

ปริมาณโลหะหนักและเมทัลลอยด์อินทรีย์ในเลือดของพนักงานเชื่อมในอุตสาหกรรมประกอบลิฟต์
และบันไดเลื่อน

ณัฐนันท์ คงคาประเสริฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

กรกฎาคม 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ฌฐนันท์ คงคาประเสริฐ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัย
บูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถิรพงษ์ ถิรมนต์)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณ ภาณุตระกูล)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปภาศิริ บาร์เนท)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถิรพงษ์ ถิรมนต์)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณ ภาณุตระกูล)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปภาศิริ บาร์เนท)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์ สว่างวงศ์)
..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิมรัตน์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 12 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากโครงการบัณฑิตศึกษา ผีกรอบรมและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับของโครงการพัฒนาบัณฑิตและวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทบวงมหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจาก ได้รับความกรุณาให้คำปรึกษา และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ถิรพงษ์ ถิรมนัส ซึ่งเป็นประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ ภาณุตระกูล กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปภาศิริ บาร์เนท กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และประสบการณ์ในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชาญ สว่างวงศ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. สุบัณฑิต นิมรัตน์ ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้อง และมีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณ คุณอัลลี อุดมทรัพย์กุล และพนักงานทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเก็บตัวอย่างและตอบแบบสอบถามเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณแพทย์หญิงวารุณี จินารัตน์ ผู้อำนวยการสถาบันพยาธิวิทยา และเจ้าหน้าที่ของสถาบันพยาธิวิทยาทุกท่าน เจ้าหน้าที่บัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เกี่ยวกับการเบิกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ และ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกท่านที่คอยช่วยเหลืองานในห้องปฏิบัติการ

ท้ายสุดขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ที่ได้ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

ณัฐนันท์ คงคาประเสริฐ

45912016:สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คำสำคัญ: โลหะหนัก/ เมทัลโลทัยโอนิน/ เชื่อมโลหะ

ณัฐนันท์ กองกาประเสริฐ: ปริมาณโลหะหนักและเมทัลโลทัยโอนินในเลือดของพนักงานเชื่อมในอุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อน (HEAVY METALS AND METALLOTHIONEIN IN THE BLOOD OF WELDERS IN ELEVATORS AND ESCALATORS INDUSTRY) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: อธิพงษ์ อภิรมย์, Dr.P.H., สุวรรณ ภาณุตระกูล, D.Sc., ปภาศิริ บาร์เนท, Ph.D. 127 หน้า. ปี พ.ศ. 2550

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของแคดเมียม ทองแดง สังกะสี และตะกั่ว และการพบเมทัลโลทัยโอนินในเลือดของพนักงานเชื่อม 35 คน และพนักงานประกอบ 47 คน ในโรงงานอุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ตัวอย่างเลือดจากพนักงานทำการวิเคราะห์ระดับโลหะหนักด้วยเครื่องอะตอมมิก แอ็บซอร์ปชัน สเปกโตรมิเตอร์ และตรวจโปรตีนเมทัลโลทัยโอนินด้วยเทคนิค Western Blotting พร้อมทั้งทำการสัมภาษณ์พนักงานเพื่อเก็บข้อมูลด้านประชากรสังคม สภาพการทำงาน ประสิทธิภาพการทำงาน การปฏิบัติตนเพื่อป้องกันโรค และการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล รวมทั้งประวัติของโรคระบบทางเดินหายใจและประวัติการสูบบุหรี่

ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยระดับสังกะสี ทองแดง แคดเมียม และตะกั่วในเลือดพนักงานเชื่อมมีค่าเฉลี่ยที่ 54.76, 63.51, 0.12, 4.37 $\mu\text{g/dl}$ ตามลำดับ ส่วนพนักงานประกอบมีค่าเฉลี่ยระดับสังกะสี ทองแดง แคดเมียม และตะกั่วในเลือดเท่ากับ 54.71, 63.50, 0.11, 4.25 $\mu\text{g/dl}$ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยโลหะหนักทั้ง 4 ตัวในเลือดระหว่างพนักงานเชื่อมและพนักงานประกอบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนการตรวจเมทัลโลทัยโอนินถูกพบได้ในพนักงานเชื่อม 4 คนเท่านั้น สอดคล้องกับค่าแคดเมียมในเลือดที่สูงต่างจากพนักงานที่เหลือทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p < 0.05$)

สภาพการทำงานและประสิทธิภาพการทำงาน การปฏิบัติตนเพื่อป้องกันโรค และการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อระดับโลหะหนักในเลือด พนักงานทั้งสองกลุ่มของโรงงานนี้แม้มีปริมาณโลหะหนักในเลือดอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยทั้งนี้เพราะการจัดการด้านความปลอดภัย และระบบระบายอากาศภายในอาคารที่ดี อย่างไรก็ตามการตรวจพบเมทัลโลทัยโอนินในพนักงานเชื่อมบางคนที่มีแคดเมียมในเลือดสูง แสดงว่าเมทัลโลทัยโอนินสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดการรับสัมผัสแคดเมียมได้ เนื่องจากจะบ่งชี้การเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นในเลือดก่อนที่จะเข้าสู่ระดับไม่ปลอดภัย

45912016: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS: HEAVY METAL/ METALLOTHIONEIN/ WELDING

NATANAN KHONGKHAPRASEART: HEAVY METALS AND METALLOTHIONEIN IN THE BLOOD OF WELDERS IN ELEVATORS AND ESCALATORS INDUSTRY. THESIS ADVISORS: THIRAPONG THIRAMANUS, Dr.P.H., SUWANNA PANUTRAKUL, D.Sc., PRAPARSIRI BARNETTE, Ph.D. 127 P. 2007.

The objective of the case study includes a comparative assessment of cadmium, copper, zinc, and lead intensity levels, and metallothionein detection in blood samples of 35 welders and 47 assembly line workers in an elevator and escalator factory in Chonburi Province. Concentrations of zinc, copper, cadmium, and lead in the blood samples were determined with atomic absorption spectrometer while the expression of metallothionein was detected by Western Blot technique. Other factors considered were demographics, work experiences, personal hygiene, and personal safety measures, which were processed by interview. Personal records were also collected, consisting of medical records, respiratory system, and smoking status to observe if lifestyles play a role in the blood's heavy metal level.

The result showed the geometric means of zinc, copper, cadmium, and lead concentrations in welders' blood as 54.76, 63.51, 0.12, and 4.37 $\mu\text{g/dl}$, respectively. As for assembly line workers' blood, the means were 54.71, 63.50, 0.11, and 4.25 $\mu\text{g/dl}$, respectively. No significant difference of heavy metal means in blood of the two groups has been found ($p>0.05$) and it is within safety dose standards. Metallothionein was found in only 4 welders which was significantly higher than the cadmium concentration from other workers ($p<0.05$).

The nature of the work and the differences in worker's personal hygiene and safety measures did not have any impact on the level of heavy metals in the blood. The blood samples from both types of workers contained heavy metals under the standard level, because of safety and a standard quality of ventilation management. Therefore, metallothionein detection in workers with high cadmium concentration in the blood samples showed that metallothionein could be a marker to determine cadmium exposure on workers. It could indicate the deviation of cadmium concentration in the blood before it surpassed safety limits.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
การเชื่อม โลหะกับงานอุตสาหกรรม.....	6
ผลกระทบต่อสุขภาพจากการเชื่อมโลหะ.....	8
การป้องกันอันตรายจากงานเชื่อมและการควบคุม.....	11
ดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ.....	15
โลหะและการตรวจวัดโลหะหนัก.....	16
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโลหะหนัก และเมทัล โลหะอินทรีย์.....	37
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	44
รูปแบบการวิจัย.....	44
ประชากรศึกษาและตัวอย่าง.....	44
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	44

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การศึกษาปริมาณเมทิลโลทัยโอนีนในเลือด.....	48
Western Immonoblotting.....	51
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
4 ผลการวิจัย.....	54
ส่วนที่ 1 ลักษณะทางประชากรสังคม.....	54
ส่วนที่ 2 สภาพการทำงานและประสิทธิภาพการทำงาน.....	56
ส่วนที่ 3 การปฏิบัติตนเพื่อป้องกันโรค และ การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตราย	
ส่วนบุคคล.....	57
ส่วนที่ 4 ประวัติของโรคระบบทางเดินหายใจ และประวัติการสูบบุหรี่.....	60
ส่วนที่ 5 ผลการตรวจวัดระดับโลหะหนักในเลือดและเมทิลโลทัยโอนีนในเลือด	63
ส่วนที่ 6 เปรียบเทียบระดับโลหะหนักและเมทิลโลทัยโอนีนในเลือด.....	70
ส่วนที่ 7 เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับระดับโลหะหนักในเลือด.....	71
ส่วนที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับเมทิลโลทัยโอนีน.....	86
5 อภิปรายและสรุปผล.....	89
อภิปรายผลการทดลอง.....	89
สรุปผลการทดลอง.....	99
ข้อเสนอแนะ.....	101
บรรณานุกรม.....	102
ภาคผนวก.....	113
ภาคผนวก ก ใบยินยอมร่วมการวิจัย.....	114
ภาคผนวก ข แบบสอบถามการวิจัย.....	117
ภาคผนวก ค การเตรียมสาร.....	123
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	127

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องระดับแคดเมียมในเลือดและปัสสาวะในประชากรทั่วไปและกลุ่มเสี่ยง.....	39
2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องระดับทองแดงในเลือดและปัสสาวะในประชากรทั่วไปและกลุ่มเสี่ยง.....	41
3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องระดับสังกะสีในเลือดและปัสสาวะในประชากรทั่วไปและกลุ่มเสี่ยง.....	42
4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องระดับตะกั่วในเลือดและปัสสาวะในประชากรทั่วไปและกลุ่มเสี่ยง....	43
5 จำนวนและร้อยละของตัวอย่าง ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อน จำแนกตามลักษณะทางประชากรสังคม.....	55
6 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานในโรงงานประกอบลิฟต์และ บันไดเลื่อน จำแนกตามสภาพการทำงานและประสบการณ์ทำงาน.....	56
7 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานใน โรงงานประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อน - จำแนกตาม การปฏิบัติตนเพื่อป้องกันโรคและการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล.....	58
8 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานใน โรงงานจำแนกตามประวัติของ โรคระบบทางเดินหายใจ และประวัติการสูบบุหรี่.....	60
9 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานใน โรงงานประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อน จำแนกตามระดับสาร โลหะหนัก และเมทิล โลหัยโอนินในเลือด.....	64
10 เปรียบเทียบระดับโลหะหนักเฉลี่ยในเลือด ของผู้ปฏิบัติงานใน โรงงานอุตสาหกรรม ประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนระหว่างผู้ที่พบและไม่พบเมทิล โลหัยโอนิน.....	70
11 เปรียบเทียบ Logarithm ระดับโลหะหนักในเลือดของตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานใน โรงงาน อุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนกับเพศ.....	73
12 เปรียบเทียบ Logarithm ระดับโลหะหนักในเลือดของตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานใน โรงงาน ประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนกับลักษณะงาน.....	74
13 เปรียบเทียบ Logarithm ระดับโลหะหนักในเลือดของตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานใน โรงงาน อุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อน กับการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล.....	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
14 เปรียบเทียบ Logarithm ระดับโลหะหนักในเลือดของตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานในโรงงาน อุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนกับการอบรมเกี่ยวกับอันตรายและ การป้องกันอันตรายเนื่องจากฝุ่นและฟุ้งโลหะกับระดับโลหะหนักในเลือด.....	76
15 เปรียบเทียบ Logarithm ระดับโลหะหนักในเลือดของตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานในโรงงาน อุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนกับการสูบบุหรี่.....	77
16 เปรียบเทียบ Logarithm ระดับโลหะหนักในเลือดของตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานในโรงงาน ประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนกับอายุ.....	78
17 เปรียบเทียบ Logarithm ระดับโลหะหนักในเลือดของตัวอย่างผู้ปฏิบัติงานในโรงงาน อุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อน ระหว่าง ระยะเวลาในการทำงาน.....	79
18 จำนวนและร้อยละ จำแนกตามการพบเมทัลโลทัยไอออนินและลักษณะทางประชากร.....	86
19 จำนวนและร้อยละ จำแนกตามการพบเมทัลโลทัยไอออนินและสภาพการทำงานและ ประสบการณ์การทำงาน.....	87
20 จำนวนและร้อยละ จำแนกตามการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและ เมทัลโลทัยไอออนิน.....	88
21 จำนวนและร้อยละ จำแนกตามการพบเมทัลโลทัยไอออนินและการสูบบุหรี่.....	88
22 ระดับความเข้มข้นแคดเมียมในเลือดที่เคยศึกษาในประเทศไทย.....	90
23 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด.....	91
24 ระดับความเข้มข้นของทองแดงในเลือดในงานวิจัยอื่น ๆ.....	93
25 ระดับความเข้มข้นของสังกะสีในเลือดของคนสุขภาพแข็งแรงและงานวิจัยอื่น ๆ.....	95

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
2 กระบวนการเชื่อมในแบบต่าง ๆ.....	8
3 เส้นทางการรับโลหะเข้าสู่ร่างกาย.....	9
4 ระบบระบายอากาศขณะเชื่อม.....	11
5 ลวดเชื่อมที่อาจก่อให้เกิดอันตรายขณะทำการเชื่อม.....	12
6 การแต่งกายในขณะที่เชื่อมชิ้นงานที่รัดกุมปลอดภัย.....	13
7 การดูดซึม การแพร่กระจายและการขับออกของทองแดง.....	26
8 โครงสร้างเมทัลโลทัยโอซิน.....	34
9 การแสดงออกของโปรตีนเมทัลโลทัยโอซินกับแคดเมียมในเลือดและในปัสสาวะ.....	35
10 ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายตัวของระดับสังกะสี และทองแดงในเลือดก่อนทำการ ปรับข้อมูล.....	66
11 ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายตัวของระดับตะกั่วและแคดเมียมในเลือดก่อนทำการ ปรับข้อมูล.....	67
12 ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายตัวของระดับสังกะสีและทองแดงในเลือดหลังทำการ ปรับข้อมูล.....	68
13 ฮิสโตแกรมแสดงการกระจายตัวของระดับแคดเมียม และตะกั่วในเลือดหลังทำการ ปรับข้อมูล.....	69
14 แสดงการเปรียบเทียบ Logarithm ระดับทองแดงและสังกะสีในเลือดกับเพศ.....	80
15 แสดงการเปรียบเทียบ Logarithm ระดับแคดเมียม และตะกั่ว ในเลือดกับเพศ.....	81
16 แสดงการเปรียบเทียบ Logarithm ระดับสังกะสีและทองแดงในเลือดกับอายุ.....	82
17 แสดงการเปรียบเทียบ Logarithm ระดับแคดเมียมและตะกั่วในเลือดกับอายุ.....	83
18 แสดงการเปรียบเทียบ Logarithm ระดับสังกะสีและทองแดงในเลือดกับลักษณะงาน....	84
19 แสดงการเปรียบเทียบ Logarithm ระดับแคดเมียมและตะกั่วในเลือดกับลักษณะงาน.....	85