การศึกษาระดับตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียมและโครเมียม ในปัสสาวะของช่างพ่นสีในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

A Study of Blood Lead Levels, Urinary Cadmium and Chromium Levels of Sprayers in Hat Yai Municipality

สุภาพร จันทร์หอม

Supaporn Junhom

Order Key 45812
BIB Key 170927

เลขหมู่ RA1231.L2 ส74ว 2542
เลขทะเบียน ๓๐. ๒
๘ ส.ค. 2543

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Management
Prince of Songkla University

2542

ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษาระดับตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียมและโครเมียม ในปัสสาวะของช่างพ่นสีในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่
ผู้เขียน	นางสาวสุภาพร จันทร์หอม
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธานกรรมการ
(ดร. บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ณรงค์ ณ เชียงใหม่)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธานกรรมการ
(ดร. บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ณรงค์ ณ เชียงใหม่)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล อารีย์กุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ฉวีวรรณ จั่นสกุล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ก้าน จันทร์พรหมมา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษาระดับตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียมและโครเมียม ในปัสสาวะของช่างพ่นสีในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่
ผู้เขียน	นางสาวสุภาพร จันทร์หอม
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2542

บทคัดย่อ

การศึกษาระดับตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2541 ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2542 จำนวน 70 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน จำนวน 20 คน กลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานจำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน โดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometry ผลการศึกษาพบว่า ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน ช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน และกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.421 $\pm$ 4.065 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร (มีพิสัยระหว่าง 5.270 – 26.000 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร), 8.619 $\pm$ 2.720 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร (มีพิสัยระหว่าง 3.540 – 14.100 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร) และ 4.235 $\pm$ 1.252 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร (มีพิสัยระหว่าง 2.325 – 6.500 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร) ตามลำดับ ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน ช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน และกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.755 $\pm$ 0.538 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน (มีพิสัยระหว่าง 0.290 – 3.420 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน), 0.566 $\pm$ 0.258 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน (มีพิสัยระหว่าง 0.150 – 1.050 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน) และ 0.124 $\pm$ 0.092 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน (มีพิสัยระหว่าง 0.000 – 0.300 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน) ตามลำดับ ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน ช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน และกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.247 $\pm$ 0.882 ไมโครกรัมต่อกรัม

คริเอตินีน (มีพิสัยระหว่าง 0.110 – 3.900 ไมโครกรัมต่อกรัมคริเอตินีน), 0.867 ± 0.536 ไมโครกรัมต่อกรัมคริเอตินีน (มีพิสัยระหว่าง 0.190 – 2.440 ไมโครกรัมต่อกรัมคริเอตินีน) และ 0.173 ± 0.155 ไมโครกรัมต่อกรัมคริเอตินีน (มีพิสัยระหว่าง 0.010 – 0.670 ไมโครกรัมต่อกรัมคริเอตินีน) ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะ พบว่า ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานและช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานและช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน ($P>0.05$) และระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะยังอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยในการทำงาน

Thesis Title	A Study of Blood Lead Levels, Urinary Cadmium and Chromium Levels of Sprayers in Hat Yai Municipality
Author	Miss Supaporn Junhom
Major Program	Environmental Management
Academic Year	1999

Abstract

Concentrations of blood lead levels, urinary cadmium and chromium levels of sprayers, who either wore or did not wear protection during work, in Hat Yai municipality, were analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometry. The results of the analysis showed that the mean blood lead levels of the nonprotected group, protected group and control group were 10.421 ± 4.065 μg/dl (range = 5.270 - 26.000 μg/dl), 8.619 ± 2.720 μg/dl (range = 3.540 - 14.100 μg/dl) and 4.235 ± 1.252 μg/dl (range = 2.325 - 6.500 μg/dl), respectively. The mean urinary cadmium levels of the nonprotected group, protected group and control group were 0.755 ± 0.538 μg/g creatinine (range = 0.290 - 3.420 μg/g creatinine), 0.566 ± 0.258 μg/g creatinine (range = 0.150 - 1.050 μg/g creatinine) and 0.124 ± 0.092 μg/g creatinine (range = 0.000 - 0.300 μg/g creatinine), respectively. The mean urinary chromium levels of the nonprotected group, protected group and control group were 1.247 ± 0.882 μg/g creatinine (range = 0.110 - 3.900 μg/g creatinine), 0.867 ± 0.536 μg/g creatinine (range = 0.190 - 2.440 μg/g creatinine) and 0.173 ± 0.155 μg/g creatinine (range = 0.010 - 0.670 μg/g creatinine), respectively. It was found that the mean blood lead levels, urinary cadmium and chromium levels of the nonprotected group and protected group were significantly different from those of the control group ($P<0.01$) but there were no differences of these levels between the nonprotected group and the

protected group ($P>0.05$). The mean blood lead levels, urinary cadmium and chromium levels were found not exceed the safe standard levels.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้ทำวิทยานิพนธ์ได้รับคำแนะนำปรึกษาการตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนการให้กำลังใจจากอาจารย์ที่ปรึกษา 2 ท่าน คือ ดร. บรรจง วิทยวีรศักดิ์ และ รองศาสตราจารย์ ณรงค์ ณ เชียงใหม่ ผู้ทำวิทยานิพนธ์รู้สึกเป็นพระคุณอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล อารีย์กุล และ รองศาสตราจารย์ ดร. ฉวีวรรณ จั่นสกุล คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ถูกต้องยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ พญ. ดร. พิชญา ตันติเศรณี ที่ได้ให้คำปรึกษาและตรวจสุขภาพช่างพ่นสี และ ดร. จิราภรณ์ ชมพิกุล ที่ได้ให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ขอขอบพระคุณบุคลากรในห้องปฏิบัติการพิษวิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกต่างๆ

ขอขอบพระคุณนักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมและสาขาวิชาอื่นๆ ที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาของการทำวิทยานิพนธ์ที่ผ่านมา

ขอขอบพระคุณช่างพ่นสีจากสถานประกอบการพ่นสี (อู่ เคาะ พ่นสีรถยนต์) ต่างๆ ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จ. สงขลา ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บตัวอย่างเลือด และปัสสาวะ และตอบแบบสอบถาม

สุดท้ายขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์

คุณประโยชน์ใดๆ อันพึงจะเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา และคณาจารย์ทุกท่านที่ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้ทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา

สุภาพร จันทร์หอม

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบาญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพประกอบ	(13)
บทที่	
1 บทนำ	
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	24
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	24
2 วิธีการวิจัย	25
วัสดุ	25
เครื่องมืออุปกรณ์	26
วิธีดำเนินการวิจัย	27
ขอบเขตและวิธีดำเนินการวิจัย	27
ขอบเขตการวิจัย	27
วิธีดำเนินการวิจัย	27
การสุ่มตัวอย่าง	27
การเก็บตัวอย่าง	27
วิธีการเตรียมเครื่องแก้วและภาชนะบรรจุตัวอย่าง	28
การเตรียมตัวอย่าง สำหรับการวิเคราะห์โลหะหนัก	28

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
การวิเคราะห์ทางสถิติ	31
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย	31
สถานที่ทำการวิจัย	31
3 ผลการวิจัย	32
4 วิจารณ์ผล	50
5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	59
ภาคผนวก	67
ประวัติผู้เขียน	122

รายการตาราง

หน้า

ตาราง

1 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม 33

2 ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม 36

3 ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม 39

4 ข้อมูลอาการและความรู้สึก และระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด แคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสี 43

5 มาตรการและข้อเสนอแนะในการลดปริมาณตะกั่วในเลือด แคดเมียม และโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสี ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ 55

ตารางภาคผนวก

1 Calibration Standard Curve ของการวิเคราะห์ตะกั่ว 68

2 การตรวจสอบคุณภาพการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด 68

3 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน 70

4 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน 73

5 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของกลุ่มควบคุม 74

6 ความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงและฮีโมโกลบินของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน 76

รายการตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางภาคผนวก		
7	ความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงและฮีโมโกลบินของช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน	79
8	Calibration Standard Curve ของการวิเคราะห์แคดเมียม	80
9	การตรวจสอบคุณภาพการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะ	80
10	ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน	82
11	ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน	85
12	ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของกลุ่มควบคุม	86
13	Calibration Standard Curve ของการวิเคราะห์โครเมียม	88
14	การตรวจสอบคุณภาพการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะ	88
15	ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน	90
16	ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน	93
17	ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของกลุ่มควบคุม	94
18	ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม เพศ อายุ ส่วนสูง และ น้ำหนัก	96
19	ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม สถานภาพสมรสและการศึกษา	97
20	ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา การใช้ยา และโรคประจำตัว	98

รายการตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางภาคผนวก

21 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม อายุการทำงานและพฤติกรรม ในการทำงาน 101

22 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามการมีห้องพ่นสี ลักษณะ การระบายอากาศ และการจัดหาหน้ากากปิดจมูกของอู่เคาะพ่นสี 104

รายการภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ

1 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม 34

2 ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม 37

3 ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม 40

ภาพประกอบภาคผนวก

1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานตะกั่ว 69

2 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแคดเมียม 81

3 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานโครเมียม 89

4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษกับอายุการทำงาน 105

5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษกับอายุการทำงาน 105

6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษกับอายุการทำงาน 106

7 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษกับอายุการทำงาน 106

8 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษกับอายุการทำงาน 107

9 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษกับอายุการทำงาน 107

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

		หน้า
ภาพประกอบภาคผนวก		
10	อุปกรณ์เก็บตัวอย่างปัสสาวะ (Polyethylene Bottle)	119
11	อุปกรณ์เก็บตัวอย่างเลือด (Polyethylene Tube)	119
12	เครื่องอะตอมมิกแอบซอบชั่น สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แบบกราไฟต์เฟอร์เนส (Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer)	120
13	เครื่องย่อยไมโครเวฟ (Microwave Digestion)	120
14	ตู้อบความร้อน (Drying Oven)	121
15	เครื่องเขย่า (Touch Mixer Model 231)	121

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ในชีวิตประจำวันของประชาชนทั่วไปต้องใช้เวลาส่วนหนึ่งอยู่ในที่ทำงานเพื่อหารายได้เลี้ยงตัวเองและครอบครัว สิ่งแวดล้อมในที่ทำงานก็แตกต่างกันไปแล้วแต่ลักษณะของงานที่ทำ งานบางประเภทคนงานต้องทำอยู่ในสถานที่ที่มีสิ่งแวดล้อมไม่ดี งานบางประเภทก่อให้เกิดสารพิษต่างๆ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อคนงานได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม สารพิษบางชนิดมีอันตรายร้ายแรง และแสดงอาการเด่นชัดเมื่อคนงานได้รับเข้าไป แต่บางชนิดไม่ก่อให้เกิดอาการที่เห็นเด่นชัด เว้นแต่ว่าเมื่อได้รับสารพิษนั้นเป็นระยะเวลานานๆ จึงจะทำให้เกิดโรคขึ้นได้ สารพิษในกลุ่มหลังนี้มักจะไม่ได้รับความสนใจจากฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสวัสดิภาพของคนงาน เนื่องจากไม่เห็นความสัมพันธ์ที่เด่นชัดระหว่างโรคที่เกิดขึ้นกับงานอาชีพที่ทำ ในจำนวนงานอาชีพที่เสี่ยงต่อการได้รับสารพิษเป็นระยะเวลานานๆ นั้น ช่างพ่นสีเป็นคนงานกลุ่มหนึ่งที่มีอัตราการเสี่ยงค่อนข้างสูง แต่มีความตื่นตัวน้อยในการป้องกันตัวเองจากการได้รับสารพิษในขณะทำงาน จากผลการสำรวจใน อ. หาดใหญ่ พบว่า ช่างพ่นสีที่ใส่ชุดป้องกันสารพิษขณะทำงานมีเพียงร้อยละ 30 เท่านั้น (บรรจง วิทยวีรศักดิ์ และคณะ, 2536) โดยจากข้อมูลในปี พ.ศ. 2536 ของกรมโรงงานอุตสาหกรรมรายงานว่า อู่ซ่อมรถ (มีการเคาะพ่นสี) เป็นสถานประกอบการหนึ่งที่มีการใช้สารตะกั่วในกระบวนการผลิต ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคพิษตะกั่วค่อนข้างสูง (ชูชัย ศุภวงศ์ และคณะ, 2539)

ช่างพ่นสีได้รับสารพิษจากส่วนผสมของสีที่ใช้พ่น สารพิษเหล่านี้อาจเป็นสารระเหยง่าย เช่น toluene, benzene, xylene, hexane หรือเป็นสารจำพวกโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว โครเมียม แคดเมียม โมลิบเดนัม และปรอทในเม็ดสี สารพิษที่ระเหยง่ายโดยทั่วไปจะทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อเยื่อบุต่างๆ สมอง และประสาทมึนงง ปวดหัว และสลบไป แต่ถ้าได้รับปริมาณความเข้มข้นสูงมากก็อาจทำให้เกิดอาการโคม่าและตายได้ สารบางชนิด เช่น benzene แม้ว่าจะได้รับปริมาณน้อยๆ แต่ได้รับบ่อยครั้งเป็นเวลานานๆ ก็อาจทำให้เกิด

การเปลี่ยนแปลงของขบวนการสร้างเม็ดเลือดขาวและเม็ดเลือดแดงจนเกิดภาวะโลหิตจาง (aplastic anemia) และมะเร็งเม็ดเลือดขาว (leukemia) ได้ ส่วนสารจำพวกโลหะหนักเช่น ตะกั่ว สามารถทำให้สมองและประสาทเสื่อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กเล็ก โครเมียมอาจทำให้เกิดโรคมะเร็งปอด แผลทะลุในเยื่อบุโพรงจมูกและโรคไต แคดเมียมทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจและไตได้ (Goyer, 1986)

เนื่องจากโรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการทำงานของช่างพ่นสีนั้น มิได้เกิดขึ้นทันทีทันใด แต่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ หลังจากทำงานมาแล้วหลายปี ทำให้พิสูจน์ได้ยากว่าโรคดังกล่าวเกิดขึ้นมาจากการได้รับสารพิษในขณะทำงาน บางครั้งคนงานที่ป่วยไม่ได้รับความคุ้มครองจากกฎหมายแรงงาน คือ นายจ้างไม่ถูกบังคับให้ต้องจ่ายค่ารักษาดูแล แต่คนงานกลับต้องรับผิดชอบในการจ่ายค่ารักษาพยาบาลเอง และถ้าคนงานหมดสมรรถภาพในการทำงานหรือเสียชีวิตลง เช่น ในกรณีที่เกิดโรคมะเร็งขึ้น ครอบครัวของคนงานนั้นก็ต้องประสบความยากลำบากตลอดไป นับเป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุข และสวัสดิภาพแรงงานที่ไม่อาจมองข้ามได้ อย่างไรก็ตามโรคเหล่านี้สามารถป้องกันได้ ถ้าให้การศึกษาแก่บุคคลที่มีอาชีพดังกล่าว แนะนำวิธีป้องกันอันตรายจากสารพิษในที่ทำงานและมีการตรวจสอบระดับสารพิษในร่างกายของคนงานและในสิ่งแวดล้อมของที่ทำงานอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้กฎหมายแรงงานก็ควรจะมีการแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้สามารถบังคับให้นายจ้างยอมจ่ายค่ารักษาพยาบาลเมื่อมีคนงานเจ็บป่วยเนื่องจากการได้รับสารพิษจากการทำงานมาหลายๆ ปี เป็นต้น

ในช่วงหนึ่งทศวรรษที่ผ่านมาประเทศไทยมีอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นไปอย่างรวดเร็วอยู่ในระดับร้อยละ 7.8 อย่างต่อเนื่อง เป็นการพัฒนาที่เน้นการส่งเสริมอุตสาหกรรมทำให้ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมมีการพัฒนาก้าวไปสู่ความเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ (ชูชัย ศุภวงศ์ และคณะ, 2539) โดยงานทางด้านอุตสาหกรรมต่างๆ รวมถึงการพ่นสีก็จะมีปริมาณมากขึ้น ทำให้จำนวนคนที่เข้ามาทำงานในสายอาชีพนี้มีจำนวนมากขึ้นเป็นเงาตามตัว ถ้าไม่มีการสำรวจสุขภาพหาปริมาณสารพิษในร่างกายและประเมินความเสี่ยงอันตรายของคนงานเหล่านี้ ก็ไม่แน่ว่าคนงานจะต้องป่วยลงอีกเท่าไรกว่าที่ทางราชการจะเข้ามาวางแผนป้องกันและแก้ไข ซึ่งนับเป็นการสูญเสียแรงงานที่มีคุณภาพและเกิดปัญหาทั้งทางด้านสาธารณสุข เศรษฐกิจและสังคม การศึกษาครั้งนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อรองรับการขยายตัวอย่างรวดเร็วของ อุตสาหกรรมในประเทศไทย

โดยลดปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยของคนงานให้มากที่สุด

การตรวจเอกสาร

1. สี

สีคือสารละลายที่มีผงสีกระจายตัวอยู่ในตัวทำละลายและสารยึด แห้งได้เองในอากาศหรือโดยการอบและตัวทำละลายระเหยไป อาจเกิดหรือไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีก่อนจะกลายเป็นฟิล์มแข็ง (พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล, 2527)

องค์ประกอบของสี

1. ผงสี (Pigment) มีในอัตราส่วน 20-60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เป็นผงละเอียดซึ่งไม่ละลายในสารยึดและตัวทำลาย จึงอยู่ในลักษณะกระจายอยู่ในสีหรือฟิล์ม ตัวอย่างเช่น ไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide), ซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide), โครมเยลโล (Chrome yellow), แคดเมียมเยลโล (Cadmium yellow), โครมออเรนจ์ (Chrome orange), โครมกรีน (Chrome green), ตะกั่ว (Lead), อลูมิเนียม (Aluminium), สังกะสี (Zinc) และบรอนซ์ (Bronze) เป็นต้น ผงสีเป็นตัวทำให้เกิดสีต่างๆ สามารถบดบังสิ่งที่ทา จนมิด และมีคุณสมบัติพิเศษอื่นๆ เช่น ทนทานต่อการผุกร่อน (Singer, 1981; พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล, 2527)

2. สารยึด (Binder) คือ สารที่กลายเป็นฟิล์มแล้วยึดติดกับผิววัตถุหลังจากที่ตัวทำละลายระเหยไปแล้ว ได้แก่ เรซินต่างๆ เรซินเป็นส่วนสำคัญที่แสดงคุณภาพต่างๆ ของสี ได้แก่ ประสิทธิภาพในการละลาย ความติดแน่นกับผิววัสดุ ความแข็ง ความยืดหยุ่น ความเปราะ ความทนทาน และระยะเวลาการแห้ง นอกจากนี้ยังรวมถึงความต้านทานต่อออกซิเจน แสงสว่าง และความชื้นอีกด้วย

3. ตัวทำละลาย (Solvent) เป็นของเหลวที่ระเหยได้ ใช้ละลายสารยึดเพื่อลดความหนืดในขณะผสมสี ได้แก่ Aliphatic และ Aromatic hydrocarbons ที่มาจากปิโตรเลียม ซึ่งตามปกติจะใช้ผสมกันเพื่อให้มีจุดเดือดตามต้องการ ตัวทำละลายชนิด Weak aliphatic นอร์มัล พาราฟิน, ไอโซ พาราฟิน และแนพทีน ใช้กับสีก่อสร้างที่แห้งได้เองในอากาศ ส่วนตัวทำละลายชนิด Strong aromatic ซึ่งประกอบด้วย โทลูอีน,ไซลีน และไตรเมทิล เบนซีน ตัวทำละลายชนิดที่มีออกซิเจนอยู่ด้วย เช่น อัลกอฮอล์, คีโตน, เอสเตอร์ และไกลคอล

อีเทอร์ ส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมพ่นสีรถยนต์ สีแลคเกอร์ และสีที่มีความทนทานต่อสารเคมี

4. สารปรุงแต่ง (Additive) สารปรุงแต่งใส่เข้าไปเพื่อให้สีได้คุณสมบัติพิเศษบางประการตามความต้องการ เช่น ช่วยให้สีแห้งเร็วขึ้น ป้องกันการเกิดเชื้อรา ทำให้ไม่เป็นฟอง หรือเพิ่มความยืดหยุ่นของแผ่นฟิล์ม เป็นต้น

2. ตะกั่ว (Lead)

เป็นโลหะหนักชนิดหนึ่ง ในสภาวะปกติมีสถานะเป็นของแข็ง สีเทาเข้ม หากนำมาตัดจะมีสีขาวอมน้ำเงินหรือที่ชาวบ้านเรียกว่า "สีตะกั่วตัด" หรือสีเทาปนขาว สัญลักษณ์ทางเคมีที่ใช้คือ Pb อยู่ในตารางธาตุหมู่ IVa ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่สำคัญๆ คือ มีลักษณะอ่อน สามารถทุบ รีด ดึง นำไปหลอม หล่อหรือดัดแปลงให้มีรูปร่างต่างๆ ได้ง่าย และสามารถผสมกับโลหะต่างๆ เป็นโลหะผสม (alloys) ได้หลายชนิด มีน้ำหนักอะตอม 207.19 เลขอะตอม 82 วาเลนซี 0, 2, 4 ความถ่วงจำเพาะ 11.34 จุดหลอมเหลว 327.5 $^{\circ}$C และจุดเดือด 1,749 $^{\circ}$C ไม่ละลายในน้ำ ละลายในกรดซัลฟูริกและกรดไฮโดรคลอริกได้น้อยมาก ละลายในกรดไนตริกเจือจางได้มากกว่ากรดเข้มข้น ส่วนกรดอินทรีย์ เช่น กรดอะซิติก กรดซิตริก กรดทาร์ทาริก สามารถละลายตะกั่วได้อย่างช้าๆ ตะกั่วในธรรมชาตินั้นเป็นธาตุที่อยู่ในรูปของแร่กาลีนา (galena; PbS) คีรูไซต์ (cerrusite; $PbCO_3$) แอนกลีไซต์ (anglesite; $PbSO_4$) ตะกั่วที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตะกั่วอนินทรีย์ (inorganic lead) และตะกั่วอินทรีย์ (organic lead) (กองตรวจโรงงาน, 2527; Tsuchiya, 1986; ธิดารัตน์ รุจิรวรรธน์, 2538)

การนำไปใช้ประโยชน์ (Uses)

การใช้ประโยชน์จากตะกั่วแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. ตะกั่วอินทรีย์ ได้แก่ ตะกั่วเตตระเอธิล (tetraethyl lead; $Pb(C_2H_5)_4$) หรือ TEL และตะกั่วเตตระเมธิล (tetramethyl lead; $Pb(CH_3)_4$) หรือ TML ใช้ผลิตน้ำมัน (petroleum industry) ใช้เป็นสารเพิ่มเลขออกเทน (octane number) และใช้เป็นสารกันน็อค (anti-knock) หรือสารป้องกันการกระตุกของเครื่องยนต์ และตะกั่วแนพธาลเลต (lead napthallate) นำมาใช้ในการทำสีให้แห้ง ซึ่งเวลาทำงานสารตัวนี้แพร่กระจายไปในสิ่งแวดล้อมมากกว่าตะกั่วอนินทรีย์ (ไมตรี สุทธจิตต์, 2531)

2. ตะกั่วอนินทรีย์ ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากกว่าตะกั่วอินทรีย์ ได้แก่

- ตะกั่วโมโนออกไซด์ (lead monoxide, PbO) ใช้เป็นสารสีเหลืองผสมสีทาบ้าน ผลิตสี

- ตะกั่วไดออกไซด์ (lead dioxide; PbO_2) ใช้ทำเป็นขั้วอีเลคโตรดของแบตเตอรี่รถยนต์และเครื่องจักร

- ตะกั่วออกไซด์ (lead oxide; Pb_3O_4) หรือตะกั่วแดง ใช้เป็นสีทาโลหะเพื่อกันสนิม หรือที่ชาวบ้านเรียกว่าสีสำหรับโปะรถยนต์

- ตะกั่วโครเมต (lead chromate, $PbCrO_4$) หรือตะกั่วเหลือง ใช้ผลิตสี ใช้ทำสีเหลืองสำหรับผสมในสีน้ำมัน สีพิมพ์ ผงฝุ่นสีเหลือง หมึกพิมพ์

- ตะกั่วซัลเฟต (lead sulfate; $PbSO_4$) ตะกั่วคาร์บอเนต (lead carbonate, $PbCO_3$) ตะกั่วขาว ใช้ผลิตสี ผลิตภาชนะเครื่องเคลือบ ผลิตยาง ผลิตพลาสติก PVC ซึ่งใช้เป็นตัว Stabilizer

- ตะกั่วอะซิเตต (lead acetate; $Pb(CH_3COO)_2$) ใช้กับเครื่องสำอางค์ ครีมใส่ผมและใช้ในอุตสาหกรรมเคมี

- ตะกั่วซิลิเกต (lead silicate; $PbSiO_3$) ใช้กับกระเบื้อง เครื่องเคลือบหรือเซรามิค เพื่อให้เกิดความเป็นเงางามและมีผิวเรียบ

- ตะกั่วอาร์ซิไนต์ (lead arsenite; $Pb(AsO)_2$) ตะกั่วอาร์ซิเนต (lead arsenate; $Pb_3(AsO_4)_2$) ใช้เป็นยาฆ่าแมลงและปราบศัตรูพืช

- ตะกั่วไนเตรต (lead nitrate; $Pb(NO_3)_2$) ใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติกและยาง

ทางไปสู่สิ่งแวดล้อม (Pathway into the Environment)

1. สภาพเหตุการณ์ธรรมชาติ เช่น ภูเขาไฟระเบิด

2. การกระทำของมนุษย์ เช่น

- จากการถลุงแร่ ซึ่งจะมีฝุ่นตะกั่วออกมา

- จากควันและน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับตะกั่ว ได้แก่ โรงงานผลิตแบตเตอรี่ สี ยาง เครื่องประดับสตรี ภาชนะเครื่องเคลือบ เซรามิค พลาสติก PVC อุตสาหกรรมหล่อตัวพิมพ์ อุตสาหกรรมเคมี ชุบเคลือบโลหะ เชื่อมบัดกรี โรงงานซ่อมประกอบวิทยุ โทรทัศน์ อุปกรณ์อิเลคโทรนิค โรงงานหลอมตะกั่วจากแบตเตอรี่เก่า และโรงงานซ่อมแบตเตอรี่ เป็นต้น

- จากไอเสียรถยนต์ออกสู่บรรยากาศ

- จากยาสูบ โดยจะมีตะกั่วประกอบอยู่ประมาณ 3-12 ไมโครกรัมต่อบุหรี่ 1 มวน ซึ่งประมาณร้อยละ 2 เท่านั้นที่จะแพร่กระจายออกมากับควันจากการสูบบุหรี่ และสามารถหายใจเข้าไปได้ประมาณ 1.2-4.8 ไมโครกรัมต่อบุหรี่ 20 มวน (Tsuchiya, 1986)

ทางเข้าสู่ร่างกาย (Routes of Exposure)

ตะกั่วจัดเป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ซึ่งมีปรากฏอยู่ทั่วไปในธรรมชาติทั้งในดิน น้ำ อากาศ สิ่งมีชีวิตต่างๆ และในอาหาร ตะกั่วเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ได้ 3 ทาง คือ

1. ทางเดินหายใจ โดยการหายใจ (inhalation) เอาอากาศที่มีฝุ่นผง ละออง และไอระเหยของสารประกอบตะกั่วเข้าไป (เฮเลน อารมย์ดี, 2532)

2. ทางระบบทางเดินอาหาร โดยการรับประทานอาหาร (digestion) หรือดื่มน้ำหรือเครื่องดื่มที่มีสารตะกั่วเจือปนอยู่ และในกลุ่มเด็กที่รู้เท่าไม่ถึงการณ์ เช่น เอาของเล่นเข้าปาก กินสี เศษสีตามพื้น หรือเกิดจากอุบัติเหตุ (อุไภยพรรณ ลุวีระ, 2521)

3. ทางผิวหนัง โดยการดูดซึมผ่านผิวหนังเข้าไปจากการสัมผัสกับตะกั่วหรือสารประกอบตะกั่ว ซึ่งโดยทั่วไปมักจะเป็นสารประกอบอินทรีย์ของตะกั่วบางชนิด เช่น tetra-ethyl lead, tetramethyl lead ที่ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำมันเบนซินสามารถละลายไขมันซึมผ่านทางผิวหนัง หรือในกรณีมีบาดแผลที่ผิวหนังหรือรอยถลอก และ lead napthenate ซึ่งเป็นตัว drier, lead stearate ที่ใช้ในอุตสาหกรรมสี (ชมภูศักดิ์ พูลเกษ, 2527)

พิษจลนศาสตร์ (Toxicokinetics)

การดูดซึม (Absorption) ปกติตะกั่วจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายอย่างช้าๆ แบ่งออกเป็น 3 ทาง คือ

1. ระบบทางเดินหายใจ ร้อยละ 35-50 ของตะกั่วที่หายใจเข้าไป จะถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือดโดยวิธี Phagocytosis ทางปอด ซึ่งปริมาณตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายขึ้นอยู่กับอนุภาคของตะกั่ว และอัตราการหายใจ การหายใจเอาอากาศที่มีไอหรืออนุภาคของตะกั่ว 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะเพิ่มประมาณตะกั่วในเลือดได้ 1-2 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตะกั่วจะถูกดูดซึมได้ทุกส่วนของระบบทางเดินหายใจ ตั้งแต่รูจมูกถึงปลายสุดของถุงลมเล็กๆ ของปอด ซึ่งขนาดของสารตะกั่วนั้นต้องมีขนาดเล็กกว่า 0.75 ไมครอน และถ้ามีปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) สูงในส่วนลึกของปอดจะทำให้ตะกั่วถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทาง

ปอดได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในท้องถนนหรือในโรงงานจึงมีส่วนเร่งการดูดซึมตะกั่วเข้าสู่ปอดได้เช่นเดียวกัน (รุ่งเดช สุขถาวร, 2539; Prasad, 1978)

2. ระบบทางเดินอาหาร ตะกั่วที่ปนเปื้อนในอาหาร ไม่ว่าจะอยู่ในรูปสารละลายหรือไม่ละลาย เช่น ตะกอนของตะกั่วซัลเฟต ตะกั่วซัลไฟด์เมื่อเข้าสู่กระเพาะอาหารที่มีกรดไฮโดรคลอริค (HCl) อยู่ ทำให้ตะกั่วละลายได้มากขึ้น แม้จะเป็นโลหะตะกั่วซึ่งแข็งก็จะกลายเป็นเกลือตะกั่วคลอไรด์ซึ่งละลายได้ดี ตะกั่วที่ละลายส่วนใหญ่จะถูกดูดซึมในลำไส้เล็กส่วนดูโอดีนัม (duodenum) ประมาณร้อยละ 5-10 ส่วนที่เหลือจะถูกขับออกทางอุจจาระ ซึ่งในภาวะที่ท้องว่างหรือได้รับอาหารที่ขาดแคลเซียม เหล็ก และทองแดงหรือมีสารฟอสเฟตต่ำจะทำให้ตะกั่วถูกดูดซึมได้ดีขึ้น (เพ็ญรุ่ง ฉัตรไชยรัชต์ และคณะ, 2539; Prasad, 1978)

3. ระบบผิวหนัง พวกตะกั่วอินทรีย์ เช่น ตะกั่วเตตระเอธิลจากไอเสียของรถยนต์จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังได้ง่าย เนื่องจากตะกั่วอินทรีย์สามารถละลายในไขมันได้ดี ส่วนตะกั่วอนินทรีย์จะไม่สามารถซึมผ่านผิวหนังได้ ถ้าผิวหนังมีบาดแผลหรือรอยถลอกและสัมผัสกับตะกั่วโอกาสและปริมาณของตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย (รุ่งเดช สุขถาวร, 2539)

การแพร่กระจาย (Distribution) **และการสะสม** (Accumulation)

เมื่อตะกั่วเข้าสู่ร่างกายแล้ว ก็จะกระจายอยู่ในร่างกายและสะสมไว้ในร่างกาย โดยตะกั่วที่มนุษย์หายใจเข้าไปจะถูกสะสมค้างในปอด ร้อยละ 35 ตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายโดยการกินอาหาร ดื่มน้ำ เครื่องดื่ม จะถูกดูดซึมสะสมในร่างกาย ร้อยละ 10 ของปริมาณตะกั่วทั้งหมด ซึ่งตะกั่วที่ถูกดูดซึมจากลำไส้แล้วจะถูกพาผ่านทางเส้นเลือดดำ (portal vein) เข้าสู่ตับ บางส่วนจะถูกขับออกทางน้ำดี และทางอุจจาระ ถ้าหากเข้าในปอด ตะกั่วจะเข้าสู่กระแสเลือดโดยตรง กระแสไหลเวียนเลือดจะพาตะกั่ววนเวียนไปมาทั่วร่างกายใช้เวลาประมาณ 14 นาที และกระจายอยู่ตามเนื้อเยื่อต่างๆ อย่างทั่วถึง ตับและไตเป็นอวัยวะที่เก็บตะกั่วไว้มากที่สุด แต่ต่อมาระดับของตะกั่วในเนื้อเยื่อชนิดอ่อนนิ่ม (soft tissue) ทั้งหลายจะค่อยลดลงแล้วเคลื่อนไปตามกระแสเลือดไปเกาะสะสมที่กระดูกในสภาพของเกลือที่ละลายยาก เช่น ตะกั่วฟอสเฟต (Pb_3 [PO_4]) กระดูกจะมีตะกั่วสะสมเพิ่มขึ้นทีละน้อยและจะฝังตัวอยู่ในกระดูกชนิดแข็งหนาเป็นเวลานาน โดยไม่แสดงผลเสียต่อร่างกายแต่อย่างใด และปรากฏว่าปริมาณของตะกั่วในกระดูกจะเพิ่มขึ้นตามอายุขัยของคน แต่ระดับตะกั่วในเนื้อเยื่อจะคงที่เสมอ ตะกั่วจะถูกสะสมที่กระดูกและฟันมากที่สุด คือ ร้อยละ 90 รองลงมาคือ อยู่ในเลือด ซึ่งส่วนใหญ่อยู่

ในเม็ดเลือดแดง ร้อยละ 95 ที่เหลืออยู่ในพลาสมา (plasma) นอกจากนี้ยังสะสมอยู่ในเนื้อเยื่ออื่นๆ อีก เช่น สมอง ผนังหลอดเลือดเอออร์ตา (aorta) รังไข่ เส้นผมและเล็บ สำหรับค่าครึ่งชีวิตของตะกั่วในเลือดนั้นอยู่ในช่วงประมาณ 2-4 สัปดาห์ และพบว่า ตะกั่วในเลือดของแม่สามารถส่งผ่านทางรก (placenta) ไปยังทารกได้ (วิภากร ศิลสว่าง, 2540; รุ่งเดช สุขถาวร, 2539)

การขับถ่าย (Excretion)

ตะกั่วที่ถูกดูดซึมในร่างกายนั้น ร้อยละ 76 จะถูกขับถ่ายออกทางปัสสาวะ โดยกระบวนการกรองของไต (glomerular filtration) ร้อยละ 16 จะถูกขับถ่ายออกทางอุจจาระ และร้อยละ 8 จะถูกขับออกทางผม เล็บ เหงื่อ นอกจากนี้ยังถูกขับถ่ายออกมากับน้ำนมอีกด้วย ซึ่งในวันหนึ่งๆ ร่างกายสามารถขับสารตะกั่วออกจากร่างกายได้ประมาณ 2 มิลลิกรัมเท่านั้น (วิภากร ศิลสว่าง, 2540)

ความเป็นพิษ (Toxicity)

ความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน (acute toxicity) ซึ่งมักจะเกิดจากสารตะกั่วอนินทรีย์ อาการทั่วๆ ไปที่พบคือ เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน กระหายน้ำ มีรสหวานในปาก หรือคล้ายกับอมโลหะในปาก ปวดศีรษะ ปวดท้องอย่างรุนแรง บางกรณีมีอาการท้องร่วง หรือบางครั้งท้องผูก ปวดบริเวณรอบสะดือ อุจจาระมีสีดำ ปัสสาวะอาจจะน้อย อ่อนเพลีย เป็นลมสิ้นสติ บางรายอาจจะมีอาการทางสมองด้วย และอาจเสียชีวิตได้ภายใน 2-3 วัน (นุจรีย์ เพชรรัตน์, 2537; นิพนธ์ พวงวรินทร์ และ สมชัย บวรกิตติ, 2536)

ความเป็นพิษแบบเรื้อรัง (chronic toxicity) ซึ่งมักจะเกิดจากตะกั่วอินทรีย์

- พบตะกั่วบริเวณเหงือก (lead line) ทั้งนี้เพราะว่า ตะกั่วที่ถูกขับออกมาทางน้ำลายจะทำปฏิกิริยากับแบคทีเรียที่บริเวณเหงือก ทำให้เกิดตะกั่วซัลไฟด์ ซึ่งจะมีลักษณะเป็นแถบสีน้ำเงิน-ดำตามทางเดินของเส้นเลือด (พาณี เตชะเสน, 2527)

- ผลต่อเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งจากการทดลองพบว่า อิออนตะกั่วชนิด Pb^{++} รวมตัวได้ดีกับเยื่อหุ้มเซลล์ที่ประกอบด้วยฟอสโฟลิปิดชนิด phosphatidyl choline แต่ตะกั่วอินทรีย์ไม่เกิดปฏิกิริยานี้ ตะกั่วทำให้ความเปราะบางโดยแรงดันออสโมติคของเม็ดเลือดแดงลดลง แต่กลับเพิ่มความเปราะบางโดยแรงสั่นสะเทือนให้มากขึ้น เม็ดเลือดแดงที่อายุน้อยเมื่อเกิดขึ้นใหม่ในไขกระดูก จะถูกทำลายด้วยสารตะกั่วได้ง่ายมากกว่าเม็ดเลือดแดงแก่ที่อยู่ในกระแสเลือด แต่ตะกั่วก็มีผลทำให้อายุของเม็ดเลือดแดงในกระแสเลือดสั้นลงกว่าปกติคือ

น้อยกว่า 120 วัน นอกจากนี้ ตะกั่วสามารถรวมกับเอนไซม์ชนิด Na^+/K^+ ATPase บนเยื่อหุ้มเซลล์ของเม็ดเลือดและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์นี้ จึงทำให้ไม่มีการสลายตัวของสารพลังสูง ATP เลย ทำให้การเก็บ K^+ เข้าเซลล์เป็นไปไม่ได้ ขณะเดียวกัน K^+ ในเซลล์ก็รั่วออกมาข้างนอก นอกจากนี้พบว่า ตะกั่วอาจรวมกับโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง แล้วอาจผ่านเข้าไปรวมกับฮีโมโกลบินได้ด้วย

- ผลต่อการสร้างฮีมและฮีโมโกลบิน ตะกั่วในเลือดเพียงเล็กน้อยก็มีผลต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง และการสังเคราะห์ฮีม ซึ่งเป็นสารประกอบในฮีโมโกลบิน ผลเหล่านี้สามารถตรวจวัดได้อย่างชัดเจน จึงมีประโยชน์ในการนำมาใช้วัดผลทางชีวภาพของตะกั่วในร่างกายได้ดีกว่าการวัดระดับตะกั่วในเลือดเพียงอย่างเดียว ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของการสร้างฮีมและฮีโมโกลบิน จะปรากฏให้เห็นก่อนที่จะมีอาการทางระบบทางเดินประสาทหรือระบบอื่นๆ นำผลที่ได้มาใช้บอกภาวะเสี่ยงของความเป็นพิษที่เกิดจากสารตะกั่วได้ ตะกั่วทำให้เกิดโรคโลหิตจาง โดยตะกั่วทำให้เม็ดเลือดแดงแตกตัวในภาวะต่างๆ ได้ง่ายกว่าภาวะปกติ และยับยั้ง ATPase ที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ จึงทำให้เม็ดเลือดแดงขาดพลังงานจาก ATP มันจึงมีอายุสั้นลง แต่สาเหตุใหญ่ที่ทราบแน่ชัดคือ ตะกั่วยับยั้งการสร้างฮีม และฮีโมโกลบินซึ่งจำเป็นต่อการนำพาออกซิเจนในเม็ดเลือดแดง นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบกระเทือนต่อการสร้างฮีโมโปรตีนอื่น โดยเฉพาะ heme enzyme อีกด้วย เช่น cytochromes ในไมโตรคอนเดรีย catalase และ peroxidase เป็นต้น (นุจรีย์ เพชรรัตน์, 2537)

- ผลต่อสมองและระบบประสาท โดยตะกั่วจะเข้าไปทำลายระบบประสาทที่มีหน้าที่จดจำ เรียนรู้และการรับความรู้สึก อาการแสดงที่เกิดขึ้นได้แก่ ปวดหัว อ่อนเพลีย ง่วงนอน ซึม กระวนกระวาย ปัญญาอ่อน ความจำเสื่อม นอนไม่หลับ ประสาทหลอน อาจเพ้อคลั่ง วิงเวียน ชัก เป็นอัมพาตและอาจหมดสติ กรณีที่มีอาการนานๆ อาจกลายเป็นใบ้หรือตาบอด เพราะประสาทที่รับความรู้สึกทางหูและตาเสื่อมเลวลง (วิภากร ศิลสว่าง, 2540)

- ผลต่อไต ทำให้เนื้อไตแข็ง (nephrosclerosis) มีเนื้อเยื่อพังผืดเหนียวระหว่างเนื้อเยื่อของไต ทำให้กระบวนการกรองของไต (glomerular filtration) ลดลง และเกิดอาการของไตวาย (renal failure) ได้ นอกจากนี้บางรายอาจเกิดร่วมกับโรคเก๊าท์ (gout) คือเนื่องจากการขับกรดยูริกออกทางปัสสาวะน้อยกว่าปกติ จึงเกิดการสะสมกรดยูริกเพิ่มมากขึ้นในเลือดและตกผลึกตามข้อต่างๆ ทำให้มีอาการปวดตามข้อมือและเท้า

- ผลต่อระบบทางเดินอาหาร ทำให้เกิดอาการเบื่ออาหาร อาหารไม่ย่อย คลื่นไส้ อาเจียน ท้องผูก เกิดอาการปวดท้องอย่างรุนแรงเนื่องจากลำไส้หดแกร็งหรือบีบรัดตัว (intestine spasm)

- ทำให้เกิดการเสื่อมต่อระบบสืบพันธุ์ การตกไข่ของสตรีผิดปกติ มีความผิดปกติของประจำเดือน จำนวนเชื้ออสุจิน้อย อ่อนแอและมีลักษณะผิดปกติ

- ผลต่อระบบหัวใจและหลอดเลือดพบว่าผู้ที่สัมผัสกับตะกั่วมากจะทำให้ความดันเลือดสูง

- ผลต่อกระดูก โดยเฉพาะที่ส่วนปลายของกระดูกยาว (long bones) เมื่อเอ็กซเรย์ดูจะพบรอยหนาทึบของตะกั่วฟอสเฟต

- ผลต่อสารพันธุกรรม โดยตะกั่วจะรบกวนการทำงานทางชีวเคมีของ DNA และ RNA คือตะกั่วสามารถจับตัวกับหมู่ -OH ของฟอสเฟตในกรดนิวคลีอิกได้อย่างแน่นหนา ทำให้อิเลคตรอนถูกดึงเอาไว้ที่อะตอมออกซิเจน และฟอสฟอรัสมีประจุเป็นบวกมากขึ้น และทำให้ ester bond ระหว่างหมู่ฟอสเฟตกับ -OH ของน้ำตาลเพนโตสถูกไฮโดรไลซ์ได้ง่าย มีผลเสียหายต่อ t-RNA คือทำให้โมเลกุล t-RNA ถูกตัดย่อยให้เล็กลงหรือเปลี่ยน conformation จนไม่สามารถจะพากรดแอมิโนให้ไปเกาะรวมกันที่ไรโบโซมได้และถือว่าสารตะกั่วเป็นสารก่อกลายพันธุ์และสารก่อมะเร็งชนิดหนึ่ง

มาตรฐานความปลอดภัยในสิ่งแวดล้อมและในสภาพการทำงาน

1. ในอากาศ

- ความเข้มข้นของตะกั่วในบรรยากาศบริเวณที่พักอาศัย (ambient air) ไม่ควรเกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ (กองตรวจโรงงาน, 2527)

- ความเข้มข้นของตะกั่วในบรรยากาศบริเวณที่ทำงานสำหรับคนงานที่ทำงานตลอด 8 ชั่วโมงต่อวัน หรือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ไม่ควรเกิน 0.15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ (เฮเลน อารมย์ดี, 2532)

2. น้ำทิ้ง ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (2522) ห้ามมิให้ระบายน้ำทิ้งที่มีค่าตะกั่วมากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรออกจากโรงงาน (กองตรวจโรงงาน, 2527)

3. ในน้ำดื่ม ปริมาณตะกั่วไม่ควรเกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร (กองตรวจโรงงาน, 2527)

4. ภาชนะใส่อาหาร เครื่องเคลือบดินเผาหรือเครื่องเคลือบที่ใช้บรรจุอาหารเพื่อบริโภคทุกชนิดที่มีตะกั่วละลายออกมาได้ต้องไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อความจุ 1 ลิตร (กองตรวจโรงงาน, 2527)

5. อาหาร อาหารที่บรรจุในภาชนะปิดมิดชิด ซึ่งเป็นอาหารควบคุมของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2502) ต้องมีมาตรฐานโดยคำนวณน้ำหนักของตะกั่วในอาหารได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กองตรวจโรงงาน, 2527)

ระดับปกติของตะกั่วในร่างกาย

Levy และ Wegman (1995) รายงานว่า ระดับปกติของตะกั่วในเลือด มีค่าไม่เกิน 40 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร WHO (1980) กำหนดค่ามาตรฐานตะกั่วในเลือดของคนงานผู้ชายที่ต้องทำงานสัมผัสกับตะกั่ว มีค่าไม่เกิน 40 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และค่ามาตรฐานตะกั่วในเลือดของผู้หญิงและเด็ก มีค่าไม่เกิน 30 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร

3. **แคดเมียม** (Cadmium)

เป็นธาตุจำพวกโลหะหนักที่มีลักษณะสามารถอ่อนตัวได้ ดัดงอได้ง่าย สีเงินปนขาว สัญลักษณ์ทางเคมีที่ใช้คือ Cd อยู่ในตารางธาตุหมู่ IIb จัดเป็นธาตุที่ค่อนข้างหายาก มักพบตามธรรมชาติร่วมกับสังกะสี ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่สำคัญๆ ดังนี้คือ น้ำหนักอะตอม 112.4, เลขอะตอม 48, วาเลนซี 0, 2 ความถ่วงจำเพาะ 8.65, จุดหลอมเหลว 320.9°C และจุดเดือด 765°C ไม่ละลายในน้ำเย็นและน้ำร้อน ละลายได้ในกรดอ่อน ละลายได้ช้าในกรดไฮโดรคลอริก แต่ละลายได้ดีในกรดไนตริก ทนต่อการกัดกร่อนได้ดี ในรูปของโลหะจะไม่เผาไหม้ แต่จะเผาไหม้ได้ในรูปของผง หรือแป้ง และทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับสารออกซิไดซ์อย่างแก่ ธาตุกำมะถัน ธาตุซิลิเนี่ยม และธาตุเธลลูเรียม (สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล, 2540; Friberg *et al.*, 1986; กองอาชีวอนามัย, 2536) นอกจากนี้แคดเมียมสามารถรวมกับสารอื่นๆ เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ละลายน้ำได้ โดยเฉพาะเมื่อรวมกับไซยาไนด์หรือเอมายด์ และ Alkyl-Cadmium compounds เป็นสารประกอบที่ไม่คงตัว จึงทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับน้ำหรือไอน้ำในอากาศ และก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้

การนำไปใช้ประโยชน์ (Uses)

แคดเมียมสามารถนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ ได้มากมาย เช่น

1. ใช้ผสมกับโลหะอื่นเป็นโลหะผสม เพื่อเพิ่มความเหนียวและทนต่อการสึกกร่อน (วิทยา อยู่สุข, 2527)

2. ใช้เคลือบบนแผ่นเหล็กทองแดง อะลูมิเนียม โดยการชุบด้วยไฟฟ้า โลหะที่ได้ใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องบิน รถยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเลคโทรนิค วิทยุ

3. ใช้เป็นเม็ดสีในกิจการอุตสาหกรรม เช่น สีอินาเมล (enamels) เซรามิค เครื่องเคลือบถ้วยแก้ว ยาง แก้ว ผ้า เส้นใย หนัง หมึกพิมพ์ สี และพลาสติก (cadmium sulfide, cadmium sulfosenenite) (เอมอร จงรักษ์, 2532; Franzblau, 1994a)

4. ใช้แคดเมียมและนิคเกิลเป็นองค์ประกอบในการผลิตเซลล์ไฟฟ้าชนิดอัลคาไลน์ ซึ่งนำมาใช้เป็นแบตเตอรี่กับเครื่องรับ-ส่งวิทยุผ่าน VMF โทรศัพท์มือถือ เครื่องเล่นที่ใช้ระบบควบคุมระยะไกล เช่น รถบังคับวิทยุและเครื่องบินบังคับวิทยุ และใช้เป็นแบตเตอรี่ในเครื่องคิดเลข แฟล็ชถ่ายรูป เครื่องโกนหนวด เป็นต้น

5. สารประกอบของแคดเมียม ใช้ผสมในสารฆ่าเชื้อรา (fungicides) สารกำจัดแมลง (insecticides) ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมี และเป็นสิ่งเจือปนอยู่ในปุ๋ยซุปเปอร์ฟอสเฟต (บุญจง ขาวสิทธิวงษ์, 2538)

6. ใช้ในกิจการอื่นๆ เช่น ใช้ทำอมัลกัมในการอุดฟัน ใช้ผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์ ใช้ผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ ใช้ผลิตเซมิคอนดักเตอร์

ทางไปสู่สิ่งแวดล้อม (Pathway into the Environment)

แคดเมียมสามารถแพร่กระจายไปสู่สิ่งแวดล้อมได้จากแหล่งต่างๆ ทั้งจากธรรมชาติ เช่น การระเบิดของภูเขาไฟ และจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่

1. โรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานถลุงแร่สังกะสีและตะกั่ว โรงงานผลิตผงสังกะสี โรงงานชุบสังกะสี โรงงานชุบแคดเมียม โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์จากแคดเมียม โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า (ได้แก่ การทำเหมืองและการหลอมและถลุง) อุตสาหกรรมแคดเมียม อุตสาหกรรมเหล่านี้จะปล่อยฝุ่น (dust) ละอองไอ (fume) น้ำเสีย และกากตะกอน (sludge) ที่มีแคดเมียมเจือปนออกมา

2. การเผาของเสีย (incineration) ที่มีแคดเมียมประกอบอยู่ เช่น พลาสติก เม็ดสี โลหะเคลือบ เศษหมึก เป็นต้น แคดเมียมจะถูกปล่อยออกมาในรูปของละอองไอ cadmium aerosols เช่น Cadmium oxide

3. ยางรถยนต์ที่สึกหรอ ยางรถยนต์จะมีแคดเมียมประกอบอยู่ประมาณ 20-90 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเป็นสิ่งเจือปนใน zinc oxide

4. ยาฆ่าแมลง ยากำจัดศัตรูพืช และปุ๋ยฟอสเฟต เนื่องจากหินฟอสเฟตที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ย มีแคดเมียมอยู่ประมาณ 2-170 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นเมื่อใช้ปุ๋ยฟอสเฟต แคดเมียมซึ่งละลายน้ำได้น้อยจะเกิดการสะสมในดิน แต่ถ้ามีการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมร่วมด้วย แคดเมียมจะละลายได้มากขึ้น เนื่องจากแคดเมียมจะไปรวมตัวกับแอมโมเนียเป็นอิออนที่ละลายน้ำได้

5. การใช้ถ่านหิน และ heating oil มีผลทำให้แคดเมียมซึ่งเป็นธาตุปริมาณน้อยถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมในรูปของไอและเถ้า ปริมาณแคดเมียมในถ่านหินอยู่ในช่วง 0.25-5 มิลลิกรัมต่อลิตร และหลังจากเผาไหม้แล้ว เถ้าจากถ่านหิน (coal ash) มีปริมาณแคดเมียมสูงถึง 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนความเข้มข้นโดยเฉลี่ยของแคดเมียมใน heating oil มีค่าประมาณ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

6. กากตะกอนของน้ำทิ้ง (sewage sludge) กากตะกอนน้ำทิ้งจากบริเวณโรงงานอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมเหมืองแร่ มีแคดเมียมในปริมาณค่อนข้างสูง จากการศึกษาของ สุรพล อารีย์กุล และ กัลยาณี คุปตานนท์ (2536) รายงานว่า จากการเก็บตัวอย่างตะกอนท้องน้ำและน้ำจากบริเวณใต้เขื่อนบางลางจนถึงปากอ่าวปัตตานี พบแคดเมียมในตะกอนท้องน้ำ 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม บริเวณเหมืองบินเยาะและเหมืองถ้ำทะลุ และพบแคดเมียมในน้ำ 40 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งจะเป็นการเพิ่มปริมาณแคดเมียมลงไปในดินได้อีกทางหนึ่ง พืชบางชนิด เช่น ข้าวสาลี สามารถดูดซึมแคดเมียมในดินได้ดี และถูกเก็บสะสมในใบและในเมล็ดของข้าวสาลี

7. การสึกกร่อนของสังกะสี (corrosion of zinc) แคดเมียมเป็นสิ่งเจือปนในสังกะสี เมื่อโลหะหรือภาชนะที่ชุบสังกะสีเกิดการสึกกร่อน แคดเมียมก็จะแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้

8. ยาสูบ (tobacco) ในบุหรี่พบแคดเมียมซัลไฟด์และแคดเมียมสเตียเรต (Franzblau, 1994a) บุหรี่ 1 มวน มีแคดเมียม 1-2 ไมโครกรัม (Friberg *et al.*, 1986) และ

ร่างกายสามารถดูดซึมแคดเมียมในบุหรี่เข้าไปได้ ร้อยละ 10 โดยผ่านทางระบบทางเดินหายใจ (Goyer, 1986)

ทางเข้าสู่ร่างกาย (Routes of Exposure)

แคดเมียมสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ 3 ทาง คือ

1. ทางเดินหายใจ จากการสูดหายใจเอาอากาศที่มีฝุ่น ผง ละอองไอของแคดเมียมหรือสารประกอบแคดเมียมเข้าไป และจากการสูบบุหรี่ คนงานที่ทำงานในสถานที่มีการใช้แคดเมียมเป็นส่วนผสม เช่น ช่างเชื่อมโลหะ ช่างทาสีอาคาร ช่างพ่นสีรถยนต์ จะมีโอกาสสูดหายใจเอาละอองไอของแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายเพิ่มขึ้นหากมีการสูบบุหรี่ขณะปฏิบัติงาน เนื่องจากปริมาณแคดเมียมที่มีอยู่ในบุหรี่ (บุญจง ขาวสิทธิวงษ์, 2538)

2. ทางเดินอาหาร โดยการกลืนกินอนุภาคของแคดเมียมที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหารหรือดื่มน้ำที่มีแคดเมียมเจือปน การดื่มน้ำที่มีแคดเมียมละลายอยู่จะดูดซึมเข้าผนังลำไส้ได้ง่ายกว่าแคดเมียมที่เจือปนอยู่ในอาหาร (ศรันยา ศรีสุวรรณ, 2539)

3. ทางผิวหนัง แคดเมียมสามารถซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังได้ ถ้ามีบาดแผลหรือรอยถลอก (ศรันยา ศรีสุวรรณ, 2539)

พิษจลนศาสตร์ (Toxicokinetics)

การดูดซึม (Absorption)

1. ระบบทางเดินหายใจ แคดเมียมถูกดูดซึมผ่านชั้นผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อปอดเป็นทางหลัก คือ สูงถึงร้อยละ 50 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาค (particle size) และความสามารถในการละลายน้ำได้ (solubility) ของสารประกอบแคดเมียม นอกจากนี้การสูบบุหรี่ก็มีผลต่อการดูดซึมแคดเมียม โดยแคดเมียมในบุหรี่สามารถหายใจเข้าไปได้ ร้อยละ 10 (Goyer, 1986)

2. ระบบทางเดินอาหาร แคดเมียมถูกดูดซึมทางระบบทางเดินอาหาร โดยซึมผ่านเซลล์เยื่อบุทางเดินอาหารโดยวิธี Simple diffusion แต่ซึมผ่านได้ไม่ดี คือ ได้เพียง ร้อยละ 5 เท่านั้น เพศหญิงจะสามารถดูดซึมได้มากกว่าเพศชาย เนื่องจากสภาพการขาดธาตุเหล็ก ซึ่งแคดเมียมมีคุณสมบัติทางเคมีคล้ายคลึงกับธาตุเหล็กจึงสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้เพิ่มมากขึ้นในภาวะขาดธาตุเหล็ก ดังนั้นเพศหญิงจึงเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงกว่าเพศชาย (Franzblau, 1994a; สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล, 2540)

3. ระบบผิวหนัง แคดเมียมถูกดูดซึมผ่านเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังได้น้อย (Lauwerys and Hoet, 1993; Franzblau, 1994a)

การแพร่กระจาย (Distribution)

แคดเมียมที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ปอดหรือทางเดินอาหาร จะซึมผ่านเข้าสู่กระแสเลือด แล้วจับกับ albumin แพร่กระจายไปสู่ไต ตับ ตับอ่อน ต่อมลูกหมาก กระดูกและเนื้อเยื่อต่างๆ ที่ไตและตับ แคดเมียมจะรวมตัวกับโปรตีนของเซลล์ส่วน cortex มากกว่าส่วน medulla โดยแคดเมียมจะอยู่ในสภาพของ metallothionein และมีการสะสมของแคดเมียมที่ตับและไต ร้อยละ 50 สำหรับในเลือด ร้อยละ 70 แคดเมียมจะอยู่ในเม็ดเลือดแดง (วิทยา อยู่สุข, 2527; Lauwerys and Hoet, 1993) นอกจากนี้แคดเมียมสามารถสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ พืชน้ำ และข้าวได้ จึงถ่ายทอดมาตามห่วงโซ่อาหารจนเกิดเป็นพิษต่อมนุษย์ในเวลาต่อมา

การขับถ่าย (Excretion)

แคดเมียมถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะเป็นหลักและสำคัญ รองลงมาคือ ทางอุจจาระ ปริมาณแคดเมียมในปัสสาวะจะสะท้อนถึงปริมาณแคดเมียมในร่างกาย นอกจากนี้แคดเมียมสามารถขับออกทางน้ำดี น้ำย่อยในกระเพาะและลำไส้, น้ำลาย, เส้นผม และเล็บ (Lauwerys and Hoet, 1993) อย่างไรก็ตามแคดเมียมที่เข้าสู่ร่างกายแล้วประมาณร้อยละ 10 เท่านั้นที่ถูกขับออกจากร่างกาย (ศรันยา ศรีสุวรรณ, 2539)

ความเป็นพิษ (Toxicity)

ความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน (acute toxicity)

1. ความเป็นพิษต่อระบบทางเดินอาหาร เมื่อกินอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีแคดเมียมปนเปื้อน ผู้ได้รับจะรู้สึกคลื่นไส้อย่างรุนแรง อาเจียน ท้องร่วง เป็นตะคริว และน้ำลายฟูมปาก ถ้าเป็นมากจะมีอาการอื่นตามมาใน 2 ลักษณะคือ อาจจะเกิดอาการช็อคเนื่องจากร่างกายสูญเสียน้ำมากและทำให้ตายได้ภายใน 24 ชั่วโมง หรืออีกลักษณะหนึ่งคือระบบการทำงานของไตและตับล้มเหลว และอาจถึงตายได้ภายใน 1-2 สัปดาห์ (ศรันยา ศรีสุวรรณ, 2539)

2. ความเป็นพิษต่อระบบหายใจ ผู้ที่ได้รับไอของแคดเมียมเข้าทางเดินหายใจอย่างมาก จะปรากฏอาการภายใน 2-3 ชั่วโมง หรือภายใน 8-24 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะรู้สึกระคายเคืองที่จมูกและคอ ไอ ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ เหงื่อออกมาก อ่อนเพลีย หนาวสั่น

เป็นไข้ เจ็บหน้าอก อาจเกิดการหายใจขัดเนื่องจากน้ำท่วมปอด ผู้ได้รับอันตรายอย่างรุนแรงอาจถึงตายได้ประมาณร้อยละ 15 ส่วนผู้ที่รอดตายต้องใช้เวลาฟื้นตัวเป็นเวลานานกว่าจะเป็นปกติ (บุญจง ขาวสิทธิวงษ์, 2538)

ความเป็นพิษแบบเรื้อรัง (chronic toxicity)

1. ความเป็นพิษต่อปอด คนงานที่หายใจเอาฝุ่นหรือละอองไอของแคดเมียม (cadmium dust or fume) เข้าสู่ร่างกายในระยะยาว จะมีอาการปรากฏคล้ายคนเป็นโรคหลอดลมอักเสบ เกิดอาการระคายเคืองที่หลอดลมและปอด ระคายเคืองที่จมูกและคอ มีอาการไอเสมอๆ เกิดอาการบวมหรือพองของเนื้อเยื่อปอด เจ็บหน้าอก อาการอาจกำเริบถึงขั้นหายใจขัดได้ และพบว่าอาจเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งที่ปอดได้เช่นเดียวกัน (สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล, 2540)

2. ความเป็นพิษต่อไต ผู้ที่ได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายโดยการกินติดต่อกันเป็นเวลานานจะก่อให้เกิดแผลที่ไต เนื้อเยื่อไตถูกทำลาย การทำหน้าที่ของไตเสียไป รวมถึงการที่ไตขับปัสสาวะที่มีโปรตีน กรดแอมิโน และน้ำตาลออกมามากกว่าปกติ และลดการดูดซึมกลับของฟอสเฟตที่ไต มีรายงานว่ากลุ่มผู้หญิงสูงอายุชาวญี่ปุ่นที่บริโภคข้าวที่ปลูกในพื้นที่ที่ปนเปื้อนด้วยแคดเมียมจนเกิดโรคพิษของแคดเมียมที่เรียกว่า "โรคอิไต-อิไต" (Itai-Itai disease) ปริมาณแคดเมียมที่สะสมอยู่ในไตมากถึง 100-300 ไมโครกรัมต่อกรัมของเนื้อไต (น้ำหนักเปียก) (Franzblau, 1994a; ไมตรี สุทธจิตต์, 2531)

3. ความเป็นพิษต่อระบบเลือดและระบบการสร้างเม็ดโลหิต กลุ่มคนงานที่สัมผัสกับแคดเมียมและกลุ่มผู้ป่วยที่เป็นโรคอิไต-อิไต จะมีอาการโรคโลหิตจางและความดันโลหิตสูงร่วมด้วย (Franzblau, 1994a; ไมตรี สุทธจิตต์, 2531)

4. ความเป็นพิษที่กระดูก แคดเมียมก่อให้เกิดอาการของโรคกระดูกผุ (osteoporosis) หรือโรคกระดูกอ่อน (osteomalacia) คือ กระดูกจะพรุน งอโค้งได้ง่าย ทำให้กระดูกเสียรูปทรง รูปร่างผิดปกติและหักง่าย มีอาการปวดที่เอว ปวดกล้ามเนื้อขา และเจ็บที่กระดูก นอกจากนี้ปริมาณแคลเซียมในกระดูกน้อยลงด้วย เนื่องจากแคลเซียมถูกทำลาย (decalcification) และถูกขับออกมาทางปัสสาวะ ผู้ป่วยมีอาการ กินไม่ได้ นอนไม่หลับ เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย หมดแรงและเสียชีวิตในที่สุด (สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล, 2540; วิทยา อยู่สุข, 2527)

5. ความเป็นพิษที่ก่อให้เกิดโรคอื่นๆ เช่น

โรค Metal fume fever (MFF) ซึ่งเป็นโรคที่เกิดขึ้นต่อร่างกายทั่วๆ ไป เมื่อสูดหายใจเอาไอระเหยของแคดเมียม (Franzblau, 1994a)

โรคปวดข้อและกล้ามเนื้อของช่างเชื่อมโลหะ และช่างทาสีพ่นสี

มาตรฐานความปลอดภัยในสิ่งแวดล้อมและในสภาพการทำงาน

ค่ามาตรฐานความปลอดภัยในสิ่งแวดล้อมและในสภาพการทำงาน กำหนดให้มีปริมาณของแคดเมียมและสารประกอบแคดเมียมในลักษณะของฝุ่นมีค่าเท่ากับ 0.2 มิลลิกรัมต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตรของอากาศ และในรูปของละอองมีค่าเท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตรของอากาศ (ชมภูศักดิ์ พูลเกษ, 2527)

ระดับปกติของแคดเมียมในร่างกาย

WHO (1981) กำหนดค่ามาตรฐานระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของคนงานที่ทำงานสัมผัสกับแคดเมียม มีค่าไม่เกิน 10 ไมโครกรัมต่อกรัมของ creatinine และกำหนดค่ามาตรฐานระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของคนปกติ มีค่าไม่เกิน 5 ไมโครกรัมต่อกรัมของ creatinine สำหรับในเลือดนั้น Harrington และ Gill (1992) รายงานว่า ระดับปกติของแคดเมียมในเลือด มีค่าเฉลี่ยไม่เกิน 0.5 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร

4. **โครเมียม** (Chromium)

เป็นโลหะที่มีความเงาใส สีขาวอมฟ้าอ่อนๆ หรือสีเทาเป็นมันวาว แข็งและเปราะ แต่มีความทนทานต่อการเสียดสีและการกัดกร่อน คงความเป็นมันเงาได้นานในอากาศจึงใช้ทำโลหะบริสุทธิ์และโลหะผสม บางครั้งอยู่ในรูปของผลึก สัญลักษณ์ทางเคมีที่ใช้คือ Cr อยู่ในตารางธาตุหมู่ VIb เป็นธาตุที่พบในรูปของ Ferrous chromite ($FeOCr_2O_3$) และในธรรมชาติจะพบในรูป Cr^{3+} มากกว่า Cr^{6+} ซึ่งมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่สำคัญๆ ดังนี้คือ น้ำหนักอะตอม 52, เลขอะตอม 24, วาเลนซี 2, 3 และ 6, ความหนาแน่น 7.2, จุดหลอมเหลว 1857 $\pm$ 20°C และจุดเดือด 2672°C นิยมใช้ในการเคลือบผิวโลหะ คือให้ความเงางามและเพื่อเพิ่มความทนทานต่อผิวโลหะ (ธิดารัตน์ ดำรงค์สอน, 2539; Langard and Norseth, 1986)

การนำไปใช้ประโยชน์ (Uses)

โครเมียม สามารถนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ใช้ในกระบวนการชุบโลหะโครเมียม ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตยา อาหาร การผลิตอุปกรณ์อิเลคโทรนิค การบิน ใช้ผสมกับเหล็กกล้า ทำให้เหนียว เป็นเงางามและป้องกันสนิมได้ เช่น เหล็กสเตนเลสหรือเหล็กผสมนิเกิลและโครเมียม ใช้ในเครื่องมือผ่าตัดและเครื่องมือแพทย์ ใช้เป็นส่วนผสมในสี ใช้ทำเซลล์ไฟฟ้าชนิดแห้ง ยาฆ่าเชื้อรา โครเมียมที่อยู่ในรูปโครเมต (chromate) และไดโครเมต (dichromate) ถูกใช้ในโรงงานพิมพ์ผ้า รวมถึงเกลือโครเมียม (chromium sulfate) ถูกใช้ฟอกหนัง นอกจากนี้ยังใช้โครเมียมในอุตสาหกรรมการย้อมสี การพิมพ์ งานเชื่อม การถ่ายภาพ การทำเซรามิค เครื่องเคลือบดินเผา การขัดเงา การถนอมเนื้อไม้ ใช้ผสมในน้ำกรดแบตเตอรี่ การทำวัตถุระเบิด โครมิคออกไซด์และกรดโครมิคมีฤทธิ์กัดเนื้อเยื่อ จึงใช้เป็นยากัดหูดและยาทาภายนอกร่างกาย (Franzblau, 1994b; ไมตรี สุทธจิตต์, 2531)

ทางไปสู่สิ่งแวดล้อม (Pathway into the Environment)

1. โรงงานชุบโลหะโครเมียม
2. โรงงานฟอกหนัง
3. โรงงานอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า
4. โรงงานพิมพ์ผ้า
5. ปุ๋ยฟอสเฟต ซึ่งมีโครเมียมเป็นส่วนประกอบทำให้เกิดการสะสมอยู่ในดิน น้ำ และในอาหารบางชนิด (Langard and Norseth, 1986)
6. ยาสูบ ในบุหรี่มีโครเมียมซึ่งมาจากใบยาสูบ ประมาณ 390 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณโครเมียมในควันบุหรี่ที่ร่างกายได้รับผ่านทางระบบทางเดินหายใจ มีค่าเท่ากับ 0.24-14.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Langard and Norseth, 1986)

ทางเข้าสู่ร่างกาย (Routes of Exposure) โครเมียมสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ 3 ทาง คือ

1. ทางเดินหายใจ โดยการสูดดมหายใจเอาละออง ควัน ฝุ่นหรือละอองของโครเมียมหรือกรดโครมิกเข้าไป (บุญจง ขาวสิทธิวงษ์, 2538; WHO, 1986)
2. ทางผิวหนัง โดยละอองไอ ควัน ฝุ่นของโครเมียมสามารถแทรกซึมเข้าสู่ผิวหนังและทำปฏิกิริยาต่อผิวหนังได้ (บุญจง ขาวสิทธิวงษ์, 2538; Franzblau, 1994b)
3. ทางระบบทางเดินอาหาร โดยการกลืนกิน (WHO, 1986)

พิษจลนศาสตร์ (Toxicokinetics)

การดูดซึม (Absorption)

- ระบบทางเดินหายใจ การดูดซึมของโครเมียมจากการหายใจจะมีความเข้มข้นสูงสุดในเนื้อเยื่อปอดในรูปของ Hexavalent (Cr^{6+}) และเมื่อเข้าสู่เซลล์เม็ดเลือดแดงจะเปลี่ยนเป็น Trivalent (Cr^{3+}) แล้วถูกขับออกทางปัสสาวะ (William, 1983; Langard and Norseth, 1986)

- ระบบทางเดินอาหาร ร่างกายของมนุษย์สามารถดูดซึมโครเมียมเข้าทางระบบทางเดินอาหารได้เพียงร้อยละ 2 เท่านั้น ทั้งนี้การดูดซึมโครเมียมขึ้นอยู่กับวาเลนซีของโครเมียมและ Function ของลำไส้ในการดูดซึม โดยที่ Cr^{6+} ดูดซึมได้ดีกว่า Cr^{3+} เนื่องจาก Cr^{6+} ไม่เกิดปฏิกิริยารีดักชั่นกับน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร (Langard and Norseth, 1986) สำหรับ Cr^{3+} การดูดซึมที่ลำไส้เกิดได้น้อย (WHO, 1996)

การแพร่กระจาย (Distribution)

มีการแพร่กระจายของ Cr^{3+}, Cr^{6+} ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ โดยที่ Cr^{6+} จะเปลี่ยนเป็น Cr^{3+} สามารถขับถ่ายได้อย่างรวดเร็ว โครเมียมจะตกค้างในอวัยวะต่างๆ ที่แตกต่างกัน มีความเข้มข้นสูงสุดที่ตับ รองลงมาคือมดลูกและไต การแพร่กระจายของโครเมียมมีความเกี่ยวข้องกับการขนส่ง Glucose Tolerance Factor (GTF) และพบว่า ทารกในครรภ์และทารกแรกเกิดมีความเข้มข้นของโครเมียมในร่างกาย เนื่องจากมีการส่งผ่านทางรกจากแม่สู่ทารก นอกจากนี้พบว่าจะมีการสะสมที่ม้าม ผิวหนัง เนื้อเยื่อชนิดอ่อนนิ่ม ปอด กล้ามเนื้อ ไขมัน ไขกระดูก และกระดูก (Lauwerys and Hoet, 1993; Norton, 1980; Belilles, 1975)

การขับถ่าย (Excretion)

โครเมียมถูกขับถ่ายออกทางปัสสาวะและอุจจาระ โดย

- Cr^{6+} จะถูกขับถ่ายทางอุจจาระ

- Cr^{3+} จะถูกขับถ่ายทางไต ทางปัสสาวะเป็นหลัก ไตสามารถดูด Cr^{3+} กลับได้ประมาณร้อยละ 60 ของปริมาณโครเมียมที่กรองได้ ในช่วงแรกโครเมียมในปัสสาวะมีค่าครึ่งชีวิต ประมาณ 7-41 ชั่วโมง หลังจากนั้นเพียงไม่กี่วันก็จะถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะอย่างช้าๆ และค่าครึ่งชีวิตอาจจะขยายออกไปถึง 24 วัน (Franzblau, 1994b)

Central Library
Prince of Songkla University

ความเป็นพิษ (Toxicity)

อันตรายจากโครเมียม มักจะพบในรูปของกรดหรือสารประกอบประเภทออกไซด์และเกลือโดยสารประกอบโครเมตและไดโครเมตมีอันตรายมากที่สุด ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการรับเอาละอองไอ ควัน ฝุ่นเข้าไป โดยการสัมผัสกับผิวหนัง การหายใจหรือการกลืนกินเข้าไป (Frangblau, 1994b; Pedersen, 1982; ไมตรี สุทธจิตต์, 2531) อาการที่แสดงออกจะเกิดที่บริเวณรับสัมผัส เช่น

- เกิดการอักเสบที่ผิวหนัง (dermatitis) ตรงบริเวณที่สัมผัสกับโครเมียม เช่น บริเวณโคนนิ้วมือ มีลักษณะเป็นแผลลึก วงกลมขอบเรียบ เกิดอาการคัน มีหนอง (chrome ulcers) ซึ่งถ้าปล่อยทิ้งไว้อาจจะต้องตัดทิ้ง

- เกิดอาการอย่างรุนแรงต่อนัยน์ตาและจมูก คือ ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อนัยน์ตาและเยื่อบุโพรงจมูก ทำให้โพรงจมูกโหว่ (perforation of nasal septum) เป่งบวม

- ทำให้เกิดเป็นมะเร็งที่ผิวหนังและปอดได้ และอาจจะก่อให้เกิดมะเร็งในระบบทางเดินหายใจได้ เนื่องจากสารโครเมตเป็นทั้งสารก่อการกลายพันธุ์และสารก่อมะเร็ง โดยมันจะรบกวนการสังเคราะห์ DNA ในเซลล์

- ถ้าได้รับสารประกอบโครเมตเข้าไปทางปาก จะทำให้ปวดท้อง กระเพาะ ลำไส้เป็นแผลอักเสบ มีอาการอ่อนเพลีย ปวดตามข้อ และตับอักเสบซึ่งอาจเกิดร่วมกับดีซ่านได้

- ในกรณีที่เป็นเรื้อรัง จะทำให้มีอาการหลอดลมอักเสบและฟันผุ

มาตรฐานความปลอดภัยในสิ่งแวดล้อมและในสภาพการทำงาน

ตามมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา ความเข้มข้นของโครเมียมในน้ำดื่ม ไม่ควรเกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และในอากาศบริเวณที่มีชุมชนอาศัย ไม่ควรเกิน 0.028 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับมาตรฐานความปลอดภัยในสภาพการทำงานนั้น ในรูปของฝุ่นหรือละออง ค่ามาตรฐานความปลอดภัยเท่ากับ 1 มิลลิกรัมต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตรของอากาศ และในรูปของละอองและของเหลว ค่ามาตรฐานความปลอดภัย เท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศตลอดระยะเวลาการทำงาน (ไมตรี สุทธจิตต์, 2531; ชมภูศักดิ์ พูลเกษ, 2527)

ระดับปกติของโครเมียมในร่างกาย

ชมภูศักดิ์ พูลเกษ (2527) กล่าวว่า ระดับปกติของโครเมียมในเลือด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.042 ไมโครกรัมต่อลิตร ในทำนองเดียวกัน Lauwerys และ Hoet (1993) รายงาน

ว่า ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในซีรั่มหรือพลาสม่าของคนปกติ ไม่ควรเกิน 0.05 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร Franzblau (1994b) รายงานว่า ระดับปกติของโครเมียมในปัสสาวะต้องไม่เกิน 5 ไมโครกรัมต่อกรัมของ creatinine

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิมพรรณ เกิดอุดม และ เบ็ญจมาศ ศรีสุชาติ (2528) รายงานว่า ปริมาณตะกั่วในเลือดของคนงานโรงงานถ่านไฟฉายมีค่าเฉลี่ย 17.95 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่าเฉลี่ย 19.10 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ ส่วนระดับตะกั่วในปัสสาวะของกลุ่มคนงานมีค่าเฉลี่ย 19.22 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีค่าเฉลี่ย 16.25 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ แต่ความแตกต่างของระดับตะกั่วทั้งในเลือดและปัสสาวะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อุบลรัตน์ สุคนธมาน และ พินิจ ทวีสิน (2530) ได้ศึกษาถึงปริมาณสารตะกั่วในเลือดและปัสสาวะของคนที่อยู่ชิดถนนใหญ่ในบางพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร พบว่าปริมาณตะกั่วในเลือดมีค่าเฉลี่ย 15.6 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ มีพิสัยระหว่าง 14.63-16.57 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณตะกั่วในปัสสาวะมีค่าเฉลี่ย 102.2 ไมโครกรัมต่อลิตร มีพิสัยระหว่าง 95.17-109.21 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วทั้งในเลือดและปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาต่ำกว่าค่าเกณฑ์ปกติที่กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้ศึกษาไว้เมื่อปี 2522-2523

เนาวรัตน์ สุวรรณะบุณย์ และคณะ (2533) รายงานว่า จากการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในเลือดระหว่างกลุ่มคนงาน 644 คน ที่สัมผัสกับตะกั่วในโรงงาน 10 แห่งกับกลุ่มควบคุม 102 คน โดยวัดปริมาณตะกั่วในเลือดด้วยวิธีเทียบสีไดไธโซน พบว่า ปริมาณตะกั่วในกลุ่มของคนงานในโรงงานสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ยกเว้นกลุ่มคนงานในโรงงานเพียง 1 แห่ง) โดยมีค่าเฉลี่ย 23.81 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตรของเลือด แต่ยังต่ำกว่าค่าวิกฤติของระดับตะกั่วที่กำหนดไว้

วินัย เอียดเชื้อ และคณะ (2538) ได้ศึกษาภาวะการเกิดโรคพิษตะกั่วในสถานประกอบการกลุ่มเสี่ยง เขตจังหวัดสงขลา ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ประเภทงานหลอมขั้วแบตเตอรี่ มีค่าระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยสูงสุดคือ 34.92 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร รองลงมา

คือ งานบัดกรี เรียงพิมพ์ ซ่อมรถยนต์ และพ่นสี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.67, 10.27, 8.56 และ 8.06 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ และเปรียบเทียบกับกลุ่มอ้างอิง พบว่า ระดับตะกั่วในเลือดของประเภทงานหลอมขั้วแบตเตอรี่และบัดกรี มีค่าสูงกว่ากลุ่มอ้างอิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.001$

ชูชัย ศุภวงศ์ และคณะ (2539) รายงานว่า จากผลการดำเนินการเฝ้าระวังโรคพิษตะกั่วของกองอาชีวอนามัย ในสถานประกอบการ 56 แห่งในพื้นที่ 16 จังหวัด ในระหว่างปี พ.ศ. 2533–2536 พบว่า สถานประกอบการอู่ซ่อมรถ มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคพิษตะกั่ว โดยผลจากการตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดของคนงาน 181 คน มีคนงาน 1 คนมีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่า 70 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร คิดเป็นร้อยละ 0.55 คนงาน 4 คนมีระดับตะกั่วในเลือดระหว่าง 51-60 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร คิดเป็นร้อยละ 2.21 คนงาน 6 คนมีระดับตะกั่วในเลือดระหว่าง 41-50 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร คิดเป็นร้อยละ 3.31 คนงาน 170 คนมีระดับตะกั่วในเลือดน้อยกว่า 40 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร คิดเป็นร้อยละ 93.92

วราพร ชลอำไพ และคณะ (2539) ได้ศึกษาระดับสารตะกั่วในเลือดของผู้สมัครงานใหม่เปรียบเทียบกับผู้ปฏิบัติงานแล้วในโรงงานอุตสาหกรรม ผลการศึกษาระดับของสารตะกั่วในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2537 ถึง พฤษภาคม 2538 จำนวน 917 ราย จำแนกเป็นผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 317 ราย และผู้ที่มาสมัครเข้าปฏิบัติงานจำนวน 600 ราย พบว่า 15.5, 58.0, 23.3, 2.5, 0.6 เปอร์เซ็นต์ ของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม และผู้ที่มาสมัครเข้าปฏิบัติงานใหม่ 62.7, 34.7, 2.2, 0.5, 0.0 มีระดับสารตะกั่วในเลือดอยู่ระหว่าง 0-10, 11-20, 21-30, 31-40 และมากกว่า 40 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ โดยระดับของสารตะกั่วในเลือดของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมสูงกว่าผู้ที่มาสมัครเข้าปฏิบัติงานใหม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงพอสรุปได้ว่าสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมมีระดับของสารตะกั่วในเลือดสูงเนื่องมาจากการปฏิบัติงาน

Srivastava *et al.* (1990) ได้ศึกษาระดับความเข้มข้นของโลหะหนักในเลือดของคนงานโรงงานอุตสาหกรรมผลิต colored glass artricles พบว่า คนงานที่ทำงานอยู่ในโรงงานที่สัมผัสกับฝุ่น ควันของเม็ดสี ซึ่งได้รับโลหะหนักโดยการหายใจ มีระดับปริมาณตะกั่วในเลือด 9.91 ± 7.39 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และมีความสัมพันธ์กันระหว่างพฤติกรรมการทำงานกับระดับปริมาณโลหะหนักในเลือด

Myslak *et. al.* (1991) ได้ศึกษาการเกิดเนื้องอกที่กระเพาะปัสสาวะในช่างพ่นสี พบว่า มีช่างพ่นสีชายมีก้อนเนื้องอกที่กระเพาะปัสสาวะ จำนวน 403 คน และเป็นโรคเกี่ยวกับต่อมลูกหมาก 426 คน และพบว่า การมีประวัติการทำงานพ่นสีในอดีตนั้น จะส่งผลให้มีอัตราเสี่ยงของการเกิดเนื้องอกที่กระเพาะปัสสาวะเพิ่มขึ้นถึง 2.76 เปอร์เซ็นต์

Roels *et al.* (1993) ได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของไตเบื้องต้นในคนงานที่ทำงานในเขตที่ได้รับมลพิษจากอุตสาหกรรม โดยทำการศึกษาจากตัวอย่างกลุ่มคนงานที่ทำงานสัมผัสกับแคดเมียม ซึ่งมีอายุการทำงานเฉลี่ย 11.3 ปี จำนวน 37 คน (อายุเฉลี่ย 43 ปี) พบว่า กลุ่มคนงานที่ทำงานสัมผัสกับแคดเมียม ค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในเลือดและปัสสาวะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.5 ไมโครกรัมต่อลิตร และ 5.4 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน ตามลำดับ และพบว่า แคดเมียมจะมีผลต่อการเป็นพิษหรือทำลายไต ซึ่งสามารถวัดได้ในปัสสาวะ

Arai *et al.* (1994) รายงานว่า จากการศึกษาระดับตะกั่ว โครเมียม และแคดเมียมในเลือดของคนงานในโรงงานผลิต Cloisonne ware พบว่า คนงานได้รับอันตรายจากการสัมผัสกับตะกั่วอย่างรุนแรง แต่ได้รับอันตรายจากการสัมผัสกับโครเมียมและแคดเมียมเพียงเล็กน้อย โดยในกลุ่มตัวอย่าง 49 คน มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 47.80 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และในกลุ่มควบคุม 62 คน มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 0.97 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ส่วนระดับโครเมียมและแคดเมียมในเลือด มีความแตกต่างกันเล็กน้อยระหว่างกลุ่มตัวอย่างกับกลุ่มควบคุม

Silva และ Santos-Mello (1996) ได้ศึกษาความผิดปกติของโครโมโซมใน Lymphocytes ของช่างพ่นสีรถยนต์ โดยศึกษาจากช่างพ่นสีรถยนต์ในประเทศบราซิล จากสถานประกอบการต่างๆ จำนวน 25 คน พบว่า มีความถี่ของ aneuploidies และ Chromosome deletions ใน peripheral lymphocytes ในกลุ่มตัวอย่างสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Kiilunen (1997) ได้ศึกษาถึงระดับของโครเมียมและนิเกิลในปัสสาวะของคนงานจากการประกอบอาชีพต่างๆ ที่ต้องสัมผัสกับโครเมียมและนิเกิลในประเทศฟินแลนด์ พบว่าค่าเฉลี่ยของโครเมียมในปัสสาวะในคนงานที่ทำงานสัมผัสกับโลหะหนักและคนงานพ่นสีมีค่าเกินมาตรฐาน ส่วนค่าเฉลี่ยของนิเกิลในปัสสาวะยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสี
2. เพื่อสำรวจปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยเบื้องต้นของช่างพ่นสี
3. เพื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียม และโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ข้อมูลเกี่ยวกับระดับความเข้มข้นของโลหะหนักในเลือดและปัสสาวะ และข้อมูลปัญหาสุขภาพอนามัยเบื้องต้นของช่างพ่นสีที่ได้จากการศึกษาทำให้ทราบถึงสถานการณ์ปัญหาสุขภาพในปัจจุบันของคนงานอาชีพนี้
2. ผลการศึกษาคาดว่าจะแสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่อสุขภาพของช่างพ่นสีที่ไม่มีการป้องกันตัวเองจากสารพิษขณะทำงาน ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญในการรณรงค์ให้ช่างพ่นสีทั่วประเทศมีการใส่ชุดป้องกันสารพิษ และงดพฤติกรรมเสี่ยงต่างๆ ในขณะทำงาน
3. การศึกษานี้จะเป็นการกระตุ้นให้ผู้ประกอบอาชีพนี้ เจ้าของ/ผู้ประกอบการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ความสนใจเกี่ยวกับโรคและมลพิษที่เกิดขึ้นจากการทำงานประเภทนี้ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาการเสียสุขภาพของคนงานรวมถึงการกำหนดกฎระเบียบเพื่อให้ความคุ้มครองแก่คนงานที่ป่วยเนื่องจากการทำงาน

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

1. วัสดุ (Materials)

วัสดุที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

- น้ำกลั่นปราศจากอิออน (deionized distilled water)
- เฮปพาริน (heparin) 1,000 unit/ml. LEO, Denmark
- แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ (70 % alcohol)
  บริษัท ห้างขายยาตราเจ็ดดาว จำกัด, ประเทศไทย
- สารละลายตะกั่วมาตรฐาน (1,000 mg/l standard stock lead solution)
  Merck, Germany
- Triton X - 100 Solution Sigma chemical, USA
- แอมโมเนียม ไดไฮโดรเจน ฟอสเฟต (ammonium dihydrogen phosphate; $NH_4H_2PO_4$) Merck, Germany
- กรดไนตริก (nitric acid ; HNO_3) Merck, Germany
- กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid ; HCl) Merck, Germany
- สารละลายโครเมียมมาตรฐาน (1,000 mg/l standard stock chromium solution) Merck, Germany
- พาลาเดียม คลอไรด์ (palladium chloride; $PdCl_2$) BDH, England
- กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) BDH, England
- สารละลายแคดเมียมมาตรฐาน (1,000 mg/l standard stock cadmium solution) Merck, Germany
- อาร์กอน (argon) TIG, Thailand

2. **เครื่องมืออุปกรณ์** (Equipments)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง และอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง รวมทั้งแบบสอบถามข้อมูลปัญหาสุขภาพของช่างพ่นสี ดังนี้

- กระติกน้ำแข็ง
- ถังพลาสติก พร้อมฝาปิด
- ตู้อบความร้อน (drying oven) 25-180 องศาเซลเซียส
  Clayson, New Zealand
- สำลีที่ปราศจากเชื้อ
- สายยางรัด (tourniquet)
- กระบอกฉีดยา (disposal syringe) ขนาด 1, 10 มิลลิลิตร
- เข็มฉีดยา เบอร์ 21 (sterile needle)
- หลอดพลาสติกปราศจากโลหะพร้อมฝาปิด
- ขวดพลาสติกปลอดโลหะพร้อมฝาปิด
- เครื่องอะตอมมิกแอบซอบชั่นสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แบบกราไฟต์เฟอร์เนส
  (graphite furnace atomic absorption spectrophotometer)
  GTA 100 Spectr AA-800 Varian, Australia
- Pipette Tips
- ขวดวัดปริมาตร (volumetric flasks) ขนาด 10, 100 และ 500 มิลลิลิตร
- เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (analytical balance)
  Sartorius Model B 3100S Sartorius Co.Ltd, Germany
- เครื่องเขย่า (touch mixer model 231) Clay Adams, USA.
- เครื่องย่อยไมโครเวฟ สำหรับงานในห้องปฏิบัติการเคมี (microwave digestion)
  MDS-2000 CEM Corporation, USA.
- อุปกรณ์เครื่องแก้วที่จำเป็นอื่นๆ
- แบบสอบถามข้อมูลปัญหาสุขภาพของช่างพ่นสี โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็นหมวดข้อมูลประวัติ หมวดพฤติกรรม และหมวดสุขภาพ (อาการแสดง) และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขอบเขตและวิธีดำเนินการวิจัย

3.1.1 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาโดยเก็บตัวอย่างเลือดและปัสสาวะจากช่างพ่นสีในสถานประกอบการพ่นสี (อู่ เคาะ พ่นสีรถยนต์) ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จ. สงขลา เพื่อนำมาวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียมและโครเมียม จำนวนเม็ดเลือดชนิดต่างๆ และระดับของ creatinine ในปัสสาวะ พร้อมการสำรวจข้อมูลปัญหาสุขภาพอนามัยเบื้องต้นด้วยแบบสอบถาม

3.1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1.2.1 การสุ่มตัวอย่าง

ทำการสุ่มตัวอย่างช่างพ่นสี โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งเป็นช่างพ่นสีที่สมัครใจให้ทำการศึกษาจากสถานประกอบการพ่นสี (อู่ เคาะ พ่นสีรถยนต์) ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จ. สงขลา จำนวน 70 คน โดยมีอายุการทำงานตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป และไม่เคยมีประวัติการทำงานที่เกี่ยวข้องกับโลหะตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมมาก่อน ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษในขณะทำงาน โดยอย่างน้อยต้องใส่หน้ากาก (respirator) แบบมีแผ่นกรองอากาศ จำนวน 20 คน และกลุ่มตัวอย่างช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษในขณะทำงาน จำนวน 50 คน โดยมีบุคคลทั่วไปที่ไม่ได้ทำงานเกี่ยวข้องกับโลหะหนักทั้งสามชนิดนี้เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน

3.1.2.2 การเก็บตัวอย่าง

<u>การเก็บตัวอย่างเลือด</u>

เก็บตัวอย่างเลือดโดยใช้สายยางรัดบริเวณต้นแขนข้างที่จะเจาะเลือด ห่างจากข้อศอกขึ้นไปประมาณ 3 นิ้ว ทำความสะอาดบริเวณที่จะเจาะเลือดด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้เข็มพร้อมกระบอกฉีดยาแทงบริเวณเส้นเลือด ดูดเลือดออกมาประมาณ 5 มิลลิลิตร ปลดเข็มออกจากกระบอกฉีดยา ถ่ายเลือดประมาณ 4 มิลลิลิตร ลงในหลอดพลาสติกปลอดโลหะที่มีสารป้องกันเลือดแข็งตัวชนิด heparin โดยใช้ heparin 20 ยูนิตต่อ

เลือด 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปเก็บไว้ในกระติกน้ำแข็ง ถ่ายเลือดอีกประมาณ 1 มิลลิลิตร ลงในขวดบรรจุ EDTA เพื่อส่งตรวจทางโลหิตวิทยา (CBC) ที่ห้องปฏิบัติการโลหิตวิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ

เก็บตัวอย่างปัสสาวะส่วนหนึ่ง (ประมาณ 20 มิลลิลิตร) ในขวดพลาสติกปลอดโลหะและหยดกรดไนตริกจนมี pH ต่ำกว่า 2 แล้วปิดฝาให้สนิท นำไปเก็บในกระติกน้ำแข็ง นำปัสสาวะอีกส่วนหนึ่ง (ประมาณ 20 มิลลิลิตร) บรรจุในขวดพลาสติกเก็บตัวอย่างปัสสาวะเพื่อส่งตรวจวัดระดับ creatinine ที่หน่วยเคมีคลินิค ภาควิชาพยาธิวิทยา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

ข้อมูลปัญหาสุขภาพ

สังเกตและสอบถามข้อมูลปัญหาสุขภาพอนามัยเบื้องต้นของช่างพ่นสี และสภาพแวดล้อมในการทำงาน ตามแบบสัมภาษณ์และบันทึกผล

3.1.2.3 วิธีการเตรียมเครื่องแก้วและภาชนะบรรจุตัวอย่าง

นำอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของสารต่างๆ แช่ในน้ำซึ่งละลายผงซักฟอกเป็นเวลา 1 วัน แล้วนำไปแช่ในกรดไนตริกเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 วัน จากนั้นนำไปแช่ในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 วัน แล้วนำมาล้างด้วยน้ำกลั่นปราศจากอิออน 3 ครั้งและนำไปอบจนแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส

3.1.2.4 การเตรียมตัวอย่าง สำหรับการวิเคราะห์โลหะหนัก

การย่อยตัวอย่างเลือด

ก่อนการวิเคราะห์ปริมาณสารตะกั่ว ทำการย่อยตัวอย่างเลือดกับกรดไนตริกด้วยเครื่องย่อยไมโครเวฟ โดยใช้ตัวอย่างเลือด 2.5 มิลลิลิตร เติมกรดไนตริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร แล้วทำการย่อยด้วยเครื่องย่อยไมโครเวฟจนเป็นสารละลายใส เป็นเวลา 75 นาที (ดัดแปลงจาก CEM Corporation, 1994) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ทำการปรับปริมาตรให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ ด้วยน้ำกลั่นปราศจากอิออน

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว

นำตัวอย่างเลือดที่ทำการย่อยแล้ว มาวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอฟชั่นสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แบบกราไฟต์เฟอร์เนส ที่ความยาวคลื่น 283.3 นาโนเมตร (ดัดแปลงจาก Flajnik and Shrader, 1993)

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณตะกั่วในเลือด} = \frac{A \times V}{B} \ \mu g/l$$

เมื่อ A = ค่าความเข้มข้นที่ได้จากการอ่าน ($\mu g/l$)

B = ปริมาตรของเลือด (ml)

V = ปริมาตรของสารละลาย (ml)

การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างเลือด

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างเลือด ใช้ตัวอย่างควบคุมคุณภาพ (Blood Metals Control) จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งมีระดับความเข้มข้น 9.99 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ทำการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วใน ตัวอย่างควบคุมคุณภาพ โดยใช้วิธีเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างจริง โดยกระทำซ้ำ 5 ครั้ง นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of variation, C.V.) ความถูกต้อง (Accuracy) และขีดจำกัดของการตรวจหา (Detection limit) ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{Coefficient of variation (C.V.)} = \frac{S.D.}{\overline{X}} \times 100$$

เมื่อ S.D. = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{ปริมาณสารที่วิเคราะห์ได้}}{\text{ปริมาณสารที่มีอยู่จริง}} \times 100$$

$$\text{Detection limit} = \frac{2 \times \text{S.D.}}{M}$$

เมื่อ S.D. = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของ Absorbance

M = ค่าความชันของกราฟ

<u>การวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมและโครเมียมในตัวอย่างปัสสาวะ</u>

นำตัวอย่างปัสสาวะมาวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมและโครเมียมด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอฟชั่นสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แบบกราไฟต์เฟอร์เนส ที่ความยาวคลื่น 228.8 นาโนเมตร และ 357.9 นาโนเมตร ตามลำดับ (ดัดแปลงจาก Steven *et al.*, 1996; ดัดแปลงจาก Keith and Michael, 1984)

<u>การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมและโครเมียมในตัวอย่างปัสสาวะ</u>

การวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมและโครเมียมในตัวอย่างปัสสาวะใช้ตัวอย่างควบคุมคุณภาพ (Urine Metals Control) จากบริษัท Bio-Rad Laboratories Limited ,Germany ซึ่งแบ่งเป็น 2 ระดับความเข้มข้น คือ

แคดเมียมมีความเข้มข้นที่ 7.1 ไมโครกรัมต่อลิตรและ 12.5 ไมโครกรัมต่อลิตร

โครเมียมมีความเข้มข้นที่ 2.2 ไมโครกรัมต่อลิตรและ 23.3 ไมโครกรัมต่อลิตร

ทำการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมและโครเมียมในตัวอย่างควบคุมคุณภาพ โดยใช้วิธีเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมและโครเมียมในตัวอย่างจริง โดยกระทำซ้ำ 5 ครั้ง นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of variation, C.V.) ความถูกต้อง (Accuracy) และขีดจำกัดของการตรวจหา (Detection limit) ซึ่งคำนวณตามสูตรดังกล่าวไว้ข้างต้น

3.2 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทดสอบความแตกต่างของระดับตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ใส่และไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม ด้วยวิธีทางสถิติแบบ Nonparametric โดยการทดสอบแบบ Kruskall-Wallis test และทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มย่อย โดยการทดสอบแบบ Mann-Whitney U-test ข้อมูลผลการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะ จะรายงานเป็น ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ข้อมูลในแบบสอบถามจะวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS รายงานผลเป็นร้อยละ

3.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เริ่ม มิถุนายน 2541

สิ้นสุด มิถุนายน 2542

3.4 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการพิษวิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทที่ 3

ผลการวิจัย

จากการศึกษาระดับตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ได้ช่างพ่นสี จำนวน 70 คน ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน โดยอย่างน้อยต้องใส่หน้ากากป้องกันสารพิษแบบมีแผ่นกรองอากาศขณะทำงาน จำนวน 20 คน กลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน จำนวน 50 คน แล้วเก็บตัวอย่างเลือดของช่างพ่นสีมาวิเคราะห์หาระดับตะกั่ว และเก็บตัวอย่างปัสสาวะมาวิเคราะห์หาระดับแคดเมียมและโครเมียม ด้วยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometry และสอบถามสิ่งแวดล้อมในการทำงานและภาวะสุขภาพเบื้องต้นของช่างพ่นสี ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

1. ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด

1.1 ผลการควบคุมคุณภาพเพื่อหาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือด

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือด พบว่าวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์หาระดับตะกั่วในเลือด มีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of variation ,C.V.) ร้อยละ 2.96 มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) เฉลี่ยร้อยละ 98.81 $\pm$ 2.93 และมีขีดจำกัดของการตรวจหา (Detection limit) 0.92 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร (รายละเอียดดังแสดงในตารางภาคผนวก 2)

1.2 ผลการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือด

ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของกลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.421 $\pm$ 4.065 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร มีพิสัยระหว่าง 5.27 - 26.00 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของกลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่

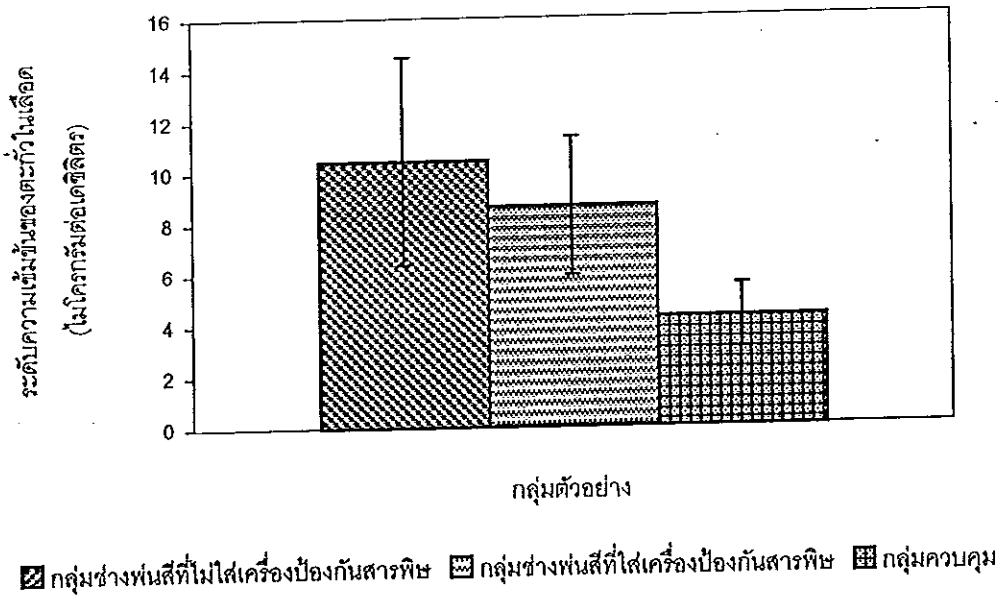
เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.619 ± 2.720 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร มีพิสัยระหว่าง 3.54 - 14.1 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.235 ± 1.252 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร มีพิสัยระหว่าง 2.325 - 6.50 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร รายละเอียดดังแสดงในตาราง 1 และภาพประกอบ 1

ตาราง 1 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)

กลุ่มตัวอย่าง	ขนาดตัวอย่าง (n)	ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด	พิสัย (Range)
ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ	50	10.421 ± 4.065[1,**]	5.27 - 26.00
ช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ	20	8.619 ± 2.720[**]	3.54 - 14.10
กลุ่มควบคุม	30	4.235 ± 1.252	2.325 - 6.50

หมายเหตุ ** : แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

1 : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD.)



ภาพประกอบ 1 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)

1.3 ผลการเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด ระหว่างกลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ กลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษและกลุ่มควบคุม

ผลการศึกษาพบว่า ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดระหว่างกลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ กลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษและกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดครั้งละสองกลุ่ม พบว่า กลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษและกลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษมีระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษและกลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษมีระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

2. ระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (Hematocrit) และระดับฮีโมโกลบิน (Hemoglobin)

จากการวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง และระดับฮีโมโกลบินในเลือดของช่างพ่นสี พบว่า ช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษมีระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงเฉลี่ยร้อยละ 43.58 ± 2.70 มีพิสัยระหว่างร้อยละ 38 - 51 และมีระดับฮีโมโกลบินเฉลี่ย 14.42 ± 1.18 กรัมต่อเดซิลิตร มีพิสัยระหว่าง 11.60 - 17.20 กรัมต่อเดซิลิตร ช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษมีระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงเฉลี่ยร้อยละ 44.95 ± 2.35 มีพิสัยระหว่างร้อยละ 41 - 51 และมีระดับฮีโมโกลบินเฉลี่ย 14.79 ± 1.09 กรัมต่อเดซิลิตร มีพิสัยระหว่าง 13.10 - 17.40 กรัมต่อเดซิลิตร

3. ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะ

3.1 ผลการควบคุมคุณภาพเพื่อหาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ระดับแคดเมียมในปัสสาวะ

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ระดับแคดเมียมในปัสสาวะ พบว่า วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์หาระดับแคดเมียมในปัสสาวะ มีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of variation ,C.V.) ร้อยละ 1.02 มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) เฉลี่ยร้อยละ 85.08 ± 2.12 และมีขีดจำกัดของการตรวจหา (Detection limit) 0.089 ไมโครกรัมต่อลิตร (รายละเอียดดังแสดงในตารางภาคผนวก 9)

3.2 ผลการวิเคราะห์ระดับแคดเมียมในปัสสาวะ

ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของกลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.755 ± 0.538 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน มีพิสัยระหว่าง 0.29 - 3.42 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของกลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานมีค่าเฉลี่ย 0.566 ± 0.258 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน มีพิสัยระหว่าง 0.15 - 1.05 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน และระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย 0.124 ± 0.092

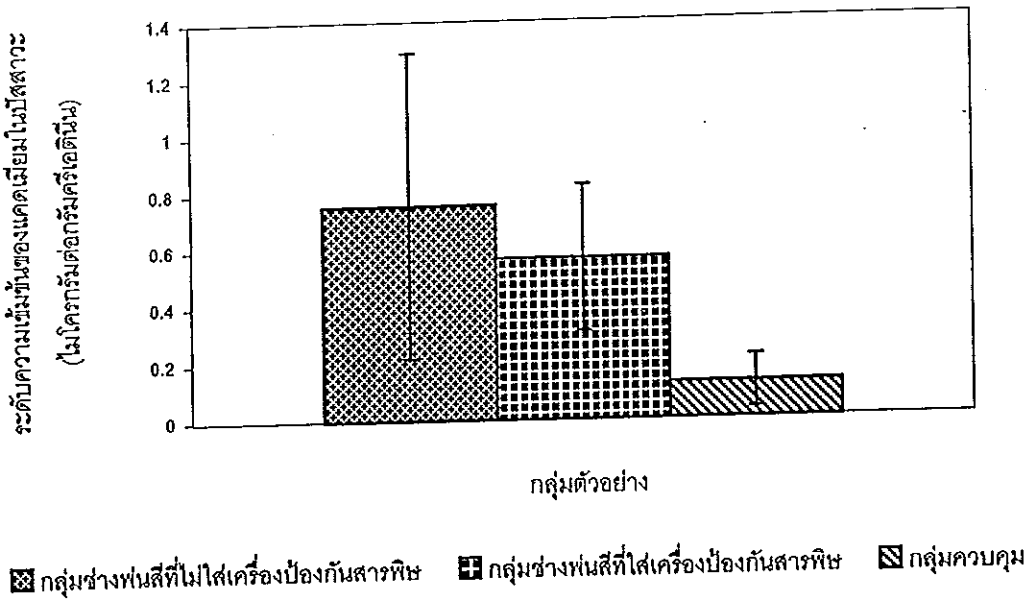
ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน มีพิสัยระหว่าง 0.00 - 0.30 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน รายละเอียดดังแสดงในตาราง 2 และภาพประกอบ 2

ตาราง 2 ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)

กลุ่มตัวอย่าง	ขนาดตัวอย่าง (n)	ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะ	พิสัย (Range)
ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ	50	$0.755 \pm 0.538^{1,**}$	0.29 – 3.42
ช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ	20	$0.566 \pm 0.258^{**}$	0.15 - 1.05
กลุ่มควบคุม	30	0.124 ± 0.092	0.00 - 0.30

หมายเหตุ ** : แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

1 : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD.)



ภาพประกอบ 2 ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)

3.3 ผลการเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะ ระหว่างกลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ กลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษและกลุ่มควบคุม

ผลการศึกษาพบว่า ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะ ระหว่างกลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ กลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษและกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะครั้งละสองกลุ่ม พบว่า กลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษและกลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษมีระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษและกลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษมีระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

4.ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะ

4.1 ผลการควบคุมคุณภาพเพื่อหาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ระดับโครเมียมในปัสสาวะ

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ระดับโครเมียมในปัสสาวะ พบว่าวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์หาระดับโครเมียมในปัสสาวะ มีค่าสัมประสิทธ์ของความแปรปรวน (Coefficient of variation ,C.V.) ร้อยละ 6.22 มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) เฉลี่ยร้อยละ 107.14 $\pm$.12.97 และมีขีดจำกัดของการตรวจหา (Detection limit) 0.38 ไมโครกรัมต่อลิตร (รายละเอียดดังแสดงในตารางภาคผนวก 14)

4.2 ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะ

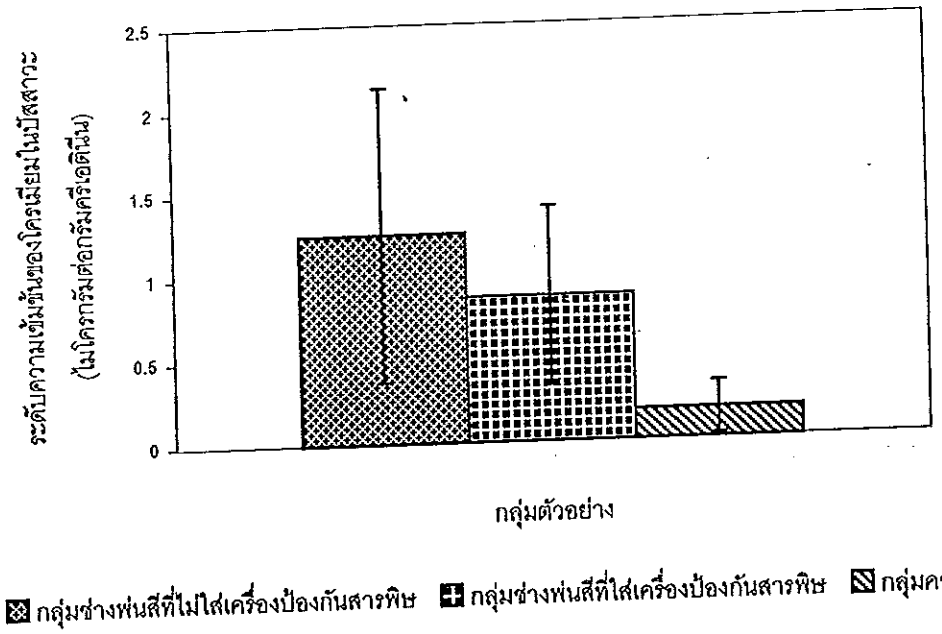
ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะกลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.247 $\pm$ 0.882 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน มีพิสัยระหว่าง 0.11 - 3.90 ไมโครกรัมต่อกรัม ครีเอตินีน ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของกลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.867 $\pm$ 0.536 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน มีพิสัยระหว่าง 0.19 - 2.44 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน และระดับควาามเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.173 $\pm$ 0.155 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน มีพิสัยระหว่าง 0.01 - 0.67 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน รายละเอียดดังแสดงในตาราง 3 และภาพประกอบ 3

ตาราง 3 ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)

กลุ่มตัวอย่าง	ขนาดตัวอย่าง (n)	ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะ	พิสัย (Range)
ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ	50	$1.247 \pm 0.882^{1,**}$	0.11-3.90
ช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ	20	$0.867 \pm 0.536^{**}$	0.19 -2.44
กลุ่มควบคุม	30	0.173 ± 0.155	0.01-0.67

หมายเหตุ ** : แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

1 : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD.)



ภาพประกอบ 3 ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ ช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ และกลุ่มควบคุม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)

4.3 ผลการเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะ ระหว่างกลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ กลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษและกลุ่มควบคุม

ผลการศึกษาพบว่า ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะ ระหว่างกลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษ กลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษและกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะครั้งละสองกลุ่ม พบว่า กลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษและกลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษมีระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษและกลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษมีระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

5 การสอบถามสิ่งแวดล้อมและภาวะสุขภาพเบื้องต้นของช่างพ่นสี

5.1 ผลการสอบถามข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับช่างพ่นสี สามารถแยกอธิบายตามลักษณะต่างๆ ดังนี้ (รายละเอียดดังแสดงในตารางภาคผนวก 18,19, 20 และ 21)

เพศ เป็นเพศชายร้อยละ 100

อายุ อายุของผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในช่วงระหว่าง 17 - 47 ปี มีอายุเฉลี่ย 27 ปี

ส่วนสูงอยู่ในช่วงระหว่าง 158 - 180 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 165.7 เซนติเมตร

น้ำหนักอยู่ในช่วงระหว่าง 44 - 84 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ย 55.4 กิโลกรัม

เมื่อพิจารณาถึงสถานภาพสมรส พบว่า เป็นโสดร้อยละ 51.4 สมรสร้อยละ 48.6

การศึกษาจบ ป.6 ร้อยละ 60 มัธยมต้นร้อยละ 24.3 มัธยมปลาย หรือ ปวช. ร้อยละ 14.3 และอนุปริญญา หรือ ปวส.ร้อยละ 1.4

อายุการทำงาน พบว่า มีอายุการทำงานเฉลี่ย 8.3 ปี โดยอยู่ในช่วงระหว่าง 1 - 20 ปี

ประวัติการสูบบุหรี่ พบว่า สูบบุหรี่ร้อยละ 64.3 เคยสูบแต่ปัจจุบันเลิกแล้วร้อยละ 10 ไม่สูบบุหรี่ร้อยละ 25.7 การสูบบุหรี่ในที่ทำงาน ไม่สูบร้อยละ 34.3 สูบบ้างไม่สูบบ้างร้อยละ 28.6 และสูบเป็นประจำร้อยละ 37.1

ประวัติการดื่มสุรา พบว่า ไม่เคยดื่มร้อยละ 28.6 เคยดื่มแต่ปัจจุบันเลิกแล้วร้อยละ 4.3 ปัจจุบันดื่มสุราร้อยละ 67.1

ประวัติการใช้สารเสพติด พบว่า ไม่เคยใช้สารเสพติดร้อยละ 91.4 เคยใช้แต่ปัจจุบันเลิกแล้วร้อยละ 8.6

ประวัติการประสบอุบัติเหตุครั้งใหญ่ พบว่า เคยประสบอุบัติเหตุครั้งใหญ่ร้อยละ 17.1 อุบัติเหตุที่ประสบคือ อุบัติเหตุบนท้องถนนร้อยละ 83.3 อุบัติเหตุภายในบ้านร้อยละ 16.7 และจากอุบัติเหตุที่ประสบไม่ส่งผลต่อสุขภาพในปัจจุบัน

การใช้ยาเป็นประจำ พบว่า มีการใช้ยาเป็นประจำมากกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ร้อยละ 10 เป็นยาแก้ปวดร้อยละ 28.6 ยาแก้แพ้ร้อยละ 57.1 และยาตามแพทย์สั่งร้อยละ 14.3

โรคประจำตัว พบว่า มีโรคประจำตัวร้อยละ 5.7 ในจำนวนนี้เป็นโรคภูมิแพ้ร้อยละ 75 และโรคตับอักเสบร้อยละ 25

การตรวจสุขภาพก่อนเข้ามาทำงาน พบว่า ได้รับการตรวจสุขภาพก่อนเข้ามาทำงานร้อยละ 7.1 ไม่ได้รับการตรวจสุขภาพก่อนเข้ามาทำงานร้อยละ 92.9

การตรวจสุขภาพประจำปีเมื่อเข้ามาทำงานแล้ว พบว่า ได้รับการตรวจสุขภาพประจำปีเมื่อเข้ามาทำงานแล้วร้อยละ 4.3 ไม่ได้รับการตรวจสุขภาพประจำปีเมื่อเข้ามาทำงานแล้วร้อยละ 95.7

5.2 ข้อมูลพฤติกรรมความเสี่ยงต่อการได้รับสารตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม

ข้อมูลพฤติกรรมความเสี่ยงต่อการได้รับสารตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมเกี่ยวกับช่างพ่นสีสามารถแยกอธิบายตามลักษณะต่างๆ ดังนี้ (ตารางภาคผนวก 21)

จำนวนชั่วโมงการทำงาน พบว่า โดยเฉลี่ยทำงานวันละ 8 ชั่วโมง

การใช้หน้ากากปิดจมูกในขณะทำงาน พบว่า มีการใช้หน้ากากปิดจมูกในขณะทำงานเป็นทุกครั้งร้อยละ 27.2 ใช้บ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 57.1 และไม่เคยใช้เลยร้อยละ 15.7

การมีเสื้อผ้าชุดทำงาน พบว่า มีเสื้อผ้าชุดทำงานร้อยละ 8.6 และส่วนใหญ่ใช้เสื้อผ้าที่ใส่มาจากบ้านเป็นชุดทำงานร้อยละ 91.4

การแยกเก็บเสื้อผ้าชุดที่ใส่ทำงานก่อนซัก พบว่า มีการแยกเก็บร้อยละ 2.9 แยกบ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 55.7 และไม่เคยแยกเลยร้อยละ 41.4

การแยกซักเสื้อผ้าชุดที่ใส่ทำงานพบว่า มีการแยกซักร้อยละ 7.1 แยกบ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 38.6 และไม่เคยแยกเลยร้อยละ 54.3

การล้างมือขณะดื่มน้ำในช่วงเวลาทำงาน พบว่า มีการล้างมือทุกครั้งร้อยละ 20 ล้างบ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 32.9 และไม่เคยล้างเลยร้อยละ 47.1

การล้างมือก่อนรับประทานอาหารกลางวันและอาหารว่าง พบว่า ล้างมือทุกครั้งร้อยละ 70 ล้างบ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 18.6 และไม่เคยล้างเลยร้อยละ 11.4

การใช้ผ้าคลุมผมหรือหมวกขณะทำงาน พบว่า มีการใช้ผ้าคลุมผมหรือหมวกทุกครั้งร้อยละ 12.8 ใช้บ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 18.6 และไม่เคยใช้เลยร้อยละ 68.6

การอาบน้ำหลังเลิกงาน พบว่า อาบน้ำหลังเลิกงานทุกวันร้อยละ 82.9 อาบบ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 10 และไม่เคยอาบเลยร้อยละ 7.1

การสระผมหลังเลิกงาน พบว่า สระผมหลังเลิกงานทุกวันร้อยละ 44.3 สระบ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 52.9 และไม่เคยสระเลยร้อยละ 2.8

5.3 ข้อมูลอาการและความรู้สึก

ข้อมูลอาการและความรู้สึกของช่างพ่นสี รายละเอียดดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ข้อมูลอาการและความรู้สึก และระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด แคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสี

อาการและความรู้สึก	จำนวน (คน)	ร้อยละ	ระดับความเข้มข้น		
			ตะกั่ว (μg/dl)	แคดเมียม (μg/g creatinine)	โครเมียม (μg/g creatinine)
ปากแห้ง	38	54.3	10.57 ± 2.79 *	0.63 ± 0.26 *	1.01 ± 0.63 *
			5.70 – 17.40 **	0.15 – 1.24 **	0.19 – 2.86 **
ระคายคอ	38	54.3	9.74 ± 4.12	0.54 ± 0.19	1.25 ± 0.41
			5.27 – 26.00	0.15 – 0.83	0.54 – 2.34
อ่อนเพลีย	34	48.6	10.07 ± 1.38	0.57 ± 0.19	1.02 ± 0.66
			7.86 – 12.64	0.29 – 0.87	0.11 – 3.40
ปวดกล้ามเนื้อ	31	44.3	8.28 ± 1.22	0.79 ± 0.44	0.99 ± 0.37
			6.40 – 10.30	0.30 – 2.34	0.34 – 1.63
คัดจมูก	31	44.3	10.11 ± 4.02	0.58 ± 0.20	1.01 ± 0.78
			5.36 – 26.00	0.29 – 1.01	0.19 – 3.72

ตาราง 4 (ต่อ)

อาการและความรู้สึก	จำนวน (คน)	ร้อยละ	ระดับความเข้มข้น		
			ตะกั่ว (μg/dl)	แคดเมียม (μg/g creatinine)	โครเมียม (μg/g creatinine)
หงุดหงิด	29	41.4	10.05 ± 3.25	0.58 ± 0.24	1.29 ± 0.46
			5.27 – 19.82	0.22 – 1.07	0.64 – 2.35
ปวดศีรษะ	29	41.4	9.81 ± 2.01	0.77 ± 0.68	0.95 ± 0.50
			6.44 – 14.35	0.22 – 3.42	0.25 – 2.50
จาม	27	38.6	11.25 ± 3.82	0.69 ± 0.27	1.68 ± 0.62
			7.31 – 26.00	0.30 – 1.46	1.07 – 3.60
รู้สึกคล้ายเมา	25	35.7	10.33 ± 3.71	0.81 ± 0.61	1.03 ± 0.37
			5.27 – 19.82	0.32 – 3.42	0.49 – 2.01
ปวดตามข้อ	24	34.3	10.66 ± 4.17	0.64 ± 0.25	1.05 ± 0.77
			6.44 – 26.00	0.30 – 1.24	0.11 – 3.60
ใจสั่น	24	34.3	10.96 ± 4.49	0.65 ± 0.26	1.74 ± 0.75
			5.27 – 26.00	0.31 – 1.32	1.09 – 3.72
วิงเวียนศีรษะ	24	34.3	9.88 ± 1.91	0.70 ± 0.22	0.93 ± 0.72
			6.40 – 15.15	0.30 – 1.24	0.11 – 3.40
มีเสมหะ	24	34.3	9.85 ± 2.63	0.80 ± 0.40	0.97 ± 0.62
			5.36 – 16.34	0.40 – 2.34	0.25 – 2.86
ชาตามปลายแขน ปลายขา	23	32.9	8.64 ± 3.57	0.54 ± 0.24	1.00 ± 0.55
			5.27 – 19.82	0.15 – 1.01	0.49 – 2.50

ตาราง 4 (ต่อ)

อาการและความรู้สึก	จำนวน (คน)	ร้อยละ	ระดับความเข้มข้น		
			ตะกั่ว (μg/dl)	แคดเมียม (μg/g creatinine)	โครเมียม (μg/g creatinine)
แสบจมูก	23	32.9	10.63 ± 4.51	0.83 ± 0.62	0.71 ± 0.26
			5.50 – 26.00	0.32 – 3.42	0.32 – 1.16
อารมณ์เปลี่ยนแปลงง่าย	22	31.4	11.78 ± 3.51	0.59 ± 0.19	1.07 ± 0.88
			7.86 – 18.24	0.21 – 0.86	0.11 – 3.72
ท้องผูก	21	30.0	8.56 ± 3.40	0.55 ± 0.23	1.18 ± 0.60
			5.36 – 19.82	0.15 – 0.89	0.25 – 2.86
นอนไม่ค่อยหลับ	21	30.0	11.52 ± 4.68	0.73 ± 0.65	1.06 ± 0.83
			6.44 – 26.00	0.21 – 3.42	0.34 – 3.60
มือสั่น	21	30.0	10.82 ± 4.32	0.63 ± 0.17	1.06 ± 0.54
			5.36 – 26.00	0.39 – 0.86	0.33 – 2.35
ไอ	21	30.0	9.83 ± 4.49	0.84 ± 0.62	1.10 ± 0.59
			5.50 – 26.00	0.42 – 3.42	0.19 – 2.34
เป็นตะคริว	21	30.0	11.71 ± 3.09	0.66 ± 0.62	1.63 ± 0.66
			7.86 – 18.24	0.15 – 3.42	1.09 – 3.60
มึนงง สับสน	18	25.7	11.59 ± 1.63	0.65 ± 0.30	1.27 ± 0.80
			10.28 – 15.15	0.31 – 1.24	0.46 – 3.72

ตาราง 4 (ต่อ)

อาการและความรู้สึก	จำนวน (คน)	ร้อยละ	ระดับความเข้มข้น		
			ตะกั่ว (μg/dl)	แคดเมียม (μg/g creatinine)	โครเมียม (μg/g creatinine)
ปวดท้อง	17	24.3	11.37 ± 5.03	0.65 ± 0.16	1.77 ± 0.69
			5.50 – 26.00	0.39 – 0.84	1.07 – 3.60
แสบตา	17	24.3	10.24 ± 3.21	0.69 ± 0.35	0.87 ± 0.62
			6.44 – 19.82	0.30 – 1.46	0.11 – 2.35
กล้ามเนื้อกระตุกพริ้ว	15	21.4	14.50 ± 4.28	0.61 ± 0.16	1.61 ± 0.76
			10.37 – 26.00	0.33 – 0.87	1.07 – 3.90
ความจำแย่ลง	15	21.4	12.92 ± 1.48	0.63 ± 0.28	1.32 ± 1.03
			11.38 – 16.34	0.32 – 1.26	0.19 – 3.72
ท้องเสีย ท้องอืด	14	20.0	15.68 ± 3.61	0.64 ± 0.30	1.55 ± 0.37
			12.00 – 26.00	0.21 – 1.24	1.16 – 2.13
คลื่นไส้	14	20.0	10.85 ± 4.79	0.63 ± 0.18	0.99 ± 0.44
			5.50 – 26.00	0.33 – 0.85	0.46 – 2.01
ทรงตัวไม่ดี	14	20.0	11.48 ± 5.37	0.60 ± 0.29	1.01 ± 0.72
			6.44 – 26.00	0.29 – 1.32	0.11 – 2.13
หายใจลำบาก	14	20.0	8.40 ± 2.69	0.84 ± 0.78	1.24 ± 0.67
			5.36 – 16.34	0.22 – 3.42	0.19 – 2.86

ตาราง 4 (ต่อ)

อาการและความรู้สึก	จำนวน (คน)	ร้อยละ	ระดับความเข้มข้น		
			ตะกั่ว (μg/dl)	แคดเมียม (μg/g creatinine)	โครเมียม (μg/g creatinine)
เบื่ออาหาร	13	18.6	9.74 ± 3.75	0.61 ± 0.19	1.86 ± 0.90
			5.36 – 19.82	0.34 – 0.88	1.15 – 3.72
ไม่มีสมาธิ	13	18.6	9.48 ± 2.58	0.64 ± 0.14	1.38 ± 1.15
			6.40 – 16.34	0.42 – 0.87	0.33 – 3.90
น้ำหนักลด	12	17.1	11.58 ± 4.78	0.86 ± 0.80	1.00 ± 0.58
			7.86 – 26.00	0.22 – 3.42	0.11 – 2.13
กล้ามเนื้อไม่มีแรง	12	17.1	9.92 ± 3.76	0.76 ± 0.54	1.08 ± 0.72
			5.50 – 19.82	0.30 – 2.34	0.11 – 2.72
เศร้าซึม	10	14.3	11.70 ± 2.35	0.59 ± 0.21	0.92 ± 0.74
			9.23 – 16.34	0.32 – 1.01	0.19 – 2.35
มีแผลในช่องปาก	8	11.4	11.29 ± 5.80	0.61 ± 0.33	1.82 ± 0.87
			6.95 – 26.00	0.15 – 1.07	1.07 – 3.60
ตาพร่ามัว	8	11.4	9.75 ± 6.27	0.60 ± 0.14	1.24 ± 0.35
			5.50 – 26.00	0.42 – 0.86	0.93 – 2.01
ตาแดง	5	7.1	10.22 ± 5.50	0.65 ± 0.08	2.18 ± 0.81
			6.44 – 19.82	0.55 – 0.75	1.63 – 3.60

ตาราง 4 (ต่อ)

อาการและความรู้สึก	จำนวน (คน)	ร้อยละ	ระดับความเข้มข้น		
			ตะกั่ว (μg/dl)	แคดเมียม (μg/g creatinine)	โครเมียม (μg/g creatinine)
คันและมีผื่นตามตัว	3	4.3	9.39 ± 1.10	0.63 ± 0.22	1.52 ± 0.12
			8.40 – 10.92	0.41 – 0.85	1.40 – 1.63
อาเจียน	1	1.4	11.20 ± 0.00	0.71 ± 0.00	1.08 ± 0.00
			11.20	0.71	1.08
ลิ้นมีรสหวานแปลกๆ	1	1.4	10.92 ± 0.00	0.80 ± 0.00	1.69 ± 0.00
			10.92	0.80	1.69

หมายเหตุ * : ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD.)

** : ค่าพิสัย (Range)

จากข้อมูลอาการและความรู้สึก ในตาราง 4 พบว่า ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด แคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสี ในคนที่มีอาการและความรู้สึกต่างๆ เหล่านี้ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับคนที่ไม่มีอาการและความรู้สึก

5.4 ข้อมูลสภาพแวดล้อมในการทำงาน (รายละเอียดดังแสดงในตารางภาคผนวก 22)

จากการสำรวจสภาพแวดล้อมในการทำงานของกลุ่มตัวอย่างช่างพ่นสีทั้ง 70 คน ซึ่งทำงานในอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ 28 แห่ง พบว่า มีอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ที่มีห้องแยกสำหรับการพ่นสีโดยเฉพาะ ร้อยละ 35.71 และมีอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องแยกสำหรับการพ่นสีโดยเฉพาะ ร้อยละ 64.29

สำหรับอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ที่มีห้องแยกสำหรับการพ่นสีโดยเฉพาะนั้น พบว่า มีการระบายอากาศภายในอู่เคาะพ่นสีรถยนต์แบบพัดลมดูดอากาศ ร้อยละ 80.00 และแบบระบบปิด ร้อยละ 20.00

การจัดหาหน้ากากปิดจมูกให้กับคนงานของเจ้าของอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ พบว่า มีการจัดหาหน้ากากปิดจมูกให้กับคนงาน ร้อยละ 46.43 และไม่มีการจัดหาหน้ากากปิดจมูกให้กับคนงาน ร้อยละ 53.57

บทที่ 4

วิจารณ์ผล

1. ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะ

ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานและช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานโดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยในการทำงาน (10.421 $\pm$ 4.065 และ 8.619 $\pm$ 2.72 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานความความปลอดภัยของตะกั่วในเลือดซึ่ง Levy and Wegman (1995) กล่าวไว้คือ ไม่เกิน 40 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และจากผลการศึกษาในครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Srivastiva.,*et al* (1990) ที่ศึกษา ระดับความเข้มข้นของโลหะหนักในเลือดของคนงานในโรงงานอุตสาหกรรม และพบว่าคนงานในโรงงานพ่นสีแก้วมีระดับตะกั่วในเลือด 9.91 $\pm$ 7.39 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และการศึกษาของวิชัย เอียดเอื้อและคณะ (2538) โดยพบว่าระดับตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีในสถานประกอบการกลุ่มเสี่ยงเขตจังหวัดสงขลา มีค่าเท่ากับ 8.06 ไมโครกรัมต่อลิตร

ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานและช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานโดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยในการทำงาน (0.755 $\pm$ 0.538 และ 0.566 $\pm$ 0.258 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน ตามลำดับ) ซึ่ง World Health Organization (1981) กำหนดไว้มีค่าไม่เกิน 10 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน

ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานและช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานโดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยในการทำงาน (1.247 $\pm$ 0.882 และ 0.867 $\pm$ 0.536 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานความความปลอดภัยของโครเมียมในปัสสาวะ ซึ่ง Franzblau (1994) กล่าวไว้คือ มีค่าไม่เกิน 5 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะ ระหว่างช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน ช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน และกลุ่มควบคุม พบว่าระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานและช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากช่างพ่นสีมีโอกาสสัมผัสกับละอองสี ซึ่งมีตะกั่ว แคดเมียมและโครเมียม เป็นส่วนประกอบจึงทำให้มีระดับตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้ทำงานสัมผัสกับตะกั่ว แคดเมียมและโครเมียม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เนาวรัตน์ สุวรรณะบุณย์ และคณะ (2533) ที่ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในเลือดระหว่างกลุ่มคนงาน 644 คน ที่สัมผัสกับตะกั่วในโรงงาน 10 แห่งกับกลุ่มควบคุม 102 คน พบว่า ปริมาณตะกั่วในกลุ่มของคนงานในโรงงานสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานและช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานไม่มีความแตกต่างกัน

ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากสาเหตุอื่นๆ ร่วมกันดังนี้

1. สารตะกั่ว แคดเมียมและโครเมียม เข้าสู่ร่างกายโดยทางอื่นๆ นอกเหนือจากการเข้าสู่ร่างกายทางระบบทางเดินหายใจ เช่น การเข้าสู่ร่างกายทางระบบทางเดินอาหาร ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่ามีการล้างมือก่อนพักดื่มน้ำในช่วงเวลาทำงานเป็นประจำเพียงร้อยละ 20 และมีการล้างมือก่อนรับประทานอาหารกลางวันหรือรับประทานอาหารว่างเป็นประจำร้อยละ 70

2. หน้ากาก (Respirator) ที่ใช้ใส่ป้องกันขณะทำงานพ่นสีไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ เช่น ไม่มีการตรวจสอบและเปลี่ยนแผ่นกรองอากาศอย่างสม่ำเสมอ

3. ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในสถานประกอบการ (อู่เคาะ พ่นสีรถยนต์) ที่ไม่เหมาะสม มีการฟุ้งกระจายของละอองสีอยู่ทั่วไปในบริเวณสถานประกอบการและ

สิ่งแวดล้อมใกล้เคียง ทำให้ช่างพ่นสีมีโอกาสได้รับตะกั่ว แคดเมียมและโครเมียมที่มีในละอองสี แม้ในขณะที่อยู่ในช่วงพักกลางวันหรือช่วงที่ไม่ได้ทำงานพ่นสี และนอกจากนี้ยังมีช่างพ่นสีบางส่วนที่ใช้สถานประกอบการเป็นที่พักอาศัย ซึ่งถ้ามีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในสถานประกอบการไม่เหมาะสม ก็อาจจะมีโอกาสได้รับตะกั่ว แคดเมียมและโครเมียมเข้าสู่ร่างกายได้จากฝุ่นหรือละอองของสีที่ใช้พ่นซึ่งมีอยู่ทั่วไปในบริเวณสถานประกอบการ ถึงแม้ว่าขณะปฏิบัติงานได้ใส่เครื่องป้องกันสารพิษแล้วก็ตาม

4. ในกรณีระดับแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะอาจจะมีสาเหตุมาจากพฤติ-กรรมการสูบบุหรี่ร่วมด้วย โดยในบุหรี่ 1 มวนมีแคดเมียมอยู่ประมาณ 1-2 ไมโครกรัม (Friberg *et al.*,1986) ซึ่งร่างกายสามารถดูดซึมแคดเมียมในบุหรี่เข้าไปได้ร้อยละ 10 โดยผ่านทางระบบทางเดินหายใจ (Goyer,1986) และในบุหรี่มีโครเมียม 390 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (Langard and Norseth, 1986) จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงานมีประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบันร้อยละ 68.42 และสูบบุหรี่เป็นประจำขณะทำงานร้อยละ 30.77 ถึงแม้ว่าช่างพ่นสีได้ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะปฏิบัติงานแล้วก็ตาม แต่ยังมีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ก็มีโอกาสที่จะมีระดับแคดเมียมในปัสสาวะเพิ่มขึ้นได้

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พูลศักดิ์ ดุลยสุวรรณ์ และคณะ (2530) ซึ่งได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการได้รับสารตะกั่วของคนงานโรงงานผลิตแบตเตอรี่ ในเขตจังหวัดภาคกลาง พบว่า กลุ่มคนงานที่ใส่เครื่องป้องกันการหายใจและกลุ่มคนงานที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันการหายใจ มีระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดและปัสสาวะเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน เนื่องจากเครื่องป้องกันการหายใจที่ใช้ไม่ได้ผลถึงร้อยละ 93.3

2. ระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (Hematocrit) และระดับฮีโมโกลบิน(Hemoglobin)
ระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง และระดับฮีโมโกลบิน ของช่างพ่นสีทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในคนปกติ ซึ่ง Kathleen และ Timothy (1995) รายงานว่า ระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงในผู้ชาย มีค่าปกติ ร้อยละ 42-52 และระดับฮีโมโกลบินในผู้ชาย มีค่าปกติ 14-18 กรัมต่อเดซิลิตร เนื่องมาจากการที่จะมีการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงและระดับฮีโมโกลบินจนผิดปกติ

นั้น ต้องมีการได้รับและสะสมของตะกั่วในปริมาณมากเป็นระยะเวลานาน แต่ในกลุ่มช่างพ่นสีระดับตะกั่วในเลือดที่ตรวจพบมีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปกติ

3. การสอบถามสภาพแวดล้อมและภาวะสุขภาพของช่างพ่นสี

อันตรายต่อสุขภาพอนามัยของช่างพ่นสีเนื่องจากการได้รับ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม โดยทั่วไปแล้วมักจะเกิดอันตรายจากการสูดหายใจเอาฝุ่น หมอก ควันและไอระเหยต่างๆ ที่เป็นพิษ จากการสัมผัสทางผิวหนัง และการเข้าสู่ร่างกายโดยระบบทางเดินอาหาร ซึ่งจากการสอบถามพบว่า ช่างพ่นสีมีความเสี่ยงอยู่บ้างในการรับตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เข้าสู่ร่างกายในขณะปฏิบัติงาน ข้อมูลที่สนับสนุนจากการสอบถาม เช่น การใช้หน้ากากแบบมีแผ่นกรองอากาศป้องกันในขณะทำงาน ไม่ใช้เลยถึงร้อยละ 15.7 และใช้บ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 55.7 พฤติกรรมการล้างมือเมื่อพักดื่มน้ำขณะปฏิบัติงานพบว่าไม่ล้างมือเลยถึงร้อยละ 47.1 ล้างมือบ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 32.9 เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าช่างพ่นสีส่วนหนึ่งยังละเลยการปฏิบัติตัวที่เหมาะสม และจากการสอบถามอาการและความรู้สึกของช่างพ่นสี พบว่า มีอาการปากแห้งและระคายคอมากที่สุดและมีอาการอ่อนเพลียและปวดกล้ามเนื้อรองลงมา ซึ่งอาจจะเกิดจากการหายใจเอาละอองไอของสีที่ใช้พ่น ซึ่งมีโลหะหนัก รวมถึงตัวทำละลายชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในสีเข้าไป หรือเกิดจากความเหนื่อยล้าจากการทำงาน และจากการศึกษาก็พบว่าระดับตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในร่างกายของช่างพ่นสียังอยู่ในเกณฑ์ปกติ ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงอาการและความรู้สึกของช่างพ่นสีดังที่กล่าวมาแล้วนั้นจึงไม่อาจระบุได้แน่ชัดว่าเกิดจากการสัมผัส ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมจากการทำงานพ่นสี

จากผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้ ชี้ให้เห็นว่าในสถานประกอบการพ่นสีมีการปนเปื้อนของโลหะหนักจริง ซึ่งอาจจะมาจากสีที่ใช้พ่น และพบว่า ผลการตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดระดับแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะ เป็นไปในทำนองเดียวกัน จึงคิดว่าน่าจะนำระดับตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะ มาเป็นตัวบ่งชี้ในการตรวจหาการปนเปื้อนของโลหะหนักเหล่านี้ในร่างกายได้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

การวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสี ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยเก็บตัวอย่างในช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษในขณะทำงาน จำนวน 50 คน ช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษในขณะทำงาน จำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน พบว่า ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดเฉลี่ยของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษไม่แตกต่างจากช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษในขณะทำงาน และทั้งคู่อยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงและระดับฮีโมโกลบิน พบว่า ช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษและช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษในขณะทำงาน มีระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงและระดับฮีโมโกลบินอยู่ในเกณฑ์ปกติ

ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะเฉลี่ยของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษไม่แตกต่างจากช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษในขณะทำงาน และทั้งคู่อยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะเฉลี่ยของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษไม่แตกต่างจากช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษในขณะทำงาน และทั้งคู่อยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ข้อเสนอแนะ

มาตรการและข้อเสนอแนะในการลดปริมาณตะกั่วในเลือด แคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสี ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ แสดงในตาราง 5

ตาราง 5 มาตรการและข้อเสนอแนะในการลดปริมาณตะกั่วในเลือด แคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสี ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

เรื่อง	ข้อควรปฏิบัติ	ผู้ที่ต้องปฏิบัติ	ระยะเวลา	เหตุผลในการปฏิบัติ
1. การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในการทำงาน	- แยกกระบวนการพ่นสีออกไปให้ห่างจากบริเวณที่ทำงานทั่วไป โดยจะต้องกั้นบริเวณหรือห้องพ่นสีให้เป็นสัดส่วน	คนงานช่างพ่นสีและเจ้าของสถานประกอบการ	ตลอดเวลาของการทำงาน	เพื่อลดระดับตะกั่ว แคดเมียมและโครเมียมในบรรยากาศการทำงาน
	- จัดให้มีระบบระบายอากาศในสถานที่ทำงานที่เหมาะสม และต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดมีการพัดกลับของฝุ่นหรือไอของสีที่กำจัดออกไปแล้ว กลับเข้ามาในสถานที่ทำงานอีก	คนงานช่างพ่นสีและเจ้าของสถานประกอบการ	ตลอดเวลาของการทำงาน	เพื่อลดระดับตะกั่ว แคดเมียมและโครเมียมในบรรยากาศการทำงาน
	- มีการกักเก็บรวบรวมฝุ่นไอของสีให้รวมอยู่ที่เดียวกัน	คนงานช่างพ่นสีและเจ้าของสถานประกอบการ	ตลอดเวลาของการทำงาน	เพื่อลดระดับตะกั่ว แคดเมียมและโครเมียมในบรรยากาศการทำงาน
	- ทำความสะอาดบริเวณที่ทำงาน ตลอดจนอุปกรณ์ในการทำงานให้สะอาด ปราศจากฝุ่นละออง โดยเฉพาะบริเวณพื้นอู่ต้องทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ	คนงานช่างพ่นสีและเจ้าของสถานประกอบการ	ตลอดเวลาของการทำงาน	เพื่อลดระดับตะกั่ว แคดเมียมและโครเมียมในบรรยากาศการทำงาน

ตาราง 5 (ต่อ)

เรื่อง	ข้อควรปฏิบัติ	ผู้ที่ต้องปฏิบัติ	ระยะเวลา	เหตุผลในการปฏิบัติ
	- การตรวจระดับตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม และสารพิษชนิดอื่นๆ ในบรรยากาศการทำงานเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ เมื่อพบว่าเกินมาตรฐานที่กำหนดต้องรีบดำเนินการแก้ไขและปรับปรุง	เทศบาลนครหาดใหญ่	ทุกๆ 6 เดือน	เพื่อดูประสิทธิภาพการระบายอากาศ
2. การดูแลด้านสุขภาพอนามัย	- ควรติดตั้งอ่างล้างมือ ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า ห้องอาบน้ำให้คนงานได้ใช้เมื่อเสร็จจากการปฏิบัติงาน	คนงานช่างพ่นสีและเจ้าของสถานประกอบการ	ตลอดเวลาของการทำงาน	เพื่อป้องกันการสัมผัสโลหะหนักในสี
	- จัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสมในขณะปฏิบัติงาน ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจ เสื้อผ้าชุดป้องกันอันตราย และกำหนดให้มีการทำความสะอาดและบำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างถูกต้อง ทั้งนี้จะต้องมีมาตรการควบคุมให้มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาทำงาน	คนงานใหม่ทุกคนและผู้ที่ต้องสัมผัสกับสี	ก่อนเข้าทำงานสำหรับคนงานใหม่	เพื่อป้องกันการสัมผัสโลหะหนักในสี

ตาราง 5 (ต่อ)

เรื่อง	ข้อควรปฏิบัติ	ผู้ที่ต้องปฏิบัติ	ระยะเวลา	เหตุผลในการปฏิบัติ
	- ให้ความรู้เรื่องสุขภาพอนามัยส่วนบุคคลในการทำงานแก่เจ้าของสถานประกอบการและคนงาน ดังนี้ 1. อย่ารับประทานอาหาร ดื่มน้ำหรือสูบบุหรี่ ขณะที่ร่างกายมีละอองสีปนเปื้อนหรือในขณะทำงาน ก่อนรับประทานอาหารหรือหยิบจับอาหาร ดื่มน้ำหรือสูบบุหรี่ คนงานต้องทำความสะอาดร่างกายก่อนเสมอ อีกทั้งควรจัดสถานที่รับประทานอาหารหรือสูบบุหรี่ แยกออกจากบริเวณที่ทำงาน 2. ควรทำความสะอาดร่างกายและเปลี่ยนชุดปฏิบัติงานทุกครั้งหลังเลิกงานและควรเก็บเสื้อผ้าชุดปฏิบัติงานไว้ในที่เก็บเสื้อผ้าของสถานที่ทำงาน ไม่ควรนำกลับบ้าน 3. จัดอบรมให้ความรู้ ความเข้าใจ เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับอันตรายของสารตะกั่ว แคดเมียมและโครเมียม รวมถึงวิธีป้องกันและโรคที่เกิดจากการทำงานที่สัมผัสกับสารเหล่านี้	คนงานช่างพ่นสี เจ้าของสถานประกอบการและเทศบาลนครหาดใหญ่	ก่อนเข้าทำงานสำหรับคนงานใหม่	เพื่อการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องในการป้องกันอันตรายจากการพ่นสี

ตาราง 5 (ต่อ)

เรื่อง	ข้อควรปฏิบัติ	ผู้ที่ต้องปฏิบัติ	ระยะเวลา	เหตุผลในการปฏิบัติ
	- ทำการตรวจสุขภาพคนงานช่างพ่นสี รวมถึงตรวจหาระดับตะกั่ว แคดเมียม โครเมียมและสารพิษชนิดอื่นๆ ในร่างกาย	เทศบาลนครหาดใหญ่ และโรงพยาบาลในเขตเทศบาล	อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง	เพื่อเป็นการเฝ้าระวังด้านสุขภาพอนามัยของผู้ที่ต้องทำงานสัมผัสกับสี

บรรณานุกรม

กองอาชีวอนามัย. 2536. **สารเคมีที่สำคัญที่ใช้ในสถานประกอบการ 9 ประเภท** Chemical Data Sheet. กรุงเทพฯ.

กองตรวจโรงงาน. 2527. "การป้องกันอันตรายจากตะกั่ว", **วารสารโรงงาน.** 4(1) (กรกฎาคม - ตุลาคม 2527), 61-73.

ชมภูศักดิ์ พูลเกษ. 2527. **อันตรายจากตะกั่ว ปรอท แคดเมียม และโครเมียม.** เอกสารการสอนชุดวิชา อาชีวอนามัย หน่วยที่ 1-7 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ : ธีระการพิมพ์.

ชูชัย ศุภวงศ์, สมศักดิ์ ชุณหรัศมิ์, และยุวดี คาดการณ์ไกล. 2539. **สถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสุขภาพในประเทศไทย : รายงานเสนอต่อองค์การอนามัยโลกปี พ.ศ. 2538.** กรุงเทพฯ. : บริษัท ดีไซร์ จำกัด.

ธิดารัตน์ ดำรงค์สอน. 2539. "การกำจัดโครเมียมด้วยแมงกานีสซัลเฟตและโซดาไฟ", วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล.

ธิดารัตน์ รุจิรวรรธน์. 2538. "ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในอาหารกับระดับตะกั่วในเลือดของคนงานโรงงานผลิตแบตเตอรี่ที่มีภาวะปกติและขาดแคลเซียม เหล็ก หรือสังกะสี", วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกโภชนวิทยา มหาวิทยาลัยมหิดล.

นิพนธ์ พวงวรินทร์ และ สมชัย บวรกิตติ. 2536. "สถานภาพของมลพิษตะกั่วในประเทศไทย", **วารสารราชบัณฑิตยสถาน.** 19 (ตุลาคม-ธันวาคม 2536), 39-52.

นุจรีย์ เพชรรัตน์. 2537. "โรคพิษตะกั่วในเลือด", **วารสารนโยบายพลังงาน (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ)**. 24 (เมษายน - มิถุนายน 2537), 67-71.

เนาวรัตน์ สุวรรณะบุณย์ สุมณฑา พรหมบุญ และ นพวรรณ อิทธิวงศ์ศุภกิจ. 2533. "ปริมาณตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงงาน 10 แห่ง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม", **วารสารวิทยาศาสตร์ มศว**. 6 (1), 21-27.

บรรจง วิทยวีรศักดิ์, วิชาญ เกี่ยวการค้า และ พิชญา ตันติเศรณี. 2536. "รายงานการวิจัยการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพและความเสี่ยงต่อการได้รับสารพิษขณะทำงานของช่างเชื่อมโลหะ ช่างทาสี/พ่นสี และพนักงานบริการในไนท์คลับ ในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา". สงขลา : คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บุญจง ขาวสิทธิวงษ์ 2538. **การจัดการวัตถุอันตรายและภากของเสียอันตราย.** กรุงเทพฯ.

พาณี เตชะเสน. 2527. **พิษวิทยา**. เชียงใหม่ : ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พิมพรรณ เกิดอุดม และ เบ็ญจมาศ ศรีสุชาติ. 2528. "การศึกษาหาปริมาณของสารแมงกานีส สังกะสี และตะกั่วในเลือด และปัสสาวะของคนงานในโรงงานถ่านไฟฉาย", **วารสารจุฬาลงกรณ์เวชสาร**. 29 (กุมภาพันธ์ 2528), 187-199.

พิสมัย เจนวนิชปัญจกุล. 2527. "ผงสี", **วารสารวิทยาศาสตร์**. 38(11) (พฤศจิกายน 2527), 605-611.

พูลศักดิ์ ดุลยสุวรรณ์, ธวัชชัย วรพงศธร และ ศุภชัย แสงรัตนกุล. 2530. "ปัจจัยที่มีผลต่อการได้รับสารตะกั่วของคนงานในโรงงานผลิตแบตเตอรี่ ในเขตจังหวัดภาคกลาง". **วารสารสิ่งแวดล้อม.** 10(2) (พฤษภาคม-สิงหาคม 2530), 68-82.

เพ็ญรุ่ง ฉัตรไชยรัชต์, พินิจ บัวเทศ และ สถากรณ์ หลักรอด. 2539. **"รายงานการศึกษาเรื่อง การศึกษาสภาวะการเกิดโรคพิษตะกั่วของผู้ประกอบอาชีพอู่ต่อและซ่อมเรือในเขตจังหวัดสมุทรสงครามและสมุทรสาคร".** ราชบุรี : ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 4.

ไมตรี สุทธจิตต์. 2531. **สารพิษรอบตัวเรา** (Toxic Substances Around Us). เชียงใหม่ : โรงพิมพ์ดาวคอมพิวกราฟิค.

รุ่งเดช สุขถาวร. 2539. "ซิ้งค์ โปรโตพอร์ฟัยริน ตัวบ่งชี้การได้รับสารตะกั่วจากการประกอบอาชีพ", วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

วราพร ชลอำไพ, กมล ฝอยหิรัญ และ เฉลิมศักดิ์ ทองธรรมชาติ. 2539. "การศึกษาระดับสารตะกั่วในเลือดของผู้สมัครงานใหม่เปรียบเทียบกับผู้ปฏิบัติงานแล้วในโรงงานอุตสาหกรรมเขตพื้นที่พัฒนาชายฝั่งตะวันออก", **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การพทย์.** 38(2), 141-144.

วินัย เอียดเชื้อ และคณะ. 2538. **"รายงานผลการวิจัยเรื่อง การศึกษาภาวะการเกิดโรคพิษตะกั่วในสถานประกอบการกลุ่มเสี่ยง เขต จ. สงขลา".** สงขลา : ฝ่ายอาชีวอนามัย ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 12 กรมอนามัย.

วิภากร ศิลสว่าง. 2540. "ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคัดสรรกับระดับตะกั่วในเลือดของคนงานที่ทำงานสัมผัสตะกั่ว สังกัดกรมอู่ทหารเรือ", วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาเอกพยาบาลสาธารณสุข มหาวิทยาลัยมหิดล.

วิทยา อยู่สุข. 2527. **อาชีวอนามัย : สุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย.** กรุงเทพฯ : ซินอักษรการพิมพ์.

ศรันยา ศรีสุวรรณ. 2539. "ความเป็นพิษของแคดเมียมที่มีต่อการเจริญเติบโตของแหน (*Spirodela polyrhiza*. Linn.) และจอก (*Pistia stratiotes*. Linn.) เมื่ออยู่ร่วมกัน", วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล.

สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล. 2540. "มหันตภัยจากแคดเมียม", **วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี.** 24(132) (เมษายน-พฤษภาคม 2540), 150-152.

สุรพล อารีย์กุล และ กัลยาณี คุปตานนท์. 2536. "โลหะหนักในลุ่มน้ำปัตตานี", **วารสารรูสมิแล.** 47 (มกราคม-เมษายน 2536), 47-49.

อุบลรัตน์ สุคนธมาน และ พินิจ ทวีสิน. 2530. "ปริมาณสารตะกั่วในเลือด และปัสสาวะของคนที่อยู่ชิดถนนใหญ่ในบางพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร", **วารสารจุฬาลงกรณ์เวชสาร.** 31 (ตุลาคม 2530), 785-790.

อุไภยพรรณ ลุวีระ. 2521. "แม่และลูก ตอนพิษตะกั่ว", **วารสารใกล้หมอ.** 2(9) (กันยายน 2521), 49-51.

เอมอร จงรักษ์. 2532. "หนึ่งนาทีกับแร่แคดเมียม", **วารสารการธรณี.** 34(2) (กุมภาพันธ์ 2532), 41-43.

เฮนเลน อารมณ์ดี. 2532. "การป้องกันอันตรายจากสารตะกั่ว", **วารสารโรงงาน**. 8(1) (สิงหาคม 2531-มกราคม 2532), 71-73.

Arai, F., Y. Yamamura, M. Yoshida and T. Kishimoto. 1994. "Blood and urinary levels of metals (Pb, Cr, Cd, Mn, Sb, Co and Cu) in cloisonne workers", Ind. Health. 32(2) : 67-78.

Beliles, R. P. 1975. "Metals", *In* Toxicology : the basic science of poisons. (eds. Casarett, L. J. and J. Doull), pp. 454-502. Macmillan Publishing Co., Inc., New York.

Flajnik, C. and D. Shrader. 1993. "Determination of lead in blood by GFAAS-Deuterium and Zeeman Background Correction", Varian AA. 110 : 1-5.

Franzblau, A. 1994a. "Cadmium", *In* Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine, pp. 736-738. Rosenstock, L. and M. R. Cullen, eds. Philadelphia : W. B. Saunders Company.

Franzblau, A. 1994b. "Chromium", *In* Textbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine, pp. 739-740. Rosenstock, L. and M. R. Cullen, eds. Philadelphia : W. B. Saunders Company.

Friberg, L., T. Kjellstrom and G. F. Nordberg. 1986. "Cadmium", *In* Handbook on the Toxicology of Metals. Volume II : Specific Metals, pp.130-184. Friberg, L., G. F. Nordberg and V. B. Vouk, eds. Amsterdam : Elsevier.

Goyer, R. A. 1986. "Toxic effects of metals", *In* Casarett and Doull's Toxicology : the Basic Science of Poisons, pp. 582-635. Klaassen, C. D., M. O. Amdur and J. Doull, eds. New York : Macmillan Publishing Company.

Harrington, J. M. and F. S. Gill. 1992. Occupational Health. (Pocket consultant). Oxford. London : Blackwell Scientific Publication.

Kathleen, D. P. and J. P. Timothy. 1995. Mosby's Diagnostic and Laboratory Test Reference. St. Louis, Missouri : Mosby-Year Book, Inc.

Keith, G. B. and W. R. Michael. 1984. "Trace analysis of lead in blood, aluminium and Manganese in serum and chromium in urine by graphite furnace atomic absorption spectrometry", Clinical Biochemistry. 17 : 19-26.

Kiilunen, M. 1997. "Occupational exposure to chromium and nickel in the 1980s in Finland", Biological Monitoring in Occupational and Environmental Health. 199(1-2) : 91-101.

Langard, S. and T. Norseth. 1986. "Chromium", *In* Handbook on the Toxicology of Metals. Volume II : Specific Metals, pp.185-210. Friberg, L., G. F. Nordberg and V. B. Vouk, eds. Amsterdam : Elsevier.

Lauwerys, R. R. and P. Hoet. 1993. Industrial chemical exposure : guidelines for biological monitoring. Boca Raton. Florida : Lewis Publishers.

Levy, S. B. and H. D. Wegman. 1995. Occupational Health : recognizing and preventing work-related disease. Boston : Little, Brown and Company.

Myslak, Z. W., H. M. Bolt and W. Brockmann. 1991. "Tumors of the urinary bladder in painters : A case-control study", Am. J. Ind. Med. 19 : 705-713.

Norton, S. 1980. "Toxic responses of the central nervous system", *In* Casarett and Doull's Toxicology : The Basic Science of Poisons, pp. 179-205. Doull, J., C. D. Klaassen, and M. O. Amdur, eds. New York : Macmillan Publishing Co., Inc.

Pedersen, N. B. 1982. "The effects of chromium on the skin", *In* Biological and environmental aspects of chromium. (Topics in environmental health; V. 5), pp. 249-275. Langard, S., ed. Amsterdam : Elsevier Biomedical Press.

Prasad, A. S. 1978. Trace elements and iron in human metabolism. New York : John Wiley & Sons.

Roels, H., A. M. Bernard, A. Cardenas, J. P. Buchet, R. R. Lauwerys, G. Hotter, I. Ramis, A. Mutti and I. Franchini. 1993. "Markers of early renal changes induced by industrial pollutants. III. Application to workers exposed to cadmium", Br. J. Ind. Med. 50(1) : 37-48.

Silva, J. M. G. C. and R. Santos-Mello. 1996. "Chromosomal aberrations in lymphocytes from car painters", Mutat. Res. Genet. Toxicol. 368(1) : 21-25.

Singer, E. 1981. "Raw materials", *In* Paint Handbook, pp. 3-1 – 3-31. Weismantel, G. E., ed. New York : McGraw-Hill Book Company.

Sirivastava, A. K., B. N. Gupta, N. Mathur, R. C. Murty, N. Garg and S. V. Chandra. 1991. "An investigation of metal concentrations in blood of industrial workers", Vet. Hum. Toxicol. 33(3) : 280-282.

Steven, T. S., A. G. Zoe and R. C. Glen. 1996. The determination of chromium and cadmium in urine by graphite furnace atomic absorption", Atomic Spectroscopy. 17(6) : 225-228.

Tsuchiya, K. 1986. "Lead", *In* Handbook on the Toxicology of Metals. Volume II : Specific Metals, pp. 298-353. Friberg, L., G. F. Nordberg and V. B. Vouk, eds. Amsterdam : Elsevier.

WHO. 1980. Recommended Health-based Limits in Occupational Exposure to Heavy Metals. Geneva : World Health Organization.

WHO. 1981. Recommended Health-based Limits in Occupational Exposure to Heavy Metals. Geneva : World Health Organization.

WHO. 1986. Early Detection of Occupational Disease. Geneva : World Health Organization.

WHO. 1996. Trace elements in human nutrition and health. Geneva : World Health Organization.

William, N. R. 1983. Chromium, Manganese, Nickle and Other Elements Environment and Occupational Medicine. Boston : Brown and Company.

ภาคผนวก

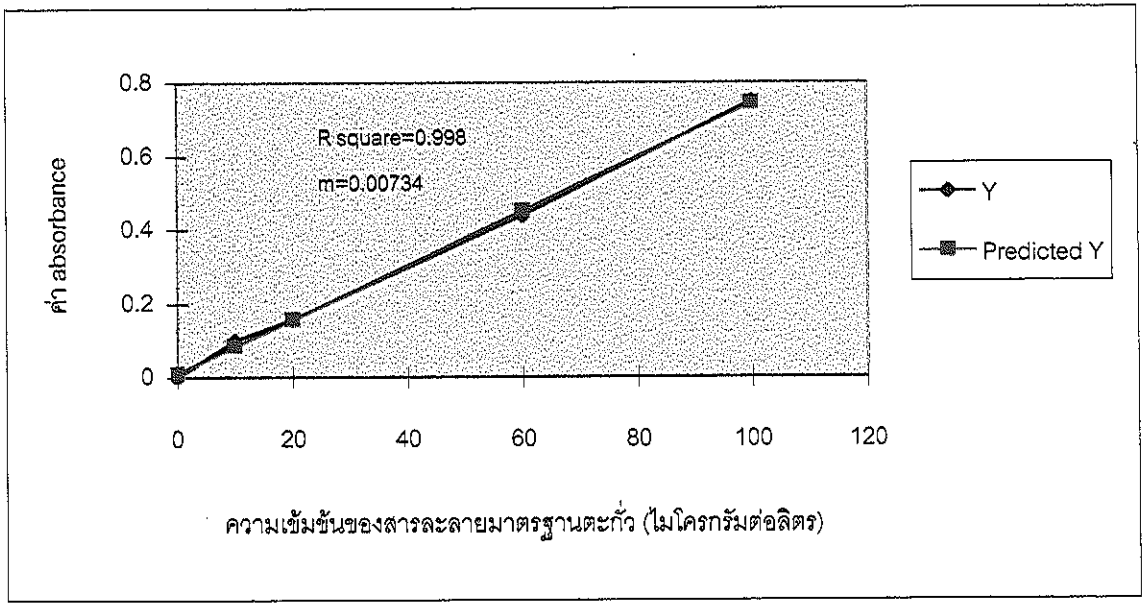
ภาคผนวก ก

ตารางภาคผนวก 1 Calibration Standard Curve ของการวิเคราะห์ตะกั่ว

สารละลาย	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลิตร)	% RSD	Mean Absorbance	Reading 1	Reading 2
Cal zero	0.000	37.0	0.019	0.024	0.014
Standard 1	10.000	0.9	0.075	0.075	0.076
Standard 2	20.000	0.0	0.133	0.133	0.133
Standard 3	40.000	3.8	0.184	0.189	0.179
Standard 4	60.000	1.5	0.279	0.276	0.282

ตารางภาคผนวก 2 การตรวจสอบคุณภาพการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัมต่อลิตร)

สารละลาย	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลิตร)	%RSD	Mean absorbance	Readings 1	Readings 2
Levels 1.1	9.533	0.000	0.072	0.072	0.072
Levels 1.2	9.940	0.000	0.075	0.075	0.075
Levels 1.3	9.755	0.100	0.073	0.073	0.073
Levels 1.4	9.848	1.300	0.074	0.075	0.073
Levels 1.5	10.330	0.200	0.078	0.078	0.078



ภาพภาคผนวก 1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานตะกั่ว (ไมโครกรัมต่อลิตร)

ตารางภาคผนวก 3 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)
1	9.270	9.270
2	5.700	5.700
3	13.860	13.860
4	7.560	7.560
5	11.380	11.380
6	8.270	8.270
7	5.500	5.500
8	9.290	9.290
9	10.370	10.370
10	10.280	10.280
11	9.900	9.900
12	11.390	11.390
13	13.210	13.210
14	7.100	7.100
15	8.490	8.490
16	17.400	17.400
17	8.600	8.600
18	12.000	12.000
19	6.400	6.400
20	5.700	5.700
21	18.240	18.240

ตารางภาคผนวก 3 (ต่อ)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)
22	10.500	10.500
23	16.340	16.340
24	8.400	8.400
25	11.860	11.860
26	7.860	7.860
27	6.950	6.950
28	19.820	19.820
29	9.870	9.870
30	11.200	11.200
31	10.920	10.920
32	8.130	8.130
33	26.000	26.000
34	9.230	9.230
35	8.180	8.180
36	6.870	6.870
37	9.400	9.400
38	15.150	15.150
39	13.520	13.520
40	11.560	11.560
41	10.850	10.850
42	8.850	8.850
43	5.360	5.360
44	6.440	6.440

ตารางภาคผนวก 3 (ต่อ)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)
45	12.640	12.640
46	7.310	7.310
47	5.270	5.270
48	10.300	10.300
49	8.030	8.030
50	14.350	14.350
ค่าเฉลี่ย	10.421	10.421
SD.	4.065	4.065

ตารางภาคผนวก 4 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)
1	8.400	8.400
2	11.860	11.860
3	7.980	7.980
4	6.200	6.200
5	9.420	9.420
6	7.860	7.860
7	3.540	3.540
8	7.600	7.600
9	9.100	9.100
10	5.500	5.500
11	11.550	11.550
12	5.800	5.800
13	7.700	7.700
14	7.300	7.300
15	10.000	10.000
16	5.770	5.770
17	13.560	13.560
18	14.100	14.100
19	9.150	9.150
20	9.980	9.980
ค่าเฉลี่ย	8.619	8.619
SD.	2.720	2.720

ตารางภาคผนวก 5 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของกลุ่มควบคุม (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)
1	6.200	6.200
2	2.330	2.330
3	3.020	3.020
4	2.810	2.810
5	5.800	5.800
6	2.780	2.780
7	7.010	7.010
8	3.660	3.660
9	3.080	3.080
10	5.430	5.430
11	3.040	3.040
12	4.100	4.100
13	4.210	4.210
14	3.540	3.540
15	4.360	4.360
16	4.320	4.320
17	3.810	3.810
18	2.570	2.570
19	3.470	3.470
20	3.110	3.110
21	4.150	4.150

ตารางภาคผนวก 5 (ต่อ)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)
22	5.010	5.010
23	4.020	4.020
24	3.500	3.500
25	4.400	4.400
26	6.310	6.310
27	5.200	5.200
28	4.200	4.200
29	6.500	6.500
30	5.100	5.100
ค่าเฉลี่ย	4.235	4.235
SD.	1.252	1.252

ตารางภาคผนวก 6 ความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (Hematocrit) และฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน

คนที่	ความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (Hematocrit) (ร้อยละ)	ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) (กรัมต่อเดซิลิตร)
1	49	16.200
2	41	13.900
3	47	14.900
4	42	13.700
5	41	14.300
6	44	13.800
7	51	17.200
8	44	14.200
9	43	18.300
10	41	14.200
11	42	14.700
12	40	12.800
13	44	14.300
14	43	14.500
15	43	14.400
16	48	16.400
17	44	15.200
18	43	14.300
19	40	13.000
20	41	14.100

ตารางภาคผนวก 6 (ต่อ)

คนที่	ความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (Hematocrit) (ร้อยละ)	ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) (กรัมต่อเดซิลิตร)
21	46	15.700
22	41	13.000
23	44	13.700
24	39	12.800
25	42	13.800
26	44	14.200
27	47	15.700
28	42	13.100
29	42	13.900
30	44	14.000
31	41	13.400
32	41	13.300
33	46	14.700
34	44	14.800
35	48	15.700
36	46	14.800
37	43	13.900
38	48	15.900
39	42	13.900
40	44	14.200
41	43	15.200
42	42	13.400
43	45	15.000

ตารางภาคผนวก 6 (ต่อ)

คนที่	ความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (Hematocrit) (ร้อยละ)	ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) (กรัมต่อเดซิลิตร)
44	47	15.800
45	43	13.900
46	44	14.100
47	43	14.300
48	47	15.100
49	42	13.800
50	38	11.600
ค่าเฉลี่ย	43.580	14.422
SD.	2.704	1.179

ตารางภาคผนวก 7 ความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (Hematocrit) และฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ของช่างพ่นสีกลุ่มที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน

คนที่	ความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (Hematocrit) (ร้อยละ)	ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) (กรัมต่อเดซิลิตร)
1	48	16.100
2	48	16.100
3	46	15.000
4	46	14.800
5	46	15.400
6	45	15.400
7	43	14.500
8	44	13.900
9	44	14.600
10	43	13.600
11	41	13.100
12	42	13.700
13	51	17.400
14	44	14.600
15	46	15.900
16	44	13.600
17	46	15.300
18	43	13.800
19	43	13.800
20	46	15.300
ค่าเฉลี่ย	44.950	14.795
SD.	2.350	1.090

ตารางภาคผนวก 8 Calibration Standard Curve ของการวิเคราะห์แคดเมียม

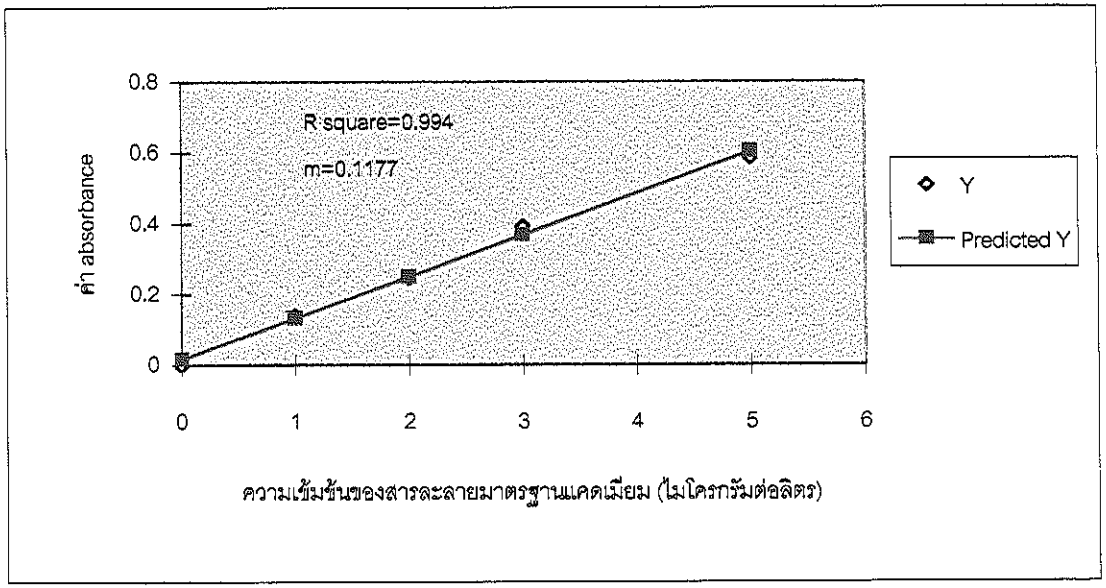
สารละลาย	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลิตร)	% RSD	Mean Absorpbance	Reading 1	Reading 2
Cal zero	0.000	1.200	0.018	0.018	0.018
Standard 1	1.000	7.100	0.141	0.148	0.134
Standard 2	2.000	2.100	0.249	0.253	0.246
Standard 3	3.000	4.400	0.394	0.407	0.382
Standard 4	5.000	1.400	0.588	0.594	0.582

ตารางภาคผนวก 9 การตรวจสอบคุณภาพการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะ (ไมโครกรัมต่อลิตร)

สารละลาย	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลิตร)	%RSD	Mean absorbance	Readings 1	Readings 2
Levels 1.1	2.981	2.500	0.364	0.370	0.358
Levels 1.2	2.989	0.000	0.365	0.365	0.365
Levels 1.3	2.916	1.700	0.356	0.352	0.360
Levels 1.4	2.941	0.200	0.359	0.359	0.359
Levels 1.5	2.948	1.500	0.360	0.356	0.364
Levels 2.1	3.602	1.800	0.440	0.434	0.445
Levels 2.2	3.617	0.500	0.442	0.440	0.443
Levels 2.3	3.572	2.000	0.436	0.430	0.442
Levels 2.4	3.643	1.500	0.445	0.449	0.440
Levels 2.5	3.677	0.900	0.449	0.446	0.452

หมายเหตุ : Levels 1.1 - 1.5 เจือจาง 2 เท่า

Levels 2.1 - 2.5 เจือจาง 3 เท่า



ภาพภาคผนวก 2 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแคดเมียม (ไมโครกรัมต่อลิตร)

ตารางภาคผนวก 10 ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของกลุ่มช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์	ค่าครีเอตินีน (กรัม)	ระดับความเข้มข้นของแคดเมียม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)
1	0.651	1.002	0.650
2	0.375	0.604	0.620
3	0.470	0.903	0.520
4	0.410	0.746	0.550
5	0.288	0.360	0.800
6	0.495	1.548	0.320
7	0.123	0.397	0.310
8	1.448	1.810	0.800
9	0.555	1.733	0.320
10	0.357	0.420	0.850
11	2.133	1.461	1.460
12	0.042*	0.102	0.410
13	3.297	0.964	3.420
14	0.671	0.894	0.750
15	0.882	0.711	1.240
16	0.519	1.235	0.420
17	0.466	0.656	0.710
18	0.487	0.825	0.590
19	0.573	0.434	1.320
20	0.844	1.534	0.550
21	0.434	0.723	0.600

ตารางภาคผนวก 10 (ต่อ)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์	ค่าครีเอตินีน (กรัม)	ระดับความเข้มข้นของแคดเมียม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)
22	0.283	0.602	0.470
23	2.215	2.804	0.790
24	0.436	1.117	0.390
25	1.961	2.280	0.860
26	0.890	1.412	0.630
27	1.031	1.227	0.840
28	0.591	1.406	0.420
29	0.999	1.136	0.880
30	0.286	0.122	2.340
31	0.846	0.951	0.890
32	2.523	2.900	0.870
33	0.408	1.236	0.330
34	0.770	1.185	0.650
35	0.613	0.875	0.700
36	0.557	1.742	0.320
37	0.349	0.759	0.460
38	0.870	0.861	1.010
39	0.227	0.687	0.330
40	0.784	1.742	0.450
41	0.182	0.628	0.290
42	0.510	1.499	0.340
43	1.404	1.312	1.070
44	0.346	0.866	0.400

ตารางภาคผนวก 10 (ต่อ)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์	ค่าครีเอตินีน (กรัม)	ระดับความเข้มข้นของแคดเมียม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)
45	0.386	0.788	0.490
46	1.657	1.315	1.260
47	1.030	1.287	0.800
48	1.946	1.569	1.240
49	0.435	1.319	0.330
50	0.461	0.562	0.820
ค่าเฉลี่ย	0.810	1.105	0.755
SD.	0.678	0.587	0.538

หมายเหตุ * : undetectable

ตารางภาคผนวก 11 ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของกลุ่มช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์	ค่าครีเอตินีน (กรัม)	ระดับความเข้มข้นของแคดเมียม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)
1	0.672	2.239	0.300
2	0.666	1.024	0.650
3	0.446	2.026	0.220
4	0.259	0.808	0.320
5	1.064	1.313	0.810
6	1.420	2.029	0.700
7	0.431	1.164	0.370
8	0.927	0.883	1.050
9	1.014	1.449	0.700
10	0.397	0.844	0.470
11	0.677	0.796	0.850
12	0.336	0.611	0.550
13	0.345	0.396	0.870
14	0.783	1.088	0.720
15	1.460	1.896	0.770
16	0.676	1.127	0.600
17	0.272	1.816	0.150
18	1.773	2.462	0.720
19	0.280	0.933	0.300
20	0.310	1.478	0.210
ค่าเฉลี่ย	0.710	1.319	0.566
SD.	0.443	0.582	0.258

ตารางภาคผนวก 12 ระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของกลุ่มควบคุม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์	ค่าครีเอตินีน (กรัม)	ระดับความเข้มข้นของแคดเมียม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)
1	0.029*	0.569	0.050
2	0.113	0.755	0.150
3	0.083*	2.085	0.040
4	0.084*	0.597	0.140
5	0.214	1.069	0.200
6	0.081*	1.612	0.050
7	0.053*	0.533	0.100
8	0.269	1.346	0.200
9	0.016*	0.269	0.060
10	0.442	2.106	0.210
11	0.085*	0.425	0.200
12	0.229	0.917	0.250
13	0.112	1.865	0.060
14	0.114	0.714	0.160
15	0.000*	0.780	0.000
16	0.000*	0.888	0.000
17	0.116	0.681	0.170
18	0.438	1.461	0.300
19	0.000*	1.044	0.000
20	0.000*	0.524	0.000
21	0.000*	1.339	0.000

ตารางภาคผนวก 12 (ต่อ)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์	ค่าครีเอตินีน (กรัม)	ระดับความเข้มข้นของแคดเมียม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)
22	0.294	1.177	0.250
23	0.000*	1.574	0.000
24	0.111	2.226	0.050
25	0.219	1.097	0.200
26	0.298	1.419	0.210
27	0.060*	0.602	0.100
28	0.183	0.964	0.190
29	0.129	0.808	0.160
30	0.338	1.534	0.220
ค่าเฉลี่ย	0.137	1.099	0.124
SD.	0.129	0.531	0.092

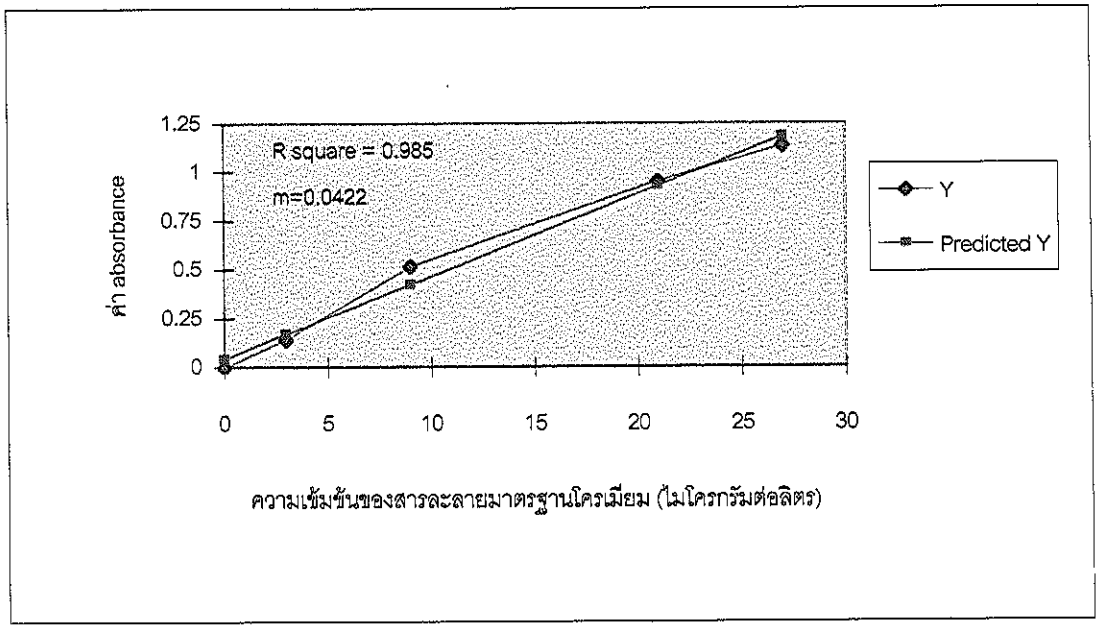
หมายเหตุ * : undetectable

ตารางภาคผนวก 13 Calibration Standard Curve ของการวิเคราะห์โครเมียม

สารละลาย	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลิตร)	% RSD	Mean Absorbance	Reading 1	Reading 2
Cal zero	0.000	0.300	0.217	0.217	0.216
Standard 1	3.000	5.500	0.140	0.148	0.134
Standard 2	9.000	3.800	0.518	0.532	0.504
Standard 3	21.000	2.300	0.953	0.968	0.937
Standard 4	27.000	2.500	1.135	1.155	1.115

ตารางภาคผนวก 14 การตรวจสอบคุณภาพการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของโครเมียม (ไมโครกรัมต่อลิตร)

สารละลาย	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อลิตร)	%RSD	Mean absorbance	Readings 1	Readings 2
Levels 1.1	2.494	5.800	0.110	0.115	0.106
Levels 1.2	2.799	0.000	0.124	0.124	0.124
Levels 1.3	2.761	0.000	0.122	0.122	0.122
Levels 1.4	2.469	9.600	0.109	0.102	0.117
Levels 1.5	2.494	5.800	0.110	0.106	0.115
Levels 2.1	22.710	2.800	0.503	0.493	0.513
Levels 2.2	22.550	6.900	0.499	0.524	0.475
Levels 2.3	21.420	2.000	0.474	0.468	0.481
Levels 2.4	21.720	1.800	0.481	0.487	0.475
Levels 2.5	23.390	8.700	0.518	0.55	0.486



ภาพภาคผนวก 3 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานโครเมียม (ไมโครกรัมต่อลิตร)

ตารางภาคผนวก 15 ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีกลุ่มที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์	ค่าครีเอตินีน (กรัม)	ระดับความเข้มข้นของโครเมียม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)
1	0.812	1.002	0.810
2	2.247	0.604	3.720
3	1.373	0.903	1.520
4	1.500	0.746	2.010
5	0.418	0.360	1.160
6	1.672	1.548	1.080
7	1.548	0.397	3.900
8	2.715	1.810	1.500
9	0.815	1.733	0.470
10	1.512	0.420	3.600
11	1.373	1.461	0.940
12	0.143*	0.102	1.400
13	0.829	0.964	0.860
14	0.831	0.894	0.930
15	1.159	0.711	1.630
16	1.433	1.235	1.160
17	0.997	0.656	1.520
18	1.939	0.825	2.350
19	0.517	0.434	1.190
20	0.982	1.534	0.640
21	1.222	0.723	1.690

ตารางภาคผนวก 15 (ต่อ)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์	ค่าครีเอตินีน (กรัม)	ระดับความเข้มข้นของโครเมียม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)
22	0.542	0.602	0.900
23	3.645	2.804	1.300
24	1.340	1.117	1.200
25	2.485	2.280	1.090
26	2.768	1.412	1.960
27	2.871	1.227	2.340
28	1.251	1.406	0.890
29	0.125*	1.136	0.110
30	0.040*	0.122	0.330
31	0.694	0.951	0.730
32	0.725	2.900	0.250
33	0.390	1.236	0.320
34	0.545	1.185	0.460
35	0.884	0.875	1.010
36	0.575	1.742	0.330
37	0.342*	0.759	0.450
38	0.250*	0.861	0.290
39	0.234*	0.687	0.340
40	1.864	1.742	1.070
41	0.879	0.628	1.400
42	0.735	1.499	0.490
43	1.653	1.312	1.260
44	2.477	0.866	2.860

ตารางภาคผนวก 15 (ต่อ)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์	ค่าครีเอตินีน (กรัม)	ระดับความเข้มข้นของโครเมียม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)
45	0.977	0.788	1.240
46	0.434	1.315	0.330
47	0.708	1.287	0.550
48	1.977	1.569	1.260
49	1.847	1.319	1.400
50	1.197	0.562	2.130
ค่าเฉลี่ย	1.210	1.105	1.247
SD.	0.813	0.587	0.882

หมายเหตุ * : undetectable

ตารางภาคผนวก 16 ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษขณะทำงาน (ไม่โครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์	ค่าครีเอตินีน (กรัม)	ระดับความเข้มข้นของโครเมียม (ไม่โครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)
1	2.642	2.239	1.180
2	2.499	1.024	2.440
3	3.120	2.026	1.540
4	0.566	0.808	0.700
5	0.670	1.313	0.510
6	1.786	2.029	0.880
7	1.618	1.164	1.390
8	0.415	0.883	0.470
9	1.550	1.449	1.070
10	0.658	0.844	0.780
11	0.462	0.796	0.580
12	0.306*	0.611	0.500
13	0.119*	0.396	0.300
14	1.251	1.088	1.150
15	0.929	1.896	0.490
16	1.352	1.127	1.200
17	1.507	1.816	0.830
18	0.468	2.462	0.190
19	0.177*	0.933	0.190
20	1.434	1.478	0.970
ค่าเฉลี่ย	1.176	1.319	0.867
SD.	0.859	0.582	0.536

หมายเหตุ * : undetectable

ตารางภาคผนวก 17 ระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของกลุ่มควบคุม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์	ค่าครีเอตินีน (กรัม)	ระดับความเข้มข้นของโครเมียม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)
1	0.171*	0.569	0.300
2	0.476	0.755	0.630
3	0.104*	2.085	0.050
4	0.060*	0.597	0.100
5	0.043*	1.069	0.040
6	0.322*	1.612	0.200
7	0.357*	0.533	0.670
8	0.081*	1.346	0.060
9	0.027*	0.269	0.100
10	0.569	2.106	0.270
11	0.085*	0.425	0.200
12	0.138*	0.917	0.150
13	0.243*	1.865	0.130
14	0.221*	0.714	0.310
15	0.133*	0.780	0.170
16	0.266*	0.888	0.300
17	0.034*	0.681	0.050
18	0.219*	1.461	0.150
19	0.042*	1.044	0.040
20	0.058*	0.524	0.110
21	0.040*	1.339	0.030

ตารางภาคผนวก 17 (ต่อ)

คนที่	ค่าที่อ่านได้จากการวิเคราะห์	ค่าครีเอตินีน (กรัม)	ระดับความเข้มข้นของโครเมียม (ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน)
22	0.071*	1.177	0.060
23	0.016*	1.574	0.010
24	0.200*	2.226	0.090
25	0.110*	1.097	0.100
26	0.142*	1.419	0.100
27	0.120*	0.602	0.200
28	0.145*	0.964	0.150
29	0.178*	0.808	0.220
30	0.338*	1.534	0.220
ค่าเฉลี่ย	0.167	1.099	0.173
SD.	0.136	0.531	0.155

หมายเหตุ * : undetectable

ตารางภาคผนวก 18 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม เพศ อายุ ส่วนสูง และน้ำหนัก

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ชาย	70	100.0
รวม	70	100.0
อายุ (ปี)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
น้อยกว่า 20 ปี	12	17.1
21 - 30 ปี	39	55.7
31 - 40 ปี	16	22.9
มากกว่า 40 ปี	3	4.3
รวม	70	100.0
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ต่ำกว่า 160	20	28.6
161 - 170	40	51.1
171 - 180	10	14.3
รวม	70	100.0
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
41 - 50	23	32.9
51 - 60	34	48.5
61 - 70	10	14.3
มากกว่า 70	3	4.3
รวม	70	100.0

ตารางภาคผนวก 19 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม สถานภาพสมรสและการศึกษา

สถานภาพสมรส	จำนวน (คน)	ร้อยละ
โสด	36	51.4
สมรส	34	48.6
รวม	70	100.0

การศึกษาขั้นสูงสุด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ประถมศึกษาปีที่ 6	42	60.0
มัธยมต้น	17	24.3
มัธยมปลาย หรือ ปวช.	10	14.3
อนุปริญญา หรือ ปวส.	1	1.4
รวม	70	100.0

ตารางภาคผนวก 20 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา การใช้ยาและโรคประจำตัว

ประวัติการสูบบุหรี่	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่สูบเลย	18	25.7
เคยสูบแต่ปัจจุบันเลิกแล้ว	7	10.0
ปัจจุบันสูบบุหรี่	45	64.3
รวม	70	100.0
การสูบบุหรี่ในที่ทำงาน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่สูบ	24	34.3
สูบบ้างเป็นบางครั้ง	20	28.6
สูบเป็นประจำ	26	37.1
รวม	70	100.0
ประวัติการดื่มสุรา	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่เคยดื่ม	20	28.6
เคยดื่มแต่ปัจจุบันเลิกแล้ว	3	4.3
ปัจจุบันดื่มสุรา	47	67.1
รวม	70	100.0
ประวัติการใช้สารเสพติด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่เคยใช้	64	91.4
เคยใช้แต่เลิกแล้ว	6	8.6
รวม	70	100.0

ตารางภาคผนวก 20 (ต่อ)

ประวัติการประสบอุบัติเหตุครั้งใหญ่	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เคยประสบ	12	17.1
ไม่เคยประสบ	58	82.9
รวม	70	100.0
ประเภทของอุบัติเหตุที่เคยประสบครั้งใหญ่	จำนวน (คน)	ร้อยละ
อุบัติเหตุบนท้องถนน	10	83.3
อุบัติเหตุภายในบ้าน	2	16.7
รวม	12	100.0
การใช้ยาเป็นประจำมากกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ใช้	7	10.0
ไม่ใช้	63	90.0
รวม	70	100.0
ยาที่ใช้เป็นประจำ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ยาแก้ปวด	2	28.6
ยาแก้แพ้	4	57.1
ยาตามแพทย์สั่ง	1	14.3
รวม	7	100.0

ตารางภาคผนวก 20 (ต่อ)

โรคประจำตัว	จำนวน (คน)	ร้อยละ
มีโรคประจำตัว	4	5.7
ไม่มีโรคประจำตัว	66	94.3
รวม	70	100.0

ชนิดของโรคประจำตัว	จำนวน (คน)	ร้อยละ
โรคภูมิแพ้	3	75.0
โรคตับ	1	25.0
รวม	4	100.0

การตรวจสุขภาพก่อนเข้ามาทำงาน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ตรวจ	5	7.1
ไม่ตรวจ	65	92.9
รวม	70	100.0

การตรวจสุขภาพเมื่อเข้ามาทำงาน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ตรวจ	3	4.3
ไม่ตรวจ	67	95.7
รวม	70	100.0

ตารางภาคผนวก 21 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม อายุการทำงาน และพฤติกรรมในการทำงาน

อายุการทำงาน	จำนวน(คน)	ร้อยละ
1 ปี - 5 ปี	56	80.0
6 ปี - 10 ปี	12	17.2
11 ปี - 15 ปี	1	1.4
16 ปี - 20 ปี	1	1.4
รวม	70	100.0
การใส่หน้ากากป้องกัน	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
ใส่ทุกครั้ง	19	27.2
ใส่บ้างเป็นบางครั้ง	40	57.1
ไม่ใส่เลย	11	15.7
รวม	70	100.0
การใช้เสื้อผ้าที่ใส่มาจากบ้านในการทำงาน	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
ใช้ใส่ทำงาน	64	91.4
ไม่ใช้ใส่ทำงาน	6	8.6
รวม	70	100.0
การแยกชุดทำงาน	**จำนวน(คน)**	**ร้อยละ**
แยก	2	2.9
แยกบ้างไม่แยกบ้าง	39	55.7
ไม่แยก	29	41.4
รวม	70	100.0

ตารางภาคผนวก 21 (ต่อ)

การซักชุดทำงาน	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ซักรวม	38	54.3
ซักรวมบ้างไม่รวมบ้าง	27	38.6
ไม่ซักรวม	5	7.1
รวม	70	100.0
การล้างมือก่อนพักดื่มน้ำในช่วงเวลาทำงาน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ล้างทุกครั้ง	14	20.0
ล้างบ้างเป็นบางครั้ง	23	32.9
ไม่ล้างเลย	33	47.1
รวม	70	100.0
การล้างมือระหว่างพักรับประทานอาหาร	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ล้างทุกครั้ง	49	70.0
ล้างบ้างเป็นบางครั้ง	13	18.6
ไม่ล้างเลย	8	11.4
รวม	70	100.0
การใช้ผ้าคลุมผม/หมวกขณะทำงาน	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ใช้	9	12.8
ใช้บ้างไม่ใช้บ้าง	13	18.6
ไม่ใช้	48	68.6
รวม	70	100.0

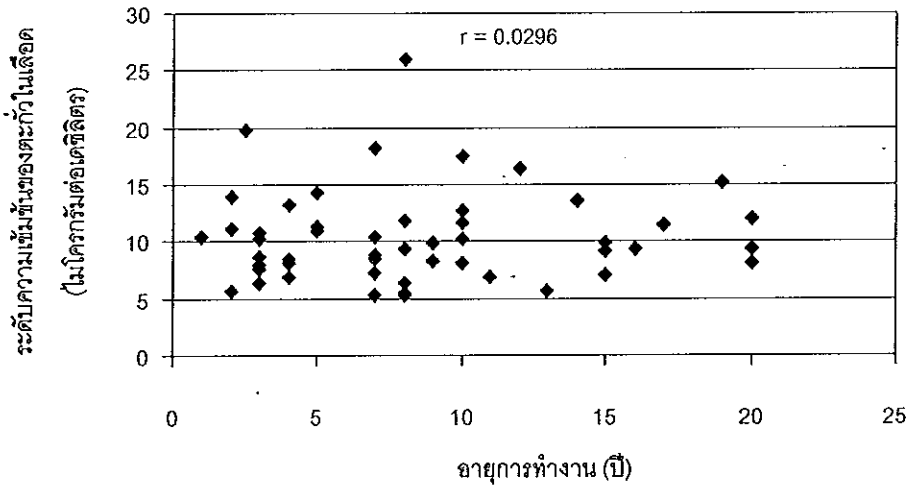
ตารางภาคผนวก 21 (ต่อ)

การอาบน้ำหลังเลิกงานทันที	จำนวน (คน)	ร้อยละ
อาบทุกครั้ง	58	82.9
อาบบ้างไม่อาบบ้าง	7	10.0
ไม่อาบ	5	7.1
รวม	70	100.0

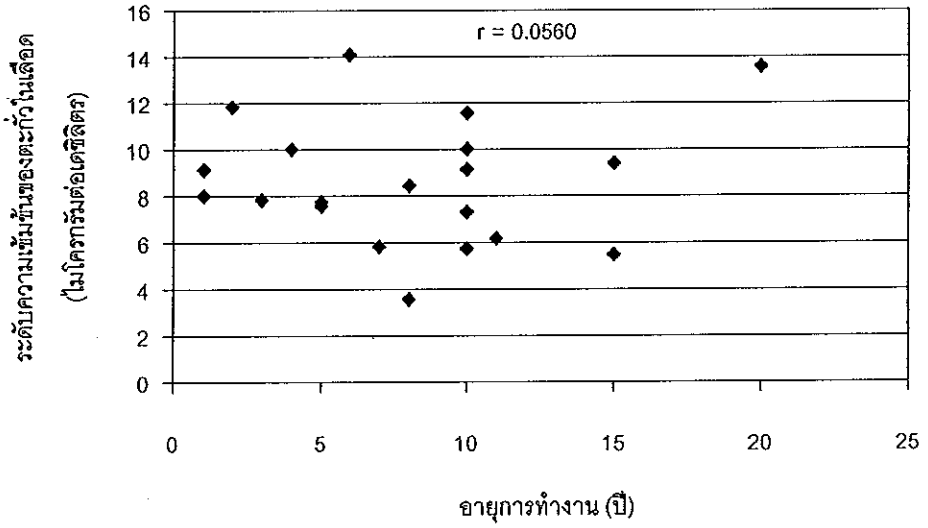
การสระผมหลังเลิกงานทันที	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ทุกครั้ง	31	44.3
เป็นบางครั้ง	37	52.9
ไม่เคย	2	2.8
รวม	70	100.0

ตารางภาคผนวก 22 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามการมีห้องพ่นสี ลักษณะการระบายอากาศ และการจัดหาหน้ากากปิดจมูกของอู่เคาะพ่นสี

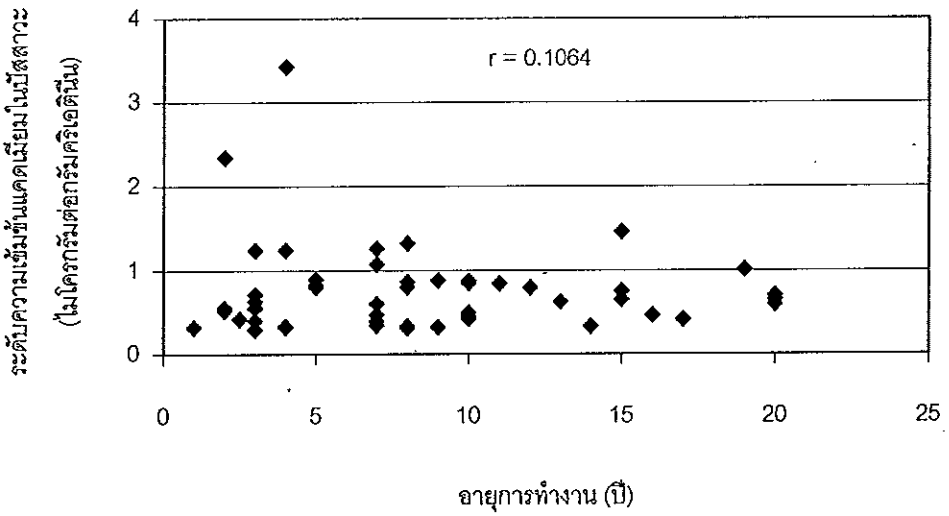
การมีห้องพ่นสี	จำนวน (อู่)	ร้อยละ
มีห้องพ่นสี	10	35.71
ไม่มีห้องพ่นสี	18	64.29
รวม	28	100.00
ลักษณะการระบายอากาศในห้องพ่นสี	จำนวน (อู่)	ร้อยละ
แบบพัดลมดูดอากาศ	8	20.00
แบบระบบปิด	2	80.00
รวม	10	100.00
การจัดหาหน้ากากปิดจมูก	จำนวน (อู่)	ร้อยละ
มี	13	46.43
ไม่มี	15	53.57
รวม	28	100.00



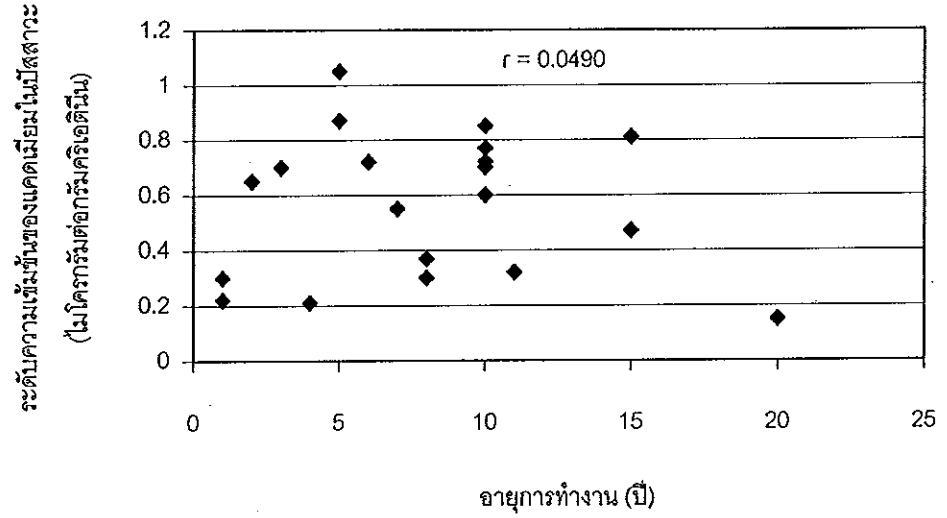
ภาพภาคผนวก 4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษกับอายุการทำงาน



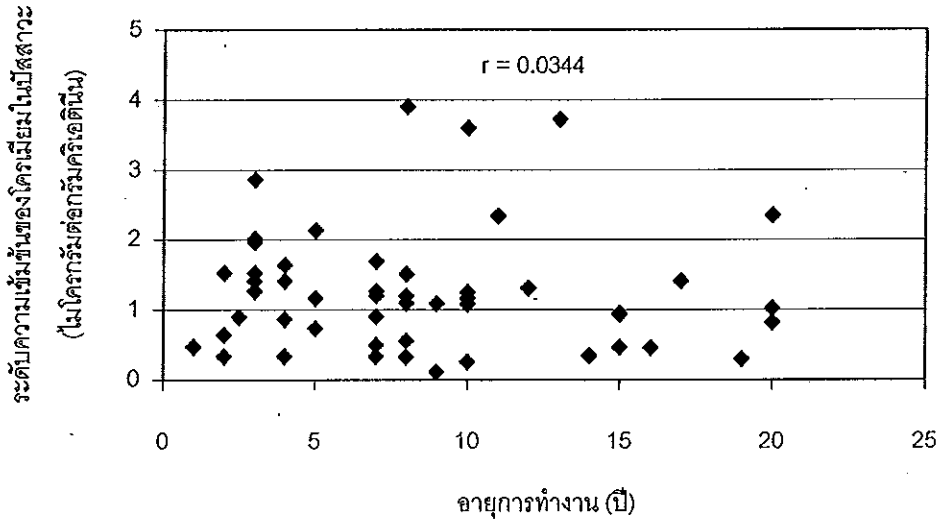
ภาพภาคผนวก 5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษกับอายุการทำงาน



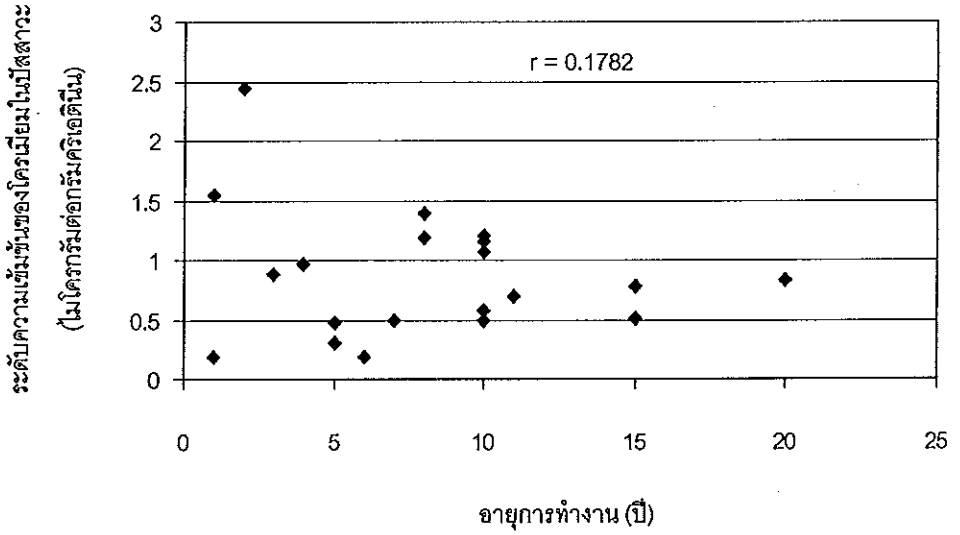
ภาพภาคผนวก 6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษกับอายุการทำงาน



ภาพภาคผนวก 7 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของแคดเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษกับอายุการทำงาน



ภาพภาคผนวก 8 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษกับอายุการทำงาน



ภาพภาคผนวก 9 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีที่ใส่เครื่องป้องกันสารพิษกับอายุการทำงาน

ภาคผนวก ข

ใบรับทราบการตรวจ

ชื่อโครงการ การศึกษาระดับตะกั่วในเลือด แคดเมียมและโครเมียมในปัสสาวะของช่างพ่นสีในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

ความเป็นมาของโครงการและวัตถุประสงค์

โลหะหนักจำพวกตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ที่ผสมอยู่ในสีเป็นสิ่งที่ช่างพ่นสีมีโอกาสได้รับเป็นประจำในระหว่างการทำงาน โลหะหนักเหล่านี้เมื่อสะสมอยู่ในร่างกายเป็นปริมาณมากจะทำให้เกิดโรคได้หลายอย่าง เช่น สมองและประสาทเสื่อม โรคไต โรคโลหิตจาง โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร ระบบสืบพันธุ์ ฯลฯ ดังนั้นเพื่อแนะนำวิธีป้องกันอันตรายจากสารพิษดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิจัยในเรื่องนี้

วิธีการตรวจ

1. ตรวจสุขภาพทั่วไปของช่างพ่นสีโดยแพทย์
2. ถามประวัติทั่วไปและกิจนิสัยของช่างพ่นสี
3. เจาะเลือดเพื่อนำไปตรวจหาชนิดและปริมาณของเม็ดเลือด และปริมาณตะกั่วในเลือด โดยใช้กระบอกและเข็มฉีดยาชนิดใช้ครั้งเดียวทิ้ง
4. เก็บตัวอย่างปัสสาวะเพื่อนำไปตรวจหาปริมาณแคดเมียม โครเมียม และปริมาณครีเอตินีน

ผลดีและผลเสียของการตรวจ

<u>ผลดีคือ</u> 1. เพื่อให้ช่างพ่นสีแต่ละคนได้รับทราบถึงสุขภาพของตนเองในปัจจุบันและปริมาณโลหะหนักในร่างกายว่าอยู่ในระดับที่ผิดปกติหรือไม่

2. ได้ทราบถึงปัญหาปัจจุบันเกี่ยวกับสุขภาพ และโรคที่เกิดจากการทำงานของคนงานในอาชีพช่างพ่นสี

3. สามารถวางแนวทางป้องกันโรคที่เกิดจากการทำงานนี้ กระตุ้นให้ทางราชการได้ตระหนักเกี่ยวกับโรค และมลพิษที่เกิดจากการทำงานประเภทนี้ เพื่อจะได้หาทางลดปัญหา และปรับปรุงแก้ไขกฎหมายให้ความคุ้มครองแก่คนงานมากขึ้น

<u>ผลเสียคือ</u> จะมีอาการเจ็บเล็กน้อยเนื่องจากการเจาะเลือด

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจการตรวจตามคำอธิบายข้างต้นแล้ว ข้าพเจ้ารับทราบและยินยอมรับการตรวจตามวิธีดังกล่าว

ลงชื่อ .....

( )

ผู้รับการตรวจ

รหัส [ ][ ][ ]

วันที่...../...../.....

แบบสอบถามเพื่อวิทยานิพนธ์

แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่องการศึกษาระดับตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียมและโครเมียม ในปัสสาวะของช่างพ่นสีในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่

สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ.....นามสกุล.....

ชื่อสถานประกอบการ.....

ที่อยู่.....

.....

1. อายุ.....ปี
2. ส่วนสูง.....ซม.
3. น้ำหนัก.....กก.
4. สถานภาพสมรส [ ] 1. โสด [ ] 2. สมรส
5. การศึกษาขั้นสูงสุด

[ ] 1. ประถม [ ] 2. มัธยมต้น [ ] 3.มัธยมปลายหรือปวช.

[ ] 4. อนุปริญญาหรือปวส. [ ] 5 อื่นๆ ระบุ.....

6. ทำงานในสถานที่ปัจจุบัน.....ปี
7. เคยทำงานพ่นสีมาแล้ว.....ปี
8. ท่านเคยทำงานเหล่านี้หรือไม่

8.1 งานเชื่อมโลหะ อ๊อก บัดกรีโลหะ [ ] 1 เคย [ ] 2 ไม่เคย

ถ้าเลือก [1] 8.1.1 ท่านทำงานนี้มาเป็นเวลา.....ปี

8.2 งานหลอม หล่อ รีดโลหะ [ ] 1 เคย [ ] 2 ไม่เคย

ถ้าเลือก [1] 8.2.1 ท่านทำงานนี้มาเป็นเวลา.....ปี

8.3 งานเหมือง งานเกี่ยวกับแร่ [ ] 1 เคย [ ] 2 ไม่เคย

ถ้าเลือก [1] 8.3.1 ท่านทำงานนี้มาเป็นเวลา.....ปี

8.4 งานโรงงานที่เกี่ยวกับสารเคมี [ ] 1 เคย [ ] 2 ไม่เคย

ถ้าเลือก [1] 8.4.1 ท่านทำงานนี้มาเป็นเวลา.....ปี

8.5 งานที่ใช้ยาปราบศัตรูพืช [ ] 1 เคย [ ] 2 ไม่เคย

ถ้าเลือก [1] 8.5.1 ท่านทำงานนี้มาเป็นเวลา.....ปี

8.6 งานเกี่ยวกับฉนวนความร้อน ผ้าเบรค คลัช

แผ่นกระเบื้องใยหิน [ ] 1 เคย [ ] 2 ไม่เคย

ถ้าเลือก [1] 8.6.1 ท่านทำงานนี้มาเป็นเวลา.....ปี

8.7. อื่นๆ (ระบุ) .....

8.7.1 ท่านทำงานนี้มาเป็นเวลา.....ปี

9. นอกเหนือจากงานในหน้าที่แล้ว ทำงานอื่นหรือไม่

9.1 งานพิเศษ [ระบุ].....

9.2 งานอดิเรก [ระบุ].....

9.3 งานบ้าน [ระบุ].....

10. ประวัติการสูบบุหรี่

[ ] 1 ไม่เคยสูบบุหรี่ [ ] 2 เคยสูบ แต่ปัจจุบันเลิกสูบแล้ว

[ ] 3 ปัจจุบันสูบบุหรี่

10.1 ท่านสูบบุหรี่ในขณะทำงานหรือไม่

[ ] 1. ไม่เคยเลย [ ] 2. สูบบ้าง ไม่สูบบ้าง

[ ] 3. สูบเป็นประจำ

11. ประวัติการดื่มสุรา

[ ] 1. ไม่เคยดื่ม [ ] 2. เคยดื่มแต่ปัจจุบันเลิกดื่ม

[ ] 3. ปัจจุบันดื่มสุรา

12. ประวัติการใช้สารเสพติด

[ ] 1. ไม่เคยใช้สารเสพติด [ ] 2. เคยใช้แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว

[ ] 3. ปัจจุบันยังใช้อยู่

13. ท่านเคยประสบอุบัติเหตุครั้งใหญ่มาก่อนหรือไม่

[ ] 1. ไม่เคย [ ] 2. เคย

ถ้าเลือก [1] ให้ข้ามไปตอบข้อ 14.

ถ้าเลือก [2]

13.1 อุบัติเหตุที่เคยประสบคือ

[ ] 1. อุบัติเหตุบนท้องถนน (ระบุ) .....

[ ] 2. อุบัติเหตุในโรงงาน (ระบุ) .....

[ ] 3. อุบัติเหตุในบ้าน (ระบุ) .....

[ ] 4. อื่นๆ (ระบุ) .....

13.2 มีผลกับสุขภาพต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบันนี้หรือไม่

[ ] 1. มี [ ] 2. ไม่มี

ถ้ามี 13.2.1 ผลที่ทำให้เกิดคือ [ ] 1. พิการ

[ ] 2. ปวดหัวเรื้อรัง

[ ] 3. คิดช้า

[ ] 4. อื่นๆ (ระบุ) .....

หมวดพฤติกรรม

14. ท่านใช้หน้ากากปิดจมูกในขณะทำงานหรือไม่

[ ] 1. ใช้ประจำ [ ] 2. ใช้บ้าง ไม่ใช้บ้าง [ ] 3. ไม่เคยใช้

15. ท่านใช้เสื้อผ้าที่ใส่มาจากบ้านทำงานเลยใช่หรือไม่

[ ] 1. ใช่ [ ] 2. ใช่บ้าง ไม่ใช่บ้าง [ ] 3. ไม่ใช่

16. เมื่อกลับถึงบ้านท่านแยกเสื้อผ้าชุดทำงานออกไว้ต่างหากหรือไม่

[ ] 1. แยก [ ] 2. แยกบ้าง ไม่แยกบ้าง [ ] 3. ไม่แยก

17. ท่านซักเสื้อผ้าชุดทำงานรวมกับเสื้อผ้าอื่นหรือไม่

[ ] 1. ซักรวม [ ] 2. ซักรวมบ้าง ไม่ซักรวมบ้าง [ ] 3. ไม่ซักรวม

18. เมื่อท่านดื่มน้ำขณะทำงานท่านล้างมือก่อนหรือไม่

[ ] 1. ล้าง [ ] 2. ล้างบ้าง ไม่ล้างบ้าง [ ] 3. ไม่ล้าง

19. เมื่อท่านรับประทานอาหารกลางวันและอาหารว่างท่านล้างมือก่อนหรือไม่

[ ] 1. ล้าง [ ] 2. ล้างบ้าง ไม่ล้างบ้าง [ ] 3. ไม่ล้าง

20. ท่านใช้ผ้าคลุมผมหรือหมวกขณะทำงานหรือไม่

[ ] 1. ใช้ [ ] 2. ใช้บ้าง ไม่ใช้บ้าง [ ] 3. ไม่ใช้

21. ท่านอาบน้ำหลังเลิกงานทุกวันหรือไม่

[ ] 1. อาบ [ ] 2. อาบบ้าง ไม่อาบบ้าง [ ] 3. ไม่อาบ

22. ท่านสระผมหลังเลิกงานหรือไม่

[ ] 1. ทุกครั้ง [ ] 2. เป็นบางครั้ง [ ] 3. ไม่เคย

23. ปัจจุบันท่านทำงานวันละ.....ชั่วโมง

24. ท่านทำงานสัปดาห์ละ.....วัน

หมวดสุขภาพ

25. ท่านใช้ยาเป็นประจำ มากกว่า 3 ครั้ง / สัปดาห์

[ ] 1. ใช้ [ ] 2. ไม่ใช้

<u>ถ้าใช้</u> 25.1 ยาที่ใช้คือ [ ] 1. ยาแก้ปวด [ ] 2. ยาแก้แพ้

[ ] 3. อื่นๆ (ระบุ).....

26. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่ [ ] 1. มี [ ] 2. ไม่มี

<u>ถ้ามี</u> 26.1 โรคประจำตัวของท่านคือ

[ ] 1. หอบหืด [ ] 2. โรคภูมิแพ้ [ ] 3. โรคเลือด

[ ] 4. โรคความดันโลหิตสูง [ ] 5. วัณโรคปอด

[ ] 6. โรคตับอักเสบ [ ] 7. โรคไต [ ] 8. อื่นๆ (ระบุ).....

27. ก่อนจะเข้ามาทำงาน ท่านได้ตรวจสุขภาพก่อนหรือไม่

[ ] 1. ตรวจ [ ] 2. ไม่ตรวจ

28. เมื่อเข้ามาทำงานแล้ว ท่านได้รับการตรวจสุขภาพประจำปีหรือไม่

[ ] 1. ตรวจ [ ] 2. ไม่ตรวจ

ในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมาท่านมีอาการเหล่านี้เป็นประจำใช่หรือไม่

อาการทางระบบทางเดินอาหาร

29. เบื่ออาหาร [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
30. คลื่นไส้ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
31. อาเจียน [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
32. น้ำหนักลด [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
33. ปากแห้ง [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
34. มีแผลในช่องปาก [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
35. รู้สึกว่าลิ้นมีรสหวานแปลกๆ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
36. มีเส้นตะกั่วบริเวณเหงือก [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
37. ท้องผูก [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
38. ท้องเสีย ท้องอืด [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
39. ปวดท้อง [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

ถ้าใช่ มักปวดเวลา 39.1 ก่อนอาหาร [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

39.2 อื่นๆ (ระบุ) .....

40. อุจจาระมีสีดำ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

อาการทางสมองและระบบประสาท

41 ความจำแย่ลง [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
42. คิดช้า [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
43. ไม่มีสมาธิ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
44. หงุดหงิด [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
45. อารมณ์เปลี่ยนแปลงง่าย [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
46. นอนไม่ค่อยหลับ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
47. ง่วงนอนง่าย [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
48. รู้สึกเศร้าซึม [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
49. รู้สึกเป็นสุขมากกว่าปกติ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
50. รู้สึกคล้ายเมา [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
51. ดื่มสุราแล้วจะเมาง่ายกว่าปกติ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

52. ทรงตัวไม่ดี มีการเซบางครั้ง [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
53. ชาตามปลายแขนปลายขา [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
54. ปวดกล้ามเนื้อ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
55. กล้ามเนื้อกระตุกพริ้ว [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
56. กล้ามเนื้อไม่มีแรง [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
57. เป็นตะคริว [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
58. ปวดตามข้อ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
59. เป็นลมหน้ามืด [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
60. หมดสติ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
61. เป็นไข้ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
62. มือสั่น [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
63. ข้อมือห้อย เท้าห้อย [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
64. ความต้องการทางเพศลดลง [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

อาการทางผิวหนัง

65. แผลเป็นเรื้อรังบนผิวหนัง [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
66. คันและมีผื่นขึ้นตามตัว [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
67. คันและมีแผลพุพอง [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

อาการทางตา และหู

68. ตาพร่ามัว [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
69. มองเห็นไม่ชัดในเวลากลางคืน [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
70. แสบตา [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
71. ตาแดง [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
72. ตาแห้ง [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
73. การได้ยินลดลง [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
74. มีเสียงรบกวนในหู หูอื้อ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

อาการทางระบบโลหิต

75. ตัวซีด ตาซีด [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่
76. มีเลือดกำเดาออก [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

77. เลือดออกง่ายและหยุดยาก [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

78. เจ็บหน้าอก [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

ถ้าใช่ มักเจ็บหน้าอกเวลา 78.1 หลังอาหาร [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

78.2 ออกกำลังกาย [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

78.3 อื่นๆ (ระบุ) .....

79. หัวใจสั่น [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

80. ปวดศีรษะ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

81. วิงเวียนศีรษะ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

82. มึนงง สับสน [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

83. อ่อนเพลีย [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

84. ขาบวม [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

อาการทางระบบหายใจ

85. ไอ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

ถ้าใช่ มักไอ 85.1 ทุกเช้า [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

85.2 ทั้งกลางวันกลางคืน [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

85.3 ไอมานาน ..... เดือน

86. มีเสมหะ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

ถ้าใช่ มักมี 86.1 มีเฉพาะตอนเช้า [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

86.2 มีตลอดวัน [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

86.3 มีเสมหะมานาน .....ปี

87. คัดจมูก [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

88. แสบจมูก [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

89. จาม [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

90. ระคายคอ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

91. หายใจลำบาก [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

92. หายใจติดขัดเมื่อรีบทำอะไรเร็วๆ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

93. หายใจถี่เมื่อเดินกับเพื่อน [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

94. หายใจหอบเมื่อก้าวเดินเร็วๆ [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

95. หายใจมีเสียงวี้ด [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

96 เหนื่อยเมื่อขึ้นบันได 1 ชั้น [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

97. นอนหนุนหมอนสูงเพื่อให้หายใจสะดวก [ ] 1. ใช่ [ ] 2. ไม่ใช่

แบบบันทึกข้อมูลสถานประกอบการพ่นสี

1.ชื่อสถานประกอบการ.....

2.ชื่อเจ้าของ/ผู้จัดการ.....

3. สถานที่ตั้ง

เลขที่.....ซอย.....ถนน.....

ตำบล.....อำเภอ หาดใหญ่ จังหวัด สงขลา

โทรศัพท์.....

4. จำนวนคนงานทั้งหมด.....คน จำนวนช่างพ่นสี.....คน

5. มีห้องพ่นสี 1. [ ] มี 2. [ ] ไม่มี

6. จำนวนรถยนต์ที่เข้ารับบริการ ประมาณ.....คันต่อเดือน

7. การจัดหาหน้ากากปิดจมูกให้คนงาน 1. [ ] มี 2. [ ] ไม่มี

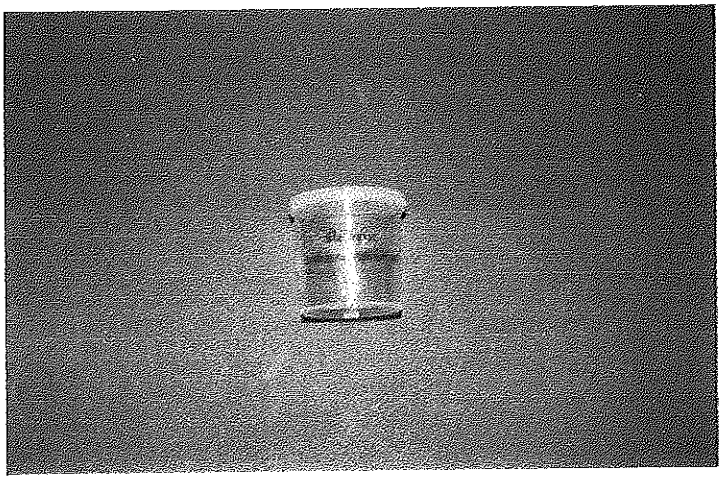
8. ลักษณะของอาคาร (อู่)

8.1 การระบายอากาศ 1. [ ] มี 2. [ ] ไม่มี

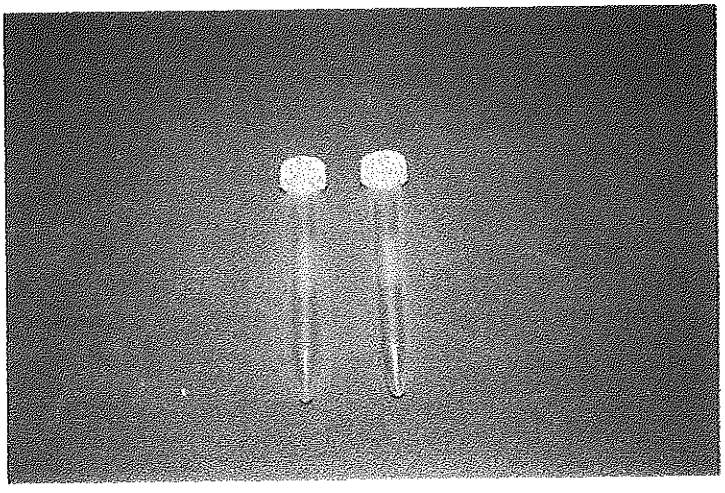
9. ผังลักษณะอาคารและที่ตั้ง

ภาคผนวก ค

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง



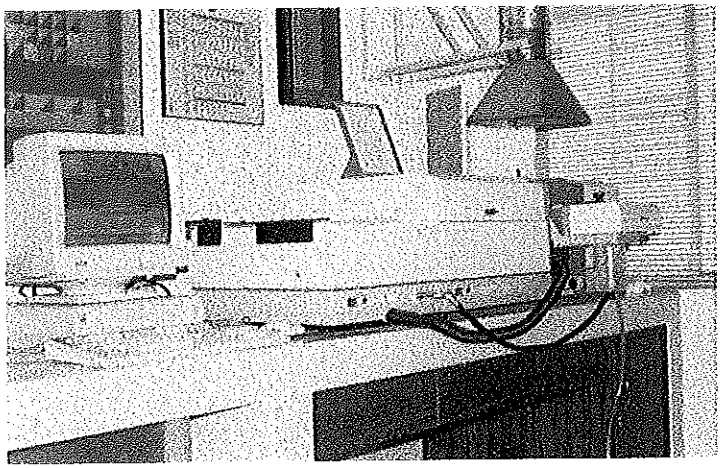
ภาพประกอบผนวก 10 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างปัสสาวะ (Polyethylene Bottle)



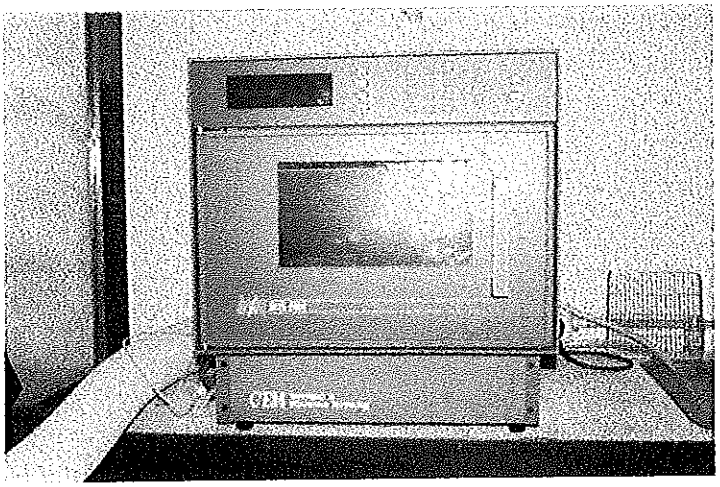
ภาพประกอบผนวก 11 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างเลือด (Polyethylene Tube)

ภาคผนวก ง

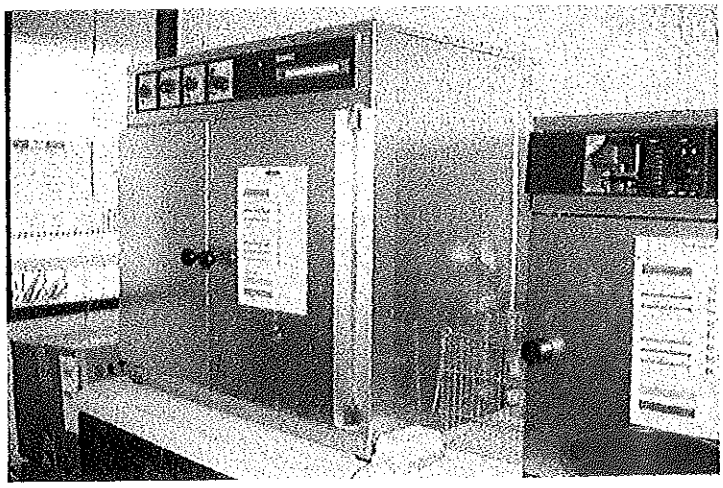
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง



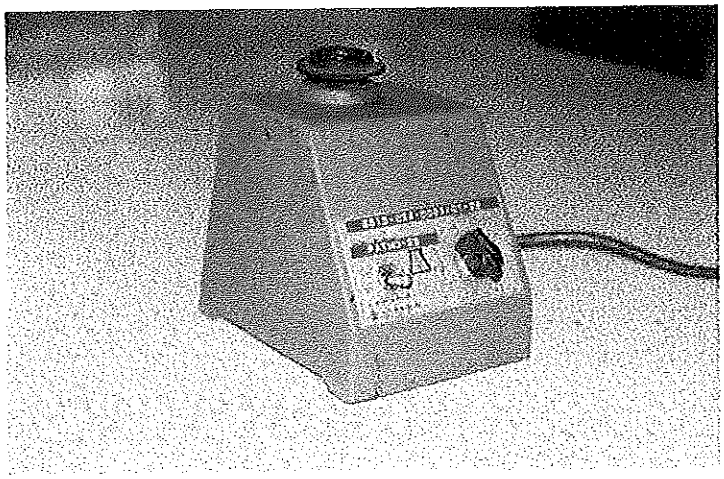
ภาพประกอบภาคผนวก 12 เครื่องอะตอมมิกแอบซอบชั่น สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แบบกราไฟต์เฟอร์เนส (Graphite Furnance Atomic Absorption Spectrophotometer)



ภาพประกอบภาคผนวก 13 เครื่องย่อยไมโครเวฟ (Microwave Digestion)



ภาพประกอบภาคผนวก 14 ตู้อบความร้อน (Drying Oven)



ภาพประกอบภาคผนวก 15 เครื่องเขย่า (Touch Mixer Model 231)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวสุภาพร จันทร์หอม
วัน เดือน ปี และสถานที่เกิด	14 ธันวาคม 2515 จ. นครศรีธรรมราช

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
พยาบาลศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยม อันดับ 2	คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่	2538