Original Article

นิพนธ์ต้นฉบับ

The Difference of the Ratio of Blood and Bone Marrow Ethanol Concentration between Absorption and Elimination Phase in Corpses

ความแตกต่างระหว่างอัตราส่วนของความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับไขกระดูกในช่วงระยะดูดซึมและช่วงระยะกำจัดออกในศพ

Puimek Kasemtavornsin M.D.*, Paitoon Narongchai M.D.*, Karnda Vichairat M.D.*, Siripan Narongchai M.S.*

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

ปุยเมฆ เกษมฉาวรศิลป์ พ.บ.†, ไพฑูรย์ ณรงค์ชัย พ.บ.†, กานดา วิชัยรัตน์ พ.บ.†, สิริพันธ์ ณรงค์ชัย วท.ม.†

†ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200, ประเทศไทย

Abstract

Objective: To study the difference of the ratio of blood and bone marrow ethanol concentration between absorption and elimination phase in corpses.

Materials and Methods: The concentration of ethanol in blood, bone marrow and vitreous humour was detected by Gas Chromatography-Headspace with Flame Ionization Detector (GC-HS) from 13 samples of corpes who were dead from natural and unnatural causes attended at the Forensic Medicine Department, Maharaj Nakorn Chiang Mai hospital, Chiang Mai University.

Results: The average ratio between the concentration of ethanol in blood and bone marrow from 7 corpses in absorption phase and 6 corpses in elimination phase were 1.73 and 1.86 respectively, and this difference was not statistically significant dueto p-value = 0.391 (Mann-Whitney U test).

Conclusion: The difference between the ratio of concentration of ethanol in blood to bone marrow in absorption phase and elimination phase was not statistically significant because the distribution of ethanol from blood to bone marrow which was composed of fat was slow. However, there were small numbers of corpses in this study. It might not be clearly concluded whether there was a difference or not between the absorption phase and elimination phase.

Keywords: blood ethanol concentration, bone marrow concentration, absorption phase, elimination phase, corpses

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างอัตราส่วนของความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับไขกระดูกในช่วงระยะดูดซึมและช่วงระยะกำจัดออกในศพ

วัสดุและวิธีการศึกษา: ทำการตรวจหาความเข้มข้นของเอทานอลในเลือด ไขกระดูก และน้ำวุ้นในลูกตา โดย Gas Chromatography-Headspace with Flame Ionization Detector (GC-HS) จากตัวอย่างที่ได้จากผู้เสียชีวิตโดยผิดธรรมชาติและโรคธรรมชาติที่ได้รับการชันสูตรพลิกศพ ที่ภาควิชานิติเวชศาสตร์ โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ จำนวน 13 ศพ

ผลการศึกษา: ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับไขกระดูกในศพที่อยู่ใน absorption phase 7 ศพ และ elimination phase 6 ศพ มีค่าเท่ากับ 1.73 และ 1.86 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกัน แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ P value = 0.391 (Mann-Whitney test)

สรุป: การแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติของอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับไขกระดูกเนื่องจากการกระจายตัวของเอทานอลจากเลือดไปยังไขกระดูกซึ่งมีส่วนประกอบเป็นไขมันเกิดขึ้นอย่างช้าๆ อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวมีจำนวนศพน้อยอาจจะยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่ามีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันระหว่าง absorption phase และ elimination phase

คำสำคัญ: ระดับแอลกอฮอล์ในเลือด, ระดับแอลกอฮอล์ในไขกระดูก, ระยะดูดซึม, ระยะขจัด, ศพ

บทนำ

การตรวจความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดของผู้เสียชีวิตเป็นภารกิจที่แพทย์นิติเวชปฏิบัติอยู่เป็นประจำเนื่องจากความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดเป็นข้อมูลสำคัญอย่างหนึ่งในการพิจารณาพฤติการณ์การตาย โดยปกติใช้เลือดจาก femoral vessels[1] แต่อย่างไรก็ตามอาจไม่ใช่ตัวอย่างที่ดีในผู้เสียชีวิตเสมอไป เช่นในศพเน่า ศพจมน้ำ ศพที่ได้รับการรักษาโดยการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำมาก่อน เป็นต้น ดังนั้นสารชีววัตถุอื่น ได้แก่ ไขกระดูก เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ใช้ตรวจวัดความเข้มข้นของเอทานอล

เอทานอลเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้ว จะมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายในร่างกาย 2 ระยะ[2,3] คือ ระยะดูดซึม (absorption phase) และระยะกำจัดออกจากร่างกาย (elimination phase) ในระยะดูดซึมเกิดขึ้นที่กระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก โดยกระบวนการ simple diffusion ในระยะนี้ระดับความเข้มข้นของเอทานอล

ในเลือดจะสูงขึ้นจนถึงจุดสูงสุดในเวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง หลังจากนั้นเอทานอลจะถูกส่งต่อไปที่ตับทาง portal vein และส่วนหนึ่งจะถูกทำลาย อีกส่วนหนึ่งจะถูกส่งต่อไปยังหัวใจและกระจายไปทั่วร่างกาย โดยเฉพาะในบริเวณที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบมากๆ เมื่อการดูดซึมถึงจุดสูงสุดแล้ว(absorption phase) ระดับเอทานอลจะเข้าสู่ระยะกำจัดออกจากร่างกาย (elimination phase) ซึ่งเกิดขึ้นอย่างช้าๆในอัตราเฉลี่ยประมาณ 15 mg%ต่อชั่วโมง[3,4] ในผู้ที่ไม่เคยดื่มหรือดื่มสุราเล็กน้อยเป็นครั้งคราว สำหรับตัวอย่างที่เหมาะสมมากที่สุดในการตรวจวัดระดับเอทานอล คือ เลือดจากแขนหรือขา เช่น cubital หรือ femoral vessels เนื่องจากมีผลกระทบน้อยจากการแพร่ของเอทานอลจากกระเพาะอาหาร อย่างไรก็ตามเลือดอาจไม่ใช่ตัวอย่างที่ดีสำหรับการตรวจวัดเอทานอลในขณะที่ผู้ตายเสียชีวิตเสมอไป ผู้ตายบางรายอยู่ในสภาพเน่าซึ่งเป็นเหตุให้เลือดถูกปนเปื้อนด้วยเอทานอลที่เกิดจากการผลิตของแบคทีเรีย นอกจากนี้ปัจจัยบางอย่างทำให้ระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดลดลง เช่น การเสียชีวิตจากการจมน้ำ การได้รับการรักษาโดยการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำมาก่อน เป็นต้น และบางครั้งไม่สามารถเก็บเลือดได้จากภายในเส้นเลือด ซึ่งได้แก่กรณีที่มีการบาดเจ็บที่แขนหรือขาอย่างรุนแรง การได้รับบาดเจ็บจนร่างกายฉีกขาดเป็นชิ้นส่วน เช่น เครื่องบินตก ถูกระเบิด หรือกรณีที่ร่างกายถูกไฟไหม้ไปจนไม่สามารถเก็บเลือดได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาถึงอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับในสารน้ำต่างๆของร่างกาย โดยสารน้ำที่มีการศึกษากันอย่างแพร่หลายและค้นพบอัตราส่วนที่ชัดเจนสำหรับการคำนวณหาระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดคือน้ำวุ้นในลูกตา เพราะลูกตา(eye ball) เป็นอวัยวะที่อยู่ห่างจากกระเพาะอาหาร ปราศจากการปนเปื้อนสิ่งแปลกปลอมและ microorganisms และเจาะเก็บได้ง่าย และมีปริมาณมากพอสำหรับการตรวจเอทานอล จากการศึกษาพบว่าถ้าอัตราส่วนความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับน้ำวุ้นในลูกตามีค่ามากกว่า 0.95 (อัตราส่วนมีค่าระหว่าง 0.94-1.37) แสดงว่าอยู่ในระยะดูดซึม (absorption phase) แต่ถ้าน้อยกว่า 0.95 (อัตราส่วนมีค่าระหว่าง 0.72-0.90) แสดงว่าอยู่ในระยะกำจัดออกจากร่างกาย (elimination phase)[2,5] อย่างไรก็ตามน้ำวุ้นในลูกตามีข้อจำกัดเช่นกัน เช่น กรณีที่เคยผ่าตัดดวงตาหรือได้รับบาดเจ็บบริเวณดวงตาอย่างรุนแรง ทำให้เก็บน้ำวุ้นในลูกตาไม่ได้หรือในศพที่จมน้ำเป็นระยะเวลานาน ทำให้ระดับความเข้มข้นของเอทานอลลดลง

ต่อมามีการศึกษาอัตราส่วนของระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับไขกระดูกอย่างแพร่หลายและน่าจะนำมาใช้ประโยชน์ในนิติเวชศาสตร์ เพราะไขกระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่มีเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยงมาก ไขกระดูกถูกห่อหุ้มอยู่ในเนื้อกระดูกซึ่งมีความแข็งแรงจึงมีความคงทนต่อการเน่าและการถูกทำลายจากการบาดเจ็บที่รุนแรงได้[6] จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของเอทานอลในกรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างเลือดได้ ที่ผ่านมามีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับในไขกระดูกมาบ้างแล้ว แต่ปรากฏว่าอัตราส่วนความสัมพันธ์ที่พบนั้นมีช่วง

ระยะที่กว้างมาก กล่าวคือ Isokoski M *et al* พบว่าอัตราส่วนดังกล่าวมีค่าเฉลี่ย 3.51[7] Winek CL and Esposito FM พบอัตราส่วนเฉลี่ย 1.26±0.14[8] ในขณะที่ Winek CL and Jones T พบอัตราส่วนเฉลี่ย 2.16±0.32[9] ทำให้การแปลผลกลับเป็นระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดไม่แน่นอน อาจเป็นเพราะอัตราส่วนดังกล่าวมีความแตกต่างกันในระหว่างระยะดูดซึมและระยะกำจัดออก ซึ่งจะส่งผลให้การคำนวณค่าความเข้มข้นของเอทานอลในเลือด ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาอัตราส่วนในแต่ละระยะเวลาดังกล่าว จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้

วัสดุและวิธีการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา

ผู้เสียชีวิตโดยผิดธรรมชาติและโรคธรรมชาติที่เข้าหลักเกณฑ์การศึกษาทั้งหมด 13 ราย อายุ 15-60 ปี สภาพศพสมบูรณ์ สามารถตรวจเอทานอลในเลือดจากหลอดเลือดบริเวณขาหนีบ น้ำวุ้นในลูกตา และไขกระดูกจากกระดูกกลางหน้าอก ทำการชันสูตรพลิกศพที่ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ใช้เวลาศึกษา 4 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง เดือนกันยายน พ.ศ.2553 โดยมีเกณฑ์การคัดศพออกดังนี้ คือ อายุน้อยกว่า 15 ปี หรือมากกว่า 60 ปี เน่า จมน้ำ ไฟไหม้ มีการรักษาโดยการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำมาก่อน ได้รับบาดเจ็บอย่างรุนแรงหรือเสียเลือดมาก มีประวัติโรคตับ หรือมีประวัติผ่าตัดดวงตา เนื่องจากในการศึกษาต้องใช้ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำวุ้นในลูกตาของศพที่มีระยะเวลาของการเปลี่ยนแปลงของเอทานอลในร่างกาย

วิธีการเก็บตัวอย่างชีววัตถุที่ทำการศึกษา

ได้แก่ เลือดจากเส้นเลือดบริเวณต้นขา (femoral vessel) จำนวน 3 มล. ไขกระดูกจากกระดูกกลางหน้าอก (sternal bone marrow) จำนวน 1 มล. และน้ำวุ้นในลูกตา (vitreous humor) จำนวน 1 มล. เก็บรักษาในหลอดแก้วขนาด 5 มล. ที่มีฝาปิดเพื่อป้องกันการระเหย ใส่ 1% sodium fluoride 10 mg เป็นสารรักษาสภาพ และ 0.2% potassium oxalate 8 mg เป็นสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด หลังจากนั้นจะนำตัวอย่างเก็บรักษาไว้ในตู้แช่เย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 4°c จนกระทั่งตัวอย่างได้รับการตรวจวิเคราะห์[10]

อุปกรณ์

1. Gas Chromatograph ของ Varian รุ่น Star3400cx ซึ่งมีหน่วยวัดชนิด Flame Ionization Detector (FID) และ Headspace Autosampler
2. เครื่องแก้วและอุปกรณ์

   2.1 Sample vial ขนาด 20 mL พร้อมจุกยางที่มี teflon septa อยู่ภายในและฝาครอบอะลูมิเนียม

2.2 Micropipette ขนาด 200 µL และ Measure pipette ขนาด 5 mL.

2.3 Volumetric flask ขนาด 200 mL และ Beaker ขนาด 250 mL.

2.4 Aluminium crimper เส้นผ่านศูนย์กลาง 17 mm

3. สารเคมี ได้แก่ t – butanol และ Deionized water

4. สารมาตรฐาน

4.1 Ethyl Alcohol Standard Solutions ความเข้มข้นระดับต่ำ กลาง และสูง ในช่วงการวิเคราะห์

4.2 National Institute of Standard Technology (NIST) Standard Reference Material® 1828b

วิธีการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ absorption phase และ elimination phase คือ

1. Absorption phase: คือ ศพที่เสียชีวิตหลังดื่มสุราไม่เกิน 2 ชั่วโมง และมีอัตราส่วน BEC / VEC > 0.95

2. Elimination phase: คือ ศพที่เสียชีวิตหลังดื่มสุรามากกว่า 2 ชั่วโมงและมีอัตราส่วน BEC / VEC < 0.95

(BEC = blood ethanol concentration, VEC = vitreous ethanol concentration)

ทำการคำนวณหาอัตราส่วนระหว่าง blood ethanol concentration กับ bone marrow ethanol concentration ของทั้ง 2 กลุ่มการศึกษา และนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ Mann-Whitney U test

ผลการศึกษา

ศพ 13 ราย เป็นเพศชายทั้งหมด อายุระหว่าง 19-58 ปี อายุเฉลี่ย 32.5 ปี มีสาเหตุการตาย ได้แก่ เสียชีวิตจากการบาดเจ็บจราจร 9 ราย (69.23%) จากโรคทางธรรมชาติ 3 ราย (23.08%) และได้รับบาดเจ็บอย่างรุนแรงที่ศีรษะ 1 ราย (7.69%) และระยะเวลาหยุดดื่มแอลกอฮอล์จนเสียชีวิต (absorption phase) มีระยะเวลาน้อยกว่า 2 ชั่วโมง จำนวน 7 ราย และมากกว่า 2 ชั่วโมง จำนวน 6 ราย ดังแสดงใน **ตารางที่** 1

Case	อายุ	สาเหตุการเสียชีวิต	ระยะเวลาตั้งแต่หยุดดื่มจนเสียชีวิต
1	26	TI	< 2 ชั่วโมง
2	35	TI	> 2 ชั่วโมง
3	25	TI	< 2 ชั่วโมง
4	20	TI	< 2 ชั่วโมง
5	30	SHI	> 2 ชั่วโมง
6	58	TI	> 2 ชั่วโมง
7	56	SUND	> 2 ชั่วโมง
8	45	TI	< 2 ชั่วโมง
9	22	TI	< 2 ชั่วโมง
10	36	SUND	> 2 ชั่วโมง
11	19	TI	< 2 ชั่วโมง
12	31	SUND	> 2 ชั่วโมง
13	20	TI	< 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลของผู้เสียชีวิตที่นำมาศึกษาทั้ง 13 ราย (n=13)

***หมายเหตุ** TI: Traffic injury, SHI : Severe head injury, SUND : Sudden unexpected natural death

ระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดมีค่าต่ำที่สุดคือ 30.52 mg/dL และระดับสูงที่สุดคือ 436.64 mg/dLระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดมีค่าเฉลี่ยคือ 179.85 mg/dL

ระดับความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำวุ้นในลูกตามีค่าต่ำที่สุดคือ 42.03 mg/dL และระดับสูงที่สุดคือ 481.14 mg/dL ระดับความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำวุ้นในลูกตามีค่าเฉลี่ยคือ 190.34 mg/dL

ระดับความเข้มข้นของเอทานอลในไขกระดูกมีค่าต่ำที่สุดคือ 18.53 mg/dL และระดับสูงที่สุดคือ 248.41 mg/dL ระดับความเข้มข้นของเอทานอลในไขกระดูกมีค่าเฉลี่ยคือ 101.05 mg/dL

ระดับความเข้มข้นของเอทานอลที่ต่ำที่สุดของทั้ง 3 ตัวอย่างพบในศพรายที่ 2 มีสาเหตุการเสียชีวิตจากการบาดเจ็บจราจร และระดับความเข้มข้นของเอทานอลที่สูงที่สุดพบในศพรายที่ 5 สาเหตุการเสียชีวิตจากการได้รับบาดเจ็บอย่างรุนแรงที่ศีรษะ ดังแสดงใน **ตารางที่** 2

ระยะเวลาตั้งแต่หยุดดื่มแอลกอฮอล์จนกระทั่งเสียชีวิตและอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับน้ำวุ้นในลูกตาในศพทั้ง 13 ราย มีความสอดคล้องกัน โดยมีผู้เสียชีวิตที่อยู่ใน absorption phase 7 ราย (53.85%) และ elimination phase 6 ราย (46.15%) ดังแสดงใน **ตารางที่** 2

Case	BEC	VEC	BEC/VEC	ระยะเวลา	MEC	Phase
1	74.04	70.73	1.05	< 2 ชั่วโมง	41.00	Absorption
2	30.52	42.03	0.73	> 2 ชั่วโมง	18.53	Elimination
3	203.25	201.98	1.01	< 2 ชั่วโมง	115.32	Absorption
4	226.17	218.62	1.03	< 2 ชั่วโมง	113.24	Absorption
5	436.64	481.14	0.91	> 2 ชั่วโมง	248.41	Elimination
6	146.55	176.75	0.83	> 2 ชั่วโมง	66.91	Elimination
7	142.39	192.40	0.74	> 2 ชั่วโมง	73.84	Elimination
8	300.75	302.33	0.99	< 2 ชั่วโมง	163.52	Absorption
9	254.09	229.33	1.11	< 2 ชั่วโมง	152.27	Absorption
10	148.55	161.95	0.92	> 2 ชั่วโมง	82.48	Elimination
11	147.76	155.12	0.95	< 2 ชั่วโมง	108.35	Absorption
12	122.23	140.81	0.87	> 2 ชั่วโมง	66.25	Elimination
13	105.08	101.23	1.04	< 2 ชั่วโมง	63.48	Absorption
x	179.85	190.34	0.94		101.05	

ตารางที่ 2 แสดงระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือด น้ำวุ้นในลูกตา และไขกระดูก ใน 2 ระยะ

*__หมายเหตุ__ BEC: Blood ethanol concentration, VEC: Vitreous ethanol concentration, MEC: Bone marrow ethanol concentration โดยมีหน่วยเป็น mg/dL

ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับไขกระดูกใน absorption phase มีค่าระหว่าง 1.36-2.00 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.73 และ ใน elimination phase มีค่าระหว่าง 1.65-2.19 โดยค่าเฉลี่ยในระยะนี้มีค่าเท่ากับ 1.86 ดังแสดงใน **ตารางที่** 3

Absorption Phase

Case	BEC/MEC
1	1.81
3	1.76
4	2.00
8	1.84
9	1.67
11	1.36
13	1.66
$\bar{x}$	1.73

Elimination Phase

Case	BEC/MEC
2	1.65
5	1.76
6	2.19
7	1.93
10	1.80
12	1.85
$\bar{x}$	1.86

ตารางที่ 3 แสดงอัตราส่วนและค่าเฉลี่ยระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับไขกระดูกทั้ง absorption phase และ elimination phase

ค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มเมื่อคำนวณทางสถิติโดยใช้ Mann-Whitney test พบว่าอัตราส่วนของระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับไขกระดูกใน absorption phase และอัตราส่วนของระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับไขกระดูกใน elimination phase ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P value >0.05 ดังแสดงใน **ตารางที่** 4

ค่าเฉลี่ย	Absorption phase	Elimination phase	P value
$\bar{x}$	1.73	1.86	0.391

ตารางที่ 4 แสดงค่า P value ของค่าเฉลี่ยระหว่างความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับไขกระดูกใน absorption phase และ elimination phase โดยการคำนวณแบบ Mann-Whitney U test

อภิปรายผลการศึกษาและสรุป

อัตราส่วนของระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับไขกระดูกใน absorption phase และ elimination phase มีความแตกต่างกันแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ น่าจะเนื่องมาจากคุณสมบัติของเอทานอลที่มีการกระจายตัวได้ดีในบริเวณที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ แต่ไขกระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบอยู่มาก[8,9] ดังนั้นการกระจายตัวของเอทานอลจากเลือดไปยังไขกระดูกจึงเกิดขึ้นอย่างช้าๆ และช้า

กว่าการกระจายตัวจากเลือดไปยังน้ำวุ้นในลูกตาซึ่งมีน้ำเป็นส่วนประกอบ 90% และศพที่นำมาศึกษาน่าจะอยู่ในช่วง early absorption phase อัตราส่วนทั้งสองระยะจึงไม่แตกต่างกันมาก จากการศึกษานี้อาจใช้ค่าอัตราส่วนเดียวกันไปก่อนเพื่อแปลผลระดับความเข้มข้นของเอทานอลในไขกระดูกกลับเป็นระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดในขณะที่เสียชีวิตใน absorption phase และ elimination phase ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.79 แต่เนื่องจากการศึกษานี้มีจำนวนศพไม่มากนัก อาจต้องอาศัยผลการศึกษาเพิ่มเติมทั้งในเรื่องจำนวนศพ ข้อมูลระยะเวลาการเสียชีวิตหลังดื่มเอทานอลให้ละเอียด เพื่อศึกษาอัตราส่วนของระดับความเข้มข้นของเอทานอลในเลือดกับไขกระดูกในระยะเวลาต่างๆ ที่แน่ชัด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณครอบครัวและญาติของผู้เสียชีวิตทุกรายที่ได้อุทิศร่างของผู้เสียชีวิต และคณาจารย์ที่พิจารณาให้ทุนสนับสนุนการวิจัยจากภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

1. Kugelberg FC and Jones AW. Interpretating results of ethanol analysis in postmortem specimens: A review of literature. Forensic Sci Int. 2007; 165: 10-29.
2. Karch SB. Forensic tissue in alcohol testing. New York: CRC Press; 2008.
3. Levine B. Principles of forensic toxicology. 2nd ed. Washington DC: AACC Press; 2003.
4. Klaassen CD and Watkins JB. Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons.5th ed. McGraw-Hill; 1999. pp.648-53.
5. Yip DC and Shum BS. A study on the correlation of blood and vitreous humor alcohol levels in the late absorption and elimination phase. Med Sci Law. 1990; 30: 29-33.
6. ผาสุก มหรรฆานุเคราะห์. มหกายวิภาคศาสตร์พื้นฐานอิงคลินิก. Basic gross anatomy with clinical correlation. กรุงเทพฯ: พี.บี. ฟอเรน บุ๊คส์ เซนเตอร์; 2545.
7. Isokoski M, Alha A and Laiho K. Bone marrow alcohol content in cadavers. J Forensic Med. 1968; 15: 9-11.
8. Winek CL and Esposito FM. Comparative study of ethanol levels in blood versus bone marrow, vitreous humor, bile and urine. Forensic Sci Int. 1981; 17: 27-36.
9. Winek CL and Jones T. Blood versus bone marrow ethanol concentrations in rabbits and humans. Forensic Sci Int. 1980; 16: 101-9.
10. Boonyoung S, Narongchai P and Junkuy A. The relationship of alcohol concentration in epidural or acute sub-dural hematoma compared with vitreous humor and femoral blood. J Med Assoc Thai. 2008; 91(5): 754-8.