บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผล

อภิปรายผลการทดลอง

1. ระดับโลหะในเลือด

1.1 แคดเมี่ยม

โดยปกติแล้วระดับความเข้มข้นของแคดเมี่ยมในเลือดซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การรับสัมผัสแคดเมี่ยมสามารถตรวจพบได้ระยะเวลาสั้นประมาณ 2-3 เดือน หลังจากนั้นแคดเมี่ยมจะถูกกำจัดออกจากร่างกาย (International Program on Chemical Safety [IPCS], 1992) จากการตรวจแคดเมี่ยมในเลือดของพนักงานเชื่อมในโรงงานอุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อน ซึ่งทำงานติดต่อกันตลอดเวลา พบความเข้มข้นเฉลี่ยของแคดเมี่ยมในเลือดมีค่าเท่ากับ 0.12 µg/ dl มีค่าใกล้เคียงกับพนักงานประกอบในโรงงานเดียวกันปริมาณเฉลี่ยที่ 0.11 µg/ dl ค่าความเข้มข้นของแคดเมี่ยมในพนักงานทั้งสองกลุ่มนี้ถือว่าอยู่ในระดับสูงกว่าเล็กน้อยกว่ากลุ่มคนไม่เสี่ยงที่ทำงานไม่สัมผัสแคดเมี่ยมในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลรายงานโดย จินตนา ศิริวราศัย, สมิง เก่าเจริญ และ วินัย วรานุกูล (2544) แต่ต่ำกว่ากลุ่มเสี่ยงคือตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานครรายงานโดย เสริมทรัพย์ วรรธกะวิกรานต์, วิยะดา แสนศรีมหาชัย และวนิดา ศิวิมลกุล (2544) ดังในตารางที่ 22

ระดับความเข้มข้นของแคดเมี่ยมในเลือดของพนักงานเชื่อมมีค่าช่วงระหว่าง 0.04-0.49 µg/ dl และพนักงานประกอบในโรงงานอุตสาหกรรมมีค่าระหว่าง 0.03-0.28 µg/ dl จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยโดย American Conference of Government and Industrial Hygienist (ACGIH, 1996) ได้กำหนดระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัยของแคดเมี่ยมที่ควรพบในเลือดพนักงานในโรงงานที่ไว้ที่ < 0.50 µg/ dl โดย ACGIH ได้กำหนดการปฏิบัติตนต่อคนงานที่สัมผัสกับแคดเมี่ยมไว้ 3 ระดับดังนี้

ระดับ 1 ถ้าระดับความเข้มข้นของแคดเมี่ยมในเลือดพนักงานมีค่า < 0.50 µg/ dl แนะนำให้เฝ้าระวังอย่างใกล้ชิดทั้งในคนงานและสิ่งแวดล้อม

ระดับ 2 พนักงานที่มีความเข้มข้นของแคดเมี่ยมในเลือด > 0.50 ถึง ≤ 1. 5 µg/ dl จะเป็นระดับที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ควรมีมาตรการป้องกันไม่ให้พนักงานที่สัมผัสแคดเมี่ยมเป็นเวลา นานโดยแนะนำให้ย้ายพนักงานไปทำงานที่แผนกอื่น

ระดับ 3 พนักงานที่มีความเข้มข้นของแคดเมี่ยมในเลือด > 1.5 µg/ dl จะบังคับให้ย้ายออกจากบริเวณที่ต้องทำงานสัมผัสกับแคดเมี่ยม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาครั้งนี้แม้ว่าระดับความเข้มข้นของแคดเมี่ยมในเลือดของพนักงานจะปลอดภัย อยู่ในเกณฑ์ที่ ACGIH กำหนดไว้ แต่ก็ควรมีการเฝ้าระวังการรับสัมผัสของคนงานด้วยการตรวจแคดเมี่ยมในเลือดทุก ๆ 6 เดือน รวมทั้งการตรวจแคดเมี่ยมในสิ่งแวดล้อมโรงงาน

ตารางที่ 22 ระดับความเข้มข้นแคดเมี่ยมในเลือดที่เคยศึกษาในประเทศไทย

ผู้ศึกษา ปีที่รายงาน ประเทศ	ระดับแคดเมี่ยมในเลือด(μg/dl)	หมายเหตุ
(จินตนา ศิริวราศัย, สมิง เก่าเจริญและวินัย วนานุกูล, 2544) ประเทศไทย	0.085 μg/ dl	คนปกติ
(เสริมทรัพย์ วรรธกะวิกรานต์,วิยะดา แสนศรี มหาชัย และวนิดาศิวิมลกุล, 2544) ประเทศไทย	0.21 μg/ dl	ตำรวจจราจร

1.2 ตะกั่ว

ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของตะกั่วในเลือดของพนักงานเชื่อมและพนักงานประกอบในโรงงานอุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรีนี้ มีค่าเท่ากับ 4.37 และ 4.25 μg/ dl ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของตะกั่วในเลือดเมื่อเปรียบเทียบกับพนักงานโรงงานที่ใช้ตะกั่วในกระบวนการผลิตในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือจังหวัด ลำพูน ที่รายงานโดย ชยันตร์ธร ปทุมานนท์ และชไมพร ทวิชศรี (2544) ไม่มากนัก แต่มีค่าต่ำกว่าความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของผู้ประกอบอาชีพซ่อมและทำสีรถยนต์ในเขตภาคเหนือตอนบน ซึ่งรายงานโดย สุดใจ นันอารัตน์ และ มณี เขมันตรการ (2542) นอกจากนี้ยังมีค่าต่ำกว่าความเข้มข้นของตะกั่วในกลุ่มคนงานเหมืองตะกั่ว, กลุ่มคนงานอาชีพนำตะกั่วมาหลอมใหม่, กลุ่มคนงานที่สัมผัสสารตะกั่ว และ กลุ่มคนงานโรงงานแบตเตอรี่ในประเทศไทย อย่างมาก ซึ่งรายงานโดย Van and Mets (1991) Tomokuni, Ichiba, and Mori (1992) พรรณี พิเดช และ คณะ (2539) ดังในตารางที่ 23

ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของพนักงานเชื่อมมีค่าระหว่าง 1.61- 16.6 μg/ dl และพนักงานประกอบในโรงงานอุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนมีค่าระหว่าง 2.19 – 11.35 μg/ dl ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยโดย American Conference of Government and Industrial Hygienist (ACGIH, 1996) ได้กำหนดระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัยของตะกั่วในเลือดของพนักงาน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ในโรงงานไว้ที่ < 30 µg/ dl สำหรับโรงงานประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนที่เข้าไปทำการศึกษาในครั้งนี้ ได้มีมาตรการในการเฝ้าระวังการรับสัมผัสสารตะกั่ว โดยกำหนดให้มีการตรวจสุขภาพแก่พนักงานในโรงงานเป็นประจำปีละ 1 ครั้ง นอกจากนี้ยังมีการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของโลหะในบรรยากาศ และบริเวณที่เสี่ยงต่อการสัมผัสตะกั่วปีละ 1 ครั้ง

ตารางที่ 23 ระดับความเข้มข้นของตะกั่วในเลือด (พรรณี พิเดช และคณะ, 2539)

ปี	คณะผู้รายงาน	รายงานในกลุ่ม		หมายเหตุ
		คนที่มิได้สัมผัสสารตะกั่ว µg/ dl	คนที่สัมผัสสารตะกั่ว µg/ dl	
1968	Nakao K et al.		102	ผู้ป่วยโรคพิษตะกั่ว
1970	Hemberg S & Nikkeanen J	3-10	11-94	
1974	Sakurai H et al.	13.9 ± 0.8 (3-25)	32.1 ± 1.3 (9-63)	
1975	Tomokuni K et al.		36 ± 13	คนงานโพลีไวนิลคลอไรด์
1976	Alessio L et al.	15-150		
1976	Lauhachinda B	7.97 ± 4.16		คนในชนบท
		12.74 ± 6.00		คนในกรุงเทพ
			35.4 ± 18.99	คนในโรงงานแบตเตอรี่
1976	Tomokuni K & Ogata M	10 ± 2	26 ± 11	คนงานโพลีไวนิลคลอไรด์
1977	Lilis R et al.		≥ 40	คนอาชีพนำตะกั่วเก่ามาหลอมใหม่
1979	Meredith PA et al.	29 ± 17	64 ± 24	
1982	Grunder FI et al.		< 40	คนงานโรงงานผลิตเหล็กกล้า
			< 60	คนงานอาชีพหล่อทองเหลือง
			≤ 40	คนงานอาชีพต่อเรือเกือบ
1982	Kono K et al.		< 80	คนงานโรงงานแบตเตอรี่
1982	Labreche F & P' an A	18.69 ± 6.05	24.58 ± 6.17	กลุ่มคนงานโรงงานเหล็ก
			66.91 ± 12.61	กลุ่มคนงานโรงงานแบตเตอรี่
			80.80 ± 13.54	คนงานโรงงานหลอมตะกั่ว
1982	Telisman S et al.		ไม่เกิน 25, 35 และ60	คนงานที่สัมผัสสารตะกั่ว
1982	Valentine et al	22.0 ± 5.9	61.3 ± 12.80	คนงานนำตะกั่วมาหลอมใหม่
1985	Torrance JD et al.	13.8 ± 10.1	65.5 ± 23.0	
1986	Mets JT		54.5 ± 21.63 (16-105)	กลุ่มคนงานโรงงานหลอมตะกั่ว,แบตเตอรี่
1988	Letourneau et al.		29.56 ± 17.42 (7.1-7.5)	
1991	L'Abbate et al. .	8.4 ± 4.5 (720 คน)		

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 23 (ต่อ)

ปี	คณะผู้รายงาน	รายงานในกลุ่ม		หมายเหตุ
		คนที่มิได้สัมผัสสารตะกั่ว µg/ dl	คนที่สัมผัสสารตะกั่ว µg/ dl	
1991	Van Heerden & Mets	-	30.85 ± 7.5 (9-66) (1400 คน)	กลุ่มคนงานเหมืองตะกั่ว
1992	Tomokuni et al.		43 ± 19 (22 คน)	กลุ่มคนงานอาชีพนำตะกั่วมาหลอมใหม่
1995	Kim et al.	10.8 ± 4.4 (26 คน)	45.7 ± 15. (66 คน)	
1996	พรรณี พิเดช และ คณะ, 2539	3-10 (106 คน)	6-10 (47 คน)	โรงงานเล็กโทรนิกส์
			12-54 (97 คน)	โรงงานแบตเตอรี่
			5-32	โรงงานพลาสติก
			2-16	โรงพิมพ์
1999	สุดใจ นันอารัตน์ และ มณี เขมันตรการ, 2542		6	กลุ่มผู้ซ่อมหม้อน้ำรถยนต์ เขตภาคเหนือ ประเทศไทย
2001	ชยันตร์ธร ปทุมานนท์ และ ชไมพร ทวิชศรี, 2544		4.05	คนงานที่ต้องทำงานสัมผัสตะกั่ว จังหวัดลำพูน

1.3 ทองแดง

จากผลการศึกษาพบว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของทองแดงในเลือดของพนักงานเชื่อมและพนักงานประกอบในโรงงานอุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรีมีค่าเท่ากับ 63.51, 63.50 µg/ dl ซึ่งมีค่าต่ำกว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของทองแดงในเลือดของพนักงานเชื่อมที่รายงานโดย Li, Zhang, Lu, Wu and Zheng (2004) นอกจากนี้ยังมีค่าต่ำกว่าระดับความเข้มข้นของทองแดงในเลือดของคนไทยปกติที่รายงาน โดย (Songchitsomboom & Komindr, 1996) นอกจากนี้ยังมีค่าต่ำกว่าความเข้มข้นของคนสุขภาพแข็งแรงในต่างประเทศ เช่น Spain, Germany, Norway, Slovakia, Northern Iceland, Turkey, India, Japan, Chaina, Australia และสหรัฐอเมริกา ดังแสดงในตารางที่ 23

ระดับความเข้มข้นของทองแดงในเลือดของพนักงานเชื่อมมีค่าระหว่าง 38.20-105.80 µg/ dl และพนักงานประกอบในโรงงานอุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรีมีค่าระหว่าง 35.80- 150.60 µg/ dl ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย โดย องค์การอนามัยโลก (WHO, 1993) ได้กำหนดระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัยของทองแดงในเลือดของพนักงานใน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

โรงงานไว้ที่ 70-150 ug/ dl ซึ่งถ้าระดับทองแดงในเลือดสูงเกินระดับความเข้มข้นที่กำหนดไว้ก็อาจช่วยในการวินิจฉัยการเกิดพิษจากการับสัมผัสทองแดง

ตารางที่ 24 ระดับความเข้มข้นของทองแดงในเลือดในงานวิจัยอื่น ๆ (Dona, Dona, Papoutisis & Spilibpoulou, 2006)

ปี	คณะผู้รายงาน	รายงานในกลุ่ม		หมายเหตุ
		คนที่มิได้สัมผัสสาร ตะกั่ว µg/dl	คนที่สัมผัสสาร ตะกั่ว µg/dl	
1982	Helegeland et al.,1982	103-121 (200 M/F)	-	Norway
1987	(Khandekar et al.,1987)	96.2)		India
1988	(Lukaski et al., 1988)	90 ± 3		USA
		91 ± 6		
1989	(Mira et al.,,1989)	77-154		Australia
1990	(Gonzalez – Revalderia et al., 1990)	91 (5M/10F)	-	Spain (Toledo)
1990	(Bales et al.,1990)	58-150	-	USA
1990	(Komleh et al.,1990)	91.7 M/F	-	India
1992	(Mc Master et al.,1992)	80-144 (1144 M)	-	Northern Iceland
		86-152 (1142 M)		
		87-169 (1055 F)		
		93-169 (1034 F)		
1992	(Johnson et al.,1992)	84 ± 6		USA
		106 ± 5		
1993	(Chan et al.,1993)	77-132		China
1993	(Yoshida et al.,1993)	98 ± 11		Japan
1994	(Schuhmacher et al., 1994)	84 (431M/F)	-	(Taragona)
		77.7 (248M)		
		94.3 (183F)		
1994	(Magalova et al.,1994)	110 ± 19 (M)	-	Slovakia
		117 ± 17 (F)		
1994	(Yucel et al., 1994)	122 ± 16	-	Turkey
1996	(Songchitsomboom & Komindr,1996)	114 ± 18 (312)	-	Thailand(Bangkok
		108 ± 18 (M)		
		118 ± 17 F)		
1997	(Terres'-Martos et al.,1997)	30-200 (51M/33F)	-	(Granada)
		65-176 51(M)		
		30-200 (33 F)		

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ปี	คณะผู้รายงาน	รายงานในกลุ่ม		หมายเหตุ
		คนที่มิได้สัมผัสสารตะกั่ว µg/dl	คนที่สัมผัสสารตะกั่ว µg/dl	
1997	(Rukguer et al.,1997)	104 ± 27 (68 M/F)	-	Germany
2002	(Diaz Romero et al., 2002)	56-230 (187M/208F) 56-205(187 M) 61-234(208 F)	-	Spain
2004	(Li et al ,2004)		75.26	China

1.4 สังกะสี

จากผลการศึกษาพบว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของสังกะสีในเลือดของพนักงานเชื่อมและพนักงานประกอบในโรงงานอุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี มีค่าเท่ากับ 54.76, 54.71 µg/ dl ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่ต่ำกว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของสังกะสีในเลือดของ พนักงานเชื่อมที่รายงานโดย Li, Zhang, Lu, Wu and Zheng (2004) มากนัก แต่มีค่าต่ำกว่าความเข้มข้นของสังกะสีในเลือดของคนไทยปกติจาก 5 ภาค ของประเทศไทยที่ไม่ได้ทำงานสัมผัสกับสังกะสี ที่รายงานโดย รสิก รังสิปราการ, สตรีรัตน์ บริรักษ์ และ ยงยุทธ เหราบัตย์ (2546) นอกจากนี้ยังต่ำกว่าเข้มข้นของสังกะสีในคนปกติของต่างประเทศ เช่น Spain, Germany, Norway , Italy, London, India, Japan และ China ดังแสดงในตารางที่ 24

ระดับความเข้มข้นของสังกะสีในเลือดของพนักงานเชื่อมมีค่าระหว่าง 35.50 -104 µg/ dl และพนักงานประกอบในโรงงานอุตสาหกรรมมีค่าระหว่าง 27.50- 87.50 µg/ dl ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยโดย NIOSH (NIOSH, 1981) ได้กำหนดระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัยของทองแดงในเลือดของพนักงานในโรงงานไว้ที่ต่ำกว่า 10 µg ถึง 5 mg ซึ่งถ้าระดับของสังกะสีในเลือดสูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้อาจช่วยในการวินิจฉัยการเกิดพิษจากการับสัมผัสสังกะสี

ตารางที่ 25 ระดับความเข้มข้นของสังกะสีในเลือดของคนสุขภาพแข็งแรงและงานวิจัยอื่น ๆ

(Dona, Dona, Papoutisis & Spilibpoulou, 2006)

ปี	คณะผู้รายงาน	รายงานในกลุ่ม		หมายเหตุ
		คนที่มิได้สัมผัสสาร ตะกั่ว µg/ dl	คนที่สัมผัสสาร ตะกั่ว µg/dl	
1968	(Davies et al., 1968)	76-125	-	London
		76-125		
1982	(Helegeland et al.,1982)	89-118	-	Norway 200 M
1984	(Nogawa et al., 1984)	84-92		Japan
1987	(Violi et al., 1987)	90.3	-	Italy
1987	(Khandekar et al.,1987)	84.2		India
1989	Paz De Moncada et al., 1989	84 ± 20		VeneZuela
1990	(Komleh et al.,1990)	101.5		India
1990	(Gonzalez – Revalderia et al., 1990	86.8		Spain
1992	(Mc Master et al.,1992)	80-144		Northern Iceland
		86-152		
		87-169		
		93-169		
1994	(Schuhmacher etal., 1994)	113.9		Spain
		106.3		
		123.1		
1996	(Songchitsomboom & Komindr,1996)	83 ± 13		Thailand
		83 ± 14		
		79 ± 15		
1997	(Rukguer et al.,1997)	108		Germany
2002	(Diaz Romero et al., 2002)	43-365		Spain
		43-322		
		46-365		
2003	(Roungsipragarn et al, 2003)	59.39		Thailand
2004	(Li et al ,2004)		59.37	China
2006	(Dona, Papoutisis & Spilibpoulou,.2006)	(115.46		Greek
		112.95		
		126.79		

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. ปัจจัยที่อาจส่งผลต่อระดับโลหะในเลือด

2.1 ลักษณะงาน

ปริมาณโลหะเฉลี่ยในเลือดของพนักงานเชื่อมและพนักงานประกอบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อธิบายได้ว่า แม้ว่าลักษณะงานของทั้งสองแผนกนี้มีความแตกต่างกัน แต่ระดับโลหะทุกชนิดในเลือดของทั้งสองแผนกนั้นอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย แสดงว่าการปนเปื้อนจากการทำงานนั้นไม่สูงเกินไป ทั้งนี้เนื่องจากบริษัทที่ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้มีการออกแบบตัวอาคารที่ทำการผลิตชิ้นงานที่สูง และโปร่ง จึงทำให้อากาศภายในตัวอาคารสามารถถ่ายเทได้สะดวก นอกจากนี้ยังเกิดจากติดตั้งพัดลมระบายอากาศของโรงงาน ซึ่งไม่ว่าพนักงานจะทำงานอยู่แผนกเชื่อมหรือแผนกประกอบ จะมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศไว้ให้พนักงาน รวมทั้งบริเวณที่พนักงานทำงานเชื่อมก็ยังติดตั้งระบบระบายอากาศแบบเฉพาะที่ไว้ให้พนักงานด้วย ทำให้พนักงานที่ทำงานในบริเวณนั้นน่าจะรับสัมผัสโลหะในปริมาณที่น้อยลง เพราะฉะนั้นการรับสัมผัสจึงไม่แตกต่างกัน

2.2 การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตราย และการอบรมเกี่ยวกับอันตราย และการป้องกันอันตรายเนื่องจากฝุ่นและฟูมโลหะ

โดยภาพรวมแล้วพนักงานในโรงงานมีระดับความเข้มข้นของโลหะทุกตัวในเลือดที่ทำการศึกษาอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย และระดับความเข้มข้นในเลือดของพนักงานเชื่อมและพนักงานประกอบในผู้ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไม่มีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากทางบริษัทได้มีการจัดการด้านความปลอดภัยแก่พนักงานทั้งแผนกเชื่อมและแผนกประกอบไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีการออกกฎควบคุมให้มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายเมื่อต้องทำงานสัมผัสกับสารเคมี รวมทั้งจัดหาอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมกับใบหน้าของพนักงานเพื่อความสะดวกในการใช้งาน และจัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายให้หัวหน้างานแจกจ่ายแก่พนักงานในแผนกอย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้การรับสัมผัสโลหะจึงไม่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ทางบริษัทยังมีการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของโลหะในบรรยากาศ เพื่อป้องกันการรับสัมผัสโลหะแก่พนักงานปีละ 1 ครั้ง และให้พนักงานร่วมกันแจ้งจุดที่เสี่ยงต่อการทำงานต่อเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยที่ดูแลในโรงงานเพื่อการเฝ้าระวังทางสุขภาพที่ดีของพนักงานต่อไป

2.3 การอบรมเกี่ยวกับพิษของโลหะและอันตรายจากการเชื่อมโลหะ

โดยภาพรวมแล้วพนักงานในโรงงานมีระดับความเข้มข้นของโลหะทุกตัวในเลือดที่ทำการศึกษาอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยและไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมนั้นอยู่ในระดับที่ปลอดภัย ซึ่งอาจเกิดจากทางบริษัทได้จัดให้มีการอบรมเกี่ยวกับพิษ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ของโลหะและอบรมเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลแก่พนักงานที่เข้ามาทำงานใหม่ทุกคนไม่ว่าจะอยู่ในแผนกเชื่อมหรือแผนกประกอบก็ตาม รวมทั้งเมื่อได้เข้ามาทำงานแล้ว เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยก็จะจัดฝึกอบรมแก่หัวหน้างานทุกแผนกให้สอดส่องดูแลพฤติกรรมในการทำงานแก่พนักงาน และตักเตือนพนักงานที่เสี่ยงต่อการรับสัมผัสโลหะ นอกจากนี้บริเวณที่พนักงานทำงานจะสร้างห้องน้ำและฝักบัวฉุกเฉินให้พนักงานใช้ทำความสะอาดร่างกายก่อนรับประทานอาหารและก่อนกลับบ้านเพื่อป้องกันการรับสัมผัสโลหะในอีกทางหนึ่ง

2.4 เพศ

ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของทองแดงในเลือดของเพศชายและเพศหญิงในโรงงานอุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรีมีค่าระหว่าง 35.80-150.60 µg/ dl ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาระดับความเข้มข้นของทองแดงในคนสุขภาพแข็งแรงในกรีก ที่พบว่าระดับทองแดงในเลือดของเพศหญิงสูงกว่าเพศชาย สอดคล้องกับการศึกษาของ Magalova et al. (1994) Schuhmacher et al. (1994) Songchitsomboom and Komindr (1996) (Dona, Dona, Papoutisis and Spilibpoulou (2006) ดังแสดงในตารางที่ 24 ทั้งนี้เนื่องจากการรับประทานอาหารที่แตกต่างกันของเพศหญิงและเพศชาย โดยเพศหญิงจะรับประทานอาหารพวกหอยต่าง ๆ เมล็ดข้าวและเมล็ดพืชต่าง ๆ นม มากกว่าเพศชาย ทำให้การรับทองแดงเข้าสู่ร่างกายนั้นต่างกันMagalova et al. (1994) นอกจากนี้ยังอธิบายได้ว่า พนักงานหญิงที่ทำงานประกอบทั้ง 6 คนนั้นแต่งงานมีครอบครัวแล้วทำให้ต้องมีการคุมกำเนิด โดยใช้ยาคุมกำเนิด ซึ่งจะมีฮอร์โมนเอสโตรเจน ซึ่งฮอร์โมนเอสโตรเจนนี้จะทำให้เกิดการคั่งของทองแดงในร่างกายได้มากขึ้น (สมิช เมลิสซ่า ไดแอน.2542).

2.5 การสูบบุหรี่

ระดับความเข้มข้นของทองแดงและแคดเมี่ยมในเลือดพนักงานที่ไม่สูบบุหรี่มีค่าสูงกว่าพนักงานที่สูบบุหรี่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของทองแดงและแคดเมี่ยมในเลือดของผู้ไม่สูบบุหรี่มีค่าเท่ากับ 67.76, 0.13 µg/ dl ตามลำดับ และผู้สูบบุหรี่ในโรงงานอุตสาหกรรมประกอบลิฟต์และบันไดเลื่อนแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรีมีค่าเท่ากับ 59.02, 0.10 µg/ dl ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาแคดเมี่ยมในเลือดของคนที่สูบบุหรี่ ที่พบผู้สูบบุหรี่มีระดับแคดเมี่ยมในเลือดสูงกว่าผู้ไม่สูบบุหรี่ รายงานโดย Shaham, Meltzer, Ashkenazi and Ribak (1996) Ray, Turcotle, Lopointe, and Dewailly (1997) วิยะดา แสนศรีมหาชัย, เสริมทรัพย์ วรรธกะวิกรานต์, วรรณา มโนรมณ์ และ พรรณี เพ็งจรูญ (2544) ดังแสดงในตารางที่ 1-4 นอกจากนี้ยังต่างจากการศึกษาระดับธาตุที่จำเป็นในเลือดคนสูบบุหรี่ที่พบว่าระดับทองแดงในเลือดคนสูบบุหรี่จะสูงกว่าคนไม่สูบบุหรี่ ที่รายงานโดย วิยะดา แสนศรีมหาชัย, เสริมทรัพย์

วรรธกะวิกรานต์, วรรณา มโนรมณ์ และ พรรณี เพ็งจรูญ (2545 ข) แต่จากผลการศึกษาครั้งนี้คล้ายคลึงกับการศึกษาเกี่ยวกับผลของการสูบบุหรี่ และการหยุดชะงักของเอ็นไซม์และสารอนุมูลอิสระ CuZn, SOD, CAT GSHP$_x$ ในพลาสม่า ซึ่งพบว่า CuZn, SOD, CAT GSHP$_x$ มีค่าเฉลี่ยที่ลดลงในพลาสม่าของผู้ที่สูบบุหรี่ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ ซึ่งผู้ที่สูบบุหรี่นั้นจะได้รับสัมผัสสารจำพวก Nitrous Oxide, Nicotine, Tar และสารอนุมูลอิสระอื่น ๆ จากการสูบบุหรี่เป็นเวลานาน นั่นเป็นสาเหตุให้ความอยากรับประทานอาหารลดลง จึงทำให้ได้รับทองแดงเข้าสู่ร่างกายต่ำลง ส่งผลให้ผู้สูบบุหรี่มีระดับทองแดงในเลือดต่ำกว่าผู้ไม่ได้สูบบุหรี่ ที่รายงานโดย Zhou, Yan, Guo, Sun, Qian and Ding, (2000)

จากการศึกษาในครั้งนี้ระดับแคดเมี่ยมและทองแดงในเลือดผู้สูบบุหรี่ต่ำกว่าผู้ไม่สูบบุหรี่นั้นอาจเนื่องมาจาก ผู้ที่สูบบุหรี่นั้นอาจเริ่มสูบจึงสูบในปริมาณน้อยและในช่วงเวลาทำงานก็ไม่สามารถสูบได้เพราะทางบริษัทมีกฎห้ามการสูบบุหรี่อย่างเคร่งครัดผู้สูบบุหรี่จึงสูบได้เฉพาะเวลาหลังเลิกงานเท่านั้น จึงทำให้การรับสัมผัสแคดเมี่ยมและทองแดงลดลง นอกจากนี้ผู้ที่สูบบุหรี่ก็จะมีความอยากรับประทานอาหารลดลงและพฤติกรรมการเลือกไม่รับประทานอาหารพวกที่มีทองแดงมาก เช่น หอย ถั่ว เมล็ดข้าว นม และ เมล็ดพืชต่าง ๆ ซึ่งจากการสังเกตของผู้วิจัย พบว่าพนักงานชายในบริษัทส่วนใหญ่จะชอบรับประทานอาหารพวกเนื้อสัตว์ที่ทอดมากกว่าพวกผัดผัก หรือ นม จึงทำให้รับทองแดงเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่ต่ำลง

3. เมทัลโลทัยโอนิน

จากผลการศึกษาผู้พบเมทัลโลทัยโอนินคือพนักงานเชื่อมจำนวน 4 คนซึ่งสอดคล้องกับระดับความเข้มข้นของแคดเมี่ยมอย่างเดียวที่สูงในเลือดคือ 0.30, 0.31, 0.35 และ 0.49 µg/ dl เมื่อเปรียบเทียบกับพนักงานเชื่อมอีก 31คน มีค่าแคดเมี่ยมในเลือดช่วง 0.05-0.22 µg/ dl และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพนักงานประกอบจำนวน 47 คนมีค่าแคดเมี่ยมในเลือดช่วง 0.03 -0.28 µg/ dl และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานอื่น ๆ ก็ตรวจพบการแสดงออกของเมทัลโลทัยโอนิน โดยเทคนิค RT-PCR สอดคล้องกับปริมาณแคดเมี่ยมในเลือดที่ค่อนข้างสูงในพนักงานเหมืองของประเทศจีน ทั้งพนักงานธุรการ พนักงานกลุ่มเสี่ยงปานกลาง และ กลุ่มเสี่ยงสูง มีค่าแคดเมี่ยมในเลือดเฉลี่ยคือ 0.32, 0.60 และ 0.67 µg/ dl ตามลำดับที่รายงานโดย Lu, Jin, Nordberg and Nordberg (2001) อย่างไรก็ตามพนักงานเชื่อมทั้ง 4 คน ยังมีค่าระดับแคดเมี่ยมต่ำกว่าคนที่อาศัยอยู่ในเขตที่ปนเปื้อนแคดเมี่ยมในประเทศจีน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.76 µg/ dl ที่รายงานโดย Lu, Jin, Nordberg and Nordberg (2005) นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อมีแคดเมี่ยมในเลือดระดับสูงขึ้นก็จะทำให้เมทัลโลทัยโอนินแสดงออกเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากแคดเมี่ยมมีค่าครึ่งชีวิตอยู่นานที่ 10-30 ปี เพราะแคดเมี่ยมจะถูกเก็บ

สะสมไว้ที่ตับและไต (IPCS, 1992) ทำให้ไตถูกทำลาย ซึ่งการตรวจเมทัลโลทัยโอนินถือว่าเป็นดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker) ต่อความเป็นพิษของแคดเมี่ยมต่อไต (Lu, Jin, Nordberg & Nordberg, 2004)

การตรวจวัดเมทัลโลทัยโอนินนั้นจะมีความน่าเชื่อถือเพราะมีความไวสูงในหลายเทคนิคและขั้นตอนการตรวจตัวอย่างก็ไม่มีความยุ่งยากเมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจระดับแคดเมี่ยมในเลือดโดยตรง นอกจากนี้ประโยชน์การตรวจเมทัลโลทัยโอนินจะช่วยบ่งบอกถึงคนได้มีการสัมผัสโลหะหนักแม้ว่าจะตรวจพบโลหะหนักในเลือดระดับต่ำก็ตาม (Chen, Jin, Huang, Nordberg & Nordberg, 2006) การตรวจเมทัลโลทัยโอนินในร่างกายสามารถตรวจได้หลายแห่ง เช่น เลือด และปัสสาวะ เพราะเมื่อแคดเมี่ยมเข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกขนส่งไปกับเลือด แล้วส่วนหนึ่งจับกับเม็ดเลือดแดง ขณะที่อีกส่วนหนึ่งจับกับโปรตีนน้ำหนักสูงในพลาสม่า (Albumin) และขนส่งต่อไปที่ตับและไตต่อมาเพื่อกำจัดแคดเมี่ยมออกจากร่างกาย ซึ่งที่ตับและไตจะมีการสร้างเมทัลโลทัยโอนินไปจับกับแคดเมี่ยม เพื่อลดความเป็นพิษ ก่อนลำเลียงไปเก็บใน Lysosome (Goyer, & Clarkson, 2001) ดังนั้นเมทัลโลทัยโอนินจะสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดการสะสมของแคดเมี่ยมในร่างกายได้ด้วย (Jin et al., 2002; Nordberg & Nordberg, 1988)

สรุปผลการทดลอง

1. ระดับโลหะเฉลี่ยของสังกะสี ทองแดง แคดเมี่ยม และตะกั่วในผู้ทำงานเชื่อมมีค่า 54.76, 63.51, 0.12, 4.37 µg/ dl ตามลำดับ ส่วนผู้ทำงานประกอบมีระดับเฉลี่ยของสังกะสี ทองแดง แคดเมี่ยม และตะกั่วมีค่า 54.71, 63.50, 0.11, 4.25 µg/ dl ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยในเลือดของพนักงานเชื่อมและพนักงานประกอบมาเปรียบเทียบกันพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2. ระดับโลหะเฉลี่ยของสังกะสี ทองแดง แคดเมี่ยม และตะกั่วในเพศหญิงมีค่า 53.20, 83.31, 0.15, 4.90 µg/ dl ตามลำดับ ส่วนเพศชายมีระดับเฉลี่ยของสังกะสี ทองแดง แคดเมี่ยม และตะกั่ว มีค่า 52.76, 61.84, 0.11, 4.26 µg/ dl ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยระดับโลหะมาเปรียบเทียบกันระหว่างเพศชายและเพศหญิง พบว่า มีเพียงทองแดงเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p< 0.05$ โดยระดับทองแดงเฉลี่ยเพศหญิงสูงกว่าในเพศชาย

3. ระดับโลหะเฉลี่ยของสังกะสี ทองแดง แคดเมี่ยม และตะกั่วในผู้ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลมีค่า 52.72, 62.51, 0.11, 4.19 µg/ dl ตามลำดับส่วนผู้ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลมีค่า 53.33, 66.83, 0.13, 4.30 µg/ dl ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยในเลือดระหว่างผู้ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและผู้ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลมาเปรียบเทียบกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

อันตรายส่วนบุคคลมีค่า 53.33, 66.83, 0.13, 4.30 µg/ dl ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยในเลือดระหว่างผู้ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและผู้ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลมาเปรียบเทียบกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ระดับโลหะหนักเฉลี่ยของสังกะสี ทองแดง แคดเมี่ยม และตะกั่วในเลือดของผู้ได้รับการอบรมเกี่ยวกับอันตราย และการป้องกันอันตรายเนื่องจากฝุ่นและฟูมโลหะมีค่า 53.46, 59.70, 0.11, 4.35 µg/ dl ตามลำดับ ส่วนผู้ไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับอันตราย และการป้องกันอันตรายเนื่องจากฝุ่นและฟูมโลหะพบว่ามีค่า 52.23, 66.37, 0.12, 4.24 µg/ dl ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยในเลือดระหว่างผู้ได้รับการอบรมเกี่ยวกับอันตราย และการป้องกันอันตรายเนื่องจากฝุ่นและฟูมโลหะกับผู้ไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับอันตราย และการป้องกันอันตรายเนื่องจากฝุ่นและฟูมโลหะมาเปรียบ เทียบกันพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. ระดับโลหะหนักเฉลี่ยของสังกะสี ทองแดง แคดเมี่ยม และตะกั่วในเลือดผู้สูบบุหรี่มีค่า 51.05, 59.02, 0.10, 4.32 µg/ dl ตามลำดับ ส่วนผู้ไม่ได้สูบบุหรี่ พบว่ามีค่า 53.60, 67.76, 0.13, 4.28 µg/ dl ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยในเลือดระหว่างผู้สูบบุหรี่กับผู้ไม่ได้สูบบุหรี่มาเปรียบเทียบกัน พบว่า ระดับทองแดงเฉลี่ยในเลือดพนักงานที่ไม่สูบบุหรี่มีค่าสูงกว่าพนักงานที่สูบบุหรี่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ และ ระดับแคดเมี่ยมเฉลี่ยในเลือดพนักงานที่ไม่สูบบุหรี่มีค่าสูงกว่าพนักงานที่สูบบุหรี่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

6. ผลการตรวจเมทัลโลทัยโอนินด้วยวิธี Western Bloting สามารถตรวจพบเมทัลโลทัยโอนินได้จากพนักงานเชื่อม จำนวน 4 คน จากพนักงานเชื่อมจำนวน 31 คนและพนักงานประกอบนั้นไม่สามารถพบได้เลย โดยผู้พบเมทัลโลทัยโอนินมีค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของสังกะสี ทองแดง แคดเมี่ยมและตะกั่ว เท่ากับ 63.03, 63.26, 0.36, 4.34 µg/ dl ตามลำดับ ส่วนพนักงานเชื่อมที่ไม่สามารถตรวจพบเมทัลโลทัยโอนินมีค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของสังกะสี ทองแดง แคดเมี่ยมและตะกั่วเท่ากับ 55.00, 64.80, 0.11, 3.91 µg/ dl ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยปริมาณโลหะของพนักงานที่พบเมทัลโลทัยโอนินและพนักงานที่ไม่พบเมทัลโลทัยโอนินมาเปรียบเทียบกัน พบว่า มีเพียง แคดเมี่ยมเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยระดับแคดเมี่ยมเฉลี่ยในเลือดพนักงานเชื่อมผู้พบเมทัลโลทัยโอนินในเลือดมีค่าสูงกว่าระดับแคดเมี่ยมเฉลี่ยในพนักงานเชื่อมที่ไม่พบเมทัลโลทัยโอนินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากจำนวนตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้น้อย ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไป ควรเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่านี้

2. ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการเก็บตัวอย่างฝุ่นและสารโลหะในบรรยากาศ เพื่อศึกษาว่าปริมาณของความเข้มข้นฝุ่นในบรรยากาศมีผลต่อระดับโลหะหนักอย่างไร

3. ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรทำการศึกษาภาวะโลหิตจางในเลือด การรับประทานยาความเครียด เพื่อให้ทราบผลของระดับโลหะหนักในเลือดมีความชัดเจนยิ่งขึ้น และทราบผลการสะสมต่อภาวะต่าง ๆ ชัดเจนขึ้น

4. ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรศึกษาประวัติการใช้ยาต่าง ๆ การบริโภคอาหาร และพื้นที่อยู่อาศัยทั้งในอดีตและปัจจุบัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University