

Effect of embalming solution on the detection of lorazepam in postmortem rats**ผลของสารละลายรักษาสภาพศพต่อการตรวจหายานอนหลับลอราซีแพม****ในหนูขาวหลังตาย**

Poomsak Boonchumjai B.S.*, Srikul Kantajai M.Sc.***, Ampika Leelapojanaporn, M.A.***, Werawan Ruangyuttikarn Ph.D.***

*Master of Science in Forensic Science Program, Graduate School, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

**Bureau of Forensic Chemistry, Central Institute of Forensic Science, Ministry of Justice, Bangkok 10210, Thailand

***Department of Forensic Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

ภูมิศักดิ์ บุญชุ่มใจ วท.บ.[†], ศรีกุล กันทาใจ วท.ม.^{††}, อัมพิกา ลีลาพจนานพร ศศ.ม.^{††}, วีระวรรณ เรืองยุทธิกานต์ ปร.ด.^{†††}

† หลักสูตรนิติวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จังหวัดเชียงใหม่ 50200, ประเทศไทย

†† สำนักตรวจพิสูจน์ทางเคมี สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม, กรุงเทพฯ 10210, ประเทศไทย

††† ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จังหวัดเชียงใหม่ 50200, ประเทศไทย

Abstract

Objective: To study the effect of embalming solution containing formalin as the main component on the detection of a sedative drug, lorazepam, in postmortem rats.

Materials and Methods: Six male Wistar rats were administered orally with 60 mg/kg of lorazepam. Two of the rats were dissected after death and taken off their blood via jugular vein, urine via directly drawing from the bladder, all gastric content and livers. The specimens were extracted and analyzed by GC/MS or LC/MS for lorazepam determination. The other four rats were injected approximately 200 ml of formalin solution per rat after death until the body was stiff. The specimens were taken off after formalin injection for 1 (2 rats) and 24 (2 rats) hours, respectively. All of the specimens were extracted and analyzed for lorazepam by the same technique.

Results: Blood could not be collected from the rats injected by formalin, but urine could be collected from the only one. Livers and gastric content were collected from all rats. Lorazepam was detected in all of the collectable specimens.

Conclusion: Postmortem lorazepam concentration could be detected even though the decease has been preserved by the injection of formalin solution for 1 day.

Keywords: lorazepam, formalin, embalming solution, postmortem rats

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาว่าสารละลายรักษาสภาพศพที่มีฟอร์มาลินเป็นองค์ประกอบหลักมีผลต่อการตรวจพบยานอนหลับลอราซีแพมในร่างกายที่เสียชีวิตแล้วหรือไม่ โดยทำการทดลองกับหนูขาว

วัสดุและวิธีการศึกษา : ทำการศึกษาในหนูขาวสายพันธุ์ Wistar เพศผู้ จำนวน 6 ตัว โดยให้ยาลอราซีแพม 60 mg/kg ทางปาก แล้วผ่าซากหนูขาว 2 ตัวทันทีหลังตาย เพื่อเก็บเลือดทางเส้นเลือดดำใหญ่ที่คอ เก็บปัสสาวะโดยใช้เข็มเจาะดูจากกระเพาะปัสสาวะ สารในกระเพาะอาหารทั้งหมด และตับ นำไปสกัดแล้วตรวจหายาลอราซีแพมด้วยเทคนิค GC/MS และ LC/MS ส่วนหนูขาวอีก 4 ตัวได้รับการฉีดสารละลายฟอร์มาลินประมาณ 200 ml ต่อหนู 1 ตัว จนร่างแข็ง และเก็บตัวอย่างทั้งหมดหลังการฉีดฟอร์มาลิน 1 และ 24 ชั่วโมงตามลำดับ อย่างละ 2 ตัว นำตัวอย่างไปสกัดและวิเคราะห์หายาลอราซีแพมด้วยเทคนิคเดียวกัน

ผลการศึกษา : หนูขาวที่ฉีดฟอร์มาลินแล้วเก็บเลือดไม่ได้เลย แต่เก็บปัสสาวะได้ 1 ตัว เก็บตับและสารในกระเพาะอาหารได้ทุกตัว ตรวจพบยาลอราซีแพมในทุกตัวอย่างของหนูขาวที่เก็บได้

สรุป : ยานอนหลับลอราซีแพมในศพสามารถตรวจพบได้แม้ว่าจะมีการฉีดสารละลายฟอร์มาลินเพื่อรักษาสภาพศพมาแล้ว 1 วัน

คำสำคัญ: ลอราซีแพม, ฟอร์มาลิน, สารละลายรักษาสภาพศพ, หนูขาวหลังตาย

บทนำ

ปัจจุบันมีการใช้ยานอนหลับในทางที่ผิดมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นการใช้อย่างไม่ถูกต้องเพราะขาดความรู้ความเข้าใจ หรือใช้มากเกินไปเพื่อทำร้ายตนเอง หรือนำไปลอบทำร้ายผู้อื่น โดยยานอนหลับที่ใช้มักออกฤทธิ์เร็ว ทำให้ง่วงและหลับง่าย เช่นตัวอย่างคดีที่เกี่ยวข้องกับการลวงละเมิดทางเพศที่เกิดขึ้นที่จังหวัดสงขลา¹ โดยพบศพเด็กหญิงที่คาดว่าถูกข่มขืนแต่ตรวจพบยานอนหลับในกระเพาะอาหารด้วย หรือการใช้ยานอนหลับร่วมกับการใช้อาวุธปืนทำร้ายตนเอง² เป็นต้น

ในบางกรณีศพที่ถูกส่งมาให้ตรวจชันสูตรมีการฉีดสารเคมีเพื่อรักษาสภาพศพ (embalming solution) มาแล้ว และหน่วยพิษวิทยาที่ทำการตรวจหาชนิดของยาในตัวอย่างที่เก็บจากศพได้รับการร้องขอให้ช่วยทำการตรวจวิเคราะห์สารพิษและยาในศพ ทำให้เกิดคำถามว่าสารละลายที่ใช้รักษาสภาพศพมีผลต่อการตรวจหายานอนหลับในเลือดหรือไม่ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ต้องการศึกษาว่าสารละลายรักษาสภาพศพที่มีฟอร์มาลินเป็นองค์ประกอบหลักมีผลต่อระดับยานอนหลับในร่างกายที่เสียชีวิตแล้วหรือไม่ โดยมีสมมติฐานว่าสารละลายรักษาสภาพศพอาจทำให้ระดับยานอนหลับลอราซีแพมลดลงจนไม่สามารถตรวจวัดได้ ทั้งนี้ได้ทำ

การทดลองกับหนูขาวเพื่อนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในงานทางคดีที่เกิดขึ้นจริง และเป็นกรณีที่ต้อง
ตรวจหาสารพิษในศพที่มีการฉีดยาเคมีเพื่อรักษาสภาพศพก่อนการเก็บตัวอย่าง

วัสดุและวิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง

ใช้หนูขาวสายพันธุ์ Wistar (*Rattus norvegicus*) เพศผู้ จำนวน 6 ตัว น้ำหนักระหว่าง 250-300 กรัม
จากหน่วยสัตว์ทดลอง คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

การให้ยานอนหลับลอร์อาซีแพมและสารละลายรักษาสภาพศพฟอร์มาลิน

ให้ยาลอร์อาซีแพมกับหนูขาวทุกตัวทางปากโดยใช้ gavage tube ขนาด 60 mg/kg ซึ่งเป็นขนาดของยา
ที่ทำให้สัตว์ทดลองหลับลึกจนเสียชีวิต แบ่งหนูขาวออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 2 ตัว

กลุ่มที่ 1 - ได้รับยาลอร์อาซีแพม แต่ไม่มีการฉีดฟอร์มาลินหลังตายเพื่อใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

กลุ่มที่ 2 - ได้รับยาลอร์อาซีแพมจนแน่นิ่งไป และฉีดฟอร์มาลินเข้าเส้นเลือดที่คอจนร่างหนูขาวแข็งทั้งตัว
จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง ก่อนการผ่าซาก

กลุ่มที่ 3 - ได้รับยาลอร์อาซีแพมจนแน่นิ่งไป และฉีดฟอร์มาลินเข้าเส้นเลือดที่คอจนร่างหนูขาวแข็งทั้งตัว
จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง ก่อนการผ่าซาก

ฟอร์มาลินที่ใช้เป็นสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ 40% ที่นำมาผสมกับน้ำในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 ซึ่งเป็น
ปริมาณและความเข้มข้นที่หน่วยรักษาศพ โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ใช้กับศพคนที่เสียชีวิตแล้วและ
ญาติประสงค์ให้มีการฉีดสารรักษาสภาพศพก่อนรับศพไปบำเพ็ญกุศลต่อไป ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้ฟอร์มาลินที่
ผสมแล้วประมาณ 200 ml ต่อหนูขาว 1 ตัว

การเก็บตัวอย่าง

เมื่อหนูขาวสลบลึกจนเสียชีวิตแล้วได้ทำการเก็บตัวอย่างดังนี้

- เก็บเลือดจากเส้นเลือดที่คอ
- เก็บสารในกระเพาะอาหารทั้งหมด
- เก็บปัสสาวะโดยใช้เข็มดูดจากกระเพาะปัสสาวะ
- เก็บตับทั้งหมด

นำตัวอย่างใส่ในหลอดหรือถุงพลาสติก ปิดอย่างมิดชิด แล้วเก็บรักษาไว้ในตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ -10°C
เพื่อรอการตรวจวิเคราะห์ต่อไป

การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC/MS หรือ LC/MS

สารในกระเพาะอาหาร

นำสารในกระเพาะอาหาร 10 ml ใส่ใน separating funnel และหยด 25% sodium hydroxide ปรับ
pH ให้ได้ 9-10 แล้วเติม chloroform 30 ml นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 200 rpm เป็นเวลา 20 นาที
จากนั้นถ่ายสารละลายส่วนใสลงในปิเปกเกอร์ ทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง และละลายกลับด้วย ethyl acetate 200
 μl แล้วกรองด้วย filter membrane ขนาด 0.45 μm เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/MS

เลือด

ดูดเลือด 1 ml ใส่หลอดแก้ว และเติม trizma buffer 1 ml จากนั้น vortex ให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติม butyl chloride 8 ml นำไปสกัดเป็นเวลา 30 นาทีด้วย rotator ที่ความเร็ว 40 rpm แล้วนำไปปั่นด้วยความเร็ว 3,000 rpm เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นแยกส่วนใสลงในปิเปตเตอร์ ทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ละลายกลับด้วย methanol 200 µl แล้วกรองด้วย filter membrane ขนาด 0.2 µm ใส่ใน glass insert ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC/MS

ตับ

นำเนื้อเยื่อตับผสมกับน้ำกลั่นพอประมาณ นำไปบดด้วยเครื่อง homogenizer ให้ละเอียด แล้วเติม hydrochloric acid จนได้ pH 2-3 เติมผง ammonium sulphate ลงไปมาก ๆ จนสารละลายอิ่มตัว นำไปอุ่นบน water bath ที่อุณหภูมิ 65°C นานครึ่งชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นด้วยความเร็ว 3,000 rpm เป็นเวลา 5 นาที และแยกสารละลายส่วนใสออกใส่ปิเปตเตอร์ นำไปสกัดด้วยวิธีเดียวกันกับการสกัดสารในกระเพาะอาหาร แต่ละลายกลับด้วย methanol 200 µl จากนั้นกรองด้วย filter membrane ขนาด 0.2 µm ใส่ใน glass insert นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC/MS

ปัสสาวะ

ปั่นแยกปัสสาวะเอาส่วนใสไปวิเคราะห์ ที่ความเร็ว 8,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำส่วนใสกรองด้วย filter membrane ขนาด 0.2 µm ใส่ใน glass insert นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC/MS

การวิเคราะห์ลอร่าซีแพมด้วยเทคนิค GC/MS หรือ LC/MS

GC/MS

ใช้เครื่อง GC/MS (Agilent) ที่มีคอลัมน์ HP-1MS ความยาว 30 เมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.25 µm และใช้แก๊สฮีเลียม อัตราการไหล 2 ml/min เป็นแก๊สตัวพา ตั้งอุณหภูมิส่วนฉีดสารที่ 230°C ที่มีอัตราส่วนการแยก 10:1 ตั้งโปรแกรมอุณหภูมิเริ่มต้น 50°C เป็นเวลา 1 นาที หลังจากนั้นเพิ่มอุณหภูมิ 25°C/min จนถึง 150 °C จากนั้น เพิ่มอุณหภูมิเพียง 10°C/min ถึง 180 °C และเพิ่มอุณหภูมิอีก 10°C/min จนถึง 300 °C ตั้งอุณหภูมิหลังการวิเคราะห์ 300°C เป็นเวลา 28 นาที ตั้งอุณหภูมิตรวจวัดที่ 305°C โดยมี mass range ที่ 50-500 m/z

LC/MS

ใช้เครื่อง LC/MS (Agilent 1100) โดยใช้ Mass Bruker Ecquire HCL วิเคราะห์โดยใช้ reverse-phase chromatography พร้อมคอลัมน์ Water Atlantis dC18 มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 2.1x150 mm มีเฟสเคลื่อนที่เป็น 0.1% formic acid ใน de-ionized water และ 0.1% formic acid ใน acetonitrile ที่มีอัตราการไหล 0.22 ml/min ปริมาตรฉีดสารเท่ากับ 5 µl ใช้เวลาในการวิเคราะห์ 36 นาทีต่อ 1 ตัวอย่าง

ผลการศึกษา

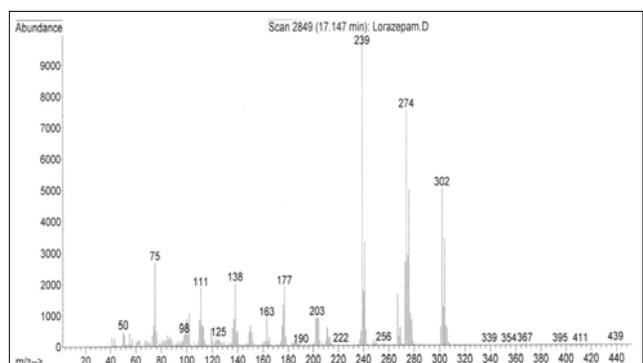
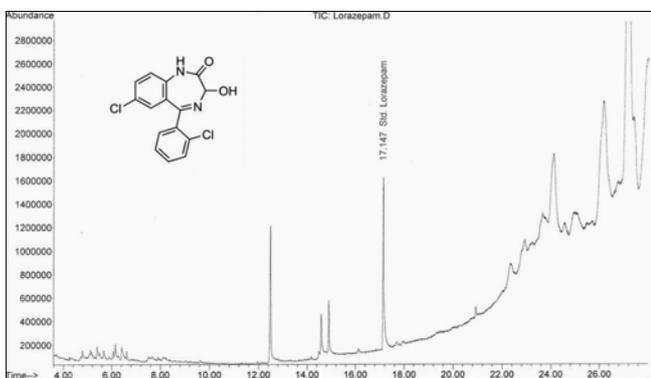
ตรวจพบยาลอราซีแพมในสัตว์ทดลองทั้ง 6 ตัว ทั้งที่ ได้รับและไม่ได้รับการฉีดฟอร์มัลลิน สรุปผลแสดงไว้ในตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าหนูขาวหลังฉีดฟอร์มัลลินแล้วไม่สามารถเก็บเลือดและปัสสาวะได้ ยกเว้นหนูขาวตัวที่ 4 ที่เก็บปัสสาวะได้เล็กน้อยและตรวจพบยาลอราซีแพมด้วย จะเห็นได้ว่าหากสามารถเก็บตัวอย่างได้ ก็จะสามารถตรวจหายาได้ไม่ว่าจะเป็นสารในกระเพาะอาหาร เลือด ตับ หรือปัสสาวะ และฟอร์มัลลินไม่ทำให้ยาลอราซีแพมสลายไปจนตรวจไม่ได้

ภาพที่ 1 และ 2 แสดงผลการวิเคราะห์สารมาตรฐานลอราซีแพมด้วย GC/MS และ LC/MS ตามลำดับ ส่วนภาพ 3-6 เป็นตัวแทนผลการวิเคราะห์ที่ตรวจพบยานอนหลับลอราซีแพมในกระเพาะอาหาร เลือด ตับและปัสสาวะ ตามลำดับ

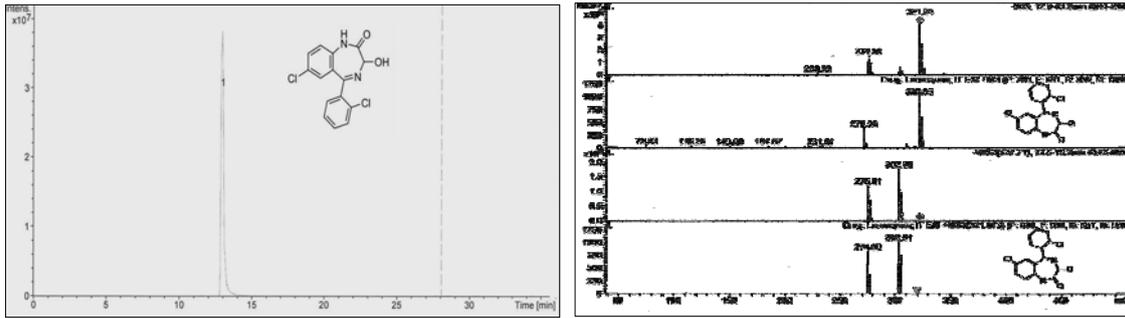
หนูขาว	หนูขาวตัวที่	สารในกระเพาะอาหาร	เลือด	ตับ	ปัสสาวะ
กลุ่มที่ 1*	1	+	+	+	+
	2	+	+	+	+
กลุ่มที่ 2**	3	+	×	+	×
	4	+	×	+	+
กลุ่มที่ 3#	5	+	×	+	×
	6	+	×	+	×

ตารางที่ 1 สรุปผลการตรวจวิเคราะห์ยานอนหลับลอราซีแพมในตัวอย่างทางชีวภาพที่เก็บจากหนูขาว จำนวน 6 ตัว ด้วยเทคนิค GC/MS สำหรับตัวอย่างสารในกระเพาะอาหาร หรือ LC/MS สำหรับเลือด ตับ และปัสสาวะ

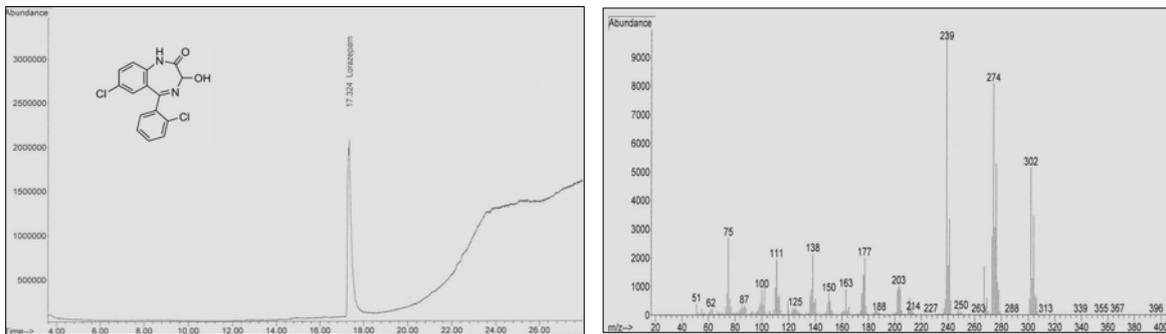
- * กลุ่มเปรียบเทียบ ได้รับยานอนหลับลอราซีแพมอย่างเดียว
- ** เก็บตัวอย่างหลังการฉีดฟอร์มัลลิน 1 ชั่วโมง
- # เก็บตัวอย่างหลังการฉีดฟอร์มัลลิน 24 ชั่วโมง
- + หมายถึง ตรวจพบยาลอราซีแพม
- x หมายถึง ไม่สามารถเก็บตัวอย่างจากซากสัตว์ทดลองหลังการฉีดสารฟอร์มัลลินได้



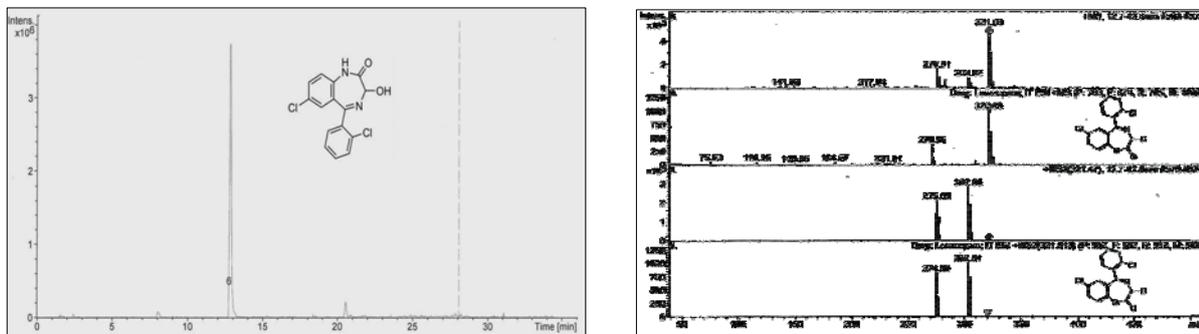
รูปที่ 1 โคโรมาโทแกรมและแมสสเปกตรัมของสารมาตรฐานลอราซีแพม วิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC/MS



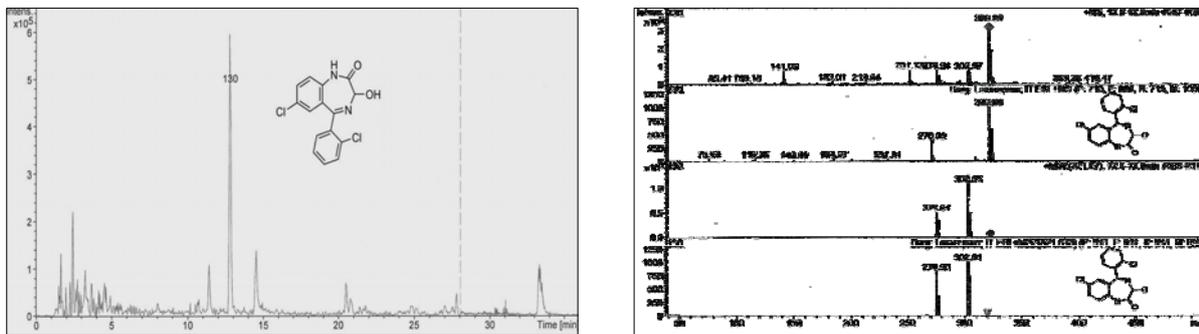
รูปที่ 2 โคโรมาโทแกรมและแมสสเปกตรัมแสดงผลการวิเคราะห์สารมาตรฐานลอราซีแพม วิเคราะห์ด้วยเทคนิค LC/MS



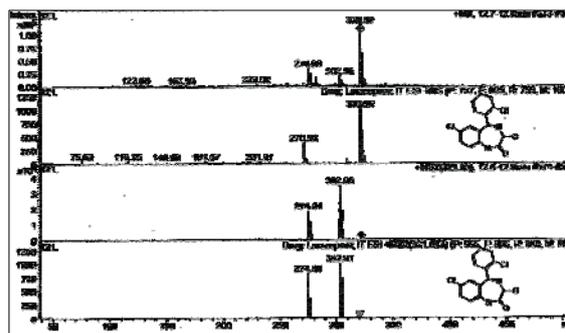
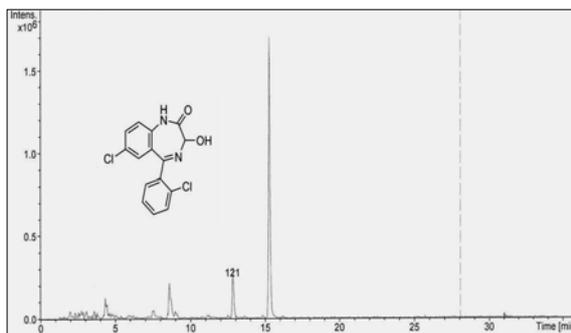
รูปที่ 3 โคโรมาโทแกรมและแมสสเปกตรัม (GC/MS) ของลอราซีแพมที่ตรวจพบในตัวอย่างสารในกระเพาะอาหาร



รูปที่ 4 โคโรมาโทแกรมและแมสสเปกตรัม (LC/MS) ของลอราซีแพมที่ตรวจพบในตัวอย่างเลือด



รูปที่ 5 โคโรมาโทแกรมและแมสสเปกตรัม (LC/MS) ของลอราซีแพมที่ตรวจพบในตัวอย่างตับ



รูปที่ 6 โครมาโทแกรมและแมสสเปกตรัม (LC/MS) ของลอราซีแพมที่ตรวจพบในตัวอย่างปัสสาวะ

อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาที่ผ่านมาในหลายประเทศ ทั้งในกรณีของการฆ่าตัวตาย ฆาตกรรม อุบัติเหตุ หรือที่ไม่ทราบสาเหตุ พบว่ายานอนหลับในกลุ่มเบนโซไดอะซีปีนเป็นกลุ่มที่ได้รับความนิยมใช้กันมากที่สุด³

ลอราซีแพม (Lorazepam) หรือ Ativan[®] เป็นยานอนหลับชนิดหนึ่งในกลุ่มเบนโซไดอะซีปีน (Benzodiazepines) มีระยะเวลาการออกฤทธิ์เร็วมาก ทำให้่วงและนอนหลับได้ดี จึงมักนำไปใช้ในทางที่ผิดโดยหวังผลที่เกิดฤทธิ์เร็ว ง่ายต่อการดำเนินอาชญากรรมและยังมีการนำไปใช้ในสถานบันเทิงด้วย^{4,5}

ผลการวิเคราะห์ที่ตรวจพบลอราซีแพมในตัวอย่างทางชีวภาพจากงานวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Zuccaro และคณะ⁶ ที่ได้ทำการศึกษาดตรวจหายาลอราซีแพมในตัวอย่างเลือดและปัสสาวะ โดยการปรับตัวอย่างให้เป็นอนุพันธ์ของ trimethylsilyl ก่อนการวิเคราะห์ด้วย GC/MS-MS และผลการศึกษาของ Kintz และคณะ⁷ ที่ได้ทำการศึกษาดตรวจหายาลอราซีแพมในปัสสาวะ ของเหลวในช่องปาก และเส้นผม โดยเน้นคดีอาชญากรรม ด้วยเทคนิค LC/MS-MS ซึ่งสามารถตรวจพบยาลอราซีแพมได้ แต่ทั้งสองงานวิจัยไม่ได้มีการฉีดฟอร์มาลินร่วมด้วย

จากผลการศึกษาพบว่าเราสามารถตรวจวิเคราะห์หายาลอราซีแพมในตัวอย่างทางชีวภาพได้ภายใน 24 ชั่วโมงหลังการฉีดฟอร์มาลิน ซึ่งได้ผลในทำนองเดียวกันกับการศึกษาของ Alunmi-Perret และคณะ⁸ ที่ได้ศึกษาดตรวจหาเฮโรอีนจากศพหลังการรักษาสภาพศพด้วยฟอร์มาลิน โดยศึกษาในเนื้อเยื่อตับ และการศึกษาของ Takayasu และคณะ⁹ ที่ได้วิเคราะห์หาสารระเหยในเนื้อเยื่อที่ผ่านการแช่ฟอร์มาลินที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาที่ต่างกัน พบว่าสารระเหยสามารถตรวจพบได้อย่างชัดเจนในตัวอย่างทุกชนิด แม้ทั้งระยะเวลาไว้นานถึง 14 วัน

สารละลายที่ใช้รักษาสภาพศพส่วนใหญ่เป็นสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde solution) หรือฟอร์มาลิน ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีสูตรโมเลกุลเป็น CH₂O ประกอบด้วยแก๊สฟอร์มาลดีไฮด์ประมาณร้อยละ 37

และมีเมทานอลปนอยู่ด้วยประมาณร้อยละ 10-15 ลักษณะทั่วไปของฟอร์มาลินเป็นของเหลวใส ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว ในทางการแพทย์ใช้ในความเข้มข้นต่าง ๆ กันตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้เป็นหลัก เช่น ใช้ฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา หรือเป็นน้ำยาดองศพ เป็นต้น และพบว่าเมื่อให้สารละลายนี้เข้าไปทางปากในปริมาณ 800 mg/kg สามารถทำให้หนูตายได้ร้อยละ 50^{10,11}

ดังนั้นเมื่อมีการฉีดสารละลายรักษาสภาพศพที่มีฟอร์มาลินเป็นองค์ประกอบหลักให้แก่สัตว์ทดลอง และเก็บตัวอย่างภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงหลังการฉีดฟอร์มาลิน สามารถตรวจวิเคราะห์หาลอร่าซีแพมในตัวอย่างได้อย่างชัดเจน ผลการทดลองนี้ทำให้คาดการณ์ว่าหากเวลาผ่านไปนานมากกว่า 24 ชั่วโมง ก็อาจตรวจพบได้เช่นกัน ทั้งนี้ควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

สรุป

การตรวจหาลอร่าซีแพมจากสารในกระเพาะอาหาร เลือด ตับ และปัสสาวะ ที่เก็บจากหนูขาวที่ได้รับการฉีดฟอร์มาลินหลังตายแล้วประมาณ 1 ถึง 24 ชั่วโมง โดยใช้เทคนิควิเคราะห์ GC/MS และ LC/MS พบว่า สามารถตรวจพบยานอนหลับลอร่าซีแพมในตัวอย่างจากสัตว์ทดลองได้ทุกตัวอย่าง ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าฟอร์มาลินไม่มีผลต่อระดับยานอนหลับลอร่าซีแพมในศพที่ฉีดฟอร์มาลินมาแล้วประมาณ 1 วัน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสำนักตรวจพิสูจน์ทางเคมี สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. “นักชมขึ้นสารภาพ...ฆ่าเด็กหญิง ป. 5.” [ระบบออนไลน์]. (16 ธันวาคม 2553). แหล่งที่มา <http://www.oknation.net/blog/Sp-Report/2010/08/28/entry-1>.
2. “ตร.ปิดคดีสาว FHM พันธง! ฆ่าตัวตายเอง.” [ระบบออนไลน์]. (16 ธันวาคม 2553). แหล่งที่มา <http://www.ryt9.com/s/bmnd/1023141>.
3. Jönsson A, Spigset O, Tjäderborn M, Druid H, Hägg S. Fatal drug poisonings in a Swedish general population. BMC Clin Pharmacol. 2009; 9: 7.
4. จารุวรรณ ลิ้มสังจะสกุล. การเฝ้าระวังการใช้สารเสพติดและยาปลอมประสาทของผู้ใช้บริการในสถานบริการต่าง ๆ. [ระบบออนไลน์]. 2546. (6 มกราคม 2554) แหล่งที่มา http://nctc.oncb.go.th/new/administrator/components/com_fabrik/attachfiles/46_Watch_2.pdf
5. พิเชฐ อุดมรัตน์. “การใช้ยา benzodiazepine.” [ระบบออนไลน์]. 2544. (6 มกราคม 2554). แหล่งที่มา <http://www.ramamental.com/gp/gp22.PDF>.
6. Zuccaro P, Pichini S, Pacifici R, Altieri I, Palmeri A, Pellegrini M. Determination of lorazepam in plasma and urine as trimethylsilyl derivative using gas chromatography–tandem mass spectrometry. J Chromatogr B. 1999; 732: 509–14.

7. Kintz P, Villain M, Cirimeleb V, Pe'pinc G, Ludes B. Windows of detection of lorazepam in urine, oral fluid and hair, with a special focus on drug-facilitated crimes. *Forensic Sci Int.* 2004; 145: 131–5.
8. Alunmi-Perret V, Kintz P, Ludes B, Ohayon P, Quatrehomme G. Determination of heroin after embalmmnt. *Forensic Sci Int.* 2003; 134: 36–9.
9. Takayasu T, Saito K, Nishigami J, Ohshima T, Nagano T. Toxicological analysis of drugs and poisons in formalin-fixed organ tissues 2. Volatile substances. *Int J Leg Med.* 1994; 107: 7-12.
10. "Formaldehyde." [ระบบออนไลน์]. (24 พฤศจิกายน 2553). แหล่งที่มา <http://en.wikipedia.org/wiki/Formaldehyde>.
11. "อันตรายจากฟอร์มาลินในอาหาร." [ระบบออนไลน์]. (24 พฤศจิกายน 2553). แหล่งที่มา <http://www.fda.moph.go.th/fda-net/html/product/food/formarin.htm>.