การประเมินการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายเพื่อประมาณระยะเวลาหลังการตายโดยใช้เครื่องวัดสี

น.ส.นิชาภา พุ่มจิตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า
คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Assessment of livor mortis for postmortem interval (PMI) estimation by colorimeter.

Miss Nichabha Pumjit

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Medical Sciences
Common Course
FACULTY OF MEDICINE
Chulalongkorn University
Academic Year 2019
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย เพื่อประมาณระยะเวลาหลังการตายโดยใช้เครื่องวัดสี
โดย	น.ส.นิชาภา พุ่มจิตร
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การแพทย์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ร้อยเอก นายแพทย์ปองพล ไตรเทพชนะภัย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ นายแพทย์กรวิก มีศิลปวิกกัย

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

-- คณบดีคณะแพทยศาสตร์

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์สุทธิพงศ์ วัชรสินธุ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

-- ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. แพทย์หญิงวิไล ชินธเนศ)

-- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ร้อยเอก นายแพทย์ปองพล ไตรเทพชนะภัย)

-- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ นายแพทย์กรวิก มีศิลปวิกกัย)

-- กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิไล อโนมะศิริ)

-- กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์วิศาล วรสุวรรณรักษ์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นิชาภา พุ่มจิตร : การประเมินการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายเพื่อประมาณระยะเวลาหลังการตายโดยใช้เครื่องวัดสี. (Assessment of livor mortis for postmortem interval (PMI) estimation by colorimeter.) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ร.อ. นพ.ปองพล ไตรเทพชนะภัย, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ. นพ.กรวิก มีศิลปวิกกัย

การประมาณระยะเวลาหลังการตาย (Postmortem interval, PMI) มีความสำคัญมากในงานด้านนิติเวชศาสตร์ แต่ในปัจจุบันยังไม่มีเครื่องมือหรือวิธีที่จะสามารถประเมินระยะเวลาหลังการตายได้อย่างแน่นอน ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญจากแพทย์ผู้ทำการชันสูตรเป็นผู้ประมาณจากการเปลี่ยนแปลงหลังการตาย (Postmortem Change) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมีหลายอย่างในร่างกายของมนุษย์เมื่อเสียชีวิต หนึ่งในการเปลี่ยนแปลงหลังการตายที่สามารถนำมาใช้ในการประมาณหาระยะเวลาหลังการตายคือ การตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย (Livor mortis) การตรวจโดยใช้เครื่องวัดสี (Colorimeter) ซึ่งเป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในวัดค่าความดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นใดคลื่นหนึ่ง ทำให้สามารถประเมินสีได้มากกว่าที่เห็นด้วยตาเปล่าจึงถูกนำมาใช้ในการประเมินการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายของผู้เสียชีวิตในงานวิจัยนี้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อประเมินระยะเวลาหลังการตายด้วยความแตกต่างของสีผิวของผู้เสียชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไปตามการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายโดยการใช้เครื่องวัดสีรุ่น NR20XE โดยทำการวัดค่าสีผิว (L, a, b, c, h และ ∆E) บริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process เป็นจุดอ้างอิงและวัดสีผิวบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar lordosis) โดยวัดทุกๆ 2 ชั่วโมง (2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง) และนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน

ผลการศึกษาจากตัวอย่างทั้งหมด 27 ศพ โดยเป็นศพเพศชาย 10 คนและศพเพศหญิง 17 คน ศพตัวอย่างเพศชายมีอายุเฉลี่ย 62.30 ± 13.38 ปีและศพตัวอย่างเพศหญิงมีอายุเฉลี่ย 71.53 ± 13.22 ปี ตามลำดับและสาเหตุของการเสียชีวิตของศพตัวอย่าง แบ่งเป็นการเสียชีวิตจากโรคมะเร็งชนิดต่างๆ โรคเรื้อรังและโรคติดเชื้อ และพบว่า L, b, c, h และ ∆E กับระยะเวลาหลังการตายมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เครื่องวัดสีรุ่น NR20XE สามารถประเมินระยะเวลาหลังตายโดยมีความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของสีกับระยะเวลาหลังการตายอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งข้อมูลที่ได้อาจจะนำไปปรับปรุงพัฒนาเป็นเครื่องมือที่สามารถประเมินหาระยะเวลาหลังการตายได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้นในงานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ในอนาคต

สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การแพทย์	ลายมือชื่อนิสิต ....
ปีการศึกษา	2562	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก ....
		ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม ....

5974095030 : MAJOR MEDICAL SCIENCES
KEYWORD: Livor mortis, Postmortem interval, Colorimeter

Nichabha Pumjit : Assessment of livor mortis for postmortem interval (PMI) estimation by colorimeter.. Advisor: Capt. Pongpon Traithepchanapai, M.D. Co-advisor: Koravik Meesilpavikkai, M.D.

The estimation of the postmortem interval (PMI) is essential in the medicolegal investigation. At present, there is neither method nor tool to assess PMI precisely. It can be observed from the postmortem changes, which are related to the progressive alteration of multiple chemical substances in human body after death. One of the fundamental postmortem changes is the discoloration of the skin and the pooling of blood in the dependent parts of the body (livor mortis). A colorimeter, an instrument that is used for measuring the absorbance of particular wavelengths of light, can assist the evaluation of livor mortis for estimating the PMI.

To evaluate the postmortem interval, a colorimeter NR20XE was used by measuring different color between normal skin and livor mortis area. In this study, two parts of the skin color were measured every 2 hours interval (2, 4, 6, and 8 hours). First, the skin color of the upper abdomen next below xiphoid process was measured. Second, the skin color of the 1st and 2nd lumbar lordosis area was evaluated. Statistical analysis of all measurement values was performed using Spearman’s rank Correlation Coefficient.

Twenty-seven cadaver subjects were included and divided into 10 males and 17 females. The mean age of males and females were 62.3 ± 12.69 and 71.53 ± 13.22 years old, respectively. The causes of death include neoplastic diseases, heart and vascular diseases, infectious diseases, and chronic diseases. The result shows that the postmortem interval (PMI) was significantly correlated with the discoloration from livor mortis (p-value>0.05) by using the colorimeter. The NR20XE colorimeter can evaluate a postmortem interval (PMI) at a moderate level of corralation between discoloration and PMI. For further study, this tool should be developed for precise postmortem interval (PMI) measurement.

Field of Study: Medical Sciences		Student's Signature ....
Academic Year: 2019		Advisor's Signature ....
		Co-advisor's Signature ....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รอ.นพ. ปองพล ไตรเทพชนะภัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และอ. นพ. กรวิก มีศิลปวิกภัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้คำปรึกษา การแนะนำ รวมถึงตรวจสอบแก้ไขทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ศ. ดร. พญ. วิไล ชินธเนศ ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ. ดร. วิไล อโนมะศิริ และ ผศ. นพ. วิศาล วรสุวรรณรักษ์ คณะกรรมสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้การตรวจจสอบความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ตลอดจนให้คำแนะนำต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อาคารพยาธิวิทยาทุกท่านและเจ้าหน้าที่อาคารพิธีการตลอดจนเจ้าหน้าที่ศูนย์อำนวยการชันสูตรพลิกศพที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการเก็บข้อมูลจากผู้เสียชีวิต และขอขอบคุณครอบครัวของผู้เสียชีวิตที่สละเวลาและให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณรุ่นพี่และรุ่นน้องนิสิตปริญญาโท แขนงนิติวิทยาศาสตร์ และแพทย์ประจำบ้านสาขานิติเวชศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือให้การทำวิจัยในครั้งนี้ผ่านพ้นไปได้ด้วยดี

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดาและครอบครัวที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนในการศึกษาด้วยดีเสมอมา

นิชาภา พุ่มจิตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... ง
กิตติกรรมประกาศ .... จ
สารบัญ .... ฉ
สารบัญรูปภาพ .... ฌ
สารบัญตาราง .... ญ
บทที่ 1 1
บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา (Background and Rationale) 1
1.2 คำถามการวิจัย (Research Question) 2
1.3 วัตถุประสงค์ (Objectives) 2
1.4 สมมติฐาน (Hypothesis) 2
1.5 กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework) 3
1.6 รูปแบบงานวิจัย (Research Design) 4
1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย (Keywords) 4
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ (Expectedbenefits) 4
บทที่ 2 5
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Review of the related literatures) 5
2.1.1 การเปลี่ยนแปลงหลังการตาย 5
2.1.1.1 การเปลี่ยนแปลงในระยะแรก (Early postmortem change) 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.1.2 การเปลี่ยนแปลงในระยะหลัง (Late postmortem change) ... 6
2.1.2. เครื่องวัดสี (colorimeter) ... 11
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Review literature) ... 15
บทที่ 3 ... 17
วิธีดำเนินการวิจัย ... 17
3.1 ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology) ... 17
3.2 การคัดเลือกตัวอย่าง ... 17
3.2.1 การเก็บตัวอย่าง (Specimen collection) ... 17
3.2.2 เกณฑ์การคัดเลือกประชากรที่ใช้ในการศึกษา (Inclusion criteria) ... 18
3.2.3 เกณฑ์การคัดแยกประชากรออกจากโครงการ (Exclusion criteria) ... 18
3.3 ขนาดของประชากรตัวอย่าง (Sample size) ... 18
3.4 วิธีการวิจัย ... 19
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) ... 21
3.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย (Tools) ... 22
3.7 สถานที่ทำวิจัย ... 22
3.8 ข้อพิจารณาทางจริยธรรม (Ethical Consideration) ... 22
บทที่ 4 ... 23
ผลการวิจัย ... 23
4.1 การทดสอบความน่าเชื่อถือในการวัดของผู้วิจัย (Intra-observer reliability test) ... 23
4.2 ข้อมูลคุณสมบัติทั่วไปของศพตัวอย่าง ... 24
4.2.1 ข้อมูลสาเหตุการเสียชีวิตของศพตัวอย่าง ... 27
4.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรในการวัดสีของศพตัวอย่าง ... 28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรจากการวัดสีจากผิวบริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process 28

4.3.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรจากการวัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) 29

4.3.3 การหาค่าความแตกต่างของสีจากตัวแปรทั้งหมด 33

บทที่ 5 39

สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง 39

บรรณานุกรม 44

ประวัติผู้เขียน 48

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 แสดงการเกิด Tache noir sclerotique 6

รูปที่ 2 แสดงการเกิดการแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังการตาย 8

รูปที่ 3 แสดงการเกิดการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย (Livor mortis)........ 9

รูปที่ 4 แสดงการเกิดกระบวนการย่อยสลาย 10

รูปที่ 5 แสดงหลักการทำงานของเครื่องวัดสี (Colorimeter) 12

รูปที่ 6 แสดงการบรรยายสีในระบบ CIE Lab 13

รูปที่ 7 แสดงเครื่องวัดสี (colorimeter) รุ่น NR20XE 15

รูปที่ 8 แสดงตำแหน่งการวัดบริเวณลิ้นปี่ (Xiphoid process) 21

รูปที่ 9 แสดงตำแหน่งการวัดบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis)........ 21

รูปที่ 10 แสดงการกระจายตัวของอายุของศพตัวอย่างทั้งหมด 27

รูปที่ 11 กราฟ Box plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆที่ทำการวัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) และระยะเวลาหลังการตาย (PMI) ที่ 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง........ 32

รูปที่ 12 กราฟ Box plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆของค่าความแตกต่างของสี 35

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่า ICC (Intraclass correlation) ของผู้วิจัย 24

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลของจำนวนศพตัวอย่าง 25

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลคุณสมบัติทั่วไปของศพตัวอย่าง 25

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูงของศพตัวอย่างเพศชาย 26

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูงของศพตัวอย่างเพศหญิง 26

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลจำนวนศพตัวอย่างตามช่วงอายุ 26

ตารางที่ 7 แสดงสาเหตุการเสียชีวิตของศพตัวอย่าง 27

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรที่ทำการวัดจากบริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process 29

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรที่ทำการวัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) 29

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบเชิงคู่ โดยวิธี Pairwise comparison ของตัวแปรที่วัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) 30

ตารางที่ 11 แสดงค่าความแตกต่างของสี 33

ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบเชิงคู่ โดยวิธี Pairwise comparison จากค่าความแตกต่างของสี 34

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรที่เพิ่มในการคำนวณ.................... 36

ตารางที่ 14 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปร 37

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา (Background and Rationale)

การประเมินระยะเวลาหลังการตายเป็นเรื่องที่พึงกระทำอยู่เสมอในศพทุกราย การประมาณระยะเวลาหลังการตาย (Postmortem interval, PMI) มีความสำคัญมากในงานด้านนิติเวชศาสตร์ (1) สามารถใช้ประโยชน์ทางกฎหมายในคดีอาญาและคดีแพ่ง เช่น คดีฆาตกรรมสามารถบ่งบอกเวลาในการลงมือฆ่าหรือช่วยในการบ่งบอกถึงตัวผู้ต้องสงสัย (1) หรือใช้ในการตัดผู้ต้องสงสัยหรือใช้ในการยืนยันและจับผิดข้อแก้ตัวของผู้ต้องสงสัย ส่วนในคดีแพ่งอาจช่วยในการกำหนดเกี่ยวกับการครอบครองมรดกหรือทรัพย์สิน (2) ปัจจุบันยังไม่มีเครื่องมือหรือวิธีที่จะสามารถประเมินระยะเวลาหลังการตายได้อย่างแน่นอน ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญจากแพทย์ผู้ทำการชันสูตรเป็นผู้ประมาณเท่านั้น โดยสามารถประมาณจากการเปลี่ยนแปลงหลังการตาย (Postmortem Change) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาทางเคมีหลายอย่างภายในร่างกายของมนุษย์เมื่อเสียชีวิต (3) การเปลี่ยนแปลงของร่างกายหลังการตายที่ใช้เป็นมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงหลังการตาย ได้แก่ การตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย (Livor mortis) การแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังการตาย (Rigor mortis) และการลดลงของอุณหภูมิหลังการตาย (Algor mortis) (2) หนึ่งในการเปลี่ยนแปลงหลังการตายที่สามารถนำมาใช้ในการประมาณหาระยะเวลาหลังการตายคือ การตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย (Livor mortis) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อระบบไหลเวียนโลหิตหยุดทำงานส่งผลให้เส้นเลือดเกิดการขยายเนื่องจากไม่มีการควบคุมบริเวณกล้ามเนื้อเรียบของเส้นเลือด (3) ทำให้เลือดในหลอดเลือดขนาดเล็กและหลอดเลือดฝอยต่างๆในร่างกายหยุดนิ่ง เม็ดเลือดแดงจะตกตะกอนตามแรงโน้มถ่วงของโลกมาอยู่บริเวณที่อยู่ต่ำที่สุด (1) ส่งผลให้มองเห็นผ่านผิวหนังเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง (3) หรือสีแดง (1) ซึ่งสามารถตรวจพบได้ภายหลังการตายในระยะเวลา 1-2 ชั่วโมง (2) และจะสามารถมองเห็นได้ชัดเจนมากขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลาซึ่งจะเกิดเต็มที่ใน 8-12 ชั่วโมง (4)

เครื่องวัดสี (Colorimeter) คือ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้หลักการที่ว่าวัตถุมีสีจะดูดซับและสะท้อนคลื่นแสงที่ตามองเห็นซึ่งเครื่องจะวัดค่าความดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นใดคลื่นหนึ่งออกมา (5) ถูกใช้แพร่หลายในทางอุตสาหกรรมอาหารและเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ได้เข้ามามีบทบาทในทางการแพทย์ โดยใช้ในการวัดสีดูดกลืนแสงของบิลิรูบินซึ่งเป็นสารที่เกิดจากการทำลายเม็ดเลือดแดงของร่างกายมนุษย์เพื่อประมาณหาปริมาณของบิลิรูบินจากซีรั่มในเลือดทั้งทางตรงและทางอ้อมเพื่อตรวจหาความผิดปกติในการทำงานของร่างกาย (6) ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินสีได้มากกว่าที่เห็นด้วยตาเปล่า และได้มีการนำมาใช้ในการวัดสีผิวเพื่อประเมินหาระยะเวลาหลังการตายในประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อังกฤษซึ่งพบว่าความสว่างของสีผิวผู้เสียชีวิตลดลงในขณะที่ระยะเวลาหลังการตายเพิ่มมากขึ้นซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์ของระยะเวลาหลังการตาย (PMI) และความสว่าง (L) อยู่ที่ 0.84 (7) แต่ยังไม่มีการนำเครื่องวัดสี (Colorimeter) มาใช้ในการประเมินหาระยะเวลาหลังการตายในประเทศไทย เนื่องจากวิธีการตรวจในปัจจุบันใช้การประเมินจากการเปลี่ยนแปลงหลังการตายที่ไม่สามารถบอกเวลาการตายเป็นเวลาที่แน่นอนได้ บอกได้เพียงระยะเวลาเป็นช่วงกว้างๆเท่านั้นและมีปัจจัยหลายประการเข้ามาเกี่ยวข้องที่ส่งผลต่อการหาระยะเวลาการตาย อาทิ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม เสื้อผ้า ขนาดของตัวศพ ลมและความชื้นของอากาศ (1) หรือปัจจัยจากศพ เช่น โรคก่อนการเสียชีวิต การบาดเจ็บต่างๆและปัจจัยจากผู้ตรวจ หรือผู้ทำการประเมิน เช่น การมองเห็นสีของแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน แรงกดในขณะตรวจและระยะเวลาในการกด

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการประเมินระยะเวลาการตายโดยใช้เครื่องวัดสี (Colorimeter) ในการตรวจสอบจากการเปลี่ยนแปลงหลังการตายคือ การตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย (Livor mortis) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการบอกเวลาการตาย

1.2 คำถามการวิจัย (Research Question)

การวัดการเปลี่ยนแปลงของค่า L, a, b, c, h และ ∆E จากเครื่องวัดสี (Colorimeter) ซึ่งวัดระหว่างสีผิวและสีของการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงสามารถใช้ประมาณระยะเวลาหลังการตายได้หรือไม่

1.3 วัตถุประสงค์ (Objectives)

เพื่อประเมินระยะเวลาหลังการตายโดยใช้ความแตกต่างระหว่างสีผิวของผู้เสียชีวิตและการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายโดยการใช้เครื่องวัดสีรุ่น NR20XE จากการเปลี่ยนแปลงของค่า L, a, b, c, h และ ∆E

1.4 สมมติฐาน (Hypothesis)

ความแตกต่างสีผิวและสีของการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายของศพจากการเปลี่ยนแปลงของค่า L, a, b, c, h และ ∆E สามารถประมาณระยะเวลาหลังการตายได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 กรอบแนวคิดงานวิจัย (Conceptual Framework)

การประเมินระยะเวลาการตายเป็นเรื่องที่พึงกระทำอยู่เสมอในศพทุกราย
การหาระยะเวลาการตาย (Postmortem interval, PMI) มีความสำคัญมากในงานด้านนิติเวชศาสตร์

↓

ปัจจุบันยังไม่มีเครื่องมือหรือวิธีทางการแพทย์ที่จะตรวจศพเพื่อหาระยะเวลาตายที่แน่ชัดได้
ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญจากแพทย์ผู้ทำการชันสูตรเป็นผู้ประมาณ
จากการเปลี่ยนแปลงหลังการตาย (Postmortem Change) ที่เกิดขึ้น

↓

หนึ่งในการเปลี่ยนแปลงหลังการตาย (Postmortem Change) ที่ใช้ในการประมาณระยะเวลาหลังการตายคือ
การตกลงสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย ซึ่งจะทำให้สีผิวเปลี่ยนแปลงไป

↓

การวัดสีผิวที่เกิดการเปลี่ยนแปลงหลังการตายของศพสามารถประมาณระยะเวลาหลังการตายได้

↓

โดยใช้เครื่องวัดสี (Colorimeter) ในการตรวจสอบจากการเปลี่ยนแปลงหลังการตาย
เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการบอกเวลาการตาย

1.6 รูปแบบงานวิจัย (Research Design)

เป็นการวิจัยแบบ Prospective experimental study

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย (Keywords)

1. Livor mortis
2. Postmortem interval
3. Colorimeter

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ (Expectedbenefits)

เพื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาหลังการตายกับสีของการตกตะกอนของเลือดที่มีการเปลี่ยนแปลงไปและสามารถนำเครื่องมือมาประยุกต์ใช้ในหน่วยงานในการหาระยะเวลาการตาย (Postmortem interval, PMI) ในการปฏิบัติจริงได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Review of the related literatures)

2.1.1 การเปลี่ยนแปลงหลังการตาย

การเปลี่ยนแปลงหลังการตายเกิดจากเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาหลายอย่าง ซึ่งแพทย์จะต้องนำสิ่งที่ตรวจพบจากศพไปใช้ในการประเมินหาสาเหตุและระยะเวลาของการตาย โดยหลักการที่สำคัญของการประเมินระยะเวลาหลังการตาย (2) มีดังนี้

การเปลี่ยนแปลงเพียงอย่างเดียวที่ตรวจพบไม่สามารถกำหนดระยะเวลาตายได้ชัดเจน

1. การประเมินระยะเวลาการเสียชีวิต เป็นการประมาณเป็นช่วงระยะเวลา ไม่ใช่การระบุเวลาชัดเจน
2. สภาพศพยิ่งเน่ามากยิ่งประเมินระยะเวลาตายได้แม่นยำลดลง
3. การประเมินระยะเวลาการเสียชีวิตควรทำทันทีที่มีการพบศพ

ซึ่งภายหลังการตายมีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างของศพเกิดขึ้น แบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา (8) คือ

2.1.1.1 การเปลี่ยนแปลงในระยะแรก (Early postmortem change) ใช้ในการประมาณหรือยืนยันการเสียชีวิต เกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1. เกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วง ½ - 2 ชั่วโมงแรก พบว่าผิวหนังจะเริ่มซีดเนื่องจากเนื้อเยื่อขาดเลือดมาเลี้ยงเป็นผลมาจากการหยุดทำงานของระบบไหลเวียนโลหิต (2)
2. ระบบไหลเวียนโลหิตหยุดลง การทำงานของสมองก็จะหยุดลงภายใช่วงวินาทีเนื่องจากสมองขาดการไหลเวียนของเลือดทำให้เนื้อสมองตาย (4)
3. สมองจะตายในระยะเวลา 7-9 นาที แต่หากอยู่ในภาวะที่อุณหภูมิต่ำก็จะทำให้สมองตายช้าลง (4)
4. การหมดสติ ไม่มีสติสัมปชัญญะและไม่ตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นใดๆ เริ่มเกิดขึ้น (4)
5. การหดเกร็งตัวของกล้ามเนื้อหายไปทันทีหลังจากการทำงานของสมองหยุดลง สังเกตได้จากการเครื่องไหวของทรวงอก (4)
6. หัวใจหยุดเต้น ตรวจจากการจับชีพจร การฟังเสียงหัวใจ การวัดความดันและการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็นเส้นตรง (4)
7. ไม่มีการหายใจ ตรวจจากการฟังเสียงหายใจ (9)
8. กล้ามเนื้อลายรวมถึงส่วนที่เป็นกล้ามเนื้อหูรูดเริ่มคลายตัว อาจตรวจพบเศษอาหารออกจากปากหรืออุจจาระออกจากช่องทวารหนักได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9. เลือดจะมีความเป็นกรดสูงขึ้นหลังการตายเนื่องจากการสะสมของคาร์บอนไดออกไซด์และองค์ประกอบต่างๆที่เกิดขึ้นจากการที่เซลล์เริ่มสลาย (10)

10. ไม่มีปฏิกิริยาแห่งชีวิตที่ลูกตา คือ ไม่มี corneal reflex และ light reflex ม่านตาไม่ตอบสนองต่อแสง อยู่ในสภาวะ fixed dilate โดยขนาดของม่านตาอาจขยายไม่เท่ากันก็ได้ ความดันของลูกตาลดลง ในที่สุดลูกตาจะจมลงในเบ้ากระจกตา (cornea) และเริ่มขุ่นเนื่องจากขาดน้ำตามาหล่อลื่น หากหนังตาเปิดอยู่หรือปิดไม่สนิท ตาขาวบริเวณที่โดนอากาศ จะมีลักษณะแห้งและมีสีเข้ม เรียกว่า “Tache Noire” (รูปที่ 1) และแพทย์ยังตรวจดูจอตา หากพบว่าเลือดในเส้นเลือดดำที่จอตาหยุดไหล ทำให้เห็นเป็นการขาดเป็นช่วงๆ จะถือเป็น “earliest sign of death” (2)

รูปที่ 1 แสดงการเกิด Tache noir sclerotique

ที่มา: Knight B., 2002 (4)

2.1.1.2 การเปลี่ยนแปลงในระยะหลัง (Late postmortem change) เกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วง 2 ชั่วโมงเป็นต้นไป ซึ่งสิ่งตรวจพบในช่วงเวลาดังกล่าวอาจเกิดขึ้นช้าหรือเร็วกว่ากำหนดได้ เนื่องจากปัจจัยต่างๆที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ได้แก่

1. การลดลงของอุณหภูมิร่างกายหลังการตาย (Algor mortis)

หลังการตายอุณหภูมิของร่างกายจะลดลงโดยเฉลี่ย 1 องศาต่อ 1 ชั่วโมง โดยจะลดลงเป็นลักษณะ curve ตัว s โดยในช่วงแรกยังมี metabolic process บางอย่างยังคงอยู่

การวัดอุณหภูมิควรวัดที่ inner core คือ ทวารหนักมากกว่าการวัดที่ periphery บริเวณผิวหนัง แต่การวัดอุณหภูมิบริเวณทวารหนักมีข้อจำกัด คือ หากมีประเด็นหรือข้อสงสัยเกี่ยวกับการล่วงละเมิดทางเพศ อาจเป็นการทำลายหลักฐานในศพ

กลไกการระบายความร้อนจากศพ มี 3 ชนิด คือ (3)

- Conduction เป็นการระบายความร้อน โดยมีความเร็วต่างกันขึ้นอยู่กับศพสัมผัสกับวัสดุชนิดใด เช่น นอนตายบนพื้นปูนซีเมนต์จะมีการระบายความร้อนได้เร็วกว่านอนตายบนโต๊ะไม้
- Radiation เป็นการแพร่กระจายความร้อนไปรอบๆ
- Convection เป็นการระบายความร้อนจากอากาศที่หมุนเวียนรอบๆ

ตัวศพ อุณหภูมิของศพจะลดลงเรื่อยๆ จนเท่ากับระดับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม

2. การแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังการตาย (Rigor Mortis)

ภายหลังการตายในช่วงแรกกล้ามเนื้อต่าง ๆ ในร่างกายจะอ่อนตัวลง จากนั้นจะเกิดกระบวนการแข็งตัวของกล้ามเนื้อตามมา คือการแข็งตัวของกล้ามเนื้อภายหลังการเสียชีวิต ดังรูปที่ 2 โดยเกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อทั่วร่างกายทั้งกล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อเรียบ และกล้ามเนื้อหัวใจ (11) โดยลำดับกลไกการเกิดการแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังการตาย มีดังนี้

1. หลังจากเสียชีวิต กระบวนการหายใจระดับเซลล์จะหยุดลง เซลล์กล้ามเนื้อไม่สามารถผลิตพลังงานได้จึงไม่เกิดการสะสมพลังงานอะดิโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) ส่งผลให้กล้ามเนื้อขาดพลังงาน ATP
2. การควบคุมการทำงานบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ซึ่งมีเคลื่อนที่ผ่านเข้า-ออกของไอออนต่าง ๆ ต้องอาศัยพลังงาน ATP เมื่อเซลล์ขาดพลังงาน ATP จะสูญเสียการทำงานนี้ไป
3. ภายในเซลล์กล้ามเนื้อจะมีการไหลเข้าของแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) แต่เซลล์ไม่สามารถนำแคลเซียมไอออนไหลผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ออกไปได้
4. แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) จับกับโทรโปนินซี (Troponin C) ส่งผลให้รูปแบบของโครงสร้างของโทรโปนินบนเส้นใยแอคตินเปลี่ยนรูป (Allosterically modulation) ทำให้ตำแหน่งของโทรโปไมโอซินเปลี่ยนมาอยู่ในตำแหน่ง active สามารถจับ cross-bridges กับหัวของไมโอซิน
5. การจับกันระหว่างแอคตินและไมโอซินส่งผลให้กล้ามเนื้อเกิดการแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังการตาย (Rigor Mortis)
6. การคลายตัวหลังจากการจับกันระหว่างแอคตินและไมโอซินต้องใช้พลังงาน ATP ดังนั้นเมื่อเสียชีวิตจะไม่มีการผลิตพลังงาน ATP ขึ้นจึงเกิดการแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การตาย การแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังการตายจะคงอยู่จนกระทั่งเกิดการเน่าสลายของร่างกาย ซึ่งต่อมากล้ามเนื้อจะถูกเอนไซม์จากกระบวนการเน่าย่อยสลายเส้นใยกล้ามเนื้อรวมไปถึงการจับกันระหว่างแอคตินและไมโอซินก็จะถูกย่อยสลายเช่นกัน ส่งผลให้กล้ามเนื้ออ่อนตัวลงอีกครั้ง

รูปที่ 2 แสดงการเกิดการแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังการตาย

ที่มา:http://www.morgue.blogspot.com/2012/05/de-pericia-medica-forense-tanatologia.html, 21 มีนาคม 2561 (12)

3. การตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย (Livor mortis)

เกิดขึ้นจากการที่ระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหัวใจหยุดทำงาน ทำให้เลือดและองค์ประกอบภายในหลอดเลือดหยุดการเคลื่อนที่ เลือดจะตกไปอยู่ในหลอดเลือดบริเวณที่ต่ำที่สุดของร่างกายตามแรงโน้มถ่วงของโลก เส้นเลือดจะขยายทั้งหมดเนื่องจากไม่มีการควบคุมที่กล้ามเนื้อเรียบของเส้นเลือด (3) เช่น หากศพนอนคว่ำ ร่างกายซีกที่คว่ำบนพื้นจะมีสีเข้ม ส่วนที่กดลงบนพื้นจะสีซีด หรือหากศพนอนหงาย จะพบการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงในตำแหน่งที่ต่ำที่สุดของร่างกายขณะนั้นคือบริเวณหลัง ดังรูปที่ 3 (9) ตามปกติจะตรวจพบการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดง ได้ใน ½ – 2 ชั่วโมงหลังการตาย (2) โดยจะเกิดเต็มที่ประมาณ 8-12 ชั่วโมง (4) และจะเริ่มอยู่ตัว (fixed) คือ เมื่อกลับท่าของศพเม็ดเลือดแดงก็จะไม่เคลื่อนหรือไหลไปอยู่ในที่ใหม่ (13)

การตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย (Livor mortis) โดยปกติมีสีม่วงแดง แต่ในบางกรณีหากผู้เสียชีวิตได้รับสารบางประเภทก็อาจจะส่งผลให้สีเปลี่ยนไป เช่น แก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ทำให้สีของการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงมีสีชมพูสด (Pink, Cherry red) เนื่องจากเม็ดเลือดแดงมีคาร์บอกซิฮีโมโกลบินจำนวนมาก สีชมพูลักษณะนี้อาจพบในศพที่ตายจากสารพิษจำพวกไซยาไนด์หรือสารจำพวกฟลูออโรอะซิเตทและการที่ศพอยู่

ในอุณหภูมิที่เย็นจัดซึ่งเกิดจากการมีออกซิฮีโมโกลบินจำนวนมากด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีสารจำพวกโซเดียมคลอเรตจะส่งผลให้สีของการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล สารจำพวกไฮโดรเจนซัลไฟด์จะทำให้สีเปลี่ยนเป็นสีเขียว (3)

สีของผิวหนังที่คล้ำลงอาจจะมองคล้ายแผลฟกช้ำ แต่สามารถแยกกันได้โดยการใช้มีดกรีดไปบนผิวที่สงสัย ถ้าเป็นการฟกช้ำจะเห็นเลือดแทรกอยู่ในเนื้อเยื่อซึ่งไม่พบในการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดง (13)

รูปที่ 3 แสดงการเกิดการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย (Livor mortis)

ที่มา:Saukko P. and Knight B., 2016 (1)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. การเน่าสลายตัวหลังการตาย (Postmortem Decomposition)

หลังตายแล้วร่างกายจะมีการเน่าสลายตัว การสลายตัวของเนื้อเยื่อในร่างกายมีสองประการ คือ การสลายตัวของเซลล์เอง (autolysis) และการเน่า (putrefaction) (2)

การสลายตัวของเซลล์เอง (autolysis) เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีที่มีน้ำย่อยเซลล์ออกมาจากตัวเองทำให้เนื้อเยื่อสลายตัว และเนื่องจากเป็นปฏิกิริยาทางเคมีจึงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ถ้าอุณหภูมิสูงปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นเร็วและถ้าอุณหภูมิต่ำปฏิกิริยาเกิดขึ้นช้า อวัยวะใดที่มีน้ำย่อยมาก เช่น ตับอ่อนจะเกิดการสลายตัวก่อนหัวใจ (14)

การเน่า (putrefaction) เป็นการย่อยสลายจากเอนไซม์ภายนอกเซลล์ เช่น จากแบคทีเรีย โดยจะเริ่มเกิดขึ้นภายในวันที่สามหลังเสียชีวิตในอุณหภูมิห้อง มีการเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 4 กล่าวคือ

- ท้องขยายใหญ่ขึ้น มีแก๊สจากในลำไส้ (2)
- เส้นเลือดที่อยู่บริเวณผิวหนังเห็นเป็นสีเขียวเข้มมองคล้ายลายหินอ่อน (Marbling) ซึ่งเกิดจากแบคทีเรียจากในลำไส้กระจายไปตามเลือดแล้วทำปฏิกิริยากับเลือดที่กำลังสลายตัวทำให้เกิด Sulfhemoglobin และ hematin บริเวณต้นขา หน้าท้อง แผ่นอกและหัวไหล่ (3)
- ดวงตาถลนและลิ้นจุกปาก (1)
- ตุ่มน้ำพองใสบริเวณผิวหนัง (2)
- ใบหน้าและลำคอสีแดงคล้ำ บวม (2)
- มีของเหลวสีแดงคล้ายเลือดไหลออกจากปาก จมูกหรือหู (2)

โดยการเน่าของศพขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพแวดล้อม กล่าวคือหากอุณหภูมิสูง ศพก็จะเน่าเร็วหรือสภาวะสุขภาพก่อนเสียชีวิต อาทิ โรคที่เป็นอยู่ก่อนเสียชีวิต ความอ้วนหรือความผอม การติดเชื้อ โดยการมีไข้สูงก็อาจจะทำให้เน่าเร็ว รวมทั้งการบาดเจ็บสาหัสเสียเลือดมากก็จะส่งผลให้เน่าเร็วทั้งสิ้น (9)

รูปที่ 4 แสดงการเกิดกระบวนการย่อยสลาย

ที่มา: DiMaio VJ. and DiMaio D., 1993 (2)

นอกจากการประเมินการเสียชีวิตหลังการตายจากการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย ยังสามารถใช้การประเมินระยะเวลาการเสียชีวิตจากวิธีอื่น ดังนี้

1. การประเมินระยะเวลาการตายจากอาหารในกระเพาะอาหาร (Gastric Emptying and Digestion) การตรวจดูปริมาณอาหารที่เหลืออยู่ในกระเพาะอาหารสามารถบอกถึงเวลาตายที่เกี่ยวข้องกับมื้ออาหารได้ โดยใช้หลักทางสรีรวิทยาเดียวกับ Gastric emptying time (2) ซึ่งกระเพาะอาหารจะมีการย่อยอาหารแล้วส่งผ่านไปยังลำไส้เล็กตอนต้น การย่อยอาหารของกระเพาะอาหารมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

I. ชนิดอาหาร หากเป็นอาหารที่ค่อนข้างแข็ง เนื้อแน่นยิ่งใช้เวลาในการย่อยมากและย่อยช้ากว่าอาหารเหลว ซึ่งจะพบว่าหากเป็นอาหาร Light meal อาหารอยู่ในกระเพาะ1½-2 ชั่วโมง, Medium meal อาหารอยู่ในกระเพาะ 3-4 ชั่วโมงและ Heavy meal อาหารจะอยู่ในกระเพาะ 4 – 6 ชั่วโมง

II. สภาพร่างกายและจิตใจ อารมณ์มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการย่อยอาหาร โดยมักพบว่าภาวะโรคอ้วน โรคเบาหวาน อายุมากหรือโรคกระเพาะอาหาร ส่งผลให้ใช้เวลาในการย่อยมากขึ้น

III. การกินแอลกอฮอล์จะส่งผลให้ใช้เวลาในการย่อยนานขึ้น

2. การเจริญเติบโตของตัวหนอน (Insect Activity) (2)

การเติบโตของตัวหนอนที่ตรวจพบบนตัวศพ สามารถใช้ในหาเวลาการตายของศพได้ หากทราบว่าชนิดของตัวหนอนเป็นแมลงชนิดใด จะทำให้ทราบว่าแมลงชนิดนั้นเติบโตมานานเท่าใด ใช้เวลากี่วันก็ช่วยในการประมาณเวลาตายในทางอ้อม โดยตัวหนอนบนศพที่พบบ่อยที่สุดคือ แมลงวัน

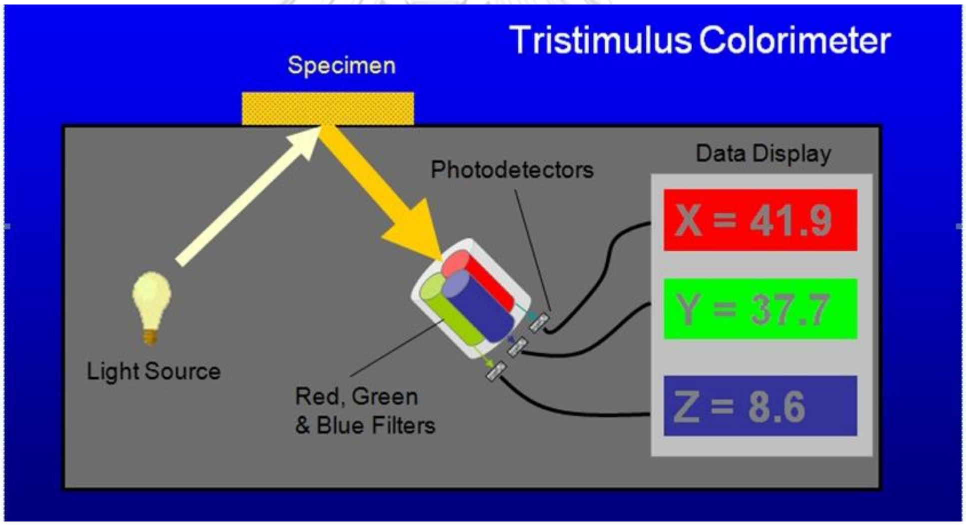
ในประเทศไทย มีการศึกษาเกี่ยวกับชีววิทยาของแมลงวันหัวเขียว โดยใช้วงจรชีวิตของแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya rufifacies* จากกรณีศึกษาจากศพชาย พบศพเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2551 ณ จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ญาติให้ข้อมูลว่าพบผู้เสียชีวิตครั้งสุดท้ายเมื่อ 4 วันก่อน ตรวจพบระยะการวางไข่อยู่ที่ 12 ชั่วโมง ขนาดของระยะตัวหนอนอยู่ที่ 97.48 ± 6.76 มิลลิเมตร ระยะดักแด้อยู่ที่ 85.55 ± 5.86 มิลลิเมตรและระยะตัวเต็มวัยเพศผู้อยู่ที่ 15.83 ± 4.17 มิลลิเมตร ระยะตัวเต็มวัยเพศเมียอยู่ที่ 18.68 ± 3.39 มิลลิเมตร ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นถูกนำมาประมาณระยะเวลาหลังการตายได้ 4.05 วัน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของญาติ (15)

2.1.2. เครื่องวัดสี (colorimeter)

ในปัจจุบันนิยมใช้เครื่องมือในการวัดเพื่อช่วยประเมินค่าสีแทนการรับรู้ด้วยสายตามนุษย์ อาทิ Colorimeter, Chroma meter และ Spectrophotometer เป็นต้น โดยเครื่องวัดสี (colorimeter) จะแสดงถึงค่า Tristimulus XYZ ที่พัฒนามาจากระบบสี CIE ที่เกิดจากการค้นพบทฤษฎีความตรงข้ามกันของสีด้วยสายตามนุษย์และหลักการพื้นฐานการมองเห็นสีของตามนุษย์ที่มี

ความไวแสงต่อสี 3 สี คือแดง เขียวและน้ำเงิน ซึ่งเกิดจากองค์กรที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดมาตรฐานด้านสีคือ Commission International del'Eclairage (CIE) โดยก่อตั้งในปี 1931 (16) และได้กำหนดมาตรฐานการวัดสีซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางในงานวิชาการและการวิจัยตามมาตรฐานสากล ระบบการวัดสีซึ่งบอกถึงลักษณะของสีที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ประกอบด้วยระบบสี CMYK, ระบบสี RGB และระบบสี CIE (16)

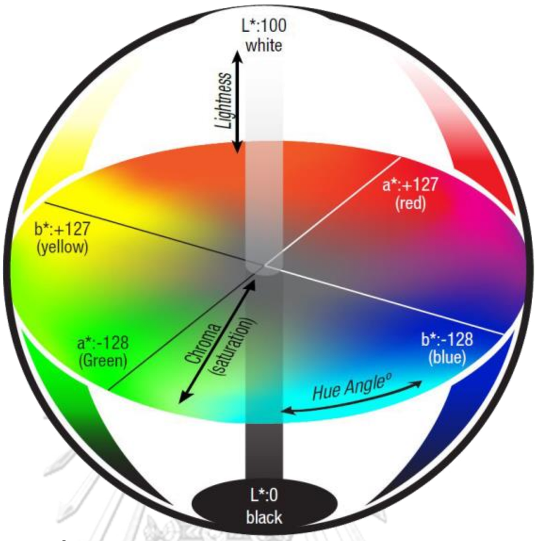
เครื่องวัดสี (colorimeter) อยู่ในระบบสี CIE Lab scale* เป็นวิธีการวัดสีที่ใช้ลักษณะของ color space เป็นระบบสีไม่ที่อิงอุปกรณ์ คือระบบสีที่สัมพันธ์กับการมองเห็นของมนุษย์ไม่ขึ้นกับอุปกรณ์ใดๆ ในระยะเริ่มแรก CIE ได้กำหนดสเกลการวัดสีเป็น X-Y-Z ซึ่งใช้บรรยายสีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ดังรูปที่ 5 แต่เนื่องจากระบบสีดังกล่าวไม่สามารถบรรยายถึงลักษณะความมืดและสว่างของสีได CIE ได้พัฒนาต่อมาเป็นระบบ X-Y-L ซึ่งบรรยายถึงค่าสีแดง เขียว และความสว่าง (Lightness) แต่ค่าที่ได้ยังขาดความสัมพันธ์ระหว่างกันของสีที่มองเห็นโดยขาดการบรรยายค่าในส่วนของค่าสีน้ำเงิน



รูปที่ 5 แสดงหลักการทำงานของเครื่องวัดสี (Colorimeter)
ที่มา: https://www.researchgate.net/figure/Working-Principle-of-Tristimulus-colorimeter-33_fig28_312146685, 22 มีนาคม 2561 (17)

CIE จึงได้พัฒนาระบบสีซึ่งต่อมาเป็นระบบที่เป็นยอมรับและใช้กันอย่างแพรหลายในปัจจุบัน คือ ระบบ L*-a*-b* ซึ่งเป็นการบรรยายสีแบบ 3 มิติ เป็นการปรับปรุงจนสามารถบอกถึงความแตกต่างของสีได้ใกล้เคียงกับการมองเห็นของตามนุษย์ (รูปที่ 6)

โดยกำหนดให้แกน L* บรรยายถึงความมืด-ความสว่าง (Lightness) มีค่าอยู่ระหว่าง 0-100, แกน a* บรรยายค่าสีแดงและสีเขียว โดย a* มีค่าเป็น + สีจะเป็นไปในทิศทางสีแดง, a* มีค่าเป็น - สีจะเป็นไปในทิศทางสีเขียว ขณะที่แกน b* บรรยายถึงค่าสีน้ำเงินและสีเหลือง โดย b* มีค่าเป็น + สีจะเป็นไปในทิศทางสีเหลืองและ b* มีค่าเป็น - สีจะเป็นไปในทิศทางสีน้ำเงิน



รูปที่ 6 แสดงการบรรยายสีในระบบ CIE Lab

ที่มา: http://the-print-guide.blogspot.com/2010/04/tolerancing-color-in-presswork-cie-lab.html, 22 มีนาคม 2561 (18)

ถัดมาระบบสี CIEL*-a*-b* ได้ทำการปรับปรุงระบบสีซึ่งทำการเชื่อมค่าทิศทางของสี (ตัวแปร a*, b*) เข้ากับ Chroma (c*) และ Hue (h*) โดย c* หมายถึง ค่าโครมา (Chroma) คือค่าที่บอกถึงความสดของสีหรือบอกให้ทราบว่าแถบสีนั้น อยู่ห่างจากที่ไม่มีสี (Achromatic Color) สีที่อิ่มตัวคือสีที่ไม่มีสีขาวปนอยู่เลย เช่น สีแดง สีน้ำเงิน เขียว ส่วนสีที่มีสีขาวปนมากเท่าใด ความอิ่มตัวก็ยิ่งน้อยลงเท่านั้นเรียกว่า สีไม่อิ่มตัว เช่น สีชมพู สีฟ้า สีเทา เป็นต้น ค่า c จะมีค่าเป็น 0 ที่จุดศูนย์กลางและมีสีอิ่มตัวมากขึ้นเมื่อออกห่างจากศูนย์กลางมากขึ้น โดย $c^* = (a^{*1/2} + b^{*1/2})$ และ h* หมายถึง มุมมองของฮิล (Hue angle) คือแถบเฉดสีแต่ละเฉดสีในสเปคตรัม เช่น เฉดสีแดง เฉดสีส้ม เฉดสีเหลือง เฉดสีเขียว เฉดสีน้ำเงิน และเฉดสีม่วงและ h จะเริ่มนับค่าบนแกนด้าน +a จะเป็นสีแดง ที่มุม 90 องศาจะเป็น +b สีเหลือง ที่มุม 180 องศาจะเป็น –a สีเขียว และเมื่อเป็นมุม 270 องศาจะเป็น –b สีน้ำเงิน โดย $h^* = \tan^{-1} [b^*/a^*]$

การวัดความแตกต่างของสี ซึ่งเป็นการหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าความสว่าง, ค่าทิศทางของสี (a - สีแดงและสีเขียวใน), (b - สีเหลืองและสีน้ำเงิน) มีวิธีการหา (19)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ดังนี้ $\Delta L^* = L^*_{\text{จากตัวอย่าง}} - L^*_{\text{จากตัวอย่างมาตรฐาน}}$

$\Delta a^* = a^*_{\text{จากตัวอย่าง}} - a^*_{\text{จากตัวอย่างมาตรฐาน}}$

$\Delta b^* = b^*_{\text{จากตัวอย่าง}} - b^*_{\text{จากตัวอย่างมาตรฐาน}}$

สามารถอ่านผลได้ดังนี้ ∆L* ค่าเป็นบวก = ความสว่าง, ∆L* ค่าเป็นลบ = ความมืด
∆a* ค่าเป็นบวก = ทิศทางของสีแดง, ∆a* ค่าเป็นลบ = ทิศทางของสีเขียว
∆b* ค่าเป็นบวก = ทิศทางของสีเหลือง, ∆b* ค่าเป็นลบ = ทิศทางของน้ำเงิน

และความสดใสของสี $\Delta c^* = c^*_{\text{จากตัวอย่าง}} - c^*_{\text{จากตัวอย่างมาตรฐาน}}$
สามารถอ่านผลได้ดังนี้ ∆c* ค่าเป็นบวก แสดงถึงค่าจากตัวอย่างมีความสดใสมากกว่าตัวอย่างมาตรฐาน ∆c* ค่าเป็นลบ แสดงถึงค่าจากตัวอย่างมีความสดใสน้อยกว่าตัวอย่างมาตรฐาน

ถัดมาสามาถหาความแตกต่างของสีที่สอดคล้องกับการมองเห็นของตามนุษย์ในแง่ของสี

$$\Delta h^* = [(\Delta E^*_{ab})^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta c^*_{ab})^2]^{1/2}$$

นอกจากนี้ยังหาความแตกต่างของสีโดยรวม (∆E) ซึ่งจะพิจารณาจากระยะห่างของพิกัดสีนั้นๆ เช่น จุดที่ 1 ค่าสีที่วัดได้คือ L_1, a_1 และ b_1 และเมื่อสีมีการเปลี่ยนเฉดสีไปเป็นจุดที่ 2 ค่าสีที่วัดได้คือ L_2, a_2 และ b_2 ซึ่งทั้ง 2 จุดมีระยะห่างกันเท่าใดก็จะได้ความแตกต่างของสีโดยรวม (∆E) ระหว่างจุดที่ 1 และจุดที่ 2 ตามสมการ (19)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2} \qquad (20)$$

เครื่องวัดสี รุ่น NR20XE (รูปที่ 7) คือ เครื่องมือที่ใช้วัดความเข้มของแสงที่สะท้อนจากวัตถุที่มีลักษณะทึบแสงหรือวัตถุที่แสงสามารถส่องผ่าน โดยอิงการทำงานคล้ายกับการมองเห็นสีของมนุษย์ โดยมีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎี 3 องค์ประกอบในการมองเห็นของตามนุษย์ ประกอบด้วยเซลล์ไวแสงสามสีคือ สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน ซึ่งสามารถวัดตัวอย่างที่ทึบแสงทุกชนิด พื้นผิวผลิตภัณฑ์ที่เปียก และของเหลวทึบแสง ใช้กันอย่างแพร่หลายในงานทางยาและอาหาร รวมทั้งสิ่งทออุตสาหกรรมและวัสดุก่อสร้างต่างๆ โดยมีคุณสมบัติ ดังนี้

- ความกว้างของรูรับแสง: 20 มิลลิเมตร
- ตัวรับแสงแบบ: Silicon Photoelectric Diode

- ระบบสีที่วัดได้: CIE L*a*b* / CIE L*a*b*c*h* / CIE XYZ
- มาตรฐานแหล่งกำเนิดแสง: D65 เทียบได้กับแสงจากดวงอาทิตย์
- ชนิดแหล่งกำเนิดแสง: Blue LED
- อายุใช้งานแหล่งกำเนิดแสง: > 5 ปี หรือ > 1.6 ล้านครั้ง
- ค่าความแม่นยำในการวัดซ้ำ: < 0.08 ΔE*ab เทียบกับแผ่นสีขาวมาตรฐาน 30 ครั้ง
- การบันทึกข้อมูล: 100 ชุดข้อมูลสีมาตรฐาน / 20,000 ชุดข้อมูลสีตัวอย่าง
- ชนิดแบตเตอรี่: Lithium-Ion แบบชาร์จได้ , 3.7 V @ 3,200 mAh
- เวลาชาร์จแบตเตอรี่: 2 ชั่วโมง
- ซอฟท์แวร์: รุ่น CQCS3
- ขนาดเครื่อง: 205 x 67 x 80 มิลลิเมตร , น้ำหนัก 500 กรัม
- มาตรฐานเครื่องและผู้ผลิต: SCM / CE (ยุโรป) / TUV / ISO9001 / RoHs

รูปที่ 7 แสดงเครื่องวัดสี (colorimeter) รุ่น NR20XE

ที่มา: http://envisense.eu/en/our-offer/colorimeters/colorimeter-nr20xe.html, 21 มีนาคม 2561 (21)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Review literature)

1. ในปี 1991 โดย P. Vanezis (22) เป็นงานวิจัยแรกที่ใช้เครื่องวัดสีในการประเมินการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายเพื่อหา PMI โดยเป็นการทดลองเบื้องต้นในศพ 26 ราย ทำการวัดบริเวณที่มีเลือดไหลมารวมกันซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นตำแหน่งบริเวณ Lumbar ซึ่งเป็นตำแหน่งจำนวน 6 ครั้ง (3-8 ชั่วโมง) แล้วทำการวิเคราะห์เฉพาะค่า L โดยนำมาสร้างกราฟเส้นตรงระหว่างค่า

L กับเวลา เพื่อดูอัตราการเปลี่ยนแปลงของความสว่าง พบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของความสว่างมีแนวโน้มลดลงเมื่อ PMI เพิ่มขึ้น โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ 0.87

2. ในปี 1994 โดย H.J. Kaatsch et. al (23) งานวิจัยนี้ทำการวัดสีผิวในศพ 50 ตัวอย่างโดยวัดที่ dorsal thorax และ Lumbar (0-40 ชั่วโมง) พบว่าค่าความแตกต่างของสี (∆E) จะลดลงเมื่อ PMI เพิ่มขึ้น โดยมีค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ที่ -0.8 นอกจากนี้ยังได้ทำการวัดโดยใช้ไดนาโมมิเตอร์ที่ออกแรงกดที่ต่างกันจาก 0-100 Newton ใน 36 ตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ว่าแรงกดที่ต่างกันส่งผลต่อสีผิวที่เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ พบว่าแรงที่ 90 N ทำให้สีการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงเข้มขึ้นเนื่องจากเมื่อแรงกดเพิ่มมากขึ้นจะทำให้หลอดเลือดถูกกดทับส่งผลให้เลือดไหลไปที่อื่น

3. ในปี 1996 โดย P. Vanezis และ O. Trijillo (24) เป็นงานวิจัยที่ทำการวัดสีผิวในศพ 93 ราย โดยใช้เครื่องวัดสีในการประเมินการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายเพื่อหา PMI โดยวัดบริเวณ Lumbar จำนวน 5 ครั้ง ห่างกันทุกๆ 1 ชั่วโมง (0-4 ชั่วโมง) แล้วทำการวิเคราะห์เฉพาะค่า L โดยนำมาสร้างกราฟเส้นตรงระหว่างค่า L กับเวลา เพื่อดูอัตราการเปลี่ยนแปลงของความสว่าง โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อ PMI เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งใน 12 ชั่วโมงแรกแต่จะใช้ได้ถึง 48 ชั่วโมงหลังจากนั้นจนถึง 72 ชั่วโมงค่า L แทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังมีการนำไปหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลงของความสว่างกับ PMI มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.84

4. ในปี 2009 โดย Y. Usumoto และ คณะ (25) งานวิจัยได้ทำการวัดสีผิวในศพ 21 ตัวอย่างเพื่อประเมิน PMI โดยวัด 8 ตำแหน่ง คือ ด้านหน้าและด้านหลังของแขนและขา หน้าอก ท้อง หลังเอวและสะโพกที่มีการเกิดการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย ประกอบด้วย เทียบกับ control บริเวณ ซึ่งเป็นสีผิวที่ไม่มีการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายพบว่าความแตกต่างของค่า C ระหว่างบริเวณที่มีการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย และบริเวณ control มีความสัมพันธ์กับ PMI เล็กน้อย (Adjust R^2 = 0.1676, *p*-value = 0.0371) และสามารถสร้างสมการวิเคราะห์การถดถอยที่มีความผิดพลาด ±4.76 ชั่วโมง

5. ในปี 2017 โดย อานนท์ จำลองกุลและปองพล ไตรเทพชนะภัย (26) งานวิจัยนี้เป็นตัวอย่างของการใช้เครื่องวัดสีในงานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ในไทย โดยใช้เครื่องวัดสีเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีของตับและสมองมนุษย์ ที่เก็บรักษาในฟอร์มาลดีไฮด์และสารละลายเกลือโดยพบว่าตับที่ดองด้วยสารละลายเกลือเข้มข้นร้อยละ 26 มีความเปลี่ยนแปลงของสีระหว่างวันที่ 1 และวันที่ 56 น้อยกว่าฟอร์มาลดีไฮด์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value < 0.001)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการประเมินการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายเพื่อประมาณระยะเวลาหลังการตายโดยใช้เครื่องวัดสีเป็นการวิจัยแบบ Prospective experimental study โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระยะเวลาหลังการตายโดยการใช้เครื่องวัดสีรุ่น NR20XE วัดค่าตัวแปรประกอบด้วย ค่า L, a, b, c, h และ ∆E จากศพผู้เสียชีวิตเพื่อใช้หาความแตกต่างระหว่างสีผิวของผู้เสียชีวิตและการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย แล้วนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)

กลุ่มประชากรเป้าหมาย (Target population) คือ ศพผู้เสียชีวิตในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ที่ถูกส่งเข้ามาในอาคารพยาธิวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

3.2 การคัดเลือกตัวอย่าง

3.2.1 การเก็บตัวอย่าง (Specimen collection)

- วัดสีผิวจากศพผู้เสียชีวิตที่เสียชีวิตในท่านอนหงายที่บริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process จากการคลำเป็นจุดอ้างอิงซึ่งเป็นตำแหน่งในร่มผ้าที่เป็นจุดที่สูงที่สุดของร่างกายในท่านอนหงายจึงให้เป็นจุดที่สีเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดและวัดสีผิวบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) ซึ่งเป็นจุดที่จะมีการตกลงสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงมากที่สุดจึงให้เป็นจุดที่เข้มที่สุด (23) โดยวัดทุกๆ 2 ชั่วโมง (2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง) เนื่องจากการประเมินระยะเวลาหลังการตายนั้นเริ่มประเมินที่ 0 – 2 ชั่วโมง ร่วมกับกระบวนการของโรงพยาบาลต้องใช้เวลา 1-2 ชั่วโมง ในการดำเนินการก่อนที่ศพผู้เสียชีวิตจะถูกส่งเข้ามาที่อาคารพยาธิวิทยา ซึ่งจะถูกเก็บรักษาไว้ที่ห้องพักผู้วายชนม์ ตลอดการวัดจนถึงระยะ 8 ชั่วโมง เพราะเกิดการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงเกิดเต็มที่และเป็นระยะที่เริ่มอยู่ตัว (fixed) และข้อกำจัดด้านเวลาในการปล่อยศพผู้เสียชีวิตคืนให้ญาติ
- ขณะที่ทำการวัดศพตัวอย่างทั้งหมดจะถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องตลอดกระบวนการปราศจากการแช่เย็นเพื่อหลีกเลี่ยงกรณีการสัมผัสกับอากาศเย็นซึ่งความเย็นจะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่งผลให้สีของการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย (Livor mortis) เกิดความผิดปกติคือเกิดเป็นสี Cherry red (27)

3.2.2 เกณฑ์การคัดเลือกประชากรที่ใช้ในการศึกษา (Inclusion criteria)

1. ประชากรไทย
2. ประชากรที่ใช้ศึกษาทราบเวลาที่เสียชีวิตแน่ชัดและเสียชีวิตในโรงพยาบาล
3. ประชากรที่ใช้ศึกษามีสาเหตุการตายจากเหตุธรรมชาติ
4. ประชากรที่ใช้ศึกษามีค่าเปอร์เซ็นต์ของ hematocrit อ้างอิงจากการศึกษาของ Mahlknecht U.และ KAISER S. ที่ศึกษาในปี 2010 (28) โดยในการศึกษานี้ทำการเก็บข้อมูลจากผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลซึ่งคัดจากกลุ่มประชากรที่ไม่เป็นโรคเรื้อรังหรือโรคที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงเพื่อที่จะหาค่าความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงในประชากรทั้งหมดโดยพบว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (Hct) จะลดลงตามอายุที่มากขึ้น (เพศหญิง 25-45 เปอร์เซ็นต์ และเพศชาย 27-49 เปอร์เซ็นต์)

3.2.3 เกณฑ์การคัดแยกประชากรออกจากโครงการ (Exclusion criteria)

1. เสียชีวิตโดยมีประวัติการช็อกจากการเสียเลือด
2. เสียชีวิตจากการได้รับสารพิษที่ทำให้สีของการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายเปลี่ยนสี เช่น คาร์บอนมอนนอกไซด์หรือสารพิษไซยาไนด์, โซเดียมคลอเรต, ไฮโดรเจนซัลไฟด์และฟลูออโรอะซิเตท
3. ศพเน่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 ขนาดของประชากรตัวอย่าง (Sample size)

คำนวณตามสูตร correlation sample size

สูตร $$n = \left(\frac{2Z_{\alpha/2}}{Z_u - Z_l}\right)^2 + 3$$

เมื่อ $$z_u = \frac{1}{2} ln\left(\frac{1+p_u}{1-p_u}\right)$$

และ $$z_l = \frac{1}{2} ln\left(\frac{1+p_l}{1-p_l}\right)$$

โดย ค่า n = จำนวนประชากรตัวอย่าง

α = type I error ผู้วิจัยกำหนด ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้น ค่า $Z_{\alpha/2}$จากการเปิดตาราง two – tailed = 1.96

p = population correlation coefficient

โดยในงานวิจัยของ P. Vanezis และ O. Trijillo ในปี 1996 (24) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ -0.84 จึงกำหนดให้ Upper limit และ Lower limit อยู่ในช่วง 10%

p_u = Upper limit of population correlation กำหนดให้ = 0.94 ซึ่งจะได้ค่า Z_u = 1.74

p_l = Lower limit of population correlation กำหนดให้ = 0.74 ซึ่งจะได้ค่า Z_u = 0.95

จากการคำนวณต้องใช้จำนวนประชากรตัวอย่างทั้งหมด 27 ตัวอย่าง

3.4 วิธีการวิจัย

1. ในส่วนเครื่องวัดสีก่อนใช้ต้องทำการเทียบมาตรฐานเครื่องมือ (Calibrate) ก่อนทำการวัดในทุกๆตัวอย่าง มีวิธีการดังนี้ (29)

    1.1 เลือกเมนูหลัก หลังจากนั้นเลือก Calibrate

    1.2 เลือก White Calibration กด Enter

    1.3 จากนั้นนำเครื่องวัดสี (Colorimeter) ไปวางบนวัสดุสีขาว

    1.4 กดปุ่ม start รอจนเครื่องทำงานเสร็จ

    1.5 เลือก Black Calibration กด Enter

    1.6 จากนั้นนำเครื่องวัดสี (Colorimeter) ไปวางบนวัสดุสีดำ

    1.7 กดปุ่ม start รอจนเครื่องทำงานเสร็จ

หลังจากทำการเทียบมาตรฐานเครื่องมือเสร็จก็จะดำเนินการวัดสี กำหนดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จะวัดดังนี้ ค่า L* หมายถึง ค่าความสว่าง มีค่าระหว่าง 0 - 100

L* มีค่าเป็น 0 ค่าของความสว่างจะไปในทิศทางมืด เป็นสีดำ

L* มีค่าเป็น 100 ค่าของความสว่างจะไปในทิศทางสว่าง เป็นสีขาว

แกน a* หมายถึง ค่าทิศทางของสีแดงและสีเขียว

ซึ่งการอ่านค่าของแกน a มีดังนี้ ค่า a* มีค่าเป็นบวก หมายถึง อยู่ในทิศของสีแดง และ

ค่า a* มีค่าเป็นลบ หมายถึง อยู่ในทิศของสีเขียว

แกน b* หมายถึง ค่าทิศทางของสีเหลืองและสีน้ำเงิน

ซึ่งการอ่านค่าของแกน b มีดังนี้ ค่า b* มีค่าเป็นบวก หมายถึง อยู่ในทิศของสีเหลือง และ

ค่า b* มีค่าเป็นลบ หมายถึง อยู่ในทิศของสีน้ำเงิน

ค่า c หมายถึง ค่าความอิ่มตัวของสี เป็นค่าที่บอกถึงความอิ่มตัวของสี โดยสีที่อิ่มตัวคือสีที่ไม่มีสีขาวผสมอยู่ หากสีที่ไม่อิ่มตัวคือสีที่มีสีขาวผสมอยู่ หากค่าที่อ่าน ออกมา c มีค่าเป็น 0 ที่จุดศูนย์กลางและมีสีอิ่มตัวมากขึ้นเมื่อออกห่างจากศูนย์กลางมากขึ้น

ค่า h หมายถึง มุมมองของศีที่บอกถึงเฉดสีซึ่งสามารถบ่งบอกได้ถึงแถบสีว่าเป็นแถบสีใด เช่น แถบสีแดง, แถบสีเหลือง, แถบสีเขียวและแถบสีน้ำเงิน ค่าที่อ่านได้จาก h จะเป็นตัวเลขที่ระบุตำแหน่งของสี มีหน่วยเป็นองศา เริ่มนับจากค่าบนแกนด้าน +a* จะเป็นสีแดง ที่มุม 0 องศา

+b* จะเป็นสีเหลือง ที่มุม 90 องศา

–a* จะเป็นสีเขียว ที่มุม 180 องศา

–b* จะเป็นสีน้ำเงิน ที่มุม 270 องศา

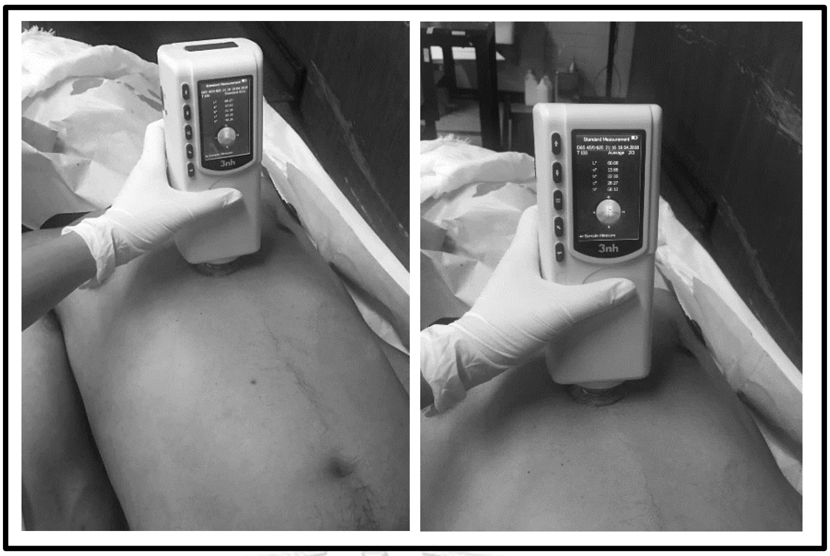
และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE)

2. ดำเนินงานวิจัยโดยเริ่มจากวัดสีผิวของศพที่เข้าหลักเกณฑ์โดยวัดจากส่วนผิวหนังบริเวณบริเวณลิ้นปี่ (Xiphoid process) โดยทำการวัดจากศพผู้เสียชีวิตในท่านอนหงาย บริเวณลิ้นปี่เป็นจุดที่ขาวที่สุดเนื่องจากอยู่สูงที่สุดของร่างกายในท่าดังกล่าวและเป็นจุดที่อยู่ในร่มผ้า ดังแสดงในรูปที่ 8 วางเครื่องวัดสีลงบนตำแหน่งที่ต้องการวัด จากนั้นทำการวัดทั้งหมด 3 ครั้งเพื่อเป็นการหาค่าเฉลี่ยให้ใกล้เคียงที่สุด โดยในการวัดแค่ละครั้งควรเว้นระยะห่างกันประมาณ 3-5 วินาทีเพื่อให้การตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายกลับมาที่ตำแหน่งเดิมก่อนแล้วจึงวัดต่อให้ครบ 3 ครั้งและบันทึกผล

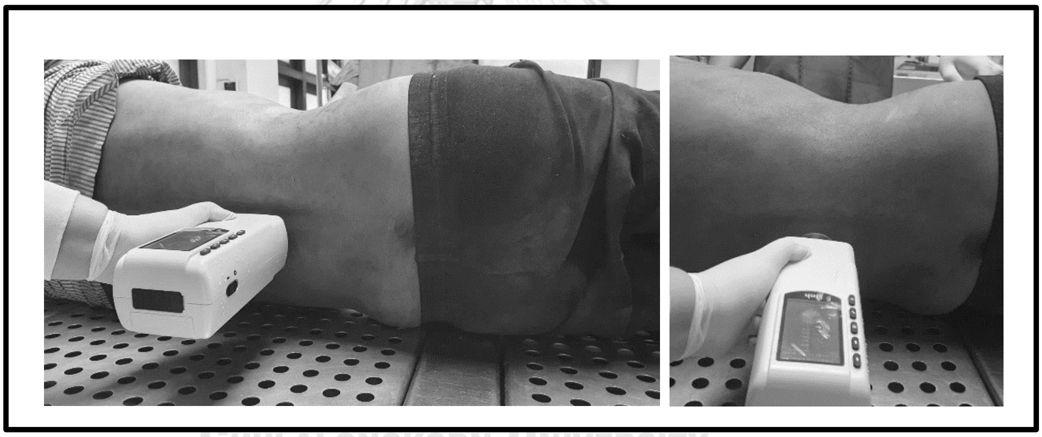
3. ถัดมาวัดส่วนที่เข้มที่สุดบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) เป็นจุดในร่มผ้าและเป็นจุดที่อยู่ต่ำที่สุดของร่างกายขณะนอนหงาย ดังแสดงในรูปที่ 9 วางเครื่องวัดสีลงบนตำแหน่งดังกล่าว ทำการวัดทั้งหมด 3 ครั้งเพื่อเป็นการหาค่าเฉลี่ยให้ใกล้เคียงที่สุด โดยในการวัดแค่ละครั้งควรเว้นระยะห่างกันประมาณ 3-5 วินาทีเพื่อให้การตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายกลับมาที่ตำแหน่งเดิมก่อนแล้วจึงวัดต่อให้ครบ 3 ครั้งและบันทึกผล

4. ในส่วนของการหาค่าความแตกต่างของสี ดำเนินงานวิจัยโดยนำค่าจากการวัดสีผิวของศพที่เข้าหลักเกณฑ์คัดเข้า โดยวัดจากส่วนผิวหนังบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) ให้เป็นส่วนที่เข้มที่สุดนำมาลบกับส่วนที่สีมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดในร่างกายบริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก Xiphoid process จากการคลำ ณ ช่วงเวลาเดียวกัน โดยทำการวัดตามเวลาที่กำหนด ได้แก่ 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมงภายหลังการเสียชีวิต

5. วัดสีผิวของศพครบทุกตัวอย่างแล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ



รูปที่ 8 แสดงตำแหน่งการวัดบริเวณลิ้นปี่ (Xiphoid process)



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 9 แสดงตำแหน่งการวัดบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

ภายหลังทำการตรวจวัดและจดบันทึกข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของระยะเวลากับการเปลี่ยนแปลงของสีผิวจากศพที่ถูกส่งเข้ามาในอาคารพยาธิวิทยา ด้วยการใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบลำดับที่ของสเปียร์แมน (Spearman’s rank Correlation Coefficient) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ด้วยโปรแกรม SPSS version 22

3.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัย (Tools)

1. เครื่องวัดสี (Colorimeter) รุ่น NR20XE
2. หน้ากากอนามัย
3. ถุงมือยาง

3.7 สถานที่ทำวิจัย

อาคารพยาธิวิทยาและภาควิชานิติเวชศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

3.8 ข้อพิจารณาทางจริยธรรม (Ethical Consideration)

โดยวิเคราะห์ตามหลักจริยธรรมการวิจัยในคน 3 ข้อ ได้แก่

1. หลักความเคารพในบุคคล (Respect for person) ผู้วิจัยจะให้ข้อมูลอย่างครบถ้วนจนญาติของผู้เสียชีวิตเข้าใจเป็นอย่างดีและตัดสินใจอย่างอิสระในการให้ความยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย

2. หลักการให้ประโยชน์ ไม่ก่อให้เกิดอันตราย (Beneficence/Non-maleficence) ผู้วิจัยจะรักษาผลประโยชน์แก่ผู้เสียชีวิตทั้งนี้ผู้วิจัยจะเก็บรักษาความลับของผู้เสียชีวิต โดยในแบบบันทึกข้อมูลจะไม่มี identifier ที่จะระบุถึงตัวบุคคล

3. หลักความยุติธรรม (Justice) คือมีเกณฑ์การคัดเข้าและออกชัดเจน ไม่มีอคติ มีการกระจายความเสี่ยงและผลประโยชน์อย่างเท่าเทียมกันโดยวิธีการสุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง การประเมินการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายเพื่อประมาณระยะเวลาหลังการตายโดยใช้เครื่องวัดสี มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระยะเวลาหลังการตายโดยใช้ความแตกต่างระหว่างสีผิวของผู้เสียชีวิตและการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย โดยการใช้เครื่องวัดสีรุ่น NR20XE โดยมีทั้งหมด 6 ตัวแปร คือค่าความสว่าง (L) ค่าทิศทางของสีอยู่ในทิศของสีแดงถึงสีเขียว (a) ค่าทิศทางของสีอยู่ในทิศทางของสีเหลืองถึงสีน้ำเงิน (b) ค่าความอิ่มตัวของสี (c) ค่ามุมมองของฮิล (h) และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE) ซึ่งทำการวัดในศพตัวอย่างจากอาคารพยาธิวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จำนวน 27 ราย เป็นเพศชาย 10 คนและเพศหญิง 17 คน มีช่วงอายุตั้งแต่ 40-99 ปี โดยศพตัวอย่างเพศชายจะมีอายุเฉลี่ย คือ 62.3 ± 12.69 ปี และศพตัวอย่างเพศหญิงจะมีอายุเฉลี่ย 71.53 ± 13.22 ปี จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินระยะเวลาหลังการตายโดยการวิเคราะห์ผลทางสถิติได้ผล ดังนี้

4.1 การทดสอบความน่าเชื่อถือในการวัดของผู้วิจัย (Intra-observer reliability test)

ผู้วิจัยทำการทดสอบ Intra-observer reliability test โดยการวิเคราะห์หา Intraclass correlation coefficient (ICC) เพื่อประเมินหา Intra-observer error โดยค่า ICC เป็นค่าที่แสดงถึงระดับความถูกต้องในการใช้เครื่องมือในการวัดค่าของตัวแปรต่างๆของผู้วิจัย ซึ่งจะทำการวัดค่าตัวแปรทั้งหมดจากการวัดสีความแตกต่างระหว่างสีผิวของผู้เสียชีวิตและการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายของศพตัวอย่างทั้งหมด 27 คน เป็นศพเพศชาย 10 คนและศพเพศหญิง 17 คน โดยผู้ทำการวัดเป็นบุคคลเดียวกันตลอดการทำการศึกษา (intra-rater reliability) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่า ICC ด้วยโปรแกรม SPSS ค่าที่มากกว่า 0.75 แปลผลว่า ค่าที่ได้มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดี ค่าที่อยู่ระหว่าง 0.50 – 0.75 แปลผลว่า ค่าที่ได้มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับปานกลาง และค่าที่น้อยกว่า 0.50 แปลผลว่า ค่าที่ได้อยู่ในระดับต่ำ (30) ผลการทดสอบของผู้วิจัยพบว่า ระดับความน่าเชื่อถือในการทำการวัดอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ประกอบด้วยตัวแปร L บริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process และ L บริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis), a บริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis), a บริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process, b บริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process และ b บริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis), c บริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process และ c บริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis), h

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process และ h บริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) มีค่า ICC อยู่ระหว่าง 0.89 – 0.99 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่า ICC (Intraclass correlation) ของผู้วิจัย

ตัวแปร	บริเวณที่ทำการวัด	ค่า ICC
L	บริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process	0.99
	บริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis)	0.95
a	บริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process	0.98
	บริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis)	0.89
b	บริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process	0.98
	บริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis)	0.94
c	บริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process	0.98
	บริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis)	0.94
h	บริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process	0.99
	บริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis)	0.94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2 ข้อมูลคุณสมบัติทั่วไปของศพตัวอย่าง

ข้อมูลคุณสมบัติทั่วไปจากศพตัวอย่างแสดงในตารางที่ 2 ถึง 6 โดยเป็นศพเพศชาย 10 คน คิดเป็นร้อยละ 37 ของศพตัวอย่างทั้งหมดและศพเพศหญิง 17 คน คิดเป็นร้อยละ 63 ของศพตัวอย่างทั้งหมด ศพตัวอย่างเพศชายมีอายุเฉลี่ย 62.30 ± 13.38 ปี โดยเป็นศพที่มีอายุอยู่ในช่วง 60-79 ปี มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 60 ของศพตัวอย่างเพศชายทั้งหมดและมีอายุในช่วง 40-59 ปี น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 40 ของศพตัวอย่างเพศชายทั้งหมด ศพตัวอย่างเพศหญิงมีอายุเฉลี่ย 71.53 ± 13.22 ปี โดยเป็นศพที่มีอายุอยู่ในช่วง 60-79 ปี มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 47.06 ของศพตัวอย่างเพศหญิงและมีอายุในช่วง 40-59 ปี น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 17.65 ของศพตัวอย่างเพศหญิงดังแสดงในตารางที่ 6 การกระจายตัวของอายุของศพตัวอย่างทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 8 น้ำหนักเฉลี่ยของศพ

ตัวอย่างเพศชายและเพศหญิง มีค่า 60.10 ± 14.78 และ 53.65 ± 10.86 กิโลกรัม ตามลำดับและส่วนสูงเฉลี่ยของศพตัวอย่างเพศชายและศพตัวอย่างเพศหญิง มีค่า 165 ± 6.90 และ 156 ± 6.10 เซนติเมตรตามลำดับ ปริมาณเม็ดเลือดแดงต่อปริมาณเลือดทั้งหมด (Hct) ดังแสดงตารางที่ 3 โดยมีค่า 34.04 ± 5.04% โดยในเพศชายและเพศหญิงมีค่า 36.24 ± 5.77% และ 32.75 ± 4.22% ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และ 5)

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลของจำนวนศพตัวอย่าง

เพศ	**จำนวน (คน)**	**ร้อยละ**
ชาย	10	37
หญิง	17	63
รวม	27	100

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลคุณสมบัติทั่วไปของศพตัวอย่าง

	จำนวน (คน)	**ต่ำสุด**	**สูงสุด**	**ค่าเฉลี่ย**	**ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
อายุ (ปี)	27	41	87	68.11	13.79
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	27	33	90	56.04	12.58
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	27	155	175	159	7.7
ปริมาณเม็ดเลือดแดงต่อปริมาณเลือดทั้งหมด (Hct) (%)	27	26.0	47.0	34.04	5.04

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูงของศพตัวอย่างเพศชาย

เพศชาย	จำนวน (คน)	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อายุ (ปี)	10	41	76	62.30	13.38
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	10	42	90	60.10	14.78
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	10	155	175	165	6.90
ปริมาณเม็ดเลือดแดงต่อปริมาณเลือดทั้งหมด (Hct)(%)	10	29.00	47.00	36.24	5.77

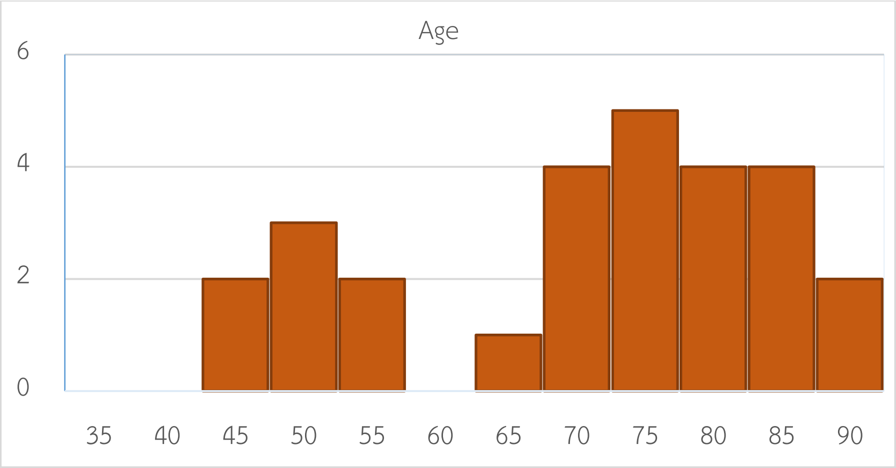
ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยของอายุ น้ำหนัก และส่วนสูงของศพตัวอย่างเพศหญิง

เพศหญิง	จำนวน (คน)	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อายุ (ปี)	17	42	87	71.53	13.22
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	17	33	75	53.65	10.86
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	17	145	165	156	6.10
ปริมาณเม็ดเลือดแดงต่อปริมาณเลือดทั้งหมด (Hct)(%)	17	26.00	42.10	32.75	4.22

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลจำนวนศพตัวอย่างตามช่วงอายุ

ช่วงอายุ	เพศชาย (n=10)		เพศหญิง (n=17)	
	จำนวน (คน)	เปอร์เซ็นต์	จำนวน (คน)	เปอร์เซ็นต์
40-59 ปี	4	40	3	17.65
60-79 ปี	6	60	8	47.06
80-99 ปี	-	0	6	35.29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 10 แสดงการกระจายตัวของอายุของศพตัวอย่างทั้งหมด

4.2.1 ข้อมูลสาเหตุการเสียชีวิตของศพตัวอย่าง

ข้อมูลสาเหตุการเสียชีวิตของศพตัวอย่างแสดงในตารางที่ 7 โดยแบ่งเป็นการเสียชีวิตจากโรคมะเร็งชนิดต่างๆ 14 คน คิดเป็นร้อยละ 51.85 ของจำนวนศพตัวอย่างทั้งหมด โรคเรื้อรัง 10 คนคิดเป็นร้อยละ 37.04 ของจำนวนศพตัวอย่างทั้งหมดและโรคติดเชื้อ 3 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 ของจำนวนศพตัวอย่างทั้งหมด

ตารางที่ 7 แสดงสาเหตุการเสียชีวิตของศพตัวอย่าง

ลำดับ	**เพศ**	**สาเหตุการเสียชีวิต**
1	ชาย	กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด
2	หญิง	เส้นเลือดสมองตีบ
3	ชาย	มะเร็งตับ
4	หญิง	เบาหวานชนิดที่2
5	ชาย	มะเร็งต่อมลูกหมาก
6	หญิง	โรคเนื้องอกเยื่อหุ้มสมอง
7	หญิง	มะเร็งท่อน้ำดีในตับ
8	ชาย	มะเร็งปอดระยะแพร่กระจาย
9	หญิง	มะเร็งปอด
10	ชาย	กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด
11	หญิง	มะเร็งปอดระยะแพร่กระจาย

ตารางที่ 7 แสดงสาเหตุการเสียชีวิตของศพตัวอย่าง (ต่อ)

ลำดับ	**เพศ**	**สาเหตุการเสียชีวิต**
12	ชาย	กล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน
13	ชาย	มะเร็งลำไส้ระยะแพร่กระจาย
14	ชาย	มะเร็งตับ
15	หญิง	มะเร็งลำไส้ใหญ่
16	หญิง	มะเร็งปอด
17	หญิง	มะเร็งปอดระยะแพร่กระจาย
18	หญิง	หัวใจรั่วจากการติดเชื้อ
19	หญิง	ปอดเป็นพังผืด
20	หญิง	กล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน
21	ชาย	เลือดออกในถุงเยื่อหุ้มหัวใจ
22	หญิง	ติดเชื้อในกระแสเลือดอย่างรุนแรง
23	หญิง	มะเร็งปอดระยะแพร่กระจาย
24	หญิง	เลือดออกใต้เยื่อหุ้มสมองชั้นใน
25	หญิง	เส้นเลือดสมองตีบ
26	หญิง	ปอดติดเชื้อจากการสำลักอาหาร
27	ชาย	มะเร็งตับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.3 ผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรในการวัดสีของศพตัวอย่าง

ผู้วิจัยทำการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทั้งหมดเพื่อดูการกระจายของข้อมูลของตัวแปรที่นำมาศึกษาเป็นการเปรียบเทียบเบื้องต้นและทำการเปรียบเทียบตัวแปรจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวโดยใช้สถิติ Kruskal-Wallis Test

4.3.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรจากการวัดสีจากผิวบริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process

ค่าตัวแปรที่ได้จากการวัดสีจากผิวบริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process ที่ทำการวัดในช่วง 2, 4, 6, และ 8 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value > 0.05) ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรที่ทำการวัดจากบริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				*p*-value
	2 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง	
L	72.69±6.50	72.12±8.08	71.80±6.99	71.65±6.14	0.947
a	9.21±1.99	9.32±2.05	9.42±2.04	9.53±2.15	0.949
b	20.89±2.66	21.59±2.56	21.54±2.50	21.94±2.91	0.536
c	22.94±2.56	23.61±2.46	23.56±2.58	23.96±3.05	0.658
h	66.08±5.22	65.78± 6.41	66.28± 4.70	66.45± 4.67	0.992

4.3.2 ผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรจากการวัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis)

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรที่ทำการวัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) ซึ่งทำการวัดในช่วง 2, 4, 6, และ 8 ชั่วโมงพบว่าค่าที่ได้จากตัวแปร L, b ,c และ h มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value ≤ 0.05) ส่วนค่า a ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value > 0.05) ดังแสดงในตารางที่ 9 และเมื่อทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบเชิงคู่ โดยวิธี Pairwise comparison ดังแสดงในตารางที่ 10 พบว่าตัวแปร L b, c และ h ที่เวลา 2 ชั่วโมงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับช่วงเวลา 6 ชั่วโมงและ 8 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value > 0.05) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆที่ทำการวัดกับระยะเวลาหลังการตาย (PMI) ที่ 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรที่ทำการวัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis)

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				*p*-value
	2 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	8 ชั่วโมง	
L	58.67±8.99	55.03±8.18	50.87±9.57	48.77±9.28	0.001*
a	14.54±1.75	14.95±2.16	14.69± 2.19	14.17±2.67	0.783

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรที่ทำการวัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) (ต่อ)

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน				*p*-value
	2 ชั่วโมง	**4 ชั่วโมง**	**6 ชั่วโมง**	**8 ชั่วโมง**	
b	17.73 ±3.26	15.71 ±3.41	14.27 ±3.20	13.56 ±3.71	<0.001*
c	23.11 ±2.35	21.89 ±2.58	20.27 ±3.45	20.08 ±4.15	0.005*
h	50.20 ±7.02	45.79 ±8.01	43.04 ±7.16	41.38 ±6.54	<0.001*

* ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบเชิงคู่ โดยวิธี Pairwise comparison ของตัวแปรที่วัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis)

ตัวแปร	(I) PMI	(J) PMI	*p*-value
L	2	4	1.000
		6	0.032*
		8	0.002*
	4	6	0.831
		8	0.123
	6	8	1.000
b	2	4	0.346
		6	0.002*
		8	<0.001*
	4	6	0.609
		8	0.116
	6	8	1.000

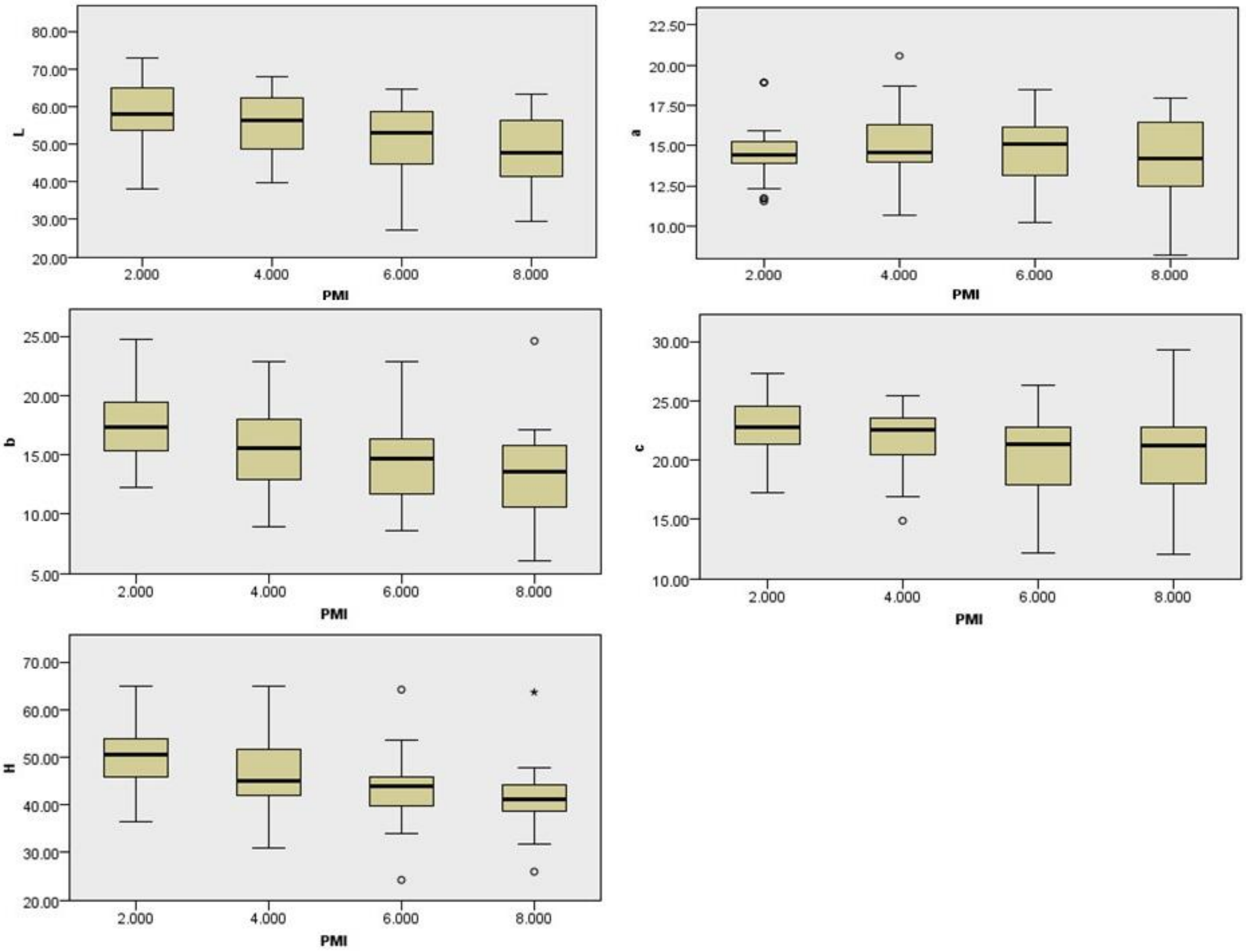
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบเชิงคู่ โดยวิธี Pairwise comparison ของตัวแปรที่วัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) (ต่อ)

ตัวแปร	**(I) PMI**	**(J) PMI**	***p*-value**
c	2	4	1.000
		6	0.020*
		8	0.014*
	4	6	0.546
		8	0.432
	6	8	1.000
h	2	4	0.242
		6	0.002*
		8	<0.001*
	4	6	0.831
		8	0.057
	6	8	1.000

* ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 11 กราฟ Box plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆที่ทำการวัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) และระยะเวลาหลังการตาย (PMI) ที่ 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง

4.3.3 การหาค่าความแตกต่างของสีจากตัวแปรทั้งหมด

ผู้วิจัยได้ทำการนำค่าของตัวแปรทั้งหมดที่วัดได้คือ ตัวแปรที่ทำการวัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) ลบด้วย ตัวแปรที่ทำการวัดจากบริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process ที่ช่วงเวลาเดียวกันโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวด้วย Kruskal-Wallis Test พบว่า ค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบของตัวแปร L, b, c และ h มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value $\leq$ 0.05) ส่วนค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบของตัวแปร a ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value > 0.05) แสดงในตาราง 11 และ 12 และเมื่อทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบเชิงคู่ โดยวิธี Pairwise comparison พบว่าตัวแปร L b, c และ h ที่เวลา 2 ชั่วโมงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับช่วงเวลา 6 ชั่วโมงและ 8 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value > 0.05) กราฟของความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยตัวแปรต่างๆของค่าความแตกต่างของสีกับระยะเวลาหลังการตาย (PMI) ที่ 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 10

ภายหลังจากการทดสอบหาค่าความแตกต่างของสี ผู้วิจัยจึงเพิ่มตัวแปรในการคำนวณเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยอ้างอิงจากการศึกษาของ (25) และค่า L_0, a_0, b_0, c_0 และ h_0 แทนค่าตัวแปรจากการวัดที่ทำการวัดจากบริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 11 แสดงค่าความแตกต่างของสี

ตัวแปร	***p*-value**
L	0.001*
a	0.936
b	0.001*
c	0.009*
h	<0.001*

* ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

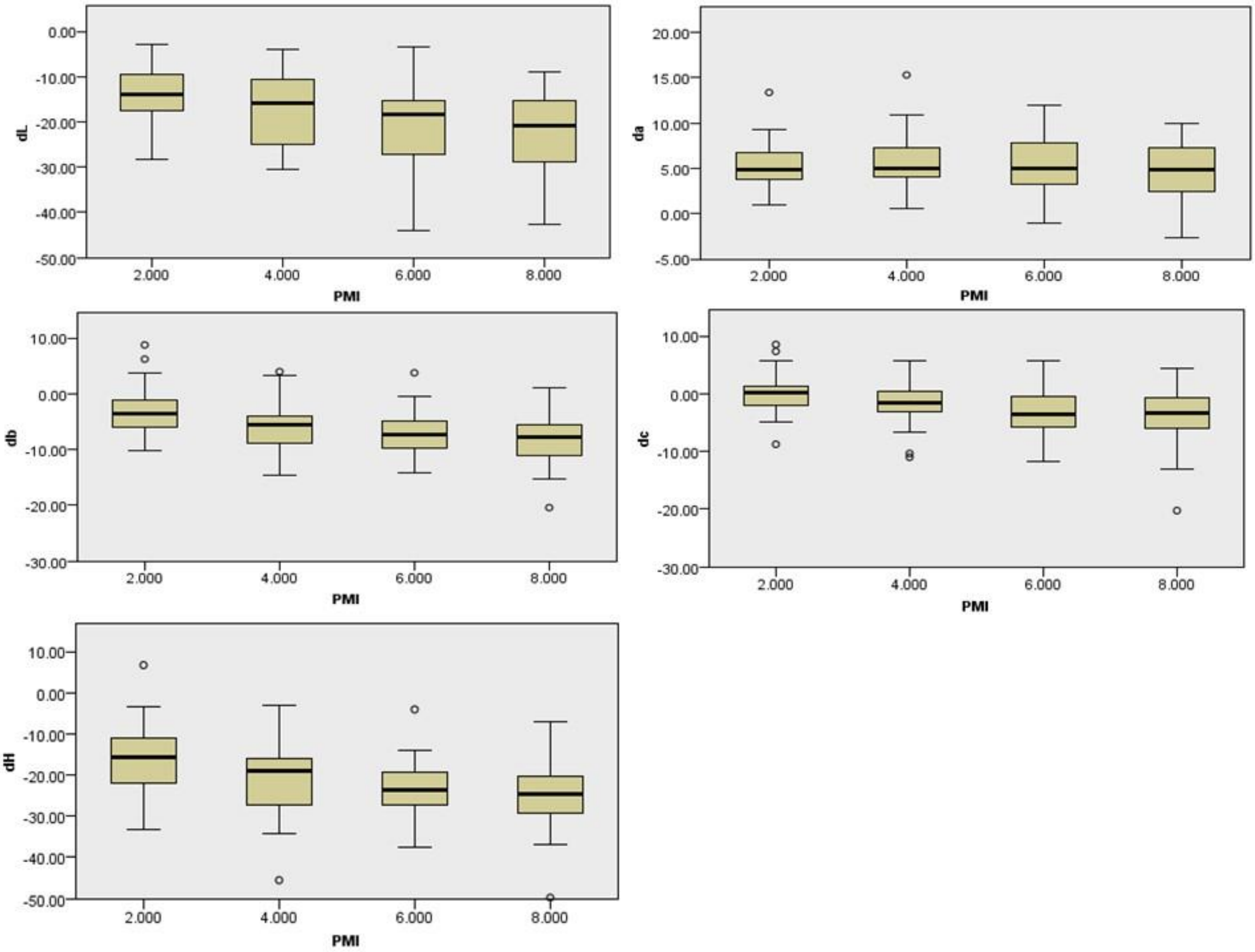
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบเชิงคู่ โดยวิธี Pairwise comparison จากค่าความแตกต่างของสี

ตัวแปร	(I) PMI	(J) PMI	*p*-value
L	2	4	1.000
		6	0.017*
		8	0.001*
	4	6	0.420
		8	0.075
	6	8	1.000
b	2	4	0.324
		6	0.008*
		8	0.001*
	4	6	1.000
		8	0.306
	6	8	1.000
c	2	4	0.713
		6	0.023*
		8	0.020*
	4	6	1.000
		8	1.000
	6	8	1.000
h	2	4	0.397
		6	0.008*
		8	0.001*
	4	6	0.995
		8	0.217
	6	8	1.000

* ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 12 กราฟ Box plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆของค่าความแตกต่างของสี

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรที่เพิ่มในการคำนวณ

ตัวแปร	N	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สูตรในการหาค่าตัวแปร
∆E	108	21.144 ± 8.855	$\sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$
ΔLL_0	108	- 0.259 ± 0.120	$\Delta L / L_0$
Δaa_0	108	0.642 ± 0.505	$\Delta a / a_0$
Δbb_0	108	-0.273 ± 0.214	$\Delta b / b_0$
Δcc_0	108	-0.078± 0.195	$\Delta c / c_0$
Δhh_0	108	-0.314-± 0.137	$\Delta h / h_0$
∆hh	108	-0.512 ± 0.304	∆h / h
∆cc	108	-0.142 ± 0.298	∆c / c
∆bb	108	-0.504 ± 0.490	∆b / b
∆aa	108	0.341 ± 0.182	∆a / a
∆LL	108	-0.391 ± 0.270	∆L / L
a_0L_0	108	0.133 ±0.039	a_0 / L_0
b_0L_0	108	0.301 ± 0.049	b_0 / L_0
b_0a_0	108	2.407 ± 0.643	b_0 / a_0
aL	108	0.281 ± 0.058	a / L
bL	108	0.287 ± 0.046	b / L
ba	108	1.072 ± 0.328	b / a
∆a∆L	108	-0.365 ± 0.268	∆a / ∆L
∆b∆L	108	0.308 ± 0.439	∆b / ∆L
∆b∆a	108	-2.383 ± 11.554	∆b / ∆a

L_0, a_0, b_0, c_0 และ h_0 แทนค่า ตัวแปรจากการวัดที่ทำการวัดจากบริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process และ ค่า ∆ แทนค่า ที่วัดได้จาก Lumbar Lordosis ลบด้วยค่าที่วัดได้จาก Xiphoid process

4.4 ผลการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะเวลาหลังการตายกับการเปลี่ยนแปลงของสีผิวจากการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตาย

การศึกษาการประเมินการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายเพื่อประมาณระยะเวลาหลังการตาย ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้จากเครื่องวัดสีคือ ค่าความสว่าง (L) ค่าทิศทางของสีอยู่ในทิศของสีแดงถึงสีเขียว (a) ค่าทิศทางของสีอยู่ในทิศทางของสีเหลืองถึงสีน้ำเงิน (b) ค่าความอิ่มตัวของสี (c) ค่ามุมมองของฮิล (h) ค่าความแตกต่างของสีโดยรวม

(ΔE) และค่าความแตกต่างของสีที่อ้างอิงจากการศึกษาของ Usumoto Y. et al (25) ประกอบด้วย $\Delta L/L_{0}$, $\Delta b/b_{0}$, $\Delta c/c_{0}$, $\Delta h/h_{0}$, $\Delta h/h$, $\Delta c/c$, $\Delta b/b$, $\Delta L/L$, a/L, b/L, b/a, $\Delta a/\Delta L$,$\Delta b/\Delta a$, $\Delta a/a_{0}$, $\Delta a/a$, a_{0}/L_{0}, b_{0}/L_{0}, $\Delta b/\Delta L$ โดยที่ Δ คือค่าที่ได้มาจากการนำค่าของตัวแปรต่างที่วัดได้จากส่วนผิวหนังบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) ให้เป็นส่วนที่เข้มที่สุดนำมาลบกับส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดในร่างกาย คือ บริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก Xiphoid process และ b_{0}/a_{0} ต่อระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลงทุก 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง (PMI) ด้วยสถิติ Spearman’s correlation coefficients พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำถึงปานกลาง (31) โดยตัวแปร L, b, c, h, ΔE, $\Delta L/L_{0}$, $\Delta b/b_{0}$, $\Delta c/c_{0}$, $\Delta h/h_{0}$, $\Delta h/h$, Δ/cc, $\Delta b/b$, $\Delta L/L$, a/L, b/L, b/a, $\Delta a/\Delta L$และ $\Delta b/\Delta a$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value ≤ 0.01) ส่วน a, $\Delta a/a_{0}$, $\Delta a/a$, a_{0}/L_{0}, b_{0}/L_{0}, $\Delta b/\Delta L$ และ b_{0}/a_{0} ไม่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value > 0.01) ดังแสดงในตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่าค่าของตัวแปรที่วัดได้จากสีของการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายจากศพตัวอย่างมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาหลังการตาย (PMI) ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปร

ตัวแปร	**ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)**	***p*-value***
L	-0.378	0.001**
a	-0.029	0.855
b	-0.321	0.001**
c	-0.254	0.001**
h	-0.375	0.001**
ΔL	-0.392	0.001**
Δa	-0.029	0.768
Δb	-0.395	0.001**
Δc	-0.310	0.001**
Δh	-0.403	0.001**
ΔE	0.393	0.001**
ΔLL_{0}	-0.409	0.001**
Δaa_{0}	-0.059	0.546
Δbb_{0}	-0.419	0.001**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปร (ต่อ)

ตัวแปร	**ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)**	***p*-value***
Δcc_0	-0.319	0.001**
Δhh_0	-0.434	0.001**
Δhh	-0.434	0.001**
Δcc	-0.319	0.001**
Δbb	-0.419	0.001**
Δaa	0.059	0.546
ΔLL	-0.409	0.001**
a_0L_0	0.058	0.553
b_0L_0	0.142	0.143
b_0a_0	0.022	0.823
aL	0.275	0.004**
bL	-0.220	0.022*
ba	-0.380	0.001**
$\Delta a\Delta L$	0.343	0.001**
$\Delta b\Delta L$	0.184	0.057
$\Delta b\Delta a$	-0.212	0.028*

*ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

**ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

การวิจัยเรื่องการประเมินการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายเพื่อประมาณระยะเวลาหลังการตายโดยใช้เครื่องวัดสี ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระยะเวลาหลังการตายโดยใช้ความแตกต่างระหว่างสีผิวของผู้เสียชีวิตและการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายโดยการใช้เครื่องวัดสีรุ่น NR20XE จากการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรทั้งหมด 6 ตัวแปรจากตำแหน่งอ้างอิงต่าง ๆ จากศพตัวอย่างที่ถูกส่งเข้ามาที่อาคารพยาธิวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จำนวน 27 คน เป็นเพศชาย 10 คนและเพศหญิง 17 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ค่าตัวแปรที่ได้จากการวัดสีจากผิวบริเวณหน้าท้องส่วนบนที่ต่อจาก xiphoid process ที่ทำการวัดในช่วง 2, 4, 6, และ 8 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value > 0.05)
2. ค่าที่ได้จากตัวแปร L, b , c และ h ซึ่งวัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value ≤ 0.05)
3. ค่า a ที่ทำการวัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value > 0.05)
4. พบว่าค่าตัวแปร L b, c และ h ที่ทำการวัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) ที่เวลา 2 ชั่วโมงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ (*p*-value ≤ 0.05) กับช่วงเวลา 6 ชั่วโมงและ 8 ชั่วโมง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ (*p*-value > 0.05)
5. ค่าความแตกต่างของสีโดยรวมจากตัวแปรทั้งหมด โดยตัวแปร L, b, c และ h มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value ≤ 0.05) ส่วนค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบของตัวแปร a ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value > 0.05)
6. ค่าจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนหรือการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparisons) ของค่าความแตกต่างของสี (ΔE) โดยใช้วิธี Pairwise comparison ผลที่ได้ ตัวแปร L b, c และ h ที่ทำการวัดจากบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 1 และ 2 (Lumbar Lordosis) ที่เวลา 2 ชั่วโมงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ช่วงเวลา 6 ชั่วโมงและ 8 ชั่วโมง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value > 0.05)

7. ค่าความแตกต่างของสีที่อ้างอิงจากการศึกษาของ ประกอบด้วย $\Delta L/L_0$, $\Delta b/b_0$, $\Delta c/c_0$, $\Delta h/h_0$, $\Delta h/h$, $\Delta c/c$, $\Delta b/b$, $\Delta L/L$, a/L, b/L, b/a, $\Delta a/\Delta L$, $\Delta b/\Delta a$, $\Delta a/a_0$, $\Delta a/a$, a_0/L_0, b_0/L_0, $\Delta b/\Delta L$ และ b_0/a_0 ต่อระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลงทุก 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง (PMI) ด้วยสถิติ Spearman’s correlation coefficients พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปรมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำถึงปานกลาง (28) โดยตัวแปร L, b, c, h, ΔE, $\Delta L/L_0$, $\Delta b/b_0$, $\Delta c/c_0$, $\Delta h/h_0$, $\Delta h/h$, $\Delta c/c$, $\Delta b/b$, $\Delta L/L$, a/L, b/L, b/a, $\Delta a/\Delta L$ และ $\Delta b/\Delta a$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value ≤ 0.01) ส่วน a, $\Delta a/a_0$, $\Delta a/a$, a_0/L_0, b_0/L_0, $\Delta b/\Delta L$ และ b_0/a_0 ไม่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value > 0.01)
8. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง - 0.434 to 0.393 เป็นค่าของตัวแปร h และค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE) ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงการทำงานของเครื่องว่าการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาหลังการตายในระดับพอใช้

จากการศึกษาแรกที่ได้ทำการศึกษานำร่อง (32) ที่ใช้เครื่องวัดสีในการประเมินการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายเพื่อหาระยะเวลาหลังตาย (PMI) จากนั้นก็เริ่มมีการศึกษาในรูปแบบเดียวกัน (23) , (7) ที่ใช้เครื่องวัดสีมาประเมินหาระยะเวลาหลังตาย โดยในการศึกษาการประเมินการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายเพื่อประมาณระยะเวลาหลังการตายโดยใช้เครื่องวัดสี พบว่าค่าตัวแปรของความสว่าง (L) มีค่าความสว่างลดลงเมื่อระยะเวลาหลังการตาย (PMI) เพิ่มขึ้นเหมือนกับงานวิจัยก่อนหน้า (23), (21) และเมื่อทำการวิเคราะห์ค่าความอิ่มตัวของสี (c) โดยเพิ่มตัวแปรเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ จากงานวิจัย (24) พบว่าตัวแปร Δc และ $\Delta c/c_0$ ที่บอกถึงความสดใสของสี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ที่ -0.310 และ -0.319 ตามลำดับ ซึ่งค่าโดยซึ่งมีค่ามากกว่างานวิจัยก่อนหน้า (24) และค่าที่ได้ผกผันกับระยะเวลาหลังการตาย (PMI) กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาหลังการตาย (PMI) เพิ่มมากขึ้นค่าความสดใสของสีลดลง

ในส่วนของค่าทิศทางของสี ตัวแปร a แสดงถึงทิศทางระหว่างสีแดงและสีเขียวพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value ≥ 0.05) เนื่องจากหลังการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงจะเริ่มเกิดตั้งแต่ 30 นาทีหลังตาย (1) เลือดที่อยู่ในหลอดเลือดก็จะค่อยๆลงลงสู่เบื้องล่างตามแรงโน้มถ่วงของโลก (27) เมื่อถึงระยะเวลาหนึ่งเลือดก็จะตกจนหมดส่งผลให้ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE) เป็นตัวแปรที่ได้จากการคำนวณจากค่าความสว่าง, ค่าทิศทางของสีแดง-สีเขียวและค่าทิศทางของสีเหลือง-สีน้ำเงิน (19) ซึ่งเป็นค่าที่สามารถบอกได้ถึงระยะห่างของสีที่เปลี่ยนไป ซึ่งผลจากงานวิจัยนี้ พบว่าค่าสหสัมพันธ์ของ ความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE) มีค่า 0.393 โดยค่าที่ได้แปรผันตรงกับระยะเวลาหลังการตาย (PMI) แสดงถึงว่าเมื่อระยะเวลาหลังการตาย (PMI) เพิ่มมากขึ้นค่าของความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE) ก็เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน แสดงถึงว่าเมื่อเวลาเพิ่มมากขึ้นการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายมีสีที่เปลี่ยนไป

ส่วนตัวแปร h เป็นค่าที่แสดงถึงเฉดสี ในงานวิจัยนี้ค่าสหสัมพันธ์ของ ตัวแปร h มีค่า -0.434 ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุดที่ได้จากงานวิจัย โดยค่าที่ได้ผกผันกับระยะเวลาหลังการตาย (PMI) กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาหลังการตาย (PMI) เพิ่มมากขึ้นเฉดสีก็จะเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเฉดสีที่เปลี่ยนแปลงไปพบว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในอีกเฉดสีหนึ่ง

ข้อจำกัดงานวิจัย

1. ศพที่ถูกส่งเข้ามาที่อาคารพยาธิวิทยาเป็นศพผู้เสียชีวิตในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์มีข้อจำกัดในเรื่องสาเหตุการเสียชีวิตที่ต้องตรงกับเกณฑ์การคัดเข้า, อายุ ส่วนใหญ่จะเป็นผู้สูงอายุทำให้มีภาวะซีดจึงเป็นอุปสรรคในการเก็บตัวอย่าง, โรคของผู้ป่วยก่อนเสียชีวิต ส่วนมากเสียชีวิตจากโรคมะเร็งส่งผลให้สีผิวของศพที่ถูกส่งเข้ามามีสีที่ค่อนข้างผิดปกติ เช่น ซีดกว่าปกติ เหลืองกว่าปกติจากกลุ่มโรคตับและจากประวัติการรักษาของผู้เสียชีวิต ก่อนเสียชีวิตจะเป็นผู้ป่วยเรื้อรังส่งผลต่อระดับเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดแดงต่อปริมาณเลือดทั้งหมด (Hct) ที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ จึงทำการปรับเกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่างโดยกำหนดค่าความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (Hct) จากงานวิจัย (26)
2. ระยะเวลาที่ศพจะถูกส่งเข้ามาอาคารพยาธิวิทยา เนื่องจากตามกระบวนการหลังเสียชีวิตของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ การขนย้ายบางครั้งมีความล่าช้าจึงส่งผลต่อเวลาในการทำการวัด จะไม่ตรงกับเกณฑ์คัดเข้าและการขออนุญาตจากญาติผู้เสียชีวิตซึ่งบางรายไม่มีญาติมาติดต่อก็ไม่สามารถทำการวัดได้จึงส่งผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างและหากศพบางรายญาติผู้เสียชีวิตไม่อนุญาตก็ไม่สามารถดำเนินการได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการวัดสีผิวของศพตัวอย่างที่ถูกส่งมาที่อาคารพยาธิวิทยาโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์โดยเครื่องวัดสี (Colorimeter) รุ่นNR20XE โดยวัดทั้งหมด 6 ตัวแปรที่ระยะเวลา 8 ชั่วโมงภายหลังจากการเสียชีวิต ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่วัดจากการเปลี่ยนแปลงของสีของการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายกับระยะเวลาหลังการตาย (PMI) พบว่าค่าตัวแปร h และ ΔE มีค่า -0.434 to 0.393 ตามลำดับ เป็นค่าที่ดีที่สุดซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่วัดได้จากเครื่องวัดสีมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาหลังการตายอยู่ในระดับปานกลาง แสดงถึงเครื่องวัดสีนี้มีประสิทธิภาพในระดับสามารถบอกถึงระยะเวลาการเสียชีวิตด้วยความถูกต้องในระดับพอใช้และยังไม่สามารถบอกถึงระยะเวลาการเสียชีวิตได้ หากว่าจะใช้ค่าที่วัดได้จากการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายอย่างเดียวคงยังไม่เพียงพอที่จะช่วยในการประเมินหาระยะเวลาหลังการตายในอย่างถูกต้อง ยังคงต้องใช้การประเมินจากการเปลี่ยนแปลงหลังการตายอื่นๆประกอบกัน

จากการทดสอบค่าตัวแปร L, b, c, h และ ΔE ต่างๆ อาจมีประสิทธิภาพสูงขึ้นหากใช้กับเครื่องวัดสีที่มีความละเอียดในการวิเคราะห์สีที่คุณภาพสูงขึ้น เช่น เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่สามารถพกพาได้ เพื่อข้อมูลที่ได้จะสามารถช่วยในการบอกถึงระยะเวลาหลังการเสียชีวิตได้อย่างแม่นยำมากขึ้นและสามารถนำไปใช้ได้ในการออกตรวจที่เกิดเหตุต่องานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ที่อาจเกิดขึ้น ดังกรณีที่ศพถูกเคลื่อนย้ายส่งผลให้การแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังการตายคลายตัวลงหรือกรณีผู้เสียชีวิตมีประวัติเป็นผู้ป่วยติดเตียงที่มีภาวะข้อติดไม่สามารถเคลื่อนไหวได้สะดวก จึงส่งผลต่อการแข็งตัวของกล้ามเนื้อหลังการตายเช่นกัน ทำให้การประเมินระยะเวลาหลังการตายมีข้อจำกัดเพิ่มขึ้นจึงต้องอาศัยการตกสู่เบื้องล่างของเม็ดเลือดแดงหลังการตายเป็นตัวช่วยในการประเมิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

1. Saukko P, Knight B. Knight's forencsic pathology. United states: CRC Press; 2016.

2. Dimaio VJ, Dimaio D. Forensic Pathology. Florida: CRC Press; 1993.

3. Spitz W, Fisher R. Spitz and Fisher's Medicolegal investigation of death. 4th, editor. USA: Charles c Thomas publisher; 2006.

4. Knight B. The estimation of the time since death in the early posmortem period. London: Arnold a member of the Hodder Headline Group; 2002.

5. พรเฉลิมพงศ์ พิมพ์เพ็ญ. Colorimeter 2010 [Available from: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0736/colorimeter.

6. Malloy H, Evelyn K. The determination of bilirubin with the photoelectric colorimeter. J Biol Chem. 1937;119(2):481-90.

7. Vanezis P, Trujillo O. Evaluation of hypostasis using a colorimeter measuring system and its application to assessment of the post-mortem interval (time of death). Forensic science international. 1996;78(1):19-28.

8. Sorg M, Haglund W. Forensic taphonomy. USA: CRC Press; 1996.

9. พรทิพย์ โรจนสุนันท์. นิติเวชศาสตร์การชันสูตรศพ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วิญญูชนจำกัด; 2543.

10. Klatt E. ROBBINS AND COTRAN ATLAS OF PATHOLOGY. 2nd, editor: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data; 1951.

11. ณัฐ ตันศรีสวัสดิ์. กลไกการเกิด Rigor Mortis. วารสารนิติเวชศาสตร์. 2551;2(1):35-7.

12. Dr.Gates. Dr.Gates 2011 [Available from: http://doctorsgates.blogspot.com/2011/02/66-year-old-man-who-lives-alone-has.html.

13. เลี้ยง หุยประเสริฐ. นิติเวชศาสตร์สำหรับพนักงารสืบสวนสอบสวน. 4th, editor. กรุงเทพมหานคร: สูตรไพศาล; 2550.

14. อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์. นิติเวชศาสตร์ 3 เพื่อการสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพมหานคร: ทีซีจี พริ้นติ้ง; 2544.

15. Sritavanich N, Jamjanya T, Chamsuwan A, Hanboonsong Y. Bioly of hairy maggot blow fly, Chrysomya rufifacies and its application in ForensicMedicine. Khonkaen University Reserch Journal. 2009;9:10-5.

16. Pascale DA. Review of RBG color space 2003.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

17. Tseghai G. Tristimulus colorimeter. 2016.

18. Ptitchard G. The Print Guide 2010 [Available from: http://the-print-guide.blogspot.com/2010/04/tolerancing-color-in-presswork-cie-lab.html.

19. วันเช็ง สิทธิกิจโยธิน. การเตรียมแป้งพิมพ์ด้วยสารข้นจากกัมเมล็ดพืชสำหรับการพิมพ์ผ้าไหมด้วยสีเปลือกมังคุด. มหาวิทยาลัยบูรพา, วิศวกรรมเคมี; 2557.

20. เจริญชัย เหลืองอ่อน. การวัดสีด้วยเทคนิค UV-VIS_NIR Spectrophotometry. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. 2553:8-13.

21. Misoslaw B. Colorimeter 2015 [Available from: http://envisense.eu/en/our-offer/colorimeters/colorimeter-nr20xe.html.

22. Vanezis P. Assessing hypostasis by colorimeter. Forensic science international. 1991;52:1-3.

23. Kaatsch H, et.al. Photometric measurement of pressure induced blanching of livor mortis as an aid to estimating time of death. International journal of legal medicine. 1994;106(4):209-14.

24. Vanezis P, Trujillo O. Evaluation of hypostasis using a colotimeter measuring system and its application to assessment of the post-mortem interval (time of death). Forensic science international. 1996;78(1):19-28.

25. Usumoto Y, Hikiji W, Samesshima N, Kudo K, Tsuji A, Ikeda N. Estimation of postmortem interval based on the spectrophitometric analysis of postmortem lividity. Legal Medicine. 2009;12:19-22.

26. Jumlongkul A, Traithepchanapai P. Comparison between formaldehyde and salt solutiona for preservation of human liver and brain slices. Chulalongkorn Medical journal. 2017;61(1):17-30.

27. แมน อิงคตานุวัฒน์, อุดมศักดิ์ หุ่นวิจิตร, ธวัชชัย วัฒนขจร. นิติเวชศาสตร์ 1. 1, editor: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2542.

28. Mahlknecht U, KAISER S. Age-related changes in peripheral blood counts in humans. Experimental and Therapeutic Medicine. 2010;1(6):1019–25.

29. Color Quality Controller System CQCS3 User ManUal. In: SHENZHEN 3NH TECHNOLOGY CO. L, editor.

30. Portney WL. Foundations of clinical research applications to practice. New Jersey: Prentice Hall Inc; 2000.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

31. Hinkle D, William W, GJ. S. Applied Statistics for the Behavior Sciences. 4th, editor. New York: Houghton Mifflin; 1998.

32. Vanezis P. Assessing hypostasis by colorimeter. Forensic science international. 1991;52:1-3.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	NICHABHA PUMJIT
วัน เดือน ปี เกิด	15 MARCH 1994
สถานที่เกิด	PHETCHABURI
วุฒิการศึกษา	2555-2558 B.Sc., Silpakorn University (Biology)
	2559-2562 M.Sc., Chulalongkorn University (Medical science)
ที่อยู่ปัจจุบัน	163/101 m.3
	Natthareeyah Village
	Banhad sub-district
	Banlad district
	Phetchaburi , 76150

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University