วารสารนิติเวชศาสตร์

Forensic Medicine Journal

ปีที่ 16 ฉบับที่ 1 มกราคม - ธันวาคม 2567 Vol.16 No.1

ISSN 1905 – 8810

Free thinking, but reasonable, and for social benefit

อิสระทางความคิด แต่มีเหตุผล และเพื่อประโยชน์ต่อสังคม

คำนำ

กฎหมาย ข้อบังคับ ระเบียบปฏิบัติต่าง ๆ นั้นมีเป้าหมาย การกำหนดวัตถุประสงค์และวิธีการปฏิบัติซึ่งอาจจะเหมาะสมกับช่วงระยะเวลาหนึ่ง ถ้าสังคมมีการเปลี่ยนแปลง มีความรู้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยมีข้อมูลใหม่ที่มากเพียงพอและมีความถูกต้องของข้อมูล กฎหมายและข้อบังคับต่าง ๆ ควรมีการออกแบบระบบการออกกฎต่าง ๆ โดยให้มีการทบทวน ปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมและทันสมัย ด้วยวิธีการแก้ไขปรับปรุงที่ไม่ยากหรือซับซ้อนเกินไป เพื่อให้กฎระเบียบนั้นสามารถใช้งานได้จริงและเกิดประโยชน์สูงสุดกับสังคม

วัตถุประสงค์

วารสารนิติเวชศาสตร์ เป็นวารสารของภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีวัตถุประสงค์ในการจัดทำวารสาร ได้แก่

1. เพื่อเผยแพร่ความรู้ทางนิติเวชศาสตร์ นิติวิทยาศาสตร์ กฎหมายที่เกี่ยวข้อง จริยธรรมและปรัชญา
2. เป็นสื่อกลางในการเผยแพร่แนวความคิดสร้างสรรค์ ที่มีประโยชน์ต่อสังคมอย่างมีเหตุผล
3. เพื่อพัฒนามาตรฐานทางวิชาชีพนิติเวชศาสตร์ และนิติวิทยาศาสตร์
4. เพื่อพัฒนารูปแบบของกระบวนการยุติธรรมของประเทศไทย ให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
5. เป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานวิจัยของแพทย์ประจำบ้าน นิสิต นักศึกษา และนักวิจัย

คณะผู้จัดทำ/กองบรรณาธิการ

1. ผศ.นพ.ณัฐ ตันศรีสวัสดิ์ บรรณาธิการ
2. รศ.นพ.กรเกียรติ วงศ์ไพศาลสิน
3. ผศ.นพ.อุดมศักดิ์ หุ่นวิจิตร
4. ผศ.นพ.ภาณุวัฒน์ ชุติวงศ์
5. อ.นพ.ธีรโชติ จองสกุล

วารสารออนไลน์

http://www.forensicchula.net

สารบาญ

- การทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยาเทียบมาตรฐานระดับสากล **5**

- การตรวจหายา สารเสพติด หรือสารอื่น ๆ ในเส้นผม **26**

- การตัดสินใจในกระบวนการปฏิบัติงานนิติวิทยาศาสตร์ **54**

ภาพปก

ชื่อภาพ The Houses of Parliament (Effect of Fog)

ศิลปิน Cluade Monet

ที่มา https://en.wikipedia.org/wiki/File:The_Houses_of_Parliament_(Effect_of_Fog).JPG

การส่งบทความ

วารสารนิติเวชศาสตร์รับเผยแพร่ผลงานที่เกี่ยวข้องทางนิติเวชศาสตร์ นิติวิทยาศาสตร์ กฎหมาย จริยธรรม และปรัชญา โดยให้ส่งผลงานตีพิมพ์ในกระดาษขนาด A4 หรือไฟล์ข้อมูลในสื่อบันทึก หรือจดหมายอิเล็กทรอนิกส์

ผลงานที่ส่งเพื่อตีพิมพ์สามารถใช้ได้ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ โดยไม่จำกัดรูปแบบของผลงาน ไม่ว่าจะเป็นบทความแสดงความคิดเห็น งานวิจัยนิพนธ์ต้นฉบับ รายงานผู้ป่วย หรืองานในรูปแบบอื่น ๆ

ให้ระบุชื่อเรื่อง ชื่อผู้วิจัยหรือผู้เขียนผลงาน และส่งผลงานได้ที่

ผศ.นพ.ณัฐ ตันศรีสวัสดิ์

ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถ.พระราม4 เขตปทุมวัน กทม.10330

หรือที่ e-mail: tssnat@hotmail.com

การทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยาเทียบมาตรฐานระดับสากล

พ.ต.อ.หญิง ดร.ธีรินทร์ สินไชย, พ.ต.ท.หญิง ดร.ศิริรัตน์ พรหมหิตาธร *

ร.ต.อ.หญิง ดร.พิชชาภา โอจงเพียร, ร.ต.อ.พงศธร กอนตะวัน *

บทคัดย่อ

ปัจจุบันงานนิติวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในกระบวนการยุติธรรม ใช้เป็นหลักฐานประกอบในสำนวนคดี เพื่อนำผู้กระทำความผิดมาลงโทษและเพื่อให้เกิดมาตรฐานระดับสากล เพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการตรวจวิเคราะห์ กลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ จึงได้เข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญระหว่างประเทศ ในการตรวจวิเคราะห์ยา สารพิษสารเสพติดในเลือด ซีรั่ม ปัสสาวะ และเส้นผม โดยผลการประเมินการทดสอบความชำนาญจากทุกองค์กร และสถาบันที่ให้บริการทดสอบความชำนาญแสดงให้เห็นว่า ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา มีประสิทธิภาพ และมาตรฐานเทียบเท่าห้องปฏิบัติการอื่น ในระดับสากล ทั้งในแง่ของการตรวจวิเคราะห์เชิงคุณภาพวิเคราะห์ และการตรวจวิเคราะเชิงปริมาณวิเคราะห์ โดยสามารถตรวจระบุชนิดยา สารพิษสารเสพติดในทุกๆ โปรแกรมทดสอบความชำนาญได้อย่างถูกต้อง และสามารถรายงานระดับความเข้มข้นของยา สารพิษสารเสพติดได้อย่างแม่นยำ เมื่อเปรียบเทียบกับห้องปฏิบัติการอื่นในระดับสากล โดยโปรแกรม Drugs of Abuse in Blood (DOAB) มีค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-score) อยู่ในช่วง -1.11 ถึง 1.27 โปรแกรม Toxicology (TOX) Analyte มีค่าคะแนน Z-score อยู่ในช่วง -0.08 ถึง -0.85 และโปรแกรม Forensic Blood Toxicology (QUARTZ) มีค่าคะแนน Z-score อยู่ในช่วง -0.21 ถึง 0.70

คำสำคัญ: ทดสอบความชำนาญ, นิติพิษวิทยา, เลือด, ปัสสาวะ, ซีรั่ม, เส้นผม

---

* สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ

ABSTRACT

Nowadays, forensic sciences are an important role of the justice process to support cases and bring perpetrators to justice with the international standards. Toxicology Subdivision, Institute of Forensic Medicine at the Police General Hospital has participated in the international proficiency testing program for the analysis of drugs, poisons, and narcotics in blood, serum, urine, and hair for enhancing the credibility of analytical results. The evaluation results from all organizations and institutions providing proficiency testing have demonstrated that the Toxicology Subdivision, Institute of Forensic Medicine is operated with efficiency and standards comparable to other international laboratories both qualitative and quantitative analysis, with accurate identification of drugs, poisons, and narcotics in all proficiency testing programs, and precise report of drug and poison concentrations compared to other international laboratories. The results of the Drugs of Abuse in Blood (DOAB) program, the Z-score ranged from -1.11 to 1.27. In the Toxicology (TOX) Analyte program, the Z-score ranged from -0.08 to -0.85, and in the Forensic Blood Toxicology (QUARTZ) program, the Z-score ranged from -0.21 to 0.70.

Keywords: Proficiency Testing, Forensic Toxicology, Blood, Urine, Serum, Hair

บทนำ

ปัจจุบันงานนิติวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในกระบวนการยุติธรรม ใช้เป็นหลักฐานประกอบในสำนวนคดีเพื่อนำคนกระทำผิดมาลงโทษ[1] สถาบันนิติเวชวิทยา เป็นหน่วยงานในสังกัด โรงพยาบาลตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ทำหน้าที่ตรวจศพ ผู้ต้องหา ผู้ต้องสงสัย และเหยื่อ ในคดี เพื่อหาหลักฐานจากชิ้นส่วนทางชีวภาพ ได้แก่ ชิ้นเนื้อ เลือด ซีรั่ม ปัสสาวะ อาหารในกระเพาะ เส้นผม อสุจิ รวมถึง DNA มาประกอบสำนวนคดี เพื่อช่วยการสืบสวน สอบสวน ของเจ้าหน้าที่ตำรวจต่อไป

สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ มุ่งมั่นในการพัฒนาห้องปฏิบัติการตรวจพิสูจน์อย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ได้ดำเนินการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2015 ก่อนปรับมาตรฐานเป็น ISO/IEC 17025:2017 ในปัจจุบัน เป็นเวลานานกว่า 10 ปีที่สถาบันนิติเวชวิทยา ดำเนินการตามมาตรฐานสากล และได้รับการยอมรับจากหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ เช่น ในกระบวนการยุติธรรม ตำรวจ อัยการ ศาล ในทางมาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข หน่วยงานมูลนิธิ และ สถานทูตต่าง ๆ ที่มาใช้บริการนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ประโยชน์

ทั้งนี้เพื่อให้ห้องปฏิบัติการ สามารถธำรงรักษาและพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการตามระบบมาตรฐาน ISO/IEC17025:2017 ได้อย่างต่อเนื่อง ห้องปฏิบัติการต้องปฏิบัติตามมาตรฐานข้อกำหนดในเรื่อง Ensuring the validity of results หรือการมั่นใจความใช้ได้ของผล และห้องปฏิบัติการต้องมีการเฝ้าระวังประสิทธิผลโดยการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ [2] หากเป็นไปได้การเฝ้าระวังต้องมีการวางแผนและทบทวนและอาจรวมถึงวิธีหนึ่งวิธีใดต่อไปนี้ หรือวิธีอื่นที่เหมาะสม ในข้อย่อย a) การเข้าร่วมในโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ (Proficiency testing, PT)

งานของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ มีการตรวจสารพิษ และสารเสพติดมากกว่า 40,000 รายการต่อปี ซึ่งรับตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ในกรณีเป็นคดีจากทั่วประเทศไทย ได้แก่ เลือด ปัสสาวะ เส้นผม ของศพ ซีรั่ม และปัสสาวะของผู้เสพ ผู้ป่วย ของผู้ต้องหา และเหยื่อ แต่ปัจจุบันในประเทศไทยไม่มี PT Provider ด้านสารพิษสารเสพติดในเลือด ซีรั่ม และเส้นผม และปัจจุบันมีการตรวจสารเสพติดในปัสสาวะมีทั้งสารเสพติดตัวเดิมที่ระบาดหนักมีใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น Methamphetamine, Heroin, Ketamine เป็นต้น และ สารเสพติดสายพันธ์ใหม่ (New Psychoactive Substances : NPS) ซึ่งเป็นสารเสพติดและวัตถุออกฤทธิ์ที่ต้องเฝ้าระวังการระบาดทั้งในประเทศไทย และทั่วโลก [3] ซึ่งห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวช

วิทยา จำเป็นต้องขยายขอบข่ายการตรวจวิเคราะห์งานสารพิษสารเสพติดในเลือด ซีรั่ม ปัสสาวะ และเส้นผม ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2017 เพื่อรองรับปริมาณงานที่เพิ่มขึ้น และเพื่อให้เกิดมาตรฐานระดับสากล เพิ่มความน่าเชื่อถือของผล กลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ จึงได้เข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญระหว่างประเทศ สารพิษสารเสพติดในเลือด ซีรั่ม ปัสสาวะ และเส้นผม [4] เพื่อให้ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ มีมาตรฐานการตรวจสารพิษและสารเสพติดในเลือด ซีรั่ม ปัสสาวะ และเส้นผม เทียบมาตรฐานระดับสากล ผ่านโปรแกรมทดสอบความชำนาญระหว่างประเทศ

โครงการนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 สมัครเข้าร่วมโปรแกรมทดสอบความชำนาญ และสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย ตัวอย่างปัสสาวะจาก United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC) ตัวอย่างเลือดจากบริษัท ARVECON ประเทศเยอรมนี และตัวอย่างเลือด ซีรั่ม พร้อมด้วยเส้นผม จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testingประเทศอังกฤษ และส่วนที่ 2 ทำการวิเคราะห์สารพิษสารเสพติดในเลือด ซีรั่ม ปัสสาวะ และเส้นผมเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ประเมินผล และรายงานผลโครงการ โดยดำเนินโครงการภายในกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2567 ถึงวันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2567

การเข้าร่วมโปรแกรมทดสอบความชำนาญ โดยดำเนินการหาข้อมูลหน่วยงานหรือองค์กรที่มีการรับสมัครห้องปฏิบัติการที่มีศักยภาพเพื่อเข้าร่วมโปรแกรมทดสอบความชำนาญ (Proficiency testing) และเป็นโปรแกรมทดสอบความชำนาญที่มีความสอดคล้องกับภาระงานของกลุ่มงานพิษวิยาสถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ นั้นคือการตรวจวิเคราะห์ ยา สารพิษ และสารเสพติดในชีววัตถุ และทำการสมัครเข้าร่วมโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ดังนี้

1. International Quality Assurance Programme (IQAP) International Collaborative Exercises (ICE) Program จาก United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC) ซึ่งกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา ได้เข้าร่วมทดสอบความชำนาญในโครงการดังกล่าวมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี ค.ศ.2020-2024

2. Drugs of Abuse in Blood (DOAB) จากบริษัท ARVECON ประเทศเยอรมนี

3. Toxicology (TOX) Analyte จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ประเทศอังกฤษ

4. Forensic Blood Toxicology (QUARTZ) จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ประเทศอังกฤษ

5. Drugs of Abuse in Hair Scheme (DAH) จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ประเทศอังกฤษ

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. Drugs of Abuse in Blood (DOAB) จากบริษัท ARVECON ประเทศเยอรมนี

2.Toxicology (TOX) Analyte จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ประเทศอังกฤษ

3.Forensic Blood Toxicology (QUARTZ) จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ประเทศอังกฤษ

4.Drugs of Abuse in Hair Scheme (DAH) จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ประเทศอังกฤษ

5. เครื่องมือ

5.1 เครื่อง Bead Mill Homogenizer รุ่น Bead Ruptor Elite จากบริษัท Omni International (Georgia,USA)

5.2 เครื่อง Liquid Chromatography - Mass Spectrometry (LC-MS/MS) ชนิด Triple Quadrupole รุ่น TSQ Quantiva จากบริษัท Thermo Fisher Scientific (Massachusetts, USA)

5.3 เครื่อง Liquid Chromatography - Mass Spectrometry (LC-MS/MS) ชนิด Orbitrap รุ่น Q Exactive Focus Orbitrap จากบริษัท Thermo Fisher Scientific (Massachusetts, USA)

วิธีการดำเนินการวิเคราะห์

การวิเคราะห์สารพิษสารเสพติดในเลือด ซีรั่ม ปัสสาวะ และเส้นผม

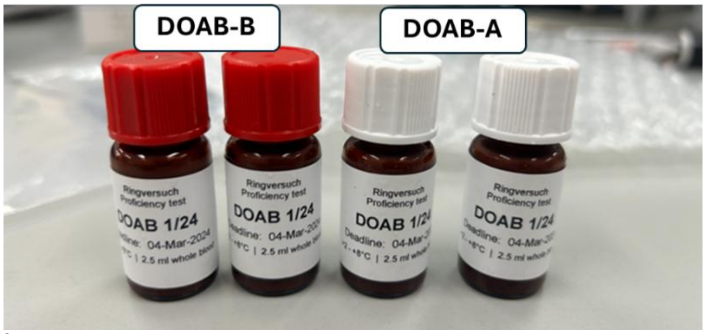
1. การวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะ International Quality Assurance Programme (IQAP) International Collaborative Exercises (ICE) Program จาก United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC) ซึ่งประกอบด้วย Sample BS-1, Sample BS-2, Sample BS-3 และ Sample BS-4 แต่เนื่องจากตัวอย่างดังกล่าวถูกส่งมาในรูปแบบปัสสาวะที่ถูกทำให้แห้งโดยการแช่แข็ง (Lyophilised Urine) ดังแสดงในรูปที่ 1 จึงต้องทำการละลายโดยการเติม Distilled water ปริมาตร 25 mL ลงในขวดตัวอย่างและตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นทำการเขย่าอย่างช้าๆ และตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที จึงจะสามารถนำไปตรวจวิเคราะห์ได้ [7]

รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างปัสสาวะ Lyophilised Urine จาก UNODC

1.1 นำตัวอย่างปัสสาวะSample BS-1, Sample BS-2, Sample BS-3 และSample BS-4 ทำการตรวจเบื้องต้นด้วยวิธี Immunochromatographic assay

1.2 นำตัวอย่างปัสสาวะ Sample BS-1, Sample BS-2, Sample BS-3 และ Sample BS-4 ทำการสกัดและเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์โดยใช้ Clean Screen FASt® Column 200 mg 3 mL โดยปิเปตตัวอย่างปัสสาวะปริมาตร 500 uL ลงใน Microcentrifuge tubeขนาด 2mL จากนั้นเติม Trimipramine (Internal Standard; ISD) ความเข้มข้น 10 ppm ปริมาตร 50 uL ทำการตกตะกอนโปรตีนโดยเติม Acetonitrile ปริมาตร 500 uLทำการ Vortex และ Centrifuge ที่ 13,000 RPM เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงทำการดูดส่วน Supernatant ลงใน FASt® Column แล้วให้แรงดันเพื่อให้ตัวอย่างปัสสาวะไหลผ่าน FASt® Column ลงในขวด Vial ขนาด 1.5 mL นำสารละลายดังกล่าวตรวจยืนยันโดยวิธี LC- MS/MS (Orbitrap) ต่อไป

2. การวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด Drugs of Abuse in Blood (DOAB) จากบริษัท ARVECON ซึ่งประกอบด้วยตัวอย่างเลือด DOAB-A จำนวน 2 ขวด และตัวอย่างเลือด DOAB-B จำนวน 2 ขวด แต่เนื่องจากตัวอย่างเลือดถูกส่งมาในรูปแบบเลือดที่ถูกทำให้แห้งโดยการแช่แข็ง (Lyophilised whole blood) ดังแสดงในรูปที่ 2 จึงต้องทำการละลายโดยการเติม Distilled water ปริมาตร 2.5 mL ลงในขวดตัวอย่างและตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นทำการเขย่าอย่างช้า ๆ และตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที จึงจะสามารถนำไปตรวจวิเคราะห์ได้



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างเลือด Lyophilised whole blood จาก ARVECON

2.1 นำตัวอย่างเลือด DOAB-A และDOAB-B ทำการสกัดและเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ โดยปิเปตตัวอย่างเลือดปริมาตร 500 uLลงใน Microcentrifuge tube ขาด 2 mL จากนั้นเติม Trimipramine (Internal Standard) ความเข้มข้น 10 ppm ปริมาตร 50 uLทำการตกตะกอนโปรตีนโดยเติม Acetonitrile ปริมาตร 500 uLทำการ Vortex และ Centrifuge ที่ 13,000 RPM เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงทำการดูดส่วน Supernatant ลงใน FASt® Column แล้วให้แรงดันเพื่อให้ตัวอย่างเลือดไหลผ่าน FASt® Column ลงในขวด Vial ขนาด 1.5 mL นำสารละลายดังกล่าวตรวจวิเคราะห์โดยวิธี LC- MS/MS (Orbitrap) ต่อไปเพื่อระบุชนิดของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างเลือดดังกล่าว

2.2 เมื่อทราบถึงชนิดของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างเลือด DOAB-A และ DOAB-B ทำการสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) เพื่อตรวจวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างเลือดดังกล่าวโดยเตรียม Working Standard (WS) ความเข้มข้น 5,000 ng/mL ปริมาตร 5 mL ปิเปต Stock Standard (1 mg/mL)ประกอบด้วยสารมาตรฐาน[6] Ketamine, Norketamine, Amphetamine, Methamphetamine, MDMA, MDA, Benzoylecgonine และ Cocaethylene ชนิดละ 25 uLสำหรับ Stock Standard (100 ug/mL) ประกอบด้วยสารมาตรฐาน THC และ THC-COOH ชนิดละ 250 uL และปรับปริมาตรให้ได้ 5 mLจากนั้น Spike WS ลงในตัวอย่างเลือด Blank เพื่อให้ได้ความเข้มข้นต่างๆเพื่อสร้าง Calibration curve ดังแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นนำตัวอย่าง DOAB-A และDOAB-B พร้อมด้วยสารมาตรฐานในตัวอย่างเลือดความเข้มข้นต่าง ๆ จากนั้นทำ

การสกัดและเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ โดยปิเปตตัวอย่างเลือดปริมาตร 500 uL ลงใน Microcentrifuge tube ขนาด 2 mL จากนั้นเติม Internal Standard ความเข้มข้น 1,000 ng/mLปริมาตร 50 uL ตกตะกอนโปรตีนโดยเติม Acetonitrile ปริมาตร 500 uLทำการ Vortex และ Centrifuge ที่ 13,000 RPM เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงทำการดูดส่วน Supernatant ลงใน FASt® Column แล้วให้แรงดันเพื่อให้ตัวอย่างเลือดไหลผ่าน FASt® Column ลงในขวด Vial ขนาด 1.5 mL นำสารละลายดังกล่าวตรวจวิเคราะห์หาความเข้มข้นโดยวิธี LC-MS/MS (Triple Quadrupole)

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างซีรั่ม Toxicology (TOX) Analyte จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ซึ่งประกอบด้วยตัวอย่างซีรั่ม BNZB1 และ BNZB2 แต่เนื่องจากตัวอย่างเลือดถูกส่งมาในรูปแบบซีรั่มที่ถูกทำให้แห้งโดยการแช่แข็ง (Lyophilised serum) ดังแสดงในรูปที่ 3 จึงต้องทำการละลายโดยการเติม Distilled water ปริมาตร 4 mL ลงในขวดตัวอย่างตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นทำการเขย่าอย่างช้า ๆ และตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 นาที จึงจะสามารถนำไปตรวจวิเคราะห์ได้

รูปที่ 3 แสดงตัวอย่าง Lyophilised serumจาก LGC AXIO Proficiency testing

3.1 นำตัวอย่างเลือด BNZB1 และ BNZB2 ทำการสกัดและเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ โดยปิเปตตัวอย่างซีรั่มปริมาตร 500 uLลงใน Microcentrifuge tube ขาด 2 mL จากนั้นเติม Trimipramine (Internal Standard) ความเข้มข้น 10 ppm ปริมาตร 50 uLทำการตกตะกอนโปรตีนโดยเติม Acetonitrile ปริมาตร 500 uLทำการ Vortex และ Centrifuge ที่ 13,000 RPM เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงทำการดูดส่วน Supernatant ลงใน FASt Column แล้วให้แรงดันเพื่อให้ตัวอย่างซีรั่มไหลผ่าน FASt Column ลงในขวด Vial ขนาด 1.5 mL นำสารละลายดังกล่าวตรวจวิเคราะห์โดยวิธี LC- MS/MS (Orbitrap) เพื่อระบุชนิดของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างซีรั่มดังกล่าวต่อไป

3.2 เมื่อทราบถึงชนิดของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างซีรั่ม BNZB1 และ BNZB2 ทำการสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) เพื่อตรวจวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างซีรั่มดังกล่าว โดยเตรียม Working Standard(WS)ความเข้มข้น 5,000 ng/mL ปริมาตร 5mLปิเปต Stock Standard (1 mg/mL) ประกอบด้วยสารมาตรฐาน Alprazolam, Clonazepam, Lorazepam, Midazolam และ Etizolam ชนิดละ 25 uL สำหรับ Stock Standard Bromazepam (100 ug/mL) ปิเปตปริมาตร250 uL และปรับปริมาตรให้ได้ 5 mL จากนั้น Spike WS ลงในตัวอย่างซีรั่ม Blank เพื่อให้ได้ความเข้มข้นต่าง ๆ เพื่อสร้างCalibration curve จากนั้นนำตัวอย่าง BNZB1 และ BNZB2พร้อมด้วยสารมาตรฐานในตัวอย่างเลือดความเข้มข้นต่างๆ ตามตารางที่ 2 ทำการสกัดและเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ โดยปิเปตตัวอย่างเลือดปริมาตร 500 uL ลงใน Microcentrifuge tube ขนาด 2 mL จากนั้นเติม Internal Standard ความเข้มข้น 1,000 ng/mL ปริมาตร 50 uLตกตะกอนโปรตีนโดยเติม Acetonitrile ปริมาตร 500 uLทำการ Vortex และ Centrifuge ที่ 13,000 RPM เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงทำการดูดส่วน Supernatant ลงใน FASt Column แล้วให้แรงดันเพื่อให้ตัวอย่างเลือดไหลผ่าน FASt Column ลงในขวด Vial ขนาด 1.5 mL นำสารละลายดังกล่าวตรวจวิเคราะห์หาความเข้มข้นโดยวิธี LC-MS/MS (Triple Quadrupole)

4. การวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด Forensic Blood Toxicology (QUARTZ) จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ซึ่งประกอบด้วยตัวอย่างเลือด PT-QZ-01จำนวน 1 หลอดปริมาตร 10mL สำหรับการตรวจยืนยันชนิดยา สารพิษหรือสารเสพติดในตัวยอย่างเลือด ตัวอย่างเลือด PT-QZ-02, PT-QZ-03A และ PT-QZ-03B อย่างละ 1 หลอดหลอดปริมาตรหลอดละ 10 mL เพื่อตรวจวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างเลือดดังกล่าวดังแสดงในรูปที่ 4

รูปภาพ 4 แสดงตัวอย่างเลือดจาก LGC AXIO Proficiency testing

4.1 นำตัวอย่างเลือด PT-QZ-01 ทำการสกัดและเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ โดยปิเปตตัวอย่างเลือดปริมาตร 500 uL ลงใน Microcentrifuge tube ขวด 2 mL จากนั้นเติม Trimipramine (Internal Standard) ความเข้มข้น 10 ppm ปริมาตร 50 uLทำการตกตะกอนโปรตีนโดยเติม Acetonitrile ปริมาตร 500 uLทำการ Vortex และ Centrifuge ที่ 13,000 RPM เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงทำการดูดส่วน Supernatant ลงใน FASt® Column แล้วให้แรงดันเพื่อให้ตัวอย่างเลือดไหลผ่าน FASt® Column ลงในขวด Vial ขนาด 1.5 mL นำสารละลายดังกล่าวตรวจวิเคราะห์โดยวิธี LC- MS/MS (Orbitrap) เพื่อระบุชนิดของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างเลือดดังกล่าว ในการตรวจวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างเลือด PT-QZ-02, PT-QZ-03A และ PT-QZ-03B โดยการสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) เพื่อตรวจวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างเลือดดังกล่าว โดยเตรียม Working Standard (WS) ความเข้มข้น 5,000 ng/mL ปริมาตร 5 mL ปิเปต Stock Standard (1 mg/mL) ประกอบด้วยสารมาตรฐาน Fentanyl, Midazolam, Morphine, Methadone, Amphetamine, Diazepam, Codeine และ Tramadolชนิดละ 25 uL และปรับปริมาตรให้ได้ 5 mL จากนั้น Spike WS ลงในตัวอย่างเลือด Blank เพื่อให้ได้ความเข้มข้นต่างๆเพื่อสร้าง Calibration curve จากนั้นนำตัวอย่าง PT-QZ-02, PT-QZ-03A และ PT-QZ-03B พร้อมด้วยสารมาตรฐานในตัวอย่างเลือดความเข้มข้นต่างๆ ตามตารางที่ 3 ทำการสกัดและเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ โดยปิเปตตัวอย่างเลือดปริมาตร 500 uLลงใน Microcentrifuge tube ขาด 2 mL จากนั้นเติม Internal Standard ความเข้มข้น 1,000 ng/mL ปริมาตร 50 uL จากนั้นตกตะกอนโปรตีนโดยเติม Acetonitrile ปริมาตร 500 uL ทำการ Vortex และ Centrifuge ที่ 13,000 RPM เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงทำการดูดส่วน Supernatant ลงใน FASt Column แล้วให้แรงดันเพื่อให้ตัวอย่างเลือดไหลผ่าน FASt Column ลงในขวด Vial ขนาด 1.5 mL นำสารละลายดังกล่าวตรวจวิเคราะห์หาความเข้มข้นโดยวิธี LC-MS/MS (Triple Quadrupole)

5. การวิเคราะห์ตัวอย่างเส้นผม Drugs of Abuse in Hair Scheme (DAH) จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ซึ่งประกอบด้วยตัวอย่างตัวอย่างเส้นผม DH01 ความยาว 2-3 mm ปริมาณ 250 mg และตัวอย่างเส้นผม DH02 ความยาว 2-3 mm ปริมาณ 250 mg ในภาพที่ 5

รูปภาพ 5 แสดงตัวอย่างเส้นผม Drugs of Abuse in Hair Scheme (DAH) จาก LGC AXIO Proficiency testing

ทำการสกัดและเตรียมตัวอย่างก่อนการตรวจวิเคราะห์โดยชั่งเส้นผม DH01 และ DH02 น้ำหนัก 20 mg ลงใน Reinforced tube ขนาด 2 mL ภายในบรรจุ Ceramic beads สำหรับบดเส้นผมจากนั้นเติม Trimipramine ความเข้มข้น 50 ppb ปริมาตร 100 uLและเติม Methanol 1 mL จากนั้นนำReinforced tube ข้างต้นไปเข้าเครื่อง Bead Mill Homogenizer โดยโปรแกรมที่ตั้งไว้คือ (Power 5, Time 45 sec, Rest 30 Sec, Repeat 10 Time) จนเส้นผมสะเอียดนำไป Centrifuge 13,000 RPM เป็นเวลา 10 นาที ปิเปตส่วน Supernatant ใส่ขวด Vial ขนาด 1.5 mL นำขวด Vial ดังกล่าวระเหยแห้งด้วย Nitrogen evaporator ทำการละลายกลับด้วย Methanol100 uLกรองด้วย Nylon filter 0.22 um นำสารละลายดังกล่าวตรวจวิเคราะห์โดยวิธี LC- MS/MS (Orbitrap) เพื่อระบุชนิดของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างเส้นผม DH01 และ DH02

ทำการรวบรวมและรายงานผลผลตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา กลับไปยังหน่วยงานหรือองค์กรผู้จัดทำโปรแกรมทดสอบความชำนาญตามช่องทางของแต่ละหน่วยงาน ดังนี้

1. International Quality Assurance Programme (IQAP) International Collaborative Exercises (ICE) program รายงานผลทางเว็บไซต์ https://www.unodc.org/LSS

2. Drugs of Abuse in Blood (DOAB) รายงานผลทางเว็บไซต์ https://www.arvecon.de/gb/report/

3.Toxicology (TOX) Analyte, Forensic Blood Toxicology (QUARTZ)และ Drugs of Abuse in Hair Scheme (DAH)รายงานผลทางเว็บไซต์ https://portal.lgcstandards.com/

หลังจากทำการรายงานผลการทดสอบความชำนาญกลับไปยังหน่วยงานหรือองค์กรผู้จัดทำโปรแกรมทดสอบความชำนาญตามช่องทางของแต่ละหน่วยงานเสร็จสิ้นแล้ว หน่วยงานหรือองค์กรผู้จัดทำโปรแกรมทดสอบความชำนาญ จะทำการรายงานผลการทดสอบความชำนาญกลับมายังห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา เพื่อใช้ในการประเมินผลประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการ และจัดทำเป็นรายงานฉบับสมบูรณ์โครงการโปรแกรมทดสอบความชำนาญ ห้องปฏิบัติการพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา เทียบมาตรฐานระดับสากลต่อไป

ผลการทดสอบ

1.ผลการการวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะ United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC)

1.1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะเบื้องต้นโดยวิธี Immunochromatographic assay โครงการInternational Quality Assurance Programme (IQAP) International Collaborative Exercises (ICE) program จาก United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC) ซึ่งประกอบด้วย Sample BS-1, Sample BS-2, Sample BS-3 และ Sample BS-4 พบว่า Sample BS-1 ให้ผล Positive กับชุดทดสอบ THC, Sample BS-2 ให้ผล Positive กับชุดทดสอบ Methamphetamine, Sample BS-3 ให้ผล Positive กับชุดทดสอบ Benzodiazepines และSample BS-4 ให้ผล Negative กับชุดทดสอบทั้งหมด ได้แก่ THC, Methamphetamine, Benzodiazepines, Opiates และ Ketamine โดยวิธี Immunochromatographic assay ดังแสดงใน **ตารางที่ 1**

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ยืนยันตัวอย่างโดยวิธี Immunochromatographic assay และ LC- MS/MS (Orbitrap)

Sample	**Analyte**	**Method**
BS-1	11-nor-delta 9-THC-carboxylic acid	Immunochromatographic assay และ LC- MS/MS
BS-2	-Methamphetamine -Amphetamine	Immunochromatographic assay และ LC- MS/MS
BS-3	Temazepam	Immunochromatographic assay และ LC- MS/MS
BS-4	-Fentanyl -Norfentanyl	Immunochromatographic assay และ LC- MS/MS

1.2 ผลการวิเคราะห์ยืนยันตัวอย่างปัสสาวะโดยวิธี LC- MS/MS (Orbitrap) โครงการ International Quality Assurance Program (IQAP) International Collaborative Exercises (ICE) program จาก United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC) พบว่าSample BS-1ตรวจพบ11-nor-delta 9-THC-carboxylic acid, Sample BS-2 ตรวจพบ Methamphetamine และ Amphetamine, Sample BS-3 ตรวจพบ Temazepam และ Sample BS-4 ตรวจพบ Fentanyl และ Norfentanyl ดังแสดงใน ตารางที่ 1

1.3 ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะดังกล่าวของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา ถูกรายงานกลับไปยัง United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC) ผู้จัดทำโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ หลังจากรายงานผลผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยาได้รับการตอบกลับผลประเมินการทดสอบความชำนาญโครงการ International Quality Assurance Program (IQAP) International Collaborative Exercises (ICE) program จาก United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC) ผลการประเมินดังกล่าวรายงานว่าผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยานั้นถูกต้องทั้งในตัวอย่าง Sample BS-1, Sample BS-2, Sample BS-3 และ Sample BS-4

2. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด Drugs of Abuse in Blood (DOAB)

2.1 ผลการวิเคราะห์เพื่อระบุชนิดของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างเลือด DOAB-A และ DOAB-B โดยวิธี LC- MS/MS (Orbitrap) พบว่าตัวอย่างเลือด DOAB-A ตรวจพบ Methamphetamine, Amphetamine, MDMA, MDA, Ketamine และ Norketamine ในส่วนของตัวอย่างเลือด DOAB-B ตรวจพบ THC, THC-COOH, 11-OH-THC, Benzoylecgonine และ Cocaethylene

2.2 ผลการตรวจวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างเลือด DOAB-A และ DOAB-Bโดยวิธี LC-MS/MS (Triple Quadrupole) พบว่าตัวอย่างเลือดDOAB-A มีระดับความเข้มข้นAmphetamine, MDMA, MDA, Methamphetamine, Ketamine, Norketamine เท่ากับ 107.0 ug/L, 67.8 ug/L, 62.5 ug/L, 119.0 ug/L, 937.0 ug/L และ 685.0 ug/L ตามลำดับ และในส่วนของตัวอย่างเลือด DOAB-B มีระดับความเข้มข้น THC, THC-COOH, Benzoylecgonine, Cocaethylene เท่ากับ 1.15 ug/L, 97.8 ug/L, 177.0 ug/L และ 14.2 ug/L ตามลำดับ สำหรับ 11-OH-THC ทางห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยาไม่ทำการรายงานระดับความเข้มข้นที่ตรวจพบ เนื่องจากห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา ไม่มีสารมาตรฐานดังกล่าวสำหรับใช้สร้างกราฟมาตรฐานเพื่อตรวจวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นในเลือด

2.3 ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดดังกล่าวของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา ถูกรายงานกลับไปยังจากบริษัท ARVECON ผู้จัดทำโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ และได้รับการตอบกลับผลประเมินการทดสอบความชำนาญโครงการ Drugs of Abuse in Blood (DOAB) ว่า ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด DOAB-A และ DOAB-B ของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยานั้น ผ่านสำหรับ Amphetamine, MDMA, MDA, Methamphetamine, Ketamine, Norketamine, THC-COOH, Benzoylecgonineและ Cocaethylene โดยมีค่าระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วง Evaluation Limit และค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-score) [5] อยู่ในช่วง -1.11 ถึง 1.27 เมื่อเปรียบเทียบผลกับห้องปฏิบัติการอื่นๆในระดับสากลและบริษัท ARVECON ประเทศเยอรมนีได้ส่งมอบใบ Certificate ให้แก่ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยาเพื่อรับรองการตรวจวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นในตัวอย่างเลือดสำหรับสาร Amphetamine, MDMA, MDA, Methamphetamine, Ketamine, Norketamine, THC-COOH, Benzoylecgonine และ Cocaethylene แสดงในรูปที่ 6

Arvecon - DOAB 1/24 **Lab code :** 19740

SUMMARY OF THE RESULTS

In the following we have listed your results of the interlaboratory test. For detailed results and further information see the following pages.

Analyte	sample	Unit	Target value	Evaluation limits	Your result	Z-score	Passed
Ketamine	A	µg/L	862,0	578,0 - 1146,0	937,0	0,52	yes
Norketamine	A	µg/L	560,0	364,0 - 756,0	685,0	1,27	yes
Amphetamine	A	µg/L	92,2	49,8 - 134,6	107,0	0,69	yes
Methamphetamine	A	µg/L	118,0	64,0 - 172,0	119,0	0,03	yes
MDMA	A	µg/L	70,1	36,5 - 103,7	67,8	-0,13	yes
MDA	A	µg/L	64,0	33,0 - 95,0	62,5	-0,09	yes
THC	B	µg/L	3,94	1,56 - 6,32	1,15	-2,34	no
11-OH-THC	B	µg/L	2,34	0,92 - 3,76	nt	---	---
THC-COOH	B	µg/L	89,0	48,0 - 130,0	97,8	0,42	yes
Benzoylecgonine	B	µg/L	187,0	109,0 - 265,0	177,0	-0,25	yes
Cocaethylene	B	µg/L	21,0	8,8 - 33,2	14,2	-1,11	yes

รูปที่ 6 ผลประเมินการทดสอบความชำนาญจาก Drugs of Abuse in Blood (DOAB)

อย่างไรก็ตามผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยาไม่ผ่านในส่วนของ THC เนื่องจากโดยมีค่าระดับความเข้มข้นต่ำกว่าช่วง Evaluation Limit เล็กน้อย นั้นคือผลการตรวจวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของ THC ในตัวอย่างเลือดของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยาได้ค่าเท่ากับ 1.15 ug/L แต่ช่วง Evaluation Limit ที่ยอมรับได้คือช่วง 1.56 ถึง 6.32 ug/Lและค่า Z-score อยู่ในที่ -2.34 เมื่อเปรียบเทียบ

ผลกับห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ในระดับสากล ซึ่งอาจเกิดจากวิธีวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นในตัวอย่างเลือดของห้องปฏิบัติการพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยาที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย ในกรณีที่ตัวสารที่อยู่ในตัวอย่างเลือดมีความเข้มข้นต่ำระดับ 1 ถึง 5 ng/mLซึ่งผลการประเมินการทดสอบความชำนาญเทียบมาตรฐานระดับสากลในครั้งนี้ทำให้ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยาได้ทราบถึงปัญหาและข้อจำกัดของวิธีตรวจวิเคราะห์ดังกล่าว ซึ่งจะนำพาไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงวิธีการตรวจวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของยา สารพิษ หรือสารเสพติดในตัวอย่างเลือดต่อไปในอนาคต

3. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างซีรั่ม Toxicology (TOX) Analyte

3.1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างซีรั่ม Toxicology (TOX) Analyte จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ซึ่งประกอบด้วยตัวอย่างซีรั่ม BNZB1 และ BNZB2 ผลการวิเคราะห์เพื่อระบุชนิดของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างซีรั่ม BNZB1 และ BNZB2 โดยวิธี LC- MS/MS (Orbitrap) พบว่าตัวอย่างซีรั่ม BNZB1 ตรวจพบ Alprazolam, Bromazepam, Clonazepam, Lorazepam, Midazolam และ Etizolam และตัวอย่างซีรั่ม BNZB2 ตรวจพบAlprazolam, Clonazepam, Lorazepam, Midazolam และ Etizolam ดังแสดงใน ตารางที่ 2

3.2 ผลการตรวจวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างซีรั่ม BNZB1 และ BNZB2 โดยวิธี LC-MS/MS (Triple Quadrupole) พบว่าตัวอย่างซีรั่ม BNZB1 มีระดับความเข้มข้น Alprazolam, Bromazepam, Clonazepam, Lorazepam, Midazolam และ Etizolamเท่ากับ 323.99 ug/L, 444.65 ug/L, 164.40 ug/L, 251.53 ug/L, 90.80 ug/L และ 120.66 ug/L ตามลำดับ และในส่วนของตัวอย่างตัวอย่างซีรั่ม BNZB2 มีระดับความเข้มข้น Alprazolam, Clonazepam, Lorazepam, Midazolam และ Etizolam เท่ากับ 32.71 ug/L, 64.65 ug/L, 69.57 ug/L, 340.96 ug/L และ 30.42 ug/L ตามลำดับดังแสดงใน ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างซีรั่ม BNZB1 และ BNZB2

No.	Analyte	BNZB1 (ug/L)	BNZB2(ug/L)
1	Alprazolam	+ (232.99)	+ (32.71)
2	Bromazepam	+ (444.65)	**-**
3	Clonazepam	+ (164.40)	+ (64.65)
4	Lorazepam	+ (251.53)	+ (69.57)
5	Midazolam	+ (90.80)	+ (340.96)
6	Etizolam	+ (120.66)	+ (30.42)

3.3 จากนั้นรายงานผลกลับไปยัง LGC AXIO Proficiency testing ผู้จัดทำโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ หลังจากรายงานผลผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างซีรั่ม BNZB1 และ BNZB2ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยาได้รับการตอบกลับผลประเมินการทดสอบความชำนาญโครงการ Toxicology (TOX) Analyte ผลการประเมินดังกล่าวรายงานว่าผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างซีรั่ม BNZB1 และ BNZB2 ของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยาถูกต้องและผ่านการประเมินโดยมีค่าระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วงน้อยกว่า Mean ± 1SD และค่า Z-score อยู่ในช่วง -0.08 ถึง -0.85 เมื่อเปรียบเทียบผลกับห้องปฏิบัติการอื่นๆในระดับสากล

4. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด Forensic Blood Toxicology (QUARTZ)

4.1 ผลการวิเคราะห์ยืนยันชนิดยา สารพิษหรือสารเสพติดในตัวอย่างเลือดโดยไม่ต้องรายงานปริมาณโปรแกรม Forensic Blood Toxicology (QUARTZ) ของตัวอย่างเลือดPT-QZ-01 โดยวิธี LC- MS/MS (Orbitrap) พบว่าตัวอย่างเลือดPT-QZ-01 ตรวจพบ Amlodipine, Atenolol, Furosemide และ Zopiclone ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา ได้ทำการรายงานผลการตรวจวิเคราะห์ยืนยันชนิดยา สารพิษหรือสารเสพติดในตัวอย่างเลือด PT-QZ-01 ไปยัง LGC AXIO Proficiency testingและสถาบันนิติเวชวิทยาได้รับการตอบกลับผลประเมินการทดสอบความชำนาญโครงการ Forensic Blood Toxicology (QUARTZ) ผลการประเมินดังกล่าวรายงานว่าผลการตรวจวิเคราะห์ยืนยันชนิดยา สารพิษหรือสารเสพติดในตัวอย่างเลือดPT-QZ-01 ถูกต้องทั้งหมด

4.2 ผลการวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของยา สารพิษ หรือสารเสพติดที่อยู่ในตัวอย่างเลือด PT-QZ-02, PT-QZ-03A และ PT-QZ-03B โดยวิธี LC-MS/MS (Triple Quadrupole)

พบว่าตัวอย่างเลือด PT-QZ-02 มีระดับความเข้มข้นของ Fentanyl และ Midazolam เท่ากับ 20.10 ug/L และ 361.930 ug/L ตามลำดับ ในส่วนของตัวอย่างเลือด PT-QZ-03A มีระดับความเข้มข้นของ Morphine, Methadone, Amphetamine และ Diazepam เท่ากับ 0.026mg/L, 0.171mg/L, 0.736mg/Lและ0.504 mg/L ตามลำดับ และสุดท้ายตัวอย่างเลือด PT-QZ-03B มีระดับความเข้มข้นของCodeine และ Tramadol เท่ากับ 0.431 mg/L และ 0.442 mg/L ตามลำดับ ดังแสดงใน ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด PT-QZ-02, PT-QZ-03A และ PT-QZ-03B

Sample	**Analyte**	**Concentration**
PT-QZ-02	Fentanyl	20.10 ug/L
	Midazolam	361.930 ug/L
PT-QZ-03A	Morphine	0.026 mg/L
	Methadone	0.171 mg/L
	Amphetamine	0.736 mg/L
	Diazepam	0.504 mg/L
PT-QZ-03B	Codeine	0.431 mg/L
	Tramadol	0.442 mg/L

4.3 ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด Forensic Blood Toxicology (QUARTZ) ดังกล่าวของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา ถูกรายงานกลับไปยัง LGC AXIO Proficiency testing ผู้จัดทำโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ หลังจากรายงานผลผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด PT-QZ-02, PT-QZ-03A และ PT-QZ-03B ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยาได้รับการตอบกลับผลประเมินการทดสอบความชำนาญโครงการ Forensic Blood Toxicology (QUARTZ) ดังแสดงในรูปที่ 19 ผลการประเมินดังกล่าวรายงานว่าผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างเลือด PT-QZ-02, PT-QZ-03A และ PT-QZ-03B ของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยาถูกต้องและผ่านการประเมินโดยมีค่าระดับความเข้มข้นอยู่ในช่วงน้อยกว่า Mean ± 1SD และค่า Z-score อยู่ในช่วง -0.21 ถึง 0.70 เมื่อเปรียบเทียบผลกับห้องปฏิบัติการอื่นๆในระดับสากล ในส่วนของระดับความเข้มข้น Midazolam ในตัวอย่างเลือด PT-QZ-02 มีค่าระดับความเข้มข้นสูงกว่า Mean ± 1SD เล็กน้อยแต่น้อยกว่า Mean ±2SD และค่า Z-score เท่ากับ 1.03 เมื่อเปรียบเทียบผลกับห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ในระดับสากล

5. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเส้นผม Drugs of Abuse in Hair Scheme (DAH)

5.1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเส้นผมDrugs of Abuse in Hair Scheme (DAH) จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ซึ่งประกอบด้วยตัวอย่างเส้นผม DH01 และ DH02 โดยวิธี LC- MS/MS (Orbitrap) พบว่าเส้นผม DH01ตรวจพบ 6-Monoacetylmorphine, Morphine, MDMA และMDA ในส่วนของตัวอย่างเส้นผมDH02ตรวจพบDiazepam, Nordiazepam, Codeine และ Lidocaineดังแสดงใน ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเส้นผมDH01และ DH02

Sample	**Analyte**	**Method**
DH01	-6-Monoacetylmorphine	LC- MS/MS
	-Morphine	LC- MS/MS
	-MDMA	LC- MS/MS
	-MDA	LC- MS/MS
DH02	-Diazepam	LC- MS/MS
	-Nordiazepam	LC- MS/MS
	-Codeine	LC- MS/MS
	-Lidocaine	LC- MS/MS

5.2 ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างเส้นผม Drugs of Abuse in Hair Scheme (DAH) ดังกล่าวของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา รายงานกลับไปยัง LGC AXIO Proficiency testing ผู้จัดทำโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ หลังจากรายงานผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างเส้นผม DH01 และ DH02 ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยาได้รับการตอบกลับผลประเมินการทดสอบความชำนาญโครงการ Drugs of Abuse in Hair Scheme (DAH) ผลการประเมินดังกล่าวรายงานว่าผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างเส้นผม DH01ของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา ถูกต้องทั้งหมดในส่วนของตัวอย่างเส้นผม DH02 ผลการตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยาถูกต้องในส่วนของ Diazepam, Nordiazepam และ Codeine แต่ในส่วนของ Lidocaine ที่เกินมาอาจเกิดจากในขั้นตอนการสกัดและเตรียมตัวอย่างเส้นผมก่อนการวิเคราะห์ไม่ได้มีการล้างเส้นผมก่อนการเตรียมตัวอย่าง หรือสารเคมี อุปกรณ์ และเครื่องมือวิเคราะห์มีการปนเปื้อน Lidocaine ในระบบจึงทำให้ตรวจพบ Lidocaine ในตัวอย่างเส้นผม DH02

สรุปผลและวิจารณ์

จากการเข้าร่วมโปรแกรมทดสอบความชำนาญ จากหน่วยงานหรือองค์กรต่างชาติที่มีประสิทธิภาพ และประสบการณ์ในการจัดทำโปรแกรมและประเมินการทดสอบความชำนาญ และมีมาตรฐานระดับสากลจำนวนทั้งสิ้น 5 โปรแกรม จาก 3 องค์กร ดังนี้

(1) โปรแกรม International Quality Assurance Program (IQAP) International Collaborative Exercises (ICE) program จาก United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC)

(2) โปรแกรม Drugs of Abuse in Blood (DOAB) จากบริษัท ARVECON ประเทศเยอรมนี

(3) โปรแกรม Toxicology (TOX) Analyte

(4) โปรแกรม Forensic Blood Toxicology (QUARTZ)

(5) โปรแกรม Drugs of Abuse in Hair Scheme (DAH)

โปรแกรมที่ (3)-(5) จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ประเทศอังกฤษ

โดยผลจากการประเมินการทดสอบความชำนาญในแต่ละโปรแกรมสามารถสรุปผลได้ว่า ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ มีประสิทธิภาพ และความสามารถในมาตรฐานระดับสากล ไม่ว่าจะเป็นการตรวจเชิงคุณภาพวิเคราะห์ หรือในเชิงปริมาณวิเคราะห์ในตัวอย่างชีววัตถุ ได้แก่ ตัวอย่างปัสสาวะ เลือด ซีรั่ม และเส้นผม

สรุปผลการประเมินโปรแกรม International Quality Assurance Programme (IQAP) International Collaborative Exercises (ICE) program จาก United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC) ในตัวอย่างปัสสาวะ Sample BS-1, Sample BS-2, Sample BS-3 และ Sample BS-4 ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา สามารถรายงานผลได้อย่างถูกต้องทั้งหมด

สรุปผลการประเมินโปรแกรม Drugs of Abuse in Blood (DOAB) จากบริษัท ARVECON ในตัวอย่างเลือด DOAB-A และ DOAB-B ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา สามารถระบุชนิดของสารเสพติดได้อย่างถูกต้องทั้งหมดและสามารถรายงานระดับความเข้มข้นได้อย่างถูกต้อง โดยมีค่าอยู่ในช่วง Evaluation Limit ที่ยอมรับได้ และค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-score) อยู่ในช่วง -1.11 ถึง 1.27 เมื่อเปรียบเทียบผลกับห้องปฏิบัติการอื่นๆ ในระดับสากลไม่น้อยกว่า 57 ห้องปฏิบัติการทั่วโลก

สรุปผลการประเมินโปรแกรมToxicology (TOX) Analyteจากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ในตัวอย่างซีรั่ม BNZB1 และ BNZB2 ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา สามารถระบุชนิดของยานอนหลับได้อย่างถูกต้องทั้งหมด และสามารถรายงานระดับความเข้มข้นได้อย่างถูกต้องโดยมีค่าน้อยกว่า Mean ± 1SD และค่า Z-score อยู่ในช่วง -0.08 ถึง -0.85 เมื่อเปรียบเทียบผลกับห้องปฏิบัติการอื่นๆในระดับสากลไม่น้อยกว่า 17 ห้องปฏิบัติการทั่วโลก

ส่วนของผลการประเมินโปรแกรม Forensic Blood Toxicology (QUARTZ) จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ในตัวอย่างเลือด PT-QZ-01 ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา สามารถรายงานผลได้อย่างถูกต้องทั้งหมด ในส่วนของตัวอย่างเลือด PT-QZ-02, PT-QZ-03A และ PT-QZ-03B ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา สามารถรายงานระดับความเข้มข้นได้อย่างถูกต้อง โดยมีค่าอยู่ในช่วงน้อยกว่า Mean ± 1SD และ Z-score อยู่ในช่วง -0.21 ถึง 0.70 เมื่อเปรียบเทียบผลกับห้องปฏิบัติการอื่นๆ ในระดับสากลไม่น้อยกว่า 35 ห้องปฏิบัติการทั่วโลก และสุดท้ายผลการประเมินโปรแกรมDrugs of Abuse in Hair Scheme (DAH) จากบริษัท LGC AXIO Proficiency testing ในตัวอย่างเส้นผม DH01 และ DH02 สามารถระบุชนิดของยานอนหลับ และสารเสพติดได้อย่างถูกต้องทั้งหมด ยกเว้นผลการตรวจวิเคราะห์ที่ตรวจพบ Lidocaine ในตัวอย่างเส้นผม DH02

อย่างไรก็ตามการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา เทียบมาตรฐานระดับสากลในครั้งนี้ ยังพบความผิดผลาดบางประการซึ่งจะนำไปสู่การปรับปรุง พัฒนาเทคนิคการสกัดและเตรียมตัวอย่างก่อนตรวจวิเคราะห์ วิธีการตรวจวิเคราะห์ รวมถึงองค์ความรู้ของนักวิเคราะห์ต่อไป

References

1. Esseiva P, Ioset S, Anglada F, Gasté L, Ribaux O, Margot P, et al. Forensic drug intelligence: an important tool in law enforcement. Forensic science international. 2007;167(2-3):247-54.
2. Mehta BB. Implementing ISO/IEC 17025: 2017: Quality Press; 2019.
3. Shafi A, Berry AJ, Sumnall H, Wood DM, Tracy DK. New psychoactive substances: a review and updates. Therapeutic advances in psychopharmacology. 2020;10:2045125320967197.
4. คู่มือแผนทดสอบความชำนาญทางห้องปฏิบัติการด้านยาเสพติดให้โทษในของกลาง. 2563.
5. Colan SD. The why and how of Z scores. Journal of the American Society of Echocardiography. 2013;26(1):38-40.
6. Reference materials-Good practice in using reference materials. ISO Guide 33:2015. 2015.
7. Conway M. Reconstituting Lyophilised Controls. (Online). 2018. (accessed 22 July 2024).Available form:https://www.randox.com/reconstituting-lyophilised-controls/

การตรวจหายา สารเสพติด หรือสารอื่น ๆ ในเส้นผม

Testing for drug, narcotic or other substances in hair

พ.ต.ท.หญิง อรทัย กฤษณานุวัฒน์*

บทคัดย่อ

ตัวอย่างเส้นผมถือเป็นตัวอย่างทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ช่วยให้กระบวนการยุติธรรมมีความชัดเจนและโปร่งใส การตรวจพบยา สารเสพติดหรือสารอื่น ๆ ในเส้นผมทำให้สามารถย้อนประวัติการได้รับหรือพฤติกรรมการใช้ได้อย่างไม่มีข้อสงสัย เนื่องจากสารที่อยู่ในเส้นผมมีความคงตัวและมีช่วงเวลาในการตรวจพบ (Detection Window) ได้นานกว่าชีววัตถุชนิดอื่น วัตถุประสงค์ของบทความฉบับนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจหายา สารเสพติดหรือสารอื่น ๆ ในเส้นผม สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทางด้านการตรวจพิสูจน์ ห้องปฏิบัติการ หรือหน่วยงานวิจัยต่าง ๆ

---

* กลุ่มงานพิษวิทยา สถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ

บทนำ

จากรายงานประจำปี พ.ศ.2564 ผลการปราบปรามยาเสพติดทั่วประเทศ ได้รายงานผลการจับกุมคดียาเสพติดย้อนหลัง 10 ปี (2555-2564) พบว่าจำนวนคดีมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัด แต่พบว่าจำนวนของกลางซึ่งได้แก่ เฮโรอีน ยาบ้า ไอซ์ ยาอี เคตามีน กัญชา และพืชกระท่อม มีแนวโน้มคงที่และมากขึ้น สถานการณ์ยาเสพติดยังคงมีความรุนแรงต่อเนื่องหลังจากเปิดประเทศ (สำนักงานป้องกันและปรามปรามยาเสพติด, 2564) สถานการณ์ยาเสพติดในประเทศไทยในยุค 5G (5th Generation) เป็นยุคที่ช่องทางเทคโนโลยีการสื่อสารและการคมนาคมไร้ขีดจำกัด และจากการแพร่ระบาดจากเชื้อไวรัสโควิด (coronavirus disease) ทำให้ธุรกิจต่าง ๆ และการขนส่งใช้ช่องทางออนไลน์แก้ไขสถานการณ์จากการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส ในขณะเดียวกันก็เป็นการเปิดช่องทางให้กับธุรกิจยาเสพติดเช่นกัน ผู้ค้าใช้ช่องทางออนไลน์เปิดกลุ่มเพื่อชักชวน ชวนเชื่อ อ้างสรรพคุณ ทำให้เด็กและเยาวชนหลงเชื่อ อีกทั้งการเข้าถึงก็ง่าย สะดวก และรวดเร็ว การส่งสินค้าแฝงมาในรูปแบบไปรษณีย์ หรือรูปแบบการขนส่งอื่น ๆ

ยาเสพติดในยุคปัจจุบันมีการรวมสารเสพติดหลายชนิดเข้าด้วยกัน โดยแต่ละชนิดมีความเข้มข้นต่ำกว่าที่กฎหมายควบคุม แต่สามารถเสริมฤทธิ์การกระตุ้นได้ในหลายรูปแบบ ซึ่งจุดนี้เองเป็นจุดดึงดูดผู้เสพที่ต้องการทดลองสัมผัสความตื่นเต้นในรูปแบบใหม่ที่แตกต่าง ยาเสพติดแฝงตัวมาในรูปแบบของอาหาร เครื่องดื่ม ขนมขบเคี้ยว และสินค้าบริโภคจนยากที่จะหลีกเลี่ยง จากสถานการณ์ของยาเสพติดที่ง่ายต่อการเข้าถึงและใกล้ตัว การตรวจสอบจากเจ้าหน้าที่หรือผู้ที่เกี่ยวข้องก็ทำได้ยากขึ้น อีกทั้งมีช่องว่างเรื่องของระยะเวลาในการตรวจพบสาร (Detection Window) หรือเป็นสารเสพติดกลุ่มใหม่ (New Psychoactive Substance: NPS) ออกฤทธิ์คล้ายยาเสพติดที่มีการเฝ้าระวังแต่ไม่สามารถตรวจสอบได้ จึงทำให้ผู้เสพไม่เกรงกลัวและคึกคะนองในการใช้

การตรวจหาสารเสพติดในร่างกายสามารถตรวจได้จากตัวอย่างหลายชนิด เช่น ปัสสาวะ เลือด น้ำลาย เส้นผม น้ำในลูกตา หรือเล็บ การเลือกชนิดของตัวอย่างขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการตรวจ ซึ่งแต่ละตัวอย่างก็มีข้อจำกัด

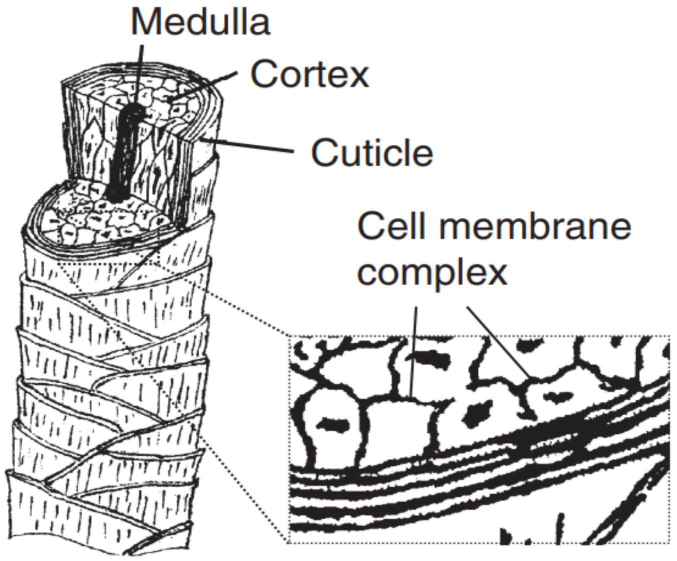
แตกต่างกันไป อาทิเช่น ปัสสาวะ ข้อดีคือ เก็บตัวอย่างได้ง่าย สะดวก เก็บได้ปริมาณมากเพียงพอต่อการวิเคราะห์ ระยะเวลาในการตรวจพบสาร 3-5 วัน สารที่อยู่ในปัสสาวะมีความคงตัว ข้อเสียคือ ตัวอย่างปัสสาวะอาจถูกสลับหรือเปลี่ยนมีการปลอมปนจากสารภายนอกได้ง่าย เลือด ข้อดีคือ ระยะเวลาที่ตรวจพบสารสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ได้รับ ข้อเสียคือ การเก็บตัวอย่างต้องใช้ผู้ชำนาญ กรณีที่เก็บตัวอย่างได้น้อยอาจจะไม่เพียงพอกรณีที่ต้องการวิเคราะห์ซ้ำ ระยะเวลาในการตรวจพบสารเป็นช่วงสั้น ๆ 2-5 ชม.หรือ1-2 วัน เหงื่อและน้ำลาย ข้อดีคือ เก็บตัวอย่างได้ง่าย ปริมาณสารที่พบสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่ได้รับ ข้อเสียคือ เก็บได้ปริมาณน้อย สารที่อยู่ในตัวอย่างน้อยทำให้ยากต่อการตรวจพบ เส้นผม ข้อดีคือ เก็บตัวอย่างได้ง่าย ตัวอย่างถูกปลอมปนด้วยสารจากภายนอกได้ยาก มีช่วงเวลาในการตรวจได้ยาวจึงสามารถใช้ติดตามพฤติกรรมการใช้สารของบุคคลได้ ข้อเสียคือ ผู้เก็บตัวอย่างไม่มีความรู้ความชำนาญในการเก็บตัวอย่าง อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในเรื่องของตำแหน่งที่เก็บ โดยเก็บตัวอย่างมาจากตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมก็จะทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้ไม่ถูกต้อง ในเรื่องปริมาณ กรณีที่เก็บตัวอย่างมาน้อยเกินไปก็ไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ ดังนั้นการวิเคราะห์เส้นผมจึงมีความจำเป็นที่เจ้าหน้าที่ต้องได้รับการอบรมความรู้พื้นฐานด้านเก็บตัวอย่างเส้นผมที่ถูกต้อง (สถาบันนิติวิทยาศาสตร์, 2565)

จากความสำคัญของการวิเคราะห์เส้นผมที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น ผู้เขียนจึงทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เส้นผม เพื่อนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับห้องปฏิบัติการ อีกทั้งพัฒนาวิธีวิเคราะห์ให้เท่าทันกับการพัฒนาของยาเสพติด โดยในบทความฉบับนี้จะมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเส้นผม การเก็บตัวอย่างการวิเคราะห์ และการแปลผล หวังว่าบทความฉบับนี้จะเป็นแนวทางสำหรับหน่วยงานต่างๆที่สนใจหรือเห็นถึงความสำคัญของการตรวจวิเคราะห์เส้นผม เพื่อนำไปปฏิบัติให้ถูกต้องเหมาะสมและลดข้อผิดพลาด

ทบทวนวรรณกรรม

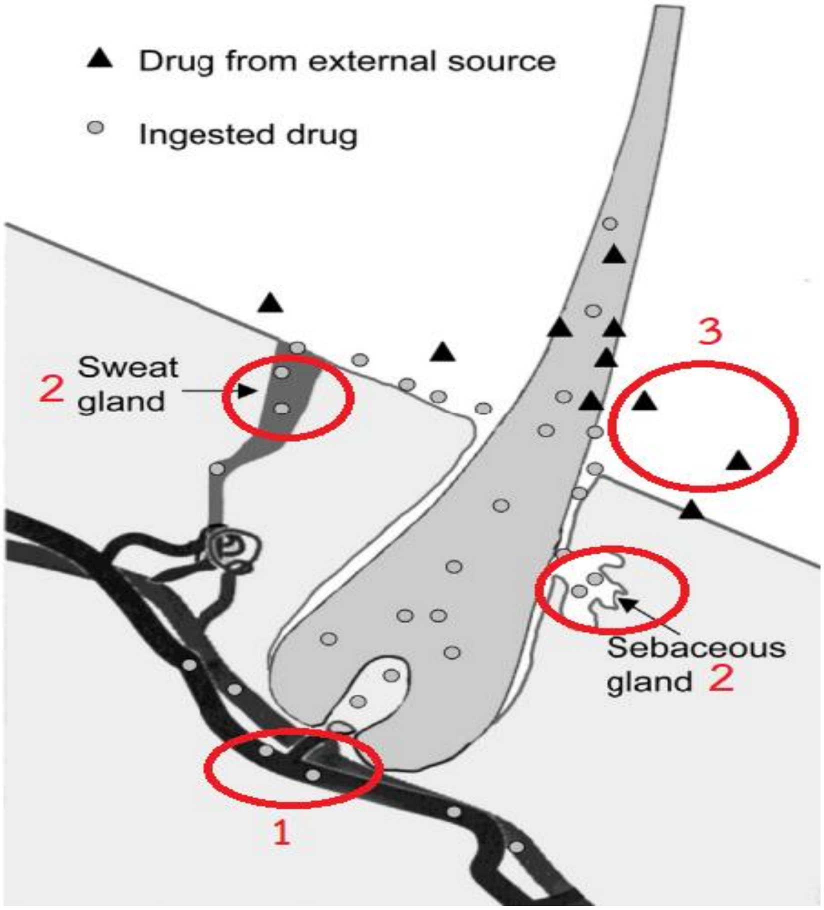
เส้นผม ประกอบไปด้วยโปรตีน 65-95% โดยมีเคราตินเป็นส่วนประกอบหลัก มีน้ำ 15-35% ไขมัน 1-9% และมีแร่ธาตุ <1%

เส้นผมประกอบไปด้วย 3 ส่วน 1. ชั้นเกล็ดผม (cuticle) 2. ชั้นเนื้อผม (cortex) 3. ชั้นแกนผม (medulla) รูปที่ 1(Pragst and Balikova, 2006) การเจริญเติบโตของเส้นผมแบ่งออกเป็นรอบโดยแบ่งออกเป็น 3 รอบ ดังนี้ ระยะเติบโต (anagen phase) ระยะเปลี่ยนแปลง (catagen phase) และระยะพัก (telogen phase) โดยเฉลี่ยเส้นผมมีความยาว 0.6-1.42 cm./month อัตราการเจริญเติบโตของเส้นผมขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นผม ปัจจัยทางสรีรวิทยา และตำแหน่งทางกายวิภาค การสะสมของสารจากภายนอก (xenobiotics) มาจาก 3 กลไก 1. ดูดซึมผ่านเส้นเลือด 2. ดูดซึมผ่านต่อมเหงื่อหรือต่อมไขมัน 3. มาจากการปนเปื้อนจากภายนอก รูปที่ 2 (Cooper, 2015)



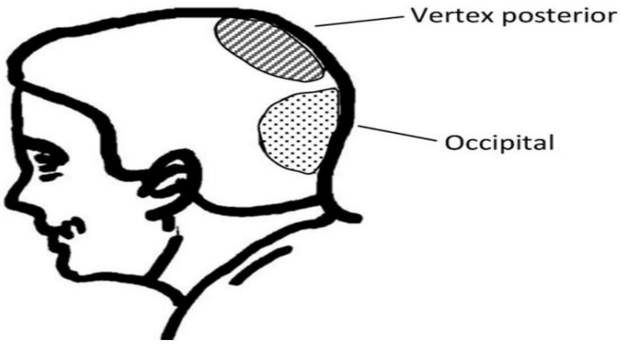
รูปที่ 1. โครงสร้างเส้นผม Pragst and Balikova, 2006

ที่มา : Pragst and Balikova, 2006



รูปที่ 2. กลไกการสะสมของสารสู่เส้นผม

ที่มา : Cooper, 2015



รูปที่ 3**.** ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับเก็บตัวอย่างเส้นผม (Posterior Vertex)

ที่มา : LeBeau et al., 2011

ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างเส้นผมคือ บริเวณด้านหลังศีรษะ (Posterior vertex) รูปที่ 3 (LeBeau et al., 2011) เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของเส้นผมได้น้อย จึงทำให้สารที่สะสมอยู่ในเส้นผมมีความคงตัว และไม่ขึ้นอยู่กับเพศหรืออายุ และในกรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่าง เส้นผมได้ก็สามารถเก็บตัวอย่างจากเส้นขนที่รักแร้ หัวหน่าว หรือเส้นขนแขนได้

การวิเคราะห์เส้นผมจะประกอบไปด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1. การลดการปนเปื้อนของตัวอย่าง (Decontamination of the hair) 2. การเตรียมตัวอย่าง (Preparation of the hair : pulverization, segmentation) 3. Incubation 4. การสกัดตัวอย่าง (Extraction) 5. การวิเคราะห์ตัวอย่าง (Analysis) การวิเคราะห์เส้นผมมีประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน เช่น การวิเคราะห์เส้นผมกรณีใช้แอลกอฮอล์ในทางที่ผิด (Alcohol abuse and hair detection) โดย The Society of Hair Testing (SoHT) ได้แนะนำการตรวจ EtG (ethyl glucuronide) และ FAEE (fatty acid ethyl esters) ในตัวอย่างเส้นผม เพื่อวินิจฉัยแอลกอฮอล์เรื้อรัง โดยกำหนดเกณฑ์ EtG =30 pg/mg เป็นผู้ที่มีภาวะพิษสุราเรื้อรัง (เส้นผมความยาว 0-3 cm. หรือ 0-6 cm.) และเกณฑ์ของ FAEE = 0.5 ng/mg (0-3 cm.) และ 1.0 ng/mg (0-6 cm.) กรณีที่ตัวอย่างน้อยกว่า 3 cm. ต้องแปลผลด้วยความระมัดระวัง ในส่วนของการแปลผลถ้า EtG และ FAEE ผลไม่สอดคล้องกัน เช่น EtG : Positive, FAEE : Negative เป็นไปได้ว่าน่าจะเกิดจากการใช้แชมพูที่มีส่วนของ EtG จึงทำให้เกิดผลบวกลวง (false positive) ในงานวิจัยฉบับนี้ได้กล่าวถึงงานของ Salomone, Baumgartner, et al.(2016) ว่ามีการเปรียบเทียบผลของ EtG ในการเตรียมตัวอย่างเส้นผมแบบตัด (cutting) กับแบบบดด้วยเครื่องอัตโนมัติ (milling) ไว้ว่าจำนวนตัวอย่างเส้นผม 781 ตัวอย่าง มี205 ตัวอย่างที่สามารถตรวจพบ EtG ได้ทั้ง 2 วิธี แต่พบว่าความเข้มข้นของ EtG สูงกว่าในวิธีการบดด้วยเครื่องอัตโนมัติ และจากตัวอย่างที่ตรวจพบ EtG 205 ตัวอย่าง มีเพียง 29 ตัวอย่าง ให้ผลแตกต่างไปจากเดิมโดยสิ้นเชิง และเกณฑ์ในการตัดสินผล Positive = 30 pg/mg (cutting procedure) และ Positive = 40 pg/mg (milling procedure) ซึ่งเห็นได้ชัดว่าการตรวจหา EtG และ FAEE ในตัวอย่างเส้นผม เพื่อวินิจฉัยภาวะแอลกอฮอล์เรื้อรัง เป็นการย้อนประวัติการใช้หรือติดตามพฤติกรรมการบริโภค การ

วิเคราะห์เส้นผมยังมีประโยชน์ในอีกหลายแง่มุมเช่น การตรวจสอบการใช้สารกระตุ้นในตัวอย่างเส้นผม การขอใบอนุญาตขับขี่ อาชญกรรมที่เกี่ยวข้องกับยาเสพติด และ การทดสอบยาในเด็ก (Kinz, 2019) การวิเคราะห์เส้นผมมีความสำคัญและมีประโยชน์ในเรื่องการติดตามการใช้ยา สารเสพติด หรือสารอื่น ๆ Society of Hair Testing (SoHT) ได้แนะนำการเก็บตัวอย่างเส้นผมไว้ว่า 1. การเก็บตัวอย่างเส้นผมต้องเก็บโดยบุคคลที่มีความสามารถภายใต้ความปลอดภัย ปราศจากการปนเปื้อน และจำกัดการเข้าถึงพื้นที่การเก็บตัวอย่าง 2. อุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่างเส้นผมต้องสะอาด และเจ้าหน้าที่ต้องสวมถุงมือในการเก็บตัวอย่างทุกครั้ง 3. ต้องมีการจดบันทึกให้ชัดเจน สีผม ความยาว ตำแหน่งในการเก็บตัวอย่าง หรือรายละเอียดอื่น ๆ เช่น เครื่องสำอางบำรุงเส้นผม 4. การเก็บตัวอย่างเส้นผมต้องตัดตัวอย่างให้ชิดหนังศีรษะและเก็บตัวอย่างในกระดาษฟอลย์เพื่อไม่ให้เส้นผมกระจายตัว 5. ควรเก็บตัวอย่างเส้นผมไว้ในที่แห้ง อุณหภูมิห้อง ห้ามโดนแสงแดด การเก็บตัวอย่างเส้นผมในตู้เย็นหรือช่องแช่แข็งจะทำให้ตัวอย่างเส้นผมบวมซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุทำให้สารที่อยู่ในตัวอย่างเส้นผมลดลง 6. ตัวอย่างเส้นผมที่เปียกจะต้องทำให้แห้งก่อนเก็บถึงจะนำมาวิเคราะห์ได้ การเตรียมตัวอย่าง SoHT แนะนำว่า ให้ตัดเป็นท่อนที่ความยาวประมาณ 10-30 mm. (1-3 cm.) ถ้าท่อนของตัวอย่างเส้นผมยิ่งเล็กจะยิ่งเพิ่มโอกาสในการทดสอบ โดยความถูกต้องของการวิเคราะห์เส้นผมขึ้นอยู่กับตำแหน่งในการเก็บตัวอย่างและขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง มาตรฐานการล้างตัวอย่างเส้นผมที่มีประสิทธิภาพคือต้องสามารถล้างการปนเปื้อนจากภายนอกโดยที่ไม่กระทบกับสารที่อยู่ภายในเส้นผม การวิเคราะห์เส้นผมจะเริ่มต้นด้วยการล้างเป็นขั้นตอนแรกซึ่งสามารถนำน้ำที่ล้างตัวอย่างเส้นผมมาวิเคราะห์เพื่อประเมินวิธีการล้างว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ ขั้นตอนการสกัดตัวอย่างเส้นผมเป็นขั้นตอนที่ชี้วัดความสามารถของวิธี ดังนั้นจึงต้องพิจารณาให้เหมาะสมในการเลือกใช้สารเคมีเพื่อใช้ในการสกัดตัวอย่างเส้นผม(Cooper et al., 2012) Usman et al. ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับเม็ดสีของเส้นผม (melanin pigment) ว่ามีผลต่อการสะสมของยาในเส้นผม โดยคนที่มีผมสีขาวจะมีการสะสมของยาในเส้นผมน้อยกว่าคนที่มีผมสีดำ การสะสมของยาในเส้นผมขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับ ความบริสุทธิ์ หรือมีความแตกต่างกันไปในตัวบุคคล ซึ่งพันธุกรรมก็มีส่วนโดยการสะสมของยาใน

เส้นผมก็อาจจะสัมพันธ์กับความเข้มข้นของเม็ดสีของเส้นผม และความเป็นรูพรุนของเส้นผม บางส่วนของงานวิจัยฉบับนี้ได้กล่าวถึงการแยกความแตกต่างของผู้ที่เสพ Heroin กับ Morphine ออกจากกัน โดยจะพบ 6-AM (6-Acetylmorphine) ในผู้ที่เสพ Heroin แต่ในกรณีที่เราไม่พบ 6-AM ในตัวอย่าง สามารถดูปริมาณของ Morphine ได้ ถ้ามีปริมาณของ Morphine มากกว่า Codeine ก็อาจจะเป็นผู้ที่เสพ Heroin หรือใช้ Morphine ในทางที่ผิด แต่ถ้าพบปริมาณของ Codeine มากกว่า ซึ่งอาจจะพบในผู้ที่นำ Codeine มาใช้ในทางที่ผิด

การวิเคราะห์เส้นผมเริ่มมาตั้งแต่ปี 1960-1970 มีการหาโลหะหนักในตัวอย่างเส้นผมด้วยวิธี Atomic absorption spectroscopy (AAS)(Usman et al., 2019) และในปี ค.ศ. 1979 Baumgartner และคณะ ตรวจหา morphine และ heroin ในตัวอย่างเส้นผมด้วยวิธี Radioimmunoassay (RIA) เป็นการตรวจหายาในตัวอย่างเส้นผมด้วยวิธีการตรวจเบื้องต้น (Drug Screening) ผลการตรวจอาจจะบอกได้เพียงตรวจพบหรือตรวจไม่พบ แต่ในปัจจุบันมีเทคนิคที่ใช้สำหรับการตรวจยืนยัน คือเทคนิค Chromatographic กับ Mass spectrometry ทำงานร่วมกันซึ่งให้ความไว และความจำเพาะสูงโดยเทคนิคนี้สามารถหาสารได้ทั้งในรูปแบบ Qualitative และ Quantitative นอกจากเส้นผมจะเข้ามามีบทบาทในหลายๆด้านแล้วก็ยังมีประโยชน์ในด้านการตรวจพิสูจน์การถูกละเมิดทางเพศ (Drug- facilitated sexual assaults) ผู้ที่ถูกล่วงละเมิดทางเพศกว่าจะรู้สึกตัว ยาที่ใช้ส่วนใหญ่จะกลายไปเป็น metabolites (ยาที่อยู่ในรูปที่ผ่านกระบวนการย่อยของร่างกาย) ไม่สามารถตรวจยาที่อยู่ในรูป parent drug (ยาต้นกำเนิดก่อนเข้าสู่ร่างกาย) ในตัวอย่างปัสสาวะหรือตัวอย่างเลือดได้ แต่สามารถตรวจได้ในตัวอย่างเส้นผม การวิเคราะห์เส้นผมถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบประวัติการใช้ยาก่อนรับเข้าศูนย์ฟื้นฟูสมรรถภาพ มีการตรวจวัดยาขณะตั้งครรภ์ ซึ่งในปี 1987 Parton ได้รายงานว่าทารกในครรภ์มีการรับยาจากแม่โดยผ่านสายรกซึ่งสอดคล้องกันกับปี2000 ที่ Thieme และคณะ ก็ได้แนะนำว่าทารกในครรภ์มีการสะสมยาจากแม่ขณะตั้งครรภ์โดยผ่านสายรก มีการทดสอบหายากลุ่มสเตียรอยด์ (anabolic steroids) เป็นกลุ่มยาที่คล้ายกับฮอร์โมนเพศชาย มักนำมาใช้ในการเพิ่มกล้ามเนื้อของนักกีฬา ในปี 1993 Moeller และคณะได้รายงานเกี่ยวกับชายอายุ 32 ปี ที่มีการใช้สารสเตียรอยด์ในการสร้างกล้ามเนื้อเป็นประจำ และ

เสียชีวิตเนื่องจากหัวใจหยุดเต้นพบ testosterone ester, nandrolone decanoate, methenolone และ methandienone เป็นสารกลุ่มสเตีรอยด์ซึ่งพบในตัวอย่างเส้นผม นอกจากนี้การวิเคราะห์เส้นผมยังถูกนำมาใช้ในการขอใบอนุญาตขับขี่และการจ้างงาน การวิเคราะห์เส้นผมยังมีประโยชน์ในด้านการหาความเป็นพิษจากโลหะหนักสามารถนำมาวิเคราะห์สาเหตุของการเป็นโรคและเสียชีวิตได้แตกต่างกัน โดยในปี2018 ได้มีการตรวจพบสารปรอท (Mercury) ในตัวอย่างเส้นผมมัมมี่ (ancient mummies) โดย Arnold และคณะ การประกอบอาชีพที่มีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบเช่น สารหนู โครเมียม แคดเมียม และตะกั่ว ก็สามารถตรวจพบโลหะหนักในตัวอย่าง เส้นผมได้ด้วยวิธี atomic absorption spectroscopy (AAS), Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer (ICP-MS) หรือ Flame atomic absorption spectroscopy (FAAS) ความเข้มข้นของโลหะหนักมีความแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับ รูปแบบการใช้ชีวิต ปริมาณการสัมผัสซึ่งก็เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคได้แตกต่างกัน(Usman et al., 2019)

จากข้อมูลที่ได้กล่าวไปข้างต้นแสดงให้เห็นถึงบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์เส้นผมในด้านต่าง ๆ ผู้เขียนบทความจึงทำการค้นคว้าข้อมูลด้านเทคนิคการเตรียมตัวอย่างเส้นผมและการวิเคราะห์สารต่าง ๆ ในตัวอย่างเส้นผม เมื่อปี 2017 รัฐบาลจีนได้ออกนโยบายให้มีการหารสารเสพติดในตัวอย่างเส้นผมเพื่อระบุการติดสารเสพติดของบุคคล เนื่องจากสถานการณ์ของสารเสพติดในขณะนั้นมีความยากลำบากในการตรวจสอบเนื่องจากในกลุ่มวัยรุ่นของประเทศจีนมีการใช้สารเสพติดในรูปแบบใหม่โดยมีการรวมสารเสพติดหลายชนิดเข้าด้วยกันเพื่อต้องการสัมผัสประสบการณ์ที่แตกต่างจากรูปแบบเดิม อีกทั้งพบว่ามีสารเสพติดหลายชนิดแฝงตัวอยู่ในเครื่องดื่มชานมสำเร็จรูป (Shenxianshui) ทำให้การตรวจจับยากขึ้น Liang Meng และคณะ จึงได้ทำการวิเคราะห์หาสารเสพติดกลุ่ม Amphetamines, Ketamine และ metabolites ในตัวอย่างเส้นผมโดยได้ใช้เทคนิคหลายอย่างร่วมกัน เช่น การบดตัวอย่างเส้นผมด้วยเครื่องบดอัตโนมัติ การใช้เทคนิคของ Solid Phase Microextraction (SPME) และในขั้นตอนก่อนการวิเคราะห์มีการปรับมาใช้ saturated sodium carbonate (Na_2CO_3) แทน Sodium Chloride (NaCl) เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับของตัว PDMS/DVB fiber (PDMS : polydimethylsiloxane, DVB : divinylbenzene)

โดยในงานวิจัยฉบับนี้ได้มีการทดสอบเปรียบเทียบกับ fiber ชนิดอื่นๆอีก 2 ชนิดได้แก่ PP (polypropylene) และ PDMS SPME fiber) ซึ่งพบว่า PDMS/DVB fiber ให้ค่าpeak area สูงกว่าfiber ชนิดอื่นในทุก ๆ สาร (Methamphetamine, Amphetamine, MDMA, MDA, Ketamine และ Norketamine) ทำการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง LC-MS (Liquid chromatography Mass spectrometry) พบว่าหลังการวิเคราะห์ให้ค่าทางสถิติดังนี้ Recovery = 90.2-95.8% LOD (Limit of detection) = 0.067 ng/mg Accuracy (mean relative error) ±6.9% Precision (relative standard error) <6.8% ซึ่งสามารถใช้วิธีนี้เป็นทางเลือกในการวิเคราะห์เส้นผมสำหรับงานด้านนิติเวช เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ไม่ใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม(Meng et al., 2021) สำหรับงานวิจัยของ M. J. Tabernero และคณะ ได้ทำการตรวจวัด Ketamine และ กลุ่มAmphetamines ในตัวอย่างเส้นผมโดยวิธี LC/MS/MS ตัวอย่างเส้นผมได้มาจากบุคคลที่ไม่มีการใช้สารเสพติด (Blank hair) ซึ่งนำมาทำ Calibration curve ที่ความเข้มข้น 0.5-25 ng/mg ได้ค่า correlation coefficients > 0.99, LOD = 0.1 ng/mg และ LOQ =0.5 ng/mg ทั้งกลุ่ม Amphetamines และ Ketamine ตัวอย่างเส้นผมที่นำมาวิเคราะห์เป็นตัวอย่างที่ผ่านการตรวจมาแล้วว่าตรวจพบ Cocaine และกลุ่ม Amphetamines ด้วยเทคนิค GC-MS ทั้งหมด 25 ตัวอย่าง จากขั้นตอนการสกัดตัวอย่างเส้นผม พบว่าประสิทธิภาพในการสกัดอยู่ในช่วง 62-97% (% Recoveries) ในงานวิจัยฉบับนี้ล้างตัวอย่างเส้นผมเพื่อลดการปนเปื้อนจากภายนอกโดยใช้ 0.1% Tween80 5ml/10min และ Distilled water 5 ml อย่างละ 2 ครั้ง เติม Deuterated internal standard(1ug/ml) 20ul หลังจากนั้นเติม 0.01% formic acid 500 ul เพื่อทำการสกัดตัวอย่างและแช่ตัวอย่างเส้นผมลงใน Ultrasonic bath 4 hr ผู้วิจัยให้ความเห็นว่าเป็นวิธีที่ง่ายและเร็วกว่าวิธี Gas chromatography mass spectrometry (GC-MS) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างเส้นผมทั้งหมด 25 ตัวอย่างแต่มีเพียง 2 ตัวอย่างที่จำได้ว่ามีการใช้ Ketamine จากผลการวิเคราะห์พบ Ketamine ทั้งหมด 13 ตัวอย่างจาก 25 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นไปได้ว่า Ketamine ที่ตรวจพบอาจจะมีการใช้ร่วมกับ MDMA ซึ่งอยู่ในรูปแบบผสม(Tabernero et al., 2009) ในปี 2018 K. Wing Leung และคณะ ทำการวิเคราะห์สารเสพติดในตัวอย่างเส้นผมในประชาการฮ่องกง มีการเก็บตัวอย่างเส้นผมและทำ

แบบสอบถาม จำนวน 1771 ตัวอย่าง โดยวิธี LC-MS/MS ตัวอย่างเส้นผมได้มาจากหน่วยฟื้นฟูสมรรถภาพ ในงานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการวิเคราะห์ยา สารเสพติด และ metabolite ที่เกี่ยวข้องดังนี้ Ketamine, Norketamine, Cocaine, Benzoylecgonine, Cocaethylene, Norcocaine, Codeine, MDMA, MDA, MDEA, Amphetamine, Methamphetamine, Morphine, 6-acetylmorphine, Phencyclidine และ Methadone ในงานวิจัยฉบับนี้ขั้นตอนการสกัดตัวอย่างเส้นผมใช้วิธี sonicated (ซึ่งเป็นการแยกสารหรือเซลล์ด้วยการสั่นสะเทือนของคลื่นอัลตร้าโซนิค) ใช้เวลา 2 hr ที่อุณภูมิห้อง ผลการวิเคราะห์พบ Ketamine 77.2% Cocaine 21.3% และ Methamphetamine 16.5% และพบว่า 29% มีการใช้สารร่วมกัน การศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาเพื่อเฝ้าระวังการใช้ยา สารเสพติดในประชากรกลุ่มเล็ก ๆ ของฮ่องกง เพื่อพัฒนาวิธีการตรวจให้มีความสามารถในการติดตามการใช้ยา สารเสพติดในทางที่ผิดของประชากรฮ่องกง และอำนวยความสะดวกให้กับโปรแกรมฟื้นฟูสมรรถภาพ สุดท้ายผู้วิจัยได้ให้ข้อมูลที่อาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนดังนี้ 1. ช่วงเวลาการทดสอบเส้นผมไม่ใช่ช่วงเวลาเดียวกันกับการใช้ยา 2. ผู้ที่ให้ข้อมูลอยู่ในช่วงถอนยา 3. ผู้ใช้ไม่ทราบว่า Ecstasy มีการผสมยาชนิดอื่นๆอยู่หรือไม่ เช่น Ketamine 4. กรณีที่มีการใช้ Codeine อาจมีส่วนผสมของยาหลายชนิดมีโอกาสคลาดเคลื่อนในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล 5. เรื่องการใช้ค่า cut – off ควรแยกกันระหว่างผู้ใช้สารเสพติดที่มีความถี่บ่อยหรือการใช้สารเสพติดแบบครั้งคราว(Leung et al., 2018)

วิธีดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างเส้นผม

การตรวจหายา เสพติด หรือสารอื่น ๆ จากตัวอย่างเส้นผม ต้องคำนึงถึงหลักจริยธรรมและหลักสิทธิมนุษยชน ก่อนดำเนินการเก็บตัวอย่างเส้นผมเจ้าหน้าที่หรือบุคคลากรมีความจำเป็นจะต้องได้รับการอบรม ความรู้เบื้องต้นเนื่องจากการเก็บตัวอย่างเส้นผมที่ถูกต้องเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ

ผู้เก็บตัวอย่างเส้นผมจะต้องสวมถุงมือและใช้อุปกรณ์ที่สะอาดเพื่อหลีกเลี่ยงโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนข้ามระหว่างบุคคล แนะนำให้เจ้าหน้าที่จับคู่กันในการตัดเส้นผม แต่ละคู่ประกอบด้วยผู้ตัดเส้นผมและผู้ช่วยจับเส้นผม จัดโต๊ะและอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างเส้นผม ได้แก่ กรรไกรสำหรับตัดเส้นผม ไม้บรรทัด ถุงมือยาง สำลีแอลกอฮอล์ ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้ควรแยกกับการวิเคราะห์อื่น ๆ

1. ก่อนการใช้งานควรทำความสะอาดอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องด้วยแอลกอฮอล์

2. ก่อนการตัดเก็บตัวอย่างเส้นผม ควรวัดความยาวของเส้นผมก่อน บริเวณที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างคือ หลังศีรษะ (posterior vertex)

3. หากทำการวัดเส้นผมแล้วยาวมากกว่า 3.5 cm. ให้มัดเส้นผมเป็นกระจุกความหนาเท่ากับแท่งดินสอด้วยไหมขัดฟัน ทำการตัดตัวอย่างเส้นผมให้ชิดหนังศีรษะมากที่สุด

4. วางตัวอย่างเส้นผมบนกระดาษฟอยล์ โดยวางด้านโคนผมไว้ตรงรอยบาก

5. หากตัวอย่างเส้นผมความยาวไม่ถึง 3.5 cm. ให้จับเส้นผมเป็นช่อเล็ก ๆ และตัดให้ชิดหนังศีรษะ วางผมที่ตัดแล้วลงบนฟอยล์โดยไม่คำนึงว่าเป็นโคนหรือปลายผม ตัดตัวอย่างเส้นผมให้มีปริมาณเท่ากับแท่งดินสอ หรือมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 1 g

6. เมื่อทำการเก็บตัวอย่างเส้นผมเรียบร้อยแล้วให้พับและรีดแผ่นฟอยล์ให้เรียบเพื่อป้องกันตัวอย่างเส้นผมหลุดออก หรือตัวอย่างเส้นผมเปลี่ยนทิศจะทำให้สับสน

7. นำฟอยล์ที่มีตัวอย่างเส้นผมพับให้เรียบร้อยใส่ลงในซอง ลงลายมือชื่อ ผู้เก็บ และวันที่เก็บ

8. นำซองที่มีตัวอย่างเส้นผม ไปลงทะเบียน ณ จุดรับตัวอย่างของหน่วยงาน

9. เช็ดอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วยแอลกอฮอล์ หลังการใช้งานทุกครั้ง

4

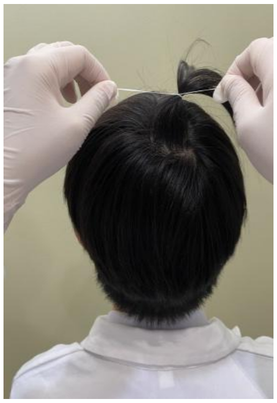
5

6

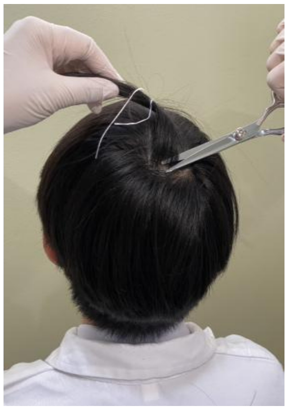
รูปที่ 4. กรรไกรสำหรับตัดตัวอย่างเส้นผม 5. กระดาษฟอยล์ ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม 15x12 cm. พับครึ่ง ตัดมุม 6. ไหมขัดฟันสำหรับมัดตัวอย่างเส้นผม

ที่มา : กลุ่มงานพิษวิทยา นต.รพ.ตร., 2567 (ภาพที่ 4 - 23)

7



8



9

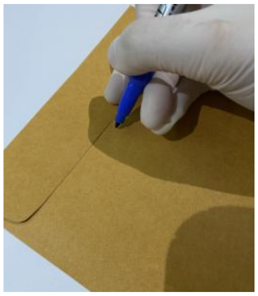
รูปที่ 7. ตำแหน่งการเก็บตัวอย่าง (Posterior vertex) 8. ปริมาณในการเก็บตัวอย่าง 9. ตัดเส้นผมให้ชิดหนังศีรษะ

10

11

12

13



14

รูปที่ 10. ตัวอย่างเส้นผมหันด้านโคนวางตรงตำแหน่งรอยบาก 11, 12 พับกระดาษฟอยล์ 13. ใส่ลงในซองสำหรับ

การนำส่งเพื่อตรวจวิเคราะห์ 14. ติดเทป ลงลายมือชื่อผู้เก็บ และวันที่เก็บตัวอย่าง

การเก็บรักษา

1. ตัวอย่างเส้นผมจะต้องเก็บไว้ที่แห้ง และมืด ที่อุณภูมิห้อง ห่างไกลจากแสงแดด ไม่เก็บตัวอย่างไว้ในตู้เย็น หรือตู้แช่แข็ง เนื่องจากเส้นผมอาจจะบวม หรือขึ้นรา อาจทำให้สารที่เราต้องการวิเคราะห์สูญเสียออกจากตัวอย่างเส้นผม
2. หลีกเลี่ยงการเก็บตัวอย่างเส้นผมในถุงพลาสติก เนื่องจากอาจจะเกิดการปนเปื้อนจาก plastic softene
3. ถ้าตัวอย่างเส้นผมที่มีลักษณะเปียก จะต้องทำให้แห้งก่อนการเก็บรักษาและส่งตรวจ วิเคราะห์

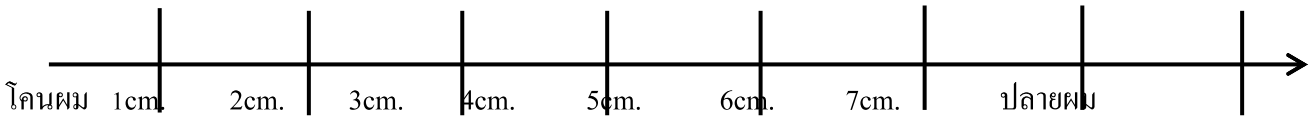
แบบบันทึกการเตรียมตัวอย่างเส้นผม (Worksheet)

ผู้สกัดตัวอย่าง :______________________________ รับตัวอย่างวันที่ :________________________________

สกัดตัวอย่างวันที่ :____________________ นักวิเคราะห์ :__________________________________

เลขรับเข้าระบบ	
ชื่อ-สกุล	
ลักษณะเส้นผม(สี,รูปร่าง)	
หน่วยงานที่เก็บตัวอย่างเส้นผม	
วันที่เก็บตัวอย่างเส้นผม	
ระบุชนิดตัวอย่างเส้นผม (เช่น เส้นผม เส้นขน)	
ความยาวของเส้นผมทั้งหมด(**cm.**)	
ชนิดของการวิเคราะห์	☐ Segment ☐ Whole strand
ความยาวที่ใช้ในการวิเคราะห์(**cm.**)	
น้ำหนักของเส้นผมที่ใช้ในการวิเคราะห์ (mg)	
กรณีมีการทำ segment	

Segment number	Mass of hair (mg)
Segment 1	
Segment 2	
Segment 3	
Segment 4	



* วัตถุพยานเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ครั้งต่อไป ☐ ใช้หมด ☐ เพียงพอ

หมายเหตุ :

รูปที่ 15. แบบบันทึกการเตรียมตัวอย่างเส้นผม (worksheet)

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเส้นผม (ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของห้องปฏิบัติการ)

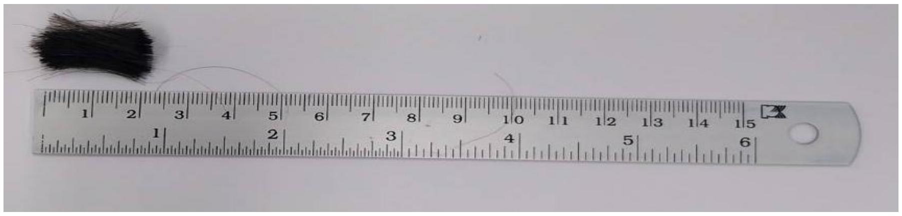
1. ทำการวัดตัวอย่างเส้นผมโดยนำตัวอย่างเส้นผม 1 เส้นมาติดด้วยเทปใสทั้ง 2 ด้านแล้ววัดความยาวด้วยไม้บรรทัด จดบันทึกความยาวของเส้นผมที่วัดได้
2. กรณีตัวอย่างเส้นผมยาวมากกว่า 3.5 cm. ให้วัดความยาวตัวอย่างเส้นผม 0-3 cm. แล้วจึงตัด ปริมาณเท่ากับแท่งดินสอ
3. กรณีตัวอย่างเส้นผมยาวน้อยกว่า 3.5 cm. ให้ใช้ตัวอย่างเส้นผมทั้งเส้นไม่ต้องตัด ปริมาณที่ใช้เท่ากับแท่งดินสอ
4. ล้างตัวอย่างเส้นผมทั้งหมด 3 ครั้ง ด้วย Methanol, Distilled water และ Acetone ตามลำดับอย่างละ 1 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งใช้ Vertex ช่วยในการชะล้างสิ่งสกปรกจากภายนอกของตัวอย่าง การล้างตัวอย่างเส้นผมด้วยสารเคมีไม่ควรแช่ไว้นาน และทุกครั้งหลังการล้างต้องซับตัวอย่างเส้นผมให้แห้ง
5. ตัดตัวอย่างเส้นผมให้ละเอียดประมาณ 1 cm. ใส่ตัวอย่างเส้นผมลงใน Appendorf tube 2 ml
6. ชั่งตัวอย่างเส้นผม ประมาณ 20 mg ใส่ลงในหลอด Reinforced tube ขนาด 2 ml (ในหลอดบรรจุ ceramic beads ขนาด 2.8 ml)
7. เติมสารมาตรฐาน Internal standard (Methamphetamine-d5, Amphetamine-d6) 100 ul ความเข้มข้น 50 ng/ml
8. เติม MeOH 1 ml
9. บดตัวอย่างเส้นผมด้วยเครื่องอัตโนมัติ Bead Mill Homogenizer (โปรแกรม Power 5, time 45 sec, rest 30 sec, repeat 10 times)
10. ปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) 13000 rpm 10 min
11. ดูดส่วนใสใส่ใน Vial ดูดให้มากที่สุดระวังตะกอนของตัวอย่างเส้นผม (ขวดขนาด 2 ml สำหรับเข้าเครื่องตรวจวิเคราะห์)

12. นำตัวอย่างที่ได้ทำให้แห้งด้วย nitrogen evaporator

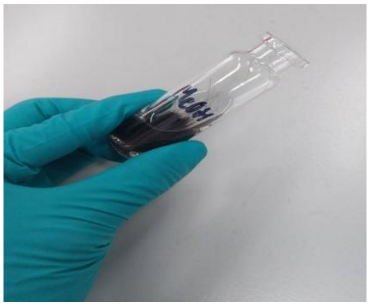
13. ละลายตัวอย่างกลับด้วย MeOH 100 ul

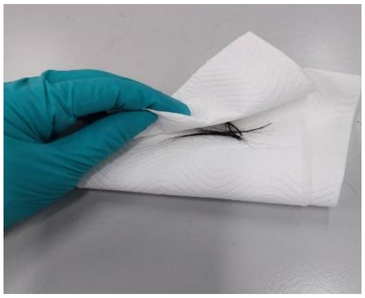
14. กรองด้วย nylon filter 0.2 µm

15. นำตัวอย่างเข้าเครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ (LC-MS/MS) และนำน้ำล้างครั้งสุดท้ายในข้อ 4 มาทำการวิเคราะห์ด้วย

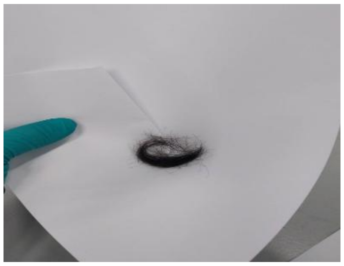


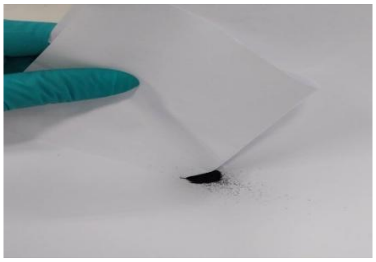
16





17 18





19 20

รูปที่ 16. ทำการวัดและบันทึกตัวอย่างเส้นผม 17. ล้างตัวอย่างเส้นผมทั้งหมด 3 ครั้ง ตามลำดับ 18. ซับตัวอย่างเส้นผมให้แห้ง 19.,20. ตัวอย่างเส้นผมก่อนตัดและหลังตัดจนละเอียด

21 22

รูปที่ 21. เครื่องบดตัวอย่างเส้นผม Bead Mill Homogenizer 22. ตัวอย่างเส้นผมที่บดด้วยเครื่องบดเส้น

ขั้นตอนการเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อทำกราฟมาตรฐาน (Calibration curve)

ยกตัวอย่างเพียง 2 สาร Methamphetamine และ Amphetamine

เตรียมสารละลายมาตรฐาน Methamphetamine, Amphetamine ความเข้มข้น 1mg/ml ปิเปตสารมาตรฐานแต่ละชนิด 50 ul และปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 10 ml ด้วยMeOH ความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 5000 ng/ml (Stock Standard Solution : SS) โดยกำหนดความเข้มข้นอยู่ในช่วงที่ครอบคลุมการทดสอบ เช่น ความเข้มข้น 0.05 – 2.0 ng/ml แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการเตรียมสารมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆสำหรับการทำ Calibration Curve

Hair Std.	**Stock Standard Solution (SS) of methamphetamine, amphetamine (ul)**	**MeOH add. (Total Vol.500 ul)**	**Working Standard Solution (WS) (Actual conc.) (ng/ml)**	**Vol.std. (ul)**	**Final conc. (ng/ml) (Hair 20 mg)**	**Final conc. (ng/mg) (Hair 1 mg)**
Std 1	50	4950	50	20	1	0.05
Std 2	100	4900	100	20	2	0.10
Std 3	200	4800	200	20	4	0.20
Std 4	400	4600	400	20	8	0.40
Std 5	800	4200	800	20	16	0.80
Std 6	1000	4000	1000	20	20	1.0
QC1	250	4750	250	20	16	0.2
QC2	1000	4000	1000	20	20	1

- ยกตัวอย่าง การคำนวณ Working Standard Solution (Actual conc.) สำหรับการเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อทำ Calibration curve จาก Stock standard solution ของสารละลายมาตรฐาน Metamphetamine, Amphetamine ที่ความเข้มข้น 5000 ng/ml

ที่ความเข้มข้น 50 ng/ml (Actual conc.) ปริมาตรสุทธิ 5000 ul

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$5000 \text{ ng/ml} \times V_1 = 50 \text{ ng/ml} \times 5000 \text{ ul}$$

$$V_1 = 50 \text{ ul}$$

ดังนั้นปิเปต WS 50 ul เติม MeOH 4950 ul

- ยกตัวอย่าง การคำนวญ Vol.std. สำหรับการเตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อทำ Calibration curve จาก Working Standard Solution (Actual conc.)

ที่ความเข้มข้น 1 ng/ml (Final conc.) ปริมาตรสุทธิ 1000 ul

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$50 \text{ ng/ml} \times V_1 = 1 \text{ ng/ml} \times 1000 \text{ ul}$$

$$V_1 = 20 \text{ ul}$$

ดังนั้นปิเปต WS 20 ul

ความเข้มข้นสุดท้ายจะได้ (Final conc. ng/mg) 1ng/ml สำหรับเส้นผม 20mg

ความเข้มข้นสุดท้ายจะได้ (Final conc. ng/mg) 0.05 ng/mg สำหรับเส้นผม 1mg แสดงดังตารางที่ 1

ขั้นตอนการเตรียม Internal standards

ยกตัวอย่างเพียง 2 สาร Metamphetamine –d5 และ Amphetamine -d6

- เตรียมสารละลายมาตรฐาน (Stock Internal Standard Solution : SIS) Metamphetamine-d5 และ Amphetamine-d6 ความเข้มข้น 1 mg/ml ปิเปตสารมาตรฐานมา 5 ul ปรับด้วย MeOH จนปริมาตรจนครบ 100 ml จะได้ความเข้มข้นเป็น 50 ng/ml

- แสดงการคำนวญ Stock Internal Standard Solution

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

$$1\ mg/ml \times V_1 = 50\ ng/ml \times 100000\ ul$$

$$V_1 = 5\ ul$$

ปิเปตสารละลายมาตรฐาน ความเข้มข้น 1 mg/ml มา 5 ul และปรับปริมาตรด้วย MeOH จนปริมาตรครบ 100 ml

ตารางที่ 2 รายละเอียด Parameter ของเครื่องมือวิเคราะห์ Liquid Chromatography Mass Spectrometer (LC-MS/MS) Triple Quadrupole Thermo Fisher Scientific, USA โดยมีสภาวะเครื่องดังนี้

Parameters	**รายละเอียด**
Column	Accucore™ Phenyl Hexyl 100x2.1 mm, 2.6 µm particle size
Guard column	Accucore™ Ph/Hex 10x2.1mm, 2.6 µm Defender
Mobile phase	Eluent A: 0.1% FA 2mM Ammonium Formate in water Eluent B: 0.1% FA 2mM Ammonium Formate in ACN : MeOH (1:1)
Column Oven	Temperature: 40 °C
Flow Gradient	Time(min) Flow (ml/min) %B (Eluent) 0.0 0.50 1.0 1.0 0.50 1.0 10.0 0.50 99.0 11.50 0.50 99.0 11.51 0.50 1.0
Injection Volume	3 ul/s
Ion Source Setting	Ion Source Type: H-ESI Spray Voltage : Static ionization. Positive Ion(v) : 4000 Negative Ion(v) : 3000 Sheath Gas (Arb) : 55

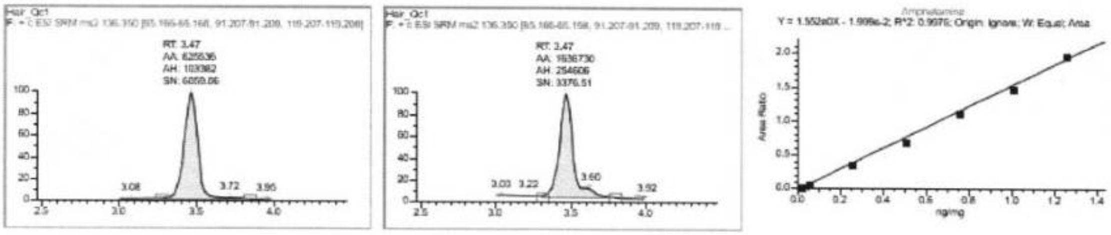
	Aux Gas (Arb) : 1 Ion Transfer Tube Temp(°C) : 325 Vaporization Temp(°C) : 350
Detection (MS)	Multiple reaction monitoring (MRM)

Sample Report

Lab Name:	Default Laboratory	**Method:**	19JUL24_Test STD Curve_Hair_17JUL24_METHOD HAIR
Instrument:	Thermo Scientific Instrument		
User:	DELL		17JUL24_METHOD HAIR
Batch:	19JUL24_Test STD Curve_Hair		

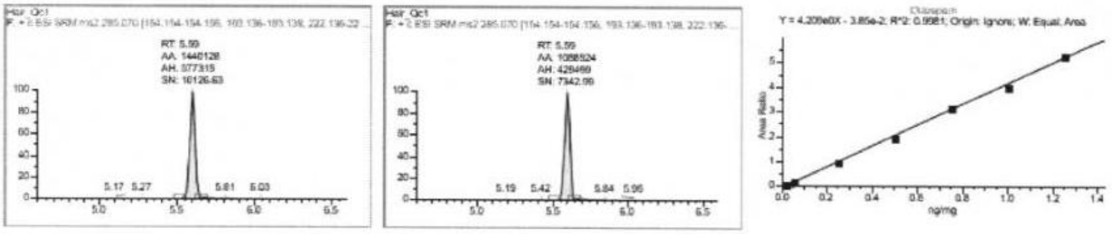
File Name	Comment	Vial Pos	File Date
Hair_Qc1		BD1	7/19/2024 6:24:52 PM

Compound Name	Flags	PK	Confirm	Peak Height	Peak Area	Reten on Time	Conc.	Unit
Amphetamine	PASS	TRUE	PASS	103382	625536	3.47	0.39	ng/mg
Diazepam	PASS	TRUE	PASS	577315	1440128	5.59	0.39	ng/mg
Ketamine	PASS	TRUE	PASS	2170152	6116847	4.26	0.39	ng/mg
MDA	PASS	TRUE	PASS	205873	871178	3.72	0.38	ng/mg
MDMA	PASS	TRUE	PASS	2033162	7632584	3.89	0.39	ng/mg
Methamphetamine	PASS	TRUE	PASS	2709571	12402185	3.74	0.41	ng/mg
Mitragynine	PASS	TRUE	PASS	1904613	4651639	5.18	0.40	ng/mg
Nordiazepam	PASS	TRUE	PASS	120661	348822	5.43	0.38	ng/mg
Norketamine	PASS	TRUE	PASS	459652	1363057	4.19	0.39	ng/mg



Amphetamine

Quan mass : <multiple> **Peak Area :** 625536 **Peak Height :** 103382 **RT :** 3.47



Diazepam

Quan mass : 193.1370 **Peak Area :** 1440128 **Peak Height :** 577315 **RT :** 5.59

รูปที่ 23. ตัวอย่างผลการวิเคราะห์รูปแบบ Chromatogram โดยเทคนิค LC-MS/MS

การแปลผล

1. กลุ่มแอมเฟตามีน (Amphetamines) และกลุ่มเอ็กซ์ตาซี (Ecstasy – Group Substances) เมื่อตรวจพบว่ามีสารหรือเมตาบอไลต์ของสารในกลุ่มดังกล่าวอยู่ในเส้นผมตั้งแต่ 0.2 นาโนกรัม/มิลลิกรัม ขึ้นไป

2. กลุ่มโอปิเอต (Opiates) ได้แก่ เฮโรอีน มอร์ฟีน และฝิ่น เมื่อตรวจพบว่ามีสารหรือ เมตาบอไลต์ของสารในกลุ่มดังกล่าวอยู่ในเส้นผมตั้งแต่ 0.2 นาโนกรัม/มิลลิกรัม ขึ้นไป

3. กัญชา (Cannabis) เมื่อตรวจพบว่ามีสารเตตรา ไฮโดรแคนนาบินอล (Tetrahydrocannabinol) (THC) อยู่ในเส้นผมตั้งแต่ 0.05 นาโนกรัม/มิลลิกรัม ขึ้นไป และตรวจพบว่ามีสารเมตาบอไลต์ของกัญชา ได้แก่ 11-นอร์-เดลต้า-เตตรา-ไฮโดรแคนนาบินอล คาร์บอกซิลิคแอซิด (11-Nor-Δ^9-THC-COOH) อยู่ในเส้นผมตั้งแต่ 0.0002 นาโนกรัม/มิลลิกรัม ขึ้นไป

4. กลุ่มโคคาอีน (Cocaine) เมื่อตรวจพบว่ามีโคคาอีน อยู่ในเส้นผมตั้งแต่ 0.5 นาโนกรัม/มิลลิกรัม ขึ้นไป หรือเมตาบอไลต์ของโคคาอีน อยู่ในเส้นผมตั้งแต่ 0.05 นาโนกรัม/มิลลิกรัม ขึ้นไป

5. คีตามีน (Ketamine) เมื่อตรวจพบว่ามีคีตามีนอยู่ในเส้นผมตั้งแต่ 0.5 นาโนกรัม/มิลลิกรัม หรือเมตาบอไลต์ของคีตามีน อยู่ในเส้นผมตั้งแต่ 0.1 นาโนกรัม/มิลลิกรัม ขึ้นไป (พระราชบัญญัติวิธีพิจารณาคดียาเสพติด, 2565: 79)

ข้อเสอแนะ

การวิเคราะห์เส้นผมเป็นเทคโนโลยีใหม่สำหรับการตรวจหายา สารเสพติดหรือสารอื่น ๆ ในเส้นผม ประสิทธิภาพสูงสุดจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อได้มีการควบคุมคุณภาพตั้งแต่การเก็บตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่าง และสุดท้ายเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ นอกจากนี้ควรมีการต่อยอดโดยการพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์เพื่อให้เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง และเหมาะสม

References

ภาษาไทย

พระราชบัญญัติวิธีพิจารณาคดียาเสพติด พ.ศ.2565. (2565,25 เมษายน). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 139 ตอนพิเศษ 94 ง. หน้า 75-79.

สถาบันนิติวิทยาศาสตร์. (2565). คู่มือการตรวจสารเสพติดในเส้นผม

สำนักงานป้องกันและปรามปรามยาเสพติด. (2564). รายงานผลดำเนินงานป้องกันและปราบปรามยาเสพติด ประจำปี 2564

ภาษาอังกฤษ

Cooper, G. A., Kronstrand, R., & Kintz, P. (2012). Society of Hair Testing guidelines for drug testing in hair. *Forensic science international,* 218(1-3), 1-5. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.10.024

Cooper, G. A., (2015). Anatomy and Physiology of Hair, and Principles for its Collection. *Hair Analysis in Clinical and Forensic Toxicology,* 1-22. doi: 10.1016/b978-0-12-801700-5.00001-7

Kintz, P. (2019). Hair analysis in forensic toxicology. *Wiley Interdisciplinary Reviews*: *Forensic Science*, 1(1), 1-11. doi: 10.1002/wfs2.1196

LeBeau, M. A., Montgomery, M. A., & Brewer, J. D. (2011). The role of variations in growth rate and sample collection on interpreting results of segmental analyses of hair. *Forensic science international*, 210(1-3), 110-116. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.02.015

Leung, K. W., Wong, Z. C., Ho, J. Y., Yip, A. W., Cheung, J. K., Ho, K. K., Duan, R., & Tsim, K. W. (2018). Surveillance of drug abuse in Hong Kong by hair analysis using LC-MS/MS. *Drug testing and analysis*, 10(6), 977-983. doi: 10. 1002/dta.2345

Meng, L., Dai, Y., Chen, C., & Zhang, J. (2021). Determination of amphetamines, ketamine and their metabolites in hair with high-speed grinding and solid-phase microextraction followed by LC-MS. *Forensic sciences research*, 6(3), 1-14. doi: 10.1080/20961790.2020.1838403

Pragst, F. Balikova, M. A., (2006). State of the art in hair analysis for detection of drug and alcohol abuse. *Clinica Chimica Acta*, 370, 17-49. doi: 10.1016/j.cca.2006.02.019

Tabernero, M. J., Felli, M. L., Bermejo, A. M., & Chiarotti, M., (2009). Determination of ketamine and amphetamines in hair by LC/MS/MS. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 395, 2547-2557. doi: 10.1007/s00216-009-3163-4

Usman, M., Naseer, A., Baig, Y., Jamshaid, T., Shahwar, M., & Khurshuid, S. (2019). Forensic toxicological analysis of hair. *Egyptian Journal of forensic Sciences*, 9(1), 1-12. doi: org/10.1186/s41935-019-01195

การตัดสินใจในกระบวนการปฏิบัติงานนิติวิทยาศาสตร์

ผศ.นพ.ณัฐ ตันศรีสวัสดิ์ *

กระบวนการ (process) คือลำดับ ขั้นตอน กิจกรรมหรือการเปลี่ยนแปลงที่เชื่อมโยงกันอย่างมีระเบียบนำไปสู่ผลอย่างหนึ่ง ดังนั้นกระบวนการปฏิบัติงานงานนิติวิทยาศาสตร์จึงหมายถึงขั้นตอนในการปฏิบัติงานทางนิติวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนที่สำคัญได้แก่ การเลือกและเก็บตัวอย่าง การขนส่งและเก็บรักษาตัวอย่าง การตรวจวิเคราะห์ การแปลผลและรายงานผลการตรวจวิเคราะห์

เพื่อให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการนำผลการปฏิบัติงานทางนิติวิทยาศาสตร์ไปใช้ กระบวนการต่าง ๆ จึงมีการศึกษา วิจัย และออกเกณฑ์มาตรฐานหรือแนวทางปฏิบัติโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาชีพ และมีการจัดทำกระบวนการควบคุมคุณภาพเพื่อให้ผู้รับบริการได้รับทราบว่าหน่วยงานและเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานมีมาตรฐานในระดับที่กำหนดไว้

ในกรณีทั่วไปที่ตรงไปตรงมา ไม่มีความซับซ้อน เป็นกรณีที่สอดคล้องกับแนวทางปฏิบัติกำหนดไว้อย่างอย่างชัดเจน การปฏิบัติงานในกระบวนการนิติวิทยาศาสตร์มักจะไม่มีปัญหาในการตัดสินใจ โดยจะปฏิบัติไปตามมาตรฐานและข้อกำหนด อย่างไรก็ตามในกรณีที่ซับซ้อน หรือไม่สอดคล้องตามข้อกำหนดที่ได้มีการระบุไว้ หรือผลการตรวจมีความคลุมเครือมีความไม่แน่นอน ประเด็นการตัดสินใจจะมีความสำคัญขึ้นโดยทันทีและจะกระทบต่อผลลัพธ์สุดท้ายที่จะรายงานต่อผู้รับบริการ โดยอาจรุนแรงถึงขั้นรายงานนั้นผิดไปจากความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในกรณีนั้นได้

ตัวอย่างที่เกิดขึ้นที่ทำให้ต้องมีการตัดสินใจในแต่ะขั้นตอน เช่น ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างกรณีหาคราบอสุจิบนเสื้อผ้าของผู้เสียหายแนะนำให้เก็บตัวอย่างที่สงสัยโดยใช้ alternative light source กำหนดจุดที่น่าจะมีคราบอสุจิ แต่ในกรณีที่ฉายแสงดังกล่าวแล้วไม่พบบริเวณที่น่าจะมีคราบอสุจิก็ต้องใช้การตัดสินใจของผู้ปฏิบัติงานเพื่อเลือกตำแหน่งบนเสื้อผ้าเพื่อเก็บตัวอย่างบริเวณนั้นมาตรวจวิเคราะห์คราบอสุจิ

---

* ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ซึ่งการตัดสินใจเลือกนี้เป็นสิ่งที่นอกเหนือจากแนวทางปฏิบัติที่ได้กำหนดไว้ ต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงานในการเลือกตำแหน่งที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะมีคราบอสุจิ ซึ่งย่อมมีความแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลที่มีความชำนาญและประสบการณ์ที่ต่างกัน

ในขั้นตอนการส่งตรวจวิเคราะห์ทางนิติวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปจะแนะนำให้ส่งตรวจแบบคัดกรอง (screening test or presumptive test) ก่อน เนื่องจากเป็นการตรวจที่ปฏิบัติการและแปลผลได้ง่าย ราคาไม่แพง ได้ผลรวดเร็วโดยกำหนดว่าถ้าการตรวจคัดกรองได้ผลบวกให้ส่งตรวจยืนยัน (confirmatory test) เพื่อให้แน่ใจว่าผลการตรวจที่เป็นผลบวกนั้นไม่ใช่ผลบวกลวง (false positive) แต่วิธีการตรวจวิคราะห์ยืนยันนั้นมักจะมีราคาแพง ใช้เวลานาน ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจวิเคราะห์และแปลผล ยกตัวอย่างที่ต้องมีการตัดสินใจในขั้นตอนนี้ ถ้าตัวอย่างที่ได้มีปริมาณจำกัดสามารถถูกนำไปตรวจวิเคราะห์ได้เพียงครั้งเดียว การปฏิบัติงานในกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางนิติวิทยาศาสตร์จะตัดสินใจอย่างไร เลือกส่งตรวจคัดกรองเพียงอย่างเดียว หรือไม่ส่งตรวจคัดกรองแต่ส่งตรวจยืนยันเลย ทั้งนี้ขึ้นกับขีดความสามารถของห้องปฏิบัติการ ข้อมูลอื่น ๆ ที่ได้จากการสอบสวน รวมถึงความชำนาญและประสบการณ์ของผู้ปฏิบัติงาน

ในขั้นตอนการเก็บรักษาตัวอย่าง ข้อแนะนำพื้นฐานคือ ให้เก็บตัวอย่างซึ่งตรวจวิเคราะห์เสร็จแล้วไว้ระยะเวลาหนึ่งในกรณีที่มีข้อสงสัยจะได้นำตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้นั้นมาตรวจซ้ำเพื่อยืนยันผลการตรวจเทียบกับผลการตรวจครั้งแรกให้ถูกต้อง อย่างไรก็ตามมักจะพบปัญหาข้อจำกัดเกี่ยวกับพื้นที่และตู้เย็นที่ต้องใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างที่ได้ตรวจวิเคราะห์เสร็จแล้วที่มักจะมีไม่เพียงพอกับจำนวนตัวอย่างที่ต้องมีการเก็บรักษาไว้ ก็จะส่งผลที่ต้องมีการตัดสินใจเกี่ยวกับตัวอย่างที่ได้ตรวจวิเคราะห์เสร็จแล้วว่าจะดำเนินการอย่างไร จะเก็บตัวอย่างทั้งหมดแต่เก็บในระยะเวลาสั้น หรือจะเลือกเก็บเฉพาะตัวอย่างที่มีคดีที่มีความผิดรุนแรงและเก็บไว้ระยะเวลานาน ซึ่งการตัดสินใจคงขึ้นกับกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ข้อจำกัดทรัพยากร สถิติการขอตรวจซ้ำในตัวอย่างที่มีการเก็บรักษาไว้

จากตัวอย่างที่ได้กล่าวมาจะพบว่าการตัดสินใจเพื่อเลือกวิธีการปฏิบัติในขั้นตอนกระบวนการปฏิบัติงานทางนิติวิทยาศาสตร์มักเกิดขึ้นกับกรณีที่แตกต่างไปจากกรณีทั่วไปซึ่งมีมาตรฐานและแนวทางปฏิบัติกำหนดไว้ชัดเจน

การตัดสินใจที่อาศัยความเห็นของผู้ปฏิบัติงาน (subjective) คนใดคนหนึ่งย่อมมีโอกาสเกิดข้อผิดพลาดได้จากอคติต่าง ๆ ความรู้ความชำนาญและประสบการณ์ที่แตกต่างกัน ชุดความคิดความเชื่อทางกฎหมายและจริยธรรมที่แตกต่างกัน ความเครียด ความล้าและแรงกดดันในการปฏิบัติงาน ผลประโยชน์ทับซ้อนในรูปแบบต่าง ๆ

การตัดสินใจในระดับหน่วยงานมีข้อจำกัดทั้งจากทรัพยากรบุคคล สถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์ และการบริหารจัดการ รวมไปถึงนโยบายของหน่วยงานที่แตกต่างกัน

ในทางทฤษฎีมีการศึกษาวิธีการตัดสินใจทางนิติวิทยาศาสตร์หลายทฤษฎี ตัวอย่าง เช่น Critical analysis แบ่งวิธีเลือกการตัดสินใจจาก 2 วิธี ได้แก่ non-probabilistic rule และ probabilistic decision rule หรือ six phased model approach ที่อาศัย mapping ของ holistic approach อย่างไรก็ตามผู้เขียนเสนอการแบ่งการตัดสินใจเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับผู้ปฏิบัติงาน และระดับหน่วยงาน และหลักยึดสำหรับการตัดสินใจทั้งในระดับผู้ปฏิบัติงานและหน่วยงาน

ข้อเสนอเมื่อต้องมีการตัดสินใจในกระบวนการปฏิบัติงานนิติวิทยาศาสตร์ ให้ตระหนักว่าผลการตรวจวิเคราะห์นั้นจะถูกนำไปใช้ในคดีความ ดังนั้นผลการตรวจวิเคราะห์ต้องมีความถูกต้องสอดคล้องกับความจริงในแต่ละคดี ในกรณีที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้ดุลพินิจในการตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติที่จะนำไปสู่ผลการตรวจวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด ควรมีการบันทึกเหตุผลในการเลือกการตัดสินใจนั้น และควรนำกรณีดังกล่าวไปปรึกษาหารือกันในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความเห็นอื่น ๆ ที่อาจตัดสินใจเลือกปฏิบัติในวิธีการที่แตกต่างออกไป เพื่อให้เกิดการเรียนรู้แลกเปลี่ยนประสบการณ์กัน และอาจจะออกเป็นข้อแนะนำใหม่เพิ่มเติมสำหรับการปฏิบัติในกรณีใกล้เคียงกันที่จะเกิดขึ้นภายหลัง

ในส่วนของหน่วยงานซึ่งการตัดสินใจที่มองในภาพกว้างแก้ปัญหาในองค์รวม มากกว่าการแก้ปัญหาในแต่ละกรณี ก็ยังคงต้องตระหนักถึงความสำคัญของความถูกต้องของการปฏิบัติงานทางนิติวิทยาศาสตร์เป็นลำดับแรก ควบคู่ไปกับนโยบาย ทรัพยากร กฎระเบียบ สถิติข้อมูล และความเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาประกอบในการตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับหน่วยงานนั้น และควรมีการตรวจสอบจากหน่วยงานภายนอกเพื่อความโปร่งใสในการปฏิบัติงาน ขอรับรองมาตรฐานการปฏิบัติงานเพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการและผลัพทธ์จากการปฏิบัติงานทางนิติวิทยาศาสตร์ได้มาตรฐานในระดับชาติหรือนานาชาติ

References

1. Biedermann A, Bozza S, Taroni, F. Normative decision analysis in Forensic Science.

Artificial Intelligence and Law (2018). https://doi.org/10.1007/s10506-018-9232-2

2. Bell S, Sah S, Albright TD, Gates SJ Jr, Denton MB, Casadevall A. A call for more science in forensic science. Proc Natl Acad Sci U S A. 2018;115(18):4541-4544. doi: 10.1073/pnas.1712161115.

3. Earwaker H, Nakhaeizadeh S, Smit NM, Morgan RM. A cultural change to enable improved decision-making in forensic science: A six phased approach. Sci Justice. 2020;60(1):9-19. doi: 10.1016/j.scijus.2019.08.006.

พระราชดำรัสสมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี

คนดีของฉันรึ

จะต้องเป็นคนไม่พูดปด

ไม่สอพลอ

ไม่อิจฉาริษยา

ไม่คดโกง

และไม่มีความทะเยอทะยานอย่างบ้าบ้า

แต่พยายามทำหน้าที่ของตนให้ดี

ในขอบเขตของศีลธรรม