้างอิงสูงสุดคือค่าดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ (Biological exposure indices; BEI) ที่กำหนดโดย American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)⁵ ซึ่งจะทำการปรับปรุงค่าดัชนีดังกล่าวเป็นประจำทุกปีตามองค์ความรู้ทางวิชาการที่เปลี่ยนแปลงไปในประเทศไทยนั้น การตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพได้รับความนิยมในการนำมาใช้เฝ้าระวังทางสุขภาพให้กับคนทำงานที่สัมผัสสารเคมีมาเป็นเวลานานแล้ว^{7,8}

อย่างไรก็ตาม ในการส่งตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในประเทศไทยในปัจจุบัน พบปัญหาว่าผู้ดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยไม่ทราบข้อมูลว่ามีตัวบ่งชี้ทางชีวภาพชนิดใดบ้างที่สามารถส่งตรวจได้ในประเทศไทย มีห้องปฏิบัติการที่สามารถทำการตรวจได้เป็นจำนวนเท่าใด ใช้ระยะเวลาในการตรวจนานเท่าใด รวมถึงมีราคาค่าตรวจเท่าใด แม้จะมีการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์เหล่านี้ไว้ในอดีตเป็นจำนวน 2 ครั้งคือ

ในปี พ.ศ. 2543^{7,8} และ พ.ศ. 2549^{9,10} แต่เมื่อเวลาผ่านไป จำนวนและความสามารถของห้องปฏิบัติการที่สามารถทำการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพได้ ก็มีการเปลี่ยนแปลง อีกทั้งการพัฒนาทางด้านวิชาการ ทำให้มีตัวบ่งชี้ทางชีวภาพชนิดใหม่ๆ เพิ่มขึ้นจากในอดีต^{1,2} การสำรวจข้อมูลที่เป็นปัจจุบันจึงมีส่วนช่วยให้ผู้ดำเนินงานทางด้านอาชีวอนามัยมีข้อมูลประกอบการพิจารณาส่งตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพได้มากขึ้น การศึกษาในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจจำนวนและความสามารถของห้องปฏิบัติการที่สามารถทำการวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสของสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2557 เพื่อประโยชน์ดังที่กล่าวมา

วิธีการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบเชิงพรรณนาภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study) เพื่อสำรวจจำนวนและความสามารถของห้องปฏิบัติการต่างๆ ในการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสของสารเคมีที่ใช้ในอุตสาหกรรมในประเทศไทย ทำการสำรวจในระหว่างวันที่ 1 มิถุนายน - 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2557 โดยใช้การเก็บข้อมูลจากฐานข้อมูลของหน่วยงานภาครัฐ การขอข้อมูลผ่านเครือข่ายห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ และการโทรศัพท์สอบถามข้อมูลจากห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งโดยตรงการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผ่านการพิจารณาด้านจริยธรรมจากคณะกรรมการสนับสนุนการวิจัยและจริยธรรมการวิจัย โรงพยาบาลสมิติเวชศรีราชา รหัสโครงการวิจัย SSH-RES-2014-004

เกณฑ์ในการพิจารณาห้องปฏิบัติการที่ถือว่าสามารถตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพได้ในการสำรวจครั้งนี้ ได้แก่ 1) เป็นห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือในการตรวจวิเคราะห์ สามารถทำการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพได้จริง ไม่ใช่ห้อง

ปฏิบัติการที่ส่งตัวอย่างเพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการแห่งอื่น 2) ให้บริการตรวจวิเคราะห์แก่องค์กรภายนอกและบุคคลทั่วไปได้

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ลักษณะขององค์กร (เป็นห้องปฏิบัติการภาครัฐหรือเอกชน) สถานที่ตั้ง สถานะการผ่านการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบด้านการแพทย์หรือชั้นสูตรสาธารณสุข (ISO 15189) จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข รายชื่อของสารเคมีและตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่ห้องปฏิบัติการนั้นสามารถตรวจได้ ตามรายการสารเคมีที่มีตัวบ่งชี้ทางชีวภาพขององค์กร ACGIH ปี ค.ศ. 2014⁵ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 48 ชนิดสารเคมี และตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่ไม่ได้อยู่ในรายการขององค์กร ACGIH ปี ค.ศ. 2014 แต่ยังคงได้รับความนิยมในการใช้ตรวจติดตามทางชีวภาพในประเทศไทยอีก 4 รายการ ได้แก่ Total arsenic in urine สำหรับการติดตามการสัมผัสสาร Arsenic, Mandelic acid in urine สำหรับการติดตามการสัมผัสสาร Ethyl benzene, Mandelic acid in urine สำหรับการติดตามการสัมผัสสาร Styrene, และ Hippuric acid in urine สำหรับการติดตามการสัมผัสสาร Toluene ในแต่ละรายการตรวจที่ห้องปฏิบัติการสามารถทำการตรวจวิเคราะห์ได้จะทำการเก็บข้อมูล วิธีการตรวจวิเคราะห์ ระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจจนถึงส่งผลกลับ (Turn-around time) และราคาค่าตรวจ

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ความถี่ ช่วง และค่าเฉลี่ย เพื่อพรรณนาผลการศึกษา

ผลการศึกษา

ผลจากการติดต่อสอบถามข้อมูลจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งเป็นหน่วยงานภาครัฐที่ทำหน้าที่กำกับดูแลห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ในประเทศไทย พบว่าไม่มีฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพไว้เป็นการเฉพาะ เนื่องจากห้อง

ปฏิบัติการที่ให้บริการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพหลายแห่ง ก็ให้บริการตรวจทางพยาธิวิทยาคลินิกหรือทางพิษวิทยาคลินิก หรือให้บริการตรวจระดับสารเคมีในตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปด้วย ทำให้การจำแนกกลุ่มของห้องปฏิบัติการเหล่านี้ทำได้ยากการหาข้อมูลของห้องปฏิบัติการที่รับทำการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการศึกษาครั้งนี้ จึงใช้การติดต่อขอข้อมูลจากเครือข่ายห้องปฏิบัติการในประเทศไทยแทน ซึ่งเป็นวิธีเดียวกับการสำรวจข้อมูลในปี พ.ศ. 2543^{7,8}

เมื่อได้ข้อมูลติดต่อของห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งจากเครือข่ายห้องปฏิบัติการแล้ว ทำการโทรศัพท์สอบถามข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ของห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งโดยตรง ชี้แจงวัตถุประสงค์

ของการศึกษาและขอความร่วมมือในการให้ข้อมูล โดยความสมัครใจ ผลจากการติดต่อสอบถามข้อมูลจากห้องปฏิบัติการที่คาดว่าจะสามารถทำการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพได้จำนวนทั้งหมด 128 แห่ง พบว่ามีห้องปฏิบัติการที่เข้าเกณฑ์ในการสำรวจครั้งนี้ คือ 1) สามารถตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพได้จริง โดยไม่ต้องส่งตัวอย่างไปตรวจที่ห้องปฏิบัติการแห่งอื่น และ 2) ให้บริการตรวจวิเคราะห์แก่องค์กรภายนอกและบุคคลทั่วไปได้เป็นจำนวน 7 แห่ง (เรียกแทนด้วยสัญลักษณ์ A – G) ห้องปฏิบัติการทั้ง 7 แห่งให้ข้อมูลรายละเอียดการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่สามารถตรวจได้ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัส (Biomarkers of exposure) ของสารเคมีแต่ละชนิด ที่มีการกำหนดไว้โดยองค์กร American Conference of Governmental Industrial Hygienists ปี ค.ศ. 2014 และมีบริการตรวจในประเทศไทย

ชื่อสารเคมี ชื่อตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ	สถานที่ ตรวจ	วิธีการตรวจ	Turn-around- time (วัน) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)	ราคา (บาท) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)
Acetone				
<i>Acetone in urine</i>	A	HS-GC	2	300
	B	HS-GC/MS	3	400
	C	HS-GC	14	180
	D	HS-GC	10	165
	E	HS-GC	15	400
	F	HS-GC	15	400
			9.8 (2-15)	307.5 (165-400)
Acetylcholinesterase inhibiting pesticides				
<i>Cholinesterase activity in red blood cells</i>	A	pH-meter	2	220
			2.0 (-)	220.0 (-)

ชื่อสารเคมี ชื่อตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ	สถานที่ ตรวจ	วิธีการตรวจ	Turn-around- time (วัน) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)	ราคา (บาท) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)
Arsenic, elemental and soluble inorganic compounds				
<i>Total arsenic in urine**</i>	A	Q-Analysis	3	350
	B*	ICP-MS	10	600
	C	AAS	7	180
	D	AAS	10	150
	E	AAS	15	300
	F	AAS	15	300
				10.0 (3-15)
<i>Inorganic arsenic plus methylated metabolites in urine</i>	B	HPLC/ICP-MS	15	2,400
	E	HPLC/ICP-MS	15	2,000
			15.0 (-)	2,200.0 (2,000-2,400)
Benzene				
<i>S-phenylmercapturic acid</i>	A	GC/MS	10	1,050
	B	LC-MS/MS	8	2,525
			9.0 (8-10)	1,787.5 (1,050-2,525)
<i>t, t-Muconic acid in urine</i>	A	HPLC-DAD	4	280
	B*	HPLC	7	450
	C	HPLC	14	200
	D	HPLC	10	310
	E	HPLC	15	500
	F	HPLC	15	500
	G	HPLC	14	500
			11.3 (4-15)	391.4 (200-500)
1,3-Butadiene				
<i>1,2 Dihydroxy-4-(N-Acetylcysteiny)-butane in urine</i>	F	LC-MS/MS	15	2,000
			15.0 (-)	2,000.0 (-)

ชื่อสารเคมี ชื่อตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ	สถานที่ ตรวจ	วิธีการตรวจ	Turn-around- time (วัน) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)	ราคา (บาท) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)
Cadmium and inorganic compounds				
<i>Cadmium in urine</i>	B*	ICP-MS	10	380
<i>Cadmium in blood</i>	CD	AAS	7	120
	EF	AAS	10	135
	A	AAS	15	300
	B*	AAS	15	300
	C	AAS	11.4 (7-15)	247.0 (120-380)
	D	ICP-MS	3	280
		AAS	10	430
	AAS	7	120	
		10	135	
		7.5 (3-10)	241.3 (120-430)	
Carbon disulfide				
<i>2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid (TTCA) in urine</i>	C	HPLC	14	250
			14.0 (-)	250.0 (-)
Carbon monoxide				
<i>Carboxyhemoglobin in blood</i>	C	Spectro	14	150
			14.0 (-)	150.0 (-)
Chromium (VI)				
<i>Total chromium in urine</i>	B*	ICP-MS	10	380
	CD	AAS	7	120
	E	AAS	10	135
		AAS	15	300
			10.5 (7-15)	233.8 (120-380)
Cobalt				
<i>Cobalt in urine</i>	B*	ICP-MS	10	440
	C	AAS	7	120
	D	AAS	10	200
			9.0 (7-10)	253.3 (120-440)

ชื่อสารเคมี ชื่อตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ	สถานที่ ตรวจ	วิธีการตรวจ	Turn-around- time (วัน) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)	ราคา (บาท) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)
<i>Cobalt in blood</i>	B*	ICP-MS	10 10.0 (-)	500 500.0 (-)
Cyclohexanol				
<i>Cyclohexanol in urine</i>	C	GC	14	180
	D	HS-GC	10 12.0 (10-14)	165 172.5 (165-180)
Cyclohexanone				
<i>Cyclohexanol in urine</i>	C	GC	14	180
	D	HS-GC	10 12.0 (10-14)	165 172.5 (165-180)
Dichloromethane				
<i>Dichloromethane in urine</i>	B	HS-GC/MS GC	3	500
	E	GC	15	400
	F		15 11.0 (3-15)	400 433.3 (400-500)
Ethyl benzene				
<i>Sum of mandelic acid and phenylglyoxelic acid in urine</i>	A	HPLC-DAD	3	300
	B	HPLC	7	600
	F	HPLC	15	500
	G	HPLC	14 9.8 (3-14)	400 450.0 (300-600)
<i>Mandelic acid in urine**</i>	A	HPLC-DAD	3	320
	B	HPLC	7	380
	C	HPLC	14	200
	D	HPLC	10	310
	E	HPLC	15	400
	F	HPLC	15 10.7 (3-15)	400 335.0 (200-400)

ชื่อสารเคมี ชื่อตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ	สถานที่ ตรวจ	วิธีการตรวจ	Turn-around- time (วัน) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)	ราคา (บาท) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)
Fluoride				
<i>Fluoride in urine</i>	A	ISE	2	180
	C	ISE	14	180
	D	ISE	10	200
	E	ISE	15	300
			10.3 (2-15)	215.0 (180-300)
n-Hexane				
<i>2,5-Hexanedion in urine</i>	B	HS-GC/MS	7	500
	C	GC	14	200
	D	HS-GC	10	250
	E	GC	15	400
			11.5 (7-15)	337.5 (200-500)
Lead				
<i>Lead in blood</i>	A	AAS	3	300
	B*	ICP-MS	10	400
	B*	ICP-MS(STAT)	5	650
	C	AAS	7	100
	D	AAS	10	90
	E	AAS	15	300
	F	AAS	15	300
		9.3 (3-15)	305.7 (90-650)	
Mercury (elemental)				
<i>Mercury in urine</i>	A	AAS	3	350
	B*	ICP-MS	10	600
	C	AAS	7	180
	D	D-Analyze	10	150
	E	ICP-MS	15	500
		9.0 (3-15)	356.0 (150-600)	

ชื่อสารเคมี ชื่อตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ	สถานที่ ตรวจ	วิธีการตรวจ	Turn-around- time (วัน) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)	ราคา (บาท) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)
Methanol				
<i>Methanol in urine</i>	A	HS-GC	2	300
	B	HS-GC/MS	3	400
	C	HS-GC	14	180
	D	HS-GC	10	165
	E	HS-GC	15	400
			8.8 (2-15)	289.0 (165-400)
Methemoglobin inducers				
<i>Methemoglobin in blood</i>	C	Spectro	14	180
			14.0 (-)	180.0 (-)
Methyl n-Buthyl Ketone				
<i>2,5-Hexanedione in urine</i>	B	HS-GC/MS	7	500
	C	GC	14	200
	D	HS-GC	10	250
Methyl chloroform				
<i>Trichloroacetic acid in urine</i>	A	HS-GC	2	250
	C	Spectro	14	180
	D	UV-VIS	10	165
	E	HPLC	15	400
			10.3 (2-15)	248.8 (165-400)
<i>Trichloroethanol in urine</i>	C	Spectro	14	200
			14.0 (-)	200.0 (-)
Methyl Ethyl Ketone				
<i>Methyl Ethyl Ketone in urine</i>	A	HS-GC	3	350
	B	HS-GC/	3	500
	C	MS HSGC	14	180
	D	HS-GC	10	165
	E	HS-GC	15	400
	F	HS-GC	15	400
			10.0 (3-15)	332.5 (165-500)

ชื่อสารเคมี ชื่อตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ	สถานที่ ตรวจ	วิธีการตรวจ	Turn-around- time (วัน) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)	ราคา (บาท) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)
Methyl Isobutyl Ketone				
<i>Methyl Isobuthyl Ketone in urine</i>	C	HS-GC	14	180
	D	HS-GC	10	165
	E	HS-GC	15	400
	F	HS-GC	15	400
			13.5 (10-15)	286.3 (165-400)
Nitrobenzene				
<i>Methemoglobin in blood</i>	C	Spectro	14	180
			14.0 (-)	180.0 (-)
Parathion				
<i>Cholinesterase activity in red blood cells</i>	A	pH-meter	2	220
			2.0 (-)	220.0 (-)
Phenol				
<i>Phenol in urine</i>	C	HPLC	14	150
	D	HPLC	10	165
	E	GC	15	400
				13.0 (10-15)
2-Propanol (Isopropyl alcohol)				
<i>Acetone in urine</i>	A	HS-GC	2	300
	B	HS-GC/MS	3	400
	C	HS-GC	14	180
	D	HS-GC	10	165
	E	HS-GC	15	400
	F	HS-GC	15	400
			9.8 (2-15)	307.5 (165-400)

ชื่อสารเคมี ชื่อตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ	สถานที่ ตรวจ	วิธีการตรวจ	Turn-around- time (วัน) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)	ราคา (บาท) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)
Styrene				
<i>Mandelic acid plus phenylglyoxylic acid in urine</i>	A	HPLC-DAD	3	300
	B	HPLC	7	600
	F	HPLC	15	500
	G	HPLC	14	400
			9.8 (3-15)	450.0 (300-600)
<i>Mandelic acid in urine**</i>	A	HPLC-DAD	3	320
	B*	HPLC	7	380
	CD	HPLC	14	200
	EF	HPLC	10	310
		HPLC	15	400
			10.7 (3-15)	335.0 (200-400)
Toluene				
<i>Toluene in blood</i>	B	HS-GC/MS	3	550
	E	HS-GC	15	400
	F	HS-GC	15	400
			11.0 (3-15)	450.0 (400-550)
<i>Toluene in urine</i>	B	HS-GC/MS	3	550
			3.0 (-)	550.0 (-)
<i>o-Cresol in urine</i>	A	HPLC-DAD	4	350
			4.0 (-)	350.0 (-)
<i>Hippuric acid in urine**</i>	A	HPLC-DAD	3	250
	B*	HPLC	7	400
	C	HPLC	14	180
	D	HPLC	10	310
	D	UV-VIS	10	110
	E	HPLC	15	400
	F	HPL	15	400
	G	HPLC	14	400
			11.0 (3-15)	306.3 (110-400)

ชื่อสารเคมี ชื่อตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ	สถานที่ ตรวจ	วิธีการตรวจ	Turn-around- time (วัน) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)	ราคา (บาท) เฉลี่ย (ต่ำสุด-สูงสุด)
Xylene				
<i>Methylhippuric acid in urine</i>	A	HPLC	3	250
	B*	HPLC	7	400
	C	HPLC	14	200
	D	HPLC	10	220
	E	HPLC	15	400
	F	HPLC	15	400
	G	HPLC	14	400
			11.1 (3-15)	324.3 (200-400)

หมายเหตุ HS-GC = Headspace gas chromatography, HS-GC/MS = Headspace gas chromatography/mass spectrometry, QA-analysis = Direct quantitative analysis of arsenic, ICP-MS = Inductive coupled plasma mass spectrometry, AAS = Atomicabsorption spectrometry, HPLC/ICP-MS = High-performance liquid chromatography/inductive coupled plasma mass spectrometry, GC/MS = Gas chromatography/mass spectrometry, LC-MS/MS = Liquid chromatography-tandem mass spectrometry, HPLC-DAD = High-performance liquid chromatography with diode-array detection, HPLC = Highperformance liquid chromatography, Spectro = Spectrophotometry, GC = Gas chromatography, ISE = Ion-selective electrode analysis, STAT = Immediately, D-Analysis = Direct mercury analysis, UV-VIS = Ultraviolet-visible spectroscopy, * = รายการตรวจที่ผ่านมาตรฐาน ISO 15189, ** = รายการตรวจที่ ACGIH - 2014 ไม่ได้แนะนำให้ใช้แล้ว

ห้องปฏิบัติการทั้ง 7 แห่ง เป็นห้องปฏิบัติการภาครัฐ 4 แห่ง (ห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาล 2 แห่ง คือห้องปฏิบัติการ A และ G, นอกโรงพยาบาล 2 แห่ง คือห้องปฏิบัติการ E และ F) เป็นห้องปฏิบัติการเอกชน 3 แห่ง (เป็นห้องปฏิบัติการนอกโรงพยาบาล ทั้ง 3 แห่งคือห้องปฏิบัติการ B, C, และ D) สถานที่ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานคร 4 แห่ง (ห้องปฏิบัติการ A, B, C, และ D) ระยอง 2 แห่ง (ห้องปฏิบัติการ F และ G) และนนทบุรี 1 แห่ง (ห้องปฏิบัติการ E)

เมื่อทำการตรวจสอบกับฐานข้อมูลของศูนย์ข้อมูลการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ สำนักมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข¹¹ พบว่ามีห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่ผ่านมาตรฐาน ISO 15189 อยู่เพียง 1 แห่ง (ห้องปฏิบัติการ B) โดยจำนวนรายการตรวจที่ผ่านมาตรฐานมีทั้งหมด 13 รายการ รายละเอียดดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 2 แสดงรายการสารเคมีที่มีตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัส (Biomarkers of exposure) ซึ่งกำหนดไว้โดยองค์กร American Conference of Governmental Industrial Hygienists ปี ค.ศ. 2014 แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์ที่สามารถให้บริการตรวจได้ในประเทศไทยจากการสำรวจในครั้งนี้

ชื่อสารเคมี

Aniline
 2-Butoxyethanol
 Chlorobenzene
 N,N-Dimethylacetamide
 N,N-Dimethylformamide
 2-Ethoxyethanol (EGEE) and 2-Ethoxyl acetate (EGEEA)
 Furfural
 2-Methoxyethanol and 2-Methoxyethyl acetate
 4,4-Methylene Bis(2-Chloroaniline) (MBOCA)
 N-Methyl-2-Pyrrolidone
 Naphthalene
 Pentachlorophenol
 Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)
 Tetrachloroethylene
 Tetrahydrofuran
 Uranium

ตารางที่ 2 แสดงรายการสารเคมี 16 ชนิดที่มีตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสซึ่งกำหนดไว้โดยองค์กร ACGIH ปี ค.ศ. 2014 แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์ที่สามารถให้บริการตรวจได้ในประเทศไทยจากการสำรวจในครั้งนี้

อภิปรายผล

ข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในประเทศไทย

ในปี พ.ศ. 2557 รวมกันทุกแห่ง สามารถตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสารเคมีที่มีการกำหนดค่าอ้างอิงไว้โดยองค์กร ACGIH ปี ค.ศ. 2014 5 จำนวน 48 ชนิดสารเคมี ได้เป็นจำนวนทั้งสิ้น 32 ชนิดสารเคมี (ตารางที่ 1)

จำนวนของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในประเทศไทยที่พบจากการศึกษาครั้งนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 7 แห่ง เป็นจำนวนที่น้อยกว่าข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2543^{7,8} และ พ.ศ. 2549^{9,10} ซึ่งพบจำนวนห้องปฏิบัติการตรวจ

วิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในประเทศไทยเป็นจำนวน 45 แห่ง และ 33 แห่งตามลำดับ สาเหตุที่พบจำนวนของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพแตกต่างกันมากในการสำรวจครั้งนี้ เนื่องจากเกณฑ์การรวบรวมข้อมูลในการสำรวจแตกต่างกัน ในการรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ พบว่ามีห้องปฏิบัติการบางแห่งไม่สามารถทำการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพได้เอง แต่ให้บริการส่งต่อไปตรวจที่ห้องปฏิบัติการแห่งอื่น และห้องปฏิบัติการบางแห่งที่มีความสามารถในการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพได้เป็นการภายใน แต่ไม่รับตรวจให้กับองค์กรภายนอกและบุคคลทั่วไป ทั้ง 2 กรณีที่พบนี้จัดว่ามีประโยชน์ต่อการดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยในภาพรวมของประเทศค่อนข้างน้อย การสำรวจในครั้งนี้จึงจำกัดเกณฑ์ในการสำรวจ และไม่ได้รวบรวมข้อมูลของห้องปฏิบัติการที่มีลักษณะดังกล่าวเข้ามาด้วย ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจครั้งนี้จึงมีความน่าเชื่อถือสูง และสามารถนำไปใช้อ้างอิงในทางปฏิบัติได้เป็นอย่างดี

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในครั้งนี้พบว่าการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพแต่ละรายการในห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งนั้นมีความแตกต่างกัน ทั้งในเรื่องวิธีการตรวจ ซึ่งมีความหลากหลายแตกต่างกันในเรื่องการผ่านมาตรฐานคุณภาพของห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ISO 15189 พบว่ามีห้องปฏิบัติการเพียงแห่งเดียว (ห้องปฏิบัติการ B) ที่มีรายการตรวจผ่านการรับรองมาตรฐานนี้ การพัฒนาคุณภาพของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในประเทศไทยให้ดีขึ้นในอนาคต จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่ผู้เกี่ยวข้องควรพัฒนาต่อไป

ในเรื่องระยะเวลาการตรวจจนถึงส่งผลกลับ พบว่ามีความแตกต่างกันไปในห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง แต่ส่วนใหญ่ต้องใช้เวลาหลายวันในการตรวจวิเคราะห์ รายการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่มีระยะเวลาการตรวจจนถึงส่งผลกลับเฉลี่ยรวดเร็วที่สุดคือการตรวจ Cholinesterase activity in red

blood cells เพื่อติดตามการสัมผัสสารกลุ่ม Acetylcholinesterase inhibiting pesticides (รวมถึง Parathion ด้วย) ซึ่งใช้เวลา 2 วัน ส่วนรายการที่ใช้ระยะเวลาเฉลี่ยนานที่สุดคือ การตรวจ Inorganic arsenic plus methylated metabolites in urine เพื่อติดตามการสัมผัสสาร Arsenic และการตรวจ 1,2 Dihydroxy-4-(N-Acetylcysteiny)-butane in urine เพื่อติดตามการสัมผัสสาร 1,3-Butadiene ซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย 15 วันเท่ากัน ในเรื่องราคาค่าตรวจ มีความแตกต่างกันไปตามวิธีการตรวจ และห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง รายการตรวจที่มีค่าตรวจเฉลี่ยถูกที่สุดคือ การตรวจ Carboxyhemoglobin in blood เพื่อติดตามการสัมผัสสาร Carbon monoxide ซึ่งมีราคาอยู่ที่ 150 บาทต่อตัวอย่าง ส่วนรายการตรวจที่มีค่าตรวจเฉลี่ยสูงที่สุดคือ การตรวจ Inorganic arsenic plus methylated metabolites in urine เพื่อติดตามการสัมผัสสาร Arsenic ซึ่งมีราคาอยู่ที่ 2,200 บาทต่อตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพเป็นการตรวจที่ต้องใช้ระยะเวลานานในการวิเคราะห์ และบางรายการมีราคาค่าตรวจค่อนข้างสูงผู้ดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยจึงควรวางแผนให้รอบคอบก่อนการส่งตรวจทุกครั้ง

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในปัจจุบันมีห้องปฏิบัติการที่สามารถตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพได้หลายแห่ง แต่ละแห่งมีความสามารถในการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสารเคมีหลายชนิด การพัฒนาในแง่เทคนิควิธีการตรวจ เพื่อให้สามารถตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสารเคมีที่ยังไม่สามารถตรวจได้เพิ่มขึ้น และการพัฒนาคุณภาพของห้องปฏิบัติการให้ผ่านมาตรฐาน ISO 15189 ได้เพิ่มขึ้นยังเป็นสิ่งจำเป็นที่ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งควรดำเนินการ การพัฒนาจำนวนและคุณภาพของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพอย่างต่อเนื่อง จะเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดประโยชน์กับงานอาชีวอนามัยของประเทศในภาพรวมในระยะยาวได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบุคลากรห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างชีวภาพทุกแห่ง รวมถึงเครือข่ายห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างชีวภาพที่ให้ความช่วยเหลือในการให้ข้อมูลสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ทุกท่านที่ให้คำแนะนำในการรวบรวมข้อมูล และเจ้าหน้าที่ผู้จัดทำฐานข้อมูลห้องปฏิบัติการที่ผ่านการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบด้านการแพทย์หรือชั้นสูตรสาธารณสุข (ISO 15189) ซึ่งช่วยให้การตรวจสอบข้อมูลห้องปฏิบัติการที่ผ่านการรับรองมาตรฐานทำได้โดยสะดวก

เอกสารอ้างอิง

1. Lauwerys RR, Hoet P. Industrial chemical exposure: guideline for biological monitoring. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press; 2001.
2. Jakubowski M, Trzcinka-Ochocka M. Biological monitoring of exposure: trend and key developments. J Occup Health 2005; 47(1): 22-48.
3. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4409 (พ.ศ. 2555) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แนวปฏิบัติการตรวจสุขภาพตามปัจจัยเสี่ยงด้านเคมีและกายภาพจากการประกอบอาชีพในสถานประกอบกิจการ พ.ศ. 2555. ราชกิจจานุเบกษาเล่ม 129 ตอนที่ 105 ง. (ลงวันที่ 4 กรกฎาคม 2555).
4. ศิริลักษณ์ วงษ์วิจิตสุข. Biomarkers กับบทบาทที่สำคัญในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย. วารสารมจก. วิชาการ 2552; 12(24): 89-99.

5. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs and BEIs. Cincinnati: ACGIH; 2014.
6. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Documentation of the threshold limit values for biological exposure indices. 7th ed. Cincinnati: ACGIH; 2013.
7. สวรรยา จันทูตานนท์. สถานการณ์การรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการด้านอาชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย พ.ศ. 2543 [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2543.
8. พรชัย ลิทธิศรีธัญกุล. การตรวจทางอชีวเวชศาสตร์กับการเฝ้าระวังสุขภาพ. วารสารสาธารณสุข มหาวิทยาลัยบูรพา 2555; 7(2): 124-9.
9. อัญชลี อร่ามเหียรธำรง, จิระพล ถิรวินัยพล, นันทวัน กลิ่งเทศ, กรองทอง กุ้วโรดม, ดาวรุ่ง รังงาม, ธนรัตน์ แก้วสว่าง. ข้อมูลห้องปฏิบัติการพิษวิทยาในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: โรงพยาบาลพระรัตนราชธานี กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข; 2549.
10. ศูนย์ข้อมูลการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการสำนักมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. หน่วยงานที่ผ่านการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบด้านการแพทย์หรือชั้นสูตรสาธารณสุข (ISO 15189) [อินเทอร์เน็ต]. 2557 [เข้าถึงเมื่อ 7 ส.ค. 2557]. เข้าถึงได้จาก http://webdb.dmasc.moph.go.th/ifc_qa/dbqa/default.asp?iID=LEDGD.