

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



249548

ความเป็นป็นของ ๑- โมโนแอสปีดิมอร์ฟิซึม แอสมอร์ฟิซึมในต้นมะขวิดเดี่ยวของ
ผู้เก็บยี่วัดตากกระแสน้ำเขื่อนแก่งเสือเต้นกับที่ผู้เรศคักสารเอไรลีนและ
ผู้ย่ำบักครักษาโรคคั่วแสมอร์ฟิซึม โดยเบศรภักดิโชติกิจเฒ่าเอ็ดดงมทรภักษณ์
แฉงแฉ็คศโรภรภำโภภรภำ - แฉงฉะปะภำโภภรภำ

ร่ำอภำภรภำโภภรภำ ภำษำภรภำ กั้ภำภรภำ

ภำษำภรภำภรภำภำภำภำ
ภำษำภำภำภำภำภำ

ภำษำภำภำภำภำ
ภำษำภำภำภำภำภำ
ภำษำภำภำภำภำ

๒๐๐๖๖๓๑๖๐



249548

ความเข้มข้นของ 6 – โมโนเอซีติลมอร์ฟีน และมอร์ฟีนในเส้นผมและเลือดของ
ผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเฮโรอีนเกินขนาดเทียบกับผู้เสพยาติดยาเฮโรอีนและ
ผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน โดยเทคนิคโซลิดเฟสเอ็กซ์แทรกชัน
และแก๊สโครมาโทกราฟี - แมสสเปกโตรเมตรี

ร้อยตำรวจโทหญิง พัทธภรณ์ เค้ามูล



วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพิษวิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พฤศจิกายน 2553

ความเข้มข้นของ 6 - โมโนเอซีติลมอร์ฟีน และมอร์ฟีนในเส้นผมและเลือดของผู้เสียชีวิต
จากการเสพยาเฮโรอีนเกินขนาดเทียบกับผู้เสพยาเฮโรอีนและผู้บำบัดรักษาโรค
ด้วยมอร์ฟีน โดยเทคนิคโซลิดเฟสเอ็กซ์แทรกชันและแก๊สโครมาโทกราฟี-
แมสสเปกโตรเมตรี

ร้อยตำรวจโทหญิง พัชราภรณ์ เค้ามูล

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพิษวิทยา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
รศ.ดร.นพ.พงษ์รักษ์ ศรีบัณฑิตมงคล
.....กรรมการ
ผศ.ดร.นพ.อภิรักษ์ อร่ามรัตน์
.....กรรมการ
ผศ.พญ.ศัทธา ไพบูรณ์วรชาติ
.....กรรมการ
นาย ภิญโญ ทองชัย

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์


.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รศ.ดร.นพ.พงษ์รักษ์ ศรีบัณฑิตมงคล
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผศ.พญ.ศัทธา ไพบูรณ์วรชาติ
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
อ.อนงพันธ์ จันทร์กฤษ

24 พฤศจิกายน 2553

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความช่วยเหลือและอนุเคราะห์จากคณาจารย์และบุคคลหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.นพ.พงษ์รักษ์ ศรีบัณฑิตมงคล ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์อนงพันธ์ จันทรกุล และผศ.พญ.สหัทธา ไพบูลย์วรชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนถ่ายทอดความรู้ต่างๆ ให้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน เจ้าหน้าที่ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ ขอขอบคุณ พี่ฉลาดที่เก็บตัวอย่างให้ และพี่ ๆ น้อง ๆ นศ.ปริญญาโท พี่เตย น้องตาล น้องเนต ที่คอยช่วยเหลือ และคอยให้กำลังใจตลอดระยะเวลาของการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.นพ.อภิรักษ์ อร่ามรัตน์ และคุณภิญโญ ทองชัย ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่ได้กรุณาร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.เจริญติ ปิงสุทธีวงศ์ ที่ให้คำปรึกษาและอนุญาตให้ไปศึกษา งานที่หน่วยงานของสำนักยาและวัตถุเสพติด กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัยประจำคณะแพทยศาสตร์ และเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความช่วยเหลือเสมอมา

ขอขอบพระคุณ พ.ต.ท.ฐานันดร วิทยาอุทมิกุล หัวหน้าพิสูจน์หลักฐาน จังหวัดเชียงใหม่ ร.ต.ท.อดิชาติ ปฐมพรชัยศิริ และ ร.ต.ท.หญิงรัฐิกา สมบูรณ์ชัย ที่คอยช่วยเหลือ และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ทำงานของตำรวจพิสูจน์หลักฐาน จังหวัดเชียงใหม่ที่คอยให้กำลังใจ

ขอขอบพระคุณคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนวิจัย งานวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบพระคุณแม่และครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยห่วงใยและเป็นกำลังใจที่ดีที่สุดตลอดมา รวมทั้งสนับสนุนค่าใช้จ่ายในระหว่างการศึกษา คุณความดีแห่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่ทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จ

ร้อยตำรวจโทหญิง พัชราภรณ์ เค้ามูล

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ความเข้มข้นของ 6 - โมโนเอซีติลมอร์ฟีน และมอร์ฟีนในเส้นผมและเลือดของผู้เสียชีวิตจากการเสพยาโรอินเกินขนาด เทียบกับผู้เสพติดสารเฮโรอินและผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีนโดยเทคนิคโซลิดเฟสเอ็กซ์แทรกชันและแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี

ผู้เขียน ร้อยตำรวจโทหญิง พัทธราภรณ์ เก้ามุล

ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พิษวิทยา)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ. ดร. นพ. พงษ์รักษ์ ศรีบัณฑิตมงคล	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ผศ. พญ. สหทัย ไพบูลย์วรชาติ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
อ. อนงพันธ์ จันทร์กฤษ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

249548

ปัจจุบันยังพบผู้เสียชีวิตจากการได้รับสารเสพติดเฮโรอินเกินขนาด การวินิจฉัยที่สำคัญต้องอาศัยการตรวจหาระดับความเข้มข้นของ 6 - โมโนเอซีติลมอร์ฟีน (6-MAM) และมอร์ฟีนในเลือด อย่างไรก็ตามกลุ่มที่เสพยาโรอินมีภาวะคือต่อยาร่วมด้วย การแปลผลจากระดับ 6-MAM และมอร์ฟีนในเลือดเพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถระบุสาเหตุการเสียชีวิตได้ชัดเจน การตรวจหา 6-MAM และมอร์ฟีนในเส้นผมอาจช่วยยืนยันว่าเป็นผู้เสพติดเฮโรอินมาก่อนหน้าที่จะเสียชีวิตหรือไม่ จึงนำมาสู่การศึกษาในครั้งนี้ที่ทำการศึกษาระดับความเข้มข้นของสารทั้ง 2 ในเลือดและเส้นผม โดยใช้เส้นผมกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม คือ ผู้ที่ไม่มีประวัติการเสพยาโรอิน จำนวน 10 ราย ผู้เสพติดเฮโรอินจำนวน 24 ราย ผู้เสียชีวิตจากการเสพยาโรอินเกินขนาด จำนวน 8 ราย และผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน 12 ราย และได้ทำการศึกษาระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟีนในเลือดของผู้เสียชีวิตจากการเสพยาโรอินเกินขนาดกับผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน นอกจากนี้ยังศึกษาความสัมพันธ์มอร์ฟีนในเลือดกับในเส้นผม

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้สารละลายบัฟเฟอร์ Soerensen pH 7.4 สกัดสารในเส้นผมที่ 60 °C 18 ชั่วโมง และใช้สารละลาย 0.05 M borate buffer pH 8.5 สกัดเลือด (Whole blood) ร่วมกับเทคนิคโซลิดเฟสเอ็กซแทรกชันและ derivatization ด้วยสาร MSTFA +1%TMCS และวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี (GC/MS) ผลการทดลองพบว่าสามารถแยกสาร 6-MAM และมอร์ฟินได้ โดย 6-MAM ออกที่เวลา (retention time; RT) 10.84 นาที และมอร์ฟินออกที่เวลา 10.47 นาที

การตรวจหาระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟินในเส้นผมและเลือดของกลุ่มตัวอย่างเทียบกับกราฟมาตรฐานของ 6-MAM และมอร์ฟินในเส้นผมและเลือด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์มากกว่า 0.99 ผลการทดลองพบว่าตรวจไม่พบ 6-MAM และมอร์ฟินในเส้นผมของกลุ่มผู้ที่ไม่มีการเสพยาเสพติด แต่ในกลุ่มผู้เสพยาเสพติดอื่นตรวจพบ 6-MAM ในเส้นผมได้ 5 ราย มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้น (\pm SD) เท่ากับ 1.35 (\pm 1.21) นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม และตรวจพบมอร์ฟินในเส้นผมได้ 4 ราย มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้น (\pm SD) เท่ากับ 4.04 (\pm 2.46) นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม กลุ่มผู้เสพยาเสพติดอื่นเกินขนาดจนเสียชีวิตตรวจพบ 6-MAM และมอร์ฟินในเส้นผม 6 ราย มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้น (\pm SD) เท่ากับ 1.72 (\pm 0.86) และ 1.49 (\pm 0.98) นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผมตามลำดับ ในกลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟิน ตรวจพบมอร์ฟินในเส้นผม 8 ราย มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้น (\pm SD) เท่ากับ 2.55 (\pm 1.32) นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผม จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับความเข้มข้นของ 6-MAM ที่ตรวจพบในเส้นผมของกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเสพติดอื่นเกินขนาดกับในเส้นผมของกลุ่มเสพยาเสพติดอื่น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และระดับมอร์ฟินที่ตรวจพบในเส้นผมของกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเสพติดอื่นเกินขนาด กลุ่มผู้เสพยาเสพติดอื่นและกลุ่มผู้ป่วยที่บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟิน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน

ผลการตรวจวิเคราะห์ในเลือดของกลุ่มผู้เสพยาเสพติดอื่นเกินขนาดแล้วเสียชีวิต พบ 6-MAM 5 ราย มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้น (\pm SD) เท่ากับ 15.24 (\pm 19.42) นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ขณะที่ตรวจพบมอร์ฟินในเลือดทุกรายและมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นมอร์ฟิน (\pm SD) เท่ากับ 433.27 (\pm 400.71) นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ในกลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟินตรวจพบมอร์ฟินในเลือดได้ 4 ราย มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นมอร์ฟิน (\pm SD) เท่ากับ 25.22 (\pm 13.70) นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งระดับมอร์ฟินที่ตรวจพบในสองกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.007$)

การศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างมอร์ฟินในเส้นผมและในเลือดของกลุ่มผู้ป่วยที่บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟินและในกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเสพติดอื่นเกินขนาด และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง 6-MAM ในเส้นผมและในเลือดของกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเสพติดอื่นเกินขนาด

Thesis Title Concentration of 6-Monoacetylmorphine and Morphine in Hair and Blood of the Deceased with Heroin Overdose Compared with Heroin Addicts and Morphine Treated Patients Using Solid-Phase Extraction and Gas Chromatography-Mass Spectrometry

Author PoL.Lt. Patcharapon Kaomoon

Degree Master of Science (Toxicology)

Thesis Advisory Committee

Assoc. Prof. Dr. Pongruk Sribanditmongkol, M.D.	Advisor
Asst. Prof. Sahattaya Paipoonworachart, M.D.	Co-advisor
Lect. Anongphan Junkuy	Co-advisor

ABSTRACT

249548

At present, acute heroin overdose death is still reported. A crucial diagnosis of heroin overdose is to detect concentration of 6-monoacetylmorphine (6-MAM) and morphine in blood. However, due to drug tolerance, the blood level alone may not reflect the cause of death. Determination concentration of 6-MAM and morphine in hair indicated previous heroin abuse and some degrees of drug tolerance before a victim died. The objective of this study, was to compare the blood and hair concentration of 6-MAM and morphine between a group of deceased with heroin overdose, heroin addicts and patients who received morphine treatment. Hair and blood was collected from 8 of deceased with heroin overdose and 12 patients who were treated with morphine. Only hairs sample were collected from 24 heroin addicts and 10 drug-free control subjects.

After hairs washing with distilled water for 3 times and acetone one time, hair was extracted with Soerensen 's buffer (pH=7.4) at 60 °C for 18 hrs. The whole blood was extracted with 0.05 M borate buffer (pH=8.5). Both extracts were submitted to a solid phase extraction then

derivatized with MSTFA+ 1%TMCS before being analyzed with a gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). Under this condition, the retention time for 6-MAM and morphine were 10.84 and 10.47, respectively. The correlation coefficients of 6-MAM and morphine standard curves were more than 0.99. Neither 6-MAM nor morphine was detected in negative control hairs. In the heroin addicted group, 6-MAM was detected in 5 out of 24 cases with the mean concentration of 1.35 (± 1.21) ng/mg of hair. Morphine was detected in 4 cases with the mean concentration of 4.04 (± 2.46) ng/mg of hair. 6-MAM and morphine was detected in 6 out of 8 heroin overdose deaths with the mean concentration of 1.72 (± 0.86) and 1.49 (± 0.98) ng/mg of hair. In patients treated with morphine, hair morphine was detected in 8 out of 11 cases with the mean concentration of 2.55 (± 1.32) ng/mg of hair. The concentration of 6-MAM and morphine in hair from each group was not significantly different. The blood 6-MAM level was detected in 5 out of 8 of deceased with heroin overdose with the mean level of 15.24 (± 19.42) ng/ml, why the blood morphine was detected in all cases with the mean concentration of 433.24 (± 400.71) ng/ml. Compared to patients who received morphine treatment, only 4 out of 11 cases were positive for blood morphine with the mean concentration of 25.22 (± 13.70) ng/ml. The concentration of blood morphine was significantly lower than that detected in a group of deceased with heroin overdose. ($p = 0.007$) There was no significant correlation between hair and blood morphine in a group of deceased with heroin overdose and patients who received morphine treatment. No correlation between 6-MAM in hair and blood was observed in a group of deceased with heroin overdose either

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย	22
บทที่ 3 ผลการวิจัย	33
บทที่ 4 อภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย	62
เอกสารอ้างอิง	72
ภาคผนวก	80
ภาคผนวก ก	81
ภาคผนวก ข	90
ภาคผนวก ค	94
ประวัติผู้เขียน	116

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
3-1	สถานะที่เหมาะสมของ GC/MS ในการตรวจหา 6-MAM และมอร์ฟีน	33
3-2	เวลาที่สารแต่ละชนิดใช้ผ่านคอลัมน์ (RT) และการเก็บข้อมูลแบบ SIM ของสาร 6-MAM มอร์ฟีนและ MOR-d ₃	38
3-3	ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	45
3-4	ระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟีนในเส้นผมของกลุ่มตัวอย่าง	48
3-5	ระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟีนในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม	55
ก.1	ประวัติและผลการตรวจ 6-MAM และมอร์ฟีนในเส้นผมของกลุ่มควบคุม จำนวน 10 ราย	94
ก.2	ประวัติและผลการตรวจพบ 6-MAM และมอร์ฟีนในผู้เสพยาเสพติดอื่น จำนวน 24 ราย	95
ก.3	ประวัติและผลการตรวจพบ 6-MAM และมอร์ฟีนในเส้นผมและเลือดของผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเสพติดอื่นเกินขนาด จำนวน 8 ราย	106
ก.4	ประวัติการได้รับยาของผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน จำนวน 12 ราย	109
ก.5	ผลการตรวจหามอร์ฟีนในเส้นผมและเลือดของผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน จำนวน 12 ราย	115

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1-1	2
1-2	2
1-3	3
1-4	4
1-5	4
1-6	5
1-7	6
1-8	9
1-9	10
1-10	11
1-11	13
1-12	14
1-13	16
1-14	16
1-15	18
3-1	34

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป		หน้า
3-2	โครมาโทแกรมชนิด TIC (ก) และสเปกตรัม (ข) ของการเก็บข้อมูลแบบ scan ตั้งแต่ 40-500 amu. ของอนุพันธ์ MOR-TMS จากสารละลายมาตรฐานมอร์ฟีน ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและพบว่า MOR-TMS มีค่า RT ที่ 10.47	35
3-3	โครมาโทแกรมชนิด TIC (ก) และสเปกตรัม (ข) ของการเก็บข้อมูลแบบ scan ตั้งแต่ 40-500 amu. ของอนุพันธ์ MOR-d ₃ -TMS จากสารละลายมาตรฐาน MOR-d ₃ ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและ MOR-d ₃ -TMS มีค่า RT ที่ 10.46 นาที	36
3-4	โครมาโทแกรมชนิด TIC (ก) และสเปกตรัม (ข) ของการเก็บข้อมูลแบบ scan ตั้งแต่ 40-500 amu. ของอนุพันธ์ 6-MAM-TMS จากสารละลายมาตรฐาน 6-MAM ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและ 6-MAM-TMS มีค่า RT ที่ 10.84 นาที	37
3-5	โครมาโทแกรมชนิด TIC ของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ของอนุพันธ์ MOR-TMS MOR-d ₃ -TMS และ 6-MAM-TMS จากสารละลายมาตรฐานผสม มอร์ฟีน MOR-d ₃ และ 6-MAM ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	38
3-6	โครมาโทแกรมชนิด TIC (ก) และสเปกตรัม (ข) ของการเก็บข้อมูลแบบ SIM ของอนุพันธ์ MOR-TMS (RT = 10.47 นาที) จากสารละลายมาตรฐานมอร์ฟีน ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	39
3-7	โครมาโทแกรมชนิด TIC (ก) และสเปกตรัม (ข) ของการเก็บข้อมูลแบบ SIM ของอนุพันธ์ MOR-d ₃ -TMS (RT = 10.46 นาที) จากสารละลายมาตรฐาน MOR-d ₃ ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	40
3-8	โครมาโทแกรมชนิด TIC (ก) และสเปกตรัม (ข) ของการเก็บข้อมูลแบบ SIM ของอนุพันธ์ 6-MAM-TMS (RT = 10.84 นาที) จากสารละลายมาตรฐาน 6-MAM ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	41
3-9	กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน 6-MAM ในเส้นผมหักความเข้มข้นตั้งแต่ 0.5-5 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผมหัก	42
3-10	กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานมอร์ฟีนในเส้นผมหักความเข้มข้นตั้งแต่ 0.5-10 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมเส้นผมหัก	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
3-11 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน 6-MAM ในเลือดความเข้มข้นตั้งแต่ 5-100 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร	43
3-12 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานมอร์ฟีนในเลือดความเข้มข้นตั้งแต่ 5-1,000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร	44
3-13 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ในเส้นผมของกลุ่มควบคุม	49
3-14 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ในเส้นผมของผู้เสพยาเสพติดอื่น	50
3-15 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ในเส้นผมของผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเสพติดอื่นเกินขนาด	51
3-16 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ในเส้นผมของผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน	52
3-17 ระดับความเข้มข้นของ 6-MAM และมอร์ฟีนในเส้นผมที่ตรวจพบในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม	53
3-18 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM มอร์ฟีนในเลือดของผู้เสียชีวิต ผิดธรรมชาติซึ่งได้รับการชันสูตรพลิกศพ และมีผลการตรวจที่ยืนยันว่าตรวจไม่พบ 6-MAM และ มอร์ฟีน ในเลือด	56
3-19 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ในเลือดของผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเสพติดอื่นเกินขนาด	57
3-20 โครมาโทแกรมของวิธีการเก็บข้อมูลแบบ SIM ในเลือดของผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน	58
3-21 ระดับความเข้มข้นของมอร์ฟีนในเลือดที่ตรวจพบในกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเสพติดอื่นเกินขนาดเทียบกับกลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน	59
3-22 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของมอร์ฟีนในเส้นผมกับเลือดของกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเสพติดอื่นเกินขนาด	60
3-23 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของ 6-MAM ในเส้นผมกับเลือดของกลุ่มผู้เสียชีวิตจากการเสพยาเสพติดอื่นเกินขนาด	61
3-24 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของ มอร์ฟีนในเส้นผมกับเลือดของกลุ่มผู้บำบัดรักษาโรคด้วยมอร์ฟีน	61

อักษรย่อและสัญลักษณ์

95%CI	Confidence Interval
°C	degree Celsius
CO	Control Group
CV	coefficient of variation
EI	Electron Ionization
eV	electron volts
GC	Gas chromatography
GC/MS	Gas chromatography - mass spectrometry
h	Hour
HA	Heroin addict
HO	Heroin overdose
HP-5 MS	95% dimethyl - 5% diphenylpolysiloxane
INS	Internal Standard
LC/MS/MS	Liquid chromatography / tandem mass spectrometry
LOD	Limit of detection
LOQ	Limit of quantitation
M	Mole
6-MAM	6 - monoacetylmorphine
6-MAM-TMS	6 - monoacetylmorphine trimethylsilyl
MeOH	Methanol
MOR-d ₃	Morphine deuterated
MOR	Morphine
MOR-TMS	Morphine trimethylsilyl
mg	Milligram
min	Minute
ml	Milliliter

MS	Mass spectrometry
MSTFA+1%TMCS	N-methyl-trimethylsilyl trifluoroacetamide +1% trimethylchlorosilane
MW	Molecular weight
m/z	Mass to charge ratio
ng	Nanogram
PT	Patients
RIA	Radioimmunoassay
RR	Relative recovery
RT	Retention time
rpm	Round per minute
RSD	Relative standard deviation
SIM	Selected ion monitoring
SPE	Solid phase extraction
SD	Standard deviation
TIC	total ion chromatogram
μ l	micro liter