

## Comparison of postmortem ethanol production between different stages of postmortem changes

การเปรียบเทียบระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในศพที่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายในระยะที่แตกต่างกัน

Sinee Roongrujirat M.D.\*, Peerayuht Phuangphung M.D., Ph.D.\*, Wichai Wongchanapai M.D., Ph.D.\*

\*Department of Forensic Medicine, Faculty of Medicine, Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok 10700, Thailand.

สินี รุ่งรุจิรัตน์, พ.บ., พีรยุทธ เฟื่องฟูง พ.บ., ว.ว. (นิติเวชศาสตร์), ประ.ด., (นิติพิษวิทยา), วิชัย วงศ์ชนะภัย พ.บ., ว.ว. (นิติเวชศาสตร์), ประ.ด. (เภสัชวิทยาและพิษวิทยา)

ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10700, ประเทศไทย

### Abstract

**Objective:** To compare blood ethanol concentrations generated from postmortem ethanol production between different stages of postmortem changes.

**Materials and method:** 243 autopsy cases in Department of Forensic Medicine, Faculty of Medicine, Siriraj Hospital from 1st January 2018 to 31st December 2019 were retrospectively reviewed in this study. Ethanol, acetaldehyde and acetone were measured both in blood and vitreous humor. Positive blood ethanol results with negative vitreous humor results were classified as postmortem ethanol production and were recruited in this study. Postmortem changes in these cases were reviewed and divided into 4 groups following the different stages of postmortem changes. The statistical analysis was performed using Kruskal-Wallis H test for comparison of ethanol, acetaldehyde and acetone concentrations between different stages of postmortem changes and Spearman's correlation was determined between blood ethanol and acetaldehyde concentrations.

**Results:** Blood ethanol concentrations produced from postmortem ethanol production which were greater than 10 mg/dL was found in 18.26% from all cases and 36.96% from decomposed cases. The ranges of blood ethanol concentrations produced from postmortem ethanol production were 0-58.95 mg/dL in all cases. Blood ethanol concentrations produced from postmortem ethanol production and blood acetaldehyde concentrations increased with the advancement of postmortem changes with high statistical significance ( $p < 0.001$ ) whereas blood acetone concentrations were not ( $p > 0.05$ ). Blood ethanol concentrations produced from postmortem ethanol production were positively correlated with blood acetaldehyde concentrations ( $r = 0.546$ ,  $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** Postmortem ethanol production increased following the advancement of postmortem change particularly when decomposition was developed. Ethanol concentrations produced from postmortem formation were positively correlated with acetaldehyde concentrations.

**Keywords:** Postmortem ethanol production, acetaldehyde, acetone, postmortem change, decomposition

## บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายที่เกิดขึ้นในเลือดของศพที่มีระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่แตกต่างกัน

**วัสดุและวิธีการศึกษา:** ทำการศึกษาโดยการรวบรวมข้อมูลเป็นย้อนหลัง จากข้อมูลของศพที่ถูกส่งเข้ามาผ่าศพ ณ ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล จำนวน 243 ศพ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 และมีการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของเอทานอล, อะเซตัลดีไฮด์ และอะซีโตนในเลือด และน้ำวุ้นลูกตา ในศพดังกล่าว โดยศพที่ตรวจพบระดับเอทานอลในเลือด ในขณะที่ตรวจไม่พบระดับเอทานอลในน้ำวุ้นลูกตา จัดว่าเป็นเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตาย และถูกนำมารวบรวมในการศึกษานี้ จากนั้นทำการทบทวนระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายในศพ และแบ่งระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายออกเป็น 4 ระดับ จากนั้นทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตาย, อะเซตัลดีไฮด์ และอะซีโตนในเลือด กับระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตาย โดยใช้การทดสอบทางสถิติชนิด Kruskal-Wallis H test และทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของเอทานอล กับอะเซตัลดีไฮด์ในเลือด โดยใช้ Spearman's correlation

**ผลการศึกษา:** ระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือดที่มีค่ามากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ พบเป็นร้อยละ 18.26 ของศพทั้งหมด และพบเป็นร้อยละ 36.96 ของศพที่มีการเนาเกิดขึ้น ระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือดมีค่าระหว่าง 0 - 58.95 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในจำนวนศพทั้งหมด ระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือดและระดับอะเซตัลดีไฮด์ในเลือดมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมาก ( $p < 0.001$ ) ในขณะที่ระดับความเข้มข้นของอะซีโตนในเลือดไม่มีความสัมพันธ์กับระดับการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่เพิ่มขึ้น ( $p > 0.05$ ) ระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับความเข้มข้นของอะเซตัลดีไฮด์ในเลือด ( $r = 0.546, p < 0.001$ )

**สรุปผลการศึกษา:** ระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือด และอะเซตัลดีไฮด์มีระดับเพิ่มสูงขึ้นตามระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่เพิ่มขึ้น และระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดที่เกิดขึ้นภายหลังตายมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับความเข้มข้นของอะเซตัลดีไฮด์ในเลือด

**คำสำคัญ:** เอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตาย, อะเซตัลดีไฮด์, อะซีโตน, การเปลี่ยนแปลงภายหลังตาย, การเนา

## บทนำ

เอทานอล (แอลกอฮอล์) ที่เกิดขึ้นในศพภายหลังตาย (postmortem ethanol production) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในศพได้บ่อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งศพที่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายไปมากแล้ว หรือศพที่มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่สูง เช่น ศพที่มีบาดแผลเปิดจำนวนมาก ซึ่งศพดังกล่าวเป็นศพที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดการสร้างเอทานอลขึ้นภายหลังตาย<sup>(1,2)</sup> หากมีเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายจะทำให้เกิดประเด็นปัญหาในการแปลผลระดับเอทานอลในเลือดของศพได้ ว่าระดับเอทานอลที่ตรวจพบดังกล่าวเป็นเอทานอลที่เกิดขึ้นก่อนตายทั้งหมด หรือเกิดขึ้นภายหลังตายทั้งหมด หรือเป็นผลรวมของทั้งสองกรณี ซึ่งการตรวจพบระดับเอทานอลในเลือดของศพคดีมีความสำคัญต่อการให้ความเห็นในทางกฎหมาย เช่น กรณีอุบัติเหตุจราจร ในประเทศไทยมีกฎกระทรวงซึ่งออกตามความในพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 กำหนดระดับแอลกอฮอล์ในเลือดที่กฎหมายให้ถือว่าเมาสุราไว้ที่ 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในกรณีผู้ขับขี่ทั่วไป และที่ 20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในกรณีผู้ขับขี่ที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปีบริบูรณ์ ดังนั้นหากมีการตรวจพบระดับเอทานอลในเลือดของศพในระดับที่ใกล้เคียงกับระดับที่กฎหมายกำหนดในศพที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดการสร้างเอทานอลขึ้นภายหลังตาย ก็จะเป็นปัญหาให้ต้องวินิจฉัยว่า ระดับเอทานอลที่ตรวจพบได้ดังกล่าว เป็นเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายหรือเกิดขึ้นก่อนตาย

จากการศึกษาในอดีตพบว่า ระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายส่วนใหญ่จะมีค่าไม่เกิน 70 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์(3,4) ถึงแม้จะมีรายงานบางการศึกษาว่า อาจพบได้สูงถึง 120-220 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์(4) และระดับเอทานอลต่ำๆ ที่มีค่าไม่เกิน 30-40 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ยังสัมพันธ์กับระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตาย(2,5) การวินิจฉัยว่าเอทานอลดังกล่าวเป็นเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตาย กระทำโดยการเปรียบเทียบการตรวจพบเอทานอลในเลือดร่วมกับการตรวจไม่พบเอทานอลในตัวอย่างส่งตรวจอื่น ได้แก่ น้ำวุ้นลูกตา (vitreous humor) และปัสสาวะ (urine) ร่วมกับการตรวจพบแอลกอฮอล์และสารเคมีที่ระเหยได้และมีโมเลกุลขนาดเล็กชนิดอื่น (low molecular weight volatile compounds)(1-5) น้ำวุ้นลูกตา จัดเป็นตัวอย่างส่งตรวจที่มีประโยชน์ในการวินิจฉัยเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตาย เนื่องจากอยู่ในสิ่งแวดล้อมปิด และมีการปนเปื้อนแบคทีเรียน้อย(1,2,6) และในกรณีที่ศพได้รับเอทานอลเข้าสู่ร่างกายก่อนตาย เอทานอลก็จะกระจายตัวเข้าสู่ น้ำวุ้นลูกตาตั้งแต่ระยะที่ยังมีการดูดซึมจนถึงระยะหลังดูดซึม โดยมีสัดส่วนของเอทานอลในน้ำวุ้นลูกตาต่อในเลือด โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.15-1.20(2,7,8) ดังนั้นหากตรวจไม่พบเอทานอลในน้ำวุ้นลูกตา แต่ตรวจพบเอทานอลในเลือด ก็สามารถวินิจฉัยได้ว่า เอทานอลดังกล่าวเป็นเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตาย

เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาในระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในศพคนไทย ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในศพคนไทย โดยนำผลการตรวจน้ำวุ้นลูกตาซึ่งตรวจไม่พบเอทานอล มาใช้เป็นดัชนีสำหรับบ่งบอกว่า ระดับเอทานอลในเลือดที่ตรวจพบเป็นเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตาย และทำการเปรียบเทียบระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในศพคนไทย ที่มีระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่แตกต่างกัน

## วัตถุประสงค์และวิธีการศึกษา

### กลุ่มตัวอย่างของประชากรที่ใช้ศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง (retrospective study) ทำการรวบรวมข้อมูลของศพที่มีอายุมากกว่า 18 ปี ที่ถูกส่งมาผ่าศพตรวจที่ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล โรงพยาบาลศิริราช ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2561 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 โดยศพดังกล่าวมีผลการตรวจหา ระดับเอทานอลทั้งในเลือด และในน้ำวุ้นลูกตา โดยกำหนดให้ ผลการตรวจ ที่ตรวจไม่พบระดับเอทานอลในน้ำวุ้นลูกตา ในขณะที่ตรวจพบระดับเอทานอลในเลือด เป็นเกณฑ์การวินิจฉัยว่า ระดับเอทานอลที่ตรวจพบในเลือดดังกล่าว เป็นเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตาย และเป็นเกณฑ์นำข้อมูลเข้าสู่งานวิจัย สำหรับเกณฑ์การคัดออกจากงานวิจัย ได้แก่ ข้อมูลของศพที่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายอย่างมาก จนไม่สามารถเก็บตัวอย่างเลือดและน้ำวุ้นลูกตาได้ และข้อมูลของศพที่มีการตรวจพบระดับเอทานอลในน้ำวุ้นลูกตา

### การแบ่งกลุ่มประชากรที่ใช้ศึกษา

ทำการบันทึกข้อมูลระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตาย โดยทำการแบ่งลักษณะศพออกเป็น 4 กลุ่มตามระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่แตกต่างกัน(9) ได้แก่

- ระยะที่ 1 ศพที่มีการตกของเลือดลงสู่เบื้องต่ำภายหลังตาย ยังกตางบางส่วน
  - ระยะที่ 2 ศพที่มีการตกของเลือดลงสู่เบื้องต่ำภายหลังตาย กตไม่างแล้ว
- โดยศพในระยะที่ 1 และ 2 จะต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่เข้าสู่ภาวะเน่า
- ระยะที่ 3 ศพเข้าสู่ภาวะเน่าในระยะแรก หรือ chromatic phase ได้แก่ ผิวหนังเปลี่ยนเป็นสีเขียวคล้ำ (greenish discoloration), การปรากฏขึ้นของร่างแหหลอดเลือดดำเน่า (marbling) แต่ยังไม่มีการบวมอืดของผิวหนัง

- ระยะที่ 4 ศพเข้าสู่ภาวะเน่าในระยะเวลาที่สอง หรือ gaseous phase ได้แก่ มีการบวมอืดของใบหน้าหรือ ลำตัวบางส่วน (bloating)

โดยศพในระยะที่ 1 และ 2 จัดอยู่ในกลุ่ม A (การเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่ยังไม่เข้าสู่ภาวะเน่า) และ ศพในระยะที่ 3 และ 4 จัดอยู่ในกลุ่ม B (การเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่เข้าสู่ภาวะเน่าแล้ว) ตัวอย่างของศพในระยะที่ 1 ถึง 4 แสดงได้ดัง **รูปที่ 1**



**รูปที่ 1** แสดงระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่แตกต่างกัน ตามระยะเวลาภายหลังตาย

จากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลของระดับเอทานอล, อะเซตัลดีไฮด์ และอะซีโตนในเลือด ของศพทั้ง 4 กลุ่ม โดยการตรวจวิเคราะห์ระดับเอทานอล, อะเซตัลดีไฮด์ และอะซีโตนในเลือด และในน้ำวุ้นลูกตา ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Headspace-Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (HS-GC-FID) ยี่ห้อ Agilent 7890A ภายในห้องปฏิบัติการนิติพิษวิทยา ซึ่งได้รับการรับรองคุณภาพ ISO:IEC 17025/2017

#### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติใช้โปรแกรม SPSS Statistic for Mac version 25 โดยการวิเคราะห์ ช่วงค่า ค่ากึ่งกลาง และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของระดับเอทานอล, อะเซตัลดีไฮด์ และอะซีโตนในเลือด ในแต่ละกลุ่มที่มีระดับการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่แตกต่างกัน ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติแบบพรรณนา (descriptive statistics) จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบระดับเอทานอล, อะเซตัลดีไฮด์ และอะซีโตนในเลือด ในแต่ละกลุ่มที่มีระดับการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่แตกต่างกัน โดยการทดสอบทางสถิติแบบ Kruskal-Wallis H test เนื่องจากกระจายตัวของข้อมูลของระดับเอทานอล, อะเซตัลดีไฮด์ และอะซีโตนในเลือดของแต่ละกลุ่มไม่ใช้การแจกแจงปกติ (normal distribution) จากนั้นจึงทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเอทานอล และอะเซตัลดีไฮด์ในเลือด โดยใช้การทดสอบแบบ bivariate correlation และแสดงความสัมพันธ์ทางสถิติโดยใช้ค่า Spearman's correlation โดยกำหนดให้ การทดสอบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p < 0.05$

งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนของคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล โดยมีหมายเลขการรับรอง 199/2020

## ผลการศึกษา

จากผลการศึกษาข้อมูลย้อนหลังที่เข้ากับเกณฑ์การวินิจฉัยว่า ระดับเอทานอลในเลือดเป็นเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตาย พบว่ามีจำนวนทั้งหมด 115 ตัวอย่าง แบ่งเป็นกลุ่มตามระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตาย ได้ดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนตัวอย่างซึ่งจำแนกตามระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตาย

ระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตาย		จำนวนศพ			
		จำนวน (ราย)	รวม (ราย)	ร้อยละ	รวม (ร้อยละ)
กลุ่ม A (การเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่ยังไม่เข้าสู่ภาวะเน่า)	ระยะที่ 1	25	69	21.74	60.00
	ระยะที่ 2	44		38.26	
กลุ่ม B (การเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่เข้าสู่ภาวะเน่าแล้ว)	ระยะที่ 3	34	46	29.57	40.00
	ระยะที่ 4	12		10.43	
รวม		115	115	100.00	100.00

จากผลการศึกษาพบว่าระดับเอทานอล, อะเซตัลดีไฮด์ และอะซีโตนในเลือด ในแต่ละกลุ่ม แสดงได้ดัง ตารางที่ 2 โดยจากข้อมูลพบว่า ระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0 - 58.95 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ แต่หากแบ่งเป็นระยะ พบว่า ในกลุ่ม A ซึ่งยังไม่เข้าสู่ภาวะเน่า จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0 - 16.10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กลุ่ม B ซึ่งเข้าสู่ภาวะเน่าแล้ว จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0 - 58.95 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

เมื่อพิจารณาถึงระดับเอทานอลที่มีค่ามากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าที่ใช้รายงานผลการตรวจเอทานอลว่าเป็น ผลบวก คือ ตรวจพบระดับเอทานอลในเลือด จะพบว่าระดับเอทานอลในเลือดที่เกิดขึ้นภายหลังตาย แสดงได้ดัง ตารางที่ 3 ซึ่งจะเห็นว่า ศพในกลุ่ม A ซึ่งยังไม่เข้าสู่ภาวะเน่า มีจำนวนเคสที่มีระดับเอทานอลในเลือดที่เกิดขึ้นภายหลังตายที่มากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ อยู่ในจำนวนที่น้อยมาก กล่าวคือ ศพในระยะที่ 1 ไม่มีเคสที่มีระดับเอทานอลในเลือดมากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ เลย ส่วนศพในระยะที่ 2 มีเคสที่มีระดับเอทานอลในเลือดที่มากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ เพียงร้อยละ 9.09 เท่านั้น และเมื่อพิจารณาภาพรวมในกลุ่ม A จะคิดเป็นร้อยละ 5.80 เท่านั้น โดยหากนำเฉพาะระดับเอทานอลในเลือดที่มากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ มาพิจารณาแล้ว จะพบว่า ศพในระยะที่ 2 มีค่า median ethanol concentration เท่ากับ 13.24 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ โดยมีช่วงอยู่ที่ 10.40 - 16.10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (ไม่นำศพระยะที่ 1 มาพิจารณาเนื่องจากไม่มีเคสที่มีระดับเอทานอลในเลือดที่มากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์)

เมื่อพิจารณาศพในกลุ่ม B ซึ่งเข้าสู่ภาวะเน่าแล้ว พบว่า มีจำนวนเคสที่มีระดับเอทานอลที่มากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ เป็นจำนวนเพิ่มขึ้น โดยศพในระยะที่ 3 และ 4 มีจำนวนเคสที่มีระดับเอทานอลในเลือดที่มากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ คิดเป็นร้อยละ 17.04 และ 29.24 ตามลำดับ และเมื่อนำเฉพาะระดับเอทานอลในเลือดที่มากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ มาพิจารณาแล้ว จะพบว่า ศพในระยะที่ 3 และ 4 มีค่า median ethanol concentration เท่ากับ 17.04 และ 29.24 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีช่วงอยู่ที่ 12.18 - 43.68 และ 12.63 - 58.95 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาภาพรวมในกลุ่ม B จะคิดเป็นร้อยละ 36.96 และมีค่า median ethanol concentration เท่ากับ 23.41 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 แสดงช่วงค่า และค่ากึ่งกลาง ของระดับเอทานอล, อะเซตัลดีไฮด์ และอะซีโตน ในเลือดจากศพที่มีการเปลี่ยนแปลง ภายหลังตายที่ระยะต่าง ๆ

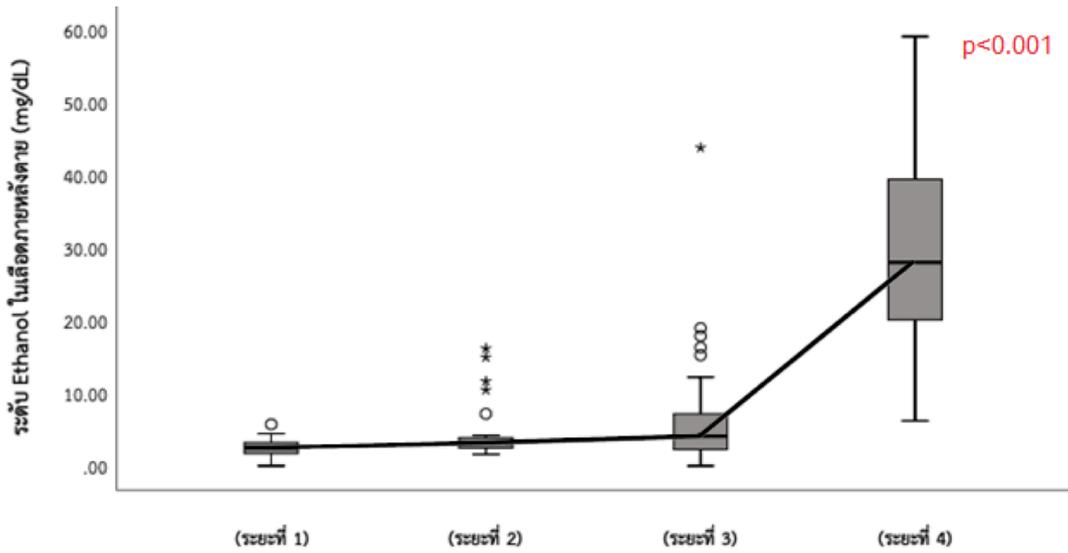
ระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตาย		Ethanol		Acetaldehyde		Acetone	
		Median (mg/dL)	Range (mg/dL)	Median (mg/dL)	Range (mg/dL)	Median (mg/dL)	Range (mg/dL)
กลุ่ม A	ระยะที่ 1	2.47	0.00 - 5.69	0.00	0.00	0.00	0.00 - 8.47
	ระยะที่ 2	3.15	1.57 - 16.10	0.00	0.00 - 2.11	0.00	0.00 - 9.87
กลุ่ม B	ระยะที่ 3	4.05	0.00 - 43.68	0.00	0.00 - 10.40	0.00	0.00 - 14.19
	ระยะที่ 4	27.94	6.16 - 58.95	2.42	0.00 - 12.33	0.00	0.00 - 10.02

ตารางที่ 3 แสดงช่วงค่า และค่ากึ่งกลาง ของระดับเอทานอล พร้อมระดับเอทานอลที่มีระดับมากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

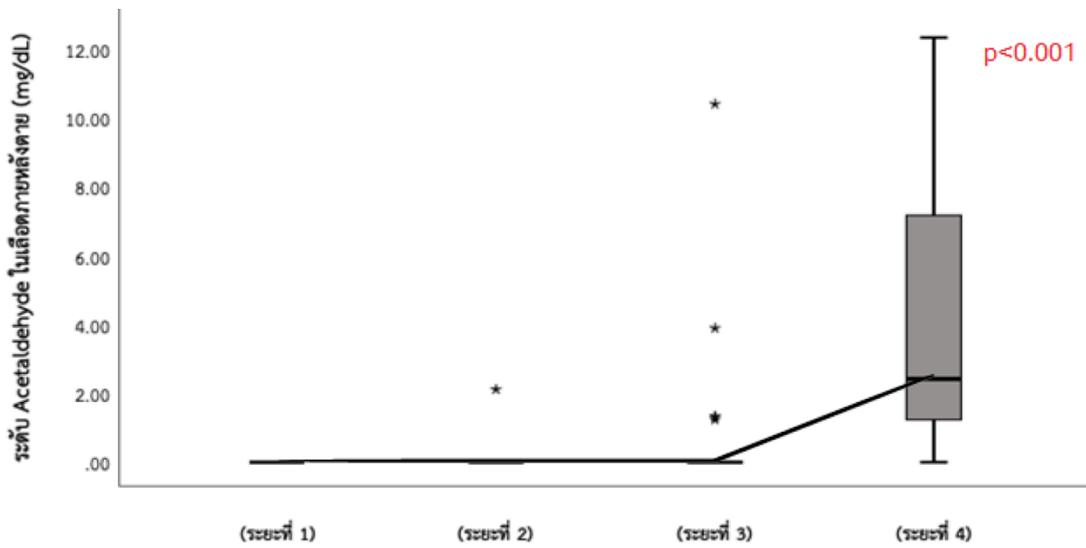
ระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตาย		Ethanol				
		Median (mg/dL)	Range (mg/dL)	จำนวนเคสที่ระดับ ethanol มากกว่า 10 mg/dL (ร้อยละ)	Median เมื่อพิจารณาค่า ethanol ที่มากกว่า 10 mg/dL	Range เมื่อพิจารณาค่า ethanol ที่มากกว่า 10 mg/dL
กลุ่ม A	ระยะที่ 1	2.47	0.00 - 5.69	0/25 (0)	N/A	N/A
	ระยะที่ 2	3.15	1.57 - 16.10	4/44 (9.09)	13.24	10.40 - 16.10
รวมกลุ่ม A				4/69 (5.80)	13.24	10.40 - 16.10
กลุ่ม B	ระยะที่ 3	4.05	0.00 - 43.68	6/34 (17.65)	17.04	12.18 - 43.68
	ระยะที่ 4	27.94	6.16 - 58.95	11/12 (91.67)	29.24	12.63 - 58.95
รวมกลุ่ม B				17/46 (36.96)	23.41	12.18 - 58.95
รวมทั้งหมด				21/115 (18.26)	18.90	10.40 - 58.95

และเมื่อพิจารณาในภาพรวมในทุกกลุ่ม จะเห็นว่า มีจำนวนเคสที่มีระดับเอทานอลที่มีค่ามากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ พบเป็นร้อยละ 18.26 และมีค่า median ethanol concentration เท่ากับ 18.90 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

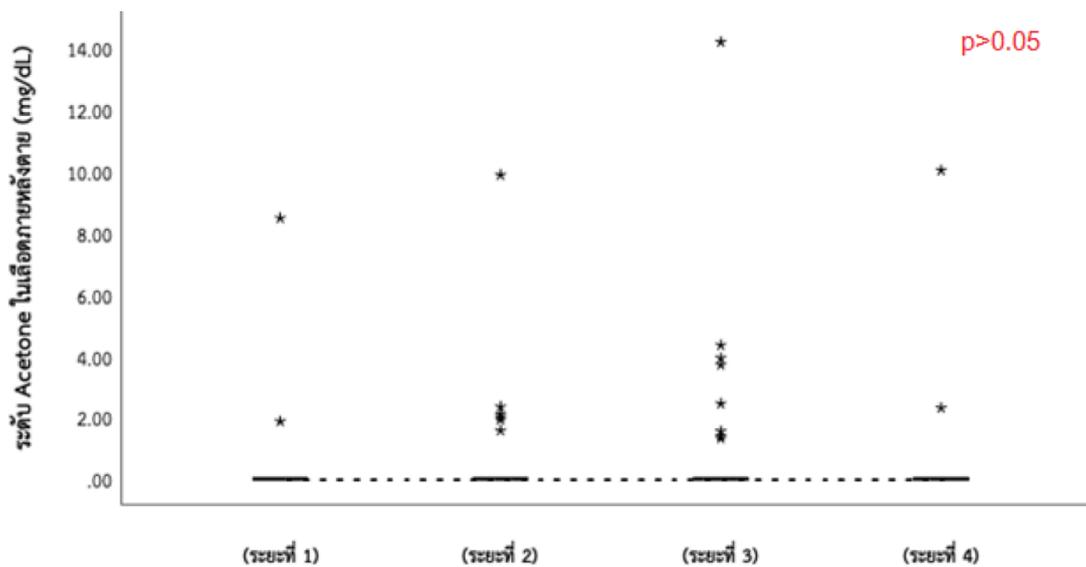
เมื่อทำการสร้าง box-plot graph ของระดับเอทานอล, อะเซตัลดีไฮด์ และอะซีโตนในเลือด ในแต่ละกลุ่ม ที่มีระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่แตกต่างกัน พบว่าได้ผลแสดงดัง **รูปที่ 2-4** ตามลำดับ



รูปที่ 2 ระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นในภายหลังตายที่ตรวจพบในเลือดของศพที่มีระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายระยะต่างๆ



รูปที่ 3 ระดับอะเซตัลดีไฮด์ที่ตรวจพบในเลือดของศพที่มีระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายระยะต่างๆ

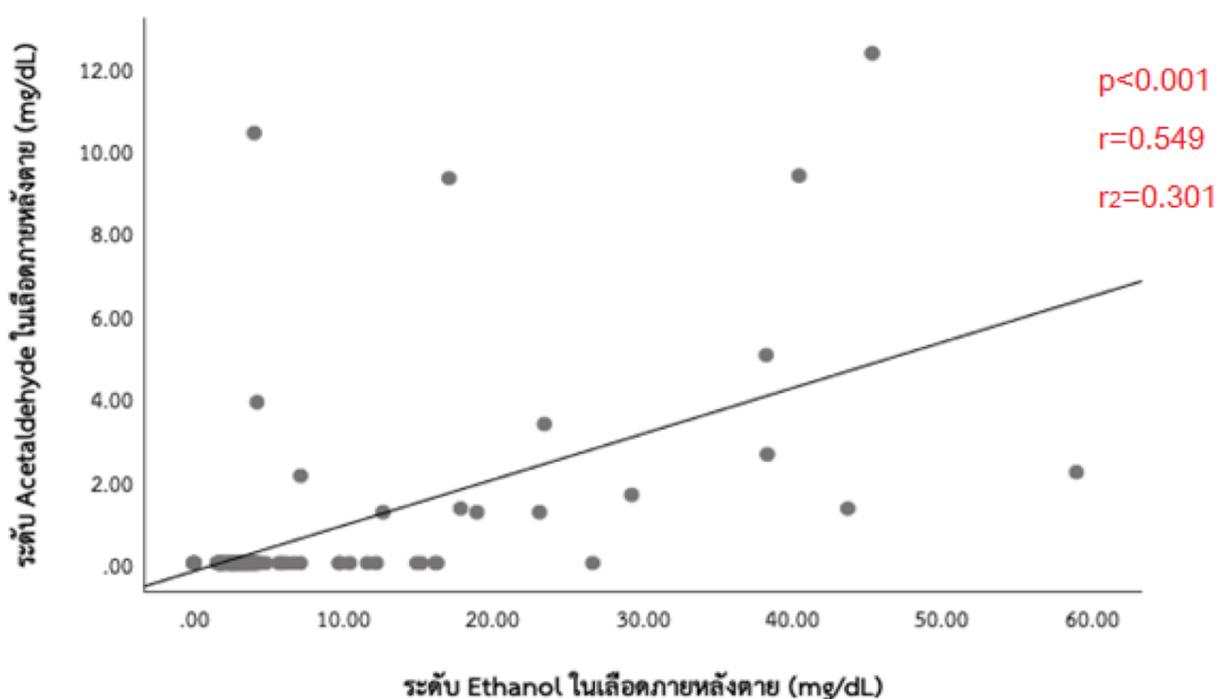


รูปที่ 4 ระดับอะซีโตนที่ตรวจพบในเลือดของศพที่มีระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายระยะต่างๆ

#### รูปที่ 4 ระดับอะซีโตนที่ตรวจพบในเลือดของศพที่มีระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายระยะต่างๆ

โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Kruskal-Wallis H test แล้วพบว่า ระดับเอทานอล และอะเซตัลดีไฮด์ในเลือด ในแต่ละกลุ่มที่มีระดับการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายแตกต่างกันทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมาก ( $p < 0.001$ ) โดยมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นไปตามระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่มากขึ้น ในขณะที่ระดับอะซีโตนในเลือด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ในทุกระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตาย

นอกจากนี้ เมื่อทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับเอทานอล และอะเซตัลดีไฮด์ในเลือด โดยวิธี bivariate correlation พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมาก ( $p < 0.001$ ) โดยมีค่า Spearman's correlation ( $r$ ) เท่ากับ 0.546 และสามารถสร้างกราฟการกระจายตัว ระหว่างระดับเอทานอล และอะเซตัลดีไฮด์ในเลือด และเส้นแนวโน้ม (trend line) ได้ดัง **รูปที่ 5**



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับเอทานอลในเลือดที่เกิดขึ้นภายหลังตาย กับระดับอะเซตัลดีไฮด์ในเลือด

#### อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษานี้พบว่า เอทานอลสามารถเกิดขึ้นภายหลังตายในเลือดของศพคนไทย ได้ตั้งแต่ศพยังมีการตกของเลือดลงสู่เบื่องต่ำภายหลังตาย ซึ่งกตจางบางส่วน และยังไม่เข้าสู่ภาวะเน่า อย่างไรก็ตามระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือดของศพส่วนใหญ่ มักจะมีค่ามีไม่เกิน 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อพิจารณาจากระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายที่มีระดับเอทานอลในเลือดมากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในศพคนไทยที่มีระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่แตกต่างกัน จะพบว่า มีการตรวจพบ คิดเป็นร้อยละ 18.26 จากทั้งหมด ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Zumwalt RE, Bost RO, Sunshine I.<sup>(10)</sup> และ Gilliland MG, Bost RO.<sup>(3)</sup> ซึ่งตรวจพบระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือดได้ ร้อยละ 18.7 และ 19.2 ตามลำดับ

นอกจากนี้ การศึกษานี้พบว่าระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือด มีระดับที่เพิ่มขึ้นตามระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่เพิ่มมากขึ้นด้วย โดยในช่วงที่ศพมีการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายยังไม่เข้าสู่ภาวะเน่า

ระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือดจะมีค่า 0 - 16.10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ศพที่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายเข้าสู่ภาวะเน่าแล้ว ระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือดจะมีค่าเพิ่มขึ้นโดยอยู่ระหว่าง 0 - 58.95 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ โดยมีระดับเอทานอลในเลือดสูงสุดเท่ากับ 58.95 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในศพที่อยู่ระยะที่ 4 ซึ่งหากเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Gilliland MG, Bost RO.<sup>(3)</sup> จะพบว่ามีความสอดคล้องกันเนื่องจากในศพที่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายเข้าสู่ภาวะเน่าที่ยังไม่มากนักในการศึกษาของ Gilliland MG, Bost RO.<sup>(3)</sup> จะมีระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือดอยู่ในช่วง 10 - 60 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (โดยส่วนใหญ่ของระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือดจะมีค่าไม่เกิน 70 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์<sup>(3,4)</sup>)

เมื่อพิจารณาระดับอะเซตัลดีไฮด์ในเลือดของศพ ในระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่เพิ่มขึ้น ก็พบว่า ระดับอะเซตัลดีไฮด์มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เช่นเดียวกับระดับของเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตาย อย่างไรก็ตามพบว่า ระดับอะเซตัลดีไฮด์ในเลือดของศพจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ในศพระยะที่ 4 ซึ่งเป็นศพที่มีการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายเข้าสู่ภาวะเน่าในระยะ gaseous phase แล้ว โดยจะตรวจพบระดับอะเซตัลดีไฮด์ในเลือดเกือบทุกเคส (ร้อยละ 91.67) และมีค่า median acetaldehyde concentration เท่ากับ 3 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และมีระดับสูงสุดเท่ากับ 12.33 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ศพที่ยังไม่เข้าสู่ภาวะเน่า (ระยะที่ 1 และ 2) มีการตรวจพบระดับอะเซตัลดีไฮด์เลือดเพียงเคสเดียว (ร้อยละ 1.45) เท่านั้น แสดงให้เห็นว่าระดับอะเซตัลดีไฮด์ในเลือดของศพที่ตรวจพบได้นั้น เป็นผลมาจากการสร้างขึ้นโดยแบคทีเรียเป็นหลัก ไม่ใช่เป็นผลจากกระบวนการสลายเอทานอลในร่างกายที่ยังเหลืออยู่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งระบุว่า อะเซตัลดีไฮด์เป็นสารเคมีที่ระเหยได้ที่มีโมเลกุลขนาดเล็กชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ของแบคทีเรียภายหลังตาย<sup>(2)</sup>

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ระดับอะซิโตนในเลือดของศพ ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่เพิ่มขึ้น โดยพบว่า ศพส่วนใหญ่ตรวจไม่พบระดับอะซิโตนในเลือด และระดับอะซิโตนในเลือดที่มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 14.19 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งตรวจพบในศพระยะที่ 3 ซึ่งสันนิษฐานว่าเกิดจากการตรวจพบระดับอะซิโตนในเลือดมีความสัมพันธ์กับการมีโรคหรือภาวะความผิดปกติของระบบเผาผลาญ เช่น ภาวะอดอาหาร ภาวะติดสุราเรื้อรัง โรคเบาหวานร่วมกับภาวะเลือดเป็นกรดจากคีโตน และภาวะติดเชื้อ เป็นต้น<sup>(11,12)</sup> มากกว่าที่จะเป็นผลจากการสังเคราะห์ของแบคทีเรียภายหลังตาย

จากผลการศึกษาที่พบว่า ระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตาย และระดับอะเซตัลดีไฮด์ในเลือด มีความสัมพันธ์กับระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่เพิ่มขึ้น จึงได้นำระดับเอทานอล และระดับอะเซตัลดีไฮด์ในเลือด มาหาความสัมพันธ์กัน ก็พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าเมื่อระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายมีระดับเพิ่มขึ้น ระดับอะเซตัลดีไฮด์ในเลือดก็มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งจากผลการศึกษา นี้ อาจนำไปประยุกต์ใช้ได้ว่า หากศพมีการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายเข้าสู่ภาวะเน่า หากระดับเอทานอลในเลือดดังกล่าว มีค่าไม่เกิน 30-40 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการตรวจพบระดับอะเซตัลดีไฮด์ในเลือดร่วมด้วย ก็อาจสันนิษฐานได้ว่า ระดับเอทานอลในเลือดดังกล่าว น่าจะเกิดจากเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตาย ในกรณีที่ไม่มีการตรวจเอทานอลในตัวอย่างอื่น เช่น น้ำวุ้นลูกตา ประกอบการแปลผล

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้ทำนายถึงผลต่อการเกิดขึ้นของเอทานอลภายหลังตาย เช่น ภาวะการติดเชื้อก่อนเสียชีวิต โรคประจำตัว จำนวนและขนาดบาดแผลที่ศพ เป็นต้น มาพิจารณาร่วมด้วย ซึ่งหากมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต และทำการศึกษาปัจจัยดังกล่าวควบคู่ไปกับระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายด้วย จะทำให้ผลการศึกษา มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

## สรุปผลการศึกษา

ระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือดของศพ ที่มีค่ามากกว่า 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ตรวจพบได้ คิดเป็นร้อยละ 18.26 จากศพทั้งหมด โดยระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือดของศพ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 58.95 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ โดยระดับเอทานอล และอะเซตัลดีไฮด์ในเลือดของศพ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ระดับอะซีโตนในเลือดของศพไม่มีความสัมพันธ์กับระยะของการเปลี่ยนแปลงภายหลังตายของศพ นอกจากนี้ ระดับเอทานอลที่เกิดขึ้นภายหลังตายในเลือด ยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับอะเซตัลดีไฮด์ในเลือดของศพอีกด้วย

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณนางสาวเนริสา ทอนศรี และนางสาวจุฬารัตน์ พูลเอี่ยม นักวิจัยประจำหน่วยระบาดวิทยาคลินิก สถานส่งเสริมการวิจัยคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ม.มหิดล ที่ช่วยให้คำปรึกษาทางด้านสถิติ

## เอกสารอ้างอิง

1. O'Neal CL, Poklis A. Postmortem production of ethanol and factors that influence interpretation: a critical review. *Am J Forensic Med Pathol.* 1996 Mar;17(1):8-20.
2. Kugelberg FC, Jones AW. Interpreting results of ethanol analysis in postmortem specimens: a review of the literature. *Forensic Sci Int.* 2007 Jan 5;165(1):10-29.
3. Gilliland MG, Bost RO. Alcohol in decomposed bodies: postmortem synthesis and distribution. *J Forensic Sci.* 1993 Nov;38(6):1266-74.
4. Ziavrou K, Boumba VA, Vougiouklakis TG. Insights into the origin of postmortem ethanol. *Int J Toxicol.* 2005 Mar-Apr;24(2):69-77.
5. Levine B, Smith ML, Smialek JE, Caplan YH. Interpretation of low postmortem concentrations of ethanol. *J Forensic Sci.* 1993 May;38(3):663-7.
6. Harper DR. A comparative study of the microbiological contamination of postmortem blood and vitreous humour samples taken for ethanol determination. *Forensic Sci Int.* 1989 Sep;43(1):37-44.
7. Jones AW, Holmgren P. Uncertainty in estimating blood ethanol concentrations by analysis of vitreous humour. *J Clin Pathol.* 2001 Sep;54(9):699-702.
8. Honey D, Caylor C, Luthi R, Kerrigan S. Comparative alcohol concentrations in blood and vitreous fluid with illustrative case studies. *J Anal Toxicol.* 2005 Jul-Aug;29(5):365-9.
9. Meewuttisom K, Poriswanish N. Decomposition scores for estimation the time of death in tropical zone. *JFPAT* 2014; 8(2):112-126.
10. Zumwalt RE, Bost RO, Sunshine I. Evaluation of ethanol concentrations in decomposed bodies. *J Forensic Sci.* 1982 Jul;27(3):549-54.
11. McGarry JD, Foster DW. Regulation of ketogenesis and clinical aspects of the ketotic state. *Metabolism.* 1972 May;21(5):471-89.
12. Jones AW. Elimination half-life of acetone in humans: case reports and review of the literature. *J Anal Toxicol.* 2000 Jan-Feb;24(1):8-10.