

**ระดับของโลหะหนักที่ส่งผลต่อผลตรวจสุขภาพของประชาชน : กรณีศึกษา
ในกลุ่มตัวอย่างประชาชนในเขตโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุด
จังหวัดระยอง**

พัฒนานัติ ชูวิเชียร *

ดร.นายแพทย์พัฒนา เต็งอำนวย **

บทคัดย่อ

การศึกษานี้คณะผู้วิจัยศึกษาค่าอ้างอิงทางสุขภาพของประชาชนในเขตโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ศึกษาระดับตะกั่วในเลือด โปรตีนในเลือด โปรตีนในปัสสาวะและระดับสารหนูในปัสสาวะ เพื่อหาความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นกับผลตรวจสุขภาพของประชาชนในเขตโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง จำนวน 878 คน เพศชาย 266 คน หญิง 612 คน พบว่าค่าผลตรวจครีอะตินินของประชากรเพศชายค่อนข้างสูงคือ 1.22-1.24 mg/dl ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นพบว่าสารหนูในปัสสาวะเพิ่ม จำนวนเม็ดเลือดแดงปริมาณเซลล์เกล็ดเลือดและโปรตีนในเลือดลดลง ตะกั่วในเลือดเพิ่ม จำนวนเม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน ฮีมาโทคริต จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอซิโนฟิล Serum creatinine และ Aspartate aminotransferase เพิ่ม โปรตีนในเลือดเพิ่ม ฮีมาโทคริตและปริมาณเซลล์เกล็ดเลือดเพิ่ม เม็ดเลือดขาวชนิดอีโอซิโนฟิลต่ำ โปรตีนในปัสสาวะเพิ่ม จำนวนเม็ดเลือดแดงและฮีมาโทคริตลด ปริมาณเซลล์เกล็ดเลือดเพิ่ม ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าโปรตีนในเลือดและสารหนูในปัสสาวะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม เมื่อโปรตีนในเลือดเพิ่มขึ้นปริมาณสารหนูในปัสสาวะลดลง

ผลการตรวจระดับโลหะด้วยวิธีการทำ DMSA urine challenge test ในพนักงาน ที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง พบว่าปริมาณตะกั่วหลังทำ DMSA urine challenge test เพิ่มขึ้น 3 เท่า โปรตีนในปัสสาวะเพิ่มขึ้น 3 เท่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของประชาชนในเขตอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง 2 เท่า แต่สารหนูในปัสสาวะลดลง 1 เท่า โดยสารหนูในปัสสาวะสูงกว่าค่าเฉลี่ยถึง 13 เท่า

สารหนูในปัสสาวะโดยเฉลี่ยของการวิจัย สูงกว่าค่ามาตรฐาน BEIs ของ ACGIH ปี 2013 ปริมาณตะกั่ว โปรตีนในปัสสาวะหลังจากผู้ปวยรับประทาน DMSA มีปริมาณที่สูงขึ้น แต่พบสารหนูในปัสสาวะลดลง เนื่องจากหมู่ซัลไฟไฮดริล (sulfhydryl group, -SH) จับกับโปรตีนได้ดีกว่าสารหนู

คำสำคัญ : DMSA urine challenge test , หมู่ซัลไฟไฮดริล (sulfhydryl group, -SH)

* นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

** ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

บทนำ

ประเทศไทยกำลังพัฒนาไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ ทำให้ปัญหาสุขภาพอนามัยของผู้ประกอบอาชีพในภาค อุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น จังหวัดระยองได้ถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่ส่งเสริมอุตสาหกรรมตามโครงการอีสเทิร์นซีบอร์ด ปัจจุบัน เป็นที่ตั้งของ โรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมาก

มีการรายงานจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับพิษโลหะหนัก มีการศึกษาผลกระทบของพิษโลหะหนักต่อโรค ปัจจัยทางพฤติกรรมส่วนบุคคลที่ส่งเสริมให้มีระดับโลหะหนักในเลือดสูง อาชีพที่มีระดับโลหะหนักสูงสุด แต่ไม่ได้กล่าวถึงการนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้สร้างความตระหนัก และ ฝ้าระวังภาวะสุขภาพของประชาชนก่อนที่จะมีการสะสมของโลหะหนักในระดับที่เป็นพิษ การสะสมของพิษโลหะหนักส่งต่อสุขภาพมากมาย ในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาหาระดับของโลหะหนักได้แก่ ตะกั่ว ปรอท สารหนู ที่ส่งผลกระทบต่อผลตรวจสุขภาพของประชาชนในเขตในโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุดจังหวัดระยอง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาระดับตะกั่วในเลือด ปรอทในเลือด ปรอทในปัสสาวะและระดับสารหนูในปัสสาวะของประชาชนในเขตโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง
2. หาค่าอ้างอิงทางสุขภาพของประชาชนในเขตโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุดจังหวัดระยอง
3. หาความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นของ ตะกั่ว ปรอท สารหนู กับผลตรวจสุขภาพของประชาชนในเขตโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุดจังหวัดระยอง
4. ศึกษาผลการตรวจระดับโลหะด้วยวิธีการทำ DMSA urine challenge test ในพนักงานที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง

สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน สัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด
2. ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน สัมพันธ์กับระดับปรอทในเลือด
3. ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน สัมพันธ์กับระดับปรอทในปัสสาวะ
4. ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน สัมพันธ์กับระดับสารหนูในปัสสาวะ

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษา โลหะหนัก 3 ตัว ได้แก่ ตะกั่ว โปรท และสารหนู[1,2]

1. ตะกั่ว มีน้ำหนักมาก สีเทาและแข็งนุ่ม ตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้รับทางการหายใจทางปาก ทางผิวหนัง ทางเข้าสารพิษทางอื่นๆ ได้แก่การเข้าสู่ร่างกายโดยการฉีดยาเข้าหลอดเลือด การฉีดยาเข้าใต้ผิวหนังหรือกล้ามเนื้อ การพ่นยาเข้าจมูกหรือคอ การใช้ยาในรูปแบบของยาเหน็บ ทวารหรือช่องคลอด ตะกั่วจะถูกดูดซึมจากส่วนต่างๆ เข้าสู่กระแสเลือด ตะกั่วส่วนใหญ่จะสะสมที่กระดูก 95% และอยู่ได้นานมากกว่า 20 ปี ที่ลิ้น หัวใจ สมอง มีตะกั่ว 0.05-0.09 mcg/g กระดูกมีตะกั่ว 6.60-7.82 mcg/g เส้นผมมีตะกั่ว 2-80 mcg/g (สมพูล กฤตลักษณ์ , 2532)

ตะกั่วประมาณ 76 % ที่รับเข้าไปในร่างกายจะถูกขับออกทางปัสสาวะอีก 16 % ขับออกทางอุจจาระ และ 8% ขับออกทางผิวหนัง การเกิดพิษอย่างเฉียบพลันพบได้น้อย แต่อาจพบได้ในรายที่ได้รับสารตะกั่วปริมาณมาก อาการอาจเกิดในทันที มีอาการปวดท้องอย่างรุนแรง อาเจียน ปากมีรสโลหะ กระหายน้ำและคอแห้ง บางครั้งถ่ายอุจจาระบ่อย มือเท้าเป็นตะคริวและมีอาการทางประสาท พบปวดศีรษะมาก นอนไม่หลับ กล้ามเนื้อไม่มีแรง เดินไม่ตรงทาง อาจชักหมดสติ ปัสสาวะน้อย ชีพและตายได้ใน 1-2 วัน การเกิดพิษเรื้อรังพบได้บ่อย ทำให้เกิดพิษต่อระบบประสาท ระบบเลือด ไต ทางเดินอาหาร กระดูก ระบบสืบพันธุ์ ต่อมไทรอยด์ และต่อมหมวกไต

2. โปรทเป็นโลหะ ได้มาจากการถลุงสินแร่ ภาวะพิษจากโปรทที่รู้จักดีได้แก่ ภาวะพิษจาก methyl mercury [3] ที่ทำให้เกิดโรคมินามาตะ ในประเทศญี่ปุ่น โลหะโปรท จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจเข้าสู่กระแสเลือดได้ถึงร้อยละ 75 และจะกระจายเข้าสู่สมอง โปรทอนินทรีย์มีฤทธิ์ระคายเคืองเยื่อทางเดินอาหารอย่างรุนแรง และถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ประมาณร้อยละ 7-15 หลังจากนั้นจะถูกขับออกทางไต ทำให้เกิดพิษต่อไต ภาวะพิษจากการสัมผัสโลหะโปรทแบบเฉียบพลันจะทำให้เกิดอาการไข้ ไอ ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ชีพจรเต้นเร็ว หายใจลำบาก เจ็บหน้าอก และลิ้นรู้สึกรสของโลหะ (metallic-taste) อาการเหล่านี้อาจดีขึ้นใน 2-7 วัน หรืออาจเกิดภาวะปอดอักเสบแทรกซ้อน จนทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตจากการหายใจล้มเหลวได้ ภาวะพิษจากการสัมผัสโลหะโปรทแบบเรื้อรัง ทำให้เกิดอาการเหงือกอักเสบ มือสั่น และมีความผิดปกติทางจิตและระบบประสาท ภาวะพิษจากโปรทอนินทรีย์ ทำให้เกิดภาวะท้องเสียเฉียบพลัน และถ่ายอุจจาระเป็นเลือด นอกจากนี้ยังอาจทำให้เกิดภาวะไตวายเฉียบพลัน ทำให้เกิดความผิดปกติที่ระบบการทรงตัว ในคนทำงานไม่ควรบริโภคโปรทเกิน 15 ไมโครกรัม/ลิตร BEI-ACGIH โดยเก็บหลังเลิกงานวันสุดท้ายของสัปดาห์

3. สารหนูเป็นสารโลหะหนักที่สามารถพบในธรรมชาติ เช่น แหล่งน้ำ สินแร่ และในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นสารที่ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ถูกดูดซึมเข้าไปในร่างกายจากทางเดินอาหาร การหายใจ ทางหลอดเลือดดำ และทางเยื่อเมือก อาการแสดงของการเกิดพิษจากสารหนู ขึ้นกับปริมาณและชนิดของสารหนูที่ได้รับ รวมถึงระยะเวลาที่ได้รับพิษด้วย พิษเฉียบพลันจากสารหนูนั้น

มีอาการหลายๆ ระบบร่วมกัน โดยเฉพาะระบบทางเดินอาหาร ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบหายใจ ระบบเลือด ระบบประสาท และระบบทางเดินปัสสาวะพิษเรื้อรังจากสารหนู มักจะได้รับการสัมผัสจากการทำงานหรือจากสิ่งแวดล้อม โดยมีผลต่อหลาย ๆ ระบบคล้ายกับในผู้ป่วยเนื้องอก แต่อาการในระบบผิวหนัง ระบบประสาทส่วนปลายจะเด่นชัดกว่า

Miren Begonia Zubero et al., 2009 ศึกษาระดับตะกั่วในเลือด ระดับแคดเมียม ไครเมียและปรอทในปัสสาวะของประชากรเมือง Alonsotegi and a borough of Bilbao (Altamira, Rekalde) ที่อาศัยใกล้โรงงานเผาขยะ (ระยะห่างจากโรงงานน้อยกว่า 2 กม.)

ประชากรในเมือง Bilbao (Santutxu-Zurbaran) (ระยะห่างจากโรงงาน 5 กม.) ประชากรในเมือง Balmaseda (ระยะห่างจากโรงงาน 20 กม.) พบว่าระดับตะกั่วในเลือดมีความสัมพันธ์กับระยะห่างจากโรงงาน แต่เมื่อใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติ สรุปได้ว่าประชากรที่อาศัยอยู่ใกล้โรงงานกำจัดขยะไม่พบว่ามีระดับโลหะหนักที่สูงผิดปกติ

Rita Ellithorpe, 2010 พบว่าการเพิ่มขึ้นของระดับโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม เป็นผลสืบเนื่องมาจากภาคอุตสาหกรรม กลไกพื้นฐานอย่างหนึ่งของพิษโลหะหนัก คือการทำลายของกระบวนการออกซิเดชัน โดยเฉพาะกระบวนการออกซิเดชันของอนุมูลอิสระของผนังเซลล์

Jong Wha Lee et al, 2008 เก็บข้อมูลในประชากรที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไปพบว่า ตะกั่วในเลือดของประชากรในประเทศเกาหลี ขึ้นกับอายุ ยกเว้นในประชากรที่มีอายุมากกว่า 60 ปี ตะกั่วในเลือดของหญิงน้อยกว่าชาย ประชากรที่สูบบุหรี่ มีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าไม่สูบบุหรี่ [8]

Marika Berglund et al., 2005 Environ Health ;Inter-individual variations of human exposure biomarkers : a cross sectional assessment พบว่าปริมาณสารปรอทในเลือดสามารถพยากรณ์ ปริมาณปรอทในเส้นผมได้ 62% เมื่อปรอทในเลือดเพิ่มขึ้น ปริมาณปรอทในเส้นผมจะเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างอนุพันธ์ของปรอท กับวิธีการสัมผัสปรอท พบว่าการบริโภคปลาสัมพันธ์กับปริมาณปรอทอินทรีย์ในเลือด เม็ดเลือดแดง พลาสมาและผม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.001$ ส่วนการสัมผัสปรอท จากสารอมัลกัม จะพบปรอทอินทรีย์ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.01$

The American Petroleum Institute Petroleum HPV Testing Group , 2011 รายงานข้อมูลปริมาณโลหะหนักในน้ำมันดิบ พบว่าในน้ำมันดิบมีสารหนู 0.08 parts-per-million (ppm) , มีปรอท 0.01 parts-per-million (ppm) และมีตะกั่ว 0.001 parts-per-million (ppm) ในขบวนการกลั่นน้ำมันดิบ อาศัยหลักการต้ม จะได้น้ำมันชนิดต่างๆ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรเป็นพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยองทั้งหมดจำนวน 115,501 คน

กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยองที่เข้าร่วมโครงการตรวจสุขภาพและเฝ้าระวังโรคพิษจากโลหะหนักในเขตควบคุมมลพิษนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง 878 คน มีอายุมากกว่า 20 ปี วิธีการสุ่มตัวอย่างใช้ความสุ่มใจ ขนาดประชากร 115,501 คน ใช้กลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 600 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ใช้แบบขอเก็บข้อมูลผลการตรวจสุขภาพ ประกอบด้วยปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยทางสุขภาพ (ผลการตรวจ complete blood count การทำงานของไต ตับ โลหะหนักในเลือดและในปัสสาวะ)

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1.ขออนุญาตเก็บข้อมูล ทำหนังสือขออนุญาต ผู้อำนวยการโรงพยาบาลมาบตาพุด
- 2.เก็บรวบรวมผลการตรวจสุขภาพ

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลหรือสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ $p \leq 0.05$ ใช้สถิติเชิงพรรณนา เพื่อศึกษาลักษณะข้อมูลทั่วไป ข้อมูลพฤติกรรม ข้อมูลสุขภาพ ผลระดับตะกั่ว ระดับปรอท และระดับสารหนูในเลือด ในรูปร้อยละ ค่าเฉลี่ยใช้การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของ อายุ เพศ ระดับตะกั่ว ปรอท สารหนู กับตัวแปรตาม ผลการตรวจ CBC, BUN, Cr, AST, ALT

ผลการวิจัย

จำนวนประชาชนในโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยองที่เข้าร่วมโครงการตรวจสุขภาพและเฝ้าระวังโรคพิษจากโลหะหนักในเขตควบคุมมลพิษนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 1,429 คน วิธีการสุ่มตัวอย่างใช้ความสุ่มใจในการเข้าร่วมโครงการที่มีอายุมากกว่า 20 ปี เข้าโครงการ 878 คน เพศชาย 266 คน ชายอายุเฉลี่ย 53.49 ± 14.35 ปี หญิง 612 คน อายุเฉลี่ย 49.27 ± 13.10 ปี จากตารางที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยสารหนูในปัสสาวะ (urine arsenic; As) โดยเฉลี่ยในเพศชาย $39.31 \mu\text{g/L}$ เพศหญิง $45.05 \mu\text{g/L}$ ตะกั่วในเลือด (urine lead; Pb) เฉลี่ยในเพศชาย $4.64 \mu\text{g/dl}$ เพศหญิง $3.60 \mu\text{g/dl}$ สารปรอทในเลือด (Mercury; HG) เฉลี่ยในเพศชาย $1.08 \mu\text{g/L}$ เพศหญิง $2.39 \mu\text{g/L}$ สารปรอทในปัสสาวะ (Mercury; HG) เฉลี่ยในเพศชาย $1.32 \mu\text{g/g}$ creatinine เพศหญิง $1.88 \mu\text{g/g}$ creatinine โดยค่าผลตรวจวิเคราะห์ดินนินของประชากรเพศชายค่อนข้างสูงคือ 1.22–1.24 mg/dl

จากตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นของตะกั่ว ปรีท สารหนู กับผลตรวจสุขภาพของประชาชนในเขตโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยองพบว่า สารหนูในปัสสาวะเพิ่ม จำนวนเม็ดเลือดแดงปริมาณเซลล์เกล็ดเลือดและปรีทในเลือดลดลง ตะกั่วในเลือดเพิ่ม จำนวนเม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน ฮีมาโทคริต จำนวนเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอซิโนฟิล Serum creatinine และ Aspartate aminotransferase เพิ่ม ปรีทในเลือดเพิ่ม ฮีมาโทคริตและปริมาณเซลล์เกล็ดเลือดเพิ่ม เม็ดเลือดขาวชนิดอีโอซิโนฟิลต่ำ ปรีทในปัสสาวะเพิ่ม จำนวนเม็ดเลือดแดงและฮีมาโทคริตลด ปริมาณเซลล์เกล็ดเลือดเพิ่ม

ความสัมพันธ์ในรูปเชิงเส้นที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าปรีทในเลือดและสารหนูในปัสสาวะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม เมื่อปรีทเพิ่มขึ้นปริมาณสารหนูในปัสสาวะลดลง

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยผลการตรวจสุขภาพประชาชนโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุด

รายการตรวจสุขภาพ	ค่าเฉลี่ยผลการตรวจสุขภาพ		ค่าอ้างอิง
	ชาย	หญิง	
การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete blood count; CBC)			
จำนวนเม็ดเลือดขาวทุกชนิดรวมกัน (WBC) (cell/dl)	7103.04±113.37	7033.10±76.56	3.5-10.5
เม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (Neutrophil)(%)	54.44±0.57	54.77±0.35	50-70
เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ (Lymphocyte)(%)	32.89±0.50	34.58±0.31	20-40
เม็ดเลือดขาวชนิดอีโอซิโนฟิล (Eosinophil)(%)	5.58±0.28	4.15±0.15	1-5
เม็ดเลือดขาวชนิดโมโนไซต์ (Monocyte) %	6.75±0.12	6.21±0.08	1-5
จำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell count;RBC)(x10 ⁶)	4.96±0.03	4.44±0.02	4.5-6.0
ปริมาณเฉลี่ยของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง (pg)	28.68±0.20	28.03±0.12	26-34
ความเข้มข้นเฉลี่ยของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง (g/dL)	32.92±0.06	32.68±.03	31-37
ค่าเฉลี่ยของปริมาตรเม็ดเลือดแดง (fL)	86.99±0.55	85.67±0.35	79-97
ความกว้างของการกระจายขนาดเม็ดเลือดแดง (%)	14.15±.08	14.21±0.06	13-16
ปริมาณเซลล์เกล็ดเลือด (Platelet Count; PLT)	244163.1±4073.2	273105.88±2538.5	140000-400000
ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin; Hb)(g/dl)	14.09±0.09	12.34±0.04	12.0-17.5
ฮีมาโทคริต (Hematocrit; HCT)(%)	42.91±0.26	37.85±0.14	34.9-50.0
ความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ	1.020±0.0004	1.020±0.0002	1.010-1.025
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	5.73±0.04	5.88±0.03	4.5-8
เม็ดเลือดขาวในปัสสาวะ (cell/HPF)	0-1	0-1	0-1
เม็ดเลือดแดงในปัสสาวะ (cell/HPF)	1-2	1-2	0-1
Squamous epithelial (cell/HPF)	1-2	1-2	0-1
ค่ายูเรียไนโตรเจน (mg/dL)	14.29±0.26	12.97±0.15	10-20
ครีเอตินีน (mg/dL)	1.23±.01	0.99±0.01	0.5-1.5
AST (Aspartate aminotransferase)(IU/L)	31.87±2.10	22.70±0.44	0-40
ALT (Alanine aminotransferase) (IU/L)	32.79±1.83	21.67±0.60	0-40
สารหนูในปัสสาวะ (µg/L)[9]	39.31±5.38	45.05±2.76	35
ตะกั่วในเลือด (µg/dL)	4.64±0.13	3.60±0.07	30
สารปรอทในเลือด (µg/L)	1.08±0.08	2.39±0.18	15
สารปรอทในปัสสาวะ (µg/ g creatinine)[9]	1.32±0.06	1.88±0.12	20

ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างโลหะหนักกับผลทางห้องปฏิบัติการ

ผลทางห้องปฏิบัติการ	Arsenic	Lead	Mercury (Blood)	Mercury(Urine)
อายุ	0.070 [*]	-0.004	-0.107 ^{**}	-0.070 [*]
จำนวนเม็ดเลือดแดง	-0.095 ^{**}	0.185 ^{**}	-0.014	-0.101 ^{**}
ฮีโมโกลบิน	-0.023	0.184 ^{**}	-0.058	-0.041
ฮีมาโทคริต	-0.037	0.207 ^{**}	-0.066 [*]	-0.065 [*]
ปริมาณเซลล์เกล็ดเลือด	-0.097 ^{**}	-0.031	0.154 ^{**}	0.097 ^{**}
เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์	0.009	0.074 [*]	-0.093 ^{**}	0.063
ครีเอตินีน	-0.102 ^{**}	0.110 ^{**}	0.008	-0.089
AST (Aspartate aminotransferase)	0.012	0.068 [*]	-0.048	-0.011
สารหนูในปัสสาวะ	1	-0.060	-0.154 ^{**}	0.004
ตะกั่วในเลือด	-0.060	1	0.002	-0.047
สารปรอทในเลือด	-0.154 ^{**}	0.002	1	
สารปรอทในปัสสาวะ				1
**. P < 0.01 , *. P < 0.05				

การศึกษาเพิ่มเติมถึงผลการตรวจระดับโลหะด้วย วิธีการทำ Dimercaptosuccinic acid (DMSA) urine challenge test [4,5,6,7]ในพนักงาน ที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม มาบตาพุด จังหวัดระยองการทำ Urine challenge test ใช้วิธี Dimercaptosuccinic acid (DMSA) protocols for Provocation and Detoxification/Treatment จำนวน 5 เม็ด(น้ำหนัก 167.5 ปอนด์) ตามตารางที่ 3 พบว่า

1.ปริมาณสารหนูในปัสสาวะ ก่อนทำ DMSA Urine challenge test 709.4 µg/L และลดลงเหลือ 463.65 µg/L เมื่อทำ Urine challenge test เกินค่าเฉลี่ยของผลการตรวจสุขภาพพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง (33.96-34.62 µg/L)

2.ปริมาณตะกั่วก่อนทำ DMSA Urine challenge test 1 µg/g creatinine (Urine Creatinine 159.14 mg/dl) และเพิ่มขึ้น 3 เท่า หลังทำ DMSA Urine challenge 3.17 µg/g creatinine(Urine Creatinine 232.6 mg/dl)

3.ปริมาณปรอท ก่อนทำ DMSA Urine challenge test พบว่ามีปริมาณปรอท < 0.63 µg/g creatinine ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ของผลการตรวจสุขภาพพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรม มาบตาพุด จังหวัดระยอง (1.26-1.38 µg/g creatine) หลังทำ DMSA Urine challenge test มีปรอทในปัสสาวะ 2.39 µg/g creatinine ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ย 2 เท่า

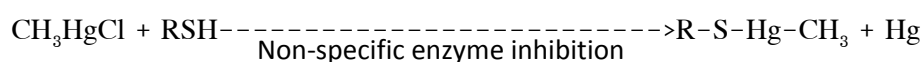
ตารางที่ 3 ผลการตรวจโลหะหนัก 22 เมษายน 2557 (Urine Creatinine 159.14 mg/dl)

ในปัสสาวะ	ก่อนทำ urine challenge test	หลังทำ urine challenge test
As(µg/L)	709.4	463,65
Pb (µg/g creatinine)	1.00 (Urine Creatinine 159.14 mg/dl)	3.71(Urine Creatinine 232.60 mg/dl)
Hg (µg/g creatinine)	< 0.63 (Urine Creatinine 159.14 mg/dl)	2.39(Urine Creatinine 232.60 mg/dl)
ในเลือด		
Pb (µg/dl)	2.15	-
Hg (µg/L)	6.09	-

สรุปผลการวิจัย

1. สารหนูในปัสสาวะโดยเฉลี่ยในเพศชาย 39.31 µg/L เพศหญิง 45.05 µg/L สูงกว่าค่ามาตรฐาน BEI ของ ACGIH ปี2013[9]มาตรฐานสำหรับคนงานทำงาน 8 ชม.ต่อวัน < 35 µg/L

2. จากการศึกษาภาวะสุขภาพของกรณีศึกษาที่ 1 พบว่ามีโลหะหนักคือ สารหนู ปะปนในเลือดและปัสสาวะเกินค่าเฉลี่ยของผลการตรวจสุขภาพพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมมาตูป จัหวัดระยอง โดยเมื่อมีการทำ DMSA Urine challenge test พบว่า ตะกั่วในปัสสาวะเพิ่มขึ้น และปัสสาวะเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่ในการศึกษาไม่ได้ทำค่าอ้างอิงของตะกั่วในปัสสาวะของผลการตรวจสุขภาพพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมมาตูป จัหวัดระยองจึงไม่ขอกล่าวถึงในที่นี้ ความเป็นพิษของปรอทต่อร่างกายคือปรอทสามารถรวมตัวกับสารหมู่ไทออลคอมเพล็กซ์ ได้แก่ ซีสเตอีน (cysteine) กลูตาไธโอน (gultathione) และโปรตีนอัลบูมิน(albumin)ได้อย่างดีมาก และในขณะเดียวกันปรอทสามารถจับกับหมู่ซัลไฟไฮดริล (sulfhydryl group, -SH) ได้เป็นสารประกอบ methylmercury-sulhydryl ที่มีความเสถียรเช่นกัน ดังนี้



กลไกการออกฤทธิ์ของ DMSA

DMSA หรือ meso-2, 3-dimercaptosuccinic acid มีปฏิกิริยา กับโลหะหลัก ๆ คือ ตะกั่ว ปรอท สารหนู และทอง มีองค์ประกอบเป็น กรดคาร์บอกซีสองกลุ่ม มันจึงสามารถละลายน้ำได้ และสามารถถูกไอออนไนซ์ได้ที่สภาพ pH ที่มีในร่างกาย และนี้สามารถดูดซึมได้ดีในระบบทางเดินอาหารจึงสามารถให้ได้ทางปาก DMSA เกือบทั้งหมดถูกกำจัดออกจากร่างกายผ่านทาง

ไตและมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่จะ ถูกขับออกจากอวัยวะและทางลมหายใจ ผู้ป่วยสามารถดูดซึมประมาณ 23% ของยาที่รับประทานเข้าไป และเมื่อเข้าสู่ร่างกาย DMSA สามารถเผาผลาญได้อย่างรวดเร็ว ประมาณ 20% ของยาที่ให้จะไปปรากฏในปัสสาวะ ซึ่งก็สะท้อนถึงปริมาณที่ถูกดูดซึมในทางเดินอาหาร โดยเฉลี่ยประมาณ 89% ของปริมาณที่พบในปัสสาวะอยู่ในรูปแบบที่ต่างจากเดิมคือเป็นส่วนผสมระหว่าง Disulfides กับ L-cysteine มีเพียง 11% เท่านั้นที่ออกมาในรูปแบบของDMSA อิสระ การขับ DMSA ทางปัสสาวะจะมีมากที่สุดที่ 2 ถึง 4 ชั่วโมง และประมาณ 75% จะถูกขับออกใน 24 ชั่วโมงจึงพบปริมาณตะกั่ว โปรท ในปริมาณที่สูงขึ้น แต่พบสารหนูลดลงเนื่องจาก หมู่ซัลไฟไฮดริล (sulfhydryl group, -SH) จับกับโปรทได้ดีกว่าสารหนู

ข้อเสนอแนะ

1.ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม เรื่องการทำ Dimercaptosuccinic acid (DMSA) urine challenge test ในประชาชน และพนักงานในเขตโรงงานอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง เนื่องจากการศึกษานี้ทำเพียง 1 กรณีศึกษา แต่ผลการตรวจโลหะหนักเพิ่มขึ้น หลายเท่าตัว ซึ่งมีความแตกต่างชัดเจนจากการตรวจโดยวิธีปกติทั่วไป

2.ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน : ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์ : ดัชนีมวลกาย: (Kg/m²) ความดันโลหิต (mmHg) , ปัจจัยทางพฤติกรรมส่วนบุคคล ได้แก่ การสูบบุหรี่ ดื่มเหล้า , อายุงาน ,ปัจจัย ทางสุขภาพ ได้แก่ ประวัติการเจ็บป่วย Fasting Blood Sugar: FBS (mg/dL) Uric acid (mg/dL) Lipid profile ,UA

บรรณานุกรม

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (1999) Toxicological profile for mercury. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.html

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) . (2001) CERCLA Priority List of Hazardous Substances. Atlanta, GA :U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. www.atsdr.cdc.gov/clist.html

Alexander J, Aaseth J. (1982) Organ distribution and cellular uptake of methyl mercury in the rat as influenced by the intra- and extracellular glutathione concentration. *Biochem Pharmacol*;31:685-690.

- Anuradha B, Varalakshmi P.(1999) Protective role of dl-alpha-lipoic acid against mercury-induced neural lipid peroxidation. *Pharmacol Res*;39:67–80.
- Aposhian HV, Maiorino RM, Rivera M, et al. (1992) Human studies with the chelating agents, DMPS and DMSA. *J Toxicol Clin Toxicol*;30:505–528.
- Aposhian HV, Maiorino RM, Gonzalez– Ramirez D, et al. (1995) Mobilization of heavy metals by newer, therapeutically useful chelating agents. *Toxicology*;97:23–38.
- Arsenic in drinking water. Washington D C: National Academy Press; 2001. National Research Council (NRC)
- Department of Internal Medicine, Dongguk University College. (2009–2010) Additive effect of heavy metals on metabolic syndrome in the Korean population: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES): Endocrine 2013.
- Davis LE, Kornfield M, Mooney HS, et al(1994). Methylmercury poisoning: long-term clinical, radiological, toxicological and pathological studies of an affected family. *Ann Neurol*; 35 : 680–688.