รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

"ศึกษาการตกค้างของเขม่าปืนหลังยิงปืนโดยใช้อะตอมมิกแอบซอพชั่น สเปกโทรมิเตอร์ แบบซีแมนกราไฟท์เฟอเนส"

"Study of gunshot residue remaining after firing by Zeeman-graphite furnace atomic absorption spectrometer"

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระวรรณ เรืองยุทธิการณ์
รองศาตราจารย์ น.พ. สุนทร คำชมนันท์
นางสาว ภัทรวดี พงษ์ระวีวงศา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กันยายน 2543

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ พ.ต.อ. วุฒิ วิทิตานนท์ รองผู้บังคับการกองบังคับการอำนวยการตำรวจภูธรภาค 5 และ พ.ต.อ. มนตรี สัมบุณณานนท์ ผู้กำกับการสถานีตำรวจภูธรตำบลช้างเผือก จังหวัดเชียงใหม่ที่ได้ช่วยเหลือนำเจ้าหน้าที่ตำรวจจาก ส.ภ.ต.ช้างเผือก มาเป็นตัวอย่างศึกษาสำหรับงานวิจัยครั้งนี้

ขอบคุณ คณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เป็นตัวอย่างศึกษาสำหรับกลุ่มที่ไม่มีการใช้ปืนมาก่อน

ขอบคุณ คุณอนงค์นาฏ เศฏโพธิ์ นักเทคนิคการแพทย์ ที่ได้ช่วยเหลือการเก็บเขม่าปืนและวิเคราะห์ปริมาณเขม่าปืนในกลุ่มเจ้าหน้าที่ตำรวจ

ขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. นิมิตร มรกต และผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.พ. ชยันตร์ธร ปทุมานนท์ ที่ได้ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการประเมินผลการวิจัยและสถิติที่ใช้ในการแปลผล

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาคณะแพทยศาสตร์ ส่วนส่งเสริมการวิจัย ประจำปี 2541

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาการตกค้างของตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ซึ่งเป็นองค์ประกอบของแก๊ปปืนหรือชนวนปืน บนหลังมือของเจ้าหน้าที่ตำรวจ จำนวน 71 ราย ก่อนและหลังการยิงปืนทันที หรือ 6 ชั่วโมง โดยใช้อะตอมมิกแอบซอพชั่นสเปคโทรมิเตอร์ แบบซีแมนกราไฟท์เฟอเนส ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันสำหรับการตรวจเขม่าปืน ปืนที่ใช้มี 3 ชนิดคือ ปืนลูกโม่ ปืนพก และปืนลูกซองสั้น จำนวนกระสุนที่ยิงคือ 1, 2 หรือ 3 นัด ร่วมกับการศึกษาปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม บนหลังมือของบุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์ จำนวน 25 ราย ซึ่งไม่ได้ผ่านการใช้ปืนหรือยิงปืนมาก่อนเลย และนำมาเปรียบเทียบกับผลที่ตรวจพบบนหลังมือนักศึกษาที่ไม่มีการสัมผัสปืนมาก่อนด้วย ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักศึกษามีปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ปนเปื้อนบนมือน้อยที่สุด รองลงมาคือกลุ่มบุคลากรภาควิชาฯ และกลุ่มเจ้าหน้าที่ตำรวจ (ก่อนการยิงปืน) ตามลำดับ เมื่อยิงปืนด้วยปืนลูกซองสั้นตรวจพบปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ตกค้างบนมือผู้ยิงน้อยที่สุดเปรียบเทียบกับเมื่อใช้ปืนลูกโม่และปืนพก ขณะที่ตะกั่วตกค้างมากที่สุดเมื่อใช้ปืนลูกโม่ ส่วนพลวงและแบเรี่ยมตกค้างมากที่สุดเมื่อใช้ปืนพก ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมกับจำนวนนัดของกระสุนที่ยิงอย่างชัดเจน ถึงแม้ว่าจะเห็นแนวโน้มของปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม สูงขึ้นตามจำนวนนัดของกระสุนที่ยิงเพิ่มขึ้นก็ตาม ปริมาณเขม่าแก๊ปปืนที่ตกค้างไม่ว่าจะยิงด้วยกระสุนจำนวน 1, 2 หรือ 3 นัด จากปืนทั้งสามชนิด สูงกว่าก่อนการยิงปืนชัดเจนมาก แต่หากเก็บเขม่าปืนหลังยิง 6 ชั่วโมง พบปริมาณตะกั่วสูงอย่างชัดเจนเฉพาะเมื่อใช้ปืนลูกโม่เท่านั้น การแปลผลว่าปริมาณเขม่าปืนที่ตรวจพบเป็นเขม่าแก๊ปปืนจากมือผู้ผ่านการยิงปืนมาหรือไม่ โดยใช้ค่า cut off ที่ mean+3SD ของค่าที่ตรวจได้จากหลังมือบุคลากรภาควิชาฯ หรือเจ้าหน้าที่ตำรวจก่อนการยิงปืนไม่สามารถชี้ได้ 100 % ว่าผู้ยิงผ่านการยิงปืนมาก่อน แม้ว่าจะเก็บเขม่าปืนหลังยิงปืนทันทีก็ตาม แต่เมื่อใช้ค่าที่ตรวจวัดได้จากนักศึกษาที่ไม่ได้สัมผัสปืนมาก่อนเป็นค่าเปรียบเทียบ พบว่าการใช้ปืนลูกโม่หรือปืนพกสามารถให้ผลบวกได้ 100 % หลังยิงทันที และให้ผลบวก 75 % สำหรับปืนลูกซองสั้น แต่หลังยิงปืน 6 ชั่วโมงไปแล้วให้ผลบวกเพียงแค่ 33.3 % เมื่อใช้ปืนลูกโม่หรือปืนพก และ 16.7 % เมื่อใช้ปืนลูกซองสั้น ผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าการใช้ปืนลูกโม่และปืนพกสามารถตรวจพบการตกค้างของเขม่าปืนได้ชัดเจนทุกรายหากเก็บเขม่าปืนหลังยิงทันที แต่ไม่ทุกรายเมื่อใช้ปืนลูกซองสั้น และเมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง จะไม่สามารถตรวจพบเขม่าปืนได้ทุกราย ไม่ว่าจะใช้ปืนลูกโม่ ปืนพกหรือปืนลูกซองสั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Abstract

Remaining of lead (Pb), antimony (Sb) and barium (Ba) which are inorganic substances composed in gun primer residues were detected on backhand of 71 police officers using Zeeman-graphite furnace atomic absorption spectrometer. The method is worldwide used in forensic science laboratory for gunshot residue detection. Three types of guns; revolver, pistol and saw off shotgun were used and fired with 1, 2 or 3 bullets. The residue was collected before and after shooting immediately or 6 hours. The level of Pb, Sb and Ba on hands of 25 non-shooters, who are Forensic Medicine Department's Personnel (FMP), were also collected and quantified. The data was compared to the previous values measured from hands of medical students as another group of non-shooters. The result shows that students have less Pb, Sb and Ba contaminated on their hands than FMP and policemen (before firing), respectively. All of Pb, Sb and Ba collected immediately after firing with saw off shotgun were found less than those residues found after firing with revolver or pistol. Whereas Pb was the most residue detected after firing with revolver. But Sb and Ba were the most residues found after firing with pistol. There are no significant difference between the number of bullet shots and the concentration of gun-primer residues, although the data appears to show that when number of bullet shot increases, the primer residues is also increased. The residues detected after firing immediately is significantly higher than those residues found before firing. However, after 6 hours of firing only Pb was found significantly higher concentration than those concentrations found before firing with revolver. Use of the value at mean+3SD of the Pb, Sb and Ba found on hands of FMP and policemen as a cutoff level could not differentiate each shooter from non-shooter. However, use of the value at mean+3SD of Pb, Sb and Ba found on hands of students as a cutoff level could differentiate 100% shooters from non-shooters after firing with revolver or pistol but not saw off shotgun (75%) when the residue was collected immediately after firing. After 6 hours of firing the results show only 33.3% positive when revolver or pistol was used and only 16.7% positive with saw off shotgun. In conclusion, immediately collecting gun primer residues on backhand can differentiate every shooters from non-shooters who fires with revolver or pistol but not with saw off shotgun. And after 6 hours of firing the amount of residues found could not be used for a differentiation the shooter from non-shooters, no matter what type of guns is used.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญเรื่อง

กิตติกรรมประกาศ	ช
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญเรื่อง	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ฌ
คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ญ
บทนำ	1
วัสดุและอุปกรณ์การวิจัย	4
วิธีดำเนินการวิจัย	5
ผลการวิจัย	12
วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย	29
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก	36
-รายละเอียดข้อมูลจากบุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์	37
-รายละเอียดข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ตำรวจ	38
-ประวัติผู้วิจัย	46

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	พารามิเตอร์ของเครื่องวิเคราะห์ธาตุ Zeeman-GFAAS เพื่อวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว (Pb) พลวง (Sb) และแบเรี่ยม (Ba)	7
2	โปรแกรมอุณหภูมิ เวลา อัตราการไหลของแก๊ส ในขบวนการทำตัวอย่างให้แห้ง (step 1-3) การเผาให้เป็นเถ้า (step 4-6) และการเปลี่ยนสารให้อยู่ในรูปของอะตอม (step 7-9) สำหรับการวิเคราะห์ ตะกั่ว โดยเครื่อง Zeeman-GFAAS	8
3	โปรแกรมอุณหภูมิ เวลา อัตราการไหลของแก๊ส ในขบวนการทำตัวอย่างให้แห้ง (step 1-2) การเผาให้เป็นเถ้า (step 3-5) และการเปลี่ยนสารให้อยู่ในรูปของอะตอม (step 6-8) สำหรับการวิเคราะห์ พลวง โดยเครื่อง Zeeman-GFAAS	9
4	โปรแกรมอุณหภูมิ เวลา อัตราการไหลของแก๊ส ในขบวนการทำตัวอย่างให้แห้ง (step 1-3) การเผาให้เป็นเถ้า (step 4-6) และการเปลี่ยนสารให้อยู่ในรูปของอะตอม (step 7-9) สำหรับการวิเคราะห์ แบเรี่ยม โดยเครื่อง Zeeman-GFAAS	10
5	ปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม มีหน่วยเป็น μg/L (ppb) ที่ตรวจพบบนหลังมือขวา (RH) และหลังมือซ้าย (LH) ของบุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์ จำนวน 25 ราย	15
6	ปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม มีหน่วยเป็น μg/L (ppb) ที่ตรวจพบบนหลังมือขวา (RH) และหลังมือซ้าย (LH) ของเจ้าหน้าที่ตำรวจ จำนวน 71 ราย ก่อนการยิงปืน	16
7	เปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม มีหน่วยเป็น μg/L (ppb) ที่ตรวจพบบนมือขวา (RH) และหลังมือซ้าย (LH) ของกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ไม่มีการยิงปืนมาก่อน หรือก่อนการยิงปืน โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	17
8	เปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนหลังมือขวา (RH) และหลังมือซ้าย (LH) ของกลุ่มต่าง ๆ ที่ไม่มีการยิงปืนมาก่อนเลย หรือก่อนการยิงปืน โดยใช้ค่าเฉลี่ยบวกสามเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	18
9	ปริมาณ ตะกั่ว ที่ตรวจพบบนหลังมือข้างที่ยิงปืนของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย โดยเก็บเขม่าปืนก่อนยิงปืน 71 ราย หลังยิงปืนทันที 35 ราย และหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง 36 ราย ด้วยปืน 3 ชนิด จำนวน 1, 2 และ 3 นัด	19

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

10	ปริมาณ พลวง ที่ตรวจพบบนหลังมือข้างที่ยิงปืนของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย โดยเก็บเขม่าปืนก่อนยิงปืน 71 ราย หลังยิงปืนทันที 35 ราย และหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง 36 ราย ด้วยปืน 3 ชนิด จำนวน 1, 2 และ 3 นัด	20
11	ปริมาณ แบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนหลังมือข้างที่ยิงปืนของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย โดยเก็บเขม่าปืนก่อนยิงปืน 71 ราย หลังยิงปืนทันที 35 ราย และหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง 36 ราย ด้วยปืน 3 ชนิด จำนวน 1, 2 และ 3 นัด	21
12	การแปลผลการตรวจเขม่าปืนจากค่าเฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย หลังการยิงปืนทันทีและ 6 ชั่วโมง โดยใช้ค่า cut off ที่ค่า mean + 3SD จากกลุ่มบุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์ หรือที่ 150, 11 และ 605 ppb สำหรับตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมตามลำดับ	25
13	การแปลผลการตรวจเขม่าปืนจากค่าเฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย หลังการยิงปืนทันทีและ 6 ชั่วโมง โดยใช้ค่า cut off ที่ค่า mean + 3SD จากกลุ่มเจ้าหน้าที่ตำรวจก่อนการยิงปืน หรือที่ 370, 40 และ 380 ppb สำหรับตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมตามลำดับ	26
14	การแปลผลการตรวจเขม่าปืนจากค่าเฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย หลังการยิงปืนทันทีและ 6 ชั่วโมง โดยใช้ค่า cut off ที่ค่า mean + 3SD จากกลุ่มนักศึกษา หรือที่ 100, 11 และ 270 ppb สำหรับตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมตามลำดับ	27
15	การแปลผลการตรวจเขม่าปืนแยกตามชนิดของปืน หลังการยิงปืนทันที และ 6 ชั่วโมง ของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย ที่ให้ผลบวกกับตะกั่ว (Pb) พลวง (Sb) และแบเรี่ยม (Ba) โดยใช้ค่า mean + 3SD จากกลุ่มนักศึกษาแพทย์และเทคนิคการแพทย์ที่ไม่ผ่านการยิงปืนมาเป็นค่า cutoff หรือที่ 100, 11 และ 270 ppb สำหรับ Pb, Sb, และ Ba ตามลำดับ	28
16	รายละเอียดปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนหลังมือขวา (RH) และซ้าย (LH) ของบุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์ จำนวน 25 ราย ที่ไม่มีการใช้ปืนมาก่อนเลย (รายที่ 1-25) รายที่ 0 รหัส acid เป็น swab ที่ชุบกรดอย่างเดียวไม่มีการเช็ดใด ๆ เพื่อเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ	37
17	รายละเอียดของปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบ ก่อนการยิงปืน บนหลังมือขวาและซ้ายของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย	38
18	รายละเอียดของปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบ หลังยิงทันที บน	41

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

หลังมือขวาและซ้ายของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 35 ราย ที่ผ่านการยิงปืน ด้วยปืน 3 ชนิดคือปืนลูกโม่ ปืนพก หรือปืนลูกซองสั้น ยิงด้วยจำนวน 1, 2 และ 3 นัดตามลำดับ

19 รายละเอียดของปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบ หลังยิง 6 ชั่วโมง บนหลังมือขวาและซ้ายของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 35 ราย ที่ผ่านการยิงปืนด้วยปืน 3 ชนิดคือปืนลูกโม่ ปืนพก หรือปืนลูกซองสั้น ยิงด้วยจำนวน 1, 2 และ 3 นัดตามลำดับ 43

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญรูปภาพ

รูป		หน้า
1	เปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนมือข้างที่ยิงของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย ก่อนการยิงปืน หลังยิงปืนทันที และหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง โดยใช้ ปืนลูกโม่	22
2	เปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนมือข้างที่ยิงของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย ก่อนการยิงปืน หลังยิงปืนทันที และหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง โดยใช้ ปืนพก	23
3	เปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนมือข้างที่ยิงของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย ก่อนการยิงปืน หลังยิงปืนทันที และหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง โดยใช้ ปืนลูกซองสั้น	24

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คำอธิบายสัญญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

AAS	Atomic absorption spectrometry
GFAAS	Graphite furnace AAS
ppb	Part per billion
µg/L	Microgram/liter
SEM/EDX	Scanning electron micorscope/energy dispersive X-ray
Pb	Lead (ตะกั่ว)
Sb	Antimony (พลวง)
Ba	Barium (แบเรี่ยม)
SD	Standard deviation
RH	Right hand
LH	Left hand

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทนำ

การตรวจเขม่าปืนมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เริ่มใช้กันในสมัยแรกด้วย paraffin test[1] ซึ่งเป็นการตรวจหาสารไนเตรทจากดินปืน (gun powder) และเก็บตัวอย่างด้วยพาราฟิน วิธีนี้ไม่นิยมใช้กันแล้ว เพราะให้ผลที่มีความน่าเชื่อถือต่ำ เกิดผลบวกลวงง่ายจากสารประกอบไนเตรทที่พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม อาทิ เช่น ปุ๋ย ดิน เครื่องสำอาง ปัสสาวะ สนิม และสีทาเล็บ เป็นต้น วิธีการตรวจหาเขม่าปืนในระยะต่อมาเป็นการตรวจหาแก๊ปปืน (gun primer) หรือชนวนปืน มากกว่าที่จะเป็นดินปืน

มีการนำเอา sodium rhodizonate มาใช้ตรวจเขม่าปืน โดยทดสอบหาตะกั่วและแบเรี่ยมจากแก๊ปปืน[2] อาศัยปฏิกิริยาทางเคมีระหว่าง sodium rhodizonate กับตะกั่วหรือแบเรี่ยม ให้สารประกอบสีม่วงและแดงของ lead rhodizonate และ barium rhodizonate ตามลำดับ วิธีนี้ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้นำมาใช้ตรวจเขม่าปืนจนถึงปี พ.ศ. 2540 ในคดีที่เกี่ยวกับอาวุธปืน ซึ่งเป็นทั้งผู้ต้องสงสัยที่นำส่งตรวจโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ และศพคดีที่ใช้อาวุธปืนที่ถูกส่งมายังภาควิชานิติเวชศาสตร์ เพื่อทำการชันสูตรพลิกศพหาสาเหตุการเสียชีวิต

Rhodizonate test เป็นวิธีการทดสอบที่ง่าย สะดวก และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก แต่มีข้อจำกัดคือมีความไวต่ำ ให้ผลการทดสอบที่ไม่ชัดเจน แม้ว่าความจำเพาะเจาะจงอยู่ในระดับดี ผลการตรวจตัวอย่างจำนวน 303 ตัวอย่างของภาควิชานิติเวชศาสตร์ในปี 2535[3] จากผู้ต้องสงสัยและศพคดี ที่เกี่ยวข้องกับการใช้อาวุธปืน ได้ผลลบ 296 ราย ในจำนวนนี้มีหลายรายที่สารภาพว่าได้ผ่านการยิงปืนมาแล้ว เมื่อประเทืองและคณะ[4] ใช้ rhodizonate test ตรวจหาเขม่าปืนจากมือผู้ยิงปืนจำนวน 12 ราย ใช้ปืนรีวอลเวอร์ ขนาด .38 ยี่ห้อ Smith & Wesson ยิงด้วยกระสุนซ้อมคนละ 2 นัด พบว่า ได้ผลบวกหลังยิงปืนทันที คิดเป็นร้อยละ 75 โดยตรวจพบทั้งตะกั่วและแบเรี่ยมร้อยละ 25 และตรวจพบเฉพาะตะกั่วร้อยละ 50 ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุนทร และคณะ[5] ที่ศึกษาจากผู้ยิงปืนจำนวน 176 ราย ยิงด้วยปืนและกระสุนเหมือนกัน จำนวนนัดเท่ากัน ให้ผลการทดสอบเป็นบวกร้อยละ 79 โดยผลการทดสอบตัวอย่างเปรียบเทียบที่เช็ดจากมือก่อนการยิงปืนให้ผลลบทุกราย แสดงให้เห็นว่าการทดสอบด้วย rhodizonate test มีความไวต่ำมาก แม้ว่าจะเป็นการทดสอบหลังการยิงปืนทันที ก็ทำให้ตรวจไม่พบเขม่าปืนมีจำนวนมากถึง 21-25%

ปัจจุบันวิธีตรวจหาเขม่าปืนที่นิยมใช้กันมากที่สุด[6,7] คือการใช้เครื่องวิเคราะห์ธาตุ atomic absorption spectrometer (AAS) ซึ่งเป็นวิธีที่มีความไวในการวิเคราะห์สูง สามารถวัดปริมาณตะกั่ว แบเรี่ยม และพลวง ที่เป็นองค์ประกอบของแก๊ปปืนได้ แม้มีปริมาณต่ำเพียงไมโครกรัมต่อลิตร หรือ part per

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

billion (ppb) และมีความจำเพาะเจาะจงสูง เพราะการวิเคราะห์ธาตุแต่ละชนิดจะต้องใช้หลอดไฟเฉพาะสำหรับธาตุนั้น ๆ ซึ่งเตรียมขึ้นสำหรับการวัดธาตุแต่ละธาตุแยกกัน[8] โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เครื่อง AAS ชนิดเตาเผาไม่ใช้เปลวไฟ หรือ flameless AAS หรือเรียกว่า graphite furnace AAS (GFAAS) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีปริมาณเพียงเล็กน้อยได้ ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย GFAAS เป็นไมโครลิตร ในขณะที่ flame AAS ต้องใช้ปริมาณตัวอย่างมากกว่า 5 มิลลิลิตร

วิธีที่นิยมใช้ตรวจหาเขม่าปืนรองลงมาคือการใช้ scanning electron microscope (SEM) กับเครื่องวัด energy dispersive X-ray (EDX) ซึ่งให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความน่าเชื่อถือสูงมาก[9-12] แต่การวิเคราะห์ต้องอาศัยเครื่องมือที่มีราคาแพงมาก และผู้ชำนาญการอย่างสูงในการใช้เครื่องมือนี้ อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ก็สูงมากด้วย

นอกจากนี้ก็มีการตรวจหาแก๊ปปืนด้วยวิธี neutron activation analysis[13,14], anodic stripping voltammetry[15], photoluminescence technique[16-18] และการหาสารอินทรีย์ ethyl centralite และ 2,4-dinitrotoluene จากดินปืน[19] แต่วิธีเหล่านี้ไม่นิยมใช้มากเท่ากับการใช้ AAS และ SEM/EDX จากผลการสำรวจวิธีวิเคราะห์เขม่าปืนของห้องปฏิบัติการในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา จำนวน 200 แห่งในปี 2533[6] และ 50 แห่งในปี 2539[7] มีแนวโน้มของการใช้ SEM/EDX เพิ่มขึ้นเป็น 26% จาก 20% ในขณะที่ส่วนใหญ่ประมาณ 50% ใช้วิธี GFAAS เมื่อเร็ว ๆ นี้ Meang และคณะ[20] ได้รายงานการตรวจเขม่าปืนทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และอนินทรีย์ไว้ค่อนข้างละเอียดรวมทั้งการเก็บเขม่าปืนด้วยวิธีต่าง ๆ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนา GFAAS เป็น Zeeman-background correction[21](Zeeman-GFAAS) ทำให้ผลการวิเคราะห์น่าเชื่อถือมากขึ้น เนื่องจากสามารถลดปัญหาการรบกวนจากคลื่นแสงอื่น ๆ ที่ไม่ใช่จากธาตุที่วิเคราะห์อยู่ได้ดี โดยการใช้แม่เหล็กเข้าช่วย ให้ความจำเพาะสำหรับการวิเคราะห์สูงมาก ซึ่งทำให้เครื่องมือมีราคาแพงขึ้น ค่าใช้จ่ายไม่สูงมาก และวิธีการไม่ยุ่งยากมากเท่ากับการใช้ SEM/EDX

ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใช้ rhodizonate test ในการตรวจหาเขม่าปืนจากมือผู้ต้องสงสัย และจากศพคดีที่เกี่ยวข้องกับการใช้อาวุธปืน ในช่วงระยะเวลาประมาณ 15 ปีที่ผ่านมาจนถึงปี 2540 เนื่องจากไม่มีเครื่อง GFAAS ใช้สำหรับการวิเคราะห์ธาตุ ในปี 2538 คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ทำการติดตั้งเครื่อง Zeeman-GFAAS ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ของคณะฯ ทำให้ผู้วิจัยมีโอกาสได้ทดลองตรวจเขม่าปืนจากมือผู้ยิงปืน โดยใช้เครื่อง Zeeman-GFAAS ตรวจหาธาตุตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม จากแก๊ปปืน ผลการวิจัยนำร่อง[22] ที่ผ่านมาพบว่าเมื่อใช้ Zeeman-GFAAS ตรวจหาเขม่าปืนจากมือผู้ยิงหลังยิงปืนทันที ด้วยปืนลูกโม่ .38 กระสุนซ้อมจำนวน 2 นัด ได้ผลบวก 100% จากจำนวนผู้ยิง 22 ราย และตรวจพบปริมาณของตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมสูงมากกว่าตัวอย่างที่เก็บก่อนการยิงปืนอย่างชัดเจน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ระยะเวลาหลังการยิงปืนหรือหลังเกิดเหตุในคดีที่เกี่ยวกับอาวุธปืนต่าง ๆ มีความสำคัญมาก การเก็บตัวอย่างจากมือผู้ยิงปืนเพื่อพิสูจน์ว่าผ่านการยิงปืนมาหรือไม่ กองพิสูจน์หลักฐาน กรมตำรวจ มีข้อกำหนดให้เก็บตัวอย่างสำหรับการตรวจเขม่าปืนจากบุคคลที่มีชีวิตอยู่ ภายใน 6 ชั่วโมงหลังเกิดเหตุ และภายใน 24 ชั่วโมงจากศพ[23] เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธี GFAAS แต่ข้อกำหนดนี้ไม่มีรายงานผลการทดลองอ้างอิง หรือให้เหตุผลว่าทำไมจึงใช้ 6 ชั่วโมงเป็นเกณฑ์ ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ต้องการทดสอบว่า การใช้ Zeeman-GFAAS ตรวจหาเขม่าปืนหลังยิงปืนแล้ว 6 ชั่วโมงโดยไม่ล้างมือ จะมีการตกค้างของเขม่าปืนให้ผลเป็นบวก 100% เช่นเดียวกับการทดสอบหลังยิงทันทีหรือไม่ และจะให้ผลการทดสอบที่แน่นอน มีความไวมากน้อยอย่างไร พร้อมทั้งต้องการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่วัดได้หลังการยิงปืนทันทีกับผลการทดสอบหลังยิงปืนแล้วเป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง เพื่อเป็นการพัฒนาวิธีการตรวจเขม่าปืนของห้องปฏิบัติการภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ให้มีประสิทธิภาพมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น เทียบเท่าระดับสากลที่มีการใช้ GFAAS เป็นเครื่องมือตรวจหาเขม่าปืนมากกว่าวิธีอื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้จะเป็นข้อมูลที่ยังไม่เคยมีผู้ใดรายงานมาก่อน และจะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อผู้วิเคราะห์ที่อาจต้องไปเป็นพยานศาล อีกทั้งเป็นประโยชน์ต่อแพทย์ผู้ทำการชันสูตรพลิกศพที่ต้องการผลการตรวจเขม่าปืนเพื่อยืนยันสาเหตุการเสียชีวิตของศพที่เกี่ยวข้องกับการใช้อาวุธปืน ตลอดจนเป็นข้อมูลให้กับศาลในกระบวนการยุติธรรมในการพิจารณาคดีที่ต้องมีการพิสูจน์ว่าผู้ต้องสงสัยนั้น ๆ ผ่านการยิงปืนมาจริงหรือไม่

อนึ่งการที่จะสรุปได้ว่าตัวอย่างใดที่ผ่านการยิงปืนมาแล้ว ตรวจพบตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ในปริมาณที่น่าจะเป็นองค์ประกอบของแก๊ปปืนจากการยิงปืนจริง ๆ ไม่ใช่เป็นปริมาณที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ควรมีการตรวจวัดปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม จากผู้ที่ไม่มีการสัมผัสปืนมาก่อนเลยด้วย เพื่อใช้เปรียบเทียบ ปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมที่ตรวจพบบนมือก่อนการยิงปืน ซึ่งสามารถนำค่าที่ได้มาประยุกต์ใช้เป็นค่ามาตรฐาน หรือค่า cut off สำหรับห้องปฏิบัติการตรวจเขม่าปืนกรณีคดีที่สงสัยว่าจะมีการใช้อาวุธปืนมา ซึ่งไม่สามารถมีผลก่อนการยิงปืน ในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการวัดปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม จากมือของบุคลากรในภาควิชานิติเวชศาสตร์ที่ไม่มีการใช้ปืนมาก่อนเลย และนำมาศึกษาเปรียบเทียบกับปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนมือของเจ้าหน้าที่ตำรวจก่อนการยิงปืนร่วมกับผลที่เคยมีการศึกษามาก่อนกับนักศึกษาแพทย์[22] และนักศึกษาเทคนิคการแพทย์[24] ก่อนการศึกษากับตัวอย่างศึกษาที่ทำการยิงปืนจริง ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วัสดุอุปกรณ์การวิจัย

เครื่องมือ

Zeeman graphite furnace atomic absorption spectrometer (Varian SpectraAA800 series, Australia) พร้อมทั้ง GTA-100 graphite tube atomizer และ autosampler โดยใช้ software Spect AA800 ร่วมกับ OS/2 ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ในการควบคุมเครื่องวิเคราะห์และเก็บข้อมูล และ hollow cathode lamps สำหรับการวิเคราะห์ตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม

อุปกรณ์การวิจัย

1. ปืนลูกโม่ หรือรีวอลโว่ ขนาด 0.38 มม. ยี่ห้อ Smith & Wesson, U.S.A.
2. ปืนพก Semiautomatic ขนาด 0.45 มม. ยี่ห้อ Colt, U.S.A.
3. ปืนลูกซองสั้น ผลิตในประเทศไทย ซึ่งเป็นปืนที่ไม่ได้มาตรฐาน ไม่ถูกต้องตามกฎหมาย แต่มีการใช้กันมากในคดีที่เกี่ยวกับอาวุธปืนในประเทศไทย
4. กระสุนปืนลูกโดด สำหรับปืนลูกโม่ .38, ปืนพก .45 และกระสุนปืนลูกซอง เบอร์ 12
5. Swab หรือไม้พันสำลี เลือกใช้ยี่ห้อที่มีก้านเป็นสีขาว และนำมาตัดหัวออกข้างหนึ่ง เหลืออีกข้างไว้สำหรับใช้เช็ดเขม่าปืนจากมือ
6. Pyrolytic coated partition graphite tubes (Varian, Australia)
7. Deionized water, ultrapure grade, resistance 18.0 เมกาโอห์ม จากเครื่อง Maxima, EIGA รุ่น UF (Elga Ltd., England)
8. Gas argon, ความบริสุทธิ์ 99.993% (บริษัทลานนา อินดัสเตรียลแก๊สจำกัด จังหวัดเชียงใหม่)

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานตะกั่ว แบเรี่ยม และพลวง ความเข้มข้น 1 กรัม/ลิตร (E. Merck, Darmstadt, F.R.Germany)
2. Triton X-100 (E. Merck, Darmstadt, F.R. Germany)
3. Nitric acid (Trace metal analysis grade, J.T. Baker)
4. Nitric acid (Analytical grade, J.T. Baker)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีดำเนินการวิจัย

ตัวอย่างศึกษา

1. บุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์ จำนวน 25 คน ซึ่งไม่ได้ใช้ปืนมาก่อนเลยเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 6 เดือน ให้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ เพื่อหาค่า cut off สำหรับการวัดปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม
2. เจ้าหน้าที่ตำรวจจาก ส.ภ.ต. ช้างเผือก จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 72 นาย ส่วนใหญ่เป็นเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร เป็นกลุ่มตัวอย่างศึกษาที่มีการยิงปืน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ 9 กลุ่มย่อย และให้แต่ละกลุ่มยิงปืนด้วยจำนวนนัดที่ต่างกัน หรือใช้ปืนต่างชนิดกัน

ชนิดของปืน

ปืนที่ใช้มีอยู่ 3 ชนิด คือ

1. ปืนลูกโม่ขนาด .38
2. ปืนพกขนาด .45
3. ปืนลูกซองสั้นใช้กับกระสุนปืนลูกซองเบอร์ 12

การยิงปืน

แบ่งเจ้าหน้าที่ตำรวจ 72 นาย ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ กลุ่มละ 36 นาย โดยกลุ่มแรกกำหนดให้มีการเก็บเขม่าปืนหลังยิงทันที กลุ่มที่สองเก็บเขม่าปืนหลังยิง 6 ชั่วโมงโดยไม่มีการล้างมือ (แต่ไปปฏิบัติหน้าที่จราจรได้ตามปกติ) ในแต่ละกลุ่มใหญ่แบ่งออกเป็น 9 กลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 นาย กลุ่มที่ 1-3 ใช้ปืนลูกโม่ กลุ่มที่ 4-6 ใช้ปืนพก และกลุ่มที่ 7-9 ใช้ปืนลูกซองสั้น โดยกลุ่มที่ 1, 4, 7 ยิงคนละ 1 นัด กลุ่มที่ 2, 5, 8 ยิงคนละ 2 นัด และกลุ่มที่ 3, 6, 9 ยิงคนละ 3 นัด

การยิงปืนกระทำที่สนามยิงปืนหนองฮ่อ จังหวัดเชียงใหม่ โดยให้ผู้ยิงยืนห่างจากเป้าประมาณ 10 เมตร ใช้มือข้างที่ถนัดยิง

การเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจหาเขม่าปืน

ใช้ไม้พันสำลีที่เตรียมไว้ชุบกรดไนตริค 5% เช็ดบริเวณหลังมือของผู้ยิงให้ทั่วทั้งก่อนและหลังการยิงปืน ซึ่งเป็นวิธีที่มีการทดลองมาแล้วว่าเหมาะสมที่สุดสำหรับการเก็บเขม่าปืนเพื่อตรวจด้วยวิธี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

GFAAS[25] และเก็บไว้ในหลอดแก้วที่แห้งและสะอาด ปิดด้วยพาราฟิล์มให้แน่นเพื่อนำกลับไปวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการ กลุ่มที่กำหนดให้เช็ดมือหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง ให้กลับไปที่สถานีตำรวจภูธร ตำบลช้างเผือก ช่วงบ่ายของวันที่ยิงปืน นับหลังจากการยิงปืนเป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยไม่ให้ล้างมือ แต่สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้ตามปกติ เพื่อทำการเช็ดเข่าปืนโดยคณะผู้วิจัยที่จัดเตรียมอุปกรณ์ไปรอไว้ที่ ส.ภ.ต.ช้างเผือก หลังจากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ก่อนทำการวิเคราะห์

สำหรับกลุ่มบุคลากรในภาควิชานิติเวชศาสตร์ ซึ่งไม่มีการใช้ปืนมาก่อนจำนวน 25 ราย มีการทยอยเก็บตัวอย่างบนหลังมือทั้งขวาซ้ายวันละประมาณ 2-3 ราย จนครบ 25 ราย และเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อรอการวิเคราะห์

การเตรียมเครื่องแก้ว พลาสติก และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

เครื่องแก้วทุกชิ้นที่ทำความสะอาดแล้ว ต้องนำมาแช่ในกรดไนตริค 20% เป็นเวลาสองคืน ถ้าเป็นพลาสติกแช่ไว้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง ก่อนนำขึ้นล้างด้วยน้ำบริสุทธิ์ปราศจากไอออนให้สะอาด ทิ้งไว้ให้แห้ง เก็บในตู้มิดชิดปราศจากฝุ่นละอองก่อนนำมาใช้ ห้องวิเคราะห์มีประตูปิดกั้นสองชั้นเพื่อลดการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองในบรรยากาศ

การเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์

เติมกรดไนตริค 5% (ultrapure grade) ลงในหลอดทดลองที่มีไม้พันสำลีที่เช็ดจากมืออยู่ โดยพยายามให้กรดไหลลงข้าง ๆ หลอด ไม่ให้ถูกปลายหรือก้านของไม้พันสำลี แช่ทิ้งไว้หนึ่งคืนหรือประมาณ 16 ชั่วโมง ก่อนนำเฉพาะกรดไนตริคไปวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ใช้วิธีการวิเคราะห์ของ วีระวรรณ และคณะ[22] โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ Zeeman-GFAAS ตั้งพารามิเตอร์ของเครื่องตามรายละเอียดที่แสดงไว้ในตาราง 1 และมีโปรแกรมสำหรับ อุณหภูมิ เวลา อัตราการไหลของแก๊สอาร์กอน ในขั้นตอนของขบวนการทำตัวอย่างให้แห้ง (drying stage) การเผาให้เป็นเถ้า (ashing stage) และการเปลี่ยนสารให้อยู่ในรูปของอะตอม (atomization stage) สำหรับวิเคราะห์ตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม มีรายละเอียดแสดงไว้ในตาราง 2, 3 และ 4 ตามลำดับ โดยมีสารละลายมาตรฐานตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เปรียบเทียบเป็นกราฟมาตรฐาน โดยทำการวิเคราะห์สองครั้งต่อหนึ่งตัวอย่าง ในกรณีที่ตัวอย่างมีปริมาณตะกั่ว พลวง หรือแบเรี่ยมมากเกินค่าความเข้มข้นสูงสุดของสารละลายมาตรฐานที่ใช้ทำกราฟมาตรฐาน ต้องมีการเจือจางตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ ให้นำค่าเฉลี่ยของตะกั่ว พลวง หรือแบเรี่ยมที่วิเคราะห์ได้คูณด้วย dilution factor

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1: พารามิเตอร์ของเครื่องวิเคราะห์ธาตุ Zeeman-GFAAS เพื่อวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว (Pb) พลวง (Sb) และแบเรี่ยม (Ba)

Parameter	Pb	Sb	Ba
Measurement mode	Peak height	Peak height	Peak area
Sampling mode	Automix	Automix	Automix
Calibration mode	Concentration	Concentration	Concentration
Calibration algorithm	New rational	New rational	New rational
Lamp current (mA)	5.0	10.0	20.0
Slit width	0.5	0.2	0.5
Slit height	Normal	Normal	Reduced
Wavelength (nm)	283.3	217.6	553.6
Minimum reading	0.000	0.000	0.000
Maxmimum absorbance	1.4	1.4	2.0
Standard 1 concentration (ppb)	25	25	50
Standard 2 concentration (ppb)	75	50	75
Standard 3 concentration (ppb)	125	75	100
Standard 4 concentration (ppb)	-	100	-
Smoothing (point)	5	5	5
Bulk std concentration (ppb)	250	100	250
Sample volume (μL)	10	20	10
Total volume (μL)	15	20	15
Make up solution	5% HNO_3	5% HNO_3	5% HNO_3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2: โปรแกรมอุณหภูมิ เวลา อัตราการไหลของแก๊ส ในขบวนการทำตัวอย่างให้แห้ง (step 1-3) การเผาให้เป็นเถ้า (step 4-6) และการเปลี่ยนสารให้อยู่ในรูปของอะตอม (step 7-9) สำหรับการวิเคราะห์ตะกั่ว โดยเครื่อง Zeeman-GFAAS

Step	Temperature (°C)	Time	Gas flow (L/min)	Gas type	Read command
1	85	5	3	Argon	No
2	95	40	3	Argon	No
3	120	10	3	Argon	No
4	400	5	3	Argon	No
5	400	1	3	Argon	No
6	400	2	0	Argon	No
7	2100	1	0	Argon	Yes
8	2100	2	0	Argon	Yes
9	2100	2	3	Argon	No

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 3: โปรแกรมอุณหภูมิ เวลา อัตราการไหลของแก๊ส ในขบวนการทำตัวอย่างให้แห้ง (step 1-2) การเผาให้เป็นเถ้า (step 3-5) และการเปลี่ยนสารให้อยู่ในรูปของอะตอม (step 6-8) สำหรับการวิเคราะห์ **พลวง** โดยเครื่อง Zeeman-GFAAS

Step	Temperature (°C)	Time	Gas flow (L/min)	Gas type	Read command
1	85	5	3	Argon	No
2	120	30	3	Argon	No
3	700	5	3	Argon	No
4	700	10	3	Argon	No
5	700	2	0	Argon	No
6	2100	0.7	0	Argon	Yes
7	2100	2	0	Argon	Yes
8	2500	5	3	Argon	No

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4: โปรแกรมอุณหภูมิ เวลา อัตราการไหลของแก๊ส ในขบวนการทำตัวอย่างให้แห้ง (step 1-3) การเผาให้เป็นเถ้า (step 4-6) และการเปลี่ยนสารให้อยู่ในรูปของอะตอม (step 7-9) สำหรับการวิเคราะห์ **แบเรี่ยม** โดยเครื่อง Zeeman-GFAAS

Step	Temperature (°C)	Time	Gas flow (L/min)	Gas type	Read command
1	85	5	3	Argon	No
2	95	40	3	Argon	No
3	120	10	3	Argon	No
4	1000	5	3	Argon	No
5	1200	1	3	Argon	No
6	1200	2	0	Argon	No
7	2700	2.3	0	Argon	Yes
8	2700	2	0	Argon	Yes
9	2700	2	3	Argon	No

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรม Microsoft Excel สำหรับคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสร้างรูปกราฟแท่งแสดงเปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจวัดได้จากตัวอย่างศึกษาทั้งสองกลุ่ม และหาค่า cut off จากตัวอย่างศึกษาที่ไม่ผ่านการยิงปืนมาเลย โดยใช้ค่าเฉลี่ย + 3SD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิจัย

ปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนหลังมือที่ถนัดของบุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์ จำนวน 25 ราย มีค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 41 $\pm$ 36, 3 $\pm$ 2 และ 211 $\pm$ 132 ppb ตามลำดับ พบปริมาณแบเรี่ยม สูงกว่าตะกั่ว และพลวง สรุปค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่วัดได้ทั้งสองมือในตาราง 5 ส่วนรายละเอียดของปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบในแต่ละรายแสดงไว้ในภาคผนวก ตาราง 16

ตาราง 6 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจวัดได้บนมือทั้งสองข้างของเจ้าหน้าที่ตำรวจ ก่อนการยิงปืน จำนวน 71 ราย (มีเจ้าหน้าที่ตำรวจ 1 ราย เกิดข้อผิดพลาดในการเช็ดเขม่าปืน จึงตัดออกทำให้ได้ข้อมูลไม่ครบ 72 ราย โดยมีรายละเอียดของแต่ละรายแสดงในภาคผนวก ตาราง 17) ซึ่งพบว่าในกลุ่มเจ้าหน้าที่ตำรวจมีปริมาณตะกั่วและพลวงโดยเฉลี่ยแล้วมากกว่าปริมาณตะกั่วและพลวงที่ตรวจพบบนมือของบุคลากรในภาควิชาฯ ส่วนแบเรี่ยมมีปริมาณน้อยกว่า และพบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงมาก ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยหรือสูงกว่า เมื่อคำนวณค่าที่ได้ของค่าเฉลี่ยทั้งตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม บวกสามเท่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละธาตุนั้นเพื่อต้องการประมาณค่า cut off พบว่าปริมาณตะกั่วที่ตรวจวัดได้อาจมีมากถึง 364 ppb ในกลุ่มเจ้าหน้าที่ตำรวจ และ 148 ppb ในกลุ่มบุคลากรของภาควิชาฯ ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่าสูงสุดที่ตรวจวัดได้ในบางรายของทั้งสองกลุ่มเช่นเดียวกับค่าพลวง แต่สำหรับแบเรี่ยมค่าเฉลี่ยบวกสามเท่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูงกว่าค่าสูงสุดที่ตรวจพบบนมือของตัวอย่างศึกษาทั้งสองกลุ่ม

เมื่อนำค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม จากทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกับกลุ่มนักศึกษาแพทย์[18] และนักศึกษาเทคนิคการแพทย์[20]ที่ได้มีการศึกษามาก่อน (ตาราง 7) พบว่าปริมาณตะกั่วและพลวงที่วัดได้จากกลุ่มเจ้าหน้าที่ตำรวจมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ และต่ำสุดในกลุ่มนักศึกษาแพทย์ ในขณะที่ตรวจพบปริมาณแบเรี่ยมสูงที่สุดในกลุ่มบุคลากรภาควิชาฯ และต่ำสุดในกลุ่มนักศึกษาแพทย์เช่นกัน ได้แสดงค่าเฉลี่ยบวกสามเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ของทั้ง 4 กลุ่มเปรียบเทียบกันไว้ในตาราง 8 ซึ่งปริมาณสูงสุดของการคาดคะเนจากค่าเฉลี่ยบวกสามเท่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม คือ 364, 39 และ 608 ppb ตามลำดับ

ตาราง 9, 10 และ 11 แสดงค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมที่ตรวจพบบนมือของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย ที่ยิงปืน ด้วยปืน 3 ชนิด และจำนวนนัดที่ยิงต่างกัน คือ 1, 2 และ 3 นัด เปรียบเทียบกับปริมาณที่ตรวจพบก่อนการยิงปืน ซึ่งปรากฏว่าหลังยิงปืนทันทีทั้งตะกั่ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พลวง และแบเรี่ยม มีปริมาณสูงกว่าก่อนการยิงปืนอย่างชัดเจน โดยตรวจพบปริมาณตะกั่วจากการยิงด้วยปืนลูกโม่มากที่สุด มีค่าสูงกว่าค่าที่ตรวจพบก่อนการยิงปืนถึงประมาณ 45-90 เท่า ในขณะที่ปืนพกและปืนลูกซองสั้นมีปริมาณตะกั่วหลังยิงทันทีสูงกว่าก่อนการยิงปืนใกล้เคียงกันประมาณ 10-20 เท่าเท่านั้น สำหรับพลวงเมื่อยิงด้วยปืนลูกโม่หรือปืนพกตรวจพบปริมาณของพลวงหลังยิงปืนทันทีสูงมากกว่าก่อนการยิงปืนใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วงประมาณ 30-85 เท่า ในขณะที่เมื่อใช้ปืนลูกซองสั้นตรวจพบปริมาณพลวงน้อยกว่าปืนลูกโม่และปืนพกคือมีสูงขึ้นมากกว่าก่อนการยิงปืนไม่เกิน 25 เท่า ส่วนแบเรี่ยมตรวจพบปริมาณมากที่สุดหลังยิงทันทีเมื่อยิงด้วยปืนพก ประมาณ 10-50 เท่า ในขณะที่เมื่อใช้ปืนลูกโม่หรือปืนลูกซองสั้น แบเรี่ยมสูงกว่าก่อนการยิงปืนไม่เกิน 5 เท่า ไม่พบความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างจำนวนนัดของกระสุนที่ยิงกับปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมที่ตรวจพบหลังยิงทันที (รูป 1, 2 และ 3) ถึงแม้ว่าจะเห็นแนวโน้มของปริมาณพลวงและแบเรี่ยมหลังการยิงด้วยปืนพกสูงขึ้นเป็นสัดส่วนกับจำนวนนัดที่ยิงก็ตาม (รูป 2)

ปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมที่ตรวจพบหลังการยิงปืน 6 ชั่วโมง แม้ว่าจะสูงกว่าก่อนการยิงปืนแต่ก็สูงด้วยปริมาณที่ไม่มากนัก คือมีตะกั่วสูงประมาณ 10 เท่า ส่วนพลวงและแบเรี่ยมสูงอยู่ในช่วง 1-10 เท่า ส่วนใหญ่ประมาณ 2-3 เท่า ยกเว้นพลวงที่ตรวจพบได้มากถึง 24 เท่าเมื่อใช้ปืนลูกโม่ จำนวนนัดที่ยิงไม่สัมพันธ์กันกับปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมที่ตรวจพบ แต่มีแนวโน้มของตะกั่ว และพลวง ที่สูงขึ้นตามจำนวนนัดของกระสุนที่ใช้ หลังจากการยิงปืนผ่านไปแล้ว 6 ชั่วโมง เมื่อใช้ปืนพก (รูป 1-3 และตาราง 9-11)

ปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมที่ตรวจพบในแต่ละรายของเจ้าหน้าที่ตำรวจก่อนการยิงปืนและหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง แสดงไว้ในภาคผนวกตาราง 18 และ 19

หากพิจารณาผลการตรวจเขม่าปืนหลังการยิงปืนโดยใช้ค่า cutoff ที่ mean + 3SD จากผลที่ตรวจจากมือของกลุ่มบุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์จำนวน 25 ราย หรือที่ค่า 150, 11 และ 605 ppb สำหรับตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ตามลำดับ (ตาราง 12) พบว่าไม่ว่าจะเป็นหลังการยิงปืนทันทีหรือ 6 ชั่วโมง ผลเขม่าปืนที่ตรวจพบบนมือของเจ้าหน้าที่ตำรวจแสดงผลบวกไม่ถึงร้อยละ 50 โดยหลังการยิงปืนทันที ให้ผลบวกเพียงแค่ร้อยละ 48.6 และให้ผลลบทุกรายเมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง

หากใช้ค่า cutoff ที่ค่าสูงสุดของ mean + 3SD จากค่าที่ตรวจพบบนมือเจ้าหน้าที่ตำรวจก่อนการยิงปืน (ผลในตาราง 13) พบว่าหลังยิงปืนทันทีอ่านผลบวกได้ ร้อยละ 71.4 และเพียงแค่ร้อยละ 8.3 เมื่อผ่านการยิงปืนไปแล้ว 6 ชั่วโมง แต่หากให้ค่า cutoff จากกลุ่มนักศึกษา (ผลในตาราง 14) พบว่า อ่านผลบวกได้ร้อยละ 91.4 และเมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมงได้ผลบวกเพียงแค่ร้อยละ 27.8 และเมื่อพิจารณาโดยไม่ดูจำนวนนัดของกระสุนที่ยิง และแยกตามชนิดของปืนที่ใช้ โดยใช้ค่า cutoff จากกลุ่มนักศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มที่มีค่าปนเปื้อนน้อยที่สุด พบว่าหลังยิงปืนทันทีอ่านผลได้ร้อยละ 100 เมื่อผู้ยิงใช้ปืนลูกโม่และปืนพก แต่ปืน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลูกซองสั้นให้ผลบวกร้อยละ 75.0 เมื่อทำการตรวจเขม่าปืนหลังยิง 6 ชั่วโมง ผลการตรวจให้ผลที่เป็นลบมากขึ้น โดยได้ผลบวกเพียงร้อยละ 33.3 เมื่อใช้ปืนลูกโม่และปืนพก แต่ให้ผลบวกเพียงแค่ร้อยละ 16.7 หลังยิงปืน 6 ชั่วโมง แสดงผลในตาราง 15

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5 : ปริมาณตะกั่ว พลวง และ แบเรี่ยม มีหน่วยเป็น μg/L (ppb) ที่ตรวจพบบนหลังมือขวา (RH) และหลังมือซ้าย (LH) ของบุคลากรในภาควิชานิติเวชศาสตร์ จำนวน 25 ราย

ค่าสถิติ	ตะกั่ว RH	ตะกั่ว LH	พลวง RH	พลวง LH	แบเรี่ยม RH	แบเรี่ยม LH
Max	152	98	12	5	560	316
Min	3	10	0	0	9	44
Mean	41	38	3	2	211	174
SD	36	24	2	1	132	76
3SD	108	71	8	4	397	229
Mean + SD	77	62	5	3	343	250
Mean + 3SD	148	110	10	7	608	404

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 6 : ปริมาณตะกั่ว พลวง และ แบเรี่ยม มีหน่วยเป็น μg/L (ppb) ที่ตรวจพบบนหลังมือขวา (RH) และหลังมือซ้าย (LH) ของเจ้าหน้าที่ตำรวจ จำนวน 71 ราย ก่อนการยิงปืน

ค่าสถิติ	ตะกั่ว RH	ตะกั่ว LH	พลวง RH	พลวง LH	แบเรี่ยม RH	แบเรี่ยม LH
Max	299	574	30	79	369	159
Min	3	3	0	0	27	1
Mean	89	80	6	6	143	127
SD	67	95	6	11	80	72
3SD	202	284	17	33	239	216
Mean + SD	156	175	12	17	223	199
Mean + 3SD	291	364	24	39	382	343

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 7 : เปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว พลวง และ แบเรี่ยม มีหน่วยเป็น μg/L (ppb) ที่ตรวจพบบนมือขวา (RH) และซ้าย (LH) ของกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ไม่มีการยิงปืนมาก่อน หรือก่อนการยิงปืน โดยแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

กลุ่ม	n	Mean ± SD					
		ตะกั่ว RH	ตะกั่ว LH	พลวง RH	พลวง LH	แบเรี่ยม RH	แบเรี่ยม LH
บุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์	25	41 ± 36	38 ± 24	3 ± 2	2 ± 1	211 ± 132	174 ± 76
เจ้าหน้าที่ตำรวจ	71	89 ± 67	80 ± 95	6 ± 6	6 ± 11	143 ± 80	127 ± 72
นักศึกษาแพทย์ [22]	10	22 ± 17	44 ± 32	1 ± 1	0	70 ± 38	61 ± 21
นักศึกษาเทคนิคการแพทย์ [24]	25	27 ± 17	25 ± 15	3 ± 3	3 ± 2	100 ± 54	102 ± 63

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 8 : เปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว พลวง และ แบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนหลังมือขวา (RH) และซ้าย (LH) ของกลุ่มต่าง ๆ ที่ไม่มีการยิงปืนมาก่อนเลย หรือก่อนการยิงปืน โดยใช้ค่าเฉลี่ยบวกสามเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

กลุ่ม	n	Mean + 3SD					
		ตะกั่ว RH	ตะกั่ว LH	พลวง RH	พลวง LH	แบเรี่ยม RH	แบเรี่ยม LH
บุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์	25	147	110	11	7	608	404
เจ้าหน้าที่ตำรวจ	71	291	364	24	39	382	343
นักศึกษาแพทย์ [18]	10	72	125	3	1	171	117
นักศึกษาเทคนิคการแพทย์ [20]	25	77	71	11	8	262	292

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 9 : ปริมาณ ตะกั่ว ที่ตรวจพบบนหลังมือข้างที่ยิงปืนของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย โดยเก็บเขม่าปืนก่อนยิงปืน 71 ราย หลังยิงปืนทันที 35 ราย และหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง 36 ราย ด้วยปืน 3 ชนิด จำนวน 1, 2 และ 3 นัด

ชนิดปืน	จำนวนนัดที่ยิง	ปริมาณตะกั่ว (ppb)		
		ก่อนยิง (n = 8)	หลังยิงทันที (n = 4)	หลังยิง 6 ชม.(n = 4)
ปืนลูกโม่	1	127 ± 97	5,563 ± 4,729	1,613 ± 2,044
	2	86 ± 76	7,555 ± 3,562	1,197 ± 628
	3	79 ± 67	5,118 ± 2,517*	1,017 ± 1,178
ปืนพก	1	89 ± 52	1,080 ± 1,297	213 ± 92
	2	122 ± 71	1,097 ± 498	244 ± 129
	3	88 ± 57	1,235 ± 422	383 ± 110
ปืนลูกซองสั้น	1	75 ± 48	967 ± 746	254 ± 108
	2	60 ± 24	1,381 ± 1,850	201 ± 51
	3	77 ± 88	1,291 ± 1,007	315 ± 76

* n = 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 10 : ปริมาณ พลวง ที่ตรวจพบบนหลังมือข้างที่ยิงปืนของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย โดยเก็บเขม่าปืนก่อนยิงปืน 71 ราย หลังยิงปืนทันที 35 ราย และหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง 36 ราย ด้วยปืน 3 ชนิด จำนวน 1, 2 และ 3 นัด

ชนิดปืน	จำนวนนัดที่ยิง	ปริมาณพลวง (ppb)		
		ก่อนยิง (n = 8)	หลังยิงทันที (n = 4)	หลังยิง 6 ชม.(n = 4)
ปืนลูกโม่	1	7 ± 6	236 ± 175	127 ± 214
	2	4 ± 5	343 ± 285	99 ± 63
	3	4 ± 4	175 ± 120*	24 ± 16
ปืนพก	1	4 ± 3	186 ± 151	14 ± 8
	2	8 ± 5	260 ± 190	27 ± 15
	3	8 ± 7	458 ± 351	76 ± 30
ปืนลูกซองสั้น	1	10 ± 10	27 ± 21	22 ± 9
	2	4 ± 2	99 ± 150	11 ± 3
	3	5 ± 6	61 ± 63	17 ± 3

* n = 3

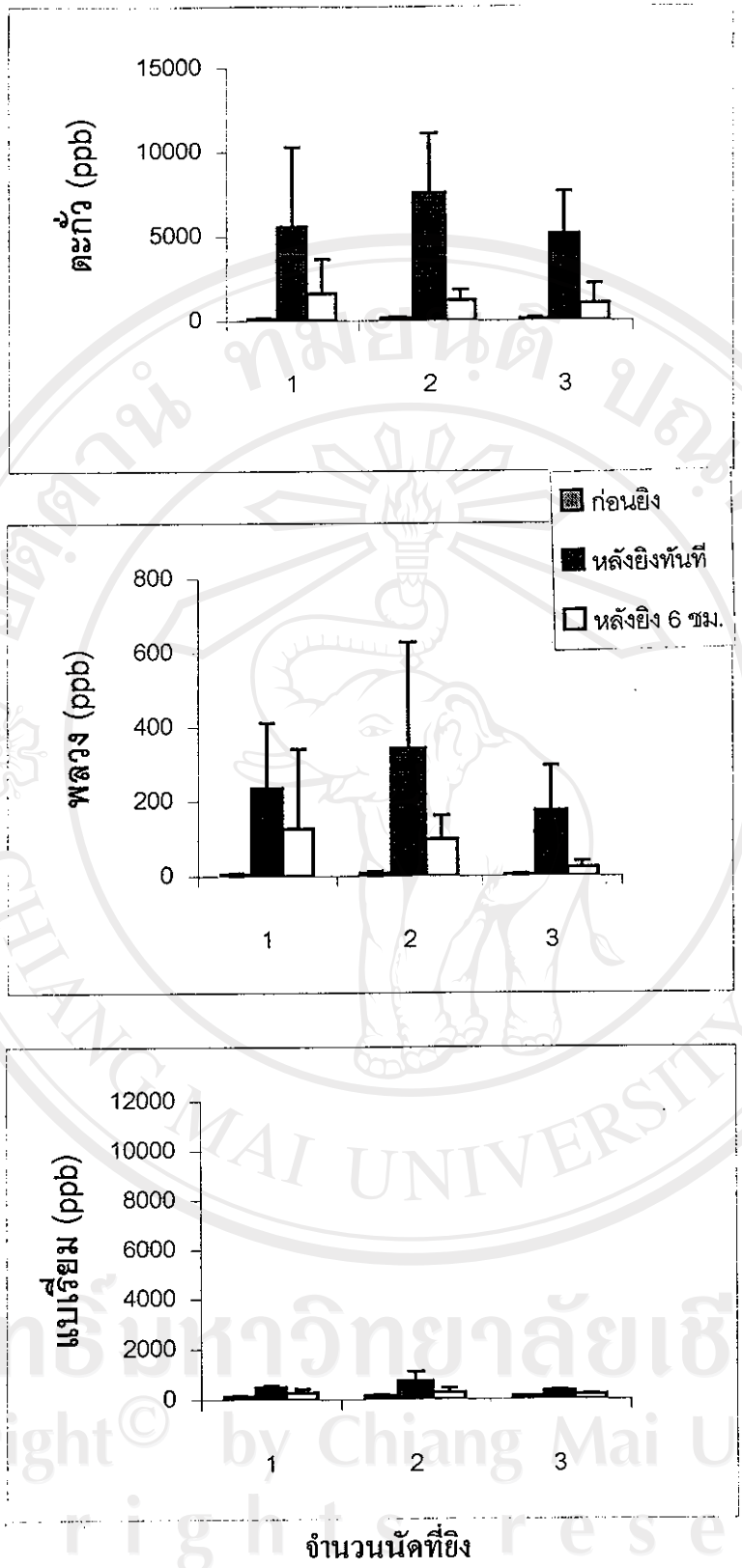
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 11 : ปริมาณ แบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนหลังมือข้างที่ยิงปืนของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย โดยเก็บเขม่าปืนก่อนยิงปืน 71 ราย หลังยิงปืนทันที 35 ราย และหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง 36 ราย ด้วยปืน 3 ชนิด จำนวน 1, 2 และ 3 นัด

ชนิดปืน	จำนวนนัดที่ยิง	ปริมาณแบเรี่ยม (ppb)		
		ก่อนยิง (n = 8)	หลังยิงทันที (n = 4)	หลังยิง 6 ชม.(n = 4)
ปืนลูกโม่	1	119 ± 41	506 ± 73	273 ± 145
	2	157 ± 105	730 ± 374	271 ± 173
	3	106 ± 20	352 ± 30*	191 ± 37
ปืนพก	1	149 ± 69	1,393 ± 969	260 ± 116
	2	155 ± 74	3,879 ± 2,146	195 ± 74
	3	154 ± 115	7,650 ± 3,986	272 ± 117
ปืนลูกซองสั้น	1	172 ± 104	379 ± 135	225 ± 52
	2	139 ± 82	467 ± 214	168 ± 30
	3	134 ± 74	392 ± 123	185 ± 63

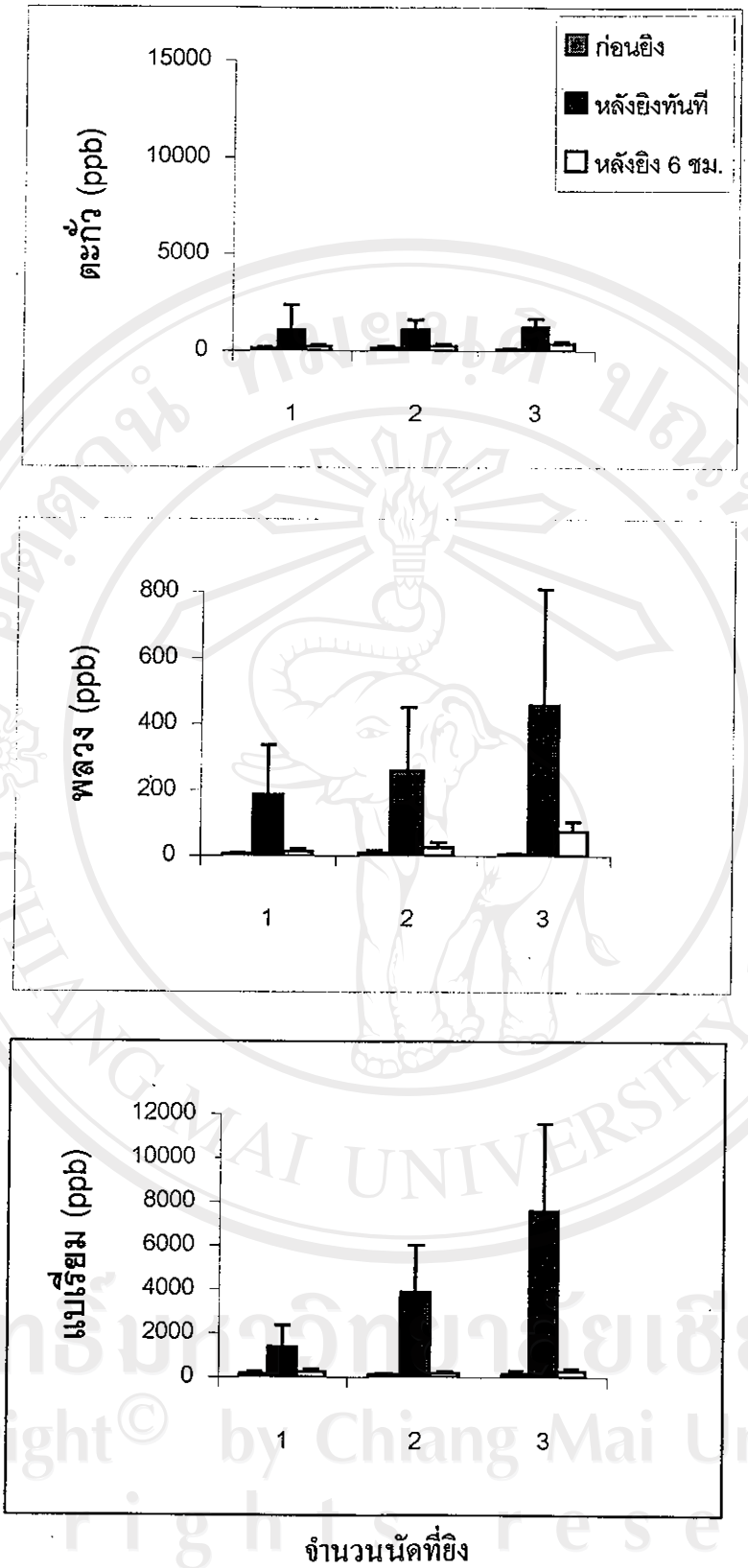
*** n = 3**

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



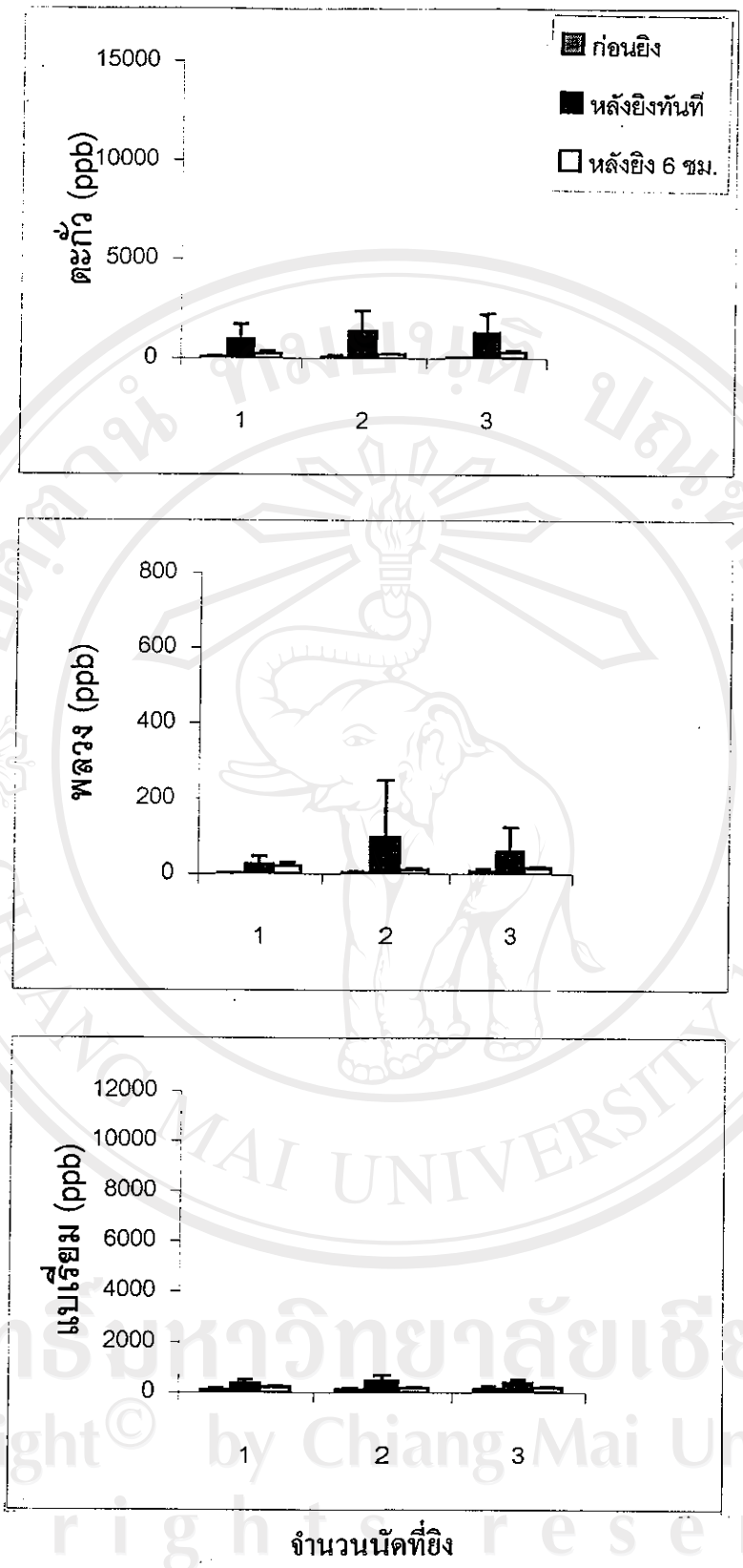
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 1 : เปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนมือข้างที่ยิงของเจ้าหน้าที่ตำรวจ จำนวน 71 ราย ก่อนการยิงปืน หลังยิงปืนทันที และหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง โดยใช้ <u>ปืนลูกโม่</u>



รูป 2 : เปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนมือข้างที่ยิงของเจ้าหน้าที่ตำรวจ จำนวน 71 ราย ก่อนการยิงปืน หลังยิงปืนทันที และหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง โดยใช้ <u>ปืนพก</u>

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3 : เปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนมือข้างที่ยิงของเจ้าหน้าที่ตำรวจ จำนวน 71 ราย ก่อนการยิงปืน หลังยิงปืนทันที และหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง โดยใช้ <u>ปืนลูกซองสั้น</u>

ตาราง 12 : การแปลผลการตรวจเขม่าปืนจากค่าเฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย หลังการยิงปืนทันทีและ 6 ชั่วโมง โดยใช้ค่า cut off ที่ค่า mean + 3SD จากกลุ่มบุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์ หรือที่ 150, 11 และ 605 ppb สำหรับตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมตามลำดับ

ชนิดปืน	จำนวนนัดที่ยิง	จำนวนราย (n)	จำนวนที่ให้ผลบวกหลังยิงปืนทันที (ราย)				จำนวนราย (n)	จำนวนที่ให้ผลบวกหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง (ราย)			
			Pb	Sb	Ba	รวม		Pb	Sb	Ba	รวม
ปืนลูกโม่	1	4	4	4	2	2	4	4	4	0	0
	2	4	4	4	3	3	4	4	4	0	0
	3	3	3	3	0	0	4	4	4	0	0
ปืนพก	1	4	4	4	3	3	4	3	2	0	0
	2	4	4	4	4	4	4	3	4	0	0
	3	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0
ปืนลูกซองสั้น	1	4	3	3	0	0	4	3	3	0	0
	2	4	4	4	1	1	4	3	3	0	0
	3	4	4	4	0	0	4	4	4	0	0
สรุปจำนวนตัวอย่างที่ให้ผลบวกคิดเป็นร้อยละ			48.6 %					0 %			

Pb = ตะกั่ว, Sb = พลวง, Ba = แบเรี่ยม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 13 : การแปลผลการตรวจเขม่าปืนจากค่าเฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 รายหลังการยิงปืนทันทีและ 6 ชั่วโมง โดยใช้ค่า cut off ที่ค่า mean + 3SD จากกลุ่มเจ้าหน้าที่ตำรวจก่อนการยิงปืน หรือที่ 370, 40 และ 380 ppb สำหรับตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมตามลำดับ

ชนิดปืน	จำนวนนัดที่ยิง	จำนวนราย (n)	จำนวนที่ให้ผลบวกหลังยิงปืนทันที (ราย)				จำนวนราย (n)	จำนวนที่ให้ผลบวกหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง (ราย)			
			Pb	Sb	Ba	รวม		Pb	Sb	Ba	รวม
ปืนลูกโม่	1	4	4	4	4	4	4	3	1	1	1
	2	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1
	3	3	3	3	1	1	4	2	2	1	1
ปืนพก	1	4	2	3	4	2	4	1	0	1	0
	2	4	4	4	4	4	4	1	1	0	0
	3	4	4	4	4	4	4	3	4	0	0
ปืนลูกซองสั้น	1	4	3	2	2	2	4	1	0	0	0
	2	4	3	2	3	2	4	0	0	0	0
	3	4	4	2	2	2	4	1	0	0	0
สรุปจำนวนตัวอย่างที่ให้ผลบวกคิดเป็นร้อยละ			71.4 %					8.3 %			

Pb = ตะกั่ว, Sb = พลวง, Ba = แบเรี่ยม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 14 : การแปลผลการตรวจเขม่าปืนจากค่าเฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 รายหลังการยิงปืนทันทีและ 6 ชั่วโมง โดยใช้ค่า cut off ที่ค่า mean + 3SD จากกลุ่มนักศึกษา หรือที่ 100, 11 และ 270 ppb สำหรับตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมตามลำดับ

ชนิดปืน	จำนวนนัดที่ยิง	จำนวนราย (n)	จำนวนที่ให้ผลบวกหลังยิงปืนทันที (ราย)				จำนวนราย (n)	จำนวนที่ให้ผลบวกหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง (ราย)			
			Pb	Sb	Ba	รวม		Pb	Sb	Ba	รวม
ปืนลูกโม่	1	4	4	4	4	4	4	3	1	1	1
	2	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1
	3	3	3	3	3	3	4	2	2	1	1
ปืนพก	1	4	4	4	4	4	4	1	0	1	0
	2	4	4	4	4	4	4	1	1	0	0
	3	4	4	4	4	4	4	3	4	0	0
ปืนลูกซองสั้น	1	4	4	3	4	3	4	4	3	1	1
	2	4	4	4	3	3	4	4	3	0	0
	3	4	4	4	3	3	4	4	3	1	1
สรุปจำนวนตัวอย่างที่ให้ผลบวกคิดเป็นร้อยละ			91.4 %					27.8 %			

Pb = ตะกั่ว, Sb = พลวง, Ba = แบเรี่ยม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 15 : การแปลผลการตรวจเขม่าปืนแยกตามชนิดของปืน หลังการยิงปืนทันที และ 6 ชั่วโมง ของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย ที่ให้ผลบวกกับตะกั่ว (Pb) พลวง (Sb) และแบเรี่ยม (Ba) โดยใช้ค่า mean + 3SD จากกลุ่มนักศึกษาแพทย์และเทคนิคการแพทย์ที่ไม่ผ่านการยิงปืนมาเป็นค่า cutoff หรือที่ 100, 11 และ 270 ppb สำหรับ Pb, Sb และ Ba ตามลำดับ

ชนิดปืน	จำนวนตัวอย่างที่อ่านได้ผลบวกคิดเป็นร้อยละ (จำนวนตัวอย่างที่อ่านได้ผลบวก / จำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ยิงปืน)	
	หลังยิงทันที	หลังยิง 6 ชั่วโมง
ปืนลูกโม่	100 (11/11)	33.3 (4/12)
ปืนพก	100 (12/12)	33.3 (4/12)
ปืนลูกซองสั้น	75.0 (9/12)	16.7 (2/12)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

ปริมาณเขม่าปืนซึ่งเป็นองค์ประกอบของแก๊ปปืนที่ตรวจพบบนมือของเจ้าหน้าที่ตำรวจก่อนการยิงปืน มีมากกว่าปริมาณที่ตรวจพบบนมือของบุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์ นักศึกษาแพทย์ และนักศึกษาเทคนิคการแพทย์ เนื่องมาจากอาชีพของเจ้าหน้าที่ตำรวจที่ต้องมีการใช้หรือจับต้องปืนอยู่ตลอดเวลา แม้ว่าการเช็ดมือก่อนการยิงปืนจะกระทำในช่วงเช้าเวลาประมาณ 8.00 น. ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน มีข้อสังเกตว่าพบปริมาณแบเรี่ยมโดยเฉลี่ยมากที่สุดในกลุ่มบุคลากรภาควิชาฯ และแบเรี่ยมในทุกกลุ่มมีปริมาณมากกว่าตะกั่ว สำหรับกลุ่มบุคลากรภาควิชาฯ มีอยู่ 3 ราย ที่มีแบเรี่ยมบนมือมากกว่า 400 ppb และมีอยู่เพียง 1 ราย ที่มีมากกว่า 500 ppb ในขณะที่ไม่มีเจ้าหน้าที่ตำรวจรายใดที่มีแบเรี่ยมมากกว่า 400 ppb ซึ่งมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบเรี่ยมในกลุ่มบุคลากรภาควิชาฯสูงมาก โดยยังไม่ทราบสาเหตุแน่ชัด แต่สันนิษฐานว่าอาจเนื่องมาจากการใช้น้ำยาซักผ้าหรือผงซักฟอกซักเสื้อผ้าในตอนเช้าก่อนมาทำงาน หรืออาจมีสาเหตุมาจากการจับต้องอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือยางรถยนต์หรือสารเคมีที่ใช้ในงานประจำวัน เพราะรายที่สูงเป็นรายที่มีงานบางส่วนต้องทำในห้องปฏิบัติการของภาควิชา

Gialamas และคณะ[26]รายงานว่าประมาณ 7% ของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 43 ราย ที่ได้รับการตรวจหาเขม่าปืนโดยไม่มีการยิงปืนมาก่อน ด้วยวิธี SEM/EDX พบอนุภาคที่มีลักษณะคล้ายอนุภาคของเขม่าปืน แต่จะพบเพียงหนึ่งชนิดเท่านั้นคือไม่ตะกั่วก็พลวงหรือแบเรี่ยม และประมาณ 58% ของเจ้าหน้าที่ตำรวจทั้งหมดตรวจไม่พบอนุภาคคล้ายเขม่าปืนเลย แต่จากงานวิจัยนี้พบว่ามีตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมปนเปื้อนบนมือของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย มากพอสมควร ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า เป็นเพราะการใช้ Zeeman-GFAAAS ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างอนุภาคของสิ่งปนเปื้อนและเขม่าปืนได้

การใช้อัตราส่วนระหว่างแบเรี่ยมและพลวงเพื่อใช้แยกว่าแบเรี่ยมและพลวงที่วัดได้เป็นปริมาณที่ตรวจพบก่อนหรือหลังการยิงปืน เป็นข้อเสนอของ Havekost และคณะ[27] โดยระบุว่าหากอัตราส่วนระหว่างแบเรี่ยมและพลวงมีไม่เกิน 10 สามารถใช้บ่งชี้ได้ว่าเป็นปริมาณที่ตรวจวัดได้จากผู้ที่ไม่มีการยิงปืนมาก่อน และหากอัตราส่วนเกิน 10 น่าจะผ่านการยิงปืนมาแล้ว ในเบื้องต้นของการศึกษางานวิจัยนี้ก็ได้หาอัตราส่วนระหว่างแบเรี่ยมและพลวงทั้งก่อนและหลังการยิงปืน ซึ่งพบว่าสามารถใช้อัตราส่วนระหว่างแบเรี่ยมและพลวงที่เท่ากับ 10 แยกได้เมื่อใช้ปืนลูกโม่เท่านั้น และต้องเป็นผลการตรวจหลังยิงทันที แต่เมื่อทำการตรวจหลังยิง 6 ชั่วโมง หรือใช้ปืนพกหรือปืนลูกซองสั้น อัตราส่วนระหว่างแบเรี่ยมและพลวงไม่มีค่าที่แน่นอน จึงไม่ได้รายงานไว้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้มีการศึกษา[28]ตรวจเขม่าปืนจากช่างอาชีพต่าง ๆ อาทิเช่น ช่างซ่อมรถยนต์ แบตเตอรี่ หรือเปลี่ยนยางรถ และจากผู้ที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมทำไฟฟ้า ของเด็กเล่น หรือพลุ เป็นต้น ซึ่งได้รายงานไว้ว่าพลวงและแบเรี่ยมจะปนเปื้อนบนมือของบุคคลต่าง ๆ เหล่านี้ (แต่ไม่ได้ระบุว่าเป็นการศึกษาเก็บเขม่าปืนจากหลังมือหรือฝ่ามือและมีปริมาณมากน้อยเท่าไหร่) มีผลทำให้เกิดผลบวกลวงได้ในกรณีที่เป็นผู้ต้องสงสัย แต่ก็สามารถสังเกตลักษณะของอนุภาคของตะกั่ว พลวง หรือแบเรี่ยม ที่ตรวจพบได้ว่าเป็นอนุภาคจากธาตุที่มาจากงานในอาชีพ ไม่ใช่มาจากเขม่าปืน โดยต้องอาศัยกล้องจุลทัศน์อิเลคตรอนหรือการตรวจเขม่าปืนวิธี SEM/EDX ดูลักษณะทางกายภาพของอนุภาคนั้น ๆ ร่วมด้วย

ปริมาณเขม่าปืนที่ตรวจพบบนมือของเจ้าหน้าที่ตำรวจหลังการยิงปืนไม่ว่าจะเป็นหลังการยิงปืนทันทีหรือหลังการยิงปืน 6 ชั่วโมง สูงกว่าก่อนการยิงปืนของแต่ละรายทุกราย เมื่อพิจารณาเป็นราย ๆ ไป (ตาราง 17 และ 18) แต่บางรายปริมาณที่ตรวจพบหลังการยิงปืนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของปืนที่ใช้ ถ้าเป็นปืนลูกซองสั้นซึ่งมีรูรั่วน้อยที่สุดในบรรดาปืนทั้งสามชนิดที่ใช้ จะตรวจพบปริมาณเขม่าปืนน้อยกว่าปริมาณที่ตรวจพบจากการใช้ปืนลูกโม่หรือปืนพก หลังการยิงปืนด้วยปืนพกจะมีการสลัดปลอกกระสุนออกเองโดยอัตโนมัติ ซึ่งทำให้เขม่าปืนหลุดออกมาพร้อมปลอกกระสุนและติดบนมือผู้ยิงได้มากกว่าการใช้ปืนชนิดอื่น จึงตรวจพบทั้งตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม มากที่สุด ยกเว้นตะกั่วที่ตรวจพบมากที่สุดเมื่อใช้ปืนลูกโม่ (ตาราง 9-11 และรูป 1-3) สันนิษฐานว่าเนื่องจากตะกั่วบางส่วนจากลูกกระสุนที่หลุดออกไปจากปากกระบอกปืนมีโอกาสปลิวมาตกบนมือผู้ยิงด้วย ในขณะที่กระสุนปืนสำหรับปืนพกเป็น jacketed bullet หุ้มด้วยทองแดงไม่ใช่ตะกั่ว และกระสุนปืนลูกซองสั้นก็เป็นกระสุนลูกปรายที่แม้ทำด้วยตะกั่วผสมโลหะอื่น แต่กระสุนที่หลุดออกจากลำกล้องไม่มีการเสียดสีกับปากกระบอกปืนเช่นเดียวกับกระสุนปืนลูกโม่ จึงทำให้ตรวจพบตะกั่วได้น้อยกว่า

ชนิดของกระสุนปืนที่ต่างกันอาจมีแก๊ปปืนต่างกันได้ มีการวิจัย[29]พบว่ากระสุนปืนพกชนิด Dynamit Nomel (Sintox) 9 mm Luger จากบริษัท Dynamit Nobel ประเทศเยอรมัน และกระสุนชนิด Lapua 9 mm Luger จากบริษัท Lapua ประเทศฟินแลนด์ ไม่มีตะกั่วและพลวงเป็นองค์ประกอบ แต่มีสังกะสี ทองแดง ไทเทเนียม เป็นองค์ประกอบแทน ในขณะที่ กระสุนชนิด Winchester 9 mm NATO, Winchester 9 mm Luger และ Federal 9 mm Luger จากประเทศสหรัฐอเมริกา กระสุนชนิด Norma 9 mm Luger จากประเทศสวีเดน และกระสุนชนิด Dynamit Nobel (RWS-Geco) 9 mm Luger จากประเทศเยอรมัน มีทั้งตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม เป็นองค์ประกอบ สำหรับกระสุนปืนที่ใช้ในงานวิจัยนี้ทั้งสามชนิดพบว่ามีทั้งตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมเป็นองค์ประกอบ

ผลการตรวจตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมหลังการยิงปืน 6 ชั่วโมง ไม่ว่าจะใช้ค่า cut off จากกลุ่มเจ้าหน้าที่ตำรวจ หรือบุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์ หรือนักศึกษาแพทย์พบว่าไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่ามีการยิงปืนมา 100 % ไม่ว่าจะใช้ปืนชนิดไหน แต่หากเป็นหลังยิงปืนทันทีปืนลูกโม่และปืนพกให้ผลการตรวจได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

100 % ยกเว้นการใช้ปืนลูกซองสั้น จะเห็นว่าการใช้ปืนลูกซองสั้นมีปัญหาของการประเมินผลการตกค้างของเขม่าปืนบนหลังมือผู้ยิง มากกว่าการใช้ปืนลูกโม่และปืนพก หากในกรณีที่ไม่ทราบว่ามีการใช้ปืนชนิดใดมาก่อน ปริมาณตกค้างของเขม่าปืนที่ตรวจพบจะทำให้การแปลผลคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งควรต้องระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง

เป็นที่น่าสังเกตว่าจำนวนนัดของกระสุนที่ใช้ยิงไม่แสดงความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบอย่างชัดเจน ทั้ง ๆ ที่คาดหมายว่าการยิงด้วยกระสุนที่มีจำนวนนัดเพิ่มขึ้นควรตรวจพบเขม่าปืนสูงขึ้นตาม พบว่ามีเฉพาะพลวงที่แสดงความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนนัดที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปืนพกเท่านั้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเจ้าหน้าที่ตำรวจแต่ละคนมีการปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน การหลุดหายไปของเขม่าปืนระหว่างการปฏิบัติงานจราจรกลางแดด หรือปฏิบัติงานบังคับการจราจรในป้อมตำรวจย่อมทำให้เขม่าปืนที่ตกค้างบนมือต่างกัน จึงทำให้เปรียบเทียบกันไม่ได้ Woolever และคณะ[30]ได้ทำการทดลองใช้ปืนลูกโม่ .38 S & W ยิงด้วยกระสุน 3 นัด และตรวจเฉพาะตะกั่วและพลวงด้วยวิธี differential pulse anodic stripping voltammetry พบว่ามีปริมาณตะกั่วและพลวงต่ำกว่าการยิงด้วยกระสุนจำนวน 5 นัด และ Basu และคณะ[31] ก็ได้รายงานไว้ว่าไม่ว่าจะใช้ปืนสั้นหรือปืนยาว ปริมาณอนุภาคของเขม่าปืนที่ตรวจพบมีเพิ่มขึ้นเมื่อมีการยิงด้วยจำนวนนัดที่มากขึ้น แต่ก็ไม่แน่นอนเสมอไปในบางราย

การมีกิจกรรมต่าง ๆ หลังการยิงปืนแม้จะไม่ได้มีการล้างมือก็ตามพบว่าทำให้เขม่าปืนหลุดหายไปมากจนเหลืออยู่ในปริมาณที่ไม่อาจระบุได้ว่าผ่านการยิงปืนมา ซึ่งพบได้จากผลการวิจัยครั้งนี้และรายงานการวิจัยก่อน[32] ดังนั้นจึงมีการแนะนำให้มีการตรวจเขม่าปืนจากการเก็บสิ่งตกค้างในรูจมูก ซึ่งหากไม่มีการสั่งน้ำมูกทิ้งไปหลังยิงปืนแล้ว พบว่าเขม่าปืนจะติดอยู่ในรูจมูกได้นานถึง 48 ชั่วโมง[33] แต่มีข้อเสียคือแม้ว่าจะไม่ได้เป็นคนยิงปืนหากบังเอิญอยู่ในบริเวณที่มีการยิงปืน ก็ทำให้ตรวจพบเขม่าปืนในรูจมูกได้

กรณีที่เป็นคดีที่เสียชีวิตและจำเป็นต้องมีการเก็บเขม่าปืนเพื่อประกอบการชันสูตรพลิกศพ ควรต้องพยายามไม่ให้มีการจับต้องมือผู้ตายหรือเคลื่อนย้ายมือที่สงสัยว่าใช้ยิงปืน ไปถูกหรือเสียดสีกับวัตถุอื่น ๆ อันอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการหลุดหายไปของเขม่าปืนได้ เช่นเดียวกับการมีกิจกรรมของคนที่ยังไม่เสียชีวิต จึงมีการแนะนำให้ใช้ถุงห่อหุ้มมือผู้ตายก่อน หากยังไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ แล้วจึงค่อยมีการเคลื่อนย้ายศพ[34] แต่อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยนี้พบว่า ควรเก็บเขม่าปืนทันทีหลังเกิดเหตุ ไม่ควรให้เวลาผ่านไป เพราะโอกาสตรวจไม่พบเขม่าปืนมีสูงแม้ว่ามีการยิงปืนมาจริง

มีรายงานการใช้ค่า cutoff หรือเรียกว่า threshold limit ในการตรวจหาเขม่าปืนที่ระดับ 50 และ 500 ppb สำหรับพลวง และแบเรี่ยม[35] ซึ่งสอดคล้องกับค่า cutoff ที่ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใช้อยู่ในปัจจุบันคือที่ปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม 500, 50 และ 500 ppb ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่าค่า cutoff ของค่าเฉลี่ยบวกสามเท่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่วิจัยพบในงานวิจัยครั้งนี้ ถ้าหากตรวจพบปริมาณตกค้างของตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมมากกว่าค่า cutoff นี้แล้ว สามารถ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บ่งชี้ได้ชัดเจนว่า ผ่านการใช้ปืนมาก่อน ไม่ว่าจะเป็นปืนชนิดลูกโม่ ปืนพก หรือปืนลูกซองสั้น ซึ่งเป็นปืนที่มีการใช้ในคดีอาวุธปืนต่าง ๆ ในประเทศไทยมาก แต่ถ้าหากตรวจพบการตกค้างของเขม่าปืนต่ำกว่าค่า cutoff แล้ว ควรต้องมีการพิจารณาด้วยว่าปืนที่ใช้เป็นชนิดใด เพราะผลการตรวจเขม่าปืนที่เป็นลบไม่สามารถระบุได้ว่าไม่มีการใช้ปืนมาก่อน

งานวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าการตกค้างของเขม่าปืนหลังการยิงปืน โดยการตรวจวัดปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่เป็นองค์ประกอบของแก๊ปปืนพบว่า เมื่อใช้ปืนพกจะตรวจพบปริมาณพลวงและแบเรี่ยมมากกว่าเมื่อใช้ปืนลูกโม่และปืนลูกซองสั้นตามลำดับ โดยเขม่าปืนจากปืนลูกซองสั้นมีปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยมต่ำที่สุด แต่สำหรับปืนลูกโม่ตรวจพบตะกั่วตกค้างมากที่สุด ในการแปลผลว่าปริมาณเขม่าปืนที่ตรวจพบจะเป็นเขม่าปืนจากมือผู้ผ่านการยิงปืนมาหรือไม่ ต้องพิจารณาปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ร่วมกันทั้งสามชนิด เพื่อป้องกันผลบวกลวงที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการประกอบอาชีพหรือจากสิ่งแวดล้อมที่มีธาตุสามชนิดนี้ปนเปื้อนอยู่ การเก็บเขม่าปืนส่งตรวจควรเก็บทันทีหลังเกิดเหตุ หากไม่สามารถเก็บทันทีได้ ระยะเวลาที่เหมาะสมที่จะสามารถตรวจปริมาณเขม่าปืนที่ตกค้างที่มือจนสามารถชี้ชัดได้ว่าผ่านการยิงปืนมาต้องต่ำกว่า 6 ชั่วโมง แต่จะต่ำเป็นเวลาเท่าใดน่าจะได้มีการศึกษาต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บรรณานุกรม

1. Cowan ME, Purdon PL. A study of the paraffin test. J Forensic Sci 1967; 12(1): 14-36.
2. ทรงฉัตร โตษยานนท์. นิติเวชศาสตร์. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ท่าพระจันทร์ กรุงเทพฯ 2519; 608-20.
3. วีระวรรณ เรืองยุทธิการณ์, ศิริพร พันธศรี. รายงานผลการตรวจเขม่าปืนจากภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2535. วารสารนิติวิทยาศาสตร์ 2536; 22(1): 25-34.
4. ประเทือง สุขสัมพันธ์, สุนทร คำชมนันท์, วีระวรรณ เรืองยุทธิการณ์. การตกค้างของเขม่าปืนหลังยิงปืน 6 ชั่วโมง เมื่อทดสอบด้วยวิธี Rhodizonate test. วารสารนิติวิทยาศาสตร์ 2539; 25(1): 31-40.
5. สุนทร คำชมนันท์, ศิริพร พันธศรี, สิริพันธ์ ณรงค์ชัย. การตรวจเขม่าปืนที่มือ. วารสารนิติวิทยาศาสตร์ 2534; 20: 1-10.
6. DeGaetano D, Siegel JA. Survey of gunshot residue analysis in Forensic Science laboratories. J Forensic Sci 1990; 35(5): 1087-95.
7. Singer RL, Davis D, Houck MM. A survey of gunshot residue analysis methods. J Forensic Sci 1996; 41(2): 195-8.
8. แม้น อมรสิทธิ์, อมร เพชรสม. Principles and techniques of instrumental analysis. พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ กรุงเทพฯ 2535: 322-79.
9. White RS, Owens AD. Automation of gunshot residue detection and analysis by scanning electron microscopy/energy dispersive X-ray analysis (SEM/EDX). J Forensic Sci 1987; 32(6): 1595-1603.
10. Harris A. Analysis of primer residue from CCI blazer lead free-ammunition by scanning electron microscopy/energy dispersive X-ray. J Forensic Sci 1995; 40(1): 27-30.
11. Zeichner A, Levin N. Casework experience of GSR detection in Israel, on samples from hands, hair and clothing using an autosearch SEM/EDX system. J Forensic Sci 1995; 40(6): 1082-5.
12. Lebiedzik J, Johnson DL. Rapid search and quantitative analysis of gunshot residue particles in the SEM. J Forensic Sci 2000; 45(1): 83-92.
13. Albu-Yaron A, Amiel S. Instrumental neutron activation analysis of gunpowder residues. J Radioanalytical Chem 1972; 11: 123-32.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

14. Krishnan SS. Detection of gunshot residue on the hands by neutron activation and atomic absorption analysis. J Forensic Sci 1974; 19(4): 789-97.

15. Brihaye CI, Machiroux R, Gillain G. Gunpowder residues detection by anodic stripping voltammetry. Forensic Sci Inter 1982; 20: 269-76.

16. Jones PF, Nesbitt RS. A photoluminescence technique for the detection of gunshot resides. J Forensic Sci 1975; 20(2): 231-42.

17. Nesbitt RS, Wessel JE, Wolten GM, Jones PF. Evaluation of a photoluminescence technique for the detection of gunshot residue. J Forensic Sci 1977; 22(2): 288-303.

18. Loper GL, Calloway AR, Stamps MA, Wolten GM, Jones PF. Use of photoluminescence to investigate apparent suicides by firearms. J Forensic Sci 1981; 26(2): 263-86.

19. Meng HH, Caddy B. High performance liquid chromatographic analysis with fluorescence detection of ethyl centralite and 2,4-dinitrotoluene in gunshot residues after derivatization eith 9-fluorenylmethylchloroformate. J Forensic Sci 1996; 41(2): 213-20.

20. Meag H, Caddy Brian. Gunshot residue analysis-a review. J Forensic Sci 1997; 42(4): 553-70.

21. Flajnik C, Shrader D. Determination of lead in blood by GFAAS-deuterium and Zeeman background correction. Varian optical spectroscopy instruments. Wood Dale, IL 60191 USA June, 1993.

22. วีระวรรณ เรืองยุทธิการณ์, ภัทรวดี พงษ์ระวีวงศา, สุนทร คำชมนันท์. การตรวจเขม่าปืนโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ธาตุ Zeeman graphite furnace atomic absorption spectrometer. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ กองทุนจุลวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ ศาสตราจารย์ ดร. นพ. ณัฐ ภมรประวัติ2540.

23. พงศกรณ์ ชูเวช. การตรวจพิสูจน์อาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน ในการพิสูจน์หลักฐาน พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์นิติบรรณสาร กรุงเทพฯ 2531; 96-104.

24. เอกชัย คำอาจ. การตรวจหาเขม่าปืนหลังยิงปืน 6 ชั่วโมงด้วย atomic absorption spectroscopy แบบ Zeeman-graphite furnace. ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคนิคการแพทย์) คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2540.

25. Koons RD, Havekost DG, Peters CA. Analysis of gunshot primer residue collection swabs using flameless atomic absorption spectrophotometry: a reexamination of extraction and instrument procedures. J Forensic Sci, JFSCA 1987; 32(4): 846-65.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

26. Gialamas DM, Rhodes EF, Sugarman LA. Officers, their weapons and their hands: an empirical study of GSR on the hands of non-shooting police officers. J Forensic Sci, JASCA 1955; 40(6): 1086-9.

27. Havekost DG, Peters CA, Koons RD. Barium and antimony distributions on the hands of nonshooters. J Forensic Sci, JASCA 1990; 35(5): 1096-114.

28. Garofano L, Capra M, Ferrari F, Bizzaro GP, Di Tullio D, Dell'Olio M, Ghitti A. Gunshot residue further studies on particles of environmental and occupational origin. J Forensic Sci Inter 1999; 103: 1-12.

29. Flynn J, Stoilovic M, Lennard C, Prior I, Kobus H. Evaluation of X-ray microfluorescence spectrometry for the elemental analysis of firearm discharge residues. Forensic Sci Inter 1998; 97: 21-36.

30. Woolever CA, Starkey DE, Hewald HD. Differentiall pulse anodic stripping voltammetry of lead and antimony in gunshot residues. Forensic Sci Inter 1999; 102: 45-50.

31. Basu S, Boone CE, Denio DJ, Miazga RA. Fundamental studies of gunshot residue deposition by glue-lift. J Forensic Sci 1997; 42(4): 571-81.

32. Kilty JW. Activity after shooting and its effects on the retention of primer residue. J Forensic Sci 1975; 20(2): 219-30.

33. Schwartz RH, Zona CA. A recovery method for airborne gunshot residue retained in human nasal mucus. J Forensic Sci 1995; 40(4): 659-61.

34. Reed GE, McGuire PJ, Boehm A. Analysis of gunshot residue test results in 112 suicides. J Forensic Sci, JFSCA 1990; 35(1): 62-8.

35. Cooper R, Guileyardo JM, Stone IC, Hall V, Fletcher L. Primer residues deposited by handguns. Am J Forensic Med Pathol 1994; 15(4): 325-7.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก

- รายละเอียดปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนหลังมือขวาและซ้ายของบุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์ จำนวน 25 ราย ที่ไม่มีการใช้ปืนมาก่อนเลย
- รายละเอียดของปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบ <u>หลังยิงทันที</u> บนหลังมือขวาและซ้ายของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 35 ราย ที่ผ่านการยิงปืน ด้วยปืน 3 ชนิดคือปืนลูกโม่ ปืนพก หรือ ปืนลูกซองสั้น ยิงด้วยจำนวน 1, 2 และ 3 นัด ตามลำดับ
- รายละเอียดของปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบ <u>หลังยิง 6 ชั่วโมง</u> บนหลังมือขวาและซ้ายของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 35 ราย ที่ผ่านการยิงปืน ด้วยปืน 3 ชนิดคือปืนลูกโม่ ปืนพก หรือ ปืนลูกซองสั้น ยิงด้วยจำนวน 1, 2 และ 3 นัด ตามลำดับ
- ประวัติหัวหน้าโครงการ
- ประวัติผู้วิจัยร่วม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 16 : รายละเอียดปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบบนหลังมือขวา (RH) และซ้าย (LH) ของบุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์ จำนวน 25 ราย ที่ไม่มีการใช้ปืนมาก่อนเลย (รายที่ 1-25) รายที่ 0 รหัส acid เป็น swab ที่ชุบกรดอย่างเดียวไม่มีการเช็ดใด ๆ เพื่อเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ

รายที่	รหัส	Pb RH (ppb)	Pb LH (ppb)	Sb RH (ppb)	Sb LH (ppb)	Ba RH (ppb)	Ba LH (ppb)
0	Acid	7		2		54	
1	SU	28	25	2	2	189	189
2	JM	49	38	3	4	288	316
3	SS	66	35	3	3	168	127
4	BT	3	87	3	3	244	266
5	SG	18	35	12	2	427	190
6	SC	18	26	3	5	164	206
7	PP	14	12	3	2	386	272
8	AS	7	10	2	2	128	161
9	BK	73	98	3	4	263	248
10	CS	86	52	2	2	233	162
11	PS	152	78	5	2	256	138
12	VR	31	14	6	2	308	113
13	AP	30	32	4	3	421	296
14	ST	23	40	2	3	68	44
15	AJ	47	44	1	1	152	153
16	SK.	130	55	6	5	180	214
17	KC	25	23	4	3	161	90
18	WR	21	25	0	0	79	58
19	PN	27	73	0	1	95	180
20	SN	30	21	0	1	79	67
21	KV	42	42	0	0	9	226
22	SP	17	12	0	0	560	245
23	SV	22	22	0	2	184	158
24	TP	31	28	1	1	138	185
25	JK	25	33	0	0	85	57
	Max	152	98	12	5	560	316
	Min	3	10	0	0	9	44
	Mean	41	38	2	2	211	174
	Median	28	33	2	2	180	180
	SD	36	24	3	1	132	76
	3SD	108	71	9	3	397	229
	Mean+3SD	148	110	11	6	608	404

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 17 : รายละเอียดของปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบ ก่อนการยิงปืน บนหลังมือขวาและซ้ายของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 71 ราย

รายที่	Pb RH	Pb LH	Sb RH	Sb LH	Ba RH	Ba LH
1	213	511	12	79	197	198
2	108	161	4	3	140	138
3	61	47	4	7	95	134
4	28	23	2	1	87	62
5	160	78	4	3	156	136
6	73	80	3	1	194	155
7	240	80	16	13	90	61
8	54	41	8	1	148	119
9	189	156	8	5	128	114
10	47	33	2	1	125	104
11	64	104	3	4	96	121
12	149	67	2	2	156	140
13	49	96	2	5	49	56
14	118	117	10	9	176	80
15	169	91	7	2	260	132
16	102	62	4	1	143	118
17	251	574	4	43	192	163
18	208	132	17	10	144	105
19	76	81	14	7	76	92
20	148	86	11	8	173	146
21	138	232	8	10	239	243
22	18	4	0	0	54	86
23	32	29	1	0	137	154
24	145	137	4	2	139	159
25	3	10	2	2	57	3
26	50	32	3	0	171	188
27	28	23	1	3	62	48
28	87	29	6	2	186	81
29	63	30	7	3	92	46
30	44	31	1	0	61	93
31	52	42	1	1	112	73
32	5	9	3	1	27	1
33	18	68	4	5	160	225

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

34	32	32	1	0	267	310
35	184	122	16	6	170	164
36	195	181	18	5	134	86
37	299	31	2	3	72	92
38	62	44	9	11	134	143
39	52	40	2	0	90	127
40	67	32	2	1	37	10
41	17	27	1	1	57	57
42	50	64	1	1	208	207
43	30	21	1	0	369	261
44	7	23	3	1	80	94
45	21	3	1	1	84	48
46	74	78	2	2	106	145
47	152	190	11	15	125	142
48	91	28	2	3	103	84
49	31	12	3	1	79	50
50	38	31	1	2	175	147
51	63	110	3	8	199	134
52	99	58	6	2	64	19
53	54	30	3	2	118	129
54	124	120	9	7	216	163
55	60	49	10	3	286	152
56	141	70	7	3	27	51
57	24	44	8	5	105	102
58	126	227	23	32	388	412
59	80	68	5	2	111	87
60	55	104	30	14	129	133
61	105	27	18	3	165	147
62	110	73	11	5	318	206
63	106	62	9	4	332	202
64	50	38	4	2	85	80
65	23	20	3	2	85	78
66	97	65	5	5	305	138
67	62	77	5	5	190	317

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

68	247	137	11	4	128	166
69	24	7	2	1	95	82
70	50	29	1	0	158	124
71	60	19	2	0	62	146
Max	299	574	30	79	369	159
Min	3	3	0	0	27	1
Mean	89	80	6	6	143	127
Median	63	58	4	3	129	127
SD	67	95	6	11	80	72
3SD	202	284	17	33	239	216
Mean+3SD	291	364	24	39	382	343

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 18 : รายละเอียดของปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบ <u>หลังยิงทันที</u> บนหลังมือขวาและซ้ายของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 35 นาย ที่ผ่านการยิงปืน ด้วยปืน 3 ชนิดคือปืนลูกโม่ ปืนพก หรือ ปืนลูกซองสั้น ยิงด้วยจำนวน 1, 2 และ 3 นัด ตามลำดับ

รายที่	ชนิดปืน	จำนวนนัดที่ยิง	ตะกั่ว (ppb)				พลวง (ppb)				แบเรี่ยม (ppb)			
			ก่อนยิง		หลังยิง		ก่อนยิง		หลังยิง		ก่อนยิง		หลังยิง	
			ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
1	ลูกโม่	1	213	511	4,046	8,750	12	79	188	355	197	198	407	719
2	ลูกโม่	1	108	161	12,470	4,304	4	3	489	97	140	138	536	267
3	ลูกโม่	1	61	47	1,737	5,064	4	7	84	417	95	134	501	758
4	ลูกโม่	1	28	23	4,000	12,445	2	1	184	599	87	62	579	330
5	ลูกโม่	2	160	78	4,178	9,979	4	3	48	306	156	136	232	515
6	ลูกโม่	2	73	80	9,885	10,150	3	1	314	262	194	155	1,030	581
7	ลูกโม่	2	240	80	11,295	17,880	16	3	733	1,030	90	61	653	523
8	ลูกโม่	2	54	41	4,862	3,850	8	1	276	161	148	119	1,005	1,175
9	ลูกโม่	3	189	156	7,423	31,940	8	5	303	651	128	114	386	450
10	ลูกโม่	3	47	33	2,433	6,350	2	1	65	188	125	104	328	366
11	ลูกโม่	3	64	104	5,498	2,875	3	4	158	61	96	121	343	130
12	ปืนพก	1	149	67	940	298	2	2	184	7	156	140	485	512
13	ปืนพก	1	49	96	2,956	211	2	5	393	16	49	56	2,658	258
14	ปืนพก	1	118	17	205	170	10	9	132	243	176	80	1,621	2,108
15	ปืนพก	1	169	91	218	118	7	2	34	8	260	132	809	505

16	ปีนพก	2	102	62	787	287	4	1	98	6	143	118	2,442	1,863
17	ปีนพก	2	251	574	1,622	773	4	43	364	77	192	163	4,515	2,244
18	ปีนพก	2	208	132	1,399	492	17	10	475	62	144	105	6,628	767
19	ปีนพก	2	76	81	567	541	14	7	102	122	76	92	1,932	2,740
20	ปีนพก	3	148	86	1,240	1,772	11	8	151	346	173	146	3,453	6,494
21	ปีนพก	3	138	232	1,776	509	8	10	921	33	239	243	10,220	2,059
22	ปีนพก	3	18	4	1,176	1,003	0	0	536	214	54	86	11,720	2,526
23	ปีนพก	3	32	29	748	506	1	0	224	99	137	154	5,026	1,623
24	ลูกซอง	1	145	137	1,803	571	4	2	35	1	139	159	452	246
25	ลูกซอง	1	3	10	1,342	1,198	2	2	19	51	57	3	205	330
26	ลูกซอง	1	50	32	139	88	3	0	4	1	171	188	346	190
27	ลูกซอง	1	28	23	585	511	1	3	52	9	62	48	513	232
28	ลูกซอง	2	87	29	743	209	6	2	16	3	186	81	506	266
29	ลูกซอง	2	63	30	4,139	6,380	7	3	322	144	92	46	500	386
30	ลูกซอง	2	44	31	261	276	1	0	7	17	61	93	175	156
31	ลูกซอง	2	52	42	381	447	1	1	51	13	112	73	688	196
32	ลูกซอง	3	5	9	2,693	1,156	3	1	152	15	27	1	491	101
33	ลูกซอง	3	18	68	1,352	1,353	4	5	54	21	160	225	479	119
34	ลูกซอง	3	32	32	516	395	1	0	17	7	267	310	362	342
35	ลูกซอง	3	184	122	603	308	16	6	22	8	170	164	231	168

ตาราง 19 : รายละเอียดของปริมาณตะกั่ว พลวง และแบเรี่ยม ที่ตรวจพบ <u>หลังยิง 6 ชั่วโมง</u> บนหลังมือขวาและซ้ายของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 36 นาย ที่ผ่านการยิงปืน ด้วยปืน 3 ชนิดคือปืนลูกโม่ ปืนพก หรือ ปืนลูกซองสั้น ยิงด้วยจำนวน 1, 2 และ 3 นัด ตามลำดับ

รายที่	ชนิดปืน	จำนวนนัดที่ยิง	ตะกั่ว (ppb)				พลวง (ppb)				แบเรี่ยม (ppb)			
			ก่อนยิง		หลังยิง 6 ชม.		ก่อนยิง		หลังยิง 6 ชม.		ก่อนยิง		หลังยิง 6 ชม.	
			ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย
1	ลูกโม่	1	195	181	969	806	18	5	29	29	134	86	198	156
2	ลูกโม่	1	299	31	191	249	2	3	15	14	72	92	127	114
3	ลูกโม่	1	62	44	4,642	2,052	9	11	448	197	134	143	462	311
4	ลูกโม่	1	52	40	652	764	2	0	16	24	90	127	304	151
5	ลูกโม่	2	67	32	445	611	2	1	37	42	37	10	76	81
6	ลูกโม่	2	17	27	1,184	712	1	1	59	23	57	57	191	79
7	ลูกโม่	2	50	64	1,175	681	1	1	127	43	208	207	350	220
8	ลูกโม่	2	30	21	1,982	735	1	0	173	53	369	261	468	318
9	ลูกโม่	3	7	23	2,727	5,950	3	1	14	105	80	94	208	446
10	ลูกโม่	3	21	3	168	151	1	1	14	11	84	48	212	107
11	ลูกโม่	3	74	78	856	1,095	2	2	48	76	106	145	207	227
12	ลูกโม่	3	152	190	315	228	11	15	20	23	125	142	136	192
13	ปืนพก	1	91	28	141	127	2	3	23	21	103	84	413	167
14	ปืนพก	1	31	12	345	662	3	1	7	5	79	50	136	67

15	ปืนพก	1	38	31	204	70	1	2	7	7	175	147	268	211
16	ปืนพก	1	63	110	163	84	3	8	19	5	199	134	224	148
17	ปืนพก	2	99	58	109	149	6	2	7	13	64	19	96	165
18	ปืนพก	2	54	30	185	165	3	2	32	25	118	129	226	320
19	ปืนพก	2	124	120	271	341	9	7	27	39	216	163	269	243
20	ปืนพก	2	60	49	411	518	10	3	43	51	286	152	189	196
21	ปืนพก	3	141	70	437	457	7	3	41	99	27	51	112	364
22	ปืนพก	3	24	44	427	199	8	5	108	23	105	102	379	252
23	ปืนพก	3	126	227	450	332	23	32	92	81	388	412	335	362
24	ปืนพก	3	80	68	219	188	5	2	63	16	111	87	263	197
25	ลูกซอง	1	55	104	372	307	30	14	23	7	129	133	229	156
26	ลูกซอง	1	105	27	278	238	18	3	27	19	165	147	238	236
27	ลูกซอง	1	110	73	256	182	11	5	29	13	318	206	279	205
28	ลูกซอง	1	106	62	111	58	9	4	9	5	332	202	154	184
29	ลูกซอง	2	50	38	221	218	4	2	11	18	85	80	131	113
30	ลูกซอง	2	23	20	239	241	3	2	12	13	85	78	203	188
31	ลูกซอง	2	97	65	219	214	5	5	13	14	305	138	176	159
32	ลูกซอง	2	62	77	127	96	5	5	7	5	190	317	162	124
33	ลูกซอง	3	247	137	424	334	11	4	22	21	128	166	273	224
34	ลูกซอง	3	24	7	308	38	2	1	16	0	95	82	127	174

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

35	ลูกซอง	3	50	29	253	142	1	0	18	13	158	124	157	62
36	ลูกซอง	3	60	19	273	175	2	0	14	12	62	146	182	190

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติหัวหน้าโครงการ

ชื่อ สกุล วีระวรรณ เรืองยุทธิการณ์

วัน เดือน ปี เกิด 22 ตุลาคม 2495

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

ประวัติการศึกษา

2534 Ph.D. (Pharmacology & Toxicology) University of Utah, U.S.A.

2523 วท.ม. (เภสัชวิทยา) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2518 วท.บ. (เทคนิคการแพทย์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

แขนงวิชาที่สนใจในปัจจุบัน: -พิษวิทยา และนิติพิษวิทยา

ส่วนที่รับผิดชอบต่อโครงการวิจัยนี้: เก็บตัวอย่างเขม่าปืนจากมือผู้ยิงปืน และวิเคราะห์ตัวอย่าง ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุ Zeeman graphite furnace atomic absorption spectrometer ตลอดจนวิเคราะห์ข้อมูล และรายงานผลการวิจัย

ผู้วิจัยร่วม

ชื่อ สกุล สุนทร คำชมนันท์

วัน เดือน ปี เกิด 8 มกราคม 2490

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ ระดับ 9

ประวัติการศึกษา

2514 พ.บ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2533 อ.ว. (นิติเวชศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล

แขนงวิชาที่สนใจในปัจจุบัน: ขีปนวิทยาในเชิงนิติเวชศาสตร์

ส่วนที่รับผิดชอบต่อโครงการวิจัยนี้: จัดหาปืน กระสุนปืน และควบคุมดูแลการยิงปืนของเจ้าหน้าที่ตำรวจจำนวน 72 นาย ให้เป็นไปตามแผนการดำเนินงานของการวิจัยนี้ พร้อมทั้งร่วมวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้วิจัยร่วม

ชื่อ สกุล ภัทรวดี พงษ์ระวีวงศา

วัน เดือน ปี เกิด 7 กุมภาพันธ์ 2507

ตำแหน่งปัจจุบัน นักเทคนิคการแพทย์ ระดับ 5

ประวัติการศึกษา

2535 วท.ม. (นิติวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล

2528 วท.บ. (เทคนิคการแพทย์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

แขนงวิชาที่สนใจในปัจจุบัน: พิษวิทยาเชิงวิเคราะห์ และนิติพิษวิทยา

ส่วนที่รับผิดชอบต่อโครงการวิจัยนี้: ช่วยเหลือการเก็บตัวอย่างเขม่าปืนจากมือผู้ยิงปืน และช่วยวิเคราะห์ตัวอย่างที่เป็นกลุ่มบุคลากรภาควิชานิติเวชศาสตร์ จำนวน 25 ราย โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ธาตุ Zeeman graphite furnace atomic absorption spectrometer

.....

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved