



วารสาร

ปีที่ 5 ฉบับที่ 20 กันยายน - พฤศจิกายน 2555

ความปลอดภัยและสุขภาพ

Journal of Safety and Health

Vol. 5 No. 20 September - November 2012



พบ...บทความเด่น

- ★ การเปลี่ยนแปลงปัจจัยเสี่ยงของสุขภาพในระยะเวลา 4 ปีของนักศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จำนวน 60,569 คน และผลกระทบต่ออัตราความชุกของโรคความดันโลหิตสูง
- ★ การย่อยสลายสารพิษอินทรีย์ในสารละลายดินตะกอนภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรต
- ★ ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับอุบัติเหตุจากการทำงานในคนงานโรงงานแปรรูปไม้ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร
- ★ Factors Related to Stress Among Workers in Small Garment Factory Center Areas, Vientiane Capital, Lao PDR.
- ★ “เวลาพัก” ปัจจัยสำคัญในการป้องกันปัญหาสุขภาพของผู้ใช้คอมพิวเตอร์
- ★ สารละลายจากงานวิจัยและบทความทางวิชาการด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม
- ★ การตรวจวัดความเข้มแสงสว่างเฉลี่ยแบบพื้นที่
- ★ ความพยายามในการลดอุบัติเหตุทางถนนขององค์การสหประชาชาติ
- ★ วิจารณ์หนังสือ Exposure Assessment in Occupational and Environmental Epidemiology



ISSN 19058160



9 771905 816003

ป้ายคุณภาพสูง

เพราะเราใช้สติ๊กเกอร์สะท้อนแสง และหมึกพิมพ์โปร่งแสงของ **3M** งานป้ายของเราจึงมีคุณภาพยาวนาน ไม่ซีดจางก่อนอายุจริงของวัสดุและสี แม้อยู่กลางแจ้ง

ป้ายสั่งทำ ป้ายนโยบาย ป้ายโครงการ



RELABEL AREA

DP AREA

UNDER REPAIRING
BY MAINTENANCE
อยู่ระหว่างซ่อมเครื่องจักร
โดย แผนซ่อมบำรุง

EXIT
ทางออก

E-07

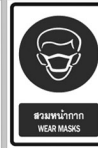
ทางหนีไฟ
FIRE EXIT

E-23

หยุด



M-01



M-02



M-03

50
กม.



W-02



W-03



W-06

หยุด
ตรวจ



P-08



P-09



P-10



I-02
30x240
cm.

ปลอดภัยไว้ก่อน + SAFETY FIRST

ป้ายตั้งพื้น



ป้ายตั้งพื้นพลาสติก

สามารถมองเห็นได้ 2 ด้าน รูปแบบสวยงาม

ขนาดกะทัดรัด แข็งแรง ใช้งานง่าย

สามารถพับเก็บได้เมื่อเลิกใช้

สามารถเลือกแบบตามมาตรฐาน

หรือสั่งทำพิเศษตามความต้องการของท่านได้



ST-01



ST-02



ST-03



ST-04



ST-05



ST-06



ST-07



ST-08



ST-09



ST-10



ST-11



ST-12



ST-13



ST-14



ST-15



ST-16



ST-17



ST-18



ST-19



ST-20



ST-21



ST-22



ST-23

ลูกค้าสามารถ
ออกแบบป้าย
ได้ตามต้องการ
นอกเหนือจาก
แบบมาตรฐาน



ST-24



บริษัท ซีเอสที ซัพพลายส์ จำกัด

55/3 หมู่ 3 ตำบลบางขุนทอง อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี 11130

Tel : 0-2422-8422, 0-2432-6633 Fax : 0-2422-8424, 0-2432-6631 www.cstsupply.co.th



บรรณาธิการบริหาร	รองศาสตราจารย์สุราวุธ สุธรรมมาสา	
ผู้ช่วยบรรณาธิการ	คุณโยธิน ตันธรรมสกุล	
กองบรรณาธิการ		
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ศาสตราจารย์ ดร. นพ.พรชัย ลิขิตวิวัฒน์กุล รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล	รองศาสตราจารย์ ดร.ธเรศ ศรีสถิตย์
มหาวิทยาลัยมหิดล	ศาสตราจารย์ ดร.พญ.ศิริกุล อิศรานุรักษ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชมภูศักดิ์ พูลเกษ รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา อยู่สุข รองศาสตราจารย์ ดร.วันหนิ พันธุ์ประสิทธิ์ รองศาสตราจารย์ นพ.พิทยา จารุพูนผล	รองศาสตราจารย์ ดร.สุทิน อยู่สุข รองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ประยูร พงสสถิตย์กุล รองศาสตราจารย์ ดร.สุคนธา คงศีล รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชาติ ณ หนองคาย
มหาวิทยาลัยบูรพา	รองศาสตราจารย์ ดร.กุหลาบ รัตนสังขธรรม	
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	รองศาสตราจารย์ ดร.นันทวรรณ วิจิตรวาทการ อาจารย์ ดร.ชัยยุทธ ชวลิตนิธิกุล	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สลิทธ เทพตระการพร
สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร	รองศาสตราจารย์ ดร.สืบศักดิ์ นันทวานิช	
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	รองศาสตราจารย์ ดร.บุษยชัย บันเทิงจิต	
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พญ.พิชญา พรรคทองสุข	รองศาสตราจารย์ ดร.เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช	รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ คิวะเดชาเทพ รองศาสตราจารย์ ดร.นิตยา เทญศิริณา รองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ พุทธาพิทักษ์ผล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จันทรคง	รองศาสตราจารย์ ดร.พานิ สัตกะสิน รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีศักดิ์ สุนทรไชย รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพฑูรย์ รองศาสตราจารย์ปิติ พูนไชยศรี
กระทรวงอุตสาหกรรม	ดร.ประเสริฐ ตปนียางกูร	ดร.วิฑูรย์ สิมะโชคดี
กระทรวงสาธารณสุข	ดร.เมธิ จันทจักรภรณ์ ดร.พญ.ฉันทนา ผดุงทศ นพ.วิชาญ เกิดวิชัย พญ.นฤมล สวรรค์ปัญญาเลิศ	ดร.นพ.สมเกียรติ ศิริรัตนพฤษ นพ.โกมาตร จึงเสถียรทรัพย์ นพ.ลือชา วรรณรัตน์
ผู้ทรงคุณวุฒิ	ศาสตราจารย์ ดร.สมจิตต์ สุพรรณทัศน์ ดร.ทวีสุข พันธุ์เพ็ง ดร.ไชยยศ บุญญากิจ คุณกาญจนา กานต์วีโรจน์	รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา จงวิศาล รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ เกตุรานนท์ คุณสุดติดา กรังไกรวงศ์

กองบรรณาธิการยินดีที่จะเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนข่าวสารข้อมูลที่มีประโยชน์หรือน่าสนใจต่อสาธารณชนและขอสงวนสิทธิ์ในการสรุปย่อ ตัดทอนหรือเพิ่มเติมตามความเหมาะสม

ความเห็นและทัศนะในแต่ละเรื่องเป็นของผู้เขียน ซึ่งทางกองบรรณาธิการและสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

พิมพ์ที่: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ถ.แจ้งวัฒนะ ต.บางพูด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

โทรศัพท์ 0 2504 7680 - 6 โทรสาร 0 2503 4913 **ปก:** นายกิตติ บุญโพธิ์ทอง **รูปเล่ม:** นายไพฑูรย์ ทับเทศ นางสาวธนพรณ เกษมสุข



ผู้ทรงคุณวุฒิอ่านผลงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ศาสตราจารย์ ดร. นพ.พรชัย ลิขิตศิริกุล รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล	รองศาสตราจารย์ ดร.ธเรศ ศรีสถิตย์
มหาวิทยาลัยมหิดล	ศาสตราจารย์ ดร.พญ.ศิริกุล อิศรานุรักษ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชมภูศักดิ์ พูลเกษ รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา อยู่สุข รองศาสตราจารย์ ดร.วันหนิ พันธุ์ประสิทธิ์ รองศาสตราจารย์ นพ.พิทยา จารุพูนผล รองศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ แก้วปาน อาจารย์ พญ.สุพัทธา ศรีวินิชากร	รองศาสตราจารย์ ดร.สุทิน อยู่สุข รองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ประยูร พงสิดิษฐ์กุล รองศาสตราจารย์ ดร.สุคนธา คงศีล รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชาติ ณ หนองคาย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชราพร เกิดมงคล
มหาวิทยาลัยบูรพา	รองศาสตราจารย์ ดร.กุหลาบ รัตนสังธรรม	รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศะทีก
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	รองศาสตราจารย์ ดร.นันทวรรณ วิจิตรวาทการ รองศาสตราจารย์ ดร.นพ.สุรศักดิ์ บุรณตรีเวทย์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สสิธร เทพตระการพร อาจารย์ ดร.ชัยยุทธ ชวลิตนิธิกุล
สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร	รองศาสตราจารย์ ดร.สืบศักดิ์ นันทวานิช	
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บันเทิงจิต	
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พญ.พิชญา พรหมทองสุข	รองศาสตราจารย์ ดร.เพชรน้อย สิงห์ช้างชัย
มหาวิทยาลัยเฉลิมพระเกียรติกาญจนาภิเษก	รองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมพล ต้นสกุล	
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช	รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ คิวะเดชาเทพ รองศาสตราจารย์ ดร.นิตยา เพ็ญศิริมา รองศาสตราจารย์ ดร.สมใจ พุทธาพิทักษ์ผล รองศาสตราจารย์สรารุช สุธรรมาสา รองศาสตราจารย์ ดร.บุษบา สุธีธร	รองศาสตราจารย์ ดร.พานิ สัตกะสิน รองศาสตราจารย์ ดร.ศรีศักดิ์ สุนทรไชย รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพฑูลย์ รองศาสตราจารย์ปิติ พูนไชยศรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จันทร์คง
กระทรวงอุตสาหกรรม	ดร.ประเสริฐ ตปนียางกูร	ดร.วิฑูรย์ สิมะโชคดี
กระทรวงสาธารณสุข	ดร.เมธี จันทจารุภรณ์ ดร.พญ.ฉันทนา ผดุงทศ นพ.วิชาญ เกิดวิชัย พญ.นฤมล สวรรค์ปัญญาเลิศ นพ.อดุลย์ บัณฑิตกุล	ดร.นพ.สมเกียรติ ศิริรัตนพุกษ นพ.โกมาตร จึงเสถียรทรัพย์ นพ.ลือชา วรรัตน์ รองศาสตราจารย์ พญ.เยาวรัตน์ ปรปักษ์ขาม
ผู้ทรงคุณวุฒิ	ศาสตราจารย์ ดร.สมจิตต์ สุพรรณทัศน์ ดร.ทวีสุข พันธุ์เพ็ง ดร.ไชยยศ บุญญากิจ คุณกาญจนา กานต์วีโรจน์	รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตรา จงวิศาล รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ เกยุรานนท์ คุณสุดธิดา กรังโกรวงศ์

ท่านที่สนใจเป็นผู้ทรงคุณวุฒิอ่านผลงาน กรุณาส่งประวัติของท่าน (ได้แก่วุฒิการศึกษาสูงสุด ผลงานวิชาการ และ Area of Interest) มายังกองบรรณาธิการ



บทบรรณาธิการ

สถานการณ์การประสบอันตรายจากการทำงานจะดีขึ้นมากน้อยแค่ไหน ถ้าพิจารณาจากมุมมองของชาวตะวันตกที่พัฒนาแล้ว ผมประเมินว่าเขาให้ความสนใจอยู่ที่ผู้บริหารและลูกจ้าง สังเกตได้จากมาตรฐานระบบการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จะมีข้อกำหนดในเรื่องบทบาท ความรับผิดชอบของผู้บริหาร และเรื่องมีส่วนร่วมของลูกจ้างในเรื่องความปลอดภัยในการทำงาน แต่ถ้าพิจารณาในข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นในประเทศไทยแล้ว ลูกจ้างยังมีบทบาทในเรื่องนี้น้อยมาก เราจะได้ยินอยู่เสมอว่าลูกจ้างที่เป็นกรรมการในคณะกรรมการความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (คปอ.) จะไม่ค่อยแสดงบทบาทเท่าใดนัก คนที่แสดงความคิดเห็นส่วนใหญ่มักจะเป็นกรรมการฝ่ายบริหาร (ซึ่งไม่ใช่เรื่องไม่ดี) ดังนั้นถ้ามุมมองชาวตะวันตกถูกต้อง และใช้ได้กับบริบทของประเทศไทย ก็แปลว่าเราต้องทำงานด้านนี้ที่มุ่งไปในเรื่องการพัฒนาลูกจ้างให้มากกว่านี้มากๆ ผมเคยทำวิจัยด้วยทุนสนับสนุนจากสกว. ว่าเราจะทำให้ คปอ. เข้มแข็งได้อย่างไร ปรากฏว่าผู้เกี่ยวข้องมีความเห็นว่า (ในหลายๆ ข้อ) ถ้าให้โครงสร้างคปอ. มีกรรมการของสหภาพแรงงานเป็นกรรมการโดยตำแหน่งจะช่วยให้ คปอ. เข้มแข็งมากกว่าที่เป็นอยู่ ดังนั้นจึงน่าสนใจมากที่จะมีการศึกษาวิจัยในเรื่องการมีส่วนร่วมของลูกจ้างในการดำเนินงานด้านความปลอดภัยในการทำงาน

ในวารสารฉบับนี้ยังคงมีเรื่องความปลอดภัยทางถนนที่เกี่ยวข้องเนื่องจากการทำงานมาเสนอ ข้อมูลที่นำเสนอมาตั้งแต่ฉบับที่แล้วและฉบับนี้ จะเห็นได้ว่าโรงงาน สถานประกอบการกิจการ และเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพต้องให้ความสนใจและนำเรื่องความปลอดภัยทางถนนมาบรรจุในแผนงานโครงการขององค์กร เพื่อหาทางป้องกันความสูญเสียจากอุบัติเหตุทางถนนที่จะเกิดขึ้น และเพื่อประสิทธิภาพในการทำงานขององค์กร

สำหรับบทความที่เผยแพร่ในฉบับนี้ มีความน่าสนใจและติดตาม ก็หวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้อ่านนะครับ

รองศาสตราจารย์สรวิศ สุธรรมาสี
บรรณาธิการบริหาร



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
● บทความจากงานวิจัย	
ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับอุบัติเหตุจากการทำงานในโรงงานแปรรูปไม้ เซตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร	6 - 14
การเปลี่ยนแปลงปัจจัยเสี่ยงของสุขภาพในระยะเวลา 4 ปี ของนักศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช จำนวน 60,569 คน และผลกระทบต่ออัตราความชุกของโรคความดันโลหิตสูง	15 - 31
การย่อยสลายสารฟีนอลโดยจุลินทรีย์ในสารละลายดินตะกอนภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรต	32 - 40
Factors Related to Stress Among Workers in Small Garment Factories Center Areas, Vientiane Capital, Lao PDR	41 - 54
● สารนํ้ารู้จากงานวิจัยและบทความทางวิชาการ	
สารนํ้ารู้จากงานวิจัยและบทความทางวิชาการด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม	55 - 68
● การยศาสตร์	
“เวลาพัก” ปัจจัยสำคัญในการป้องกันปัญหาสุขภาพของผู้ใช้คอมพิวเตอร์	69 - 74
● บันทึกสาระด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม	
การตรวจวัดความเข้มแสงสว่างเฉลี่ยแบบพื้นที่	75 - 79
● ความปลอดภัยทางถนน	
ความพยายามในการลดอุบัติเหตุทางถนนขององค์การสหประชาชาติ	80 - 82
● บทวิจารณ์หนังสือ	
Exposure Assessment in Occupational and Environmental Epidemiology	83 - 87



ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับอุบัติเหตุ จากการทำงานในโรงงานแปรรูปไม้ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร

Prevalence and Associated Factors of Work Related Accidents Among
Sawmill Workers in Bangsue District, Bangkok

สุภาพร เน้นอุดร สาธารณสุขศาสตร์มหาบัณฑิต

(การจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย) สำนักงานเขตบางซื่อ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.นิตยา วัจนะภูมิ Ph.D. (Epidemiology)

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับอุบัติเหตุจากการทำงานในโรงงานแปรรูปไม้ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ทั้งหมด 16 แห่ง กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาจำนวน 157 คน เก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนมิถุนายน 2555 โดยการสัมภาษณ์คนงานเกี่ยวกับอุบัติเหตุจากการทำงานในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา พฤติกรรมการป้องกันอันตราย ประสิทธิภาพการทำงาน สภาพแวดล้อมในการทำงาน รวมถึงข้อมูลด้านประชากร และสัมภาษณ์เจ้าของโรงงานหรือผู้จัดการโรงงานเกี่ยวกับการจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงาน และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยใช้สมการถดถอยโลจิสติกส์

ผลการศึกษาความชุกของการเกิดอุบัติเหตุในคนงานโรงงานแปรรูปไม้ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา พบร้อยละ 10.8 ส่วนปัจจัยเสี่ยงของอุบัติเหตุจากการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่นแล้วมี 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยด้านเพศชาย (OR = 24.6, 95% CI = 1.5 - 399.1) และโรงงานที่ไม่มีการจัดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไว้ให้คนงาน (OR = 20.4, 95% CI = 1.2 - 337.9)

ผลการศึกษานี้เสนอแนะให้เจ้าของโรงงานแปรรูปไม้ควรให้ความสำคัญกับการจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไว้ให้คนงานตามลักษณะงานอย่างครบถ้วนและเพียงพอ โดยเฉพาะคนงานชายที่เป็นปัจจัยเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ การศึกษาในครั้งต่อไปควรเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อยืนยันผลการศึกษาในครั้งนี้

คำสำคัญ: อุบัติเหตุจากการทำงาน โรงงานแปรรูปไม้/ปัจจัยเสี่ยง

Abstract

A cross-sectional study was conducted to examine the prevalence and associated factors of work related accidents among sawmill workers in Bangsue District, Bangkok. During June, 2012, a sample of 157 sawmill workers randomly selected from 16 sawmill factories in Bangsue District were interviewed about their experiences in worked related accidents in the past year, work experiences, safety behaviors, working conditions, and demographic data. In addition, the owners/managers of the factories were interviewed to obtained information on

safety management system of the factories. Factors associated with work related accidents were analyzed using multiple logistic regression.

The result shows a 10.8% of work related accidents in the past year among sawmill workers in Bangsue District, Bangkok. The factors significantly associated with prevalence of work related accidents are male (OR = 24.6, 95% CI = 1.5 - 399.1) and unavailability of personal protective equipment for workers (OR = 20.4, 95% CI = 1.2 - 337.9).

The findings suggested that sufficiently provision of personal protective equipment for workers, especially male worker, could potentially reduce risk of work related accidents in sawmill factories. Further studies with large sample size are suggested to confirm the observed findings.

Keywords: Work related accidents/Sawmill factories/Risk factors

1. บทนำ

อุบัติเหตุจากการทำงานเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในประเทศไทย โดยเฉพาะกิจการทำไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ซึ่งเป็นหนึ่งใน 16 ประเภทกิจการ ตามการจัดหมวดหมู่ของสำนักงานประกันสังคม¹ โดยตั้งแต่ พ.ศ. 2547 - 2553 กิจการที่เกี่ยวกับการทำไม้มีสถิติการประสบอันตรายอยู่ระหว่าง 60.9 - 35.4 ราย ต่อลูกจ้าง 1,000 ราย ส่วนภาพรวมของประเทศที่มีสถิติอยู่ระหว่าง 29.2 - 17.9 ราย ต่อลูกจ้าง 1,000 ราย (ดังแสดงในตารางที่ 1) จะเห็นได้ว่าสถิติการประสบอันตรายต่อลูกจ้าง 1,000 รายของกิจการไม้มีสถิติที่สูงมากกว่าในทุกปี โดยรวมประมาณ 2 เท่า แม้ว่าอัตราการประสบอันตรายกรณีเสียชีวิตของกิจการไม้จะมีสถิติน้อยกว่าของประเทศเกือบทุกปี แต่ใน พ.ศ. 2553 กลับพบว่ากิจการไม้มีอัตราการประสบอันตรายกรณีเสียชีวิตเพิ่มขึ้นและมากกว่าคือ 10.0 รายต่อลูกจ้าง 100,000 ราย ในขณะที่ของทั้งประเทศที่มีสถิติเท่ากับ 7.6 รายต่อลูกจ้าง 100,000 ราย ดังนั้นจึงต้องมีการดำเนินการเกี่ยวกับความปลอดภัยในกิจการไม้อย่างต่อเนื่องเพื่อไม่ให้อัตราการประสบอันตรายและการตายของลูกจ้างเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเจ็บป่วย และการตายเช่นนี้จะมีผลกระทบระยะยาวต่อคุณภาพชีวิตและฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมของแรงงานเป็นอันมาก

หมายเหตุ ¹ กิจการ 16 ประเภท ได้แก่ 1. การสำรวจ การทำเหมืองแร่ 2. การผลิตอาหาร เครื่องดื่ม 3. การผลิตสิ่งทอ ถัก เครื่องประดับ 4. การทำป่าไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ 5. ผลิตภัณฑ์จากกระดาษ การพิมพ์ 6. ผลิตภัณฑ์เคมี ปิโตรเลียม 7. ผลิตภัณฑ์จากแร่โลหะ 8. การผลิตโลหะขั้นมูลฐาน 9. ผลิตภัณฑ์จากโลหะ 10. ผลิตภัณฑ์ประกอบยานพาหนะ 11. อุตสาหกรรมการผลิตอื่นๆ 12. สาธารณูปโภค 13. การก่อสร้าง การติดตั้งเครื่องจักร ชุบน้ำ 14. การขนส่ง การคมนาคม 15. การค้า 16. ประเภทกิจการอื่นๆ



ตารางที่ 1 เปรียบเทียบสถิติการประสบอันตรายเนื่องจากการทำงานของกิจการทั้งหมด 16 ประเภท กับสถิติการประสบอันตรายเนื่องจากการทำงานของกิจการทำไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้

ปี	กิจการทั้งหมด*		กิจการทำไม้*	
	อัตราการประสบ อันตรายต่อลูกจ้าง 1,000 ราย	อัตราการประสบ อันตรายกรณีเสียชีวิต ต่อลูกจ้าง 100,000 ราย	อัตราการประสบ อันตรายต่อลูกจ้าง 1,000 ราย	อัตราการประสบ อันตรายกรณีเสียชีวิต ต่อลูกจ้าง 100,000 ราย
2547	29.2	11.7	60.9	6.4
2548	27.8	18.7	55.3	8.2
2549	25.6	10.1	50.3	6.0
2550	24.3	9.1	45.9	6.9
2551	21.7	7.5	41.8	5.9
2552	18.8	7.5	35.6	4.9
2553	17.9	7.6	35.4	10.0

* ปรับปรุงจาก: สถิติกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม (2553)

อุบัติเหตุที่เกิดจากอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำไม้เกิดขึ้นได้จากหลายขั้นตอนของการทำงานตั้งแต่การเลื่อยไม้ การใส่ไม้ การซอยไม้ การอัดน้ำยา และการอบไม้จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า สาเหตุสำคัญของการบาดเจ็บเกิดจากใบเลื่อยบาด (สำนักงานควบคุมป้องกันโรคที่ 4 จังหวัดราชบุรี, 2551) และการศึกษาของนันทนัฐ คชนาค (2548) พบอัตราความชุกของอุบัติเหตุจากการทำงานของคนงานในแผนกผลิตโรงงานแปรรูปไม้เกิดจากงานเลื่อยไม้ ซอยไม้ และใส่ไม้ สูงที่สุดรองลงมาคืองานอัดน้ำยาและอบไม้

การสำรวจข้อมูลโดยกองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมสำนักงานมัณฑนากร กรุงเทพมหานคร (2552) พบว่า มีกิจการที่เกี่ยวข้องกับการทำไม้กระจายอยู่ในกรุงเทพมหานครทั้ง 50 เขต ประมาณ 1,232 แห่ง เขตที่เป็นแหล่งอุตสาหกรรมทำไม้สูงเป็นอันดับหนึ่ง คือ เขตบางซื่อ มีกิจการทำไม้จำนวน 307 แห่ง รองลงมาคือ เขตบางขุนเทียน จำนวน 62 แห่ง และเขตบางบอน จำนวน 52 แห่ง ตามลำดับ จำนวนกิจการที่เกี่ยวข้องกับการทำไม้ในเขตบางซื่อข้อมูลล่าสุดใน พ.ศ. 2554 มี จำนวน 294 แห่ง ส่วนใหญ่เป็นการประดิษฐ์ไม้เป็นสิ่งของเครื่องใช้ การฟั่นสี การทาสีไม้ จำนวน

278 แห่ง และเป็นโรงงานแปรรูปไม้ จำนวน 16 แห่ง (ฝ่ายสิ่งแวดล้อมและสุขาภิบาล สำนักงานเขตบางซื่อ, 2554) การที่จำนวนกิจการไม้ในเขตบางซื่อมากกว่าเขตอื่นในกรุงเทพมหานครหลายเท่า ชี้ให้เห็นว่าปัญหาความปลอดภัยจากกิจการไม้ในเขตบางซื่อเป็นปัญหาสำคัญที่ควรได้รับการดูแลเป็นพิเศษ เพื่อช่วยลดการป่วย ตาย และทุพพลภาพจากอุบัติเหตุของคนงาน ที่ผ่านมามีข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดอุบัติเหตุ และสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุในกิจการที่เกี่ยวข้องกับการทำไม้ในเขตบางซื่อยังมีจำกัด

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกของอุบัติเหตุและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดอุบัติเหตุของคนงานในโรงงานแปรรูปไม้ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการหาแนวทางการควบคุมและป้องกันปัญหาดังกล่าวได้อย่างเหมาะสมต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ประชากรที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) เพื่อศึกษาความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับอุบัติเหตุจากการทำงานในโรงงานแปรรูปไม้ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ประชากรที่ใช้ในการศึกษามี 2 กลุ่ม คือ คนงานในโรงงานแปรรูปไม้ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร จำนวน 16 แห่ง มีคนงานทั้งสิ้น 272 คน และเจ้าของโรงงานหรือผู้จัดการ จำนวน 16 คน (ฝ่ายสิ่งแวดล้อมและสุขาภิบาล สำนักงานเขตบางซื่อ, 2554) สำหรับกลุ่มตัวอย่างคนงานที่ต้องการศึกษา จำนวน 158 คน ได้จากการคำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อประมาณค่าสัดส่วนของประชากรสำหรับประชากรกลุ่มเดียวที่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน เพื่อป้องกันการสูญเสียข้อมูลได้เพิ่มกลุ่มตัวอย่างเป็น 170 คน ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างคนงานโดยใช้การสุ่มแบบแยกชั้นตามสัดส่วนของคนงานในแต่ละโรงงาน (proportional stratified random sampling) ทำให้ได้จำนวนตัวอย่างที่ต้องการในแต่ละโรงงาน และเลือกตัวอย่างคนงานด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) จาก Sampling frame ของแต่ละโรงงาน ส่วนเจ้าของโรงงานหรือผู้จัดการใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ จำนวน 2 ชุด ชุดที่ 1 สำหรับสัมภาษณ์คนงานเกี่ยวกับข้อมูลด้านประชากร ประสบการณ์การทำงาน พฤติกรรมการป้องกันอันตราย สภาพแวดล้อมในการทำงานและอุบัติเหตุจากการทำงานในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา ชุดที่ 2 สำหรับสัมภาษณ์เจ้าของโรงงานหรือผู้จัดการเกี่ยวกับการจัดการด้านความปลอดภัยในโรงงาน โดยผู้วิจัยได้นำแบบสัมภาษณ์ไปตรวจสอบความตรงทางด้านเนื้อหา (content validity) กับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปทดลองใช้ (try out) กับคนงานในโรงงานแปรรูปไม้เขตบางซื่อ จำนวน 30 คน และปรับปรุงให้มีความเหมาะสมก่อนนำไปเก็บข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ หนังสือรับรองเลขที่ 009/2555 รหัสโครงการ 008/2555

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คำนวณความชุกของอุบัติเหตุในคนงานเป็นร้อยละ (percentage) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ปัจจัยคนงาน ปัจจัยสภาพแวดล้อมในการทำงาน และปัจจัยการจัดการความปลอดภัยในการทำงานกับอุบัติเหตุจากการทำงาน โดยใช้สมการถดถอยโลจิสติกส์ (Logistic regression analysis) เพื่อคำนวณค่าความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ (Odds ratio: OR) และช่วงความเชื่อมั่น 95% ของค่าความเสี่ยงในประชากร

3. ผลการวิจัย

3.1 ลักษณะทางประชากรและอาชีพอนามัยของตัวอย่างที่ศึกษา

จากกลุ่มตัวอย่างคนงานที่ต้องการศึกษาทั้งหมด 170 คน มีคนงานที่ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 157 คน คิดเป็นร้อยละ 92.4 พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 69.4 และเพศหญิง ร้อยละ 30.6 ส่วนอายุของคนงานมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันคืออายุ 45 ปีขึ้นไป (45 - 70 ปี) ร้อยละ 51.6 และอายุน้อยกว่า 45 ปี (18 - 44 ปี) ร้อยละ 48.4 คนงานมีระดับการศึกษาต่ำกว่ามัธยมศึกษามากถึง ร้อยละ 72.6 สถานภาพการจ้างงานส่วนใหญ่เป็นลูกจ้างประจำ ร้อยละ 89.8 และคนงานมีระยะเวลาในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการทำไม้ 10 ปีขึ้นไป ร้อยละ 58.6 ด้านสภาวะสุขภาพของคนงานจากผลการตรวจสุขภาพประจำปี ได้แก่ การตรวจสุขภาพทั่วไป เช่น โรคเบาหวาน ความดัน และไขมันในเส้นเลือด เป็นต้น ตรวจการได้ยิน ปอด และสายตา พบว่าคนงานตรวจสุขภาพประจำปีเพียง ร้อยละ 33.8 โดยมีผลการตรวจสุขภาพอยู่ในระดับปกติ ร้อยละ 26.8 และไม่ปกติ ร้อยละ 7.0 สำหรับพฤติกรรมการป้องกันอันตรายของคนงาน พบว่า คนงานส่วนใหญ่ไม่ใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลตลอดเวลาทำงาน ร้อยละ 58.6

จากการสอบถามความคิดเห็นของคนงานเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน เช่น สภาพความเป็นระเบียบเรียบร้อยของพื้นที่ สภาพความมั่นคงปลอดภัยของเครื่องจักร ระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้า พบว่า คนงานส่วนใหญ่เห็นว่าสภาพการทำงานมีความเหมาะสม ร้อยละ 65.5 สิ่งแวดล้อมในการทำงาน เช่น เสียง ฝุ่นละออง แสงสว่าง และการระบายอากาศ คนงานส่วนใหญ่เห็นว่าสิ่งแวดล้อม



ในการทำงานไม่เหมาะสม คือ มีเสียงดังและฝุ่นละอองมากจากการเลื่อยไม้และไสไม้ แสงสว่างและการระบายอากาศไม่เพียงพอ ร้อยละ 61.1 ซึ่งโรงงานทุกแห่งไม่มีการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมในการทำงาน

ผลการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยการจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงาน พบว่า โรงงานแปรรูปไม้ไม่มีระเบียบข้อบังคับด้านความปลอดภัยในการทำงาน ร้อยละ 46.5 ไม่มีการจัดการให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยในการทำงานให้แก่คนงาน เช่น การอบรมเรื่องความปลอดภัยในการทำงาน คู่มือการปฏิบัติงาน การสอนวิธีการทำงานที่ปลอดภัย เอกสารความรู้เรื่องความปลอดภัยและกิจกรรมส่งเสริมความปลอดภัย ร้อยละ 51.0 และไม่มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน ร้อยละ 54.1 แต่โรงงานส่วนใหญ่มีการจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไว้ให้คนงานตามลักษณะงาน ร้อยละ 76.4 และมีการปรับปรุงแก้ไขสภาพการทำงานที่เป็นอันตรายหรือจุดที่เป็นอันตราย เช่น เครื่องจักรหรือระบบไฟฟ้าชำรุดเสียหาย ซึ่งมีการจัดการอยู่ในระดับดี ร้อยละ 95.5 คือมีการตรวจตราไม่ให้มีสภาพการทำงานที่เป็นอันตรายหรือเมื่อพบว่ามีสภาพการทำงานที่เป็นอันตรายหรือจุดที่เป็นอันตรายก็ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขทันที

3.2 ความชุกของอุบัติเหตุจากการทำงานในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา

การศึกษาความชุกของอุบัติเหตุในคนงานโรงงานแปรรูปไม้ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา พบร้อยละ 10.8 จากกลุ่มตัวอย่างคนงาน จำนวน 157 คน มีคนงานที่เคยเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน จำนวน 17 คน ในจำนวนนี้เป็นชาย 16 คน และหญิง 1 คน

อุบัติเหตุจากการทำงานจำแนกตามประเภทของอุบัติเหตุ พบว่า คนงานส่วนใหญ่ได้รับบาดเจ็บจากการถูกวัตถุหรือสิ่งของตัด/บาด/ทิ่มแทง ร้อยละ 50 รองลงมาคือ วัตถุหรือสิ่งของฟ้งทะลุ/หล่นทับ ร้อยละ 31.8 และ วัตถุหรือสิ่งของกระแทก/ชน ร้อยละ 18.2 ตามลำดับอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บมากที่สุดคือมือและนิ้วมือ ร้อยละ 72.7 รองลงมาคือ ขา ร้อยละ 13.6 ศีรษะ ร้อยละ 9.1 เท้าและนิ้วเท้า ร้อยละ 4.6 ตามลำดับ ส่วนความรุนแรงของอุบัติเหตุ พบว่าคนงานส่วนใหญ่ที่เคยเกิดอุบัติเหตุได้รับบาดเจ็บเล็กน้อยไม่ต้องหยุดงาน ร้อยละ 50.0 รองลงมาคือได้รับบาดเจ็บหยุดงานเกิน 3 วัน (3 - 30 วัน)

ร้อยละ 27.3 หยุดงานไม่เกิน 3 วัน ร้อยละ 13.6 และสูญเสียอวัยวะบางส่วน ร้อยละ 9.1

3.3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอุบัติเหตุจากการทำงานด้วยการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุจากการทำงานด้วยการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์ จากปัจจัยเสี่ยงกับความชุกของอุบัติเหตุจากการทำงานในกรณีไม่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น (Unadjusted Odds Ratio) พบว่า ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับอุบัติเหตุจากการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ เพศ และการไม่ใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของคนงานตลอดเวลาทำงาน โดยคนงานชายมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานเป็น 8.1 เท่า ของคนงานหญิง ($OR = 8.1, 95\% CI = 1.0 - 62.8$) และคนงานที่ไม่ใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลตลอดเวลาทำงานมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุเป็น 3.7 เท่า ของคนงานที่ใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลตลอดเวลาทำงาน ($OR = 3.7, 95\% CI = 1.0 - 13.5$) ส่วนปัจจัยด้านการจัดการความปลอดภัยที่มีความสัมพันธ์กับอุบัติเหตุจากการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ การจัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไว้ให้คนงาน และการปรับปรุงแก้ไขสภาพการทำงานที่เป็นอันตรายหรือจุดที่เป็นอันตราย โดยโรงงานที่ไม่มีการจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไว้ให้คนงาน คนงานมีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานเป็น 4.5 เท่า ของคนงานในโรงงานที่มีการจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไว้ให้คนงาน ($OR = 4.5, 95\% CI = 1.6 - 12.7$) ส่วนโรงงานที่มีการปรับปรุงแก้ไขสภาพการทำงานที่เป็นอันตรายหรือจุดที่เป็นอันตรายอยู่ในระดับไม่ดี คนงานมีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุเป็น 7.3 เท่า ของคนงานในโรงงานที่มีการปรับปรุงแก้ไขอยู่ในระดับดี ($OR = 7.3, 95\% CI = 1.5 - 35.9$)

การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงกับความชุกของอุบัติเหตุจากการทำงานหลังจากที่มีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น (Adjusted Odds Ratio) พบว่า มีเพียงปัจจัยเสี่ยงเรื่องเพศ และการไม่จัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไว้ให้คนงาน มีความสัมพันธ์กับอุบัติเหตุจากการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเพศชายมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุมากกว่า

เพศหญิง 24.6 เท่า (OR = 24.6, 95% CI = 1.5 - 399.1) และคนงานในโรงงานที่ไม่มีการจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไว้ให้มีความเสี่ยงต่อ

การเกิดอุบัติเหตุมากกว่าคนงานในโรงงานที่มีการจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไว้ให้ 20.4 เท่า (OR = 20.4, 95% CI = 1.2 - 337.9)

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงกับการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน

ปัจจัยเสี่ยงของอุบัติเหตุจากการทำงาน	Unadjusted Odds Ratio	95% CI	Adjusted Odds Ratio	95% CI
ปัจจัยคนงาน				
เพศ				
• หญิง	1.0		1.0	
• ชาย	8.1	1.0 - 62.8	24.6	1.5 - 399.1
อายุ				
• มากกว่าหรือเท่ากับ 45 ปี	1.0		1.0	
• น้อยกว่า 45 ปี	1.6	0.6 - 4.4	2.5	0.7 - 9.7
ระดับการศึกษา				
• สูงกว่าหรือเท่ากับมัธยมศึกษา	1.0		1.0	
• ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	0.7	0.2 - 1.9	0.8	0.2 - 3.1
สถานะภาพจ้างงาน				
• ลูกจ้างประจำ	1.0		1.0	
• ลูกจ้างชั่วคราว	1.2	0.2 - 5.8	1.7	0.2 - 14.2
ระยะเวลาในการทำงาน				
• น้อยกว่า 10 ปี	1.0		1.0	
• มากกว่าหรือเท่ากับ 10 ปี	2.5	0.8 - 8.1	1.9	0.5 - 8.0
การตรวจสอบสุขภาพประจำปี				
• ตรวจและผลปกติ	1.0		1.0	
• ตรวจและผลไม่ปกติ	4.4	0.5 - 35.9	14.7	0.6 - 349.3
• ไม่เคยตรวจ	2.9	0.6 - 13.2	1.6	0.3 - 9.5
การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของคนงานตลอดเวลาทำงาน				
• ใส่	1.0		1.0	
• ไม่ใส่	3.7	1.0 - 13.5	3.9	0.8 - 19.9



ตารางที่ 2 (ต่อ)

ปัจจัยเสี่ยงของอุบัติเหตุจากการทำงาน	Unadjusted Odds Ratio	95% CI	Adjusted Odds Ratio	95% CI
ปัจจัยสภาพแวดล้อมในการทำงาน				
ความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการทำงาน				
• เหมาะสม	1.0		1.0	
• ไม่เหมาะสม	1.0	0.2 - 1.8	0.5	1.0 - 2.2
ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการทำงานในโรงงาน				
• เหมาะสม	1.0		1.0	
• ไม่เหมาะสม	1.0	0.4 - 3.0	1.0	0.3 - 4.0
ปัจจัยการจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงาน				
โรงงานมีระเบียบข้อบังคับด้านความปลอดภัยในการทำงาน				
• มี	1.0		1.0	
• ไม่มี	1.8	0.6 - 4.8	0.1	0.0 - 3.2
โรงงานมีการให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยในการทำงานให้แก่คนงาน				
• มี	1.0		1.0	
• ไม่มี	2.5	0.8 - 7.6	0.9	0.2 - 5.3
โรงงานมีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานประจำโรงงาน				
• มี	1.0		1.0	
• ไม่มี	1.6	0.3 - 4.7	0.6	0.1 - 7.2
โรงงานมีการจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไว้ให้คนงานตามลักษณะงานอย่างครบถ้วน				
• มี	1.0		1.0	
• ไม่มี	4.5	1.6 - 12.7	20.4	1.2 - 337.9
โรงงานมีการปรับปรุงแก้ไขสภาพการทำงานที่เป็นอันตรายหรือจุดที่เป็นอันตราย				
• ระดับดี	1.0		1.0	
• ระดับไม่ดี	7.3	1.5 - 35.9	2.7	0.3 - 23.9

4. อภิปรายผล

การศึกษานี้พบว่าคนงานมีอุบัติเหตุจากการทำงานในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา คิดเป็นร้อยละ 10.8 เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาที่คล้ายคลึงกัน พบว่าการศึกษานี้พบความชุกของการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานน้อยกว่าการศึกษาของนันท์นัฐ คชนาค (2548) ที่ศึกษาในคนงานในแผนกผลิตโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราอำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 3 แห่ง กลุ่มตัวอย่าง 620 คน มีอัตราความชุกของอุบัติเหตุจากการทำงานในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา ร้อยละ 40.6 และน้อยกว่าการศึกษาของศิริลักษณ์ คงสตัยกุล (2546) ที่ศึกษาในโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราในจังหวัดระยอง เฉพาะแผนกเลื่อยไม้ จำนวน 6 แห่ง กลุ่มตัวอย่าง 207 คน พบว่าคนงานเคยมีประสบการณ์การเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน คิดเป็นร้อยละ 33.8 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากทั้งสองการศึกษานี้เป็นการศึกษาในช่วง พ.ศ. 2546 - 2548 ส่วนการศึกษาในเขตบางซื่อเป็นการศึกษาโดยเก็บข้อมูลใน พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นระยะเวลาหลังจากกระทรวงแรงงานได้ดำเนินการเชิงรุกเพื่อป้องกันปัญหาอุบัติเหตุจากการทำงาน จะเห็นได้จากการใช้แผนแม่บทในการดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานมาแล้ว 2 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2545 - 2548) และฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2550 - 2554) ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2552 (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2552) นอกจากนี้ใน พ.ศ. 2554 ยังได้มีการออกกฎหมายพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 มาบังคับใช้ให้โรงงานทุกแห่งต้องมีการจัดการด้านความปลอดภัยในโรงงาน ซึ่งอาจส่งผลให้สถานการณ์ปัญหาอุบัติเหตุจากการทำงานของคนงานลดลงได้

ส่วนผลการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงที่สัมพันธ์กับอุบัติเหตุจากการทำงานในคนงานโรงงานแปรรูปไม้เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร หลังจากควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่นแล้ว พบว่าปัจจัยเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ เพศชาย (OR = 24.6, 95% CI = 1.5 - 399.1) และโรงงานที่ไม่มีการจัดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไว้ให้คนงาน (OR = 20.4, 95% CI = 1.2 - 337.9)

ผลการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาของจำเนียร มูลเทพ (2546) ที่พบว่าเพศไม่มีความสัมพันธ์กับการประสบอันตรายจากการทำงานถึงขั้นสูญเสียอวัยวะแต่พบ

แนวโน้มว่าเพศชายมีความเสี่ยงมากกว่าเพศหญิง 1.9 เท่า ซึ่งผลการศึกษานี้แตกต่างกันอาจเนื่องมาจากการศึกษาของจำเนียร มูลเทพ (2546) เป็นการศึกษาการประสบอันตรายกรณีสูญเสียอวัยวะ ส่วนการศึกษานี้ศึกษาการเกิดอุบัติเหตุทั้งหมดตั้งแต่มีการบาดเจ็บเล็กน้อย หยุดงาน และสูญเสียอวัยวะ ส่งผลให้การวิเคราะห์แตกต่างกัน ส่วนผลการวิเคราะห์ที่พบความสัมพันธ์ของการจัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลกับอุบัติเหตุจากการทำงานนั้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของนฤมล เกตุทิม (2542) ที่พบว่าคนงานที่เคยประสบอุบัติเหตุจากการทำงานเกิดจากโรงงานไม่มีการจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไว้ให้คนงาน

ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือการเก็บข้อมูลอุบัติเหตุจากการทำงานเป็นการเก็บข้อมูลแบบย้อนหลังถึงเหตุการณ์การเกิดอุบัติเหตุของคนงานในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา อาจทำให้ได้ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุที่น้อยกว่าความเป็นจริง เนื่องจากคนงานอาจไม่สามารถจดจำเหตุการณ์การเกิดอุบัติเหตุได้ทั้งหมด ประกอบกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นขนาดเล็ก ส่งผลให้ผลการวิเคราะห์ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของบางปัจจัย และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ก็มีช่วงความเชื่อมั่นกว้าง (95% CI) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมและเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างเพื่อยืนยันผลการศึกษาในครั้งนี้

5. ข้อเสนอแนะ

การศึกษาในโรงงานแปรรูปไม้ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีกฎระเบียบความปลอดภัยในการทำงาน ไม่มีการจัดการให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยในการทำงานให้แก่คนงาน ไม่มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน และคนงานส่วนใหญ่ไม่ใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ด้านสภาพแวดล้อมในการทำงานพบว่าไม่มีการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมในการทำงาน เช่น เสียง ฝุ่นละออง และแสงสว่าง สำหรับปัจจัยเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานคือคนงานชาย และโรงงานที่ไม่มีการจัดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไว้ให้คนงาน ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันอุบัติเหตุจากการทำงาน จึงมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) หน่วยงานภาครัฐควรให้ความสำคัญในการกำกับดูแลให้โรงงานปฏิบัติตามกฎหมายความปลอดภัยในการทำงาน และสนับสนุนการดำเนินการเกี่ยวกับความปลอดภัย



ในการทำงานให้แก่โรงงานและคนงาน เช่น การจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับกฎหมายความปลอดภัยในการทำงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เป็นต้น เพื่อให้เจ้าของโรงงานสามารถปฏิบัติตามกฎหมายได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน และคนงานเห็นความสำคัญของการใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

2) โรงงานควรจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายไว้ให้คนงานตามลักษณะงานอย่างครบถ้วนและเพียงพอ และกำกับดูแลให้คนงานสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างครบถ้วนตลอดเวลาการทำงาน โดยเฉพาะคนงานชาย

3) โรงงานควรจัดให้มีการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมในการทำงาน เพื่อลดสภาพการทำงานที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน และมีข้อมูลในการเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพของคนงาน

เอกสารอ้างอิง

- กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (2552) แผนแม่บทความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2550 - 2554) ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2552. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มกราคม 2554. จาก www.jorpor.com/forum/
- กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร (2552) ร่างเกณฑ์มาตรฐานสำหรับกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ประเภท การประดิษฐ์ไม้ หวาย เป็นสิ่งของด้วยเครื่องจักร หรือการพ่นสี การทาสารเคลือบเงาสี หรือการแต่งสำเร็จผลิตภัณฑ์จากไม้ หรือหวายโครงการกรุงเทพมหานครเพิ่มคุณภาพชีวิตประชาชนด้วยมาตรฐานการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ.
- จำเนียร มูลเทพ (2546) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการสูญเสียอวัยวะของลูกจ้างที่ประสบอันตรายจากการทำงาน. วารสารวิจัยมข., 8 (1), 90 - 100.
- นฤมล เกตุทิม (2542) ปัจจัยและผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, คณะบัณฑิตวิทยาลัย, สาขาวิชาธุรกิจอุตสาหกรรม.
- นันทนัฐ คชนาค (2548) ความชุกของอุบัติเหตุและพฤติกรรมเสี่ยงของคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, คณะบัณฑิตวิทยาลัย, สาขาวิชาการพยาบาลอาชีวอนามัย.
- ฝ่ายสิ่งแวดล้อมและสุขาภิบาล สำนักงานเขตบางซื่อ (2554) รายงานกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ. กรุงเทพมหานคร.
- พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554. สืบค้นเมื่อวันที่ 13 มกราคม 2554. จาก <http://web.krisdika.go.th/data/law/law2/%a4114/%a4114-20-2554-a0001.pdf>
- ศิริลักษณ์ คงสัตย์กุล (2546) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานของคนงานโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยบูรพา, คณะบัณฑิตวิทยาลัย, สาขาวิชาการพยาบาลชุมชน.
- สำนักงานประกันสังคม (2553) สถิติกองทุนเงินทดแทนปี 2547 - 2553. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 กันยายน 2554. จาก <http://www.sso.go.th>
- _____ (2553) สถิติงานประกันสังคมประจำปี 2547 - 2553. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กุมภาพันธ์ 2555. จาก <http://www.sso.go.th>
- สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4 จังหวัดราชบุรี (2551) การศึกษาภาวะเสี่ยงต่อสุขภาพคนทำงานในวิสาหกิจชุมชนประเภทผลิตภัณฑ์ไม้. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2553. จาก <http://dpc4.ddc.moph.go.th/groups/enocc/index.php/2009-07-30-08-22-43>

การเปลี่ยนแปลงปัจจัยเสี่ยงของสุขภาพ ในระยะเวลา 4 ปี ของนักศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช จำนวน 60,569 คน และผลกระทบต่อ อัตราความชุกของโรคความดันโลหิตสูง

A 4-Year Transition of Health-Risk Factors and Its Effects
on the Prevalence of Hypertension Among a Cohort of 60,569
Sukhothai Thammathirat Open University students

Prasutr Thawornchaisit, M.D., M.P.H. School of Medicine, University of Queensland, Australia,
Ferdinandus de Looze, M.B.B.S, M.Sc. School of Medicine, University of Queensland, Australia,
Christopher M Reid, Ph.D. School of Public Health and Preventive Medicine, Monash University, Australia,
Sam-ang Seubsman, Ph.D. School of Human Ecology, Sukhothai Thammathirat Open University, Thailand,
Adrian Sleight, M.D. National Centre for Epidemiology and Population Health, ANU College of Medicine,
Biology and Environment, The Australian National University, Australia.

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัย

การเปลี่ยนแปลงของประเทศไทยที่กำลังจะก้าวจากประเทศกำลังพัฒนาสู่ประเทศที่พัฒนาแล้วที่มีรายได้ปานกลางนั้นเป็นผลกระทบจากการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลต่อการเปลี่ยนผ่านของปัจจัยเสี่ยงทางสุขภาพ เช่น การเพิ่มอัตราความชุกของโรคความดันโลหิตสูง ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญของการเกิดโรคหัวใจและโรคหลอดเลือดสมองตีบตัน การศึกษานี้ประเมินการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยเสี่ยงทางสุขภาพและผลกระทบต่อโรคความดันโลหิตสูงของสมาชิกโครงการวิจัยสุขภาพในช่วงระยะเวลา 4 ปี

วิธีดำเนินการวิจัย

ข้อมูลนี้ได้จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราชที่ลงทะเบียนเรียนใน พ.ศ. 2548 จำนวน 60,569 คนที่ตอบแบบสอบถามโครงการวิจัยสุขภาพเมื่อ พ.ศ. 2548 และติดตามผลใน พ.ศ. 2552 กลุ่มตัวอย่างนี้อาศัยอยู่ทุกภูมิภาคของประเทศ

ผลการวิจัย

อัตราความชุกของโรคความดันโลหิตสูงในประชากรไทยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 5 ใน พ.ศ. 2548 เป็นร้อยละ 6.1 ใน พ.ศ. 2552 อัตราความชุกในเพศชายเพิ่มจากร้อยละ 7.6 เป็นร้อยละ 9.4 และในเพศหญิงเพิ่มจากร้อยละ 2.8 เป็นร้อยละ 3.4 ตามลำดับ ในเพศชายและเพศหญิงอัตราเสี่ยงของโรค



ความดันโลหิตสูงมีความสัมพันธ์กับภาวะสูงวัย ภาวะอ้วน มีโรคเบาหวาน มีระดับไขมันในเส้นเลือดสูง และผลจากการดื่มสุรา ในชายไทยอัตราเสี่ยงของโรคความดันโลหิตสูงเพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับปัจจัยการสมรส การมีรายได้ต่อเดือนสูงขึ้น และการสูบบุหรี่

สรุปและข้อเสนอแนะการวิจัย

อัตราความชุกของโรคความดันโลหิตสูงในประเทศไทยเพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับการมีภาวะอ้วน โรคเบาหวาน ระดับไขมันในเส้นเลือดสูง และการดื่มสุรา สำหรับปัจจัยด้านการสูบบุหรี่ การสมรส และการมีรายได้ต่อเดือนสูงขึ้นเพิ่มอัตราเสี่ยงของโรคความดันโลหิตสูงเฉพาะในเพศชาย แนวทางการลดความเสี่ยงของโรคความดันโลหิตสูง ควรส่งเสริมให้ประชาชนเพิ่มการออกกำลังกาย หยุดสูบบุหรี่ ลดปริมาณการดื่มสุรา และรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพตลอดจนลดการบริโภคอาหารที่มีไขมันสูง

คำสำคัญ: ปัจจัยเสี่ยง/ความดันโลหิตสูง/ผลกระทบ ต่อสุขภาพ/การศึกษาแบบติดตาม

Abstract

Objective

Rapid economic growth transformed Thailand from a developing to a newly industrialized middle-income country. This fuelled a transition in health-risk factors including an increase in the prevalence of hypertension, an important risk factor for mortality associated with heart disease and stroke. This study analyses changes in health-risk factors and associated hypertension trends over a 4 year period in a large national cohort of Thai adults.

Design and methods

Data derived from 60,569 Sukhothai Tham-mathirat Open University students living all over Thailand and participating in the Thai Cohort Study by responding to mail-based questionnaire surveys in both 2005 and 2009.

Results

Overall, the prevalence of hypertension among cohort members increased from 5.0% in

2005 to 6.1% in 2009. Hypertension prevalence in 2009 was higher in both sexes, 7.6% vs 9.4% for males and 2.8% vs 3.4% for females. In both sexes, hypertension associated with increasing age, obesity, diabetes, high blood lipids and alcohol consumption. In males, hypertension associated with marriage, smoking and higher income.

Conclusion

In Thailand, hypertension prevalence is increasing and is associated with obesity, diabetes mellitus, high blood lipids and alcohol consumption. Smoking, being married and having a high income are associated with hypertension in males but not in females. Thais should be encouraged to exercise more and control weight, stop smoking, drink less alcohol and consume healthy low fat foods.

Keywords: Risk factor/Hypertension/Health impact/Cohort study

Introduction

A systematic review covering the period 1980 to 2003 estimated that the prevalence of hypertension among adults around the globe was about 30% overall, varying substantially in each region by age, gender and ethnicity. The lowest rate was among rural Indians (5.2%) while the highest was in middle aged Poles (70.7%) (Kearney, Whelton, Reynolds, Whelton, & He, 2004). Across the review period, especially in the last decade, the rates in developed countries tended to be stable or fell while in developing countries, prevalence increased. Hypertension has been identified as a major risk factor for cerebrovascular disease and ischemic heart disease which together cause 7.1 million deaths per year (Chobanian et al., 2003).

Although the exact etiology of hypertension is unknown, it is associated with many risk factors such as overweight, high sodium intake, low physical activity, excessive alcohol

consumption (Chobanian et al., 2003), diabetes mellitus and hyperlipidaemia (Halperin et al., 2006; Messerli, Williams, & Ritz, 2007). One study estimated that diabetes mellitus increased the risk of hypertension by 41% (Levin et al., 2010). Chronically high alcohol consumption also induces high blood pressure (Saremi, Hanson, Tulloch-Reid, Williams, & Knowler, 2004; Wildman et al., 2005), heart failure and kidney failure (Klatsky, 2003). Sodium overload leads to extracellular volume expansion and an increased blood pressure; salt is therefore a risk factor aggravating blood pressure (He & MacGregor, 2007). Salt intake in Asian countries can be as high as 12 grams per day (He & MacGregor, 2010), far exceeding the daily requirement, believed to be less than 0.25 grams.

In Thailand, a recent National Health Survey estimated the prevalence of hypertension among adults in 2009 to be 22% (Aekplakorn et al., 2012). Hypertension is an underlying factor for important causes of death in the Thai population including stroke (10.7%) and ischemic heart disease (7.8%) (Porapakkham et al., 2010); these contributed to 976,000 disability-adjusted life years (DALYs) (9.8%) (Bundhamcharoen, Odton, Phulkerd, & Tangcharoensathien, 2011).

Rapid socio-economic development has encouraged Thai people to migrate from rural to urban areas. At present, around 40% live in urban areas (Lim et al., 2009). Urban people tend to have unhealthy diets (more "junk" food), sedentary life-styles and physical inactivity (Banwell et al., 2009; Lim et al., 2009) and higher inter-related hypertension, obesity, elevated cholesterol and elevated glucose (Aekplakorn et al., 2008; Aekplakorn et al., 2012).

Thais need to understand the trends in hypertension risk factors in order to plan and implement timely prevention. The study reported

here utilizes data from the ongoing national Thai Cohort Study (TCS) described below. We examine the transition in health-risk factors including demography, socio-economic status, health history and personal behaviours, and associations with prevalence of hypertension in 2005 and in 2009.

Methods

Thai Cohort Study

In order to track the dynamics of risks and outcome for population health research, a large nationwide cohort of young adults provides a suitable study group. However, health surveys are complex especially when conducted by mail questionnaires. Open University students have special attributes that make them suitable for such studies. This is because they live all over the country, are usually of modest means indistinguishable from the general population, and are capable of responding accurately to complex questions regarding health, illness, disability, diet and lifestyle.

The Thai Cohort Study (TCS) began with a baseline survey in 2005 (Sleigh, Seubsman, & Bain, 2008). Twenty-page questionnaires were sent to the 200,000 enrolled Sukhothai Thammathirat Open University (STOU) students with 87,134 responding. TCS participants lived in all areas of Thailand, had ages ranging from 15 - 87 years (mean age 30.5 years), and 54.7% were females (Sleigh et al., 2008). A 4-year follow-up survey was conducted in 2009 with around 60,000 (> 70%) of the original cohort responding. There was a small tendency for non-respondents to be young, male and urban. However, the effects on demographic parameters of the 2009 follow up cohort were minimal. Details regarding the TCS such as the 2005 and 2009 questionnaires, study population and survey methods have been published elsewhere (Seubsman, Yiengprugsawan, Sleigh, & Thai Cohort



Study, 2012; Seubsman et al., 2011; Sleight et al., 2008; Thinkhamrop, Seubsman, Sleight, Thinkhamrop, & Thai Cohort Study, 2011).

Cohort members were broadly representative of the Thai population although at baseline in 2005 the cohort were younger (aged < 40 years, 84% vs. 49%), more urban (51.8% vs. 31.1%), lived more in Bangkok and in the Central region (47% vs. 24%) and were better educated (most participants had graduated from high school) than the general Thai population (Sleight et al., 2008). However, the members of cohort represent STOU students well in demography, geography and socio-economy (Seubsman et al., 2012).

Variables and categories

The baseline questionnaire evaluated health-risk factors and their association with chronic diseases and included several sections: demography, socio-economic status (SES), underlying diseases (doctor diagnosed diabetes, high blood lipids and kidney diseases), food consumption and physical activities, smoking and alcohol consumption.

Participants were classified into 3 age groups: younger (≤ 30 years), middle (31 - 40 years) and older (> 40 years) and their marital status was noted (partnered or not). Personal monthly income was reported in 4 categories: ≤ 7000 baht, 7001 - 10000 baht, 10001 - 20000 baht and > 20000 baht. One US dollar was equivalent to 42 baht in 2005 so these incomes were quite low.

Body mass index (BMI) was determined from self - reported weight and height and calculated as the ratio of weight in kilograms (kg) divided by the square of height in meters (m^2). BMI was categorised according to Asian criteria (Banwell et al., 2009; Seubsman et al., 2010; Weisell, 2002; Yiengprugsawan, Banwell, Seubsman, Sleight, & Thai Cohort Study, 2012) into 4 categories:

underweight (BMI < 18.5), normal (18.5 to < 23), overweight (23 to < 25), and obese (≥ 25).

Physical activity was categorised as follows:

1) house work and gardening frequency - divided into 4 categories ranging from ≤ 3 times per month to most days; 2) moderate and strenuous physical activity - for at least 20 minutes, and walking for at least 10 minutes, which were each reported with 4 choices ranging from never to ≥ 5 times per week. Sedentary behaviour was also recorded with participants reporting how many hours per day they regularly spend sleeping, sitting and watching television and /or using computers.

Food consumption frequency (deep fried, instant, roast or smoked, soybean products and soft drinks) was reported based on a ve-point Likert scale ranging from less than once a month to once or more a day. Western-style fast food exposure was noted on a three-point scale from less than once to more than 3 times per month. Fruit and vegetable consumption were recorded as standard serves eaten per day.

Smoking categories were "never", "ex-smoker" and "current-smoker". Alcohol categories were based on current behaviour and in 2005 were divided into "regular drinker" or "not regular drinker"; the latter category included non-drinkers. In 2009 regular drinking was based on actual frequency - 0 to 3 days/week (not regular drinker), 4 to 7 days/week (regular drinker).

Statistical analyses

All analyses were performed using SPSS software. Participants were separated into 2 groups, male and female. In each sex, the frequency noted for each variable in 2005 and 2009 was compared by Chi-square test of association. In the 2005 and 2009 surveys, the prevalence of hypertension and its 95% condence interval (CI) were calculated for each value of each categorical variable in both

male and female participants and the influence on prevalence by each variable was evaluated by Chi-square test. In each sex, the prevalence rates for 2005 and 2009 of each category in each variable were compared using a Chi-square test. All p-values were 2 tailed and 5% ($p < 0.05$) was used for the significance level.

Due to a small number of missing values, totals varied slightly for each multi-variate analysis.

Results

Risk factors for hypertension

Overall, from 2005 to 2009 the prevalence of hypertension among cohort members increased from 5.0% to 6.1%. In both years, the rate of hypertension for males was approximately 2.5 times higher than the corresponding rate in females. The prevalence of hypertension in 2009 was moderately higher among males and slightly higher among females when compared to levels in 2005 (Tables 1 and 2, $p < 0.0001$). In both males and females, the prevalence of hypertension significantly increased with age.

In both years more than half the males were married and the proportion married increased significantly across the four-year period (Table 1). In both married and unmarried groups, the prevalence of hypertension was significantly higher in 2009 than in 2005. In addition, married females were significantly more common in 2009 than in 2005; however marital status had no influence on hypertension in females (data not shown).

Personal monthly income of males was significantly higher in 2009 than in 2005 (Table 1). In both surveys, prevalence of hypertension in males increased with higher incomes. The effect of income as a risk factor for hypertension remained similar over the four-year period. In all categories of income, the rates of hypertension in 2005 and 2009 were not different except in those earning

≤ 7000 baht, for whom the rate was significantly higher in 2009 than in 2005. Among females, personal monthly income was significantly higher in 2009 than in 2005; however it had no association with hypertension (data not shown).

In males and females, proportions of overweight and obese participants were significantly greater in 2009 than in 2005 (Tables 1 and 2). In both 2005 and 2009 surveys, the prevalence of hypertension in males and females significantly increased with an increasing BMI. In both overweight and obese males and females the hypertension prevalence rates were higher in 2009 than in 2005 but these differences were statistically significant only among obese cohort members.

In males and females, the prevalence of type 2 diabetes was significantly higher in 2009 than in 2005 (Tables 1 and 2). In both years, the prevalence of hypertension among type 2 diabetics was notably higher than in non-diabetics. The effect of diabetes on hypertension was similar in both years for both sexes.

In 2009, among males and females high blood lipids prevalence increased and kidney disease prevalence decreased when compared to 2005 (Tables 1 and 2). In both years, the prevalence of hypertension in males and females who suffered from high blood lipids or kidney disease was significantly higher than in those without high blood lipids or kidney disease. The prevalence of hypertension in 2009 was moderately higher than that in 2005 in both male and female participants with high blood lipids or kidney disease.

In males, the percentage of smokers was slightly lower in 2009 than in 2005 (Table 1). In both years, the prevalence of hypertension in smokers was significantly higher than that in non-smokers. In both smokers and non-smokers, the prevalence of hypertension was slightly higher in 2009 than in 2005.

In males, the percentage of regular alcohol drinkers was slightly lower in 2009 than in 2005



(Table 1). The prevalence rate of hypertension in non-regular or non-drinkers in both sexes was a little higher in 2009 than in 2005. In both males and females in both years there was a substantial positive effect of drinking on the occurrence of hypertension; this alcohol effect was statistically significant in both years for males and in 2009 for females (Table 2).

Potential risk factors that had no influence on hypertension (data not shown)

Sedentary habits and physical activities

The study found that male and female participants did less house work or gardening in 2009 than in 2005 and they slept for more hours in 2009 than in 2005. They spent more time watching television or using computers and sitting for any purpose in 2009 than in 2005. Male and female participants spent more time engaged in walking, moderate or strenuous physical activity in 2009 than in 2005. However in either sex, sedentary habits or physical activity had no effect on hypertension.

Food consumption habits and fruits and vegetables consumption

Compared to 2005, male and female participants in 2009 consumed less deep fried or instant food and soft drinks, but more Western fast food. However, food consumption had no association with hypertension in either sex. Also, participants of both sexes consumed more fruit and vegetables per day in 2009 than in 2005, but this had no impact on hypertension.

Discussion

In the national Thai Cohort Study (TCS), hypertension has increased in both sexes between 2005 and 2009 reflecting an increase in risk factors such as older age, obesity, diabetes mellitus and high blood lipids. Smoking, alcohol consumption and kidney disease in both sexes slightly decreased between 2005 and 2009. In both survey years, the prevalence of hypertension was markedly higher

in males than in females; this was compatible with the results of other studies (Choi et al., 2006; Porapakkham, Pattaraarchachai, & Aekplakorn, 2008; Rampal, Rampal, Azhar, & Rahman, 2008). One partial explanation is that in premenopausal women, which includes most of the cohort females, hypertension is less prevalent than in age-matched men; these findings reverse after menopause but it will be another decade before most cohort females reach that age (Burt et al., 1995).

The increase in hypertension prevalence across the 4-year period among males was more notable than that among females. This sex differential may be mainly explained by differences in exposures to risk factors reflecting higher health awareness among females (Aekplakorn et al., 2008; Aekplakorn et al., 2012; Rampal et al., 2008). For example, Thai females are less likely to drink alcohol and smoke cigarettes than males, both of these behavioural factors are associated with increased risk of hypertension. As well, cohort females weighed relatively less and were less likely to have diabetes or high blood lipids.

The prevalence of hypertension in the 2005 and 2009 increased with age in both sexes which was consistent with the results from previous studies in Thailand (Aekplakorn et al., 2008), China (Meng et al., 2011) and Korea (Jo et al., 2001). Blood pressure increases with age in part due to the gradual increase in peripheral vascular resistance (Franklin et al., 1997). The age effect on hypertension was similar in 2005 compared to 2009: in both years, the trend of increasing blood pressure with increasing age showed a five to six fold monotonic increase.

In both survey years, the higher prevalence of hypertension among partnered or married males agreed with the results of other studies (Min, Chang, & Balkrishnan, 2010; Rodrigues Barbosa & Ferreti Borgatto, 2010). However, these results were likely to be confounded to a small degree by age; in both survey years, the majority of married males

were middle and older aged whereas the majority of single males were young and middle age.

In males and females, a higher personal monthly income in 2009 compared to that in 2005 may be a result of a longer period of employment and a higher educational achievement. In both surveys, the prevalence of hypertension in males increased with an increase of personal monthly income; this was comparable with the results of other studies in Thailand (Porapakkham et al., 2008). High income males tended to consume more food and alcohol so they were likely to be obese. Our Thai study showed that the percentage of obesity and of current drinkers in high income males (> 10,000 baht) was higher than that of those with low income ($\leq$ 10,000 baht). In contrast, the prevalence of hypertension in Korean males tended to decrease with an increase of household income (Jo et al., 2001). The risk of hypertension in adults also decreased with an increase of a personal monthly income in Korea (Choi et al., 2006) and of household income in the US (Kaplan, Huguette, Feeny, & McFarland, 2010). High income Koreans preferred to use a high quality health care service so they had a better health screening and prevention (Min et al., 2010). These results overall are commensurate with the concept of a tipping-point for the relationship between socio-economic status, body size and hypertension risk factors where developing countries have the pattern found here among Thai males (high income, high body size and high hypertension) and developed countries have the opposite pattern (high income is health protective) (Ball & Crawford, 2005; Diez-Roux et al., 1999; Seubsman et al., 2010; Sobal & Stunkard, 1989).

Our study agrees with previous research in Thailand (Aekplakorn et al., 2007) which has found obesity prevalence was rapidly rising. Overweight Thai adults increased from 16.2% in 1997 to 18.2% in 2004 (Aekplakorn et al., 2007). Likewise, the prevalence of class I and class II obesity of Thai

adults (BMI 25-30 vs BMI 30+) rose from 19.3% and 6.3% in 1997 to 22.8% and 7.5% in 2004 respectively (Aekplakorn et al., 2007). In the Thai Cohort Study earlier analyses have shown that increased BMI associated with urbanization, reduced physical activity, doing less housework or gardening and over 4 hours per day watching television or using computers (Banwell et al., 2009).

In 2005 and 2009, the prevalence of hypertension in both sexes tended to increase as BMI increased and this effect was consistent with the results of other studies in Thailand (Aekplakorn et al., 2012) and the US (Wang & Wang, 2004). In addition, blood pressure (systolic and diastolic) in males and females significantly increased with an increase of BMI (Wang & Wang, 2004). Risk of hypertension in males and females had a direct association with BMI in Thai (Aekplakorn et al., 2008), Malaysian (Rampal et al., 2008) and Chinese people (Meng et al., 2011). This study confirmed that obesity was an important risk factor of hypertension.

The prevalence of diabetes mellitus in males and females was significantly and substantially higher in 2009 than in 2005. The 50 - 80% increase in prevalence may be due to aging and urbanization and was compatible with the results in other studies in Thailand (Aekplakorn et al., 2007; Aekplakorn et al., 2011). For our cohort, in both years the prevalence of hypertension in males and females who suffered from diabetes mellitus was remarkably higher than in their counterparts who were non-diabetic; this was consistent with results elsewhere, as reported from Barbados (Rodrigues Barbosa & Ferreti Borgatto, 2010) and the USA (Hsia et al., 2007). In other studies, diabetes was significantly associated with an increased relative risk of hypertension in the US (Wang et al., 2006) and Japan (Fukui et al., 2011).

In both sexes, the prevalence of high blood lipids was significantly higher in 2009 than in 2005; this may be the results of aging, higher education



attainment and urbanization. However, compared to the results of a previous national survey in 2004 (Khonputsa et al., 2010), the prevalence of high blood lipids in 2005 was similar in males (13.7% vs 13.6%) but notably lower in females (6.9% vs 17.1%). The prevalence of hypercholesterolemia increased with age, higher educational attainment and urban residence (Khonputsa et al., 2010). In the present study more highly educated people tend to consume more food, drink more alcohol and smoke more cigarettes and urban people were likely to consume more unhealthy food ("Junk" foods) and exercise less. In both years TCS participants with high blood lipids had a noticeably higher risk of hypertension compared to those without; this confirmed the results of previous studies in Thailand (Aekplakorn et al., 2008), Finland (Laaksonen et al., 2008) and the US (Halperin et al., 2006; Sesso, Buring, Chown, Ridker, & Gaziano, 2005).

We found that the prevalence of kidney disease in both sexes decreased about 30% from 2005 to 2009 which was in the opposite direction to the results of other Thai studies (Domrongkitchaiporn et al., 2005; Ingsathit et al., 2010). In these other Thai studies involving earlier and longer periods for several thousand participants the prevalence of chronic kidney disease rose from 1.7% in 1985 to 6.8% in 1997 (Domrongkitchaiporn et al., 2005) and 8.6% in 2007 (Ingsathit et al., 2010). In both TCS survey years, the prevalence of hypertension was significantly higher in participants with kidney disease than in those without; this was comparable with the results of others studies in the Czech Republic (Jancova et al., 2008), Spain (Ridao et al., 2001), the US (Buckalew et al., 1996) and the UK (Johnston & Davison, 1993).

In Thailand, the trend of smoking in both sexes has been declining partly due to an extensive government program which has included banning smoking in public areas and increased tobacco taxes (Pachanee et al., 2011). This trend is supported by TCS data which revealed that

smoking was significantly lower in 2009 than in 2005 in both males and females. However, other surveys have shown that smoking tends to decrease in males but increase in females (Aekplakorn et al., 2008; Sangthong et al., 2012). Among 2009 TCS members smoking was substantially higher in males than in females (47.3% vs 3.3%) and the prevalence of smoking among both males and females was lower than in other Asian countries such as Malaysia (54.2% in males, 12.7% in females) and Korea (61.6% in males, 4.3% in females). The increased risk of hypertension among smokers in the present study, especially in males, was consistent with the results of previous studies (Halimi et al., 2002; Halperin, Gaziano, & Sesso, 2008; Pang et al., 2010). Also, in females, smoking had no detected influence on the risk of hypertension which was consistent with the results of other studies in the US (Schwandt, Coresh, & Hindin, 2010) and Korea (Jo et al., 2001).

In both sexes, the proportion of those who consume alcohol slightly decreased between 2005 and 2009; this may reflect that alcohol reduction program was able to achieve the targets especially in the younger population. The results were different from a previous study (Assanangkornchai, Sam-Angsri, Rerngpongpan, & Lertnakorn, 2010) which reported that per capita alcohol consumption in liters of the Thai population increased from 7.5 in 1990 to 8.5 in 2001. The prevalence of regular drinkers in our study was lower than the National Household Survey in 2007 (Assanangkornchai et al., 2010) (9.5% vs 48.4% for males, 0.61% vs 12.7% for females). These results are compatible with the results of other studies which showed that an increase in alcohol consumption was associated with increased prevalence of (Stranges et al., 2004) and risk of hypertension (Pang et al., 2010; Saremi et al., 2004; Witteman et al., 1989).

The results reported here have some strengths and limitations that should be noted. The data are derived from the largest cohort study in

Thailand. Participants live all over Thailand and they represent the Thai population well for many socio-demographic and socio-economic factors (Seubsman et al., 2012). They have a high educational attainment meaning self-reported questionnaire results can be more reliable although still subject to reporting and information error. We have validated self-reported hypertension (Prasutr Thawornchaisit, 2013, under review) in a random age-sex matched sub-sample of the cohort reporting hypertension (n = 240) or no hypertension (n = 240) phoned by a physician to investigate and confirm the diagnosis. The study found the sensitivity of self-report was high (82%) and that negative reports were usually accurate (86%). In addition, a study of the validity of self-reported weight and height in our cohort found that the accuracy was quite acceptable (Lim, Seubsman, & Sleigh, 2009). However, most participants are younger, have a higher educational achievement and are slightly more urban than the overall Thai population. Most factors (risks and protections) were measured so the results reflected the true situation of hypertension in Thais. These analyses of 2005 and 2009 TCS data were cross-sectional so causes and effects are measured at one point in time so it is difficult to definitively demonstrate the causal links between risk factors and health outcomes.

In summary, prevalence of hypertension in the Thai population is increasing as a result of population ageing and a higher prevalence of obesity, diabetes mellitus and high blood lipids. The Thai government should consider expanding its village-based hypertension screening to include detection of overweight and obesity. This blood pressure screening in the population is essential to identify hypertensives for treatment. Adding BMI

assessment enables health education regarding physical activity and diet, enhancing prospects of hypertension prevention. Successful policy implementation will prevent hypertension and mortality from cardiovascular diseases and stroke. Thais should be encouraged to eat a healthy diet, to increase physical activity, to stop smoking and to drink less alcohol.

Acknowledgements and Funding

This study was supported by the International Collaborative Research Grants Scheme with joint grants from the Wellcome Trust UK (GR071587MA) and the Australian National Health and Medical Research Council (268055), and by a Global Health grant from the NHMRC (585426). We thank the staff at Sukhothai Thammathirat Open University (STOU) who assisted with student contact and the STOU students who are participating in the cohort study. We also thank Dr. Bandit Thinkamrop and his team from Khon Kaen University for guiding us successfully through the complex data processing.

Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

Ethical approval

Ethical approval was obtained from Sukhothai Thammathirat Open University Research and Development Institute (protocol 0522/10) and the Australian National University Human Research Ethics Committee (protocol 2004344 and 2009570). All participants gave informed consent to the study. All data were de-identified and encrypted. All data are stored in a locked cabinet only accessible to the project leader.

**Table 1** Hypertension prevalence and risk factors in male Thai Cohort members, 2005 & 2009.

Risk factor	Cohort				P-value ^a	Hypertension prevalence (%)		
	2005		2009			2005	2009	P-value ^a
	n	%	n	%		95% CI	95% CI	
All participants	27407	100	27407	100		7.6 7.0 - 8.0	9.4 9.0 - 10.0	< 0.0001
Mean age-y (S.D.)	33.5 (8.9)		37.5 (8.9)					
Age range-year	17 - 88		21 - 92					
Demographic data								
Age group					< 0.0001			
≤ 30 y	11690	42.7	6688	24.4		3.4 3.0 - 4.0	2.8 2.4 - 3.2	< 0.038
31 - 40 y	9861	36.0	11519	42.0	6.9	6.2 6.0 - 7.0	< 0.026 5.8 - 6.6	
> 40 y	5856	21.4	9200	33.6		17.2 16.0 - 18.0	18.1 17.3 - 18.9	0.15
P-trend						P < 0.0001	P < 0.0001	
Married/partnered				< 0.0001				
No	11640	43.6	15582	37.7		5.0 4.6 - 5.4	6.4 6.0 - 7.0	< 0.0001
Yes	15057	56.4	9449	62.3		9.6 9.0 - 10.0	11.2 11.0 - 12.0	< 0.0001
P-value						P < 0.0001	P < 0.0001	
Socioeconomic status								
Personal monthly income (baht) ^b					< 0.0001			
≤ 7000	8396	31.3	4270	16.1		4.4 4.0 - 5.0	6.2 5.0 - 7.0	< 0.0001
7001 - 10000	6132	22.8	4526	17.0		5.6 5.0 - 6.0	5.1 4.0 - 6.0	0.28
10001 - 20000	8278	30.8	10339	38.9		8.8 8.0 - 9.0	8.3 8.0 - 9.0	0.25
> 20000	4054	15.1	7439	28.0		14.8 14.0 - 16.0	15.2 14.0 - 16.0	0.61
P-trend						P < 0.0001	P < 0.0001	
BMI classification ^c								
Underweight (BMI < 18.5)	1506	5.6	1008	3.8	< 0.0001	2.1 1.0 - 3.0	1.4 1.0 - 2.0	0.18
Normal (18.5 ≤ BMI < 23)	12833	47.6	11075	41.3		4.2 4.0 - 5.0	4.8 4.0 - 5.0	< 0.027
Overweight (23 ≤ BMI < 25)		6103	22.6	6730	25.1	7.9 7.0 - 9.0	8.7 8.0 - 9.0	0.11
Obese (BMI ≥ 25)		6519	24.2	7989	29.8	15.0 14.0 - 16.0	16.9 16.0 - 18.0	< 0.0023
P-trend						P < 0.0001	P < 0.0001	

^aChi-square test^bAt the time of the survey in 2005, US\$1 = 42 Thai baht^cBMI classification based on criteria used for Asian people.

Table 1 (continue)

Risk factor	Cohort				P-value ^a	Hypertension prevalence (%)		
	2005		2009			2005	2009	P-value ^a
	n	%	n	%		95% CI	95% CI	
Underlying diseases								
Diabetes mellitus type 2					< 0.0001			
Yes	419	1.5	637	2.3		42.2 37.0 - 47.0	42.9 39.0 - 47.0	0.84
No	26987	98.5	26756	97.7		7.1 7.0 - 7.4	8.6 8.0 - 9.0	< 0.0001
P-value						P < 0.0001	P < 0.0001	
High lipids					< 0.0001			
Yes	3760	13.7	5260	19.2		20.6 19.0 - 22.0	24.2 23.0 - 25.0	< 0.0001
No	23646	86.3	22133	80.8		5.5 5.0 - 6.0	5.8 5.4 - 6.2	0.18
P-value						P < 0.0001	P < 0.0001	
Kidney disease					< 0.0001			
Yes	732	2.7	511	1.9		17.3 15.0 - 20.0	23.1 19.0 - 27.0	< 0.012
No	26674	97.3	26882	98.1		7.3 7.0 - 8.0	9.1 8.7 - 9.5	< 0.0001
P-value						P < 0.0001	P < 0.0001	
Personal behaviours								
Smoking status					< 0.0001			
Never	13320	49.7	14238	52.7		6.2 5.8 - 7.0	7.5 7.0 - 8.0	< 0.0001
Ex-smoker	8390	31.3	7691	28.5		10.0 9.0 - 11.0	13.4 13.0 - 14.0	< 0.0001
Current-smoker	5114	19.1	5065	18.8		7.4 7.0 - 8.0	8.6 8.0 - 9.0	< 0.024
P-trend						P < 0.0001	P < 0.0001	
Drinking status					< 0.04			
Non-regular	24358	89.8	23727	90.5		7.2 6.8 - 7.6	9.0 8.6 - 9.4	< 0.0001
Regular	2779	10.2	2484	9.5		11.3 10.0 - 12.7	12.4 11.0 - 14.0	0.35
P-value						P < 0.001	P < 0.0001	

^aChi-square test

**Table 2** Hypertension prevalence and risk factors in female Thai Cohort members, 2005 & 2009.

Risk factor	Cohort				P-value ^a	Hypertension prevalence (%)		
	2005		2009			2005	2009	P-value ^a
	n	%	n	%		95% CI	95% CI	
All participants	33162	100	33162	100		2.8 2.6 - 3.0	3.4 3.0 - 4.0	< 0.0001
Mean age-y (S.D.)	30.1 (7.7)		34.1 (7.7)					
Age range-year	15 - 73		19 - 77					
Demographic data								
Age group					< 0.0001			
≤ 30 y	19556	59.0	13004	39.2		1.7 1.0 - 2.0	1.3 1.0 - 1.5	< 0.005
31 - 40 y	9939	30.0	13168	39.7		3.0 2.6 - 3.4	2.5 2.0 - 3.0	< 0.01
> 40 y	3667	11.1	6976	21.0		8.1 7.0 - 9.0	8.9 8.0 - 10.0	0.17
P-trend						P < 0.0001	P < 0.0001	
BMI classification ^b				< 0.0001				
Underweight (BMI < 18.5)	6656	20.3	4637	14.2		1.4 1.0 - 2.0	1.1 0.7 - 1.5	0.19
Normal (18.5 ≤ BMI < 23)	19326	58.9	18321	56.3		2.1 1.9 - 2.3	1.9 1.7 - 2.1	0.18
Overweight (23 ≤ BMI < 25)	3389	10.3	4427	13.6		3.5 3.0 - 4.0	3.8 3.0 - 4.0	0.488
Obese (BMI ≥ 25)	3431	10.5	5158	15.8		8.4 7.0 - 9.0	9.9 9.0 - 11.0	< 0.0167
P-trend						P < 0.0001	P < 0.0001	

^aChi-square test^bBMI classification based on criteria used for Asian people.

Table 2 (continue)

Risk factor	Cohort				P-value ^a	Hypertension prevalence (%)		
	2005		2009			2005	2009	P-value ^a
	n	%	n	%		95% CI	95% CI	
Underlying diseases								
Diabetes mellitus type 2					< 0.0001			
Yes	166	0.5	293	0.9		25.9 19.0 - 33.0	32.4 27.0 - 38.0	0.143
No	32996	99.5	32855	99.1		2.7 2.0 - 3.0	3.1 2.9 - 3.3	< 0.0012
P-value						P < 0.0001	P < 0.0001	
High lipids					< 0.0001			
Yes	2301	6.9	3525	10.6		9.0 8.0 - 10.0	11.5 10.0 - 13.0	< 0.002
No	30861	93.1	29623	89.4		2.3 2.0 - 2.5	2.4 2.0 - 3.0	0.646
P-value						P < 0.0001	P < 0.0001	
Kidney disease					< 0.0001			
Yes	866	2.6	655	2.0		7.0 5.0 - 9.0	10.2 8.0 - 13.0	< 0.027
No	32296	97.4	32493	98.0		2.7 2.0 - 3.0	3.2 3.0 - 3.4	< 0.0001
P-value						P < 0.0001	P < 0.0001	
Personal behaviour								
Drinking status					0.67			
Non-regular	32501	99.4	31562	99.4		2.8 2.6 - 3.0	3.3 3.0 - 4.0	< 0.006
Regular	202	0.62	195	0.61		4.5 2.0 - 7.0	6.7 3.0 - 10.0	0.44
P-value						P = 0.148	P < 0.01	

^aChi-square test



References

- Aekplakorn, W., et al. (2007). Prevalence and management of diabetes and associated risk factors by regions of Thailand: Third National Health Examination Survey 2004. *Diabetes Care*, 30 (8), 2007 - 2012.
- . (2007). Trends in obesity and associations with education and urban or rural residence in Thailand. *Obesity (Silver Spring)*, 15 (12), 3113 - 3121.
- . (2008). Prevalence and management of prehypertension and hypertension by geographic regions of Thailand: the Third National Health Examination Survey, 2004. *J Hypertens*, 26 (2), 191 - 198.
- . (2011). Prevalence and management of diabetes and metabolic risk factors in Thai adults: the Thai National Health Examination Survey IV, 2009. *Diabetes Care*, 34 (9), 1980 - 1985.
- . (2012). Changes in prevalence, awareness, treatment and control of hypertension in Thai population, 2004 - 2009: Thai National Health Examination Survey III-IV. *J Hypertens*, 30 (9), 1734 - 1742.
- Aekplakorn, W., Hogan, M. C., Tiptaradol, S., Wibulpolprasert, S., Punyaratabandhu, P., & Lim, S. S. (2008). Tobacco and hazardous or harmful alcohol use in Thailand: joint prevalence and associations with socioeconomic factors. *Addict Behav*, 33 (4), 503 - 514.
- Assanangkornchai, S., Sam-Angsri, N., Rerngpongpan, S., & Lertnakorn, A. (2010). Patterns of alcohol consumption in the Thai population: results of the National Household Survey of 2007. *Alcohol Alcohol*, 45 (3), 278 - 285.
- Ball, K., & Crawford, D. (2005). Socioeconomic status and weight change in adults: a review. *Soc Sci Med*, 60 (9), 1987 - 2010.
- Banwell, C., Lim, L., Seubsman, S. A., Bain, C., Dixon, J., & Sleigh, A. (2009). Body mass index and health-related behaviours in a national cohort of 87,134 Thai open university students. *J Epidemiol Community Health*, 63 (5), 366 - 372.
- Buckalew, V. M., Jr., Berg, R. L., Wang, S. R., Porush, J. G., Rauch, S., & Schulman, G. (1996). Prevalence of hypertension in 1,795 subjects with chronic renal disease: the modification of diet in renal disease study baseline cohort. Modification of Diet in Renal Disease Study Group. *Am J Kidney Dis*, 28 (6), 811 - 821.
- Bundhamcharoen, K., Odton, P., Phulkerd, S., & Tangcharoensathien, V. (2011). Burden of disease in Thailand: changes in health gap between 1999 and 2004. *BMC Public Health*, 11, 53, 1 - 9.
- Burt, V. L., et al. (1995). Prevalence of hypertension in the US adult population. Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988 - 1991. *Hypertension*, 25 (3), 305 - 313.
- Chobanian, A. V., et al. (2003). Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Hypertension*, 42 (6), 1206 - 1252.
- Choi, K. M., et al. (2006). Prevalence of prehypertension and hypertension in a Korean population: Korean National Health and Nutrition Survey 2001. *J Hypertens*, 24 (8), 1515 - 1521.
- Diez-Roux, A. V., Nieto, F. J., Cauleld, L., Tyroler, H. A., Watson, R. L., & Szklo, M. (1999). Neighbourhood differences in diet: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *J Epidemiol Community Health*, 53 (1), 55 - 63.

- Domrongkitchaiporn, S., et al. (2005). Risk factors for development of decreased kidney function in a southeast Asian population: a 12-year cohort study. *J Am Soc Nephrol*, 16 (3), 791 - 799.
- Franklin, S. S., et al. (1997). Hemodynamic patterns of age-related changes in blood pressure. The Framingham Heart Study. *Circulation*, 96 (1), 308 - 315.
- Fukui, M., et al. (2011). Risk factors for development of diabetes mellitus, hypertension and dyslipidemia. *Diabetes Res Clin Pract*, 94 (1), 1 - 4.
- Halimi, J. M., Giraudeau, B., Vol, S., Caces, E., Nivet, H., & Tichet, J. (2002). The risk of hypertension in men: direct and indirect effects of chronic smoking. *J Hypertens*, 20 (2), 187 - 193.
- Halperin, R. O., Gaziano, J. M., & Sesso, H. D. (2008). Smoking and the risk of incident hypertension in middle-aged and older men. *Am J Hypertens*, 21 (2), 148 - 152.
- Halperin, R. O., Sesso, H. D., Ma, J., Buring, J. E., Stampfer, M. J., & Gaziano, J. M. (2006). Dyslipidemia and the risk of incident hypertension in men. *Hypertension*, 47 (1), 45 - 50.
- He, F. J., & MacGregor, G. A. (2007). Salt, blood pressure and cardiovascular disease. *Curr Opin Cardiol*, 22 (4), 298 - 305.
- . (2010). Reducing population salt intake worldwide: from evidence to implementation. *Prog Cardiovasc Dis*, 52 (5), 363 - 382.
- Hsia, J., et al. (2007). Prehypertension and cardiovascular disease risk in the Women's Health Initiative. *Circulation*, 115 (7), 855 - 860.
- Ingsathit, A., et al. (2010). Prevalence and risk factors of chronic kidney disease in the Thai adult population: Thai SEEK study. *Nephrol Dial Transplant*, 25 (5), 1567 - 1575.
- Jancova, E., et al. (2008). Prevalence and risk of hypertension in renal disease--data from the Czech Registry of Renal Biopsies. *Kidney Blood Press Res*, 31 (2), 135 - 142.
- Jo, I., Ahn, Y., Lee, J., Shin, K. R., Lee, H. K., & Shin, C. (2001). Prevalence, awareness, treatment, control and risk factors of hypertension in Korea: the Ansan study. *J Hypertens*, 19 (9), 1523 - 1532.
- Johnston, P. A., & Davison, A. M. (1993). Hypertension in adults with idiopathic glomerulonephritis and normal serum creatinine. A report from the MRC Glomerulonephritis Registry. *Nephrol Dial Transplant*, 8 (1), 20 - 24.
- Kaplan, M. S., Huguette, N., Feeny, D. H., & McFarland, B. H. (2010). Self-reported hypertension prevalence and income among older adults in Canada and the United States. *Soc Sci Med*, 70 (6), 844 - 849.
- Kearney, P. M., Whelton, M., Reynolds, K., Whelton, P. K., & He, J. (2004). Worldwide prevalence of hypertension: a systematic review. *J Hypertens*, 22 (1), 11 - 19.
- Khonputsat, P., et al. (2010). Joint Prevalence and Control of Hypercholesterolemia and Hypertension in Thailand: Third National Health Examination Survey. *Asia Pac J Public Health*, 24 (1), 185 - 194.
- Klatsky, A. L. (2003). Alcohol and cardiovascular disease--more than one paradox to consider. Alcohol and hypertension: does it matter? Yes. *J Cardiovasc Risk*, 10 (1), 21 - 24.
- Laaksonen, D. E., Niskanen, L., Nyyssönen, K., Lakka, T. A., Laukkanen, J. A., & Salonen, J. T. (2008). Dyslipidaemia as a predictor of hypertension in middle-aged men. *Eur Heart J*, 29 (20), 2561 - 2568.
- Levin, G., et al. (2010). Glucose, insulin, and incident hypertension in the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Am J Epidemiol*, 172 (10), 1144 - 1154.



- Lim, L. L., et al. (2009). Associations between urbanisation and components of the health-risk transition in Thailand. A descriptive study of 87,000 Thai adults. *Glob Health Action*, 2, 1 - 13.
- Lim, L. L., Seubsman, S. A., & Sleigh, A. (2009). Validity of self-reported weight, height, and body mass index among university students in Thailand: Implications for population studies of obesity in developing countries. *Popul Health Metr*, 7 (15), 1 - 8.
- Meng, X. J., et al. (2011). Prevalence, awareness, treatment, control, and risk factors associated with hypertension in urban adults from 33 communities of China: the CHPSNE study. *J Hypertens*, 29 (7), 1303 - 1310.
- Messerli, F. H., Williams, B., & Ritz, E. (2007). Essential hypertension. *Lancet*, 370 (9587), 591 - 603.
- Min, H., Chang, J., & Balkrishnan, R. (2010). Sociodemographic risk factors of diabetes and hypertension prevalence in republic of Korea. *Int J Hypertens*, 2010, 1 - 6.
- Pachanee, C. A., Lim, L., Bain, C., Wibulpolprasert, S., Seubsman, S. A., & Sleigh, A. (2011). Smoking behavior among 84 315 open-university students in Thailand. *Asia Pac J Public Health*, 23 (4), 544 - 554.
- Pang, W., et al. (2010). Prevalence of hypertension and associated factors among older rural adults: results from Liaoning Province, China. *Med Princ Pract*, 19 (1), 22 - 27.
- Porapakkham, Y., et al. (2010). Estimated causes of death in Thailand, 2005: implications for health policy. *Popul Health Metr*, 8 (14), 1 - 11.
- Porapakkham, Y., Pattaraarchachai, J., & Aekplakorn, W. (2008). Prevalence, awareness, treatment and control of hypertension and diabetes mellitus among the elderly: the 2004 National Health Examination Survey III, Thailand. *Singapore Med J*, 49 (11), 868 - 873.
- Rampal, L., Rampal, S., Azhar, M. Z., & Rahman, A. R. (2008). Prevalence, awareness, treatment and control of hypertension in Malaysia: a national study of 16,440 subjects. *Public Health*, 122 (1), 11 - 18.
- Ridao, N., Luno, J., Garcia de Vinuesa, S., Gomez, F., Tejedor, A., & Valderrabano, F. (2001). Prevalence of hypertension in renal disease. *Nephrol Dial Transplant*, 16 Suppl 1, 70 - 73.
- Rodrigues Barbosa, A., & Ferreti Borgatto, A. (2010). Arterial hypertension in the elderly of bridgetown, barbados: prevalence and associated factors. *J Aging Health*, 22 (5), 611 - 630.
- Sangthong, R., et al. (2012). Health behaviors among short- and long- term ex-smokers: results from the Thai National Health Examination Survey IV, 2009. *Prev Med*, 55 (1), 56 - 60.
- Saremi, A., Hanson, R. L., Tulloch-Reid, M., Williams, D. E., & Knowler, W. C. (2004). Alcohol consumption predicts hypertension but not diabetes. *J Stud Alcohol*, 65 (2), 184 - 190.
- Schwandt, H. M., Coresh, J., & Hindin, M. J. (2010). Marital Status, Hypertension, Coronary Heart Disease, Diabetes, and Death Among African American Women and Men: Incidence and Prevalence in the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study Participants. *JFI*, 31 (9), 1211 - 1229.
- Sesso, H. D., Buring, J. E., Chown, M. J., Ridker, P. M., & Gaziano, J. M. (2005). A prospective study of plasma lipid levels and hypertension in women. *Arch Intern Med*, 165 (20), 2420 - 2427.
- Seubsman, S. A., et al. (2010). Socioeconomic status, sex, and obesity in a large national cohort of 15-87-year-old open university students in Thailand. *J Epidemiol*, 20 (1), 13 - 20.

- Seubsman, S. A., Kelly, M., Sleight, A., Peungson, J., Chokkanapitak, J., & Vilainerun, D. (2011). Methods used for successful follow-up in a large scale national cohort study in Thailand. *BMC Res Notes*, 4 (166), 1 - 11.
- Seubsman, S.A., Yiengprugsawan, V., Sleight, A., & Thai Cohort Study, T. (2012). A Large National Thai Cohort Study of the Health-Risk Transition based on Sukhothai Thammathirat Open University Students. *ASEAN Journal of Open Distance Learning*, 4 (1), 58 - 69.
- Sleight, A. C., Seubsman, S. A., & Bain, C. (2008). Cohort prole: The Thai Cohort of 87,134 Open University students. *Int J Epidemiol*, 37 (2), 266 - 272.
- Sobal, J., & Stunkard, A. J. (1989). Socioeconomic status and obesity: a review of the literature. *Psychol Bull*, 105 (2), 260 - 275.
- Stranges, S., et al. (2004). Relationship of alcohol drinking pattern to risk of hypertension: a population - based study. *Hypertension*, 44 (6), 813 - 819.
- Thinkhamrop, K., Seubsman, S., Sleight, A., Thinkhamrop, B., & Thai Cohort Study, T. (2011). Reasons for Non-Response to Mailed Questionnaires - Experience of a Large Cohort Study in Thailand. *KKU Jph Research*, 4 (3), 73 - 86.
- Wang, W., et al. (2006). A longitudinal study of hypertension risk factors and their relation to cardiovascular disease: the Strong Heart Study. *Hypertension*, 47 (3), 403 - 409.
- Wang, Y., & Wang, Q. J. (2004). The prevalence of prehypertension and hypertension among US adults according to the new joint national committee guidelines: new challenges of the old problem. *Arch Intern Med*, 164 (19), 2126 - 2134.
- Weisell, R. C. (2002). Body mass index as an indicator of obesity. *Asia Pac J Clin Nutr*, 11 Suppl 8, S 681 - 684.
- Wildman, et al. (2005). Alcohol intake and hypertension subtypes in Chinese men. *J Hypertens*, 23 (4), 737 - 743.
- Witteman, J. C., et al. (1989). A prospective study of nutritional factors and hypertension among US women. *Circulation*, 80 (5), 1320 - 1327.
- Yiengprugsawan, V., Banwell, C., Seubsman, S. A., Sleight, A. C., & Thai Cohort Study, T. (2012). Short sleep and obesity in a large national cohort of Thai adults. *BMJ Open*, 2 (1), 1 - 8.



การย่อยสลายสารฟีนอลโดยจุลินทรีย์ ในสารละลายดินตะกอนภายใต้สภาวะ ที่มีออกซิเจนและไนเตรต

Biodegradation of Phenol by Microorganisms
in Sediment-Slurry under Aerobic Denitrification

รองศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิยมรัตน์ Ph.D. (Environmental Science)

ภาควิชาจุลชีววิทยาและโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

วีรญา ทรัพย์วิลาวรรณ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

พีรพัฒน์ สุพรรณพันธุ์ ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย Ph.D. (Aquaculture)

ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการย่อยสลายสารฟีนอลโดยจุลินทรีย์ในสารแขวนลอยดินตะกอนจากนาข้าวที่มีไนเตรต (0.031 มิลลิโมลาร์) และไนไตรต์ (0.028 มิลลิโมลาร์) ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรตเมื่อเติมสารฟีนอลลงไปในช่วงทดลองที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ในครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่าจุลินทรีย์ในสารแขวนลอยดินตะกอนสามารถย่อยสลายสารฟีนอลได้ภายในระยะเวลา 3 และ 2 วัน ตามลำดับต่อมาเติมสารฟีนอลความเข้มข้น 0.3 มิลลิโมลาร์ จากการศึกษาครั้งนี้เป็นระยะเวลา 13 วัน พบว่าจุลินทรีย์ในสารแขวนลอยดินตะกอนใช้เวลาการย่อยสลายสารฟีนอลเป็นระยะเวลานานกว่า 5 วัน โดยพบว่ามีสารตัวกลางที่เกิดขึ้น คือ สารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท ซึ่งตรวจวัดได้ในวันที่ 3, 6 และ 9 ของการทดลอง โดยมีความเข้มข้นน้อยกว่า 0.01 มิลลิโมลาร์ และนอกจากนี้ยังพบว่าจุลินทรีย์ในสารแขวนลอยดินตะกอนจากนาข้าวมีความสามารถในการใช้ไนเตรตและเปลี่ยนเป็นไนไตรต์

คำสำคัญ: สารฟีนอล/การย่อยสลายด้วยวิธีทางชีวภาพ/สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรต/นาข้าว

Abstract

In this study, biodegradation of phenol by microorganisms in rice-paddy sediment-slurry which consisted of nitrate (0.031 mM) and nitrite (0.028 mM) was investigated under aerobic denitrifying conditions. In active culture, 0.1 mM phenol which was applied in the first and the second time was biodegraded within 3 and 2 days, respectively. Then 0.3 mM phenol was reapplied into all treatments, the chemical was biodegraded for more than 5 days of the experiment. The detected metabolite of phenol biodegradation was p-hydroxybenzoate which was monitored at day 3, 6 and 9 with the concentration less than 0.01 mM. Furthermore, these microorganisms in sediment-slurry were able to transform nitrate to nitrite.

Keywords: Phenol/Biodegradation/Aerobic denitrifying condition/Rice-paddy

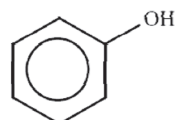
1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยและประเทศต่างๆ ใช้สารเคมีในกลุ่มอะโรมาติกซึ่งมีบทบาทสำคัญทางด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม (Chen et al., 2003) และมีการใช้สารเคมีที่เพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะสารฟีนอลและสารประกอบฟีนอล (Chakraborty et al., 2010) ซึ่งพบว่าการใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมผลิตกระดาษ (van Schie & Young, 1998) อุตสาหกรรมสีย้อม (Varsha et al., 2011) อุตสาหกรรมปิโตรเคมี (Riazika et al., 2010) อุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันและอุตสาหกรรมเรซิน (Gayathri, & Vasudevan, 2010) เป็นต้น น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้จึงมีสารประกอบฟีนอลปนเปื้อนอยู่ (Nair et al., 2008) ซึ่งอาจปนเปื้อนด้วยสารฟีนอลหรือจากสารประกอบฟีนอล นอกจากนี้บางโรงงานอาจมีการเติมสารฟีนอลลงไปในการบำบัดน้ำทิ้งเพื่อเป็นการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (Mutzel et al., 1996)

ส่วนในทางด้านเกษตรกรรมจะใช้สารอะโรมาติกในรูปของยาฆ่าศัตรูพืช (Pesticides) เพื่อควบคุมศัตรูพืช เช่น ยาฆ่าแมลง (Insecticides) ยาปราบวัชพืช (Herbicides) (Chakraborty et al., 2010) และยาฆ่าเชื้อรา (Fungicides) เป็นต้น (มนัส สุวรรณ, 2532) และมักพบการใช้สาร 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) และ 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T) ซึ่งสารทั้งสองชนิดนี้จัดอยู่ในกลุ่มฟีนอกซีอัลคิลคาร์บอกซิลิกแอซิด (Phenoxyalkyl carboxylic acid) และมีการใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก (Nakazawa et al., 2004; Sarikaya, & Selvi, 2005; Caflan Karasu Benli et al., 2007)

ดังนั้นจึงพบการสะสมของสารฟีนอลและสารประกอบฟีนอลในสิ่งแวดล้อมต่างๆ และสารกลุ่มนี้มีความเป็นพิษต่อมนุษย์ สัตว์ และพืช รวมทั้งทำให้ดินเสื่อมโทรม

(มนัส สุวรรณ, 2532; Nair et al., 2008) เนื่องจากผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปนเปื้อนด้วยสารฟีนอลจึงทำให้มีความต้องการให้มีกระบวนการบำบัดและฟื้นฟูสภาพด้วยวิธีทางชีวภาพซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้เนื่องจากเป็นวิธีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีทางเคมีและกายภาพ ดังนั้นที่ผ่านมาจึงมีการศึกษาการย่อยสลายสารฟีนอลโดยใช้วิธีการทางชีวภาพเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดการตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม (Basha et al., 2010; Riazika et al., 2010) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารฟีนอลหรือสารประกอบอื่นๆ ที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น Zhang, & Wiegel (1994) ได้ศึกษาการใช้จุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารฟีนอลและสารตัวกลางที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายสารฟีนอล และพบว่าสารที่มักเกิดจากการย่อยสลายของสารฟีนอลก็คือ สารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอทภายใต้สภาวะที่มีไนเตรต (ภาพที่ 1 (a) และ (b)) รวมทั้งมีการศึกษาในแบคทีเรีย เชื้อรา และแบคทีเรียกลุ่มแอคทิโนมัยซีตที่เป็นจุลินทรีย์เดี่ยวในการย่อยสลายสารฟีนอล ยกตัวอย่างเช่น แบคทีเรียสกุล *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Acanitobacter* และ *Alcaligenes* เป็นต้น เชื้อราสกุล *Fusarium*, *Coriarius* และ *Ralstonia* เป็นต้น และแอคทิโนมัยซีตสกุล *Streptomyces* (Nair et al., 2008) นอกจากนี้ยังพบว่าการย่อยสลายสารฟีนอลภายใต้สภาวะที่มีการใช้ออกซิเจนสามารถเกิดขึ้นได้รวดเร็ว (Latha, & Mahadevan, 1997) อย่างไรก็ตามการศึกษาภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและมีไนเตรตเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายให้จุลินทรีย์มีทางเลือกที่จะใช้ตัวรับอิเล็กตรอนที่เหมาะสมกับสภาวะในขณะนั้น ซึ่งเป็นสภาวะที่พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมทั้งในน้ำและในดินซึ่งยังไม่ค่อยมีการศึกษามากนัก



(a)



(b)

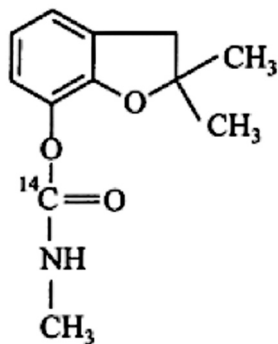
ภาพที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของ (a) สารฟีนอล (Nair et al., 2008) และ (b) สารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท (Bertani et al., 2001)

ในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้ศึกษาการย่อยสลายสารฟีนอลภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรตหรือเรียกว่าสภาวะแอโรบิกดีไนทริฟิเคชัน (Aerobic denitrification) ในดินตะกอนจากนาข้าวที่มีการใช้ยาฆ่าแมลงชนิดคาร์โบฟูราน (Carbofuran) ที่เป็นสารประกอบอะโรมาติกเพื่อทำให้ทราบถึงความสามารถในการย่อยสลายสารฟีนอลของกลุ่มจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินตะกอนจากนาข้าวในอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ซึ่งจะนำมาสู่การแยกจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารฟีนอลภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรตหรือเรียกว่าสภาวะแอโรบิกดีไนทริฟิเคชัน (Aerobic denitrification) ในการศึกษาต่อไป

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างของดินตะกอนจากนาข้าวในอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรีที่มีการใช้ยาฆ่าแมลงชนิดคาร์โบฟูราน (โครงสร้างทางเคมีแสดงในภาพที่ 2) ตามวิธีการของสุบัณฑิต นิยมรัตน์ และสุกานดา เกื้อกิจกุล (2546) โดยเก็บตัวอย่างเป็นจำนวน 5 จุด ที่ระดับความลึก 1 - 10 เซนติเมตร โดยใช้ Grab sampler จากนั้นนำดินตะกอนใส่ลงในขวดและปิดฝาหลวมๆ เก็บที่อุณหภูมิห้องจนกว่าจะทำการทดลอง



ภาพที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของยาฆ่าแมลงชนิดคาร์โบฟูราน (Trabue et al., 2001)

2.2 การเตรียม Defined minimal salt medium (DMSM) (ดัดแปลงมาจาก Healy, & Young, 1979)

อาหารเลี้ยงเชื้อ DMSM ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ (1) สารละลายเกลือ (กรัม

ต่อลิตร) ประกอบด้วย $KCl = 1.3$, $KH_2PO_4 = 0.2$, $NaCl = 23.0$, $NH_4Cl = 0.5$, $CaCl_2 \cdot H_2O = 0.1$ และ $MgCl_2 \cdot 6H_2O = 1.3$ (2) สารละลายเกลือปริมาณน้อย (Trace salt) (กรัมต่อลิตร) ประกอบด้วย $CoCl_2 \cdot H_2O = 2.2$, $CuCl_2 = 0.01$, $H_3Bo_3 = 0.38$, $MnCl_2 \cdot 4H_2O = 1.333$, $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O = 0.167$ และ $ZnCl_2 = 0.14$ และ (3) สารละลายวิตามิน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ประกอบด้วย $B_{12} = 1$, Biotin = 20, Folic acid = 20, Nicotinic acid = 50, *p*-aminobenzoic acid = 50, Pantothenic acid = 50, Pyridoxine HCl = 100, Riboflavin = 50, Thiamin = 50 และ Thiotic = 50 เตรียมสารละลายแต่ละประเภทแยกกันโดยที่สารละลายเกลือนำไปเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ส่วนสารละลายเกลือปริมาณน้อย สารละลายวิตามิน และสารละลายไบคาร์บอเนตทำให้ปราศจากเชื้อโดยการกรองผ่านหัวกรองที่มีขนาดรูกรองเท่ากับ 0.45 ไมโครเมตร จากนั้นนำส่วนสารละลายเกลือมาเติมสารละลายเกลือปริมาณน้อย ปริมาตร 5 มิลลิลิตร สารละลายวิตามินปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลายไบคาร์บอเนต ปริมาตร 29.8 กรัม

2.3 การศึกษาการย่อยสลายสารฟีนอลโดยจุลินทรีย์ในสารแขวนลอยดินตะกอน (ดัดแปลงมาจาก van Schie, & Young, 1998)

นำขวดซีรัมขนาด 60 มิลลิลิตร จำนวน 7 ขวด มาเติมสารละลายตะกอน (10% w/v) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้นแบ่งขวดซีรัมออกเป็น 3 ชุดการทดลอง คือ 1) ชุดทดลอง (Active) (จำนวน 3 ขวด โดยเติมสารละลายไบคาร์บอเนต ปริมาตร 1.49 มิลลิลิตร DMSM ปริมาตร 42.71 มิลลิลิตร สารละลายวิตามิน ปริมาตร 0.05 มิลลิลิตร สารละลายเกลือปริมาณน้อย ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร สารฟีนอลความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และไนเตรตความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร) 2) ชุดฆ่าเชื้อ (Sterile) (จำนวน 2 ขวด โดยเติม DMSM ปริมาตร 42.71 มิลลิลิตร นำไปนิ่งฆ่าเชื้อและทิ้งให้เย็นจำนวน 3 ครั้ง จากนั้นเติมสารละลายไบคาร์บอเนต ปริมาตร 1.49 มิลลิลิตร สารละลายวิตามิน ปริมาตร 0.05 มิลลิลิตร สารละลายเกลือปริมาณน้อย ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร สารฟีนอลความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และไนเตรตความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร) และ 3) ชุดควบคุม (Background) (จำนวน

2 ขวด โดยเติม DMSM ปริมาตร 43.21 มิลลิลิตร สารละลายโบรอนเนต ปริมาตร 1.49 มิลลิลิตร สารละลายวิตามิน ปริมาตร 0.05 มิลลิลิตร และสารละลายเกลือปริมาณน้อย ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร) จากนั้นนำชุดการทดลองทั้ง 3 ชุดไปบ่มที่อุณหภูมิห้องในสภาวะที่ไม่มีแสง และทำการตรวจวัดปริมาณสารฟีนอล ไนเตรต และไนไตรต์

2.4 วิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอล สารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท และสารตัวกลางต่างๆ (Nimrat, 2000)

นำสารละลายในขวดซีรัมปริมาตร 1 มิลลิลิตร มาปั่นแยกตะกอนที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำส่วนใสของสารละลายมากรองด้วยหัวกรองที่มีขนาดรูกรองเท่ากับ 0.45 ไมโครเมตร และนำส่วนใสที่กรองได้ไปวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอล สารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท และสารตัวกลางต่างๆ โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC; Waters 600, Waters cooperation, USA) ด้วย UV detector (Waters 2487, Waters cooperation, USA) ที่ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร โดยใช้คอลัมน์เป็น Reverse phase C18 Column (ขนาดรูพรุนเท่ากับ 60 อังสตรอม และขนาดอนุภาคเท่ากับ 4 ไมโครเมตร; Nova_pak®, Waters cooperation, USA) และใช้ Eluent เป็น Methanol : water : glacial acid (40 : 58 : 2) และกำหนดอัตราการไหลเท่ากับ 1 มิลลิลิตรต่อนาที จากนั้นคำนวณหาความเข้มข้นโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

2.5 วิธีวิเคราะห์ปริมาณไนเตรต (AOAC, 2002)

วิเคราะห์ปริมาณไนเตรตโดยวิธีบรูซีน (Brucine) โดยนำสารละลายที่ต้องการวัดปริมาณ 50 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลอง และเจือจางในอัตราส่วน 1 : 40 โดยการเติมน้ำกลั่นหลอดละ 1,950 ไมโครลิตร จากนั้นนำไปแช่ในน้ำแข็ง โดยเติมโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ปริมาตร 400 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเติมกรดซัลฟิวริก ปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปแช่ในน้ำแข็ง และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร จะได้เป็นค่าเบลนค์ (Blank) ของสารละลายตัวอย่าง จากนั้นจึงนำสารละลายมาแช่ในน้ำแข็งอีกครั้งหนึ่ง โดยเติมสารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิก ปริมาตร 100 ไมโครลิตร

เขย่าให้เข้ากันและนำไปแช่ที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที และนำมาแช่ในน้ำแข็งอีกครั้งเพื่อลดอุณหภูมิให้ได้อุณหภูมิห้องแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงอีกครั้ง เมื่อได้ค่าการดูดกลืนแสงครั้งที่ 2ให้นำมาหักลบออกจากเบลนค์ จะได้ค่าการดูดกลืนแสงที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างไนเตรตกับบรูซีนในสารละลายตัวอย่างโดยทำการวัดที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

2.6 วิธีการวิเคราะห์ปริมาณไนไตรต์ (Stickland, & Parson, 1972)

วิเคราะห์ปริมาณไนไตรต์โดยใช้วิธีไดอาโซไทเซชัน (Diazotization) โดยนำสารละลายตัวอย่างมาปริมาตร 800 ไมโครลิตร เจือจางให้ได้อัตราส่วนเป็น 1 : 3 โดยเติมน้ำกลั่น ปริมาตร 1,600 ไมโครลิตร ถ้าสารละลายมีสารแขวนลอยอยู่ให้กรองด้วยกระดาษกรองที่มีรูกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร หรือทำการตกตะกอนด้วยอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ (Al(OH)₃) และปรับ pH ให้เป็นกลาง จากนั้นเติมสารเอทิลีน ไดอะมีน เตตระแอซิดิก แอซิด (Ethylene diamine tetra-acetic acid; EDTA) ปริมาตร 48 ไมโครลิตร และกรดซัลฟานิลิก (Sulfanilic acid) ปริมาตร 48 ไมโครลิตร ทำการผสมให้เข้ากันจะได้ pH มีค่าประมาณ 1.4 ปล่อยให้เกิดปฏิกิริยา 3 - 10 นาที หลังจากนั้นทำการเติมน้ำยาเนฟทิลลามีนไฮโดรคลอไรด์ (Naphthylamine hydrochloride) ปริมาตร 48 ไมโครลิตร และโซเดียมอะซีเตทบัฟเฟอร์ 48 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันจะได้ pH ประมาณ 2.0 - 2.5 ตั้งทิ้งไว้ 10 - 30 นาที จนเกิดสีชมพูแล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการนำตัวอย่างดินตะกอนจากนาข้าวในอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี มาวัดปริมาณของสารปนเปื้อนชนิดต่างๆ คือ ไนเตรต ไนไตรต์ สารฟีนอล และสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท เนื่องจากในนาข้าวมีการใช้ปุ๋ยและสารกำจัดแมลงชนิดคาร์โบฟูราน ในการกำจัดเพลี้ยชนิดต่างๆ และสารที่ออกฤทธิ์คือ 2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranol methylcarbamate ซึ่งมีโครงสร้างเป็นวงแหวนอะโรมาติก ผลการศึกษาพบว่าในดินตะกอนมีปริมาณไนเตรตและ



ไนโตรเจนเท่ากับ 0.031 และ 0.028 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ แต่ไม่พบสารฟีนอลและสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท

ต่อมาเมื่อศึกษาการย่อยสลายสารฟีนอล ภายใต้สภาวะที่มีทั้งออกซิเจนและไนโตรเจนสามารถสรุปได้ว่าดินตะกอนจากนาข้าวที่มีการปนเปื้อนด้วยสารคาร์โบฟูรานดังที่กล่าวมาแล้วนั้นมีความสามารถในการย่อยสลายสารฟีนอลความเข้มข้น 0.1 และ 0.3 มิลลิโมลาร์ ได้ค่อนข้างรวดเร็ว คือ เมื่อเติมสารฟีนอลความเข้มข้นเท่ากับ 0.1 มิลลิโมลาร์ ในชุดทดลองพบว่า สารฟีนอลถูกย่อยสลายอย่างรวดเร็วในวันแรก และต่อมาสารฟีนอลจะค่อยๆ ลดลงในวันที่ 2 จนหมดลงในวันที่ 3 ของการทดลอง ต่อมาทำการเติมสารฟีนอลที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.1 มิลลิโมลาร์ลงไปเป็นครั้งที่ 2 พบว่าเกิดการย่อยสลายได้ภายใน 2 วัน ซึ่งการย่อยสลายสารฟีนอลในชุดทดสอบที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วในการศึกษาครั้งนี้อาจเนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีความสามารถนั้นเป็นจุลินทรีย์ที่มีการสัมผัสกับสารฟีนอลในช่วงระยะเวลาหนึ่ง (Basha et al., 2010) และทำการเติมสารฟีนอลความเข้มข้นเท่ากับ 0.3 มิลลิโมลาร์ พบว่าสารฟีนอลถูกย่อยสลายภายในเวลา 5 วันต่อมาและคงเหลือในปริมาณที่ต่ำประมาณ 0.02 มิลลิโมลาร์ รวมทั้งน่าจะมีการเหนี่ยวนำให้เกิดการสร้างเอนไซม์บางชนิดที่สามารถย่อยสลายสารที่มีลักษณะเป็นวงแหวนอะโรมาติกได้ (Alexander, 1994) ซึ่งรวมถึงสารฟีนอลและสารอนุพันธ์ของฟีนอลโดยมีรายงานสนับสนุนของ Nair et al. (2008) กล่าวว่าได้มีรายงานหลายๆ ฉบับที่ศึกษาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารฟีนอลรวมถึงการทำงานของเอนไซม์ชนิดต่างๆ ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้รวมทั้ง Oxygenase, Hydroxylase, Peroxydase, Tyrosinase และ Oxidase เป็นต้น ซึ่งกระบวนการย่อยสลายสารฟีนอลอาจเกิดขึ้นได้ทั้งกระบวนการที่จุลินทรีย์ปล่อยเอนไซม์ออกมาภายนอกเซลล์ หรือการดูดซึมสารเข้าสู่เซลล์เพื่อย่อยสลาย

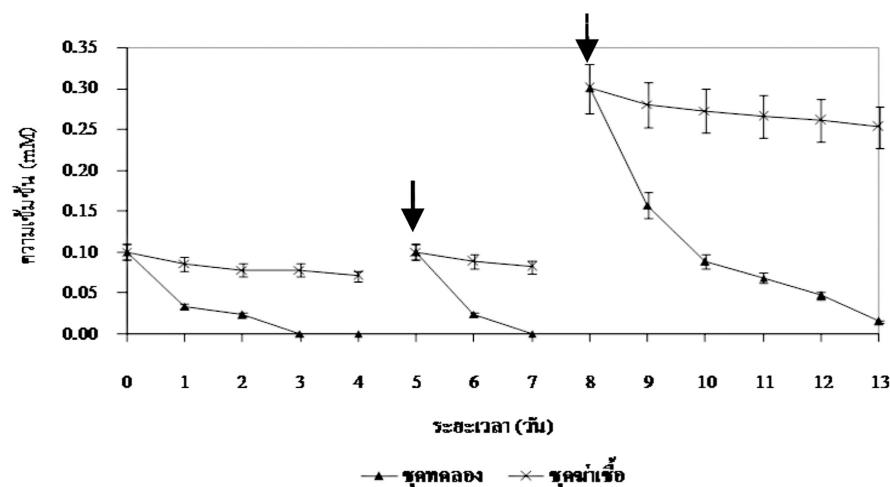
แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารฟีนอลนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณหรือความเข้มข้นของสารตั้งต้นด้วยถ้ามีในปริมาณสูงเกินไปก็สามารถทำให้เกิดกระบวนการยับยั้งโดยสารตั้งต้น (Substrate inhibition) ซึ่งมีผลไปยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ ซึ่งมีรายงานของ Shourian et al. (2009) ที่ได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของ *Pseudomonas* sp. SA01 ในการย่อยสลายสารฟีนอล

พบว่าแบคทีเรียดังกล่าวสามารถย่อยสลายสารฟีนอลได้ด้วยความเข้มข้นต่ำกว่า 1 กรัมต่อลิตร และเมื่อความเข้มข้นของสารฟีนอลเพิ่มสูงขึ้น (มากกว่า 1 กรัมต่อลิตร) พบว่าสารฟีนอลมีผลไปยับยั้งการเจริญของ *Pseudomonas* sp. SA01 รวมทั้งการศึกษาของ Dehkordi et al. (2012) ในการย่อยสลายสารฟีนอลโดยแบคทีเรียจำนวน 2 ไอโซเลท (GSN3 และ GSN5) ที่แยกได้จากดินบริเวณที่ทำเกษตรกรรม โดยเฉพาะเลี้ยงแบคทีเรียในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ความเข้มข้นของสารฟีนอลเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบอัตราการเจริญสูงสุดที่ OD เท่ากับ 0.8 และ 0.7 ตามลำดับ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารฟีนอลเป็น 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัม พบว่า GSN3 มีอัตราการเจริญสูงสุดที่ OD เท่ากับ 1.45 และ 0.19 ตามลำดับ ส่วน GSN5 มีอัตราการเจริญสูงสุดที่ OD เท่ากับ 0.98 และ 0.17 ตามลำดับ (Nair et al., 2008) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีปริมาณของสารฟีนอลที่สูงเกินไปแบคทีเรียจะมีอัตราการเจริญที่ลดลง เนื่องจากสารฟีนอลมีผลไปยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียดังกล่าว และในการศึกษาครั้งนี้พบว่าจุลินทรีย์ในดินมีบทบาทสำคัญในการกำจัดสารฟีนอลเมื่อเปรียบเทียบกับชุดฆ่าเชื้อซึ่งมีกลไกการกำจัดคือ กระบวนการทางเคมีและกายภาพพบว่าสามารถกำจัดสารฟีนอลได้เพียงเล็กน้อย โดยสารฟีนอลคงเหลือเท่ากับ 0.07 และ 0.0815 มิลลิโมลาร์ ในวันที่ 4 และ 7 ของการทดลอง ตามลำดับ ต่อมาเติมสารฟีนอลที่ความเข้มข้น 0.3 มิลลิโมลาร์ ลงในชุดฆ่าเชื้อพบว่าในวันสุดท้ายของการทดลองจะมีปริมาณสารฟีนอลคงเหลือเท่ากับ 0.2525 มิลลิโมลาร์

สำหรับการย่อยสลายสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอทโดยมีรายงานของสุภัณฑิ์ นิมรต์น์ และสุกานดา เกื้อกิจกุล (2546) ที่ได้กล่าวสนับสนุนไว้ว่า จากการศึกษาการย่อยสลายสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท โดย Mixed culture ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนจากตัวอย่างดินตะกอนในนาข้าวและแหล่งน้ำพบว่าการย่อยสลายของสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอทจากตัวอย่างตะกอนในนาข้าวเกิดขึ้นได้ดีกว่าที่เกิดขึ้นในตะกอนของแหล่งน้ำ อาจเป็นผลเนื่องมาจากในนาข้าวที่เก็บตัวอย่างดินตะกอนมาใช้ในการใช้คาร์โบฟูรานในการกำจัดเพลี้ยชนิดต่างๆ ซึ่งสารที่ออกฤทธิ์ คือ 2,3-Dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranol methylcarbamate โดยสารชนิดนี้มีโครงสร้างวงแหวนอะโรมาติก ซึ่งจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำการสร้าง

เอนไซม์ (Enzyme induction) บางชนิดซึ่งส่งผลให้มีการย่อยสลายสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท ซึ่งมีโครงสร้างเป็นวงแหวนอะโรมาติกได้รวดเร็วกว่ดินตะกอนจากแหล่งน้ำในมหาวิทยาลัยบูรพาที่ไม่มีการเติมสารคาร์โบฟูราน นอกจากนี้แล้วการที่พื้นที่มีการใช้สารโครงสร้างวงแหวนอยู่อาจมีการคัดเลือกกลุ่มจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายด้วยเช่นกัน ซึ่งเอนไซม์ที่ถูกกระตุ้นให้มีการสร้างอาจเป็นเอนไซม์ในกลุ่มที่ทำให้เกิดกระบวนการ Decarboxylation อาทิเช่น เอนไซม์ *p*-hydroxybenzoate decarboxylase และ 3,4-dihydroxybenzoate

decarboxylase เป็นต้น ซึ่งจากรายงานของ Zhang, & Wiegel (1994) รายงานว่าแบคทีเรีย *Clostridium hydroxybenzoicum* มีเอนไซม์ทั้งสองชนิดนี้ในการย่อยสลายสารฟีนอล นอกจากนี้กระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพโดยจุลินทรีย์นั้นอาจมีกระบวนการอื่นๆที่เข้ามาเกี่ยวข้องนอกจากการเหนี่ยวนำของเอนไซม์ คือ การแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรม (Genetic materials) และการพัฒนาความทนต่อความเป็นพิษ เป็นต้น ซึ่งทำให้จุลินทรีย์มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการย่อยสลายสารต่างๆในสิ่งแวดล้อม

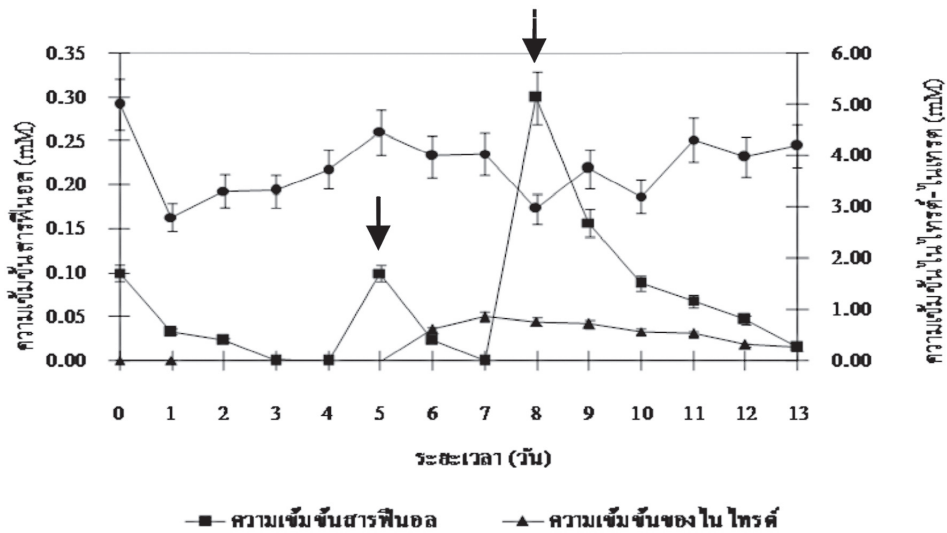


ภาพที่ 3 การย่อยสลายสารฟีนอลความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ และ 0.3 มิลลิโมลาร์ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรต

หมายเหตุ: ตรงตำแหน่งที่มีลูกศรแสดงการเติมสารฟีนอล

ส่วนการใช้ไนเตรตเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายในกระบวนการหายใจแทนออกซิเจน พบว่าจุลินทรีย์ในสารละลายดินตะกอนมีความสามารถในการเปลี่ยนไนเตรตให้เป็นไนไตรต์ สังเกตได้จากการที่ปริมาณไนเตรตจะลดลงและมีปริมาณไนไตรต์เพิ่มขึ้น โดยมีการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณสารทั้งสองชนิดตลอดเวลา (ภาพที่ 4) ซึ่งจากการทดลองการย่อยสลายสารฟีนอลภายใต้สภาวะที่มีทั้งออกซิเจนและไนเตรตทำให้จุลินทรีย์มีตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย 2 ตัวคือ ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายในกระบวนการที่มีออกซิเจน และไนเตรตเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายในกระบวนการที่ไร้ออกซิเจน ทั้งนี้พบว่าในชุดทดลองมีสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอทเกิดขึ้นในวันที่ 3, 6 และ 9

ของการทดลอง โดยมีความเข้มข้นน้อยกว่า 0.01 มิลลิโมลาร์ (ตารางที่ 1) จากผลการศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่าจุลินทรีย์ในดินตะกอนสามารถย่อยสลายสารฟีนอลให้เป็นสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท รวมทั้งน่าจะสามารถย่อยสลายสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอทให้มีปริมาณที่ไม่สูงนักเท่ากับ 0.01 มิลลิโมลาร์ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Zhang, & Wiegel (1994) ที่พบว่า *Clostridium hydroxybenzoicum* สามารถย่อยสลายสารฟีนอลให้เป็นสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอทได้เช่นกัน รวมทั้งไม่พบว่าในชุดฆ่าเชื้อมีสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอทเกิดขึ้นจึงเป็นการยืนยันถึงความสามารถของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารฟีนอลให้เป็นสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอทไม่ใช่เกิดจากกระบวนการทางเคมีและกายภาพนั่นเอง



ภาพที่ 4 ปริมาณไนเตรตและปริมาณไนโตรเจนระหว่างทำการทดลองการย่อยสลายสารฟีนอล ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ และ 0.3 มิลลิโมลาร์ ภายใต้สภาวะที่มีทั้งออกซิเจนและไนเตรต

หมายเหตุ: ตรงตำแหน่งที่มีลูกศรแสดงการเติมสารฟีนอล

ตารางที่ 1 ปริมาณสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอทในชุดทดลองและชุดฆ่าเชื้อในวันสุดท้าย

สารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท	ชุดทดลอง	ชุดฆ่าเชื้อ
ปริมาณสาร	น้อยกว่า 0.01 มิลลิโมลาร์	-
ปริมาณก๊าซบริเวณ Headspace	-	-

หมายเหตุ: - หมายถึง ตรวจไม่พบ

4. สรุปผลการวิจัย

จากการตรวจสอบโดยการนำดินตะกอนจากนาข้าว ในอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี มาตรวจวัดสารต่างๆ และ ศึกษาการย่อยสลายสารฟีนอลโดยจุลินทรีย์ในสารละลายดินตะกอนภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรต พบว่าในดินตะกอนมีปริมาณไนเตรตและไนโตรเจนเท่ากับ 0.031 และ 0.028 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ โดยไม่พบสารฟีนอลและสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท เมื่อศึกษาการย่อยสลายสารฟีนอลโดยจุลินทรีย์ในสารละลายดินตะกอนจากการเติมสารฟีนอล ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ในวันเริ่มต้นการทดลอง (วันที่ 0) พบว่าสารฟีนอลถูกย่อยสลายได้ภายในเวลา 3 วัน ส่วนการเติมสารฟีนอลความเข้มข้น 0.3 มิลลิโมลาร์ ใช้เวลาในการย่อยสลาย 6 วัน สำหรับชุดฆ่าเชื้อสารฟีนอลมีความ

เข้มข้นลดลงเล็กน้อย โดยในวันที่ 4 และ 7 ของการทดลอง ความเข้มข้นของสารฟีนอล 0.1 มิลลิโมลาร์ พบว่าสารฟีนอลลดลงเหลือเท่ากับ 0.07 และ 0.0815 มิลลิโมลาร์ ตามลำดับ ส่วนสารฟีนอล ความเข้มข้น 0.3 มิลลิโมลาร์ มีความเข้มข้นในวันสุดท้ายของการทดลองเท่ากับ 0.2525 มิลลิโมลาร์ และการใช้ไนเตรตเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายในกระบวนการหายใจแทนออกซิเจนพบว่าจุลินทรีย์ในสารละลายดินตะกอนมีความสามารถในการใช้ไนเตรตได้บางส่วนและสะสมในรูปของไนไตรต์ สังเกตได้จากที่ปริมาณไนเตรตจะลดลง ในขณะที่มีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้พบว่าในชุดทดลองมีสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท เกิดขึ้นในวันที่ 3, 6 และ 9 ของการทดลอง ซึ่งมีความเข้มข้นน้อยกว่า 0.01 มิลลิโมลาร์ แต่ไม่พบสารพาราไฮดรอกซี-

เบนโซเอทในชุดฆ่าเชื้อ และไม่พบปริมาณก๊าซเกิดขึ้น ทั้งในชุดทดลองและชุดฆ่าเชื้อ แสดงว่าสารฟีนอลเกิดการย่อยสลายไม่สมบูรณ์จึงไม่มีก๊าซเกิดขึ้นแต่อาจมีการสะสมในรูปอื่น

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าจุลินทรีย์ในดินตะกอนจากนาข้าวในอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี มีความสามารถย่อยสลายสารฟีนอลและเปลี่ยนเป็นสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท รวมทั้งสามารถย่อยสลายสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอทแต่ไม่สามารถย่อยสลายได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนั้นถ้ามีการปนเปื้อนของสารฟีนอลด้วยความเข้มข้นที่มากขึ้นจะทำให้ระยะเวลาในการย่อยสลายสารฟีนอลเพิ่มขึ้น ดังนั้นสรุปได้ว่าจุลินทรีย์ในดินตะกอนจากนาข้าวสามารถย่อยสลายสารฟีนอลและสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอทในความเข้มข้น 0.1 และ 0.3 มิลลิโมลาร์ แต่ควรมีการตระหนักถึงการปนเปื้อนด้วยสารฟีนอลหรือสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอทด้วยความเข้มข้นที่สูงเพราะน่าจะมีการสะสมของสารทั้ง 2 ชนิดในดินตะกอนจากนาข้าวในอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี เป็นเวลานานขึ้นซึ่งจะทำให้เกิดผลกระทบต่อคนที่ต้องสัมผัสกับบริเวณดังกล่าวที่ปนเปื้อนด้วยสารฟีนอลหรือสารพาราไฮดรอกซีเบนโซเอท

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาจุลชีววิทยาและภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- มนัส สุวรรณ (2532) นิเวศวิทยากับการพัฒนาเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สุบัณฑิต นิมรัตน์ และสุกานดา เกื้อกิจกุล (2546) การย่อยสลาย *p*-Hydroxybenzoate โดยใช้ mixed culture ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน. การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 41 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, วันที่ 3 - 5 กุมภาพันธ์ 2546.
- Association of Official American Chemists [AOAC]. (2002). Official methods of analysis. Association of Official American Chemists, MD.

- Basha, K.M., Rajendran, A., & Thangavelu, V. (2010). Recent advances in the biodegradation of phenol: A review. *Asian Journal of Experimental Biological Science*, 1 (2), 219 - 234.
- Bertani, I., Kojic, M., & Venturi, V. (2001). Regulation of the *p*-hydroxybenzoic acid hydroxylase gene (*pobA*) in plant-growth-promoting *Pseudomonas putida* WC358. *Microbiology*, 147, 1611 - 1620.
- Caflan Karasu Benli, A., Sarikaya, R., Sepici-Dincel, A., Selvi, M., Sahin, D., & Erkoc, F. (2007). Investigation of acute toxicity of (2,4-dichlorophenoxy) acetic acid (2,4-D) herbicide on crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 88, 296 - 299.
- Chakraborty, S., Bhattacharya, T., Pael, T.N., & Tiwari, K.K. (2010). Biodegradation of phenol by native microorganism isolated from coke processing wastewater. *Journal of Environmental Biology*, 31, 293 - 296.
- Chen, Y.-X., Liu, H., & Chen, H.-L. (2003). Characterization of phenol biodegradation by *Comamonas testosteroni* ZD4-1 and *Pseudomonas aeruginosa* ZD4-3. *Biomedical and Environmental Science*, 16, 163 - 172.
- Dehkordi, F.N., Gharavi, S., & Soudi, M.R. (2012). Phenol Biodegradation by Two Bacterial Isolates from Agricultural Soil. *Congress Portal for Ardabil University of Medical Sciences, The 13th Iranian & The Second International Congress of Microbiology*.
- Gayathri, K.V. & Vasudevan, N. (2010). Enrichment of phenol degrading moderately halophilic bacteria consortium from saline environment, *Journal of Bioremediation & Biodegradation*, 1 (1), 1 - 6.



- Healy, J.B. & Young, L.Y. (1979). Anaerobic biodegradation of eleven aromatic compounds to methane. *Applied and Environmental Microbiology*, 38 (1), 84 - 89.
- Latha, S. & Mahadevan, A. (1997). Review: Role of rhizobia in the degradation of aromatic substances. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 13, 601 - 607.
- Mutzel, A., Reinscheid, U.M., Antranikian, G., & Muller, R. (1996). Isolation and characterization of a thermophilic bacillus strain, that degrades phenol and cresol as sole carbon source at 70°C. *Applied Microbiol Biotechnol*, 46, 593 - 596.
- Nair, C.I., Jayachadran, K., & Shashidhar, S. (2008). Biodegradation of phenol. *African Journal of Biotechnology*, 7 (25), 4951 - 4958.
- Nakazawa, H., Takahashi, N., Inoue, K., Ito, Y., Goto, T., Kato, K., Yoshimura, Y., & Oka, H. (2004). Rapid and simultaneous analysis of dichlorvos, malathion, carbaryl, and 2,4-dichlorophenoxy acetic acid in citrus fruit by flow-injection ion spray ionization tandem mass spectrometry. *Talanta*, 64, 899 - 905.
- Riazika, B., Abbes, B., Messaoud, C., & Soufi, K. (2010). Phenol and benzoic acid degradation by *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Water Resource and Protection*, 2, 788 - 791.
- Sarikaya, R. & Selvi, M. (2005). Investigation of acute toxicity of (2,4-dichlorophenoxy) acetic acid (2,4-D) herbicide on larvae and adult Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 20, 264 - 268.
- Schwarzenbach, R.P., Gschwend, P.M., & Imboden, D.M. (1993). *Environmental organic chemistry* (1st ed). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Shourian, M., Noghabi, K.A., Zahiri, H.S., Bagheri, T., Karballaei, G., Mollaei, M., Rad, I., Ahadi, S., Raheb, J., & Abbasi, H. (2009). Efficient phenol degradation by a newly characterized *Pseudomonas* sp. SA01 isolated from pharmaceutical wastewaters. *Desalination*, 246 (3), 577 - 594.
- Stickland, J.D.H. & Parson, T.R. (1972). *A practical handbook of seawater analysis* (2nd ed.). Ottawa: Fisheries Research Board of Canada Bulletin.
- Trabue, S.L., Ogram, A.V., & Ou, L.-T. (2001). Dynamics of carbofuran-degrading microbial communities in soil during three successive annual applications of carbofuran. *Soil Biology & Biochemistry*, 33, 75 - 81.
- van Schie, P.M. & Young, L.Y. (1998). Isolation and characterization of phenol-degrading denitrifying bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 64 (7), 2432 - 2438.
- Varsha, Y.M., Deepthi CH, N., & Chenna, S. (2011). An emphasis on xenobiotic degradation in environmental clean up. *Journal of Boiremediation & Biodegradation*, 11, 1 - 10.
- Zhang, X. & Wiegel, J. (1994). Reversible conversion of 4 - hydroxybenzoate and phenol by *Clostridium hydroxybenzoicum*. *Applied and Environmental Microbiology*, 60 (11), 4128 - 4185.

Factors Related to Stress Among Workers in Small Garment Factories Center Areas, Vientiane Capital, Lao PDR.

*Bouakeo Suvanthong, M.Sc. (Occupational Health and Safety),
Deputy Director for National Center for Environmental Health and Water Supply,
Ministry of Health, Lao PDR.*

*Assoc. Prof. Jitrapun Pusapukdepob, Ph.D. (Environmental Science), Department of Industrail Hygiene
and Safety, Faculty of Public Health Burapha University*

*Asst. Prof. Srirat Lormphongs, Ph.D. (Medical Science), Department of Industrail
Hygiene and Safety, Faculty of Public Health, Burapha University*

Abstract

Stress was recognized as world-wide a major challenge to worker's health and healthiness of the organizations. The consequence of stress was a deviation from the existing physical and psychological condition on human life. Stress could be brought from pressure at home and workplace. This cross-sectional research aimed to identify the factors related to stress among workers in small garment factory center areas, Vientiane Capital, Lao PDR. 180 workers from 10 factories were cluster sampling of this study. The workers were interviewed to stress assessment by Thai standards stress test. Demographic factors were collected and analyzed to determine an association with the stress level. The study showed that mostly of workers for studied were females 93.9% and lower than 20 years old 52.2%, Long hour of the work per day, overtime working were 47.2% and the

study found that stress were moderate level 88.9%. The stress of workers were significantly associated with working hours, exercise and sitting hours per day ($p = 0.014$, $p = 0.013$ and $p = 0.009$, respectively). Moreover the stress of workers were significantly associated with foot rest under desk, comfortable working position and shoulder pain problem ($p < 0.001$, $p < 0.001$ and $p = 0.015$, respectively). This research can be used to improved garment workplace design on the development of work-related stress and study guideline for setting up policy or strategy, regulations for occupational health and safety monitoring.

Keywords: Stress/Small Garment Factory/Lao PDR.

Introduction

Stress harmfully impacts the human lives, including workers. The consequence of stress is a



deviation from the existing physical and psychological condition of human life. The almost of people's has to cope with those adjusts, not only individuals, but the organizations and governments sectors as well. Anand Chand (2006) defied that cause of work stress the main physical health problem faced by work. The study was found that workers in the high stress group were dissatisfied with their work and reported poorer mental than the workers of the low stress group. The word "stress" is one of the most frequently used words today, because the human has to do necessary work speedily without maintaining balance in physical and psychological status. (Braaten Den J., 2000).

Stress result of assessment it was found that don't sleep well, not feeling well, don't like doing anything, not good feeling, done like to meet any one, headache, unhappy, always worry more and more, cannot concentration and feeling tire. Existing garment factories 103 factories total 30,000 workers in the years 2011, the Association of the Lao Garment industry has submitted the plan to develop garment industry from 30,000 workers to 60,000 workers by the years 2015 (Ministry of Industry report, 2011). According report key informant interviews in the Lao Garment Sector Survey (GSS, 2011) coordinated by the World Bank. For many workers, the reality of factory work is very different from their expectations: hard work and long hours compulsory overtime and poor living conditions, and insufficient income (especially when first starting) to cover basic living expenses. In particular, demands of industrial working routines and pressure from managers was completely new and very difficult for many working condition and difficult and demanding, often dirty and poorly paid, some cases, complained of being subjected to harsh treatment by supervisors and most choose to continue working in the garment. However, Lao garment factories

were lack of information on occupational safety and health, related to health hazard injuries and lack of research or survey on this field, especially, the field of stress. Therefore, this study sought to investigate workplace related to stress in garment factories. The result of this study will be useful and benefit to improve working condition and manage to prevent of stress health hazard for employers, employees, or all stakeholder to be aware of policy, regulations and planning to solve and plan for prevention in the future.

Material and Methods

Population and samples

This study was a cross-sectional study. The population of this study was selected from 10 small size of garment factories, total population 955 workers and used cluster sampling selected 180 in sewing produce line. Simple random sampling method were used to select of samples from 3 factories: Factory No. 6 was taking all of 90 workers; Factory No. 3 was selected only 50 workers from 110 workers; Factory No. 9 was selected only 40 workers from of 80 workers and The first reason a small size of garment factories all of each look like similar situation and located at enter area Vientiane, Lao PDR and others reason during in this time workers not coming to worked, because they did not have more work.

Research instruments

There were two instruments in the study consisted of (a) questionnaire was used to interview the factors such as demographics, history of work, health behavior and working posture. (b) Thai standard stress test for stress assessment. Reference scores level of assessment with Never = 1, Sometime = 2, Fairly = 3, Very often = 4.

Ethics

Initial approval was obtained from the Human Research Committee of Burapha University and before initial approval about research ethic was obtained from Lao country.

Data collection

Data collection was started from 1st to 28th August, 2012. Initial approval about research ethic was obtained from country. Before interviews data collection was done training for team. To find exactly the content and experts review the coverage and compliance objectives before using. Stress assessment data collection was done by Thai Stress Test. Timing for interview was done after they were finished their work 5 - 7 pm, and weekend 9 - 12 am. Because during the daily working process and at that time factories owner did not allow to take interview. The main reason was that it was inconvenient for them to give an interview during their working hours.

Data analysis

The data were analyzed by using descriptive statistics to analysis demographic factors, history of work, illness, health behaviors and working posture and stress. Chi-square test was used for analysis relationship between history of work, health behavior, work position and stress.

Result

1. Demographic factors showed that in small garment factories mostly were female (93.9%) and aged less than 21 years (52.2%), Body Mass Index (BMI) for female and male were normal (69.8%), and (72.7%), respectively. Education at primary school (67.8%), Marital status showed single (90.6%), and income per month between 500,000 - 1,000,000 kips (87.2%). Data are shown in Table 1.

**Table 1** Number and Percentage of sews workers classified by demographic factor.

Demographic factors	Number	Percentage
Total	180	100.0
Sex		
Male	11	6.1
Female	169	93.9
Age (years)		
≤ 20	94	52.2
21 - 25	59	32.8
26 - 30	24	13.3
≥ 31	3	1.7
BMI (Female) (n = 169)		
Under weight	48	28.4
Normal	118	69.8
Over weight	2	1.2
BMI (Male) (n = 11)		
Under weight	2	18.2
Normal	8	72.7
Over weight	1	9.1
Education		
Illiteracy	3	1.7
Primary school	122	67.8
Secondary school	9	5.0
High school	44	24.4
Certificate	2	1.1
Marital status		
Single	163	90.6
Married	15	8.3
Divorce	2	1.1
Income (in kips)		
$\leq 300,000$	1	0.6
300,001 - 500,000	20	11.1
500,001 - 1,000,000	157	87.2
$\geq 1,000,000$	2	1.1
Mean = 770,000 S.D. = 164,401 Min. = 300,000 kips Max. = 1,200,000 kips		

2. History of work factors showed that worker had working with another tasks before (72.2%), working with this tasks for 1 years (42.8%), hours for the working per day from 11 - 12 hours at (47.2%), any problem in the work 90.0%. Data are shown in Table 2.

3. Health behavior factors showed that all of workers no smoking (100.0%), no drinking alcohol (66.1%), exercise (35.0%), and frequency for excises in sometime (71.4%). Data are shown in Table 2.

4. Working posture factors showed that no had any feet rest (13.3%), chair was not had arm

and back support 99.4% following chair did don't had height adjustable 99.4%, kind of chair and desk design mostly making by wood (100.0%). Chair and desk not comfortable for workers to work (26.1%), not had any foots rest under desk (85.6%), and no comfortable for working position (73.3%), hours sitting per day for working from 11 - 12 hours (47.2%), pain or problem about as neck, back, shoulder, knees, legs, feet with in sometime (23.9%, 80.0%, 71.7%, 17.8%, 8.3%), and feet (3.9%). Data are shown in Table 2.

Table 2 Number and Percentage of sewing workers classified by history of work, health behaviors and working posture.

Factors	Number	Percentage
Total	180	100.0
History of work		
Working with any task before		
Yes	50	72.2
No	130	27.8
Working with this tasks (years)		
1	77	42.8
2 - 3	53	29.5
4 - 5	22	12.2
6 - 7	15	8.3
≥ 8	13	7.2
Hour for the work per day and working overtime (hours)		
≤ 8	20	11.1
9 - 10	59	32.8
11 - 12	85	47.2
≥ 13	16	8.9
Any problem in the work		
Yes	18	10.0
No	162	90.0



Table 2 (continue)

Factors	Number	Percentage
Health behaviors		
Smoking		
Yes	0	0.0
No	180	100.0
Alcohol		
Yes	61	33.9
No	119	66.1
Exercise		
Yes	63	35.0
No	117	65.0
In case yes (n = 63)		
Morning	53	84.1
Daily	0	0.0
Afternoon	10	15.9
In case of frequency of excises (n = 63)		
Every day	3	4.8
Sometime	45	71.4
Occasional	15	23.8
Excises problem		
Yes	13	20.6
No	50	79.4
Working posture		
Sitting have any feet rest		
Yes	24	86.7
No	156	13.3
Chair are has arm and back support		
Yes	1	0.6
No	179	99.4
Chair can be adjustable		
Yes	1	0.6
No	179	99.4
Kind of chair and desk design		
By wood	180	100.0
Chair and desk comfortable for your work		
Yes	47	73.9
No	133	26.1

Table 2 (continue)

Factors	Number	Percentage
Have any foots rest desk?		
Yes	26	14.4
No	154	85.6
Comfortable in your working position		
Yes	48	26.7
No	132	73.3
Hours sitting per day for working		
≤ 8	20	11.1
9 - 10	59	32.8
11 - 12	85	47.2
Working posture		
≥ 13	16	8.9
Any pain or problem about neck		
Never	136	75.6
Sometime	43	23.9
Always	1	0.6
Any pain or problem about back		
Never	34	18.9
Sometime	144	80.0
Always	2	1.1
Any pain or problem about shoulder		
Never	50	27.8
Sometime	129	71.7
Always	1	0.6
Any pain or problem about knees		
Never	148	82.2
Sometime	32	17.8
Always	1	0.6
Any pain or problem about legs		
Never	165	91.7
Sometime	15	8.3
Any pain or problem about feet		
Never	173	96.1
Sometime	7	3.9

**Stress assessment**

Result of stress assessment, it was found that don't sleep well, not feeling well, don't like doing anything, not good feeling, don't like to meet any one, headache, unhappy, always worry more and more, cannot concentration, feeling tire, happen within same time (64.4%, 68.3%, 65.0%, 69.4%, 75.5%, 60.6%, 61.1%, 69.4%), and (61.1%). Data are shown in Table 3.

Table 3 Number and Percentage of sewing workers classified by stress assessment.

Feeling or action	Never		Sometime		Fairly often		Very often	
	n	%	n	%	n	%	n	%
1. Don't sleeps well, because over thinking and worry	53	29.4	116	64.4	9	5.0	2	1.1
2. Not feeling well and boring always	43	23.9	123	68.3	9	5.0	5	2.8
3. Don't like doing anything, because feeling upset	48	26.7	117	65.0	10	5.6	5	2.8
4. Not good feeling	41	22.8	125	69.4	12	6.7	2	1.1
5. Don't like to meet any one	68	37.8	98	54.4	10	5.6	4	2.2
6. Headache for half or both of them	29	16.1	135	75.0	8	4.4	8	4.4
7. Feeling bed and unhappy	55	30.6	109	60.6	12	6.7	4	2.2
8. Hopeless in my life	85	47.2	74	41.1	11	6.1	10	5.6
9. Feeling own myself-is not importance	84	46.7	86	47.8	4	2.2	6	3.3
10. Always worry more and more	59	32.8	108	60.0	11	6.1	2	1.1
11. Cannot concentration by myself	59	32.8	110	61.1	9	5.0	2	1.1
12. Feeling tire and don like to do anything	36	20.0	125	69.4	10	5.6	9	5.0
13. Feeling for to hate don like to do any more	54	30.0	110	61.1	13	7.2	3	1.7
14. Sound, mouse or vocalize repeatedly when don like something	63	35.0	104	57.8	12	6.7	1	0.6
15. Not ability to do anything and worry not correctly.	37	20.6	113	62.8	13	7.2	17	9.4

Table 3 (continue)

Feeling or action	Never		Sometime		Fairly often		Very often	
	n	%	n	%	n	%	n	%
16. Back, shoulder and muscle's pain	38	21.1	112	62.2	14	7.8	16	8.9
17. Easily, excited when nd to use that new anything will happen occur	53	29.4	111	61.7	14	7.8	2	1.1
18. Stomachaches	67	37.2	105	58.3	7	3.9	1	0.6
19. Decrease sex driven	127	70.6	46	25.6	5	2.8	2	1.1

Level of scores of stress assessments it was found that almost moderate 88.9%. Data shown in Table 4.

Table 4 Level of scores of stress assessments.

Level of scores of stress assessments	Number	Percentage
Low	20	11.1
Moderate	160	88.9
High	0	0.0

Association between history of work and stress

The study found that there was related between working with hours, hours sitting per day and stress at statically significant level of 0.014, and 0.009 respectively. However, there were no association between income, BMI, working with tasks per year and stress. Data are shown in Table 5.

**Table 5** Pearsons correlations coefficient between demographic factors, (including income, BMI), history of work, working posture (Hours sitting per day) and stress.

Factors	R	p
Demographic factors		
Income	0.104	0.104
BMI	0.47	0.527
History of work and stress		
Working with hours per day	0.182	0.014
Working with tasks per year	0.096	0.199
Working posture		
Hours sitting per day	0.195	0.009

Association between health behavior and stress

The study found that there were relationship between did exercise and stress at statically significant level of 0.05 ($p = 0.013$) and no significant relationship between alcohol, time for exercise, frequency did exercise and had problems with muscle cramping during exercise. Data are show in Table 6.

Table 6 Association between health behavior and stress.

Factors	Stress assessment				χ^2	P
	Low		Moderate			
	n	%	N	%		
Alcohol						
Yes	3	4.9	58	95.1	3.583	0.058
No	17	14.3	102	85.7		
Exercise						
Yes	12	19.0	51	81.0	6.181	0.013
No	8	6.8	109	93.2		

Remark: *using Fisher's Exact test

Relationship between health behavior, working posture, position and stress

The study it was found that there were related between chair and desk, had foot rest under, working position was comfortable, any pain or problem about shoulder and stress at statically significant level of 0.05 ($p < 0.001$, $p < 0.001$ and $p = 0.015$, respectively). However, there were no relationship between feet rest, sitting, chair, arm and back support, chair height adjustable, problem about neck and back. Data are shown in Table 7.

Table 7 Association between working position and stress.

Factors	Stress assessment				χ^2	P
	Low		Moderate			
	n	%	n	%		
Sitting, have any feet rest						
Yes	4	16.7	20	83.3	0.865	0.352
No	16	10.3	140	89.7		
Have chair are has arm and back support						
Yes	0	0.0	1	100.0	0.126*	1.000
No	20	11.2	159	88.8		
Chair can be adjustable						
Yes	0	0.0	1	100.0	0.126*	1.000
No	20	11.2	159	88.8		
Have foots rest under desk						
Yes	10	38.5	16	61.5	23.017	< 0.001
No	10	6.5	144	93.5		
Working position is comfortable						
Yes	13	27.1	35	72.9	16.907	< 0.001
No	7	5.3	125	94.7		
Any pain or problem about neck						
Never	18	13.2	118	86.8	2.563*	0.260
Sometime	2	4.7	41	95.3		
Any pain or problem about back						
Never	6	17.6	28	82.4	2.002	0.368
Sometime	14	9.7	130	90.3		
Any pain or problem about shoulder						
Never	11	22.0	39	78.0	8.360	0.015
Sometime	9	7.0	120	93.3		

Remark: *using Fisher's Exact test



Discussion

1. Relationship between demographic factors and stress.

Demographic, sex, age, marital status, education of workers it not was found that significant, not similar previous studied by Naseer, N & Deibageh, F. (1997), defied that significant level is only between age and marital status from one side and stress sources from other side. Because workers working in small factories was young aged and not married . Body Mass Index not significantly similar previous studies by Stice, Presnell, et al. (2005), Storch, Milsom, et al. (2007), almost women workers they were young and take care their body. Income it was also not found that significant and not similar previous studied by Human Ergol, J. (2006), because they had enough of wage.

2. Relationship between history of work and stress.

The study found that there was related between working with hours per day and stress at statically significant level of 0.05 ($p = 0.014$). However, there were no association between working with tasks per year and stress, similar previous study indicated by Abdel Megeid Z.M. (2010), long hours per day of working high risk associated with stress.

3. Relationship between health behavior and stress.

The study found that there were relationship between exercise and stress at statically significant level of 0.05 ($p = 0.013$). However, there were no relationship between alcohol, time to exercise, frequency for exercise, had problems with muscle cramping during exercise or workouts and stress and similar previously studies defied by Petrillo. De & McDonough, (1997 - 2007).

4. Relationship between working posture and stress.

The study found that there was related between sitting hours per day and stress at statically significant of level 0.05 ($p = 0.009$), similar previous study indicated by Metgud, D.C. 2008, because workers sitting for long time not had free time for rest and during of sewing of process they were more worry and try to access the quantity of produced.

5. Relationship between working position and stress.

The study it was found that there were related between chair and desk, had foot rest under, comfortable working position any pain or problem about shoulder and stress at statically significant level of 0.05 ($p < 0.001$, $p < 0.001$ and $p = 0.015$, respectively). Similarly, previous studied by Tim Springer, Dr. (2010), Spinger (2008), Vink et al. (2007), because chair and desk used at workplace not appropriate and comfortable for workers high risk to ergonomics problem and stress.

Conclusion

The garment factories in Lao PDR, suffers from poor efficiency of workers performance at work, as a result of using inappropriate design of sewing table, seat, poor workspace condition and work line produced management and long hours per day for working. The research target was to improve the performance of this factories by applying ergonomic human engineering which was interested in raising the efficiency of labour and improve the working environment conditions by preventing to stress causing of occupational diseases. I chose to used that a field study method in this research study which showed clearly how

the workers face many health problems due to inappropriate equipment's in performing of the garment factories sewing process.

Acknowledgements

This study had been completed successfully with excellent support from "US National Institute of Health Fogarty International Center, Collaborative Center for Health Work Environment" Grant number D43TW000642, and this publication with partial support provided by the made available under the Higher Education Research Promotion and National Research Burapha University Project of Thailand, Office of the High Education Commission.

References

- Abdel Megeid, Z.M. (2011). A Study of the Application of Ergonomics in Ready-made Garments Factories in Egypt, Faculty of Applied Arts, Industrial Design. Department. (3) Text Consolidation Fund. *Journal of American Science*, 2011: 7 (3), *z_algory@yahoo.com
- Ahmed, F.A. (2001). Strategic Human Resource Management: Linking Human Resource Management with Corporate Strategy. *Journal of Business Studies*, 12 (1).
- Anand Chand. (2006). Physical and Psychological Health Problem of Garment Workers Marzia Fontana¹, in the Fiji.
- Becker, B.E. and Huselid, M.A. (1998). High-Performance Work Systems and Firm Performance: a Synthesis of Research and Managerial Implications. Research in Personnel and Human Resource Management, (6th ed.). Greenwich, CT: JAI Press.
- Braaten Denm, J. (2000). "Occupational Stress in Mental Health Counselors". The Graduate College, University of WisconsinStout, Menomonie, Wisconsin 547.
- Human, J., Ergol. (2006). The University of Texas at Arlington, Arlington, TX 76019, USA *E-mail: bsarder@hotmail.com2 Industrial Engineering Department. The Hashemite University, Zarqa 13115, Jordan J. Human Ergol., 35: 45 - 51, 2006, Received for publication September 13, 2006, page 45 - 46.
- Marzia Fontana¹, Stephanie Kuttner², Kabmanivanh Phouxay³ and Richard Record⁴. (2011). Labour practices and productivity in the Lao garment sector - perspectives from management and workers.
- Metgud, D.C., Subhash Khatri, M.G., Mokashi, P.N., Saha. (2008). Department of Physiotherapy, KLES Institute of Physiotherapy, Nehru Nagar, Belgaum - 590 010, India, page 17.
- Naseer, N. and Deibageh, F. (1997). The Sources of work stress: a field study of the sources of work stress of emergency doctors at public hospitals in the Northern.
- Paolo DePetrillo, M.D. and Mark McDonough M.Ed. (1997 - 2007). "The AlcoholWithdrawal Treatment Manual," by DePetrillo & McDonough, <http://www.sagetalk.com>
- Springer, T.J. (2008). "Workplace Performance" in Minds at Work. Kimball Office. Jasper, Indiana. pp. 142 - 148.
- Stice, E., Presnell, K., Shaw, H., & Rohde, P. (2005). Psychological and behavioral risk factors for obesity onset in adolescent girls a prospective study. *Journal of consulting and clinic psychology*, 73 (2), 195 - 202.
- Storch, E.A., Milsom, V.A., DeBraganza, N., Lewin, A.B., Geffken, G.R., & Silverstein, J.H. (2007). Victimization, psychosocial adjustment, and physical activity in overweight and at risk for overweight youth. *Journal of Pediatric Psychology*.



Tim Spinger Dr. (2010). The Future of Ergonomic Office Seating Knoll, Inc. 2010.

Vink, P., Porcar-Seder, R., Page de Pozo, A., Krause, F. (2007). "Office chairs are often not adjusted by end users". Proceedings of The Human factors And Ergonomics Society 51st Annual Meeting. Santa Monica, California: HFES. pp. 1015 - 1019.

Wright. et al. (2003). The Impact of HR Practices on the Performance of Business Units. Human Resource Management Journal, 13 (3): 21 - 36, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-8583.2003.tb00096.x>

สารานุกรมจากงานวิจัยและบทความทางวิชาการด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

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

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สวัสดีค่ะ....มาตามนัดเหมือนเคย ครั้งที่แล้วบอกว่าอากาศเย็น แต่ตอนนี้มันร้อนหลายเต๊อ...สมกับหน้าร้อนสงกรานต์ไปคลายร้อนที่ไหนกันบ้าง ผู้เขียนตัดสินใจปะแป้งนอนเล่นที่บ้านดูแลต้นไม้นั่นตาเย็นใจอย่างบอกไม่ถูก แม้ว่าข้างนอกเกาหลีเหนืออาจจะเปิดศึกกับเกาหลีใต้ เราจะขึ้นศาลโลกได้คดีประสาทพระวิหารได้อย่างชาญฉลาดหรือไม่ นี่คือวัฏสงสารที่เราชาวพุทธแจ้งประจักษ์ มาว่ากันเรื่องของเรดีกว่าละอันนี้แน่นอน งานวิจัยที่น่ามาครั้งนี้เกี่ยวกับตัวชีวิตทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพเป็นหลักนะคะ

การใช้ตัวชี้วัดสำหรับการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางสิ่งแวดล้อมและผลต่อสุขภาพ

1. บทนำ

องค์ความรู้ในปัจจุบันจากการศึกษาทางระบาดวิทยาสิ่งแวดล้อมแสดงให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างการได้รับสัมผัสมลพิษทางสิ่งแวดล้อมและผลต่อสุขภาพ อย่างไรก็ตามการชี้แจงและการประเมินความสัมพันธ์โดยตรงทำได้ลำบากมาก 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) สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปมองในเรื่องของความถี่และขนาดของสิ่งที่เป็นอันตราย ความพร้อมและคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติ และระดับของมลพิษสิ่งแวดล้อม E (Exposure) การได้รับสัมผัส E (Effects) ผลต่อสุขภาพซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ไม่มีอาการแสดงจนถึงขั้นรุนแรงเสียชีวิต และ A (Actions) การดำเนินการที่เกิดขึ้นได้ทุกระยะและสามารถเป็นได้ทั้งการปกป้อง การรักษาและการป้องกัน

EHIs คือตัวชี้วัดทั้งด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ที่สะท้อนถึงความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสัมผัสสิ่งที่เป็นอันตรายและผลต่อสุขภาพ 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

โดยทฤษฎีของการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากสารมลพิษที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ตัวชี้วัดด้านสุขภาพควรอธิบายผลลัพธ์ทางสุขภาพจากการได้รับสัมผัสมลพิษสิ่งแวดล้อมได้ อย่างไรก็ตามการปนเปื้อนสารพิษจากโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีมากมายหลายชนิดทำให้เป็นการได้รับสัมผัสสารผสมมากกว่าสารเดี่ยว ทำให้ไม่สามารถระบุให้เฉพาะเจาะจงได้ว่าผลต่อสุขภาพที่เกิดขึ้นเกิดจากสารพิษชนิดใด ดังนั้นจึงต้องใช้การประเมินความเสี่ยงสัมผัสสำหรับการคาดการณ์การเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากมลพิษสิ่งแวดล้อม เช่น อัตราป่วยของเด็กเล็ก อัตราป่วยตายจากโรคระบบทางเดินหายใจ

นอกจากนี้ในการประเมินผลกระทบสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในพื้นที่เฉพาะ จำเป็นต้องใช้ตัวชี้วัดหลายตัวชี้วัดทั้งด้านสิ่งแวดล้อมและด้านสุขภาพร่วมในการประเมิน อย่างไรก็ตามการแปลผลจะยุ่งยากและไม่ตรงไปตรงมาซึ่งมักจะทำให้การตัดสินใจในเชิงการจัดการยุ่งยากเช่นเดียวกัน ดังนั้นต้องบูรณาการตัวชี้วัดหลายกลุ่มเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบและใช้เป็นดัชนีรวม (Composite indicators) ในการคาดการณ์ความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสัมผัสมลพิษสิ่งแวดล้อมและผลต่อสุขภาพ ท้ายที่สุดผลที่ได้นำไปสู่กระบวนการจัดการ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อชี้บ่งตัวชี้วัดสุขภาพซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่มีศักยภาพและตัวชี้วัดสถานะสุขภาพ 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 และพบว่ามีอัตราการตายป่วยตายจากโรคระบบทางเดินหายใจที่สัมพันธ์กับฝุ่นขนาดเล็ก บางการศึกษารายงานผลการตรวจระดับตะกั่วในเลือดสูงเกินค่ามาตรฐาน ($\geq 15 \text{ ug/dl}$) 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 การวิเคราะห์ให้ความสนใจสารมลพิษกลุ่มสารเคมีที่มีศักยภาพในการก่อให้เกิดความเสี่ยงสุขภาพและข้อมูลที่ใช้ต้องมีระบบการเก็บเหมือนกันในทุกตำบลของเมือง Silesia เนื่องจากข้อมูลที่มีอยู่ไม่ได้มีการเก็บเฉพาะเจาะจงสำหรับกลุ่มอายุ ผลการศึกษานี้จึงแปลผลในภาพประชากรทั่วไปที่ได้รับสัมผัสมลพิษที่ศึกษา นอกจากนี้ได้ใช้ค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของชุดข้อมูลในการวิเคราะห์ ตัวชี้วัดที่เลือกสำหรับการศึกษามีได้แก่

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

3.2 การคัดเลือกตัวชี้วัด HSIs

การคัดเลือก HSIs แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

- ขั้นที่ 1 เป็นการคัดเลือกขั้นต้นโดยได้จากการทบทวนรายงานการศึกษา งานวิจัยและอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเลือกตัวชี้วัดทางสถานะสุขภาพซึ่งเน้นที่โรคเป็นหลัก โดยพิจารณาจากอัตราป่วยจากโรกระบบทางเดินหายใจ 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 อัตราตายด้วยโรกระบบไหลเวียนในเพศชายและหญิง อายุ 30 - 59 ปี อัตราตายด้วยโรกระบบทางเดินหายใจในเพศชายและหญิง 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 ที่ได้ถูกนำเข้าจัดหมวดหมู่ระดับตำบล 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 เป็นตัวชี้วัดตัวเดียวสำหรับประชากรกลุ่มเด็กไม่สามารถเชื่อมโยงถึงอัตราการตายของเด็กวัยทารกจากการพิการแต่กำเนิดและน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์

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

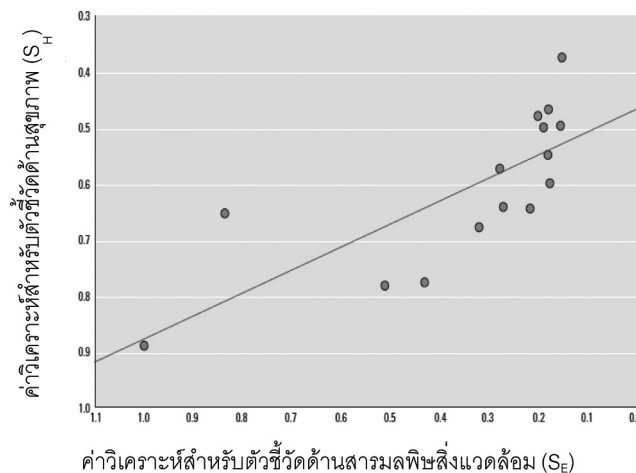
Index 2 = มีระดับสารมลพิษสิ่งแวดล้อมปานกลาง

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: Wcislo 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 การได้รับสัมผัสสารมลพิษในสภาวะต่างๆ เช่น จากอาชีพบางประเภท สารมลพิษทางกายภาพ (เช่น รังสี) ชีวภาพ (เช่น ไวรัสบางชนิด) และจากวิธีการดำเนินชีวิต (เช่น การสูบบุหรี่) มีการประมาณการสัดส่วนของการเกิดมะเร็งจากการได้รับสัมผัสสารมลพิษ

หรือสารปนเปื้อนคิดเป็นร้อยละ < 1 ถึงร้อยละ 29 จากการศึกษที่ผ่านมาพบว่าการคาดการณ์การเกิดมะเร็งจากการได้รับสัมผัสสารมลพิษที่ระดับความเข้มข้นต่ำๆ ระยะยาวมีค่าต่ำกว่าที่เป็นจริง ดังนั้นกระบวนการค้นคว้าใหม่สำหรับการป้องกันต้องตระหนักว่ามะเร็งเกิดจากหลายสาเหตุร่วมกัน

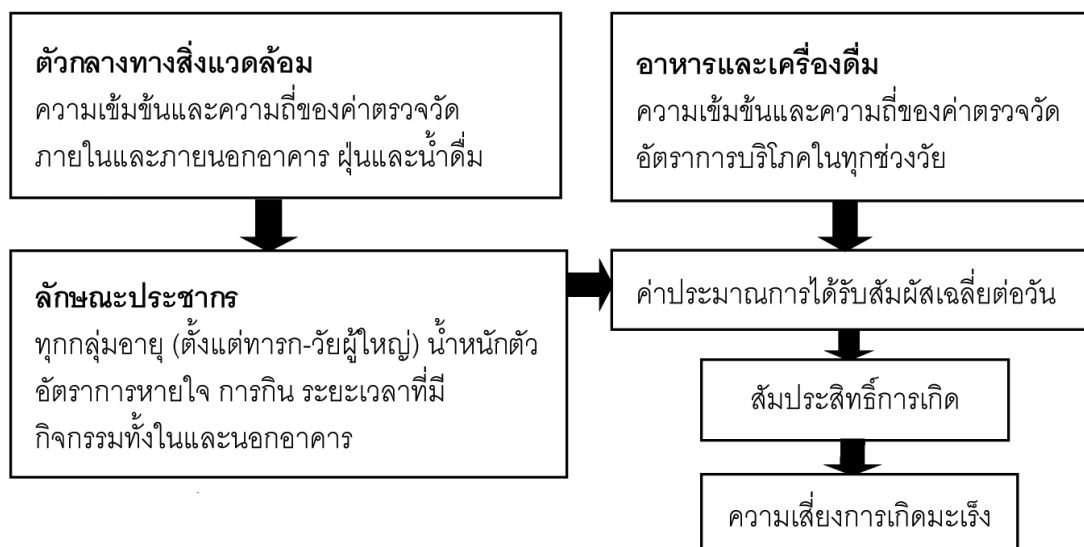
หน่วยงาน The Canadian Partnership Against Cancer (CPAC) ได้ให้ทุนสนับสนุนโครงการ CAREX (Carcinogen Exposure) ในการพัฒนาระบบเฝ้าระวังสารก่อมะเร็งหรือสารที่อาจเป็นสารก่อมะเร็ง โครงการนี้ร่วมกับโครงการอื่นที่ศึกษาในกลุ่มที่มาจากการประกอบอาชีพและไม่ได้มาจากการประกอบอาชีพในที่นี้หมายถึง “สิ่งแวดล้อม” ประเทศแคนาดามีฐานข้อมูลเกี่ยวกับ

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

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: LECR) การใช้การประเมินความเสี่ยงเป็นฐานคิด ทำให้สามารถนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบระหว่างสารมลพิษและวิธีการได้รับสัมผัส และที่สำคัญช่วยในการกำหนดตัวชี้วัดที่แปลผลได้ง่ายและสามารถนำไปใช้สื่อสารในกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกภาคได้ ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนต่างๆ ที่มีการใช้ข้อมูล



ภาพที่ 1 กรอบการประเมินความเสี่ยงการเกิดมะเร็งสำหรับประชากรชาวแคนาดาซึ่งสัมพันธ์กับการได้รับสัมผัสสารก่อมะเร็งผ่านตัวกลางทางสิ่งแวดล้อมประเภทต่างๆ



การศึกษาได้พิจารณาวิธีอื่นๆ ที่ใช้หลักการประเมินความเสี่ยงในการจัดอันดับ พบว่ามีหลักการคล้ายกันคือมีการคำนวณค่าการได้รับสัมผัสเฉลี่ยต่อวัน เพียงแต่วิธีที่ใช้ในครั้งนี้ได้พิจารณาการเกิดมะเร็งภายใต้แนวคิดการได้รับสัมผัสที่ค่าความเข้มข้นสูงและสะสมตลอดอายุขัย (LECR) เช่น ได้รับสารพิษหลายชนิดที่ออกฤทธิ์ที่อวัยวะเป้าหมายเดียวกัน

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

การใช้ตัวชี้วัดเฉพาะกับการได้รับสัมผัสสารตัวใดตัวหนึ่ง จะทำให้เกิดความยากลำบากในการแปลผล เนื่องจากเมื่อรับสารหลายชนิดพร้อมกัน สารแต่ละชนิดอาจเกิดปฏิกิริยาร่วมกันซึ่งเป็นเรื่องซับซ้อนเกินกว่าที่จะสามารถแยกแยะได้ นอกจากนี้ยังอาจถูกรบกวนจากปัจจัยอื่น เช่น วิธีการดำรงชีวิต การศึกษานี้จึงได้พัฒนาตัวชี้วัดมาใช้เป็นแนวทางสำหรับการกำหนดชนิดของข้อมูลสารมลพิษและการได้รับสัมผัสที่ต้องมีการรวบรวมจัดเก็บ 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 = ความเข้มข้นที่ได้รับสัมผัสเฉลี่ยต่อวัน (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_i 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 การศึกษานี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากรายงานของทางการ รายงานวิจัยที่มีผ่านการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญและเป็นงานวิจัยที่ได้จากประเทศแคนาดา สหรัฐอเมริกาและยุโรปเหนือตั้งแต่ พ.ศ. 2543 เป็นต้นมา

3. ผลการศึกษา

ผลการประเมินความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากการได้รับสารก่อมะเร็งจำนวน 27 ชนิด โดยกำหนดค่าความเสี่ยงที่ยอมรับได้คือ หนึ่งในล้าน (10^{-6}) สำหรับคนทั่วไป และนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดลำดับความสำคัญ 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	ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร	ต่ำ	25.9	31.0	25.9
Benzo[a]pyrene	ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร	ต่ำมาก	4.4	10.0	2.4
Benzene	ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร	ต่ำมาก	2.2	0.4	1.4
1,3-Butadiene	ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร	ไม่มีข้อมูล	-	-	-
Chromium (hexavalent)	ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร	ไม่มีข้อมูล	-	-	-
TCDD	ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร	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 พบว่า มีสารมลพิษ 6 ชนิดที่มีค่าความเสี่ยงจากการได้รับผ่านทางเดินหายใจเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดได้แก่ แร่ใยหิน เบนซิน บิวทาไดอิน มลพิษจากท่อไอเสียรถยนต์ ฟอรัมาลดีไฮด์ และ เรดอน 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 และ เบนโซไพรีนที่ปนเปื้อนในอาหารและเครื่องดื่มมีค่าเกินเกณฑ์ที่กำหนด 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 ผิวน้ำหรือทางชีวภาพอื่นๆ ต้นไม้ สัตว์ และห่วงโซ่อาหาร ความสัมพันธ์ระหว่างการได้รับสาร PTSs และผลไม่พึงประสงค์ต่อสุขภาพยังไม่ทราบเป็นที่แน่ชัด แต่มีข้อมูลแสดงให้เห็นว่าสารกลุ่มนี้มีผลต่อสถานะสมดุลของเซลล์ ผลการศึกษาทางระบาดวิทยาแสดงให้เห็นว่ามนุษย์สามารถได้รับสัมผัสสารกลุ่มนี้ทางผิวน้ำ ทางหายใจ และทางเดินอาหารและมีความสัมพันธ์กับการเกิดมะเร็งผิวน้ำ ปอด กระเพาะอาหาร เต้านม ต่อมลูกหมาก การได้รับดีดีทีจากการทำงานในกลุ่มควบคุมมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของมะเร็งปอด ส่วนสาร PAHs ในอุตสาหกรรมเหล็กและอลูมิเนียมจัดเป็นสารก่อมะเร็งในคน

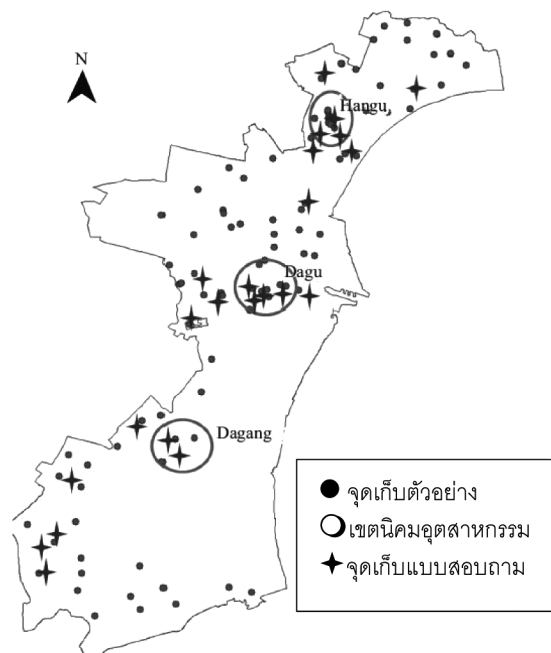
คำถามวิจัยของงานการศึกษานี้ประกอบด้วย (1) สถานะมลพิษของ PTSs ในปัจจุบัน (2) แหล่งกำเนิดที่สำคัญของ OCPs และ PAHs (3) สถานะสุขภาพของคน

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

2. วิธีการศึกษา

2.1 พื้นที่ศึกษาและการเก็บตัวอย่าง

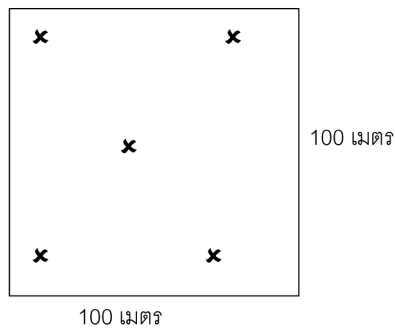
การศึกษานี้เก็บตัวอย่างในพื้นที่ซึ่งเดิมเคยเป็นนิคมอุตสาหกรรม ตั้งอยู่ในรอยต่อของสามมณฑลปักกิ่ง-เทียนจิน-เหอเป่ย์ นิคมอุตสาหกรรมนี้เคยเป็นที่ตั้งของโรงงานผลิตสารเคมีและครอบคลุม 3 ตำบล ได้แก่ Hangu Tanggu และ Dagang (ภาพที่ 1)



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) ข้อมูลพื้นฐานรวมทั้งข้อมูลส่วนบุคคล และแหล่งกำเนิดมลพิษ (2) ข้อมูลสถานะสุขภาพ และ (3) พฤติกรรมสุขภาพ เช่น การบริโภค การสูบบุหรี่

2.3 สถิติที่ใช้ในการศึกษา

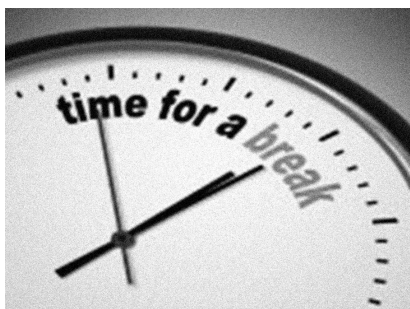
เนื่องจากลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลไม่เป็นโค้งปกติ ดังนั้นเลือกใช้ Mann-Whitney U และ Kruskal-Wallis ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสถานะสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสถานะสุขภาพและปัจจัยรบกวนใช้ Binary multivariate, non-conditional logistic regression และ spearman's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

3. ผลการศึกษา

การศึกษานี้พบว่า

- 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) ผลการศึกษาค้นพบไม่เพียงประสงค์ทางสุขภาพ 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.



“เวลาพัก” ปัจจัยสำคัญ ในการป้องกันปัญหาสุขภาพ ของผู้ใช้คอมพิวเตอร์

รองศาสตราจารย์สุดาว เลิศวิสุทธิไพฑูรย์ วท.ม. (สุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย)
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ปัญหาสุขภาพจากการทำงานหน้าจคอมพิวเตอร์นั้นมีการกล่าวถึงกันอย่างกว้างขวางมานานแล้ว แต่การศึกษาและงานวิจัยส่วนใหญ่มักมุ่งเน้นไปที่การจัดโต๊ะเก้าอี้ ท่าทางการทำงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยที่การคุ้มครองในเรื่องเวลาการทำงานและเวลาพักระหว่างการทำงานกับคอมพิวเตอร์ยังไม่ได้ถูกให้ความสำคัญเท่าที่ควร สำหรับในประเทศไทยนั้นได้มีการบัญญัติในเรื่องเวลาการทำงานและเวลาพักไว้ในมาตรา 27 ของพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 โดยระบุว่า “เวลาพัก” หมายความว่า ระยะเวลาที่กำหนดให้ลูกจ้างพักระหว่างการทำงาน กำหนดเวลาทำงานปกติวันหนึ่งไม่เกิน 8 ชั่วโมงและสัปดาห์หนึ่งไม่เกิน 48 ชั่วโมง และมีเวลาพักระหว่างการทำงานวันหนึ่งไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมงหลังจากที่ทำงานมาแล้วไม่เกิน 5 ชั่วโมงติดต่อกัน ทั้งนี้นายจ้างและลูกจ้างอาจตกลงกันล่วงหน้าให้มีเวลาพักระหว่างวันหนึ่งน้อยกว่า 1 ชั่วโมงได้ แต่เมื่อรวมกันแล้ววันหนึ่งต้องไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง และในกรณีที่มีการทำงานล่วงเวลาต่อจากเวลาทำงานปกติไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง นายจ้างต้องจัดให้ลูกจ้างมีเวลาพักไม่น้อยกว่า 20 นาที ก่อนที่ลูกจ้างเริ่มทำงานล่วงเวลา

จากบทบัญญัติที่ว่านี้ สถานประกอบการส่วนใหญ่จึงมักจัดเวลาพักให้สอดคล้องตามกฎหมายโดยให้ลูกจ้างได้หยุดพักระหว่างการทำงานวันละ 1 ชั่วโมงในช่วงพักเที่ยง ซึ่งการใช้กฎหมายนี้โดยทั่วไปจะมุ่งเน้นในประเด็นสิทธิของลูกจ้างและค่าตอบแทน ส่วนในแง่ของความปลอดภัยและสุขภาพก็มีการออกกฎกระทรวงกำหนดในเรื่องเวลาการทำงานสำหรับงานที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและความปลอดภัยของลูกจ้าง เช่น งานใน

ที่อับอากาศ งานเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสี งานผลิตสารเคมีอันตราย งานที่ต้องทำเกี่ยวกับความร้อนจัดหรือความเย็นจัด ฯลฯ ซึ่งต้องมีเวลาทำงานปกติวันหนึ่งไม่เกิน 7 ชั่วโมง และเมื่อรวมเวลาทำงานทั้งสิ้นแล้วสัปดาห์หนึ่งต้องไม่เกิน 42 ชั่วโมง

อันตรายต่อสุขภาพจากการทำงาน หน้าจคอมพิวเตอร์

แม้ว่าการทำงานหน้าจคอมพิวเตอร์จะไม่ได้ถูกจัดอยู่ในประเภทงานที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพและความปลอดภัยของลูกจ้างตามที่กำหนดในกฎกระทรวงดังกล่าว และเมื่อพูดถึงอันตรายของการทำงานกับคอมพิวเตอร์ ส่วนใหญ่จะมองว่าเป็นอาการเล็กๆ น้อยๆ เช่น ปวดหลัง ปวดคอ เมื่อยล้า ฯลฯ แต่ในความเป็นจริงนั้นผลกระทบจากการใช้คอมพิวเตอร์มีมากมาย ซึ่งคนทำงานตลอดจนผู้เกี่ยวข้องโดยทั่วไปมักไม่ค่อยตระหนักเนื่องจากไม่ได้ก่อให้เกิดอุบัติเหตุหรือการบาดเจ็บรุนแรงที่สามารถมองเห็นผลกระทบได้ทันที แต่เป็นอันตรายแบบสะสมเรื้อรัง เช่น การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่ตึงเครียดซ้ำๆ (Repetitive Strain Injury; RSI) จากการนั่งทำงานหน้าจคอมพิวเตอร์ติดต่อกันยาวนาน ทำให้เกิดอาการผิดปกติซึ่งมีหลายอาการพร้อมกันในลักษณะของกลุ่มอาการ (Syndrome) หรือที่เรียกกันว่า “คอมพิวเตอร์ซินโดรม (Computer Syndrome)” ได้แก่ ปวดศีรษะ ปวดเมื่อย ปวดหลัง ปวดไหล่ ปวดต้นคอ ปวดข้อมือ ชาที่มือ รวมทั้งอาการผิดปกติทางตา ซึ่งอาจสรุปอาการผิดปกติที่เป็นที่ยอมรับทางการแพทย์ว่าเกี่ยวข้องเนื่องจากการทำงานหน้าจคอมพิวเตอร์ได้ดังตารางต่อไปนี้



ตารางแสดงกลุ่มอาการผิดปกติที่เกี่ยวข้องเนื่องจากการทำงานหน้าจคอมพิวเตอร์

ภาวะเมื่อยล้าตา (Eye strain)	การอักเสบเฉพาะที่ (Local inflammations)	กลุ่มอาการกดทับ (Compression syndromes)	กลุ่มอาการปวด (Pain syndromes)
แสบตา	ภาวะนิ้วสะดุดหรือนิ้วล็อก (Trigger Fingers)	กลุ่มอาการกดทับของเส้นประสาท บริเวณข้อมือ (Carpal tunnel syndrome; CTS)	กลุ่มอาการปวดกล้ามเนื้อเรื้อรัง (Chronic pain syndrome) เช่น ปวดคอ ปวดไหล่ ปวดหลัง
คันตา ตาแห้ง	ปลอกหุ้มเอ็นนิ้วหัวแม่มืออักเสบ (De Quervains)	กลุ่มอาการกดทับของเส้นเลือดและ/ หรือเส้นประสาท บริเวณต้นแขน ใต้ข้อต่อกระดูกไหปลาร้า (Thoracic outlet syndrome)	กลุ่มอาการปวดตึงกล้ามเนื้อ และพังผืด (Myofascial pain syndrome: MPS)
ระคายเคืองตา	เส้นเอ็นข้อมืออักเสบ (Tendinitis)	อาการที่เกิดจากเส้นประสาท อัลนาร์ถูกกดทับ (Ulnar nerve compression)	โรคปวดกล้ามเนื้อ ทั่วร่างกาย (Fibromyalgia)
ปวดเมื่อยตา	ปลอกเอ็นอักเสบ (Tenosynovitis)	อาการที่เกิดจากเส้นประสาทเรเดียลถูก กดทับ (Radial nerve compression)	กลุ่มอาการเจ็บปวดเฉพาะที่ แบบซับซ้อน (Complex regional Pain syndromes หรือ Reex sympathetic dystrophy)
ตาไวต่อแสง	เส้นเอ็นข้อศอกอักเสบ (Epicondylitis)		
ตาแดง	กลุ่มอาการเส้นเอ็นกล้ามเนื้อข้อไหล่ อักเสบ (Rotator cuff syndrome)		
น้ำตาไหล	ถุงหุ้มเส้นเอ็นอักเสบ (Bursitis)		
ตามัว มองเห็นภาพซ้อน	ความผิดปกติของคอและทรวงอก (Cervicothoracic dysfunction) กล้ามเนื้ออักเสบ (Muscle strain)		

จากตารางนี้จะเห็นได้ว่ามีผลกระทบต่อสุขภาพ
หลายๆ อย่างจากการทำงานหน้าจคอมพิวเตอร์ ซึ่งโดยทั่วไป
จะเป็นการบาดเจ็บของข้อและเนื้อเยื่อต่างๆ เช่น เอ็น
กล้ามเนื้อ และเยื่อพังผืดบริเวณรอบข้อ ทั้งนี้หากดูเผินๆ
ปัญหาเหล่านี้จะคล้ายกับการทำงานซ้ำซากทั่วไป แต่สำหรับงาน
หน้าจคอมพิวเตอร์นั้นมีความซับซ้อนที่น่าสนใจจากงานวิจัยหลาย
ชิ้นที่พบว่าภาวะเมื่อยล้าตา (Eye strain) เป็นปัญหาที่พบได้
บ่อยที่สุด โดย The Vision Council แห่งสหรัฐอเมริกา รายงาน
ว่าเกือบร้อยละ 90 ของผู้ใช้คอมพิวเตอร์อย่างน้อย 3 ชั่วโมง
ต่อวันประสบปัญหาภาวะเมื่อยล้าตา ส่วนการใช้แป้นพิมพ์และ
เมาส์นั้นถึงแม้ว่าจะใช้แรงเพียงเล็กน้อย แต่เป็นการทำงานซ้ำๆ
อย่างต่อเนื่อง ซึ่งนำไปสู่ปัญหาการอักเสบเฉพาะที่ รวมทั้งกลุ่ม
อาการกดทับของเส้นประสาท และอาการปวดบริเวณต่างๆ
นอกจากนี้การทำงานกับคอมพิวเตอร์เป็นเวลานานยังนำ
ไปสู่โรคและความเจ็บป่วยอื่นๆ เช่น ปวดศีรษะ ความ
ดันโลหิตสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด เบาหวาน โรคอ้วน
กล้ามเนื้ออ่อนกำลังจากการนั่งอยู่กับที่นานๆ และปัญหา
การนอนไม่หลับ ซึ่งมีรายงานว่าประมาณร้อยละ 20 - 30
ของผู้ประกอบอาชีพที่ใช้คอมพิวเตอร์ประสบปัญหา

รบกวนการนอนหลับ ยิ่งกว่านั้นการทำงานเคร่งเครียดอยู่กับ
คอมพิวเตอร์นานๆ โดยไม่หยุดพักยังเป็นสาเหตุของความ
เครียดซึ่งมีผลกระทบทั้งด้านจิตใจและทางกายทำให้
ความแข็งแรงของร่างกายและระบบภูมิคุ้มกันลดลงด้วย

อะไรคือต้นตอของปัญหาสุขภาพ ในการใช้คอมพิวเตอร์

ปัญหาสุขภาพของผู้ใช้คอมพิวเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้น
อาจนำมาวิเคราะห์ถึงสาเหตุได้ว่า

- การอักเสบเฉพาะที่ เช่น เส้นเอ็นอักเสบและ
นิ้วล็อก เกิดจากการออกแรงเคลื่อนไหวซ้ำๆ บ่อยๆ เช่น
การจับเมาส์
- กลุ่มอาการจากการถูกกดทับ เกิดจากการอยู่ใน
อิริยาบถท่าใดท่าหนึ่งนานเกินไปหรือเส้นประสาทถูกกดทับ
นานๆ
- กลุ่มอาการปวด เป็นผลจากหลายสาเหตุ แต่สาเหตุ
สำคัญเกิดจากความตึงเครียดของกล้ามเนื้อและท่าทางที่จำกัด
อยู่กับที่เป็นเวลานาน

● ปัญหาสุขภาพโดยทั่วไป เกิดจากการนั่งทำงานซ้ำซากอยู่กับคอมพิวเตอร์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ซึ่งขัดต่อธรรมชาติของคนเราที่ต้องมีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนอิริยาบถท่าทางไปมา เพื่อให้ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก สายตา และระบบไหลเวียนเลือดทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากสาเหตุดังกล่าว จะเห็นว่า**ปัญหาหลักๆ ของงานคอมพิวเตอร์คือการทำงานอยู่กับที่ติดต่อกันเป็นเวลานานด้วยท่าทางที่จำกัด ระยะโฟกัสของสายตาคงที่ และความตึงเครียดของกล้ามเนื้ออย่างต่อเนื่อง** ปัจจัยเหล่านี้มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะปวดตา เมื่อยลำตาและกลุ่มอาการผิดปกติต่างๆ โดยความรุนแรงของอาการจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการทำงาน ซึ่งเป็นต้นตอสำคัญของปัญหาสุขภาพของผู้ใช้คอมพิวเตอร์

ทำไมจึงควรป้องกันไว้ก่อน

มีหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าการบาดเจ็บซ้ำซาก (Repetitive Strain Injury; RSI) ของกล้ามเนื้อและกระดูกจากการใช้คอมพิวเตอร์นั้นอาจเป็นผลมาจากการบาดเจ็บในระดับเซลล์หรือเนื้อเยื่อ (Micro trauma) ที่สะสมเป็นเวลานาน โดยบทความชิ้นหนึ่งของ University College of London ที่ตีพิมพ์ในปี 1998 เรื่อง "การรับรู้ความรู้สึกสั่นสะเทือนในยางค์บนของผู้ป่วยที่บาดเจ็บจากการเกร็งของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการทำงานซ้ำซากและพนักงานสำนักงานที่เป็นกลุ่มเสี่ยง" ก่อให้เกิดความตื่นตัวในวงการแพทย์นานาชาติโดยพบหลักฐานความเสียหายของเส้นประสาทที่เกิดขึ้นจริงในกลุ่มคนที่ต้องเผชิญกับกลุ่มอาการปวดจากการใช้คอมพิวเตอร์ แต่น่าสนใจยิ่งกว่านั้นคืองานวิจัยนี้พบความเสียหายของเส้นประสาทในพนักงานที่ทำงานกับคอมพิวเตอร์อย่างหนักโดยที่ไม่มีอาการแสดงที่ผิดปกติทางร่างกาย ข้อค้นพบดังกล่าวบ่งบอกว่าผู้ใช้คอมพิวเตอร์อาจเริ่มมีความเสียหายสะสมของเส้นประสาทก่อนที่จะมีอาการแสดงให้เห็นอย่างเด่นชัด ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการป้องกันก่อนที่จะปรากฏอาการ เพราะการบาดเจ็บซ้ำซากเป็นความผิดปกติแบบสะสมเรื้อรัง ทำให้ข้อ เอ็นและเนื้อเยื่อรอบๆ ข้อเสื่อมและอักเสบนำไปสู่อาการปวดคอ ไหล่ ข้อมือ และหลัง ลักษณะอาการจะค่อยเป็นค่อยไป แบ่งได้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะแรกเป็นแล้วหายเมื่อได้พัก ระยะสองคือมีอาการต่อเนื่องถึงกลางคืนและหายเมื่อได้พัก ระยะสามคือเป็นตลอดเวลาและไม่หายแม้จะได้อาบน้ำอุ่นหรือใช้ยาแก้ปวด ซึ่งอาจสายเกินไปที่จะรักษาเยียวยา ส่วนทางด้านจิตใจนั้น การผินทวนงานโดยไม่หยุดพักไปเรื่อยๆ ก็จะทำให้ยิ่งล้าและเคร่งเครียด สมาธิและประสิทธิภาพในการทำงานลดลง

การหยุดพักระหว่างการใช้คอมพิวเตอร์สำคัญอย่างไร

เป็นที่ทราบกันดีว่าการปรับปรุงสภาพการทำงานตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomics) ช่วยลดความเสี่ยงของปัญหาสุขภาพจากการใช้คอมพิวเตอร์ได้ อย่างไรก็ดี ในอดีตศาสตร์ทางด้านนี้มักเน้นทางด้านกายภาพได้แก่ การออกแบบโต๊ะเก้าอี้ การจัดแสงสว่าง การเลือกใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ การปรับความสว่างหน้าจอ รวมถึงการฝึกอบรมการใช้ท่าทางในการทำงานอย่างถูกวิธี ฯลฯ ในขณะที่ปัจจัยด้านระยะเวลาการทำงานและการหยุดพักระหว่างการใช้คอมพิวเตอร์มักถูกมองข้ามไปอย่างไรก็ตาม ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาเริ่มมีความสนใจวิจัยหลายชิ้นที่สร้างความตระหนักถึงความสำคัญของการหยุดพักระหว่างการใช้คอมพิวเตอร์ อาทิ

● “Galinsky TL และคณะทีมงานของสถาบันเพื่อความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (National Institute for Occupational Safety and Health; NIOSH) ได้ทำการศึกษาภาคสนามเรื่องการเพิ่มเวลาพักสำหรับพนักงานป้อนข้อมูล ตีพิมพ์ในปี 2000 ระบุผลการวิจัยซึ่งพบว่า การปรับปรุงสถานีงาน (Work station) เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะลดภาวะเมื่อยล้าตา รวมถึงอาการปวดเมื่อยไม่สบายในการทำงานกับคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะอาการปวดเมื่อยคอและไหล่ซึ่งเป็นผลจากความตึงเครียดของกล้ามเนื้อจากการหดตัวแบบคงที่ของคอและกล้ามเนื้อไหล่เป็นเวลานาน ผู้วิจัยเสนอแนะว่าความผิดปกติและอาการปวดเมื่อยคอและไหล่ในงานคอมพิวเตอร์อาจลดลงได้โดยปรับเปลี่ยนด้านการจัดการ เช่น การหมุนเวียนงาน หรือการเพิ่มเวลาหยุดพักของพนักงานเป็นระยะๆ ในระหว่างการทำงานกับคอมพิวเตอร์

● สถาบันอาชีวเวชศาสตร์แห่งสหราชอาณาจักร (UK Institute of Occupational Medicine) ในปี 1996 ได้รายงานผลการวิจัยในผู้ใช้คอมพิวเตอร์ 450 คน โดยมีการประเมินทางกายศาสตร์และตรวจสอบปัจจัยที่เกี่ยวข้องในแต่ละสถานีงาน เช่น คอมพิวเตอร์ แป้นพิมพ์ เฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์สำนักงาน ท่าทางการทำงาน สภาพแวดล้อมทางกายภาพ ปัจจัยด้านจิตสังคม ตลอดจนกิจกรรมอื่นๆ ที่ทำนอกเวลาการทำงาน และปัจจัยส่วนบุคคล งานวิจัยนี้มีข้อสรุปที่น่าสนใจซึ่งระบุว่าปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติของรยางค์บน (Upper Limb Disorders; ULDs) ตั้งแต่ปลายนิ้วมือจนถึงข้อไหล่คือระยะเวลาการทำงานกับคอมพิวเตอร์ในช่วงสัปดาห์ โดยมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์โดยไม่หยุดพัก

**การละสายตาจากหน้าจอและยืดเส้นยืดสายขณะพัก**

ที่มา: <http://www.co-merge.com/2012/03/12/quick-and-easy-desk-exercises/>

ข้อดีของการหยุดพัก

การหยุดพักเป็นมาตรการสำคัญที่ช่วยให้พนักงานได้ผ่อนคลายความเหน็ดเหนื่อยจากการทำงานและได้ยืดเส้นยืดสายเปลี่ยนอิริยาบถท่าทาง การหยุดพักอาจดูเหมือนทำให้เสียเวลาทำงานแต่แท้จริงแล้วเป็นโอกาสดีที่ช่วยฟื้นฟูร่างกายและเติมพลัง ทั้งยังช่วยพักสายตาและสมองจากการคร่ำเคร่งหน้าจอคอมพิวเตอร์ เมื่อกลับมาทำงานต่อพนักงานก็จะสดชื่นมีความพร้อมทั้งร่างกายและจิตใจในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และอาจจะได้มีมุมมองใหม่เห็นรายละเอียดบางอย่างของงาน ซึ่งก่อนหน้านี้อาจมองข้ามไปเพราะขาดสมาธิจากความเหน็ดเหนื่อยเมื่อย่ำ

มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการกำหนดเวลาพักที่นอกเหนือจากเวลาพักกลางวันตามปกติของผู้ใช้คอมพิวเตอร์ เช่น การพักเสริม (Supplementary breaks) ซึ่งเป็นการพักช่วงสั้นๆ หรือการพักย่อย (Micro-breaks) จากการศึกษาของ NIOSH ตีพิมพ์ในปี 2000 เกี่ยวกับประสิทธิภาพของการพักเสริมเพิ่มจากเวลาพักปกติในแต่ละวัน สรุปได้ว่า “นอกจากจะช่วยให้เกิดผลเชิงบวกต่ออาการผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกแล้ว การพักเสริมยังช่วยลดอาการปวดตา เคืองตา และการมองเห็นภาพเบลอภาพซ้อนด้วย” นอกจากนี้ยังมีข้อค้นพบที่สำคัญคือ “การพักเสริมก่อให้เกิดผลดีต่อสุขภาพของพนักงาน โดยไม่ได้ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง” ในทางตรงกันข้ามกลับพบว่าหลังจากการหยุดพัก พนักงานมีอัตราการทำงานเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิม

นอกจากนั้น ยังมีบทความเรื่อง “งานคอมพิวเตอร์และประโยชน์ของการพักย่อย” โดย Tingley และคณะตีพิมพ์ในวารสาร Applied Ergonomics เดือนมิถุนายน ปี 2001

บทความนี้กล่าวถึงการศึกษาลักษณะของการพักย่อยต่อผู้ใช้คอมพิวเตอร์ พบว่ามีผลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพนักงานกลุ่มที่หยุดพักตามปกติพบว่า พนักงานที่ได้พักย่อยมีความรู้สึกล้าเมื่อยล้าน้อยกว่า และเมื่อเพิ่มการพักย่อยครั้งละ 30 วินาที ก็ไม่ทำให้ผลผลิตลดลง

การศึกษาในเรื่องนี้มีมากขึ้นเรื่อยๆ เป็นหลักฐานที่แสดงถึงประสิทธิภาพของการหยุดพักในการลดความรู้สึกล้าเมื่อยล้า อาการเมื่อยล้าตา ปวดตา การบาดเจ็บสะสมเรื้อรังของกล้ามเนื้อและกระดูกในหมู่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่ง Henning และคณะ [1989] ระบุว่า “การพักย่อยเป็นเครื่องมือในการลดความเมื่อยล้าและมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน” สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Koparadekar and Mital [1994] ที่พบว่าผลการปฏิบัติงานของพนักงานลดลงหลังจากการใช้คอมพิวเตอร์อย่างต่อเนื่องนาน 120 นาที ในขณะที่อัตราความผิดพลาดในการทำงานกลับเพิ่มขึ้นเกือบร้อยละ 80 ในช่วงท้ายของการทำงาน งานวิจัยนี้สรุปว่าการพักย่อยช่วยป้องกันไม่ให้ประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานลดลง

สถาบันเพื่อความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (National Institute for Occupational Safety and Health; NIOSH) [2000] ได้รายงานสรุปว่าการพักย่อยในช่วงสั้นๆ โดยใช้กลยุทธ์ในการจัดแบ่งเวลาพักสามารถลดภาวะเมื่อยล้าตาและความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างของพนักงานที่ใช้คอมพิวเตอร์ได้ โดยไม่ทำให้ผลผลิตลดลง อย่างไรก็ตาม การหยุดพักบ่อยๆ อาจทำให้การทำงานสะดุด ดังนั้น NIOSH จึงเสนอแนะว่าอย่างน้อยที่สุดควรให้พนักงานได้หยุดพักทุกๆ 2 ชั่วโมงของการใช้คอมพิวเตอร์อย่างต่อเนื่อง และจัดให้พักบ่อยกว่านี้สำหรับงานที่ต้องใช้สายตา สมาธิและความตั้งใจสูง เช่น งานผ่าตัดที่ใช้คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

ควรกำหนดเวลาพักตามตารางเวลาหรือให้พนักงานหยุดพักเองตามใจชอบ

โดยธรรมชาติ ผู้ใช้คอมพิวเตอร์มีแนวโน้มที่จะทำงานเพลินและหยุดพักเมื่อความเมื่อยล้าสะสมถึงจุดสูงสุดจนกระทั่งแสดงอาการผิดปกติทางร่างกายออกมา ดังนั้นการจัดให้พนักงานได้พักย่อยตามตารางเวลาที่กำหนดจึงมีประสิทธิภาพมากกว่าการอนุญาตให้พนักงานหยุดพักเองตามใจชอบ ซึ่งเรื่องนี้ยืนยันได้จากผลการวิจัย ได้แก่

- Henning และคณะ [1989] พบว่ามาตรการในการหยุดพักจะไม่มีประสิทธิภาพ หากปล่อยให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ตัดสินใจหยุดพักตามแต่ดุลพินิจของพนักงานเอง

- Tingley และคณะ [1996] ศึกษาผลกระทบของการพักย่อยต่อผู้ใช้คอมพิวเตอร์และสรุปว่าการจัดให้มีการพักย่อยตามตารางเวลาเป็นประจำมีผลดีต่อระดับความรู้สึกไม่สบายบริเวณคอหลัง ไหล่และแขน ข้อมือของกลุ่มตัวอย่าง

- Fisher et al และคณะ [1993] พบว่าผู้ใช้คอมพิวเตอร์มักจะทำงานไปเรื่อยๆ จนกว่าพวกเขาจะรู้สึกเมื่อยล้าจึงจะหยุดพัก ในทางกลับกัน การหยุดพักก่อนที่จะรู้สึกผิดปกติสามารถป้องกันปัญหาเกี่ยวกับระบบกล้ามเนื้อและกระดูก หรือช่วยชะลอเวลาทำให้ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นช้าลง

- McLean L. และคณะ [2001] พบว่าการกำหนดตารางเวลาให้พนักงานพักย่อยได้ผลดีกว่าการอนุญาตให้พนักงานหยุดพักเอง

แต่ในอีกแง่หนึ่ง จากการศึกษาของ Looze และคณะ [2002] พบว่าการกำหนดเวลาพักอย่างเข้มงวดอาจส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการทำงานตามปกติและทำให้ความเต็มใจของอาสาสมัครที่จะเข้าร่วมในการศึกษาลดลง

ควรหยุดพักบ่อยแค่ไหน

ก่อนหน้านี้ในปี 1973 มีการศึกษาที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นหนึ่งในงานวิจัยที่ดีที่สุดเกี่ยวกับความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อโดย Rohmert ซึ่งพบความสัมพันธ์แบบเอกซ์โพเนนเชียลหรือฟังก์ชันเลขชี้กำลังระหว่างอาการเมื่อยล้ากับการฟื้นตัว ตัวอย่างเช่น ความเมื่อยล้าที่เพิ่มเป็นสองเท่าจะต้องใช้เวลาฟื้นตัวมากถึงสี่เท่า จากผลการศึกษา Rohmert จึงให้ข้อเสนอแนะว่า **“ควรหยุดพักสั้นๆ และบ่อยครั้ง”** สอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้นที่ระบุตรงกันว่า การพักย่อยบ่อยครั้งช่วยลดความเมื่อยล้าได้ดีกว่าการพักเป็นเวลานานแต่น้อยครั้งกว่า นอกจากนี้ในกฎระเบียบของสหราชอาณาจักรเกี่ยวกับการทำงานหน้าจอคอมพิวเตอร์ (The Health and Safety (Display Screen Equipment) Regulations 1992, Regulation 4) ได้แนะนำให้ในทิศทางเดียวกันว่า “ควรจัดให้ผู้ปฏิบัติงานได้หยุดพักก่อนที่จะเกิดภาวะเมื่อยล้า มีีเชอร์จนร่างกายแสดงอาการเห็นเด่นชัดเมื่อยล้าแล้วจึงหยุดพักเพื่อฟื้นตัว”

โดยทั่วไปนั้นการพักย่อยแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ การพักช่วงสั้นๆ ประมาณ 30 วินาที ถึง 5 นาที กับ การพักที่ยาวนานกว่าในช่วง 10 ถึง 15 นาที แม้ว่านักวิชาการหลายรายรวมทั้งสถาบันเพื่อความปลอดภัยและอาชีวอนามัยแห่งชาติ

ประเทศสหรัฐอเมริกา (National Institute for Occupational Safety and Health; NIOSH) [2000] จะเห็นตรงกันว่า การพักย่อยสามารถลดภาวะเมื่อยล้าและความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก โครงร่างของพนักงานที่ใช้คอมพิวเตอร์โดยไม่ทำให้ผลผลิตลดลง แต่ในประเด็นเกี่ยวกับระยะเวลาและความถี่ของการพักย่อยที่เหมาะสมนั้น มีผลการวิจัยและข้อเสนอแนะที่ค่อนข้างหลากหลาย อาทิ

- Kopardegar และ Mital [1994] พบว่า การหยุดพัก 5 นาที ทุกๆ 30 นาที กับ การพัก 10 นาที ทุกชั่วโมง ให้ผลคล้ายๆ กันในแง่ความสบายในการทำงานและความถูกต้องแม่นยำของงาน แต่การพัก 10 นาที ทุกชั่วโมงจะรบกวนการทำงานน้อยกว่า

- Henning และคณะ [1997] พบว่าการพักย่อย 30 - 60 วินาที ทุกๆ 15 นาที ของการทำงานกับคอมพิวเตอร์ตลอดวันทำงานช่วยลดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก และเพิ่มผลผลิตได้

- NIOSH [2000] ได้เผยแพร่ผลงานวิจัยซึ่งศึกษาเปรียบเทียบการพัก 2 รูปแบบ คือ การพักย่อยครั้งละ 15 นาที ในช่วงเช้าและช่วงกลางวัน กับอีกแบบหนึ่งมีการพักเสริมเพิ่มจากเวลาพักปกติของพนักงาน โดยเพิ่มเวลาพักอีก 4 ครั้งๆ ละ 5 นาที ตลอดทั้งวัน ผลการวิจัยพบว่าพนักงานกลุ่มหลังมีอาการปวดตา เคืองตา และการมองเห็นภาพเบลอภาพซ้อน รวมทั้งอาการผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกส่วนบนน้อยกว่ากลุ่มแรก

- McLean และคณะ [2001] ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองเกี่ยวกับรูปแบบของเวลาพักโดยวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้แก่สัญญาณไฟฟ้าในกล้ามเนื้อ (Myoelectric signals; MES) พฤติกรรมการทำงาน ความรู้สึกไม่สบาย และผลผลิต โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้คอมพิวเตอร์ออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุมที่หยุดพักได้ตามใจชอบ กลุ่มทดลองที่มีการหยุดพักย่อยทุก 20 นาที และกลุ่มสุดท้ายพักย่อยทุก 40 นาทีของการใช้คอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยได้ข้อสรุปว่าการพักย่อยมีผลเชิงบวกต่อการลดความรู้สึกไม่สบายในทุกส่วนของร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อให้พนักงานได้หยุดพักทุก 20 นาทีของการใช้คอมพิวเตอร์

- Hanhart [1954] อ้างใน Mukhopadhyay [2012] ระบุว่า การพักบ่อยๆ ครั้งละ 1.5 นาที ช่วยเพิ่มผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.45 ในขณะที่ระยะเวลาพักที่นานกว่ากล่าวคือครั้งละ 2 นาที ช่วยเพิ่มผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.15



● Graf [1922] อ้างใน Mukhopadhyay [2012] ระยะเวลาพักที่เหมาะสมที่สุดสำหรับรูปแบบการพักที่ไม่บ่อยนัก คือ หยุดพักครั้งละประมาณ 6 นาที ทุก 80 นาทีของการทำงาน

● Peterson Duke [2013] ผู้เชี่ยวชาญด้านจักษุวิทยา ระบุว่าผู้ใช้คอมพิวเตอร์ควรหยุดพักสั้นๆ ทุกชั่วโมงของการทำงาน และควรลุกจากเก้าอี้ยืดเส้นยืดสายเดินไปมาอย่างน้อย ชั่วโมงละหนึ่งครั้ง

จากงานวิจัยตลอดจนข้อเสนอแนะของนักวิชาการและองค์กรต่างๆ ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีความเห็นที่แน่ชัดว่าระยะเวลาและความถี่ของการพักย่อยรูปแบบใดดีที่สุด จึงอาจสรุปได้ว่าในการทำงานกับคอมพิวเตอร์นั้นการพักเพียงเพียงครั้งเดียวในแต่ละวันยังไม่เพียงพอ ควรจัดให้พนักงานได้พักเสริมหรือพักย่อยเพิ่มเติม โดยอาจจัดได้เป็น 2 รูปแบบ คือ 1) การพักเสริมที่ไม่บ่อยครั้ง เช่น พักทุก 2 ชั่วโมง ระยะเวลาพักควรนานประมาณ 15 นาที แต่ถ้าพักทุกหนึ่งชั่วโมง ระยะเวลาพักอาจลดลงเหลือประมาณ 6 - 10 นาทีต่อครั้ง 2) การพักเสริมที่บ่อยครั้งกว่า หรือที่เรียกว่า การพักครู่เดียว (Micro-pauses) ซึ่งนักวิชาการส่วนใหญ่เชื่อว่าเป็นผลดีโดยเฉพาะต่อสุขภาพตาของผู้ใช้คอมพิวเตอร์ ตัวอย่างเช่น การพักตามกฎ 20 - 20 - 20 กล่าวคือทุกๆ 20 นาทีของการใช้คอมพิวเตอร์ ให้หยุดพักและสายตาดูจากหน้าจอและมองไปออกไปไกลๆ ในระยะ 20 ฟุตเป็นเวลาอย่างน้อย 20 วินาที เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ในการกำหนดเวลาพักจำเป็นต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ เพราะแม้ว่าการหยุดพักหลังจากทำงานเป็นเวลาติดต่อกันนานๆ จะช่วยให้ร่างกาย สมองและสายตาได้ผ่อนคลายจากความเมื่อยล้า ช่วยเติมพลังกระตุ้นความคิด แรงกายแรงใจให้คนทำงานรู้สึกสดชื่นพร้อมรับมือกับงานชิ้นใหม่อยู่เสมอ แต่การพักนานหรือบ่อยครั้งเกินไปก็อาจทำให้เสียเวลาการทำงานไปโดยใช่เหตุ การศึกษาวิจัยต่อไปจึงมีความจำเป็นเพื่อให้การกำหนดเวลาพักสอดคล้องกับสภาพองค์กรและลักษณะการทำงานแต่ละประเภท นอกจากนี้แนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้การจัดเวลาพักเป็นไปอย่างเหมาะสมคือการให้พนักงานและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในองค์กรได้มีส่วนร่วมในการกำหนดเวลาพักร่วมกัน เพื่อให้สอดคล้องตามหลักวิชาการและเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย

เอกสารอ้างอิง

- Galinsky T.L., Swanson N.G., Sauter S.L., Hurrell J.J. and Schleifer L.M. (2000). "A Field Study of Supplementary Rest Breaks for Data-entry Operators". *Journal of Ergonomics*, Vol. 43, No. 5, pp. 622 - 638.
- Greening J. (1998). Vibration Sense in the Upper Limb in Patients with Repetitive Strain Injury and a Group of At-risk Workers. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 71, 1, pp. 29 - 34.
- Hanson, M., Graveling, R. and Donnan, P. (1996). "Investigation into the Factors Associated with Symptoms of ULDs in Keyboard Users". *UK Institute of Occupational Medicine*.
- Health and Safety Executive. (2013). *Should VDU users be given breaks?* Retrieved May 7, 2013 from <http://www.hse.gov.uk/contact/faqs/vdubreaks.htm>.
- Henning R.A., Jacques P. and Kissel G.V. (1997). Frequent short rest breaks from computer work: Effects on productivity and well-being at two old sites. *Ergonomics*; 40 (1): 78 - 91.
- Kopardekar, P. and Mital, A. (1994). The Effect of Different Work-rest Schedules on Fatigue and Performance of a Simulated Directory Assistance Operator's Task". *Ergonomics*, 37, 10, pp. 1697 - 1707.
- L26, Display Screen Equipment Work - Guidance on Regulations, (ISBN 0717604101- available from HSE Books).
- McLean, L., Tingley, M., Scott, R.N. and Rickards, J. (2001). Computer Terminal Work and the Benefit of Micro-breaks". *Applied Ergonomics*, Vol. 32, No. 3, pp. 225 - 37.
- Mukhopadhyay B.K. (2012). Strategic Rest Break in Laparoscopic Surgery: A Need. *World Journal of Laparoscopic Surgery*. May-August 2012; 5 (2): 85 - 88.
- NIOSH. (2000). Strategic Rest Breaks Reduce VDT Discomforts without Impairing Productivity, *NIOSH Study Finds*. Retrieved May 7, 2013 from <http://www.cdc.gov/niosh/updates/restbrks.html>.
- Peterson Duke. (2013). *5 Tips to Avoid Computer-Related Eye Strain*. Retrieved May 15, 2013 from <http://itsallaboutwomen.com/health/what-are-your-eyes-telling-you/>
- Taylor Kevin. (2013). *An Overview of the Research on RSI and the effectiveness of Breaks*. Retrieved May 10, 2013 from <http://www.workpace.com/WP:MOREBREAKSRESEARCH>. Niche Software Ltd.

การตรวจวัด ความเข้มแสงสว่างเฉลี่ยแบบพื้นที่

Average Illuminance of Area Measurement

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริรัตน์ สุวณิชย์เจริญ วศ.ด. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม)
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ในการประเมินความเข้มแสงสว่างเฉลี่ย (average illuminance) บริเวณพื้นที่ทั่วไปภายในสถานประกอบกิจการ และบริเวณพื้นที่ใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตที่ถูกจ้างทำงานว่าเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ นั้น มีวิธีการตรวจวัดที่กำหนดไว้ในแนวปฏิบัติตามกฎหมายกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 อยู่ 2 วิธีคือ

- 1) การแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 x 2 ตารางเมตร
- 2) การวัดแสงในจุดที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีแสงตกกระทบในลักษณะเดียวกันตามวิธีการวัดแสงและการคำนวณค่าเฉลี่ยของ IES Lighting Handbook 1981 (reference volume) หรือเทียบเท่า

วิธีการตรวจวัดและคำนวณความเข้มแสงสว่างเฉลี่ยตามวิธีของ IES Lighting Handbook เป็นวิธีการที่ได้รับการอ้างอิงมานาน ใน Edition ล่าสุด (10th ed. 2011) ก็ยังใช้วิธีการดังกล่าวอยู่ แต่ถ้าตามไปอ่านดูแล้ว คิดว่าหลายท่านน่าจะมีคำถามเหมือนผู้เขียนถึงที่มาของตัวเลขและสมการที่ใช้ในการคำนวณว่า ทำไมในแนวปฏิบัติ กำหนดขนาด

grid เป็น 2 x 2 ตารางเมตร พจน์ N - 1 และ M - 1 ในสมการมาจากไหน จำนวนหลอดไฟต่อแถวและจำนวนแถวได้อย่างไร ฯลฯ

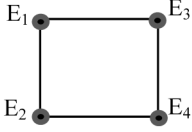
ในที่นี้จึงนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาอธิบายวิธีการคำนวณความเข้มแสงสว่างเฉลี่ยดังกล่าว ซึ่งอาจจะช่วยตอบคำถามในบางประเด็นที่มีความสำคัญต่อการดำเนินการตรวจวัดที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตาม หากผู้อ่านมีข้อสังเกตหรือข้อคิดเห็นที่แตกต่างในประเด็นใด ก็ยินดีรับฟังเพื่อจะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในเชิงวิชาการต่อไป

1. การแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 x 2 ตารางเมตร

วิธีการนี้จะแบ่งพื้นที่ทั้งหมดออกเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม (grid) ขนาด 2 x 2 ตารางเมตร และวัดความเข้มแสงสว่าง ณ จุดกึ่งกลางของพื้นที่สี่เหลี่ยมที่แบ่งไว้ แล้วนำค่าที่วัดได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่ใกล้เคียงกันจะพบว่า วิธีการตรวจวัดในแนวปฏิบัติ นั้น จะแบ่ง grid ขนาดใหญ่กว่าที่กำหนดไว้ใน IES Lighting Handbook และไม่ได้ระบุเงื่อนไขในการตรวจวัดใดๆ ดังแสดงในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 การตรวจวัดความเข้มแสงสว่างเฉลี่ยโดยวิธีแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม (grid)

มาตรฐาน	วิธีการแบ่งพื้นที่สี่เหลี่ยม	จุดตรวจวัด
แนวปฏิบัติตามกฎกระทรวงฯ	แบ่งพื้นที่ทั้งหมดออกเป็นพื้นที่ (grid) ขนาด 2 x 2 ตารางเมตร	จุดกึ่งกลางของพื้นที่ (grid) ที่แบ่งไว้
IES Lighting Handbook	แบ่งพื้นที่ทั้งหมดออกเป็นพื้นที่ (grid) ขนาด 0.6 m (2 ft) x 0.6 m (2 ft) และแบ่ง grid ขนาดเล็กลง เมื่อพื้นที่นั้นมีสิ่งกีดขวาง (obstructed) ไม่เป็นรูปสี่เหลี่ยม (lack orthogonal geometry) และมีความเข้มแสงสว่างไม่สม่ำเสมอ (highly nonuniform illumination)	จุดกึ่งกลางของพื้นที่ (grid) ที่แบ่งไว้
CIBSE Code for Interior Lighting 1994	แบ่งพื้นที่ทั้งหมดออกเป็นพื้นที่ (grid) ขนาดเท่าๆ กัน โดยไม่ระบุขนาดของ grid แต่กำหนดเป็นจำนวนจุดตรวจวัดขั้นต่ำที่สัมพันธ์กับค่าที่คำนวณได้จากความกว้าง ความยาว และความสูงของห้อง หรือ Room Index (k) Room Index (k) $k < 1$ $1 \leq k < 2$ $2 \leq k < 3$ $3 \leq k$ จำนวนจุดตรวจวัด 9 16 25 36	จุดกึ่งกลางของพื้นที่ (grid) ที่แบ่งไว้
JIS C 7612-1985: Illuminance Measurement for lighting installation	ระบุให้พิจารณาขนาดของ grid ตามความสม่ำเสมอของความเข้มแสงสว่างในพื้นที่นั้นๆ กล่าวคือ ให้แบ่ง grid ขนาดเล็กเมื่อมีความสม่ำเสมอและแบ่ง grid ขนาดใหญ่เมื่อมีความสม่ำเสมอมาก ทั้งนี้ควรมีจุดตรวจวัดประมาณ 10 - 50 จุด	วัด ณ จุดตัดของ grid ที่แบ่งไว้แล้วคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย  $E = \frac{1}{4} (E_1 + E_2 + E_3 + E_4)$

ตามหลักการทางสถิติแล้ว ค่าที่ตรวจวัดได้ในแต่ละ grid จะสามารถนำไปใช้ประมาณค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างทั่วทั้งพื้นที่ได้ถูกต้องเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่สำคัญ 2 ประการคือ

1.1 ภายในพื้นที่สี่เหลี่ยม (grid) ต้องมีความเข้มแสงสว่างสม่ำเสมอ (uniform)

หากความเข้มแสงสว่างสม่ำเสมอจะทำให้ค่าที่ตรวจวัดได้ใกล้เคียงกับความเข้มแสงสว่างทั่วทั้งพื้นที่ (grid)

นั้นๆ มาก โดยทั่วไปแล้ว ถ้าแบ่งพื้นที่สี่เหลี่ยมขนาดเล็กลงก็จะเพิ่มโอกาสที่จะมีความเข้มแสงสว่างสม่ำเสมอมากขึ้น แต่ก็เป็นการเพิ่มจำนวนจุดตรวจวัดเช่นกัน

ดังนั้น นอกจากจะกำหนดขนาดหรือจำนวน grid ขั้นต่ำไว้ บางมาตรฐานจึงให้พิจารณาความสม่ำเสมอ (uniform) ของความเข้มแสงสว่างในพื้นที่นั้นๆ เพิ่มเติมด้วย ถ้าพบว่ามีค่าไม่สม่ำเสมอก็จำเป็นต้องปรับลดขนาดของ grid หรือเพิ่มจำนวน grid ในบริเวณนั้น

1.2 ข้อมูลมีการกระจายปกติ

ตามหลักการคำนวณค่าเฉลี่ยเลขคณิตแล้ว ข้อมูลจะต้องมีการกระจายปกติจึงจะได้คำตอบที่มีความถูกต้อง ดังนั้น เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดจากการที่จุดตรวจวัดไปอยู่ในตำแหน่งที่หลอดไฟหมด (ทำให้ผลการตรวจวัดสูงกว่าความเป็นจริง) หรืออยู่ในตำแหน่งที่ไกลจากหลอดไฟหมด (ทำให้ผลการตรวจวัดต่ำกว่าความเป็นจริง) ผู้ประเมินจำเป็นต้องพิจารณาหาจุดตรวจวัดที่เหมาะสมไม่ให้อยู่ในแนวเดียวกับระยะห่างของหลอดไฟ โดยอาจพิจารณาดำเนินการแก้ไขดังนี้เช่น

- 1) ปรับเฉพาะ grid ที่อยู่แนวริมผนังให้เล็กกว่าขนาด grid ที่อยู่ด้านใน เพื่อเลื่อนแนวจุดตรวจวัดไม่ให้ซ้ำกับระบบการติดตั้งหลอดไฟ
- 2) ปรับลดขนาด grid ทั้งหมดลง เพื่อเพิ่มความสม่ำเสมอของความเข้มแสงสว่างในแต่ละ grid และเพิ่มการกระจายของข้อมูลให้มากขึ้น
- 3) เพิ่มจำนวนจุดตรวจวัดในแต่ละ grid ให้มากขึ้น โดยอาจกระจายจุดตรวจวัดไปที่มุมทั้งสี่ หรือตาม

แนวแกน x และแกน y แล้วหาค่าเฉลี่ยที่ใช้ เป็นตัวแทนความเข้มแสงสว่างใน grid นั้นๆ (แทนการวัดแค่ตำแหน่งเดียว)

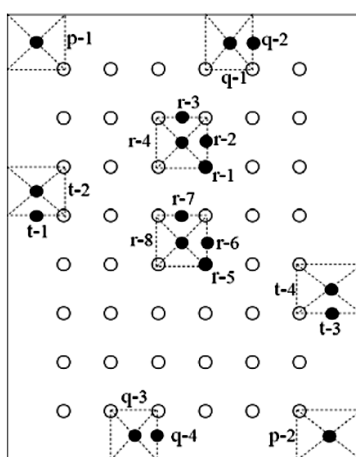
2. การวัดแสงในจุดที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีแสงตกกระทบในลักษณะเดียวกันตามวิธีการวัดแสง และการคำนวณค่าเฉลี่ย ของ IES Lighting Handbook 1981 (Reference Volume) หรือเทียบเท่า

การตรวจวัดในลักษณะนี้จะช่วยให้จำนวนจุดตรวจวัดน้อยลงได้ โดยเลือกวัดแสงในจุดที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีแสงตกกระทบในลักษณะเดียวกัน

2.1 หลอดไฟมีระยะห่างระหว่างหลอดเท่ากันและมีจำนวนมากกว่า 2 แถว (Symmetrically Spaced Luminaires in Two or More Rows)

จุดตรวจวัดความเข้มแสงสว่างของรูปแบบการติดตั้งหลอดไฟลักษณะนี้ แสดงได้ดังภาพที่ 1 จากนั้นนำค่าที่อ่านได้มาคำนวณความเข้มแสงสว่างเฉลี่ยได้ตามสมการที่ 1

$$\text{ความเข้มแสงสว่างเฉลี่ย} = \frac{R(N-1)(M-1)+Q(N-1)+T(M-1)+P}{NM} \quad (1)$$



เมื่อ

- R = ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างที่อ่านได้บริเวณส่วนในและกลางห้อง (typical inner bay and centrally bay) ในตำแหน่ง r-1 ถึง r-8
- Q = ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างที่อ่านได้บริเวณกึ่งกลางขอบหัว-ท้ายห้อง (two typical half bays on each end of room) ในตำแหน่ง q-1 ถึง q-4
- T = ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างที่อ่านได้บริเวณกึ่งกลางขอบข้างห้อง (two typical half bays on each side of room) ในตำแหน่ง t-1 ถึง t-4
- P = ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงสว่างที่อ่านได้บริเวณมุมห้องในตำแหน่ง p-1, p-2
- N = จำนวนหลอดไฟต่อแถว
- M = จำนวนแถวของหลอดไฟ

ภาพที่ 1 หลอดไฟมีระยะห่างระหว่างหลอดเท่ากันและมีจำนวนมากกว่า 2 แถว



เมื่อพิจารณาจุดตรวจวัดความเข้มแสงสว่างในภาพที่ 1 จะพบว่ามีข้อสังเกตในการกำหนดตำแหน่งจุดตรวจวัดในจุดต่างๆ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จุดตรวจวัดกรณีหลอดไฟมีระยะห่างระหว่างหลอดเท่ากันและมีจำนวนมากกว่า 2 แสง

ตำแหน่ง	ข้อสังเกต
บริเวณส่วนใน (R)	
ตำแหน่งจุดตรวจวัดบริเวณกรอบสี่เหลี่ยมเส้นประ 2 กรอบ เป็นการสุ่มตัวอย่างจำนวน 2 จุด โดยตำแหน่ง r-1 ถึง r-4 มีลักษณะซ้ำกับ r-5 ถึง r-8 ดังนี้	
r-1 และ r-5	อยู่ในตำแหน่งใต้หลอดไฟ (หลอดใดก็ได้ในกรอบสี่เหลี่ยมเส้นประ)
r-2 และ r-6	อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างแถว (ด้านซ้ายหรือด้านขวาของกรอบสี่เหลี่ยมเส้นประ)
r-3 และ r-7	อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างหลอด (ด้านบนหรือด้านล่างของกรอบสี่เหลี่ยมเส้นประ)
r-4 และ r-8	อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างหลอดไฟทั้ง 4 หลอดในกรอบสี่เหลี่ยมเส้นประ
บริเวณกึ่งกลางขอบหัว-ท้ายห้อง (Q)	
เป็นการสุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนความเข้มแสงสว่างบริเวณขอบหัวห้องหรือขอบบน (ตำแหน่ง q-1 และ q-2) และบริเวณขอบท้ายห้องหรือขอบล่าง (ตำแหน่ง q-3 และ q-4) บริเวณละ 2 ตำแหน่งที่มีลักษณะเหมือนกัน ดังนี้	
q-2 และ q-4	อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับแนวหลอดไฟ (หลอดใดก็ได้ที่อยู่บริเวณขอบหัว-ท้ายห้อง)
q-1 และ q-3	อยู่ในตำแหน่งระหว่างหลอดไฟ (ด้านซ้ายหรือด้านขวาของตำแหน่ง q_2, q_4 ก็ได้)
บริเวณกึ่งกลางขอบข้างห้อง (T)	
เป็นการสุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนความเข้มแสงสว่างบริเวณขอบข้างห้องด้านซ้าย (ตำแหน่ง t-1 และ t-2) และบริเวณขอบข้างห้องด้านขวา (ตำแหน่ง t-3 และ t-4) โดยมีการกำหนดตำแหน่งจุดตรวจวัดในลักษณะเดียวกับบริเวณกึ่งกลางขอบหัว-ท้ายห้อง	
t-1 และ t-3	อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับแนวหลอดไฟ (หลอดใดก็ได้ที่อยู่บริเวณขอบข้างห้อง)
t-2 และ t-4	อยู่ในตำแหน่งระหว่างหลอดไฟ (ด้านบนหรือด้านล่างของตำแหน่ง t_1, t_4 ก็ได้)
บริเวณมุมห้อง (P)	
ในการกำหนดจุดตรวจวัดควรจะต้องเป็นจุดตรวจวัดที่อยู่ในแนวทะแยงมุม แต่อาจจะเป็นแนวทะแยงซ้ายหรือขวาก็ได้ เมื่อนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (P) ก็จะได้ค่าที่เป็นตัวแทนความเข้มแสงสว่างบริเวณมุมห้องครบทั้ง 4 ด้าน (บน ล่าง ซ้าย ขวา)	
p-1	เป็นตัวแทนของมุมห้องด้านบนและด้านซ้าย
P-2	เป็นตัวแทนของมุมห้องด้านขวาและด้านล่าง

สำหรับวิธีการคำนวณความเข้มแสงสว่างเฉลี่ยซึ่งมีรายละเอียดค่อนข้างเยาะนั้น ไม่สามารถนำเสนอในฉบับนี้ได้หมด ดังนั้น จึงขอยกไปกล่าวไว้ในฉบับต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- วันที่ พันธุ์ประสิทธิ์ (2550) ร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มาตรฐานการตรวจวัดแสงสว่างในสิ่งแวดล้อมการทำงาน. สมาคมอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. ค้นคืนวันที่ 5 มีนาคม 2556 จาก <http://www.ohswa.net/>
- สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (2549) แนวปฏิบัติตามกฎหมายกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 การตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง.
- Boyce, P. and Raynham, P. (2009). *The SLL Lighting Handbook. The Society of Light and Lighting*.
- Carter, D.J., Sexton, R.C. and Miller, M.S. (1989). Field Measurement of Illuminance. *Lighting Research and Technology*, 21 (1), 29 - 35.
- Chartered Institute of Building Service Engineers. *Working Plane Illuminance in Electrically Lit Spaces*. Retrieved Mar. 11, 2013, from <http://www.cibse.org/docs/factf3.doc>.
- DiLaura, D., Steffy, G., Houser, K. and Mistrick, R. (2011). *The IES Lighting Handbook*. 10th ed. Illuminating Engineering Society of North America.
- Health and Safety Executive. (1997). *Lighting at Work*. Retrieved Mar. 5, 2013, from <http://www.hse.gov.uk>.
- Japanese Industrial Standard Committee. (1968). *Illuminance Measurements for Lighting Installations*. JIS C 7612 Japan: Japanese Standards Association.
- Lindsey, J.L. (1991). *Applied Illumination Engineering*. U.S.: The Fairmont Press, Inc.
- Occupational Safety and Health Branch Labour Department. (2008). *Lighting Assessment in the Workplace*. Retrieved Mar. 5, 2013, from <http://www.labour.gov.hk>.
- Simons, R.H. and Bean, A.R. (2001). *Lighting Engineering: Applied calculations*. Great Britain: MPG Books, Ltd.



ความพยายามในการลดอุบัติเหตุทางถนน ขององค์การสหประชาชาติ

รองศาสตราจารย์สราวุธ สุทธรรมาสา M.Sc. (Occupational Health and Safety)
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

องค์การสหประชาชาติได้ประมาณการว่าจะมีการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนจำนวนสูงถึง 75 ล้านคน และมีผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางถนนจำนวน 750 ล้านคน ดังนั้นความสูญเสียทั้งในเรื่องชีวิตและทรัพย์สินจึงย่อมมีมหาศาล องค์การสหประชาชาติจึงมีความพยายามในการขับเคลื่อนเรื่องการป้องกันอุบัติเหตุทางถนน ที่สำคัญมี 2 เรื่องต่อไปนี้

1. การจัดทำกรอบกิจกรรมการจัดการความปลอดภัยทางถนน

เพื่อส่งเสริม สนับสนุนให้ประเทศต่างๆ ได้มีการดำเนินการในเรื่องการจัดการความปลอดภัยทางถนน ในปี 2553 ทางองค์การสหประชาชาติจึงได้จัดทำเอกสารเรื่อง Decade of Action for Road Safety 2011 - 2020 ซึ่งจะใช้เป็นกรอบการขับเคลื่อนด้านการจัดการความปลอดภัยทางถนน ภายใต้แนวทาง "ระบบความปลอดภัย หรือ Safe System" โดยกำหนดกิจกรรมการดำเนินงานเป็น 3 ด้านคือ กิจกรรมระดับนานาชาติ กิจกรรมระดับชาติ และกิจกรรมด้านเงินทุน

กิจกรรมระดับนานาชาติ จะเน้นเรื่องการประชุมระหว่างประเทศ และกำหนดแนวทางสำคัญที่จะผลักดันงานด้านนี้ในประเทศต่างๆ เช่น

- 1) การเพิ่มกองทุนด้านความปลอดภัยทางถนน
- 2) การสื่อสารเรื่องความปลอดภัยทางถนนให้มากขึ้น เช่น การนำประเด็นเรื่องความปลอดภัยทางถนนเข้าไปในวาระการประชุมของกลุ่มประเทศชั้นนำ เช่น เวทีการประชุม G8 การประชุม World Economic Forum เป็นต้น
- 3) การสร้างความตระหนักในปัจจัยเสี่ยงและความต้องการในการป้องกันอันตรายทางถนนให้มากขึ้น
- 4) การจัดทำข้อเสนอแนะให้กับประเทศในการสร้างความเข้มแข็งของระบบการจัดการความปลอดภัยทางถนน และเรื่องแนวปฏิบัติที่ดีในเรื่องความปลอดภัยทางถนนและการดูแลหลังได้รับอุบัติเหตุ
- 5) การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลด้านความปลอดภัยทางถนน

กิจกรรมระดับชาติ มีการกำหนดกรอบการทำงานของแต่ละประเทศที่มุ่งไปที่ 5 เสาหลัก (5 Pillars) ของความปลอดภัยทางถนน และในแต่ละเสาหลักก็จะมีกิจกรรมที่แต่ละประเทศควรดำเนินการ รวมถึงมีการกำหนดตัวชี้วัดสำหรับแต่ละเสาหลักด้วย สำหรับประเทศไทยก็ได้นำกรอบดังกล่าวมาจัดทำเป็นเอกสารทศวรรษความปลอดภัยทางถนน และใช้เป็นแนวทางการจัดการด้านความปลอดภัยทางถนนของประเทศไทย

5 เสาหลักของความป ล อ ด ภ ย ทาง ถ น น ได้แก่

เสาหลักที่ 1 การจัดการความป ล อ ด ภ ย ทาง ถ น น (Road Safety Management)

เสาหลักที่ 2 ถนนและการสัญจรที่ป ล อ ด ภ ย (Safer Roads and Mobility)

เสาหลักที่ 3 ยานพาหนะที่ป ล อ ด ภ ย (Safer Vehicles)

เสาหลักที่ 4 ผู้ใช้รถใช้ถนนอย่างป ล อ ด ภ ย (Safer Road Users)

เสาหลักที่ 5 การตอบสนองหลังการเกิดอุบัติเหตุ (Post Crash Response)

กิจกรรมด้านเงินทุน เป็นการประมาณความต้องการเงินทุนเพื่อใช้ในการจัดการความป ล อ ด ภ ย ทาง ถ น น

2. การให้ความสำคัญกับการจัดการความป ล อ ด ภ ย ทาง ถ น น ในระดับสถานประกอบการ

เนื่องจากข้อมูลการประสบอันตรายบนถนนพบว่า 1 ใน 3 ของผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนจะมีความเกี่ยวข้องกับการทำงาน หรือเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการทำงาน (ข้อมูลนี้ไม่รวมถึงการเดินทางไปกลับของพนักงานที่มายังที่

ทำงาน) ดังนั้นแนวทางในการแก้ไขปัญหา และแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุทางถนนจึงควรมุ่งเน้นมาที่ระดับสถานประกอบการกิจการด้วย องค์การสหประชาชาติจึงได้จัดทำเอกสารสมุดปกขาวขึ้นมาฉบับหนึ่งคือ สมุดปกขาวเพื่อถนนป ล อ ด ภ ย ภายในปี 2593 การประสบความสำเร็จในการลดการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนที่เกิดขึ้นเกี่ยวเนื่องกับการทำงานลงเหลือศูนย์ และกำหนดเป้าหมายที่ท้าทายให้ประเทศต่างๆ ช่วยกันทำให้บรรลุผลดังนี้

1) ต้องยุติหรือหยุดจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานให้ได้ในปี 2563

2) ต้องลดจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องจากการทำงานลงจากเดิมร้อยละ 50 ในปี 2573

3) ต้องลดจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องจากการทำงานให้มากกว่าร้อยละ 50 ในปี 2583

4) ต้องไม่ให้มีการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องจากการทำงานในปี 2593

ในสมุดปกขาวนี้ มีการกำหนดแนวทางการดำเนินงานทั้งในเรื่องของกิจกรรมและเป้าหมายที่น่าสนใจดังนี้

	การดำเนินงาน	เป้าหมาย
การประสานงานระหว่างประเทศ	การจัดหาเงินทุนเพื่อการประสานงานระหว่างประเทศ	แต่งตั้ง "ผู้พิทักษ์ความป ล อ ด ภ ย ทาง ถ น น" (Road Safety Champion) - ในบริษัทใหญ่ 200 บริษัท ภายในปี 2563 - ทุกบริษัทในรายชื่อ Fortune 500 ภายในปี 2593
เสาหลักที่ 1	ทุกบริษัทนําระเบียบกฎเกณฑ์ส่วนรวมไปปฏิบัติ	- ภายในปี 2563 มี 1 แสนบริษัทมีระบบได้รับการรับรอง ISO 39001 - ภายในปี 2593 ทุกบริษัทได้รับการรับรอง ISO 39001
เสาหลักที่ 2	การวางแผนการเดินทาง รวมถึงการเลือกใช้บริการระบบการขนส่งแบบยั่งยืน	- การยึดถือความป ล อ ด ภ ย เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการออกแบบถนนและการจัดการโครงข่ายถนน
เสาหลักที่ 3	การยึดมั่นและการปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานยานพาหนะซึ่งเป็นที่ยอมรับร่วมกัน	- ผู้ผลิตรถยนต์พาหนะทั้งหมดนำเกณฑ์ความป ล อ ด ภ ย ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลกไปใช้ภายในปี 2563



	การดำเนินงาน	เป้าหมาย
เสาหลักที่ 4	ผู้ใช้แรงงานปฏิบัติตามกฎหมายที่กำหนดและบังคับใช้ภายในประเทศ และปฏิบัติตามบรรทัดฐานและกระบวนการที่กำหนดภายในองค์กรของตน	- 1 แสนบริษัทปฏิบัติตามการรับรอง ISO 39001 ภายในปี 2563 - ทุกบริษัทภายในปี 2593
เสาหลักที่ 5	การติดตามและการประเมินผลองค์กรใช้วิธีการที่เป็นระบบในการดูแลรักษาและการฟื้นฟูผู้บาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางถนน	- อัตราการเสียชีวิตจากการประสบอันตรายทางถนนลดลงร้อยละ 50 (เริ่มจากปี 2554) ภายในปี 2563

ที่มา: สมุดปกขาวเพื่อถนนปลอดภัยภายในปี พ.ศ. 2593 การประสบความสำเร็จในการลดการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนที่เกิดขึ้นเกี่ยวเนื่องกับการทำงานลงเหลือศูนย์

จากการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์เพื่อความปลอดภัยทางถนนขององค์การสหประชาชาติ สิ่งที่เห็นได้ชัดเจนเกี่ยวกับมาตรการที่จะทำให้บรรลุถึงเป้าหมายนั้น องค์การสหประชาชาติให้น้ำหนักความสำคัญกับมาตรฐาน ISO 39001 มากทีเดียว ผู้เขียนจะได้นำมาตรฐานดังกล่าวมานำเสนอให้รู้จักกันในโอกาสต่อไป

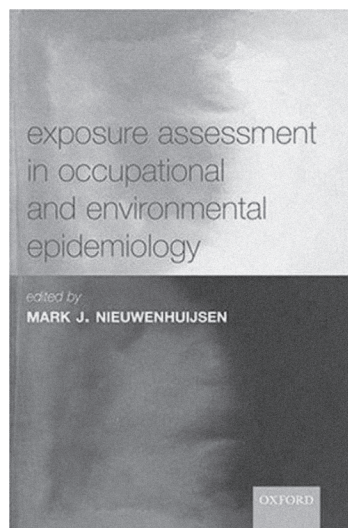
เอกสารอ้างอิง

คณะทำงานด้านความปลอดภัยทางถนน (2554) สมุดปกขาวเพื่อถนนปลอดภัยภายในปี พ.ศ. 2593 การประสบความสำเร็จในการลดการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนที่เกิดขึ้นเกี่ยวเนื่องกับการทำงานลงเหลือศูนย์

Exposure Assessment in Occupational and Environmental Epidemiology

บรรณาธิการโดย Mark J. Nieuwenhuijsen

วิจารณ์โดย นพ.วิวัฒน์ เอกบูรณวัฒน์
พ.บ., วท.ม., ว.ว. (อาชีวเวชศาสตร์)



กระบวนการเกิดโรคจากการทำงาน (occupational disease) และโรคจากสิ่งแวดล้อม (environmental disease) นั้น หากจะกล่าวในภาพกว้าง ก็อาจกล่าวได้ว่าเกิดจากการที่คนเข้าไปทำงานหรือเข้าไปอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีสิ่งคุกคาม (hazard) หรือมลพิษ (pollutant) ซึ่งอาจเป็นสารเคมี พลังงาน วัตถุชีวภาพ หรือสภาวะการณ์ใดๆ ก็ตามที่มีความสามารถในการก่อโรคได้ เมื่อร่างกายเกิดการสัมผัส (exposure) เอาสิ่งคุกคามหรือมลพิษเข้าไปในร่างกาย ไม่ว่าจะโดยช่องทางการสัมผัส (route of exposure) ทางใดก็ตาม เช่น ทางการสูดหายใจ (inhalation) ทางการดูดซึมเข้าสู่ผิวหนัง (skin absorption) หรือทางการกิน (ingestion) สิ่งคุกคามหรือมลพิษเหล่านั้นก็จะสามารถมีโอกาsgก่อโรคขึ้นมาได้ หลักการกว้างๆ ที่กล่าวมานี้ เป็นหลักการพื้นฐาน

ที่นักวิชาการทางด้านอาชีวอนามัยและอนามัยสิ่งแวดล้อมทั่วไปต่างเข้าใจกันดี

เมื่อกล่าวลงรายละเอียดในขั้นตอนของการสัมผัสสิ่งคุกคามหรือมลพิษนั้น การประเมินการสัมผัส (exposure assessment) จัดว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญขั้นตอนหนึ่งที่จะทำให้ทราบรายละเอียดในการก่อผลกระทบต่อสุขภาพในคนทำงานหรือคนที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมได้ ในการทำวิจัยทางระบาดวิทยาที่เกี่ยวกับอาชีพและสิ่งแวดล้อม การประเมินการสัมผัสยังเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากหากผู้วิจัยเลือกวิธีประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคามได้อย่างไม่เหมาะสมหรือผิดวิธีแล้ว ก็มีโอกาสมากที่จะประเมินการสัมผัสผิดพลาด เช่น ผู้ที่ไม่ได้สัมผัสสิ่งคุกคามก็ไปจัดไว้ในกลุ่มผู้สัมผัสสิ่งคุกคาม ส่วนผู้ที่สัมผัสสิ่งคุกคามก็ไปจัดกลุ่มไว้



ในกลุ่มผู้ที่ไม่ได้สัมผัสสิ่งคุกคาม อันจะเป็นผลให้ข้อสรุปของการศึกษาวิจัยคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงได้ การศึกษารายละเอียดของวิธีการประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคามแบบต่างๆ ที่เหมาะสมกับรูปแบบการศึกษาวิจัยทางระบาดวิทยาที่เกี่ยวกับอาชีพและสิ่งแวดล้อม จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักวิจัยทำการศึกษาวิจัยออกมาได้อย่างมีคุณภาพและมีผลสรุปที่แม่นยำ

และหากจะกล่าวถึงหนังสือวิชาการต่างประเทศที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการประเมินการสัมผัสที่มีเนื้อหาละเอียดละเอียดมีลักษณะหนึ่ง หนังสือ Exposure Assessment in Occupational and Environmental Epidemiology ของสำนักพิมพ์ Oxford University Press เล่มนี้ จัดว่าเป็นเล่มหนึ่งที่น่าสนใจได้ แม้จะจัดพิมพ์ออกมาตั้งแต่ ค.ศ. 2003 แล้ว แต่ก็ยังถือว่าเป็นหนังสือที่มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคามที่ดีในอันดับต้นๆ อยู่ หนังสือเล่มนี้บรรณาธิการคือ Dr. Mark J. Nieuwenhuijsen แห่งมหาวิทยาลัย Imperial College London ประเทศอังกฤษ หนังสือเรียบเรียงโดยนักวิชาการทางด้านระบาดวิทยาที่เกี่ยวกับอาชีพและสิ่งแวดล้อม 18 ท่าน ในรูปแบบปกแข็ง ขนาด 9.1 x 6.1 x 0.7 นิ้ว ซึ่งไม่ใหญ่เกินไปที่จะพกพา เนื้อหามีความยาว 304 หน้า แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก รวมเป็นจำนวน 17 บท เนื้อหาเขียนด้วยระบบอ้างอิงหลักฐานเชิงประจักษ์ (evidence-based) โดยมีเอกสารอ้างอิงแบบละเอียดแยกในแต่ละบท ทำให้สะดวกต่อผู้อ่านในการค้นคว้าต่อ พร้อมทั้งมีสารบัญในส่วนต้น และดัชนีในส่วนท้ายเล่ม เพิ่มความสะดวกในการดูรายละเอียดของเนื้อหาได้มากขึ้น

รายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละส่วนนั้น ส่วนที่ 1 (Section I: Methods) ประกอบด้วยบทที่ 1 - 12 จะกล่าวถึงเทคนิควิธีการประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคามในเชิงระบาดวิทยาแต่ละวิธีการที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบัน ความเหมาะสมในการเลือกใช้แต่ละวิธี ข้อสังเกตในการใช้ และข้อควรระวังในการใช้ โดยแบ่งเป็น บทที่ 1 Introduction to exposure assessment เป็นบทนำที่กล่าวถึงความสำคัญของการประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคาม ในงานวิจัยที่เกี่ยวกับอาชีพและสิ่งแวดล้อม กล่าวถึงรูปแบบการวิจัย (study design) แบบต่างๆ ที่จะต้องใช้การประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคามด้วยวิธีที่ต่างกันไป เรื่องช่องทางการสัมผัส เรื่องมิติของการสัมผัสที่ต้องดูทั้งระยะเวลาในการสัมผัส (duration) ความเข้มข้นที่สัมผัส (concentration) และความถี่ในการสัมผัส (frequency)

เรื่องระดับของการสัมผัสและความแปรปรวน การประเมินการสัมผัสรายกลุ่มและรายบุคคล การประเมินการสัมผัสที่เกิดขึ้นในอดีต และการควบคุมคุณภาพการประเมินการสัมผัสในการศึกษาวิจัย บทที่ 2 Questionnaires จะกล่าวถึงเทคนิคการออกแบบแบบสอบถามเพื่อใช้ในการประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคามได้อย่างมีประสิทธิภาพ และถูกต้องตรงกับความเป็นจริง โดยกล่าวถึงทั้งการออกแบบแบบสอบถามเพื่อให้อาสาสมัครตอบเอง แบบสอบถามที่ใช้สำหรับการสัมภาษณ์แบบต่อหน้า แบบสอบถามที่ใช้สำหรับการสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์ รวมถึงแบบฟอร์มที่ใช้ในการสังเกตการณ์พฤติกรรมของอาสาสมัครโดยไม่ต้องสอบถามรายละเอียดของการออกแบบแบบสอบถามที่ละเอียดเพียงพอนั้น จะช่วยให้การประเมินการสัมผัสชัดเจนขึ้น เช่น การประเมินสิ่งคุกคามที่เป็นสารปนเปื้อนในน้ำดื่ม หากสามารถสอบถามให้ทราบแน่ชัดว่าในวันหนึ่งอาสาสมัครดื่มน้ำไปเป็นปริมาณกี่แก้ว ทั้งน้ำจากเครื่องดื่มและจากอาหาร ก็จะช่วยให้นักวิจัยประเมินได้ชัดเจนขึ้นว่าขนาดของการสัมผัสสิ่งคุกคามที่ปนเปื้อนในน้ำดื่มในอาสาสมัครแต่ละรายจะมากน้อยเพียงใด มีการกล่าวถึงเทคนิคในการใช้คำถามที่ช่วยให้อาสาสมัครจำการสัมผัสที่เคยเกิดขึ้นได้ดีขึ้น หลักการเลือกคำถามปลายเปิดและปลายปิด หลักการลรหัสเพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไปได้ง่าย การทดสอบแบบสอบถามก่อนที่จะนำไปใช้จริง และการประเมินความตรง (validity) ของแบบสอบถามด้วย

บทที่ 3 Environmental measurement and modeling: introduction and source dispersion modelling กล่าวถึงการทำแบบจำลองการกระจายตัวของมลพิษในอากาศ ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลทางภูมิศาสตร์และอุตุนิยมวิทยา มาจำลองการกระจายตัวของมลพิษจากแหล่งกำเนิดด้วยสูตรทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ซึ่งจะนำไปใช้ในการประเมินการสัมผัสของประชากรที่อยู่ในพื้นที่โดยทางอ้อมได้ มีการกล่าวถึงปัจจัยของข้อมูลที่จะส่งผลต่อการสร้างแบบจำลอง เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ทิศทางลม ความเร็วลม รายละเอียดของแบบจำลองชนิดที่ใช้บ่อย เช่น Plume model และตัวอย่างการใช้แบบจำลองในการศึกษาวิจัย บทที่ 4 Environmental measurement and modeling: Geographical information systems เนื้อหายังคงกล่าวถึงการใช้แบบจำลองในการประเมินการสัมผัส โดยเมื่อใช้ระบบ Geographical Information Systems (GIS) มาช่วยในการ

ประเมิน จะทำให้ทราบว่าตำแหน่งของแหล่งกำเนิดมลพิษและที่อยู่อาศัยของอาสาสมัครการวิจัยอยู่ตรงตำแหน่งใด มีระยะห่างกันเพียงใด ซึ่งจะช่วยให้การประเมินการสัมผัสมีความถูกต้องแม่นยำขึ้น เทคนิคในการนำข้อมูลมาประเมินแบบต่างๆ ตั้งแต่วิธีเบื้องต้นที่สุด คือลากเส้นตรงเป็นรูปหลายเหลี่ยมรอบแหล่งกำเนิดมลพิษแต่ละแห่ง แล้วคิดวาระดับความเข้มข้นของมลพิษในอากาศมีค่าเท่ากันหมดภายในพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมนั้นๆ (point in polygon technique) วิธีที่สลับซับซ้อนขึ้น เช่น คิดวาระยะทางยิ่งห่างจากแหล่งกำเนิดเท่าใด ระดับความเข้มข้นของมลพิษก็จะยิ่งน้อยลงไปเป็นสัดส่วนเท่านั้น ไปจนถึงการสร้างสมการแบบจำลอง ที่ใช้ปัจจัยทางภูมิศาสตร์และอุตุนิยมวิทยา มาประเมินลักษณะการกระจายตัวของมลพิษให้มีความสมจริงที่สุด การใช้หลายวิธีร่วมกัน และการนำปัจจัยของเวลามาคิดรวมในแบบจำลองเพื่อให้ได้ข้อมูลการกระจายตัวของมลพิษในแต่ละช่วงเวลาของปี

บทที่ 5 Personal exposure monitoring บทนี้จะกล่าวถึงการประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคามโดยการตรวจวัดระดับสิ่งคุกคาม เช่น สารเคมี ด้วยเครื่องตรวจวัดที่ติดไว้กับตัวอาสาสมัคร (personal sampling) เนื้อหากล่าวถึงปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกการตรวจวัดแบบนี้ เช่น จำนวนอาสาสมัครที่จะตรวจวัด ระยะเวลาที่จะตรวจวัด การใช้เครื่องตรวจวัดแบบที่มีปั๊มดูดอากาศ (active sampling) เทียบกับแบบไม่มีปั๊มดูดอากาศ (passive sampling) การวัดอย่างต่อเนื่อง (continuous sampling) หรือใช้ผลจากค่าเฉลี่ยในช่วงเวลา (average sampling) การตรวจวัดแบบที่เลือกขนาดของอนุภาคสิ่งคุกคามได้ และการนำผลตรวจวัดมาเปรียบเทียบกับค่าการตรวจวัดในบรรยากาศแวดล้อม

บทที่ 6 Analysis and modelling of personal exposure ยังคงกล่าวถึงแนวทางการตรวจวัดสิ่งคุกคามแบบรายบุคคล ด้วยเครื่องตรวจวัดที่ติดไว้กับตัวอาสาสมัคร (personal sampling) โดยมีการเน้นย้ำให้มีการพิจารณาในเรื่องความแปรปรวนของระดับการสัมผัส ทั้งความแปรปรวนระหว่างอาสาสมัครแต่ละคน และความแปรปรวนในตัวอาสาสมัครคนเดียวกันแต่วัดต่างช่วงเวลา การวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถทำได้โดยใช้วิธีการทางสถิติ เช่น Analysis of variance (ANOVA) หรือ Linear regression analysis เป็นต้น ข้อมูลความแปรปรวนของระดับการสัมผัสนี้ จะทำให้นักวิจัยนำมาใช้วางแผนการตรวจวัดระดับสิ่งคุกคามได้อย่างเหมาะสมต่อไป ทั้งการกำหนดจำนวนตัวอย่างที่ต้องตรวจวัด

จำนวนอาสาสมัครที่ต้องตรวจวัด และระยะเวลาการเก็บตัวอย่างที่เหมาะสม

บทที่ 7 Retrospective exposure assessment กล่าวถึงการประเมินการสัมผัสในอดีต ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการวิจัยบางรูปแบบ เช่น การวิจัยแบบ Case-control study และการวิจัยแบบ Retrospective cohort study เป็นต้น การประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคามที่เกิดขึ้นในอดีตนั้น จำเป็นที่จะต้องพิจารณาปัจจัยต่างๆ อย่างถี่ถ้วนเพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงสูงสุด ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินอาจมาจากการประวัติการทำงานในอดีต ผลการตรวจวัดระดับสิ่งคุกคามที่ทำไว้ในอดีต การถามจากอาสาสมัคร ไม่ว่าจะเป็นการถามถึงการสัมผัสสิ่งคุกคามนั้นๆ ในอดีตโดยตรง หรือการถามถึงรูปแบบการทำงานในอดีตแล้วนำมาประเมิน และอีกวิธีหนึ่งคือการตรวจระดับสิ่งคุกคามนั้นในร่างกายเพื่อดูการสัมผัสในอดีต ซึ่งสามารถทำได้ถ้าสิ่งคุกคามนั้นมีค่าครึ่งชีวิต (half-life) ในร่างกายยาวนานเพียงพอ

บทที่ 8 Exposure surrogates: job-exposure matrices, self-reports, and expert evaluations บทนี้เป็นการกล่าวถึงวิธีการประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคามอย่างอ้อมๆ โดยใช้เครื่องมือแบบต่างๆ ซึ่งได้แก่ การประเมินจากข้ออาชีพและอุตสาหกรรมที่ทำงานอยู่ ซึ่งเป็นการประเมินแบบเบื้องต้นที่สุด หรือการใช้ Job-exposure matrix (JEM) ซึ่งเป็นเมตริกซ์สำเร็จรูปที่แกนหนึ่งเป็นข้ออาชีพ (job) และอีกแกนหนึ่งเป็นระดับการสัมผัสสิ่งคุกคามชนิดต่างๆ (exposure) เมตริกซ์นี้ได้จากการที่มีผู้เชี่ยวชาญประเมินระดับการสัมผัสเอาไว้ในช่วงเวลาต่างๆ ข้อมูลจาก Jobs-exposure matrix สามารถนำมาเป็นตัวอ้างอิงเพื่อคาดคะเนการสัมผัสสิ่งคุกคามชนิดที่สนใจในงานวิจัยได้ อีกวิธีหนึ่งคือการรายงานด้วยตนเองของอาสาสมัคร (self-reported) ซึ่งจะมีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับความรู้และจำได้ของอาสาสมัครแต่ละคน วิธีสุดท้ายที่มีการกล่าวถึงคือการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ความคุ้นเคยกับการทำงานสัมผัสสิ่งคุกคามชนิดที่สนใจเป็นอย่างดี เมื่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาประวัติอาชีพของอาสาสมัครแต่ละรายแล้ว จะพอประเมินได้ว่าอาสาสมัครน่าจะมีการสัมผัสสิ่งคุกคามชนิดที่สนใจหรือไม่ รวมถึงถ้ามีการสัมผัสน่าจะสัมผัสมากน้อยเพียงใดด้วย การประเมินโดยทางอ้อมด้วยวิธีเหล่านี้ มีประโยชน์และจำเป็นต้องใช้ในหลายกรณี เช่น ใช้ในการประเมินการสัมผัสในอดีตที่ผ่านมาแล้ว แต่ในการใช้นักวิจัยจำเป็นจะต้องดำเนินการ



และแปลผลอย่างระมัดระวังเพื่อให้มีความน่าเชื่อถือและเที่ยงตรงมากที่สุด

บทที่ 9 Dermal exposure assessment กล่าวถึงการประเมินการสัมผัสทางผิวหนัง ซึ่งมีความสำคัญกับการสัมผัสสิ่งคุกคามกลุ่มสารเคมีหลายชนิด เช่น ตัวทำละลาย ยาปราบศัตรูพืช หรือสารประกอบอินทรีย์ที่มีฮาโลเจนในโมเลกุล เนื่องจากสารเหล่านี้สามารถดูดซึมเข้าสู่ผิวหนังได้ดีมาก ในการประเมินการสัมผัสทางผิวหนังนั้น มิติในการประเมินจะดูทั้งความเข้มข้นที่สัมผัส พื้นที่ผิวหนังที่สัมผัส ระยะเวลาที่สัมผัส และความถี่ในการสัมผัส วิธีในการประเมินมีหลายวิธี เช่น การให้อาสาสมัครใส่ชุดผิวหนังเทียมไว้ การป้าย ล้าง หรือใช้เทปลอกสารเคมีที่ติดที่ผิวหนังมาวัดปริมาณ การใส่สารเรืองแสงลงไปในสารเคมีแล้วดูการติดที่ผิวหนังหลังการสัมผัส การตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสารเคมีนั้นๆ ในเลือดหรือปัสสาวะ และการสร้างแบบจำลองการดูดซึมสิ่งคุกคามเข้าสู่ผิวหนังโดยสมการทางคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามทุกวิธีที่กล่าวมายังไม่มีวิธีใดที่สมบูรณ์แบบ ปัจจุบันหลายอย่าง เช่น การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล อย่างการสวมถุงมือและชุดกันสารเคมี ก็มีผลต่อการดูดซึมสารเคมีเข้าสู่ผิวหนังด้วย การประเมินการสัมผัสทางผิวหนังจึงยังเป็นสิ่งที่ท้าทายนักวิจัยให้คิดค้นพัฒนาวิธีการประเมินการสัมผัสที่ถูกต้องเที่ยงตรงต่อไปยิ่งๆ ขึ้นในอนาคต บทที่ 10 Physiologically based pharmacokinetic modelling หรืออาจเรียกโดยย่อว่าแบบจำลอง PBPK เป็นบทที่กล่าวถึงการสร้างแบบจำลองที่บอกถึงขนาดการสัมผัสภายในร่างกาย (internal dose) ของสิ่งคุกคามกลุ่มสารเคมีชนิดต่างๆ ซึ่งเมื่อดูดซึม (absorption) เข้าสู่ร่างกายแล้ว จะมีการกระจายตัว (distribution) การเปลี่ยนรูป (metabolism) และกำจัดออกจากร่างกาย (elimination) ตามหลักเภสัชจลนศาสตร์ (pharmacokinetic) ของสารเคมีชนิดนั้นๆ การสร้างแบบจำลอง PBPK ขึ้นมานี้ เพื่อหวังว่าจะช่วยในการประเมินขนาดการสัมผัสสิ่งคุกคามภายในร่างกายต่ออวัยวะเป้าหมาย (target organ) เช่น ปอด ตับ สมอง ได้อย่างถูกต้องแม่นยำและละเอียดมากขึ้น โดยหลักการวิเคราะห์จะแบ่งการทำงานของระบบร่างกายออกเป็นส่วนๆ (compartment) และคำนวณการถ่ายเทสารเคมีจากแต่ละส่วนแยกกัน อย่างไรก็ตามการสร้างแบบจำลองจำเป็นต้องใช้สมการทางคณิตศาสตร์และตัวแปรที่เป็นการอนุมานมากมาย อีกทั้งทั้งความแปรปรวนของระดับสารเคมีในร่างกายที่มีได้ในชีวิตจริง

การทำแบบจำลอง PBPK จึงยังอาจมีความผิดพลาดได้ การพัฒนาแบบจำลองรูปแบบนี้ให้มีความเที่ยงตรงแม่นยำขึ้นในอนาคตจะช่วยให้การประเมินขนาดการสัมผัสสารเคมีภายในร่างกายทำได้ละเอียดขึ้น บทที่ 11 Biological monitoring ยังคงกล่าวถึงการประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคามกลุ่มสารเคมีโดยดูขนาดการสัมผัสในร่างกาย โดยใช้การตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (biological marker) ซึ่งก็คือการตรวจระดับสารเคมีหรือสารเมตาโบไลต์ของสารเคมีที่สนใจในร่างกาย ตัวอย่างที่เก็บอาจได้จากอากาศที่หายใจออก เลือด ปัสสาวะ ผสม เล็บ หรือตัวอย่างเนื้อเยื่อของอาสาสมัคร เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีในตัวอย่างนั้น การตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพเป็นข้อมูลที่ช่วยในการประเมินการสัมผัสสารเคมีได้เป็นอย่างดี แต่มีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเช่นกัน เช่น การปนเปื้อนระหว่างการเก็บตัวอย่าง เวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่าง ค่าครึ่งชีวิตของสารเคมีนั้นในร่างกาย ซึ่งเป็นปัจจัยที่จะส่งผลต่อความแปรปรวนของระดับสารเคมีในร่างกายของอาสาสมัคร การตรวจระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพอย่างถูกต้อง เมื่อนำไปวิเคราะห์อย่างถูกวิธีแล้ว จะช่วยเป็นข้อมูลในการประเมินการสัมผัสระดับสารเคมีชนิดต่างๆ ในงานวิจัยทางระบาดวิทยาได้อย่างน่าเชื่อถือดียิ่ง

บทที่ 12 Exposure measurement error: consequences and design issues บทนี้กล่าวถึงข้อผิดพลาด (error) ในการประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคาม และผลที่อาจเกิดขึ้นตามมาจากการประเมินการสัมผัสที่ผิดพลาดนั้น ความผิดพลาดในการประเมินการสัมผัสอาจเกิดขึ้นได้ เช่น การประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคามผิดชนิด การประเมินขนาดการสัมผัสผิดพลาด ความผิดพลาดในการประเมินการสัมผัสอาจเป็นได้ทั้งแบบ Differential คือมีความแตกต่างระหว่างสองกลุ่ม (เช่น กลุ่มผู้ป่วยกับกลุ่มควบคุม) ในการเกิดข้อผิดพลาด หรือ Non-differential คือไม่มีความแตกต่างระหว่างสองกลุ่มในการเกิดข้อผิดพลาด อาจเกิดแบบเป็นระบบ (systematic) หรือเกิดแบบสุ่ม (random) ผลของการเกิดข้อผิดพลาดในการประเมินการสัมผัส โดยทั่วไปความผิดพลาดที่มีลักษณะแบบ Non-differential มักจะมีแนวโน้มทำให้ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ ในขณะที่ความผิดพลาดแบบ Differential นั้น อาจมีผลทำให้ไม่พบความสัมพันธ์หรือพบความสัมพันธ์มากขึ้นเกินจริงก็ได้ และสำหรับผลต่อกำลัง (power) ของการศึกษานั้น ความผิดพลาดในการประเมินการสัมผัสทำให้เกิดการจัดกลุ่มผิดแบบสุ่ม (random

non-differential misclassification) จะทำให้กำลังของการวิจัยลดลง นอกจากนี้ยังมีการกล่าวถึงตัวกวน (confounder) และตัวขยายผล (effect modifier) ที่อาจเป็นปัจจัยทำให้การสรุปผลการศึกษามีผิดพลาดไปได้ วิธีการลดความผิดพลาดทำได้หลายวิธี เช่น การออกแบบการวิจัยให้เหมาะสม เลือกวิธีการประเมินการสัมผัสที่มีความเที่ยงตรงสูง เป็นต้น

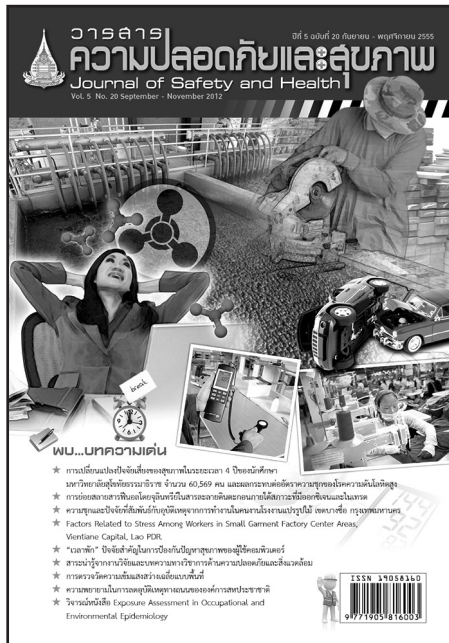
ในส่วนของ 2 (Section II: Current topics) คือตั้งแต่บทที่ 13 - 17 จะกล่าวถึงแนวทางการประเมินการสัมผัสสิ่งคุกคามในการศึกษาทางระบาดวิทยาที่เกี่ยวกับอาชีพและสิ่งแวดล้อมหลายๆ เรื่องที่มีการทำกันอยู่ในยุคนี้ โดยแบ่งเป็น บทที่ 13 Allergen exposure and occupational respiratory allergy and asthma กล่าวถึงการประเมินการสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ ทั้งในรูปของฝุ่นในอากาศและสารก่อภูมิแพ้ทางผิวหนัง ในด้านของวิธีการเก็บตัวอย่างการวิเคราะห์ระดับสารก่อภูมิแพ้ในบรรยากาศการทำงาน การประเมินการสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ การหาความสัมพันธ์ของระดับสารก่อภูมิแพ้กับการเกิดปฏิกิริยาภูมิแพ้และการเกิดอาการของโรค เป็นต้น บทที่ 14 Particular matter กล่าวถึงการประเมินการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก (particular matter) ทั้งขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ซึ่งมีการศึกษาวิจัยในทางอนามัยสิ่งแวดล้อมอยู่ในปัจจุบันค่อนข้างมาก เนื้อหากล่าวถึงทั้งในแง่วิธีการตรวจวัด การนำข้อมูลจากสถานีตรวจวัด (Stationary ambient monitoring site; SAM site) มาใช้ การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากสถานีตรวจวัดกับการป่วยเป็นโรคของประชากรในพื้นที่ ผลกระทบจากปัจจัยอื่นๆ เช่น มลพิษจากการจราจร การระบายอากาศในห้องถื่น ส่วนประกอบที่เป็นพิษของฝุ่น รวมทั้งมีการกล่าวถึงตัวกวนที่ต้องระวังในการศึกษาวิจัยกลุ่มนี้ เช่น ผลกระทบต่อสุขภาพที่คิดว่าเกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก บางครั้งอาจเกิดจากมลพิษที่เป็นแก๊สที่มีอยู่ด้วยกันในสิ่งแวดล้อมก็เป็นได้

บทที่ 15 Exposure assessment in studies of chlorination disinfection by-products and birth outcomes กล่าวถึงการประเมินการสัมผัสสารประกอบที่เกิดจากการเติมคลอรีนลงในน้ำดื่มและน้ำใช้ ซึ่งมีผู้ศึกษาวิจัยว่าอาจจะก่อผลกระทบต่อการทำงานของประชากรที่ได้รับสัมผัส รายละเอียดการประเมินการสัมผัสมีการพิจารณาทั้งปริมาณของน้ำที่ใช้ดื่มกิน ปริมาณการสัมผัสทางผิวหนัง เช่น ในการอาบน้ำและการว่ายน้ำในสระว่ายน้ำ เทคนิคที่ใช้ในการ

ประเมินการสัมผัส ทั้งการตรวจวัดบ้างซึ่งทางชีวภาพของสารเคมีกลุ่มนี้ในปัสสาวะของอาสาสมัคร การใช้แบบจำลอง PBPK หรือการใช้หลายวิธีร่วมกัน เป็นต้น บทที่ 16 Exposure assessment of pesticides in cancer epidemiology กล่าวถึงการประเมินการสัมผัสสารปราบศัตรูพืชเพื่อดูผลกระทบการเกิดมะเร็ง การประเมินการสัมผัสสารปราบศัตรูพืชในชาวนาและชาวสวนทำได้หลายวิธีและอาจใช้หลายเทคนิคร่วมกัน เช่น การประเมินจากข้ออาชีพและรายละเอียดการทำอาชีพ การประเมินโดยใช้ Jobs-exposure matrix การประเมินโดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถามให้ชาวนาและชาวสวนประเมินตนเอง ไปจนถึงการตรวจระดับความเข้มข้นของสารปราบศัตรูพืชบนผิวหนังของอาสาสมัครเพื่อมาใช้ประเมินขนาดของการสัมผัส บทที่ 17 Radiofrequency exposure and cancer ในบทสุดท้ายนี้กล่าวถึงการศึกษาวิจัยเรื่องผลของคลื่นวิทยุกับการก่อโรคมะเร็ง ซึ่งเป็นประเด็นที่มีผู้สนใจเป็นจำนวนมากในการสัมผัสคลื่นวิทยุอาจพบได้ทั้งจากอาชีพและในสิ่งแวดล้อม เช่น จากเครื่องรับส่งสัญญาณทางการทหาร จากเสาส่งสัญญาณโทรทัศน์และวิทยุ และที่มีผู้สนใจมากที่สุดคือ จากการใช้โทรศัพท์มือถือในการประเมินการสัมผัสนั้น มีรายละเอียดให้พิจารณาถึงทั้งความถี่ (frequency) และความแรง (intensity) ของคลื่นวิทยุ ซึ่งผู้วิจัยอาจสามารถประเมินความแรงของคลื่นที่อวัยวะแต่ละส่วนได้รับได้ด้วยการวัดกระแสไฟฟ้าจากส่วนต่างๆ ของร่างกาย และ การใช้เครื่องวัดความแรงของคลื่นวิทยุแบบพกพา เพื่อให้อาสาสมัครใช้พกติดตัวเพื่อประเมินความแรงของคลื่นที่ได้รับตลอดทั้งวันได้

จากเนื้อหาทั้งหมดที่กล่าวมา จะเห็นว่าหนังสือเล่มนี้มีประโยชน์กับผู้อ่านอย่างมาก โดยเฉพาะสำหรับนักวิชาการที่จะต้องทำงานเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยทางด้านระบาดวิทยาที่เกี่ยวกับอาชีพและสิ่งแวดล้อม เช่น อาจารย์มหาวิทยาลัย นักวิชาการสาธารณสุข นักวิจัยอิสระ รวมทั้งนักศึกษาในระดับปริญญาโทและปริญญาเอกในสาขาที่เกี่ยวข้อง แม้ว่าเนื้อหาของหนังสือเล่มนี้จะเขียนด้วยภาษาที่ค่อนข้างอ่านยาก เนื่องจากมีคำศัพท์เฉพาะทางวิชาการมากมาย แต่หากได้ทำการพิจารณาทำความเข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็คาดว่าจะทำให้นักวิจัยชาวไทย ได้นำความรู้จากหนังสือเล่มนี้ ไปประยุกต์ใช้ในการทำงานเพื่อพัฒนาคุณภาพงานวิจัยทางระบาดวิทยาที่เกี่ยวกับอาชีพและสิ่งแวดล้อมของตนเองได้อย่างแน่นอน

ใบสมัครวารสารความปลอดภัยและสุขภาพ



วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ เป็นวารสารวิชาการ ที่บทความจะต้องผ่าน Peer Review ปีหนึ่งจะพิมพ์เผยแพร่ 4 ฉบับ (3 เดือนต่อฉบับ) กองบรรณาธิการและ Reviewer ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีชื่อเสียงระดับประเทศจาก มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาวิทยาลัยบูรพา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงแรงงาน สำนักงานประกันคุณภาพแห่งชาติ และสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ นอกจากจะมี จุดเด่นที่มีกองบรรณาธิการและ Reviewer ที่มีชื่อเสียงระดับประเทศแล้วจุดเด่นอีกประการ คือการจัดทำคอลัมน์โดย ผู้มีประสบการณ์และมั่นใจว่าจะต้องเป็นที่พอใจของผู้อ่านอย่างแน่นอน

ผู้ใดสนใจเขียนบทความ โปรดศึกษาแบบการเขียน ได้ที่: www.stou.ac.th/schools/shs/home

ใบสมัครวารสาร

ข้าพเจ้า/หน่วยงาน (กรณีสมัครในนามองค์กร)

...มีความประสงค์จะสมัครเป็นสมาชิกวารสาร
ความปลอดภัยและสุขภาพ และขอให้ส่งวารสาร
ตามที่อยู่ต่อไปนี้

(โปรดระบุชื่อผู้รับและรายละเอียดให้ครบถ้วน
และชัดเจนสำหรับการส่งไปรษณีย์)

วิธีสมัครสมาชิก

1. กรอกข้อมูลในใบสมัคร
2. **ชำระเงิน 300 บาท (ค่าสมาชิกต่อปี) ทาง**

☐ ธนาคารกรุงไทย

สาขาเมืองทองธานี ชื่อบัญชี

ว.ความปลอดภัยและสุขภาพ

เลขที่บัญชี 147-0-06808-7 (ออมทรัพย์)

☐ หรือธนาคารใดส่งจ่ายในนาม

รองศาสตราจารย์สราวุธ สุธรรมาสา

ปณ.หลักสี่

3. ส่งหลักฐานการชำระเงินและใบสมัคร
(เขียนชื่อที่อยู่ให้ชัดเจน) มาที่
กองบรรณาธิการวารสารความปลอดภัย
และสุขภาพ

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ต.บางพูด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

เพื่อจะได้จัดส่งวารสารให้ต่อไป