

นิพนธ์ต้นฉบับ

การเปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไป กับชนิดพิเศษ

เอี่ยมพร พูนกล้า, จารุพงษ์ พรหมวิทักษ์, ศุภกิจ เวชพานิช และ ชื่นฤทัย ยี่เขียน

โรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชเทวี ณ ศรีราชา จังหวัดชลบุรี

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์กับหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงิน

วิธีการ ทำการศึกษาในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพที่สัมผัสกับตะกั่วในจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย จำนวน 22 ราย ผู้วิจัยเริ่มเก็บข้อมูลโดยให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล หลังจากนั้นกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการเจาะเลือดประมาณ 7-8 มล. แล้วแบ่งเลือดที่ได้ใส่หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดในปริมาณที่เท่า ๆ กัน ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์หาระดับตะกั่วต่อไป

ผลการศึกษา ค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกัน โดยค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์และหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินมีค่าเท่ากับ 33.74 ± 27.18 และ 35.94 ± 28.77 มก./ดล. ตามลำดับ และมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองนี้เท่ากับ 2.20 ± 6.39 มก./ดล. ($p = 0.121$) แต่จากตัวอย่างเลือดทั้งหมด 22 ตัวอย่าง มี 2 ตัวอย่างที่มีระดับตะกั่วแตกต่างกันระหว่างหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดเกิน 2 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ผิดปกติ (outlier) และเมื่อทำการตัดเอาตัวอย่างทั้งสองนี้ออก แล้ววิเคราะห์ผลการศึกษาอีกครั้งพบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์และหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินมีค่าเท่ากับ 32.11 ± 27.67 และ 32.61 ± 27.47 มก./ดล. ตามลำดับ และมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิด เท่ากับ 0.50 ± 3.20 มก./ดล. ($p = 0.494$)

สรุป ระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดสามารถนำมาใช้ทดแทนกันได้ในการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวิเคราะห์หาระดับตะกั่ว **เชียงใหม่เวชสาร 2564;60(3):335-44. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.30**

คำสำคัญ: หลอดเก็บเลือด ระดับตะกั่วในเลือด ผู้ทำงานสัมผัสตะกั่ว

บทนำ

ตะกั่วได้รับการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม (1) สี (2) งานพิมพ์ (3) และกระสุนปืน (4) เป็นต้น หลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมการผลิตแบตเตอรี่ ผู้ประกอบอาชีพในสถานประกอบการประเภท

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ: เอี่ยมพร พูนกล้า, พบ., โรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชเทวี ณ ศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20110, ประเทศไทย
อีเมล: ueampohn@gmail.com

วันรับเรื่อง 2 กุมภาพันธ์ 2564, วันส่งแก้ไข 2 มีนาคม 2564, วันยอมรับการตีพิมพ์ 21 เมษายน 2564



ต่าง ๆ เหล่านี้มีโอกาสสัมผัสกับตะกั่วซึ่งสามารถก่อให้เกิดพิษต่ออวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายได้ (1,5) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องได้รับการเฝ้าระวังภาวะสุขภาพ โดยการประเมินการรับสัมผัสกับตะกั่วเป็นระยะ ๆ ด้วยตัวชี้วัดทางชีวภาพที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับ นั่นคือ ระดับตะกั่วในเลือด (6) สอดคล้องกับกฎกระทรวงแรงงานที่กำหนดให้นายจ้างต้องจัดให้มีการตรวจสุขภาพตามปัจจัยเสี่ยงด้านสารเคมีให้กับลูกจ้างอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง หรือในกรณีที่มีลักษณะหรือสภาพงานที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยเสี่ยงนั้น มีความจำเป็นต้องตรวจสุขภาพตามระยะเวลาอื่นให้นายจ้างจัดให้มีการตรวจสุขภาพตามระยะเวลาอื่น เพื่อเฝ้าระวังภาวะสุขภาพ ค้นหาโรคในระยะเริ่มต้นและใช้เป็นข้อมูลในการประเมินมาตรการควบคุมด้านอาชีวอนามัยต่าง ๆ ที่สถานประกอบการกิจการดำเนินการอยู่

กรมควบคุมโรค (7) กระทรวงสาธารณสุข ได้จัดทำข้อเสนอแนะทางวิชาการสำหรับการเฝ้าระวังภาวะสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพที่สัมผัสกับตะกั่วคือ ระดับตะกั่วในเลือดไม่ควรเกิน 30 มคก./ดล. โดยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาระดับตะกั่วในเลือดต้องได้รับการยอมรับตามมาตรฐานสากลว่า สามารถใช้วิเคราะห์หาโลหะดังกล่าวได้อย่างแม่นยำ และยังมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดว่าต้องควบคุมวิธีการเจาะเลือดโดยใช้เข็มและหลอดเก็บเลือดชนิดที่ไม่มีตะกั่วเจือปน และมีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดชนิด ethylenediamine tetra-acetic acid (EDTA) หรือ heparin อย่างใดอย่างหนึ่ง อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติที่นิยมในประเทศไทยคือ ใช้หลอดเก็บเลือดที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดชนิด EDTA สีลาเวนเดอร์ (lavender) มากกว่าหลอดเก็บเลือดที่เป็นมาตรฐานชนิดพิเศษสีน้ำเงิน (royal blue) เนื่องจากราคาถูกกว่า อย่างไรก็ตาม

โดยวัตถุประสงค์หลักแล้ว หลอดเก็บเลือดสีลาเวนเดอร์ผลิตสำหรับใช้บรรจุเลือดเพื่อการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาทั่วไป (general hematological analysis) ไม่ใช่สำหรับบรรจุเลือดเพื่อการวิเคราะห์หาโลหะหนักเพราะอาจมีการปนเปื้อนของโลหะหนักได้

จากงานวิจัยในประเทศไทยล่าสุด (8) พบการปนเปื้อนตะกั่วในหลอดเก็บเลือดที่ใช้โดยทั่วไปสีลาเวนเดอร์โดยการปนเปื้อนพบได้ตั้งแต่ 0.009-3.406 มคก./ดล. และมีความเข้มข้นอยู่ที่ประมาณ 0.07 มคก./ดล. ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยฉบับหนึ่ง (9) ที่พบการปนเปื้อนของโลหะต่าง ๆ เช่น สังกะสี ตะกั่วและแคดเมียมในหลอดเก็บเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามที่กล่าวมานี้แสดงให้เห็นว่าหลอดเก็บเลือดมีความสำคัญที่อาจก่อให้เกิดการรายงานผลตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้ศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The Centers for Disease Control and Prevention: CDC) ได้กำหนดมาตรฐาน (10) การเก็บเลือดเพื่อส่งตรวจหาระดับตะกั่ว โดยแนะนำว่าสามารถใช้หลอดเก็บเลือดที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดชนิด EDTA สีลาเวนเดอร์ได้ แต่ควรมีการตรวจสอบการปนเปื้อนของสารตะกั่วก่อนนำมาใช้งานทุกครั้ง ซึ่งไม่ควรมีตะกั่วปนเปื้อนในหลอดเก็บเลือดเกิน 0.5 มคก./ดล. ในกรณีที่ไม่สามารถตรวจหาการปนเปื้อนของโลหะก่อนนำมาใช้งานได้ แนะนำให้ใช้หลอดเก็บเลือดที่ได้รับการรับรองว่าไม่มีสารโลหะปนเปื้อนคือ หลอดเก็บเลือดสีน้ำเงิน (royal blue top tube) หรือหลอดเก็บเลือดที่ไม่มีสารตะกั่วปนเปื้อนคือ หลอดเก็บเลือดสีน้ำตาล (tan top tube)

แต่อย่างไรก็ดีมีงานวิจัยในต่างประเทศฉบับหนึ่ง (11) ทำการศึกษาเปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสี

ลาเวนเดอร์กับระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดที่ได้รับการรับรองว่าผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ไม่มีการปนเปื้อนของสารตะกั่ว พบว่า ระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดมีค่าไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นว่า มีการศึกษาหลอดเก็บเลือดที่ใช้วิเคราะห์โลหะในเลือดของประเทศไทยพบการปนเปื้อนของตะกั่วในหลอดเก็บเลือดที่ใช้ทั่วไปจริง แต่ก็มีการศึกษาในต่างประเทศพบว่าระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดที่ใช้ทั่วไปสีลาเวนเดอร์และหลอดเก็บเลือดที่ได้รับการรับรองว่าไม่มีตะกั่วปนเปื้อนนั้นไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจากผลการศึกษาที่แตกต่างกันและข้อมูลเกี่ยวกับหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดที่มีอยู่อย่างจำกัด และเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงมาตรฐานการตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดของประเทศไทย ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์กับหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินในผู้ประกอบอาชีพสัมผัสกับตะกั่วในจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทย

วิธีการ

รูปแบบการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบ Cross-sectional analytic study

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นลูกจ้างในสถานประกอบการแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทยที่มีการทำงานสัมผัสกับตะกั่ว ซึ่งคำนวณกลุ่มตัวอย่าง ด้วยสมการ

$$n = \frac{2(Z+Z\beta)^2\sigma^2}{d^2}$$

n คือ จำนวนตัวอย่างต่อกลุ่มของหลอดเก็บเลือดแต่ละชนิด

σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษ เท่ากับ 0.97 มคก./ดล. (5)

Z^2 คือ ระดับนัยทางสถิติ เท่ากับ 1.96

$Z\beta$ คือ อำนาจการทดสอบ เท่ากับ 0.84

d = ความต่างของค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.7 มคก./ดล. (11)

เมื่อแทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการจะได้

$$n = 2(1.96+0.84)^2(0.97)^2/0.72 = 30 \text{ ราย}$$

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า ลูกจ้างในสถานประกอบการที่ทำงานสัมผัสกับตะกั่วมานานมากกว่า 1 เดือน

เกณฑ์การคัดออก ไม่มีเกณฑ์คัดออก

การสุ่มตัวอย่าง

ทำการสุ่มตัวอย่างโดยวิธี Convenient sampling ซึ่งสถานประกอบการที่ผู้วิจัยเข้าไปดำเนินการโครงการวิจัย มีจำนวนลูกจ้างประมาณ 100 ราย ผู้วิจัยเข้าไปประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับรายละเอียดของโครงการวิจัยแก่ลูกจ้างที่สนใจ และมีลูกจ้างที่ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยทั้งสิ้น 22 ราย

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไป สีลาเวนเดอร์ BD Vacutainer tube® 3 มล.; 1 Becton Drive, Franklin Lakes เคลือบภายในด้วยสารกันเลือดแข็งตัว K2EDTA

2. หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงิน BD Vacutainer trace element tube® 6 มล.; 1 Becton Drive, Franklin lakes เคลือบภายในด้วยสารกันเลือดแข็งตัว K2EDTA

3. กระบอกฉีดยา NIPRO® disposal syringe ขนาด 10 มล.

4. เข็มเจาะเลือด NIPRO® hypodermic

needle ขนาด 21 gauge

5. สำลีชุบ 70% ethyl alcohol (alcohol cotton ball)

6. ถุงมือยางลาเทกซ์ใช้แล้วทิ้ง (disposable latex gloves)

เครื่องมือที่ใช้

แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย ข้อมูล เพศ อายุ โรคประจำตัว ประวัติการสูบบุหรี่ ชั่วโมงการทำงานต่อวัน และอายุการทำงาน

สถานที่ดำเนินการวิจัย

สถานที่ที่ใช้ในการเจาะเลือดคือ ห้องประชุมของสถานประกอบกิจการอยู่ในสำนักงานที่ตั้งแยกออกมาจากโรงผลิต ซึ่งระดับตะกั่วเฉลี่ยในบรรยากาศของห้องประชุมไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม. ตามมาตรฐานที่กระทรวงแรงงานประกาศกำหนดและเก็บตัวอย่างโดยนักเทคนิคการแพทย์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนเริ่มดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการประชาสัมพันธ์แก่ลูกจ้างในสถานประกอบกิจการที่ทำงานสัมผัสตะกั่วได้ทราบถึงวัตถุประสงค์ และวิธีการดำเนินงานวิจัยอย่างละเอียด รวมถึงได้ตอบข้อซักถามที่สงสัยเกี่ยวกับงานวิจัยแก่ลูกจ้างที่สนใจ เมื่อลูกจ้างแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยจึงให้ทำการตอบแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล และลงลายมือชื่อในเอกสารยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยก่อนเข้าสู่กระบวนการเก็บตัวอย่างเลือด ทั้งนี้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พยายามควบคุมปัจจัยที่อาจมีผลทำให้ระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าความเป็นจริง เริ่มควบคุมตั้งแต่ 1) ก่อนการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือด ผู้วิจัยทำการเลือกสถานที่ที่มีระดับตะกั่วในบรรยากาศน้อยกว่ามาตรฐานกำหนด การ

เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้โดยทั่วไปในการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือด 2) ขั้นตอนการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือด ผู้วิจัยเลือกตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดด้วยเครื่อง Inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) ที่ห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดการเก็บเลือดดังนี้

วิธีการเจาะเลือด

1. นักเทคนิคการแพทย์รัดต้นแขนผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยด้วยสายรัด
2. เช็ดผิวหนังบริเวณข้อพับแขน โดยใช้ปากคีบจับสำลีชุบแอลกอฮอล์เช็ดจนเป็นวงกลมจากศูนย์กลางออกสู่ด้านนอก
3. รोजनแอลกอฮอล์แห้งแล้วจึงแทงเข็มเจาะเลือดเข้าหลอดเลือดดำบริเวณข้อพับแขน
4. ดูดเลือดเข้าสู่กระบอกฉีดยาประมาณ 7-8 มล. ถอนเข็มออกแล้วแบ่งเลือดที่ได้ใส่หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดในปริมาณที่เท่า ๆ กัน ในการแบ่งเลือดทดลองเก็บเลือดทั้งสองชนิดไม่มีการควบคุมว่า แบ่งใส่หลอดเก็บเลือดชนิดใดก่อน และไม่มีการเปลี่ยนเข็มก่อนแบ่งเลือดทดลองเก็บเลือด
5. เอียงหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดขึ้นลงซ้ำ ๆ 6-8 ครั้ง เพื่อผสมสารกันเลือดแข็งตัวกับเลือดให้เข้ากัน
6. นำตัวอย่างเลือดในหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดไปทำการวิเคราะห์หาระดับตะกั่ว ด้วยเครื่อง Inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) ที่ห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร ซึ่งผ่านการรับรองมาตรฐาน ISO 15189:2012 ISO 15190:2003 ISO 22870:2016 และ ISO/IEC 17025:2005

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistical Package for Social Science (SPSS) version 22 หากเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ เพศ โรคประจำตัว การสูบบุหรี่ วิเคราะห์และแสดงผลในรูปจำนวนและร้อยละ หากเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ระดับตะกั่วในเลือด อายุ ชั่วโมงการทำงานต่อวัน อายุการทำงาน วิเคราะห์และแสดงผลในรูปค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับการเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิด วิเคราะห์ผลด้วย Paired t-test

จริยธรรมวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาด้านจริยธรรมในการวิจัยของโรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชเทวี ณ ศรีราชา สภากาชาดไทย เลขที่ 53/2562

ผลการศึกษา

ก่อนเริ่มดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยได้คำนวณหาจำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้เท่ากับ 30 ตัวอย่างแต่เมื่อดำเนินการวิจัย มีจำนวนพนักงานที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยเพียงแค่ 22 ตัวอย่างเท่านั้นโดยแบ่งเป็นเพศชายจำนวน 17 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 77.3 เพศหญิง 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 22.7 อายุกลุ่มตัวอย่างเฉลี่ยอยู่ที่ 33 ปี (SD=6.86) กลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีโรคประจำตัวคิดเป็นร้อยละ 81.8 และที่มีโรคประจำตัวคิดเป็นร้อยละ 18.2 ซึ่งประกอบด้วย ความดันโลหิตสูง คิดเป็นร้อยละ 9.1 (2 ตัวอย่าง) ไมเกรน คิดเป็นร้อยละ 4.5 (1 ตัวอย่าง) และโรคไทรอยด์ คิดเป็นร้อยละ 4.5 (1 ตัวอย่าง) กลุ่มตัวอย่างที่สูบบุหรี่ คิดเป็นร้อยละ 45.5 ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ย

ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ที่ 8.86 ชั่วโมงต่อวัน (SD=0.94) และอายุการทำงานในโรงงานเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างอยู่ที่ 3.5 ปี (SD=1.91) ดังตารางที่ 1

การทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk Test ($p = 0.00$) พบว่าข้อมูลนี้เป็นการกระจายแบบไม่ปกติ แต่อย่างไรก็ตามจากการทดสอบความแปรปรวนของข้อมูลด้วย Levene's test for equality of variances พบว่า ความแปรปรวนของระดับตะกั่วระหว่างเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์และหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินนั้นไม่แตกต่างกัน ($p = 0.728$) ดังนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Paired t-test แสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 2 ซึ่งพบว่า ระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน และมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (mean difference) ระดับตะกั่วเท่ากับ $2.20 \pm$

ตารางที่ 1. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	17	77.3
หญิง	5	22.7
โรคประจำตัว		
ไม่มีโรคประจำตัว	18	81.8
มีโรคประจำตัว	4	18.2
การสูบบุหรี่		
ไม่สูบบุหรี่	12	54.5
สูบบุหรี่	10	45.5
ข้อมูลส่วนบุคคล	ค่าเฉลี่ย (mean)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
อายุ (ปี)	33.86	6.86
การทำงานต่อวัน (ชั่วโมง)	8.86	0.94
อายุการทำงาน (ปี)	3.51	1.91

6.39 มคก./ดล. ($p = 0.121$)

จากตัวอย่างเลือด จำนวนทั้งสิ้น 22 ตัวอย่าง มี 2 ตัวอย่าง ที่ระดับตะกั่วแตกต่างกันถึง 15.8 และ 22.7 มคก./ดล. ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลที่ผิดปกติ โดยทั้ง 2 ตัวอย่างนี้ พบว่าเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินมีระดับตะกั่วสูงกว่าเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์ ดังตารางที่ 3

ถ้าหากตัดเอาข้อมูลที่ผิดปกติ ออกแล้วนำข้อมูลที่เหลือมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วและ

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้ง 2 ชนิดได้ผลดังตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 พบค่าเฉลี่ยระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกัน โดยเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์มีค่าเฉลี่ยระดับตะกั่วเท่ากับ 32.11 ± 27.67 มคก./ดล. และเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินมีค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วเท่ากับ 32.61 ± 27.47 มคก./ดล. ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งสองอยู่ที่ 0.50 ± 3.20 มคก./ดล. ($p = 0.494$)

ตารางที่ 2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับตะกั่วในเลือดระหว่างเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์และเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงิน (n=22)

	เลือดที่เก็บโดย หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไป สีลาเวนเดอร์	เลือดที่เก็บโดย หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษ สีน้ำเงิน	
Mean blood lead level (mcg/dl)	33.74 ± 27.18	35.94 ± 28.77	
Mean difference (mcg/dl)	2.20 ± 6.39	p-value	0.121

ตารางที่ 3. ตัวอย่างที่เป็นข้อมูลที่ผิดปกติ (outlier)

	เพศ	อายุ	อายุการทำงาน (ปี)	โรคประจำตัว	ความแตกต่าง (mcg/dl)
ตัวอย่างที่ 1	ชาย	46	5	ไม่มี	22.7
ตัวอย่างที่ 2	ชาย	22	1.5	ไม่มี	15.8

ตารางที่ 4. ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับตะกั่วในเลือดและความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยระหว่างเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้ง 2 ชนิดโดยไม่รวมข้อมูลที่ผิดปกติ (outlier) (n=20)

	เลือดที่เก็บโดย หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไป สีลาเวนเดอร์	เลือดที่เก็บโดย หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษ สีน้ำเงิน	
Mean blood lead level (mcg/dl)	32.11 ± 27.67	32.61 ± 27.47	
Mean difference (mcg/dl)	0.50 ± 3.20	p-value	0.494

วิจารณ์

การเฝ้าระวังภาวะสุขภาพลูกจ้างที่ทำงานสัมผัสตะกั่ว มีกฎหมายแนะนำให้ตรวจสุขภาพอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยการตรวจสุขภาพดังกล่าวต้องมีความแม่นยำในทุกขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ การเก็บตัวอย่าง การขนส่ง ตลอดจนการวิเคราะห์ผล สำหรับหลอดเก็บเลือดที่ใช้บรรจุเลือดสำหรับวิเคราะห์หาระดับตะกั่วในเลือดที่กรมควบคุมโรค (7) กระทรวงสาธารณสุข แนะนำนั้น ควรใช้หลอดเก็บเลือดที่เคลือบผิวด้านในด้วยสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดชนิด EDTA หรือ Heparin อย่างใดอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับกับแนวปฏิบัติการตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดโดยใช้เครื่องมือแบบพกพา (Guidelines for measuring lead in blood using point of care instruments) (10) ของ CDC ซึ่งได้แนะนำเพิ่มเติมว่า การเก็บเลือดเพื่อวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดควรใช้หลอดเก็บเลือดชนิดที่ไม่มีตะกั่วปนเปื้อนชนิดสีน้ำตาล (Tan/Brown top tube) หรือหลอดเก็บเลือดที่ไม่มีโลหะปนเปื้อนชนิดสีน้ำเงิน เพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อนของผลการตรวจ

อย่างไรก็ดี จากการศึกษาของผู้วิจัยในครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างกันของระดับตะกั่วระหว่างเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์กับเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงิน โดยค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดแตกต่างกันอยู่ที่ 2.20 ± 6.39 มกค./ดล. และหากตัดเอาข้อมูลที่ผิดปกติออก จะพบว่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยดังกล่าวจะอยู่ที่ 0.50 ± 3.20 มกค./ดล. ($p = 0.494$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Esernio-Jenssen และคณะ (11) ที่ทำการศึกษเปรียบเทียบระดับตะกั่วระหว่างเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดที่

เคลือบด้วย K2EDTA สีลาเวนเดอร์กับเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดที่เคลือบด้วย K2EDTA และได้รับการรับรองว่ามีระดับตะกั่วปนเปื้อนในหลอดเก็บเลือด < 0.25 มกค./ดล. โดยทำการเจาะเลือดจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 62 ตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดสีลาเวนเดอร์เท่ากับ 6.7 ± 0.97 มกค./ดล. และค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดที่มีตะกั่วปนเปื้อนน้อยมีค่าเท่ากับ 6.9 ± 0.97 มกค./ดล. ค่าเฉลี่ยทั้งสองมีความแตกต่างกันอยู่ที่ 0.7 ± 0.18 มกค./ดล.

จากการวิจัยครั้งนี้มีกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมโครงการวิจัยทั้งหมด 22 ราย ดำเนินการเก็บเลือดจากกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์กับหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินพบว่า มี 2 ตัวอย่างที่มีความแตกต่างระหว่างระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดทั้ง 2 ชนิด เกินสองเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งเป็นข้อมูลที่ผิดปกติ โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดข้อมูลส่วนบุคคลของ 2 ตัวอย่างนี้พบว่าเป็นเพศชาย ปัจจุบันทำงานฝ่ายผลิตที่โรงงานหลอมแบตเตอรี่เก่าแห่งเดียวกันและในวันที่ผู้วิจัยเข้าไปเจาะเลือดตัวอย่างทั้งสองรายนี้เพิ่งเลิกงานจากการทำงานกะดึกและเมื่อตรวจสอบกับเจ้าหน้าที่อาชีวอนามัยและความปลอดภัยของโรงงานพบว่า ระดับตะกั่วในบรรยากาศการทำงานบริเวณฝ่ายผลิตมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงแรงงานกำหนดอาจเป็นเพราะสาเหตุนี้จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนของตะกั่วตามร่างกายของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทั้ง 2 ราย ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณซอกมุมของข้อพับที่ใช้ในการเจาะเลือด ถึงแม้ว่าเจ้าหน้าที่จะเช็ดทำความสะอาดบริเวณที่เจาะเลือดด้วยสำลีชุบแอลกอฮอล์หมუნวน 8-10 ครั้ง ก่อนทำการเจาะเลือด ก็อาจไม่

พอเพียงทำให้ผิวหนังบริเวณข้อพับสะอาดปราศจากการปนเปื้อนของตะกั่ว เมื่อทำการเจาะเลือดแล้ว จึงเกิดการปนเปื้อนของตะกั่วบริเวณปลายเข็มเจาะเลือด และเมื่อแบ่งเลือดลงหลอดเก็บเลือดชนิดแรก ตะกั่วที่ปนเปื้อนที่ปลายเข็มเจาะเลือดอาจตกลงไปในเลือดมากกว่าหลอดเก็บเลือดชนิดที่สองทำให้ผลการวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดแตกต่างกันเกินที่ยอมรับได้

จากงานวิจัยฉบับนี้ เมื่อพิจารณาผลการศึกษา ตัวอย่างเลือดทั้ง 22 ตัวอย่าง พบว่า ระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์สูงกว่าระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินจำนวน 7 ตัวอย่าง ในขณะที่ระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินสูงกว่าระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์จำนวน 15 ตัวอย่าง ซึ่งระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดแตกต่างกันในแต่ละบุคคลนั้นสาเหตุอาจเกิดจากการเช็ดทำความสะอาดบริเวณเจาะเลือดไม่เพียงพอ ทำให้เมื่อแบ่งเลือดลงหลอดเก็บเลือดชนิดแรกอาจทำให้เกิดการปนเปื้อน ส่งผลให้การวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดแตกต่างกันได้

ข้อจำกัดในการทำวิจัยครั้งนี้ คือ จำนวนตัวอย่างไม่น้อยกว่าที่ประมาณการไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อตัดข้อมูลที่ผิดปกติออก ส่งผลให้ type II error เพิ่มขึ้นและ power of test ลดลง ดังนั้นข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปคือ ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น ควรตรวจสอบการปนเปื้อนตะกั่วในหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิดด้วยน้ำ Deionized (8) กรดอะซิติกเจือจาง (12) หรือกรดไนตริกเจือจาง (12) ก่อนนำมาใช้ในการวิจัย ควรมีการทำความสะอาดบริเวณข้อพับให้เพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่งเลิกกะทำงานที่สัมผัสตะกั่ว

อาจจำเป็นต้องฟอกสบู่ก่อนเก็บตัวอย่าง (13) ควรมีการแบ่งเลือดตามลำดับหลอดเก็บเลือดที่ได้รับ การรับรองว่าไม่มีตะกั่วปนเปื้อนก่อนตามด้วยหลอดเก็บเลือดที่ใช้ทั่วไปเหมือนกันทุกราย ควรมีการเปลี่ยนเข็มเจาะเลือดก่อนแบ่งเลือดใส่ในหลอดเก็บเลือดทั้งสองชนิด ควรมีการศึกษาต้นทุนและผลประโยชน์ (cost benefit) จากการใช้หลอดเก็บเลือดสีลาเวนเดอร์ ควรศึกษาจำแนกระดับตะกั่วในเลือดเป็นระดับสูง กลาง ต่ำ วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างหลอดเก็บเลือดทั้งสอง เพื่อได้ข้อมูลที่แม่นยำว่า หลอดเก็บเลือดสามารถใช้แทนกันได้ในทุกระดับ และควรมีการตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดของกลุ่มที่ผิดปกติ ซ้ำอีกครั้ง

สรุป

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ความแตกต่างของระดับตะกั่วในเลือดที่เก็บโดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดทั่วไปสีลาเวนเดอร์และหลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษสีน้ำเงินไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การตรวจวัดระดับตะกั่วในเลือดสามารถใช้หลอดเก็บเลือดชนิดสีลาเวนเดอร์แทนหลอดเก็บเลือดชนิดสีน้ำเงินได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณพนักงานทุกท่านอย่างยิ่งที่สมัครใจเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Chaivatcharaporn K. Lead poisoning clinical presentations and treatment outcomes of battery manufacturing workers. Thai J Toxicol. 2016;31:25-8.
2. Muller C, Sampson RJ, Winter AS. Environmental inequality: the social causes and consequences of lead exposure. Annual Review

- of Sociology. 2018;44:263-82.
3. Decharat S. Lead exposure and hygiene in printing workers in Southern, Thailand. *Thai J Toxicol.* 2016;31:9-24.
 4. Weiss D, Lee D, Feldman R, Smith KE. Severe lead toxicity attributed to bullet fragments retained in soft tissue. *BMJ Case Rep.* 2017;2017:bcr2016217351.
 5. Thuppil V, Tannir S. Treating lead toxicity: possibilities beyond synthetic chelation. *JKIMSU.* 2013;2:4-31.
 6. Notification of Ministry of Industry. Industry product standards Guidelines for health examination according to chemical and physical risk factors from occupation in the workplace B.E.2555 [Internet]. 2012 [cited 2020 Nov 3]. Available from: <http://ohnde.buu.ac.th/upload/file/upload834de9acb47a0f7080d-876c7a7413d52.PDF>
 7. Department of Disease Control. Thai biological exposure indices: Thai BEIs [Internet]. 2014 [cited 2020 Nov 5]. Available from: <http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/hotissue/Thai%20BEIs/Thai%20BEIs.pdf>
 8. Wechpanich S, Thammarat P. A survey of metal concentration in blood collection tubes on toxicology assays. *BKK Med J.* 2017; 13:5-10.
 9. Nackowski SB. Trace metal contamination of evacuated blood collect tubes. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1977;38:503-8.
 10. The Centers for Disease Control and Prevention [Internet]. Guidelines for measuring lead in blood using point of care instruments. 2013 [cited 2020 Jan 2]. Available from: https://www.cdc.gov/nceh/lead/acclpp/20131024_pocguidelines_final.pdf
 11. Esernio-Jenssen, BushV, ParsonsPJ. Evaluation of vacutainer plus low lead tubes for blood lead and erythrocyte protoporphyrin testing. *Clin Chem.* 1999;45:148-50.
 12. Parson PJ, Chisolm JJ. The lead laboratory [Internet]. 1997 [cited 2020 Jun 15]. Available from: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.649.3963&rep=rep1&type=pdf>.
 13. Parsons PJ, Reilly AA, Esernio-Jenssen D. Screening children exposed to lead: an assessment of the capillary blood lead fingerstick test. *Clin Chem.* 1997;43:302-11.

Comparison of lead levels in blood collected by using general and special tubes

Poonkla U, Brohmwitak C, Wechapanich S and Yeekian C
Queen Savang Vadhana Memorial Hospital, Chonburi

Objectives The objective of this study was to compare the lead levels in blood samples from two types of collection tubes: general blood collection tubes (lavender top tubes) and special blood collection tubes (royal blue-top tubes).

Methods A total of 22 samples were harvested from lead-exposed workers in the eastern region of Thailand. General demographic data of the participants was gathered by questionnaires, after which approximately 7-8 milliliters of venous blood was taken and equally divided into the two types of tubes. The samples were then analyzed using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) to measure the lead levels.

Results The study found no statistically significant difference between the mean values of the lead level in the blood collected in the two types of tubes. The serial mean blood lead level of the general and special tubes were 33.74 ± 27.18 mcg/dL and 35.94 ± 28.77 mcg/dL, respectively. The difference in serial mean blood lead levels in the two types of tubes was 2.20 ± 6.39 mcg/dL ($p = 0.121$). Of the 22 blood samples, there were 2 samples in which lead levels in both types of collection tubes differed by more than two standard deviations and were considered outliers. When the two outliers were excluded and the data reanalyzed, the mean lead level in blood collected in general blood collection tubes and that collected in special blood collection tubes was 32.11 ± 27.67 mcg/dL and 32.61 ± 27.47 mcg/dL, respectively. The mean difference after excluding the outliers was only 0.50 ± 3.20 mcg/dl ($p = 0.494$).

Conclusions Lead levels in blood collected using the two types of collection tubes were not statistically different, indicating that the different types of blood collection tubes can be used interchangeably. *Chiang Mai Medical Journal* 2021;60(3):335-44. doi: 10.12982/CMUMEDJ.2021.30

Keywords: blood collection tubes, Blood lead levels, Lead exposed workers