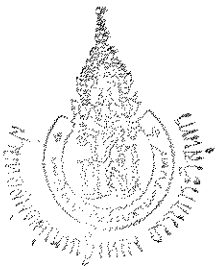


การประเมินการได้รับสารตะกั่วในคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี

Lead Exposure Assessment in Printing Workers in Changwat Petchaburi

สมพร กลิ่นพุตตาล

Somporn Glinputtal

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Health

Prince of Songkla University

2544

RA1231.L4 A43 2544 ก.2

218557

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินการได้รับสารตะกั่วในคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี
ผู้เขียน นางสาวสมพร กลิ่นพุฒตาล
สาขาวิชา อนามัยสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.ดร.พิชญา ตันติเศรณี)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ.ดร.พิชญา ตันติเศรณี)

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

.....กรรมการ
(ดร.อลัน กีเตอร์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิติ ทฤษฎิคุณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	การประเมินการได้รับสารตะกั่วในคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี
ผู้เขียน	นางสาวสมพร กลิ่นพุฒตาล
สาขาวิชา	อนามัยสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบตัดขวาง (cross – sectional with analytic component) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับตะกั่วในเลือด ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน ความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดและระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน และเปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดและระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสกับคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซท คนงานแผนกพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรีทั้งหมด 31 คน แบ่งเป็นคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทจำนวน 18 คน และคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสจำนวน 13 คน ได้รับการเจาะเลือดและเก็บตัวอย่างสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานแล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในเลือด และปริมาณตะกั่วในบรรยากาศการทำงานโดยวิธี Graphite furnace atomic absorption spectrophotometry

ผลการศึกษาพบว่าระดับตะกั่วในเลือดของคนงานโรงพิมพ์ทั้งหมดในจังหวัดเพชรบุรีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.68 ± 4.06 μg/dl (พิสัย = 2.75 - 19.43 μg/dl) เมื่อแยกวิเคราะห์คนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทกับระบบเลตเตอร์เพรส พบว่ามีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยเท่ากับ 5.50 ± 2.26 μg/dl และ 10.46 ± 4.3 μg/dl ตามลำดับ คนงานในโรงพิมพ์ระบบแลตเตอร์เพรสมีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่าคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของคนงานในโรงพิมพ์ทั้งหมดรวมกันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25 ± 0.23 $\mu g/m^3$ เมื่อแยกวิเคราะห์คนงานตามระบบการพิมพ์ระหว่างโรงพิมพ์ระบบออฟเซทกับโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส พบว่าระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานเท่ากับ 0.28 ± 0.21 $\mu g/m^3$ และ 0.25 ± 0.23 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของคนงานในโรงพิมพ์ทั้ง 2 ระบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานไม่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงพิมพ์ทั้ง 2 ระบบ จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายมากกว่าคนงานในระบบออฟเซท และทางที่ตะกั่วเข้าสู่ร่างกายไม่ได้มาจากการสูดหายใจเข้าไป

Thesis Title Lead Exposure Assessment in Printing Workers in Changwat Petchaburi

Author Miss Somporn Glinputtal

Major Program Environmental Health

Academic Year 2001

Abstract

A cross – sectional study with an analytic component was undertaken. Its aims were to analyse concentrations of lead in blood and working atmosphere of letterspress printing workers and offset printing workers and to examine relationship between the blood lead levels and the atmospheric lead levels. A total of 31 subjects were recruited from printing departments of the two types, offset printing (n = 18) and letterpress printing (n = 13). Their blood and atmospheric air samples were collected. The blood lead levels and the atmospheric lead levels were analysed by graphite furnace atomic absorption spectrophotometry.

The mean concentration of blood lead of all workers was 7.68 ± 4.06 μg/ dl (range = 2.75 – 19.43 μg/dl). The mean blood lead levels of the offset printing workers and the letterpress printing workers were 5.50 ± 2.26 μg/dl and 10.46 ± 4.3 μg/dl, respectively. The blood lead concentrations were significantly different between the two groups ($p<0.05$). The mean concentration of atmospheric lead was 0.25 ± 0.23 $\mu g/m^3$ (range = 0.01 – 1.00$\mu g/m^3$) The mean atmospheric lead levels of the offset printing workers and the letterpress printing workers were 0.28 ± 0.21 $\mu g/m^3$ and 0.25 ± 0.23 $\mu g/m^3$, respectively. The atmospheric lead concentrations of the two groups were not significantly different ($p>0.05$). The blood lead levels were found not related to the atmospheric lead. It was concluded that the letterpress printing workers exposed to more lead than the offset printing workers, and that the working atmosphere was not a major source of exposure.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผศ.ดร.น.สพ.บรรจง วิทยวีรศักดิ์ ผศ.ดร.พญ.พิชญา ตันติเศรณี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ณรงค์ ณ เชียงใหม่ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนสนับสนุนให้กำลังใจตลอดมา ขอขอบพระคุณ Dr. Alan Geater กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาตรวจสอบแก้ไขและให้ข้อเสนอแนะ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มงานวิจัยและพัฒนางานชันสูตร กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดและระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน

ขอขอบคุณผู้จัดการ คนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรีทุกแห่งที่ผู้วิจัยได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่ง ในด้านการศึกษาดูงาน อำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างเลือด ตัวอย่างอากาศ สำรวจสิ่งแวดล้อมในการทำงานและตอบแบบสอบถาม ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มงานพัฒนาคุณภาพบริการและวิชาการ เจ้าหน้าที่งานอาชีวเวชกรรม กลุ่มงานเวชกรรมสังคม โรงพยาบาลพระจอมเกล้าจังหวัดเพชรบุรี ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ คุณอภิรดี แซ่ลิ่ม คุณกิตติศักดิ์ ชูมาลี คุณนิภา มหารัชพงศ์ เจ้าหน้าที่หน่วยระบาดวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูล ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่สนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา ขอขอบคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนาม ณ ที่นี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องสาว และครอบครัว กลิ่นพุฒตาล ที่ให้ความรู้สึกดีๆ คอยเติมกำลังใจสม่ำเสมอ เป็นพลังใจสำคัญของความสำเร็จในครั้งนี้

สมพร กลิ่นพุฒตาล

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ..... (3)

Abstract..... (4)

กิตติกรรมประกาศ..... (5)

สารบาญ..... (6)

รายการตาราง..... (8)

รายการภาพประกอบ..... (9)

บทที่

1 บทนำ..... 1

บทนำต้นเรื่อง..... 1

วัตถุประสงค์..... 3

คำถามการวิจัย..... 3

กรอบแนวคิด..... 3

ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ..... 5

ขอบเขตการวิจัย..... 5

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 6

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรงพิมพ์..... 6

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหมึกพิมพ์..... 8

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับตะกั่ว..... 9

การประเมินความเสี่ยงสุขภาพ..... 29

การตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อม..... 33

การตรวจวัดทางชีวภาพ..... 37

2 วิธีการวิจัย 41

รูปแบบการวิจัย..... 41

ประชากรวิจัย..... 41

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย..... 42

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 42

สารบาญ (ต่อ)

หน้า

การวิเคราะห์ข้อมูล..... 51
3 ผลการวิจัย..... 53
4 บทวิจารณ์..... 74
5 สรุปและข้อเสนอแนะ..... 80
บรรณานุกรม..... 86
ภาคผนวก..... 95
ก แบบสอบถามข้อมูลสุขปฏิบัติและอาการของโรคพิษตะกั่ว..... 96
ข แบบสำรวจสิ่งแวดล้อมการทำงาน..... 105
ค วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด..... 110
ง วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน..... 113
จ ตารางภาคผนวก..... 115
ฉ ภาพประกอบภาคผนวก..... 125
ประวัติผู้เขียน..... 128

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	ปริมาณสารเป็นพิษในหมึกพิมพ์	9
1.2	ระดับตะกั่วในเลือดและผลกระทบต่อสุขภาพผู้ใหญ่	14
1.3	ค่ามาตรฐานความปลอดภัยระดับตะกั่วในเลือด	20
1.4	ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน	20
2.1	การออกแบบการเก็บตัวอย่างสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน	49
3.1	จำนวนและร้อยละของลักษณะประชากรวิจัย จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์	54
3.2	จำนวนและร้อยละของคนงานที่มีและไม่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ในที่ทำงาน พฤติกรรมการดื่มสุรา การทำงานล่วงเวลา จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์	55
3.3	ปริมาณการสูบบุหรี่ ระยะเวลาการสูบบุหรี่ และปริมาณการดื่มสุราของคนงาน จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์	56
3.4	ระยะเวลาการทำงานในโรงพิมพ์ และระยะเวลาการทำงานล่วงเวลา จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์	57
3.5	จำนวนและร้อยละ ของคนงานที่มีและไม่มีการประสบอุบัติเหตุ การมีโรคประจำตัว การตรวจสุขภาพก่อนทำงาน การตรวจระดับตะกั่วในเลือด จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์	58
3.6	จำนวนและร้อยละของอาการที่เกี่ยวเนื่องกับการทำงานของคนงาน จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์	60
3.7	จำนวนและร้อยละสุขวิทยาการทำงานของคนงาน จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์	61
3.8	จำนวนและร้อยละของคนงาน จำแนกตามรายข้อสุขวิทยาการทำงาน	64
3.9	จำนวนและร้อยละของสิ่งแวดล้อมการทำงาน จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์	66
3.10	ระดับตะกั่วในเลือด ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน ระดับฮีมาโตรคริต ระดับฮีโมโกลบิน จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์	69
3.11	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษากับระดับตะกั่วในเลือดจำแนก ตามระบบการพิมพ์	72
5.1	แผนปฏิบัติในการควบคุมและป้องกันโรคพิษตะกั่วของคนงานโรงพิมพ์ ในจังหวัดเพชรบุรี	82

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
1.2	กลวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศในแบบต่างๆ.....	36
3.1	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือด และระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน.....	70
3.2	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือด และระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส.....	71
3.3	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือด และระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซท.....	71

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

อุตสาหกรรมการพิมพ์ของไทยเป็นอุตสาหกรรมที่เก่าแก่มีพัฒนาการมาตั้งแต่สมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช (ยุทธศักดิ์ คณาสวัสดิ์, 2539 : 20) และมีความเจริญก้าวหน้าตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเศรษฐกิจของประเทศควบคู่กันไป เป็นที่ยอมรับกันว่าการพิมพ์เป็นกิจกรรมที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ นับวันจะขยายบทบาทในด้านต่างๆ มากยิ่งขึ้น เช่น การศึกษา อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม ศิลปกรรม เป็นต้น อุตสาหกรรมการพิมพ์ได้ขยายตัวออกไปทั้งด้านการพิมพ์ การผลิต และคุณภาพของเครื่องจักร เครื่องมือ เพื่อรองรับความต้องการในด้านคุณภาพจากลูกค้า พฤติกรรมการเลือกใช้สิ่งพิมพ์ของประชาชนที่เปลี่ยนแปลงไปในเชิงของการพิจารณารูปร่างหน้าตาภายนอกของสิ่งพิมพ์มากยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จากเวลาเลือกหยิบดูสิ่งพิมพ์ของคนทั่วไปจะมุ่งไปที่สินค้าที่มีรูปแบบ การออกแบบสีสัน ความสวยงามและคุณภาพดีก่อน ส่วนสินค้าหรือสิ่งพิมพ์ที่มีคุณภาพในด้านต่างๆ ด้อยกว่าจะมีผู้ให้ความสนใจน้อยกว่า ความสนใจในด้านเนื้อหาของสิ่งพิมพ์จะตามมาเป็นลำดับต่อไป และหากคุณภาพเนื้อหาใกล้เคียงกันแล้ว สิ่งพิมพ์ที่สวยงามถึงแม้จะมีราคาสูงกว่าก็จะมีผู้ซื้อมากกว่า ความจริงข้อนี้ปรากฏอยู่ทั่วไปทั้งในหนังสือเริงรมย์และหนังสือวิชาการ (วันชัย ศิริชนะ, 2533 : 52 - 53)

อย่างไรก็ตามแม้อุตสาหกรรมการพิมพ์จะขยายตัวเพื่อให้ได้คุณภาพดี สีสันสวยงามตามความต้องการของผู้บริโภคนั้นจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีต่างๆ รวมทั้งใช้หมึกพิมพ์ประเภทต่างๆ เพื่อให้ได้สีสันสวยงามคงทนถาวร ซึ่งหมึกพิมพ์นั้นจะมีส่วนประกอบของสารตะกั่วรวมอยู่ด้วย ดังจะเห็นได้จากการศึกษาของ Lee และคณะ (2518 อ้างถึงใน ทัศนีย์ บุญญาวัฒน์, 2537 : 10) ที่ศึกษาและวิเคราะห์หาปริมาณสารตะกั่วในหมึกพิมพ์ ผลปรากฏว่าพบสารตะกั่วในหมึกสีแดงตั้งแต่ 170 - 20,000 ppm. พบสารตะกั่วในหมึกสีน้ำเงิน 130 ppm. ไม่พบสารตะกั่วในหมึกสีดำ สีเหลือง สีม่วง สีขาว ส่วนทิพวัลย์ เอกปัต (2522 อ้างถึงใน ทัศนีย์ บุญญาวัฒน์, 2537 : 11) ได้วิเคราะห์หาสารตะกั่วในหมึกพิมพ์จากโรงพิมพ์ในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าในหมึกสีเหลืองพบสารตะกั่วสูงสุด 34,735.35 ppm. หมึกสีเขียวพบสารตะกั่วสูงสุด 23,914.09 ppm. หมึกสีแดงพบสารตะกั่วสูงสุด 10,456.6 ppm. หมึกสีน้ำเงินพบสารตะกั่วสูงสุด 2,211.49 ppm. หมึกสีฟ้าพบ

สารตะกั่วสูงสุด 2,141.68 ppm. หมึกสีดำพบสารตะกั่วสูงสุด 1,227.94 ppm. และจากการสำรวจเบื้องต้นในโรงพิมพ์จังหวัดเพชรบุรีพบว่าบริเวณเครื่องพิมพ์และพื้นโรงพิมพ์จะมีคราบหมึกพิมพ์ติดอยู่ปริมาณมาก ซึ่งคราบหมึกพิมพ์เหล่านี้จะมีสารตะกั่วปนอยู่ด้วย ดังนั้นผู้ที่ทำงานในโรงพิมพ์จึงมีโอกาสสัมผัสสารตะกั่วโดยตรงจากการปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายทางปากและทางหายใจเอาฝุ่นตะกั่วจากคราบหมึกพิมพ์ ส่งผลให้มีความเสี่ยงต่ออันตรายจากโรคพิษตะกั่ว ซึ่งเป็นปัญหาทางด้านอาชีวอนามัยที่สำคัญโรคหนึ่ง อีกทั้งโรงพิมพ์ส่วนใหญ่จัดเป็นสถานประกอบการขนาดเล็ก ขาดการจัดการในเรื่องความปลอดภัยในการทำงาน ส่งผลให้คนงานเหล่านั้นมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคพิษตะกั่วมากยิ่งขึ้น

โรคพิษตะกั่วนอกจากจะก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพของคนงาน ทำให้ต้องหยุดงาน เสียรายได้และค่ารักษาพยาบาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ป่วยที่เป็นหัวหน้าครอบครัวจะส่งผลกระทบต่อสมาชิกที่ต้องพึ่งพารายได้ของผู้ป่วย เกิดเป็นปัญหาเศรษฐกิจของครอบครัวอาจทำให้สูญเสียโอกาสทางการศึกษาหรือหน้าที่การทำงาน สำหรับผู้ประกอบการจะได้รับผลกระทบจากการขาดงานของลูกจ้าง โดยเฉพาะงานที่ต้องอาศัยความชำนาญ ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพต่ำลงหรือปริมาณการผลิตลดลง และต้องเสียเงินค่ารักษาพยาบาลหรือเงินทดแทนให้กับคนงานที่เจ็บป่วยจากการทำงาน สำหรับประเทศชาติยังได้รับผลกระทบจากการสูญเสียทรัพยากรบุคคลที่เป็นกำลังงาน และสูญเสียเงินตราต่างประเทศสำหรับซื้อเวชภัณฑ์เพื่อนำมารักษาผู้ป่วยจากพิษตะกั่ว นอกจากนี้หญิงตั้งครรภ์และเด็กถ้าได้รับพิษตะกั่ว จะทำให้เกิดความผิดปกติของพัฒนาการทางด้านร่างกายและสมองไม่อาจเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีคุณภาพได้ในอนาคต

จากความเป็นมาและปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยในฐานะเจ้าหน้าที่สาธารณสุข ตำแหน่งพยาบาลอาชีวเวชกรรม มีหน้าที่รับผิดชอบต่อสุขภาพของคนทำงาน รวมถึงการดูแลสภาพการทำงานที่จะมีผลต่อสุขภาพอนามัยของคนงาน จึงมีความสนใจที่จะศึกษาการประเมินการได้รับสารตะกั่วของผู้ทำงานในโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี โดยศึกษาระดับสารตะกั่วในเลือดของคนงานและระดับสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารตะกั่วในเลือดและระดับสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ แม้ว่าจะมีผู้ทำการศึกษาในกลุ่มประชากรอื่นๆ มาแล้วก็ตาม แต่ผลการศึกษาในแต่ละกลุ่มประชากรยังมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้การศึกษาระดับสารตะกั่วในเลือดและระดับสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสซึ่งเป็นระบบเก่าเปรียบเทียบกับโรงพิมพ์ระบบออฟเซทซึ่งเป็นระบบใหม่ ยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษามาก่อน ในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสคนงานมีโอกาสสัมผัสสารตะกั่วโดยตรงจากการนำตัวพิมพ์มาวางต่อกัน ซึ่งตัวพิมพ์จะมีส่วนผสมของสารตะกั่วประมาณร้อยละ 71 - 79 และปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายโดยการกิน (จรุณห์ เพชรมุณี,

2523 : 42 ; Purkis, 1983 : 1790) ในขณะที่โรงพิมพ์ระบบออฟเซทซึ่งเป็นระบบการพิมพ์หลักของอุตสาหกรรมการพิมพ์ในปัจจุบันและมีปริมาณงานที่มากกว่า (ยุทธศักดิ์ คณาสวัสดิ์, 2539 : 21) สารตะกั่วจะเข้าสู่ร่างกายคนงานโดยการกินและการหายใจเอาฝุ่นตะกั่วเข้าไป (NIOSH, 1992) การศึกษานี้มีประโยชน์ในการดำเนินการควบคุมโรคพิษตะกั่วในโรงพิมพ์ทั้งด้านสิ่งแวดล้อมการทำงานและด้านสุขอนามัยส่วนบุคคลของคนงานในจังหวัดเพชรบุรีอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป และสามารถนำมาใช้ในการวางแผนการจัดบริการสาธารณสุขด้านอาชีวอนามัยให้ครอบคลุมทั้งการส่งเสริมสุขภาพและการป้องกันโรค เพื่อให้คนทำงานปลอดภัยจากโรคพิษตะกั่ว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับสารตะกั่วในเลือดของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี
2. เพื่อศึกษาระดับสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารตะกั่วในเลือดและระดับสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี
4. เพื่อเปรียบเทียบระดับสารตะกั่วในเลือดและระดับสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสกับโรงพิมพ์ระบบออฟเซท

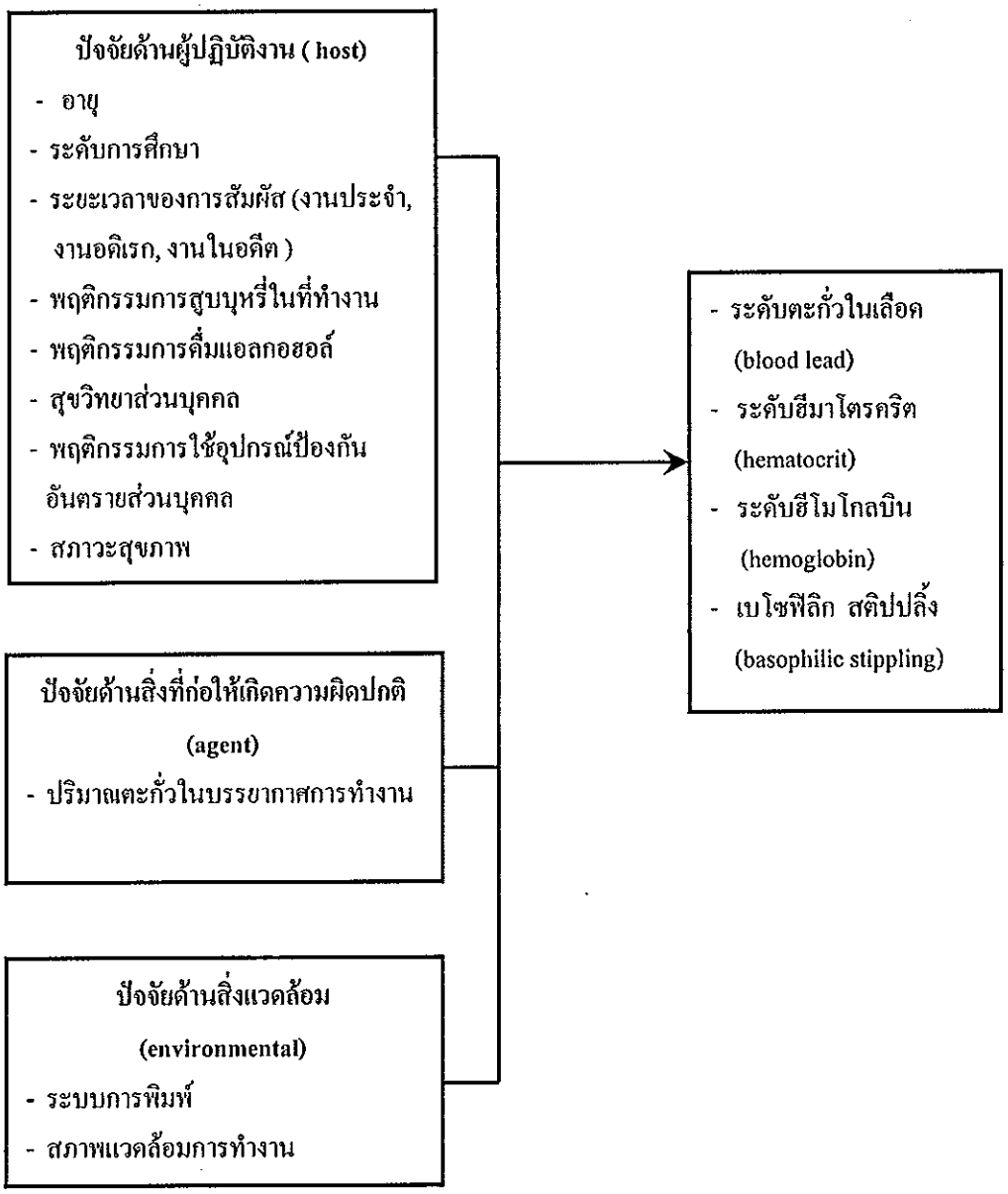
คำถามการวิจัย

1. คนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรีมีระดับสารตะกั่วในเลือดเฉลี่ยเท่าไร
2. ระดับสารตะกั่วเฉลี่ยในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรีมีค่าเท่าไร
3. ระดับสารตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงพิมพ์มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานหรือไม่อย่างไร
4. ระดับสารตะกั่วในเลือดของคนงานและระดับสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสแตกต่างกับโรงพิมพ์ระบบออฟเซทหรือไม่อย่างไร

กรอบแนวคิด

ปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดโรคพิษตะกั่วประกอบด้วย ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม (environmental) ปัจจัยด้านตัวบุคคล (host) และปัจจัยด้านสิ่งที่ทำให้เกิดโรค (agent) ในภาวะปกติปัจจัยทั้ง 3 ประการนี้จะมีความสมดุลกันจึงทำให้ไม่เกิดโรค หรือเกิดการระบาดของโรคขึ้น แต่ถ้าปัจจัยทั้ง 3 ประการดังกล่าวเกิดภาวะไม่สมดุลกัน ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากมนุษย์ (host) สิ่งที่ทำ

ให้เกิดโรค (agent) และสิ่งแวดล้อม (environment) เปลี่ยนแปลง หรือแม้ปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปในทางมากขึ้นหรือน้อยลงก็ตาม อาจทำให้เกิดโรคหรือการระบาดของโรคขึ้นได้ ดังนั้นปัจจัยทางระบาดวิทยาจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนป้องกัน และควบคุมโรค งานส่งเสริมสุขภาพและให้ภูมิคุ้มกันแก่โฮสท์ การควบคุมและกำจัดสิ่งที่ทำให้เกิดโรค และปรับปรุงสิ่งแวดล้อมให้ถูกสุขลักษณะ (ไพบูลย์ โล่ห์สุนทร, 2537 : 14-25)



ภาพประกอบ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ

เป็นข้อมูลให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด สำนักงานสวัสดิการคุ้มครองแรงงานจังหวัด งานอาชีวเวชกรรม โรงพยาบาลพระจอมเกล้า ใช้ในการวางแผนพัฒนาการดำเนินการป้องกันโรคพิษสารตะกั่วในโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาในโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรีจำนวน 13 แห่ง โดยเลือกกลุ่มประชากรศึกษา คือ คนงานในแผนกพิมพ์ จำนวน 31 คน ดำเนินการศึกษาในช่วงเดือนมิถุนายน 2543 - พฤษภาคม 2544

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรงพิมพ์

กระบวนการพิมพ์ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไปนี้นั้น จะเน้นเฉพาะระบบการพิมพ์ซึ่งมีเป้าหมายต่อผู้บริโภคเป็นส่วนใหญ่ในด้านประโยชน์ใช้สอย (function) มิใช่สนองต่อความต้องการด้านอารมณ์หรือความงดงาม (beauty) ในเชิงศิลปะ ซึ่งกระบวนการผลิตดังกล่าวจะเป็นการพิมพ์ในปริมาณที่มาก (mass production) จึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องจักรกล (เครื่องพิมพ์) เพื่อทุ่นเวลาในการผลิตมากกว่าที่จะใช้ฝีมือหรือแรงงานมนุษย์ซึ่งนั่นก็หมายถึงการพิมพ์ในระบบอุตสาหกรรม (industrial) นั่นเอง การพิมพ์ในเชิงอุตสาหกรรมสามารถแยกได้ดังนี้ (ศิริพงศ์ พยอมแย้ม, 2530 : 21)

- ระบบเลตเตอร์เพรส (letterpress)
- ระบบกราวัวร์ (gravure)
- ระบบออฟเซท (offset)
- ระบบซิลค์สกรีน (silk screen)

จากการสำรวจของสำนักวิชาการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าเครื่องพิมพ์ที่ใช้มากในประเทศไทยจะเป็นเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซทและระบบเลตเตอร์เพรส โดยมีประมาณ 5,500 เครื่อง โรงพิมพ์ที่มีเครื่องพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสอย่างเดียวมีสัดส่วนร้อยละ 20 มีเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซทอย่างเดียวร้อยละ 25 และมีเครื่องพิมพ์ทั้ง 2 ประเภทร้อยละ 30 (ยุทธศักดิ์ คณาสวัสดิ์, 2539 : 20)

และจากการสำรวจโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี พบว่ามีโรงพิมพ์ที่ใช้เครื่องพิมพ์ 2 ประเภท คือระบบเลตเตอร์เพรสและระบบออฟเซท ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอกล่าวรายละเอียดของเครื่องพิมพ์ทั้ง 2 ระบบ ดังนี้

1. เครื่องพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส (letterpress) การพิมพ์ระบบนี้เป็นระบบเก่าแก่ที่สุด มีอายุกว่า 500 ปีแล้ว จะใช้วิธีจัดวางตัวพิมพ์มาวางต่อกันให้เป็นคำเป็นประโยค ตัวพิมพ์จะหล่อขึ้นมาจากโลหะผสมประกอบด้วยตะกั่ว ซึ่งสามารถหลอมเหลวได้ง่าย และแข็งตัวได้รวดเร็วมาก จึงนิยมใช้เป็นโลหะหนักผสมในการหล่อตัวพิมพ์ประมาณร้อยละ 71 – 79 พลวงช่วยทำให้ตัวพิมพ์แข็งทนทานต่อแรงกดของแท่นพิมพ์ ทนต่ออากาศ และเก็บได้นานโดยไม่เป็นสนิมหรือสึกกร่อน ในการหล่อตัวพิมพ์จะใช้พลวงเป็นส่วนผสมประมาณร้อยละ 15 – 19 ดีบุกทำให้ตัวพิมพ์มีความเหนียวไม่หักหรือแตกง่าย และยังทำให้โลหะหลอมมีความคล่องตัวเมื่อฉีดเข้าแม่พิมพ์ ในการหล่อตัวพิมพ์จะใช้ดีบุกเป็นส่วนผสมประมาณร้อยละ 6 – 10 คนงานที่ทำงานในโรงพิมพ์ระบบนี้จะมีผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสตะกั่ว ดังนั้นคนงานควรหลีกเลี่ยงการรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ

และสูบบุหรี่ในขณะที่ร่างกายมีการปนเปื้อนสารตะกั่ว (จรุณห์ เพชรมุนี, 2523 : 42 ; ศิริพงศ์ พยอมแย้ม, 2530 : 22 ; Purkis, 1983 : 1790)

ลักษณะของงานที่เหมาะจะใช้พิมพ์ด้วยระบบเลตเตอร์เพรส (วัลลภ สวัสดิวัลลภ, 2532 : 122) คือ

1. เป็นงานพิมพ์จำนวนน้อย และไม่ต้องการคุณภาพสูงมาก เช่น การ์ด นามบัตร ใบเสร็จรับเงิน ใบปลิว
2. เป็นงานพิมพ์ที่เป็นหนังสือเป็นส่วนใหญ่ มีภาพน้อย เช่น หนังสือยก
3. เป็นงานที่ไม่พิมพ์สอดสีหลายสี
4. จำนวนพิมพ์แต่ละครั้งไม่เกิน 5,000 ชุด
5. มีงบประมาณจำกัด

2. เครื่องพิมพ์ระบบออฟเซท (offset) เป็นเครื่องพิมพ์ที่ใช้กันอย่างกว้างขวางมีองค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ หน่วยป้อนกระดาษเข้า หน่วยส่งกระดาษเข้าทำการพิมพ์ หน่วยหมึก หน่วยพิมพ์ และหน่วยรับกระดาษที่พิมพ์เสร็จแล้ว ในการทำงานของเครื่องพิมพ์ระบบออฟเซทนี้จะต้องนำแม่พิมพ์ (plate) ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะบางมาหุ้มลูกกลิ้งแม่พิมพ์ (plate cylinder) โดยมีลูกกลิ้งน้ำ หรือ "ลูกน้ำ" (water roller) ทำหน้าที่ส่งน้ำยา เฟาเทน (fountain) ให้ความชุ่มชื้นบนผิวเพลทและน้ำจะติดเฉพาะผิวเพลทส่วนพื้น ส่วนที่เป็นตัวภาพน้ำจะไม่ติด ขณะเดียวกันลูกหมึก (ink roller) จะทำหน้าที่ส่งหมึกทาบนผิวเพลท ซึ่งหมึกจะติดเฉพาะส่วนภาพ ส่วนที่เป็นพื้นหมึกจะไม่ติดเนื่องจากมีน้ำเกาะอยู่เต็ม หมึกจากเพลทซึ่งมีลักษณะเป็นภาพด้านตรงจะหมุนไปติดที่ลูกกลิ้งยาง (blanket cylinder) ซึ่งจะเป็นลูกกลิ้งโลหะหุ้มด้วยผ้ายางมีเส้นรอบวงเท่ากับลูกกลิ้งเพลท หมึกพิมพ์ที่ถ่ายทอดไปยังลูกกลิ้งยางนั้นภาพจะมีลักษณะเป็นด้านกลับ (reverse) กระดาษที่ต้องการพิมพ์จะรับหมึกพิมพ์จากลูกกลิ้งยางโดยมีลูกกลิ้งแรงกด (impression cylinder) เป็นตัวช่วยอัดกระดาษทำให้ภาพที่ปรากฏบนกระดาษกลับเป็นด้านตรงอีกครั้งหนึ่งและมีความปราณีตชัดเจนมาก (ศิริพงศ์ พยอมแย้ม, 2530 : 37 ; Greenberg, 1997 : 243 - 244)

ลักษณะงานที่เหมาะจะพิมพ์ด้วยระบบออฟเซท (วัลลภ สวัสดิวัลลภ, 2532 : 125 ; Greenberg, 1997 : 243) มีดังนี้

1. เป็นงานที่ต้องการคุณภาพ ความปราณีต และรายละเอียดมาก เช่น แผนที่ แมกกาซีน
2. มีภาพประกอบมาก เช่น หนังสือภาพศิลปกรรม จิตรกรรม สถาปัตยกรรม
3. มีภาพที่ต้องการพิมพ์ 4 สี หรือมากกว่า เช่น โปสเตอร์ ปฏิทิน

4. จำนวนพิมพ์ครั้งละ ตั้งแต่ 3,000 ฉบับ ขึ้นไป

5. มีงบประมาณเพียงพอ

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับหมึกพิมพ์ (printing ink)

เพื่อให้หมึกพิมพ์มีคุณสมบัติที่เหมาะแก่การพิมพ์ในสภาพการต่างๆ ตามต้องการ หมึกพิมพ์จึงต้องมีโครงสร้างของสารประกอบต่างๆ ที่จะช่วยให้หมึกพิมพ์มีคุณภาพที่ดี ซึ่งจะมีองค์ประกอบดังนี้ (ศิริพงศ์ พยอมแย้ม, 2530 : 106 - 107)

1. ตัวเนื้อสี (pigment)

2. ตัวนำ (vehicles)

3. ตัวทำละลาย (solvent)

4. ตัวทำให้แห้ง (drier)

1. ตัวเนื้อสี (pigment) เป็นตัวทำให้หมึกพิมพ์มีสีสันแตกต่างกัน ซึ่งจะได้จากสาร 2 ประเภท ได้แก่

1.1 สารอนินทรีย์ (inorganic pigment) เป็นแร่ธาตุที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น ดินสีต่างๆ สนิมเหล็ก เป็นต้น คุณสมบัติที่ดีของเนื้อสีชนิดนี้คือ มีความทนทาน สีไม่ซีดจางง่าย แต่การบดให้เนื้อสีละเอียดทำได้ยาก

1.2 สารอินทรีย์ (organic pigment) ได้แก่ สารที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน หรือสารอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติจากพืชและสัตว์ คุณสมบัติที่ดีของสารประกอบนี้คือให้สีหมึกที่สดใสสามารถบดให้ละเอียดได้ง่ายไม่กัดแท่นพิมพ์ แต่มีข้อเสียคือ คุณภาพสีไม่ทนทานต่อแสงแดดทำให้ซีดจางเร็ว

2. ตัวนำ (vehicles) จะทำหน้าที่เป็นพาหะพาเนื้อสีไปติดบนวัตถุที่พิมพ์ และทำหน้าที่ยึดเกาะเนื้อสีเข้าด้วยกัน ตัวนำนี้ได้แก่ น้ำมันวานิช (vanish) และยังอาจมีวัสดุอื่นๆ ที่ให้คุณสมบัติพิเศษแก่การพิมพ์ เช่น เรซิน (resin) ซึ่งจะช่วยให้หมึกมีความมันมากขึ้นอาจมีขี้ผึ้ง (wax) เพื่อช่วยป้องกันความเหนียวของหมึกพิมพ์ ไม่ให้หมึกที่พิมพ์แล้วไปติดด้านหลังกระดาษแผ่นอื่นๆ

3. ตัวทำละลาย (solvent) เป็นส่วนที่ทำให้หมึกเหลวไม่แข็งตัวเร็วเกินไปจนเป็นอุปสรรคต่อการพิมพ์ เช่นหมึกติดบนลูกกลิ้ง (cylinder) ตัวทำละลายนี้ส่วนใหญ่จะเป็นน้ำยาเคมี หรือน้ำมันจำพวกน้ำมันสน น้ำมันก๊าด เป็นต้น

4. ตัวทำให้แห้ง (drier) ในการพิมพ์ด้วยเครื่องจักรซึ่งมีความเร็วในการพิมพ์สูง หมึกพิมพ์จำเป็นต้องแห้งเร็วเพื่อจะไม่ทำให้เกิดหมึกไปติดบนด้านหลังกระดาษพิมพ์แผ่นถัดไป

ซึ่งเรียกว่า "การซับหลัง" ดังนั้นหมึกพิมพ์จำเป็นต้องเติมสารต่างๆ อาทิ cobalt ลงไปเพื่อทำให้เป็นตัวเร่งที่จะทำให้หมึกพิมพ์ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ (oxidation) หรือในบางกรณีอาจจำเป็นต้องพ่นแป้งเพื่อซับหมึกหลังการพิมพ์

ชนิดและสีของหมึกพิมพ์ขึ้นอยู่กับสารที่ทำให้เกิดสีสันที่เป็นส่วนประกอบของหมึกพิมพ์นั้นบางชนิดก็มีสารพิษเจือปนอยู่ เช่น สารประกอบจำพวก ตะกั่ว โครเมียม แคดเมียม เช่น ในหมึกสีดำจะประกอบด้วยตัวเนื้อสีที่มีสารประกอบอินทรีย์ประมาณร้อยละ 16 สารประกอบอนินทรีย์ประมาณร้อยละ 38 (ประกอบด้วย titanium dioxide ร้อยละ 14, chromes yellows and oranges ร้อยละ 8, iron blue ร้อยละ 6, molybdate orange ร้อยละ 6 และสารอื่นๆ อีกร้อยละ 4 (Patton, 1973 : 163 - 164 ; Purkis, 1983 : 1792) นอกจากนี้จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์จากสถาบันควบคุมสุขภาพและสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกาได้สำรวจเก็บตัวอย่างหนังสือพิมพ์ที่ออกจำหน่ายประจำวัน 2 ฉบับ เป็นเวลานาน 2 สัปดาห์ มาทำการตรวจวิเคราะห์ผลปรากฏดังตาราง 1.1 (อ้างถึงใน นวลศรี ทยาพัชรา, 2523 : 32)

ตาราง 1.1 ปริมาณสารเป็นพิษในหมึกพิมพ์

สีของหมึกพิมพ์	ปริมาณสารตะกั่วที่พบ (ppm.)	ปริมาณสารโครเมี่ยมที่พบ (ppm.)
หมึกสีแดง (น.ส.พ.ฉบับที่ 1)	20,000	-
หมึกสีน้ำเงิน (น.ส.พ.ฉบับที่ 1)	130	100
หมึกสีน้ำเงิน (น.ส.พ.ฉบับที่ 2)	-	300
หมึกสีแดงเข้ม (น.ส.พ.ฉบับที่ 2)	19,000	-
หมึกสีแดงปานกลาง (น.ส.พ.ฉบับที่ 2)	900	-
หมึกสีแดงอ่อน (น.ส.พ.ฉบับที่ 2)	170	-
หมึกสีน้ำเงินธงชาติ (น.ส.พ.ฉบับที่ 2)	-	190

ที่มา : นวลศรี ทยาพัชรา, 2523 : 32

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับตะกั่ว

ตะกั่วเป็นธาตุชนิดหนึ่งจัดอยู่ในพวกโลหะหนัก (heavy metal) ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ สัญลักษณ์ทางเคมีคือ Pb อยู่ในตารางธาตุหมู่ IVa ในสภาวะปกติมีสถานะเป็นของแข็ง สีเทาเข้ม หากนำมาตัดจะมีสีขาวอมน้ำเงินหรือที่ชาวบ้านเรียกว่า "สีตะกั่วตัด" เป็นโลหะที่มีจุดหลอมเหลว

ต่ำ อ่อน สามารถทุบ รีด ดึงนำไปหลอม หล่อหรือดัดแปลงให้มีรูปร่างต่างๆได้ง่าย มีความถ่วงจำเพาะ 11.34 เลขออกซิเดชั่น 0, +2, +4 มีเลขอะตอม 82 และน้ำหนักอะตอม 207.19 ตะกั่วจะละลายเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ 327.50 องศาเซลเซียส และจุดเดือดอยู่ที่ 1,740 องศาเซลเซียส (สราวุธ สุธรรมาสา, 2541 : 262 ; Harrington, 1992 : 131 ; Ronald, 2000 : 200 ; Saryan and Zenz, 1994 : 507 ; Tsuchiya, 1986 : 300)

สารประกอบตะกั่วแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ตะกั่วอินทรีย์ (organic lead) ได้แก่ เตตราเอทธิล (tetraethyl lead) ซึ่งนำมาผสมในน้ำมันเชื้อเพลิง (gasoline) เพื่อให้เครื่องยนต์เดินเรียบ (antiknock) เลดอาซิเทต (lead acetate) ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเคมีและ เลดแนพธาลเลท (lead napthalate) นำมาใช้ในการทำสีให้แห้ง (Robert, 1999 : 33)

2. ตะกั่วอนินทรีย์ (inorganic lead) ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากกว่าตะกั่วอินทรีย์ ดังนั้นการเกิดโรคพิษตะกั่วจากการทำงานมักพบว่ามีสาเหตุมาจากตะกั่วอนินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ ทั้งที่อยู่ในรูปของโลหะ โลหะผสม และสารเคมี เช่น เลดมอนอกไซด์ (lead monoxide หรือ PbO) เลดเตตระออกไซด์ (lead tetraoxide หรือ Pb_3O_4) (Stellman, 1998 : 63.20 ; Tsuchiya, 1986 : 300)

สำหรับตะกั่วที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการพิมพ์จัดเป็นตะกั่วอนินทรีย์ ได้แก่ lead alloy ใช้ทำตัวพิมพ์ (Purkis, 1983 : 1790) ส่วน lead chromate ($PbCrO_4$) หรือ chrome yellow, lead carbonate ($PbCO_3$) และ lead hydroxide ($Pb(OH)_2$) ใช้ผสมในหมึกพิมพ์ (Stellman, 1998 : 63.19)

อาชีพและลักษณะงานที่เสี่ยงต่อสารตะกั่ว ได้แก่ ช่างทำแบตเตอรี่ ช่างทำทองเหลือง ช่างทำเครื่องเคลือบ โรงงานอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิค ช่างเชื่อมโลหะ ทำเครื่องประดับเจียรแก้วเจียรพลอย บัดกรีตะกั่ว ทำเหมืองตะกั่ว โรงงานถลุงแร่ตะกั่ว โรงงานผลิตแก้ว โรงงานชุบโลหะ ช่างทำสี ทำหมึกพิมพ์ ช่างพิมพ์ (Harbison, 1998 : 70 ; Landrigan, 1994 : 745 ; Robert, 1999 : 31 ; WHO :1995 : 26)

ตัวอย่างสารตะกั่วที่พบบ่อยๆ และมีโอกาสก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของมนุษย์ ได้แก่ lead monoxide (PbO) หรือ litharge ใช้เป็นสารสีเหลืองผสมสีทาบ้าน lead dioxide (PbO_2) ใช้เป็นขั้วอิเลคโทรดของแบตเตอรี่รถยนต์และเครื่องจักร lead carbonate ($PbCO_3$) ผสมกับ lead hydroxide ($Pb(OH)_2$) รวมกันเรียกว่า white lead ผสมในฝุ่นสีขาว สีน้ำมัน หมึกพิมพ์ สีพลาสติก lead chromate ($PbCrO_4$) หรือ chrome yellow ใช้เป็นสีเหลืองสำหรับผสม

ในสีน้ำมัน สีพิมพ์ ผงฝุ่นสีเหลือง หมึกพิมพ์ lead arsenate ใช้เป็นส่วนผสมในสารปราบศัตรูพืช lead silicate ($PbSiO_3$) ใช้ผสมในกระเบื้อง เครื่องเคลือบหรือเซรามิค เพื่อให้เกิดความเงางามและมีผิวเรียบ lead acetate ใช้เป็นสารเคมีในโรงงานอุตสาหกรรม tetraethyl lead ($Pb(C_2H_5)_4$) และ tetramethyl lead ($Pb(CH_3)_4$) ใช้เป็นสารกันน็อคหรือสารป้องกันการกระตุกของเครื่องยนต์เวลาทำงาน

จะเห็นได้ว่าสารประกอบของเกลือตะกั่วมีสีต่างๆ กัน จึงนิยมใช้เป็นส่วนผสมให้เกิดสีในอุตสาหกรรมทำสี มีผู้รายงานว่าหมึกพิมพ์สีต่างๆ ทุกชนิดจะมีสารตะกั่วเป็นส่วนประกอบ หมึกสีเหลืองและหมึกสีเขียวมักมีตะกั่วเป็นส่วนประกอบมากที่สุด รองลงมาคือสีส้ม สีน้ำเงิน และ สีแดง (ไมตรี สุทธิจิตต์, 2527 : 59-60 ; Stellman, 1998 : 63.19)

The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) เสนอแนะให้มีการป้องกันโรคพิษตะกั่วในคนงานที่ทาสีอาคาร รื้อสะพาน หรือโครงสร้างเหล็ก มีรายงานผู้ป่วยแพ้พิษตะกั่ว 42 คน สาเหตุเนื่องมาจากการทำงานเกี่ยวกับ การขัด การระเบิด การตัด การเผาเชื่อมโลหะ เชื่อมเหล็ก ในการก่อสร้างสะพานซึ่งจะมีสารตะกั่วผสมในสีและปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมในรูปของฝุ่นและฟูมสำหรับในโรงงานอุตสาหกรรม NIOSH และ The Occupational Safety and Health (OSHA) ได้แนะนำให้ป้องกันฝุ่น และฟูม จากสารตะกั่วโดยการควบคุมทางวิศวกรรม การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล รวมทั้งการตรวจวัดสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน และระดับสารตะกั่วในเลือดอย่างมีประสิทธิภาพ (NIOSH, 1992)

ทางเข้าสู่ร่างกาย ตะกั่วอนินทรีย์สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 2 ทางด้วยกัน คือ

1. ทางหายใจ ตะกั่วที่เข้าไปทางการหายใจจะถูกดูดซึมเข้ากระแสเลือดประมาณร้อยละ 30 – 40 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นตะกั่ว ปริมาตรการหายใจ ความสามารถในการละลาย และสรีรวิทยาของแต่ละบุคคล (Saryan and Zen, 1994 : 513) ซึ่งขนาดของอนุภาคที่เข้าสู่ปอดนั้นขึ้นอยู่กับการทำให้ฝุ่นนั้นมีขนาดเล็กเท่าใด ฝุ่นจากกระบวนการ บด ขยี้ หรือผสมสีที่มีส่วนผสมของสารตะกั่ว งานขัด ถู หรือการหลุดลอกของสีที่แห้งแล้วที่มีขนาดน้อยกว่า 5 ไมครอน จะสามารถเข้าสู่ถุงลมปอดได้ ถ้ามีการทำงานในสถานที่นั้นนานๆ ก็จะมีการดูดซึมสารตะกั่วเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่างได้สูง ซึ่งขนาดและชนิดของตะกั่วอนินทรีย์จะมีผลต่อการดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย เช่น ตะกั่ว acetate จะถูกดูดซึมทางปอดได้เร็วกว่าตะกั่ว chromate และอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร จะถูกพัดพาไปยังระบบทางเดินหายใจส่วนล่างแล้วจะถูกดูดซึมบริเวณถุงลมปอด (Hodgkin, *et al.*,1991) แต่ถ้าฝุ่นมีขนาดใหญ่จะติดค้างบริเวณทางเดินหายใจตอนบน ได้แก่ จมูก ช่องว่างระหว่างโพรงจมูกและหลอดลมใหญ่ซึ่งร่างกายจะขับออกในรูปของเสมหะ ทางเวชศาสตร์อุตสาหกรรมจะคำนึงถึงปัญหาพิษตะกั่วจากการได้รับทางระบบทางเดินหายใจ ดังนั้นจึง

จำเป็นต้องควบคุมให้มี ฝุ่น ไอ ฟูม ของสารตะกั่วในสิ่งแวดล้อมการทำงานให้น้อยที่สุด อาจกล่าวได้ว่าถ้าสามารถป้องกันการหายใจเอาตะกั่วเข้าไปในขณะทำงานก็จะหยุดยั้งโรคนี้ได้ การหายใจเอาอากาศที่มีไอหรืออนุภาคของตะกั่ว 1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร จะเพิ่มปริมาณตะกั่วในเลือดได้ 1 - 2 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (Chamberlain, *et al.*, 1975 ; Coulston, *et al.*, 1972 : Griffin, *et al.*, 1975, quoted in Lauwerys and Hoet, 1993 : 57 ; Stellman, 1998 : 63.20 ; Tsuchiya, 1986 : 298) ดังนั้นเมื่อร่างกายได้รับสารตะกั่วจากการหายใจจะทำให้ระดับตะกั่วในเลือดเพิ่มขึ้นทันทีโดยมีครึ่งช่วงชีวิต (half – life) ของสารตะกั่วในปอดประมาณ 8 ชั่วโมง (Tola, *et al.*, 1973)

2. ทางปาก การเข้าสู่ร่างกายทางปาก โดยตะกั่วปนเปื้อนอยู่ในอาหารและน้ำ สุขวิทยาส่วนบุคคลที่ไม่ดี การสูบบุหรี่ในขณะที่นิ้วมือมีการปนเปื้อน ไม่ได้ล้างมือให้สะอาดก่อนพักดื่มน้ำ หรือรับประทานอาหาร (Stellman, 1998 : 63.20) ในผู้ใหญ่จะได้รับสารตะกั่วปนเปื้อนทางการกินประมาณร้อยละ 10 – 20 ส่วนในวัยเด็กจะได้รับสารตะกั่วปนเปื้อนทางการกินประมาณร้อยละ 50 ซึ่งจะมากกว่าวัยผู้ใหญ่ (Robert, 1999 : 35)

การกระจายและการสะสมของตะกั่วในร่างกาย

ตะกั่วอนินทรีย์ไม่สามารถดูดซึมทางผิวหนังเข้าสู่ร่างกายได้โดยตรง อัตราการดูดซึมขึ้นอยู่กับลักษณะทางเคมี และลักษณะทางสรีรวิทยา หลังจากดูดซึมตะกั่วจะถูกลำเลียงไปยังอวัยวะต่างๆ ของร่างกายผ่านทางระบบไหลเวียนเลือดประมาณร้อยละ 99 ของสารตะกั่วในเลือดจะสะสมในเม็ดเลือดแดง (erythrocytes) ส่วนอีกประมาณร้อยละ 1 จะสะสมใน plasma ครึ่งช่วงชีวิต (half life) ของตะกั่วในเลือดประมาณ 25 วัน (Stellman, 1998 : 63.21) จากนี้จะถูกนำไปยังแหล่งสะสมซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ เนื้อเยื่ออ่อน (ไต ไขกระดูก ตับ และสมอง) และเนื้อเยื่อแข็ง (กระดูก ฟัน) ในผู้ใหญ่ครึ่งช่วงชีวิต (half life) ของสารตะกั่วในเนื้อเยื่ออ่อนประมาณ 40 วัน ส่วนในกระดูกประมาณ 25 ปี โดยปกติร่างกายจะมีการเคลื่อนย้ายสารตะกั่วจากกระดูกมาสู่เม็ดเลือดแดงประมาณร้อยละ 30 เพื่อให้ร่างกายมีภาวะสมดุลระหว่างสารตะกั่วในเลือดและสารตะกั่วที่สะสมในร่างกายโดยเฉพาะกระดูก และเนื่องจากการกระจายของสารตะกั่วในร่างกายที่กระดูก ฟัน เม็ดเลือด ตลอดจนเนื้อเยื่อต่างๆ จะอยู่ในภาวะสมดุลกัน ดังนั้นเมื่อร่างกายได้รับสารตะกั่วจะมีการแลกเปลี่ยนสารตะกั่วระหว่างเลือดและเนื้อเยื่อต่างๆ อย่างรวดเร็ว ระดับตะกั่วในเลือดจึงเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงภาวะการได้รับหรือสัมผัสสารตะกั่วในขณะนั้น ซึ่งจะบ่งชี้ถึงภาวะการเป็นพิษได้ แต่มิได้แสดงถึงการสะสมของสารตะกั่วทั้งหมดในร่างกาย (Harbison, 1998 : 71 ; Robert, 1999 : 36 ; Stellman, 1998 : 63.21)

การขับถ่ายตะกั่วออกจากร่างกาย

ตะกั่วจะถูกขับออกจากร่างกายได้หลายทางด้วยกันที่สำคัญ คือ ทางไต และระบบทางเดินอาหาร ดังนี้ ประมาณร้อยละ 75 ของตะกั่วที่ถูกดูดซึมจะถูกขับถ่ายออกทางปัสสาวะ และประมาณร้อยละ 20 จะถูกขับออกทางอุจจาระ น้ำดี เหงื่อ และน้ำนม (Robert, 1999 : 39 ; Tsuchiya, 1986 : 298)

อาการและอาการแสดง

ผลกระทบจากสารตะกั่วต่อสุขภาพจะมากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับระดับสารตะกั่วที่ได้รับ และระยะเวลาของการสัมผัส (WHO, 1995 : 29) โดยในระยะแรกสารตะกั่วจะขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ delta aminolevulinic dehydratase (ALA) และมีการขับ ALA และ coproporphyrin ในปัสสาวะมากขึ้น คนงานจะมีอาการอ่อนเพลียผิดปกติหลังเลิกงาน เริ่มมีอารมณ์หงุดหงิดง่าย ขาดความสนใจในบางสิ่งบางอย่าง อาการเหล่านี้อาจจะเกิดขึ้นโดยที่คนงานไม่รู้ตัว จนกระทั่งเกิดอาการดังกล่าวซ้ำขึ้นอีก ถ้ามีการรับสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกายมากขึ้นก็จะมีอาการต่างๆ มากขึ้น ได้แก่ นอนไม่หลับ ปวดศีรษะ รู้สึกเหมือนมีรสหวานในปาก โดยเฉพาะผู้ที่สูบบุหรี่เป็นประจำ นอกจากนี้ยังมีอาการเบื่ออาหาร ท้องผูก หรือบางรายอาจจะท้องเสีย ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ มีอาการชาบริเวณขา และอาจมีอาการกล้ามเนื้อสั่นกระตุก มีอาการซีดเนื่องจากสารตะกั่วจะไปขัดขวางการสร้างฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง อาการเหล่านี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่า 40 - 50 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ส่วนอาการทางระบบประสาทส่วนปลายจะเกิดขึ้นเมื่อมีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่า 80 ไมโครกรัม/เดซิลิตร โดยจะมีอาการปวดเมื่อยตามข้อและกล้ามเนื้อที่ใช้ทำงานมาก เป็นตะคริว ชาปลายมือปลายเท้า ระดับ hemoglobin จะลดลงจนมีระดับต่ำกว่า 8 กรัม/100 มิลลิลิตร (Saryan and Zenz, 1994 : 518 - 519) แต่จากการศึกษาของ นูทอล (Nuttal, 1995 : 120) พบว่าระดับตะกั่วในเลือดเพียง 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ก็ทำให้มีอาการผิดปกติของระบบประสาทส่วนปลายได้ เนื่องจากในแต่ละบุคคลมีความไวต่อการรับสารตะกั่วได้ไม่เท่ากัน เมื่อระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่า 100 ไมโครกรัม/เดซิลิตร จะมีอาการปวดท้องอย่างรุนแรงเกิดขึ้นบ่อยๆ อาจมีอาการอัมพาต และโรคเนื้อสมองเสื่อม (encephalopathy) อาการเหล่านี้จะพบมากในเด็ก เนื่องจากพฤติกรรมของเด็กชอบหยิบของเข้าปาก จึงมีโอกาสรับประทานและอมสิ่งของแปลกปลอมที่ปนเปื้อนสารตะกั่วได้บ่อย

ถ้าได้รับสารตะกั่วในปริมาณมากอย่างทันที โดยการกินหรือทางการหายใจจะทำให้เกิดอาการพิษเฉียบพลันขึ้น โดยจะมีอาการปวดท้องอย่างรุนแรง เกิดอาการโรคพิษสมองเฉียบพลัน (acute encephalopathy) อาการจะเกิดขึ้นโดยใช้ระยะเวลาเป็นวันหรือสัปดาห์ นอกจากนี้ยังทำให้เม็ดเลือดแดงแตกง่ายจึงมีภาวะซีดอย่างรวดเร็ว (Saryan and Zenz, 1994 : 518 - 519)

ตาราง 1.2 ระดับตะกั่วในเลือดและผลกระทบต่อสุขภาพผู้ใหญ่

ระดับตะกั่วในเลือด (μg/ dl)	ผลกระทบต่อสุขภาพผู้ใหญ่
15 – 20	มีผลยับยั้งเอ็นซัยม์ ALAD
25	ระดับ ZPP (Zinc protoporphyrin) สูงขึ้น
40	ระดับ Urine coproporphyrin สูงขึ้น มีอาการผิดปกติของระบบประสาทส่วนปลาย ไตทำงานผิดปกติ ทำให้เกิดอาการเป็นหมันได้
50	ระบบการสร้างฮีโมโกลบินผิดปกติ
60	มีอาการปวดท้องรุนแรงแบบ colic pain
70	พบภาวะโลหิตจาง
80	พบ Basophilic stippling พบอาการทางสมองโดยมีภาวะของเยื่อหุ้มสมอง อักเสบในเด็ก
100	พบอาการทางสมองโดยมีภาวะของเยื่อหุ้มสมอง อักเสบในผู้ใหญ่

ที่มา : ดัดแปลงจาก Nuttal, 1995 : 120

อาการต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว เป็นผลเนื่องจากสารตะกั่วเป็นพิษต่ออวัยวะต่อไปนี้ (นวรัตน์ ณ สงขลา , 2532 : 43 - 45 ; โยธิน เบญจวัง, 2542ก : 502 ; สราวุธ สุธรรมาสา, 2541 : 264 ; Harbison, 1998 : 71 - 73 ; Stellman, 1998 : 63.21 ; Stokinger, 1981 : 1701 - 1709)

- ระบบเลือด สารตะกั่วรบกวน ขัดขวางการสร้างฮีม (heme) โดยขัดขวางการใช้เหล็ก และการสร้างโกลบิน (globin) ในเม็ดเลือดแดง มีผลทำให้เม็ดเลือดแดงมีลักษณะแตกต่างจากปกติ โดยมีจุดสีน้ำเงินกระจายอยู่ภายใน (basophilic stippling) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของการเกิดพิษจากตะกั่ว เม็ดเลือดแดงมีขนาดเล็กกว่าปกติ ติดสีจางคล้ายกับการขาดธาตุเหล็ก นอกจากนี้พบว่าเม็ดเลือดแตกง่ายกว่าธรรมดา อายุสั้นกว่าปกติ เด็กเกิดโลหิตจางง่ายกว่าผู้ใหญ่ แม้ว่าระดับสารตะกั่วมีเพียง 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ก็เกิดได้แต่ในผู้ใหญ่อาจมีระดับตะกั่วได้ถึง 110 ไมโครกรัม/เดซิลิตร โดยไม่ปรากฏอาการ

- ระบบประสาทส่วนกลาง พิษของสารตะกั่วต่อระบบประสาทส่วนกลาง (lead encephalopathy) พบในเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ เด็กมีอาการกระวนกระวายไม่อยู่นิ่ง เดินไม่ตรงทาง ความจำเสื่อม อาจชัก หมดสติ ตายได้ การตรวจศพ พบสมองบวมมากและกดช่องภายในสมอง อาจบวมจนบางส่วนล้นออกมา (uncal and cerebellar herniation) การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์มีเลือดคั่ง มีเลือดออกเป็นหย่อม ๆ แอสโตรไซท์เพิ่มจำนวนมากกว่าปกติทั้งในสมองส่วนสีเทา และสีขาวเส้นเลือดขยายตัวชัดเจน

- ระบบประสาทส่วนปลายและกล้ามเนื้อ ผู้ป่วยจะมีอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง แสดงอาการข้อมือห้อยในผู้ใหญ่ หรือข้อเท้าห้อยในเด็ก อาการเกิดทีละข้างไม่พร้อมกัน ข้างที่แข็งแรงหรือถนัดจะปรากฏอาการก่อน กลไกการเกิดพิษเชื่อว่าตะกั่วจะทำลาย myelin sheath ของประสาทส่วนปลายทำให้เกิดอัมพาตขึ้น นอกจากนี้อาจมีปลายประสาทอักเสบ (peripheral neuritis) ทำให้มีอาการชา แต่พบไม่บ่อยนัก

-ไต การเปลี่ยนแปลงในไตส่วนใหญ่เป็นการเปลี่ยนแปลงในระบบการทำงานตรวจปัสสาวะจะพบน้ำตาล กรดอะมิโนและฟอสเฟต (glycosuria, aminoaciduria and hyperphosphaturia) แต่ฟอสเฟตในเลือดจะต่ำ (hypophosphatemia) ทั้งนี้เนื่องจากไตดูดกลับ (reabsorption) สารดังกล่าวเข้ากระแสเลือดลดลง เพราะมีการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ที่เยื่อบุส่วนต้นของท่อไต (proximal tubular epithelium) โดยพบอินคลูชันดังกล่าวติดสี acid fast อินคลูชันนี้เป็นสารประกอบของตะกั่วและโปรตีน นอกจากนี้พบว่าเนื้อเยื่อเกี่ยวพันรอบๆ ท่อไตเพิ่มขึ้นกว่าเดิม (peritubular fibrosis) ในรายที่เป็นเรื้อรัง ไตจะมีขนาดเล็กลง มีเส้นเลือดแข็งและอาจทำให้ตายจากภาวะไตวายได้

- กระดูก เนื่องจากตะกั่วไปสะสมอยู่ที่กระดูกโดยเฉพาะที่ส่วนปลายของกระดูกยาว (long bone) ดังนั้นเมื่อเอกซเรย์กระดูกจึงพบรอยหนาทึบที่บริเวณปลายอิปีไฟเซียล (epiphyseal end) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของพิษจากสารตะกั่วพบบ่อยในเด็กแต่ในผู้ใหญ่ไม่ชัดเจน

- ระบบสืบพันธุ์ สารตะกั่วอาจมีผลต่อระบบสืบพันธุ์ได้ พบว่าในเพศชายมีโอกาสจะมีลูกน้อยกว่าธรรมดา เพราะมีจำนวนสเปิร์มน้อย (hypospermia) ในเพศหญิงมีความผิดปกติของประจำเดือน อาจมีน้อยกว่าหรือมากกว่าปกติก็ได้ รังไข่ทำงานผิดปกติอาจมีการแท้งได้

- ระบบทางเดินอาหาร ผู้ป่วยอาจมีอาการเบื่ออาหาร อาเจียน ปวดท้องแบบ colic อาจสับสนกับโรคไส้ติ่งอักเสบเฉียบพลัน อาจมีอาการท้องผูก หรือท้องเดินก็ได้ส่วนใหญ่น้ำหนักตัวลดลง

- ลักษณะอื่น ๆ ได้แก่ เส้นตะกั่วเป็นเส้นสีน้ำเงินเทาเข้มที่เหงือก ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างฮัยโดรเจนซัลไฟด์ของแบคทีเรียในช่องปากกับตะกั่ว อาจพบได้ถึงร้อยละ 80 ของผู้ป่วยที่ได้รับตะกั่วสะสมมาเป็นเวลานาน

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าพิษจากสารตะกั่วนั้นเมื่อเกิดขึ้นมาแล้วรุนแรงมากอาจทำให้พิการหรือถึงตายได้

ระบาดวิทยาพิษตะกั่ว

โรคพิษตะกั่วเป็นที่รู้จักกันดีในประเทศที่เริ่มต้นพัฒนาอุตสาหกรรม ซึ่งเมื่อ 20 ปีก่อนเป็นปัญหาของประเทศที่พัฒนาอุตสาหกรรมแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา ยุโรป และญี่ปุ่น ในประเทศไทยมีรายงานโรคพิษตะกั่วเป็นครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2421 โดย ใช้ ยูนิพันธ์ ที่รายงานผู้ป่วยชาวจีน 3 ราย และหญิงไทย 1 ราย พบว่ามีอาการปวดท้อง ซีด และหมดสติ ผู้ป่วยมีอาชีพช่างซ่อมรถยนต์และมีประวัติใช้ยาจีน ต่อมาในปี พ.ศ. 2507 เยาวลักษณ์ โลหารชุน และคนัย สนิทวงศ์ ได้รายงานผู้ป่วยเด็กใน 2 ครอบครัว ครอบครัวแรกเป็นชาวจีน บิดาเป็นช่างซ่อมรถยนต์ และหลอมตะกั่วในกะทะเวลากลางคืน ครอบครัวที่สองบิดาเป็นช่างเจียระไนพลอย ใช้จานตะกั่วเป็นเขียง ในปีเดียวกันนั้น มุกดา ตฤษณานนท์ และคณะ ได้รายงานผู้ป่วย 3 ราย มีอาชีพทำงานในโรงงานหล่อตัวพิมพ์มาเป็นเวลานานกว่า 10 ปี มีอาการพิษตะกั่วเรื้อรังอาการสำคัญที่นำผู้ป่วยมาพบแพทย์คือ ปวดท้องอย่างรุนแรง แต่ละรายมีตะกั่วในเลือด148.4 ไมโครกรัม/เดซิลิตร 105.8 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และ 200 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (โยธิน เบญจวัง, 2542ก : 498)

ในปี พ.ศ. 2508 นายแพทย์ มุกดา ตฤษณานนท์ และคณะได้รายงานผู้ป่วยถูกพิษตะกั่ว 2 ราย มีอาชีพหลอมแผ่นตะกั่วสำหรับหม้อแบตเตอรี่ สาเหตุจากการหายใจเอาไอตะกั่วเข้าสู่ร่างกายขณะทำงานหลอม มีอาการสำคัญ คือ ปวดท้องอย่างรุนแรงจนดิ้น ต่อมาในปีเดียวกันนายแพทย์ไพโรจน์ อุ่นสมบัติ และคณะได้รายงานผู้ป่วยหนึ่งรา อายุ 10 ปี มีอาการพิษตะกั่วอย่างรุนแรงถึงกับมีอาการของโรคเนื้อสมองเสื่อมจากตะกั่ว (lead encephalopathy) มีอาการชักเกิดขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมอง

พ.ศ. 2510 นายแพทย์ วิฑูรย์ อัตนโถ และคณะได้รายงานผู้ป่วยได้รับพิษตะกั่ว 2 ราย มีอาการพิษทางระบบประสาทส่วนปลาย ที่สำคัญ คือ มือ หรือ เท้าห้อย และกล้ามเนื้อแขนลีบ

พ.ศ. 2514 นายแพทย์ อุรพล บุญประกอบ และคณะ ได้รายงานการระบาดของโรคพิษตะกั่วจากการเผาเปลือกแบตเตอรี่ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเคี่ยวน้ำตาล รวม 6 ครอบครัว ที่ตำบลบางครุใน อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ

ในปี 2519 สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับแพทย์หญิงอุบลรัตน์ สุคนธมาน ทำการศึกษาการระบาดของพิษตะกั่วที่ตำบลบางครุ อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ มีผู้ป่วยเด็กอายุ 2 ขวบ มารับการรักษาจากภาควิชากุมารเวชศาสตร์ ด้วยอาการไข้ ไอ หอบ แขนขาไม่มีแรง ชัก ไม่รู้สึกตัว เนื่องจากบ้านพักที่อาศัยอยู่บริเวณนี้ได้ใช้ขี้ตะกั่วจากหม้อแบตเตอรี่เก่าจากโรงงานแห่งหนึ่งมาถมถนนที่เป็นหลุมเป็นบ่อยาวประมาณ 150 เมตร จากการตรวจระดับตะกั่วในเลือดและตรวจสุขภาพเด็ก 60 คน จาก 80 คน พบว่าร้อยละ 85 ของเด็กที่ตรวจมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่า 60 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และเด็ก 18 คน (ร้อยละ 28) มีระดับตะกั่วในเลือดเกิน 100 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

พ.ศ. 2521 เกิดการระบาดของโรคพิษตะกั่วครั้งใหญ่ที่จังหวัดระยองมีสาเหตุมาจากน้ำในบ่อที่ใช้บริโภคในหมู่บ้านมีระดับตะกั่วสูงถึง 54.3 ส่วนต่อล้านส่วน พืชที่อยู่ใกล้ๆ บริเวณบ่อน้ำนั้นก็มีระดับตะกั่วสูงด้วย มีเด็ก 11 ราย เกิดอาการสมองอักเสบจากพิษตะกั่ว โดยมีระดับตะกั่วในเลือดสูง 109 – 343 ไมโครกรัม/เดซิลิตร มี 1 รายเสียชีวิตเนื่องจากไม่ยอมรับการรักษา และตรวจพบระดับตะกั่วในเลือดสูงมาก 229.6 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

พ.ศ. 2522 ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ได้รับเด็กอายุ 2 เดือน ป่วยด้วยอาการชัก มีตะกั่วในเลือดมากกว่า 100 ไมโครกรัม/เดซิลิตร บิดาทำงานรับซื้อเหล็ก

พ.ศ. 2523 ภาควิชาอายุรศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ รับผู้ป่วยชายคนหนึ่งทำงานในเหมืองตะกั่ว วินิจฉัยว่าเป็น amyotrophic lateral sclerosis ซึ่งมีต้นเหตุมาจากพิษตะกั่ว พบตะกั่วในน้ำไขสันหลังสูงกว่าปกติ

พ.ศ. 2524 ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ และภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ได้ทำการศึกษาผู้ป่วยเด็กอายุ 7 เดือน มีอาการทางสมอง (hydrocephalus) ซอบโยกศีรษะ กระวนกระวาย มีอาการชัก ตรวจเลือดมีตะกั่ว 107 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ในปัสสาวะมีตะกั่ว 494 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ซึ่งมารดาเด็กเคยทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

พ.ศ. 2521 – 2527 ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำการศึกษาผู้ป่วยที่มาตรวจแผนกคนไข้นอก และรายงานกระทรวงสาธารณสุข และส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง 2 หน่วยงานรวม 7 ปี มีผู้ป่วยเป็นพิษตะกั่ว 80 คน ตัวอย่างเช่นในปี 2526 ชายอายุ 30 ปี ทำงานอุตสาหกรรมขัดเหล็กมา 10 ปี จากการตรวจทางประสาทด้วยไฟฟ้า (electroencephalogram) มีอาการทางประสาท (neuropathy) และปีเดียวกัน

นี้ชายอายุ 27 ปี อาชีพทำงานโรงกลึง 8 ปี อยู่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีอาการทางประสาท (neuropathy) มีตะกั่วในเลือด 75 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (กองอาชีวอนามัย, 2535 : 2 - 5)

พ.ศ. 2531 ศูนย์ศึกษาสาธิตบริการอาชีวอนามัย (ศูนย์อาชีวอนามัยที่ 1 สำโรงใต้) จัดทำโครงการประเมินสภาวะอันตรายในโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้สารตะกั่วเป็นหลักในการผลิตในเขตจังหวัดสมุทรปราการ ประจำปี 2531 ผลการตรวจวัดปริมาณสารตะกั่วในเลือดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.66 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และต่อมาในปี 2532 มีการศึกษาคนที่ทำงานสัมผัสสารตะกั่ว 1,512 คน ใน 22 โรงงาน พบว่ามีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 41.2 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (โยธิน เบญจวัง , 2535 : 176 - 181)

พ.ศ. 2533 โรงพยาบาลท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี ได้รายงานผู้ป่วยโรคพิษตะกั่ว 1 ราย ทำงานในโรงงานกระเบื้องเคลือบ มีหน้าที่ยกกระเบื้องเข้าและออกจากเตาเผาทุกวัน ทำงานมาได้ 5 ปี เริ่มมีอาการผอมลง อ่อนเพลีย ซีด ก่อนมาโรงพยาบาลมีอาการปวดท้องบริเวณกลางท้องอย่างรุนแรง ร้องครวญคราง และมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ร่วมด้วย ตรวจเลือดมีระดับตะกั่วถึง 92 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (ไพเราะ เพชราภิรัชต์ และ ครรชิต เพชราภิรัชต์, 2533 : 630 - 632)

พ.ศ. 2534 มีรายงานผู้ป่วยเด็กอายุ 7 สัปดาห์เป็นโรคพิษตะกั่วเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลรามาธิบดี มีอาการ lead encephalopathy ร่วมด้วยโดยเด็กได้รับตะกั่วจากแป้งที่มารดาใช้กับเด็ก

ในระหว่างปี 2533 - 2536 กองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงงาน 56 แห่ง ใน 16 จังหวัด พบว่าโรงงานที่มีความเสี่ยงสูงมาก คือ โรงงานแบตเตอรี่ โรงงานถลุงเหล็ก เหมืองตะกั่ว โรงงานหลอมตะกั่ว คนงานมีระดับตะกั่วในเลือดเกิน 60 ไมโครกรัม/เดซิลิตร มากกว่าร้อยละ 20 ของคนงานทั้งหมด

พ.ศ. 2535 จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดกับคะแนนแบบทดสอบจิตวิทยาในโรงงานแบตเตอรี่ 3 แห่ง พบว่าคนงานที่ทำงานสัมผัสสารตะกั่วมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 43.70 $\pm$ 15.02 ไมโครกรัม/เดซิลิตร มีความบกพร่องของหน้าที่สมองเกี่ยวกับความจำ ความตั้งใจ สมาธิ ความสามารถในการผสมผสานการทำงาน การใช้สายตาและการเคลื่อนไหวของมือ แต่ไม่พบความบกพร่องเกี่ยวกับเชาว์ปัญญา และในปีเดียวกัน อรพรรณ เมธาดิลกกุล และ โยธิน เบญจวัง ได้ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดในคนงานผลิตแบตเตอรี่ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.20 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และในคนงานที่ทำงานสัมผัสสารตะกั่ว 5 จังหวัด คือ กรุงเทพ สมุทรปราการ นครปฐม ปทุมธานี และนนทบุรี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.20 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

พ.ศ. 2539 สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดปัตตานี ได้ดำเนินการเฝ้าระวังอันตรายจากพิษตะกั่วในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพในอู่ซ่อมเรือ พบว่าคนงานในอู่ซ่อมเรือยังมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่า 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ถึงร้อยละ 22.30 และตรวจวัดระดับตะกั่วในอู่ซ่อมเรือ พบว่าระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานเกินมาตรฐานของ TLV (ACGIH) 0.15 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ในคนงานที่มีหน้าที่ผสมเสนกับป่าน และมีแนวโน้มสูงขึ้นในคนงานที่ทำหน้าที่ตอกหมัน และในปี พ. ศ. 2540 ได้ทำการศึกษาซ้ำเป็นครั้งที่ 2 พบว่าร้อยละ 42.31 ของคนงานในอู่ต่อเรือมีค่าระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่า 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ยังไม่พบความผิดปกติใน CBC basophilic stippling แต่พบ lead line ในคนงานอู่ซ่อมเรือร้อยละ 3.22 (ธานี กลิ่นขจร, 2540)

จากรายงานโรคเนื่องจากการทำงานของกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม ปี 2540 พบผู้ป่วยแพ้พิษสารตะกั่ว 1 ราย มีอาการเวียนศีรษะ และอีก 36 ราย มีระดับสารตะกั่วในเลือดสูงทำให้ต้องหยุดงานไม่เกิน 3 วัน และในปี 2542 มีผู้ป่วย 37 ราย ตรวจเลือดพบพิษจากสารตะกั่วทำให้ต้องหยุดงานไม่เกิน 3 วัน

ค่าเฉลี่ยระดับตะกั่วในเลือดของคนไทย

ในระหว่างปี พ.ศ. 2538 - 2539 กองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้ทำการศึกษาเพื่อหาค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดของคนไทยทั่วไปที่ไม่ได้สัมผัสสารตะกั่วโดยคัดเลือกตัวอย่างและเก็บตัวอย่างทั้ง 76 จังหวัดทั่วประเทศจำนวน 2,568 คน ผู้หญิง 840 คน ผู้ชาย 1,728 คน อายุระหว่าง 18 - 26 ปี นำมาวิเคราะห์ด้วย graphite furnace atomic absorption spectrophotometer พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดของคนไทยทั้งประเทศ เท่ากับ 4.92 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (S.D. = 2.29) ผู้หญิงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.71 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (S.D.= 1.89) ผู้ชายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.51 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (S.D. = 2.23) โดยมีค่าต่ำสุด 0.07 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และค่าสูงสุด 10.96 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของระดับตะกั่วในเลือด

ปัจจุบันนี้ในหลายประเทศได้มีค่ามาตรฐานสำหรับระดับตะกั่วในเลือด ระดับตะกั่วจะมีมากน้อยแค่ไหนเป็นอันตรายทั้งสิ้น ในประเทศที่มีความเจริญทางด้านอุตสาหกรรมมานานแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และกลุ่มประเทศยุโรป จะมีการกำหนดมาตรฐานและแนวทางควบคุมโรคพิษตะกั่วไว้อย่างเคร่งครัด ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่สำคัญตัวหนึ่งคือระดับตะกั่วในเลือด ซึ่งได้กำหนดค่าความปลอดภัยไว้อย่างชัดเจนดังนี้

ฝ่ายหอสมุด
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 1.3 ค่ามาตรฐานความปลอดภัยระดับตะกั่วในเลือด

ประเทศ	ค่ามาตรฐานความปลอดภัย ระดับตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)
สหรัฐอเมริกา	40
ผู้ใหญ่วัยทำงาน	10
เด็กและสตรีมีครรภ์	
ญี่ปุ่น	60
กลุ่มประเทศยุโรป	50
อังกฤษ	40
เดนมาร์ก	40
WHO	
ผู้ชาย	40
ผู้หญิง	30
OSHA	40
NIOSH	60
ไทย	40
ผู้ใหญ่วัยทำงาน	
เด็กและสตรีมีครรภ์	25

ที่มา : ดัดแปลงจาก กองอาชีวอนามัย, 2538 ; NIOSH, 1994 ; Stellman, 1998

ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน

ตาราง 1.4 ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน

หน่วยงาน	ค่ามาตรฐานความปลอดภัย ในสภาวะการทำงาน (mg/m^3)
NIOSH	0.10
OSHA	0.05
ACGIH	0.05
ประเทศไทย	0.20

ที่มา :ดัดแปลงจาก ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องสภาวะแวดล้อมในการทำงาน ; NIOSH,1994

หมายเหตุ

OSHA = Occupational Safety and Health Administration.

NIOSH = The National Institute for Occupational Safety and Health.

ACGIH = American Conference of Government Industrial Hygienist.

เกณฑ์การวินิจฉัยโรคพิษตะกั่วอนินทรีย์ในประเทศไทย

แนวทางการวินิจฉัยโรคประกอบด้วย (กรมการแพทย์, 2541)

1. ประวัติการทำงาน ได้แก่ อาชีพที่ต้องสัมผัสสารตะกั่วอนินทรีย์ในสถานประกอบการ เช่น เหมืองแร่ตะกั่ว โรงถลุงแร่ตะกั่ว โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ โรงงานผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ (แบตเตอรี่น้ำ) โรงงานทำเซรามิก โรงงานทำเครื่องประดับโลหะ อู่ซ่อมรถยนต์ อู่ซ่อมเรือ โรงงานอุตสาหกรรมผลิตท่อ แผ่นโลหะ ชุบโลหะ โรงพิมพ์ โรงหล่อตัวพิมพ์ โรงงานผลิตกระสุนปืน และอาชีพอื่นๆ ที่ต้องสัมผัสสารตะกั่ว อนินทรีย์ในการทำงาน

2. อาการและอาการแสดง แบ่งออกเป็น

2.1 โรคพิษตะกั่วชนิดเฉียบพลัน เกิดขึ้นเมื่อได้รับสารตะกั่วปริมาณมากในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ได้แก่

2.1.1 คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องรุนแรงเป็นพักๆ (colicky pain)

2.1.2 ความคิดสับสน กระวนกระวาย นอนไม่หลับ

2.1.3 อาการของโรคสมองเฉียบพลัน (acute encephalopathy) เช่น ชัก หมดสติ

2.2 โรคพิษตะกั่วชนิดเรื้อรัง เกิดจากการได้รับสารตะกั่วปริมาณน้อยเป็นระยะเวลานานๆ

2.2.1 ปวดท้องรุนแรงเป็นพักๆ เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน

2.2.2 ชาปลายมือปลายเท้า ข้อมือตก ข้อเท้าเท้าตก เป็นลักษณะของประสาทส่วนรอบผิดปกติ (peripheral neuropathy) มักพบอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงมากกว่าอาการชา

2.2.3 ซึม ชักและหมดสติ

2.2.4 ภาวะเลือดจาง

2.2.5 อาการของไตอักเสบ และอาจมีอาการของโรคเก๊าท์

2.2.6 อาจพบเส้นตะกั่ว (lead line) ลักษณะเป็นแถบหรือเส้นสีน้ำเงินม่วงเข้มที่ขอบเหงือก หมายถึงเคยได้รับสารตะกั่วไม่ได้แสดงจำเพาะว่าเป็นโรคพิษตะกั่ว

3. ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ

3.1 การตรวจผลกระทบของสารตะกั่ว

3.1.1 Complete blood count (CBC) ในผู้ป่วยโรคพิษตะกั่วเรื้อรังพบภาวะเลือดจางชนิด normochromic normocytic และเม็ดเลือดแดงมี basophilic stippling แต่ในทำนองกลับกันผลการตรวจ CBCที่ปกติสามารถพบได้ในผู้ป่วยโรคพิษตะกั่วเรื้อรัง

3.1.2 การตรวจอื่นๆ เพื่อช่วยสนับสนุนและ/หรือแยกโรคตามแต่อาการและอาการแสดง เช่น electromyelogram และ nerve conduction velocity การตรวจปัสสาวะทั่วไป (urinalysis)

3.2 การตรวจหาระดับตะกั่วในร่างกาย

3.2.1 การทดสอบ EDTA ให้ผลบวก

3.2.2 การตรวจหาระดับตะกั่วในเลือด

3.2.2.1 ระดับตั้งแต่ 60 ไมโครกรัม/ เดซิลิตร ขึ้นไป

ก ถ้ามีอาการและอาการแสดงให้วินิจฉัยเป็นโรคพิษตะกั่ว

ข ถ้าไม่มีอาการและอาการแสดงแต่ผลการทดสอบ EDTA บวก ให้วินิจฉัยว่าเป็นโรคพิษตะกั่ว

3.2.2.2 ระดับต่ำกว่า 60 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

ก ถ้ามีอาการและอาการแสดงอาจเป็นโรคพิษตะกั่ว และหากผลการทดสอบ EDTA บวกให้วินิจฉัยว่าเป็นโรคพิษตะกั่ว

ในกรณีหญิงมีครรภ์ ที่จำเป็นต้องสัมผัสสารตะกั่ว ถ้ามีระดับตะกั่วในเลือดตั้งแต่ 25 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ขึ้นไป จะต้องหยุดงานทันที และตรวจติดตามระดับตะกั่วในเลือดต่อไป เพื่อป้องกันการเกิดพิษตะกั่วของทารกในครรภ์

การตรวจสิ่งตกค้างในที่ทำงาน ในประเทศไทยกำหนดระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของตะกั่วอนินทรีย์ต้องไม่เกิน 0.20 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตรอากาศ ใน 8 ชั่วโมงทำงาน

4. การวินิจฉัยแยกโรคจาก

4.1 โรคไส้ติ่งอักเสบ

4.2 โรคกระเพาะอาหารอักเสบเรื้อรัง

4.3 ภาวะเลือดจางจากการขาดสารอาหาร หรือเสียเลือด

4.4 โรคระบบประสาทอื่นๆ

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือดมีดังต่อไปนี้

ระดับการศึกษา

มีหลายงานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับการศึกษากับระดับตะกั่วในเลือด เช่น การศึกษาของ อัลเล็นเบลท์ และคณะ (Ulenbelt, *et al.* , 1991) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในบรรยากาศการทำงานกับปริมาณตะกั่วในเลือดและ จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ (2535) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อระดับตะกั่วในเลือดในกลุ่มคนงานที่ทำงานสัมผัสสารตะกั่ว ผลการศึกษาเป็นไปในทำนองเดียวกันคือ พบว่าระดับการศึกษามีผลต่อความแตกต่างของระดับตะกั่วในเลือด โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาระดับประถมศึกษามีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ผลการศึกษาเป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากมีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้อง เช่น หน้าที่การทำงานเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาระดับมัธยมจะทำหน้าที่ในสำนักงานและทั่วไป ซึ่งไม่ได้ทำงานสัมผัสกับสารตะกั่วโดยตรง ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาระดับประถมศึกษาจะทำหน้าที่การผลิตจึงมีโอกาสสัมผัสสารตะกั่วมากกว่า ในขณะที่การศึกษาของ วิภากร ศิลสว่าง (2540) ที่ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนงานสังกัดกรมอู่ทหารเรือที่ทำงานสัมผัสสารตะกั่วพบว่ากลุ่มประชากรที่มีการศึกษาต่างกันมีระดับตะกั่วในเลือดไม่แตกต่างกัน โดยกลุ่มที่มีระดับการศึกษาสูงจะมีระดับตะกั่วในเลือดใกล้เคียงกับกลุ่มที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากแม้ว่าประชากรจะมีการศึกษาต่างกัน แต่อาจจะมีสุขวิทยาการทำงานส่วนบุคคลไม่แตกต่างกัน ซึ่ง วิภากร ได้ทำการศึกษาในคนงานสังกัดกรมอู่ทหารเรือ ซึ่งเป็นหน่วยงานของราชการจึงมีการบริหารความปลอดภัยในการทำงานสัมผัสสารตะกั่วที่ดี ได้แก่ การจัดสถานที่ทำความสะอาดร่างกาย การเปลี่ยนชุดปฏิบัติงาน มีการจัดสถานที่รับประทานอาหาร และการดื่มน้ำภายนอกโรงงาน

อายุ

การดูดซึมของตะกั่วเข้าไปในร่างกายนั้นขึ้นอยู่กับสรีรวิทยาของแต่ละบุคคล ปริมาณตะกั่วที่หายใจเข้าไป และลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ขนาดของอนุภาคและคุณสมบัติทางเคมี (Saryan and Zenz, 1994 : 512 – 513) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาวะของร่างกาย ได้แก่ อายุ โดยพบว่าเด็กมีการดูดซึมตะกั่วจากการปนเปื้อนทางการกินได้ประมาณร้อยละ 53 ในขณะที่ผู้ใหญ่มีการดูดซึมตะกั่วจากการปนเปื้อนทางการกินได้ร้อยละ 10 – 20 เท่านั้น (Robert, 1999 : 35) สอดคล้องกับการศึกษาของ ดูคอฟ และคณะ (Ducoff, *et al.*, 1990) ที่พบว่าการเพิ่มของระดับตะกั่วในเลือดของวัยผู้ใหญ่จะเร็วกว่าในกลุ่มคนที่มีอายุน้อย เนื่องจากพัฒนาการในการทำงานของไตในวัยเด็กยังไม่สมบูรณ์เหมือนในวัยผู้ใหญ่จึงขับสารตะกั่วออกจากร่างกายได้น้อย ดังนั้นจึงมีสารตะกั่วในร่างกายมาก (Nigan, *et al.*, 1996 : 92) ในขณะที่ สเตสเซ็น และคณะ (Staessen, *et*

al., 1990) ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนทั่วไปในกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ ที่ไม่ได้ทำงานสัมผัสสารตะกั่วพบว่าระดับตะกั่วในเลือดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอายุของเพศหญิง ($r = 0.27$; $p = 0.002$) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุของเพศชาย ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของ The National Health and Nutritional Examination Survey (NHANES) ที่พบว่าระดับตะกั่วในเลือดจะเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับช่วงอายุ ดังนี้ เพศหญิง ช่วงอายุระหว่าง 15 – 50 ปี ส่วนเพศชายอายุระหว่าง 15 – 40 ปี หลังจากนั้นระดับตะกั่วในเลือดทั้งเพศหญิง และเพศชายจะค่อยๆ ลดลง (Mahaffey, Annest and Roberts, 1982) เนื่องจากในวัยดังกล่าวเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการทำงานและสิ่งแวดล้อมการทำงาน อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ สุจินดา จารุพัฒน์ (2534) ที่ศึกษารูปแบบการทำนายระดับตะกั่วในเลือดของพนักงานเก็บเงินค่าผ่านทางด่วน และการศึกษาของวิภากร ศิลสว่าง (2540) ที่ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนงานสังกัดกรมอู่ทหารเรือที่ทำงานสัมผัสสารตะกั่ว ผลการศึกษาเป็นไปในทำนองเดียวกัน กล่าวคือกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุต่างกันจะมีระดับตะกั่วในเลือดไม่แตกต่างกัน แสดงว่าอาจมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ ระยะเวลาของการสัมผัสโดยกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมากอาจมีระยะเวลาสัมผัสน้อยกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีอายุน้อย

ด้านระยะเวลาของการสัมผัส

มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ด้านระยะเวลาของการสัมผัสสารตะกั่วกับระดับตะกั่วในเลือดดังนี้ จิลเทิลแมน และคณะ (Giltleman, *et al.*, 1991) ที่ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนงานทำแบตเตอรี่ พบว่าระดับตะกั่วในเลือดจะเพิ่มขึ้นในระยะเวลาตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกับ สมปราถนา เรืองชาติ (2534) ที่ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร พบว่าระดับตะกั่วในเลือดของตำรวจจราจรในพื้นที่ซึ่งมีรถยนต์ผ่านมากกว่า 1000 คัน/ ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.14 ไมโครกรัม/ เดซิลิตร และพบว่าระดับตะกั่วในเลือดสูงขึ้นสัมพันธ์กับระยะเวลาการทำงาน ($p<0.05$) ในขณะที่ จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ (2535) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดกับปัจจัยบางประการทางประชากรในโรงงานหลอมตะกั่ว วันชัย บุพพันเหรัญ และคณะ (2535) ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนขับรถประจำทางขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) วิภากร ศิลสว่าง (2540) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคัดสรรกับระดับตะกั่วในเลือดของคนงานสังกัดกรมอู่ทหารเรือที่ทำงานสัมผัสสารตะกั่ว สุจินดา จารุพัฒน์ (2534) ศึกษารูปแบบการทำนายระดับตะกั่วในเลือดของพนักงานเก็บเงินค่าผ่านทางด่วน ผลการศึกษาเป็นไปในทำนองเดียวกัน คือพบว่าระยะเวลาการทำงานไม่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อตะกั่วถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกลำเลียงไปยังอวัยวะต่างๆ ผ่านทางระบบไหลเวียนเลือด ประมาณร้อยละ 99 ของสารตะกั่วในเลือดจะสะสมในเม็ดเลือดแดงซึ่งมีครึ่งช่วงชีวิตประมาณ 25 วัน หลังจากนั้นจะสะสม

บริเวณเนื้อเยื่ออ่อน (ไต ไขกระดูก ตับ และสมอง) และเนื้อเยื่อแข็ง (กระดูกและฟัน) ซึ่งจะมีการสะสมของตะกั่วบริเวณนี้ประมาณร้อยละ 95 ในผู้ใหญ่ครึ่งช่วงชีวิต (half life) ของตะกั่วในเนื้อเยื่ออ่อนประมาณ 40 วัน ส่วนในกระดูกประมาณ 25 ปี (Robert, 1999 : 36 ; Stellman, 1998 : 63.21) ดังนั้นในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการทำงานกับปริมาณตะกั่วในร่างกายจึงควรใช้การตรวจวัดระดับตะกั่วในกระดูกซึ่งเป็นดัชนีที่แสดงถึงการได้รับตะกั่วสะสมมาเป็นเวลานาน (Homan, Brogan and Orava, 1998) ดังเช่นการศึกษาของ โซเมอร์เวลล์ และคณะ (Somervaille, *et al.*, 1988) ที่ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดระดับตะกั่วในกระดูก (x- ray fluorescence) ของคนงานที่ทำงานสัมผัสตะกั่ว จำนวน 190 คน และคนงานที่ทำงานไม่สัมผัสสารตะกั่วจำนวน 20 คน จาก 3 โรงงาน พบความสัมพันธ์ระดับสูงระหว่างระดับตะกั่วในกระดูกและระยะเวลาการทำงานทั้ง 3 โรงงาน ($r = 0.86$; $p<0.0001$, $r = 0.61$; $p<0.0001$, $r = 0.80$; $p < 0.0001$ ตามลำดับ)

ด้านพฤติกรรมการสูบบุหรี่

จากการศึกษาพบว่าในยาเส้นมีสารตะกั่วซึ่งปนเปื้อนมาจากดินที่ใช้ปลูก โดยคนงานจะได้รับสารตะกั่วจากการสูดหายใจเอาควันบุหรี่เข้าไป ควันจากบุหรี่ 1 มวน จะพบสารตะกั่วประมาณ 0.017 – 0.98 ไมโครกรัม นอกจากนี้มีการศึกษาพบว่าในบุหรี่แต่ละมวนมีตะกั่วประมาณ 2.5 - 12.2 ไมโครกรัม และถ้าสูบบุหรี่ถึง 20 มวน/วัน จะได้รับตะกั่วประมาณ 1- 5 ไมโครกรัม (Harison, *et al.*, 1981) สอดคล้องกับการศึกษาของ สเตสเซ็น และคณะ (Staessen, *et al.*, 1990) ที่ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนทั่วไปที่ไม่ได้ทำงานสัมผัสสารตะกั่ว พบว่าการสูบบุหรี่จะทำให้มีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่าคนที่ไม่สูบถึงร้อยละ 20 และในบุหรี่ 1 มวนจะมีสารตะกั่วประมาณ 2 - 12 ไมโครกรัม นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณบุหรี่ที่สูบในแต่ละวันกับปริมาณสารตะกั่วในเลือดดังนี้ ในเพศชาย $r = 0.34$; $p<0.001$ เพศหญิง $r = 0.23$; $p<0.01$ และจากการศึกษาของ จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ (2535) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดกับปัจจัยทางประชากรบางประการ พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่สูบบุหรี่จะมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่ากลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่อย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.006$) และกลุ่มตัวอย่างที่มีปริมาณการสูบบุหรี่มากจะมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่ากลุ่มที่มีปริมาณการสูบบุหรี่น้อย สอดคล้องกับการศึกษาของ สมปราถนา เรืองชาติ (2534) ซึ่งศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือดของตำรวจจราจร โดยพบว่าระดับตะกั่วในเลือดของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานครมีความสัมพันธ์กับปริมาณการสูบบุหรี่อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เช่นเดียวกับการศึกษาของ วิภากร ศิลสว่าง (2540) ที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่สูบบุหรี่มีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ไม่สูบบุหรี่อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังนั้นผู้ที่สูบบุหรี่นอกจากจะได้รับตะกั่ว

จากงานที่ทำแล้วยังได้รับจากบุหรี่ที่สูบอีกด้วย ในขณะที่ผลการศึกษาของ สุจินดา จารุพัฒน์ (2534) ที่ศึกษารูปแบบการทำนายระดับตะกั่วในเลือดของพนักงานเก็บเงินค่าผ่านทางด่วน พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่สูบบุหรี่มีระดับตะกั่วในเลือดไม่แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สูบบุหรี่ ทั้งนี้อาจเนื่องจากถึงแม้ว่าผลการศึกษาของสุจินดา จะพบว่าระดับตะกั่วในอากาศบริเวณปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือดสูง แต่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ในขณะปฏิบัติงานจึงทำให้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการสูบบุหรี่กับระดับตะกั่วในเลือด

ด้านพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์

การดื่มเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มของระดับตะกั่วในเลือด และการดื่มแอลกอฮอล์ ethanol บริสุทธิ์ 13.5 มิลลิลิตร/วัน อาจมีผลในการเพิ่มระดับตะกั่วในเลือดตั้งแต่ 0.5 – 1.0 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (Grandjean, *et al.*,1996) ทั้งนี้เนื่องจากการดื่มแอลกอฮอล์จะกระตุ้นกระเพาะอาหารให้หลั่งกรดทำให้เยื่อบุกระเพาะอาหารระคายเคืองและเกิดแผลในกระเพาะอาหารได้ (Classen, Dammann and Schepp, 1991 : 14 – 15 ; David and Irwin, 1989 : 1976 ; William, 1995) ดังนั้นคนที่ทำงานสัมผัสสารตะกั่วและดื่มสุราร่วมด้วยจะทำให้สารตะกั่วถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ สเตสเซ็น และคณะ (Staessen, *et al.*, 1990) ที่ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนทั่วไปที่ไม่ได้ทำงานสัมผัสสารตะกั่ว พบว่าการดื่มเบียร์และไวน์มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด ($p<0.01$ และ $p<0.06$ ตามลำดับ) โดยกลุ่มที่ดื่มเบียร์และไวน์มีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่ากลุ่มที่ดื่มน้ำ เนื่องจากมีการปนเปื้อนของสารตะกั่วในกระบวนการผลิตเบียร์และไวน์ (Jorhen, *et al.*, 1988 ; Wai, *et al.*, 1979 quated in WHO, 1995 : 84 - 86) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ (2535) ที่พบว่าพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์มีผลต่อความแตกต่างของระดับตะกั่วในเลือด โดยกลุ่มตัวอย่างที่ดื่มแอลกอฮอล์จะมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ ($p<0.01$) เช่นเดียวกับการศึกษาของ เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์ (2525) ที่ศึกษาเปรียบเทียบระดับตะกั่วในบรรยากาศและระดับตะกั่วในเลือดของกลุ่มคนทั่วไปในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่ากลุ่มที่ดื่มสุรามีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ดื่มสุราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ด้านสุขวิทยาส่วนบุคคล

สุขวิทยาการทำงานเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อป้องกันไม่ให้คนงานได้รับสารตะกั่วจากการทำงาน (Ronald, 2000 : 223) ซึ่งจากการศึกษาของ จิลเทิลแมน และคณะ (Gittleman, *et al.*, 1994) ที่ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนงานทำแบตเตอรี่ พบว่าสุขวิทยาการทำงาน ได้แก่ การรับประทานอาหารในที่ทำงาน การไม่เปลี่ยนเสื้อผ้าออกจากที่ทำงาน การไม่อาบน้ำทันทีหลัง

เลิกงาน เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงสุขวิทยาการทำงานส่วนบุคคลที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนสารตะกั่วได้ ในทำนองเดียวกับการศึกษาของ อัลเลนเบลท์ และคณะ (Ulenbelt, *et al.*, 1991) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในอากาศกับปริมาณตะกั่วในเลือด พบว่าสุขวิทยาส่วนบุคคล เช่น การทำความสะอาดเสื้อผ้าที่ใส่ทำงาน การคลุมผม หรือการสวมหมวกในขณะทำงาน เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด เช่นเดียวกับการศึกษาของศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 1 (2530) ซึ่งศึกษาปัจจัยพื้นฐานบางประการที่มีผลต่อการเกิดโรคแพ้พิษตะกั่วกรด พบว่าระดับตะกั่วในเลือดมีความสัมพันธ์กับสุขวิทยาในการทำความสะอาดเสื้อผ้าของคนงาน การใช้ผ้าคลุมผมหรือหมวกในขณะทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ ไช และคณะ (Chai, *et al.*, 1991) ที่ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงงานแบตเตอรี่ เมื่อควบคุมระดับตะกั่วในสิ่งแวดล้อม อายุ ระยะเวลาการสัมผัส และการสูบบุหรี่ พบว่าคนงานชาวมาเลเซียมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าคนงานชาวจีน เนื่องจากคนงานชาวมาเลเซียมีสุขนิสัยการรับประทานอาหารโดยใช้มือที่มีตะกั่วปนเปื้อน เช่นเดียวกับการศึกษาของ แม็ท และคณะ (Matte, *et al.*, 1989) พบว่าคนงานในแผนกที่มีสุขวิทยาการทำงานดีมีระดับตะกั่วในเลือดเกิน 60 ไมโครกรัม/เดซิลิตร น้อยกว่าคนงานในแผนกที่มีสุขวิทยาการทำงานไม่ดี

สภาวะสุขภาพ

ผลกระทบต่อสุขภาพจากสารตะกั่วโดยส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเมื่อได้รับตะกั่วสะสมเป็นเวลานาน โดยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ใช้เวลานานกว่า 2 - 3 ปี จึงจะแสดงอาการ เช่นผลต่อระบบการทำงานของไต ตะกั่วจะทำให้เกิดความผิดปกติที่ท่อไต (henle loops) และเกิดเป็นพังผืดในเนื้อไต (interstitial fibrosis) การขับถ่ายสารบางอย่างลดลง เช่น กรดยูริค (uric acid) ซึ่งการพบกรดยูริคในเลือดมากจะทำให้เป็นโรคเก๊าท์ (gout) และสุดท้ายจะพบภาวะของไตวาย (renal failure) (Landrigan, 1994 : 748 ; Homan, Brogan and Orava, 1998 : 365) ดังเช่นจากการศึกษาของ เออร์ลิช และคณะ (Ehrlich, *et al.*, 1998) ได้ทำการศึกษาในกลุ่มคนงานในโรงงานแบตเตอรี่ในประเทศแอฟริกา เมื่อได้มีการปรับด้วย อายุ น้ำหนัก ระยะเวลาของการสัมผัส พบว่าระดับตะกั่วในเลือดมีความสัมพันธ์กับระดับ serum creatinine และ uric acid ($p<0.001$ และ $p<0.0001$ ตามลำดับ) เมื่อระดับตะกั่วในเลือดมีค่า 50 - 60 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สเตสเซ็น และคณะ (Staessen, *et al.*, 1990) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดกับการทำงานของไตในกลุ่มข้าราชการในกรุงลอนดอน พบว่าระดับตะกั่วในเลือดมีความสัมพันธ์กับระดับ serum creatinine ในผู้ชาย ($p<0.001$) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวในผู้หญิง เนื่องจากในกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษานั้นผู้ชายจะมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าผู้หญิง ($p<0.001$) เพราะว่า

ผู้ชายมีหน้าที่การทำงานที่เสี่ยงต่อการสัมผัสสารตะกั่วมากกว่าผู้หญิง นอกจากนี้การทำงานที่เกี่ยวข้องกับตะกั่วและได้รับตะกั่วสะสมเป็นเวลานาน ยังมีผลทำให้เป็นโรคความดันโลหิตสูงและโรคหลอดเลือดหัวใจมากยิ่งขึ้นสอดคล้องกับการศึกษาของ The United - States National Health and Nutrition (NHANES) พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดกับระดับความดันโลหิต แม้จะมีระดับตะกั่วในเลือดเพียง 10 - 20 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ก็จะทำให้เกิดความดันโลหิตสูงได้ (Landrigan, 1994 : 748)

ปริมาณตะกั่วในอากาศ

อากาศที่เจือปนด้วยตะกั่ว สามารถทำให้ระดับตะกั่วในเลือดเพิ่มขึ้นได้ 0.02 - 0.08 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ทุกๆ 1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ของตะกั่วในอากาศที่เพิ่มขึ้น (WHO, 1995 : 106) แต่มีบางรายงานพบว่าการหายใจเอาอากาศที่มีไอหรืออนุภาคของตะกั่ว 1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร จะเพิ่มปริมาณตะกั่วในเลือดได้ 1 - 2 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (Chamberlain, *et al.*, 1975 ; Coulston, *et al.*, 1972 : Griffin, *et al.*, 1975, quoted in Lauwerys and Hoet, 1993 : 57) สอดคล้องกับการศึกษาของ วิภากร ศิลสว่าง (2540) ที่พบว่าปริมาณตะกั่วในบรรยากาศการทำงานมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับตะกั่วในเลือด ($r = 0.62$; $p<0.001$) นั่นคือเมื่อระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานเพิ่มขึ้นระดับตะกั่วในเลือดจะเพิ่มขึ้นด้วย เช่นเดียวกับการศึกษาของ สุจินดา จารุพัฒน์ (2534) ที่ศึกษารูปแบบการทำนายระดับตะกั่วในพนักงานเก็บเงินค่าผ่านทางด่วน พบว่าระดับตะกั่วในอากาศแบบเป็นตัวแทนพื้นที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณตะกั่วในอากาศในระดับการหายใจ ($r = 0.74$; $p<0.01$) เมื่อพิจารณาถึงระดับตะกั่วในอากาศแบบเป็นตัวแทนพื้นที่จะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับตะกั่วในเลือด ($r = 0.25$; $p<0.01$) ในขณะที่ อัลเลนเบลท์ และคณะ (Ulenbelt, *et al.*, 1991) ซึ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในอากาศและระดับตะกั่วในเลือด พบว่าระดับตะกั่วในอากาศไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ที่ถูกต้องเสมอไป พบความสัมพันธ์แบบผกผันระหว่างระดับตะกั่วในอากาศกับระดับตะกั่วในเลือด โดยที่เมื่อระดับตะกั่วในอากาศเพิ่มขึ้นระดับตะกั่วในเลือดจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากคนงานมีการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกวิธี มีมาตรการห้ามสูบบุหรี่ในที่ทำงาน มีสุขวิทยาการทำงานดี จึงทำให้ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าว

ด้านพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

ในกรณีที่ไม่สามารถควบคุมทางวิศวกรรมความปลอดภัยได้จึงใช้วิธีการป้องกันที่บุคคล การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจต้องคำนึงถึงพฤติกรรมการใช้เครื่องป้องกันที่ถูกต้อง ผลของการป้องกันจึงจะมีประสิทธิภาพดังผลการศึกษาต่อไปนี้ ในปี พ.ศ.2524 ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ โรงพยาบาลศิริราช ได้ทำการตรวจเลือดคนงานในโรงงานแบตเตอรี่ ซึ่งพบว่า

คนงานมีระดับตะกั่วในเลือด 60 – 120 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ทั้งนี้อาจจะมีสาเหตุมาจากฟองน้ำที่คนงานใช้ปิดจมูกป้องกันการหายใจขณะทำงานซึ่งมีตะกั่วติดอยู่ถึง 1 ไมโครกรัม คนงานจึงได้รับตะกั่วจากการหายใจ (สมพูล ตฤตลักษณ์ และคณะ, 2531) ในทำนองเดียวกับการศึกษาของจิลเทิลแมน และคณะ (Gittleman, *et al.*, 1994) ที่ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนงานทำแบตเตอรี่ พบว่าคนงานมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 52 – 86 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ทั้งนี้เนื่องจากคนงานส่วนใหญ่มีการสวมหน้ากากไม่แนบสนิทกับใบหน้า ในขณะที่ จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ (2535) พบว่าปัจจัยการใช้อุปกรณ์ป้องกันการหายใจไม่มีผลต่อความแตกต่างของระดับตะกั่วในเลือด ทั้งนี้อาจเนื่องจากประการแรกอุปกรณ์ป้องกันการหายใจที่ใช้นั้นส่วนใหญ่เป็นชนิดผ้าซึ่งไร้ประสิทธิภาพในการป้องกันจึงทำให้มีโอกาสได้รับสารตะกั่วเช่นเดียวกับกลุ่มที่ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันการหายใจ ประการที่สองอาจจะเป็นเพราะมีการใช้อุปกรณ์ป้องกันไม่ถูกวิธีแม้ว่าจะเป็นกลุ่มที่มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันการหายใจชนิดที่ถูกต้องคือทั้งชนิดป้องกันฝุ่นหยาบและชนิดป้องกันไอระเหย กล่าวคือ ไม่สวมให้แนบสนิทกับใบหน้าหรือไม่มีการบำรุงรักษาทำความสะอาดทำให้เครื่องกรองฝุ่นหรือควัน ฟูมตะกั่ว ป้องกันไม่ได้ จะเพิ่มการสะสมฝุ่นตะกั่วที่เครื่องกรองและเมื่อใช้ก็จะสูดหายใจเข้าไปอีก ซึ่งการศึกษาดังกล่าวต่างจากผลการศึกษาของ ลี และคณะ (Lee, *et al.*, 1993) โดยพบว่าการป้องกันการได้รับสารตะกั่วจากการหายใจโดยใช้หน้ากากกรองอากาศอย่างถูกวิธีจะทำให้ระดับตะกั่วในเลือดและอัตราการป่วยจากพิษตะกั่วลดลง

การประเมินความเสี่ยงสุขภาพ (Health risk assessment)

การประเมินความเสี่ยง หมายถึง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาอย่างเป็นระบบโดยใช้ข้อเท็จจริงพื้นฐานบางประการ เช่น ทางที่สิ่งคุกคามเข้าสู่ร่างกายและปริมาณสิ่งคุกคามที่ได้รับ เพื่อพรรณาและวัดความเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งคุกคาม และบอกถึงสภาวะสุขภาพของแต่ละบุคคลหรือกลุ่มประชากรที่สัมผัสกับสิ่งคุกคาม (พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2542 : 45 ; Dougherty, 1999 : 128, Picciotto, 1995 : 23)

การประเมินความเสี่ยงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก เป้าหมายสูงสุดคือ สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับความเสี่ยงด้านสุขภาพในกลุ่มประชากรได้ โดยเฉพาะในระหว่างกลุ่มย่อยของประชากร (เช่น กลุ่มเด็ก หญิงตั้งครรภ์ ผู้สูงอายุ ตลอดจนคนงานที่ทำหน้าที่ผสมหรือบรรจุสารกำจัดศัตรูพืช) นอกจากนี้การประเมินความเสี่ยงยังมีความจำเป็นในการกำหนดนโยบายการทำงานในสถานประกอบการ เช่น การลดความเสี่ยงของลูกจ้างในสถานประกอบการเกี่ยวกับการได้รับสารเรดอน การพักอาศัยใกล้กับแหล่งขยะอันตราย เด็กนักเรียนที่ใช้น้ำที่มีการปนเปื้อน ผู้บริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Picciotto, 1995 : 23 ; WHO, 1999 ; 52 ; US NRC,

1983 ; Graham, *et al.*,1992, quoted in WHO, 2000 : 17 – 18) วอล์คเกอร์ และคณะ (Walker, *et al.*, 1992) ได้ศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานการประเมินความเสี่ยงทั้งด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม และได้ให้คำแนะนำว่าควรให้ความสำคัญกำหนดเป็นนโยบายของรัฐให้สถานประกอบการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานการประเมินความเสี่ยง โดยเฉพาะข้อมูลการอธิบายลักษณะของความเสี่ยงจำแนกกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงและกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำ ซึ่งปัจจุบันมีหลายหน่วยงานกำลังดำเนินการอยู่ ตัวอย่างเช่นมีการนำกระบวนการประเมินความเสี่ยงมาใช้ประเมินระดับสารเรดอนในอาคารบ้านเรือน ซึ่งพบว่าสารเรดอนทำให้เป็นมะเร็งปอด (EPA 1996, quoted in Checkoway, and Crawford, 1989 : 321) สำหรับการประเมินความเสี่ยงพิษสารตะกั่วตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก (WHO, 1995) ควรจะมีการศึกษาวิจัยการประเมินความเสี่ยงสุขภาพเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะสุขภาพเมื่อมีระดับตะกั่วในเลือด 15 ไมโครกรัม/เดซิลิตร หรือน้อยกว่า

ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินสิ่งคุกคาม (hazard identification) ขั้นตอนนี้เป็นการประเมินความเสี่ยงในเชิงคุณภาพว่าสิ่งคุกคามนั้นคืออะไร มีความรุนแรงมากน้อยเพียงใด เป็นการศึกษาเพื่อที่จะตอบคำถามที่กำลังสนใจนั้นว่ามีความสัมพันธ์กับผลกระทบด้านสุขภาพหรือไม่ ใน ขั้นตอนนี้ผู้ประเมินจะทำการจัดรวบรวมข้อมูล สืบค้นฐานข้อมูล หาข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นใช้ในการพิจารณาเพื่อจะตอบคำถามดังกล่าว แนวทางในการบ่งชี้ความเป็นอันตราย ควรใช้วิธีตัดสินโดยน้ำหนักของหลักฐาน (weight of evidence) ซึ่งเป็นการพิจารณาถึงคุณภาพและความเพียงพอของหลักฐาน การติดตามตรวจสอบทางระบาดวิทยา และการศึกษาทางด้านพิษวิทยา (พาลาภ สิงหเสนี, 2540 : 141 - 142 ; Goldsmith, 1995 : 31)

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินขนาดสัมผัสกับการตอบสนอง (dose – response assessment) มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะตอบคำถามว่า ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดที่สัมผัสกับการตอบสนองเป็นอย่างไร เพื่อนำไปสู่การทำนายการตอบสนองที่ระดับสัมผัสต่างๆ กัน นอกจากนี้ความสัมพันธ์ที่ได้ยังนำไปใช้ในการหาค่ามาตรฐานสำหรับสิ่งคุกคามที่อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ขั้นตอนในการประเมินประกอบด้วย การวัดขนาดสัมผัส (dose - determination) การวัดการตอบสนอง (response measurement) การหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสัมผัสกับการตอบสนอง (dose – response estimation) และการใช้แบบจำลองขนาดสัมผัสและการตอบสนอง (dose – response model) (พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2542 : 51 - 53 ; Picciotto, 1995 : 28)

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินการสัมผัส (exposure assessment) จะประกอบด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณ มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) ค้นหาสารหรือสิ่งคุกคามที่คนงานได้รับ 2) คำนวณปริมาณที่ได้รับ 3) ได้รับเข้าสู่ร่างกายด้วยวิธีใด 4) เป็นช่วงเวลาใด และเวลานานเท่าไร รวมถึงความถี่ของการสัมผัส 5) ภายใต้สภาวะการณ์ใด (WHO, 2000 : 10 – 11 ; Goldsmith, 1995 : 32) ดังนั้นการประเมินการสัมผัสจึงประกอบด้วย จำนวนคนที่ได้รับสิ่งคุกคาม ปริมาณสิ่งคุกคามที่ได้รับ แหล่งกำเนิดของสิ่งคุกคาม ทางเข้าสู่ร่างกาย พฤติกรรมการสัมผัส

3.1 วิธีการประเมินการสัมผัส

คนงานมีโอกาสสัมผัสกับสิ่งคุกคามจากการประกอบอาชีพได้จากการปนเปื้อนทางการกิน การหายใจ และทางผิวหนัง ดังนั้นจึงมีวิธีประเมินการสัมผัสได้ดังนี้ (พาลาภ สิงหเสนี, 2540 : 146 – 147 ; พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2542 : 46 - 51 ; WHO, 1993 : 25 ; WHO, 1999 : 52 ; WHO, 2000 : 42 – 45)

3.1.1 การเฝ้าคุมการสัมผัส (exposure monitoring) เป็นวิธีการที่จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับการสัมผัสได้เที่ยงตรงที่สุด และยังเป็นข้อมูลที่ดีสำหรับใช้ในการประเมินแบบจำลองอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการเฝ้าคุมสามารถทำการเก็บข้อมูลที่มีระยะสัมผัสใกล้ชิดกับกลุ่มประชากรหรือสิ่งแวดล้อมที่สนใจได้มากที่สุด วิธีการเฝ้าคุมแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

3.1.1.1 การเฝ้าคุมที่ตัวบุคคล (personal monitoring) การเฝ้าคุมชนิดนี้คือการใช้วิธีการวัดความเข้มข้นของสารหรือสิ่งคุกคามที่แต่ละคนในกลุ่มประชากรได้รับ เช่น การเก็บตัวอย่างอากาศที่คนงานหายใจ หรือการเก็บน้ำที่คนงานดื่ม นอกจากนี้ยังมีวิธีการเก็บตัวอย่างสารในร่างกาย เช่น เลือด ปัสสาวะ สารคัดหลั่ง ซึ่งหมายถึง การเฝ้าคุมทางชีวภาพ (biological monitoring)

3.1.1.2 การเฝ้าคุมที่ตัวสื่อหรือสถานที่ (ambient monitoring) เป็นการเก็บตัวอย่างของน้ำ อากาศ ดิน ในสถานที่นั้น เพื่อวิเคราะห์ระดับวัตถุอันตราย วิธีนี้จะปฏิบัติได้สะดวกกว่าในกรณีที่มีพื้นที่หรือขนาดของประชากรที่ต้องการเฝ้าคุมมีขนาดใหญ่ความแปรปรวนของค่าที่ได้รับการสัมผัสเกิดขึ้นได้ เช่น จากการที่คนงานต้องย้ายบริเวณทำงานเนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ทำให้ได้รับสิ่งคุกคามจากหลายๆ แห่ง

3.1.2. แบบจำลองการสัมผัส (exposure modeling)

แบบจำลองคือ รูปแบบหนึ่งของสมการคณิตศาสตร์ที่ใช้ทำนายค่าที่ต้องการจากค่าตัวแปรต่างๆ ที่ทราบหรือสามารถตรวจวัดได้ ปัจจุบันมีการสร้างแบบจำลองขึ้นมากส่วนมากมีความจำเพาะค่อนข้างสูง กล่าวคือสามารถใช้ได้กับสิ่งคุกคามเฉพาะกรณี เช่น แหล่งที่

ปล่อยสิ่งคุกคามแบบเป็นจุด (โรงงาน) หรือใช้ได้กับสิ่งคุกคามหรือสิ่งแวดล้อมบางชนิด เช่น ทะเลสาบ เป็นต้น

การอธิบายลักษณะประชากรที่สัมผัส (characterization of exposed population) เป็นการหาขนาดที่กลุ่มประชากรหรือกลุ่มบุคคลที่ได้รับสิ่งคุกคามรวมทั้งอธิบายลักษณะของกลุ่ม เช่น อายุ เพศ สุขอนามัย ช่วงเวลาการได้รับการสัมผัส

ขั้นตอนที่ 4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (risk characterization)

ในขั้นตอนนี้เป็นการอธิบายลักษณะความเสี่ยงแบบบูรณาการ (integration) จากความรู้ที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะทราบระดับสิ่งคุกคามและภาวะเสี่ยงต่อสุขภาพ นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลในเรื่องการบริหารจัดการความเสี่ยงในรายละเอียดต่างๆ เพื่อที่จะลดความเสี่ยงนั้นๆ โดยการให้ข้อมูลทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งให้รายละเอียดของความไม่แน่นอนในขั้นตอนต่างๆ ของการประเมินความเสี่ยงด้วย เช่น แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนของจุดอ่อน จุดแข็งของข้อมูล ข้อสมมุติฐานที่ใช้ ความไม่แน่นอนของวิธีการที่ใช้และเหตุผลที่ใช้ในการสรุปการประเมิน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ที่อ่านรายงานการประเมินความเสี่ยงสามารถเข้าใจข้อจำกัดของการประเมินดังกล่าวด้วย (พาลาภ สิงหเสนี, 2542 : 147 ; WHO, 1999 : 58)

หลักการอธิบายลักษณะความเสี่ยง

หลักการอธิบายลักษณะความเสี่ยงเน้นไปที่การตอบคำถามที่สำคัญที่เกี่ยวเนื่องกับการประเมินความเสี่ยงและเป็นที่สนใจของผู้ที่ได้รับผลกระทบดังต่อไปนี้ (พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2542 : 58 - 56)

1. การอธิบายความเสี่ยงของแต่ละบุคคลในประชากรกลุ่มเสี่ยง

การที่จะอธิบายความเสี่ยงของแต่ละกลุ่มบุคคลได้ จำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลของแต่ละบุคคลในกลุ่มที่ได้รับผลกระทบในแง่ของปริมาณที่ได้รับ ซึ่งมักจะนำไปสู่การตอบคำถามที่สำคัญเหล่านี้ คือ ใครเป็นผู้ที่มีความเสี่ยงมากที่สุด ระดับความเสี่ยงอยู่ที่ระดับใด กิจกรรมหรือพฤติกรรมแบบใดที่ทำให้มีความเสี่ยงสูง ความเสี่ยงเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มประชากรเป็นอย่างไร

2. การอธิบายความเสี่ยงของแต่ละประชากรกลุ่มเสี่ยง

การอธิบายความเสี่ยงของประชากรกลุ่มเสี่ยงคือ การประเมินความเสี่ยงของประชากรทั้งกลุ่มในภาพรวม ซึ่งได้แก่ การตอบคำถามเกี่ยวกับจำนวนของผู้ป่วยด้วยโรคที่เกิดจากการได้รับสิ่งคุกคามต่อสุขภาพเป็นจำนวนเท่าไรในช่วงระยะเวลาที่กำหนด ตัวอธิบายความเสี่ยงในที่นี้ได้แก่ จำนวนผู้ป่วยที่ประเมินจากความน่าจะเป็นในกลุ่มประชากรที่ได้รับผลกระทบและ

ค่าร้อยละของประชากรที่มีความเสี่ยงเกินค่าระดับหนึ่ง ค่าที่ได้จะเป็นการประมาณค่าร้อยละ หรือจำนวนของกลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยงเกินระดับความเสี่ยงที่กำหนดเอาไว้

3. การอธิบายความเสี่ยงของประชากรย่อยเฉพาะกลุ่ม

การจะตอบคำถามเกี่ยวกับกลุ่มย่อยต่างๆ จะได้รับการสัมผัสและมีความเสี่ยงแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด และกลุ่มบุคคลใดในกลุ่มประชากรย่อยที่เป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูง จำเป็นต้องมีข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะของกลุ่มประชากรย่อยที่มีความเสี่ยงสูง ได้แก่ อายุ เพศ สถานะทางเศรษฐกิจ เป็นต้น ตัวอธิบายความเสี่ยงในที่นี้ได้แก่ ตัวที่ใช้เหมือนข้อ 1 และข้อ 2 ที่กล่าวมาแล้ว โดยจะต้องมีการประเมินตามกลุ่มที่ได้รับการสัมผัสและกลุ่มที่มีโอกาสได้รับผลกระทบทางสุขภาพได้มากที่สุด

การตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อม (environmental monitoring)

การตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ การวัดฝุ่นของสารตะกั่วอนินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

คำจำกัดความ

ฝุ่น (dusts) หมายถึง สารที่เป็นของแข็งมีอนุภาคเล็กๆ เกิดจากของแข็งถูกบด กระแทก ตี ระเบิด เช่น ฝุ่นโลหะต่างๆ ฝุ่นหิน (Gerhardson, 1983 : 62)

ประเภทของฝุ่น

ในทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรมให้ความสนใจในเรื่องการแบ่งขนาดของฝุ่นโดยยึดเอาการที่ฝุ่นสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้เป็นหลักดังนี้ (สราวุธ สุธรรมาสา, 2541 : 288)

1. ฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (respirable dusts) ได้แก่ ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เป็นฝุ่นที่มีขนาดเล็กพอที่จะหายใจเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนปลายได้

2. ฝุ่นที่ไม่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (non- respirable dusts) ได้แก่ ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน

3. ฝุ่นรวมทุกขนาด (total dusts) ทั้ง respirable dusts และ non- respirable dusts

วิธีการวัดฝุ่นในสภาพแวดล้อมการทำงาน

การวัดฝุ่นจากสารตะกั่วในสภาพแวดล้อมการทำงาน ต้องอาศัยการประเมินทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ผลของการประเมินจะเป็นปัจจัยชี้แนะในการควบคุมและแก้ไขสภาพแวดล้อมการทำงานให้อยู่ในสภาพที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งทางกายและทางจิตใจของ

ผู้ปฏิบัติงาน ประกอบด้วย ขั้นตอนการเตรียมตัวเพื่อการตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง ขั้นตอนการตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง ขั้นตอนการวิเคราะห์และแปลผล ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2541 : 46 - 48)

1. ขั้นตอนการเตรียมตัวเพื่อการตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง

การเตรียมตัวเพื่อการตรวจวัดและเก็บตัวอย่างมีขั้นตอนต่างๆ เฉพาะเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการตรวจวัดและเก็บตัวอย่างมากที่สุดดังต่อไปนี้

1.1 การสำรวจขั้นต้น (preliminary survey หรือ walk-through survey) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาศักยภาพเชิงอันตรายที่แฝงอยู่ในสภาพแวดล้อมการทำงาน เพื่อเตรียมเครื่องมือและเทคนิคในการที่จะทำการสำรวจอย่างละเอียดต่อไป และเพื่อเลือกบริเวณหรือตัวผู้ปฏิบัติงานที่จะเก็บตัวอย่างทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ในการสำรวจขั้นต้นควรเตรียมและศึกษาสิ่งเหล่านี้ให้พร้อมคือ แผนผังโรงงาน แผนผังกระบวนการผลิต และขั้นตอนการผลิต รายชื่อของสารเคมีและวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน รายชื่อของผลผลิตและผลพลอยได้ วิธีการควบคุมมลพิษที่ใช้อยู่มีอะไรบ้าง และจำนวนผู้ปฏิบัติงานในแต่ละแผนก

1.2 การเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการตรวจวัดและการเก็บตัวอย่าง ในการเลือกใช้เครื่องมือชนิดใดชนิดหนึ่งนั้นขึ้นอยู่กับ วัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่าง ถ้าต้องการทราบผลในทันทีว่ามีสารเคมีชนิดนั้นในสิ่งแวดล้อมหรือไม่ก็ใช้เครื่องมืออ่านค่าโดยตรงได้ แต่ถ้าต้องการตรวจวัดความถูกต้องแม่นยำเพื่อประโยชน์ทางกฎหมาย หรือเป็นการตรวจประจำควรใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ควรคำนึงถึงความพร้อมของเครื่องมือและผู้ใช้เครื่องมือ ความพร้อมและความสามารถของห้องปฏิบัติการ เครื่องมือแต่ละชิ้นในหน่วยเก็บตัวอย่างควรได้รับการปรับความถูกต้องทั้งก่อนและหลังการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีการที่มีรูปแบบที่แน่นอน รวมทั้งต้องเตรียมแบบฟอร์มการเก็บตัวอย่างทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรมไว้ให้พร้อม

2. ขั้นตอนการตรวจวัดและการเก็บตัวอย่าง

ในการตรวจวัดและเก็บตัวอย่างควรกำหนดวัตถุประสงค์ของการเก็บให้ชัดเจนเพื่อใช้เป็นหลักในการเลือกชนิดของเครื่องมือ ตลอดจนสถานที่ เวลาและตัวบุคคลที่จะเก็บตัวอย่าง เพื่อให้ผลจากการเก็บตัวอย่างสะท้อนการสัมผัสของผู้ปฏิบัติงานอย่างแท้จริง ในการตรวจวัดและเก็บตัวอย่างมีข้อควรคำนึงดังต่อไปนี้

2.1 ประเภทของการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ แบ่งตามพื้นที่ที่เก็บตัวอย่างอากาศได้เป็น 3 ประเภท คือ (ACGIH, 1995 ; Bisesi and Kohn, 1995 ; วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธ์, 2541 : 53)

2.1.1 การเก็บตัวอย่างอากาศที่จุดใดจุดหนึ่ง (specific area sampling)

2.1.2 การเก็บตัวอย่างอากาศในบริเวณที่ทำงานทั่วๆไป (general area sampling)

2.1.3 การเก็บตัวอย่างอากาศที่ระดับการหายใจของผู้ปฏิบัติงาน (breathing zone sampling)

การจะเก็บตัวอย่างแบบไหนขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสำรวจ ถ้าต้องการตรวจเพื่อหาแหล่งมลพิษที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม และเพื่อตรวจประสิทธิภาพของเครื่องมือควบคุมการปล่อยมลพิษจากกระบวนการผลิต ต้องเก็บตัวอย่างอากาศที่จุดใดจุดหนึ่ง (specific area sampling) เช่นการเก็บอากาศที่ปล่องควันไอเสีย เพื่อตรวจประสิทธิภาพของเครื่องมือควบคุม เช่น เครื่องกรองอากาศ ถ้าเป็นการตรวจติดตามกฎหมายหรือเป็นการตรวจเพื่อให้ทราบมลพิษที่คนงานแต่ละคนสัมผัส (expose) ต้องเก็บที่ผู้ปฏิบัติงาน (breathing zone sampling) การเก็บตัวอย่างที่ผู้ปฏิบัติงานต้องให้หัวเก็บตัวอย่าง (sampling head) อยู่ใกล้บริเวณระดับจมูกของผู้ถูกติดตั้งเครื่องมือเสมอ (breathing zone) ถ้าต้องการตรวจเพื่อประเมินปริมาณมลพิษในสิ่งแวดล้อมซึ่งผู้ปฏิบัติงานสัมผัสหรือหายใจเข้าไปต้องเก็บอากาศในบริเวณที่ทำงานทั่วๆไป (general area sampling)

2.2 กลวิธีการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ จำนวนและช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างเป็นปัจจัยในการจัดประเภทของการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศได้ดังนี้ (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2541 : 54 - 55)

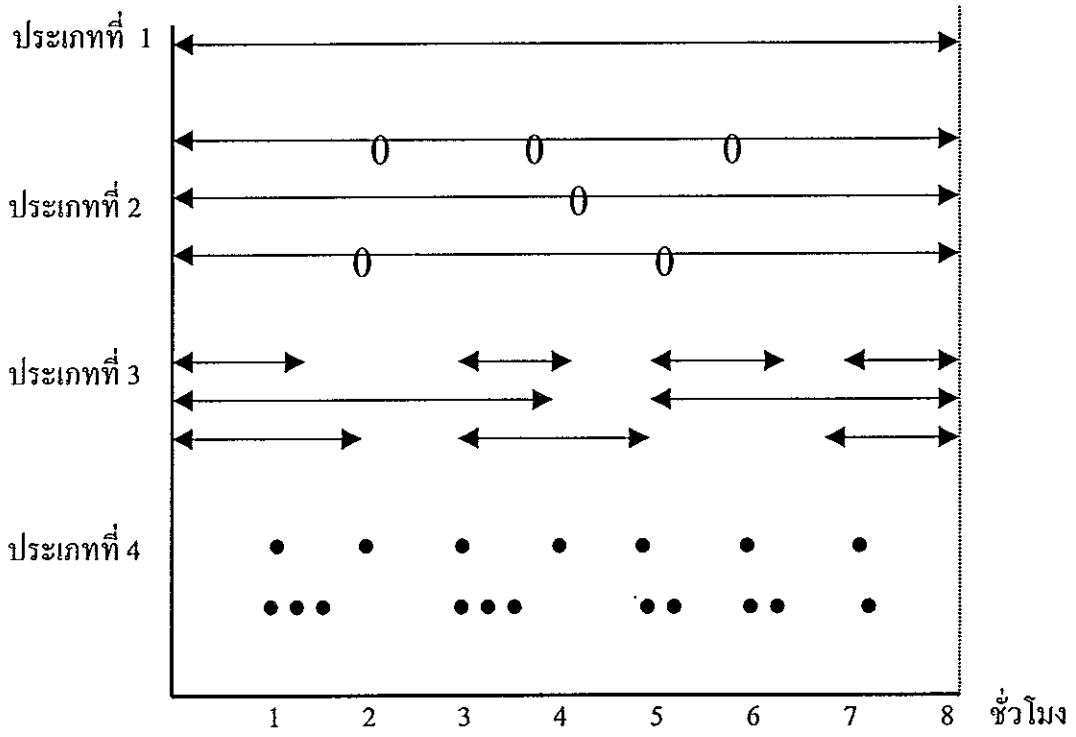
2.2.1 การเก็บตัวอย่างเพียงหนึ่งตัวอย่างตลอด 8 ชั่วโมง หรือตลอดช่วงเวลาการทำงาน (single sample for full period) ความเข้มข้นของมลพิษที่ได้จากการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีนี้จะสะท้อนถึงความเข้มข้นเฉลี่ยของมลพิษนั้นที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสหรือหายใจเข้าไปตลอดเวลาการทำงาน อย่างไรก็ตามในกรณีที่ความเข้มข้นของมลพิษสูงมาก เมื่อฝุ่นเกาะบนกระดาษมากขึ้นๆ จะทำให้กระดาษกรองอุดตัน อัตราการไหลของอากาศผ่านหน่วยเก็บตัวอย่างจะลดลงเป็นผลให้การคำนวณปริมาตรอากาศที่ผ่านหน่วยเก็บตัวอย่างอากาศด้วยวิธีนี้อาจผิดพลาดได้ นอกจากนี้การเก็บตัวอย่างอากาศในลักษณะนี้ยังไม่สามารถบอกช่วงเวลาที่ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในอากาศสูงได้

2.2.2 การเก็บตัวอย่างหลายตัวอย่างต่อเนื่องกันในเวลา 8 ชั่วโมง หรือตลอดเวลาการทำงาน (consecutive samples for full period) เช่น เก็บ 4 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ชั่วโมง การเก็บตัวอย่างอากาศด้วยวิธีนี้สามารถบอกช่วงเวลาที่ความเข้มข้นของมลพิษในอากาศ

สูงสุดได้ สามารถสะท้อนความเข้มข้นของมลพิษที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสหรือหายใจเข้าไปตลอดเวลาการทำงานด้วย นอกจากนี้ยังช่วยแก้ปัญหาการอุดตันของฝุ่นบนกระดาษกรอง

2.2.3 การเก็บตัวอย่างต่อเนื่องมากกว่าหนึ่งตัวอย่าง โดยระยะเวลาการเก็บตัวอย่างทั้งหมดน้อยกว่า 8 ชั่วโมง (consecutive samples for partial period) เช่นเก็บ 4 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 ชั่วโมง ต้องแน่ใจว่าความเข้มข้นซึ่งคำนวณได้จากตัวอย่างที่เก็บเป็นตัวแทนของความเข้มข้นของมลพิษที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสจริงได้ การเก็บตัวอย่างอากาศโดยทั่วไปมักนิยมเก็บด้วยวิธีนี้

2.2.4 การเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาสั้นๆ หลายตัวอย่าง (grab sampling) คือการเก็บตัวอย่างอากาศโดยใช้ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างสั้นๆ ไม่เกินตัวอย่างละ 5 นาที การเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาสั้นๆ นี้ โดยทั่วไปจะใช้เมื่อวิเคราะห์หามลพิษทางอากาศที่มีอยู่จำนวนมากและคงที่ เช่น มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นต้น



ภาพประกอบ 1.2 กลวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศในแบบต่างๆ

ที่มา : วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2541 : 55

2.3 ปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ

การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศจะต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง จำนวนตัวอย่าง และช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (ACGIH, 1995 : 23-29 ; วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, 2541 : 56 - 57)

2.3.1 ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างขึ้นอยู่กับความไว (sensitivity) ของวิธีการวิเคราะห์ เครื่องมือที่มีความไวสูงจะสามารถตรวจวัดหามลพิษที่มีปริมาณน้อยๆ ได้ดีกว่าเครื่องมือที่มีความไวต่ำ ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างอากาศก็จะสั้น และขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของมลพิษในอากาศ ถ้ามีความเข้มข้นสูงก็จะใช้ระยะเวลาสั้นกว่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าความเข้มข้นของมลพิษในอากาศของสถานที่ทำงานที่จะไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของคนงานส่วนมากหรือทั้งหมด ตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ดังนั้นระยะเวลาการเก็บตัวอย่างอากาศควรจะสะท้อนระยะเวลาการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

2.3.2 จำนวนตัวอย่าง โดยทั่วไปแล้ววัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่างจะเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดจำนวนตัวอย่าง เช่น ถ้าต้องการประเมินปริมาณของมลพิษที่ผู้ปฏิบัติงานคนหนึ่งซึ่งปฏิบัติงานหลายหน้าที่ในหนึ่งวันสัมผัสหรือหายใจเข้าไปต้องคำนึงถึงความเข้มข้นของมลพิษในที่นั้นถ้าความเข้มข้นในอากาศสูงตัวอย่างเพียงหนึ่งตัวอย่างอาจเพียงพอ แต่ถ้าความเข้มข้นของมลพิษในอากาศอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับค่า TLV แล้วโดยทั่วไปจำนวนตัวอย่าง 3 - 5 ตัวอย่างจึงจะเพียงพอสำหรับแต่ละงาน

2.3.3 ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง ต้องพิจารณาถึงขั้นตอนการผลิต การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และกระแสลม รวมทั้งต้องพิจารณาถึงความต้องการของตลาดซึ่งจะมีผลกระทบต่อความเข้มข้นของมลพิษในอากาศ

2.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างมลพิษทางอากาศ

การวิเคราะห์ฝุ่นจากสารตะกั่วในสิ่งแวดล้อมการทำงานตามวิธีของ NIOSH ใช้เทคนิค atomic absorption spectrophotometer เพราะเป็นเทคนิคที่ให้ความเที่ยงความแม่น มีสภาพไวสูง และเป็นเทคนิคที่เฉพาะดีมาก โดยอาศัยหลักการสารที่ต้องการวิเคราะห์จะถูกเผาให้แตกตัวออกเป็นอะตอม ซึ่งอะตอมของสารต่างกันจะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่างกัน และปริมาณแสงที่ถูกดูดเป็นอัตราส่วนโดยตรงต่อปริมาณสาร

การตรวจทางชีวภาพ (biological monitoring)

การตรวจทางห้องปฏิบัติการที่ช่วยในการวินิจฉัยโรคพิษตะกั่ว ได้แก่ การตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือด และการตรวจผลกระทบจากโรคพิษตะกั่ว ได้แก่ การตรวจเม็ดเลือดแดง (CBC)

ซึ่งในผู้ป่วยโรคพิษตะกั่วเรื้อรังพบภาวะเลือดจางชนิด hypochromic microcytic หรือ normochromic normocytic และอาจพบมี basophilic stippling ในเม็ดเลือดแดงได้

การตรวจทางชีวภาพโดยตรง (direct biologic markers)

การวัดระดับตะกั่วในเลือด (blood lead level) เป็นการตรวจคัดกรองและการวินิจฉัยที่ดีที่สุดในปัจจุบัน สามารถบอกถึงการดูดซึมตะกั่วของร่างกาย รวมทั้งภาวะสมดุลของตะกั่วในเลือด กระดูก และการขับถ่าย ในการตรวจเพื่อการวินิจฉัย ควรเก็บตัวอย่างเลือดจากหลอดเลือดดำ และตรวจวัดด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer ส่วนการตรวจจากหลอดเลือดฝอยนั้นใช้ได้เฉพาะในการตรวจคัดกรองเท่านั้น เนื่องจากมีการปนเปื้อนตะกั่วในสิ่งแวดล้อมได้มาก

การตรวจวัดระดับตะกั่วในปัสสาวะ (urine lead level) การพบมีระดับตะกั่วในปัสสาวะสูงเป็นข้อบ่งชี้การได้รับตะกั่วเข้าไปในร่างกายในระดับสูงที่ดี โดยเฉพาะการเก็บปัสสาวะ 24 ชั่วโมง และหลังการให้ chelating agent การเก็บปัสสาวะแบบครั้งเดียวนั้นมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลามาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับภาวะการมีหรือการขาดน้ำด้วย ถ้าพบระดับตะกั่วในปัสสาวะครั้งเดียวสูง แสดงถึงมีการดูดซึมตะกั่วเข้าไปในร่างกายสูง แต่ถ้าปกติไม่ได้บ่งบอกถึงว่าไม่มีการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายมากเกินหรือไม่

การตรวจวัดระดับตะกั่วในเนื้อเยื่อ (ฟัน ผม และเล็บ) ใช้เป็นตัวบ่งชี้สำหรับการได้รับตะกั่วเป็นระยะเวลานานและเป็นการเก็บตัวอย่างที่ง่าย โดยเฉพาะ ผม และเล็บ ส่วนฟันนั้นใช้ได้ดีในกรณีฟันน้ำนมของเด็กเท่านั้น เนื่องจากในวัยเด็กมีการเปลี่ยนจากฟันน้ำนมเป็นฟันแท้จึงสามารถนำไปตรวจได้ (โยธิน เบญจวัง, 2542ข : 40 ; Lauwerys and Hoet, 1993 : 57 - 61; Stellman, 1998 : 63.22)

การตรวจทางชีวภาพโดยอ้อม (indirect biologic markers)

การตรวจวัดระดับเอนไซม์ aminolevulinate dehydratase (ALD) ในเลือด อาจใช้ในการตรวจคัดกรองภาวะการได้รับพิษตะกั่วได้ เช่นเดียวกับการตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดเนื่องจากมีผลไปในทางเดียวกัน ส่วนระดับ aminolevulinic acid (ALA) และ coproporphyrin (CP) ในปัสสาวะอาจบ่งชี้ถึงการได้รับตะกั่วในระยะเวลาสั้นได้และมักมีปริมาณลดลงเมื่อหยุดการสัมผัสตะกั่ว รวมทั้งเป็นดัชนีที่สามารถบอกถึงการดูดซึมตะกั่วได้ และยังบ่งชี้ถึงความไวต่อการเกิดพิษตะกั่วในแต่ละบุคคลด้วย

ในสมัยก่อนมีการใช้การตรวจวัดระดับ erythrocyte protoporphyrin (EP) ด้วยเครื่อง hematofluorometer เพื่อตรวจวัด zinc erythrocyte protoporphyrin และเครื่อง fluorometry วัดระดับ EP ที่สกัดออกจากเม็ดเลือดแดงเพื่อคัดกรองการได้รับพิษตะกั่ว เนื่องจากระดับ EP ที่เพิ่ม

ขึ้นอาจบอกถึงการบกพร่องในการสังเคราะห์ฮีม (heme) ซึ่งอาจเนื่องจากผลของพิษตะกั่วได้ อย่างไรก็ตามระดับ EP ที่สูงขึ้นอาจพบได้ในผู้ที่ขาดธาตุเหล็ก รวมทั้งในผู้ป่วยที่เป็นโรคธาลัสซีเมีย และโรคโลหิตจางชนิดอื่นได้ ในปัจจุบันจึงไม่นิยมใช้ระดับ EP ในการตรวจคัดกรองการได้รับพิษตะกั่ว

การตรวจทางโลหิตวิทยา ได้แก่ การตรวจระดับฮีโมโกลบิน และตรวจดู basophilic stippling ในเม็ดเลือดแดง ซึ่งเป็นผลจากการยับยั้งการสร้างเม็ดเลือดแดง นอกจากนั้นยังอาจตรวจพบ toxic granules ในเม็ดเลือดขาว ซึ่งพบในผู้ป่วยโรคพิษตะกั่วได้ถึงร้อยละ 43.3 และพบมีจำนวนได้ตั้งแต่ร้อยละ 25 - 80 ของเม็ดเลือดขาวทั้งหมด อย่างไรก็ตามความผิดปกติทางโลหิตวิทยาไม่สามารถพบในผู้ป่วยที่ได้รับพิษตะกั่วในระยะต้นได้ (โยธิน เบญจวัง, 2542ข : 41)

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในเลือดและในอากาศ

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในเลือดและในอากาศสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งมีข้อดี - ข้อเสียและเทคนิคต่างกัน ดังนี้

1. วิธี atomic absorption spectrophotometry (AAS) เป็นวิธีที่ใช้ flame เป็นตัวให้ความร้อนกับสารที่จะวิเคราะห์ เพื่อทำให้ธาตุนั้นเปลี่ยนสถานะเป็นไอออะตอม แล้ววัดความเข้มข้นของสารจากการดูดกลืนแสงของอะตอมของสาร ซึ่งมีค่าความยาวคลื่นของการดูดกลืนแสงเป็นค่าเฉพาะของแต่ละธาตุ วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้ตัวอย่างเลือดประมาณ 5 มิลลิลิตร วัดการดูดกลืนแสงที่ 217.5 หรือ 283.5 nanometer ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีโดยวัดได้ระดับ 0.05- >1.5 ppm. ค่าความถูกต้องแม่นยำดี การวิเคราะห์ทำได้ง่าย (NIOSH, 1977 อ้างถึงใน กองอาชีวอนามัย, 2540 : 2)

2. วิธี graphite furnace atomic absorption spectrophotometry หลักการคล้ายกับ AAS แต่ใช้ furnace เป็นตัวให้ความร้อนกับสารเพื่อเปลี่ยนให้สารนั้นเป็นไอออะตอม วิธีนี้จะใช้ตัวอย่างน้อยไม่เกิน 100 µl เป็นวิธีที่มี sensitivity ดีมาก ความถูกต้องแม่นยำดีใช้เวลาในการวิเคราะห์น้อย แต่เป็นวิธีที่ต้องอาศัยเทคนิคที่ดี ผู้วิเคราะห์ต้องมีความชำนาญในการใช้เครื่องมือสูงมาก ไม่เช่นนั้นจะเกิดความผิดพลาดจากผู้ปฏิบัติการทำให้ค่าที่วิเคราะห์ได้ผิดไปจากความเป็นจริง (Analytic abstract, 1989 : 621 อ้างถึงใน กองอาชีวอนามัย, 2540 : 2)

3. วิธี anodic stripping voltammetry (ASV) เป็นวิธีที่ใช้หลักการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น รีดักชั่น โดยตะกั่วที่มีประจุบวกสอง (Pb^{+2}) จะวิ่งเข้าไปที่ขั้วลบ (mercury – graphite electrode) โดยใช้ศักย์ไฟฟ้าค่าหนึ่งซึ่งเป็นค่าเฉพาะของธาตุแต่ละธาตุ ความเข้มข้นของธาตุที่วิ่งที่ขั้วลบจะเป็นค่ากระแสไฟฟ้า วิธีนี้เป็นวิธีที่ละเอียดคือวัดได้ถึงระดับ 0.04 – 5 ppm. มีความถูกต้องและแม่นยำดี คือ มีสัมประสิทธ์ความแปรปรวน (coefficience of variation) 0.05 ส่วนในล้านส่วน

และวิธีนี้ใช้ปริมาณตัวอย่างเลือดน้อย (100 µl) แต่จะต้องมีวิธีการวิเคราะห์ที่ดี สภาวะเงื่อนไขที่ดีมีสารเคมีที่บริสุทธิ์สูงมากๆ จึงจะให้ได้ค่าความเข้มข้นของสารที่จะวิเคราะห์ถูกต้อง (กองอาชีวอนามัย, 2540 : 2)

4. วิธี spectrophotometry (dithizone method) เป็นวิธีที่อาศัยหลักการที่ให้ตะกั่วทำปฏิกิริยากับสาร dithizone ทำให้เกิดสารประกอบชนิดใหม่ซึ่งมีสีเขียว เมื่อวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm. ซึ่งแปรผันโดยตรงกับความเข้มข้นของสาร ค่าความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดที่วัดได้อยู่ในช่วง 3 - 250 µg% วิธีนี้มีความถูกต้องร้อยละ 97 ± 2 ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนร้อยละ 6 แต่วิธีนี้ต้องใช้ตัวอย่างปริมาณสูง (ใช้เลือด 10 ml) และการเตรียมตัวอย่างค่อนข้างซับซ้อนและใช้เวลามาก (NIOSH, 1977 อ้างถึงใน กองอาชีวอนามัย, 2540 : 2)

5. วิธี high performance liquid chromatography (HPLC) เป็นวิธีตรวจวิเคราะห์ erytrocyte pyrimidine 5- nucleotidase (PSN) ซึ่งสลายตัวไปนั้น แปรผันโดยตรงกับการเพิ่มความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดที่มีค่าอยู่ในช่วง 20 - 80 µg/dl ซึ่งวิธีนี้เหมาะที่จะใช้ตรวจวัดตะกั่วที่ได้รับในระดับปานกลาง วิธีนี้ใช้เลือดน้อยคือเม็ดเลือดแดงประมาณ 50 µg (กองอาชีวอนามัย, 2540 : 3)

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยแบบตัดขวาง (cross - section with analytic component)

ประชากรวิจัย

ประชากรวิจัยเป็นคนงานแผนกพิมพ์ในโรงพิมพ์จังหวัดเพชรบุรี โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ โรงพิมพ์ระบบออฟเซท และโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

เนื่องจากเป็นการคำนวณตัวอย่างของข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data) ซึ่งมีค่าเป็นตัวเลขต่อเนื่อง ดังนั้นจึงคำนวณตัวอย่างจากสูตรดังนี้ (Daniel, 1991 : 155 – 156)

$$n = \frac{Z^2\sigma^2}{d^2}$$

โดยที่ **n** คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

Z คือ ค่าที่ได้จากการแจกแจงปกติที่ระดับความเชื่อมั่นในการวิจัยครั้งนี้กำหนด 95% มีค่าเท่ากับ 1.96

σ คือ ค่าความแปรปรวน (variance) ในที่นี้คือ ค่าที่ได้จากการ ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของสถานประกอบการกลุ่มเสี่ยงในจังหวัดสงขลา (วิชัย เอียดเอื้อ, 2538) มีค่า standard deviation (S.D.) เท่ากับ 6.48 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

d คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ $\overline{X}$ ต่างไปจาก μ ในที่นี้กำหนดที่ 2 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

คำนวณขนาดตัวอย่างได้เท่ากับ 41 คน แต่เนื่องจากจำนวนคนงานในแผนกพิมพ์ที่ทำงานสัมผัสสารตะกั่วมีทั้งหมดเพียง 31 คน ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงเก็บข้อมูลคนงานทุกคน โดยแบ่ง

ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างที่ทำงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส จำนวน 13 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ทำงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซท จำนวน 18 คน

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ตัวแปรด้านลักษณะข้อมูลทั่วไปของคนงานแผนกพิมพ์ในโรงพิมพ์ ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา ระยะเวลาของการสัมผัส (รวมทั้งงานในปัจจุบัน งานอดีเรก และงานในอดีต) สุขวิทยาส่วนบุคคล พฤติกรรมการสูบบุหรี่ในที่ทำงาน พฤติกรรม การดื่มแอลกอฮอล์ พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ปริมาณสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน ระบบการพิมพ์ และสิ่งแวดล้อมการทำงาน ได้แก่ ปัญหาเกี่ยวกับฝุ่น และระบบระบายอากาศในโรงพิมพ์ และลักษณะการทำความสะอาดพื้นโรงพิมพ์

ตัวแปรตาม ได้แก่ ระดับตะกั่วในเลือด ระดับยีมาโตคริต ระดับยีโมโกลบิน และ basophilic stippling

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบสอบถามข้อมูลสุขปฏิบัติและอาการของโรคพิษตะกั่ว
- แบบสำรวจสิ่งแวดล้อมในการทำงาน
- เครื่องมือเก็บตัวอย่างทางชีวภาพ (biological monitoring device)
- เครื่องมือเก็บตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อม (environmental monitoring device)

รายละเอียดของวิธีการศึกษา

1. การสอบถามสุขปฏิบัติและอาการของโรคพิษตะกั่ว

ผู้วิจัยสัมภาษณ์คนงานทุกคนที่ได้รับเลือกเป็นตัวอย่างเก็บเลือดตามแบบสอบถามซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยดัดแปลงจากแบบสอบถามการซักประวัติและตรวจร่างกายในผู้ที่เสี่ยงต่อโรคพิษตะกั่วของกองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

2. การสำรวจข้อมูลสภาพแวดล้อมในการทำงาน

ตามแบบสำรวจซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยดัดแปลงจากแบบสำรวจสถานประกอบการของกองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้แก่ ปัญหาเกี่ยวกับฝุ่น การระบายอากาศ และลักษณะการทำความสะอาดโรงพิมพ์

3. การเก็บตัวอย่างทางชีวภาพ (biological monitoring)

3.1 การเก็บตัวอย่างเลือด

3.1.1 วิธีการเก็บตัวอย่างเลือด

เก็บตัวอย่างเลือดโดยใช้ tourniquet รัดที่เหนือบริเวณข้อพับแขนขึ้นไปประมาณ 3 นิ้ว ให้คนงานกำมือเพื่อให้คลำเส้นเลือดได้ง่าย เส้นเลือดที่เหมาะสมคือเส้นเลือดที่จะไม่เคลื่อนหนีไปเวลาเจาะและเห็นเส้นเลือดได้ชัด ใช้ 70% alcohol ทำความสะอาดบริเวณที่จะเจาะไม่ควรใช้นิ้วหรือวัตถุที่ไม่สะอาดไปโดนบริเวณนี้อีก ตรวจสอบดูว่า syringe ใช้ได้โดยลองกดเข้า – ออกก่อนจะเจาะเลือดต้องเอาอากาศออกจาก syringeให้หมด แทงเข็มเข้าไปในเส้นเลือด เลือดจะไหลเข้าไปใน syringe ต้องระวังในการดึงด้ามของ syringe อย่าดึงแรงเพราะเลือดจะ hemolyze ได้ หรือเข็มอาจจะหลุดออกจากเส้นเลือดดำได้ เมื่อดูดเลือดได้ 5 มิลลิลิตร ให้ปลดสายยาง (tourniquet) ออกแล้วจึงดึงเข็มออกจากเส้นเลือด ใช้สำลีที่สะอาดกดที่แผลตำแหน่งที่เจาะเลือดแล้วดึงเข็มออกจาก syringe ถ่ายเลือดประมาณ 3 มิลลิลิตรลงในหลอดพลาสติกปลอดโลหะที่มีสารป้องกันเลือดแข็งตัวชนิด heparin โดยใช้ heparin 20 ยูนิต ต่อเลือด 1 มิลลิลิตร และถ่ายเลือดประมาณ 2 มิลลิลิตร ลงในหลอดพลาสติกปลอดโลหะที่มีสารป้องกันเลือดแข็งตัวชนิด EDTA ขั้นตอนการถ่ายเลือดนี้ต้องทำเร็วๆ เพื่อไม่ให้เลือด clot และต้องระมัดระวังเพื่อป้องกันการ hemolysis

3.1.2 การเก็บตัวอย่างส่งห้องปฏิบัติการ

เมื่อเจาะเลือดเสร็จแล้วต้องแช่ไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียสก่อนนำส่งไปวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ เลือดที่มีสารกันเลือดแข็งชนิด EDTA ส่งตรวจทางโลหิตวิทยาที่ห้องปฏิบัติการโลหิตวิทยา โรงพยาบาลพระจอมเกล้าจังหวัดเพชรบุรี ส่วนเลือดที่มีสารกันเลือดแข็งชนิด heparin ส่งตรวจหาระดับตะกั่วในเลือดด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer ชนิด graphite furnace (Varian, Australia) ที่ห้องปฏิบัติการกองอาชีวอนามัย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

3.1.3 วิธีการเตรียมเครื่องแก้วและอุปกรณ์

เครื่องแก้วและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ ล้างให้สะอาดแล้วแช่ ค้างคืนใน 10% HNO_3 แล้วล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่นปราศจากอิออน (deionized distilled water)

3.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด

โดยนำตัวอย่างเลือดออกจากตู้เย็น แช่ลงในน้ำที่อุณหภูมิ 30 – 35 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เขย่าเลือดในหลอดทดลองบนเครื่อง shaker เพื่อให้ได้ตัวอย่างเลือดเป็นเนื้อเดียวกัน (homogenous) ใช้ pipette ดูดสารละลาย modifier 9 ส่วน (900µl) ลงใน microcentrifuge tube จากนั้นเติมตัวอย่างเลือด 1 ส่วน (100µl) เขย่าให้เข้ากันบนเครื่อง mixer นำตัวอย่างเลือดไปวิเคราะห์ปริมาณสารตะกั่วด้วยเครื่อง graphite furnace atomic absorption spectrophotometer รุ่น

GTA 100 SpectrAA – 800 ของ Varian, Australia ที่ความยาวคลื่น 283.3 นาโนเมตร (ดังแสดงในภาคผนวก ค)

3.3 การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดทางห้องปฏิบัติการ

การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการกองอาชีวอนามัย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้ทำการวิเคราะห์สารตะกั่วในเลือดโดยใช้เครื่อง GFAAS ของ Varian มีระบบ Zeeman เป็น background correction ได้ทำการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ดังนี้

3.3.1 การควบคุมคุณภาพภายใน (internal quality control) โดยใช้ lyophilized standards ซึ่งเป็นสารมาตรฐานตะกั่วที่รู้ค่าแน่นอนจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เป็นตัวอย่างควบคุมคุณภาพ (QC sample) นำไปวิเคราะห์ควบคู่พร้อมกับตัวอย่างคั่นทุก 20 ตัวอย่าง ซึ่งผลการวิเคราะห์ต้องอยู่ในช่วงไม่เกิน ± 2 S.D. และนอกจากนี้ยังได้ใช้ตัวอย่างควบคุมคุณภาพ (blood metals control) จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ซึ่งมีระดับความเข้มข้น 9.99 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ทำการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างควบคุมคุณภาพโดยใช้วิธีเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างจริง โดยกระทำซ้ำ 3 ครั้ง นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธ์ของความแปรปรวน (coefficience of variation, C.V.) ค่าความถูกต้อง (accuracy) และขีดจำกัดของการตรวจหา (detection limit) ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตร C.V.} = \frac{\text{S.D.} \times 100}{\overline{X}}$$

เมื่อ C.V. = Coefficience of variation

S.D. = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

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

$$\text{สูตร D.L.} = \frac{2 \times (\text{ความเข้มข้นที่ใช้}) \times \sigma}{\text{ค่าเฉลี่ยสัญญาณที่อ่านได้}}$$

เมื่อ D.L. = Detection limit

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือด พบว่าวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์หาระดับตะกั่วในเลือด มีค่าสัมประสิทธ์ของความแปรปรวน (coefficience of

variation, C.V.) ร้อยละ 1.12 มีค่าความถูกต้อง (accuracy) ร้อยละ 99.6 และมีขีดจำกัดของการตรวจหา (detection limit) เท่ากับ 0.224 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (รายละเอียดดังแสดงในตารางภาคผนวก 2)

3.3.2 การควบคุมคุณภาพภายนอก (external quality control) โดยการทดสอบความชำนาญ (proficiency test) กับหน่วยงานภายนอกระดับประเทศ ได้แก่ กองพิษวิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และภาควิชาเคมีคลินิก มหาวิทยาลัยมหิดล ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดทั้ง 2 แห่ง ปีละ 6 ครั้ง ครั้งละ 3 ตัวอย่าง โดยมีการประเมินผลแต่ละปี ทำให้มีการพัฒนาการวิเคราะห์ตะกั่วในเลือดด้วยเครื่องวัดปริมาณธาตุ โดยการดูดกลืนแสงของอะตอมชนิดใช้ระบบการเผาไฟฟ้า (graphite furnace atomic absorption spectrophotometer) จนได้ผลที่มีความถูกต้อง แม่นยำ มีความเชื่อถือได้ ส่วนการควบคุมคุณภาพกับหน่วยงานภายนอกระดับต่างประเทศ ได้เข้าร่วมโครงการ blood lead proficiency testing program ของศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคสหรัฐอเมริกา (Center for Disease Control) ทำการวิเคราะห์ทุกเดือน เดือนละ 3 ตัวอย่าง

3.4 เปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดที่ได้จากตัวอย่างกับค่ามาตรฐาน

เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของระดับตะกั่วในเลือดที่ได้จากตัวอย่างกับค่ามาตรฐานระดับตะกั่วในเลือดของกองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งกำหนดให้มีได้ไม่เกิน 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และสรุปว่าระดับตะกั่วที่ได้จากการตรวจวัดเกินมาตรฐานหรือไม่

3.5 การแปลผลการตรวจทางโลหิตวิทยา

การตรวจระดับ hematocrit hemoglobin และการตรวจ basophilic stippling ในเม็ดเลือดแดงสามารถใช้เป็นเครื่องชี้บ่งว่าน่าจะมีการรับตะกั่วหรือเกิดพิษตะกั่ว โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล (2539) ดังนี้

- Hemoglobin

  ผู้ชาย 14 - 18 g/dl

  ผู้หญิง 12 -16 g/dl

- Hematocrit

  ผู้ชาย 40 - 50 %

  ผู้หญิง 37 - 47 %

- Basophilic stippling ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของการเกิดพิษตะกั่วจะต้องไม่พบจุดสีน้ำเงินภายในเม็ดเลือดแดง

4. การเก็บตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อม (environmental monitoring)

การเก็บตัวอย่างฝุ่นตะกั่ว

ผู้วิจัยทำการวัดความเข้มข้นของสารตะกั่วอนินทรีย์ในอากาศด้วยเครื่อง personal air sampling pump ที่ผ่านการปรับความถูกต้องอัตราการไหลของอากาศแล้ว โดยเก็บตัวอย่างอากาศหลายตัวอย่างต่อเนื่องกันในเวลา 8 ชั่วโมง (consecutive samples for full period) ดูดอากาศผ่านกระดาษกรอง mixed cellulose ester membrane filter ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร มีรูของกระดาษกรอง 0.8 ไมครอน ดูดอากาศผ่านกระดาษกรองด้วยอัตราเร็ว 2 ลิตร/นาที ± 5 % (Bisesi and Kohn , 1995 ; NIOSH ,1994)

4.1 การปรับมาตรฐานความถูกต้องของเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่น

ในการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้การปรับมาตรฐานความถูกต้องอัตราการไหลของอากาศโดยการวัดปริมาตรโดยตรงด้วย bubble meter

4.1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

4.1.1.1 ปั๊มดูดอากาศขนาดเล็ก (air sampling pump) ; (Model Gilair-S,Gillain Instrument Corp.)

4.1.1.2 กระดาษกรองชนิด mixed cellulose ester membrane filter ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 mm. , support pad (SKC, U.S.A.) และตลับยึดกระดาษกรอง (filter holder) แบบ 2 ชั้น

4.1.1.3 ชุดอุปกรณ์สำหรับ calibrate (optiflow model 655) 1 ชุด

4.1.1.4 สายยางนำอากาศยาวพอประมาณ

4.1.1.5 น้ำสบู่

4.1.1.6 บีกเกอร์ขนาด 250 ml.

4.1.1.7 แบบบันทึกการปรับความถูกต้อง

4.1.1.8 กระดาษกาว

4.1.1.9 ปากกา

4.1.1.10 กรรไกร

4.1.2 ขั้นตอนการปรับความถูกต้องอัตราการไหลของอากาศ

4.1.2.1 ประกอบชุด bubble meter และชุดเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นเข้าด้วยกัน โดยต่อสายพลาสติกที่บริเวณรอยต่อของชุดอุปกรณ์สำหรับปรับอัตราการไหลของอากาศ และที่บริเวณด้านหน้าของตลับบรรจุกระดาษกรองสำหรับให้อากาศไหลเข้า

4.1.2.2 เดินเครื่องปั๊มดูดอากาศ แล้วบีบจุกยางเพื่อไล่ฟองสบู่ให้เคลื่อนที่จะเห็นฟองสบู่เคลื่อนที่ลอยขึ้นในหลอดแก้วตามแรงดูดของปั๊ม ทำจนกระทั่งฟองสบู่เคลื่อนที่ไปจนสุดหลอดแก้วโดยไม่แตกเสียก่อน อ่านค่าอัตราการไหลของอากาศซึ่งเป็นแบบ digital ให้อยู่ในช่วง 2 ลิตร/นาที ±5% หากอัตราการไหลของอากาศไม่อยู่ในช่วงดังกล่าวปรับให้อยู่ในช่วงดังกล่าวโดยใช้ปุ่ม adjust flow rate และทำเครื่องหมายบันทึกขีดของลูกลอยของโรตามิเตอร์ไว้

4.2 วิธีการเก็บตัวอย่าง

4.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ มีดังนี้

4.2.1.1 เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศ ที่สามารถดูดอากาศได้ 2 ลิตร/นาที ± 5% (Model Gilair- S, Gillain Instrument Corp.)

4.2.1.2 สายยางนำอากาศ 1 เส้น

4.2.1.3 กระดาษกรองชนิด mixed cellulose ester membrane filter ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 mm., support pad, ตลับยึดกระดาษกรอง (filter holder)

4.2.1.4 นาฬิกาจับเวลา

4.2.1.5 แบบบันทึกการเก็บตัวอย่างอากาศ

4.2.1.6 กรรไกร

4.2.1.7 กระดาษกาว

4.2.1.8 อื่นๆ เช่น ปากกา คลิ๊บหนีบ เข็มกลัด

4.2.2 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

4.2.2.1 ตรวจสอบเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ ทำการอัดประจุไฟฟ้าของปั๊มดูดอากาศทุกเครื่องให้เต็ม ทำการปรับมาตรฐานความถูกต้องของปั๊มดูดอากาศให้อยู่ในช่วงประมาณ 2 ลิตร/ นาที ± 5% ก่อนออกเก็บตัวอย่าง

4.2.2.2 วางแผ่นรองรับกระดาษกรองลงในตลับบรรจุกระดาษกรอง วางกระดาษกรองลงบนแผ่นรองรับกระดาษกรองในตลับบรรจุกระดาษกรอง บรรจุกระดาษกรองเข้าที่เดิมโดยใช้แรงกดให้แน่น ปิดจุกบนและล่างของตลับบรรจุกระดาษกรอง ใช้กระดาษกาวปิดรอยต่อของตลับบรรจุกระดาษกรองให้มิดชิด

4.2.2.3 ติดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศที่ตัวผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานในแผนกพิมพ์ โดยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเช้าเวลา 8.15 น. – 12.00 น. และปิดเครื่องเก็บตัวอย่างเมื่อหยุดพักกลางวันเวลา 12.00 น. – 13.00 น. แล้วเก็บตัวอย่างในช่วงบ่ายเวลา 13.00น.- 16.00น. จัดให้ตลับเก็บตัวอย่างอากาศอยู่ในระดับ breathing zone โดยใช้เข็มกลัดหรือคลิ๊บหนีบช่วย

วางหน้าตลับเก็บตัวอย่างคว่ำลงเล็กน้อย ระวังไม่ให้สายยางนำอากาศพับงอหรืออยู่ในตำแหน่งที่ไม่สะดวกต่อการทำงาน

4.2.2.4 เปิดเครื่องปั๊มดูดอากาศ ตรวจสอบอัตราการไหลของอากาศให้ได้ 2 ลิตร/นาที ± 5% ตลอดช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่าง

4.2.2.5 จดบันทึกข้อมูลต่างๆตามแบบฟอร์มการสำรวจ

4.2.2.6 เตรียมกระดาษกรองชนิดเดียวกับที่ใช้เก็บตัวอย่าง เพื่อเป็นตัวอย่างตรวจสอบ (blank sample) บรรจุในตลับบรรจุกระดาษกรองมาวางบริเวณที่เก็บตัวอย่าง ไม่ต้องเปิดให้อากาศเข้าโดยใช้ blank sample 1 ตัวอย่างต่อการเก็บตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง

4.2.2.7 เมื่อสิ้นสุดการเก็บตัวอย่าง ให้ปิดเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศ บันทึกเวลาสิ้นสุด ถอดตลับกระดาษกรองจากสายนำอากาศด้วยความระมัดระวัง อย่าให้ตลับบรรจุกระดาษกรองพลิกคว่ำไปมา ปิดจุกพลาสติกที่ตลับยึดกระดาษกรองทั้งบนและล่าง ปิดเทปกระดาษกาวให้แน่นหนาโดยรอบวงของตลับยึดกระดาษกรอง บันทึกเครื่องหมายของตัวอย่างบนกระดาษกาว บรรจุใส่กล่องเรียงตัวอย่างให้เรียบร้อยพร้อมทั้งใส่ packing material ป้องกันตัวอย่างเขยื้อน ส่งพร้อมกับใบนำส่งตัวอย่าง

4.2.2.8 นำกระดาษกรองที่เตรียมไว้ เพื่อเป็นตัวอย่างตรวจสอบ (blank sample) ส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการด้วยทุกครั้งเพื่อควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์

4.2.2.9 ทำความสะอาดเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศหลังเสร็จงานทุกครั้งโดยใช้ผ้าสะอาดเช็ด

ตาราง 2. 1 การออกแบบการเก็บตัวอย่างสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน

วันที่	โรงพิมพ์	ช่วงเวลา 8.15 -12.00 น. และ 13.00-16.00น.
วันที่ 1	โรงพิมพ์ ที่ 1[a]	คนที่ 1 คนที่ 2 คนที่3 คนที่ 4 คนที่ 5 คนที่ 6 คนที่ 7 คนที่ 8 คนที่ 9 คนที่ 10
วันที่ 2	โรงพิมพ์ ที่ 2[a]	คนที่ 11
วันที่ 3	โรงพิมพ์ ที่ 3[a]	คนที่ 12 คนที่ 13 คนที่14
วันที่ 4	โรงพิมพ์ ที่ 4[a]	คนที่ 15 คนที่ 16 คนที่ 17 คนที่ 18
วันที่ 5	โรงพิมพ์ ที่ 5[b]	คนที่ 19 คนที่ 20 คนที่ 21
วันที่ 6	โรงพิมพ์ ที่ 6[b]	คนที่ 22 คนที่ 23 คนที่ 24
วันที่ 7	โรงพิมพ์ ที่ 7[b]	คนที่ 25
วันที่ 8	โรงพิมพ์ ที่ 8[b]	คนที่ 26
วันที่ 9	โรงพิมพ์ ที่ 9[b]	คนที่ 27
วันที่ 10	โรงพิมพ์ ที่ 10[b]	คนที่ 28
วันที่ 11	โรงพิมพ์ ที่ 11[b]	คนที่ 29
วันที่ 12	โรงพิมพ์ ที่ 12[b]	คนที่ 30
วันที่ 13	โรงพิมพ์ ที่ 13[b]	คนที่ 31

หมายเหตุ ทำการเก็บตัวอย่างอากาศ 2 ซ้ำ ซ้ำที่ 2 ทำเหมือนซ้ำที่ 1

a = โรงพิมพ์ระบบออฟเซท

b = โรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส

4.3 การวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นตะกั่ว

การวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นตะกั่วในอากาศ โดยนำกระดาษกรองที่ได้มาใส่ beaker ขนาด 50 cc. เติม 10%HNO_3 3 ml. นำไปตั้งบน hot plate ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ต้มจนกระทั่งสารละลายเหลือติด beaker ประมาณ 0.5 ml. เติม 10%HNO_3 ประมาณ 3 – 5 ml. เทลง ใน volumetric flask 10 ml. แล้วนำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer ชนิด graphite furnace รุ่น GTA 100 SpectrAA – 800 (ดังรายละเอียดใน ภาคผนวก ง)

4.4 การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในห้องปฏิบัติการ

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานด้วย graphite furnace atomic absorption spectrophotometer มีการควบคุมคุณภาพวิธีการตรวจปริมาณตะกั่วในแผ่นกระดาษกรอง โดยใช้กระดาษกรองแผ่นใหม่ เพื่อหา background level โดยใช้สารตัวอย่างควบคุมคุณภาพ นำไปวิเคราะห์พร้อมกับตัวอย่างคั่นทุก 20 ตัวอย่าง ซึ่งผลการวิเคราะห์ต้องอยู่ในช่วงไม่เกิน ± 2 S.D. และในการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้ใช้ตัวอย่างควบคุมคุณภาพที่มีค่าอ้างอิง 19.54 ไมโครกรัม/เดซิลิตร มีค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ 17.10 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ 21.98 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ทำการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างควบคุมคุณภาพ โดยใช้วิธีเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างจริง โดยกระทำซ้ำ3 ครั้ง นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธ์ของความแปรปรวน (coefficience of variation; C.V.) ค่าความถูกต้อง (accuracy) และขีดจำกัดของการตรวจหา (detection limit) ดังสูตรดังกล่าวไว้ข้างต้น

จากการทดสอบหาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์พบว่าวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์หาระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานมีค่าสัมประสิทธ์ของความแปรปรวน (coefficience of variation; C.V.) ร้อยละ 2.89 มีค่าความถูกต้อง (accuracy) ร้อยละ 91.05 และมีขีดจำกัดของการตรวจหา (detection limit) เท่ากับ 0.001 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (รายละเอียดดังแสดงในตารางภาคผนวก 4)

4.5 การคำนวณ

4.5.1 การคำนวณปริมาณตะกั่วในอากาศ

$$C = \frac{C_sV_s - C_bV_b}{V}$$

เมื่อ C แทน ความเข้มข้นของฝุ่นตะกั่ว

C_s แทน ปริมาณตะกั่วในกระดาษกรองที่ใช้เก็บตัวอย่างอากาศ

V_s แทน ปริมาณสารละลาย

C_b แทน ปริมาณตะกั่วในกระดาษกรองที่ใช้เป็นตัวควบคุม

V_b แทน ปริมาณสารละลาย

V แทน ปริมาตรอากาศ

4.5.2 การหาค่าความเข้มข้นของฝุ่นตะกั่วที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัส

สามารถหาค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสใน 8 ชั่วโมงการทำงาน โดยใช้สูตรดังนี้

$$TWA = \frac{C_1T_1 + C_2T_2 + \ldots\ldots C_nT_n}{T_t}$$

เมื่อ TWA แทน ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นตะกั่วในอากาศ

C_n แทน ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นตะกั่วในอากาศที่ช่วงเวลา

T_n แทน ช่วงเวลา

T_t แทน เวลาทั้งหมดของการทำงาน 1 วัน (ปกติค่า T = 8 ชั่วโมง)

4.5.3 เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของฝุ่นตะกั่วที่ได้จากตัวอย่างกับค่ามาตรฐาน

เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของฝุ่นตะกั่วที่คำนวณได้จากตัวอย่างกับค่ามาตรฐานเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ (8 ชั่วโมง) ของกระทรวงมหาดไทย ซึ่งกำหนดให้มีได้ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และสรุปว่าฝุ่นตะกั่วที่ได้จากการตรวจวัดเกินมาตรฐานหรือไม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบค่าระดับตะกั่วในเลือดกับค่ามาตรฐานของกองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข และเปรียบเทียบค่าระดับตะกั่วในสิ่งแวดล้อมการทำงานกับค่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงาน

2. ข้อมูลทั้งหมดนำมาลงรหัส 2 ครั้ง (double entry) แล้ว validate ข้อมูลทั้งสองชุดด้วยโปรแกรม Epi Info version 6.04 และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม STATA version 6 สำหรับการวิจัยครั้งนี้กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (level of significance) 0.05 สถิติที่ใช้มีดังนี้

2.1 สถิติเชิงพรรณา (descriptive statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่าร้อยละ (percentage)

2.2 สถิติวิเคราะห์ (analytical statistics) ได้แก่

2.2.1 The Mann – Whitney U test (U – test) เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลเชิงปริมาณระหว่างคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสกับโรงพิมพ์ระบบออฟเซท และเพื่อหา

ความแตกต่างของระดับตะกั่วในเลือด ระดับตะกั่วในอากาศของคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสกับโรงพิมพ์ระบบออฟเซท

2.2.2 Chi-square test และ Fisher's exact test เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลเชิง คุณภาพระหว่างคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสกับโรงพิมพ์ระบบออฟเซท

2.2.3 Pearson's product moment correlation coefficient วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานและระดับตะกั่วในเลือด

3. วิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดโดยปรับด้วยค่า hematocrit

บทที่ 3

ผลการวิจัย

การประเมินการได้รับสารตะกั่วของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 31 คน จากโรงพิมพ์จำนวน 13 แห่ง โดยศึกษาระดับสารตะกั่วในเลือดของคนงาน ระดับสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน สอบถามข้อมูลสุขปฏิบัติและอาการของโรคพิษตะกั่ว และสำรวจข้อมูลสภาพแวดล้อมในการทำงาน ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของคนงานทั้งหมดจำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์

ส่วนที่ 2 ระดับตะกั่วในเลือด ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน ระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (hematocrit)ระดับฮีโมโกลบิน (hemoglobin) และ basophilic stippling

ส่วนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือด และระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของคนงาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มประชากรวิจัยในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 31 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสจำนวน 13 คน และกลุ่มคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทจำนวน 18 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับคุณลักษณะของคนงาน พบว่าคนงานส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 87.1 และเพศหญิงเพียงร้อยละ 12.9 สถานภาพสมรสคู่ ส่วนใหญ่อายุน้อยกว่า 40 ปี อายุเฉลี่ยเท่ากับ 31.5 $\pm$ 12.5 ปี ส่วนใหญ่จบชั้นประถมศึกษา ร้อยละ 58.1 (ดังแสดงในตาราง 3.1)

เมื่อจำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์ พบว่าคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทและระบบเลตเตอร์เพรส ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย สถานภาพสมรสคู่ อายุน้อยกว่า 40 ปี การศึกษาระดับประถมศึกษา นั่นคือโรงพิมพ์ทั้งสองระบบมีลักษณะทางประชากรไม่แตกต่างกัน (ดังแสดงในตาราง 3.1)

ตาราง 3.1 จำนวนและร้อยละของลักษณะประชากรวิจัย จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์

ข้อมูลส่วนบุคคล	รวม โรงพิมพ์ทั้ง2ประเภท	โรงพิมพ์ระบบ ออฟเซท(N=18)	โรงพิมพ์ระบบ เลตเตอร์เพรส(N=13)	p- value
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
เพศ**				0.560
หญิง	4 (12.9)	2 (11.1)	2 (15.4)	
ชาย	27 (87.1)	16 (88.9)	11 (84.6)	
อายุ**				0.371
<41	26 (83.9)	16 (88.9)	10 (76.9)	
≥ 41	5 (16.1)	2 (11.1)	3 (23.1)	
สถานภาพสมรส*				0.925
โสด	14 (45.2)	8 (44.4)	6 (46.2)	
สมรส	17 (54.8)	10 (55.6)	7 (53.8)	
การศึกษา*				0.060
ประถม	18 (58.1)	13 (72.2)	5 (38.5)	
มัธยม	13 (41.9)	5 (27.8)	8 (61.5)	

*ทดสอบโดยสถิติ Chi-square test และ **Fisher's exact test

ด้านพฤติกรรมการสูบบุหรี่ พบว่าคนงานส่วนใหญ่สูบบุหรี่ในที่ทำงานร้อยละ 51.7 โดยมีปริมาณการสูบบุหรี่เฉลี่ย 8 ± 6 มวน/วัน และระยะเวลาการสูบบุหรี่เฉลี่ย 8.9 ± 5.1 ปี เมื่อจำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์ พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทและคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส กล่าวคือคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทสูบบุหรี่ในที่ทำงานร้อยละ 44.4 มีปริมาณการสูบบุหรี่เฉลี่ย 8 ± 6 มวน/วัน และระยะเวลาการสูบบุหรี่เฉลี่ย 9.4 ± 6 ปี ส่วนคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสสูบบุหรี่ในที่ทำงานร้อยละ 61.5 โดยมีปริมาณการสูบเฉลี่ย 8 ± 7 มวน/วัน ระยะเวลาการสูบเฉลี่ย 7.8 ± 6 ปี (ดังแสดงในตาราง 3.2 และตาราง 3.3)

ด้านพฤติกรรมการดื่มสุรา พบว่าคนงานส่วนใหญ่ดื่มสุราร้อยละ 67.7 โดยมีปริมาณการดื่มเฉลี่ย 368.6 ± 231.5 มิลลิลิตร/ครั้ง ระยะเวลาการดื่มเฉลี่ย 7.9 ± 4.6 ปี เมื่อจำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์ พบว่าไม่มีความแตกต่างของพฤติกรรมการดื่มสุราระหว่างคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทและคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส กล่าวคือคนงานในโรงพิมพ์

ระบบออฟเซทดื่มสุราร้อยละ 77.8 โดยมีปริมาณการดื่มสุราเฉลี่ย 365 ± 228 มิลลิลิตร/ครั้ง ระยะเวลาการดื่มเฉลี่ย 7.4 ± 4.4 ปี ส่วนคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสดื่มสุรา ร้อยละ 53.8 มีปริมาณการดื่มเฉลี่ย 377 ± 265 มิลลิลิตร/ครั้ง และระยะเวลาการดื่มเฉลี่ย 8.7 ± 5.3 ปี (ดังแสดงในตาราง 3.2 และตาราง 3.3)

ตาราง 3.2 จำนวนและร้อยละ ของคนงานที่มีและไม่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ในที่ทำงาน พฤติกรรมการดื่มสุรา การทำงานล่วงเวลา จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์

ข้อมูลส่วนบุคคล	รวม โรงพิมพ์ทั้ง2ประเภท	โรงพิมพ์ระบบ ออฟเซท (N=18)	โรงพิมพ์ระบบ เลตเตอร์เพรส (N=13)	p-value
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
พฤติกรรมการสูบบุหรี่ในที่ทำงาน				0.347
สูบ	16 (51.7)	8 (44.4)	8 (61.5)	
ไม่สูบ	15 (48.4)	10 (55.6)	5 (38.5)	
พฤติกรรมการดื่มสุรา				0.160
ดื่ม	21 (67.7)	14 (77.8)	7 (53.8)	
ไม่ดื่ม	10 (32.3)	4 (22.2)	6 (46.2)	
การทำงานล่วงเวลา				0.167
ไม่ทำ	2 (6.5)	-	2 (15.4)	
ทำ	29 (93.5)	18 (100.0)	11 (84.6)	

ตาราง 3.3 ปริมาณการสูบบุหรี่ ระยะเวลาการสูบบุหรี่ ปริมาณการดื่มสุรา และระยะเวลาการดื่มสุราของคนงาน จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์

ข้อมูลส่วนบุคคล	รวมโรงพิมพ์ทั้ง 2ประเภท	โรงพิมพ์ระบบออฟเซท	โรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส	p-value
	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ปริมาณการสูบบุหรี่ (มวน/วัน)	8 ± 6	8 ± 6	8 ± 7	0.950
ระยะเวลาการสูบบุหรี่(ปี)	8.9 ± 5.1	9.4 ± 6	7.8 ± 6	0.901
ปริมาณการดื่มสุรา (มิลลิลิตร/ครั้ง)	368 ± 231.5	365 ± 228	377 ± 256	0.160
ระยะเวลาการดื่มสุรา (ปี)	7.9 ± 4.6	7.4 ± 4.4	8.7 ± 5.3	0.643

คนงานทั้งหมดมีระยะเวลาการทำงานสัมผัสสารตะกั่วเฉลี่ย 7.4 ± 6.9 ปี และส่วนใหญ่จะทำงานล่วงเวลาร้อยละ 93.5 โดยมีระยะเวลาการทำงานล่วงเวลาเฉลี่ย 10.3 ± 5.7 ชั่วโมง/สัปดาห์ เมื่อจำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์ พบว่าคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทและคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมีระยะเวลาการทำงานสัมผัสสารตะกั่ว การทำงานล่วงเวลาและระยะเวลาการทำงานล่วงเวลาไม่แตกต่างกัน กล่าวคือคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทมีระยะเวลาการทำงานสัมผัสสารตะกั่วเฉลี่ย 5.3 ± 4.1 ปี คนงานทุกคนทำงานล่วงเวลา โดยมีระยะเวลาการทำงานล่วงเวลาเฉลี่ย 10.2 ± 4.3 ปี ส่วนคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมีระยะเวลาการทำงานสัมผัสสารตะกั่วเฉลี่ย 10.3 ± 8.8 ปี และส่วนใหญ่ทำงานล่วงเวลาร้อยละ 84.6 โดยมีระยะเวลาการทำงานล่วงเวลาเฉลี่ย 10.4 ± 7.6 ชั่วโมง/สัปดาห์ (ดังแสดงในตาราง 3.4)

ตาราง 3.4 ระยะเวลาการทำงานในโรงพิมพ์ และระยะเวลาการทำงานล่วงเวลาของคนงาน จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์

ข้อมูลส่วนบุคคล	รวมโรงพิมพ์ทั้ง 2 ประเภท	โรงพิมพ์ระบบออฟเซท	โรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส	p-value
	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ระยะเวลาการทำงานในโรงพิมพ์ (ปี)	7.4 ± 6.9	5.3 ± 4.1	10.3 ± 8.8	0.078
ระยะเวลาการทำงานล่วงเวลา (ชั่วโมง/สัปดาห์)	10.3 ± 5.7	10.2 ± 4.3	10.4 ± 7.6	0.647

คนงานส่วนใหญ่เคยประสบอุบัติเหตุร้อยละ 64.5 และเป็นอุบัติเหตุในโรงพิมพ์คิดเป็นร้อยละ 45.2 ส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัวร้อยละ 80.6 ไม่เคยได้รับการตรวจสุขภาพทั้งก่อนทำงานและในขณะทำงานร้อยละ 90.3 และคนงานทั้งหมดไม่เคยได้รับการตรวจระดับตะกั่วในเลือด (ดังแสดงในตาราง 3.5)

เมื่อจำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์ พบว่าคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทและคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส มีการประสบอุบัติเหตุ ประวัติอุบัติเหตุในโรงพิมพ์ การมีโรคประจำตัว การตรวจสุขภาพก่อนเข้าทำงาน และการตรวจหาระดับตะกั่วในเลือดไม่แตกต่างกัน (ดังแสดงในตาราง 3.5)

ตาราง 3.5 จำนวนและร้อยละ ของคนงานที่มีและไม่มีการประสบอุบัติเหตุ การมีโรคประจำตัว การตรวจสุขภาพก่อนทำงาน การตรวจสุขภาพขณะทำงาน การตรวจระดับตะกั่วในเลือด จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์

ข้อมูลส่วนบุคคล	รวมโรงพิมพ์ทั้ง 2 ประเภท	โรงพิมพ์ระบบออฟเซท (N=18)	โรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส (N=13)	p-value
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
การประสบอุบัติเหตุ				0.853
เคย	20 (64.5)	12 (66.7)	8 (61.5)	
ไม่เคย	11 (35.5)	6 (33.3)	5 (38.5)	
อุบัติเหตุในโรงพิมพ์				0.653
เคย	14 (45.2)	9 (50.0)	5 (38.5)	
ไม่เคย	17 (54.8)	9 (50.0)	9 (69.2)	
การมีโรคประจำตัว				0.207
มี	6 (19.4)	2 (11.1)	4 (30.8)	
ไม่มี	25 (80.6)	16 (88.9)	9 (69.2)	
การตรวจสุขภาพก่อนเข้าทำงาน				0.419
ตรวจ	3 (9.7)	-	1 (7.7)	
ไม่ตรวจ	28 (90.3)	18 (100)	12 (92.3)	
การตรวจสุขภาพขณะทำงาน				0.496
เคยตรวจปีเว้นปี	3 (9.7)	2 (11.1)	-	
ไม่เคยตรวจ	28 (90.3)	16 (88.9)	13 (100)	
การตรวจหาระดับตะกั่วในเลือด				-
เคยตรวจ		-	-	
ไม่เคยตรวจ	31 (100)	18 (100)	13 (100)	

1.2 ข้อมูลด้านสุขภาพ

คนงานมีอาการที่เกี่ยวเนื่องกับการทำงานโดยจะมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อมากที่สุด รองลงมาคือมีอาการปวดศีรษะ อาการปวดตามข้อ อาการอ่อนเพลีย และเวียนศีรษะ ชาตามมือและเท้าตามลำดับ

เมื่อจำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์ พบว่าคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทมีอาการเกี่ยวเนื่องกับการทำงานโดยจะมีอาการ ดังนี้ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ปวดศีรษะ ชาตามมือและเท้า เวียนศีรษะ ปวดตามข้อ อ่อนเพลียง่าย ตามลำดับ ส่วนคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมีอาการเกี่ยวเนื่องกับการทำงาน ดังนี้ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ ปวดตามข้อ ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ และอ่อนเพลียง่าย ตามลำดับ เมื่อจำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์ พบว่าคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทและคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมีสภาวะสุขภาพไม่แตกต่างกัน (ดังแสดงในตาราง 3.6)

ตาราง 3.6 จำนวนและร้อยละของคนงานที่มีและไม่มีอาการที่เกี่ยวเนื่องกับการทำงาน จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์

อาการ	รวมโรงพิมพ์ทั้ง 2 ประเภท		โรงพิมพ์ระบบออฟเซท (N=18)		โรงพิมพ์ระบบเลตเตอรเพรส (N=13)		p-value
	มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)	ไม่มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)	มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)	ไม่มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)	มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)	ไม่มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)	
- ปวดเมื่อยตามกล้ามเนื้อ	24(77.4)	17 (22.6)	14 (77.8)	4 (22.2)	10 (76.9)	3 (23.1)	1.000
- ปวดศีรษะ	20 (64.5)	11 (35.5)	11 (61.1)	7 (38.9)	9 (69.2)	4 (30.8)	0.717
- ปวดตามข้อ	18 (58.1)	13 (41.9)	9 (50.0)	9 (50.0)	9 (69.2)	4 (30.8)	0.482
- อ่อนเพลียง่าย	15 (48.4)	16 (51.6)	9 (50.0)	9 (50.0)	6 (46.2)	7 (53.8)	0.878
- เวียนศีรษะ	15 (48.4)	16 (51.6)	9 (50.0)	9 (50.0)	7 (53.8)	6 (46.2)	0.878
-ชาตามมือและเท้า	15 (48.4)	16 (51.6)	10 (55.6)	8 (44.4)	5 (38.5)	8 (61.5)	0.564
- มือและเท้าเปื่อยตะคริว	8 (25.8)	23 (74.2)	4 (22.2)	14 (77.8)	4 (30.8)	9 (69.2)	0.689
- นอนไม่หลับ	7 (22.6)	24 (77.4)	3 (16.7)	15 (83.3)	4 (30.8)	9 (69.2)	0.413
-อารมณ์ฉุนเฉียวง่าย	6 (19.4)	25 (80.6)	4 (22.2)	14 (77.8)	2 (15.4)	11 (15.4)	1.000
- ท้องผูก	5 (16.1)	26 (83.9)	2 (11.1)	16 (88.9)	3 (23.1)	10 (76.9)	0.625
- คลื่นไส้อาเจียน	4 (12.9)	27 (87.1)	2 (11.1)	16 (88.9)	2 (15.4)	11 (15.4)	1.000
- เบื่ออาหาร	4 (12.9)	27 (87.1)	2 (11.1)	16 (88.9)	2 (15.4)	11 (15.4)	1.000
- กระวนกระวาย	4 (12.9)	27 (87.1)	3 (16.7)	15 (83.3)	1 (7.7)	12 (92.3)	0.620
- มือเท้าอ่อนแรง	3 (9.7)	28 (90.3)	2 (11.1)	16 (88.9)	1 (7.7)	12 (92.3)	1.000
- ไม่มีสมาธิ	3 (9.7)	28 (90.3)	1 (5.6)	17 (94.4)	2 (15.4)	11 (15.4)	0.557
- ตื่นเต้น	2 (6.5)	29 (93.5)	1 (5.6)	17 (94.4)	1 (7.7)	12 (92.3)	1.000
- หลงลืมง่าย	2 (6.5)	29 (93.5)	1 (5.6)	17 (94.4)	1 (7.7)	12 (92.3)	1.000
- ความคิดสับสน	2 (6.5)	29 (93.5)	2 (11.1)	16 (88.9)	-	13 (100)	0.496
- ฝันร้าย	1 (3.2)	30 (96.8)	1 (5.6)	17 (94.4)	-	13 (100)	1.000

1.3. ด้านสุขวิทยาการทำงาน

ข้อมูลสุขวิทยาการทำงานจากแบบสอบถาม พบว่าคนงานทั้งหมดไม่มีสุขวิทยาการทำงานในระดับดี ส่วนใหญ่มีสุขวิทยาการทำงานในระดับต้องปรับปรุงร้อยละ 77.4 และสุขวิทยาการทำงานในระดับปานกลางเพียงร้อยละ 22.6 (ดังแสดงในตาราง 3.7)

เมื่อจำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์ พบว่าคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทมีสุขวิทยาการทำงานแตกต่างจากคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังนี้ คนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทมีสุขวิทยาการทำงานที่ต้องปรับปรุงร้อยละ 94.4 มีสุขวิทยาการทำงานในระดับปานกลางเพียงร้อยละ 5.6 ส่วนคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมีสุขวิทยาการทำงานในระดับต้องปรับปรุงร้อยละ 53.8 มีสุขวิทยาการทำงานในระดับปานกลางร้อยละ 46.2 (ดังแสดงในตาราง 3.7)

ตาราง 3.7 จำนวนและร้อยละของสุขวิทยาการทำงาน จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์

สุขวิทยาการทำงาน	รวมโรงพิมพ์ทั้ง 2 ประเภท	โรงพิมพ์ระบบออฟเซท (N=18)	โรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส (N=13)	p-value
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
ดี (1.5 – 2 คะแนน)	-	-	-	
ปานกลาง (0.5 – 1.49 คะแนน)	7 (22.6)	1 (5.6)	6 (46.2)	0.012
ต้องปรับปรุง (0 – 0.49 คะแนน)	24 (77.4)	17 (94.4)	7 (53.8)	

หมายเหตุ คำตอบเรื่องสุขวิทยาการทำงานแบ่งเป็น 3 ระดับ คือปฏิบัติเป็นประจำ ปฏิบัติเป็นบางครั้ง และไม่เคยปฏิบัติ โดยลักษณะข้อความเป็นทั้งเชิงบวก (positive statement) และเชิงลบ (negative statement) จำนวนทั้งสิ้น 11 ข้อ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังต่อไปนี้

ข้อความด้านบวก ตอบ ปฏิบัติเป็นประจำ = 2 คะแนน
ตอบ ปฏิบัติเป็นบางครั้ง = 1 คะแนน
ตอบ ไม่เคยปฏิบัติ = 0 คะแนน

ข้อความด้านลบ	ตอบ ปฏิบัติเป็นประจำ	=	0	คะแนน
	ตอบ ปฏิบัติเป็นบางครั้ง	=	1	คะแนน
	ตอบ ไม่เคยปฏิบัติ	=	2	คะแนน

การแปลความหมายของคะแนนจากการกำหนดคะแนนแต่ละระดับจะพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยสุขวิทยาการทำงานของแต่ละบุคคล แล้วจัดระดับคะแนนโดยใช้ค่าสัมบูรณ์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งระดับคะแนน ดังนั้นจึงได้เกณฑ์ในการประเมินดังนี้ สุขวิทยาการทำงานระดับที่ต้องปรับปรุงมีคะแนน 0.0 – 0.49 คะแนน ระดับปานกลางมีคะแนน 0.5 – 1.49 คะแนน และสุขวิทยาการทำงานระดับดีมีคะแนน 1.5 – 2 คะแนน

เมื่อพิจารณารายละเอียดจากแบบสอบถาม พบว่าคนงานมีสุขวิทยาการทำงานอยู่ในระดับปานกลางเพียงร้อยละ 22.6 ส่วนสุขวิทยาการทำงานที่ต้องปรับปรุงมีร้อยละ 77.4 ซึ่งสุขวิทยาการทำงานหลายๆ เรื่องที่ปฏิบัติไม่ถูกต้องสามารถอธิบายได้ดังนี้ (ดังแสดงในตาราง 3.8)

การใช้หน้ากากปิดจมูกขณะทำงาน พบว่าร้อยละ 90.3 ไม่เคยใช้หน้ากากปิดจมูก ร้อยละ 9.7 เคยใช้หน้ากากปิดจมูกบางครั้ง เมื่อจำแนกตามระบบการพิมพ์ พบว่าคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซททั้งหมดไม่เคยใช้หน้ากากปิดจมูกขณะทำงาน ส่วนคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสไม่เคยใช้หน้ากากปิดจมูกในขณะทำงานร้อยละ 76.9 เคยใช้หน้ากากปิดจมูกขณะทำงานเป็นบางครั้งร้อยละ 23.1 โดยให้เหตุผลว่าทำให้อึดอัดหายใจไม่ออก และจะใช้เมื่อเทหมึกพิมพ์เข้าเครื่องพิมพ์ หน้ากากที่ใช้ทำด้วยผ้ามีสายยืดสำหรับเกี่ยวที่หู หาซื้อได้ตามร้านค้าทั่วไป ซึ่งไม่สามารถป้องกันฝุ่นตะกั่วขนาดเล็กได้ และพฤติกรรมดังกล่าวยังคงพบได้ในคนทั่วไป

การสวมถุงมือขณะทำงาน พบว่าร้อยละ 93.5 ไม่เคยสวมถุงมือขณะทำงาน มีเพียงร้อยละ 9.7 เท่านั้น ที่สวมถุงมือในขณะทำงานบ้างเป็นบางครั้ง เมื่อจำแนกตามระบบการพิมพ์พบว่าคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซททั้งหมดไม่เคยสวมถุงมือในขณะทำงาน ส่วนคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสไม่เคยสวมถุงมือในขณะทำงานร้อยละ 84.6 เคยสวมถุงมือเป็นบางครั้ง ร้อยละ 15.4 เนื่องจากไม่มีถุงมือให้ใช้ และจากการสอบถามพบว่าถ้ามีถุงมือให้ใช้ก็ไม่อยากใช้ โดยให้เหตุผลว่าเกะกะทำงานไม่สะดวก และจะใช้ขณะทำความสะอาดเครื่องพิมพ์เท่านั้น ลักษณะถุงมือที่ใช้เป็นถุงมือพลาสติก ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ได้ทำความสะอาด

การใช้ผ้าคลุมผมหรือสวมหมวกขณะทำงาน พบว่าคนงานทั้งหมดไม่ได้ใช้ผ้าคลุมผมหรือสวมหมวกขณะทำงาน เนื่องจากไม่ทราบว่าใช้แล้วมีประโยชน์อย่างไรและไม่มีให้ใช้

การล้างมือก่อนดื่มน้ำในขณะทำงาน พบว่าร้อยละ 64.5 ไม่เคยปฏิบัติ ร้อยละ 19.4 ปฏิบัติเป็นบางครั้ง และร้อยละ 16.1 ปฏิบัติเป็นประจำ เมื่อจำแนกตามระบบการพิมพ์พบว่าคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทไม่เคยล้างมือก่อนดื่มน้ำร้อยละ 83.3 คนงานในโรงพิมพ์ระบบ

เลตเตอร์เพรสไม่เคยล้างมือก่อนดื่มน้ำร้อยละ 30.8 ส่วนการล้างมือก่อนรับประทานอาหารนั้น พบว่าร้อยละ 6.5 ไม่เคยปฏิบัติ ร้อยละ 61.3 ปฏิบัติเป็นบางครั้ง และมีเพียงร้อยละ 32.5 ที่ปฏิบัติเป็นประจำ เมื่อจำแนกตามระบบการพิมพ์ พบว่าคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทปฏิบัติเป็นประจำร้อยละ 22.2 ปฏิบัติเป็นบางครั้งร้อยละ 77.8 คนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสปฏิบัติเป็นประจำร้อยละ 46.2 ปฏิบัติเป็นบางครั้งร้อยละ 53.8 ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าคนงานยังขาดความตระหนักถึงอันตรายของพิษตะกั่ว เพราะการที่ไม่ล้างมือก่อนดื่มน้ำ หรือก่อนรับประทานอาหาร เป็นพฤติกรรมเสี่ยงต่อการได้รับพิษตะกั่วปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายทางการกินมากยิ่งขึ้น และจากการที่คนงานในโรงพิมพ์สูบบุหรี่ในที่ทำงานร้อยละ 51.7 ทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการได้รับสารตะกั่วมากยิ่งขึ้นจากมือที่ปนเปื้อนบุหรี่และจากบุหรี่เอง

นอกจากนี้ยังมีพฤติกรรมอื่นๆ ที่คนงานไม่ได้ระมัดระวังอันตรายจากสารตะกั่วที่อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพคนทำงาน ได้แก่ ไม่เคยอาบน้ำทันทีหลังเลิกงานร้อยละ 45.2 ไม่เคยสระผมทันทีหลังเลิกงานร้อยละ 48.4 และร้อยละ 96.8 ไม่เปลี่ยนชุดสำหรับทำงานโดยเฉพาะ มีเพียงร้อยละ 3.2 เท่านั้นที่เปลี่ยนชุดสำหรับใส่ทำงานบ้างเป็นบางครั้ง และจะใส่ชุดนั้นกลับบ้านทันที ร้อยละ 93.5 นำเสื้อผ้าชุดใส่ทำงานซักรวมกับเสื้อผ้าของคนอื่น โดยไม่ได้ตระหนักถึงพิษภัยของสารตะกั่วที่ติดค้างอยู่และส่วนใหญ่คนที่ซักเสื้อผ้าคือแม่บ้าน ดังนั้นคน เหล่านี้จึงมีโอกาสเสี่ยงต่อการได้รับสารตะกั่วที่ปนเปื้อนมากับเสื้อผ้าชุดที่คนงานใส่ทำงานเช่นกัน

ตาราง 3.8 จำนวนและร้อยละของคนงานจำแนกตามรายข้อสุขวิทยาการทำงาน

สุขวิทยาการทำงาน	โรงพิมพ์ระบบออฟเซท			โรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส			รวมโรงพิมพ์ทั้ง 2 ประเภท		
	ไม่เคยปฏิบัติ จำนวน (ร้อยละ)	ปฏิบัติเป็นบางครั้ง จำนวน (ร้อยละ)	ปฏิบัติเป็นประจำ จำนวน (ร้อยละ)	ไม่เคยปฏิบัติ จำนวน (ร้อยละ)	ปฏิบัติเป็นบางครั้ง จำนวน (ร้อยละ)	ปฏิบัติเป็นประจำ จำนวน (ร้อยละ)	ไม่เคยปฏิบัติ จำนวน (ร้อยละ)	ปฏิบัติเป็นบางครั้ง จำนวน (ร้อยละ)	ปฏิบัติเป็นประจำ จำนวน (ร้อยละ)
- การใช้หน้ากากปิดจมูกในขณะทำงาน	18 (100)	-	-	10 (76.9)	3 (23.1)	-	28 (90.3)	3 (9.7)	-
- การสวมถุงมือขณะทำงาน	18 (100)	-	-	11 (84.6)	2 (15.4)	-	29 (93.5)	2 (6.5)	-
- การใช้ผ้าคลุมผมหรือหมวกขณะทำงาน	18 (100)	-	-	13 (100)	-	-	31 (100)		
- การล้างมือก่อนดื่มน้ำในขณะทำงาน	15 (83.3)	2 (11.1)	1 (5.6)	4 (30.8)	4 (30.8)	5 (38.5)	19 (61.3)	6 (19.4)	6 (19.4)
- การล้างมือก่อนรับประทานอาหาร	-	14 (77.8)	4 (22.2)	-	6 (46.2)	7 (53.8)	2 (6.5)	19 (61.3)	10 (32.3)
- การถอดหมวกหรือผ้าคลุมผมก่อนรับประทานอาหาร	18 (100)	-	-	13 (100)	-	-	31 (100)	-	-
- การเปลี่ยนชุดสำหรับทำงานโดยเฉพาะ	18 (100)	-	-	12 (92.3)	1 (7.7)	-	30 (96.8)	1 (3.2)	-
- การแยกเสื้อผ้าชุดทำงานออกไว้เฉพาะ	18 (100)	-	-	12 (92.3)	1 (7.7)	-	30 (96.8)	1 (3.2)	-
- การซักเสื้อผ้าชุดทำงานรวมกับเสื้อผ้าอื่น	1 (5.6)	-	17 (94.4)	1 (7.7)	2 (15.4)	10 (76.9)	29 (93.5)	2 (6.5)	-
- การอาบน้ำทันทีหลังเลิกงาน	12 (66.7)	6 (33.3)	-	1 (7.7)	11 (84.6)	1 (7.7)	14 (45.2)	17 (54.8)	-
- การสระผมทันทีหลังเลิกงาน	12 (66.7)	6 (33.3)	-	1 (7.7)	11 (84.6)	1 (7.7)	15 (48.4)	16 (51.6)	-

1.4 การสำรวจสิ่งแวดล้อมการทำงาน

จากการสำรวจสิ่งแวดล้อมการทำงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรีจำนวน 13 แห่ง ซึ่งได้สำรวจปัญหาเกี่ยวกับฝุ่น ระบบระบายอากาศทั่วไป ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ ผลการสำรวจมีดังนี้ ส่วนใหญ่มีสภาพสิ่งแวดล้อมการทำงานที่มองไม่เห็นฝุ่นในอากาศแต่มีฝุ่นสะสมบนพื้น มีพื้นที่รวมของช่องเปิดไม่น้อยกว่า 1/10 ของพื้นที่ห้องและเพดานสูงเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร และโรงพิมพ์ทุกแห่งไม่มีการติดตั้งระบบระบายอากาศ

เมื่อจำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์ พบว่าทั้งโรงพิมพ์ระบบออฟเซทและโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสส่วนใหญ่มีสภาพสิ่งแวดล้อมการทำงานที่มองไม่เห็นฝุ่นในอากาศแต่มีฝุ่นสะสมบนพื้น มีพื้นที่รวมของช่องเปิดไม่น้อยกว่า 1/10 ของพื้นที่ห้องและเพดานสูงเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร และโรงพิมพ์ทั้ง 2 ระบบไม่มีการติดตั้งระบบระบายอากาศ

ข้อมูลเกี่ยวกับการทำความสะอาดเครื่องพิมพ์ และการทำความสะอาดพื้นโรงพิมพ์ จากผลการสำรวจพบว่าโรงพิมพ์ทุกแห่งจะใช้ผ้าแห้งทำความสะอาดเครื่องพิมพ์ โดยจะทำความสะอาดเป็นประจำทุกวันร้อยละ 53.8 และทำความสะอาดเป็นบางครั้ง 1 – 3 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 30.8 ในส่วนของการทำความสะอาดพื้นโรงพิมพ์ ผลการสำรวจพบว่า โรงพิมพ์ทุกแห่งใช้ไม้กวาดทำความสะอาดโดยจะทำความสะอาดเป็นประจำร้อยละ 61.5 และอีกร้อยละ 38.5 จะทำความสะอาดพื้นโรงพิมพ์เป็นบางครั้ง 1 – 3 ครั้ง/สัปดาห์ อย่างไรก็ตามในการทำความสะอาดเครื่องพิมพ์และพื้นโรงพิมพ์คนงานทั้งหมดไม่ได้ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ ผ้าปิดจมูก (ดังแสดงในตาราง 3.9)

ตาราง 3.9 จำนวนและร้อยละ ของสิ่งแวดล้อมการทำงาน จำแนกตามชนิดของโรงพิมพ์

สิ่งแวดล้อมการทำงาน	รวม โรงพิมพ์ ทั้ง2ประเภท	โรงพิมพ์ ระบบออฟเซท (N=4)	โรงพิมพ์ ระบบเลตเตอร์เพรส (N=9)
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
ฝุ่น	-	-	-
- มองไม่เห็นฝุ่นในอากาศและไม่มีฝุ่นสะสมบนพื้น	3 (23.1)	1 (25.0)	3 (33.3)
- มองไม่เห็นฝุ่นในอากาศแต่มีฝุ่นสะสมบนพื้น	10 (76.9)	3 (75.0)	6 (66.7)
- มีฝุ่นในอากาศแต่ไม่มีฝุ่นสะสมบนพื้น	-	-	-
- มีฝุ่นในอากาศและมีฝุ่นสะสมบนพื้นมาก	-	-	-
ระบบระบายอากาศทั่วไป	-	-	-
- มีพื้นที่รวมของช่องเปิดไม่น้อยกว่า 1/10 ของพื้นที่ห้อง และเพดานสูงเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร	9 (69.2)	2 (50)	7 (77.8)
- มีพื้นที่รวมของช่องเปิดไม่น้อยกว่า 1/10 ของ พื้นที่ห้องหรือเพดานสูงเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร	4 (30.8)	2 (50)	2 (22.2)
- ไม่มีช่องเปิดหรือการระบายอากาศน้อยกว่า 1/10 ของพื้นที่ห้องและเพดานต่ำกว่า 3.5 เมตร	-	-	-
ระบบระบายอากาศเฉพาะที่	-	-	-
- มีการติดตั้งระบบระบายอากาศและมีการใช้งาน	-	-	-
- มีการติดตั้งระบบระบายอากาศแต่ไม่ค่อยใช้งาน	-	-	-
- ไม่มีการติดตั้งระบบระบายอากาศ	13 (100)	4 (100)	9 (100)

ส่วนที่ 2. ระดับตะกั่วในเลือด ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน ระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (hematocrit) และระดับฮีโมโกลบิน (hemoglobin) และ basophilic stippling

2.1 การวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือด

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดเพื่อหาปริมาณสารตะกั่วของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ ปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดมีค่าเฉลี่ย 7.68 ± 4.06 ไมโครกรัม/เดซิลิตร มีค่าพิสัยระหว่าง 2.75 – 19.43 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ปริมาณตะกั่วในเลือดเมื่อแยกวิเคราะห์ตามประเภทของโรงพิมพ์ พบว่าในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทมีระดับตะกั่วเลือดเท่ากับ 5.50 ± 2.26 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ส่วนในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 10.46 ± 4.31 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

เมื่อปรับค่าระดับตะกั่วในเลือดด้วยค่า hematocrit โดยใช้ค่าระดับ hematocrit ร้อยละ 42 ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ ปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดมีค่าเฉลี่ย 8.64 ± 4.05 ไมโครกรัม/เดซิลิตร มีค่าพิสัยระหว่าง 3.82 – 22.33 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ปริมาณตะกั่วในเลือดเมื่อแยกวิเคราะห์ตามประเภทของโรงพิมพ์ พบว่าในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทมีระดับตะกั่วในเลือดเท่ากับ 6.48 ± 2.00 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ส่วนในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 11.42 ± 4.30 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

เมื่อเปรียบเทียบระดับสารตะกั่วในเลือดระหว่างโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสกับโรงพิมพ์ระบบออฟเซท พบว่าระดับสารตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมากกว่าในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ดังแสดงในตาราง 3.10)

2.2 การวิเคราะห์ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ ปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วในบรรยากาศการทำงานมีค่าเฉลี่ย 0.25 ± 0.23 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร มีค่าพิสัยระหว่าง 0.01 – 1.00 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศเมื่อแยกวิเคราะห์ตามโรงพิมพ์ พบว่าในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทมีค่าเฉลี่ยระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานเท่ากับ 0.28 ± 0.21 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ส่วนในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมีค่าเฉลี่ยระดับตะกั่วในเลือดเท่ากับ 0.25 ± 0.23 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

เมื่อเปรียบเทียบระดับสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน ระหว่างโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสกับโรงพิมพ์ระบบออฟเซท พบว่าระดับสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานระหว่างโรงพิมพ์ระบบออฟเซทและโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสไม่มีความแตกต่างกัน (ดังแสดงในตาราง 3.10)

2.3 ระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (hematocrit)

จากการวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้ ปริมาณความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงเฉลี่ยร้อยละ 43.93 $\pm$ 2.7 มีค่าพิสัยระหว่างร้อยละ 38.8 - 48.9 และเมื่อแยกวิเคราะห์ตามประเภทของโรงพิมพ์พบว่าในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทมีระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงเฉลี่ยร้อยละ 44 $\pm$ 2.5 ส่วนในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมีระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงเฉลี่ยร้อยละ43.85 $\pm$ 3.10 และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล (2539) จึงสรุปได้ว่าคนงานทุกคนไม่มีภาวะซีด

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงระหว่างคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทกับโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส พบว่าความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงของคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทกับโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสไม่มีความแตกต่างกัน (ดังแสดงในตาราง 3.10)

2.4 ระดับฮีโมโกลบิน (hemoglobin)

จากการวิเคราะห์หาระดับฮีโมโกลบินของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ ระดับฮีโมโกลบินเฉลี่ยเท่ากับ 14.26 $\pm$ 0.99 กรัม/เดซิลิตร มีค่าพิสัยระหว่าง 11.9 – 16.0 กรัม/เดซิลิตร เมื่อแยกวิเคราะห์ตามประเภทของโรงพิมพ์พบว่าในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทมีระดับฮีโมโกลบินเฉลี่ย 14.22 $\pm$ 7.82 กรัม/เดซิลิตร ส่วนในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมีระดับฮีโมโกลบินเฉลี่ย 14.08 $\pm$ 1.27 กรัม/เดซิลิตร และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล (2539) จึงสรุปได้ว่าคนงานทุกคนไม่มีภาวะซีด

เมื่อเปรียบเทียบระดับฮีโมโกลบินระหว่างคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทกับโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส พบว่าระดับฮีโมโกลบินของคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทกับโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสไม่มีความแตกต่างกัน (ดังแสดงในตาราง 3.10)

ตาราง 3.10 ระดับตะกั่วในเลือด ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน ระดับฮีโมโกลบิน ระดับฮีมาโตคริตของคนงาน จำแนกตามระบบการพิมพ์

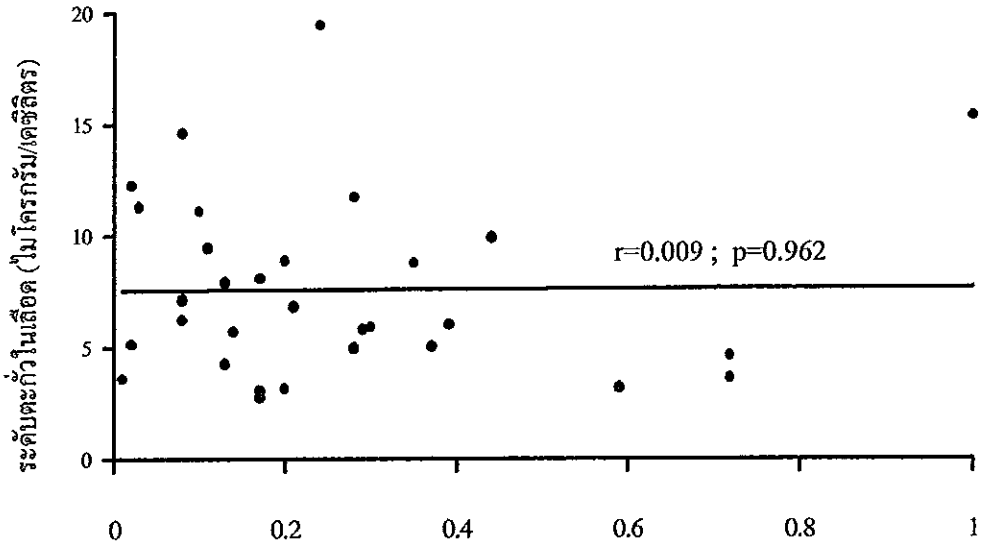
ระดับ	รวม โรงพิมพ์ทั้ง 2 ประเภท	โรงพิมพ์ระบบ ออฟเซท	โรงพิมพ์ระบบ เลตเตอร์เพรส	p-value
	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)	7.68 ± 4.06	5.50 ± 2.26	10.46 ± 4.31	**0.001**
ตะกั่วในเลือดเมื่อปรับด้วย hematrocrit (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)	8.64 ± 4.05	6.48 ± 2.00	11.42 ± 4.30	**0.001**
ตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	0.25 ± 0.23	0.28 ± 0.21	0.25 ± 0.23	0.15
ฮีมาโตคริต (ร้อยละ)	43.93 ± 2.7	44.0 ± 2.5	43.9 ± 3.10	0.889
ฮีโมโกลบิน(กรัม/เดซิลิตร)	14.16 ± 0.99	14.22 ± 7.8	14.1 ± 1.27	0.873

2.5 Basophilic stippling

จากการวิเคราะห์หา basophilic stippling ของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี พบว่าคนงานทุกคนตรวจไม่พบ basophilic stippling นั่นคือไม่มีลักษณะเฉพาะของการเกิดโรคพิษตะกั่ว

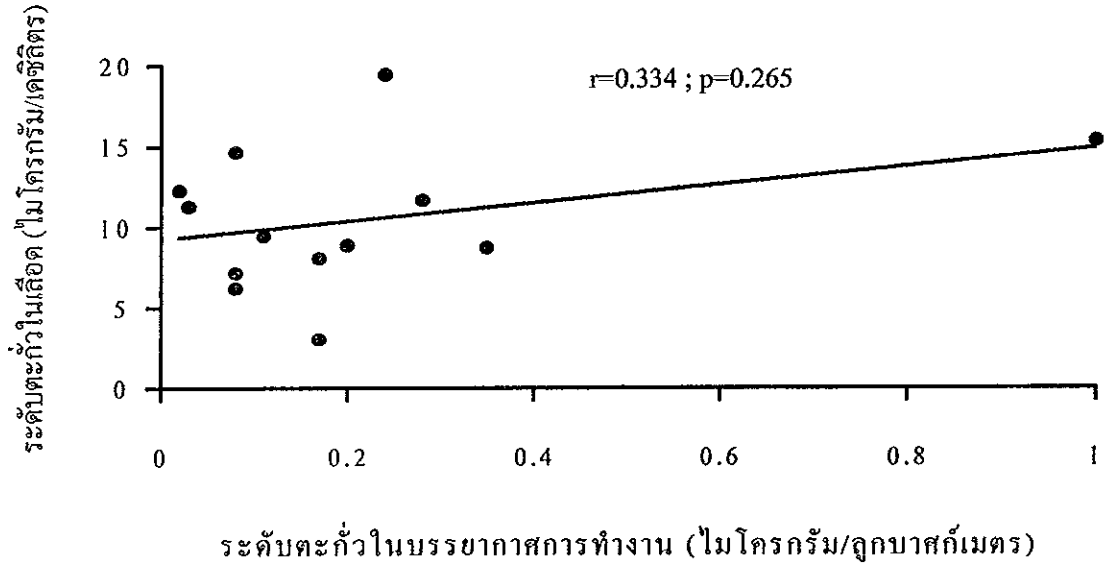
3. ความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือด และระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือด และระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson 's product moment correlation coefficient) พบว่าระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานไม่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด (ดังภาพประกอบ 3.1)

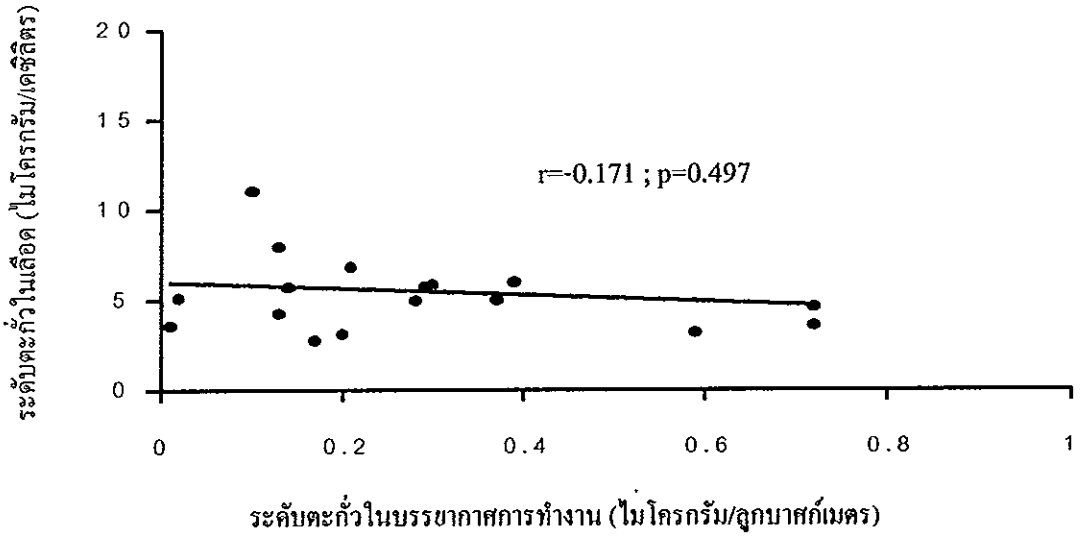


ภาพประกอบ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดและระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน

เมื่อจำแนกความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานและระดับตะกั่วในเลือดตามประเภทของโรงพิมพ์ พบว่าระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทและโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสไม่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด (ดังภาพประกอบ 3.2 และ ภาพประกอบ 3.3 ตามลำดับ)



ภาพประกอบ3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดและระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส



ภาพประกอบ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดและระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซท

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับตะกั่วในเลือดจำแนกตามระบบการพิมพ์ พบว่าในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมีปัจจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมการสูบบุหรี่ในที่ทำงานเพียงปัจจัยเดียวที่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด โดยคนงานที่สูบบุหรี่ในที่ทำงานมีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่าคนงานที่ไม่สูบบุหรี่ในที่ทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนโรงพิมพ์ระบบออฟเซทพบว่า มีปัจจัยสุขวิทยาการรับประทานอาหารในที่ทำงานเพียงปัจจัยเดียวที่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด โดยคนงานที่รับประทานอาหารในที่ทำงานมีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่าคนงานที่ไม่รับประทานอาหารในที่ทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ดังแสดงในตาราง 11)

ตาราง 3.11 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษากับระดับตะกั่วในเลือดจำแนกตามระบบการพิมพ์

ปัจจัย	โรงพิมพ์ระบบออฟเซท		โรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส	
	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	p-value	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	p-value
เพศ				
หญิง	3.26 ± 2.35	0.06	4.55 ± 3.54	0.07
ชาย	6.79 ± 2.23		15.45 ± 3.92	
อายุ (ปี)				
< 41	5.77 ± 2.34	0.31	10.25 ± 5.81	1.00
≥ 41	4.18 ± 1.46		10.55 ± 3.89	
สถานภาพสมรส				
โสด	4.85 ±1.82	0.28	11.43 ±4.20	0.56
สมรส	6.02 ±2.54		9.63 ±4.58	
การศึกษา				
ประถม	5.64 ±1.98	0.34	7.76 ±3.20	0.10
มัธยม	5.16 ± 3.12		12.25 ± 4.19	
ระยะเวลาการทำงาน (ปี)				
< 5	5.55 ± 2.07	0.77	12.08 ± 4.84	0.37
≥ 5	5.53 ± 2.83		8.45 ± 3.93	

ปัจจัย	โรงพิมพ์ระบบออฟเซท		โรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส	
	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	p-value	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	p-value
พฤติกรรมการสูบบุหรี่ในที่ทำงาน				
สูบ	5.79 ± 2.61	1.00	13.57 ± 3.18	**0.005**
ไม่สูบ	5.14 ± 1.86		6.89 ± 2.88	
พฤติกรรมการดื่มสุรา				
ดื่ม	5.84 ± 2.39	0.33	12.56 ± 4.38	0.06
ไม่ดื่ม	4.32 ± 1.41		8.01 ± 2.88	
สุขวิทยาการทำงาน				
ต้องปรับปรุง	5.64 ± 2.25	0.21	10.15 ± 4.36	0.68
ปานกลาง	4.39		10.81 ± 4.64	
การดื่มน้ำในที่ทำงาน				
เคยปฏิบัติ	4.28 ± 1.46		10.55 ± 3.89	
ไม่เคยปฏิบัติ	5.77 ± 2.34	0.31	10.25 ± 5.81	1.00
การรับประทานอาหารในที่ทำงาน				
เคยปฏิบัติ	6.68 ± 2.12	**0.004**	10.19 ± 4.57	1.00
ไม่เคยปฏิบัติ	3.46 ± 0.34		10.69 ± 4.43	
การอาบน้ำในที่ทำงาน				
เคยปฏิบัติ	5.44 ± 2.35	0.92	10.61	0.28
ไม่เคยปฏิบัติ	5.63 ± 2.30		10.12 ± 4.31	

บทที่ 4

บทวิจารณ์

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.68 ± 4.06 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานความปลอดภัยของกองอาชีวอนามัย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งกำหนดระดับสารตะกั่วในเลือดของผู้ใหญ่วัยทำงานไว้ไม่เกิน 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร หรือเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของต่างประเทศก็อยู่ในระดับที่ปลอดภัยเช่นเดียวกัน เช่น ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของ NIOSH กำหนดไว้ไม่เกิน 60 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของ OSHA กำหนดไว้ไม่เกิน 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และค่ามาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานของ WHO สำหรับ เพศชายกำหนดระดับตะกั่วในเลือดไม่เกิน 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ส่วนเพศหญิงกำหนดระดับตะกั่วในเลือดไม่เกิน 30 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (กองอาชีวอนามัย, 2538 ; Stellman, 1998 ; NIOSH, 1994)

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาครั้งนี้กับรายงานระดับตะกั่วในเลือดของคนงานอาชีพสัมผัสสารตะกั่วในงานวิจัยหลายเรื่องก่อนหน้านี้ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันเช่น จากผลการศึกษาของ วิชัย เอียดเอื้อ และคณะ (2538) พบว่าคนงานซ่อมรถยนต์ ซ่อมจักรยานยนต์ พ่นสี เรียงพิมพ์ บัดกรี และหลอมขั้วแบตเตอรี่ในจังหวัดสงขลา มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 8.06 ไมโครกรัม/เดซิลิตร โดยที่ในส่วนของกลุ่มคนงานเรียงพิมพ์มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยเท่ากับ 10.29 ± 6.48 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และจากรายงานของ พรรณี พิเดช และคณะ (2539) ที่ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของกลุ่มคนที่มีอาชีพสัมผัสสารตะกั่วจำนวน 271 คน จากโรงงานอิเลคทรอนิค โรงงานแบตเตอรี่ โรงงานพลาสติก มีระดับตะกั่วในเลือดระหว่าง 6 – 10ไมโครกรัม/เดซิลิตร 12 – 54 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และ 5 – 32 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ตามลำดับ และในกลุ่มคนงานโรงพิมพ์มีระดับตะกั่วในเลือดระหว่าง 2 – 16 ไมโครกรัม/เดซิลิตร รวมทั้งจากรายงานของ สุดใจ นันทตารัตน์ และคณะ (2542) ที่ศึกษาเปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดของผู้ที่ประกอบอาชีพเสี่ยงต่อการสัมผัสสารตะกั่วในเขตภาคเหนือตอนบน 5 กลุ่มอาชีพ ได้แก่ อาชีพช่างซ่อมและพ่นสีรถยนต์ พนักงานสถานีเติมน้ำมัน และตำรวจจราจรจำนวน 760 ราย ได้ค่าระดับตะกั่วในเลือด

เฉลี่ยเท่ากับ 5.5 ± 3 ไมโครกรัม/เดซิลิตร โดยพบว่าพนักงานในโรงพิมพ์มีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยเท่ากับ 5.3 ± 3.8 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

อย่างไรก็ตามระดับตะกั่วที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่าระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ยของคนไทยทั่วไปที่ไม่ได้สัมผัสสารตะกั่วซึ่งทำการศึกษาโดยกองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข เมื่อปี พ. ศ. 2538 – 2539 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 ± 2.29 ไมโครกรัม/เดซิลิตร แยกตามเพศหญิงเท่ากับ 3.71 ± 1.89 ไมโครกรัม/เดซิลิตร เพศชายเท่ากับ 5.51 ± 2.23 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (กองอาชีวอนามัย, 2538) และเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคของประเทศสหรัฐอเมริกา (USCDC) ที่กำหนดระดับตะกั่วในเลือดของบุคคลทั่วไปซึ่งสัมผัสสารตะกั่วจากสิ่งแวดล้อมว่าไม่ควรเกิน 10 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (Nutall, 1995 : 121) ทั้งนี้เนื่องจากระดับตะกั่วในเลือด 10 – 20 ไมโครกรัม/เดซิลิตร จะมีผลทำให้เกิดความดันโลหิตสูงได้ โดยตะกั่วจะไปมีผลต่อระบบไหลเวียนโลหิต ทำให้หลอดเลือดตีบแข็งเลือดไหลเวียนไม่สะดวก ต้องใช้แรงบีบตัวออกจากหัวใจสูง ทำให้เกิดความดันโลหิตสูงได้ (Landrigan, 1994 : 748 ; Saryan and Zenz, 1994 : 518) และจากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรีมีระดับตะกั่วในเลือดเกิน 10 ไมโครกรัม/เดซิลิตร คิดเป็นร้อยละ 22.6 โดยแบ่งเป็นคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทร้อยละ 5.6 และคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส ร้อยละ 46.2 ดังนั้นคนงานในกลุ่มนี้จึงอาจมีความเสี่ยงต่อการเกิดความดันโลหิตสูงได้

จากผลการศึกษาระดับระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25 ± 0.23 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นสภาวะแวดล้อมในการทำงานที่ปลอดภัยเมื่อเทียบกับมาตรฐานความปลอดภัยของกรมแรงงาน กระทรวงมหาดไทย (2535) ที่กำหนดระดับสารตะกั่วในสิ่งแวดล้อมการทำงานไว้ไม่เกิน 200ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความปลอดภัยของต่างประเทศก็อยู่ในระดับที่ปลอดภัยเช่นเดียวกัน เช่น OSHA กำหนดระดับสารตะกั่วในสิ่งแวดล้อมการทำงานไว้ไม่เกิน 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (Ronald, 2000) NIOSH กำหนดระดับสารตะกั่วในสิ่งแวดล้อมการทำงานไว้ไม่เกิน 100 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (NIOSH,1997) และ ACGIH กำหนดระดับสารตะกั่วในสิ่งแวดล้อมการทำงานไว้ไม่เกิน 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร (ACGIH,1995)

การที่ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานไม่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด และเมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานแบ่งแยกตามระบบการพิมพ์กับระดับตะกั่วในเลือด พบว่าระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานทั้งในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทและโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสไม่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือดนั้น อาจเป็น

เพราะระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานที่พบในการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณน้อยเกินไปที่จะมีผลต่อระดับตะกั่วในเลือด ในขณะที่มีการศึกษาพบว่าการหายใจเอาอากาศที่มีไอหรืออนุภาคของตะกั่วเพียง 1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร จะเพิ่มระดับตะกั่วในเลือดได้ 1 - 2 ไมโครกรัม/เดซิลิตร (Chamberlain, *et al.*, 1975 ; Griffin, *et al.*, 1975, quoted in Lauwerys and Hoet, 1993) สอดคล้องกับ วิภากร ศิลสว่าง (2540) ที่พบว่าระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับตะกั่วในเลือด ($r = 0.62$; $p<0.001$) นั่นคือเมื่อระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานเพิ่มขึ้นระดับตะกั่วในเลือดจะเพิ่มขึ้นด้วย แต่ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ที่ถูกต้องเสมอไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกวิธี การมีมาตรการห้ามสูบบุหรี่ในที่ทำงาน มีสุขวิทยาการทำงานดี ดังเช่นการศึกษาของ อัลเลนเบลท์ และคณะ (Ulenbelt, *et al.*, 1991) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานกับระดับตะกั่วในเลือด พบความสัมพันธ์แบบผกผันระหว่างระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานกับระดับตะกั่วในเลือด โดยที่เมื่อระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานเพิ่มขึ้นระดับตะกั่วในเลือดจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากคนงานมีการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอย่างถูกวิธี มีสุขวิทยาการทำงานดี จึงทำให้ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าว

ระดับตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสสูงกว่าโรงพิมพ์ระบบออฟเซทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทมีค่าเท่ากับ 0.28 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งใกล้เคียงกับโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสซึ่งมีระดับตะกั่วในบรรยากาศเท่ากับ 0.25 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ปัจจัยหนึ่งซึ่งอาจอธิบายได้คือ การเข้าสู่ร่างกายทางการกิน ซึ่งโดยทั่วไปการนำตะกั่วอนินทรีย์เข้าสู่ร่างกายมี 2 วิธีคือ การเข้าสู่ร่างกายทางปอดโดยการหายใจ และการเข้าสู่ระบบย่อยอาหารโดยการกิน ส่วนการดูดซึมเข้าทางผิวหนังจะเป็นปัญหาสำคัญในกลุ่มตะกั่วอินทรีย์เท่านั้น (Chamberlain, *et al.*, 1975 ; Coulston, *et al.*, 1972 : Griffin, *et al.*, 1975, quoted in Lauwerys and Hoet, 1993 : 57 ; Stellman, 1998 : 63.20 ; Tsuchiya, 1986 : 298) สมมุติฐานที่อาจเป็นไปได้ในการอธิบายว่าทำไมคนงานในโรงพิมพ์ระบบแลตเตอร์เพรสจึงมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทคือ การได้รับตะกั่วจากการสัมผัสและนำเข้าสู่ทางปากมากกว่าการเข้าสู่ร่างกายทางระบบทางหายใจ ข้อมูลจากการสังเกตสุขวิทยาการทำงานพบว่า ลักษณะการทำงานของคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสคนงานจะใช้มือหยิบตัวเรียงมาเรียงพิมพ์ โดยไม่ได้สวมถุงมือป้องกัน ซึ่งในตัวเรียงมีตะกั่วผสมถึงร้อยละ 71 – 79 (จรุณห์ เพชรมุนี, 2523 : 42) และยังมีพฤติกรรมเสี่ยงอื่นๆ ที่ทำให้ได้รับตะกั่วจากการสัมผัสและเข้าสู่ปาก เช่น การกินอาหารในที่ทำงาน การสูบบุหรี่ในที่ทำงาน การไม่ล้างมือก่อนรับประทานอาหาร ผู้วิจัยได้พยายามศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงเหล่านี้ที่อาจนำตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย

โดยการวิเคราะห์ด้วยตารางหลายชั้น (stratified analysis) แต่ไม่สามารถทำได้เพราะหลายเซลล์ในตารางการณ์จรแบบหลายชั้นกลายเป็นศูนย์ เช่นเดียวกับการใช้สถิติพหุคูณ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้มีขีดจำกัดจากจำนวนกลุ่มศึกษามีเพียง 31 ราย ดังนั้นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดและประเภทของโรงพิมพ์ซึ่งเป็นคำถามวิจัยที่น่าสนใจจึงทำไม่ได้เต็มที่จากการศึกษาครั้งนี้

จากการทดลองใช้สถิติถดถอยพหุคูณ (mutiple regression) เพื่อวิเคราะห์ทิศทางและขนาดความสัมพันธ์คร่าวๆ ระหว่างประเภทของโรงพิมพ์และระดับตะกั่วในเลือด พบว่าโรงพิมพ์ระบบแลตเตอร์เพรสสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือดในทิศทางที่เพิ่มระดับตะกั่วในเลือด เมื่อปรุงปรับด้วยตัวแปรพฤติกรรมได้แก่ พฤติกรรมสุขวิทยาส่วนบุคคล การกินอาหารในที่ทำงาน การดื่มน้ำในที่ทำงาน พบว่าไม่เปลี่ยนแปลงขนาดและทิศทางของความสัมพันธ์ ส่วนการสูบบุหรี่ในที่ทำงาน และการดื่มสุรามีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสและระดับตะกั่วในเลือดแบบไม่มีนัยสำคัญ ผลจากการวิเคราะห์เพิ่มเติมจึงไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสกับระดับตะกั่วในเลือดด้วยชุดตัวแปรดังกล่าว

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่ศึกษากับระดับตะกั่วในเลือด สามารถอธิบายในแต่ละปัจจัยดังนี้ ปัจจัยด้านสุขวิทยาการทำงาน จากผลการศึกษาพบว่าคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทมีสุขวิทยาการรับประทานอาหารในที่ทำงานสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด นั่นคือกลุ่มตัวอย่างที่รับประทานอาหารในที่ทำงานมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ไม่เคยรับประทานอาหารในที่ทำงาน และเมื่อพิจารณาข้อมูลสุขวิทยาการทำงานจากแบบสอบถามพบว่า มีสุขวิทยาการทำงานหลายๆ เรื่องที่ปฏิบัติไม่ถูกต้อง ได้แก่ ร้อยละ 61.3 ไม่ได้ล้างมือก่อนดื่มน้ำ ร้อยละ 61.3 ล้างมือก่อนรับประทานอาหารเป็นบางครั้ง และร้อยละ 51.7 สูบบุหรี่ในที่ทำงาน สุขวิทยาการทำงานดังกล่าวทำให้มีความเสี่ยงต่อการได้รับสารตะกั่วปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ โรนาด (Ronald, 2000 : 223) ที่พบว่าปัจจัยด้านสุขวิทยาการทำงานมีแนวโน้มทำให้ระดับตะกั่วในเลือดสูงขึ้น เนื่องจากสุขวิทยาการทำงานเป็นสิ่งจำเป็นป้องกันไม่ให้คนงานได้รับสารตะกั่วจากการทำงาน ดังเช่นจากการศึกษาของ จิลเทิลแมน และคณะ (Gilttleman, *et al.*, 1994) ที่ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนงานทำแบตเตอรี่ พบว่าสุขวิทยาการทำงาน ได้แก่ การรับประทานอาหารในที่ทำงาน การไม่เปลี่ยนเสื้อผ้าออกจากที่ทำงาน การไม่อาบน้ำทันทีหลังเลิกงาน เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงสุขวิทยาการทำงานส่วนบุคคลที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนสารตะกั่วได้ เช่นเดียวกับ อัลเลนเบลท์ และคณะ (Ulenbelt, *et al.*, 1991) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในอากาศกับระดับตะกั่วในเลือด พบว่าสุขวิทยาการทำงาน เช่น การทำความสะอาดเสื้อผ้าที่ใส่ทำงาน การคลุมผม หรือการสวมหมวกในขณะทำงาน เป็นปัจจัยหลัก

ที่ทำให้เกิดความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด และจากการศึกษาของศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 1 (2530) ที่ศึกษาปัจจัยพื้นฐานบางประการที่มีผลต่อการเกิดโรคแพ้พิษตะกั่วกรด พบว่าระดับตะกั่วในเลือดมีความสัมพันธ์กับสุขวิทยาในการทำความสะอาดเสื้อผ้าของคนงาน การใช้ผ้าคลุมผมหรือหมวกในขณะทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ ไช และคณะ (Chai, *et al.*, 1991) ที่ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงงานแบตเตอรี่ เมื่อควบคุมระดับตะกั่วในสิ่งแวดล้อม อายุ ระยะเวลาการสัมผัส และการสูบบุหรี่ พบว่าคนงานชาวมาเลเซียมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าคนงานชาวจีน เนื่องจากคนงานชาวมาเลเซียมีสุขนิสัยการรับประทานอาหารโดยใช้มือที่มีตะกั่วปนเปื้อน

ปัจจัยด้านพฤติกรรมการสูบบุหรี่ในที่ทำงานพบว่ามีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือดของกลุ่มตัวอย่างในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส นั่นคือคนงานที่สูบบุหรี่ในที่ทำงานมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าคนงานที่ไม่สูบบุหรี่ในที่ทำงาน อธิบายได้ดังนี้ จากการสังเกตสุขวิทยาการทำงานของคนงานพบว่าร้อยละ 61.5 สูบบุหรี่ในที่ทำงาน โดยไม่ได้ล้างมือก่อนสูบบุหรี่ ดังนั้นคนงานจึงมีโอกาสเสี่ยงต่อการได้รับสารตะกั่วจากนิ้วมือที่ปนเปื้อนสารตะกั่วในขณะสูบบุหรี่ และนอกจากนี้มีการศึกษาที่พบว่าในบุหรี่แต่ละมวนมีตะกั่วประมาณ 2.5 – 12.2 ไมโครกรัม และถ้าสูบบุหรี่ถึง 20 มวน/วัน จะได้รับตะกั่วประมาณ 1 – 5 ไมโครกรัม (Harison, *et al.*, 1991) ทั้งนี้สืบเนื่องจากในยาเส้นมีสารตะกั่วซึ่งปนเปื้อนมาจากดินที่ปลูก และจะได้รับตะกั่วจากการสูดหายใจเอาควันบุหรี่เข้าไป ควันจากบุหรี่ 1 มวน พบสารตะกั่วประมาณ 0.017 – 0.98 ไมโครกรัม (Irac, 1986 quated in WHO, 1995) ดังนั้นผู้ที่สูบบุหรี่นอกจากจะได้รับตะกั่วจากงานที่ทำแล้วยังได้รับจากบุหรี่ที่สูบอีกด้วย ดังเช่นจากการศึกษาของ สเตสเซ็น และคณะ (Staessen, *et al.*, 1990) ที่ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคนทั่วไปที่ไม่ได้ทำงานสัมผัสสารตะกั่ว พบว่าการสูบบุหรี่จะทำให้มีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่าคนที่ไม่สูบถึงร้อยละ 20 และในบุหรี่ 1 มวนจะมีสารตะกั่วประมาณ 2 - 12 ไมโครกรัม นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณบุหรี่ที่สูบในแต่ละวันกับระดับสารตะกั่วในเลือดดังนี้ ในเพศชาย $r = 0.34$; $p<0.001$ เพศหญิง $r = 0.23$; $p<0.01$ และจากการศึกษาของ จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ (2535) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดกับปัจจัยทางประชากรบางประการ พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่สูบบุหรี่จะมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่ากลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่อย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.006$) และกลุ่มตัวอย่างที่มีปริมาณการสูบบุหรี่มากก็จะมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่ากลุ่มที่มีปริมาณการสูบบุหรี่น้อย สอดคล้องกับการศึกษาของ สมปราถนา เรืองชาติ (2534) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือดของตำรวจจราจร พบว่าระดับตะกั่วในเลือดของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานครมีความสัมพันธ์กับปริมาณการสูบบุหรี่อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ วิภากร ศิลสว่าง (2540) ที่พบ

ว่ากลุ่มตัวอย่างที่สูบบุหรี่มีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ไม่สูบบุหรี่อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ขีดจำกัดที่สำคัญในการศึกษาครั้งนี้คือ กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาทั้งหมดมีเพียง 31 คน ซึ่งน้อยมาก จากการคำนวณที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ใช้ค่าความแปรปรวน (variance) ในที่นี้คือค่าที่ได้จากการศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของสถานประกอบการกลุ่มเสี่ยงในจังหวัดสงขลา (วิชัย เอียดเอื้อ, 2538) มีค่าเท่ากับ 6.48 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าระดับตะกั่วในเลือดในตัวอย่างกับค่าจริงในประชากรเท่ากับ 2 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ดังนั้นจึงต้องใช้จำนวนตัวอย่างถึง 41 คน (Daniel, 1991 : 155 – 156) จะเห็นว่าอำนาจการศึกษาครั้งนี้ค่อนข้างต่ำ ผลการศึกษาที่พบในครั้งนี้อาจเกิดจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามีจำนวนน้อยเกินไป จึงเป็นข้อจำกัดของการวิจัยที่ไม่สามารถนำผลการวิจัยไปสรุปว่าเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในประชากรที่อยู่นอกขอบเขตของประชากรเป้าหมายได้ (external validity) แต่อย่างไรก็ตามในแง่ของ internal validity เพียงพอ และนอกจากนี้ขีดจำกัดด้านจำนวนตัวอย่างซึ่งมีเพียง 31 คน ทำให้ไม่สามารถใช้การวิเคราะห์ด้วยตารางหลายชั้น (stratified analysis) รวมทั้งสถิติถดถอยพหุคูณเพื่อลดผลกระทบของ confounder ได้ ดังนั้นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดและประเภทของโรงพิมพ์ซึ่งเป็นคำถามการวิจัยที่น่าสนใจจึงทำไม่ได้เต็มที่จากการศึกษาครั้งนี้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนแนะ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับตะกั่วในเลือดของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.68 ± 4.06 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานความปลอดภัยของกองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งกำหนดระดับสารตะกั่วในเลือดในผู้ใหญ่วัยทำงานไว้ไม่เกิน 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร หรือเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานความปลอดภัยของต่างประเทศพบว่าอยู่ในระดับที่ปลอดภัยเช่นเดียวกัน ได้แก่ ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของ NIOSH ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของ OSHA และค่ามาตรฐานความปลอดภัยของ WHO

ระดับสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25 ± 0.23 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นสภาวะแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัยเมื่อเทียบกับมาตรฐานความปลอดภัยของกรมแรงงาน กระทรวงมหาดไทย (2535) กำหนดระดับสารตะกั่วในสิ่งแวดล้อมการทำงานไว้ไม่เกิน 200 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร และเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานความปลอดภัยของต่างประเทศก็อยู่ในระดับที่ปลอดภัยเช่นเดียวกัน ได้แก่ ค่ามาตรฐานความปลอดภัยของ OSHA ค่ามาตรฐานความปลอดภัย NIOSH และค่ามาตรฐานความปลอดภัยของ ACGIH

ระดับสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานไม่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด และเมื่อพิจารณาตามประเภทของโรงพิมพ์ พบว่าระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานทั้งโรงพิมพ์ระบบออฟเซทและโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสไม่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด

ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสไม่แตกต่างกับระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซท ส่วนระดับตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าระดับตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และสารตะกั่วที่ได้รับเข้าไปนั้นส่วนใหญ่ไม่ได้มาจากสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของคนงานดังกล่าว

ข้อเสนอแนะ

การนำผลการวิจัยไปใช้

บุคลากรในทีมสุขภาพสามารถนำผลการวิจัยเป็นข้อมูลในการวางแผนจัดบริการสุขภาพในด้านการส่งเสริมสุขภาพ การป้องกันโรค โดยการให้ความรู้เกี่ยวกับพิษภัยของสารตะกั่วเพื่อปรับเปลี่ยนสุขวิทยาการทำงานที่เสี่ยงต่อการเกิดพิษตะกั่ว เนื่องจากสุขวิทยาการทำงานเป็นสิ่งสำคัญช่วยป้องกันการได้รับสารตะกั่วจากการปนเปื้อนทางการกิน ซึ่ง OSHA ได้แนะนำให้นายจ้างจัดเตรียมอ่างล้างมือไว้ในบริเวณที่ทำงาน เพราะคนงานจะได้รับตะกั่วติดมากับผิวหนังและเส้นผมได้ คนงานทุกคนควรล้างมือ และล้างหน้าก่อนรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ สูบบุหรี่ และห้ามรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ สูบยาเส้นและบุหรี่ในบริเวณที่ทำงาน ห้ามนำอาหารเข้ามาในบริเวณที่ทำงาน เพราะอาจปนเปื้อนตะกั่วที่ภาชนะบรรจุได้ คนงานควรจะเปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนออกจากที่ทำงาน และไม่ควรซักรวมกับเสื้อผ้าอื่นๆ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนสารตะกั่วจากที่ทำงานกับเสื้อผ้าของคนงาน และยานพาหนะที่ใช้สู่สมาชิกในครอบครัวได้ (NIOSH, 2000 ; Stellman, 1998 : 63.20)

สรุปข้อเสนอแนะในการควบคุมและป้องกันอันตรายจากพิษตะกั่วของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

ให้คำแนะนำแก่คนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรสดังนี้ ไม่ควรสูบบุหรี่ในที่ทำงานเนื่องจากพบว่าการสูบบุหรี่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด เจ้าของสถานประกอบการควรจัดเตรียมถุงมือและดูแลให้คนงานได้สวมใส่ในขณะทำงาน ควรล้างมือก่อนรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ และสูบบุหรี่

ข้อเสนอแนะทั่วไปในการป้องกันพิษตะกั่ว (ดังแสดงในตาราง 5.1)

ตาราง 5.1 แผนปฏิบัติในการควบคุมและป้องกันอันตรายจากพิษตะกั่วของคนงานโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี

เรื่อง	ข้อควรปฏิบัติ	ผู้ที่ต้องปฏิบัติ	ระยะเวลา	เหตุผลในการปฏิบัติ
1. ขั้นการวางแผน	- ประชุมร่วมกันระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด สำนักงานสวัสดิการคุ้มครองแรงงานจังหวัด และงานอาชีวเวชกรรมโรงพยาบาลพระจอมเกล้าจังหวัดเพชรบุรี	- หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดังกล่าว	- ปีละ 1 ครั้ง	-เพื่อให้คนงานปลอดภัยจากพิษตะกั่ว
2.ขั้นดำเนินการดังนี้				
2.1 การควบคุมทางด้านสิ่งแวดล้อม	- ติดตั้งเครื่องดูดอากาศเฉพาะที่เพื่อดูดฝุ่นของตะกั่วออกไปจากจุดที่เกิดขึ้น โดยพยายามออกแบบเครื่องดูดอากาศให้ปิดคลุมแหล่งของตะกั่วให้มากที่สุด	-เจ้าของสถานประกอบการ	- ตลอดเวลาของการทำงาน	- เพื่อลดระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน
	- ระมัดระวังไม่ให้ฝุ่นตะกั่วที่ออกไปแล้ว พัดกลับเข้ามาในสถานที่ทำงานอีก	- เจ้าของสถานประกอบการ	- ตลอดเวลาของการทำงาน	- เพื่อลดระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน
	- จัดให้มีการระบายอากาศทั่วไปอย่างเพียงพอ เพื่อให้อากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้าไปในสถานที่ทำงานมากขึ้น คนงานจะได้สูดหายใจเอาอากาศที่ปราศจากฝุ่นละอองของสารตะกั่ว	- เจ้าของสถานประกอบการ	- ตลอดเวลาของการทำงาน	- เพื่อลดระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน

เรื่อง	ข้อควรปฏิบัติ	ผู้ที่ต้องปฏิบัติ	ระยะเวลา	เหตุผลในการปฏิบัติ
	- ต้องหมั่นทำความสะอาดพื้นโรงงาน ตัวอาคาร ตลอดจนเครื่องพิมพ์ โดยการเช็ดถูทำความสะอาด ถูพื้น หรือการดูดฝุ่น เพื่อป้องกันฝุ่นละอองของสารตะกั่วสะสมอยู่ในที่ทำงาน ทั้งนี้ต้อง งดเว้นการใช้ไม้กวาดกวาดพื้น เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย	- เจ้าของสถานประกอบการและคนงาน	- ตลอดเวลาของการทำงาน	- เพื่อลดระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน
	- ตรวจสอบระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ และเมื่อพบว่ามีระดับเกิน 0.2 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ต้องรีบดำเนินการปรับปรุงแก้ไขทันที	- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด - งานอาชีวเวชกรรม	ทุกๆ 6 เดือน	- เพื่อลดระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน
2.2 การดูแลด้านสุขภาพอนามัย	- ควรจัดให้มี อ่างล้างมือ ห้องน้ำ ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าให้คนงานได้ใช้ทำความสะอาดร่างกาย เพื่อให้คนงานที่มีความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารตะกั่วสูงได้ทำความสะอาดร่างกาย เปลี่ยนชุดทำงานทั้งก่อนและหลังเข้าทำงานและไม่ควรนำชุดทำงานกลับบ้าน	- เจ้าของสถานประกอบการ	- ตลอดเวลาของการทำงาน	- เพื่อลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารตะกั่ว
	- ควรจัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสมในขณะปฏิบัติงาน ได้แก่ ถุงมือ เสื้อกาวน์ ให้คนงานได้สวมใส่ในขณะปฏิบัติงาน	- คนงานที่ต้องทำงานสัมผัสสารตะกั่วทุกคน	- ตลอดเวลาของการทำงาน	- เพื่อลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารตะกั่ว

เรื่อง	ข้อควรปฏิบัติ	ผู้ที่ต้องปฏิบัติ	ระยะเวลา	เหตุผลในการปฏิบัติ
	- ให้ความรู้เรื่องสุขอนามัยส่วนบุคคลในการทำงานแก่เจ้าของสถานประกอบการและคนงาน ดังนี้	- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด - งานอาชีวเวชกรรม	- ตลอดเวลาของการทำงาน	- เพื่อลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารตะกั่ว
	1 ห้ามรับประทานอาหาร ดื่มน้ำหรือสูบบุหรี่ ขณะที่ร่างกายมีการปนเปื้อนสารตะกั่ว ก่อนรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ หรือ สูบบุหรี่ คนงานต้องทำความสะอาดร่างกายเสมอ และควรจัดสถานที่รับประทานอาหารหรือสูบบุหรี่แยกออกจากบริเวณที่ทำงาน			
	2 จัดอบรมให้ความรู้ ความเข้าใจ เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับอันตรายของสารตะกั่ว			

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเชิงคุณภาพ (qualitative research)ในคนงานที่มีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่า 10 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

2. ควรเก็บตัวอย่างฝุ่นที่สะสมบริเวณพื้นโรงพิมพ์และเครื่องพิมพ์ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารตะกั่วที่สะสมในฝุ่น

3. ควรเก็บตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อมบริเวณโรงงานเพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารตะกั่วในสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำดื่ม ตัวอย่างอากาศบริเวณนอกโรงงาน

บรรณานุกรม

การแพทย์. กรม. กระทรวงสาธารณสุข. 2541. **แนวทางการวินิจฉัยโรคจากการทำงาน (ฉบับปรับปรุง)** กรุงเทพ : สำนักพัฒนาวิชาการแพทย์.

คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล. 2539. **การดูแลผู้ป่วยระยะวิกฤต.** มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพ : ศุภวนิช

จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ. 2535. "การศึกษาแบบทดสอบจิตวิทยาในกลุ่มคนงานที่ทำงานสัมผัสสารตะกั่ว (A study of psychological test among lead exposure group)", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. (สำเนา)

จรุณห์ เพชรมุนี. 2523. **หนังสือและการพิมพ์.** ภาควิชาบรรณารักษ์ศาสตร์ วิทยาลัยครูนครราชสีมา.

เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์ และคณะ. 2525. **การศึกษาวิจัยเปรียบเทียบระดับตะกั่วในบรรยากาศที่มีผลต่อกลุ่มชนต่างๆ ในเขต กทม.** คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ชินโอสถ หัสบำเรอ. 2528. **การศึกษาปัจจัยพื้นฐานบางประการที่มีผลต่อการเกิดโรคแพ้พิษสารตะกั่วในโรงงานทำแบตเตอรี่น้ำตะกั่วกรด.** กรุงเทพ.

เติมศรี ชำนิจารกิจ. 2540. "ประชากรตัวอย่าง", ใน **สถิติประยุกต์ทางการแพทย์,** หน้า 128 - 170 พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทัศนีย์ บุญญาวัฒน์. 2537. "การปนเปื้อนของสารตะกั่วจากหมึกพิมพ์บนกระดาษหนังสือพิมพ์ลงสู่กล้วยทอด (Lead contamination from printing-ink on newspaper to fried banana)", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. (สำเนา)

ธานี กลิ่นขจร. 2540. **รายงานการวิจัยเรื่อง การเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหาอันตรายจากพิษตะกั่วในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพในอู่ซ่อมเรือ เยาวชนในสถานศึกษา และประชาชนทั่วไป ในพื้นที่เสี่ยง จังหวัดปัตตานี.** สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดปัตตานี.

นวรัตน์ ณ. สงขลา. 2532. **พยาธิวิทยาของสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพ : ดีไซน์.

นวลศรี ทยาพัชร. 2523. " อันตรายจากกระดาษหนังสือพิมพ์ ", **วารสารสุขภาพ.** 7 (เมษายน 2523), 31-33.

ประกันสังคม. สำนักงาน. กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม. 2540. **สถิติประกันสังคม 2540.** นนทบุรี : กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม.

_____. สำนักงาน. กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม. 2542. **สถิติประกันสังคม 2542.** นนทบุรี : กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม.

ประกาศกระทรวงมหาดไทย. 2520. "ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (สารเคมี)", **ราชกิจจานุเบกษา.** เล่ม 94 ตอนที่ 64, หน้า 566.

ประทักษ์ โอประเสริฐสวัสดิ์. 2538 "Cross- sectional study" ใน **วิจัยทางคลินิก Clinical Research,** หน้า 11 – 13. กรุงเทพ : โฮลิชติก พับลิชชิ่ง.

พรรณี พิเดช และคณะ. 2539. **การหาค่าของระดับตะกั่วในเลือดของกลุ่มคนที่มีอาชีพไม่สัมผัสและอาชีพสัมผัสสารตะกั่ว** กรณีศึกษาด้วยเครื่อง graphite furnace atomic absorption spectroscopy. สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม.

พาลาภ สิงหเสนี. 2540. **การประเมินความเสี่ยงจากพิษของวัตถุอันตราย : หลักการและการประยุกต์ใช้.** กรุงเทพ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พูนศักดิ์ ดุลยสุวรรณ. 2539. "ปัจจัยที่มีผลต่อการได้รับสารตะกั่วของคนงานในโรงงานผลิตแบตเตอรี่ในเขตจังหวัดภาคกลาง", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาชีวสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช. 2542. " การประเมินความเสี่ยงสุขภาพ ", ใน **ตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม,** หน้า 43-59 สมชัย บวรกิตติ จอห์น พี. ลอฟทัส กฤษฎา ศรีสำราญ, บรรณาธิการ. ศูนย์เวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม กรุงเทพ : เรือนแก้วการพิมพ์.

ไพบูลย์ โล่ห์สุนทร. 2537. **ระบาดวิทยา.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพเราะ เพชราภิรัชต์ และ ครรชิต เพชราภิรัชต์. 2533. "โรคพิษตะกั่วระยะแรกในจังหวัดจันทบุรี ", **วารสารกรมการแพทย์.** 10 (ตุลาคม 2533), 630 - 632.

ไมตรี สุทธิจิตต์. 2527. **สารพิษรอบตัวเรา.** เชียงใหม่ : คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุทธศักดิ์ คณาสวัสดิ์. 2539. "เทคโนโลยีการพิมพ์", **วารสารส่งเสริมการลงทุน.** 7 (กรกฎาคม 2539), 20-23.

โยธิน เบญจวัง. 2535. "โรคพิษตะกั่วในประเทศไทย ", **วชิรสาร** 3 (กันยายน 2535) 176-181.

_____ . 2542ก. "โรคพิษตะกั่ว", ใน **ตำราอาชีวเวชศาสตร์,** หน้า 501-506. สมชัย บวรกิตติ, โยธิน เบญจวัง และ ปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ, บรรณาธิการ. กรุงเทพ : คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

_____ . 2542ข. " ตะกั่ว (lead)", ใน **อาชีวเวชศาสตร์ ฉบับพิษวิทยา,** หน้า 41 วิลาวัลย์ จึงประเสริฐ และ สุจริต สุนทรธรรม, บรรณาธิการ. กรุงเทพฯ : ไซเบอร์เพรส.

วันชัย บุพพันเหรัญ และคณะ. 2535. "ระดับตะกั่วในเลือดในคนขับรถประจำทาง ขสมก", **วารสารอาชีวเวชศาสตร์และสิ่งแวดล้อม.** 2(กุมภาพันธ์), 49.

วันชัย ศิริชนะ. 2533 "แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางการพิมพ์ในประเทศไทย", **วารสารเทคโนโลยีการพิมพ์.** 9 (มิถุนายน 2533), 52 -55.

วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธ์. 2541. "การประเมินทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม", ใน **เอกสารชุดวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน หน่วยที่ 9-15,** หน้า 43-79. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

วัลลภ สวัสดิวัลลภ. 2532. **หนังสือและการพิมพ์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพ : การศาสนา.

วิภากร ศิลสว่าง. 2540. "ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคัดสรรกับระดับตะกั่วในเลือดของคนงานที่ทำงานสัมผัสตะกั่วสังกัดกรมอู่ทหารเรือ (The relationship between selected factors and blood lead levels among lead exposed)" , วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพยาบาลสาธารณสุข. มหาวิทยาลัยมหิดล. (สำเนา)

วิรัช เรืองศรีตระกูล และ ธานี เทพศิริ. 2541. "การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในเลือดผู้ที่ประกอบอาชีพเสี่ยงโดยวิธีอะตอมมิคแอบซอบชั่นสเปคโทรเมตรี" , **วารสารวิจัย มข.** 3 (มกราคม-มิถุนายน), 31-37.

ศรัณยา คงทอง และ อภิชัย เธียร์ศิริกุล. 2538. **ระดับตะกั่วในเลือดของคนงานโรงงานอู่ต่อเรือ : กรณีศึกษาจังหวัดภูเก็ต.** ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 11 กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

ศูนย์อาชีวอนามัย เขต 1 2540. **รายงานการศึกษาวิจัยเรื่อง ปัจจัยพื้นฐานบางประการที่มีผลต่อการเกิดโรคแพ้พิษตะกั่วในโรงงานทำแบตเตอรี่น้ำตะกั่วกรด.** กองอาชีวอนามัย.

ศิริพงษ์ พยอมแย้ม. 2530. **การพิมพ์เบื้องต้น.** กรุงเทพ : โอเดียนสโตร์.

สังวาลย์ รักษ์เผ่า. 2539. "การออกแบบการวิจัย", ใน **ระเบียบวิธีวิจัยและสถิติในการวิจัยทางคลินิก : Methodology and Statistics in Clinical Research,** หน้า 50 – 51 คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมปราถนา เรืองชาติ. 2534. "ปัจจัยบางประการที่มีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือดตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร", **วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม.** 2(กุมภาพันธ์), 1-20.

สมพูล ตฤตลักษณ์ และคณะ. 2531. "ระบาดวิทยาของพิษตะกั่วที่ตำบลแสมดำ", **สารศิริราช.** 40 (กันยายน), 625-629.

สราวุธ สุธรรมาสา. 2541. "การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์มลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค.", ใน **เอกสารการสอนชุดวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน หน่วยที่ 1-8.** หน้า 283 – 327 กรุงเทพ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุจินดา จารุพัฒน์. 2534. "รูปแบบการทำนายระดับตะกั่วในพนักงานเก็บเงินค่าผ่านทางด่วน (A predicted model for operators exposure to atmospheric)",วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.สาขาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. (สำเนา)

สุดใจ นันทตารัตน์ และคณะ 2542. "ระดับตะกั่วในเลือดของกลุ่มเสี่ยงในเขตภาคเหนือตอนบน", **วารสารวิชาการสาธารณสุข.** 4 (ตุลาคม – ธันวาคม 2542), 552 – 557.

สุภาพร จันทร์หอม. 2542 "การศึกษาระดับตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียมและโครเมียม ในปัสสาวะ ของชาวพ่นสีในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ (A study of blood lead levels, urinary cadmium and chromium levels of sprayers in Hat Yai municipality)", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อาชีวอนามัย. กอง. กรมอนามัย. 2535. **พิษตะกั่ว.** กรุงเทพ : องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

_____ . กอง. กรมอนามัย. 2538. **การเก็บตัวอย่างเพื่อชันสูตรเกี่ยวกับงานอาชีวอนามัย** กรุงเทพฯ.

_____ .กอง. กรมอนามัย. 2540. **การวิเคราะห์ตะกั่วในตัวอย่างเลือดและตัวอย่างอากาศในสิ่งแวดล้อมการทำงาน.** กรุงเทพฯ.

ACGIH. 1995. " Occupational air sampling strategies", In **Air Sampling Instruments for Evaluation of Atmospheric Contaminants.** p.21 – 43. Hering, Susan V. and Cohen, Beverly S, eds. Cincinnatli, Ohio : ACGIH, Inc.

Bisesi, M. S. and Kohn, J. P. 1995. "Evaluation of airborne metal dusts and fumes : integrated personal and area monitoring using an air sampling pump with cellulose ester fiber medium", In **Industrial Hygiene Evaluation Methods,** p.7-1 – 7-6.USA. : CRC Press.

Chai, S.E.*et al.* 1991."Ethnic differences in blood lead concentration among workers in a battery manufacturing factory", **Annuals of The Academy of Medicine.** 20(1991), 758-761.

Checkoway H.,Pearce E. N. and Crawford – Brown J. D. 1989. **Research Methods in Occupational Epidemiology.** USA. : Oxford University.

Daniel, W. W. 1991. "Estimation", In **Biostatistic : A foundation for analysis in the health sciences.** p.155 – 156. 5 th ed. Singapore : John Wiley & Sons.

David, H. A. and Irwin H. R. 1989. "Eating behavior and nutrient", In **Gastrointestinal Disease : Pathophysiology Diagnosis Management.** p. 1976. 4 th. ed. Edward Wickland eds. USA : W.B. Saunders.

Dougherty, M.T.1999. "Risk assessment techniques", In **Handbook of Occupational Safety and Health,** p.127-129. Diberardinis J. Louis, eds. USA. : John Wiley & Son. Inc.

Ducoff, G. *et al.* 1990. " Lowering time trend of blood lead levels in Belgium since 1978" , **Environmental Research.** 51 (1990) , 25-34

Ehrlich, *et al.* 1998 "Lead absorption and renal dysfunction in a South African battery factory", **Occupational Environmental Medicine.** 55 (1998),153 – 460.

Gerhardsson, G. 1983. "Aerosols", In **Encyclopaedia of Occupational Health and Safety,** 3d ed. p.62-64. Luigi Parmeggiani, eds. Geneva :International Labour Organization.

Gilteman, *et al.* 1994. " Lead poisoning", **Journal of Occupational Medicine.** 36 (1994), 526-532.

Goldsmith, F.D. 1995. "Risk assessment applied to environmental medicine", In **Environmental Medicine,** p. 30-36. Young De Laura, eds. USA. : Oxford University Press.

Grandjean P, Hollnagel H and Olsen N.B. 1981." Occupation related lead exposure in the general population. A population study of 40 years old men", **Scan J work Environmental Health.** 4(1981), 298 – 301.

Greenberg, M. I. 1997. " Printing ", In **Occupational Industrial and Environmental Toxicology,** p.243 – 244. Greenberg, Micheal I., Hamilton Richard, J. and Phillips, Scott D., eds. USA : Mosby – year Book, Inc.

Harbison, R. D. 1998. "Lead", In **Industrial Toxicology,** p.70-75. 5th ed. USA. : Mosby-Year Book Inc.

Harrington, *et al.* 1992. "Chemical agents", In **Occupational Health,** p.131-132. USA. : W.B. Sownders.

Harrison, S, *et al.* 1981. "Industrial relations and the personal role in the NHS", **Health Serv Manpow Rev.** 7 (1981), 18 –21.

Hodgkin, *et al.,* 1991. " The effect of airbone lead particle size on worker blood – lead : an empirical study of battery workers", **J Occup. Med.** 33 (1991), 1265 – 1273.

Homan, C. S., Brogan, G. X. and Orava, S. R.1998. "Lead toxicology", In **Emergency Toxicology,** 2d ed. p.363 – 370. Viccellio, P., eds. USA : Lippincott – Raven.

Landrigan, P. J. 1994. "Lead", In **Texbook of Clinical Occupational and Environmental Medicine,** p. 745-754. Resenstock L. and Mark R. C., eds. USA : W.B. Sownders.

Lauwerys, R. R. and Hoet P. 1993. "Lead", In **Industrial Chemical Exposure Guidelines for Biological Monitoring,** 2d ed. p. 55-64. USA. : Lewis Publishers.

Lee, *et. al.* 1993. "The effect of respiratory protect with biological monitoring on the health management of lead workers in a storage battery industry", **International Archives of Occupational & Environment Health.** 65 (1993), 181-184.

Mahaffey K.R, Annest J.L. and Roberts J. 1982. " National estimates of blood lead level : United States,1976 – 1980", **N Eng. J Med.** 39 (1982), 565 – 573.

Nigan, *et al.* 1996. "Development and maturation of the kidney", In **The Kidney,** 5 th ed. vol. 1 p. 72 - 93 USA : W.B. Saunders.

NIOSH. 1992."Preventing lead poisoning in construction workers" **http:** www.cdc.gov/niosh/91-116.html.

———. 1994. "Lead by GFAAS", **Manual of Analytical Methods (NMAM).** 4 th ed 15 (August 1994).

Nutall, K. L. 1995. "Evaluating lead exposure in the laboratory", **Laboratory Medicine.** 2 (1995), 118 - 123.

Patton, T. C. 1973. "Pigmentation of inks", In **Pigment Handbook,** vol 2 p. 163-186. USA : John Wiley and Sons Inc.

Picciotto, H. I. 1995. "Environmental risk assessment", In **Introduction to Environmental Epidemiology,** p.23-38. Talbott O. Evelyn and Craun F. Gunther, eds. USA. : CRC Press.

Purkis, P.l. 1983. "Printing", In **Encyclopaedia of Occupation Health and Safety,** vol 2. 3d ed. p. 1790-1795. Parmeggiani L., eds. Geneva : International Labour Organization.

Robert, G. 1999. "Lead", In **Occupational Environmental Neurotoxicology.** p. 30 – 67. USA : Lippincott – Raven Publishers.

/ Ronald, P. N. 2000. "Lead", In **OSHA Regulations and Guigelines : A Guide for Health Care Providers.** p. 22. – 227. USA. : Mosby - Year Book, Inc.

/ Saryan, L. A. and Zenz, C. 1994. "Lead and its compound", In **Occupational Medicine,** p.506 - 541.Zenz, C., eds. USA : Mosby - Year Book, Inc.

Somervaille, *et al.* 1988. " *In vivo* tibia lead measurement index of commulative exposure in occupation exposed subject", **British Journal of Industrial Medicine.** 3(1988), 174 - 181.

Staessen, *et al.* 1990. "Blood lead concentration renal function and blood pressure in London civil servants" , **British Journal Industrial Medicine.** 47 (1990) , 442-447.

Stellman, J. M.1998."Lead", In **Encyclopaedia of Occupational Health and Safety,** vol.3. p.63.19 - 63.24. Lui Parmeggiani eds. Geneva : International Labour Organization.

Stokinger, H. E. 1981. " Lead, Pb", In **Patty's Industrial Hygiene and Toxicology** , p.1701-1703 Clayton, G. D.and Clayton, F. E., eds. USA : A wiley - Interscience.

Thomas, C. T. 1994. " Research methods, study design, and analytic studies", **In Introduction to Epidemiology,** p. 229 – 232. London : Jones and Bartle publishers.

Tola,*et al.* 1973. " Parameters indicative of absorption and biological effect in new lead exposure : a prospective study", **Br. J Ind. Med.** 30 (1973),134 – 141.

Tsuchiya, K. 1986. "Lead", In **Handbook on the toxicology of metals**, p. 298-342 Friberg, L., Nordberg , G.F. and Vork V. eds. New York : Elsevier science.

Ulenbelt, P. *et al.* 1991. " An inverse lead air to lead blood relation : the impact of air - stream helmet", **International Archives of Occupational & Environmental Health.** 2(1991) , 89-95.

Walker, *et al* 1992. "Role of exposure database in risk assessment ", **Arch Environ Health.** 47 (1992), 408-420.

William, S.R. 1995. " Gastrointestinal problems", In **Basic Nutrition and Diet Therapy.** p. 334 – 342. 10 th. ed. St. Louis : Mosby – Year book, Inc.

World Health Organization. 1980. **Recommended Health Base Limits in Occupational Exposure to Heavy Metal.** Geneva.

———— 1993. **Environmental Health Criteria 155. Biomarkers and Risk Assesssment Concepts and Principles.** Geneva.

———— .1995. **Environmental Health Criteria 165. Inorganic Lead.** Geneva.

———— .1999. **Environmental Health Criteria 210. Principle for the Assessment of Risk to Human Health form Exposure to Chemical.** Geneva.

———— .2000. **Environmental Health Criteria 214. Human Exposure Assessment.** Geneva.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามข้อมูลสุขปฏิบัติและอาการของโรคพิษตะกั่ว

รหัส [ ] [ ] [ ]
วันที่ ...../...../.....

แบบสอบถามเพื่อวิทยานิพนธ์
แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่อง การประเมินการได้รับสารตะกั่วในคนงานโรงพิมพ์ใน
จังหวัดเพชรบุรี
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

<u>คำชี้แจง</u>
แบบสอบถามทั้งหมดแบ่งออกเป็น 3 หมวด จำนวน 56 ข้อ
หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป
หมวดที่ 2 พฤติกรรมการทำงาน
หมวดที่ 3 ข้อมูลด้านสุขภาพ

หมวดที่ 1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ.....สกุล.....

ชื่อสถานประกอบการ.....

ที่อยู่.....

..... สำหรับผู้วิจัย

1. อายุ .....ปี	☐☐
2. เพศ ☐ 1. ชาย ☐ 2. หญิง	☐
3. ส่วนสูง .....เซนติเมตร	☐☐☐.☐
4. น้ำหนัก .....กิโลกรัม	☐☐.☐
5. สถานภาพสมรส ☐ 1. โสด ☐ 2. สมรส / คู่ ☐ 3. หย่า / แยก ☐ 4. อื่นๆ ระบุ	☐
6. การศึกษาขั้นสูงสุด ☐ 1. ประถม ☐ 2. มัธยมต้น ☐ 3. มัธยมปลาย หรือ ปวช. ☐ 4. อนุปริญญา หรือ ปวส. ☐ 5. อื่นๆ ระบุ	☐
7. ท่านทำงานที่โรงพิมพ์แห่งนี้มานาน .....ปี.....เดือน	☐☐☐☐
8. ปัจจุบันท่านทำงานในแผนก.....	
9. ท่านทำงานในข้อ 8 มานาน.....ปี.....เดือน	☐☐☐☐
10. ก่อนที่จะเข้าทำงานที่โรงพิมพ์แห่งนี้ท่านเคยทำงานที่อื่นมาก่อนหรือไม่ ☐ 1. ไม่เคย ☐ 2. เคย 2.1. เกี่ยวกับ..... ระยะเวลา.....ปี.....เดือน 2.2 เกี่ยวกับ..... ระยะเวลา.....ปี.....เดือน	☐
11. ปัจจุบันท่านทำงานวันละ..... ชั่วโมง	☐☐
12. ท่านทำงาน.....วัน / สัปดาห์	☐
13. ท่านทำงานล่วงเวลา.....ชั่วโมง / สัปดาห์	☐☐

14. บ้านพักอาศัยของท่านอยู่ใกล้เคียงกับสถานประกอบการเหล่านี้หรือไม่ ☐

☐ 14.1 อู่เคาะพ่นสีรถยนต์

☐ 14.2 อู่ต่อเรือ หรือซ่อมเรือ

☐ 14.3 โรงงานแบตเตอรี่

☐ 14.4 ร้านซ่อมแบตเตอรี่

15. นอกเหนือจากงานในหน้าที่แล้ว ท่านทำงานอื่นหรือไม่ ☐

☐ 1. ไม่ทำ

☐ 2. ทำ ☐☐

☐ 2.1 งานพิเศษ ระบุ.....

☐ 2.2 งานอดิเรก ระบุ.....

16. ประวัติการสูบบุหรี่ ☐

☐ 1. ไม่เคยสูบบุหรี่ (ข้ามไปข้อ 17)

☐ 2. เคยสูบ แต่ปัจจุบันเลิกสูบแล้ว (ข้ามไปข้อ 17)

☐ 3. ปัจจุบันสูบบุหรี่

16.1 ท่านสูบบุหรี่วันละ.....มวน ☐☐☐

16.2 ใน 1 เดือน ท่านสูบบุหรี่.....วัน ☐☐

16.3 ท่านสูบบุหรี่มานาน.....ปี ☐☐

16.4 ท่านสูบบุหรี่ในขณะทำงานหรือไม่ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำ

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

17. ประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ☐

☐ 1. ไม่เคยดื่ม (ข้ามไปข้อ 18)

☐ 2. เคยดื่ม แต่ปัจจุบันเลิกดื่มแล้ว (ข้ามไปข้อ 18)

☐ 3. ปัจจุบันดื่มสุรา

17.1 จำนวนที่ท่านดื่มเหล้าต่อครั้ง .....เป๊ก

.....ก๊ก

.....แบน

.....กลม

สรุปปริมาณการดื่มเหล้าต่อครั้ง..... ซีซี / ครั้ง ☐☐☐☐

17.2 .ใน 1 เดือน ท่านดื่มเหล้า.....วัน ☐☐

17.3 ท่านดื่มเหล้ามานาน.....ปี ☐☐

18. ท่านเคยประสบอุบัติเหตุมาก่อนหรือไม่ ☐

☐ 1. ไม่เคย

☐ 2. เคย

ถ้าเลือก (1) ให้ข้ามไปตอบข้อ 19

ถ้าเลือก (2)

18.1. อุบัติเหตุที่เคยประสบคือ ☐

☐ 1. อุบัติเหตุบนท้องถนน (ระบุ).....

☐ 2. อุบัติเหตุในโรงงาน (ระบุ).....

☐ 3. อุบัติเหตุในบ้าน (ระบุ).....

☐ 4. อื่นๆ (ระบุ).....

18.2 อุบัติเหตุที่เคยประสบมีผลต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบันหรือไม่ ☐

☐ 1. มี

☐ 2. ไม่มี

ถ้ามี 18.2.1 ผลที่ทำให้เกิดคือ ☐ 1. พิการ ☐

☐ 2. ปวดหัวเรื้อรัง

☐ 3. คิดช้า

☐ 4. อื่นๆ ระบุ

<u>หมวดที่ 2. พฤติกรรมการทำงาน</u>

19. ท่านใช้หน้ากากปิดจมูกในขณะทำงานหรือไม่ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำ

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

20. ท่านสวมถุงมือขณะทำงานหรือไม่ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำ

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

21. ท่านใช้ผ้าคลุมผมหรือหมวกขณะทำงานหรือไม่ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำ

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

22. เมื่อท่านดื่มน้ำขณะทำงานท่านล้างมือก่อนหรือไม่ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำ

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

23. เมื่อท่านรับประทานอาหารกลางวันและอาหารว่างท่านล้างมือก่อนหรือไม่ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำ

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

24. ท่านถอดหมวกหรือผ้าคลุมผมก่อนรับประทานอาหารหรือไม่ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำ

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

25. ท่านเปลี่ยนชุดสำหรับทำงานโดยเฉพาะหรือไม่ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำ

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

26. เมื่อท่านกลับถึงบ้านท่านแยกเสื้อผ้าชุดทำงานออกไว้ต่างหากหรือไม่ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำ

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

27. ท่านซักเสื้อผ้าชุดทำงานรวมกับเสื้อผ้าอื่นหรือไม่ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำ

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

28. ท่านอาบน้ำทันทีหลังเลิกงานทุกวันหรือไม่ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำ

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

29. ท่านสระผมทันทีหลังเลิกงานหรือไม่ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำ

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

<u>หมวดที่ 3. ข้อมูลด้านสุขภาพ</u>

30. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่ ☐

☐ 1. มี

☐ 2. ไม่มี

<u>ถ้ามี</u> 30.1 โรคประจำตัวของท่าน คือ ☐☐☐

☐ 1. หอบหืด ☐ 2. โรคภูมิแพ้ ☐ 3. โรคเลือด

☐ 4. ความดันโลหิตสูง ☐ 5. วัณโรคปอด ☐ 6. โรคตับอักเสบ

☐ 7. โรคไต ☐ 8. อื่นๆ (ระบุ)

31. ก่อนที่จะเข้ามาทำงาน ท่านได้รับการตรวจสุขภาพหรือไม่ ☐

☐ 1. ตรวจ

☐ 2. ไม่ตรวจ

32. เมื่อเข้ามาทำงานแล้ว ท่านได้รับการตรวจสุขภาพประจำปีหรือไม่ ☐

☐ 1. ไม่เคย

☐ 2. เคยตรวจทุกปี

☐ 3. เคยตรวจปีเว้นปี

☐ 4. เคยตรวจทุก 3 ปีหรือมากกว่านั้น

33. ท่านเคยได้รับการตรวจหาระดับตะกั่วในเลือดหรือไม่ ☐

☐ 1. ไม่เคย เพราะ.....

☐ 2. เคย ครั้งสุดท้ายตรวจเมื่อ พ.ศ.....

ตั้งแต่ทำงานในโรงพิมพ์ท่านมีอาการดังต่อไปนี้หรือไม่

34. เวียนศรีษะ	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
35. ปวดศรีษะ	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
36. คลื่นไส้อาเจียน	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
37. เบื่ออาหาร	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
38. ลิ้นเหมือนรับรสโลหะ	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
39. อ่อนเพลียง่าย	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
40. ปวดเมื่อยตามกล้ามเนื้อ	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
41. ปวดตามข้อ	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
42. มือและเท้าเป็นตะคริว	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
43. มือเท้าอ่อนแรง	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
44. ชาตามมือ และเท้า	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
45. ปวดบิดอย่างรุนแรง ในท้องเป็นพักๆ	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
46. ท้องผูก	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
47. นอนไม่หลับ	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
48. กระวนกระวาย	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
49. ความคิดสับสน	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
50. ฝันร้าย	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
51. ตื่นเต้น	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
52. อารมณ์ฉุนเฉียวง่าย	☐ 1 . ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
53. หลงลืมง่าย	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
54. ไม่มีสมาธิ	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
55. การทรงตัวไม่ดี (เดินโซเซ)	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐
56. หมดความรู้สึกทางเพศ	☐ 1. ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่	☐

ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ

Hemoglobin.....g/dl

Hematocrit.....%

Basophillic stippling.....

ปริมาณตะกั่วในเลือด..... µg/dl....

ปริมาณตะกั่วในอากาศ.....mg/ m^3

ภาคผนวก ข
แบบสำรวจสิ่งแวดล้อมในการทำงาน

แบบสำรวจสิ่งแวดล้อมการทำงานในโรงพิมพ์ในจังหวัดเพชรบุรี

ส่วนที่ 1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อโรงพิมพ์ .....

ชื่อเจ้าของ / ผู้จัดการ .....

ที่ตั้ง เลขที่..... หมู่ .....ซอย.....ถนน.....

ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัดเพชรบุรี

ปีที่เริ่มดำเนินการ.....

จำนวนคนงาน.....คน ชาย.....คน หญิง .....คน

ส่วนที่ 2. ลักษณะสิ่งคุกคามสุขภาพอนามัย

1. ปัญหาเกี่ยวกับฝุ่น ☐

☐ 1. มองไม่เห็นฝุ่นในอากาศ และไม่มีฝุ่นบนพื้น

☐ 2. มองไม่เห็นฝุ่นในอากาศแต่มีฝุ่นสะสมบนพื้น

☐ 3. มีฝุ่นในอากาศแต่ไม่มีฝุ่นสะสมบนพื้น

☐ 4. มีฝุ่นในอากาศและมีฝุ่นสะสมบนพื้นมาก

2. ระบบระบายอากาศทั่วไป ☐

☐ 1. มีพื้นที่รวมของช่องเปิดไม่น้อยกว่า 1 / 10 ของพื้นที่ห้อง และเพดานสูงเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร

☐ 2. มีพื้นที่รวมของช่องเปิดไม่น้อยกว่า 1 / 10 ของพื้นที่ห้อง หรือเพดานสูงเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3.5 เมตร

☐ 3. ไม่มีช่องเปิดหรือการระบายอากาศน้อยกว่า 1 / 10 ของพื้นที่ห้อง และเพดานต่ำกว่า 3.5 เมตร

3. ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ ☐

☐ 1. มีการติดตั้งระบบระบายอากาศ และมีการใช้งาน

☐ 2. มีการติดตั้งระบบระบายอากาศ แต่ไม่ค่อยใช้งาน หรือไม่มีประสิทธิภาพ

☐ 3. ไม่มีการติดตั้งระบบระบายอากาศ

4. ลักษณะการทำความสะอาดเครื่องโรงพิมพ์ ☐

4.1 ใช้ไม้กวาด ☐

☐ 1. ไม่ใช้ ☐ 2. ใช้ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำทุกวัน

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง (.....ครั้ง / สัปดาห์)

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

4.2 ใช้ผ้าแห้งเช็ด ☐

☐ 1. ไม่ใช้

☐ 2. ใช้ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำทุกวัน

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง (ครั้ง / สัปดาห์)

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

4.3 ใช้ผ้าชุบน้ำเช็ด ☐

☐ 1. ไม่ใช้

☐ 2. ใช้ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำทุกวัน

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง (ครั้ง / สัปดาห์)

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

4.4 ใช้เครื่องดูดฝุ่น ☐

☐ 1. ไม่ใช้

☐ 2. ใช้ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำทุกวัน

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง (ครั้ง / สัปดาห์)

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

5. ลักษณะการทำความสะอาดพื้นโรงพิมพ์ ☐

5.1 ใช้ไม้กวาด ☐

☐ 1. ไม่ใช้

☐ 2. ใช้ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำทุกวัน

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง (ครั้ง / สัปดาห์)

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

5.2 ใช้ผ้าแห้งเช็ด ☐

☐ 1. ไม่ใช้

☐ 2. ใช้ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำทุกวัน

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง (ครั้ง / สัปดาห์)

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

5.3 ใช้ผ้าชุบน้ำเช็ด ☐

☐ 1. ไม่ใช้

☐ 2. ใช้ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำทุกวัน

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง (ครั้ง / สัปดาห์)

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

5.4 ใช้เครื่องดูดฝุ่น ☐

☐ 1. ไม่ใช้

☐ 2. ใช้ ☐

☐ 1. ปฏิบัติเป็นประจำทุกวัน

☐ 2. ปฏิบัติเป็นบางครั้ง (ครั้ง / สัปดาห์)

☐ 3. ไม่เคยปฏิบัติ

6. การใช้เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลขณะทำความสะอาด ☐

☐ 1. ไม่ใช้

☐ 2. ใช้ (เลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) ☐☐☐

☐ 2.1 หมวก

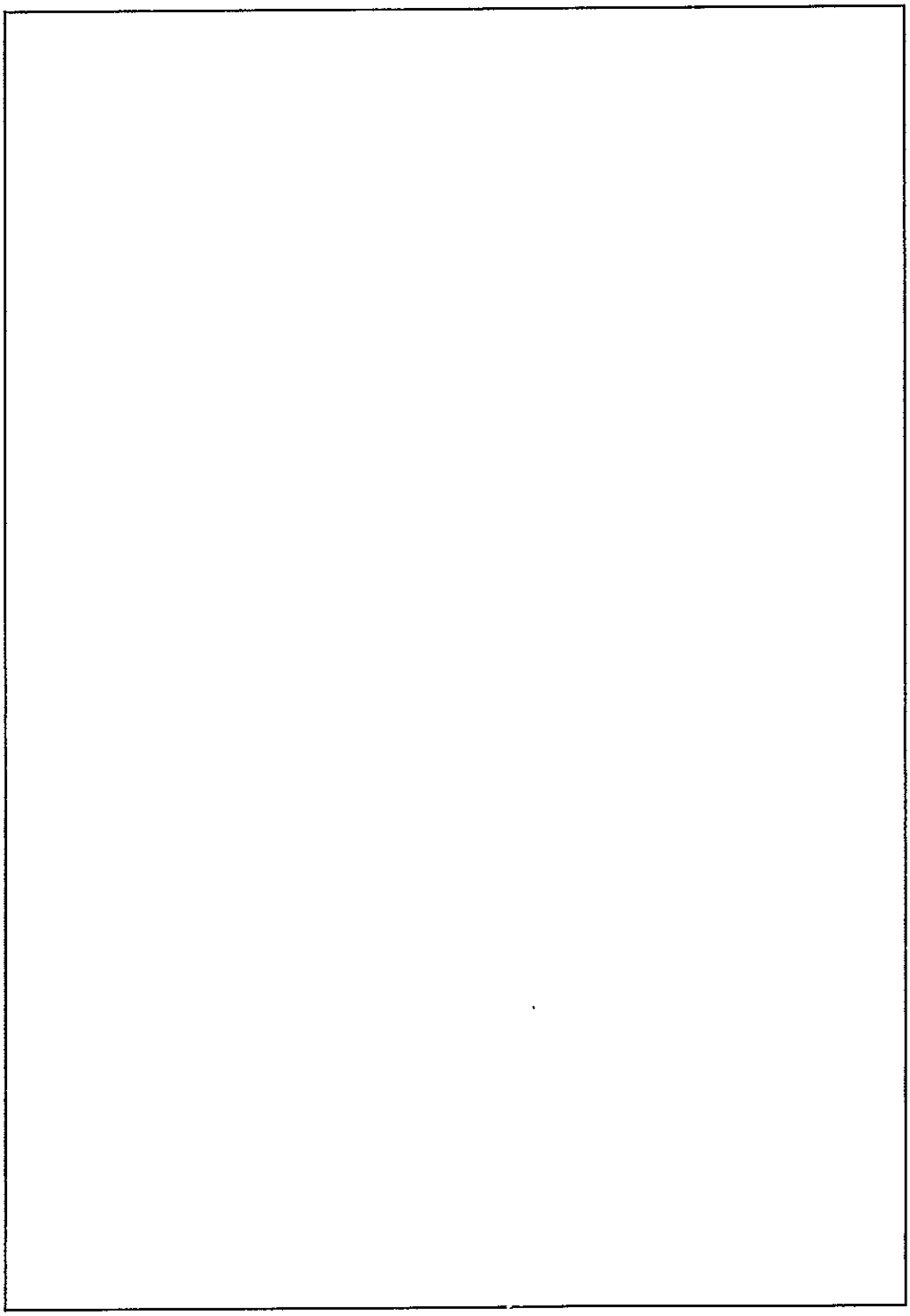
☐ 2.2 ผ้าปิดจมูก

☐ 2.3 ถุงมือ

☐ 2.4 อื่นๆ ระบุ.....

แผนผังของโรงพิมพ์

แสดงพื้นที่บริเวณต่างๆ ทางเข้าออก ตำแหน่งของสิ่งอุกอาม



ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด

1. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างเลือด

1.1 กระบอกฉีดยา (disposable syringe) ขนาด 5 ml (Terumo, Japan)

1.2 เข็มฉีดยา (sterile needle) เบอร์ 21 × 1.5 นิ้ว (Terumo, Japan)

1.3 อับสำลี พร้อมสำลีแอลกอฮอล์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคแล้ว

1.4 แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ (70% alcohol) (บริษัท ห้างขายยาตราเจ็ดดาว จำกัด, ประเทศไทย)

1.5 สายยางรัดแขน (tourniquet)

1.6 หมอนสี่เหลี่ยมขนาดเล็กรองแขน

1.7 Rack สำหรับเก็บตัวอย่างเลือด 1 อัน

1.8 กระติกเก็บความร้อน พร้อม ice pack

1.9 หลอดพลาสติกสำหรับใส่เลือดพร้อมสารกันเลือดแข็งชนิด heparin

1.10 หลอดพลาสติกสำหรับใส่เลือด พร้อมสารกันเลือดแข็งชนิด EDTA

2. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด

2.1 เครื่องอะตอมมิกแอบซอบชั่นสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แบบกราไฟต์เฟอร์เนส (Graphite furnace atomic absorption spectrophotometer) รุ่น GTA 100 SpectrAA – 800 ของ Varian, Australia.

2.2 Sonicator (CEM Corporation, USA)

2.3 Rotator

2.4 Mixer (Clay adams, USA)

2.5 Micropipette ขนาด 50 – 200, 200 – 1000 µl

2.6 Volumetric flask ขนาด 5, 50, 100, 1000 ml

2.7 Ultrasonic bath

2.8 Water bath

3. สารเคมีวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด

สารเคมีที่ใช้เป็น analytic grade

3.1 Triton X – 100 (Sigma chemical, USA)

3.2 Ammonium dihydrogen phosphate ; $(NH_4)_2 HPO_4$ (Merck, Germany)

3.3 Lead standard 1000 ppm (Merck, Germany)

3.4 Nitric acid (HNO_3) (Merck, Germany)

3.5 Argon gas (TIG, Thailand)

4. วิธีเตรียมสารเคมี

4.1 การเตรียม modifier เตรียมโดยใช้ 0.1% (w/v) triton X – 100 กับ 0.2% $(NH_4)_2 HPO_4$ โดยชั่ง 1 กรัม triton X - 100 และชั่ง 2 กรัม $(NH_4)_2 HPO_4$ เติมน้ำกลั่นปราศจากอิออนให้ครบ 1000 ml

4.2 การเตรียมสารละลายตะกั่วมาตรฐานจากเลือดคนโดยวิธี standard addition method ด้วย working standard ให้มีความเข้มข้นของตะกั่วในช่วง 0 – 60 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และดำเนินการวิเคราะห์ตามขั้นตอนเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่าง และ control sample ในเวลาเดียวกัน ซึ่งการเตรียม standard solution มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

4.2.1 การเตรียมสารละลายตะกั่วมาตรฐานในน้ำกลั่นปราศจากอิออน เตรียมสารละลายมาตรฐานจาก stock Pb 1000 mg/l เตรียมให้เป็น 100 mg/l จากนั้นนำสารละลายมาตรฐาน Pb 100 mg/l เตรียมให้เป็น 10 mg/l ดังนี้

4.2.1.1 นำ STD 1000 mg/l มา 5 ml เติมน้ำให้ครบ 50 ml จะได้สารละลายมาตรฐาน 100 mg/l

4.2.1.2 นำ STD 100 mg/l มา 5 ml เติมน้ำให้ครบ 50 ml จะได้สารละลายมาตรฐาน 10 mg/l

4.2.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่วใน human blood เตรียมให้มีความเข้มข้น 10, 20, 40, 60 ไมโครกรัม/เดซิลิตร หรือตามต้องการ เตรียมโดยนำสารละลายมาตรฐานในน้ำความเข้มข้น 10 mg/l มาใช้เตรียมสารละลายมาตรฐานในเลือดความเข้มข้น 10 – 60 ไมโครกรัม/เดซิลิตร

5. วิธีวิเคราะห์

5.1. การทำตัวอย่างเลือดให้เป็นตัวอย่างเดียวกัน โดยนำตัวอย่างเลือดออกจากตู้เย็น ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 – 2 ชั่วโมง หรือแช่ใน water bath 30 – 35 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที แล้ว homogenized ตัวอย่างเลือดโดยการเขย่าบนเครื่อง shaker หรือ rotator 15 นาที เพื่อให้ได้ตัวอย่างเลือดที่เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenous)

5.2 Pipette สารละลาย modifier 9 ส่วน (900µl) ลงใน microcentrifuge tube จากนั้นเติมตัวอย่างเลือด 1 ส่วน (100 µl) ลงไปเขย่าให้เข้ากันบน mixer

5.3 QC และสารละลายมาตรฐาน ดำเนินการเหมือนกับการเตรียมตัวอย่างเลือด

5.4 ถ่ายตัวอย่าง QC, STD ที่เตรียมเสร็จแล้วลงใน sample cup นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GFAAS ที่ความยาวคลื่น 283.3 นาโนเมตร

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์สารตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน

1. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ตัวอย่างสารตะกั่ว

1.1 Graphite furnace atomic absorption spectrophotometer (Varian, Australia)

1.2 Hot plate (Clayson, New Zealand)

1.3 Volumetric flask ขนาด 5, 50,100, 1000 ml

1.4 Micropipette ขนาด 50 – 200, 200 – 1000 ml

1.5 กระบอกตวง ขนาด 100 ml

2. สารเคมี

2.1 Nitric acid ;HNO_3 (Merck, Germany)

2.2 Lead standard 1000 ppm. (Merck, Germany)

2.3 Deionized distilled water

3. วิธีเตรียมสารเคมี

3.1. เตรียม 10% HNO_3 ตวง HNO_3 เข้มข้น 100 ml ลงใน volumetric flask แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1000 ml

3.2 เตรียมสารละลายมาตรฐานสำหรับเครื่อง graphite furnace atomic absorption spectrophotometer

3.2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐาน 100 µg/ml ใช้ 10 ml ของสารละลายตะกั่วมาตรฐาน (1000 mg/l) ลงใน volumetric flask 100 ml แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml ด้วย 10% HNO_3

3.2.2 เตรียมสารละลายมาตรฐาน 1 µg/ ml ใช้ 1 ml ของสารละลายตะกั่วมาตรฐาน 100 µg/ ml ลงใน volumetric flask 100 ml แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml ด้วย 10% HNO_3

3.2.3 เตรียมสารละลายมาตรฐาน 0.005 0.01 0.015 0.02 0.025 µg/ ml ใช้ 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 ml ของสารละลายมาตรฐาน 1 µg/ ml ลงใน volumetric flask 100 ml แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml ด้วย 10% HNO_3

4. วิธีวิเคราะห์

4.1. การเตรียมตัวอย่าง

4.1.1 เปิดตลับเก็บอากาศนำกระดาษกรองลงสู่ beaker ขนาด 50 ml

เติม 3 ml ของ HNO_3 เข้มข้น

4.1.2 นำ beaker ไปตั้งบน hot plate ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ต้มจนกระทั่งสารละลายเหลือติด beaker ประมาณ 0.5 ml

4.1.3 เติม 10% HNO_3 ประมาณ 3 – 5 ml ค่อยๆ เทโดยล้างข้าง beaker แล้วต้มให้เหลือสารละลายประมาณ 0.5 ml

4.1.4 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติม 10% HNO_3 10 ml เทลงสู่ volumetric flask10 ml

4.1.5 นำกระดาษกรองมาทำ blank ตามวิธีเดียวกับตัวอย่าง นำตัวอย่างที่เตรียมไปวัดด้วย GFAAS ที่ความยาวคลื่น 283.3 นาโนเมตร

ภาคผนวก จ.

ตารางภาคผนวก 1 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในสารตัวอย่างควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์

ตารางภาคผนวก 2 การตรวจสอบคุณภาพการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัม/ เดซิลิตร)

ตารางภาคผนวก 3 calibration standard curve ของการวิเคราะห์ตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน

ตารางภาคผนวก 4 การตรวจสอบคุณภาพการวิเคราะห์สารตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

ตารางภาคผนวก 5 Parameter ของเครื่อง AAS แบบ graphite รุ่น GTA 100 SpectrAA – 800 ของ Varian ในการวิเคราะห์ระดับสารตะกั่ว

ตารางภาคผนวก 6. ระดับตะกั่วในเลือด ระดับตะกั่วในบรรยากาศ ระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (hematocrit) ระดับฮีโมโกลบิน (hemoglobin) และ basophilic stippling จำแนกตามประเภทของโรงพิมพ์

ตารางภาคผนวก 7. ระดับความเข้มข้นสารตะกั่วในเลือดของคนงานโรงพิมพ์ระบบออฟเซท

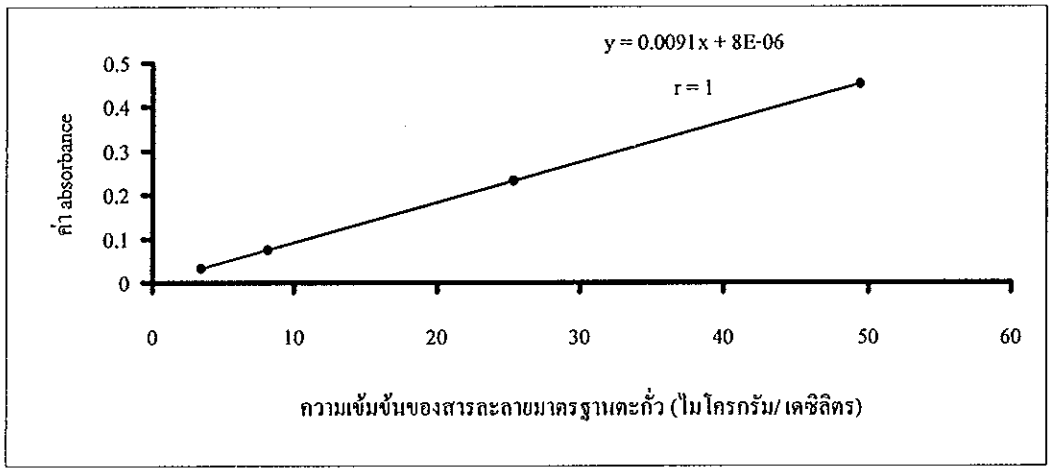
ตารางภาคผนวก 8. ระดับความเข้มข้นสารตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส

ตารางภาคผนวก9.ระดับความเข้มข้นสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซท

ตารางภาคผนวก 10. ระดับความเข้มข้นสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส

ตารางภาคผนวก 1 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในสารตัวอย่างควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์

สารละลาย	ความเข้มข้น (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)	% RSD	Mean absorbance	Readings
49.3 (41.9-56.7)	49.44	0.0	0.452	0.452
26.2 (22.3-30.2)	25.37	0.0	0.232	0.232
7.8 (6.6-9.0)	8.137	0.0	0.074	0.074
3.5 (3.1-4.1)	3.464	0.0	0.032	0.032



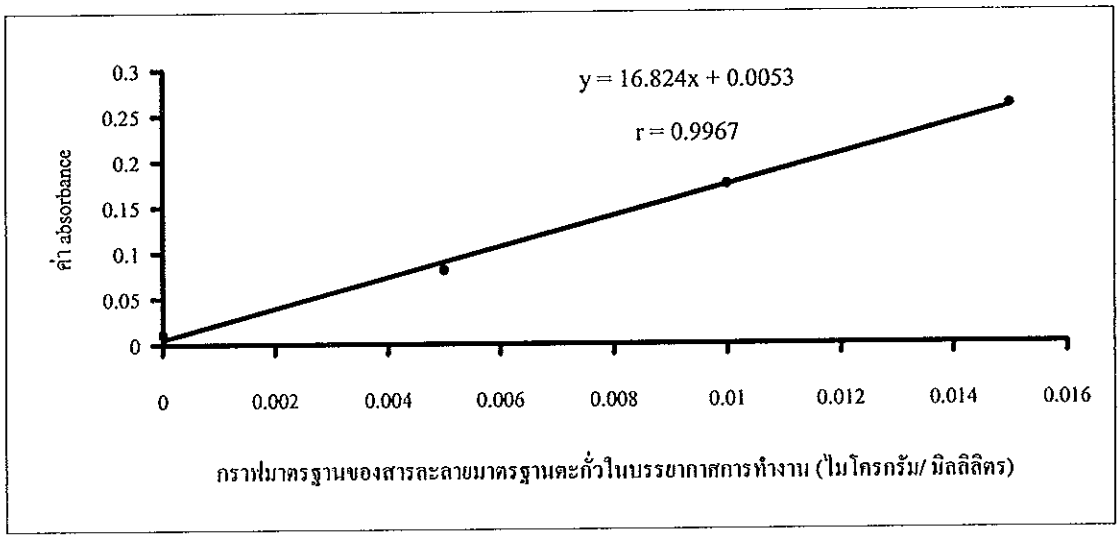
ภาพประกอบภาคผนวก 1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)

ตารางภาคผนวก 2 การตรวจสอบคุณภาพการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นตะกั่วในเลือด

การวิเคราะห์	ความเข้มข้น (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)	% RSD	Mean absorbance	Readings	
				1	2
ครั้งที่ 1	9.849	0.000		0.100	0.100
ครั้งที่ 2	9.940	0.000		0.075	0.075
ครั้งที่ 3	10.072	0.000		0.078	0.078

ตารางภาคผนวก 3 Calibration standard curve ของการวิเคราะห์ตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน

สารละลาย	ความเข้มข้น (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	% RSD	Mean absorbance	Readings	
				1	2
Cal zero	0.000	6.3	0.0110	0.115	0.0105
Standard 1	0.005	1.0	0.0805	0.0799	0.0810
Standard 2	0.010	0.3	0.1741	0.1745	0.1737
Standard 3	0.015	1.4	0.2602	0.2628	0.2576



ภาพประกอบภาคผนวก 2 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

ตารางภาคผนวก 4 การตรวจสอบคุณภาพการวิเคราะห์สารตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)

การวิเคราะห์	ความเข้มข้น (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	% RSD	Mean absorbance	Readings	
				1	2
ครั้งที่ 1	0.017	0.0		0.264	0.264
ครั้งที่ 2	0.018	0.0		0.268	0.268
ครั้งที่ 3	0.017	0.0		0.264	0.264

ตารางภาคผนวก5 Parameter ของเครื่อง AAS แบบ graphite รุ่น GTA 100 SpectrAA – 800 ของ Varian ในการวิเคราะห์ระดับสารตะกั่ว

Matrix 0.1% nitric acid

Atomizer pyrolytic coated partitioned graphite tube

Furnace operating condition

Step no.	Temperature (°C)	Time (sec)	Gas flow (l/ min)
1	85	5.0	3.0
2	95	20.0	3.0
3	120	20.0	3.0
4	450	10.0	3.0
5	450	5.0	3.0
6	600	10.0	3.0
7	600	5.0	3.0
8	600	2.0	0.0
9	1700	0.5	0.0
10	1700	2.0	0.0
11	2400	2.0	3.0
12	2400	2.0	3.0

Instrument parameters

Calibration mode	Concentration
Calibration algorithm	Linear
Measurement mode	Peak Height
Lamp Current	10.0 mA
Spectral bandwidth	0.5 nm
Wavelength	283.3 nm
Maximum absorbance	1.300
Gas type	Argon

ตารางภาคผนวก 6 ระดับตะกั่วในเลือด ระดับตะกั่วในบรรยากาศ ระดับความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (hematocrit) ระดับฮีโมโกลบิน (hemoglobin) และ basophilic stippling ของคนงาน จำแนกตามระบบการพิมพ์

ระบบการพิมพ์	โรงพิมพ์	จำนวน (คน)	ระดับตะกั่วในเลือด (μg/dl)	ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน ($\mu g/m^3$)	ระดับความเข้มข้นเม็ดเลือดแดง (g/dl)	ระดับฮีโมโกลบิน (%)	Basophilic stippling
ระบบออฟเซท	โรงพิมพ์ที่ 1	10	5.87 ± 2.75	0.4 ± 0.2	43.42 ± 2.78	14.05 ± 0.95	ไม่พบ
	โรงพิมพ์ที่ 2	1	5.70	0.14	44.1	14.3	ไม่พบ
	โรงพิมพ์ที่ 3	3	6.00 ± 1.66	0.14 ± 0.13	45.20 ± 2.33	14.54± 0.81	ไม่พบ
	โรงพิมพ์ที่ 4	4	4.17 ± 1.156	0.15 ± 0.11	44.52 ± 2.35	14.40 ± 0.28	ไม่พบ
	รวม	**18**	**5.50 ± 2.26**	**0.28 ± 0.21**	**44.0 ± 2.5**	**14.22 ± 7.82**	ไม่พบ
ระบบแลตเตอร์เพรส	โรงพิมพ์ที่ 5	3	8.12 ± 1.72	0.18 ± 0.14	41.63 3.76	12.83 1.21	ไม่พบ
	โรงพิมพ์ที่ 6	3	10.44 ± 8.30	0.2 ± 0.03	45.10 ± 1.67	14.60 ± 7.56	ไม่พบ
	โรงพิมพ์ที่ 7	1	11.66	0.28	41.1	12.4	ไม่พบ
	โรงพิมพ์ที่ 8	1	11.27	0.03	48.9	16.0	ไม่พบ
	โรงพิมพ์ที่ 9	1	12.25	0.02	46.0	15.1	ไม่พบ
	โรงพิมพ์ที่ 10	1	8.05	0.17	41.0	13.3	ไม่พบ
	โรงพิมพ์ที่ 11	1	14.61	0.08	42.9	14.9	ไม่พบ
	โรงพิมพ์ที่ 12	1	15.31	1.00	42.1	14.0	ไม่พบ
	โรงพิมพ์ที่ 13	1	7.14	0.08	47.5	15.0	ไม่พบ
	รวม	**13**	**10.46 ± 4.31**	**0.25 ± 0.23**	**43.85 ± 3.10**	**14.08 ± 1.27**	ไม่พบ

ตารางภาคผนวก 7 ระดับความเข้มข้นสารตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซท

คนที่	ระดับความเข้มข้นของสารตะกั่วในเลือดของคนงาน (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)	ระดับความเข้มข้นของสารตะกั่วในเลือดของคนงานที่ปรับด้วยค่า Hct (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)
1	3.19	4.13
2	11.05	12.04
3	6.83	7.71
4	3.58	4.60
5	5.85	6.79
6	4.59	5.54
7	2.75	3.82
8	5.99	9.91
9	9.89	10.81
10	4.99	6.05
11	5.70	6.65
12	5.11	6.09
13	7.92	8.81
14	4.97	5.89
15	5.76	6.65
16	3.12	4.11
17	4.25	5.24
18	3.56	4.47

ตารางภาคผนวก 8 ระดับความเข้มข้นสารตะกั่วในเลือดของคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส

คนที่	ระดับความเข้มข้นของสารตะกั่วในเลือดของคนงาน (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)	ระดับความเข้มข้นของสารตะกั่วในเลือดที่ปรับด้วยค่า Hct (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)
1	8.72	9.63
2	6.19	7.23
3	9.47	10.55
4	8.85	9.77
5	3.04	4.01
6	19.43	20.33
7	11.66	12.67
8	11.27	12.13
9	12.25	13.16
10	8.05	9.07
11	14.61	15.59
12	15.31	16.3
13	7.14	8.02

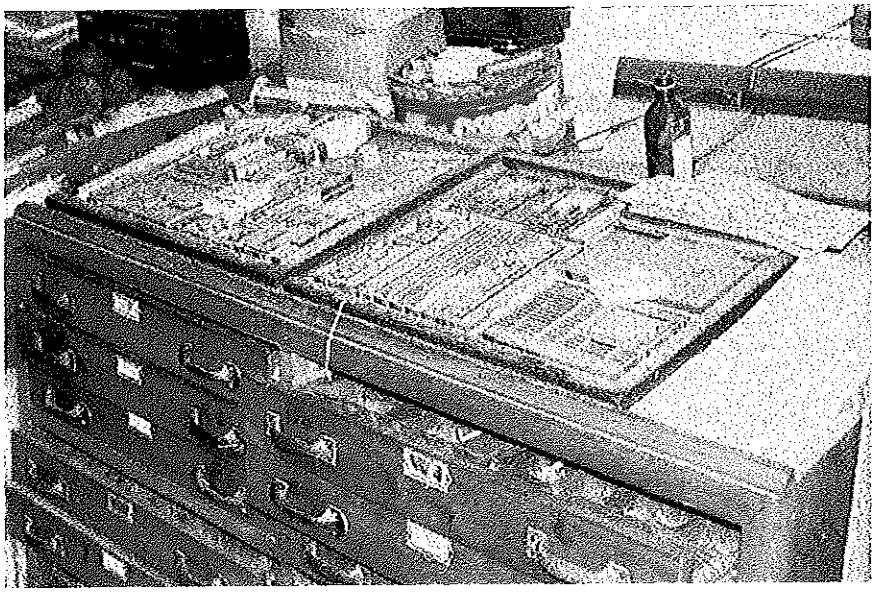
ตารางภาคผนวก 9. ระดับความเข้มข้นสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของคนงานในโรงพิมพ์ระบบออฟเซท

คนที่	ระดับความเข้มข้นของสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
1	0.59
2	0.10
3	0.21
4	0.72
5	0.30
6	0.72
7	0.17
8	0.39
9	0.44
10	0.37
11	0.14
12	0.02
13	0.13
14	0.28
15	0.29
16	0.20
17	0.13
18	0.01

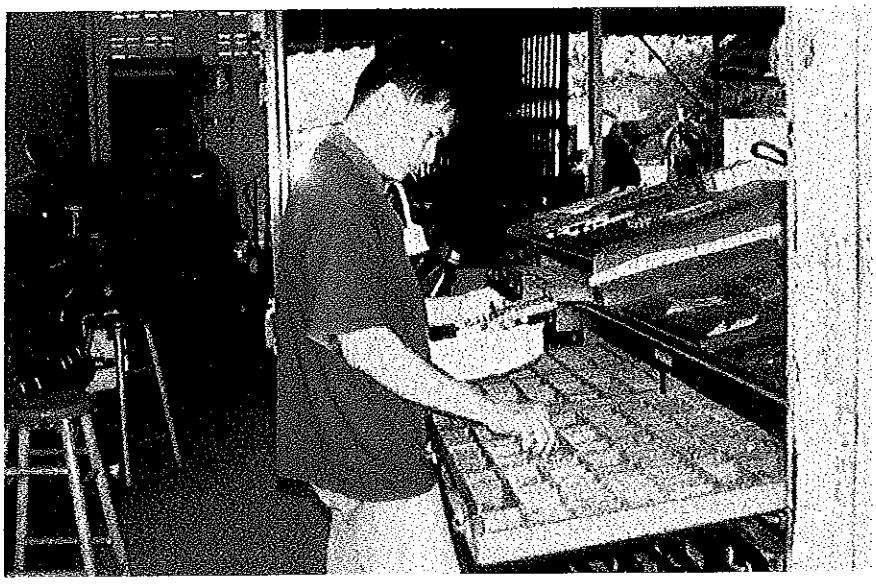
ตารางภาคผนวก 10 ระดับความเข้มข้นสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงานของคนงานในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส

คนที่	ระดับความเข้มข้นของสารตะกั่วในบรรยากาศการทำงาน (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
1	0.35
2	0.08
3	0.11
4	0.20
5	0.17
6	0.24
7	0.28
8	0.03
9	0.02
10	0.17
11	0.08
12	0.10
13	0.08

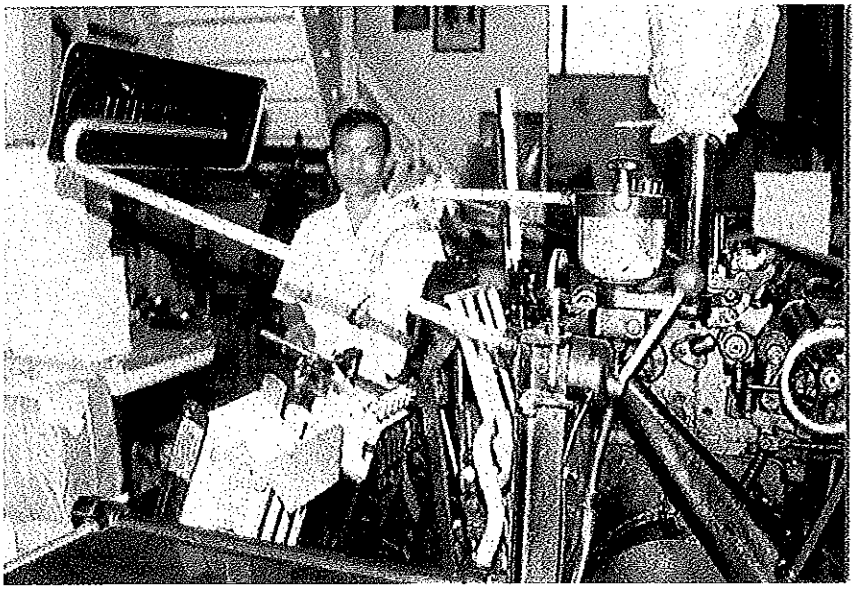
ภาคผนวก ฉ



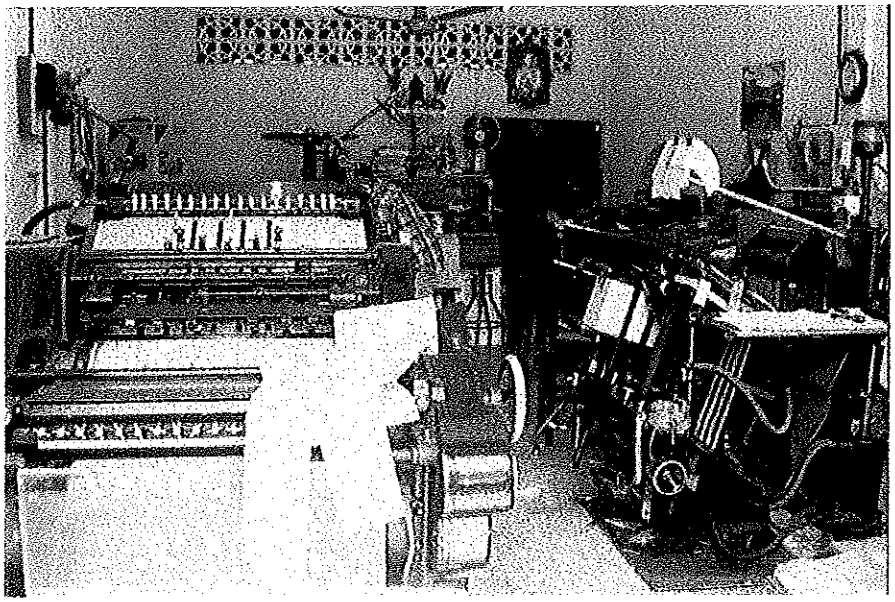
ภาพประกอบภาคผนวก 1 ตัวเรียงสำหรับใช้ในโรงพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส



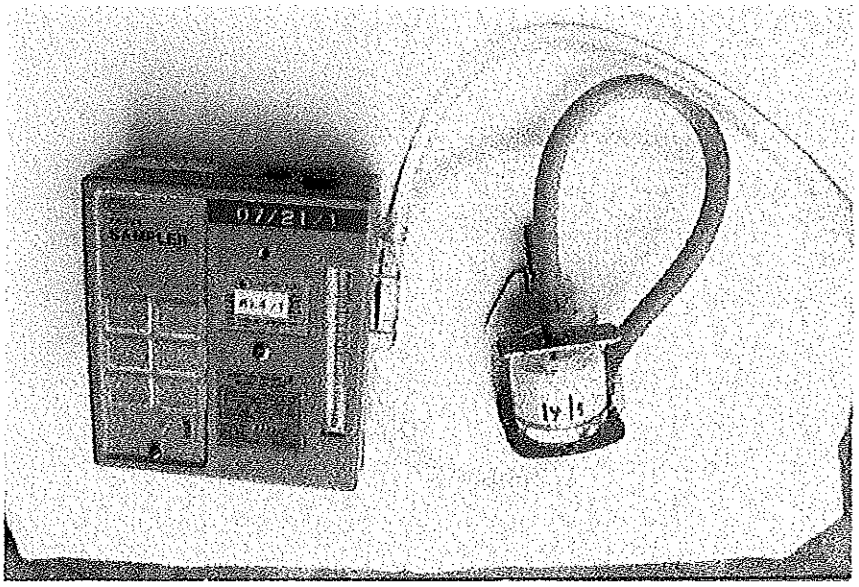
ภาพประกอบภาคผนวก 2 วิธีการนำตัวเรียงมาเรียงพิมพ์



ภาพประกอบภาคผนวก 3 โรงพิมพ์ในระบบเลตเตอร์เพรส



ภาพประกอบภาคผนวก 4 โรงพิมพ์ในระบบออฟเซท



ภาพประกอบภาคผนวก 5 เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศส่วนบุคคล

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล นางสาวสมพร กลิ่นพุฒตาล

วัน เดือน ปี 11 ตุลาคม 2514

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
- ประกาศนียบัตรพยาบาลศาสตร์และผดุงครรภ์ชั้นสูง	วิทยาลัยพยาบาลพระจอมเกล้า จังหวัดเพชรบุรี	2537
- สาธารณสุขศาสตร์บัณฑิต (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช	2540

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

พยาบาลวิชาชีพ 3 – 4 หอผู้ป่วยหนักแผนกอายุรกรรม ปี พ.ศ. 2537 – 2540

พยาบาลวิชาชีพ 5 งานอาชีวเวชกรรม กลุ่มงานเวชกรรมสังคม โรงพยาบาลพระจอมเกล้าจังหวัดเพชรบุรี พ.ศ. 2540 ถึง ปัจจุบัน