นิพนธ์ต้นฉบับ Original Article

ความเข้มข้นของคลอไพริฟอสเมตาโบไลท์ในปัสสาวะและพฤติกรรมการใช้คลอไพริฟอสของผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช ในจังหวัดสุพรรณบุรี

Urinary chlorpyrifos metabolite concentrations and chlorpyrifos use behaviors among occupational sprayers in Suphan Buri Province

สุธาทิพย์ บูรณสถิตนนท์[1]
พรพิมล กองทิพย์[1]
นพนันท์ นานคงแนบ[1]
มธุรส ทิพยมงคลกุล[2]
อรรถพล ชีพสัตยากร[3]
บุญเลิศ บุญเกิด[4]
[1]*ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล*
[2]*ภาควิชาระบาดวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล*
[3]*กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข*
[4]*โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหนองสาหร่าย จังหวัดสุพรรณบุรี*

Sutatip Buranasatitnon[1]
Pornpimol Kongtip[1]
Noppanun Nankongnab[1]
Mathuros Tipayamongkholgul[2]
Attapon Cheepsattayakorn[3]
Bunlert Bunkerd[4]
[1]*Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Mahidol University,*
[2]*Department of Epidemiology, Faculty of Public Health, Mahidol University,*
[3]*Department of Disease Control, Ministry of Public Health, Thailand*
[4]*Nong Sarai Health Promoting Hospital, Suphan Buri Province*

DOI: 10.14456/dcj.2020.44
Received: January 24, 2020 | **Revised:** May 08, 2020 | **Accepted:** May 12, 2020

บทคัดย่อ

TCP (3,5,6-Trichloro-2-pyridinol) ในปัสสาวะ เป็นสารบ่งชี้ทางชีวภาพ (biomarker) ของการรับสัมผัสคลอร์ไพริฟอส ซึ่งเป็นที่ยอมรับทั่วโลก การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบภาพตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นของสาร TCP ในปัสสาวะตอนเช้าวันหลังฉีดคลอร์ไพริฟอส และพฤติกรรมการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสของผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 82 คน โดยเก็บตัวอย่างปัสสาวะผู้ประกอบอาชีพฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชในเช้าวันหลังฉีดคลอร์ไพริฟอส วิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะด้วยเครื่อง Gas Chromatograph/Mass Spectrometer: GC/MS ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย และใช้สถิติ Mann Whitney U Test วิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความเข้มข้นของสาร TCP ในปัสสาวะ กับพฤติกรรมการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส การศึกษานี้พบ TCP ในปัสสาวะทุกตัวอย่าง (ร้อยละ 100) มีค่าระหว่าง 15 ถึง 136,716 μg/g creatinine นอกจากนี้พบความแตกต่างของระดับ TCP ในปัสสาวะเช้าวันหลังฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสกับปริมาณ

เนื้อสารคลอร์ไพริฟอสที่ฉีดพ่น (p<0.001) และพฤติกรรมการยืนใต้ลมขณะฉีดพ่นสารคลอร์ไพริฟอส (p<0.05) โดยสรุปพบว่าปริมาณการรับสัมผัสคลอร์ไพริฟอสเข้าสู่ร่างกายจะเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณเนื้อสารคลอร์ไพริฟอสที่ฉีดพ่น จำนวนครั้งการฉีดพ่น และพฤติกรรมขณะฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส ดังนั้นควรเร่งหาสารทดแทน ร่วมกับการจัดบริการอาชีวอนามัยในหน่วยบริการสาธารณสุขของชุมชน เพื่อให้เกิดการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชและเกษตรกรในพื้นที่

ติดต่อผู้นิพนธ์ : สุธาทิพย์ บูรณสถิตนนท์ อีเมล : sutatip-bu@hotmail.com

Abstract

The urinary TCP (3,5,6-Trichloro-2-pyridinol) is widely accepted as the biomarker of chlorpyrifos exposure. This study is a cross sectional study. The objectives are to determine the urinary TCP concentrations in the morning void urine after spraying chlorphyrifos, and work behavior of spraying chlorpyrifos in the occupational sprayers. The subjects consisted of 82 occupational sprayers in Suphanburi Province, Thailand. The subjects were interviewed with questionnaire and urine samples were collected from occupational sprayers in the morning after spraying chlorpyrifos. Urine samples were analyzed with Gas Chromatograph/Mass Spectrometer (GC/ MS).The data were then analyzed using descriptive statistics and Mann Whitney U Test. The study found that TCP in all urine samples (100%) were between 15 to 136,716 μg/g creatinine. In addition, the study found the chlorpyrifos quantity used and behavior of standing under the wind while spraying chlorpyrifos increased the urinary TCP in the morning void urine (p<0.001 and p<0.05), respectively. In conclusion, the amount of chlorpyrifos receives to the body increases with the amount of chlorpyrifos sprayed, number of spraying event and behavior while spraying chlorpyrifos. Therefore, the substitution of chlorpyrifos should be in place, together with organizing the occupational health services in the community to follow up on health surveillance of impact on health of occupational sprayers and local farmers.

Correspondence: Sutatip Buranasatitnon E-mail: sutatip-bu@hotmail.com

คำสำคัญ	**Keywords**
คลอร์ไพริฟอส, ปัสสาวะ, ผู้ประกอบอาชีพฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช, ตัวชี้วัดการสัมผัสทางชีวภาพ	*chlorpyrifos, urine, TCP, occupational sprayers, biomarkers*

บทนำ

สารกำจัดศัตรูพืชเป็นสารเคมีที่ใช้เพื่อการควบคุมศัตรูพืชในภาคเกษตรกรรม และในครัวเรือนทั่วโลก[1] ปี พ.ศ. 2560 ค่าใช้จ่ายการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรของประเทศไทยมีมูลค่ารวม 27,922 ล้านบาท ซึ่งระหว่างปี พ.ศ. 2558-2561 ค่าใช้จ่ายการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรของประเทศไทยคิดเป็นสัดส่วนและแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และล่าสุดในปี พ.ศ. 2561 ค่าใช้จ่ายการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรของประเทศไทยมีมูลค่ารวม 36,298 ล้านบาท สูงขึ้นจากปี พ.ศ. 2560 ร้อยละ 23.07[2]

คลอร์ไพริฟอส (Chlorpyrifos หรือ O,O-diethyl O-3,5,6-trichloro-2-pyridylphosphoro thioate) เป็นสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต

ถูกนำมาใช้ในภาคเกษตรทั่วโลก WHO ปี ค.ศ. 2009 จัดให้คลอร์ไพริฟอสอยู่ในกลุ่มยาฆ่าแมลงที่มีความเป็นอันตรายระดับปานกลาง (Class II)[3] การยับยั้ง Acetylcholinesterase (AChE) ในเนื้อเยื่อเป้าหมาย เป็นกลไกหลักของคลอร์ไพริฟอส[4] โดยความเป็นพิษต่อระบบประสาทเป็นลักษณะที่พบได้ทั่วไปจากการสัมผัสกับคลอร์ไพริฟอส[5-6] นอกจากนี้คลอร์ไพริฟอสส่งผลให้เกิดความเป็นพิษต่อลูกอัณฑะ ระบบสืบพันธุ์ ระบบโลหิต การเจริญเติบโตของตัวอ่อน สมอง และความผิดปกติของตับ[4] รวมทั้งพบผลกระทบต่อสุขภาพในเกษตรกร และผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ใช้คลอร์ไพริฟอส[7-9] ซึ่งสอดคล้องกับการทำเกษตรกรรมในปัจจุบันที่เจ้าของพื้นที่เพาะปลูกนิยมจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งส่งผลให้ผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นมีความเสี่ยงรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชเพิ่มสูงขึ้น

การขับถ่าย 3,6,5-tricholro-2-pyridinol (TCP) ออกทางปัสสาวะเป็นเส้นทางหลักของการกำจัดคลอร์ไพริฟอสออกจากร่างกาย ค่าครึ่งชีวิตของการกำจัดคลอไพริฟอสในมนุษย์ประมาณ 27 ชั่วโมง และหลังจากการสัมผัสคลอร์ไพริฟอสทางผิวหนัง 24-48 ชั่วโมง จะพบอัตราสูงสุดของ TCP ที่กำจัดออกทางปัสสาวะ โดยพบ TCP เป็น metabolite ของคลอร์ไพริฟอสที่ถูกขับออกทางปัสสาวะ 96%[10-11] ดังนั้นการประเมินการรับสัมผัสจากการวิเคราะห์ปริมาณ 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCP) ในปัสสาวะของเกษตรกร หรือผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช จึงเป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับทั่วโลก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณ TCP ในปัสสาวะเช้าวันหลังฉีดพ่น คลอร์ไพริฟอสของผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ร่วมกับพฤติกรรมการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส ของผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในจังหวัด

วัสดุและวิธีการศึกษา

รูปแบบการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาพตัดขวาง (cross-sectional descriptive study)

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในอำเภอดอนเจดีย์และอำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการประมาณค่าเฉลี่ยเลขคณิตในกรณีไม่ทราบจำนวนประชากร ทำการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยการกระจายแบบสอบถาม คัดกรองเกี่ยวกับลักษณะส่วนบุคคล ประวัติสุขภาพและประวัติการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส ในผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในอำเภอดอนเจดีย์ และศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 200 คน และคัดเลือกผู้ที่มีคุณลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อเข้าร่วมโครงการ ดังนี้ เป็นผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เพศชายและเพศหญิง อายุ 18 ปีขึ้นไป มีประวัติการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันอย่างน้อย 1 ปี สามารถอ่าน เขียน และพูดภาษาไทย พร้อมทั้งสมัครใจเข้าร่วมโครงการ โดยลงนามในหนังสือยินยอมตนให้ทำการวิจัย ในการศึกษานี้มีกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมวิจัย จำนวนทั้งสิ้น 82 คน

การศึกษานี้ผ่านการอนุมัติการทำวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการวิจัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (MUPH 2016-141)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ โรคประจำตัว การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และการสูบบุหรี่

ส่วนที่ 2 สอบถามเกี่ยวกับข้อมูลประวัติ ความถี่และระยะเวลาการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส ปริมาณการผสมคลอร์ไพริฟอส พฤติกรรมการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส การวิเคราะห์ TCP (3,5,6-Trichloro-2-pyridinol) ในปัสสาวะ

วิธีในการวิเคราะห์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดัดแปลงจาก Meuling WJA, et.al[12] ซึ่ง metabolite ของคลอร์ไพริฟอส คือ 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCP) ในปัสสาวะ โดยแบ่งกระบวนการออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเก็บปัสสาวะ

เก็บตัวอย่างจากปัสสาวะแรกที่ถูกขับถ่ายออกในตอนเช้าของวันที่ตื่นนอนหลังจากฉีดพ่นคลอไพริฟอสไปเมื่อวาน โดยใส่ตัวอย่างปัสสาวะในขวดปริมาณ 25 ml และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -40°C จนกระทั่งทำการวิเคราะห์ TCP ในปัสสาวะ โดยผู้วิจัยที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และผู้วิจัยได้ทำการส่งตัวอย่างปัสสาวะตรวจค่าครีเอตินิน (creatinine) ที่โรงพยาบาลเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

2. การวิเคราะห์ TCP (3,5,6-Trichloro-2-pyridinol) ในปัสสาวะ โดยใช้ Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)

ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างปัสสาวะ 3 ml ลงในหลอดทดลองฝาเกลียวขนาด 15 ml เติม ultrapure water 50 µl และ 37% hydrochloric acid 100 µl และอุ่นใน water bath ที่อุณหภูมิ 80°C ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นเติม 50 µl ของ 110 µg/ml hexachlorohexane (Internal standard) และ 3 ml ของ n-hexane ผสมสารละลายให้เข้ากันด้วย sonication technique โดย ultrasonic cleaner นาน 20 นาที ที่อุณหภูมิ 5°C และ centrifuged 5 นาที ที่อุณหภูมิ 5°C ปิเปตชั้นที่เป็น n-Hexane ลงในหลอดทดลองฝาเกลียวขนาด 15 ml ทำขั้นตอนการสกัดซ้ำสองครั้ง จากนั้นอุ่นสารละลายให้กลายเป็นไอ โดยเป่าด้วยก๊าซ nitrogen (high purity grade) จนสารละลายแห้งหมด เติม n-hexane 1 ml และ 5 µl BSA ลงในหลอด TCP นำสารละลายใส่ตู้อบที่อุณหภูมิ 50°C นาน 40 นาที จากนั้นนำสารละลายใส่ลงใน vial 2 ml นำไปวิเคราะห์ด้วย GC-MS โดยใช้ Gas chromatography HP 5890 series II plus และ AB-1 Column; length 30 m × 0.25 mm ID × 0.25 µm film ใช้ตัวอย่างปริมาณ 1 µl ใน split less mode และ helium gas ใช้ carrier gas ที่ flow rate 1 ml/min, injection อุณหภูมิ 200°C อุณหภูมิเริ่มแรกของ Oven 50°C, increasing ที่ 21°C/min ถึง 160°C, increasing ที่ 8°C/min ถึง 200°C และ increasing ที่ 3°C/min ถึง 250°C และเก็บไว้ 6 นาที ดำเนินการวิเคราะห์ใน selective ion monitoring mode

กราฟมาตรฐาน และการควบคุมคุณภาพ

สารละลายมาตรฐานสำหรับกราฟมาตรฐานถูกเตรียมขึ้นโดยการเตรียมสารละลายมาตรฐาน TCP จำนวน 5 ความเข้มข้น ได้แก่ 0.10, 0.25, 0.50, 1.00, 1.50 µg/ml ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของกราฟมาตรฐานของ TCP เท่ากับ 0.9987 และผลการทดสอบความแม่นยำ และความเที่ยงตรงของวิธีการวิเคราะห์ โดยวิธีการ spiked sample สารละลายมาตรฐาน TCP ในตัวอย่างปัสสาวะที่ความเข้มข้น 0.1 และ 1.0 µg/ml ของ TCP จำนวน 3 ซ้ำ มีค่าร้อยละการกลับคืน (% recovery) ของ TCP เฉลี่ยร้อยละ 111.70 และ 101.52 ตามลำดับ โดยค่าขีดจำกัดของการตรวจวัด (limit of detection, LOD) ของ TCP ในการวิเคราะห์ TCP เท่ากับ 1.94 ng/ml

สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ และสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ Mann Whitney U test สำหรับการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าพารามิเตอร์ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) = 0.05 ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS version 18

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไป

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา จำนวน 82 คน ทั้งหมดเป็นผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในอำเภอดอนเจดีย์และศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 86.6) อายุเฉลี่ย 48.87 ปี (อายุระหว่าง 20-73 ปี) สูบบุหรี่ (ร้อยละ 52.4) ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 67.1) รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (n = 82)

ลักษณะ	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	71 (86.6)
หญิง	11 (13.4)
อายุ (ปี)	
Mean±SD = 48.87±10.51, Min-Max = 20-73	
สูบบุหรี่	
ไม่สูบ	39 (47.6)
สูบ	43 (52.4)
ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์	
ไม่ดื่ม	27 (32.9)
ดื่ม	55 (67.1)

ประวัติการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

ผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช มีประวัติการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสเฉลี่ย 10.07±7.87 ปี โดยค่ามัธยฐานจำนวนครั้งการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสต่อเดือนเป็น 1 ครั้งต่อเดือน ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสในแต่ละครั้งเป็น 2.93±1.23 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยปริมาณเนื้อสารคลอร์ไพริฟอสที่ฉีดพ่นในแต่ละครั้งเป็น 289.15±151.93 กรัม และค่าเฉลี่ยปริมาณเนื้อสารคลอร์ไพริฟอสที่ได้รับสัมผัสเป็น 1,674.19±151.93 กรัมต่อเดือน รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประวัติการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส (n = 82)

ลักษณะ	จำนวน (ร้อยละ)
จำนวนปีที่ฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส	
1-10 ปี	64 (78.1)
11-20 ปี	12 (14.6)
>20 ปี	6 (7.3)
Mean±SD = 10.07±7.87, Median = 10, Min-Max = 1-40	
จำนวนครั้งที่ฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสต่อเดือน	
1-5 ครั้ง	66 (80.5)
6-10 ครั้ง	2 (2.4)
11-15 ครั้ง	8 (9.8)
16-20 ครั้ง	1 (1.2)
>20 ครั้ง	5 (6.1)
IQR = 2, Median = 1, Min-Max = 1-25	
จำนวนชั่วโมงการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสต่อครั้ง	
1 ชั่วโมง	10 (12.2)
2 ชั่วโมง	19 (23.2)
3 ชั่วโมง	30 (36.6)
4 ชั่วโมง	18 (22.0)
5 ชั่วโมง	0
6 ชั่วโมง	5 (6.1)
Mean±SD = 2.93±1.23, Median = 3, Min-Max = 1-6	
ปริมาณเนื้อสารคลอร์ไพริฟอสที่ฉีดพ่นในแต่ละครั้ง	
73-200 กรัม	30 (36.6)
200-400 กรัม	33 (40.2)
>400 กรัม	19 (23.2)
Mean±SD = 289.15±151.93, Median = 262.80, Min-Max = 73-730	
ปริมาณเนื้อสารคลอร์ไพริฟอสที่ได้รับสัมผัสต่อเดือน	
73-450 กรัม/เดือน	32 (39.0)
401-1100 กรัม/เดือน	26 (31.7)
>1100 กรัม/เดือน	24 (29.3)
Mean±SD = 1,674.19±151.93, Median = 675, Min-Max = 73-10,512	

พฤติกรรมของผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชขณะทำการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส

ผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช มีพฤติกรรมยืนเหนือลมขณะฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส ร้อยละ 67.1 และอาบน้ำหลังจากฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส ร้อยละ 85.4 รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 พฤติกรรมของผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชขณะทำการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส (n = 82)

ลักษณะ	จำนวน (ร้อยละ)
ยืนเหนือลมขณะฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส	
ใช่	28 (34.1)
ไม่	54 (65.9)
อาบน้ำหลังจากฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส	
ใช่	70 (85.4)
ไม่	12 (14.6)

ปริมาณ TCP เช้าวันหลังฉีดคลอร์ไพริฟอสในปัสสาวะ

ผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีปริมาณ TCP ในปัสสาวะเช้าวันหลังฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส ระหว่าง 15.00-136,716.00 μg/g creatinine มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 68.60 μg/g creatinine รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณ TCP เช้าวันหลังฉีดคลอร์ไพริฟอสในปัสสาวะ (n = 82)

พารามิเตอร์	TCP เช้าวันหลังฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสในปัสสาวะ (μg/g creatinine)
Median	68.60
(IQR)	(35.89-274.00)
Min-Max	15.00-136,716.00

พฤติกรรมการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสทำให้ TCP เช้าวันหลังฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสในปัสสาวะแตกต่างกัน

พฤติกรรมการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสกับ TCP เช้าวันหลังฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสในปัสสาวะของผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยใช้การทดสอบทางสถิติแบบ Mann Whitney U Test พบว่า TCP เช้าวันหลังฉีดคลอร์ไพริฟอสในปัสสาวะมีความแตกต่างกัน ขึ้นกับปริมาณเนื้อสารคลอร์ไพริฟอสที่ฉีดพ่นในแต่ละครั้งที่ $p<0.001$ ปริมาณเนื้อสารคลอร์ไพริฟอสที่ได้รับสัมผัสต่อเดือนที่ $p<0.001$ การยืนใต้ลมขณะฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสที่ $p=0.009$ และจำนวนครั้งของการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสต่อเดือนที่ $p=0.010$ รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 พฤติกรรมการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสส่งผลให้ TCP เช้าวันหลังฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสในปัสสาวะแตกต่างกัน (n = 82)

ลักษณะ	TCP เช้าวันหลังฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสในปัสสาวะ (μg/g creatinine)		
	n	Median (IQR)	*p*-value
จำนวนครั้งของการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสต่อเดือน			
1 ครั้ง/เดือน	17	39.23 (22.80-79.26)	0.010*
>1 ครั้ง/เดือน	65	102.58 (39.02-312.44)	
ปริมาณเนื้อสารคลอร์ไพริฟอสที่ฉีดพ่นในแต่ละครั้ง			
≤150 กรัม	21	35.08 (19.12-54.89)	<0.001*
>150 กรัม	61	2,559.52 (51.96-266.64)	
ปริมาณเนื้อสารคลอร์ไพริฟอสที่ได้รับสัมผัสต่อเดือน			
<600 กรัม/เดือน	40	46.04 (28.35-84.97)	<0.001*
≥600 กรัม/เดือน	42	183.83 (55.09-432.65)	
ยืนเหนือลมขณะฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส			
ใช่	28	51.96 (21.82-106.54)	0.009*
ไม่	54	115.54 (39.76-364.94)	

*ค่า *p*-values โดยใช้สถิติ Mann Whitney U Test, $p<0.05$

วิจารณ์

การเปรียบเทียบความเข้มข้น TCP ในปัสสาวะเช้าวันหลังฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส กับการศึกษาอื่น

ผลการวิเคราะห์ TCP ในปัสสาวะเช้าวันหลังฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสของผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช ในการศึกษานี้ พบ TCP ในปัสสาวะของผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช (ร้อยละ 100.0) สอดคล้องกับการศึกษาอื่น ๆ[13-16] เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้น TCP ที่ตรวจพบกับการศึกษาของ Phung DT, et al[13] ซึ่งมีความใกล้เคียงของกลุ่มตัวอย่าง โดยการศึกษานี้ตรวจวิเคราะห์พบค่าเฉลี่ยความเข้มข้น TCP สูงกว่า 1.44 เท่า เปรียบเทียบค่าสูงสุดที่ตรวจวิเคราะห์ได้ของการศึกษานี้ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นเกษตรกร ในประเทศเวียดนาม 202 เท่า และประเทศศรีลังกา 457 เท่า แสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชในการศึกษาครั้งนี้ มีโอกาสรับสัมผัสคลอร์ไพริฟอสสูงกว่าเกษตรกรในประเทศเวียดนาม และศรีลังกา[13-14] ซึ่งการรับสัมผัสสารคลอร์ไพริฟอสที่ความเข้มข้นสูง อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชในระยะยาว

พฤติกรรมการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสส่งผลให้ TCP เช้าวันหลังฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสในปัสสาวะแตกต่างกัน

การศึกษาครั้งนี้พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.01) ของระดับ TCP ในปัสสาวะเช้าวันหลังฉีด ระหว่างกลุ่มที่ใช้ปริมาณเนื้อสารคลอร์ไพริฟอสในการฉีดพ่นแต่ละครั้งมากและน้อย และกลุ่มที่ได้รับสัมผัสปริมาณเนื้อสารคลอร์ไพริฟอสต่อเดือนมากและน้อย รวมทั้งพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) จำนวนครั้งของการฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอสต่อเดือน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปริมาณระยะเวลา และความถี่ของการสัมผัสคลอร์ไพริฟอสมีอิทธิพลให้ระดับ TCP ในปัสสาวะเช้าวันหลังฉีดพ่นเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ระหว่างระดับ TCP ในปัสสาวะเช้าวันหลังฉีด กับการยืนใต้ลมขณะฉีดพ่น มีอิทธิพลส่งเสริมให้การรับสัมผัสคลอร์ไพริฟอสเข้าสู่ร่างกายเพิ่มสูงขึ้น โดย TCP ในปัสสาวะเป็น biomarkers ของการรับสัมผัสคลอร์ไพริฟอส ซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง[17] สอดคล้องกับการศึกษาของ Phung DT, et al[13] Singleton ST, et al[18] และ Callahan CL, et al[19] พบว่าระดับ TCP ในปัสสาวะสูงขึ้นตามระยะเวลาชั่วโมงการใช้งาน จำนวนวันที่ฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส และปริมาณเนื้อสารคลอร์ไพริฟอสที่ใช้

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ พบผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชอำเภอศรีประจันต์ และดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี มีระดับ TCP ในปัสสาวะสูง แสดงถึงการรับสัมผัสสารคลอร์ไพริฟอสเข้าสู่ร่างกายปริมาณมาก ดังนั้นหน่วยงานด้านการควบคุมปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ควรเร่งศึกษาหาสารทดแทนเพื่อลดความเสี่ยง และผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกร และผู้รับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช นอกจากนี้การควบคุมปริมาณ การจำหน่าย และการใช้คลอร์ไพริฟอส ร่วมกับการตรวจติดตาม ควบคุม กำกับให้ร้านจำหน่าย และเกษตรกรต้องขอขึ้นทะเบียน ร่วมทั้งผ่านการอบรมเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ระหว่างการศึกษาหาสารทดแทน นอกจากนี้หน่วยงานที่ดูแลด้านสุขภาพในพื้นที่ ควรเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพเกษตรกร และผู้รับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งเป็นกลุ่มเสี่ยงในการรับสัมผัสสารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณสูง ด้วยการจัดบริการอาชีวอนามัยในหน่วยบริการสาธารณสุข สำหรับการศึกษาในอนาคต ควรออกแบบการศึกษาที่มีกลุ่มควบคุม เพื่อวิเคราะห์หาความแตกต่างของระดับ TCP ในปัสสาวะเช้าวันหลังฉีด ระหว่างผู้ประกอบอาชีพรับจ้างฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส และกลุ่มควบคุมเพื่อผลการศึกษาที่แสดงถึงความแตกต่างที่มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

สรุป

ผลการวิเคราะห์สาร TCP ในปัสสาวะเช้าวันหลังฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส จำนวน 82 ตัวอย่างของผู้รับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชในจังหวัดสุพรรณบุรี ตรวจพบสาร TCP ในปัสสาวะทุกตัวอย่าง (ร้อยละ100) มีค่าระหว่าง 15 ถึง 136,716 μg/g creatinine แสดงให้เห็นว่าผู้รับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืชทุกคนรับสัมผัสคลอร์ไพริฟอสเข้าสู่ร่างกาย รวมทั้งปริมาณการรับสัมผัสคลอร์ไพริฟอสเข้าสู่ร่างกายจะเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณเนื้อสารคลอร์ไพริฟอสที่ฉีดพ่น จำนวนครั้งการฉีดพ่น และพฤติกรรมขณะฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส ซึ่งแสดงถึงความเสี่ยงของผลกระทบต่อสุขภาพทั้งในระยะสั้น และระยะยาวที่อาจเกิดขึ้นกับผู้รับจ้างฉีดพ่นสารกำจัดศัตรูพืช

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนต้องขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างผู้เข้าร่วมทั้งหมดของการศึกษานี้ เจ้าหน้าที่สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุพรรณบุรี และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในพื้นที่ที่ให้ความช่วยเหลือในการค้นหา และรวบรวมกลุ่มตัวอย่างที่สนใจเข้าร่วมการศึกษา โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยภายใต้โครงการ CWEND GEO-Health Hub

เอกสารอ้างอิง

1. Dwivedi N, Flora SJ. Concomitant exposure to arsenic and organophosphates on tissue oxidative stress in rats. Food Chem Toxicol. 2011;49(5):1152-9.
2. Office of Agricultural Economics. Quantity and value of pesticide imports 2011-2018 [Internet]. [cited 2019 Oct 24]. Available from: http://www.oae.go.th/view/1/%E0%B8%9B%E0%B8%B1%E0%B8%88%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%A2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%95 (in Thai)
3. World Health Organization. WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification. Geneva: World Health Organization; 2009.
4. Koshlukova SE, Reed NR. Chlorpyrifos. In: Wexler P, editor. Encyclopedia of Toxicology. 3rd ed. Oxford: Academic Press; 2014. p. 930-4.
5. Malhotra A, Nair P, Dhawan DK. Efficacy of zinc as a nutritional supplement in ameliorating chlorpyrifos-induced neurotoxicity in rats. J Environ Pathol Toxicol Oncol. 2011;30(3):225-33.
6. Khokhar JY, Tyndale RF. Rat brain CYP2B-enzymatic activation of chlorpyrifos to the oxon mediates cholinergic neurotoxicity. Toxicol Sci. 2012;126(2):325-35.
7. Garabrant DH, Aylward LL, Berent S, Chen Q, Timchalk C, Burns CJ, et al. Cholinesterase inhibition in chlorpyrifos workers: Characterization of biomarkers of exposure and response in relation to urinary TCPy. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2009;19(7):634-42.
8. Farahat FM, Ellison CA, Bonner MR, McGarrigle BP, Crane AL, Fenske RA, et al. Biomarkers of chlorpyrifos exposure and effect in Egyptian cotton field workers. Environ Health Perspect. 2011;119(6):801-6.
9. Khan K, Ismail AA, Abdel Rasoul G, Bonner MR, Lasarev MR, Hendy O, et al. Longitudinal assessment of chlorpyrifos exposure and self-reported neurological symptoms in adolescent pesticide applicators. BMJ Open. 2014;4(3):e004177.

10. Eaton DL, Daroff RB, Autrup H, Bridges J, Buffler P, Costa LG, et al. Review of the toxicology of chlorpyrifos with an emphasis on human exposure and neurodevelopment. Crit Rev Toxicol. 2008;38 Suppl 2:1-125.
11. Sunaga M, Yoshida M, Hara I. Metabolism and urinary excretion of chlorpyrifos in rats. Nihon Eiseigaku zasshi. 1989;43(6):1124-9.
12. Meuling WJ, Ravensberg LC, Roza L, Van Hemmen JJ. Dermal absorption of chlorpyrifos in human volunteers. Int Arch Occup Environ Health. 2005;78(1):44-50.
13. Phung DT, Connell D, Miller G, Hodge M, Patel R, Cheng R, et al. Biological monitoring of chlorpyrifos exposure to rice farmers in Vietnam. Chemosphere. 2012;87(4):294-300.
14. Aponso GLM. Exposure and health risk assessment for farmers occupationally exposed to chlorpyrifos in Sri Lanka and drinking water and house dust analysis for chlorpyrifos [master's thesis]. USA: Oregon State University; 2002.
15. Alexander BH, Burns CJ, Bartels MJ, Acquavella JF, Mandel JS, Gustin C, et al. Chlorpyrifos exposure in farm families: Results from the farm family exposure study. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2006;16(5):447-56.
16. Atabila A, Phung DT, Sadler R, Connell D, Chu C. Comparative evaluation of chlorpyrifos exposure estimates from whole-body dermal dosimetry and urinary trichloro-2-pyridinol (TCP) methods. Ecotoxicol Environ Saf. 2019;172:439-43.
17. Barr DB, Angerer J. Potential uses of biomonitoring data: a case study using the organophosphorus pesticides chlorpyrifos and malathion. Environ Health Perspect. 2006;114 (11):1763-9.
18. Singleton ST, Lein PJ, Dadson OA, McGarrigle BP, Farahat FM, Farahat T, et al. Longitudinal assessment of occupational exposures to the organophosphorous insecticides chlorpyrifos and profenofos in Egyptian cotton field workers. Int J Hyg Environ Health. 2015;218(2):203-11.
19. Callahan CL, Hamad LA, Olson JR, Ismail AA, Abdel-Rasoul G, Hendy O, et al. Longitudinal assessment of occupational determinants of chlorpyrifos exposure in adolescent pesticide workers in Egypt. Int J Hyg Environ Health. 2017;220(8):1356-62.