



การวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ โดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี
: ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์

โดย

นายอนุสรณ์ ดิษฐสุวรรณค์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ โดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี
: ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์

โดย
นายอนุสรณ์ ดิษฐสุวรรณค์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**DETERMINATION OF METHAMPHETAMINE IN URINE BY GAS
CHROMATROGRAPHY TECHNIQUES
: STUDY IN REGIONAL MEDICAL SCIENCE CENTER , NAKHON SAWAN**

**By
Anusorn Ditsawan**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree
MASTER OF SCIENCE
Program of Forensic Science
Graduate School
SILPAKORN UNIVERSITY
2009**

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “การวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ โดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี : ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ ” เสนอโดย นายอนุสรณ์ ดิษฐสุวรรณค์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะดังกูร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกหญิง ดร.พัชรา สีนลอยมา
2. ศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก นายแพทย์อุทัย ตีระวนินทร
3. อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชุสกุลเกรียง

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พ.ต.อ.สันดี สุขวัจน์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุณีย์ กัลยะจิตร)

...../...../.....

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ พ.ต.อ.หญิง ดร.พัชรา สีนลอยมา)

...../...../.....

..... กรรมการ

(ศาสตราจารย์ พ.ต.อ. นายแพทย์อุทัย ตีระวนินทร) (อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชุสกุลเกรียง)

...../...../.....

..... กรรมการ

...../...../.....

51312333 : สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : เมทแอมเฟตามีน / ปัสสาวะ / แก๊สโครมาโทกราฟี

อนุสรณ์ ดิษฐสุวรรณ : การวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ
โดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี : ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์.
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รศ. พ.ต.อ.หญิง ดร.พัชรา สีนลอยมา , ศ.พ.ต.อ.นายแพทย์อุทัย
ดิระวินทร และ อ.ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง 78 หน้า.

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการตรวจหาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะซึ่งปัญหา
สารเสพติดในประเทศไทยมีต่อเนื่องมานาน ลักษณะปัญหามีพัฒนาการไปตลอดเวลา และพบว่า
สารเสพติดที่มีจำนวนมากที่สุดยังคงเป็น ยาบ้า เมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine) และ
ในปัจจุบันปัญหาเหล่านี้เข้ามาแพร่หลายในทุกกลุ่มทุกชนชั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเทคนิคที่เร็ว
ขึ้น โดยการใช้แก๊สโครมาโทกราฟี และวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ
ที่น่าสงสัย ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์

ผลการศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะโดยวิธีแก๊สโครมา
โทกราฟี : ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ พบว่าช่วงการวิเคราะห์
ที่มีความเป็นเส้นตรงของเมทแอมเฟตามีน ในช่วง 250 - 5000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร
มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9996 การทดสอบความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์
ระดับความเข้มข้น 500 , 1,000 , 1,500 และ 2,500 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่า % recovery
และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 105 ± 4.3 , 101.15 ± 39.1 , 102.28 ± 31.3 ถึง 101.91 ± 21.6 การทดสอบ
ความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ใน 1 วัน และแต่ละวันที่ระดับความเข้มข้น 1000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร
โดยฉีดซ้ำ 7 ครั้งใน 1 วัน พบว่ามีค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของเมทแอมเฟตามีน
เท่ากับ 939.27 ± 7.8 ส่วนการวิเคราะห์ระหว่างวันพบว่ามีค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนต่ำ
กว่าร้อยละ 5 จึงจำกัดการตรวจพบ (LOD) และ ขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (LOQ)
ของเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะมีค่าเท่ากับ 100 และ 250 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร วิธีวิเคราะห์ที่
พัฒนาขึ้นนี้มีความแม่นยำและความเที่ยง และมีความไวในผลวิเคราะห์สูง

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2552
ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1..... 2.....3.....

51312333 : MAJOR : FORENSIC SCIENCE

KEY WORDS : METHAMPHETAMINE / URINE / GAS CHROMATOGRAPHY

ANUSORN DITSAWAN : DETERMINATION OF METHAMPHETMINE IN URINE BY GAS CHROMATROGRAPHY TECHNIQUES : STUDY IN REGIONAL MEDICAL SCIENCE CENTER , NAKHON SAWAN . THESIS ADVISORS : ASSOC. PROF.POL.COL. PATCHARA SINLOYMA , Ph.D. , PROF.POL.COL. UTHAI TERA VANINTHOR , AND SIRIRAT CHOOSAKOONKRIANG , Ph.D. 78 pp.

The purpose of this study is to determine Methamphetamine in the urine , which is the major problem of narcotic drugs in Thailand. Most of the narcotic convicts are Methamphetamine cases and spread into every corner of the country. The researcher has developed the fast urine analysis technique by using Gas Chromatography. The Quantitative Analysis of Methamphetamine in urine, which is submitted to medical science center, Nakhonsawan province, is conducted.

The analysis result of Methamphetamine quantity in urine by Gas Chromatography Techniques: Studied in Regional Medical Science Center , Nakhonsawan, found that the linear analysis of Methamphetamine is between 250-5000 nanograms per millimeter. The coefficient value(r) is 0.9996. The precision of analytical methods test at concentration of 500, 1,000, 1,500 and 2,500 nanograms per milliliter, the recovery percentage and standard deviation values are 105 ± 4.3 , 101.15 ± 39.1 , 102.28 ± 31.3 to 101.91 ± 21.6 . The precision

test of analytical method in one day and every day at the concentration of 1000 nanograms per milligram is injected seven times a day and is found that the coefficient of variation percentage of Methamphetamine is equal to 939.27 ± 7.8 . The analysis during the day is found that the coefficient of variance percentage is less than five percents. Limit of detection (LOD) and limit of quantitative (LOQ) measurement of Methamphetamine in urine is equal to 100 and 250 nanograms per milliliter. This developed analytic method is accurate, precision and high sensitivity.

Program of Forensic Science Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2009

Student's signature

Thesis Advisors' signature 1. 2. 3.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ โดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี : ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาและความร่วมมือช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่านที่ได้ กรุณาสละเวลาให้ความรู้ ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์กับงานวิจัยเป็น อย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกหญิง ดร.พัชรา สีนลอยมา และ ศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก นายแพทย์อุทัย ติระวนินทร รวมทั้ง อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง ที่ได้กรุณาเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีคุณค่าและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอกสันต์ สุขวาทิน ประธาน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุณีย์ กัลยะจิตร์ คณะสังคมศาสตร์และ มนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็น กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และให้คำแนะนำทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนให้ ความรู้ และปลูกฝังให้เห็นคุณค่าของการศึกษา รวมทั้งนายรามศ กรณีย์ และเจ้าหน้าที่งาน พิษวิทยา ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและเป็น กำลังใจในการศึกษามาโดยตลอด

สำหรับคุณประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบแต่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ ผู้ถ่ายทอดวิชาความรู้ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ตลอดจนผู้ที่ให้โอกาสและสิ่งที่ดีในชีวิต จนทำให้ผู้วิจัยบรรลุผลสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
สมมติฐานของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
ข้อจำกัดของการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	3
กรอบแนวความคิดในการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
ประวัติการศึกษาเมทแอมเฟตามีน	5
โครงสร้างทางเคมี	6
ทฤษฎีเกี่ยวกับการติดยาเสพติด	15
เส้นทางเดินของเมทแอมเฟตามีนในร่างกาย	16
ทฤษฎีเกี่ยวกับกลไกของการออกฤทธิ์ของเมทแอมเฟตามีน	24
ปัจจัยที่มีผลต่อระดับเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ	29
กฎหมายและบทกำหนดโทษที่เกี่ยวข้องกับเมทแอมเฟตามีน	30
วิธีการเก็บและการนำส่งตัวอย่างปัสสาวะ	36
การทดสอบความถูกต้องวิธีวิเคราะห์	37
หลักการพื้นฐานของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์	39
หน่วยวัดปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ	41
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	41

บทที่	หน้า	
3	วิธีดำเนินการวิจัย	49
	ขั้นตอนการทดลอง	49
	กลุ่มตัวอย่าง	49
	เครื่องมือและอุปกรณ์	51
	สารเคมี	52
	สารมาตรฐาน	52
	วิธีเตรียมสารละลายมาตรฐาน	52
	วิธีการเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์	53
	สถานะของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC)	55
	การทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์	55
	ขั้นตอนในการวิเคราะห์	59
	การคำนวณ	61
	การควบคุมคุณภาพ	62
	ความปลอดภัย	62
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล	62
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	64
	ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง	64
	ข้อมูลการทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์	64
	ผลการทดสอบในตัวอย่างปีศาจ	69
5	สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	72
	สรุปผลการวิจัย	72
	อภิปรายผล	73
	ข้อเสนอแนะ	74
	ข้อเสนอแนะจากการวิจัย	74
	ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป	74
	บรรณานุกรม	75
	ประวัติผู้วิจัย	78

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงฤทธิ์กระตุ้นประสาทของอนุพันธ์แอมเฟตามีนส์	10
2	แสดงองค์ประกอบของน้ำปีสสาวะในคนปกติ	24
3	แสดงพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์	38
4	แสดงหน่วยวัดปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปีสสาวะ	41
5	แสดงการวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปีสสาวะเครื่อง GC	61
6	แสดงผลการทดสอบความความจำเพาะของเมทแอมเฟตามีนในปีสสาวะ	65
7	แสดงผลการทดสอบความเป็นเส้นตรงของเมทแอมเฟตามีนในปีสสาวะ	66
8	แสดงการทดสอบความแม่นยำของเมทแอมเฟตามีนในปีสสาวะ	67
9	แสดงผลการทดสอบความเที่ยงของเมทแอมเฟตามีนในปีสสาวะ	68
10	แสดงผลการทดสอบซ้ำชี้แจงจำกัดของการตรวจพบและขีดของการวัดเชิง ปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในปีสสาวะ	69
11	แสดงปริมาณเมทแอมเฟตามีนปีสสาวะที่ได้รับจากการส่งตรวจในเขต พื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์	71

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวความคิดในการวิจัย	4
2	โครงสร้างของเมทแอมเฟตามีน	6
3	โครงสร้างของเฟนิลเอธิลอะมีน	7
4	โครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลอะมีนบริเวณอะตอมของเฟนิล	7
5	โครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลอะมีนบริเวณอะตอมของเบตาคาร์บอน ...	8
6	โครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลอะมีนบริเวณอะตอมของอัลฟาคาร์บอน ..	8
7	โครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลอะมีนบริเวณอะตอมของอะมิโน	8
8	สมอมนุษย์	18
9	ผลกระทบต่อสมองอันเกิดจากการเสพติด	18
10	ผ้าวางสมองของคนปกติ	19
11	ผ้าวางสมองของคนที่ใช้ยา	19
12	ผ้าวางสมองของคนติดยาเสพติด	20
13	ผ้าวางสมองของคนที่ได้รับการรักษาให้พ้นสภาพติดยาเสพติดเป็นเวลา 2 ปี ...	20
14	การทำงานของไต	21
15	กระบวนการเกิดปัสสาวะ	22
16	แสดงองค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC)	39
17	แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของ Detector NPD	40
18	ตัวอย่างปัสสาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์	50
19	ภาชนะและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดตัวอย่างปัสสาวะ	50
20	เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC) ชนิด capillary column ซึ่งมีหน่วยตรวจวัด ชนิด Nitrogen-Phosphorous Detector (NPD) ของยี่ห้อ Hewlett Packard รุ่น HP 6890 Series	51
21	โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างใน เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC)	51
22	วิธีการเตรียมเมทแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม	52
23	วิธีการเตรียมสารมาตรฐานเมทแอมเฟตามีน	53
24	วิธีการเตรียมตัวอย่างเมทแอมเฟตามีนสำหรับการวิเคราะห์	54
25	ขั้นตอนการสกัดตัวอย่างปัสสาวะ	54
26	ขั้นตอนเตรียมตัวอย่างปัสสาวะก่อนเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC) ..	55

ภาพที่	หน้า
27	การทดสอบความจำเพาะ 56
28	การทดสอบความเป็นเส้นตรงและพิสัย 56
29	การทดสอบความแม่นยำ 57
30	การทดสอบความเที่ยง 57
31	การทดสอบขีดจำกัดของการตรวจพบและขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ 58
32	การทดสอบในตัวอย่างปัสสาวะ 59
33	การเตรียมตัวเมทแอมเฟตามีนก่อนเข้าเครื่อง แก๊สโครมาโทกราฟี (GC) 60
34	โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับการ Calibration type แบบ external standard 61
35	Chromatogram ของเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ 65
36	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ กับพื้นที่ใต้พีค 66
37	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน เมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 68
38	แสดง peak ของสารมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและตัวอย่าง 70
39	แสดง Calibration curve สารมาตรฐานเมทแอมเฟตามีน 70

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาสารเสพติดในประเทศไทยมีต่อเนื่องมานาน ลักษณะปัญหาที่มีพัฒนาการไปตลอดเวลา ทำให้สถานการณ์ซับซ้อนมากขึ้น ชนิดของสารเสพติดที่ใช้ก็มีความหลากหลายมากขึ้นด้วย จากสถิติการจับกุมคดียาเสพติดทั่วประเทศ ซึ่งประมวลผลโดยสำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด (ปปส.) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 - 2551 พบว่า สารเสพติดที่มีจำนวนคดีมากที่สุดยังคงเป็น ยาบ้า แม้ว่าแนวโน้มของจำนวนคดีจะลดลงมากแล้วก็ตาม ในขณะที่กลุ่มยาอี หรือ เอ็กซ์ตาซี (Ecstasy) ยังไม่มีแนวโน้มที่จะลดลง สารเสพติดกลุ่มแอมเฟตามีนส์ (Amphetamines/AM) มีอนุพันธ์อยู่หลายชนิด เช่น เมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine/MA) ที่กำลังเป็นปัญหาของประเทศ กลุ่มยาอีหรือเอ็กซ์ตาซี (Ecstasy) ที่ประกอบด้วย เอ็มดีเอ็มเอ (3,4-Methylenedioxymethamphetamine/DMA) เอ็มดีเอ (Methylenedioxy-amphetamine/MDA) และเอ็มดีอี (3,4-Methylenedioxyethylamphetamine/MDE) ซึ่งออกฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง ขณะเดียวกันยังออกฤทธิ์หลอนประสาทอีกด้วย

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ เป็นสถานตรวจพิสูจน์ซึ่งมีอำนาจหน้าที่ตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ.2522 โดยได้รับตัวอย่างปัสสาวะเพื่อตรวจพิสูจน์ยืนยันตามกำหนดหลักเกณฑ์วิธีการและเงื่อนไขการตรวจหรือทดสอบว่าบุคคลหรือกลุ่มบุคคลใดมีสารเสพติดอยู่ในร่างกายหรือไม่ โดยดำเนินการตรวจวิเคราะห์เบื้องต้นด้วยหลักการทางเคมี (Chemical Test) และหลักการภูมิคุ้มกันวิทยา (Immunological Test) ตรวจพิสูจน์ยืนยันด้วยหลักการโครมาโทกราฟี (Chromatography) ประกอบด้วยเทคนิควิธี Thin Layer Chromatography (TLC) และเทคนิควิธี GasChromatography (GC) โดยมีหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ สถานีตำรวจสถานประกอบการ สถานศึกษา สำนักงานคุมประพฤติ และประชาชนทั่วไปได้นำส่งตัวอย่างปัสสาวะเพื่อตรวจพิสูจน์หาสารเสพติด และระบุชนิดของสารเสพติดที่ต้องการให้ตรวจไว้ในหนังสือนำส่ง เช่น ยาบ้า ยาอี กัญชา มอร์ฟิน หรือโคเคน (โคคาอิน) เป็นต้น ซึ่งนักวิเคราะห์จะดำเนินการตรวจวิเคราะห์เฉพาะชนิดของสารเสพติดที่ระบุให้ตรวจเท่านั้น และสังเกตเห็นว่าควรมีการตรวจหาเป็นปริมาณของเมทแอมเฟตามีนเพิ่มขึ้น ซึ่งนอกเหนือจากที่ระบุข้างต้นเพื่อเป็น

ทางเลือกสำหรับหน่วยงานที่นำส่งตัวอย่าง เนื่องจากระยะเวลาที่ผ่านมามีการขอให้ตรวจวิเคราะห์ การหาเป็นปริมาณด้วยในอีกขั้นตอนหนึ่ง จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการศึกษาวิจัยในเรื่อง ดังกล่าว

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีตรวจหาปริมาณเมทแอมเฟตามีนใน ปัสสาวะโดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี รวมทั้งทราบถึงปริมาณเมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine) ในตัวอย่างปัสสาวะที่ระบุชนิดของสารเสพติดที่ต้องการให้ตรวจและ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะที่นำส่งตรวจ ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ การแพทย์นครสวรรค์ ดังนั้นเพื่อให้เป็นไปตามหลักประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ จึงจำเป็นต้อง ทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ โดยทำการทดสอบความใช้ได้ของวิธี คือ ความจำเพาะของ วิธี ความเป็นเส้นตรงและพิสัย ความแม่นยำและความเที่ยง รวมถึงขีดจำกัดที่ตรวจวัดและปริมาณ ต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้

เนื่องจากการตรวจพิสูจน์สารเสพติด ตามประกาศของคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด เรื่องกำหนดหลักเกณฑ์วิธีการและเงื่อนไขการตรวจหรือทดสอบว่าบุคคล หรือกลุ่มบุคคลใดมีสารเสพติดอยู่ในร่างกายหรือไม่ ได้กำหนดว่าการที่จะถือว่าผู้ใดมีสารเสพติด อยู่ในร่างกายผู้นั้นต้องมี ระดับของเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะตั้งแต่ 1000 ng/ml ขึ้นไป ซึ่งความสำคัญต่อการแก้ไขปัญหายาเสพติดจึงควรจะต้องมีความระมัดระวังและคำนึงถึง สถานการณ์หรือรูปแบบการเสพสารเสพติดในแต่ละพื้นที่ประกอบกันด้วย อีกทั้งการได้มา ซึ่งข้อมูลชนิดของสารเสพติดที่ถูกต้อง จะส่งผลเกี่ยวเนื่องถึงการดำเนินงานเกี่ยวกับบรรดคดี การประเมินสถานการณ์และรูปแบบการใช้สารเสพติดที่มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงได้นำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เข้ามาศึกษาคิดค้นหาวิธีการสกัด การใช้ ปริมาณปัสสาวะ และระยะเวลาในการวิเคราะห์ เพื่อให้ผลการตรวจวิเคราะห์มีความถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว ตลอดจนเพื่อให้เป็นการพัฒนางานด้านการตรวจพิสูจน์สารเสพติดและวัตถุ ออกฤทธิ์

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาวิธีตรวจหาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะโดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี

2.2 เพื่อศึกษาข้อมูลปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะที่นำส่งตรวจ ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 การเลือกตัวทำละลาย การใช้ปริมาณปัสสาวะ และระยะเวลาในการวิเคราะห์ สามารถตรวจหาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ โดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี

3.2 ทราบถึงปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์

4. ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาการหาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ โดยทำการลดตัวทำละลายที่ใช้สกัด ลดปริมาณของตัวอย่าง และระยะเวลาที่ใช้ในการหาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะให้น้อยลง โดยใช้หลักการทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์นำไปวิเคราะห์ในเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี และนำวิธีวิเคราะห์ไปศึกษาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ จำนวน 80 ตัวอย่าง

5. ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถควบคุมตัวอย่างที่นำมาส่งตรวจวิเคราะห์ได้ โดยในการวิเคราะห์หาปริมาณในแต่ละครั้งต้องมีการเก็บข้อมูลและในบางครั้งต้องมีการสอบถามเบื้องต้นเกี่ยวกับตัวอย่าง

6. นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

6.1 เมทแอมเฟตามีน หมายถึง สารที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นของแอมเฟตามีน ซึ่งมีผลต่อร่างกาย ในระบบประสาทส่วนกลางได้รุนแรง เมทแอมเฟตามีน มีประโยชน์ในทางการแพทย์ คือเป็นยารักษาโรคหลายชนิดที่นิยมแพร่หลายเป็นยาคุมแก้หวัด คัดจมูก โทษ คือ เมื่อเสพจะทำให้ติดได้ และเมื่อเสพในปริมาณมาก จะเกิดอาการคุ้มคลั่ง เพื่อทำร้ายตนเอง และคนรอบข้างได้

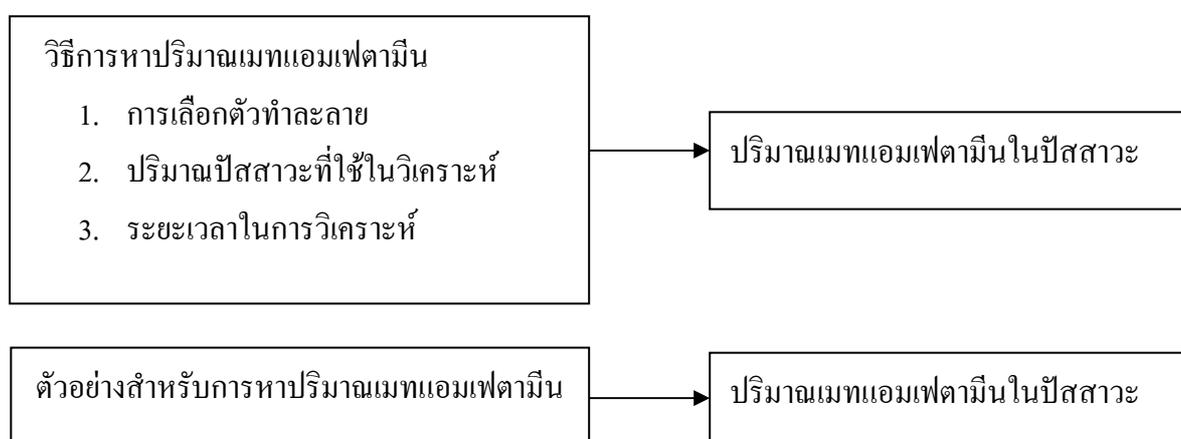
6.2 ปัสสาวะ หมายถึง ของเหลวที่ถูกสกัดออกจากร่างกายในรูปของเสีย ประกอบด้วยน้ำ ของแข็ง สารประกอบยูเรีย ปริมาณของปัสสาวะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่รับประทานเข้า

6.3 Gas Chromatography (GC) หมายถึง เทคนิคที่ใช้ในการแยกสารผสมออกจากกัน โดยเทคนิคนี้ใช้แยกสารที่สามารถเปลี่ยนให้เป็นแก๊สเฟสได้ที่อุณหภูมิหนึ่ง เมื่อสารผสมนั้นถูกเปลี่ยนให้อยู่ในแก๊สเฟสแล้ว ให้สารเหล่านั้นผ่านเข้าไปในคอลัมน์ที่บรรจุด้วยเฟสคงที่

(stationary phase) โดยอาศัยการพาไปของเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) หรือแก๊สตัวพา (carrier gas) สารผสมเหล่านั้นจะเกิดการแยกขึ้น

7. กรอบแนวความคิดในการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ โดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี : ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ ดังแสดงกรอบแนวคิด ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย การวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ โดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี : ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์

8. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

8.1 สามารถช่วยลดความเสี่ยงของปริมาณตัวอย่างและประหยัดเวลาในการหาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ

8.2 เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลเรื่องการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ

8.3 เพื่อเป็นการพัฒนาวิธีการตรวจพิสูจน์หาสารเสพติดชนิดเมทแอมเฟตามีน

8.4 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และพัฒนาแนวทางการตรวจหาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ โดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี : ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. ประวัติการศึกษาเมทแอมเฟตามีน
2. โครงสร้างทางเคมี
3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการติดยาเสพติด
4. เส้นทางการเดินของเมทแอมเฟตามีนในร่างกาย
5. ทฤษฎีเกี่ยวกับกลไกของการออกฤทธิ์ของเมทแอมเฟตามีน
6. ปัจจัยที่มีผลต่อระดับเมทแอมเฟตามีน
7. กฎหมาย และบทกำหนดโทษที่เกี่ยวข้องกับเมทแอมเฟตามีน
8. วิธีการเก็บและนำส่งตัวอย่างปัสสาวะ
9. การทดสอบความถูกต้องวิธีวิเคราะห์
10. หลักการพื้นฐานของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์
11. หน่วยวัดปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ
12. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

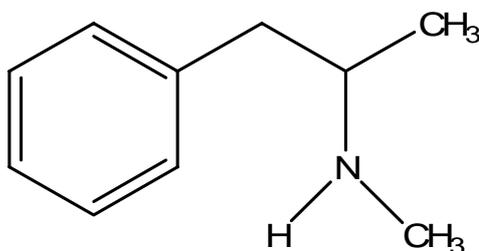
1. ประวัติการศึกษาเมทแอมเฟตามีน

Amphetamine เป็นสารที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาในปี ค.ศ.1887 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ เอเดเลโน (Edeleno) ในรูปของแอมเฟตามีนซัลเฟต (Amphetamine Sulphate) ต่อมาในปี ค.ศ. 1888 นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น ก็สามารถสังเคราะห์อนุพันธ์ของแอมเฟตามีนได้อีกตัวหนึ่งคือ เมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine) ซึ่งมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง ได้รุนแรงกว่าแอมเฟตามีนและยาบ้าที่ระบาคในเมืองไทยในขณะนี้ ก็มีสารประกอบเป็นหลักเมทแอมเฟตามีนนี้เอง ในอดีตที่ประเทศสหรัฐอเมริกา แอมเฟตามีนถูกใช้เป็นยารักษาโรคหลายชนิดที่นิยมแพร่หลายเป็นยาคุมแก้หวัด คัดจมูก ชื่อยา เบนซีดรีน (Benzedrine) มีใ้สกัดขาย

ซุบด้วยน้ำยาบรรจุไว้ใน หลอดให้สุดคมแต่ก็มีผู้นำมาใช้ในทางที่ผิดเพื่อกระตุ้นร่างกาย และลดความอ้วน โดยนำไปใส่กระดาษซับมาจุ่มน้ำเพื่อละลายตัวยา แล้วนำมาใช้กินแทนต่อมามีการผลิตแอมเฟตามีนออกมาในรูปยาเม็ดใช้กันอย่างแพร่หลายจนกลายเป็นยาสามัญประจำบ้าน ไม่ต้องมีใบสั่งยาที่ซื้อหามาใช้ได้ ในขณะที่นั้นมีการโฆษณาสรรพคุณของแอมเฟตามีนว่าสามารถรักษาโรคได้ถึง 39 โรค เช่น โรคจิต โรคประสาท โรคซึมเศร้า โรคปวดศีรษะ เป็นต้น โดยไม่ได้ตระหนักถึงฤทธิ์ของยา ที่ทำให้เสพติดกันมากนัก และมีประชาชนจำนวนมากที่นำมาใช้ในทางที่ผิดในปี ค.ศ. 1939 สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ของสหรัฐอเมริกา ประกาศให้ยาจำพวกแอมเฟตามีนเป็นยาควบคุมซึ่งต้องมีใบสั่งยาจากแพทย์จึงจะซื้อได้ ทำให้การใช้ชนิดนี้ลดน้อยลงจากท้องตลาด และเริ่มมีการผลิตและจำหน่ายผิดกฎหมายอย่างแพร่หลาย

ในสมัยสงครามโลกครั้งที่สอง เมทแอมเฟตามีนใช้กระตุ้นความกล้าหาญและความอดทนของทหารทั้งสองฝ่าย โดยประมาณกันว่ามีการใช้ยาบ้ากว่า 72 ล้านเม็ดระหว่างสงครามโลกครั้งที่สองแม้กระทั่ง ฮิตเลอร์ก็ฉีดยาบ้าแทบทุกวัน หลังสงครามการใช้ยาบ้าจึงเริ่มแพร่ขยายออกไปสู่สังคม สาเหตุที่เคยเรียกว่า ยาบ้า สันนิษฐานได้หลายแง่ ว่าคงมาจากการที่เคยนำไปใช้กระตุ้นม้าแข่งให้วิ่งเร็วและอดทน บ้างว่าเนื่องจากทำให้ผู้ใช้ยาตึกะนองเหมือนม้าอย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนมาเรียกเป็นยาบ้าก็เพื่อจะเน้นความเป็นพิษของยา (สารานุกรมเสรี 2552)

2. โครงสร้างทางเคมี



ภาพที่ 2 โครงสร้างของเมทแอมเฟตามีน

ที่มา : วิโรจน์ สุ่มใหญ่, ยาบ้ามหันตภัยข้ามสหัสวรรษ (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โฮมสวีตโฮม , 2543) , 50.

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

ชื่อทางเคมี เมทแอมเฟตามีน

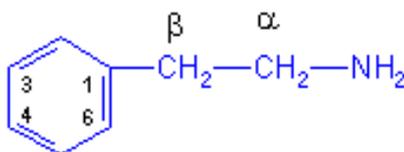
สูตรเคมี $C_{10}H_{15}N$

น้ำหนักโมเลกุล 149.24

จุดหลอมเหลว 172 -174 °C

จุดเดือด 214 °C

เมทแอมเฟตามีนเป็นอนุพันธ์แอมเฟตามีนซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ในกลุ่มเฟนิลเอธิลเอมีน (Phenyl ethylamine) ซึ่งได้แก่ สารประกอบอินทรีย์ที่ในโมเลกุลประกอบด้วยอะตอมของเฟนิล อะตอมของแอลลิเฟททิก 2 คาร์บอน ($-CH_2 - CH_2 -$) และอะตอมของอะมิโน ($-NH_2$) มารวมตัวกัน เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ได้มาจากการสังเคราะห์ ลักษณะการเรียงตัวของอะตอมต่าง ๆ ในโมเลกุลสารประกอบอินทรีย์ในกลุ่มเฟนิลเอธิลเอมีน จะเป็นดังนี้ คาร์บอนตัวที่อยู่ติดกับอะตอมของอะมิโนเรียกว่า อัลฟา คาร์บอน (alpha carbon) ส่วนคาร์บอนตัวที่อยู่ติดกับอะตอมของเฟนิลเรียกว่า เบตา คาร์บอน (beta carbon) การเรียงตัวของอะตอมต่าง ๆ ในโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ในกลุ่มเฟนิลเอธิลเอมีน จะต้องเป็นไปตามแบบแผนที่กล่าวมาข้างต้น โมเลกุลของเฟนิลเอธิลเอมีน จึงจะมีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทกลาง (Central Nervous System Stimulant)



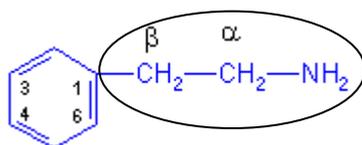
ภาพที่ 3 โครงสร้างของเฟนิลเอธิลเอมีน

ที่มา : วิโรจน์ สุ่มใหญ่, ยาบ้ามหันตภัยข้ามศหัสวรรษ (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โฮมสวีตโฮม , 2543) , 50.

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างโมเลกุลกับฤทธิ์กระตุ้นประสาท

ความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างโมเลกุลกับฤทธิ์กระตุ้นประสาทของสารอินทรีย์กลุ่มเฟนิลเอธิลเอมีนถูกค้นพบเป็นครั้งแรกโดย บาร์เกอร์และเดล (Barger and Dale) และจากการศึกษาในเวลาต่อมาโดยนักวิทยาศาสตร์อีกหลายกลุ่ม พบว่าสารอินทรีย์กลุ่มเฟนิลเอธิลเอมีนสามารถถูกดัดแปลงโครงสร้างในโมเลกุลให้กลายเป็นสารอินทรีย์ตัวใหม่ ๆ ได้อีกหลายชนิดการดัดแปลงโครงสร้างในโมเลกุลของเฟนิลเอธิลเอมีนสามารถกระทำได้ 4 จุดด้วยกัน คือ

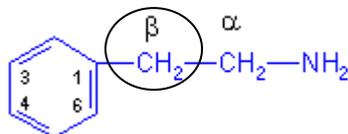
1. ดัดแปลงโครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลเอมีนบริเวณอะตอมของเฟนิล



ภาพที่ 4 โครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลเอมีนบริเวณอะตอมของเฟนิล

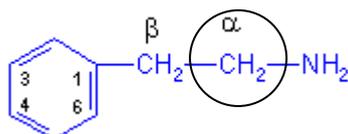
ที่มา : วิโรจน์ สุ่มใหญ่, ยาบ้ามหันตภัยข้ามศหัสวรรษ (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โฮมสวีตโฮม , 2543) , 50.

2. ดัดแปลงโครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลเอมีนบริเวณอะตอมของเบตาคาร์บอน



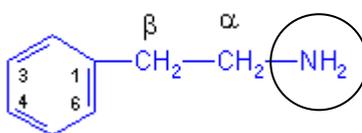
ภาพที่ 5 โครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลเอมีนบริเวณอะตอมของเบตาคาร์บอน
ที่มา : วิโรจน์ สุ่มใหญ่, ยาบ้าอันตรายข้ามศตวรรษ (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โฮมสวีตโฮม , 2543) , 50.

3. ดัดแปลงโครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลเอมีนบริเวณอะตอมของอัลฟาคาร์บอน



ภาพที่ 6 โครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลเอมีนบริเวณอะตอมของอัลฟาคาร์บอน
ที่มา : วิโรจน์ สุ่มใหญ่, ยาบ้าอันตรายข้ามศตวรรษ (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โฮมสวีตโฮม , 2543) , 50.

4. ดัดแปลงโครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลเอมีนบริเวณอะตอมของอะมิโน



ภาพที่ 7 โครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลเอมีนบริเวณอะตอมของอะมิโน
ที่มา : วิโรจน์ สุ่มใหญ่, ยาบ้าอันตรายข้ามศตวรรษ (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โฮมสวีตโฮม , 2543) , 50.

นักวิทยาศาสตร์ที่ทำการศึกษาวิจัยในเรื่องการดัดแปลงโครงสร้างในโมเลกุลของเฟนิลเอธิลอะมีนอย่างจริงจัง คือ ดร.อเล็กซานเดอร์ ชูลกิน (Alexander Shulgin) และจากการศึกษาวิจัยของ ดร.ชูลกิน พบว่าการดัดแปลงโครงสร้างในโมเลกุลของเฟนิลเอธิลอะมีนตามจุดต่าง ๆ 4 จุดที่กล่าวมา จะทำให้ได้สารอินทรีย์ในกลุ่มนี้ขึ้นมาทั้งหมด 179 ชนิด โดยสารอินทรีย์ชนิดใหม่ ๆ ที่ได้จากระบวนการดัดแปลงโครงสร้างในโมเลกุลของเฟนิลเอธิลอะมีน หากจะมีฤทธิ์ต่อระบบประสาทจะต้องมีโครงสร้างในโมเลกุลเป็นไปตามกฎเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. อะตอมของเฟนิลกับอะตอมของอะมิโนจะต้องอยู่แยกห่างจากกันโดยอะตอมของคาร์บอน 2 อะตอมเท่านั้น หากอะตอมของคาร์บอนที่คั่นระหว่างอะตอมของเฟนิลกับอะตอมของอะมิโนเพิ่มขึ้นเป็น 3 อะตอม หรือมากกว่า ฤทธิ์ต่อระบบประสาทจะลดลงไปเรื่อย ๆ ตามจำนวนอะตอมของคาร์บอนที่เพิ่มขึ้น ฉะนั้น โครงสร้างโมเลกุลที่มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทรุนแรงที่สุด

2. การดัดแปลงโครงสร้างตรงบริเวณอะตอมของอะมิโนอะตอม ที่นำเข้าไปแทนที่ไฮโดรเจน (H) จะต้องมิขนาดไม่ใหญ่โตมากเกินไปยิ่งมีขนาดโตมากฤทธิ์กระตุ้นประสาทจะลดลงตามขนาดของอะตอมที่เหมาะสมที่สุดที่นำเข้าไปแทนที่ไฮโดรเจน แล้วจะได้สารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์กระตุ้นประสาทรุนแรงที่สุดคือ อะตอมของเมทิล ($-CH_3$)

3. การดัดแปลงโครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลอะมีนตรงบริเวณอัลฟาคาร์บอน โดยการแทนที่ไฮโดรเจนด้วยอะตอมของเมทิลเพียง 1 อะตอม จะได้สารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์กระตุ้นประสาทที่มีฤทธิ์รุนแรงที่สุด แต่ถ้าแทนที่ไฮโดรเจนทั้ง 2 อะตอมที่อัลฟาคาร์บอนด้วยอะตอมของเมทิลฤทธิ์กระตุ้นประสาทของสารอินทรีย์ที่ได้จะลดลง

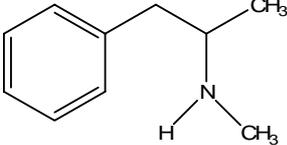
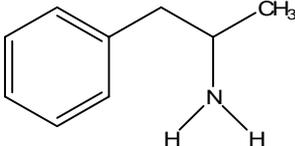
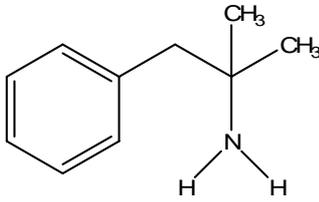
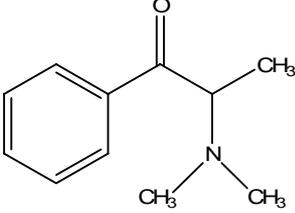
4. ตรงบริเวณอะตอมของเบตาคาร์บอนไม่ควรทำการดัดแปลง การดัดแปลงโครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลอะมีนตรงบริเวณเบตาคาร์บอนจะทำให้ได้สารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์กระตุ้นประสาทลดลง

5. ตรงบริเวณของอะตอมของเฟนิลไม่ควรทำการดัดแปลง การดัดแปลงโครงสร้างโมเลกุลเฟนิลเอธิลอะมีนตรงบริเวณอะตอมของเฟนิลจะทำให้ได้สารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์กระตุ้นประสาทลดลงและมีฤทธิ์ก่อให้เกิดอาการประสาทหลอนรุนแรงขึ้น

จากกฎเกณฑ์ที่กล่าวมาทั้ง 5 ข้อ จะเห็นได้ว่า การดัดแปลงโครงสร้างโมเลกุลของเฟนิลเอธิลอะมีนเพื่อให้ได้สารอินทรีย์ชนิดใหม่ ๆ ที่มีฤทธิ์กระตุ้นประสาทแต่เพียงอย่างเดียว โดยไม่มีฤทธิ์ก่อให้เกิดอาการประสาทหลอนปรากฏขึ้นมาด้วยนั้น จะสามารถทำการดัดแปลงโครงสร้างในโมเลกุลเฟนิลเอธิลอะมีนได้ไม่หลากหลายนัก ฉะนั้นในปัจจุบันเราจึงพบว่า สารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์กระตุ้นประสาทแต่เพียงอย่างเดียวจะมีอยู่ไม่มากนักที่สำคัญ ๆ ได้แก่ แอมเฟตามีน (Amphetamine) เมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine) เฟนเทอร์มีน (Phentermine)

เบนซ์เฟตามีน (Benzphetamine) และไดเอธิลโพรปิออน (Diethylpropion) ซึ่งมีสูตรโครงสร้างในโมเลกุลและความรุนแรงของฤทธิ์กระตุ้นประสาทแสดงไว้ในตาราง (วิโรจน์ สุ่มใหญ่ 2543)

ตารางที่ 1 แสดงฤทธิ์กระตุ้นประสาทของอนุพันธ์แอมเฟตามีนส์

ชื่อสารอินทรีย์	โครงสร้างทางเคมีในโมเลกุล	ความรุนแรงของฤทธิ์กระตุ้นประสาท
เมทแอมเฟตามีน		+++++
แอมเฟตามีน		+++
เฟนเคอร์มีน		+++
ไดเอธิลโพรปิออน		++

หมายเหตุ : +++++ = มีฤทธิ์กระตุ้นประสาทรุนแรงที่สุด

ที่มา : วิโรจน์ สุ่มใหญ่ , ยาบ้ามหันตภัยข้ามศตวรรษ (กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โฮมสวีตโฮม , 2543) , 50.

2.2 สาเหตุการแสดงออกทางพฤติกรรมมนุษย์เกี่ยวกับยาเสพติด

2.2.1 ปัจจัยส่วนบุคคล (Individual factor)

- ลักษณะอุปนิสัย (habit) ลักษณะอุปนิสัยของคนไทยที่เสี่ยงต่อพฤติกรรมเกี่ยวกับยาเสพติด เช่น รักสนุก อุปนิสัยทำอะไรตามใจคือไทยแท้ คนไทยชอบการเสี่ยงแสวงหาโชคลาภในระยะสั้น

- ความคิด (thinking) โดยเฉพาะอย่างยิ่งความคิดในทางที่ลบ (negative thinking) เห็นตัวเองไม่มีคุณค่า ไม่มีคามหมาย ไม่มีคามภูมิใจในตนเอง ความคิดที่จะประชดชีวิตประชดสังคม

- ความเชื่อ (belief) โดยปกติคนไทยมักเชื่อฟังผู้ที่อาวุโสกว่า การเชื่อคนง่าย ก็มีโอกาศถูกหวานล้อมและชักจูงไปในทางที่ผิดได้ง่ายเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังรวมไปถึงความเชื่อที่ผิด ๆ ต่อยาเสพติดด้วย

- ทศนคติ (attitude) เป็นต้นว่า ทศนคติที่ว่ายาเสพติดใช้แล้วไม่ติดสามารถเลิกได้ด้วยตัวเองเมื่อต้องการ

- ความโน้มเอียงทางจิตใจที่จะกระทำคามผิด (tendency) อย่างกรณีบุคคลที่อยู่ใกล้ชิดกับยาเสพติดมีแนวโน้มที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับยาเสพติดได้ง่าย การนำผู้กระทำคามผิดในคดีต่างๆ มาขังรวมกัน ก็ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่นำไปสู่การสร้างอาชญากรรมขึ้นมาใหม่

- อารมณ์ (emotion) อาจจะเป็นเพราะอารมณ์ไม่มั่นคง (unstable) กังวล (anxiety) กลัว (phobia) เฉยเมย (apathy) บ่อยครั้งที่มีการใช้ยาเสพติดเพื่อแสวงหาคามเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ (mood altering) แสวงหาคามเคลิบเคลิ้มเป็นสุข (euphoria) การสร้างกระปรี้กระเปร่า (energizer) การกระตุ้นความรู้สึกทางเพศ

- บุคลิกภาพ (personality) ความบกพร่องของบุคลิกภาพ (personality weakness) เป็นสาเหตุหนึ่งของพฤติกรรมเกี่ยวกับยาเสพติด โดยเฉพาะอย่างยิ่งคนที่มีความรู้สึกว่ตนเองมีปมด้อย (inferiority complex) ต้องการชดเชยปมด้อยของตนเอง (compensation)

- วุฒิภาวะ (maturity) เริ่มตั้งแต่มี่ความสนใจสั้น (attention deficit disorder) การไม่รู้จัักโต ทำตัวไม่สมอายุ การทำตัวเป็นแบบหนุ่มสาวเสเพล เถลไถล (wayward youth)

- การเรียนรู้ (learning) ทั้งนี้เชื่อว่าพฤติกรรมการกระทำคามผิดเกิดจากการเรียนรู้ซึ่งเป็นไปได้ทั้งการเรียนรู้โดยการกระทำ (learning by doing) การหาประสบการณ์ด้วยตนเอง (self directed learning) การเรียนรู้แบบลองผิดลองถูก (trial and error)

- แรงจูงใจเกี่ยวกับรายได้ (incentive inducement) ความสามารถในการทำกำไร (profitability) และแรงจูงใจที่อยากทำรายแบบก้าวกระโดดได้ทำให้เกิดการลักลอบผลิตและค้ากันอย่างรวดเร็วและกว้างขวาง มีผู้กระทำความผิดคดียาเสพติดรายใหม่ตลอดเวลา การค้ายาเสพติดกำลังกลายเป็นอาชีพที่หาเงินได้ง่ายกว่าอาชีพอื่นเพราะขายเร็วได้ในระยะเวลาอันสั้น
- ความต้องการ (need) โดยปกติมนุษย์เราจะมีความต้องการอยู่ตลอดเวลาไม่สิ้นสุด เช่น ความรู้สึกที่อยากทดลอง อยากทำในสิ่งที่ตนเองพอใจ การใช้ยาเสพติดเพื่ออยากที่จะเอาชนะ (cap control) ต้องการผู้ที่เราไว้วางใจได้เพื่อระบายปัญหาคับข้องใจ
- ความกดดัน (stress) ซึ่งเป็นไปได้ในหลากหลายลักษณะ เช่น การหมกมุ่นอยู่กับการทำงาน (workaholic) ไม่มีเวลาให้กับตัวเองและครอบครัว ปัญหาที่รุมเร้าในชีวิตประจำวัน (daily problem) การมีชีวิตอยู่อย่างท้อแท้
- ความขัดแย้งในตัวเอง (self conflict) ขาดความสามารถในการควบคุมตนเอง (self control capability) ปัญหาการขัดแย้งกันระหว่างผลประโยชน์ส่วนบุคคลกับผลประโยชน์สาธารณะ (conflict of interest)
- ทางออกของตนเอง (self exit) เป็นการแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหาชีวิตแบบเฉพาะหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลือกทางออกที่ผิด บางคนคิดว่าถ้าใช้ยาเสพติดแล้วจะช่วยผ่อนคลายความเครียดได้
- เวลาว่าง การมีเวลาว่างมากเกินไปก็อาจทำให้บางคนยุ่งเกี่ยวกับยาเสพติดได้เช่นกัน

2.2.2 ปัจจัยทางสังคม (Social factor)

- ครอบครัว (family) บางคนประสบความสำเร็จในหน้าที่การงานแต่ประสบความสำเร็จล้มเหลวในชีวิตครอบครัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ความรักความอบอุ่นในครอบครัว และปัญหาครอบครัวแตกแยก (broken home) เป็นสาเหตุหนึ่งนำไปสู่ปัญหาเสพติด ยิ่งไปกว่านั้นหากบุคคลในครอบครัวหรือเครือญาติเป็นผู้กระทำความผิดตามไปด้วยเข้าทำนองเชื่อไม่ทิ้งแถว (like father, like son)
- การอบรมเลี้ยงดู (socialization) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงดูแบบปกป้องหรือควบคุมจนเกินไปก็อาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งของพฤติกรรมด้านยาเสพติด
- ประเพณี (tradition) การใช้ยาเสพติดบางชนิดกลายเป็นส่วนหนึ่งของสังคม (social drugs) อย่างกรณีการเสพฝิ่นที่สืบทอดกันมาเป็นประเพณีของชาวเขาบางเผ่ารวมทั้งการใช้ฝิ่นเป็นยาประจำบ้าน ยาระงับปวด

- สมัยนิยม (fashion) เช่น เมื่อหลายปีก่อนกลุ่มศิลปินดนตรีประเภทพังค์ (punk) และพวกฮิปปี (hippy) มักจะมั่วสุมกันเสพยาเสพติด ปัจจุบันกลุ่มวัยรุ่นมีการใช้ยาเสพติดเป็นสินค้าสมัยนิยม ครั้นเมื่อใช้นานๆ เข้าจนติดก็กลายเป็นสินค้าจำเป็นไปในที่สุด
- ค่านิยม (value) ค่านิยมของคนในสังคมที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด การดำเนินชีวิตที่ยึดติดในวัตถุนิยม การยกย่องคนมีเงินไม่ว่าจะได้เงินนั้นมาด้วยวิธีใดก็ตาม
- กลุ่ม (group) ทั้งกลุ่มปฐมภูมิ (primary group) กลุ่มทุติยภูมิ (secondary group) และกลุ่มอ้างอิง (reference group) ได้มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของบุคคลทั้งโดยตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคบหาสมาคมกับกลุ่มเพื่อน (peer group) ที่มีพฤติกรรมเบี่ยงเบนหรือติดยาเสพติด มีผลอย่างมากต่อพฤติกรรมด้านยาเสพติดของกลุ่มเยาวชนในขณะนี้
- วัฒนธรรมย่อย (subculture) การเปลี่ยนแปลงของวัฒนธรรมวัยรุ่น เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการกำหนดรูปแบบของยาเสพติด ยาเสพติดชนิดใหม่มักจะก่อให้เกิดวัฒนธรรมย่อยในการใช้ยาเสพติด (new drugs – new subculture)
- สังคมแห่งความไร้ระเบียบ (disorder society) สังคมที่มีความเจริญทางวัตถุแต่มาตรฐานความประพฤติ ศีลธรรม และจริยธรรมกลับลดลง
- พฤติกรรมตามสังคม (prosocial behaviour) โดยการรับเอาสิ่งภายนอกมาเป็นลักษณะของตัวเอง (introjections) การพึ่งพาผู้อื่น (dependent) การใช้ยาเสพติดเพื่อเป็นสัญลักษณ์ของการเป็นพวกเดียวกัน (fellowship)
- พฤติกรรมต่อต้านสังคม (antisocial behavior) ซึ่งอาจจะเริ่มตั้งแต่การต่อต้านตนเองและบุคคลใกล้ชิดชอบทำในสิ่งที่ตรงกันข้าม (negativism) ปฏิเสธความจริง (denial of reality) คือเจ็บบีบตัว (shut-in) ชอบอยู่คนเดียว (isolation) ความรู้สึกแปลกแยก (alienation) หวาดระแวง (paranoid)

2.2.3 ปัจจัยแวดล้อม (Circumstantial factor)

- ความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ได้กลายเป็นปัจจัยและเงื่อนไขให้เกิดผลต่อปัญหาเสพติดทั้งในด้านการผลิต การค้า การนำเข้า การส่งออก และการแพร่ระบาดของยาเสพติด
- ความสามารถที่หาเสพติดได้ (availability) ตรายใดที่สามารถซื้อหาเสพติดจากใคร ที่ไหน เมื่อไหร่ก็ได้ การแพร่ระบาดของยาเสพติดก็จะแตกตัวออกไปอย่างรวดเร็ว

- ปริมาณยาเสพติด เนื่องจากมีปริมาณยาเสพติดอีกจำนวนมากที่รอดพ้นไปจากการสกัดกั้นปราบปรามและจับกุมของเจ้าหน้าที่ภาครัฐและพร้อมที่จะกระจายกระจายไปสู่กลุ่มผู้เสพยาเสพติด
- โอกาส (opportunity) จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันมีช่องทางและโอกาสที่จะมีการแสวงหาประโยชน์จากการผลิต การค้าขาย และการแพร่ระบาดของยาเสพติดที่ค่อนข้างมากทีเดียว
- เจ้าหน้าที่ของรัฐบางคน เข้าไปเกี่ยวข้องกับการกระทำความผิดกฎหมายยาเสพติดเกิดความสัมพันธ์ระหว่างผู้อุปถัมภ์กับบริวาร (patron-client relation) ทำให้การบังคับใช้กฎหมายยาเสพติดไร้ประสิทธิภาพ
- สังคมการสื่อสารข้อมูลสมบูรณ์แบบ (mobile information society) ทำให้ทุกคนสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้โดยไร้ขีดจำกัด สื่อประเภทต่างๆ ได้มีอิทธิพลอย่างมากต่อพฤติกรรมด้านยาเสพติด
- การตราหน้าทางสังคม (social labelling) เท่าที่ผ่านมาสังคมไม่ค่อยยอมรับผู้ติดยาเสพติด อาจจะปิดกั้นมิให้ผู้ติดยาเสพติดเข้ามารับการบำบัดรักษา การถูกตราหน้าว่าเป็นจี้ยาอาจจะเป็นดาบสองคมของการลงโทษทางสังคม (social sanction) ทำให้ยากต่อการกลับตัวเป็นพลเมืองดี
- ความสัมพันธ์ระหว่างเมืองกับปริมณฑล (center-periphery relation) ชุมชนที่เจริญมากก็มักจะมีการแฝงตัวไปด้วยปัญหายาเสพติดที่มากเช่นกัน ยิ่งไปกว่านั้นแนวโน้มว่าจะเกิดการกระจายตัวของยาเสพติดจากสังคมเมืองไปสู่เขตปริมณฑลและสังคมชนบทมากขึ้น
- วิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจ (economic crisis) ความยากจนทำให้บางคนหรือบางกลุ่มมีพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับยาเสพติดมากขึ้น และมีการผลักดันให้แต่ละคนพยายามดิ้นรนหาเงินหรือกอบโกย (make money) ให้ได้มากที่สุดโดยไม่คำนึงถึงว่าจะได้มาโดยวิธีการที่จะถูกกฎหมายหรือไม่ก็ตาม
- การแพร่ระบาดของยาเสพติดบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (cyber drugs) ผู้ซื้อ ผู้ขาย โดยยาเสพติดสามารถติดต่อกันบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยไม่จำเป็นต้องเห็นหน้ากัน การจ่ายเงินค่ายาเสพติดก็กระทำได้หลายวิธีรวมทั้งการใช้เงินอิเล็กทรอนิกส์ (electronic money) ในการใช้จ่ายในการซื้อยาเสพติดและเป็นอีกช่องทางหนึ่งในการแพร่ระบาดที่ได้รับความนิยมในอีกวิธีหนึ่งด้วย (สุจิต ลั่นซ้าย 2544 : 55 - 59)

3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการติดยาเสพติด

ทฤษฎีการติดยาแบบ “ชีว จิตตะ สังคม” (Bio-psycho-Social Model of Addiction) มีองค์ประกอบดังนี้

- ทางชีว(Biological) ได้แก่ สาเหตุทาง genetics, constitutional , neurochemical , ทางสื่อเคมี , neuroadaptation ถ้าสิ่งเหล่านี้บกพร่องก็จะมีผลเปราะบาง หรือความอ่อนแอทางกรรมพันธุ์ตามธรรมชาติ (Vulnerability) ที่นำสู่ความเสี่ยงสูงต่อการลองยาและการติดยา ขาดตัวมีฤทธิ์แรง ทำให้สื่อเคมีออกมาเป็นปัจจัยให้ติดง่าย ปัจจัยทางชีวนี้มีอิทธิพลต่อการติดยาประมาณ 40 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์

- ทางจิตตะ (Psychological) ได้แก่ ระบบจิตใจ บุคลิกนิสัย ความสามารถในการปรับตัว ทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะในการตัดสินใจ และทักษะในการหาความสุขลดความทุกข์ตามวิถีทางธรรมชาติ สิ่งเหล่านี้ได้มาจากการอบรม ฝึกฝนและเลี้ยงดูตั้งแต่เด็กจนถึงวัยรุ่น ปัจจัยนี้จะนำไปสู่การลองยาและติดยาในที่สุด

- ทางสังคม (Social) ได้แก่ อิทธิพลทางพี่น้อง เพื่อนฝูง พรรคพวก โรงเรียน ห้องถิ่นชุมชน ปัจจัยจะนำไปสู่การลองยาและติดยาในที่สุด

ทั้งสามปัจจัยนี้จะส่งผลเกี่ยวข้องกัน สามารถสร้างปัจจัยทางบวก และลดปัจจัยทางลบ เพื่อลดอิทธิพลปัจจัยทางกรรมพันธุ์ได้ ถ้าไม่มีการลองยา จะไม่มีการติดยา

(ทรงเกียรติ ปิยะกะ, ชาญวิทย์ เงินศรีตระกูล, และสาวิตรี อัมฉัตรกรชัย, 2545 : 16 - 17)

3.1 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการติดยาจากหลักการระบาดวิทยา

- Agent คือ ยาและฤทธิ์ของยา การใช้ยาเสพติดเป็นเวลานาน ๆ ร่างกายจะเกิดความเคยชินต่อยา และการทำงานของระบบต่าง ๆ ของร่างกายภายใต้อิทธิพลของสารดังกล่าว เมื่อร่างกายขาดยาหรือสารเสพติดดังกล่าวจะเกิดความเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน มีอาการผิดปกติกับร่างกายที่เราเรียกกันว่า อาการขาดยา ความรุนแรงของอาการอาจมากจนทนไม่ได้ต้องพยายามหายา หรือสารเสพติดดังกล่าวมาเสพเพื่อระงับอาการต่าง ๆ ให้ร่างกายทำงานได้ในระบบเดิมจากการศึกษาพบว่าสารหรือยาที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทมีโอกาเสพติดได้ทั้งสิ้น

- Host คือ ตัวผู้เสพ มีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง สภาพร่างกาย พบว่าสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้ติดยาเนื่องจากการป่วยทางร่างกายและใช้ ยาบำบัดรักษา เช่น การใช้ฝิ่นเป็นยาระงับความเจ็บปวดในพวกชาวเขา การที่แพทย์ใช้มอร์ฟิน แก้ปวดในผู้ป่วยเนื้องอก กระดูกหัก หรือหลังการผ่าตัด เป็นสาเหตุนำไปสู่การเสพติดได้

- สภาพทางจิตใจและบุคลิกภาพ บุคคลที่มีแนวโน้มที่จะใช้สิ่งเสพติดมีลักษณะดังต่อไปนี้ มีบุคลิกภาพอ่อนแอในทุกด้าน (inadequate personality) เช่น อารมณ์ และสติปัญญา

ร่างกายที่ไม่แข็งแรงสมบูรณ์ ผู้ที่มีอารมณ์วู่วาม (emotional unstable personality) ผู้ที่มีลักษณะ passive aggressive personality พวก Sociopathic Antisocial personality หรือ กลุ่ม Psychopathic Personality

นอกจากบุคลิกภาพที่ผิดปกติแล้ว พบว่า ผู้ติดยาเสพติดได้ง่ายนั้นจะพบใน พวกที่เป็นโรคจิตเรื้อรัง พวกผู้ป่วยโรคประสาท ซึ่งมีความวิตกกังวลตลอดเวลา จึงต้องหาสิ่งยึดเหนี่ยวจิตใจเพื่อระงับความกระวนกระวายของตนเองซึ่งไม่ให้อื่นรับรู้ อีกพวกหนึ่งคือกลุ่มผู้ป่วยปัญญาอ่อน ซึ่งกลุ่มนี้จะถูกชักจูงได้ง่ายกว่ากลุ่มอื่นเพราะจะขาดความรับผิดชอบและตกเป็นทาสยาเสพติดได้ง่ายกว่า โดยการชักนำของบุคคลอื่น นอกจากนี้การติดยาเสพติดยังขึ้นกับโอกาสที่จะได้เสพยา ปัจจัยทางครอบครัว และสังคม เช่น ผู้ที่คบหาและอยู่ใกล้ชิดกับผู้ติดยาเสพติดส่วนมากจะพบในกลุ่มวัยรุ่นมักจะติดยาเสพติดได้ง่ายเพราะแรงชักจูงจากเพื่อน ความอยากรู้อยากเห็นอยากลอง โดยเฉพาะในกลุ่มวัยรุ่น และเพื่อหนีทุกข์ทางใจพบมากในเด็กวัยรุ่นที่มีปัญหาครอบครัวขาดความอบอุ่น จะเห็นได้ว่าปัจจัยด้านสภาพจิตใจมีผลต่อการใช้สารเสพติด เพราะทัศนคติที่มีต่อสังคมและพฤติกรรมที่ต่อต้านสังคมนั้นก็เกี่ยวพันกับปัญหาสุขภาพจิตด้วย

- Environment คือ สิ่งแวดล้อม หรือสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย ชุมชน ซึ่งในข้อนี้มีผลกระทบมากต่อการผลักดันให้ไปติดยาเสพติดได้ง่าย เช่น สถานที่อยู่อาศัยเต็มไปด้วยแหล่งการค้ายาเสพติดหรือการขาย การขาดความอบอุ่นในบ้านในข้อนี้มีผลกระทบค่อนข้างมากและร้ายแรง รวมทั้งฐานะทางเศรษฐกิจและปัญหาชีวิตสิ่งแวดล้อมของครอบครัวและรอบข้างที่ไม่เหมาะสม นอกจากจะส่งเสริมให้ติดยาเสพติดได้แล้วยังเป็นสิ่งที่เสริมให้กลับไปใช้ยาเสพติดอีก เพราะสภาพแวดล้อมเก่า ๆ กดดันให้กลับไปใช้ยาเสพติดอีก (วิโรจน์ วีระชัย และคณะ 2544 : 26 - 28)

4. เส้นทางการเดินทางของเมทแอมเฟตามีนในร่างกาย

4.1 ผลต่อระบบไหลเวียน

ในคนที่บริหารยาเมทแอมเฟตามีนในทางปาก มีผลให้ความดันโลหิต ทั้ง systolic และ diastolic เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับยาในปริมาณสูง ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจช้าลง และอาจทำให้เกิดภาวะการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ สำหรับการให้ยาเมทแอมเฟตามีนในขนาดรักษา จะไม่ทำให้ cardiac output เพิ่ม การไหลเวียนของเลือดไปเลี้ยงสมองมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก d - isomere มีผลต่อระบบไหลเวียนของเลือดมากกว่า 1 - isomere (บุญเจือ ธรณินทร์และคณะ 2528 : 84)

4.2 ผลต่อกล้ามเนื้อเรียบ

โดยทั่วไปจะพบว่า กล้ามเนื้อเรียบจะตอบสนองต่อด้วยยาเมทแอมเฟตามีน เช่นเดียวกับ sympathomimetics ชนิดอื่น จากการสังเกตผลของการหดตัวของ urinary bladder sphincter จึงใช้รักษา enuresis และกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ ซึ่งมักเกิดอาการปวดและปัสสาวะยากแต่ยังไม่ทราบผลของยาเมทแอมเฟตามีน ต่อ gastrointestinal แต่ถ้การเคลื่อนที่เป็นปกติ ยาเมทแอมเฟตามีน อาจทำให้มีการพักและการเคลื่อนที่ของ content ในลำไส้ช้าลง แต่ถ้กระเพาะอาหารมีการพักก่อนแล้ว จะเห็นผลตรงกันข้าม การตอบสนองของมดลูกในคนมีได้หลายอย่าง แต่ทั่ว ๆ ไปมักจะทำให้มดลูกตึง isometric (บุญเจือ ธรณินทร์และคณะ 2528 : 84)

4.3 ผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง

ยาเมทแอมเฟตามีนมีผลกระตุ้นประสาทซิมพาเทติก ทำให้รู้ม่านตาขยายหลอดเลือดหดตัว ความดันโลหิตสูง หัวใจเต้นเร็ว หลอดลมขยาย (เป็นฤทธิ์ที่ทำให้ยานี้มาใช้แก้อาการหอบหืดในช่วงปลายปี ค.ศ. 1927 - 1937 ต่อมาพบว่ามีผลเสีย จึงเลิกใช้) เพิ่มความตึงของกล้ามเนื้อระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น (เกิดจากการหลั่งและการออกฤทธิ์ของ epinephrine ซึ่งสลายไกลโคเจนที่ตับเป็นส่วนหนึ่งของฤทธิ์ยาที่ทำให้มีการใช้พลังงานในร่างกายมากขึ้น) เพิ่มการจับกันของเกล็ดเลือด (บพิตร กลางกัลยา 2533 : 86)

4.4 ผลต่อไขสันหลัง

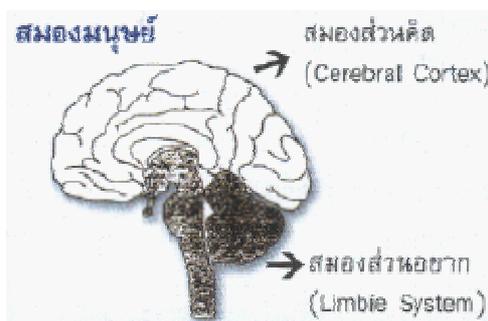
ยาเมทแอมเฟตามีน กระตุ้นการส่งผ่านสัญญาณประสาท ทำให้มีการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นมากขึ้นและเร็วขึ้น (บพิตร กลางกัลยา 2533 : 88)

4.5 ผลต่อก้านสมอง

ยาเมทแอมเฟตามีน กระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจ เพิ่มภาวะตื่นตัวได้ง่าย (arousal threshold) และเพิ่มระดับความตื่นตัว (alertness) , ความสนใจ (attentiveness) เป็นผลให้มี การนำยาในกลุ่มนี้มาใช้เป็นยาลดความอ้วน (บพิตร กลางกัลยา 2533 : 90)

4.6 ผลต่อสมองใหญ่

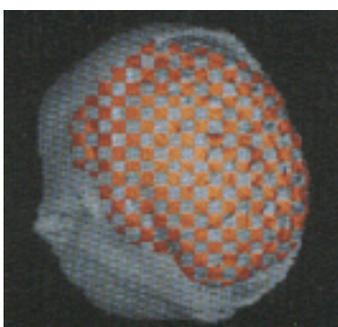
ผลจากการกระตุ้นโดยทั่วไปที่ระบบ dopamine และ norepinephrine เป็นผลให้เพิ่มความสนใจ ภาวะรู้ตัว การคิด และการลดความรู้สึกเหนื่อยล้า เพิ่มการเห็นและการได้ยิน (เพิ่ม acuity ทำให้ชัดเจนขึ้น) ผลทั้งหมดนี้อาจลดลง หรือกลับตรงข้ามในผู้ที่ใช้อย่างเป็นเวลานาน หรือได้รับยาเกินขนาด (บพิตร กลางกัลยา 2533 : 93)



ภาพที่ 8 สมองมนุษย์

ที่มา : บพิตร กลางกล้า, “ เกสัชวิทยาและพิษวิทยาของกลุ่มยาแอมเฟตามีน, ” วารสารเภสัชวิทยา 12,2 (กุมภาพันธ์ 2533):1 - 93.

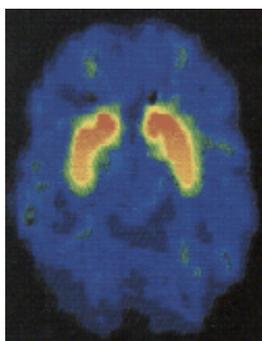
สมองส่วนนอกที่เป็นส่วนคิดทำหน้าที่ควบคุมสติปัญญา มีความคิดแบบมีเหตุผล ขณะที่สมองส่วนที่อยู่ชั้นในเป็นศูนย์ควบคุมอารมณ์ ความรู้สึก ยาบ้าจะกระตุ้นปลายประสาทในสมองให้ส่งโดปามีนซึ่งเป็นสารเคมีชนิดหนึ่งออกมาเป็นปริมาณมาก ๆ สารนี้ทำให้เกิดความรู้สึกสบาย สมองมีการปรับตัวด้วยการลดการหลั่งสารเคมีนั้นลง เมื่อหมดฤทธิ์ยาบ้า เสมือนว่าร่างกายมีอาการขาดสารโดปามีนทำให้มีอาการหงุดหงิด ซึมเศร้า ส่งผลให้ผู้เสพพยายามแสวงหายามาใช้ซ้ำ ในขณะที่เดียวกันเมื่อใช้ยาบ้าบ่อย ๆ ครั้ง จะทำให้สมองส่วนนอกซึ่งเป็นส่วนคิดถูกทำลาย การใช้ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผลจะเสียไปผู้ที่ใช้ยาบ้าจึงมักแสดงพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม มีอารมณ์ก้าวร้าว หงุดหงิด ไม่สามารถควบคุมตนเองได้ จึงทำให้มีการใช้ยาเสพติดบ่อยขึ้น ผลสุดท้ายจะเกิดความสุขเสียอย่างรุนแรงในด้านต่าง ๆ ของชีวิต โดยที่ผู้เสพไม่สามารถควบคุมตนเองได้ด้วยสติปัญญา



ภาพที่ 9 ผลกระทบต่อสมองอันเกิดจากการเสพติด

ที่มา : บพิตร กลางกล้า, “ เกสัชวิทยาและพิษวิทยาของกลุ่มยาแอมเฟตามีน, ” วารสารเภสัชวิทยา 12,2 (กุมภาพันธ์ 2533):1 - 93.

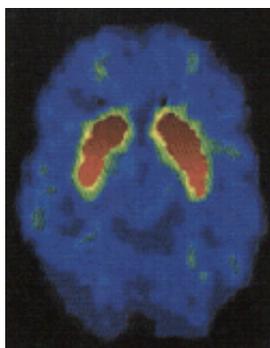
จากการศึกษาวิจัยในประเทศสหรัฐอเมริกาเกี่ยวกับเรื่องสมองที่ได้รับผลกระทบจากสารเสพติด โดยเฉพาะแอมเฟตามีน (ยาบ้า) โดยศึกษาจากภาพถ่ายทางรังสีที่ใช้เทคนิคพิเศษ (PEI Scan) ของสมอง ถ้านำภาพถ่ายทางรังสีที่ใช้เทคนิคพิเศษของสมอง รูปผ่าขวางสมองของคนปกติเปรียบเทียบกับรูปผ่าสมองของคนที่ติดยาแล้ว หยุคใช้ยาเสพติด ติดต่อกันเป็นเวลา 2 ปี ยังมีความแตกต่างกันเล็กน้อย คือ สีแดงของรูปผ่าของสมองคนที่ติดยาแล้ว ได้รับการรักษามีสีแดงไม่เข้มสดใสเหมือนรูปผ่าขวางของสมองของคนปกตินี้คือผลจากอิทธิพลของยาเสพติด ยาบ้าที่ไปทำลายสมอง ทำอย่างไรก็ตามก็ไม่สามารถรักษาสมองให้กลับเหมือนเดิม 100% การเลิกเสพสารเสพติด และเริ่มบำบัดทันทีจะช่วยรักษาสมองของตนไว้ได้บ้างก่อนจะถูกทำลายจนไม่สามารถรักษาสภาพสมองไว้ได้ สมองจะถูกทำลายโดยสิ้นเชิง อาจจะมีอาการทางจิต หวาดระแวง หูแว่ว ประสาทหลอน จนรักษาไม่หาย ก็เป็นไปได้



ภาพที่ 10 ผ่าขวางสมองของคนปกติ

ที่มา : บพิตร กลางกัลยา, “ เกสัชวิทยาและพิษวิทยาของกลุ่มยาแอมเฟตามีน, ” วารสารเกสัชวิทยา 12,2 (กุมภาพันธ์ 2533):1 - 93.

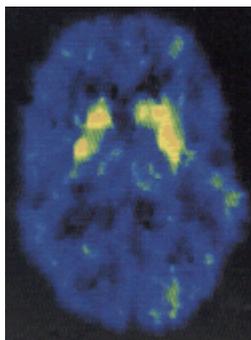
สีแดง ตรงกลางสมองคล้ายเมล็ดถั่ว 2 เมล็ด เป็นสีที่บอกถึงเลือดที่เลี้ยงสมอง ในคนปกติจะมีเลือดมาเลี้ยงสมองส่วนนี้มาก ทำให้ความทรงจำดี ร่างกายสดชื่น กระปรี้กระเปร่า ร่าเริง



ภาพที่ 11 ผ่าขวางสมองของคนเริ่มใช้ยา

ที่มา : บพิตร กลางกัลยา, “ เกสัชวิทยาและพิษวิทยาของกลุ่มยาแอมเฟตามีน, ” วารสารเกสัชวิทยา 12,2 (กุมภาพันธ์ 2533):1 - 93.

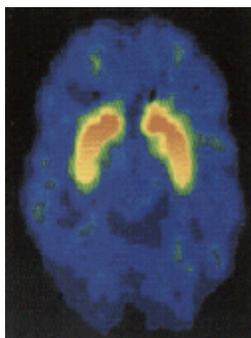
สีแดง ตรงกลางสมองมีสีเข้มมากกว่าในคนปกติ เพราะเมื่อเริ่มใช้ยาครั้งแรกยาบ้า จะเข้าไปกระตุ้นสมอง ทำให้มีเลือดไปเลี้ยงสมองมากขึ้นกว่าปกติ ทำให้เกิดอารมณ์ สนุก ครึกครื้น เพิ่มกำลัง เพิ่มความสามารถในการคิด สร้างความเชื่อมั่น เพิ่มอารมณ์ทางเพศ ทำให้คนที่เริ่มใช้ยาติดใจในการใช้ยา และจะเริ่มเพิ่มจำนวนการใช้ยาเสพติดมากขึ้น



ภาพที่ 12 ผ่าขวางสมองของคนติดยาเสพติด

ที่มา : บพิตร กลางกัลยา, “ เกษัชวิทยาและพิษวิทยาของกลุ่มยาแอมเฟตามีน, ” วารสารเกษัชวิทยา 12,2 (กุมภาพันธ์ 2533):1 - 93.

สีแดง ตรงกลางสมองหายไปหมด เนื่องจากอิทธิพลของยาเสพติดที่ใช้จำนวนมากขึ้นและถี่ขึ้น ได้ไปทำลายเลือดที่เลี้ยงสมอง ทำให้ผู้ติดยาเริ่มความจำเสีย ควบคุมตนเองไม่ได้ ไม่สนใจในสิ่งแวดล้อมรอบตัว ความคิดเสีย และเมื่อยังเสพยาเสพติดต่อไปเรื่อย ๆ จะเกิดอาการทางจิต หวาดระแวง หูแว่ว ประสาทหลอน (หลักการสำคัญ ที่ทำให้สมองกลับคืนสู่สภาพคล้ายปกติเหมือนยังไม่ได้ใช้ยาเสพติด คือต้องหยุดยาบ้าทันที)

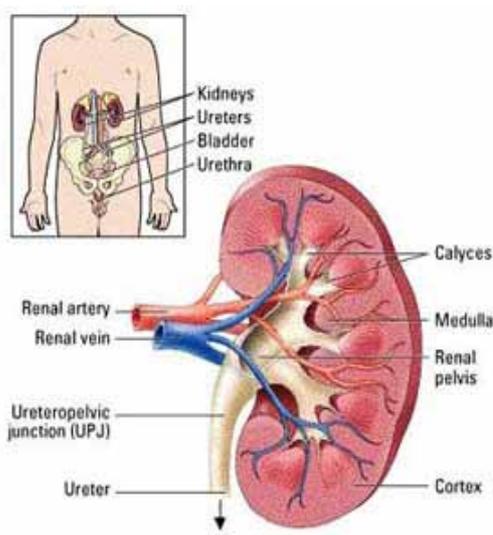


ภาพที่ 13 ผ่าขวางสมองของคนที่ได้รับการรักษาให้พ้นสภาพติดยาเสพติดเป็นเวลา 2 ปี

ที่มา : บพิตร กลางกัลยา, “ เกษัชวิทยาและพิษวิทยาของกลุ่มยาแอมเฟตามีน, ” วารสารเกษัชวิทยา 12,2 (กุมภาพันธ์ 2533):1 - 93.

ไต เป็นอวัยวะที่มีรูปร่างคล้ายเม็ดถั่วเหลือง ขนาดเท่ากำปั้น คนปกติมีไต 2 ข้างวางอยู่บริเวณกลางหลังข้างละ 1 อัน โดยตั้งอยู่บริเวณด้านหลังใต้ต่อกระดูกชายโครง บริเวณบั้นเอว ไตเปรียบเสมือนเครื่องกรองชนิดพิเศษที่มีความมหัศจรรย์และมีจำเป็นอย่างมากในการดำรงชีวิต แต่ละวันจะมีเลือดประมาณ 180 - 200 ลิตรกรองผ่านเนื้อไต ขับออกเป็นของเสียในรูปน้ำปัสสาวะ 1.5- 2 ลิตร ลงสู่ท่อไตและกระเพาะปัสสาวะ เพื่อถ่ายปัสสาวะออกนอกร่างกาย

ไต ทำหน้าที่ก่ลั่นกรองน้ำ เกลือแร่ และสารเคมีส่วนเกินที่ร่างกายไม่ต้องการ พร้อมกับทำการคัดหลังของเสียออกจากร่างกาย



ภาพที่ 14 การทำงานของไต

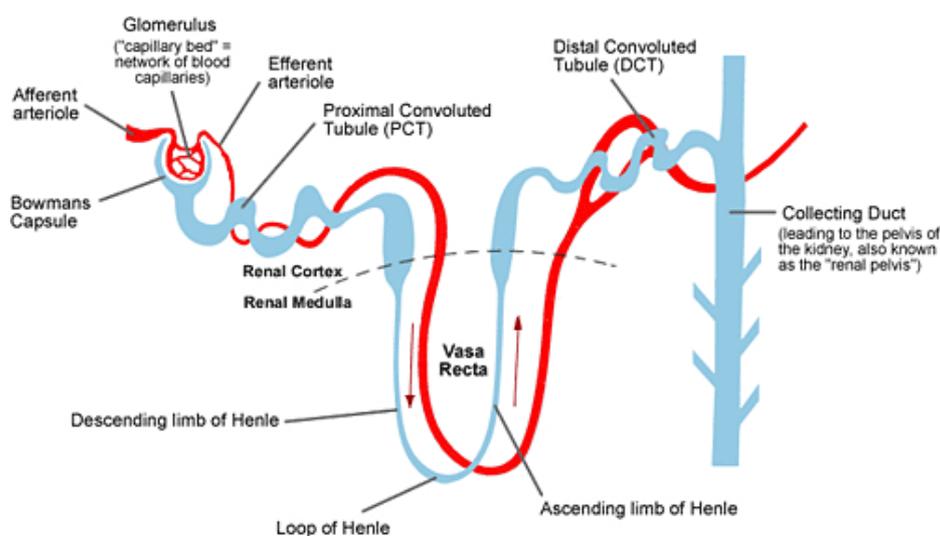
ที่มา : ลัมภู สุวรรณชุมภู, การทำงานของไต [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 21 ธันวาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaigoodview.com/library/sema/sukhothai/bodysystem.html>

การเกิดปัสสาวะเกิดจากการกรองเลือดในไต ไตแต่ละข้างจะมีหน่วยเนฟรอน (nephron) ประมาณหนึ่งล้านหน่วย ซึ่งทำหน้าที่กรองเลือดออกมาเป็นปัสสาวะ เนฟรอนแต่ละหน่วยประกอบด้วย Bowman's capsule ที่หุ้มขดเส้นเลือดฝอย โกลเมอรูลัส (glomerulus) องค์ประกอบเนฟรอนอีกส่วนหนึ่ง คือ หลอดไตซึ่งยาวและขดไปมาระหว่างหมวกไต (medulla) และเปลือกหมวกไต (cortex)

โกลเมอรูลัสทำหน้าที่กรองเลือด ฟิลเตรตที่กรองแล้วจะผ่านเข้าสู่ Bowman's capsule ผ่านลงไปยังไต ซึ่งจะคัดสารที่เป็นประโยชน์ เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน เกลือแร่ น้ำ ฯลฯ ส่วนที่เหลือจะไหลผ่านหลอดไตไปยังหลอดปัสสาวะ สรุปแล้วกระบวนการเกิดปัสสาวะประกอบด้วย 2 กระบวนการดังต่อไปนี้

1. กระบวนการกรอง ตัวกรองคือเซมิเพอร์มีเอเบิลเมมเบรนของโกลเมอรูลัส ปกติองค์ประกอบที่เป็นคอลลอยด์ในเลือดไม่สามารถผ่านเมมเบรนนี้ยังคงอยู่ในเลือด แรงดันที่ใช้ในการกรองมีค่าประมาณ 25 มม.ของปรอท ปกติแล้วความดันโลหิตในเส้นเลือดฝอยในโกลเมอรูลัสประมาณ 75 มม.ของปรอท แต่เกิดแรงดันตรงข้ามจากความดันโลหิตในเส้นเลือดฝอยและความดันจากส่วนที่เป็นแคปซูลรวมกันมีค่าประมาณ 50 มม.ของปรอท จึงเหลือแรงดันประมาณ 20 มม.ของปรอท

2. กระบวนการดูดกลับ เมื่อฟิลเตรตที่กรองผ่านลงมายังหลอดไตส่วนต้น คือน้ำ สารอาหารที่เป็นประโยชน์ที่ละลาย (เช่น กลูโคส กรดอะมิโน และเกลือ) จะถูกดูดกลับเข้าสู่เลือด ส่วนของเสียและสารที่ไม่เป็นประโยชน์ จะถูกขับออกมาเป็นปัสสาวะ จากการศึกษาพบว่าเลือด 70 ลิตร ที่ผ่านกระบวนการกรองในไต จะกลายเป็นปัสสาวะประมาณ 1 ลิตร ส่วนอีก 90 เปอร์เซ็นต์ของสารที่กรองแล้วจะถูกดูดกลับเข้าไปในเลือด



ภาพที่ 15 กระบวนการเกิดปัสสาวะ

ที่มา: อนุรักษ์ มุขระโกษา, กระบวนการขับถ่ายปัสสาวะ [ออนไลน์], เข้าถึงเมื่อ 21 ธันวาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://student.mahidol.ac.th/~u4809240/index.htm>

ปัสสาวะ

การสกัดของเสีย อวัยวะที่สกัดของเสียออกจากร่างกาย คือ ปอด ตับ ลำไส้ ผิวหนัง และไต คาร์บอนไดออกไซด์สกัดออกจากเลือดที่ ปอด ตับ เป็นแหล่งของรงควัตถุในน้ำดีและโคเลสเตอรอล ซึ่งสกัดออกจากร่างกายทางเดินลำไส้ ผลิตภัณฑ์ของเสียจากกระบวนการย่อยอาหาร เช่น เซลลูโลส และเกลือของธาตุบางชนิดก็สกัดออกมาเป็นอุจจาระทางลำไส้ใหญ่ด้วย

เหมือนกัน ผิวหนังสัปดาห์หลายชนิดที่พบในปัสสาวะด้วยเหมือนกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง น้ำและเกลือ น้ำที่ร่วมกันระหว่างผิวหนังและไต คือการรักษาสมดุลของร่างกาย

ของเสียจากเมตาบอลิซึมจะอยู่ในกระแสเลือด (ยกเว้นคาร์บอนไดออกไซด์) ออกจากเลือดรวมกันเป็นปัสสาวะที่ไต ผลสุดท้ายขององค์ประกอบของปัสสาวะก็สามารถบ่งบอกถึงการทำงานของไตได้ และอาจนำมาวินิจฉัยโรคบางชนิดได้อีกด้วย โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับความผิดปกติในกระบวนการเมตาบอลิซึม

คุณสมบัติของปัสสาวะ

ปัสสาวะของคนปกติในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง เฉลี่ยประมาณ 1200 - 1500 ซี.ซี. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ดื่ม อุณหภูมิ อาหาร สภาพของร่างกายและจิตใจ เช่น ถ้าอากาศร้อนออกกำลังกายมากๆ น้ำจำนวนมากจะออกจากร่างกายทางผิวหนังและปอดทำให้ปัสสาวะมีปริมาณต่ำกว่าปกติ

ปัสสาวะใหม่ๆจะใสและมีสีเหลืองอ่อน ถึงสีชา ขึ้นอยู่กับน้ำที่รับประทานและรงควัตถุในปัสสาวะซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ ยูโรโครม (Urochrome) อาจมียูโรบิลิน (Urobilin) และเฮมาโตพอร์ฟริน (hematoporphyrin) อยู่บ้างเมื่อตั้งปัสสาวะทิ้งไว้จะขุ่น ปกติเกิดจากเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมฟอสเฟต และอาจเกิดจากผลึกยูเรตด้วย ปัสสาวะใหม่ๆมีกลิ่นเล็กน้อย เมื่อตั้งทิ้งไว้จะมีกลิ่นแรงขึ้น เพราะแบคทีเรียทำให้ยูเรียสลายเป็นแอมโมเนีย

ปกติปัสสาวะเป็นกรดเล็กน้อย pH ประมาณ 6.0 เพราะโปรตีนในอาหารมีกำมะถันและฟอสฟอรัส ส่วนผักและผลไม้ ให้ผลเป็นด่างในเลือด นอกจากนี้ไตยังทำหน้าที่หลังสารอิเล็กโตไลต์ เพื่อให้ปัสสาวะมีส่วนประกอบและ pH คงที่ เมื่อตั้งปัสสาวะทิ้งไว้จะเปลี่ยนสภาพเป็นด่าง เพราะยูเรียสลายเป็นแอมโมเนีย

องค์ประกอบของปัสสาวะ

ปัสสาวะประกอบด้วยน้ำ 95-96 เปอร์เซ็นต์ มีของแข็งละลายอยู่ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารประกอบยูเรีย 80-90 เปอร์เซ็นต์ ของสารประกอบอินทรีย์ในโตรเจนที่สกัดออกในปัสสาวะ ซึ่งขึ้นอยู่กับโปรตีนที่ได้จากอาหาร ปัสสาวะปกติมียูเรีย 25-30 กรัม ต่อ 24 ชั่วโมง

นอกจากสารประกอบไนโตรเจนที่เป็นผลิตภัณฑ์ของเสียในเมตาบอลิซึมแล้ว ปัสสาวะยังประกอบด้วยเกลือคลอไรด์ ซัลเฟต และฟอสเฟตของแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียม สารเหล่านี้เป็นเกลืออออนิก และมีโซเดียมคลอไรด์ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ของของแข็งทั้งหมด

และมีเกลือฟอสเฟต 2 ชนิด คือ NaH_2PO_3 เป็นกรด และ Na_2HPO_3 เป็นเบส ซึ่งควบคุม pH ของ ปัสสาวะ

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบของน้ำปัสสาวะในคนปกติ

องค์ประกอบ	กรัมต่อ 24 ชั่วโมง
น้ำ	1200.0
ของแข็งรวม	60.0
สารอินทรีย์	
ยูเรีย	30.0
กรดยูริก	0.8
ครีเอตินีน	1.4
สารอนินทรีย์	
กลอไรด์	12.0
ฟอสเฟต	2.5
ซัลเฟต	2.0
แอมโมเนีย (ในรูปเกลือ)	0.7

5. ทฤษฎีเกี่ยวกับกลไกของการออกฤทธิ์ของเมทแอมเฟตามีน

ยาเมทแอมเฟตามีนเป็น noncatechol sympathomimetic adrenergic agent ซึ่งกระตุ้นระบบประสาทซิมพาเทติก โดยการกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง และ peripheral ที่ α - และ β -receptors เป็นสาเหตุให้ปล่อย catecholamines เข้าใน synaptic cleff (Bryson 1989 , อ้างถึงใน พรหมภัสร์ชัย โสภณสกฤษฎ์สุข 2536 : 22) และลดอัตรา catecholaminergic neuronal firing ยับยั้งเซลล์ประสาทในการ reuptake catecholamines และยับยั้ง monoamine oxidase (Lowinson and Kinz 1981 , อ้างถึงใน พรหมภัสร์ชัย โสภณสกฤษฎ์สุข 2536 : 22) สำหรับยาเมทแอมเฟตามีนขนาด 10^{-8} - 10^{-7}M จะเพิ่มการหลั่ง dopamine และ norepinephrine ในสมอง , ลดการ reuptake ของ dopamine และ norepinephrine การใช้ยาเมทแอมเฟตามีนเป็นเวลานานจะลดระดับ dopamine ในสมองบางส่วนเป็นเวลานานหลายวัน รวมทั้งระดับของเอนไซม์ tyrosine hydroxylase ลดลงมีการทำลายปลายประสาท dopamine และ serotonin (บพิตร กลางกัลยา 2533 : 1 - 93)

- ผลต่อเมตาบอลิซึม

ยาเมทแอมเฟตามีนขนาดรักษาในคน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในเมตาบอลิซึม หรือมีการเพิ่มอัตราเมตาบอลิซึมเล็กน้อย (ร้อยละ 10 -15) บางคนมีการเพิ่มอุณหภูมิร่างกายขึ้นเล็กน้อย (บุญเจือ ธรณินทร์และคณะ 2528: 84 - 328)

5.1 วิธีการได้รับเมทแอมเฟตามีน

เมทแอมเฟตามีนไม่ว่าจะอยู่ในรูปพรรณใด จะเป็นเม็ดแคปซูล ผงป่น สารละลาย ใส หรือเป็นก้อนใสเหมือนน้ำแข็ง เมื่อเสพเข้าไปแล้วจะก่อให้เกิดผลต่อร่างกายและจิตใจ ที่ไม่มีอะไรแตกต่างกัน ส่วนความรวดเร็วในการเริ่มออกฤทธิ์ เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วความรุนแรงของฤทธิ์ที่เกิดขึ้นกับร่างกายและจิตใจ และความยาวนานในการออกฤทธิ์อยู่ในร่างกาย จะขึ้นอยู่กับปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่อยู่ในกระแสเลือด โดยปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่ถูกดูดซึมเข้าไปในกระแสเลือดจะมีมากน้อยเพียงใด จะถูกกำหนดโดยปัจจัยที่สำคัญ 4 ปัจจัยด้วยกัน คือ

1. รูปพรรณของเมทแอมเฟตามีนที่นำมาเสพ
2. วิธีเสพ
3. ปริมาณที่เสพ
4. ความถี่หรือจำนวนครั้งที่เสพในแต่ละรอบของการมาหา

วิธีเสพเมทแอมเฟตามีนมีอยู่ทั้งหมด 4 วิธีด้วยกัน คือ กินหรือกลืนลงกระเพาะอาหาร สูบควันหรือสูบไอระเหย นัดหรือสูดผงยาเข้าโพรงจมูก และฉีดเข้าหลอดเลือดดำ วิธีเสพแต่ละวิธีจะส่งผลให้มีปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในกระแสเลือดแตกต่างกัน ความรวดเร็วในการเริ่มออกฤทธิ์ต่างกัน และความรุนแรงของฤทธิ์ที่เกิดขึ้นกับร่างกายและจิตใจต่างกันหลักฐานจากงานศึกษา วิจัยบางชิ้นแสดงให้เห็นว่า ความรวดเร็วในการติดเมทแอมเฟตามีนจะขึ้นอยู่กับวิธีเสพที่ใช้ ทำให้เมทแอมเฟตามีนไปถึงสมองได้มากที่สุดและเร็วที่สุดเป็นวิธีที่ทำให้ฤทธิ์ของเมทแอมเฟตามีนมีความรุนแรงมากที่สุด และเป็นวิธีที่ก่อให้เกิดการเสพติดเมทแอมเฟตามีนได้อย่างรวดเร็วที่สุดด้วยเช่นกัน

อาการทางจิตและประสาทที่เกิดขึ้นมาจากการเสพเมทแอมเฟตามีน จะมีความรุนแรงมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับปริมาณและอัตราความเร็วที่เมทแอมเฟตามีนเข้าไปถึงสมอง ตัวอย่างเช่น การเสพเมทแอมเฟตามีนในรูปพรรณที่เป็นผงป่นโดยวิธีสูดผงยาเข้าโพรงจมูก เมทแอมเฟตามีนจะเข้าไปถึงสมองได้ภายในเวลา 3 - 5 นาที เมื่อเมทแอมเฟตามีนเข้าไปถึงสมองแล้วผู้เสพก็จะเกิดอาการเสียวซ่าอย่างรุนแรง ขึ้นมาทันทีที่ผู้เสบบางคนเปรียบอาการเสียวซ่าอย่างรุนแรงที่เกิดขึ้นนี้ว่าเทียบได้กับอาการเสียวซ่าเมื่อถึงจุดสุดยอดของการร่วมประเวณี แต่การเสพเมทแอมเฟตามีน วิธีนี้ในหมู่ผู้เสพจะกล่าวเป็นเสียงเดียวกันว่า ยังเป็นวิธีที่ทำให้เกิดอาการเสียวซ่า

อย่างรุนแรงเข้าไป การเสพโดยวิธีฉีดเข้าหลอดเลือดดำเป็นวิธีที่ดีขึ้นมาอีกชนิดหนึ่ง คือ จะก่อให้เกิดอาการเสียวซ่าอย่างรุนแรงขึ้นมาได้ภายในเวลา 15 - 30 วินาที หลังจากฉีดเมทแอมเฟตามีนเข้าหลอดเลือดดำ ส่วนวิธีเสพเมทแอมเฟตามีนที่ผู้เสพยกนี้ถือว่าเป็นวิธีที่เยี่ยมที่สุด ได้แก่ วิธีสูบควันหรือสูบไอระเหย เพราะอาการเสียวซ่าอย่างรุนแรงจะเกิดขึ้นมาได้ในทันทีที่สูบเข้าไป จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นนี้ จึงไม่น่าแปลกใจเลยว่าเพราะเหตุใดวัยรุ่นหรือเยาวชนของไทยที่ตกเป็นทาสยาบ้าถึงเลือกริเสพโดยการสูบควันมากกว่าการกลืนลงไปในกระเพาะอาหาร

เพื่อการทดสอบเห็นถึงอิทธิพลของวิธีเสพที่มีผลประมาณของเมทแอมเฟตามีนในกระแสเลือด ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดความเร็วในการเริ่มออกฤทธิ์และความรุนแรงของฤทธิ์ที่เกิดขึ้น ดร. ซี. อี. คุก ได้ทำการทดลองวัดปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในกระแสเลือดของกลุ่มผู้เสพเมทแอมเฟตามีนโดยวิธีกลืนลงไปในกระเพาะอาหาร เปรียบเทียบกับกลุ่มผู้เสพโดยวิธีสูบควัน โดยในกลุ่มทดลองที่ถูกกำหนดให้เสพโดยการกลืนลงไปในกระเพาะอาหาร ปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่กำหนดให้เสพ คือ 0.25 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม ในกลุ่มทดลองกลุ่มนี้พบว่า จะเริ่มตรวจพบเมทแอมเฟตามีนในกระแสเลือดหลังจากกลืนลงไปในกระเพาะแล้วประมาณ 30 นาที และปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในกระแสเลือดจะขึ้นถึงระดับสูงสุด คือ ประมาณ 38 นาโนกรัมในเลือดหนึ่งมิลลิลิตร หลังจากกลืนยาลงไปในกระเพาะแล้วประมาณ 3 ชั่วโมง ปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในเลือดจะมีระดับคงที่อยู่ในระดับสูงสุดนี้เป็นเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง จากนั้นปริมาณยาในเลือดก็จะค่อย ๆ ลดจนถึงระดับต่ำสุดภายในเวลาอีก 4 ชั่วโมงต่อมา

ส่วนในกลุ่มทดลองที่ถูกกำหนดให้เสพ โดยการสูบควัน ปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่ถูกกำหนดให้เสพจะเท่ากับ 21 มิลลิกรัมต่อคน ในกลุ่มทดลองกลุ่มนี้พบว่าภายในเวลา 1 นาที ปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่มีอยู่ในกระแสเลือดจะเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณสูงสุด โดยปริมาณสูงสุดที่ตรวจพบคือ 42 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งปริมาณสูงสุดนี้จะพบได้หลังจากสูบควันของเมทแอมเฟตามีนเข้าไปแล้วเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง และปริมาณของเมทแอมเฟตามีนจะคงอยู่ที่ระดับ 42 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรของเลือดติดต่อกันไปเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง จากนั้นก็จะ ค่อย ๆ ลดลงจนถึงระดับต่ำสุด ภายในเวลา 4 ชั่วโมง

ผลการทดลองของ ดร. ซี. อี. คุก เป็นหลักฐานที่ยืนยันได้เป็นอย่างดีว่า เพราะเหตุใดผู้ที่ติดเมทแอมเฟตามีนหรือยาบ้า จึงเลือกที่จะเสพสารเสพชนิดนี้ด้วยการสูบควันมากกว่าจะใช้วิธีกลืนลงไปในกระเพาะอาหาร ทั้งนี้เพราะการเสพด้วยวิธีสูบควันเป็นวิธีที่ทำให้เมทแอมเฟตามีนเข้าสู่สมองในปริมาณมากเพียงพอที่จะก่อให้เกิดผลทางจิตใจและประสาทด้วยระยะเวลาที่สั้นที่สุดผู้เสพเมทแอมเฟตามีน โดยการสูบควันจะรู้สึกถึงอาการเสียวซ่าอย่างรุนแรงที่เกิดขึ้นในขณะที่การเสพเมทแอมเฟตามีนด้วยวิธีกลืนลงไปในกระเพาะอาหาร

จะไม่ทำให้เกิดอาการเสียวซ่าอย่างรุนแรง ทั้งนี้เพราะการเสพวิธีนี้ ระดับของเมทแอมเฟตามีนในเลือดจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ทำให้เมทแอมเฟตามีนเข้าไปถึงสมองที่ละน้อย ไม่ได้เข้าไปอย่างพรวดพราดในปริมาณมาก ๆ เหมือนกับการเสพโดยการสูบควัน (วิโรจน์ สุ่มใหญ่ 2543 : 45 - 50)

5.2 การกระจายของเมทแอมเฟตามีน

- การดูดซึมและการกระจาย

เมื่อได้รับยาเมทแอมเฟตามีนทางปาก ยาจะถูกดูดซึมและกระจายไปในไต ปอด และสมอง จะปรากฏผลภายใน 30 นาที (Baldessarini 1972 , อ้างถึงใน พรรณภัสร์ย์ โสภณสกฤษฎ์สุข 2536 : 24) จากการให้ยาเมทแอมเฟตามีนขนาด 10 - 25 มิลลิกรัมกับอาสาสมัคร จะพบว่าระดับยาในเลือดเพิ่มขึ้นในเวลา 1 - 2 ชั่วโมง ยาจะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็วจาก gastrointestinaltract การดูดซึมยาเมทแอมเฟตามีนจะสมบูรณ์ภายในเวลา 4 - 6 ชั่วโมง ซึ่งหลังจากรับแอมเฟตามีนเข้าร่างกาย ครึ่งชีวิตของยาเมทแอมเฟตามีนในเลือดขึ้นอยู่กับ pH ของปัสสาวะ ปัสสาวะที่เป็นด่าง ครึ่งชีวิตในเลือดมีค่า 15 - 30 ชั่วโมง ขณะที่ปัสสาวะเป็นกรด ครึ่งชีวิตในเลือดมีค่า 8 - 10 ชั่วโมง (Bryson 1989 , อ้างถึงใน พรรณภัสร์ย์ โสภณสกฤษฎ์สุข 2536 : 24)

- เมตาบอลิซึมและการขับถ่าย

เมตาบอลิซึมของยาเมทแอมเฟตามีนส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา deamination โดยอาศัยเอนไซม์ที่อยู่ในตับชื่อ Liver endoplasmic reticulum (Parke 1972 , อ้างถึงใน พรรณภัสร์ย์ โสภณสกฤษฎ์สุข 2536 :24) เกิดเป็น phenylacetone สารนี้จะถูก oxidize ที่ละช้า ๆ เป็น benzoic acid และขับถ่ายในรูป glucuronide หรือ glycine (hippuric acid) conjugates ยาเมทแอมเฟตามีนปริมาณเล็กน้อยเปลี่ยนเป็น norephedrine โดยการ oxidation β - hydroxylation จะให้ active metabolite o-hydroxynorephedrine ซึ่งทำตัวเป็น false neurotransmitter และเป็นสาเหตุต่อผลของยาบางชนิดในผู้ใช้เรื้อรัง ประมาณ 30 % ของยาเมทแอมเฟตามีนที่ใช้รักษา ถูกขับออกมาในปัสสาวะในรูปเดิม ภายในเวลา 24 ชั่วโมง แต่ปริมาณของการขับออกมาในปัสสาวะ และเมตาบอลิซึมขึ้นอยู่กับ pH (Lowinson and Kinz 1981 , อ้างถึงในพรรณภัสร์ย์ โสภณสกฤษฎ์สุข 2536 : 22)

5.3 อาการของผู้เสพเมทแอมเฟตามีน

- อาการโดยทั่วไป

อาการของผู้ใช้ยาเมทแอมเฟตามีนที่มักจะเห็นบ่อย ๆ ได้แก่ เบื่ออาหาร ตื่นเต้นง่าย มือสั่น พุดมาก กลิ่นไส้ ความดันโลหิตสูง หัวใจเต้นแรงขึ้นอยู่ได้นานโดยไม่ต้องนอน เหงื่อออก กลิ่นตัวแรง ท้องเสียหรือท้องผูก ปากและจมูกแห้ง ริมฝีปากแตก ทำงานเกินปกติ

หงุดหงิด จุนเจ็ว ชอบทะเลาะวิวาท รุ่มนตาเบิกกว้างสูบบุหรี่จัดมวนต่อมวน (สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด 2534 : 1 - 57)

- อาการเนียบพลัน

อาการที่เกิดขึ้นทันทีทันใด อาจจะมีอาการทางสมองปรากฏให้เห็น ได้แก่ เวียนศีรษะ นอนไม่หลับ ตัวสั่น ตกใจง่าย ช่างพูด ประสาทตึงเครียด โกรธง่าย อ่อนเพลีย เป็นไข้ จิตใจสับสน บางครั้งมีอาการมึนงง กระวนกระวาย เพื่อคลั่ง ประสาทหลอน ถ้าเป็นผู้ป่วยโรคจิต อาจจะมีความรู้สึกอยากฆ่าตัวตายหรือฆ่าผู้อื่น ส่วนอาการที่เกี่ยวกับการไหลเวียนของโลหิตที่ปรากฏให้เห็น ได้แก่ ปวดศีรษะ หนาวสั่น หน้าซีดหรือหน้าแดง หัวใจเต้นแรงและจังหวะการเต้นผิดปกติ ความดันโลหิตสูงหรือต่ำ ปวดหน้าอกด้านซ้าย ปวดท้องอย่างรุนแรง ถ้าอาการรุนแรงมาก่อนตายมักจะมีอาการชัก หมดสติ ได้มีรายงานเกี่ยวกับการตายของผู้ใช้ยาบ้า 2 - 3 ราย ว่าตายเนื่องจากหลอดโลหิตในสมองแตก หัวใจวายและไข้สูงมาก (รัตนา บรรณาธรรม 2534 : 5 - 20)

- อาการเรื้อรัง

การใช้ยาเมทแอมเฟตามีนติดกันเป็นเวลานาน จะทำให้สมองและร่างกายถูกกระตุ้นอยู่เสมอโดยไม่ได้รับการพักผ่อน ร่างกายจะต้องถูกฝืนให้ทำงานหนักอยู่ตลอดเวลา เป็นผลให้น้ำหนักตัวลดลง ในที่สุดก็จะทำให้สุขภาพทรุดโทรมลง ทั้งทางร่างกายและจิตใจ ทำให้เกิดอาการต่าง ๆ เช่นเกี่ยวกับการเกิดอาการเนียบพลัน และการหายใจลำบาก ตาพร่า กล้ามเนื้ออ่อนแรง มีอาการเกร็ง กระตุก และทำให้ร่างกายเกิดโรคติดเชื้อได้ง่าย โรคที่พบบ่อย ๆ ได้แก่ โรคตับอักเสบ ไตไม่ทำงาน โรคเกี่ยวกับปอด (บพิตร กลางกัลยา 2533 : 1 - 93) รวมทั้งโรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง และสมองเสื่อมโทรม (รัตนา บรรณาธรรม 2534 : 5 - 20) นอกจากนี้ จะเกิดอาการทางจิต ในลักษณะเนียบพลัน เหมือนอาการของโรคจิตประเภทหวาดระแวง คิดหวาดระแวงสงสัยว่าจะถูกทำร้าย การควบคุมอารมณ์สูญเสียไป อาจมีอาการประสาทหลอนทั้งแบบหูแว่ว และภาพหลอน หงุดหงิด ก้าวร้าว ทำให้ผู้เสพเกิดอุบัติเหตุและก่ออาชญากรรมได้ง่าย

- อาการของการเลิกใช้ยา

ผู้ที่เลิกใช้ยาเมทแอมเฟตามีน จะมีอาการทางร่างกายแต่เพียงเล็กน้อย ที่เห็นชัดคือ อ่อนเพลีย ซึมเศร้า บางครั้งมีอาการใจคอหงุดหงิดอยากได้ยาอีกเมื่อยามดฤทธิ์อาการที่มักจะพบคือ ปวดตามกล้ามเนื้อ ง่วงนอนจัด หัวใจเต้น วิงเวียน อ่อนเพลียมาก ซึมเศร้า ไม่มีชีวิตจิตใจ มือสั่น ภายในเวลา 4 - 8 ชั่วโมง เมื่อยามดฤทธิ์แล้วใช้ยาอีกเป็นครั้งที่ 2 ร่างกายจะเกิดอาการต้านทานยาเกิดอาการหลับในขึ้นมาได้ (สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด 2534 : 1 - 57)

- อาการของการขาดยา

เมื่อผู้ใช้ยาเสพติดเมทแอมเฟตามีนแล้ว หากไม่ได้ใช้อีกจะเกิดอาการขาดยา เพราะยาเมทแอมเฟตามีนเป็นยาเสพติด ผู้ใช้จะมีอาการทุกข์ทรมานมาก คือ รู้สึกอ่อนเพลียมาก มีอาการกระวนกระวาย กระสับกระส่าย ความคิดสับสน ปวดศีรษะ เหงื่อออกมาก เจ็บปวดตามกล้ามเนื้อ ปวดบิดในท้อง มีความรู้สึกร้อนจัดสลับกับหนาวจัดได้ อาจทรุนทรายจนอะอะ อาละวาดทำร้าย ผู้ที่อยู่ใกล้เคียงได้ ที่สำคัญ คือ อาจถึงฆ่าตัวตายได้ เพราะรู้สึกเศร้ามาก ซึ่งเกิดจากฤทธิ์ที่ขาดยา อาการเหล่านี้จะเกิดขึ้นหลังจากการขาดยาไปเพียง 2 - 3 วัน และอาจมีอาการทรมานแบบนี้เป็นอาทิตย์ ๆ ซึ่งผู้ติดยาเมทแอมเฟตามีนมักทนอาการนี้ไม่ไหว ต้องเสาะแสวงหายาใหม่นี้มาใช้อีก เพื่อบำบัดตัวเองให้พ้นความทรมาน จึงกลายเป็นวัฏจักรที่ไม่สิ้นสุด ซึ่งอาจทำให้ผู้ใช้เกิดอันตรายจากพิษยา เพราะพลังผลของยาเกินขนาด เนื่องจากผู้ใช้มักเพิ่มจำนวนยาขึ้นทุก ๆ ที พิษจากการใช้ยามากเกินไปจะทำให้ผู้นั้นมีอาการตัวซีดจนอาจเขียว เนื่องจากขาดออกซิเจน ไข้ขึ้น ความดันโลหิตสูงมาก ใจสั่น หายใจไม่ค่อยออก มือสั่น เดินโซเซ กลืนไส้ อาเจียน กล้ามเนื้อกระตุก ชัก และ หมดสติอาจถึงตายได้ (นางพะงา ลิ้มสุวรรณ 2524 : 9 - 68)

6. ปัจจัยที่มีผลต่อระดับเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ

6.1 ผลต่อพฤติกรรม

เห็นได้ชัดในช่วงปลายหลังการใช้ยาเมทแอมเฟตามีน ทำให้พูดมาก ก้าวร้าว ย้ำคิดย้ำทำ กระวนกระวาย บางครั้งมีอาการประสาทหลอนทางสายตาหรือทางหูจากการที่ยาเมทแอมเฟตามีน กระตุ้นร่างกาย ให้ใช้พลังงานมากขึ้นแต่กลับทำให้เบื่ออาหารและนอนไม่หลับ พลังงานสำรองของร่างกายจึงลดลง ดังนั้นหลังจากยาเมทแอมเฟตามีน หมดฤทธิ์แล้วผู้ใช้ยาจะรู้สึกเหนื่อย และอ่อนเพลียเป็นเวลานาน รู้สึกหิวและอยากนอนในกรณีที่ผู้ใช้ยาเมทแอมเฟตามีนขนาดสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าใช้ต่อเนื่องหลายครั้ง อาจทำให้รู้สึกสับสน วิดกกังวลรุนแรง มีอาการประสาทหลอน และรู้สึกหวาดระแวงอย่างหนัก ซึ่งเป็นลักษณะคล้ายคนบ้า เมื่อเสพเป็นระยะเวลายาวนาน ทำให้สมองได้รับการกระตุ้นเสมอ โดยไม่ได้รับการพักผ่อน ร่างกายฝืนให้ทำงานหนักตลอดเวลา มีผลทำให้ร่างกายสุขภาพทรุดโทรมลงเกิดโรคตามมาง่าย เช่น โรคติดเชื้อต่างๆ โรคตับอักเสบ โรคปอด ไตเสื่อม ผลต่อจิตใจเกิดอารมณ์แปรปรวน ภาวะทางจิตเสื่อมโทรม ก่อให้เกิดโรคจิตเรื้อรังหรือบ้าได้ตลอดไป (อังกร ภัทรการ 2543 : 10 - 25)

6.2 ผลต่อจิตอารมณ์

ส่วนใหญ่เกิดในช่วงต้น หลังการใช้ยา ทำให้รู้สึกกระชุ่มกระชวย กระฉับกระเฉง รู้สึกตื่นตัวมีพลังมากขึ้น เกิดความมั่นใจ ซึ่งมักเป็นสาเหตุให้เกิดการใช้ยาในทาง

ที่ผิด และติดยา โดยจิตใจ ผลทางด้านจิตใจจะเห็นได้ชัดเมื่อเสพเป็นจำนวนมาก จะเกิดอาการทางจิตเฉียบพลัน หรือเป็นบ้าขึ้นได้ชั่วระยะหนึ่ง อาการจะคล้ายผู้ป่วยโรคจิตหวาดระแวงเกิดอาการหลงผิด คิดว่ามีคนมาทำร้ายตนอะอะคว้าวูฐมาป้องกันตัวเอง หรือพยายามจะหนีชูคอซ่อนตัวเอง พุดไม่รู้เรื่องมักเห็นภาพหลอนต่าง ๆ นานา ซึ่งนำไปสู่อันตรายต่อตัวเอง หรือผู้อื่น เช่น ตกใจกลัวปีนตึกหรือเสา ถูกรถชน หรือหลงผิดว่า มีคนมาทำร้าย จึงทำร้ายผู้อื่นก่อน บางรายที่ใช้ยามาก ๆ อาจจะมีอาการไข้ขึ้น ความดันโลหิตสูงมาก ใจสั่น หายใจไม่ออก กล้ามเนื้อกระตุก ชัก หมดสติถึงตายได้ (อังกูร ภัทรากร 2543 : 10 - 25)

7. กฎหมายและบทกำหนดโทษที่เกี่ยวข้องกับเมทแอมเฟตามีน

วัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตประสาท หมายถึง สารที่มีฤทธิ์โดยตรงต่อระบบประสาทส่วนกลาง ทั้งการกดและกระตุ้น ดังนั้น ถ้าไม่มีการควบคุมดูแล อาจมีผู้นำไปใช้อย่างผิด ๆ ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาสังคม และเกิดการติดยา ซึ่งปัญหาเหล่านี้ไม่ได้เกิดเฉพาะในประเทศเท่านั้น แต่ได้เกิดขึ้นทุกประเทศ ซึ่งแต่ละประเทศพยายามที่จะหาหนทางป้องกัน และขจัดปัญหาดังกล่าว องค์การสหประชาชาติและองค์การอนามัยโลก จึงร่วมกันกำหนดมาตรการควบคุมการแพร่หลายของวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตประสาท โดยประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นภาคีในอนุสัญญาว่าด้วยวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท ซึ่งได้กระทำกัน ณ กรุงเวียนนา ประเทศออสเตรเลีย เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2518 ในการควบคุมการผลิตการขายนำเข้า การส่งออก การนำผ่าน หรือการมีไว้ในความครอบครอง ซึ่งวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท เพื่อให้มีการใช้เฉพาะประโยชน์ทางการแพทย์และในทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น จากผลของข้อผูกพันดังกล่าว ประเทศไทยจึงประกาศใช้พระราชบัญญัติวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท เมื่อ พ.ศ.2518 และมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ.2520

เมทแอมเฟตามีนจัดเป็นวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาทแล้ว ยังจัดเป็นยาเสพติดชนิดหนึ่ง ตามพระราชบัญญัติป้องกันและปราบปรามยาเสพติดให้โทษ พ.ศ.2534 (ฉบับที่ 2) อีกด้วย โดยตามมาตรา 3 จากพระราชบัญญัติดังกล่าวระบุว่า

“ ยาเสพติด ” หมายความว่า ยาเสพติดให้โทษตามกฎหมายว่าด้วยยาเสพติดให้โทษ วัตถุออกฤทธิ์ตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาทและสารระเหย ตามกฎหมายว่าด้วยการป้องกันการให้สารระเหย

จากนิยามดังกล่าว ยาเสพติดแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. ยาเสพติดให้โทษ ตามกฎหมายว่าด้วยยาเสพติดให้โทษ
2. วัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท ตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิต

และประสาท

3. สารระเหย ตามกฎหมายว่าด้วยการป้องกันการใช้สารระเหย

“ กฎหมายเกี่ยวกับยาเสพติด ” หมายความว่า กฎหมายว่าด้วยยาเสพติดให้โทษ กฎหมายว่าด้วยวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท กฎหมายว่าด้วยการป้องกันการใช้สารระเหย และ กฎหมายว่าด้วยมาตรการในการปราบปรามผู้กระทำความผิดเกี่ยวกับยาเสพติด

จากนิยามดังกล่าว การแบ่งประเภทยาเสพติดให้โทษนี้ แบ่งตามกฎหมายหมายที่เกี่ยวข้องว่าเป็นยาเสพติดตามกฎหมายใด แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. ยาเสพติดให้โทษ ตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ.2522

2. วัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท ตามพระราชบัญญัติวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท พ.ศ.2518

3. สารระเหย ตามพระราชกำหนดป้องกันการใช้สารระเหย พ.ศ.2533

เมื่อทราบนิยามเกี่ยวกับยาเสพติดและกฎหมายที่เกี่ยวกับยาเสพติดแล้ว จะเห็นได้ว่ามีกฎหมายหลายฉบับ ที่จะนำมาใช้ในการดำเนินการตามกระบวนการยุติธรรม มีกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. พระราชบัญญัติต่าง ๆ เช่น

- พระราชบัญญัติป้องกันและปราบปรามยาเสพติด
- พระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ
- พระราชบัญญัติวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท
- พระราชบัญญัติการขนส่งทางบก
- พระราชบัญญัติจราจรทางบก

2. พระราชกำหนด

- พระราชกำหนดป้องกันการใช้สารระเหย

3. ระเบียบต่าง ๆ เช่น

- ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี
- ระเบียบกระทรวงสาธารณสุข
- ระเบียบสำนักงานตำรวจแห่งชาติ

4. ประกาศต่าง ๆ เช่น

- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข
- ประกาศกรมการขนส่งทางบก
- ประกาศคณะกรรมการป้องกันปราบปรามยาเสพติด

5. คำสั่งต่าง ๆ เช่น

- คำสั่งคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติดให้โทษเรื่องกำหนด
สถานตรวจพิสูจน์

พระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. 2522 มาตรา 4

“ ยาเสพติดให้โทษ ” หมายความว่า สารเคมีหรือวัตถุชนิดใด ๆ ซึ่งเมื่อเสพเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าจะโดยรับประทาน ดม สูบ ฉีด หรือด้วยประการใด ๆ แล้วทำให้เกิดผลต่อร่างกายและจิตใจในลักษณะสำคัญ เช่น ต้องเพิ่มขนาดการเสพขึ้นเป็นลำดับ มีอาการถอนยาเมื่อขาดยา มีความต้องการเสพทั้งร่างกายและจิตใจอย่างรุนแรงตลอดเวลา และสุขภาพโดยทั่วไปจะทรุดโทรมลง กบับให้รวมตลอดถึงพืชหรือส่วนของพืชที่เป็นหรือให้ผลผลิตเป็นยาเสพติดให้โทษ หรืออาจใช้ผลิตเป็นยาเสพติดให้โทษและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตยาเสพติดให้โทษด้วย ทั้งนี้ ตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่ไม่หมายความถึงยาสามัญประจำบ้านบางตำรับ ตามกฎหมายว่าด้วยยาที่มียาเสพติดให้โทษผสมอยู่

“ เสพ ” หมายความว่า การรับยาเสพติดให้โทษเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าด้วยวิธีใด

“ ดิตยาเสพติด ” หมายความว่า เสพเป็นประจำติดต่อกันและตกอยู่ในสภาพที่จำเป็นต้องพึ่งยาเสพติดให้โทษนั้น โดยสามารถตรวจพบสภาพเช่นว่านั้นได้ตามหลักวิชาการ

“ การบำบัดรักษา ” หมายความว่า การบำบัดรักษาผู้ติดยาเสพติดให้โทษ ซึ่งรวมตลอดถึงการฟื้นฟูสมรรถภาพและการติดตามผลหลังการบำบัดรักษาด้วย

มาตรา 7 ยาเสพติดให้โทษ แบ่งเป็น 5 ประเภท คือ

- ประเภท 1 ยาเสพติดให้โทษชนิดร้ายแรง เช่น เฮโรอีน (Heroin)
- ประเภท 2 ยาเสพติดให้โทษทั่วไป เช่น มอร์ฟีน (Morphine) โคคาอิน (Cocaine) โคเดอีน (Codeine) ฝิ่นยา (Medicinal Opium)
- ประเภท 3 ยาเสพติดให้โทษที่มีลักษณะเป็นตำรับยา และมียาเสพติดให้โทษใน ประเภท 2 ผสมอยู่ด้วย ตามหลักเกณฑ์ที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- ประเภท 4 สารเคมีที่ใช้ในการผลิตยาเสพติดให้โทษประเภท 1 หรือประเภท 2 เช่น อาเซติกแอนไฮไดรด์ (Acetic Anhydride) อาเซทิลคลอไรด์ (Acetyl Chloride)
- ประเภท 5 ยาเสพติดให้โทษที่มีได้เข้าอยู่ในประเภท 1 ถึงประเภท 4 เช่น กัญชา ฝิ่นกระท่อม

การที่จะพิจารณาได้ว่าเมทแอมเฟตามีนเป็นยาเสพติดให้โทษประเภทใดนั้น ก็พิจารณาจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2539) เรื่อง ระบุชื่อและประเภทยาเสพติดให้โทษตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. 2522

ยาเสพติดให้โทษประเภท 1 ตามบัญชีท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135

1. อาเซทอร์ฟีน (Acetorphine)
2. อาเซทิล-อัลฟา-เมทิลเฟนทานิล (Acetyl-alpha-methylfentanyl)
3. อัลฟา-เมทิลเฟนทาพิล (Alpha-methylfentanyl)
4. อัลฟา-เมทิลไทโอเฟนทานิล (Alpha-Methylthiofentanyl)
5. แอมเฟตามีน (Amphetamine)
6. เบต้า-ไฮดรอกซี-3-เมทิลเฟนทานิล (Beta-hydroxy-3-methylfentanyl)
7. เบต้า-ไฮดรอกซีเฟนทานิล (Beta-hydroxyfentanyl)
8. เดโซมอร์ฟีน (Desomorphine)
9. เดกซ์แอมเฟตามีน (Dexamphetamine)
10. 2,5 ไดเมทอกซี-4-เอทิลแอมเฟตามีน (2,5-dimethoxy-4-ethylamphetamine, DOET)
11. ไดเมทอกซีแอมเฟตามีน (Dimethoxyamphetamine, DMA)
12. ไดเมทอกซีโบรโมแอมเฟตามีน (Dimethoxybromoamphetamine, DOB)
13. เอทอร์ฟีน (Etorphine)
14. เฮโรอีน (Heroin)
15. เคโทเบมิดอน (Ketobemidone)
16. เลแวมเฟตามีน (Levamphetamine)
17. เลโวเมทแอมเฟตามีน (Levomethamphetamine)
18. เดกซ์โตรไลเซอริไซด์ ((+)-Lysergide) หรือ แอลเอสดี (LSD) หรือแอลเอสดี-25 (LSD 25)
19. เมโคลควาโลน (Mecloqualone)
20. เมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine)
21. เมทาควาโลน (Methaqualone)
22. 5-เมทอกซี-3,4 เมทิลลีนไดออกซี แอมเฟตามีน (5-methoxy-3,4-methylenedioxyamphetamine, MMDA)
23. เมทิลลีนไดออกซีแอมเฟตามีน (Methylenedioxyamphetamine, MDA)
24. 3,4-เมทิลลีนไดออกซี เมทแอมเฟตามีน (3,4-methylenedioxy methamphetamine, MDMA)
25. 3-เมทิลเฟนทานิล (3-methylfentanyl)
26. 3-เมทิลไทโอเฟนทานิล (methylthiofentanyl)

27. เอ็มพีพีพี (MPPP)
28. พารา-ฟลูโอโรเฟนทานิล (Para-fluorofentanyl)
29. พารามेतอกซีแอมเฟตามีน (Paramethoxyamphetamine,PMA)
30. พีอีพีเอพี (PEPAP)
31. ไทโอเฟนทานิล (Thiofentanyl)
32. ไตรเมทอกซีแอมเฟตามีน (Trimethoxyamphetamine,TMA)

ทั้งนี้ให้รวมถึงวัตถุที่เรียกชื่อเป็นอย่างอื่น แต่มีสูตรโครงสร้างทางเคมีอย่างเดียวกันกับ ยาเสพติดให้โทษดังกล่าว ไอโซเมอร์ใด ๆ ของยาเสพติดให้โทษประเภท 1 และประเภท 2 ยกเว้น ไอโซเมอร์อื่นของยาเสพติดให้โทษที่ได้รับบุตตัวไอโซเมอร์นั้น ๆ เป็นยาเสพติดให้โทษไว้แล้ว เป็นการเฉพาะเอสเทอร์และอีเทอร์ใด ๆ ของยาเสพติดให้โทษประเภท 1 และประเภท 2 ยกเว้นตัวที่ได้ ระบุให้เป็นยาเสพติดให้โทษไว้แล้วเป็นการเฉพาะเกลือใด ๆ ของยาเสพติดให้โทษประเภท 1 และ ประเภท 2 เอสเทอร์และอีเทอร์ของยาเสพติดให้โทษประเภท 1 และประเภท 2 ทั้งนี้ไม่ว่าจะมีความ เข้มข้นใด หรือนำไปใช้เพื่อการใด เว้นแต่จะมีการระบุความเข้มข้นหรือเงื่อนไขไว้เป็นการเฉพาะ มาตรา 57 ห้ามมิให้ผู้ใดเสพยาเสพติดให้โทษในประเภท 1 หรือประเภท 5

7.1 พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522

มาตรา 43 ทวิ ห้ามมิให้ผู้ขับขี่เสพยาเสพติดให้โทษ ตามกฎหมายว่าด้วย ยาเสพติดให้โทษ หรือเสพวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท ตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุที่ออกฤทธิ์ ต่อจิตและประสาท ทั้งนี้ ตามที่อธิบดีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา ให้เจ้าพนักงาน จราจร พนักงานสอบสวน พนักงานเจ้าหน้าที่ หรือผู้ตรวจการมีอำนาจจัดให้มีการตรวจสอบ ผู้ขับ ขี่รถบางประเภทตามที่อธิบดีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษาว่า ได้เสพยาเสพติดให้โทษ หรือเสพวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาทตามวรรคหนึ่งหรือไม่ และหากผลการตรวจสอบใน เบื้องต้นปรากฏว่าผู้ขับขี่นั้น ไม่ได้เสพก็ให้ผู้ขับขี่นั้นขับรถต่อไปได้ในกรณีที่ผู้ขับขี่ตามวรรคสอง ไม่ยอมให้ตรวจสอบ ให้เจ้าพนักงานจราจร พนักงานสอบสวน พนักงานเจ้าหน้าที่ หรือผู้ตรวจการ มีอำนาจกักตัวผู้นั้นไว้ เพื่อดำเนินการตรวจสอบได้ภายในระยะเวลาเท่าที่จำเป็นแห่งกรณีเพื่อการ ตรวจสอบเสร็จสิ้นไปโดยเร็ว และเมื่อผู้นั้นยอมรับการตรวจสอบแล้ว หากผลการตรวจสอบใน เบื้องต้นปรากฏว่าไม่ได้เสพ ก็ให้ปล่อยตัวไปทันทีที่การตรวจสอบตามมาตรา 43 ให้เป็นไปตาม หลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 43 ตริ ในกรณีที่มีเหตุอันควรเชื่อว่าผู้ขับขี่ผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา 43 (1) หรือ (2) ผู้ตรวจการมีอำนาจสั่งให้ผู้นั้นหยุดรถและสั่งให้มีการทดสอบตามมาตรา 142 ด้วย

มาตรา 43 จัตวา ในกรณีที่ผู้ตรวจการพบว่า ผู้ขับขี่ผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา 43 (1) หรือ (2) หรือมาตรา 43 ทวิ วรรคหนึ่งให้ผู้ตรวจการส่งตัวผู้นั้นพร้อมพยานหลักฐานในเบื้องต้นแก่พนักงานสอบสวนผู้มีอำนาจโดยเร็ว แต่ต้องไม่เกินหกชั่วโมง นับแต่เวลาที่พบการกระทำความผิดดังกล่าวเพื่อดำเนินคดีต่อไป

มาตรา 43 เบญจ ในการปฏิบัติหน้าที่ตามมาตรา 43 ทวิ และมาตรา 43 ตริ ให้ผู้ตรวจการแสดงบัตรประจำตัวของตน ซึ่งออกตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก หรือกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ต่อผู้ซึ่งเกี่ยวข้อง

การตรวจหรือทดสอบว่าบุคคลใดมีสารเสพติดอยู่ในร่างกายหรือไม่นั้น ต้องยึดตามประกาศคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด เรื่องกำหนดหลักเกณฑ์วิธีการและเงื่อนไขการตรวจหรือทดสอบว่าบุคคลหรือกลุ่มบุคคลใดมีสารเสพติดอยู่ในร่างกายหรือไม่

“ การตรวจหรือทดสอบหาสารเสพติด ” หมายความว่า การตรวจหรือทดสอบหาระดับหรือปริมาณของสารเสพติด อันเกิดจากการเสพยาเสพติด ให้โทษตามกฎหมายว่าด้วยการป้องกันและปราบปรามยาเสพติดโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

“ ผู้รับการตรวจ ” หมายความว่า ผู้รับการตรวจหรือทดสอบหาสารเสพติด

การตรวจหรือทดสอบหาสารเสพติด ให้ตรวจหรือทดสอบจากปัสสาวะโดยให้ปฏิบัติตามวิธีการตรวจหรือทดสอบของชุดน้ำยาตรวจสอบหรือเครื่องมือแต่ละชนิด และวิธีการตรวจหรือทดสอบหาสารเสพติดในเบื้องต้นให้ถือปฏิบัติโดยใช้เครื่องมือหรือชุดน้ำยาตรวจสอบดังต่อไปนี้

1. ชุดน้ำยาตรวจหรือทดสอบของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข หรือหน่วยงานอื่นของรัฐ โดยให้ถือปฏิบัติตามคู่มือวิธีการตรวจสอบของชุดน้ำยาตรวจสอบของหน่วยงานนั้น

2. ชุดตรวจหรือเครื่องมือตรวจสอบโดยวิธี Immunoassay โดยให้ถือปฏิบัติตามคู่มือวิธีการตรวจสอบของชุดตรวจหรือเครื่องมือแต่ละชนิด

ในการตรวจ หรือทดสอบหาสารเสพติดในเบื้องต้นนั้น เมื่ออ่านผลแล้วปรากฏว่าให้ผลบวกตามคู่มือวิธีการตรวจตามเครื่องมือหรือชุดทดสอบ ให้เจ้าพนักงานส่งปัสสาวะของผู้รับการตรวจไปยังสถานตรวจพิสูจน์เพื่อตรวจยืนยัน เมื่อสถานตรวจพิสูจน์ตรวจยืนยันแล้ว ให้ถือเกณฑ์การตัดสินผลการตรวจพิสูจน์ว่า เป็นผู้ที่มีสารเสพติดอยู่ในร่างกายดังนี้ กรณีกลุ่มแอมเฟตามีน (Amphetamine) และ กลุ่ม MDMA (ยาอี) เมื่อตรวจพบว่ามีสารดังกล่าวอยู่ในปัสสาวะตั้งแต่ 1000 ng/ml ขึ้นไป

7.2 บทกำหนดโทษ

บทกำหนดโทษที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. 2522 กำหนดไว้ดังนี้

มาตรา 91 ผู้ใดเสพยาเสพติดให้โทษในประเภท 1 อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา 57 หรือยาเสพติดให้โทษในประเภท 2 อันเป็นการฝ่าฝืนมาตรา 58 ต้องระวางโทษจำคุก ตั้งแต่หกเดือนถึงสิบปี และปรับตั้งแต่ห้าพันบาทถึงหนึ่งแสนบาท

ตามพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522

มาตรา 157 ทวิ ผู้ขับขี่ผู้ใดฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามคำสั่งของเจ้าพนักงานจราจรเจ้าพนักงานสอบสวน พนักงานเจ้าหน้าที่ หรือผู้ตรวจการที่ทำให้มีการตรวจสอบผู้ขับขี่ตามมาตรา 43 ทวิ หรือฝ่าฝืน หรือไม่ปฏิบัติตามคำสั่งของผู้ตรวจการที่ทำให้มีการทดสอบผู้ขับขี่ตามมาตรา 43 ทริ ต้องระวางโทษปรับไม่เกินหนึ่งพันบาทผู้ขับขี่ผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา 43 ทวิ วรรคหนึ่ง ต้องระวางโทษสูงกว่าที่กำหนด ไว้ในกฎหมายว่าด้วยยาเสพติดให้โทษ หรือกฎหมายว่าด้วยวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาทอีกหนึ่งในสาม และให้ศาลสั่งพักใช้ใบอนุญาตขับขี่มีกำหนดไม่น้อยกว่าหกเดือน หรือเพิกถอนใบอนุญาตขับขี่ ถ้าการกระทำความผิดตามมาตรา 43 ทวิ วรรคหนึ่ง เป็นเหตุให้ผู้อื่นได้รับอันตรายสาหัส ผู้กระทำความผิดต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สองปีถึงหกปี และปรับตั้งแต่สี่หมื่นบาทถึงหนึ่งแสนสองหมื่นบาท และให้ศาลสั่งเพิกถอนใบอนุญาตขับขี่ และถ้าการกระทำนั้นเป็นเหตุให้ผู้อื่นถึงแก่ความตาย ผู้กระทำความผิดต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สามปีถึงสิบปี และปรับตั้งแต่หกหมื่นบาทถึงสองแสนบาทและให้ศาลสั่งเพิกถอนใบอนุญาตขับขี่

8. วิธีการเก็บและการนำส่งตัวอย่างปัสสาวะ

8.1 วิธีการเก็บปัสสาวะ

- บุคลากร จัดเตรียมเจ้าหน้าที่ที่ผ่านการอบรมวิธีการใช้ชุดตรวจสอบเบื้องต้น ให้เข้าใจถึงความสำคัญของการเก็บตัวอย่างที่มีผลต่อการตรวจพิสูจน์ และวิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง

- สถานที่ เตรียมห้องสุขาหรือสถานที่ ซึ่งจัดไว้สำหรับถ่ายปัสสาวะ ดังนี้ มีความสะอาด สะดวกพอสมควร และไม่มีสบู่ ผงซักฟอก หรือสารอื่นใดวางอยู่ ปิดวาล์วก๊อกน้ำทุกแห่ง ให้ใส่สีฟาลงในน้ำชักโครก หรือน้ำที่กักเก็บไว้

- เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นขวดพลาสติกที่สะอาดและแห้งพร้อมฝาปิดขนาดบรรจุประมาณ 60 มิลลิลิตร สำหรับบรรจุตัวอย่างปัสสาวะอุปกรณ์สำหรับผนึกขวด (หากเป็นไปได้ควรมีเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ของหน่วยงานที่ตรวจเก็บติดอยู่ เพื่อป้องกันการสับเปลี่ยน

ตัวอย่าง) ฉลากปิดขวดเก็บปัสสาวะ เพื่อบันทึกรายละเอียด แบบฟอร์มสำหรับบันทึกประวัติผู้เข้ารับการตรวจ บันทึกลักษณะปัสสาวะและผลการตรวจเบื้องต้น

- การเก็บปัสสาวะปัสสาวะควรเก็บภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากที่คาดว่าจะมีการใช้ยาให้ผู้รับการตรวจ เข้าไปถ่ายปัสสาวะลงในขวดที่ได้รับแจกประมาณครึ่งขวด (30 มิลลิลิตร) โดยให้ถ่ายทีละคน และห้ามนำสิ่งของหรือสวมเสื้อคลุมเข้าไปในขณะที่ทำการถ่ายปัสสาวะ ควบคุมดูแลและวังอย่าให้มีการสับเปลี่ยนหรือปนปลอมสารอื่นใดลงในปัสสาวะ เมื่อได้ตัวอย่างปัสสาวะแล้วให้ปิดฉลากที่บันทึกรายละเอียด พร้อมลายมือชื่อผู้เก็บและเจ้าของที่ข้างขวดทันที

- ตรวจสอบสมบัติ ลักษณะทั่วไปของตัวอย่างปัสสาวะ เช่น สังเกตความขุ่น สี และปริมาณปัสสาวะ วัดความเป็นกรด-ด่าง pH (ถ้าทำได้) วัดอุณหภูมิ (อาจใช้วิธีจับขวดตัวอย่าง ถ้าปัสสาวะใหม่จะรู้สึกอุ่น แต่ถ้าจับแล้วเย็นผิดปกติควรเรียกเก็บตัวอย่างใหม่)

8.2 การเก็บรักษาตัวอย่าง

- ตรวจสอบความถูกต้องของฉลาก ปิดฝาขวดให้แน่น เก็บในสภาพเย็น ไม่ควรเก็บรักษาเกิน 48 ชั่วโมง (สำนักยาและวัตถุเสพติด กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2552 : 22 -26)

9. การทดสอบความถูกต้องวิธีวิเคราะห์

การทดสอบความถูกต้อง (Validation) ตามคำนิยามของ ISO 8402:1994 หมายถึง การตรวจสอบและแสดงข้อมูลที่เป็นรูปธรรม เพื่อยืนยันว่าข้อกำหนดเฉพาะนั้นเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์

การทดสอบความถูกต้องวิธีวิเคราะห์ (Method Validation) หมายถึง กระบวนการจัดทำข้อกำหนดการวิเคราะห์ รวมถึงการตรวจสอบความสามารถของวิธีวิเคราะห์ แสดงหลักฐานการทดสอบที่สอดคล้องกับความต้องการและความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่จะนำวิธีวิเคราะห์ไปใช้ในการทดสอบความถูกต้องวิธีวิเคราะห์จำเป็นต้องระบุพารามิเตอร์การตรวจสอบที่แน่นอนที่บ่งชี้ถึงสมรรถนะของวิธีวิเคราะห์ โดยกำหนดเกณฑ์การยอมรับวิธีการทดสอบพารามิเตอร์ใช้เครื่องมือที่ผ่านการสอบเทียบ ทำงานได้อย่างถูกต้อง มีการใช้สารเคมีและวัสดุอ้างอิงที่เหมาะสม อีกทั้งผู้วิเคราะห์มีความรู้ความสามารถในการดำเนินการทดสอบและประเมินการทดสอบความถูกต้องวิธีวิเคราะห์ด้วยหลักการสถิติ จัดทำเอกสารหลักฐานที่แสดงข้อมูลของกระบวนการทดสอบ และยืนยันความเหมาะสมของการนำวิธีวิเคราะห์ต่อการใช้งานของวิธีวิเคราะห์นั้นไว้อย่างชัดเจน

- ขีดจำกัดของการตรวจพบ (LOD; Limit of detection) หมายถึง ความเข้มข้นต่ำสุดของสารที่สามารถตรวจพบได้ในตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ แต่ไม่จำเป็นต้องระบุเชิงปริมาณ

- จีตจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (LOQ; Limit of quantitative) หมายถึง ปริมาณต่ำสุดของสารที่ตรวจวิเคราะห์ได้โดยที่มีความเที่ยงและความแม่นยำในเกณฑ์ที่ยอมรับได้
- ความจำเพาะ (Specificity) หมายถึง ความสามารถของวิธีวิเคราะห์ที่สามารถตรวจวิเคราะห์สารที่ต้องการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องและเฉพาะเจาะจง โดยปราศจากการรบกวนจากสารอื่นที่คาดว่าจะมีในเนื้อตัวอย่าง
- ความเป็นเส้นตรง (Linearity) หมายถึง ความสามารถของวิธีที่ให้ผลวิเคราะห์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสารที่วิเคราะห์
- พิสัย (Range) หมายถึง ช่วงความเข้มข้นระหว่างค่าสูงและค่าต่ำของสารที่ต้องการวิเคราะห์ที่เป็นเส้นตรง และสามารถวิเคราะห์ปริมาณสารในช่วงดังกล่าวได้อย่างถูกต้องแม่นยำ
- ความแม่นยำ (Precision) หมายถึง ค่าที่แสดงถึงความใกล้เคียงของผลการทดสอบอิสระของตัวอย่างภายใต้สภาวะที่กำหนด
- ความเที่ยง (Accuracy) หมายถึง ค่าที่แสดงความใกล้เคียงกันระหว่างผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการใช้วิธีวิเคราะห์นั้นกับค่าอ้างอิงได้

การกำหนดพารามิเตอร์เป็นสิ่งสำคัญของการทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์เพื่อการยอมรับและนำวิธีวิเคราะห์ ผู้วิเคราะห์ต้องพิจารณาคำนิยามของแต่ละพารามิเตอร์ วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ และเกณฑ์การยอมรับผลทดสอบของพารามิเตอร์ รายละเอียด ดังตารางที่ 3

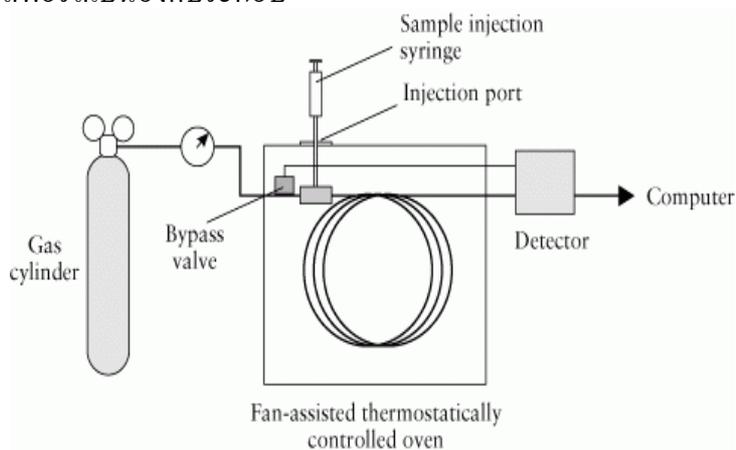
ตารางที่ 3 พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์

	Major compounds quantitative	Major compounds and traces quantitative	Traces quantitative	Traces qualitative
Limit of detection	-	-	-	*
Limit of quantitative	-	*	*	-
Linearity	*	*	*	-
Range	*	*	-	-
Precision	*	*	*	-
Accuracy	*	*	*	-
Specificity	*	*	*	*
Ruggedness	*	*	*	-

10. หลักการพื้นฐานของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

10.1 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC)

สารเสพติดในปัสสาวะถูกสกัดโดยเทคนิค Solvent Extraction และระเหยตัวทำละลายออกเพื่อทำให้ Residue มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ขั้นตอนการวิเคราะห์ ด้วยแก๊สโครมาโทกราฟี อาศัยหลักการทาง Chromatography โดยแยกสารตามคุณสมบัติความสามารถในการละลายแตกต่างกันใน 2 วัฏภาค คือ ในวัฏภาคที่เป็นแก๊ส และ วัฏภาคที่เป็นของเหลวที่เคลือบผิวด้านในของ Capillary column ตามค่า partition coefficient และตรวจวัดด้วยดีเทคเตอร์ชนิดไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส ที่มีความเฉพาะเจาะจงสูงต่อสารที่มีธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ



ภาพที่ 16 แสดงองค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี GC

ที่มา : คลังปัญญาไทย , การตรวจวัดเมทแอมเฟตามีน [ออนไลน์] , เข้าถึงเมื่อ 21 ธันวาคม 2552 .

เข้าถึงได้จาก <http://www.panyathai.or.th>

องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน

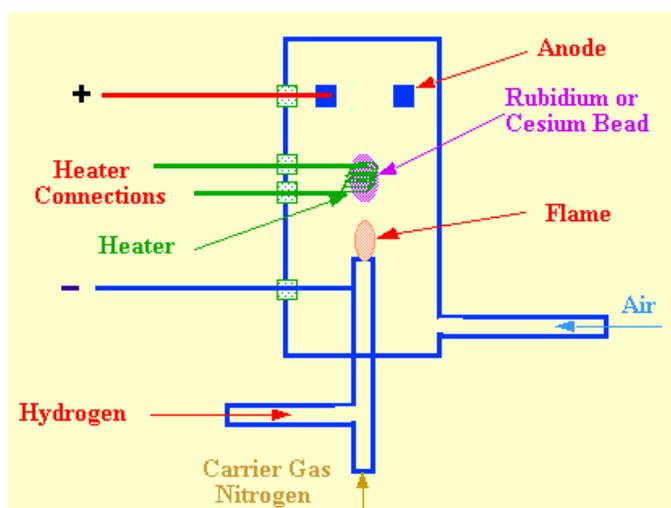
1. Injector คือ ส่วนที่สารตัวอย่างจะถูกฉีดเข้าเครื่องและระเหยเป็นแก๊สพร้อมกับถูกให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนที่จะเข้าสู่คอลัมน์ อุณหภูมิที่เหมาะสมของ Injector ควรเป็นอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้สารตัวอย่างสามารถระเหยได้ แต่ต้องไม่ถูกทำให้สลายตัว (decompose)

2. Oven คือ ส่วนที่ใช้สำหรับบรรจุคอลัมน์เอาไว้ และเป็นส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิของคอลัมน์ให้เปลี่ยนไปตามความเหมาะสมกับสารที่ถูกฉีด ซึ่งอุณหภูมิของ Oven นั้นจะสามารถปรับเปลี่ยนได้ 2 แบบ คือ isocratic temperature และ gradient temperature แต่ว่าความต้องการของผู้วิเคราะห์ ข้อดีของการทำ gradient temperature คือ สามารถใช้กับสารตัวอย่างที่มีจุดเดือดกว้าง (wideboiling range) และยังช่วยลดเวลาในการวิเคราะห์ลงได้อีกด้วย (analysis time)

3. Detector คือ ส่วนที่จะใช้สำหรับตรวจวัด องค์ประกอบของสารที่มีอยู่ในตัวสารตัวอย่างดูว่าสารที่เราสนใจนั้นมีปริมาณอยู่เท่าไรซึ่งความสามารถของการตรวจวัดนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของDetector ที่เลือกใช้กับเครื่อง GC

10.2 หลักการทำงานของตัวตรวจวัดชนิดไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส (NPD)

ไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส ดีเทกเตอร์, NPD (หรือมีชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า thermionic detector) เป็นตัวตรวจวัดที่มีความไวสูงและเฉพาะเจาะจงต่อสารที่มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ หลักการทำงานคล้ายคลึงกับ Flame ionization detector (FID) แต่แตกต่างกันที่ NPD ประกอบด้วย Ceramic Bead ที่ติดตั้งบนขดลวดที่ให้ความร้อน Ceramic Bead เป็นเกลืออัลคาไลน์ ได้แก่ รูบิเดียม (rubidium) หรือ ซีเซียม (cesium) เมื่อร้อนจะสลายตัวให้อิออนและอิเล็กตรอน อิเล็กตรอนที่ปลดปล่อยออกมาจะสะสมทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าค่าหนึ่งเกิดเป็นสัญญาณแบบกราว์นของเครื่อง เมื่อสารตัวอย่างที่มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสถูกพาออกมาจากปลายคอลัมน์ผ่าน Hydrogen/Air plasma เกิดการแตกตัว ไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสเหล่านี้เข้าไปจับที่ผิวของ bead และเป็นตัวเร่งให้เกิดการปลดปล่อยอิเล็กตรอนมากขึ้น ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าสะสมที่อิเล็กโตรดมากขึ้น นอกจากนี้อัตราส่วนของ Hydrogen/Air ที่ต่ำจะไม่ทำให้เกิดเปลวไฟเหมือน FID แต่จะเกิดลักษณะของ Hydrogen/Air plasma แทน ซึ่งสามารถลดการเกิด hydrocarbon ionization ได้จึงมีความจำเพาะต่อไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสสูงกว่าสารพวกไฮโดรคาร์บอนถึง 10^5 เท่ารูปแสดงส่วนประกอบที่สำคัญของ NPD แสดงได้ดังนี้



ภาพที่ 17 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของ Detector NPD

ที่มา : วิสิฐศักดิ์ วุฒิดิเรก , “ การใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี รุ่น HP 6890 series , ” คู่มือการใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (นครสวรรค์ : ศูนย์วิทยาศาสตร์นครสวรรค์ , 2552) ,3-4.

11. หน่วยวัดปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ

ตารางที่ 4 แสดงหน่วยวัดปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ

Unit	Abbreviation	Used in (Example)
milligrams per litre	mg/l	Continental Europe, Scandinavia , Japan South Africa , Thailand
micrograms per hundred milliliters	$\mu\text{g}/100 \text{ ml}$, $\mu\text{g}\%$ $\mu\text{g}/\text{dl}$	United Kingdom
micrograms per milliliters	$\mu\text{g}/\text{ml}$	New Zealand , Netherlands
milligrams per hundred milliliters	mg/100ml , mg% , mg% , mg/dl	UK , Africa(parts) , Middle East, Malaysia , Canada, Thailand
Nanograms per milliliters	ng/ml	USA , Australia , South Africa
promille(w/v)*part per thousand	% , g/l	France , Portugal , Italy
promille(w/w)*part per thousand	% , g/kg	Germany , East Europe , Scandinavia

* w/v = weight of Methamphetamine by volume of Methamphetamine

* w/w = weight of Methamphetamine by weight of Methamphetamine

12. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริพร ทองประกายแสง (2549) ได้ ศึกษาการพัฒนาวิธีตรวจเอกลักษณ์แอมเฟตามีนส์ และอนุพันธ์ของแอมฟามีนส์ในปัสสาวะ พร้อมกัน โดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟีหน่วยตรวจวัดชนิดไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส แอมเฟตามีนส์และกลุ่มอนุพันธ์ของแอมเฟตามีนส์เป็นยาเสพติดที่แพร่ระบาดและมีแนวโน้มของการแพร่ระบาดในประเทศไทยสูงสุด และปัจจุบันการใช้ยาเสพติดมากกว่าหนึ่งชนิดมีแนวโน้มสูงขึ้น ทำให้ห้องปฏิบัติการที่ทำหน้าที่ตรวจยาเสพติดต้องพัฒนาการตรวจให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นทั้งในมิติของความถูกต้อง ความจำเพาะ ความไวและระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจโดยการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การศึกษานี้ดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการ ระหว่างเดือนมกราคม-สิงหาคม พ.ศ. 2548 โดยได้ปรับเปลี่ยนการเตรียมตัวอย่างจากวิธีการที่นิยมใช้กัน กล่าวคือ การสกัดตัวอย่างปัสสาวะด้วยไดคลอโรมีเทน จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยแก๊สโครมาโทกราฟีที่มีหน่วยตรวจวัดชนิดไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส ซึ่งจัดเป็นหน่วย

ตรวจวัดแบบจำเพาะ โดยใช้คอลัมน์ชนิด HP-5 (5%-Phenyl-methylpolysiloxane) 0.25 mm.id. x 30m x 0.25 mm film thickness และมีสถานะของการตรวจวิเคราะห์ดังนี้ อัตราเร็วของแก๊ส ฮีเลียม เท่ากับ 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที โปรแกรมอุณหภูมิที่เหมาะสมของคอลัมน์ที่ใช้ในการแยกคือ เริ่มต้นที่ 120 °C รอกจนกระทั่ง 4 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 200 °C ด้วยอัตราการเพิ่ม 20 °C ต่อนาที คงที่ไว้ 6 นาที และอุณหภูมิของหัวฉีดและตัวตรวจวัดชนิดไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส เป็น 220 °C และ 280 °C ตามลำดับ ปริมาตรของตัวอย่างที่ฉีดเท่ากับ 1 ไมโครลิตร ผลการศึกษาพบว่า วิธีการที่ปรับ และพัฒนาขึ้นนี้สามารถแยกแอมเฟตามีนส์และอนุพันธ์ของแอมเฟตามีนส์ คือ แอมเฟตามีน เมทแอมเฟตามีน เอ็มดีเอ็มเอส เอ็มดีเอ และ เอ็มดีอี ได้อย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถแยก วัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาทอื่นๆที่ให้ผลบวกตรงกับชุดทดสอบสำเร็จรูปหรือที่มีการนำมาใช้ในทางที่ผิด วิธีการนี้มีค่าขีดจำกัดของการตรวจพบของแอมเฟตามีนส์และอนุพันธ์ของ แอมเฟตามีนส์อยู่ระหว่าง 75 - 110 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีความไวมากกว่าที่กฎหมายกำหนด ประมาณ 10 เท่า และสามารถตรวจวิเคราะห์ สารเสพติดดังกล่าวได้ในคราวเดียวกัน ปัจจุบัน ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ใช้วิธีการนี้ในการตรวจยืนยันแอมเฟตามีนส์และอนุพันธ์ ของแอมเฟตามีนส์ในตัวอย่างปัสสาวะ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ได้รับการรับรอง ISO/ IEC 17025 จากสำนักมาตรฐานห้องปฏิบัติการแล้วเมื่อวันที่ 26 กันยายน 2549

ประกอบ นางาม ได้พัฒนาวิธีการตรวจยืนยันผลเมทแอมเฟตามีน และแอมเฟตามีนใน ปัสสาวะโดยใช้ Gas Chromatography 2 สถานะ สถานะที่ 1 ใช้ คอลัมน์ Ultra 1 (Crosslinked Methy Silicone Gum 25.0 m. x 0.32 mm x 0.52 mm) (HP Part No. 19091 A-112) ตัวตรวจวัดชนิด NPD สถานะที่ 2 ใช้คอลัมน์ HP-5 (Crosslinked 5% PH ME Siloxane 30.0 m x 0.32 mm x 0.25 m Film Thickness) (HP Part No. 19091 J-413) ตัวตรวจวัดชนิด FID โดยการสกัดเมทแอมเฟตามีน และแอมเฟตามีนที่อยู่ในปัสสาวะด้วย Butyl Acetate ในสถานะ pH มากกว่า 9 แล้วนำมาวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph จากการทำ Method Validation พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของ ความสัมพันธ์ของสารทั้งสองชนิดในทั้ง 2 สถานะมีค่าใกล้ 1,000 ผลการทดสอบความถูกต้องของ วิเคราะห์ในสถานะที่ 1 ของเมทแอมเฟตามีนให้ค่าประสิทธิภาพของวิธี และค่าความเบี่ยงเบน มาตรฐานอยู่ในช่วง $92.26 \pm 1.57 - 92.32 \pm 0.47$ และแอมเฟตามีน $94.15 \pm 2.16 - 102.40 \pm 2.29$ และผลการทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ในสถานะที่ 2 ของเมทแอมเฟตามีนให้ค่า ประสิทธิภาพของวิธีและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง $95.60 \pm 3.5 - 100.98 \pm 1.24$ และ แอมเฟตามีน $103.32 \pm 3.71 - 115.81 \pm 3.44$ โดยทดสอบความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนในช่วง 1.60 - 2.40 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และแอมเฟตามีนในช่วง 1.96 - 2.88 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ผลการทดสอบความแม่นยำของสารทั้งสองในสถานะที่ 1 ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนร้อยละ

0.5 และ 2.24 ในสภาวะที่ 2 1.22 และ 2.97 ตามลำดับ ค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ของสารทั้งสองในปัสสาวะในสภาวะที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.07 และ 0.24 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในสภาวะที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.06 และ 0.25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า การตรวจยืนยันผลเมทแอมเฟตามีนและแอมเฟตามีนในปัสสาวะโดยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟีระบบอัตโนมัติสามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง และให้ผลที่ถูกต้อง แม่นยำเหมาะสมสำหรับห้องปฏิบัติการที่มีตัวอย่างปริมาณมากแต่มีบุคลากรจำนวนจำกัด

พันธุภา กิตติรัตนไพบูลย์, วีระวรรณ เรืองยุทธิการณ์ และคณะ (2546) เพื่อศึกษาลักษณะการดำเนินโรคของโรคจิตจากเมทแอมเฟตามีนในผู้ป่วยที่เสพยาเรื้อรังและติดตามผลระยะยาว (6 เดือน) รวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเมทแอมเฟตามีนที่ตรวจวัดได้ในปัสสาวะและเส้นผมของผู้ป่วยกับความรุนแรงของอาการโรคจิตที่เกิดขึ้น และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการกลับป่วยซ้ำในผู้ป่วยที่เคยมีอาการโรคจิตจากเมทแอมเฟตามีนมาก่อน วิธีการศึกษา : เป็นการศึกษาทางคลินิกเบื้องต้นแบบเก็บข้อมูลไปข้างหน้าในผู้ป่วยโรคจิตจากเมทแอมเฟตามีนที่มีประวัติการเสพยาบ้าอย่างต่อเนื่องมาไม่น้อยกว่า 12 เดือน ที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลสวนปรุง และสามารถรับการรักษาแบบผู้ป่วยในเป็นเวลา 1 เดือน คณะผู้วิจัยติดตามผลการรักษาทุก 3 เดือน และ 6 เดือน กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการประเมินอาการทางจิตด้วย Positive and Negative Syndrome Scale (PANSS) เมื่อแรกรับและในเดือนที่ 1, 3 และ 6 มีการตรวจคัดกรองและวิเคราะห์ปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะด้วยวิธี immunoassay และ ตรวจยืนยันผลด้วย gas chromatography / mass spectrometry (GC / MS) พร้อมทั้งตรวจวัดปริมาณเมทแอมเฟตามีนในเส้นผมด้วยวิธี GC / MS ในครั้งแรกเดือนที่ 1, 3 และ 6 ผลการศึกษา : ผู้เข้าร่วมโครงการ 28 คน มีจำนวน 25 คน ที่รับการรักษาจนครบ 4 สัปดาห์ เมื่อติดตามถึงเดือนที่ 3 และเดือนที่ 6 มีกลุ่มตัวอย่างที่ตามมานัดหมายจำนวน 15 และ 9 คน ตามลำดับกลุ่มตัวอย่างโดยเฉลี่ยมีอาการดีขึ้น จากค่าคะแนนรวม PANSS ที่ลดลงในเดือนที่ 1, 3 และ 6 รวมถึงคะแนน positive, negative และ general psychopathological symptoms จาก PANSS พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยลดลงในเดือนที่ 1 แต่มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในเดือนที่ 3 และ 6 กลุ่มตัวอย่างที่รักษาในโรงพยาบาลครบ 4 สัปดาห์จำนวน 25 คนมี 23 คน ที่มีอาการโรคจิตสงบ (psychosis remission) แต่อีก 2 คน ยังคงมีอาการโรคจิตคงอยู่ (psychosis persistence) ในเดือนที่ 3 สามารถติดตามได้เพียง 15 คน ในจำนวนนี้ 2 คน (เดิม) ยังคงมีอาการโรคจิตคงอยู่ แต่พบกลุ่มตัวอย่าง 3 คน มีอาการโรคจิตกลับป่วยซ้ำ (psychosis relapse) เมื่อติดตามถึงเดือนที่ 6 สามารถติดตามได้ 9 คน พบว่า 1 คน มีอาการโรคจิตกลับป่วยซ้ำ โดยมีอาการโรคจิตอยู่ในระดับรุนแรงมาก และ 1 คนที่มีอาการโรคจิตคงอยู่ในเดือนที่ 3 นั้น กลับมีอาการโรคจิตดีขึ้นในเดือนที่ 6 เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเมทแอมเฟตามีนที่ตรวจวัดได้ใน

เส้นผม และปัสสาวะกับความรุนแรงของอาการโรคจิต โดยใช้ Spearman Correlation Coefficients พบว่าความรุนแรงของอาการทางจิตโดยคะแนนรวม PANSS ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ หรือในเส้นผมแต่ปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณเมทแอมเฟตามีนในเส้นผมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่พบในกลุ่มที่กลับป่วยซ้ำ กลุ่มตัวอย่าง 3 คน และ 1 คนที่กลับป่วยซ้ำเดือนที่ 3 และ 6 มีประวัติการเสพยาเมทแอมเฟตามีนซ้ำ ไม่พบปัจจัยเรื้อรังทางจิตสังคม ไม่เสพยาเสพติดอื่นและผู้ป่วยได้รับการรักษาโรคจิตอย่างสม่ำเสมอ มีเพียง 1 คนที่หยุดยารักษาโรคจิต สรุปผลการศึกษา : ลักษณะการดำเนินโรคของโรคจิตจากเมทแอมเฟตามีนในระยะยาวภายหลังติดตามการรักษา 6 เดือน พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการโรคจิตคงอยู่นานถึง 3 เดือน และความรุนแรงทางจิตในกลุ่มที่กลับป่วยซ้ำ ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ หรือในเส้นผม การแนะนำให้ผู้ป่วยงดการเสพยาเมทแอมเฟตามีนซ้ำ น่าจะช่วยลดอัตราเสี่ยงของการกลับป่วยซ้ำของอาการโรคจิตได้

จิราภรณ์ อ่ำพันธุ์ และประจล มั่นตะ (2547) ได้ศึกษาเรื่องการประเมินประสิทธิภาพชุดทดสอบเมทแอมเฟตามีน (ยาบ้า) ในปัสสาวะ ผลการวิจัยพบว่าการตรวจเบื้องต้นเพื่อหาเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะสามารถตรวจได้ด้วยชุดทดสอบ 2 ชนิดคือ ชุดทดสอบที่ใช้ปฏิกิริยาทางเคมีทำให้เกิดสี (Color test) และชุดทดสอบชนิดภูมิคุ้มกันวิทยา (Immunoassay) ซึ่งสามารถให้ผลบวกกับยาบ้าที่มีในปัสสาวะได้ที่มีความเข้มข้นต่ำสุด 3,000 และ 1,000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ ชุดทดสอบทั้งสองชนิดนี้เป็นที่รู้จักและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อป้องกันข้อมูลให้สถาบันบำบัดและหน่วยงานต่าง ๆ ในการเลือกใช้ชุดทดสอบ จึงได้ประเมินประสิทธิภาพโดยศึกษาความไว (Sensitivity) ความจำเพาะ (Specificity) และความถูกต้อง (Accuracy) ของชุดทดสอบดังกล่าว โดยนำชุดทดสอบทั้งสองชนิดมาตรวจหายาบ้า หรือ เมทแอมเฟตามีน ถ้าในปัสสาวะ จำนวน 3,478 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวอย่างปัสสาวะที่หน่วยงานต่างๆ ในเขต 11 จังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ได้แก่ พิชญ โลก พิจิตร เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ แพร่ น่าน นครสวรรค์ กำแพงเพชร สุโขทัย ตากและอุทัยธานี ส่งมาเพื่อตรวจหาสารเสพติดในช่วงเดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2546 และนำปัสสาวะตัวอย่างดังกล่าวทั้งหมดมาตรวจยืนยันด้วยวิธีทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี (Thin Layer Chromatography; TLC) นำผลที่ได้มาคำนวณหาความไว ความจำเพาะและความถูกต้องของชุดทดสอบ ผลปรากฏว่าชุดทดสอบชนิด Color test และ ชุดทดสอบชนิด Immunoassay มีความไวเป็นร้อยละ 99.7, 95.0 ความจำเพาะเป็นร้อยละ 47.7, 99.3 และความถูกต้องเป็นร้อยละ 87.2 , 96.1 ตามลำดับ ดังนั้นในการเลือกใช้ชุดทดสอบจึงควรพิจารณาให้เหมาะสม เนื่องจากชุดทดสอบที่มีความไวมากจะมีความจำเพาะต่ำ และให้ผลบวกสูงมากแต่โอกาส ที่ผู้เสพยาจะถูกตรวจไม่พบมีน้อย

ส่วนชุดทดสอบที่มีความจำเพาะจะเกิดผลบวกน้อยกว่า แต่โอกาสเกิดผลลวงหรือจะมีผู้เสพที่ ถูกตรวจไม่พบมากกว่า

มยุรา กุสุมภ์ (2546) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดตรวจยาบ้าในปัสสาวะชนิดรวดเร็ว โดยวิธีทางอิมมูโนโครมาโตกราฟี ผลการวิจัยผู้วิจัยได้พัฒนาชุดตรวจยาบ้า (methamphetamine) ในปัสสาวะชนิดรวดเร็วโดยใช้หลักการทางอิมมูโนโครมาโตกราฟี ประกอบด้วยแผ่นเมมเบรนไนโตรเซลลูโลส (nitrocellulose membrane) ที่ตรึงด้วย methamphetamine ที่เชื่อมกับโปรตีน bovine serum albumin (MA-BSA) และแอนติบอดีต่ออิมมูโนโกลบูลินจีของหนูที่ติดฉลาก (Anti-mouse IG) ที่ตำแหน่งทดสอบ (T-line) และตำแหน่งควบคุม (C-line) บนแผ่นเมมเบรนตามลำดับ ส่วนตรวจวัดเตรียมจากโมโนโคลนอลแอนติบอดีต่อ methamphetamine (Anti-methamphetamine monoclonal antibody) ที่ติดฉลากด้วยสาร colloidal gold และนำไปใส่ใน conjugate release pad (CRP) ชุดตรวจยาบ้าที่ได้หรือ DMSc test สามารถตรวจ methamphetamine ในปัสสาวะในระดับความเข้มข้น 1,000 ng/ml (cut off concentration) ผลลบบจะพบแถบสีชมพูม่วง 2 แถบที่ตำแหน่ง C และ T line ส่วนผลบวกพบ 1 แถบที่ตำแหน่ง C line เท่านั้น โดยจะปรากฏภายใน 5 นาที ซึ่งผลที่เชื่อถือได้จะต้องอ่านภายใน 8 นาที จากการทดสอบความจำเพาะกับสารที่มีโครงสร้างคล้าย methamphetamine 35 ชนิด พบว่า ชุดทดสอบมีความจำเพาะต่อ methamphetamine โดยพบปฏิกิริยาข้ามเกี่ยว (cross reactivity) กับ 3,4-Methylenedioxymethamphetamine (MDMA) หรือยาอี (ecstasy) และยาอื่นๆ เมื่อทดสอบความคงสภาพ โดยเก็บชุดทดสอบที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 สัปดาห์ 45 องศาเซลเซียส นาน 12 สัปดาห์ และ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์ สรุปได้ว่า ชุดทดสอบสามารถเก็บที่อุณหภูมิห้องได้นาน 2 ปี จากการประเมินคุณภาพในห้องปฏิบัติการกับตัวอย่างปัสสาวะที่ผ่านการตรวจยืนยันด้วยวิธี Thin-layer chromatography (TLC) 1,461 ราย พบว่า มีความไวร้อยละ 97.0 และความจำเพาะร้อยละ 98.7 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดสอบ DMSc test กับชุดทดสอบที่จำหน่ายในท้องตลาดพบว่า มีความไวร้อยละ 96.8 และ 94.9 ตามลำดับ มีความจำเพาะร้อยละ 100.0 เท่านั้น การประเมินคุณภาพในภาคสนามกับตัวอย่างปัสสาวะที่ผ่านการยืนยันด้วย TLC จำนวน 5,882 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างผลบวก 4,521 ตัวอย่าง และตัวอย่างผลลบ 1,361 ตัวอย่าง ผลการประเมินโดยรวมพบว่า มีความไวร้อยละ 99.6 และความจำเพาะร้อยละ 99.5

โสมศิริ ประทีปจิตติ (2547) ได้ศึกษาเรื่อง คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดตรวจหาเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะชนิดหลักการภูมิคุ้มกันวิทยา : ความไวของการทดสอบ ผลการวิจัยผู้วิจัยได้สำรวจคุณภาพและประสิทธิภาพความไวในการทดสอบ ของชุดตรวจหาเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะชนิดหลักการภูมิคุ้มกันวิทยาทั้งแบบแผ่นหรือตลับทดสอบ (card / cassette) และแบบ

แถบทดสอบ (strip) ซึ่งระบุค่าความไว (cut-off / analytical sensitivity) 1,000 นาโนกรัม/มิลลิลิตร โดยมีวัตถุประสงค์เพิ่มเสริมสร้างประสิทธิภาพ การดำเนินงานป้องกันแก้ไขปัญหาเสพติดและเป็นข้อมูลในการพิจารณากำหนดมาตรการ เพื่อการกำกับดูแลผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์กลุ่มนี้ต่อไป คุณภาพของผลิตภัณฑ์ประเมินจากความสม่ำเสมอของผลการทดสอบตัวอย่าง 3 รุ่น ผลิตภัณฑ์ประสิทธิภาพประเมินจากความถูกต้องและความชัดเจนของการแสดงผลการทดสอบ ตัวอย่างปัสสาวะที่ใช้ในการทดสอบเตรียมขึ้นจากปัสสาวะควบคุมที่ปราศจากด้วยยา (negative control urine) นำมาเติมสารมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนให้มีความเข้มข้นในระดับ 250-3,000 นาโนกรัม/มิลลิลิตร <DD สรุปผลการทดสอบตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 63 ตัวอย่างจากผู้จำหน่าย 16 ราย พบชุดทดสอบที่ผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพเฉพาะแบบฉบับเท่านั้น ซึ่งมีจำนวน 2 ราย (ร้อยละ 22.2) อย่างไรก็ตาม การสำรวจครั้งนี้เป็นเพียงการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นส่วนหนึ่งเท่านั้น ยังมีคุณลักษณะอื่น ๆ อีกที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ด้วย เช่น ความจำเพาะของการทดสอบ (analytical specificity) ความไวในการวินิจฉัย (diagnostic sensitivity) และความจำเพาะในการวินิจฉัย (diagnostic specificity) ซึ่งต้องสำรวจและศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

เกษศิรินทร์พร กุลเกื้อ และ วิระชัย สมัย การตรวจวัดเมทแอมเฟตามีนในพลาสมา โดยใช้แก๊สโครมาโทกราฟีตัวตรวจวัดชนิดเฟรมไอออไนเซชัน (GC-FID) และทำการสกัดเมทแอมเฟตามีนด้วยเมทานอล เป็นวิธีการที่ง่าย รวดเร็ว และประหยัด ระบบการตรวจวัดใช้คอลัมน์ชนิด HP5 (5% diphenyl silicone) ขนาด 30 m X 0.25 mm X 0.25 μ m การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการวิเคราะห์ (method validation) โดยการเติมสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนลงในพลาสมา ผลการทดลองพบว่าเมทแอมเฟตามีนแสดงกราฟออกมาที่เวลา 3.630 นาที กราฟมาตรฐานในช่วงความเป็นเส้นตรงที่ความเข้มข้น 0.10 - 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.9999 ขีดจำกัดต่ำสุดของการตรวจวัด (LOD) มีค่า 0.0123 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและขีดจำกัดต่ำสุดของการหาปริมาณ (LOQ) มีค่า 0.0409 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ร้อยละการคืนกลับ (%recovery) ของเมทแอมเฟตามีนในพลาสมาที่ความเข้มข้น 0.1 , 0.5 , 2.5, 10, 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมีค่าอยู่ในช่วง 80.65 - 108.95% ค่าความเที่ยงของการวิเคราะห์ภายในวันเดียวกัน (intraday) และระหว่างวัน (interday) แสดงในรูปร้อยละของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) มีค่าอยู่ในช่วง 1.66 - 8.95% และ 3.91 - 8.68% ตามลำดับ วิธีนี้สามารถนำไปใช้ในการตรวจวัดหาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในเลือดของผู้เสพติดเมทแอมเฟตามีนและในกรณีที่มีการเสียชีวิตจากการเสพยาเกินขนาด (overdose) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับงานด้านนิติพิษวิทยา

งานวิจัยต่างประเทศ

Raikos and others (2003) ได้ศึกษาการวิเคราะห์หาแอมเฟตามีนส์ในปัสสาวะคนโดยใช้ HS- SPME และ GC การศึกษานี้ประเมินและหาปัจจัยบางตัวที่มีผลต่อค่า recovery เพื่อนำไปในการสกัด แอมเฟตามีนส์จากปัสสาวะโดย HS-SPME และ GC-FID เป็นวิธีที่ง่ายสำหรับวิเคราะห์แอมเฟตามีนและเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ รวมทั้งสารตัวอื่นๆ เช่น MDA , 3,4 MDMA และ 3,4 MDEA วิธีนี้ให้ ค่า recoveries สำหรับ AMP (19.5-47%) และ MA (20-38.1%) สูงกว่า MDA (5.1-6.6%) , MDMA (7-7.6%) และ MDEA (5.4-9.6%). SPME เป็นเทคนิคที่เร็ว ไม่ต้องใช้ตัวทำละลายในการสกัดสารกลุ่มแอมเฟตามีนส์ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์กลุ่มแอมเฟตามีนส์ในตัวอย่างชีววัตถุ นอกเหนือจากวิธีดั้งเดิมคือการสกัดด้วยตัวทำละลาย และของแข็ง วัตถุประสงค์ในการศึกษานี้เพื่อให้ได้ค่า recovery ที่สูงที่สุดโดยใช้ HS-SPME ดังนั้นวิธีการหา AMP และ MA ในปัสสาวะจึงถูกพัฒนาแยกกับวิธีสำหรับหา MDA , MDMA และ MDEA

Talwar , Watson and Stewart (1999) ได้ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์อนุพันธ์แนปทาควิโนนของแอมเฟตามีนในปัสสาวะมนุษย์โดยวิธีโครมาโตกราฟีของเหลวประสิทธิภาพสูง การศึกษานี้พบว่า การวิเคราะห์อนุพันธ์แนปทาควิโนนของแอมเฟตามีน ในปัสสาวะมนุษย์โดยวิธีการเอชพีแอลซี (HPLC) แบบง่ายด้วยวิธีการอนุพันธ์ฟริคัลมันท์ที่ใช้โซเดียมแนปทาควิโนน-4-ซัลโฟเนต ถูกพบว่ามีควมไว การคัดเลือกและความแม่นยำที่เพียงพอต่อการวัดแอมเฟตามีน เมทแอมเฟตามีน 3,4-เมธิลีนไดออกซีเมทแอมเฟตามีน (เอมดีเอ็มเอ) 3,4-เมธิลีนไดออกซีแอมเฟตามีน (เอมดีเอ) 3,4-เมธิลีนไดออกซีเอททิลแอมเฟตามีน (เอมดีอีเอ) ที่ 500 ไมโครกรัม/ลิตร วิธีการเอชพีแอลซีถูกเปรียบเทียบกับระบบ ทีแอลซี เซึ่งพาณิชย์สำหรับการตรวจหาแอมเฟตามีนในปัสสาวะของผู้เสพสารเสพติดที่เข้าร่วมโปรแกรมบำบัดยาเสพติด วิธีการยืนยันของเอชพีแอลซีถูกอธิบายเป็นทางเลือกที่สำคัญกว่า จีซีหรือเทคนิคจีซี-เอ็มเอสที่ซับซ้อนและค่าใช้จ่ายสูงกว่าสำหรับการยืนยันแอมเฟตามีน เมทแอมเฟตามีน เอ็มดีเอ็มเอ เอ็มดีเอและเอมดีอีเอ ในปัสสาวะของผู้เสพสารเสพติดโดยเฉพาะเมื่อใช้การดูแลทางคลินิก

Liaua and others (2003) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ การทำให้สมบูรณ์ของวิธีที่ง่ายสำหรับการแยก chiral ของ metamphetamine และสารประกอบที่สัมพันธ์กันในยาที่ต้องสงสัยและตัวอย่างปัสสาวะโดย β -cyclodextrine ที่ดัดแปลง โดยวิธี electrophoresis ซึ่งเป็นวิธีที่เสริมเข้าไปต่อจาก GC-MS ” การแยก chiral ของ (\pm)-metamphetamine , (\pm)-metcathinone , (\pm)-ephedrine และ (\pm)-pseudoephedrine ครั้งเดียวของ β -cyclodextrine ที่ดัดแปลงด้วยวิธี electrophoresis ถูกบรรยายขึ้น การแยกขององค์ประกอบที่เหมือนกันในยาที่ต้องสงสัย และตัวอย่างปัสสาวะที่ระบุ

ไว้ พารามิเตอร์อิเล็กโตรโฟรีซิสหลายอย่าง เช่น ความเข้มข้นของ β -cyclodextrine , อุณหภูมิ , จำนวนโวลต์ และจำนวนของตัวทำละลายอินทรีย์ที่ต้องการสำหรับการแยกให้สำเร็จเพื่อให้สมบูรณ์ วิธีที่ซึ่งบรรยายในที่นี้แสดงให้เห็นว่าเป็นวิธีที่ดีที่เสริมเข้าไปต่อจาก GC-MS สำหรับนำมาใช้ในทางกฎหมาย และการวิเคราะห์ในสถานพยาบาล

Huang and Zhang (2003) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ การยืนยันของ แอมเฟตามีน , เมทแอมเฟตามีน , MDA และ MDMA ในตัวอย่างปัสสาวะโดยใช้การสกัดแบบ disk solid-phase และ GCMS หลังการคัดเลือกปฏิกิริยาภูมิคุ้มกัน” วิธีการที่ผสมกันของ disk solid-phase และ GCMS ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อการยืนยันของ AMP , MET , 3,4- MDA และ 3,4-MDMA ในตัวอย่างปัสสาวะหลังจากการคัดเลือกปฏิกิริยาภูมิคุ้มกัน Disk-SPE ที่ไม่ละลายน้ำ และเกิดการแลกเปลี่ยนปฏิกิริยาไอออนบวก การทำงานของการแลกเปลี่ยนไอออนบวกยังคงสภาพเดิมใน disk และแยกสารจากการดูดซึมด้วยเอทิลอะซิเตทที่ผสมแอมโมเนีย หลังจากนั้นล้างด้วย เมทานอล การยืนยันและการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยเครื่องตรวจวัดไอออน โดยใช้ nikethamine ซึ่งเป็นสารมาตรฐาน ค่า recoveries ของแอมเฟตามีนอยู่ระหว่าง 73.0 และ 104.6 % ด้วย RSD_s ในช่วง 2.1-6.4% (n=3) ข้อจำกัดของการตรวจสอบคือ 2 ng/ml สำหรับ ของ AMP , MET และ MDMA และ 4 ng/ml สำหรับ MDA ตัวอย่างปัสสาวะจำนวน 5 ตัวอย่าง ได้ทดสอบด้วยวิธีหลังการคัดเลือกปฏิกิริยาภูมิคุ้มกัน และได้นำผลมาเปรียบเทียบกับ การสกัดด้วย liq-liq (LLE) แบบดั้งเดิม ซึ่งวิธีนี้ช่วยให้ประหยัดสารละลาย ง่าย รวดเร็ว และน่าเชื่อถือ และสามารถสกัดได้สะอาดกว่าวิธี LLE

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะโดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี : ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ จากกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่รับผิดชอบของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ และจากกลุ่มตัวอย่างที่ส่งตรวจ จำนวน 80 ตัวอย่าง

1. ขั้นตอนการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

1.1 การพัฒนาวิธีตรวจหาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี โดยการทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ ทำการทดสอบความใช้ได้ของวิธี คือ ความจำเพาะของวิธี ความเป็นเส้นตรงและพิสัย ความแม่นยำและความเที่ยง รวมถึงขีดจำกัดของการตรวจพบและขีดจำกัดของการตรวจวัดเชิงปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้เพื่อให้เป็นไปตามหลักประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการ

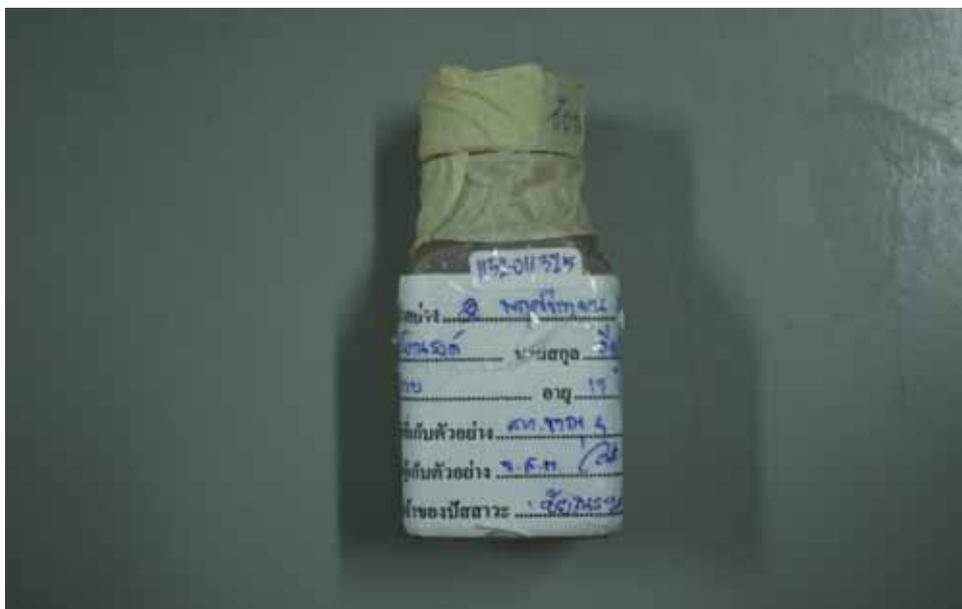
1.2 การศึกษาตัวอย่างปัสสาวะจากการส่งตัวอย่างมาให้ในศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ จำนวน 80 ตัวอย่าง

2. กลุ่มตัวอย่าง

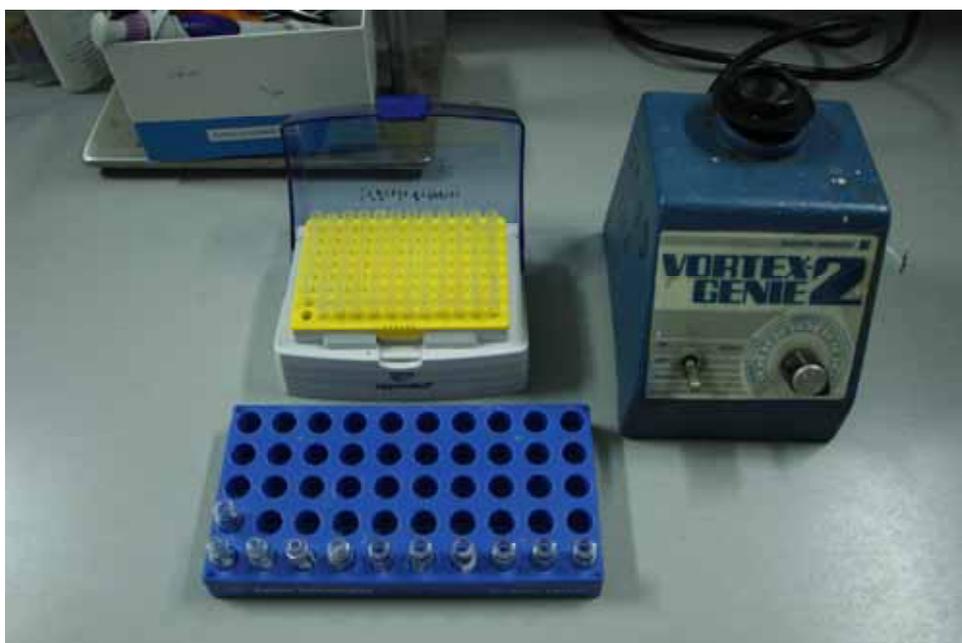
2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ได้เป็นตัวอย่างที่ได้รับจากการส่งตรวจหาสารเสพติดในปัสสาวะในพื้นที่รับผิดชอบของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ โดยตัวอย่างที่ได้รับจะมีรายละเอียดตัวอย่างบอก ชื่อ อายุ เพศ วันและเวลา ที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างส่งตรวจบอกอย่างละเอียด

2.2 การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ ทำการเก็บตัวอย่างปัสสาวะ ภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากที่คาดว่ามีการเสพยาโดยมีการควบคุมดูแลให้ผู้เข้ารับการตรวจถ่ายปัสสาวะลงในขวดเก็บตัวอย่างประมาณ 30 มิลลิลิตร มีการควบคุมมิให้มีการสับเปลี่ยนหรือปนปลอมสารอื่นใดลงในปัสสาวะ ตรวจสอบคุณสมบัติ และลักษณะทั่วไปของตัวอย่างปัสสาวะอุณหภูมิประมาณ 37 °C สีเหลืองอ่อนจนถึงเหลืองแก่ กลิ่นเฉพาะตัว ความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4-8 % เขียนฉลากและนำมาปิดบนขวดปัสสาวะโดยมีเจ้าหน้าที่และเจ้าของปัสสาวะลงลายมือชื่อไว้เป็นหลักฐาน (ห้ามเปิดฉลากฝาขวด) ทำการแช่ที่อุณหภูมิ 4 -8 °C

นำมาปิดบนขวดปัสสาวะโดยมีเจ้าหน้าที่และเจ้าของปัสสาวะลงลายมือชื่อไว้เป็นหลักฐาน (ห้ามเปิดฉลากฝาขวด) ทำการแช่ที่อุณหภูมิ 4-8 °C



ภาพที่ 18 ตัวอย่างปัสสาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์



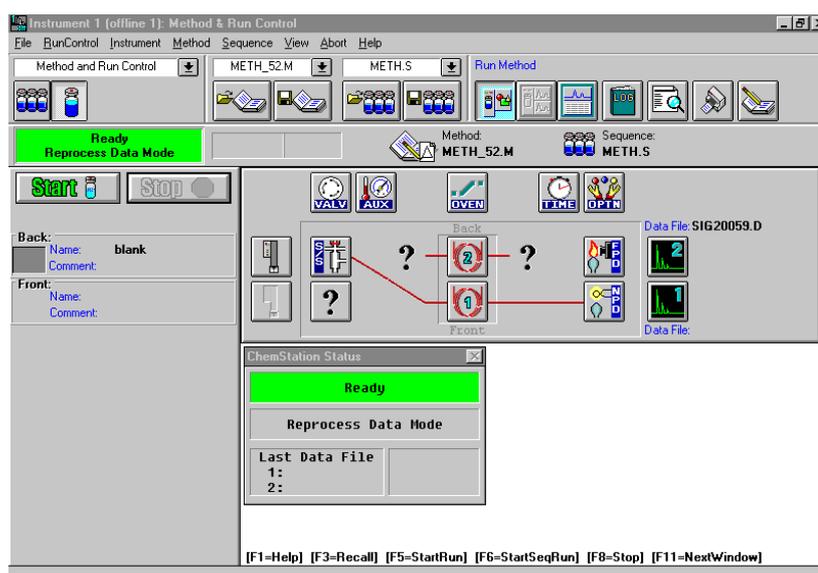
ภาพที่ 19 ภาชนะและอุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดตัวอย่างปัสสาวะ

3. เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.1 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC)
- 3.2 เครื่องผสมสารสำหรับทดลอง (Vortex mixer)
- 3.3 เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centifuge)
- 3.4 เครื่องแก้วและอุปกรณ์อื่น ๆ



ภาพที่ 20 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC) ชนิด capillary column ซึ่งมีหน่วยตรวจวัดชนิด Nitrogen-Phosphorous Detector (NPD) ของยี่ห้อ Hewlett Packard รุ่น HP 6890 Series



ภาพที่ 21 โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างใน เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC)

4. สารเคมี

- 4.1 Sodium tetraborate AR grade (Fluka)
- 4.2 Dichloromethane AR grade (MERCK)
- 4.3 Methanol AR grade (MERCK)

5. สารมาตรฐาน

- 5.1 สารมาตรฐาน Amphetamine sulphate
- 5.2 สารมาตรฐาน Methamphetamine HCl
- 5.3 สารมาตรฐาน Ephedrine HCl
- 5.4 สารมาตรฐาน Pseudoephedrine HCl
- 5.5 สารมาตรฐาน MDMA HCl
- 5.6 สารมาตรฐาน MDA HCl
- 5.7 สารมาตรฐาน MDE HCl

สารมาตรฐานจากสำนักยาและวัตถุเสพติด กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

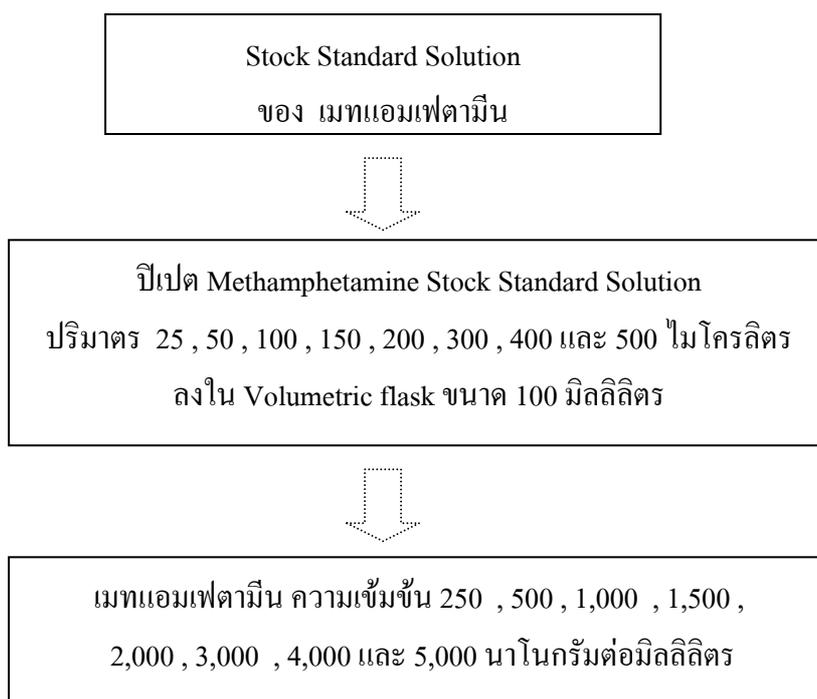
6. วิธีเตรียมสารละลายมาตรฐาน

6.1 Stock Standard Solution ของเมทแอมเฟตามีน ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร หรือ 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมโดยชั่งสารมาตรฐานเมทแอมเฟตามีน 10 มิลลิกรัม ละลายใน Methanol ปรับปริมาตรให้เป็น 10 มิลลิลิตร



ภาพที่ 22 วิธีการเตรียมเมทแอมเฟตามีนที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม

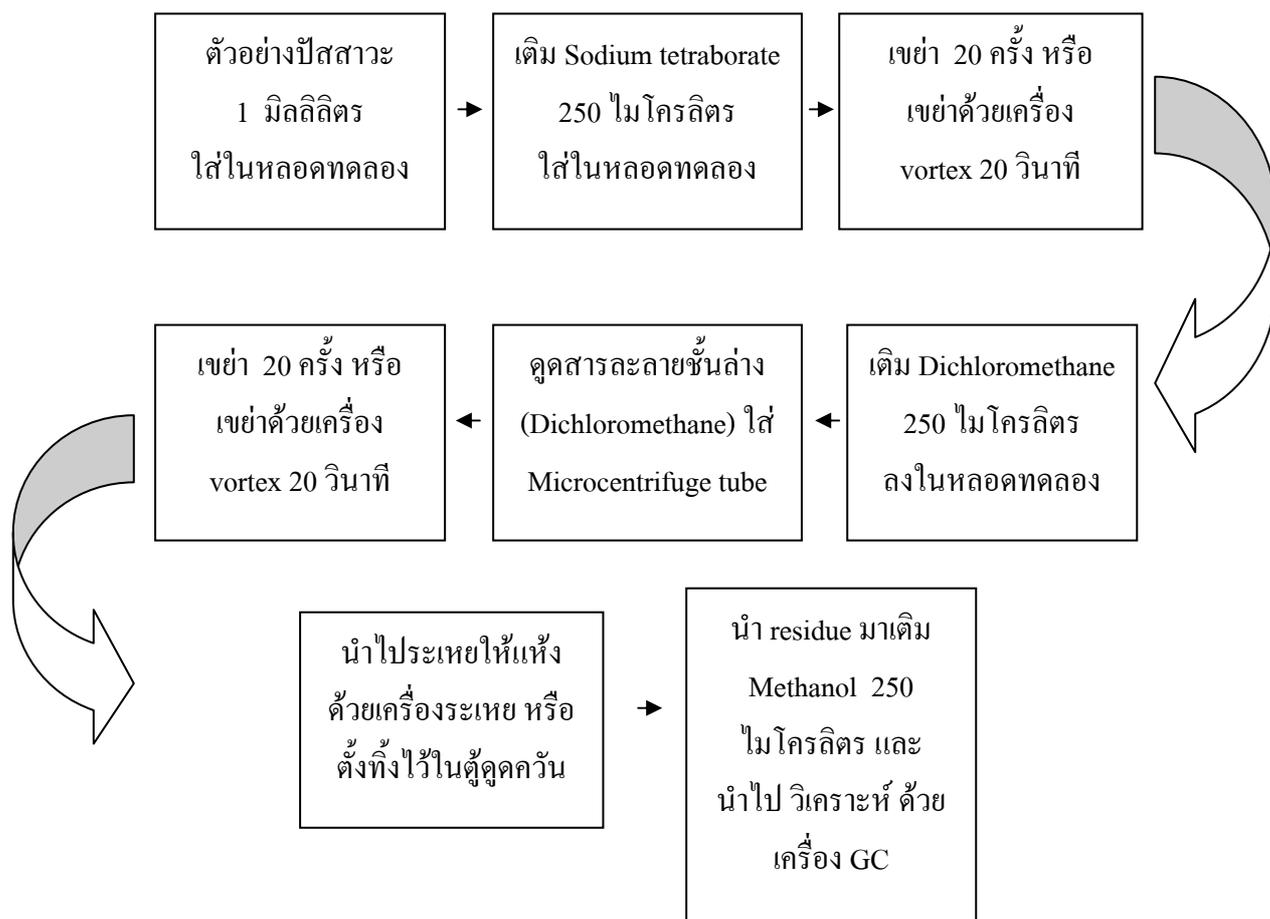
6.2 Standard Solution ของเมทแอมเฟตามีน เตรียมโดย ปิเปต Methamphetamine Stock Standard Solution ปริมาตร 25 , 50 , 100 , 150 , 200 , 300 , 400 และ 500 ไมโครลิตร ลงใน Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับด้วยปัสสาวะที่ปราศจากสารเสพติดใด ๆ จะได้ สารละลาย เมทแอมเฟตามีนความเข้มข้น 250 , 500 , 1,000 , 1,500 , 2,000 , 3,000 , 4,000 และ 5,000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร



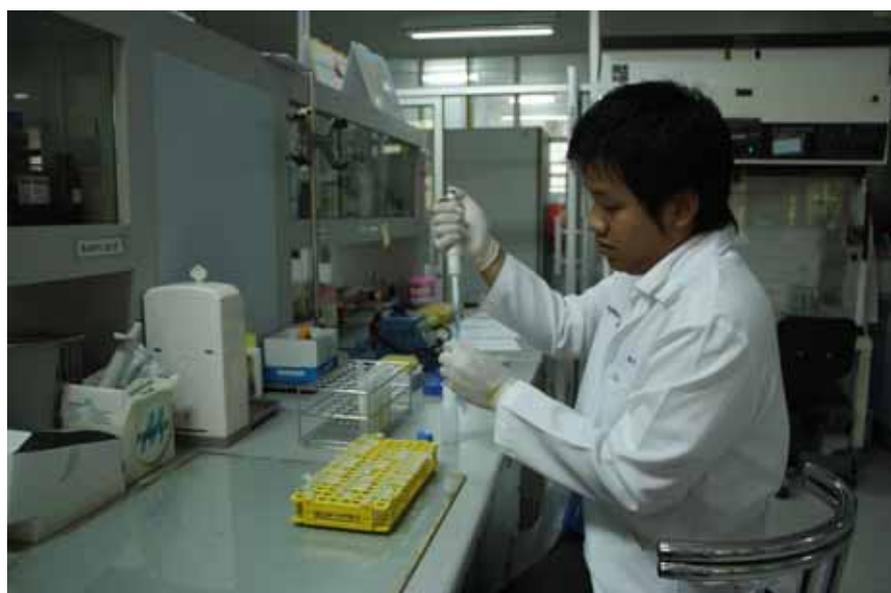
ภาพที่ 23 วิธีการเตรียมสารมาตรฐานเมทแอมเฟตามีน

7. วิธีการเตรียมตัวอย่างในการวิเคราะห์

ตัวอย่างปัสสาวะจากสถานีตำรวจที่ส่งตรวจวิเคราะห์หาปริมาณและคุณภาพ เมทแอมเฟตามีน โดยปิเปตปัสสาวะ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองเดิม Sodium tetraborate 250 ไมโครลิตรหรือสารละลายอิมตัวของ ให้ได้ pH 8 - 9 เขย่าประมาณ 20 ครั้ง หรือเขย่าด้วย เครื่อง vortex ประมาณ 20 วินาที เติม Dichloromethane 250 ไมโครลิตร ลงในหลอดเขย่าประมาณ 20 ครั้ง หรือเขย่าด้วยเครื่อง vortex ประมาณ 20 วินาที จากนั้นดูดสารละลายชั้นล่าง (Dichloromethane) ใส่ใน Microcentrifuge tube และนำไประเหยให้แห้ง ด้วยเครื่องระเหยแบบ หลอดหลอด(Nitrogen Evaporator) หรือตั้งทิ้งไว้ให้แห้งในตู้ดูดควัน จากนั้นนำ residue ที่ได้มาเติม Methanol ปริมาตร 250 ไมโครลิตร เขย่าด้วยเครื่อง vortex เพื่อละลายสารที่ติดค้างบริเวณผนัง tube ออกมาจนหมดแล้วนำไป วิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี



ภาพที่ 24 วิธีการเตรียมตัวอย่างเมทแอมเฟตามีนสำหรับการวิเคราะห์



ภาพที่ 25 ขั้นตอนการสกัดตัวอย่างปัสสาวะ



ภาพที่ 26 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างปัสสาวะก่อนเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC)

8. สภาพของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี GC

เครื่องมือ : Gas Chromatography Hewlett Packard รุ่น HP 6890 Series

Detector : Nitrogen-Phosphorous Detector (NPD)

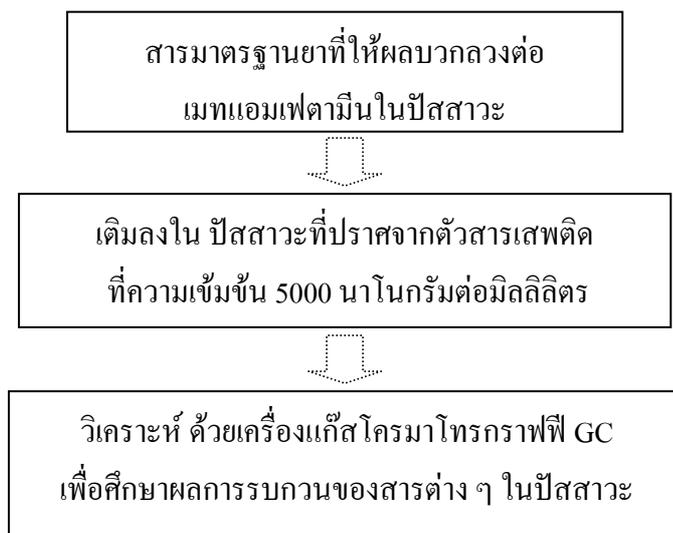
Column : HP-5 Capillary Column (0.32 mm i.d.x30 m , film thickness 0.25 μ m)

Gas System : H₂, Air Zero, N₂ (Make up gas) และ He (Carrier gas)

9. การทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์

9.1 การทดสอบความจำเพาะของวิธี (Specificity)

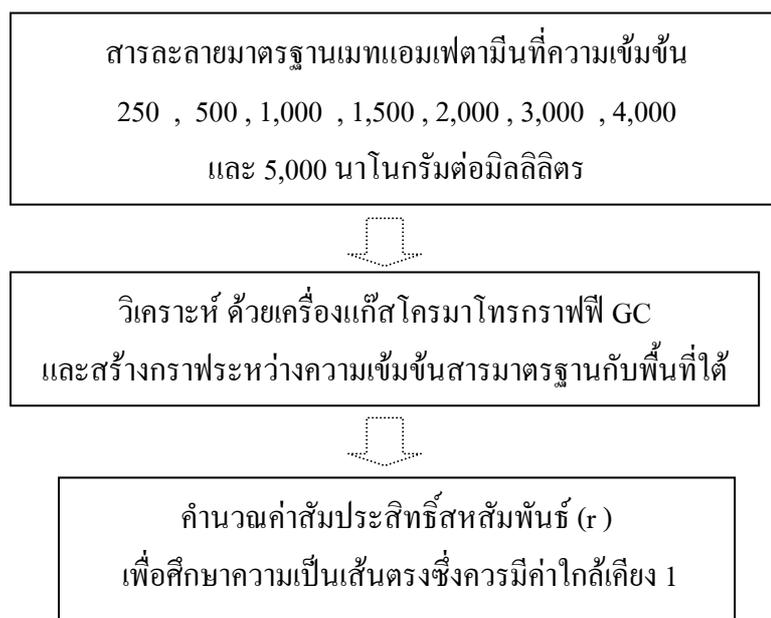
ทำการเลือกสารที่มีโอกาสรบกวนการวิเคราะห์โดยเลือกสารมาตรฐานยาแต่ละชนิดที่ให้ผลบวกปลอม (False Positive) ต่อเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ ที่มีแนวโน้มสำหรับการใช้ในท้องตลาดและที่ใช้ในการเสพอย่างมากมา 7 ชนิด คือ Amphetamine , Methamphetamine , Ephedrine , Pseudoephedrine , MDMA , MDE และ MDA โดยเติมลงใน ปัสสาวะที่ปราศจากตัวสารเสพติด ที่ความเข้มข้น 5000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี GC เพื่อศึกษาผลการรบกวนของสารต่าง ๆ ต่อเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะและความแตกต่างของ Retention time ของสารแต่ละตัว ซึ่งควรมีการแยก (resolution) มากกว่า 1



ภาพที่ 27 การทดสอบความจำเพาะ

9.2 การทดสอบความเป็นเส้นตรงและพิสัย (Linearity & Range)

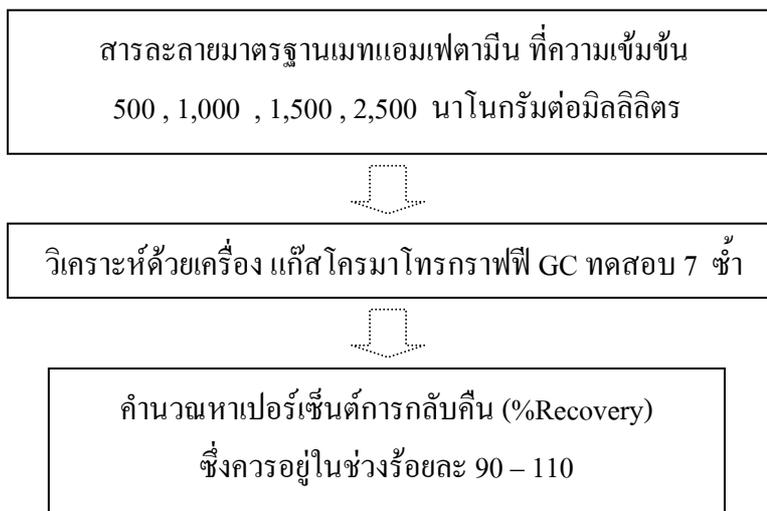
ฉีดสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีน ที่ผ่านกระบวนการเตรียมที่มีความเข้มข้น 250, 500 , 1,000 , 1,500 , 2,000 , 3,000 , 4,000 และ 5,000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี GC และสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นสารมาตรฐานกับพื้นที่ใต้พีค คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เพื่อศึกษาความเป็นเส้นตรงซึ่งควรมีค่าใกล้เคียง 1



ภาพที่ 28 การทดสอบความเป็นเส้นตรงและพิสัย

9.3 การทดสอบความแม่นยำ (Accuracy)

ทดสอบโดยนิตสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีน ที่ผ่านกระบวนการเตรียมที่มีความเข้มข้น 500 , 1,000 , 1,500 และ 2,500 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรจากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี GC ทดสอบ 7 ชั่วโมง จำนวนหาเปอร์เซ็นต์การกลับคืน (%Recovery) ซึ่งควรอยู่ในช่วงร้อยละ 90 -110



ภาพที่ 29 การทดสอบความแม่นยำ

9.4 การทดสอบความเที่ยง (%Recovery)

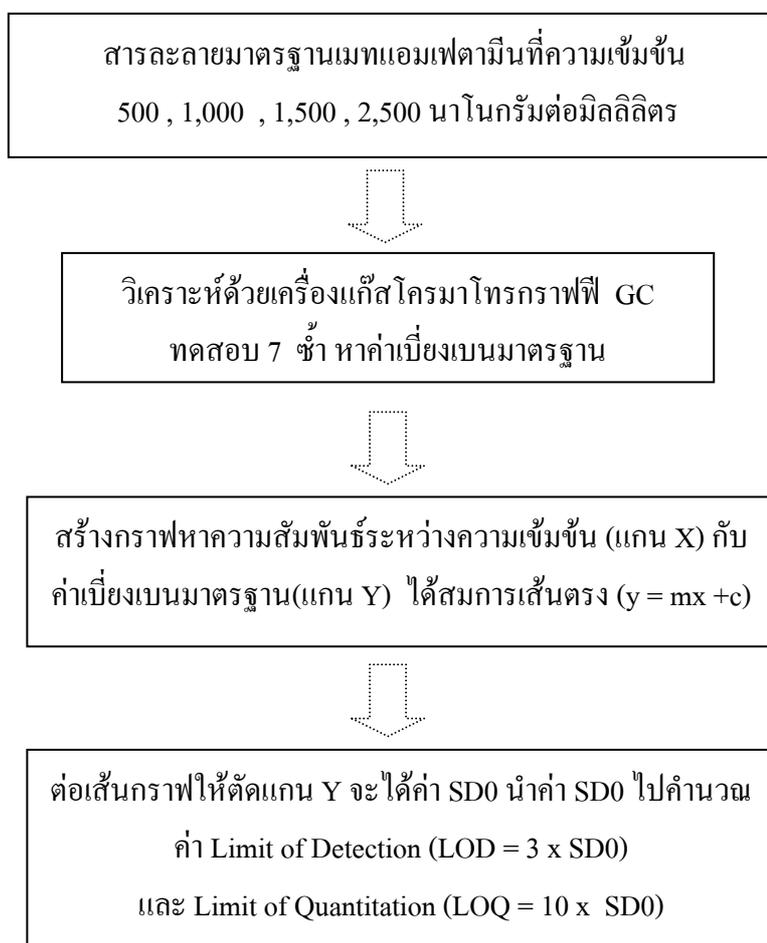
ทดสอบโดยนิตสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนที่ผ่านกระบวนการเตรียมที่มีความเข้มข้น 1000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี GC ทดสอบ 7 ชั่วโมง เพื่อศึกษาความเที่ยงของวิธีและทำการศึกษาดังวันกัน เพื่อศึกษา Intermediate precision รายงานผลในรูปของเปอร์เซ็นต์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard Deviation, %RSD)



ภาพที่ 30 การทดสอบความเที่ยง

9.5 การทดสอบขีดจำกัดของการตรวจพบ (Limit of Detection, LOD) และการทดสอบขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation, LOQ)

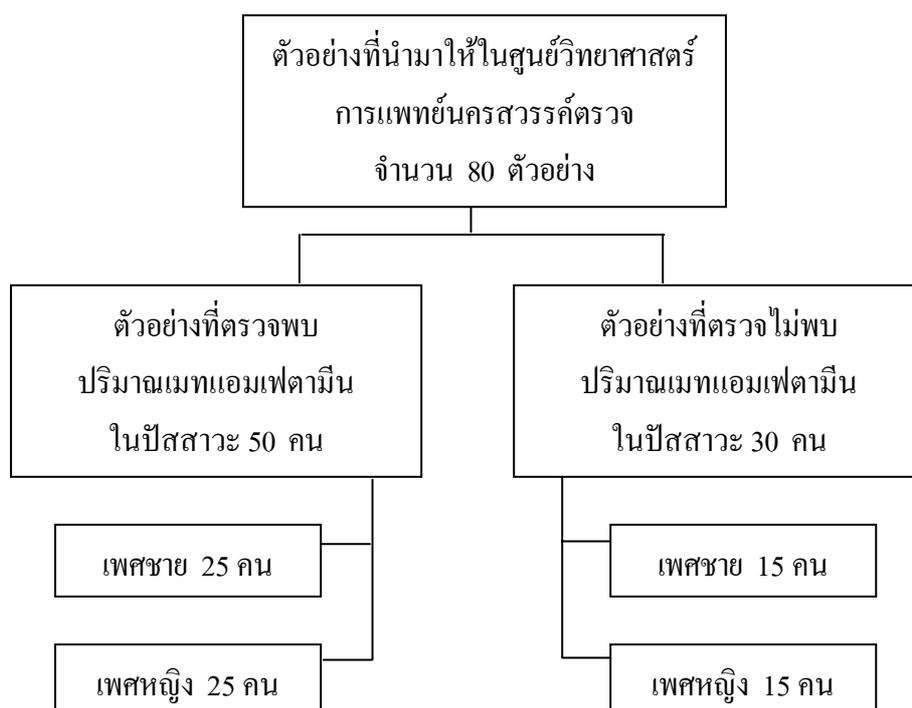
ทดสอบโดยฉีดสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีน ที่ผ่านกระบวนการเตรียมที่มีความเข้มข้น 500 , 1,000 , 1,500 และ 2,500 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรจากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี GC ทดสอบ 7 ซ้ำ หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วสร้างกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น (แกน X) กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(แกน Y) ได้สมการเส้นตรง ($y = mx + c$) ต่อเส้นกราฟให้ตัดบนแกน Y จะได้ค่า SD0 และนำค่า SD0 ไปคำนวณค่า Limit of Detection ($LOD = 3 \times SD0$) และ Limit of Quantitation ($LOQ = 10 \times SD0$)



ภาพที่ 31 การทดสอบขีดจำกัดของการตรวจพบ (Limit of Detection, LOD) และ การทดสอบขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation, LOQ)

9.6 การทดสอบในตัวอย่างปัสสาวะ

การศึกษาปัสสาวะที่มีเมทแอมเฟตามีนที่ได้จากการส่งตัวอย่างมาให้ในศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ตรวจ จำนวน 80 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นตัวอย่างที่ตรวจพบปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ 50 คน เป็นเพศชาย 25 คน และเป็นเพศหญิง 25 คน และตรวจไม่พบปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ 30 คน เป็นเพศชาย 15 คน และเป็นเพศหญิง 15 คน โดยทำการเตรียมตัวอย่างตามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น (ดังภาพที่ 24)

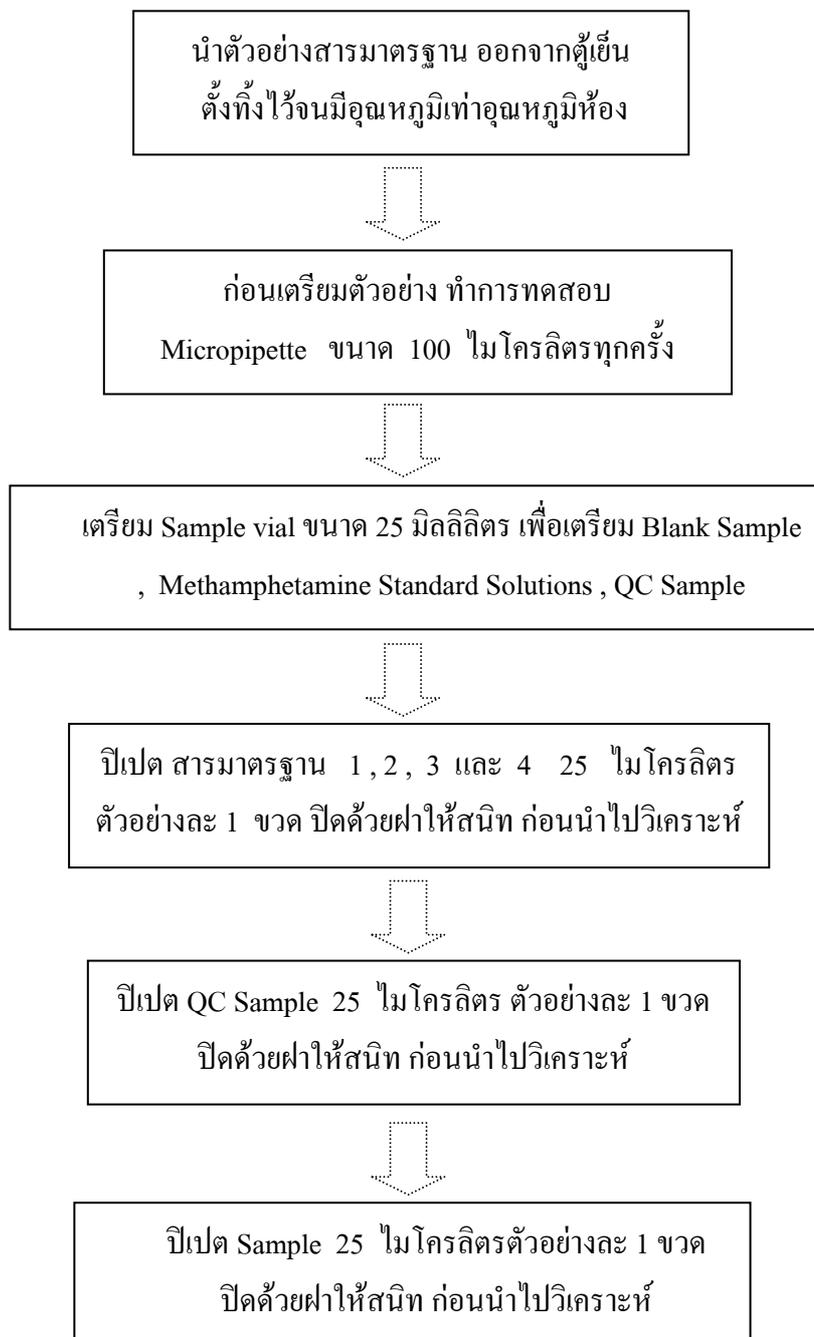


ภาพที่ 32 การทดสอบในตัวอย่างปัสสาวะ

10. ขั้นตอนในการวิเคราะห์

- 10.1 นำตัวอย่างสารมาตรฐาน ออกจากตู้เย็น ตั้งทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง
- 10.2 ก่อนเตรียมตัวอย่างทำการทดสอบ Micropipette ขนาด 100 ไมโครลิตร ทุกครั้ง
- 10.3 ทำการเตรียม Sample vial ที่ขนาด 25 มิลลิลิตร เพื่อนำมาใช้สำหรับเตรียม Blank Sample , Methamphetamine Standard Solutions , QC Sample
- 10.4 ปิเปต สารมาตรฐาน 1, 2, 3 และ 4 อย่างละ 25 ไมโครลิตร ตัวอย่างละ 1 ขวด และปิดด้วยฝาให้สนิท ก่อนนำไปวิเคราะห์
- 10.5 ปิเปต QC Sample 25 ไมโครลิตร ตัวอย่างละ 1 ขวด และปิดปากขวดด้วยฝาให้สนิท ก่อนนำไปวิเคราะห์

10.6 ปิเปิด Sample 25 ไมโครลิตร ตัวอย่างละ 1 ขวด และปิดปากขวดด้วยฝาให้สนิท ก่อนนำไปวิเคราะห์



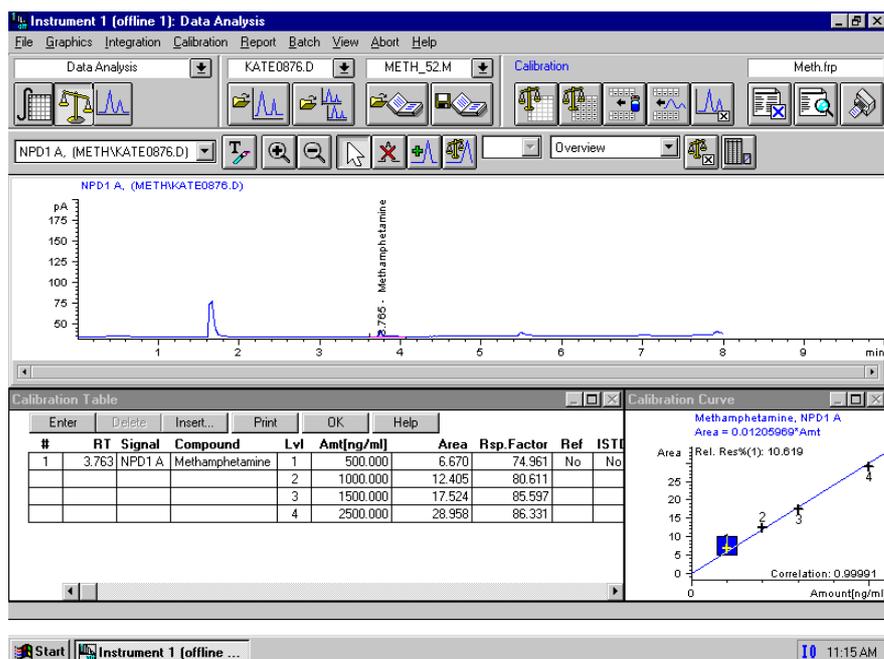
ภาพที่ 33 การเตรียมตัวอย่างเมทแอมเฟตามีนก่อนเข้าเครื่อง แก๊สโครมาโทกราฟฟี GC

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะเครื่อง GC

การตรวจวิเคราะห์			No. of measurement	Acceptable criteria
Contaminate	1	Blank Sample	1	ไม่พบ peak ที่ RT ในช่วง 1.0 – 8.0 นาที
Calibration	2	Standard [1] [2] [3] [4]	1	linear regression (r^2) = 1.000
	3	QC Sample [ต่ำ] [สูง]	1	± 10 % Conc QC
	4	Sample 1-20	1	-
	5	QC Sample [ต่ำ] [สูง]	1	± 10 % Conc QC
	6	Sample 21-40	1	-
End	7	QC Sample [ต่ำ] [สูง]	1	± 10 % Conc QC

11. การคำนวณ

คำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป HP Chem Station Version A06.09 โดยใช้ Calibration type แบบ external standard เครื่องจะนำค่าเฉลี่ยของ response ของ standard ทั้ง 4 Level มาสร้างกราฟ แล้วคำนวณค่าปริมาณสารที่สนใจในตัวอย่างโดยใช้กราฟที่สร้างไว้



ภาพที่ 34 โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับการ Calibration type แบบ external standard

12. การควบคุมคุณภาพ

12.1 การควบคุมคุณภาพของการตรวจวิเคราะห์ Standard สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ความเป็นเส้นตรงซึ่งควรมีค่าใกล้เคียง 1

12.2 เกณฑ์ในการพิจารณาวิธีควบคุมคุณภาพ QC Sample จะต้องไม่เกิน $\pm 10\%$ ของค่าที่ระบุ หาก QC Sample ไม่ผ่านจะต้องนำตัวอย่างที่อยู่ในลำดับก่อนและหลัง QC Sample นั้น ๆ ทั้งหมดจนถึง QC Sample ที่ผ่านเกณฑ์มาวิเคราะห์ใหม่

12.3 Blank Sample จะต้องมีย่านน้อยกว่า LOD หาก Blank Sample ไม่ผ่านเกณฑ์แต่ QC Sample ผ่านเกณฑ์ให้นำตัวอย่างที่อยู่ติดกับ Blank Sample มาตรวจวิเคราะห์ใหม่

13. ความปลอดภัย

13.1 ทุกครั้งที่ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติตามหลักสากลว่าด้วยความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและหากตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์เป็นตัวอย่างที่ติดเชื้อจะต้องปฏิบัติตามหลักสากลเกี่ยวกับการป้องกันการติดเชื้ออย่างเคร่งครัด

13.2 เครื่องแก้วและอุปกรณ์ทุกชิ้นหากสัมผัสกับตัวอย่างติดเชื้อจะต้องฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70% หรือแช่ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อตามความเหมาะสมก่อนทำความสะอาดเสมอ

13.3 ตัวอย่างติดเชื้อหรืออาจจะติดเชื้อตลอดจนภาชนะบรรจุตัวอย่างดังกล่าวจะต้องฆ่าเชื้อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อก่อนทิ้งหรือนำส่งหน่วยงานที่มีเตาเผาขยะติดเชื้อ

14. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล

14.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean)

สูตรหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต คือ

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

x_i แทน ข้อมูลตัวที่ i ; $i = 1, 2, \dots, n$

n แทน ขนาดตัวอย่าง

14.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูล โดยพิจารณาจากรากที่สองของผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างค่าของข้อมูลแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ้าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากแสดงว่าข้อมูลมีการกระจายมาก

สูตรหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ

$$S.D = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

x_i แทน ข้อมูลตัวที่ i ; $i = 1, 2, \dots, n$

n แทน ขนาดตัวอย่าง

14.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ Relative Standard Deviation (%RSD) คือ การวัดการกระจายของข้อมูล โดยคิดเป็นอัตราส่วนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อค่าเฉลี่ยเลขคณิต เหมาะสำหรับการเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไปที่มีหน่วยต่างกัน หรือมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน นิยมใช้ในการทดสอบความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ โดยแสดงอยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์

สูตรหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ คือ

$$\% RSD = \frac{SD \times 100}{\bar{x}}$$

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

SD แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

14.4 ค่ากลับคืน (% Recovery) คือ ค่าการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การกลับคืน ของสารที่ได้ทราบค่าความเข้มข้นของสารที่แน่นอน ซึ่งค่าส่วนใหญ่ควรอยู่ในช่วงร้อยละ 90 – 110 %

สูตรหาค่าการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การกลับคืน คือ

$$\% Recovery = \frac{(C1 - C2) \times 100}{C3}$$

เมื่อ C1 แทน ความเข้มข้นของตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐาน

C2 แทน ความเข้มข้นของตัวอย่าง

C3 แทน ความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่เติม

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ การหาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะโดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี : ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะและทำการวิเคราะห์หาปริมาณตัวอย่างในปัสสาวะจากในพื้นที่ที่รับผิดชอบจำนวน 80 ตัวอย่าง ด้วยเครื่อง Gas Chromatography ชนิด Nitrogen-Phosphorous Detector (GC/NPD) ยี่ห้อ Hewlett Packard รุ่น HP 6890 Series โดยทำการวิเคราะห์และเสนอข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง
2. ข้อมูลการทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์
 - 2.1 การศึกษาความจำเพาะ
 - 2.2 การทดสอบช่วงของการวิเคราะห์ที่มีความเป็นเส้นตรง
 - 2.3 การทดสอบความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์
 - 2.4 การทดสอบความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์
 - 2.5 การทดสอบขีดจำกัดของการตรวจพบและขีดของการวัดเชิงปริมาณ
3. ผลการทดสอบในตัวอย่างปัสสาวะ

1. ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

- 1.1 เพศ พบว่า กลุ่มตัวอย่าง เป็นเพศชาย ร้อยละ 50 และ เพศหญิง ร้อยละ 50
- 1.2 อายุ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ มีอายุระหว่าง 21-30 ปี ร้อยละ 52 รองลงมา มีอายุ 31 ปีขึ้นไป ร้อยละ 40 และมีอายุน้อยกว่า 20 ปี ร้อยละ 8

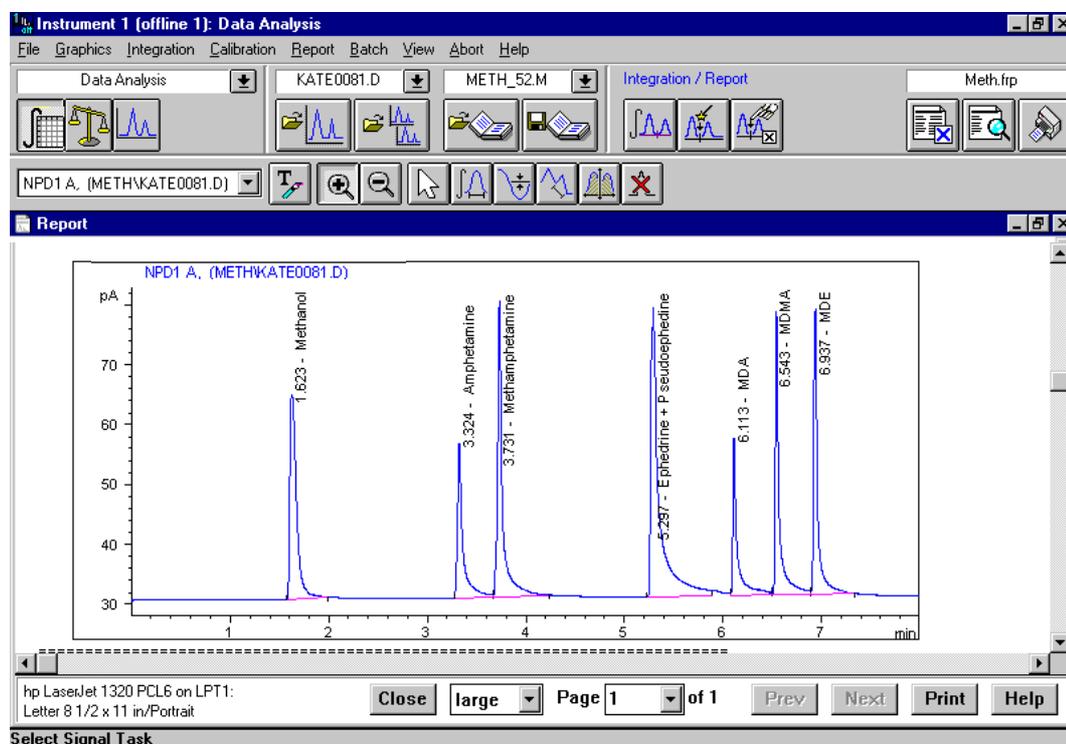
2. ข้อมูลการทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์

- 2.1 การศึกษาความจำเพาะของวิธีจากการฉีดสารละลายมาตรฐาน Amphetamine , Methamphetamine , Ephedrine ,Pseudoephedrine , MDMA , MDE และ MDA ในปัสสาวะ พบว่า คอลัมน์แยก Amphetamine , Methamphetamine , Ephedrine+Pseudoephedrine , MDA , MDMA

และ MDE ออกมาที่เวลา 3.324, 3.731, 5.297, 6.113, 6.543 และ 6.937 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 6 และภาพที่ 35)

ตารางที่ 6 แสดงผลการทดสอบความจำเพาะของเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ

Compound	Rt (min)
Amphetamine	3.324
Methamphetamine	3.731
Ephedrine+Pseudoephedrine	5.297
MDA	6.113
MDMA	6.543
MDE	6.937

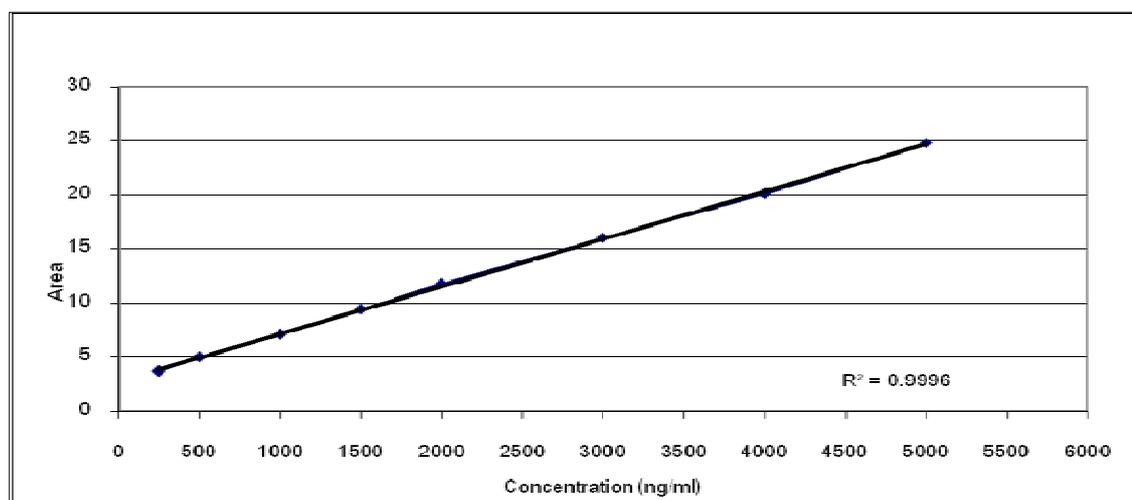


ภาพที่ 35 Chromatogram ของเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ

2.2 การทดสอบช่วงการวิเคราะห์ที่มีความเป็นเส้นตรงของเมทแอมเฟตามีน โดยศึกษา ในช่วงระหว่าง 250 - 5000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9996 (ดังภาพที่ 36)

ตารางที่ 7 แสดงผลการทดสอบความเป็นเส้นตรงของของเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ

ครั้งที่	Std 250	Std 500	Std 1000	Std 1500	Std 2000	Std 3000	Std 4000	Std 5000
	Urine	Urine	Urine	Urine	Urine	Urine	Urine	Urine
1	259.3	560.8	982.7	1473.9	2078.0	3098.8	3911.0	5052.1
2	249.7	553.0	991.1	1552.9	2097.5	3005.8	4005.0	5080.9
3	241.1	506.4	1065.0	1558.6	2086.0	3014.5	4061.6	5060.5
AVERAGE	250.0	540.1	1012.9	1528.5	2087.1	3039.7	3992.5	5064.5
SD	3.7	5.0	7.1	9.4	11.8	16.0	20.1	24.8



ภาพที่ 36 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะกับพื้นที่ใต้พีค

2.3 การทดสอบความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ได้จากเตรียมการโดยเติมเมทแอมเฟตามีนลงในปัสสาวะระดับความเข้มข้น 500 , 1,000 , 1,500 และ 2,500 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าความถูกต้องของเมทแอมเฟตามีนมีค่า % recovery และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 105.13 ± 4.3 , 101.15 ± 39.1 , 102.28 ± 31.3 และ 101.91 ± 21.6 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 แสดงผลการทดสอบความแม่นยำของเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ

ครั้งที่	Std 500 ng/ml	Std 1000 ng/ml	Std 1500 ng/ml	Std 2500 ng/ml
	Urine Conc	Urine Conc	Urine Conc	Urine Conc
1	524.57	972.01	1507.08	2545.78
2	527.50	1012.41	1565.80	2537.59
3	525.16	996.64	1566.68	2505.19
4	518.85	1033.85	1506.09	2553.71
5	522.05	1085.36	1557.66	2562.54
6	530.61	974.13	1543.04	2570.75
7	530.64	1006.00	1493.10	2558.22
AVERAGE	525.63	1011.48	1534.21	2547.68
SD	4.3	39.1	31.3	21.6
% Recovery	105.13	101.15	102.28	101.91

% Recovery คือ ค่าการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การกลับคืนของสารที่ได้ทราบค่าความเข้มข้นของสารที่แน่นอน ซึ่งค่าส่วนใหญ่ควรอยู่ในช่วงร้อยละ 90 - 110 %

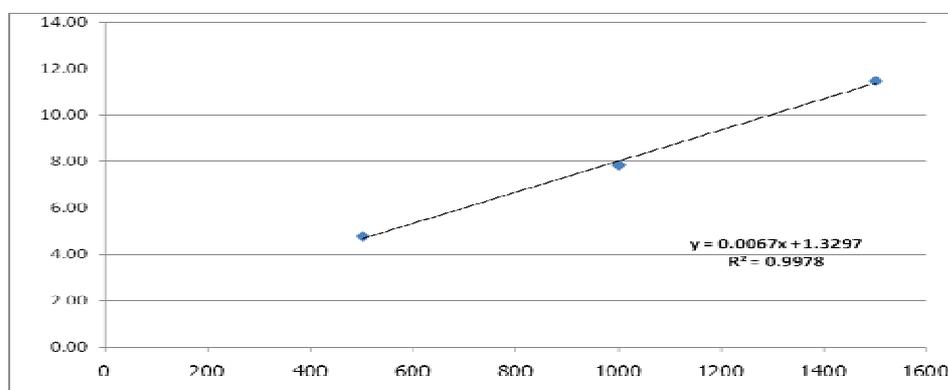
2.4 ผลการทดสอบความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ที่ได้จากเตรียมโดยทำการเติมเมทแอมเฟตามีนลงในปัสสาวะ ที่ระดับความเข้มข้น 1000 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมในปัสสาวะตามวิธีมาตรฐานทำการวิเคราะห์ 7 ครั้งใน 1 วัน และทำการฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี GC พบว่ามีค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะเท่ากับ 939.27 ± 7.8 หลังจากนั้นนำปัสสาวะที่ระดับความเข้มข้น 1000 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมในปัสสาวะนำมาวิเคราะห์ระหว่างวันภายใต้สภาวะของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี GC และ อุณหภูมิห้องเดียวกัน พบว่ามีค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของเมทแอมเฟตามีนเท่ากับ 975.38 ± 51.1 (ดังตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 แสดงผลการทดสอบความเที่ยงของเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ

Concentration (ng/ml)	Within – day (n=7) Mean ± SD (ng/ml)	% RSD	between – day (n=7) Mean ± SD (ng/ml)	% RSD
500	534.40 ± 4.8	0.83	-	-
1000	939.27 ± 7.8	3.86	975.38 ± 51.1	0.00
1500	1432.10 ± 11.5	2.04	-	-
2500	2567.98 ± 40.2	0.85	-	-

Relative Standard Deviation (%RSD) คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ การวัดการกระจายของข้อมูล โดยคิดเป็นอัตราส่วนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อค่าเฉลี่ยเลขคณิต

2.5 การทดสอบขีดจำกัดของการตรวจพบและขีดของการวัดเชิงปริมาณได้จากการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ดังภาพที่ 37) ได้ผลการ พบว่าขีดจำกัดการตรวจพบได้ของเมทแอมเฟตามีน มีค่าเท่ากับ 3 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร และขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณของเมทแอมเฟตามีน มีค่าเท่ากับ 13 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำค่าขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณของเมทแอมเฟตามีน มีค่าเท่ากับ 13 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร มาทดสอบซ้ำ พบว่าไม่สามารถวิเคราะห์ผลออกมาได้นั้นก็คือตรวจไม่พบปริมาณเมทแอมเฟตามีน จึงทำการทดสอบซ้ำโดยการเพิ่มความเข้มข้น เป็น 100 และ 250 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าตรวจพบทั้ง 2 ความเข้มข้นซึ่งกำหนดให้ พบว่าขีดจำกัดการตรวจพบได้ของเมทแอมเฟตามีน มีค่าเท่ากับ 100 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร และขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณของ เมทแอมเฟตามีน มีค่าเท่ากับ 250 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร (ดังตารางที่ 10)



ภาพที่ 37 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

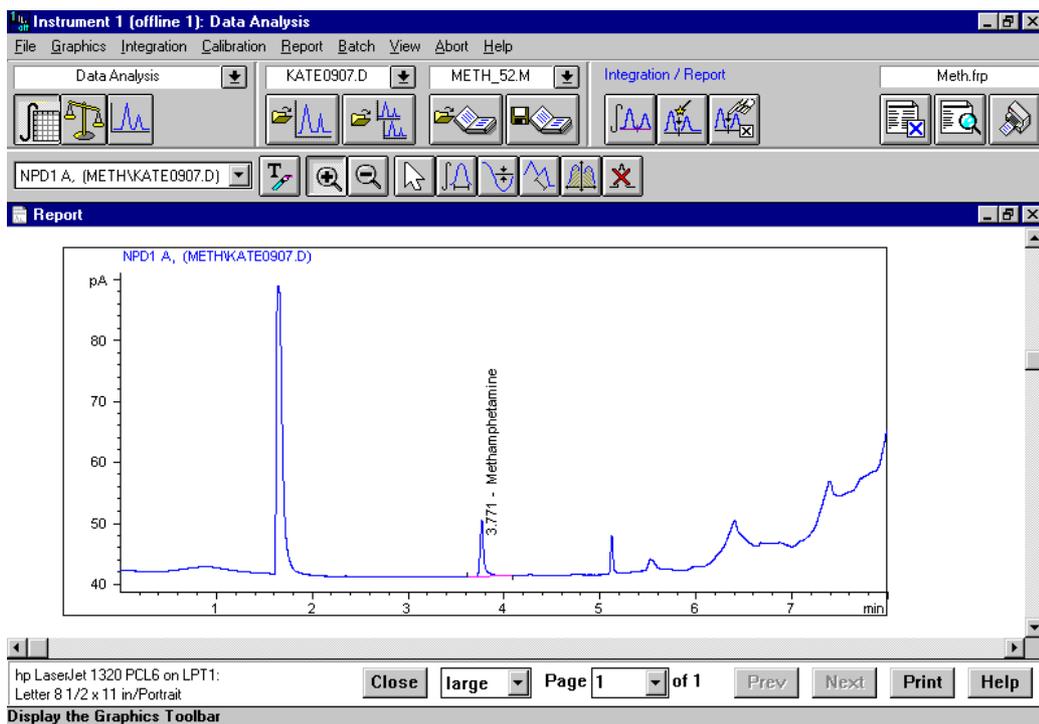
ตารางที่ 10 แสดงผลการทดสอบซ้ำที่ติดจำกัดของการตรวจพบและขีดของการวัดเชิงปริมาณของเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ

ครั้งที่	Std 100 ng/ml	Std 250 ng/ml
	Urine Conc	Urine Conc
1	109.1	259.7
2	104.0	258.6
3	110.0	246.7
4	106.3	256.7
5	103.0	253.5
6	105.9	255.9
7	103.4	252.8
AVERAGE	106.0	254.8
SD	2.8	4.3

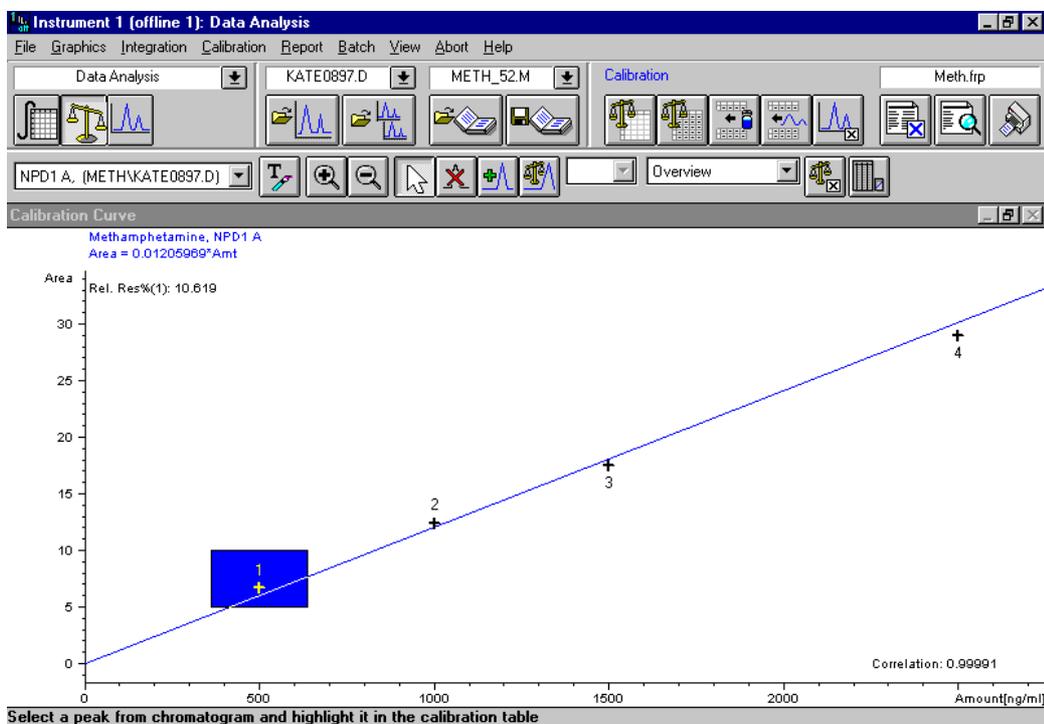
Standard Deviation (SD) คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าที่ใช้วัดการกระจายของข้อมูล โดยพิจารณาจากรากที่สองของผลรวมกำลังสองของความแตกต่างของข้อมูล

3. ผลการทดสอบในตัวอย่างปัสสาวะ

เมื่อนำสารมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนที่ได้จากการเตรียมในขั้นตอนของการเตรียมสารมาตรฐาน ซึ่งจะได้อสารที่มีความเข้มข้น 500 , 1000 , 1500 และ 2500 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร นำมาวิเคราะห์โดยทำการฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (GC/NPD) จากนั้นนำค่าที่ได้ทำการวิเคราะห์ มาสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration curve) ที่มีปริมาณสารมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนอยู่บนแกน X และ ค่าพื้นที่ของ peak อยู่บนแกน Y ผลที่ได้พบว่าค่าพื้นที่ของ peak มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) สูงถึง 0.99991 ในลักษณะแบบแปรผันตรงกล่าวคือ เมื่อใช้ความเข้มข้นสูงขึ้น ผลความชันของกราฟที่ได้รับจะสูงตาม และในทางตรงกันข้ามถ้าหากใช้ความเข้มข้นลดลง ส่งผลให้ความชันของกราฟลดลงด้วย (ดังภาพที่ 39)



ภาพที่ 38 แสดง peak ของสารมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนและตัวอย่าง



ภาพที่ 39 แสดง Calibration cruve สารมาตรฐานเมทแอมเฟตามีน

นำปัสสาวะที่ได้จากการส่งตัวอย่างของหน่วยงานต่าง ๆ ในเขตความรับผิดชอบของ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ จำนวน 80 ตัวอย่าง มาทดสอบเบื้องต้นโดยใช้ชุดทดสอบ ชนิดภูมิคุ้มกันวิทยา (Immunoassay) พบว่าตรวจพบเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะจำนวน 50 ตัวอย่าง แยกเป็นเพศชาย 25 คน และเพศหญิง 25 คน และตัวอย่างตรวจไม่พบเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ จำนวน 30 คน แยกเป็นเพศชาย 15 คน และเพศหญิง 15 คน และนำตัวอย่างทั้งหมดทำการเตรียม ตามวิธีการเตรียมตัวอย่าง พบว่าจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ มีค่าอยู่ ระหว่าง 124.08 – 276,546.40 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนตัวอย่างตรวจไม่พบเมทแอมเฟตามีนใน ปัสสาวะ พบว่าตรวจไม่พบ (ดังตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 แสดงปริมาณเมทแอมเฟตามีนปัสสาวะที่ได้รับจากการส่งตรวจในเขตพื้นที่ของศูนย์ วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์

ค่าปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ (ng/ml)							
อันดับที่	ปริมาณ	อันดับที่	ปริมาณ	อันดับที่	ปริมาณ	อันดับที่	ปริมาณ
1	0	21	8,263	41	1,882	61	0
2	0	22	6,690	42	4,696	62	0
3	0	23	6,843	43	1,046	63	234
4	0	24	6,135	44	888	64	5,230
5	0	25	1,081	45	3,059	65	124
6	0	26	9,078	46	2,716	66	2,834
7	0	27	0	47	156,399	67	860
8	0	28	0	48	4,894	68	876
9	0	29	0	49	3,656	69	624
10	0	30	0	50	3,432	70	1,169
11	8,071	31	0	51	1,545	71	994
12	1,942	32	0	52	2,891	72	276,546
13	6,647	33	0	53	0	73	2,351
14	504	34	0	54	0	74	4,588
15	8,447	35	0	55	0	75	4,467
16	4,055	36	0	56	0	76	3,301
17	4,662	37	3,014	57	0	77	1,441
18	6,614	38	11,0377	58	0	78	2,842
19	2,705	39	3,978	59	0	79	2,848
20	1,481	40	1,612	60	0	80	1,104

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะโดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี : ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะและทำการวิเคราะห์หาปริมาณตัวอย่างในปัสสาวะจากในเขตพื้นที่รับผิดชอบจำนวน 80 ตัวอย่าง ด้วยเครื่อง Gas Chromatography /Nitrogen - Phosphorous Detector (GC/NPD) ยี่ห้อ Hewlett Packard รุ่น HP 6890 Series

สรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะโดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี : ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ สรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาความจำเพาะของวิธีจากการฉีดสารละลายมาตรฐาน Amphetamine , Methamphetamine , Ephedrine , Pseudoephedrine , MDMA , MDE และ MDA ในปัสสาวะ พบว่าคอลัมน์แยก Amphetamine , Methamphetamine , Ephedrine + Pseudoephedrine , MDA , MDMA และ MDE ออกมาที่เวลา 3.324 , 3.731 , 5.297 , 6.113 , 6.543 และ 6.937

2. ช่วงการวิเคราะห์ที่มีความเป็นเส้นตรงของเมทแอมเฟตามีน ในช่วง 250 - 5000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9996

3. การทดสอบความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ระดับความเข้มข้น 500 , 1,000 , 1,500 และ 2,500 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรในปัสสาวะ พบว่าความถูกต้องของเมทแอมเฟตามีน มีค่า % recovery และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 105.13 ± 4.3 , 101.15 ± 39.1 , 102.28 ± 31.3 และ 101.91 ± 21.6 ตามลำดับ

4. ผลการทดสอบความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้น 1000 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัมในปัสสาวะ ตามวิธีมาตรฐานโดยทำการวิเคราะห์ 7 ครั้งใน 1 วัน พบว่ามีค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของเมทแอมเฟตามีน เท่ากับ 939.27 ± 7.8 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัม ส่วนวิเคราะห์ระหว่างวัน พบว่ามีค่าร้อยละสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของเมทแอมเฟตามีน เท่ากับ 975.38 ± 51.1 นาโนกรัมต่อมิลลิกรัม

5. การทดสอบขีดจำกัดของการตรวจพบและขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณได้จากการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าขีดจำกัดการตรวจพบได้ของเมทแอมเฟตามีน มีค่าเท่ากับ 100 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร และขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณของเมทแอมเฟตามีน มีค่าเท่ากับ 250 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร

6. จากการนำตัวอย่าง จำนวน 80 ตัวอย่าง มาทำการทดสอบเบื้องต้นโดยใช้ชุดทดสอบชนิดภูมิคุ้มกันวิทยา (Immunoassay) พบว่าตรวจพบเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะจำนวน 50 ตัวอย่าง แยกเป็นเพศชาย 25 คน และเพศหญิง 25 คน และตัวอย่างตรวจไม่พบเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะจำนวน 30 คน แยกเป็นเพศชาย 15 คน และเพศหญิง 15 คน จากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดที่ได้ทำการทดสอบเบื้องต้น โดยชุดทดสอบมาทำการวิเคราะห์โดยการเตรียมตัวอย่างตามวิธี พบว่าจากจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ มีค่าอยู่ระหว่าง 124.08 - 276,546.40 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนตัวอย่างที่ตรวจไม่พบเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ พบว่าตรวจไม่พบ

อภิปรายผล

การวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะโดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี : ศึกษาในเขตพื้นที่ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ อภิปรายผลได้ดังนี้ วิธีวิเคราะห์หาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะโดยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี GC สามารถวิเคราะห์ปริมาณเมทแอมเฟตามีนได้ในช่วง 250 -5000 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร (ดังภาพที่ 36) ได้อย่างแม่นยำ และมีความเที่ยงในช่วง 500 , 1,000 , 1,500 และ 2,500 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งครอบคลุมตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ค่าความแม่นยำในช่วงที่ยอมรับได้ คือ 90 -110 % (ดังตารางที่ 8) และค่าการทวนซ้ำได้ (Repeatability:RSD) ที่แสดงถึงความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยสอดคล้องกับ Predicted Horwitz RSD ที่ความเข้มข้นระดับไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าไม่เกิน 6.74 จะเห็นได้ว่าวิธีนี้มีความแม่นยำและความเที่ยงสูงอีกทั้งไม่มีการรบกวนจากฟีดของปัสสาวะที่เป็น Matrix และสารที่มีอนุพันธ์ที่มีความใกล้เคียงกัน เช่น Amphetamine , Methamphetamine , Ephedrine , Pseudoephedrine , MDA , MDMA และ MDE ซึ่งถูกแยกออกมาที่เวลาต่างกัน

จากการนำตัวอย่างปัสสาวะที่ได้จากการส่งตัวอย่างของหน่วยงานต่าง ๆ ในเขตความรับผิดชอบของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ จำนวน 80 ตัวอย่าง มาทดสอบเบื้องต้นโดยใช้ชุดทดสอบชนิดภูมิคุ้มกันวิทยา (Immunoassay) ยืนยันโดยการหาปริมาณ

ด้วยเครื่อง GC/NPD พบว่าให้ผลไปในทิศทางเดียวกันคือเมื่อนำตัวอย่างปัสสาวะมาทดสอบด้วยชุดทดสอบชนิดภูมิคุ้มกันวิทยา (Immunoassay) ให้ผลลบและ GC/NPD ให้ผลลบหรือตรวจไม่พบ ทำนองเดียวกัน ทดสอบด้วยชุดทดสอบชนิดภูมิคุ้มกันวิทยา (Immunoassay) ให้ผลบวกและ GC/NPD ให้ผลบวกเหมือนกัน จึงทำให้ผู้ทดสอบมั่นใจต่อผลการทดสอบนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

- 1.1 ในขั้นตอนของการสกัดต้องมีความระมัดระวังในเรื่องของการใช้ปริมาณตัวอย่างและตัวทำละลายเพราะอาจส่งผลต่อผลกระทบต่อการวิเคราะห์ได้
- 1.2 สามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกวิธีการหาปริมาณเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะ
- 1.3 การวิจัยครั้งนี้ในการวิเคราะห์หาปริมาณในแต่ละครั้งต้องมีการเก็บข้อมูลและในบางครั้งต้องมีการสอบถามเบื้องต้นเกี่ยวกับตัวอย่าง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควรพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ให้รวดเร็วและแม่นยำ เพื่อให้เกิดความถูกต้องให้มากขึ้น
- 2.2 กลุ่มตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ควรใช้จำนวนตัวอย่างให้มากขึ้น
- 2.3 ควรควบคุมปริมาณตัวอย่าง และสอบถามข้อมูล ของตัวอย่างที่ส่งตรวจให้ละเอียดมากขึ้น เช่น น้ำหนักตัว เพศ อายุ

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

จิราภรณ์ อ่ำพันธุ์ และประจล มั่นตะ. “เรื่องการประเมินประสิทธิภาพชุดทดสอบเมทแอมเฟตามีนในปีสภาวะ.” วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 46 , 2 (2547) : 65 -71.

นางพะงา ลิ้มสุวรรณ. “ ยาม้า.” รามาริบัติ 12 ,1 (มกราคม 2524) : 9 - 68.

บพิตร กลางกล้า. “เภสัชวิทยาและพิษวิทยาของกลุ่มยาแอมเฟตามีน.” วารสารเภสัชวิทยา 12 ,2 (กุมภาพันธ์ 2533) :1 - 93.

บุญเจือ ธรณินทร์และคณะ . ตำราเภสัชวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : อัมรินทร์การพิมพ์, 2528.

พันธุ์นภา กิตติรัตนไพบูลย์ และคณะ. “ศึกษาลักษณะการดำเนินโรคของโรคจิตจากเมทแอมเฟตามีนในผู้ป่วยที่เสพยาเรื้อรังและ ติดตามผลระยะยาว (6 เดือน).” กรมสุขภาพจิต 12 ,3 (มกราคม 2546) :102-103.

มยุรา กุสุมภ์ และคณะ . “ การพัฒนาชุดตรวจยาบ้าในปีสภาวะชนิดรวดเร็วโดยวิธีทางอิมมูโนโครมาโตกราฟี .” วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 45 , 4 (2546) :185-197.

แม่น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์, 2535.

รัตนา บรรณาธรรม. “ ยาเอชเอ็มเอคคักจริงหรือ.” วารสารท้องถิ่น 31,9 (ตุลาคม 2534) : 5-20.

วิโรจน์ สุ่มใหญ่ . ยาบ้าอันตรายข้ามสหัสวรรษ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โฮมสวีตโฮม, 2543

วิไลศักดิ์ วุฒิเดรก . “ การใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี รุ่น HP 6890 series. ” คู่มือการใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี 5 , 1 (2552) :3-4

ศิริพร ทองประกายแสง. “ วิธีตรวจเอกลักษณ์แอมเฟตามีนส์และอนุพันธ์ของแอมเฟตามีนส์ในปีสภาวะ. ” รายงานประจำปี 2549 ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ , 21 . วารางคณา อ่อนทรวง ,บรรณาธิการ. นครสวรรค์ : ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ นครสวรรค์ , 2549 .

การอ้างอิงจากฐานข้อมูลออนไลน์

เกษศิรินทร์พร กุลเกื้อ และวิระชัย สมัย. การตรวจวัดเมทแอมเฟตามีนในพลาสมาโดยใช้แก๊สโครมาโตกราฟีตัวตรวจวัดชนิดเฟรมไอออไนเซชัน (GC-FID) [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 20 มกราคม 2553. เข้าถึงได้จาก [http:// www.grad.cmu.ac.th/](http://www.grad.cmu.ac.th/).

- คลังปัญญาไทย. การตรวจวัดเมทแอมเฟตามีน [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 21 ธันวาคม 2552.
เข้าถึงได้จาก <http://www.panyathai.or.th>.
- ทรงเกียรติ ปิยะกะ. ทฤษฎีการติดยาแบบ “ชีวะ จิตตะ สังคม” [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 15 ธันวาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.oncb.go.th/document/news04060102.pdf>.
- ประคอง นางาม. พัฒนาวิธีการตรวจยืนยันผลเมทแอมเฟตามีน และแอมเฟตามีนในปัสสาวะโดยใช้ Gas Chromatography 2 สภาวะ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 01 มกราคม 2553. เข้าถึงได้จาก www.jvkk.go.th/research/qresearch.asp?code=0102586.
- ลัมภู สุวรรณชุมภู. การทำงานของไต [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 21 ธันวาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaigoodview.com/library/sema/sukhothai/bodysystem.html>.
- สารานุกรมเสรี. ประวัติการศึกษาเมทแอมเฟตามีน [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 09 มกราคม 2553. เข้าถึงได้จาก <http://www.thailabonline.com/drug-amphetamine.htm>.
- สุคิด ลั่นซ้าย . เหตุการณ์แสดงออกทางพฤติกรรมมนุษย์เกี่ยวกับยาเสพติด [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 15 ธันวาคม 2552. เข้าถึงได้จาก [http://www.aspacngo.org/thai/data%20 drug2550/Narcotic.pdf](http://www.aspacngo.org/thai/data%20drug2550/Narcotic.pdf)
- สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด. สถิติการจับกุมคดียาเสพติด [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 22 มกราคม 2553. เข้าถึงได้จาก <http://www1.oncb.go.th/document/satistic07040202.pdf>.
- สำนักงานตำรวจแห่งชาติ. สถิติการจับกุมคดียาเสพติดทั่วประเทศ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 21 มกราคม 2553. เข้าถึงได้จาก <http://statistic.ftp.police.go.th/>.
- โสมศิริ ประทีปจิตติ. คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดตรวจหาเมทแอมเฟตามีนในปัสสาวะชนิดหลักการภูมิคุ้มกันวิทยา [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 15 ธันวาคม 2552. เข้าถึงได้จาก www.dmh.moph.go.th/abstract/advanced_results.asp?currentPage=27.
- อัญญา มุขระโกษา. กระบวนการขับถ่ายปัสสาวะ [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 21 ธันวาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://student.mahidol.ac.th/~u4809240/index.htm>.
- อังกูร ภัทรากร. ยาบ้า [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 20 ธันวาคม 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.thilabonline.com/drug-amphetamine.htm>.
- เอกลักษณ์ ธรรมสุนทร. ยาบ้าและสารเสพติด [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2552. เข้าถึงได้จาก <http://www.maceducation.com/e-knowledge/2372203100/02.htm>.

ภาษาต่างประเทศ

Hewlett-Packard Thailand Company Limited. HP 6890 Series Gas Chromatograph. n.p., 1994.

- Hewlett-Packard Thailand Company Limited. HP 7694 Headspace Sampler. n.p., 1996.
- Huang, Zengping , and Shaoyu Zhang .“ Confrmatiofamphetamine,methamphetamine, MDA and MDMA in urine samples using disk solid-phase extraction and gas Chromatography - mass spectrometry after immunoassayscreening. ” Journal of Chromatography B 792 (March 2003): 241-247 .
- Liaua , An-Shu and others. “ Optimization of a simple method for the chiral separation of methamphetamine and related compounds in clandestine Tablets and urine samplesby b - cyclodextrine modified Capillary electrophoresis.” Forensic Science International 134 (February 2003):17-4 .
- Lowinson, JH, and Kinz P. “Substance abuse.” Clinical problems and perspectives. Baltimore: Williams&Wilkins, 1981 .
- Raikos , Nikolaos and others . “ Determination of amphetamines in human urine by headspace solid-phase microextraction and gas chromatography.” Journal ofChromatography B 789 (2003): 59-63 .
- Talwar , Dinesh, Ian D Watson , and Mike J Stewart . “ Routine analysis Of Amphetamine class drugs as their Naphthaquinone derivatives in human urine by high - performance liquidchromatography .” Journal of Chromatography B 735 (1999): 229-241.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายอนุสรณ์ ดิษฐสุวรรณค์
ที่อยู่	66/16 หมู่ที่ 4 ตำบลคิ่งสำเภา อำเภอมนรมย์ จังหวัดชัยนาท 17110
ที่ทำงาน	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2547	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกเคมี จากสถาบันราชภัฏนครสวรรค์
พ.ศ.2551	ศึกษาต่อระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ.2547-2549	เจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ บริษัท นันยางการทอ จำกัด
พ.ศ.2549-2550	เจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ บริษัท แครี่ พลัส จำกัด
พ.ศ.2550- ปัจจุบัน	นักวิทยาศาสตร์การแพทย์นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์