วารสารวิชาการสาธารณสุข
ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 มีนาคม - เมษายน 2557

Journal of Health Science
Vol. 23 No. 2 March - April 2014

นิพนธ์ต้นฉบับ *Original Article*

ระดับตะกั่วในเลือดจากการทำงานสัมผัสสารตะกั่ว และผลกระทบต่อสารพันธุกรรม

วาทิณี ดรบุญล้น วท.บ.(เคมี), วท.ม.(ชีวเคมีทางการแพทย์)
ชลธิชา พุทธสอน วท.บ.(เคมี)
วิธินา ชาวปทุม วท.บ.(เคมี)
ศิริปรางก์ ปะกิระนา วท.บ. (จุลชีววิทยา)
ประทุมวรรณ์ กิตติอภิบูลย์ วท.บ.(เคมี)
รัศมี ออมสิน ป.จ. *(วิทยาศาสตร์การแพทย์)*
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 7 ขอนแก่น กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

บทคัดย่อ ตะกั่วเป็นโลหะหนักมีพิษ มีผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ การก่อกลายพันธุ์ และสามารถก่อมะเร็งได้ในสัตว์ พื้นที่จังหวัดขอนแก่นเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแหอวนขนาดใหญ่ของภูมิภาคที่มีการใช้ตะกั่วชุบเคลือบลูกเหล็กติดถ่วงแหอวน ซึ่งการติดลูกตะกั่วไม่สามารถใช้เครื่องจักร ต้องติดด้วยมือเท่านั้น ดังนั้นจึงมีประชาชนในพื้นที่จำนวนไม่น้อยประกอบอาชีพติดลูกตะกั่วแหอวน ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารตะกั่วสูง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของระดับตะกั่วในเลือดต่อสารพันธุกรรม การศึกษาดำเนินการในพื้นที่อำเภอเมืองขอนแก่น กลุ่มตัวอย่างจำนวน 74 คน เป็นกลุ่มทำงานติดลูกตะกั่ว ซึ่งสัมผัสสารตะกั่ว จำนวน 47 คน (ร้อยละ 63.5) และกลุ่มทำงานติดทุ่นลอยไม่สัมผัสสารตะกั่ว จำนวน 27 คน (ร้อยละ 36.5) ดำเนินการสำรวจการได้รับสัมผัสตะกั่วด้วยการติดตามระดับตะกั่วในเลือดโดยใช้เทคนิค GFAAS และใช้ค่าความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมพ์โฟไซต์เป็นตัวชี้บอกระดับการทำลายของสารพันธุกรรม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS ผลการทดสอบพบประชาชนกลุ่มตัวอย่าง 7 คน (ร้อยละ 9.5) มีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่า 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ซึ่งเป็นระดับที่ส่งผลให้ร่างกายแสดงอาการผิดปกติ โดยกลุ่มติดลูกตะกั่วมีค่าเฉลี่ย 22.9 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และกลุ่มติดทุ่นลอยมีค่าเฉลี่ย 5.7 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสของกลุ่มติดลูกตะกั่วและกลุ่มติดทุ่นลอยมีค่าเฉลี่ย 2.85 และ 2.33 cells/1000 binucleate cells ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่พบความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปริมาณตะกั่วในเลือดกับความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส แต่พบความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสสูงขึ้นตามอายุการทำงานที่เพิ่มมากขึ้น ($p<0.05$) และพบว่า กลุ่มคนทำงานมีพฤติกรรมการไม่สวมถุงมือป้องกันการสัมผัสลูกตะกั่วขณะทำงาน แต่ยังมีระดับตะกั่วในเลือดอยู่ในเกณฑ์ปกติเป็นส่วนมาก เป็นผลจากการรณรงค์ให้ล้างมือก่อนหยิบจับอาหาร แม้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วกับความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส แต่ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการสัมผัสสารตะกั่วต่อเนื่องกันเป็นเวลานานมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสที่เป็นผลของการถูกทำลายของโครโมโซมและความไม่เสถียรของสายดีเอ็นเอ และสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดมะเร็งได้ ในอนาคตจึงมีความน่าจะเป็นที่จะใช้ค่าความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสเป็นพารามิเตอร์ตรวจติดตามการเกิดมะเร็งได้

คำสำคัญ: **การสัมผัสสารตะกั่ว, ระดับตะกั่วในเลือด, ความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส, อันตรายต่อสารพันธุกรรม**

บทนำ

ตะกั่วเป็นโลหะหนักมีพิษ มีสีเทาเงินแกมฟ้า เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ[1,2] ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตที่หลากหลาย ทั้งในอุตสาหกรรมหนัก จนถึงอุตสาหกรรมในระดับชุมชน เช่น อุตสาหกรรมแบตเตอรี่ อุตสาหกรรมโลหะบัดกรี อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ การทำสี ทำผงตะกั่วแดงตะกั่วเหลือง สำหรับเคลือบภาชนะต่าง ๆ และอุตสาหกรรมเหล็กชุบ เป็นต้น การนำตะกั่วมาใช้มากส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของสารตะกั่วเข้าสู่สิ่งแวดล้อมและห่วงโซ่อาหารมากขึ้น ดังนั้น นอกจากกลุ่มคนที่ทำงานสัมผัสสารตะกั่วโดยตรงแล้ว ประชาชนทั่วไปที่ไม่ได้สัมผัสสารตะกั่วโดยตรงจากการประกอบอาชีพก็มีโอกาสได้รับสารตะกั่วที่ปนเปื้อนมาในสิ่งแวดล้อม[3,4]

ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง ได้แก่ ทางปาก ทางจมูก และทางผิวหนัง เมื่อตะกั่วเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากเกินขนาดที่ร่างกายรับได้ จะส่งผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์มากและรุนแรง ซึ่งความรุนแรงจะมากหรือน้อยขึ้นกับปริมาณตะกั่วที่ได้รับและระยะเวลาการสัมผัส ความเป็นพิษของตะกั่วมี 2 ลักษณะ คือ พิษแบบเฉียบพลันและพิษแบบเรื้อรัง[1] อาการพิษแบบเฉียบพลัน ผู้ป่วยจะรู้สึกคอแห้ง กระหายน้ำ คลื่นไส้อาเจียน ท้องร่วง บางรายเกิดอาการช็อค กล้ามเนื้อกระตุก อ่อนเพลีย เป็นตะคริว หรือมีอาการของระบบประสาทส่วนกลาง ร่วมด้วยและสามารถทำให้เสียชีวิตได้ สำหรับอาการพิษแบบเรื้อรังผู้ป่วยจะมีอาการร่วมของระบบทางเดินอาหารและระบบประสาท ได้แก่ เบื่ออาหาร เหม็นเฝื่อนในลำคอ ท้องผูก เป็นตะคริวที่หน้าท้อง ข้อมือตก ไม่มีแรง กล้ามเนื้อเป็นอัมพาต กรณีที่เกิดขึ้นในเด็กอาจพบอาการหมดสติแบบกะทันหัน นานประมาณ 2-3 ชั่วโมง[1]

รายงานการศึกษาระบุว่า ตะกั่วสามารถส่งผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์และการก่อกลายพันธุ์ การได้รับสัมผัสสารตะกั่วเป็นระยะเวลานานมีผลต่อความเสถียรของสายโครมาตินและอาจก่อให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซมเชิงโครงสร้างและยังส่งผลกระทบต่อกระบวนการซ่อมแซมสายดีเอ็นเอ[5,6] นอกจากนี้องค์กรระดับโลกอย่าง EPA (US Environmental Protection Agency) ได้จัดตะกั่วตามคุณสมบัติในการก่อมะเร็งอยู่ใน Group 2B คือ สามารถก่อมะเร็งในสัตว์ได้ ซึ่งมีความน่าจะเป็นที่จะก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้เช่นกัน[7]

ไมโครนิวเคลียสเกิดจากการหายไปของทั้งโครโมโซมหรือส่วนของโครโมโซมเนื่องจาก DNA ถูกทำลาย และส่วนที่หายหรือหลุดออกไปไม่ได้เข้าไปรวมกับ daughter nuclei ความถี่ของการเกิดไมโครนิวเคลียสถูกนำมาใช้เป็น biomarker[8,9] ใช้ศึกษาความเป็นพิษระดับเซลล์ และมีการนำไปประยุกต์ใช้หลายด้าน เช่น สามารถใช้ติดตามความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากการได้รับสัมผัสสารเคมีในประชากรกลุ่มเสี่ยง การติดตามผลกระทบต่อสุขภาพอันเนื่องจากสารพิษในสิ่งแวดล้อมทั้งทั่วไปและในที่ทำงาน การประเมินความเสี่ยง และการประเมินผลสำเร็จจากการจัดการความเสี่ยง เป็นต้น ผลงานวิจัยหลายชิ้นได้แสดงให้เห็นว่าระดับตะกั่วในเลือดที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับความถี่ของการเกิดไมโครนิวเคลียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ[10,11]

พื้นที่จังหวัดขอนแก่นเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแหวนขนาดใหญ่ของภูมิภาคที่มีการใช้ตะกั่วชุบเคลือบลูกเหล็กติดถ่วงแหวน ซึ่งการติดลูกตะกั่วไม่สามารถใช้เครื่องจักร ต้องติดด้วยมือเท่านั้น ดังนั้นจึงมีประชาชนในพื้นที่จำนวนไม่น้อยประกอบอาชีพติดลูกตะกั่วแหวนซึ่งมีความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารตะกั่วสูง

การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับตะกั่วในเลือดในคนงานที่ประกอบอาชีพที่ต้องสัมผัสสารตะกั่วเป็นประจำ และศึกษาผลกระทบของตะกั่วต่อการทำลายสารพันธุกรรม

วิธีการศึกษา

ระเบียบวิธีวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ กิจกรรมการดำเนินงานประกอบด้วยการลงพื้นที่พบเครือข่ายเพื่อเลือกพื้นที่ดำเนินงานสำรวจสภาพพื้นที่ รวบรวมข้อมูลแวดล้อม

เบื้องต้นสำหรับสร้างแบบสัมภาษณ์ ลงพื้นที่สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง และเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวิเคราะห์หาระดับตะกั่วในเลือด และความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส สรุปผลการวิเคราะห์ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นประชาชนในพื้นที่ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการ จำนวน 74 ราย ที่ไม่มีการย้ายถิ่นฐานที่อยู่อาศัยภายในระยะเวลา 1 ปี จากบ้านเหล่าเกวียนหัก ตำบลบ้านทุ่ม อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มตามลักษณะงานที่ทำ ได้แก่ กลุ่มคนทำงานติดลูกตะกั่วแหอวนเป็นกลุ่มคนทำงานสัมผัสสารตะกั่ว จำนวน 47 ราย และกลุ่มคนทำงานติดทุ่นลอยแหอวนจัดเป็นกลุ่มคนทำงานไม่สัมผัสสารตะกั่ว จำนวน 27 ราย โดยกลุ่มติดทุ่นลอยแหอวนไม่ต้องติดลูกตะกั่วแหอวนและมีพื้นที่ทำงานแยกส่วนจากกลุ่มติดลูกตะกั่วแหอวน

การเก็บตัวอย่าง

เจาะเลือดจากเส้นเลือดดำ (Vein Punction) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ใน sodium heparinized tube เขย่าเบา ๆ ให้เลือดผสมกับสารกันเลือดแข็งตัว heparin เป็นเนื้อเดียวกันไม่เกาะเป็นก้อน นำตัวอย่าง peripheral blood ที่ได้มาทดสอบหาความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสด้วย sterile tecnique ก่อนนำมาวิเคราะห์หาระดับตะกั่วในเลือดต่อไป

วิธีวิเคราะห์

ระดับตะกั่วในเลือด

ทดสอบหาระดับตะกั่วในเลือดด้วยเทคนิค Atomic Absorption Spectrophotometry ชนิด Graphite Furnace (GFAAS) เริ่มโดยนำตัวอย่างเลือดวางที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที จากนั้น sonicate ด้วย ultrasonic bath 5 นาที แล้วนำไปปั่นด้วย vortex mixer ให้สารละลาย เป็นเนื้อเดียวกัน ดูดตัวอย่างเลือด 50 ไมโครลิตร ผสมกับ matrix modifier (0.1% (w/v) Triton X100, 0.2% (w/v) $NH_4H_2PO_4$) 450 ไมโครลิตร ในกรณี blank, control sample และ standard ให้ทำการเจือจางด้วยสัดส่วนเดียวกันควบคู่ไปพร้อมกับการเตรียมตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์โดยใช้ GFAAS ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น SIMAA 6000 วิเคราะห์ที่ Wavelength 283.3 nm. Slit width 0.7 low ใช้ Pyrolytic Temperature ที่ 600 ^{0}C และ atomization temperature ที่ 1,600 ^{0}C 5 นาที

ความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส

เติม whole blood 0.5 มิลลิลิตร ลงใน culture flask ขนาด 25 ซม^3 ที่มี 20% Fetal Bovine Serum, 100 Units/ml penicillin-100 ug/ml streptomycin, และ 2% Phytohaemagglutinin M form ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด RPMI 1640 ปริมาตรรวม 4.5 มิลลิลิตร เขย่าในแนวราบเบา ๆ ให้สารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน นำ culture flask ที่ได้บ่มภายใต้ Aerobic Incubator ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ทำการหยุดขั้นตอน Cytokinesis และกระตุ้นให้เกิด Binucleate cell ด้วยการเติม 6 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร Cytochalasin B ในชั่วโมงที่ 44 เมื่อครบ 72 ชั่วโมง ทำการ fix เซลล์ลงสไลด์และย้อมสีสไลด์ด้วย 10% Giemsa Stain นับความถี่ของ micronucleus ที่เกิดขึ้น (ภาพที่ 1) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากเซลล์ชนิด Binucleate (BN) cell จำนวน 1,000 เซลล์

ผลการศึกษา

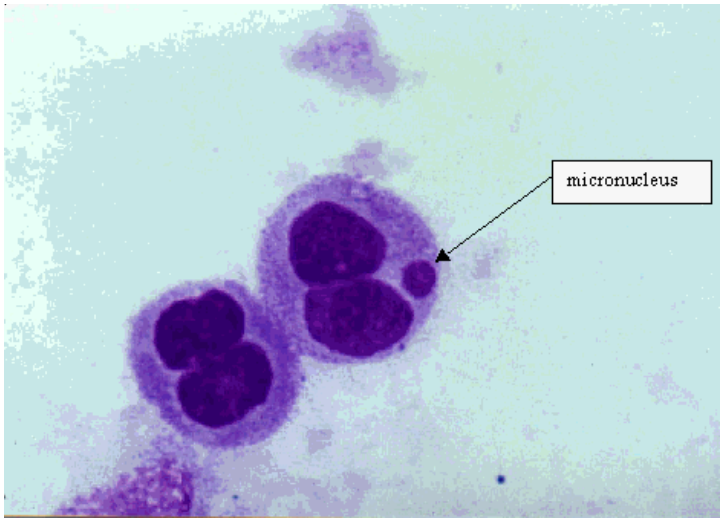
ข้อมูลทั่วไป

ผู้เข้าร่วมโครงการประกอบด้วยประชาชน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มคนทำงานติดทุ่นลอยแหอวน จำนวน 27 คน และกลุ่มคนทำงานติดลูกตะกั่วแหอวน จำนวน 47 คน โดยมีเพศชาย จำนวน 9 คน มีอายุเฉลี่ย 50.22 ปี เพศหญิง จำนวน 65 คน มีอายุเฉลี่ย 52.66 ปี ผู้เข้าร่วมโครงการทั้งหมดมีอายุในช่วง 22-79 ปี มีอายุเฉลี่ย 52.36 ปี และมีอายุการทำงานเฉลี่ย 22.92 ปี (ตารางที่ 1)

การหาระดับตะกั่วในเลือด

ระดับตะกั่วในเลือดของประชาชนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 59.8 ไมโครกรัม/เดซิลิตร โดยมี

ภาพที่ 1 Micronucleus ใน binucleate (BN) cell



ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไปและผลการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

พารามิเตอร์	กลุ่มประชากร		p-value
	กลุ่มติดทุ่นลอยแหวน	กลุ่มติดลูกตะกั่วแหวน	
เพศ			
- ชาย	3 คน (11.1%)	6 คน (12.8%)	
- หญิง	24 คน (88.9%)	41 คน (87.2%)	
อายุ (ปี)			
- ช่วงอายุ	23-70	22-79	
- อายุเฉลี่ย	54.41	51.19	
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	12.73	13.06	
อายุการทำงาน (ปี)			
- ช่วงอายุการทำงาน	2-40	1-65	
- อายุการทำงานเฉลี่ย	17.59	25.98	
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	11.24	16.56	
ระดับตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัม/เดซิลิตร)			
- ช่วงของระดับตะกั่วในเลือด	0 - 30.2	2.8 - 59.8	
- ค่าเฉลี่ย	5.71	22.93	0.001
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5.92	15.32	
ความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส (cells/1000 binucleated cells)			
- ช่วงของความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส	0 - 5	0 - 14	
- ค่าเฉลี่ย	2.33	2.85	0.278
- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.39	2.69	

ค่าเฉลี่ยเป็น 16.65 ไมโครกรัม/เดซิลิตร พบว่ากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 7 ราย คิดเป็นร้อยละ 9.5 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่า 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ซึ่งเป็นระดับที่ส่งผลให้ร่างกายแสดงอาการผิดปกติ โดยทั้ง 7 ราย เป็นกลุ่มติดลูกตะกั่วแหอวนคิดเป็นร้อยละ 14.9 ของกลุ่มสัมผัสสารตะกั่ว ประชาชนกลุ่มติดลูกตะกั่วแหอวนมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 22.9 ไมโครกรัม/เดซิลิตร และกลุ่มติดทุ่นลอยแหอวนมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 5.71 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p<0.05$) (ตารางที่ 1)

การทดสอบหาค่าความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส

ค่าความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสของประชาชนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 0-14 cells/BN cells โดยมีค่าเฉลี่ยเป็น 2.66 cells/BN cells ค่าความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสของกลุ่มติดลูกตะกั่วแหอวนและกลุ่มติดทุ่นลอยแหอวนมีค่าเฉลี่ย 2.85 และ 2.33 cells/1000 BN cells ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติ t-test พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 1)

การทดสอบความสัมพันธ์ของระดับตะกั่วในเลือดกับความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส

เป็นการทดสอบความสัมพันธ์ของระดับตะกั่วในเลือดกับความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส ผลการทดสอบหา correlations ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดกับความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสพบว่ามีค่า Pearson correlation เท่ากับ 0.085 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ศูนย์แสดงว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างพารามิเตอร์ทั้งสองมีความสัมพันธ์น้อยมาก

การทดสอบผลของระยะเวลาการทำงานกับความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส

การศึกษาแบ่งระยะเวลาการทำงานของกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 ช่วง คือ ระยะเวลาการทำงานต่ำกว่า 10 ปี ระยะเวลาการทำงานระหว่าง 10-30 ปี ระยะเวลาการทำงานมากกว่า 30 ปี โดยมีค่าเฉลี่ยของความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสเป็น 1.59, 2.31 และ 4.05 เซลล์ตามลำดับ ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่มีระยะเวลาการทำงานที่แตกต่างกันด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากนั้นวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธี Scheffe พบว่าประชาชนที่มีระยะเวลาการทำงานที่แตกต่างกันมีค่าความถี่ของการเกิดไมโครนิวเคลียสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีจำนวน 2 คู่ ได้แก่ ประชาชนกลุ่มที่มีระยะเวลาการทำงานมากกว่า 30 ปี มีค่าความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสมากกว่าประชาชนกลุ่มที่มีระยะเวลาการทำงานตั้งแต่ 10-30 ปี และมีค่ามากกว่าประชาชนกลุ่มที่มีระยะเวลาการทำงานน้อยกว่า 10 ปี เช่นกัน

วิจารณ์

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงระบาดวิทยาเพื่อหาแนวโน้มของระดับตะกั่วในเลือดและผลกระทบของตะกั่วต่อการทำลายสารพันธุกรรม วิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชั่นสเปคโทรมิเตอร์ ชนิดแกรไฟท์เฟอร์เนซ[7] ใช้เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณตะกั่วที่ร่างกาย ได้รับและใช้เฝ้าระวังอาการเป็นพิษจากตะกั่ว โดยระดับตะกั่วในเลือดที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและมีผลให้ร่างกายแสดงอาการผิดปกติได้ คือ มากกว่า 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร[12,13] สำหรับความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ใช้เป็น biomarker ชี้บอกระดับความเป็นพิษต่อการทำลายโครโมโซม งานวิจัยครั้งนี้ ศึกษาในกลุ่มคนทำงานติดลูกตะกั่วแหอวนที่สัมผัสสารตะกั่วโดยตรงและกลุ่มคนทำงานติดทุ่นลอยที่ไม่ได้ทำงานสัมผัสสารตะกั่วซึ่งอาศัยอยู่ในชุมชนเดียวกัน ผลการศึกษาสามารถบอกถึงสถานการณ์การได้รับสารตะกั่วในประชากรทั้งสองกลุ่ม และชี้ให้เห็นผลกระทบของระดับตะกั่วในเลือดต่อการทำลายสารพันธุกรรม นอกจาก

นี้ข้อมูลที่ได้ยังสามารถบ่งชี้ถึงระดับของการปนเปื้อนสารตะกั่วเข้าสู่สิ่งแวดล้อมได้ และนำไปสู่การค้นพบปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ ของการเกิดปัญหาพิษสารตะกั่วในพื้นที่ ข้อมูลที่ได้สามารถสื่อสารความเสี่ยงให้แก่กลุ่มคนทำงานสัมผัสตะกั่วและประชาชนทั่วไปได้เข้าใจและตระหนักในพิษภัยที่เกิดจากการได้รับสัมผัสสารตะกั่ว เพื่อชุมชนจะได้พัฒนาและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาร่วมกันอย่างยั่งยืน ต่อไป

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าประชาชนกลุ่มทำงานสัมผัสสารตะกั่วจากการติดลูกตะกั่วแหอวนมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าประชาชนกลุ่มทำงานไม่สัมผัสสารตะกั่วจากการติดทุ่นลอยแหอวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีประชาชนกลุ่มติดลูกตะกั่วแหอวนจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 14.9 ของกลุ่มประชาชนติดลูกตะกั่วแหอวน มีระดับตะกั่วในเลือดมากกว่า 40 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ซึ่งเป็นระดับที่ส่งผลให้ร่างกายแสดงอาการผิดปกติ ซึ่งมีค่าตะกั่วอยู่ในช่วง 41.0 – 59.8 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ในขณะที่ค่าความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสของประชาชนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และพบว่าระดับตะกั่วในเลือดไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับความถี่ของการเกิดไมโครนิวเคลียส แต่พบว่าความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่มีระยะเวลาการทำงานไม่เท่ากัน โดยกลุ่มที่มีระยะเวลาการทำงานมากกว่า 30 ปี มีค่ามากกว่ากลุ่มที่มีอายุการทำงาน 10–30 ปี และกลุ่มที่มีอายุการทำงานน้อยกว่า 10 ปี ตามลำดับ

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์แสดงให้เห็นว่าประชาชนในพื้นที่ดำเนินการศึกษามีพฤติกรรมการไม่สวมถุงมือในขณะทำงานร้อยเปอร์เซ็นต์ ซึ่งสนับสนุนผลการทดสอบหาระดับตะกั่วในเลือดของประชาชนกลุ่มสัมผัสสารตะกั่วที่มีค่าไปในทิศทางที่สูงเพราะขาดการป้องกันตัวเองจากการได้รับสัมผัสสารตะกั่ว ถึงแม้ผลของระดับตะกั่วในเลือดจะไปในทิศทางที่สูง แต่ระดับตะกั่วในเลือดของประชาชนส่วนมากยังต่ำกว่าระดับที่ส่งผลให้ร่างกายแสดงอาการผิดปกติ ซึ่งอาจสืบเนื่องมาจากผลของการรณรงค์โดยหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนเพื่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการล้างมือทุกครั้งก่อนหยิบจับอาหารรับประทาน นอกจากนี้ ผลการทดสอบยังสามารถแสดงให้เห็นว่าการสัมผัสสารตะกั่วซ้ำ ๆ ต่อเนื่องกันเป็นเวลานานมีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาที่ระบุว่าการได้รับสัมผัสสารตะกั่วเป็นระยะเวลานานมีผลต่อความเสถียรของสายโครมาตินและอาจก่อให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซมเชิง โครงสร้างและยังส่งผลกระทบต่อกระบวนการซ่อมแซมสายดีเอ็นเอได้ การไม่พบความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระดับตะกั่วในเลือดและความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส สาเหตุอาจเนื่องมาจากจำนวนตัวอย่างไม่มากพอและในทั้งสองกลุ่มมีตัวอย่างจำนวนไม่เท่ากัน นอกจากนี้การให้ข้อมูลที่บิดเบือนและไม่ครบถ้วนจากการสัมภาษณ์มีผลให้การจัดกลุ่มประชาชนที่เข้าร่วมโครงการผิดพลาดและส่งผลกระทบต่อการประมวลผลได้ ข้อมูลผลการวิจัยครั้งนี้สามารถสื่อสารเพื่อสร้างความเข้าใจและตระหนักต่อพิษภัยจากการสัมผัสตะกั่ว ทั้งในกลุ่มคนทำงานสัมผัสตะกั่วโดยตรงและประชาชนในชุมชนเดียวกัน และเพื่อให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและเทคนิคในการทำงานให้เหมาะสมต่อไป

ข้อจำกัดการวิจัย

ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมในพื้นที่อยู่อาศัยซึ่งอาจมีผลต่อการปนเปื้อนฝุ่นตะกั่วในบรรยากาศ ปัจจัยอื่น ๆที่มีผลต่อความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียส เช่น โรค อาการของโรค ยารักษาโรคบางชนิด พฤติกรรมการบริโภค การใช้สารเคมีทางการเกษตร เป็นต้น และประชาชนที่เข้าร่วมโครงการบอกข้อมูลไม่ครบถ้วน ปิดบังข้อมูลบางส่วน ซึ่งมีผลต่อการนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลการทดสอบทางห้องปฏิบัติการ

ข้อเสนอแนะ

1. การวิจัยในขั้นต่อไปควรดำเนินการในกลุ่มประชาชนหมู่บ้านข้างเคียงที่ไม่ได้ประกอบอาชีพใน

ทั้งสองกลุ่มอาชีพข้างต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลของกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสัมผัสสารตะกั่วในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน

2. การวิจัยในขั้นต่อไปควรตรวจติดตามในกลุ่มประชาชนที่มีระดับตะกั่วในเลือดสูง หรือความถี่การเกิดไมโครนิวเคลียสสูง ว่ามีค่าทางห้องปฏิบัติการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด สอดคล้องกับอาการแสดงออกทางร่างกายหรือไม่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณประชาชนที่เข้าร่วมโครงการจากบ้านเหล่าเกวียนหัก ตำบลบ้านทุ่ม อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านทุ่มที่ช่วยดำเนินการเก็บตัวอย่าง และขอขอบคุณผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 7 ขอนแก่น และบุคลากรที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่สนับสนุนการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. ปราโมทย์ ศรีสุวรรณ และรินทวัฒน์ สมบัติศิริ. กลุ่มวิเทศสัมพันธ์สิ่งแวดล้อม สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 28 มกราคม 2552]. แหล่งข้อมูล: http://www.diw.go.th/diw_web/html/versionthai/news/ตะกั่วและพิษของตะกั่ว.pdf
2. Moffat AC, Osselton MD, Widdop B, Watts J. Clark's analysis of drugs and posions. Electronic version. London: Pharmaceutical Press; 2004.
3. นันทวรรณ วิจิตรวาทการ, วนิดา ศศิวิมลกุล. การศึกษาแนวโน้มระดับตะกั่วในเลือดของตำรวจจราจรและเด็กนักเรียนในกรุงเทพมหานคร หลังจากมีการเริ่มใช้มาตรการการใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว. วิทยาลัยการสาธารณสุขจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 28 มกราคม 2552]. แหล่งข้อมูล: http://www.research.chula.ac.th/Prize_Research/rsGood/example/ex46_6.htm
4. สุดใจ นันตารัตน์, มณี เขม้นเขตรการ. ระดับตะกั่วในเลือดของผู้ประกอบอาชีพในสถานประกอบการซ่อมและทำสีรถยนต์ในเขตภาคเหนือตอนบน. เชียงใหม่เวชสาร 2544;40:35-41.
5. Johansson L, Pellicciari CE. Lead induced changes in the stabilization of the mouse sperm chromatin. Toxicology 1988:51:11-24.
6. Hartwig A, Schlepegrell R, Beyersmann D. Indirect mechanism of lead induced genotoxic in cultured mammalian cells. Mutat Res 1990;241:75-82.
7. US Environmental Protection Agency. Lead Compounds [Internet]. [cited 2009 Jan 30]. Available from: http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/lead.html
8. Fenech M, Holland N, Chang WP, Zeiger E, Bonassi S. The HUman MicroNucleus Project — an international collaborative study on the use of the micronucleus technique for measuring DNA damage in humans. Mutat Res 1999;428:271-83.
9. Fenech M, Bonassi S, Turner J, Lando C, Ceppi M, Chang WP, et al. Intra- and inter-laboratory variation in the scoring of micronuclei and nucleoplasmic bridges in binucleated human lymphocytes. Results of an international slide-scoring exercise by the HUMN project. Mutat Res 2003;534:45-64.
10. Alexander V, Vaglenov A, Creus A, Laltchev S, Petkova V, Pavlova S, et al. Occupational exposure to lead and induction of genetic damage. Environ Health Perspect 2001:109:295-8.
11. Minozzo R, Deimling LI, Gigante LP, Santos-Mello R. Micronuclei in peripheral blood lymphocytes of worker exposed to lead. Mutat Res 2004;565:53-60.
12. Karri SK, Saper RB, Kales SN. Lead encephalopathy due to traditional medicines. Current Drug Safety 2008:3: 54-9.
13. New York State Department of Health. Lead exposure in adults: a guide for health care providers [Internet]. [cited 2009 Jan 30]. Available from: http://www.health.ny.gov/publications/2584/

Abstract: Blood Lead Levels and the Effect on Genetic Damage

Watinee Dornboonlon, B.Sc. (Chemistry), M.Sc.(Med Biochem); Chonthicha Puttason, B.Sc. (Chemistry); Witina Chawpratum, B.Sc. (Chemistry); Siriprang Pakirana, B.Sc. (Microbiology); Pratoomwan Kittiapibool, B.Sc. (Chemistry); Rassame Aomsin, Cert. Med. Sc.

Rajanukul Institute, Department of Mental Health, Ministry of Public Health

Journal of Health Science 2014;23:354-61.

Lead is a poisonous heavy metal widely used in many industries. Khon Kaen province has two fishing net manufactories which produced fishing nets with wide distribution in the Asia region. One production step of attaching lead beads to the nets needs to be performed by hands. Thus, it results in the significant level of exposure of workers to lead. The ojectives of this study were to assess blood level of lead in workers and to analyse the effect on genetic materials. The study samples were 74 fishing net factory wokers: 47 with occupational exposure to lead and 27 with no exposure. The level of exposure was determined by the lead level in blood; and the presence of binucleated cells with micronuclei (BNMN) in peripheral blood lymphocytes was considered a biomarker of genotoxic effects. It was found that 7 (9.5%) exposed workers had higher blood lead level than the safety level of 40 ug/dL; and the level was significantly higher among the occupationally exposed workers ($p<0.05$). However, the levels of micronucleus were not different statisticcally between the 2 groups; and there was no correlation between blood lead levels and the presence of BNMN ($r = 0.085$; $p=0.469$). Workers who had more years of employment were found to have higher frequency of micronucleus. Although our data showed that blood lead level was a poor indicator of genetic damage induction, there was a significant increase in genetic damage in person with longer duration of exposure to lead.

Key words: **blood lead level, lead exposure, occupational exposure, genetic damage, micronucleus frequency**