# ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้นในอวัยวะปอดและสมองที่พบในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ

โดย
ว่าที่ร้อยตำรวจโทหญิงรวิสรา มีสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

# ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้นในอวัยวะปอดและสมองที่พบในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ

โดย
ว่าที่ร้อยตำรวจโทหญิงรวิสรา มีสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

# THE RELATIONSHIP BETWEEN TIME PEROID OF DEATH AND QUANTITATIVE OF FAT EMBOLISM IN LUNG AND BRAIN FOUND IN FATALITY WITH BONE FRACTURE FROM THE ACCIDENT

By

Pol.LT. Ravisara MEESUK

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (FORENSIC SCIENCE)

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2019

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อ | ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้นในอวัยวะปอดและสมองที่พบในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ |
| โดย | รวิสรา มีสุข |
| สาขาวิชา | นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต |
| อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก | รองศาสตราจารย์พันตำรวจเอก ดร. นพรุจ ศักดิ์ศิริ |

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์พันตำรวจเอก ดร.พงษ์พิษณุ ภักดีณรงค์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์พันตำรวจเอก ดร.นพรุจ ศักดิ์ศิริ)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พันตำรวจเอก ดร.สฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ )

61312319 : นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : ปอด, สมอง, กระดูก

ว่าที่ร้อยตำรวจโทหญิง รวิสรา มีสุข: ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้นในอวัยวะปอดและสมองที่พบในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์พันตำรวจเอก ดร. นพรุจ ศักดิ์ศิริ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อ 1) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้นที่พบในอวัยวะปอดและสมอง และ 2) วิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น ที่พบในอวัยวะปอดและสมอง เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Posttest-Only Control Group Design กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ คัดเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้และนำมาสุ่มอย่างเป็นระบบจำนวน 20 ราย เก็บข้อมูลโดยการเก็บชิ้นเนื้อจากปอดและสมองจากนั้นนำไปทำการย้อมพิเศษทางพยาธิวิทยาโดยวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติบรรยาย วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันและวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น ด้วย t-test independent

ผลการวิจัยพบว่า

1. ระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้นไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.576

2. อวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น มากกว่าอวัยวะสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 อวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น เท่ากับ 1.85 ส่วนอวัยวะสมองมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้นเท่ากับ 0.40

61312319 : Major (FORENSIC SCIENCE)
Keyword : lung, brain, bone, fat embolism

POL.LT. RAVISARA MEESUK : THE RELATIONSHIP BETWEEN TIME PEROID OF DEATH AND QUANTITATIVE OF FAT EMBOLISM IN LUNG AND BRAIN FOUND IN FATALITY WITH BONE FRACTURE FROM THE ACCIDENT THESIS ADVISOR : NOPARUJ SAKSIRI

The objectives of this research are 1) to analyze the relationship between time period of death and quantitative of fat embolism in lung and brain and 2) to identify the differences of quantitative of fat embolism in lung and brain by applying experimental research based on Posttest-Only Control Group Design method. The target group was focused on fatality with bone fracture from the accident which was selected as the defined criteria and was systematically random for 20 cases. Data was collected by biopsy method from lung and brain and then proceeded the pathological special staining through Oil Red O technique. Data analysis was conducted using descriptive statistics Data analysis was conducted using Pearson's correlation coefficient was applied for the relationship analysis and t-test independent was used for analysing the differences of mean in fat embolism quantitative.

The findings were as below:

1. The time period of death and the quantitative of fat embolism were not correlated and statistical significance was at 0.576

2. Lung had a higher mean of fat embolism quantitative than brain as statistical significance was at 0.01 which the mean of fat embolism quantitative in lung was 1.85 while the mean of fat embolism quantitative in brain was 0.40.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณทั้งหลายรวมไปถึงหน่วยงานของสถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ ที่อนุเคราะห์ให้ใช้อุปกรณ์ภายในห้องปฏิบัติการและห้องปฏิบัติการ ผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งและเห็นคุณค่าของความสำเร็จเป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์พันตำรวจเอก ดร.นพรุจ ศักดิ์ศิริ ที่กรุณาให้คำแนะนำเป็นที่ปรึกษาชี้แนะแนวทางและแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆมาโดยตลอดโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อศิษย์ขาดกำลังใจ ท่านคอยให้กำลังใจและสนับสนุนเป็นอย่างดี จนสามารถผ่านพ้นอุปสรรคไปได้ด้วยดี ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์พันตำรวจเอก ดร. พงษ์พิษณุ ภักดีณรงค์ ประธานกรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์พันตำรวจเอก ดร.สฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ท่านได้เสียสละเวลามีส่วนช่วยสนับสนุน แนะนำ และเติมเต็มให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมไปถึงการได้รับข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ อันทำให้เกิดการเรียนรู้ส่งผลทำให้การวิจัยในครั้งนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณครอบครัว ผู้มีพระคุณทุกท่านและขอกราบขอบพระคุณผู้ที่ไม่ได้เอ่ยนามซึ่งมีส่วนช่วยเหลือในวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จไปด้วยดี

รวิสรา มีสุข

มหาวิทยาลัยศิลปากร

# สารบัญ

**หน้า**


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... 3

1.3 สมมติฐานของการวิจัย ..... 4

1.4 ขอบเขตของการวิจัย ..... 4

1.5 ความจำกัดของการวิจัย ..... 5

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ ..... 5

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 7

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 9

2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเกิดเกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism) ..... 9

2.2. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการวินิจฉัยการเสียชีวิตในทางนิติวิทยาศาสตร์ ..... 12

2.3 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O ..... 17

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 19

2.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย ..... 30

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย ..... 31

3.1 การศึกษาเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ..... 31
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ..... 31
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 32
3.4 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล ..... 33
3.5 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล ..... 39
บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย ..... 42
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง ..... 44
4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ..... 45
4.3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ที่พบบริเวณอวัยวะปอดและสมอง ..... 48
บทที่5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ..... 49
5.1 สรุปผลการวิจัย ..... 50
5.2 อภิปรายผล ..... 52
5.3 ข้อเสนอแนะ ..... 54
รายการอ้างอิง ..... 56
ภาคผนวก ..... 58
ประวัติผู้เขียน ..... 60

# สารบัญตาราง

**หน้า**

ตารางที่ 1 สรุปประเด็นที่ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)..... 27

ตารางที่ 2 สรุปประเด็นที่ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสีOil red O ..... 28

ตารางที่ 3 ความถี่ ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามชนิดของอวัยวะ ..... 44

ตารางที่ 4 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาการตาย และปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ..... 44

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในปอดและสมองกับระยะเวลาการตาย ..... 45

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ระหว่างอวัยวะปอดและสมอง..... 48

# สารบัญภาพ

**หน้า**


รูปภาพที่ 1 เครื่องเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมี (Tissue Processing) ..... 15

รูปภาพที่ 2 การทำบล็อกชิ้นเนื้อ (Embedding) ..... 16

รูปภาพที่ 3 การการตัดบล็อกชิ้นเนื้อ (Sectioning) ด้วยเครื่องไมโครโตม (microtome) ..... 16

รูปภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัยTt#0910617088 ..... 30

รูปภาพที่ 5 ชิ้นเนื้อตัวอย่างใน 10% ฟอร์มาลีน ..... 33

รูปภาพที่ 6 อุปกรณ์ในการตัดเล็มชิ้นเนื้อ (Gross dissection) ..... 34

รูปภาพที่ 7 ชิ้นเนื้อปอดและสมองที่ผ่านการตัดเล็ม ..... 34

รูปภาพที่ 8 ชิ้นเนื้อที่ผ่านการตัดเล็มและนำมาแช่ใน 10% ฟอร์มาลีน ..... 35

รูปภาพที่ 9 สไลด์สำหรับกล้องจุลทรรศน์จากวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O ..... 37

รูปภาพที่ 10 การหาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ..... 37

รูปภาพที่ 11 ปริมาณของลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism)แต่ละระดับตามเกณฑ์ของ Falzi's grading ..... 38

รูปภาพที่ 12 วิธีดำเนินการวิจัย ..... 41

รูปภาพที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในปอด ..... 46

รูปภาพที่ 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในสมอง ..... 47

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การชันสูตรพลิกศพ เป็นกระบวนการหนึ่งในทางนิติเวชศาสตร์ ซึ่งหมายถึง กระบวนการตรวจศพที่ตายโดยผิดธรรมชาติรวมไปถึงการตรวจศพในสถานที่พบศพ โดยความสำคัญของการชันสูตรพลิกศพก็เพื่อหาสาเหตุ ร่องรอยและหลักฐานของการเสียชีวิตอันจะความยุติธรรมไปสู่ผู้เสียชีวิตและจุดมุ่งหมายของการชันสูตรพลิกศพก็เพื่อทำความเห็นในเรื่องต่างๆประกอบด้วย เหตุและพฤติการณ์การตาย ผู้ตาย สถานที่และเวลาตาย รวมไปถึงผู้ที่ทำให้ตาย ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีความสอดคล้องกับประมวลกฎหมายอาญาตามมาตรา 148 บัญญัติไว้ว่า “เมื่อปรากฏเหตุแน่ชัดหรือมีเหตุอันควรสงสัยว่า บุคคลใดตายผิดธรรมชาติหรือตายในระหว่างการควบคุมของเจ้าพนักงานให้ทำการชันสูตร เว้นแต่ตายโดยประหารชีวิตตามประมวลกฎหมาย” ซึ่งการตายโดยผิดธรรมชาติแบ่งได้ 5 ลักษณะ ได้แก่ การฆ่าตัวตาย การถูกผู้อื่นทำให้ตาย ถูกสัตว์ทำร้ายตาย การตายโดยอุบัติเหตุ และการตายโดยมิปรากฏเหตุ โดยการตายโดยอุบัติเหตุก็เป็นหนึ่งในลักษณะของการตายผิดธรรมชาติที่ต้องได้รับการชันสูตรพลิกศพ(อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2544)

แต่เนื่องจากอุบัติเหตุนั้นเป็นเหตุการณ์ที่ไม่มีเจตนาให้เกิด แต่เมื่อเกิดขึ้นแล้วมีผลทำให้เกิดความสูญเสียต่อทรัพย์สิน ผลิตภัณฑ์ กระบวนการทำงาน สิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการบาดเจ็บและการเสียชีวิต ดังนั้นเมื่อไรก็ตามที่เกิดอุบัติเหตุและมีผู้เสียชีวิต จึงจำเป็นต้องได้รับการชันสูตรพลิกศพตามประมวลกฎหมายอาญา มาตรา148 แต่ในการชันสูตรพลิกศพเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ เนื่องจากในการชันสูตรพลิกศพเป็นการดูเพียงลักษณะความผิดปกติภายนอก จึงจำเป็นต้องอาศัยอีกกระบวนการหนึ่งมาประกอบกันเพื่อทำให้ทราบถึงสาเหตุ กลไก รวมไปถึงพฤติการณ์ของการตาย นั่นคือการผ่าศพ (Autopsy) ซึ่งการผ่าศพ (Autopsy) เป็นกระบวนการชันสูตรพลิกศพโดยละเอียด โดยเริ่มตั้งแต่การตรวจสภาพศพภายนอก ตรวจบาดแผล ไปจนถึงการตรวจลักษณะภายในร่างกาย เพื่อหาสาเหตุและกลไกการตาย รวมไปถึงขั้นตอนการส่งตรวจชิ้นเนื้อเพื่อดูลักษณะความผิดปกติภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (เลี้ยง หุยประเสริฐ, 2559) เพราะฉะนั้นในผู้ที่เสียชีวิตจากอุบัติเหตุจึงจำเป็นต้องทำการชันสูตรพลิกศพร่วมกับการผ่าศพ (Autopsy) ควบคู่กันไป ซึ่งลักษณะของความผิดปกติที่พบได้จากการชันสูตรพลิกศพในผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุคือ กระดูกหัก เนื่องจากเมื่อใดก็ตามที่มีกระดูกหัก

จะมีลิ่มไขมันชนิดไปอุดกั้น (Fat embolism) บริเวณหลอดเลือดที่อวัยวะต่างๆ ทำให้อวัยวะนั้นไม่ทำงานได้ทำให้เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสียชีวิต

ลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จะออกมาจากภายในไขกระดูกและไหลตามกระแสเลือดและไปอุดกั้นบริเวณหลอดเลือดโดยเฉพาะหลอดเลือดฝอยที่อวัยวะต่างๆเช่นปอดและสมอง เมื่อลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) อวัยวะใดส่งผลให้อวัยวะนั้นไม่สามารถทำงานได้และส่งผลทำให้เกิดการเสียชีวิตตามมา โดยสามารถพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ได้ในช่วงเวลาประมาณ 24-72 ชั่วโมงหลังจากเสียชีวิต ดังนั้นการตรวจลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จึงมีความสำคัญเพราะอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เสียชีวิต ในการตรวจหาลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ต้องอาศัยวิธีการทางพยาธิวิทยา โดยการตัดชิ้นเนื้อดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการของการผ่าศพเพื่อหาลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่อยู่ภายในบริเวณอวัยวะต่างๆ แต่วิธีโดยทั่วไปในห้องปฏิบัติการทางพยาธิวิทยาที่ใช้สำหรับการย้อมชิ้นเนื้อเพื่อดูความผิดปกติของอวัยวะจะใช้วิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสีที่ชื่อว่า Hematoxylin และ Eosin แต่วิธีการนี้ไม่สามารถใช้ย้อมดูลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่เป็นสาเหตุการเสียชีวิตในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุได้

ดังนั้นในการย้อมชิ้นเนื้อทางพยาธิวิทยาของผู้ที่เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุจึงใช้วิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสีที่ชื่อว่า Oil red O เพื่อดูการสะสมของลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่เกิดจากการมีกระดูกหักจากอุบัติเหตุภายในชิ้นเนื้อ โดยสี Oil red O เป็นสีย้อมที่มีคุณสมบัติละลายได้ในไขมันและองค์ประกอบที่เป็นไขมัน ในกรณีที่ชิ้นเนื้อบริเวณอวัยวะนั้นๆมีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เมื่อทำการย้อมด้วยวิธีนี้และดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะพบการติดสีแดงบริเวณที่มีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในกรณีต้องการหาปริมาณจะใช้เกณฑ์ Falzi’s grading ในการบ่งบอกปริมาณที่พบได้ (Filograna, 2010)

จากปัญหาดังกล่าวในการศึกษาครั้งนี้ผู้ทดลองสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับระยะเวลาการตายและปริมาณของลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมอง เนื่องจากในทางทฤษฎีช่วงระยะเวลาที่สามารถพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ภายหลังการเสียชีวิตอยู่ในช่วง 24-72 ชั่วโมงแต่จากการศึกษาของ (Makino, 2019) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ปริมาณมากหลังการเสียชีวิต โดยศึกษาจากกรณีศึกษาจากผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุทั้ง 3 รายพบว่ามีระยะเวลาการตายอยู่ในช่วงก่อน 24 ชั่วโมงซึ่งไม่เป็นไปตามทฤษฎีและการมีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่เกิดจากกระดูกหักและเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตจะไม่สามารถดูภายใตกล้องจุลทรรศน์ได้จากการย้อมโดยปกติทางพยาธิวิทยา ดังนั้นวิธีการ

ย้อมที่ใช้สำหรับย้อมไขมันในการทดลองครั้งนี้นี้คือวิธีย้อมชิ้นเนื้อโดยใช้สี Oil red O เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความจำเพาะกับการย้อมลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) โดยใช้สีย้อมที่ชื่อว่า Oil red O solution เมื่อชิ้นเนื้อที่อวัยวะใดมีลิ่มไขมันอุดกั้น (Fat embolism)อยู่จะพบการติดสีแดง ส่วนบริเวณของอวัยวะที่พบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ส่วนใหญ่ได้แก่ ปอด (Drazen, 2009) และสมอง (Zhou, 2015)จากการศึกษาของ (Filograna, 2010) ได้ทำการศึกษาการเกิดภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (fat embolism) ที่ปอดภายหลังจากการตาย จากกรณีศึกษาที่มีสาเหตุการตายมาจากอุบัติเหตุและมีการหักของกระดูกบริเวณต้นขาด้านซ้าย โดยใช้วิธีการย้อมทางพยาธิวิทยาด้วยวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O โดยผลจากการศึกษาพบว่าสามารถพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (fat embolism) ได้บริเวณปอดและมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ3 นอกจากนี้จากการศึกษาของ (Kumar, 2018) พบว่าอีกบริเวณหนึ่งที่สามารถพบลิ่มไขมันที่มีการอุดกั้น (Fat embolism) ได้คือ สมอง โดยศึกษาจากกรณีศึกษาที่มีสาเหตุการตายจากอุบัติเหตุ เมื่อทำการย้อมชิ้นเนื้อทางพยาธิวิทยาก็สามารถพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (fat embolism) ได้เช่นกัน และทำการหาปริมาณไขมันที่พบภายในชิ้นเนื้อโดยใช้เกณฑ์ของ Falzi’s grading จากการศึกษาของ (Laura,2010) ได้ทำการศึกษาวินิจฉัยภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (fat embolism) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตร่วมกับการตรวจศพโดยได้ทำการส่งตรวจชิ้นเนื้อทางพยาธิวิทยาโดยวิธีย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O ในการย้อมลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในชิ้นเนื้อร่วมกับการหาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) โดยใช้เกณฑ์ของ Falzi’s grading

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นในการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณของลิ่มไขมันที่อุดกั้น (fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมอง รวมไปถึงการหาความแตกต่างของปริมาณไขมันที่อุดกั้น (fat embolism) ที่พบระหว่างอวัยวะได้แก่ปอดและสมอง

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมองในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมองในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ

**1.3 สมมติฐานของการวิจัย**

1.3.1 ระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.3.2 อวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มากกว่าอวัยวะสมองที่พบในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**1.4 ขอบเขตของการวิจัย**

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากร กลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง มีนาคม พ.ศ.2563 จำนวน 149 ราย โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้ 1) สาเหตุการเสียชีวิตมาจากกระดูกหักจากอุบัติเหตุ และ 2) ไม่เป็นโรคที่พบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) อยู่แล้วและไม่มีประวัติการผ่าตัดมาก่อนเสียชีวิต

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุจากประชากรดังกล่าว กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ราย การสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การสุ่มตัวอย่างที่ใช้ความน่าจะเป็นด้วยการสุ่มอย่างเป็นระบบ กำหนดช่วงห่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 5 โดยเริ่มจากรายที่ 1 รายที่ 6 และรายที่ 11 ตามลำดับไปจนครบทั้งหมด 20 ราย

1.4.2 ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ 1) ระยะเวลาการตาย 2) ชนิดของอวัยวะที่นำมาทดลอง (สมอง ปอด)

ตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบจากการวิธีย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O โดยผลที่ได้จะประเมินออกมาเป็นระดับ 0-3 โดยใช้เกณฑ์ของ Falzi's grading

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ 1) ขนาดของชิ้นเนื้ออวัยวะสมองและปอด 2) ผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ

1.4.3. ขอบเขตด้านสารเคมี

1) สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการรักษาสภาพชิ้นเนื้อ คือ 10%ฟอร์มาลีน ที่ใช้ในการรักษาสภาพชิ้นเนื้อของผู้เสียชีวิตเนื่องจากเป็นสารเคมีที่มีอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการของสถาบันนิติเวชวิทยา โรงพยาบาลตำรวจ

2) สารเคมีที่ใช้ในวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O คือ Oil red O solution ใช้ในการย้อมหาลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในผู้เสียชีวิตที่มีการหักของกระดูกจากอุบัติเหตุจากสถาบันพยาธิวิทยา กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

1.4.4. ขอบเขตด้านระยะเวลา

1) ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างปอดและสมองในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุที่เข้ารับการชันสูตรพลิกศพ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2563

2) ระยะเวลาในการทำวิจัยทั้งหมด 6 เดือน

**1.5 ความจำกัดของการวิจัย**

1.5.1 ในกลุ่มตัวอย่างที่มีการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุที่ไม่มีกระดูกหักก็ไม่สามารถคัดเลือกเพื่อนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้เนื่องจากภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จะเกิดได้ก็ต่อเมื่อมีการหักของกระดูก เพราะฉะนั้นในรายที่ไม่มีการหักของกระดูกจึงจำเป็นต้องคัดออกเพราะถือว่าไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ของกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการวิจัย

1.5.2 เนื่องจากการย้อม Oil red O เป็นการย้อมพิเศษชนิดหนึ่งทางพยาธิวิทยา ซึ่งมีความสำคัญในการหาลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในผู้เสียชีวิตเพื่อยืนยันสาเหตุการเสียชีวิต แต่ในทางห้องปฏิบัติการที่ปฏิบัติงานมีอุปกรณ์ไม่เพียงพอ จึงทำการส่งย้อมกับทางสถาบันที่มีอุปกรณ์พร้อมและได้มาตรฐาน คือสถาบันพยาธิ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข เพื่อผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือ

**1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ**

ลิ่มไขมัน (Fat emboli) หมายถึง อนุภาคไขมันที่สามารถเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิตไปที่หลอดเลือดต่างๆ

ลิ่มไขมันที่อุดกั้น (fat embolism) หมายถึง กระบวนการที่ลิ่มไขมัน (fat emboli) ที่ออกมาจากการกระดูกที่มีการหักของกระดูก ไหลไปตามกระแสเลือด ไปอุดกั้นบริเวณอวัยวะต่างๆ ซึ่งไขมันจะมีการเคลื่อนตัวเรื่อยๆตามกระแสเลือดจนกระทั่งไปหยุดอยู่ที่ตำแหน่งที่ไม่สามารถเคลื่อนออกไปได้

อีก โดยอาจติดค้างอยู่บริเวณหลอดเลือดที่มีขนาดเล็กกว่าหรือหลอดเลือดที่แตกแขนงก็ได้ซึ่งจะส่งผลให้อวัยวะนั้นไม่เกิดการทำงาน (สุภาวรรณ เศรษฐบรรจง, 2552)

การย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O (Oil Red O stain) หมายถึง วิธีการย้อมดูลิ่มไขมันที่อุดตัน (Fat embolism) ทางพยาธิวิทยา โดยการใช้สีที่ใช้ในการย้อมมีคุณสมบัติละลายได้ในไขมัน หรือองค์ประกอบที่เป็นไขมัน ด้วยเหตุนี้การย้อมลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จึงจัดอยู่ในประเภท physical stain fat และ lipid ซึ่งเกี่ยวข้องกันทางเคมี ทั้งสองอย่างละลายได้ใน Ether, Chloroform, Alcohol, Xylene, Acetone และ Benzene ดังนั้นสารพวก Dehydratingและ clearing agents ที่เราใช้สำหรับกระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อตัวอย่างจึงจัดเป็น fat solvent เพราะฉะนั้นเมื่อต้องการย้อมดูไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จึงต้องอาศัยการตัดชิ้นเนื้อด้วยความเย็นจัด (Frozen section) และควรใช้สไลด์ที่มีเจลาตินเคลือบเพื่อป้องกันชิ้นเนื้อหลุดขณะย้อม (Mota, 2018)

กระดูกยาว (long bone) หมายถึง กระดูกประเภทหนึ่งที่มีความยาวมากกว่าความกว้าง โดยมีการเติบโตแบบปฐมภูมิโดยมีการยืดออกของบริเวณตอนกลางของกระดูก โดยการเจริญเติบโตทางยาวของกระดูกยาวเป็นผลจากการสร้างกระดูกแทนที่กระดูกอ่อน ที่บริเวณแผ่นแผ่นกระดูกอ่อน การยืดยาวของกระดูกถูกกระตุ้นโดยฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองที่ทำหน้าที่ในการเจริญเติบโตของร่างกาย ซึ่งหลั่งจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ตัวอย่างกระดูกที่เป็น กระดูกยาว (long bone) เช่น กระดูกต้นขา แข้ง น่องขา ต้นแขน เรเดียส อัลนา กระดูกฝ่ามือและกระดูกฝ่าเท้าเป็นต้น (Clarke, 2008)

กระดูกหัก (bone fracture) หมายถึง ภาวะที่กระดูกได้รับแรงกระแทกมากเกินไปทำให้กระดูกไม่สามารถรองรับน้ำหนักจากแรงดังกล่าวได้ทำให้เกิดการหัก (Field, 2018)

การผ่าศพทางนิติเวชศาสตร์ (Forensic Autopsy) หมายถึง กระบวนการการผ่าศพ (Autopsy) โดยจะเริ่มตั้งแต่การตรวจสภาพศพภายนอก ตรวจบาดแผล และการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของร่างกายภายนอก แล้วจึงผ่าศพเพื่อตรวจภายใน หาสาเหตุการตาย กลไกในการตาย และในบางรายอาจจะช่วยเป็นแนวทางให้ทราบถึงพฤติการณ์ในการตายได้ ส่วนวิธีการที่จะใช้มีดกรีดผิวหนังให้เป็นรูปร่างใด จากตำแหน่งใด ขึ้นอยู่กับความจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้ในแต่ละรายให้เหมาะสม เพื่อให้ได้รายละเอียดและข้อมูลตามต้องการ

นิติพยาธิวิทยา (Forensic Pathology) หมายถึง การตรวจชิ้นเนื้อทางนิติพยาธิวิทยาโดยการส่งชิ้นเนื้อส่วนจากศพที่ชันสูตร เพื่อการวินิจฉัยหาสาเหตุการตายทางนิติพยาธิวิทยาควรส่งอวัยวะ

ที่ต้องการตรวจมาทั้งอวัยวะ เช่น หัวใจ ปอด ตับ ไต ฯลฯ แช่ในน้ำยาฟอร์มาลิน 10% โดยให้ปริมาณของน้ำยาเป็น 5 - 10 เท่าของอวัยวะที่ส่งมา (วรวีร์ ไวยวุฒิ, 2560)

การตรึงชิ้นเนื้อ (Fixation) หมายถึง การแช่ชิ้นเนื้อในน้ำยารักษาสภาพชิ้นเนื้อ

การตรวจชิ้นเนื้อ (Gross examination) หมายถึง การตรวจด้วยตาเปล่ารวมไปถึงกระบวนการตัดชิ้นเนื้อ

มหพยาธิวิทยา (Gross pathology) หมายถึง ลักษณะแสดงในระดับมหัพภาค (หรือระดับตาเปล่า) ของโรคที่เกิดในอวัยวะ, เนื้อเยื่อ และเป็นคำที่ใช้กันทั่วไปในวิชาพยาธิกายวิภาค (anatomical pathology) เพื่อหมายถึงการตรวจเพื่อวินิจฉัยหาข้อมูลในชิ้นเนื้อตัวอย่างหรือการชันสูตรพลิกศพ (autopsy) (Hamid, 2003)

การย้อมสีชิ้นเนื้อ (Tissue Staining) หมายถึง กระบวนการย้อมสีชิ้นเนื้อโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการแยกส่วนประกอบต่างๆของเซลล์ และชิ้นเนื้อโดยอาศัยปฏิกิริยาของการติดสี

การตัดชิ้นเนื้อด้วยความเย็นจัด (Frozen section) หมายถึง การตัดชิ้นเนื้อให้เป็นแผ่นบางๆ โดยการทำให้ชิ้นเนื้อแข็งตัวภายใต้อุณหภูมิ -20 องศาในเวลาอันรวดเร็ว ทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งและเซลล์เปลี่ยนรูปร่างจากปกติ และต้องอาศัยการตรวจด้วยวิธีปกติทางพยาธิวิทยาเพื่อยืนยันการวินิจฉัยเสมอ ดังนั้นหากชิ้นเนื้อที่ส่งการตัดชิ้นเนื้อด้วยความเย็นจัด (Frozen section) จะเป็นชิ้นเนื้อขนาดเล็ก แนะนำว่าควรตัดชิ้นเนื้อเผื่อสำหรับการตรวจด้วย วิธีปกติทางพยาธิวิทยาอย่างน้อยอีกหนึ่งชิ้นเพื่อให้ได้ชิ้นเนื้อที่มีสภาพดีพอสำหรับการวินิจฉัย (สมรมาศ กันเงิน, 2562)

ปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) หมายถึง การประเมินเป็นระดับโดยใช้เกณฑ์ของ Falzi’s grading ด้วยการดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ดังนี้ ระดับ 0 หมายถึง ไม่พบไขมันพบไขมันระดับ 1 หมายถึง ลักษณะไขมันเป็นหยดๆ กระจัดกระจายอยู่ทุกบริเวณ ระดับ 2 หมายถึง ลักษณะไขมันเป็นวงกลม หรือลักษณะคล้ายไส้กรอก มี่ความซ้อนทับกันมากขึ้นในทุกบริเวณ และ ระดับ 3 หมายถึง ลักษณะไขมันที่พบคล้ายเขากวางกระจายอยู่ทุกบริเวณ (Makino, 2019)

**1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ จะก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งในเชิงวิชาการและการประยุกต์ใช้ในทางนิติวิทยาศาสตร์ดังนี้

1.7.1 ประโยชน์ในด้านวิชาการ

1) ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับกลไกการเกิดภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ทบทวนวรรณกรรม งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทความและวารสารทางวิชาการต่าง ๆ ซึ่งพบว่าลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เกิดจากกรดไขมัน (free fatty acid) เข้าไปในกระแสเลือดร่วมกับการกระตุ้นเกล็ดเลือด (platelets) ซึ่งทำให้เกิดการเกาะตัวของเกล็ดเลือดและไขมันซึ่งไขมันชนิดนี้จะออกมาเมื่อเกิดการหักของกระดูกเนื่องจากลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จะไปตามกระแสเลือดและไปอุดกั้นที่หลอดเลือดขนาดเล็กที่อวัยวะต่างๆเช่นปอด สมอง ทำให้อวัยวะนั้นไม่สามารถทำงานได้ส่งผลทำให้เกิดการเสียชีวิต

2) นำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยไปอ้างอิงต่อยอดวิจัยครั้งต่อไปเพื่อเป็นแนวทางให้แพทย์นิติเวชในการวินิจฉัยสาเหตุการตายในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ

1.7.2 ประโยชน์ด้านการประยุกต์ใช้

1) สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางให้แก่แพทย์นิติเวชในกรณีที่ต้องการวินิจฉัยสาเหตุการเสียชีวิตในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ

2) เพื่อเป็นข้อมูลในการตรวจทางห้องพยาธิวิทยาสำหรับผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและเพื่อนำไปพัฒนาหรือนำไปใช้ให้เหมาะสมกับหน่วยงานนั้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

# บทที่ 2
# แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานในบทนี้ เป็นการประมวลและสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎีที่สำคัญของนักวิชาการ รวมทั้งงานวิจัยต่างๆ เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการวิจัยและเป็นประโยชน์ในการกำหนดกรอบแนวคิดเบื้องต้นของการวิจัย ซึ่งแบ่งการนำเสนอเป็น 5 หัวข้อ โดยผู้วิจัยได้สรุปสาระครอบคลุมประเด็นการศึกษา ดังนี้

2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism)

2.2 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการวินิจฉัยการเสียชีวิตในทางนิติวิทยาศาสตร์

2.3 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเกิดเกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism)

### 2.1.1 สาเหตุของการเกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)

การเกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) สามารถพบได้ในทั้งสาเหตุจากการได้รับอุบัติเหตุ หรือการผ่าตัด (Injury) หรือสาเหตุอื่นๆ ได้พบในผู้ป่วยที่มีกระดูกหัก แล้วต่อมาเกิดอาการหายใจลำบากร่วมกับภาวะหมดสติในเวลาต่อมา เนื่องจากมี ลิ่มไขมัน (fat emboli) ไปอุดกั้นตามอวัยวะต่างๆ การวินิจฉัยต้องอาศัย ความช่างสังเกต และต้องทราบปัจจัยเสี่ยงซึ่งได้แก่ ภาวะบาดเจ็บหรือการผ่าตัดของเนื้อเยื่อค้ำจุนและกระดูก, การปลูกถ่ายไขกระถูก, การทำดูดไขมัน, ภาวะที่ถูกไฟไหม้, กระดูกอักเสบ เป็นต้น เส้นเลือดอุดตันจากไขมัน (Fat Embolism) มักเกิด 24-72 ชม. ภายหลังจากมีกระดูกหักหรือมีการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อที่มีไขมัน ซึ่งโดยปกติจะพบเสมอ แต่การมีมากจนทำให้ตายจะเกิดขึ้นนานๆครั้ง โดยจะมีอาการหายใจไม่พอ ไม่รู้สึกตัวและผื่นขึ้น ต่อจากนั้นอาจจะมีหัวใจเต้นเร็วและไตวาย แต่ส่วนใหญ่ที่เกิดมากพอที่จะทำให้ตายมักจะตายจากระบบหายใจล้มเหลวเนื่องจาก ไขมันอุดเส้นเลือดที่ไปปอด โดยกลไกคล้ายกับการอุดตันจากอากาศ การจะแสดงว่ามีไขมันในปอดต้องทำโดยการตัดชิ้นเนื้อด้วยวิธีพิเศษ (frozen section) และย้อมสีพิเศษ (oil red O) ในการวินิจฉัยในผู้ป่วยจะดู ทั้ง major และ minor criteria ประกอบกันโดยใช้เกณฑ์ของ Gurd and and Wilson Criteria (เลี้ยง หุยประเสริฐ, 2559)

**2.1.2 กลไกการเกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)**

การเกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ประกอบด้วย 2 ทฤษฎี ได้แก่ ทฤษฎีทางกลศาสตร์ เกิดจากมีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่บริเวณหลอดเลือดของอวัยวะในระบบต่างๆ ซึ่งลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่ออกมานั้นเกิดจากกการหลั่งจากไขกระดูกที่เกิดการบาดเจ็บโดยตรง ส่งผลทำให้ระบบการทำงานของอวัยวะนั้นๆ เกิดความเสียหาย ส่วนทฤษฎีที่สอง ทฤษฎีทางชีวเคมี เกิดจากกระบวนการอักเสบที่เกิดจากการบาดเจ็บ โดยจะมีการหลั่งของกรดไขมันจากไขกระดูกเข้าสู่ระบบหลอดเลือดดำ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของกรดไขมันและสารที่เหนี่ยวนำทำให้เกิดการอักเสบ ส่งผลทำให้เกิดการทำลายของหลอดเลือดฝอย และการเพิ่มขึ้นของระดับกรดไขมันอิสระส่งผลทำให้เนื้อเยื่อขาดออกซิเจน (hypoxemia) ส่วนใหญ่บริเวณที่เกิดจากการที่กรดไขมันอิสระเหนี่ยวนำทำให้เกิดการอักเสบคือบริเวณปอด จากทั้งสองทฤษฎีทั้งจากการลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) และกรดไขมันอิสระที่ทำให้เกิดการอักเสบที่พบบริเวณปอดจะส่งผลทำให้เกิดภาวะหายใจล้มเหลวเฉียบพลัน (Acute respiratory distress syndrome) ตามมา (Shaikh, 2009)

**2.1.3 อาการทางคลินิกของลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)**

อาการที่แสดงไม่มีความจำเพาะเจาะจง อาการที่พบได้แก่ หายใจเร็วกว่าปกติ (tachypnea) หัวใจเต้นเร็วกว่าปกติ (tachycardia) และเป็นไข้ ร่วมกับการมีจุดเลือดออก ส่วนอาการอื่นๆ ที่จำเพาะจะขึ้นอยู่กับบริเวณที่เกิดขึ้นด้วย การพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (fat embolism) ส่วนใหญ่พบที่ระบบไหลเวียนเลือดบริเวณปอด ซึ่ง 75% พบว่าคนไข้มีการถูกกดการหายใจ ทำให้ระบบการหายใจไม่ทำงานซึ่งจะแบ่งออกเป็นระดับตั้งแต่การที่มีภาวะขาดออกซิเจนไปจนถึงภาวะที่มีการถูกกดการหายใจ (respiratory distress syndrome) 50% ของผู้ป่วยพบว่ามีจุดเลือดออกบริเวณจอตา (retina) รวมไปถึงการมีภาวะเกล็ดเลือดต่ำ (thrombocytopenia) และมีการลดลงของฮีโมโกบินอีกด้วย (Shaikh, 2009)

**2.1.4 การวินิจฉัยลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)**

การวินิจฉัยลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เนื่องจากภาวะนี้มีอาการทางคลินิกที่มีความหลากหลาย ซึ่งในการวินิจฉัยจะใช้ Guard and Wilson’s criteria ในการวินิจฉัยภาวะดังกล่าว

Gurd and and Wilson Criteria for FES ประกอบด้วย Major และ Minor criteria Major criteria ได้แก่

- Petechiae rash บริเวณหน้าอก รักแร้ เยื่อบุตาขาว
- Respiratory insufficiency อัตราการหายใจ > 35 ครั้ง/นาที หายใจลำบาก หายใจเหนื่อย เร็วตื้น Oxygen sat
- < 92% room air
- Cerebral involvement กระสับกระส่าย สับสน ซึมจนไม่รู้สึกตัว

Minor criteria ได้แก่

-Tachycardia อัตราการเต้นของหัวใจ > 110 ครั้ง/นาที

- Fever ไข้ > 38.5 องศาเซลเซียส
- Retinal changes พบ petechiae บริเวณเยื่อบุตาด้านล่าง
- Jaundice
- Renal signs ปัสสาวะไม่ออก หรือออกน้อยกว่า 0.5 cc/kg/hr
- Trombocytopenia platelet count < 150,000 $mm^{-3}$
- Anemia / ESR สูง

ซึ่งในการวินิจฉัยจะต้องประกอบด้วยด้วย 1 major criteria ร่วมกับ 1 minor criteria (Shaikh, 2009)

มหาวิทยาลัยศิลปากร

## 2.2. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการวินิจฉัยการเสียชีวิตในทางนิติวิทยาศาสตร์

### 2.2.1 การชันสูตรพลิกศพ

การชันสูตรพลิกศพ หมายถึง การตรวจศพที่ตายโดยผิดธรรมชาติยังสถานที่พบศพ รวมไปถึงการตรวจศพยังสถานที่ตรวจศพด้วย เป็นเรื่องที่แพทย์และพนักงานสอบสวนตลอดจนญาติที่เกี่ยวข้องจะต้องทราบเพื่อที่จะได้จัดการอย่างใดอย่างหนึ่งให้ถูกต้องตามกฎหมายหรือในกรณีที่ตายเป็นปัญหาทางคดี เจ้าหน้าที่จะได้ร่องรอยและหลักฐานอย่างรวดเร็วเพื่อนำความยุติธรรมมาสู่ประชาชนต่อไป ส่วนศพที่ตายโดยธรรมชาตินั้น แพทย์ที่มีใบอนุญาตประกอบเวชกรรมทุกท่านสามรถออกใบรับรองการตายเกี่ยวกับคนไข้ที่ตนรักษาได้ โดยการชันสูตรเป็นเพียงการตรวจลักษณะภายนอกและมีจุดประสงค์ในการดำเนินการในสถานที่พบศพ ยกเว้นในกรณีที่ทำให้เกิดปัญหาในด้านจราจรหรือเป็นอันตรายต่อประชาชนก็สามารถเคลื่อนย้ายไปทำการชันสูตรสถานที่อื่นที่เหมาะสมได้ ซึ่งจากการชันสูตรพลิกศพมีความมุ่งหมายให้ผู้ชันสูตรทำความเห็นในเรื่องต่างๆ ประกอบด้วย 4 ประการ ได้แก่ 1. เหตุและพฤติการณ์ที่ตาย(Manner of death) พฤติการณ์การตายหมายถึง การตายโดยอุบัติเหตุทำตนเองหรือถูกทำร้ายตายหรือตายโดยโรคภัยไข้เจ็บซึ่งถือว่าตายโดยธรรมชาติ 2. ผู้ตาย 3. สถานที่และเวลาตาย 4. ผู้ที่ทำให้ตาย (เท่าที่พอจะบอกได้) (อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2544)

### 2.2.2 การผ่าศพทางนิติเวชศาสตร์

การผ่าศพ (Autopsy) หมายถึง การชันสูตรศพโดยละเอียด มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาสาเหตุการตายที่เกี่ยวข้องทั้งหมด กลไกในการตาย และเพื่อให้ทราบแน่ชัดว่าอาการของโรคดำเนินมาอย่างไร นานเท่าใดและเกี่ยวพันกับบาดแผลที่เกิดขึ้นใหม่ หรือพยาธิสภาพเก่าหรือทั้งสองอย่างรวมกัน ลักษณะของการผ่าศพเป็นการตรวจภายในร่างกายและใช้มีดกรีดบริเวณผิวหนังเพื่อดูความผิดปกติของอวัยวะภายในร่างกายซึ่งรูปแบบและตำแหน่งของการกรีดขึ้นอยู่กับความจำเป็นซึ่งต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับแต่ละราย

การผ่าศพทางนิติเวชศาสตร์มีวิธีการเช่นเดียวกับการผ่าศพทางพยาธิวิทยา (pathological autopsy) คือเริ่มตั้งแต่การตรวจสภาพศพภายนอก ตรวจบาดแผล ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงต่างๆของร่างกายภายนอก แล้วจึงผ่าศพเพื่อตรวจภายใน เพื่อหาสาเหตุการตาย กลไกในการตาย ซึ่งในบางรายอาจใช้เป็นแนวทางให้ทราบถึงพฤติการณ์ในการตายได้ แพทย์ผู้รักษาต้องให้ความร่วมมือในการส่งรายละเอียดเกี่ยวกับประวัติการ รักษาพยาบาล เช่น อาการของโรค การดำเนินโรค การรักษาพยาบาล ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ อาการที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างการรักษา

ตลอดจนรายละเอียดการบริหารยาให้ผู้ป่วย เพื่อให้แพทย์ได้นำข้อมูลมาประมวลผลร่วมกับการตรวจทั้งจากภายในและภายนอกร่างกาย รวมไปถึงผลการตรวจชิ้นเนื้อที่ดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งในการดูชิ้นเนื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์นั้นนอกจากจะเป็นประโยชน์ในด้านการวินิจฉัยแล้ว ยังสามารถใช้ในการยืนยันพยาธิสภาพที่พบได้อย่างถาวร

ถึงแม้ในการผ่าศพจะเน้นไปทางด้านบาดแผลภานนอก แต่การตัดชิ้นเนื้อดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์นั้น (microscopic examination) ยังมีความจำเป็นอย่างมาก ถึงแม้ในบางครั้งเกิดการตายขณะเกิดเหตุแต่บาดแผลต่างๆ ที่ดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ยังมีกรณีอื่นๆ เช่น การตายอย่างกะทันหัน การตายในระหว่างการควบคุมของเจ้าพนักงานซึ่งส่วนใหญ่เป็นการตายตามธรรมชาติและการตัดชิ้นเนื้อไปดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ถือว่ามีความสำคัญอย่างมากในการวินิจฉัย (เลี้ยง หุยประเสริฐ, 2559)

**2.2.3 การตรวจวินิจฉัยทางพยาธิกายวิภาค**

1) ความหมายของการวินิจฉัยทางพยาธิกายวิภาค

การวินิจฉัยทางพยาธิกายวิภาค หมายถึง วิธีการที่นำชิ้นเนื้อผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อให้ชิ้นเนื้อมีลักษณะบางและย้อมด้วยสีย้อม เพื่อวินิจฉัยว่ามีความปกติ อักเสบ เนื้องอกหรือมะเร็ง ซึ่งการตรวจทางพยาธิวิทยา โดยการส่องกล้องจุลทรรศน์จากพยาธิแพทย์จะทำให้ตรวจได้แม่นยำกว่าการตรวจทางเซลล์วิทยา เพราะการตรวจด้วยวิธีนี้จะมีความละเอียดและแม่นยำมากกว่าการตรวจทางเซลล์วิทยา

2) ประเภทของการตรวจทางพยาธิวิทยา แบ่งออกเป็น 2 แขนงใหญ่ ดังนี้

1. พยาธิวิทยาคลินิก (Clinical Pathology) ศึกษาทางห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจค้นความผิดปกติในส่วนประกอบต่างๆ ของผู้ป่วยที่เก็บจาก เลือด น้ำไขสันหลัง สารน้ำจากช่องต่างๆของร่างกาย เช่น อุจจาระ ปัสสาวะ เสมหะ เป็นต้น การตรวจระดับน้ำตาลในเลือดเพื่อดูว่าเป็นเบาหวาน หรือการตรวจดูการทำงานของไต ตับ ตัวอย่างของการตรวจทางพยาธิคลินิก ในบางกรณียังสามารถวินิจฉัยโรคที่ผู้ป่วยเป็นก่อนที่จะแสดงอาการได้ด้วย เช่น ผู้ป่วยที่รับการตรวจร่างกายประจำปี แล้วพบว่าระดับโคเลสเตอรอลในเลือดสูงกว่าปกติ โดยไม่มีอาการใดๆ แพทย์ผู้ดูแลจะได้ให้การรักษาแต่เนิ่นๆ ก่อนที่จะปรากฏอาการอันเนื่องมาจากโคเลสเตอรอลสูงในภายหลัง

2. พยาธิวิทยากายวิภาค (Anatomical Pathology) ศึกษาเกี่ยวกับรูปร่างหรือโครงสร้างของเซลล์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะที่เป็นโรค ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดที่สุดคือ การตรวจชิ้นเนื้อที่

ตัดออกมาจากร่างกายผู้ป่วย เพื่อวินิจฉัยโรคที่เป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โรคมะเร็งของอวัยวะต่างๆ งานทางด้านพยาธิวิทยากายวิภาคนั้น แบ่งออกได้ ดังนี้

- พยาธิศัลยกรรม หรือ การตรวจวินิจฉัยชิ้นเนื้อ (Surgical Pathology) เป็นการวินิจฉัยโรคจากเนื้อเยื่อหรืออวัยวะที่ได้จากร่างกายของผู้ป่วย จุดประสงค์ในการตรวจเพื่อใช้ในการรักษาในทางที่ถูกต้องต่อไป เช่นการพบตุ่มสีดำที่ผิวหนัง เมื่อแพทย์ทำการมองด้วยตาเปล่าไม่สามารถทราบได้ว่าเป็นมะเร็งหรือเป็นแค่ไฝธรรมดา แพทย์จึงจำเป็นจ้องทำการตัดชิ้นเนื้อบริเวณนั้นทำการส่งเพื่อให้พยาธิแพทย์ตรวจ เนื่องจากการรักษามีความแตกต่างกันมากระหว่างมะเร็งกับไฝธรรมดา โดยขั้นตอนของพยาธิแพทย์จะเริ่มตั้งแต่ การตรวจชิ้นเนื้อด้วยตาเปล่า เพื่อดูลักษณะและบริเวณที่เกิดรอยโรคซึ่งเป็นการวินิจฉัยในเบื้องต้น จากนั้นก็ทำการตัดชิ้นเนื้อต้องสงสัยไปส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการให้ทำออกมาเป็นสไลด์สำหรับให้พยาธิแพทย์อ่านผล

- เซลล์วิทยา (Cytology) เป็นการตรวจดูความผิดปกติของเซลล์โดยการตรวจที่นิยมที่สุดคือการตรวจหาเซลล์มะเร็งที่หลุดออกมาในสารคัดหลั่งของร่างกาย ยกตัวอย่าง เช่น การตรวจแพพสเมียร์ การตรวจหามะเร็งปากมดลูก การตรวจเสมหะและน้ำในช่องต่างๆ ของร่างกาย เช่น ช่องท้อง ช่องปอด รวมไปถึงการดูดเนื้อเยื่อหรือเซลล์ภายในร่างกายด้วยเข็มขนาดเล็ก (fine needle aspiration: FNA) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมทำในปัจจุบัน เนื่องจากมีความสะดวก ไม่ต้องดมยาสลบ และบาดแผลที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็ก โดยวิธีการคือแพทย์จะทำการดูดเนื้อเยื่อหรือสารคัดหลั่งภายในร่างกายที่ต้องการส่งตรวจป้ายลงบนสไลด์และส่งมายังห้องปฏิบัติการเพื่อให้แพทย์ได้ตรวจวินิจฉัย วิธีนี้นิยมใช้ตรวจในผู้ป่วยที่มีก้อนเนื้อที่ต่อมไทรอยด์ เต้านมและต่อมน้ำเหลือง

- การตรวจศพ (Autopsy) เป็นการผ่าตรวจพยาธิสภาพของร่างกายผู้ป่วยที่เสียชีวิตแล้ว เพื่อค้นหาสาเหตุของการเสียชีวิต และเป็นการตรวจสอบ ว่าการวินิจฉัยโรคและการรักษาในขณะที่ผู้ป่วยมีชีวิตอยู่นั้นเป็นอย่างไร การตรวจศพนี้ถือว่าเป็นแหล่งข้อมูลที่มีประโยชน์ยิ่งในทางการแพทย์ เพื่อให้แพทย์นำไปใช้ในการดูแลรักษาผู้ป่วยรายต่อไป ขณะทำการตรวจพยาธิแพทย์และเจ้าหน้าที่ช่วยผ่าศพ จะทำการผ่าเปิดตรวจอวัยวะภายใน ตั้งแต่กะโหลกศีรษะจนถึงช่องท้อง เพื่อตรวจหาสิ่งผิดปกติที่เห็นด้วยตาเปล่า และ เก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อเพื่อทำสไลด์ (วรวีร์ ไวยวุฒิ, 2560)

3) ขั้นตอนในการทำสไลด์ชิ้นเนื้อเพื่อตรวจทางพยาธิกายวิภาค

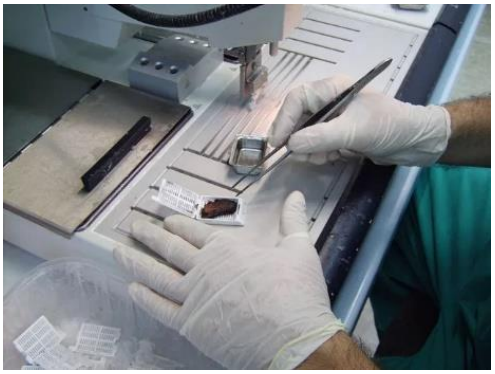
1. การเตรียมชิ้นเนื้อเพื่อการตรวจ (Preparation of tissue) ได้แก่ การเตรียมชิ้นเนื้อด้วยกระบวนการต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การแช่น้ำยารักษาสภาพชิ้นเนื้อ (Fixation) และ การตรวจด้วยตาเปล่าและตัดชิ้นเนื้อ (Gross examination)

2. การตัดเล็มชิ้นเนื้อ (Dissection) เป็นการตัดชิ้นเนื้อเพื่อเลือกบริเวณที่เกิดพยาธิสภาพมาก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยสารเคมี

3.การเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมี (Tissue Processing) หมายถึง การคงสภาพชิ้นเนื้อหลังการตัดเล็มโดยการบรรจุลงบล็อกสำหรับใส่ชิ้นเนื้อ และนำเข้าเครื่องเตรียมชิ้นเนื้อ (Tissue processor) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การตรึงเนื้อเยื่อ (Fixation) การนำน้ำออกจากเนื้อเยื่อ(Dehydration) การทำให้เนื้อเยื่อใส (Clearing) และการแทรกซึมของพาราฟิน (Infiltration)

รูปภาพที่ 1 เครื่องเตรียมชิ้นเนื้อด้วยน้ำยาเคมี (Tissue Processing)

4.การทำบล็อกชิ้นเนื้อ (Embedding) เป็นกระบวนการหล่อชิ้นเนื้อที่ผ่านกระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อด้วยสารเคมี โดยใช้พาราฟิน เป็นตัวที่หล่อเข้ากับชิ้นเนื้อ ลักษณะบล็อกที่ได้ออกมาจะเป็นสี่เหลี่ยมทำให้ง่ายและสะดวกต่อการตัดชิ้นเนื้อ (sectioning) โดยที่บล็อกชิ้นเนื้อที่ได้จะเรียกว่า พาราฟินบล็อก (paraffin block)



รูปภาพที่ 2 การทำบล็อกชิ้นเนื้อ (Embedding)

5. การตัดบล็อกชิ้นเนื้อ (Sectioning) เป็นการตัดชิ้นเนื้อให้เป็นแผ่นบางๆ โดยให้ได้ความหนาประมาณ 3-5 ไมครอน โดยใช้เครื่องไมโครโตม (Microtome) ในการตัด

รูปภาพที่ 3 การการตัดบล็อกชิ้นเนื้อ (Sectioning) ด้วยเครื่องไมโครโตม (microtome)

6. การย้อมสีชิ้นเนื้อ (Staining) เช่น วิธีการย้อมด้วยสี Hematoxylinและ Eosin เพื่อดูลักษณะความผิดปกติของเซลล์ และ วิธีการย้อมด้วยสี Oil red O เพื่อดูลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)

7. การเคลือบสไลด์ชิ้นเนื้อ (Permount) ด้วยกระจกปิดสไลด์ (cover slip) เพื่อป้องการการเสียหายและสามารถคงสภาพชิ้นเนื้อไว้ให้นานยิ่งขึ้น

8. การจัดส่งสไลด์ชิ้นเนื้อ (Report) พร้อมกับเอกสารระบุรายละเอียดให้แพทย์ หลังจากเคลือบสไลด์และติดสติ๊กเกอร์ระบุเลขที่รายงานและชื่อแพทย์ผู้รับผิดชอบสุดท้าย พยาธิแพทย์จะสรุปสิ่งที่ตรวจพบ อันเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตในผู้ป่วย (สมรมาศ กันเงิน, 2562)

## 2.3 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O

### 2.3.1 หลักการย้อมชิ้นเนื้อด้วยด้วยสี Oil red O

เป็นวิธีการย้อมสีชิ้นเนื้อเพื่อดูลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) โดยสีที่ใช้ในการย้อมมีคุณสมบัติละลายได้ในไขมัน หรือ องค์ประกอบที่เป็นไขมัน ด้วยเหตุนี้การย้อมลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จึงจัดอยู่ในประเภท physical stain fat และ lipid ซึ่งเกี่ยวข้องกันทางเคมี ทั้งสองอย่างละลายได้ใน Ether, Chloroform, Alcohol, Xylene, Acetone และ Benzene ดังนั้นสารพวก Dehydratingและclearing agents ที่เราใช้สำหรับกระบวนการเตรียมชิ้นเนื้อตัวอย่างจึงจัดเป็นสารที่ละลายในไขมัน (fat solvent) เพราะฉะนั้นเมื่อต้องการย้อมดูไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จึงต้องอาศัยการตัดชิ้นเนื้อด้วยความเย็นจัด (Frozen section) และควรใช้สไลด์ที่มีเจลาตินเคลือบเพื่อป้องกันชิ้นเนื้อหลุดขณะย้อม

### 2.3.2 ความสำคัญของการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O

การย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil Red O เป็นอีกวิธีหนึ่งในการย้อมทางพยาธิวิทยาที่ดูชิ้นเนื้อที่มีการสะสมของลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ซึ่งจะพบได้ในกรณีคนนที่มีการหักของกระดูกหรือเป็นโรคเกี่ยวกับไขมันมากก่อน ซึ่งการย้อมนี้เมื่อดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าในบริเวณที่มีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จะติดสีแดงของสีย้อม Oil Red O solution

### 2.3.3 วิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O

1) นำชิ้นเนื้อตัวอย่างที่ตัดด้วยวิธีการตัดชิ้นเนื้อด้วยความเย็นจัด (Frozen section) ซึ่งปล่อยให้แห้งแล้วผ่าน 60% isopropanol

2) ย้อมใน Working Oil Red O solution เป็นเวลา 15 นาที

3) ล้างสีส่วนเกินใน 60% isopropanol จนพื้นสไลด์ไม่เป็นคราบสี

4) ล้างในน้ำประปาไหล

5) ย้อมสีทับสีเดิม (Counterstain) โดยใช้ Mayer’s hematoxylin 4 นาที

6) ล้างในน้ำประปาไหล

7) ผ่านลงในน้ำยา Saturatied Lithium carbonate (bluing) เพื่อเน้นสีน้ำเงิน โดยจุ่ม 3 ครั้ง

8) ล้างน้ำประปาไหล

9) เช็ดบริเวณรอบๆชิ้นเนื้อให้แห้ง แล้วปิดแผ่นสไลด์(mount) ด้วยเจลาติน (เพราะถ้าใช้ synthetic media เช่น permount สารทำละลายอินทรีย์ที่ผสมอยู่จะละลายสารประกอบที่เป็นไขมันได้) ในกรณีที่มีการเกิดฟองอากาศขึ้นชิ้นเนื้อที่ตัด อย่ากดกระจกปิดแผ่นสไลด์เพื่อไล่ฟองอากาศ แต่ให้แช่ในสไลด์ในน้ำจนกระทั่งกระจกปิดสไลด์หลุดออกแล้วทำการปิดสไลด์ใหม่ (Mota, 2018)

**2.3.4 การแปลผลและการหาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จากการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O**

**1) การแปลผลที่ได้จากการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O**

พบการติดสีแดง แปลผลว่า Positive แสดงว่ามีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในชิ้นเนื้อ ถ้าไม่พบการติดสีแดง แปลผลว่า Negative แปลว่า บริเวณนั้นไม่มีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) อยู่

**2) การหาปริมาณไขมันจากการย้อมโดยวิธี Oil red O**

การหาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จะประเมินเป็นระดับโดยใช้เกณฑ์ของ Falzi’s grading ด้วยการดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ดังนี้

ระดับ 0 หมายถึง ไม่พบไขมันพบไขมัน

ระดับ 1 หมายถึง ลักษณะไขมันเป็นหยดๆ กระจัดกระจายอยู่ทุกบริเวณ

ระดับ 2 หมายถึง ลักษณะไขมันเป็นวงกลม หรือลักษณะคล้ายไส้กรอก มีความซ้อนทับกันมากขึ้นในทุกบริเวณ

ระดับ 3 หมายถึง ลักษณะไขมันที่พบคล้ายเขากวางกระจายอยู่ทุกบริเวณ (Makino, 2019)

**2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

แบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism) และ 2)วิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O โดยมีรายละเอียดดังนี้

**2.4.1 ลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)**

Filograna (2010: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การวินิจฉัยภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่ปอด ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสียชีวิตร่วมกับการตรวจศพเพื่อดูการแพร่กระจายและทำการตัดชิ้นเนื้อ (biopsy) หลังการเสียชีวิต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงวิธีต่างๆ ที่ผู้วิจัยใช้ในการวินิจฉัยภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่ปอดเพื่อที่จะบ่งบอกได้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับการเกิดภาวะนี้ โดยวิธีต่างๆ ประกอบไปด้วย 1. การทำMSCT(multi-slice computed tomography) 2. การทำ needle biopsy หลังการเสียชีวิต 3. การดูทางพยาธิวิทยา ซึ่งวิธีการแรกที่ทำคือ MSCT จะทำหลังจากการเสียชีวิต 12 ชั่วโมง ส่วนการทำ needle biopsy หลังการเสียชีวิต จะทำหลังจากการทำ CT scan แล้วโดยเจาะบริเวณ medio-basal และ apical regions ของปอดทั้งสองข้างและนำไปดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์จากนั้นนำมาหาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) โดยใช้เกณฑ์ของ Falzi’s grading ค่าที่ออกมาเป็นระดับประกอบ ได้แก่ ระดับ 0 หมายถึง ไม่พบการติดสีแดงของไขมัน ระดับ 1 หมายถึง พบลักษณะของไขมันที่ติดสีแดงเป็นหยดๆ กระจายอยู่ทุก field ระดับ 2 หมายถึง พบลักษณะของไขมันที่ติดสีแดงคล้ายไส้กรอกหรือลักษณะเป็นวงกลมที่ซ้อนทับกันมากขึ้นกระจายอยู่ทุก field และระดับ 3 หมายถึงพบลักษณะของไขมันที่ติดสีแดงในลักษณะเหมือนเขากวางปริมาณมากในทุกๆ fieldและวิธีต่อไปคือการตรวจทางพยาธิวิทยา โดยจะใช้ชิ้นเนื้อที่มีขนาดกว้างxยาว 1.6x22 มิลลิเมตร.หลังการเก็บในน้ำ 5-10 นาที เพื่อให้เกิดการแตกของเม็ดเลือดแดง (hemolysis) จากนั้นย้อมด้วยสี sudan III โดยไม่ผ่านการตัดบล็อกชิ้นเนื้อ (section) จากนั้นนำมาปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ จากนั้นดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์และหาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)

ผลการศึกษาพบว่า จากการตรวจภายนอกพบมีกระดูกสันหลังคดอย่างรุนแรง มีการตกของเลือดหลังการเสียชีวิตบริเวณแผ่นหลังและด้านหลังของลำตัว จุดเลือดออกที่เยื่อบุตา บาดแผลลักษณะตื้นมีการฉีกขาดถูกทำลายหลายตำแหน่ง และพบก้อนเลือดและรอยถลอกบริเวณแขนซ้ายและขา จากการตรวจทางรังสีวิทยาพบถุงลมมีขนาดใหญ่แต่ไม่พบของเหลวภายในกระดูกซี่โครงด้านล่างหักหลายซี่ หัวใจมีขนาดใหญ่กว่าปกติ ไม่มีการถูกทำลายของหลอดเลือด และ

ผลการตรวจทางพยาธิวิทยาจากการตัดชิ้นเนื้อ (biopsy) และย้อมโดยวิธี sudanIII พบปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) อยู่ในระดับ3

Macro Piolant (2016: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องภาวะที่มีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จากการทำ CT scan ในผู้ป่วย 18 ราย โดยการประเมินการเกิดภาวะ fat embolism syndrome ของผู้ป่วยทั้งหมด 18 รายด้วยวิธีการทำ CT scan ร่วมกับการประเมินอาการทางคลินิกโดยใช้ Gurd and Wilson criteria

ผลการศึกษาพบว่าลักษณะของผู้ป่วยที่มีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) แสดงออกมา 3 ลักษณะได้แก่ ไม่พบความผิดปกติจากการตรวจ มีความผิดปกติบริเวณถุงลมปอดทั้งสองข้างและการมีระบบหายใจล้มเหลวเฉียบพลัน (Acute respiratory distress syndrome) มี 17 รายที่มีการพบ patchy opacities กระจายอยู่บริเวณปอด 15รายพบมีการทับซ้อนกันของรูปแบบ random nodular ซึ่งส่วนใหญ่ลักษณะที่พบได้แก่ ground glass opacities และ lobular consolidation และสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้มีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ส่วนใหญ่เกิดจากการกระดูกหัก (bone fracture) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกระดูกยาว (long bone) ทำให้ลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่ออกมาจากกระดูกที่มีการหักไหลไปตามกระแสเลือดและไปอุดกั้นที่เส้นเลือดขนาดเล็กบริเวณปอดทำให้บริเวณปอดเกิดการอักเสบและมีการทำลายเนื้อเยื่อปอดอย่างเฉียบพลัน

Cox (2011: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่องภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้นในสมอง (cerebral fat embolism) ที่เป็นตัวนำทำให้เกิดภาวะ สับสนมึนงงหลังการผ่าตัด(post-operative delirium) โดยมีการรวบรมพยานหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับการเกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ที่สมอง โดยมีสาเหตุมาจากกระบวนการทางด้านออโธปิดิกส์ เช่น intramedullary nailing และtotal joint arthroplasty ซึ่งทั้งสองภาวะนี้มีอุบัติการณ์ที่ทำให้เกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่สมองสูงและการเกิดการสับสนมึนงงหลังการผ่าตัดก็เป็นอาการตามหลังการเกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ที่สมองพี่พบอุบัติการณ์ที่สูงเช่นกัน

ผลการศึกษาพบว่ากลไกที่ทำให้เกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่สมองเกิดจากลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่เคลื่อนที่ไปตามกระแสเลือดผ่านไปยังหัวใจจากนั้นไปที่ปอดโดยผ่านตัวกั้นระหว่างเลือดกับสมอง ( blood brain barrier ) จากนั้นผ่านกระแส

เลือดไปยังปอดได้ ซึ่งจากการที่ศึกษามาการผ่าตัดทางด้านออโธปิดิกส์ส่วนใหญ่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะนี้

Sakis (2019: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาอาการแทรกซ้อนทางสมองจากการเกิดภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ขึ้นโดยได้ทำการศึกษากรณีศึกษา อาการทางคลินิก พยาธิกำเนิดรวมไปถึงการรักษาภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)

จากการศึกษาพบว่าอาการแทรกซ้อนทางสมองจากภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จะเกิดขึ้นเป็นอันดับแรกๆ ในการวินิจฉัยจะทำร่วมกับการทดสอบที่ทำในปัจจุบันและต้องตระหนักถึงความผิดปกติที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งการวินิจฉัยภาวะนี้มีความสำคัญเนื่องจากการที่เรามีการวินิจฉัยทำให้ช่วยชีวิตผู้ป่วยได้ทันท่วงทีซึ่งประกอบด้วยการช่วยเหลือในด้านระบบหายใจและระบบประสาทและสมองที่มีอาการแทรกซ้อนเกิดขึ้น อาการส่วนใหญ่ที่เห็นได้ชัดคือมีความผิดปกติทางด้านการหายใจ หายใจไม่เพียงพอตามหลังการเกิดการบาดเจ็บเกี่ยวกับกระดูกส่วนใหญ่ลักษณะที่พบจากการเกิดภาวะนี้ ได้แก่ ความผิดปกติทางการหายใจ ความบกพร่องทางด้านประสาทและสมองและการพบจุดแดงบริเวณผิวหนัง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้พูดถึงลักษณะความผิดปกติทางด้านประสาทและสมองที่เกิดขึ้นจากการเกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ซึ่งเกิดจากไขมันที่เข้าไปในระบบประสาทเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการเพิ่มของอัตราการเจ็บป่วย อัตราการตายและการปวดศีรษะสาเหตุหลักที่ทำให้พบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ส่วนใหญ่เกิดจากมีการแตกหักของกระดูกและในการวินิจฉัยภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ต้องพิจารณาจากความผิดปกติที่ปอดความผิดปกติทางด้านประสาทและสมอง ร่วมกับการมีจุดเลือดออกซึ่งจะแสดงให้เห็นภายใน 24-72 ชั่วโมงหลังจากกระดูกหัก

Yihua Zhou. (2015: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องพยาธิกำเนิด การวินิจฉัยและการรักษาภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ที่สมอง โดยและทำการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับพยาธิกำเนิด อาการแสดงทางคลินิก การวินิจฉัยโรคและการรักษาภาวะ fat embolism เพื่อปรับปรุงการรักษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและลดอัตราการที่วินิจฉัยไม่ได้ (miss diagnosis) สำหรับในงานวิจัยนี้คนไข้ยังมีสติและการพยากรณ์โรคไปในทางที่ดี สัญญาณชีพปกติและไม่มีอาการผิดปกติ ส่วนในคนไข้ที่มีซี่โครงหัก อาการวิกฤติขึ้นแต่ไม่มีอาการเจ็บหน้าอก หายใจหอบเหนื่อยหรืออาการเกี่ยวกับปอดร่วมด้วย ภายใน12-24 ชั่วโมงหลังการบาดเจ็บ ซึ่งถ้าสงสัยภาวะลิ่ม

ไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่สมอง การได้รับการวินิจฉัยเบื้องต้นและการรักษาที่ครอบคลุมจะทำให้พยากรณ์โรคได้ดีขึ้น

จากการศึกษาพบว่าจากกรณีศึกษา จำนวน 2 ราย โดยรายแรกเป็นชายอายุ 25 ปี เข้ารับการรักษาด้านกระดูกตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2012 ด้วยอาการเจ็บตาข้างซ้ายมองเห็นไม่ชัด ปลายแขนขวาเคลื่อนไหวได้ไม่ปกติ13ชั่วโมงหลังเกิดอุบัติเหตุทางจราจร ตรวจทางกายภาพพบว่าม่านตาไวแสงกว่าปกติแต่หัวใจ ปอด ช่องท้อง ปกติ ตรวจทางประสาทวิทยาไม่พบความ CT scan ปกติ แต่วันต่อมาคนไข้มีอาการไม่สบายและหมดสติ รายที่2 ชายอายุ 25 ปีมีอาการปวดที่แขนอย่างรุนแรงที่ปลายแขนร่วมกับมีการกระตุกเป็นระยะมาแล้ว 9 วันหลังจากมีการบาดเจ็บ CT scan ไม่พบความผิดปกติเมื่อ x-rayพบกระดูกต้นขาหักและมีอาการบวมบริเวณด้านขวารวมไปถึงกระดูกหน้าแข้งบริเวณด้านข้างหัก โดยสรุปแล้วจากการศึกษาพยาธิกำเนิดของการเกิดภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ที่ สมอง ในผู้ป่วย 2 คนที่มีอายุเท่ากัน มีหลายสิ่งที่ปกติ ทั้งสองรายมีการบาดเจ็บร่วมกับกระดูกยาวหัก (longbone fracture) ทั้ง 2 ราย ยังมีสติอยู่ภายใน 24 ชั่วโมง มีอาการรุนแรงมากขึ้น CT scanไม่พบความผิดปกติ มีการหายใจปกติ ไม่หอบเหนื่อยหรือเจ็บหน้าอก blood gas ปกติแต่อย่างไรก็ตามทั้งสองรายยังต้องทนทุกข์ทรมานจากการบาดเจ็บ แต่ไม่มีตัวบ่งบอกว่าเกิด intracranial hemorrhage แต่การทำงานของสมองช้าลง และมีอาการที่รุนแรงขึ้นทันทีหลังจากที่ได้รับการบาดเจ็บ สำหรับการวินิจฉัยและการรักษาภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ที่สมอง ตัวอย่างอาการของการเกิดภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ประกอบด้วย การหายใจลดลง (hypopnea) สมองไม่ทำงานและผิวมีจุดเลือดออก ในรายที่มีภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่สมองอย่างเดียวจะไม่มีความผิดปกติของการหายใจ มีประวัติการบาดเจ็บของ craniocerebral coma และช็อค เฉื่อยชา เซื่องซึม ชัก กล้ามเนื้อบริเวณแขนตึงในช่วง 12ชั่วโมงถึง3วันแต่บ่อยครั้งอาจจะมีอัตราการเต้นของหัวใจผิดปกติ แต่การรักษาในปัจจุบันยังไม่เฉพาะเจาะจงและส่วนใหญ่จะเป็นการรักษาตามอาการ

Kumar (2018: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่องภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่สมอง เพื่อปกป้องเซลล์ประสาทที่มีความผิดปกติที่มีสาเหตุมาจากกการเปลี่ยนแปลงทางสุขภาพจิตที่แตกต่างกัน โดยทำการศึกษาจากกรณีศึกษาเป็นผู้หญิงอายุ 75 ปีที่มีภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่สมอง 4 วันหลังมีการผ่าตัดเปลี่ยนข้อบริเวณสะโพกด้านขวา โดยทำการรักษารวมไปถึงการพยุงอาการ ร่วมกับการติดตามระดับออกซิเจนในเนื้อเยื่อสมองร่วมด้วย

จากการศึกษาพบว่ากรณีศึกษาที่นำมาทำการศึกษามีกระดูกหักบริเวณสะโพกทางด้านขวาสาเหตุมาจากการล้ม สมองได้รับการกระทบกระเทือน 2วันต่อมาได้เข้ารับการผ่าตัดเปลี่ยนข้อบริเวณสะโพก หลังจากการผ่าตัดได้รับการ x-ray แต่ไม่พบความผิดปกติแต่มีการติดเชื้อที่ระบบทางเดินปัสสาวะกลังจากนั้นก็ได้เข้าห้อง ICU และทำการตรวจวินิจฉัยรอยโรคโดยใช้เครื่องที่สร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging) หรือ MRI พบว่ามีภาวะสมองขาดเลือดจากการที่มีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) บริเวณหลอดเลือดสมองทำให้สมองเกิดการขาดเลือด ซึ่งอัตราการเกิดภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) นั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่มีการหักและความรุนแรงของการหักของกระดูกด้วย ซึ่งในผู้ป่วยส่วนใหญ่จะเกิดภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่สมอง ตามหลังการที่มีกระดูกยาวหักหรือการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพก แต่อาการที่แสดงให้เห็นชัดเจนคือ การที่ผู้ป่วยมีภาวะเลือดเป็นกรด นอกจากนี้ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มีความเสี่ยงน้อยที่ทำให้เกิดมีภาวะทางสุขภาพจิต

Colby (2018: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่องการดูดไขมัน (liposuction) ที่เหนี่ยวนำทำให้เกิดภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เนื่องจากการดูดไขมัน (liposuction หรือ lipoplasty) เป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการผ่าตัดเพื่อเป็นการเอาไขมันออก ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะ ลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ซึ่งในการวินิจฉัยภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ต้องอาศัยการดูอาการทางคลินิก เช่น ภาวะเลือดเป็นกรด มีปัญหาทางด้านระบบหายใจ ระบบประสาทและสมอง รวมไปถึงการมีจุดเลือดออก โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในเรื่องพยาธิกำเนิด อาการทางคลินิก ลักษณะที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ รวมไปถึงผลทางห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการวินิจฉัยผู้ที่มีภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)

จากการศึกษาพบว่ากลไกลที่ทำให้เกิดภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ได้คือ การดูดไขมันจะกระตุ้นทำให้เกิดภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในช่วงระยะเวลา 12-72 ชั่วโมงภายหลังการผ่าตัด โดยทฤษฎีที่ทำให้เกิดภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ประกอบด้วย 2 ทฤษฎีได้แก่ทฤษฎีทางกลศาสตร์ซึ่งเกิดจากอนุภาคของไขมันที่ออกมาจากบริเวณที่กระดูกหัก จากนั้นเข้าสู่บริเวณหลอดเลือดไหลผ่านกระแสเลือดไปยังอวัยวะต่างๆ ส่วนใหญ่จะไปที่ปอด ซึ่งในทฤษฎีนี้รวมไปถึงสาเหตุที่มาจากการผ่าตัดที่ทำให้เกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ตามทฤษฎีนี้ ส่วนทฤษฎีที่สองคือทฤษฎีทางชีวเคมี ไม่ได้มีสาเหตุมาจากการบาดเจ็บหรือการผ่าตัด แต่เกิดจากเอนไซม์ไลเปส (lipase) ย่อยเซลล์ปอด ทำให้เกิดการสร้างเป็นกลีเซอรอลและกรดไขมัน ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด (endothelial cell) และทฤษฎี

ที่สามคือทฤษฎีการแข็งตัว เกิดจากมีการหลั่งของ tissue thromboplastin และสารต่างๆภายไขไขกระดูก (bone marrow element) ตามหลังการหักของกระดูก ทำให้เกิดการสร้าง fibrin และ fibrin degradation product จากนั้นก็จะไปเกาะพวกเซลล์เม็ดเลือดขาว เซลล์ไขมัน รวมไปถึงเกล็ดเลือดส่งผลทำให้เกิดการซึมผ่านของหลอดเลือด (pulmonary vascular permeability) อาการทางคลินิกที่บ่งบอกว่ามีภาวะลิ่มไขมันอุดกั้น (Fat embolism) จะอ้างอิงตาม Guard and Wilson criteria จะต้องประกอบด้วย 1 major กับอีก 4minor criteria ประกอบกัน ส่วนลักษณะที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้แก่วิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี oil red O จากอวัยวะ ปอด สมอง ไต ผิวหนัง เป็นต้น ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่พบได้ เช่น ค่าปริมาตรเซลล์ที่อัดแน่น (hematocrit) สูง ไฟบรินในเลือดต่ำ (hypofibrinogenemia), เนื้อเยื่อพร่องออกซิเจน (hypoxia), เกล็ดเลือดต่ำ (thrombocytopenia) และ แคลเซียมในเลือดต่ำ (hypocalcemia)

Makino (2019: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการทำการตรวจความผิดปกติของอวัยวะด้วยรังสีเอกซเรย์ (Computerized Tomography scan) หรือCT scan และการตรวจวินิจฉัยรอยโรคโดยใช้เครื่องที่สร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging) หรือ MRI ในผู้เสียชีวิตที่มีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ปริมาณมาก โดยวัตถุประสงค์เพื่อยืนยันภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้นปริมาณมาก (massive fat embolism) ซึ่งทำการศึกษาโดยการตรวจความผิดปกติของอวัยวะด้วยรังสีเอกซเรย์ (Computerized Tomography scan) หรือCT scan และ การตรวจวินิจฉัยรอยโรคโดยใช้เครื่องที่สร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging) หรือ MRI ทั้งก่อนและหลังการผ่าศพควบคู่กับการย้อมชิ้นเนื้อด้วยวิธีทางพยาธิวิทยาจากชิ้นเนื้อปอด

จากการศึกษาพบว่าโดยพบว่าอวัยวะที่มีการพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ได้แก่ หัวใจและปอด ถึงแม้ว่าในการศึกษาครั้งนี้ผู้ที่ทำการศึกษาจะใช้การตรวจความผิดปกติของอวัยวะด้วยรังสีเอกซเรย์ (Computerized Tomography scan) หรือCT scan และ การตรวจวินิจฉัยรอยโรคโดยใช้เครื่องที่สร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging) หรือ MRI ในการดูปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบที่ปอดแต่อย่างไรก็ตามก็ต้องทำการตรวจทางพยาธิวิทยาควบคู่ไปด้วย โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O และ Sudan III เพื่อยืนยันการพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ของผู้เสียชีวิตที่นำมาทำการศึกษาและหาปริมาณของลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบโดยใช้เกณฑ์ของ Falzi’s grading เป็นตัววัดปริมาณของลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่เกิดขึ้น โดยจากผล

การศึกษาจากตัวอย่างทั้งหมด 31 ราย พบว่ามีแค่ 3 รายที่บ่งบอกถึงการมีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ปริมาณมาก ซึ่งการพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่มีปริมาณมากมีความเกี่ยวข้องและเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสียชีวิต นอกจากนี้ในการศึกษาครั้งนี้ยังพบอีกว่าการตรวจวินิจฉัยรอยโรคโดยใช้เครื่องที่สร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging) หรือ MRI ได้ผลดีกว่าการตรวจความผิดปกติของอวัยวะด้วยรังสีเอกซเรย์ (Computerized Tomography scan) หรือCT scan ในกรณีที่ต้องการหาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)

**2.4.2 วิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O**

Trachy (2002: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการตรึงไขมันในการย้อมหา ลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จากชิ้นเนื้อที่เป็นพาราฟินบล็อกแล้ว โดยตัวอย่างชิ้นเนื้อที่นำมาศึกษาได้แก่บริเวณสมองและปอดในรายที่มีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ผู้ที่มีภาวะไขมันพอกตับ (fatty liver) และภาวะที่มีไขมันในหลอดเลือด (atheroma) ซึ่งวิธีที่ใช้ในการทดลองคือการเตรียมชิ้นเนื้อโดยแช่สารละลาย linoleic acid ใน 70% ethylene glycol ที่ 56°C เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำไปแช่ใน 2% chromic acid ที่ 4°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแช่ใน 5% bicarbonate และนำไปย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี oil red O ซึ่งเป็นวิธีสำหรับใช้ในการย้อมลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เมื่อย้อมเสร็จนำสไลด์มาอ่านภายใต้กล้องจุลทรรศน์และถ่ายภาพออกมา

จากผลการศึกษาพบว่าชิ้นเนื้อจากพาราฟินบล็อกที่ผ่านการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O ที่มีการเตรียมชิ้นเนื้อโดยใช้เทคนิคของกรดไลโนเลอิค (linoleic acid) และ กรดโครมิก (chromic acid) พบว่าทั้งในปอดและสมองสามารถย้อมชิ้นเนื้อที่มีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ติด จากการใช้เทคนิคนี้รวมไปถึงในรายที่มีภาวะไขมันพอกตับ (fatty liver) และภาวะที่มีไขมันในหลอดเลือด (atheroma) ก็สามารถพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ได้ทั้งหมดจากการใช้เทคนิคนี้ แต่ข้อเสียของการใช้วิธีนี้คือใช้เวลานาน ซึ่งวิธีที่ประหยัดเวลาที่สุดคือการใช้วิธี การตัดชิ้นเนื้อด้วยความเย็นจัด (Frozen section)

จากการศึกษาเอกสารและการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาทั้งหมดนั้นจะเห็นได้ว่าการศึกษาเกี่ยวกับภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism) พบว่าภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่เกิดขึ้นนั้นเกิดได้ทั้งในอวัยวะปอดและสมอง ซึ่งการหักของกระดูกก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะนี้ได้ โดยอวัยวะที่ทำการส่งตรวจทางพยาธิวิทยาเพื่อดูชิ้นเนื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่นิยม

ได้แก่ปอดและสมอง เนื่องจากเป็นบริเวณที่ลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ได้ ส่วนวิธีการทางพยาธิวิทยาที่ใช้สำหรับยืนยันการมีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) คือการย้อมด้วยชิ้นนื้อด้วยสี Oil red O เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อการย้อมไขมันที่พบในอวัยวะของผู้เสียชีวิตที่มีภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์สรุปเป็นประเด็นได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 สรุปประเด็นที่ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)

| **ประเด็นที่ศึกษาลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)** | Laura | Macro | Geora | Keerthana | Colby | Yosu | Sarkis | Yihua |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.ศึกษาภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่มีสาเหตุมาจากการหักของกระดูก | ✘ | ✘ | | ✘ | ✘ | | ✘ | ✘ |
| 2.ศึกษาการพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่บริเวณปอด | ✘ | ✘ | | | ✘ | ✘ | | |
| 3.ศึกษาการพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่บริเวณสมอง | | | ✘ | ✘ | ✘ | | ✘ | ✘ |
| 4.การหาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) โดยใช้เกณฑ์ของ Falzi's grading | ✘ | | | | | ✘ | | |

ตารางที่ 2 สรุปประเด็นที่ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสีOil red O

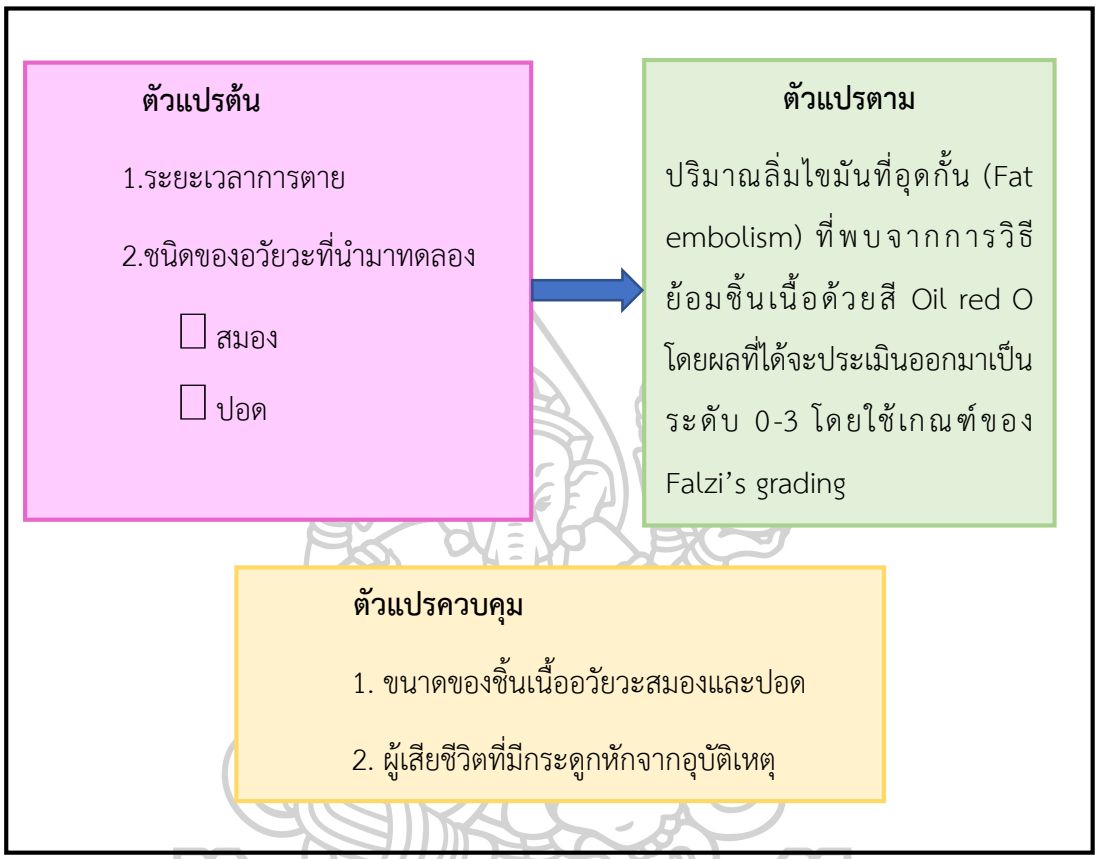
| **ประเด็นที่ศึกษา Oil red O** | Tachy | Geora | Yosu |
|---|---|---|---|
| 1.ศึกษาวิธีย้อมชิ้นเนื้อโดยใช้สี Oil red O เพื่อหาลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) | ✖ | ✖ | ✖ |
| 2.ศึกษาวิธีย้อมชิ้นเนื้อโดยใช้สี Oil red O จากอวัยวะปอด | ✖ | | ✖ |
| 3.ศึกษาวิธีย้อมชิ้นเนื้อโดยใช้สี Oil red O จากอวัยวะสมอง | ✖ | ✖ | |

จากการทบทวนและวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดเพื่อนำไปสู่การกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยและสร้างข้อค้นพบใหม่ จะพบว่า

1) **ในด้านประเด็นที่ศึกษา** โดยรวมเป็นการศึกษาสาเหตุของการพบภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่มีสาเหตุมาจากการหักของกระดูก ศึกษาอวัยวะที่ใช้ในการส่งตรวจทางพยาธิวิทยาเพื่อหาลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ซึ่งอวัยวะส่วนใหญ่ที่ใช้ในการส่งตรวจได้แก่ ปอด หรือสมองอย่างใดอย่างหนึ่ง และทำการหาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) โดยใช้เกณฑ์ของ Falzi’s grading รวมไปถึงการศึกษาเกี่ยวกับวิธีที่ใช้สำหรับย้อมชิ้นเนื้อที่มีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ซึ่งใช้วิธีย้อมชิ้นเนื้อโดยใช้สี Oil red O แต่ในส่วนของแนวทางการศึกษาที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบปริมาณของลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในระหว่าง 2 อวัยวะยังไม่มีการศึกษาวิจัย เป็นเพียงการศึกษาการพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในอวัยวะใดอวัยวะหนึ่ง ยกตัวอย่างเช่น Laura Filograna (2010) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “การวินิจฉัยภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่ปอด” และ Kuma K. (2018) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง “เรื่องภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่สมอง”

2) **ในด้านกลุ่มตัวอย่าง** จะพบว่าเป็นการศึกษาจากกรณีศึกษามีในผู้ที่เสียชีวิต มีจำนวนกรณีที่ใช้ศึกษาที่ค่อนข้างน้อย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาจึงมุ่งเน้นในการศึกษาในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ จำนวน 20 ราย และนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาตอบคำถามการวิจัย

**2.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย**




รูปภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัยTt#0910617088

จากรูปภาพที่ 4 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยมีตัวแปรต้นเป็นระยะเวลาการตายและชนิดของอวัยวะที่นำมาใช้ในการวิจัยได้แก่ปอดและสมอง ตัวแปรตามเป็นปริมาณลิ่มไขมัน (Fat embolism) ที่พบภายในอวัยวะที่ส่งตรวจทางพยาธิวิทยาโดยวิธีย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O โดยใช้เกณฑ์ของ Falzi's grading และมีตัวแปรควบคุมเป็นขนาดของชิ้นเนื้อที่อวัยวะปอดและสมองในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุเท่านั้น

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้นในอวัยวะปอดและสมองที่พบในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ”เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Posttest-Only Control Group Design Design โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มกลุ่มตัวอย่าง ให้สิ่งทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง แล้ววัดผลหลังการทดลอง

ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น เป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

3.1 การศึกษาเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล

3.5 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

## 3.1 การศึกษาเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เตรียมตัวเข้าสู่การดำเนินการศึกษาค้นคว้าและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารหรือการวิจัยเชิงเอกสาร(Documentary research) ด้วยการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากหนังสือ วารสาร เอกสารวิชาการ บทความจากสื่อและสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ฯลฯ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมองที่พบในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุและความแตกต่างของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมองในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุตามแนวคิด ทฤษฎี ผลงานวิจัย รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลและนำไปกำหนดแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล และออกแบบวิธีการทดลองเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาขั้นต่อไป

## 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง มีนาคม พ.ศ. 2563 จำนวน 149 ราย โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้ 1) สาเหตุการเสียชีวิตมาจากกระดูกหักจาก

อุบัติเหตุ และ 2) ไม่เป็นโรคที่พบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) อยู่แล้วและไม่มีประวัติการผ่าตัดมาก่อนเสียชีวิต

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุจากประชากรดังกล่าว กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ราย การสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การสุ่มตัวอย่างที่ใช้ความน่าจะเป็นด้วยการสุ่มอย่างเป็นระบบ กำหนดช่วงห่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 5 โดยเริ่มจากรายที่ 1 รายที่ 6 และรายที่ 11 ตามลำดับไปจนครบทั้งหมด 20 ราย

**จริยธรรมในการวิจัย**

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยให้ความสำคัญและตระหนักถึงสิทธิส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมวิจัยและเพื่อป้องกันมิให้เกิดผลเชิงลบต่อกลุ่มตัวอย่างโดยมิได้เจตนา จึงกำหนดแนวทางการศึกษาด้านจริยธรรมในการวิจัยไว้ดังนี้

1.ผู้วิจัยได้จัดทำเอกสารเพื่อขอรับความยินยอมจากญาติผู้เสียชีวิตในรายที่นำมาทดลอง

2.การเก็บรวบรวมข้อมูล จะไม่มีการเปิดเผยชื่อ สกุล ของผู้เสียชีวิต

3.ข้อมูลที่ได้รับจากกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ในภาพรวมเท่านั้น จะไม่เปิดเผยข้อมูลของผู้เสียชีวิตต่อสาธารณะแต่อย่างใด

## 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วยอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1. แผ่นสไลด์สำหรับกล้องจุลทรรศน์
2. โถสำหรับย้อมสีแผ่นสไลด์สำหรับกล้องจุลทรรศน์
3. อุปกรณ์พื้นฐานห้องปฏิบัติการ
4. กล้องจุลทรรศน์
5. สีย้อม Oil red O
6. เจลาติน (Gelatin)
7. กลีเซอรีน (Glycerin)
8. Phenol crystals
9. น้ำกลั่น (Distilled water)
10. ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ (Isopropyl alcohol)
11. เขียงสำหรับตัดเล็มชิ้นเนื้อ

12. ภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างชิ้นเนื้อ

13. ใบมีดผ่าตัด (Surgical blade)

14. คีมจับเนื้อเยื่อ (Tissur forceps)

## 3.4 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล

### 3.4.1 ขั้นตอนการเตรียมชิ้นเนื้อ

1) นำชิ้นเนื้อที่ทำการผ่าศพเพื่อชันสูตรแล้วมาทำการแช่ด้วย 10% ฟอร์มาลีนในภาชนะที่เตรียมไว้สำหรับใส่ตัวอย่างชิ้นเนื้อ

รูปภาพที่ 5 ชิ้นเนื้อตัวอย่างใน 10% ฟอร์มาลีน

2) นำชิ้นเนื้อที่แช่ด้วย 10%ฟอร์มาลีนมาเข้าสู่กระบวนการตัดเล็มชิ้นเนื้อ (Gross dissection) โดยอวัยวะที่ใช้ในการตัดเล็มได้แก่ สมองและปอด ตัดให้มีขนาด 1x1 เซนติเมตร

รูปภาพที่ 6 อุปกรณ์ในการตัดเล็มชิ้นเนื้อ (Gross dissection)

รูปภาพที่ 7 ชิ้นเนื้อปอดและสมองที่ผ่านการตัดเล็ม

3) นำชิ้นเนื้อที่มีขนาด 1x1 เซ็นติเมตรที่ทำการตัดข้างต้นไปแช่ไว้ใน 10%ฟอร์มาลีนอีกครั้ง ปิดฝาภาชนะให้สนิทเพื่อทำการส่งย้อมทางจุลพยาธิต่อไป

รูปภาพที่ 8 ชิ้นเนื้อที่ผ่านการตัดเล็มและนำมาแช่ใน 10% ฟอร์มาลีน

4) ทำการส่งย้อมทางจุลพยาธิด้วยวิธีการย้อมพิเศษ ชื่อว่า Oil red O ที่สถาบันพยาธิวิทยา กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

**3.4.2. ขั้นตอนการย้อมพิเศษทางจุลพยาธิด้วยวิธี Oil red O**

1) การเตรียมสี Oil red O

1.1 Stock oil red O solution

| | |
|---|---|
| สี Oil Red O | 0.5 กรัม. |
| Isopropyl alcohol | 100 มิลลิลิตร |

1.2 Working Oil red O solution

| | |
|---|---|
| Stock oil red O solution | 3 มิลลิลิตร |
| น้ำกลั่น (Distilled water) | 2 มิลลิลิตร |

1.3 60% Isopropyl alconol

| | |
|---|---|
| Isopropyl alcohol | 60 มิลลิลิตร |
| น้ำกลั่น (Distilled water) | 2 มิลลิลิตร |

1.4 Glycering jelly

| | |
|---|---|
| Gelatin | 10 กรัม |

| | |
|---|---|
| น้ำกลั่น (Distilled water) | 52.5 มิลลิลิตร |
| กลีเซอรอล (Glycerol) | 62.5 มิลลิลิตร |
| Phenol crystals | 1.25 มิลลิลิตร |

ผสมน้ำยา Working Oil Red O Solution ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30 นาที แล้วนำมากรองก่อนย้อม และน้ำยาชนิดนี้ไม่สามารถใช้ซ้ำได้

2) วิธีการย้อมด้วยสี Oil Red O

2.1 นำชิ้นเนื้อตัวอย่างที่ตัดด้วย Frozen section ซึ่งปล่อยให้แห้งแล้วผ่าน 60% isopropanol (น้ำยานี้สามารถเก็บไว้ใช้ในขั้นตอนล้างสีส่วนเกินได้อีก)

2.2 ย้อมใน Working Oil Red O solution เป็นเวลา 15 นาที

2.3 ล้างสีส่วนเกินใน 60% isopropyl alcohol จนพื้นสไลด์ไม่เป็นคราบสี

2.4 ล้างในน้ำประปาไหล

2.5 ย้อมสีทับสีเดิม (Counterstain) โดยใช้สี Mayer’s hematoxylinเป็นเวลา 4 นาที

2.6 ล้างในน้ำประปาไหล

2.7 ผ่านลงในน้ำยา Saturatied Lithium carbonate (bluing) เพื่อเน้นสีน้ำเงิน โดยจุ่ม 3 ครั้ง

2.8 ล้างน้ำประปาไหล

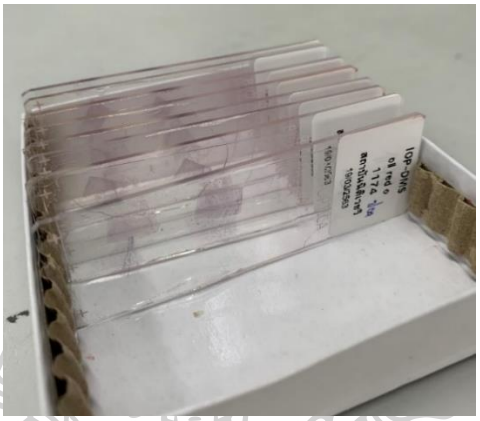
2.9 เช็ดรอบๆบริเวณชิ้นเนื้อที่ตัด ให้แห้ง หยดเจลาติน (Gelatin) แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ (เพราะถ้าใช้ synthetic media เช่น permount สารพวกสารละลายอินทรีย์ที่ผสมอยู่จะละลายองค์ประกอบที่เป็นไขมันได้) ในกรณีที่มีการเกิดฟองอากาศขึ้นในชิ้นเนื้อที่ตัด อย่ากดกระจกปิดสไลด์เพื่อไล่ฟองอากาศ แต่ให้แช่ในน้ำจนกระทั่งกระจกปิดสไลด์หลุดออกแล้วทำการปิดแผ่นสไลด์สำหรับกล้องจุลทรรศน์ใหม่

3) วิธีการเตรียม Permount

ละลายเจลาติน (Gelatin) ในน้ำกลั่น (Distilled water) โดยใช้ความร้อนพอประมาณ เมื่อละลายหมดแล้วเติม กลีเซรอล (glycerol) และฟีนอล (phenol) ลงไปผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจะได้แข็งตัวคล้ายวุ้นเก็บไว้ในตู้เย็นเจลาติน (Gelatin) จะมีสภาพแข็งคล้ายวุ้นที่อุณหภูมิห้อง ดังนั้นก่อนนำมาใช้ ต้องนำไปเข้าตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ให้ละลายก่อนนำมาใช้ปิดสไลด์สำหรับกล้องจุลทรรศน์แต่อย่าให้ร้อนเกินไป ควรอุ่นให้พอดีจะได้ปิดได้ง่าย

### 3.4.3 การอ่านและแปลผลจากวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O

นำสไลด์สำหรับกล้องจุลทรรศน์ที่ได้จากการย้อมด้วยสี Oil Red O มาดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ในกรณีที่พบการติดสีแดงของไขมัน แปลผลว่า positive และจากนั้นก็ทำการหาปริมาณไขมันที่พบการติดสีแดงภายใต้กล้องจุลทรรศน์ต่อ



รูปภาพที่ 9 สไลด์สำหรับกล้องจุลทรรศน์จากวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O

รูปภาพที่ 10 การหาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

**3.4.4. หาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ที่ได้จากวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O**

โดยใช้เกณฑ์ของ Falzi's grading เป็นตัวบ่งบอกปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่

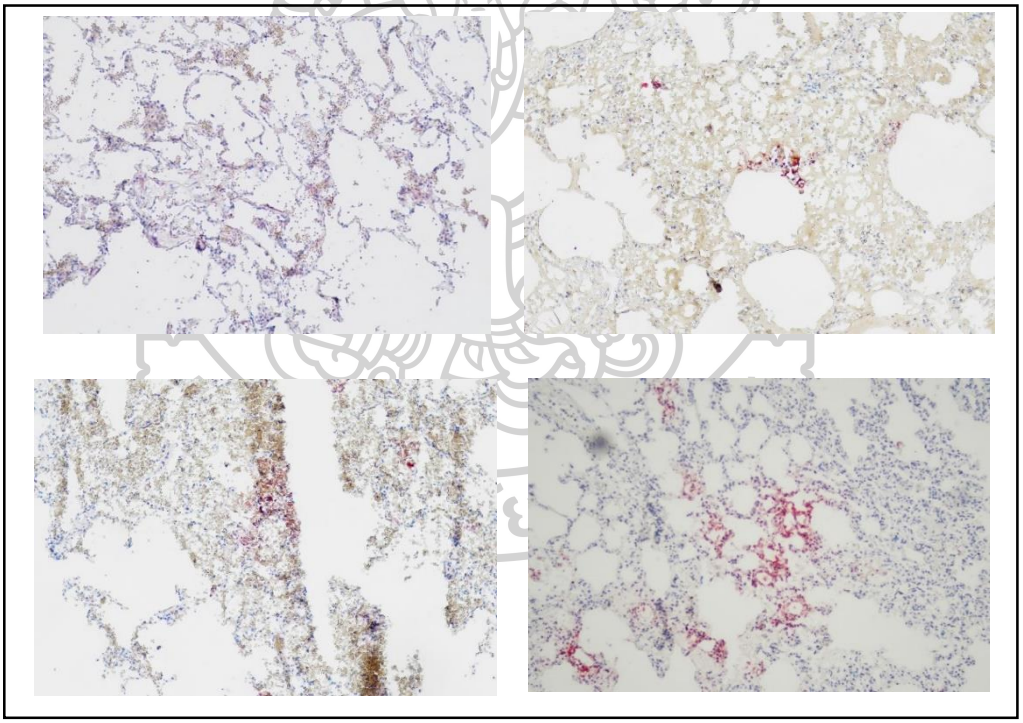
ระดับ 0 หมายถึง ไม่พบการติดสีแดงของไขมัน

ระดับ 1 หมายถึง พบลักษณะของไขมันที่ติดสีแดงเป็นหยดๆกระจายอยู่ทุกบริเวณ

ระดับ 2 หมายถึง พบลักษณะของไขมันที่ติดสีแดงคล้ายไส้กรอกหรือลักษณะเป็นวงกลมที่ซ้อนทับกันมากขึ้นกระจายอยู่ทุกบริเวณ

ระดับ 3 หมายถึง พบลักษณะของไขมันที่ติดสีแดงในลักษณะเหมือนเขากวางปริมาณมากในทุกบริเวณ

(ก) (ข)



(ค) (ง)

รูปภาพที่ 11 ปริมาณของลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism)แต่ละระดับตามเกณฑ์ของ Falzi's grading

(ก) ระดับ 0 (ข) ระดับ 1 (ค) ระดับ 2 (ง) ระดับ 3

**3.4.5 บันทึกผลการทดลอง**

ทำการบันทึกปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากอวัยวะสมองและปอดในแต่ละราย โดยใช้เกณฑ์ของ Falzi's grading เป็นตัวบ่งบอกปริมาณ

**3.4.6.นำผลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่าง**

1) ระยะเวลาการตาย กับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ที่พบในอวัยวะปอดและสมอง

2) ความแตกต่างของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมอง

**3.5 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล**

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมายและสมมติฐานของการวิจัย โดยทำการประมวลผลข้อมูลในการทดลองด้วยโปรแกรม SPSS ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

3.5.1 การกำหนดค่าตัวแปร การกำหนดตัวแปรต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลองมีดังนี้

1) ชนิดของอวัยวะที่นำมาทดลอง ข้อมูลระดับนามบัญญัติ (Norminal scale) โดยกำหนดให้

1 = สมอง

2 = ปอด

2) ปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบภายใต้กล้องจุลทรรศน์โดยใช้เกณฑ์ของ Falzi's grading ข้อมูลระดับมาตรวัดแบบช่วง (Interval scales)

0 = ระดับ 0

1 = ระดับ 1

2 = ระดับ 2

3 = ระดับ 3

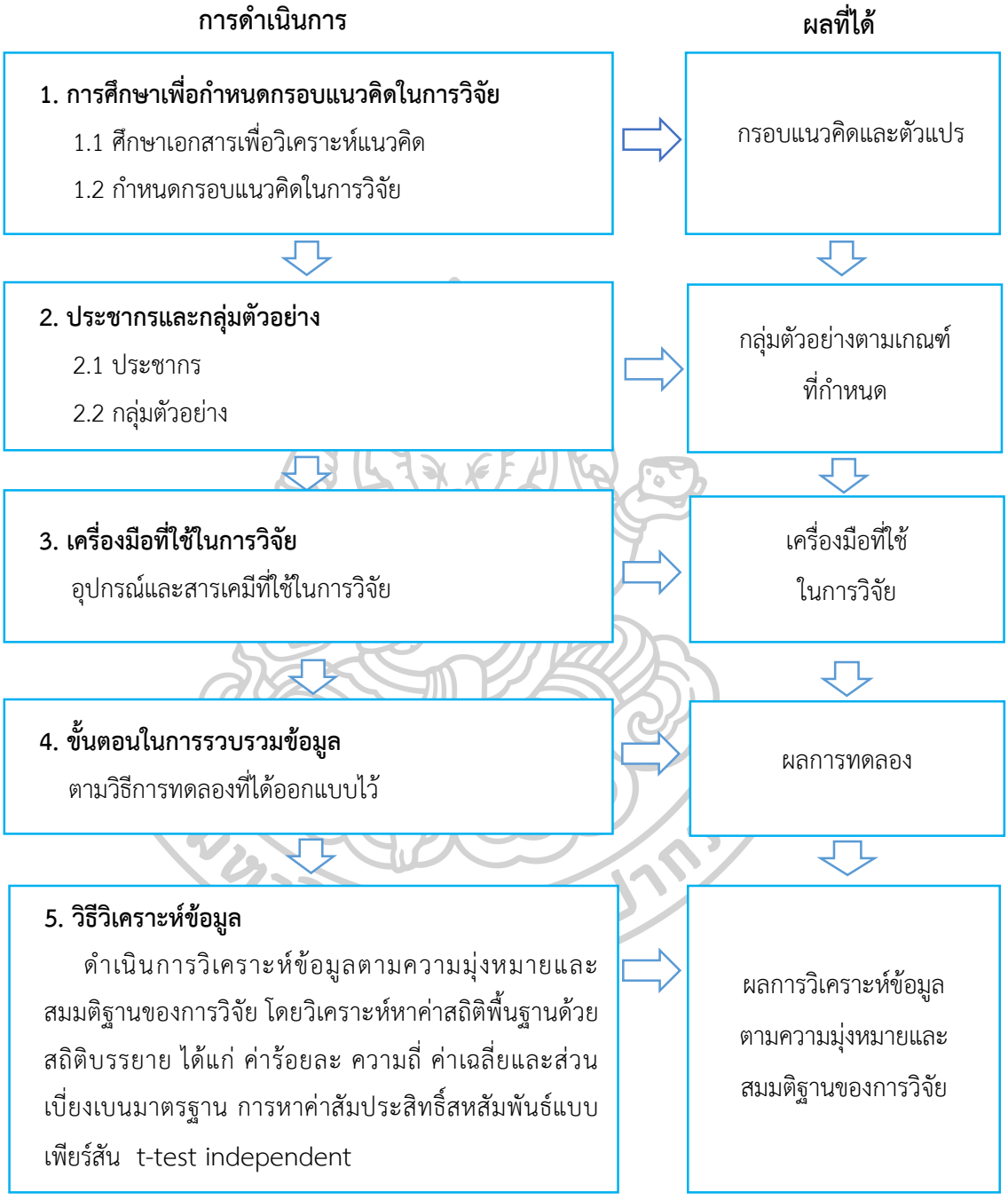
3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

3.5.3 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระยะเวลาการตายกับปริมาณ ลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

3.5.4 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบบริเวณอวัยวะปอดและสมอง โดย t-test independent

**รายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น นำเสนอดังแผนภาพ**




รูปภาพที่ 12 วิธีดำเนินการวิจัย

# บทที่ 4
# ผลการศึกษาวิจัย

การวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในอวัยวะปอดและสมองที่พบในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อ 1) เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมอง 2) เพื่อหาความแตกต่างของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมอง เป็นการวิจัยเชิงทดลองใช้แบบแผนการทดลองแบบ Posttest-Only Control Group Design ประชากร คือ ผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง มีนาคม พ.ศ.2563 จำนวน 149 ราย โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้ 1) สาเหตุการเสียชีวิตมาจากกระดูกหักจากอุบัติเหตุ และ 2) ไม่เป็นโรคที่พบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) อยู่แล้วและไม่มีประวัติการผ่าตัดมาก่อนเสียชีวิต กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุจากประชากรดังกล่าว กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ราย การสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การสุ่มตัวอย่างที่ใช้ความน่าจะเป็นด้วยการสุ่มอย่างเป็นระบบ กำหนดช่วงห่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 5 โดยเริ่มจากรายที่ 1 รายที่ 6 และรายกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2563 จำนวน 149 ราย กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ราย ทำการสุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างที่ใช้ความน่าจะเป็นด้วย การสุ่มอย่างเป็นระบบ กำหนดช่วงห่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 5 โดยเริ่มจากรายที่ 1 รายที่ 6 และรายที่ 11 ตามลำดับไปจนครบทั้งหมด 20 ราย เก็บข้อมูลโดยการเก็บชิ้นเนื้อจากปอดและสมองจากนั้นนำไปทำการย้อมพิเศษทางพยาธิวิทยาโดยวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 หัวข้อ คือ

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (fat embolism) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ตามสมมติฐาน ต่อไปนี้

**สมมติฐานทางวิจัย** ระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบบริเวณอวัยวะปอดและสมอง โดย t-test independent ตามสมมติฐาน ต่อไปนี้

**สมมติฐานทางวิจัย** อวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มากกว่าอวัยวะสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล**

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

| | | |
|---|---|---|
| $\bar{X}$ | หมายถึง | ค่าเฉลี่ย |
| S.D. | หมายถึง | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) |
| N | หมายถึง | จำนวนครั้งในการทดลอง |
| R | หมายถึง | ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ |
| Df | หมายถึง | องศาแห่งความเป็นอิสระ (Degree of Freedom) |
| ** | หมายถึง | มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 |

มหาวิทยาลัยศิลปากร

**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**

**4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง**

ตารางที่ 3 ความถี่ ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามชนิดของอวัยวะ

| ตัวแปร | ความถี่ (N = 40) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| **ชนิดของอวัยวะ** | | |
| อวัยวะปอด | 20 | 50 |
| อวัยวะสมอง | 20 | 50 |

จากตารางที่ 3 พบว่า ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามชนิดของอวัยวะโดยเป็นอวัยวะปอด จำนวน 20 รายการ คิดเป็นร้อยละ 50 และอวัยวะสมองจำนวน 20 รายการ คิดเป็นร้อยละ 50

ตารางที่ 4 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาการตาย และปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)

| ตัวแปร | Minimum | Maximum | $\bar{X}$ | S.D. |
|---|---|---|---|---|
| **ระยะเวลาการตาย** | 5 | 29 | 16.25 | 8.47 |
| **ปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)** | 0 | 3 | 1.12 | 1.14 |

จากตารางที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการตายเท่ากับ 16.25 ชั่วโมง โดยระยะเวลาการตายต่ำสุดเท่ากับ 5 ชั่วโมงและสูงสุดเท่ากับ 29 ชั่วโมง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 8.47 ในส่วนของค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เท่ากับ 1.12 ค่าต่ำสุดของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เท่ากับ 0 และค่าสูงสุด เท่ากับ 3 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.14

**4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)**

**สมมติฐานทางวิจัย** ระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**สมมติฐานทางสถิติ** $H_0$ : $\rho = 0$

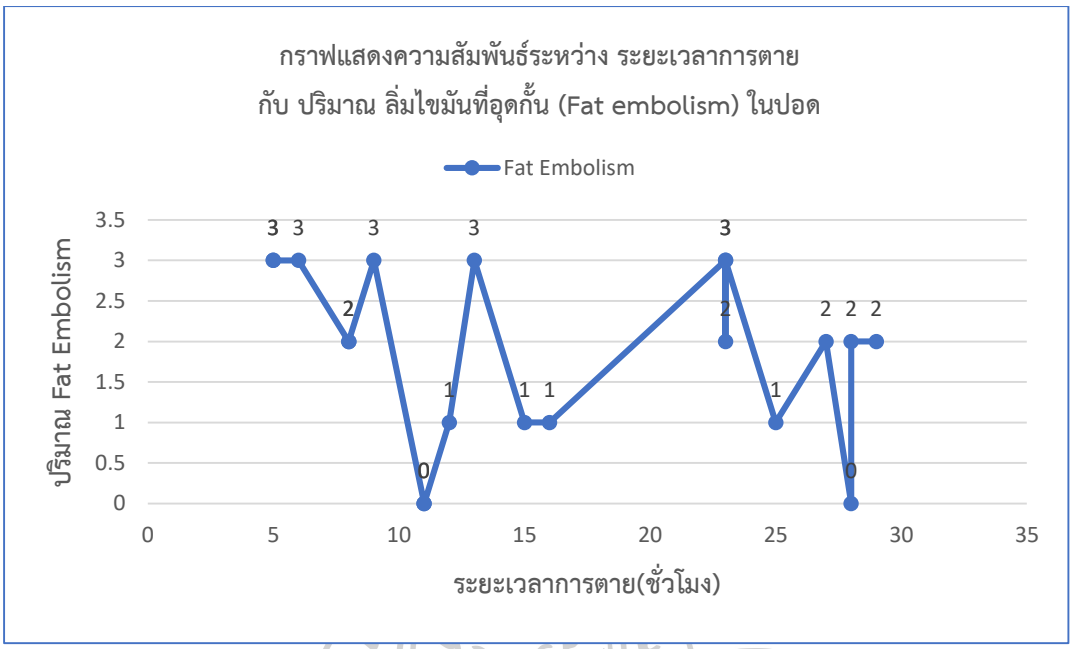
$H_1$ : $\rho \neq 0$

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในปอดและสมองกับระยะเวลาการตาย

| | | ปริมาณ fat embolism | ระยะเวลาการตาย |
|---|---|---|---|
| ปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) | Pearson correlation | 1 | -.091 |
| | Sig (2-tailed) | | .576 |
| | N | 40 | 40 |
| ระยะเวลาการตาย | Pearson correlation | -.091 | 1 |
| | Sig (2-tailed) | .576 | |
| | N | 40 | 40 |

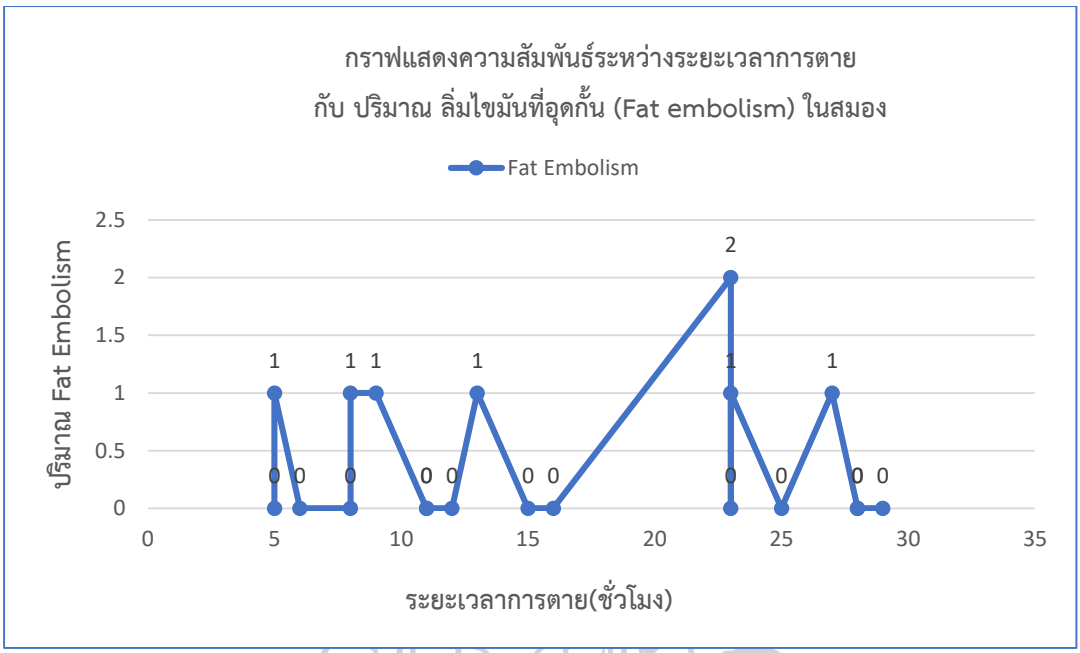
**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 5 พบว่า จากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 40 รายการ มีค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .576 ซึ่งมากกว่า 0.01 แสดงว่ายอมรับ $H_0$ นั่นคือ ปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)และระยะเวลาการตายไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ




รูปภาพที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในปอด

จากรูปภาพที่ 13 พบว่า ระยะเวลาการตายต่ำสุดเท่ากับ 5 ชั่วโมงและสูงสุดเท่ากับ 29 ชั่วโมง โดยปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบบริเวณปอดต่ำสุดเท่ากับ 0 และสูงสุดเท่ากับ 3 ลักษณะของกราฟไม่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง




รูปภาพที่ 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในสมอง

จากรูปภาพที่ 14 พบว่า ระยะเวลาการตายต่ำสุดเท่ากับ 5 ชั่วโมงและสูงสุดเท่ากับ 29 ชั่วโมง โดยปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบบริเวณสมองต่ำสุดเท่ากับ 0 และสูงสุดเท่ากับ 2 ลักษณะของกราฟไม่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง

**4.3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ที่พบบริเวณอวัยวะปอดและสมอง**

**สมมติฐานทางวิจัย** อวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มากกว่าอวัยวะสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**สมมติฐานทางสถิติ** $H_0$ : $\mu_{ปอด} <= \mu_{สมอง}$

$H_1$ : $\mu_{ปอด} > \mu_{สมอง}$

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ระหว่างอวัยวะปอดและสมอง

| **ชนิดของอวัยวะ** | N | $\bar{X}$ | S.D. | t | **Sig.(2tailed)** |
|---|---|---|---|---|---|
| ปอด | 20 | 1.85 | 1.09 | -5.22 | 0.00** |
| สมอง | 20 | 0.40 | 0.60 | | |

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 6 พบว่าอวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เท่ากับ 1.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.09 ส่วนอวัยวะสมองมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เท่ากับ 0.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 ค่า t-test มีค่าเท่ากับ -5.22 ค่า Sig (2-tailed) = 0.00 ซึ่งน้อยกว่า 0.01 (sig < .01) แสดงว่ายอมรับ $H_1$ นั่นคืออวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มากกว่าอวัยวะสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

# บทที่5
# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในอวัยวะปอดและสมองที่พบในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ” มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมอง 2) เพื่อหาความแตกต่างของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมอง เป็นการวิจัยเชิงทดลองใช้แบบแผนการทดลองแบบ Posttest-Only Control Group Design โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มกลุ่มตัวอย่าง ให้สิ่งทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง แล้ววัดผลหลังการทดลอง โดยแบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่1 วิธีที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ขั้นตอนที่ 2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ขั้นตอนที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขั้นตอนที่4 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล และขั้นตอนที่ 5 วิธีวิเคราะห์ข้อมูล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ผู้ที่ผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2563 จำนวน 149 ราย กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ราย ทำการสุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างที่ใช้ความน่าจะเป็นด้วยการสุ่มอย่างเป็นระบบ กำหนดช่วงห่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 5 โดยเริ่มจากรายที่ 1 รายที่ 6 และรายที่ 11 ตามลำดับไปจนครบทั้งหมด 20 ราย เก็บข้อมูลโดยการเก็บชิ้นเนื้อจากปอดและสมองจากนั้นนำไปทำการย้อมพิเศษทางพยาธิวิทยาโดยวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยทำการประมวลผลข้อมูลในการทดลองด้วยโปรแกรม SPSS การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 1) การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) และ 3) การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบบริเวณอวัยวะปอดและสมอง ผู้วิจัยมีการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะดังนี้

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอนำเสนอสรุปผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง 2) การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism) และ 3) การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism) ที่พบบริเวณอวัยวะปอดและสมอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 5.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง สรุปได้ดังนี้ คือ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2563 จำนวน 149 ราย กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ราย จำแนกตามชนิดของอวัยวะโดยเป็นอวัยวะปอด จำนวน 20 รายการ คิดเป็นร้อยละ 50 และอวัยวะสมองจำนวน 20 รายการ คิดเป็นร้อยละ 50 ส่วนค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการตายเท่ากับ 16.25 ชั่วโมง โดยระยะเวลาการตายต่ำสุดเท่ากับ 5 ชั่วโมงและสูงสุดเท่ากับ 29 ชั่วโมง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 8.47 และในส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เท่ากับ 1.12 ค่าต่ำสุดของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เท่ากับ 0 และค่าสูงสุด เท่ากับ 3 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.14

### 5.1.2 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism)

**สมมติฐานทางวิจัย** ระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**สมมติฐานทางสถิติ** $H_0 : \rho = 0$

$H_1 : \rho \neq 0$

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระยะเวลาการตายกับปริมาณ ลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 40 รายการ พบว่ามีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .576 ซึ่งมากกว่า 0.01 แสดงว่ายอมรับ $H_0$ นั่นคือ ปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) และระยะเวลาการตายไม่มีความสัมพันธ์กัน ระยะเวลาการตายต่ำสุดเท่ากับ 5 ชั่วโมง และสูงสุดเท่ากับ 29 ชั่วโมง โดยปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบบริเวณปอดต่ำสุด

เท่ากับ 0 และสูงสุด เท่ากับ 3 และปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบบริเวณสมองต่ำสุดเท่ากับ 0 และสูงสุด เท่ากับ 2

โดยสรุปจากการวิเคราะห์พบว่าระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.576

**5.1.3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบบริเวณอวัยวะปอดและสมอง**

**สมมติฐานทางวิจัย** อวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มากกว่าอวัยวะสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**สมมติฐานทางสถิติ** $H_0 : \mu_{ปอด} <= \mu_{สมอง}$

$H_1 : \mu_{ปอด} > \mu_{สมอง}$

จากการวิเคราะห์พบว่าอวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เท่ากับ 1.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.09 ส่วนอวัยวะสมองมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เท่ากับ 0.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 ค่า t-test มีค่าเท่ากับ -5.22 ค่า Sig (2-tailed) = 0.00 ซึ่งน้อยกว่า 0.01 (sig < .01) แสดงว่ายอมรับ $H_1$ นั่นคืออวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มากกว่าอวัยวะสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

โดยสรุปจากการวิเคราะห์พบว่าอวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มากกว่าสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**5.2 อภิปรายผล**

ผู้วิจัยขออภิปรายผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน 1) ระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ไม่มีความสัมพันธ์กัน และ 2)อวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มากกว่าสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

**5.2.1 ระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ไม่มีความสัมพันธ์กัน**

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมอง พบว่าเมื่อนำข้อมูลของระยะเวลาการตายและปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมองไปทำการวิเคราะห์โดยมีค่านัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ .576 ซึ่งมากกว่า 0.01 แสดงว่าจากการวิเคราะห์ครั้งนี้สรุปได้ว่าปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในอวัยวะปอดและสมองไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการตาย โดยอภิปรายในส่วนของระยะเวลาการตายได้ว่าทั้งสองอวัยวะมีปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) อยู่ในช่วงระยะเวลา 5-29 ชั่วโมงสำหรับปอดและ 5-29 ชั่วโมงสำหรับสมอง การอธิบายจากทฤษฎีได้พูดถึงระยะเวลาการตายที่จะสามารถตรวจพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จากอวัยวะปอดและสมองได้คือช่วงระยะเวลา 24-72 ชั่วโมงหลังการเสียชีวิตเนื่องจากเมื่อมีการหักของกระดูก ลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism) ที่อยู่ภายในไขกระดูกจะเข้าสู่กระแสเลือดไปยังอวัยวะต่างๆ โดยส่วนใหญ่จะไปอุดกั้นบริเวณเส้นเลือดขนาดเล็กหรือเส้นเลือดที่มีการแตกแขนงที่อวัยวะนั้นๆ โดยเฉพาะปอดและสมอง ทำให้อวัยวะนั้นๆไม่เกิดการทำงานส่งผลทำให้เกิดการเสียชีวิต แต่จากการทดลองพบว่าผลการทดลองไม่เป็นไปตามทฤษฎีเนื่องจากผลการทดลองที่ได้พบว่าในช่วงระยะเวลาก่อน 24ชั่วโมงก็สามารถตรวจพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ได้เช่นกัน ซึ่งเมื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์พบว่าระยะเวลาการตายไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบ แต่ผลการทดลองที่ได้มีความคล้ายคลึงและสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Makino (2019) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวการพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ปริมาณมากภายหลังการเสียชีวิต โดยศึกษาจากกรณีศึกษาทั้งหมดทั้ง 3 ราย ซึ่งเมื่อทำการตรวจลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism)ด้วยการย้อมพิเศษทางพยาธิวิทยาโดยวิธีการย้อมชิ้นเนื้อด้วยสี Oil red O พบว่ามีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ทั้ง 3 ราย และเมื่อศึกษารายละเอียดของทั้ง 3 ราย พบว่า ระยะเวลาการตายอยู่ในช่วงก่อน 24 ชั่วโมง ซึ่งผลการทดลองนี้ก็สามารถบ่งบอกได้ว่าใน

ช่วงเวลาก่อน 24 ชั่วโมงหลังการเสียชีวิตก็สามารถพบปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ได้เช่นกัน

**5.2.2 อวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มากกว่าอวัยวะสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ**

จากการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) โดยในการศึกษาได้เลือกอวัยวะที่ทำการศึกษาคืออวัยวะปอดและสมองโดยพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่อวัยวะปอดเท่ากับ 1.85 ส่วนบริเวณสมองมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เท่ากับ 0.40 ค่า Sig (2-tailed) เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่า 0.01 (sig < .01) แสดงว่าอวัยวะปอดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มากกว่าอวัยวะสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งสอดคล้องกับสอดคล้องกับงานวิจัยของ Filograna (2010) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเกิดภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบในในอวัยวะปอด โดยทำการศึกษาจากกรณีศึกษาเป็นผู้หญิงที่เสียชีวิตจากการหกล้มเมื่อทำการตรวจทางพยาธิวิทยาหาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) และทำCT scan พบว่าสาเหตุการเสียชีวิตเกิดจากการที่มีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่บริเวณหลอดเลือดฝอยที่ปอด ซึ่งอวัยวะในการที่ส่งตรวจทางพยาธิวิทยาโดยการย้อมพิเศษทางพยาธิวิทยาคือปอดและปริมาณ ลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่พบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 เช่นเดียวกับการศึกษาของ Kumar (2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเกิดภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่สมอง โดยทำการศึกษาจากกรณีศึกษาเป็นชาย ที่เสียชีวิตจากการการหกล้ม โดยทำการตรวจทางพยาธิวิทยาและทำการตรวจวินิจฉัยรอยโรคโดยใช้เครื่องที่สร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging) หรือ MRI โดยอวัยวะที่ส่งตรวจทางพยาธิวิทยาคือสมอง พบว่ามีลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้มีการหาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เพราะฉะนั้นจะเห็นได้ว่าจากการศึกษาของทั้งสองคนอวัยวะที่ใช้ในการส่งตรวจทางพยาธิวิทยาได้แก่อวัยวะปอดและสมอง แต่จากการศึกษาพบว่ามีเพียงอวัยวะปอดที่มีการหาปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ออกมาแต่ยังได้ แต่ยังไม่มีการศึกษาที่มีการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณ ลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ของทั้งสองอวัยวะนี้และอาจอธิบายได้จากทฤษฎีของการเกิดลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) เนื่องจากอนุภาคของไขมัน (fat emboli) จะผ่านเข้าสู่กระแสเลือด โดยทิศทางการไหลเวียนของเลือดจะไปที่หัวใจห้องขวาจากนั้นนำเลือดไปฟอกที่ปอดโดยลักษณะทางกายวิภาคของปอดจะประกอบด้วยเส้นเลือดฝอยปริมาณมากจึงทำให้อนุภาคของไขมันที่ล่องลอยอยู่ภายในกระแสเลือดไป

อุดตันบริเวณหลอดเลือดฝอยขนาดเล็กที่ปอดจึงทำให้พบปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่ปอดได้มากกว่า ส่วนที่บริเวณสมองอาจเกิดจากอนุภาคของไขมันบางส่วนที่เหลือจากการอุดตันที่ปอดก็ล่องลอยไปตามกระแสเลือดผ่านหัวใจห้องซ้ายไปเลี้ยงที่บริเวณสมองทำให้อนุภาคไขมันส่วนที่เหลือเหล่านี้ไปอุดตันบริเวณหลอดเลือดฝอยที่สมองทำให้สามารถพบลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) บริเวณสมองได้น้อยกว่าที่ปอด (สุภาวรรณ เศรษฐบรรจง, 2552)

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยขอนำเสนอจำแนกออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และ 2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยที่พบว่าอวัยวะปอดมีปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) มากกว่าสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้นำไปประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ โดยใช้เป็นอีกหนึ่งแนวทางให้แพทย์เวรชันสูตรที่สงสัยผู้เสียชีวิตที่มีภาวะลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่เสียชีวิตจากกระดูกหักจากอุบัติเหตุ โดยเลือกอวัยวะปอด เป็นอวัยวะที่ส่งย้อม oil red O เพื่อหาลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสียชีวิต ทำให้ผลการชันสูตรน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นและสำหรับเป็นแนวทางให้แพทย์ผู้ชันสูตรที่สงสัยในกรณีที่ผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุแต่มีระยะเวลาการตายก่อน 24 ชั่วโมง ก็สามารถทำการส่งย้อมพิเศษเพื่อดูไขมันที่อาจเป็นสาเหตุทำให้เสียชีวิตได้

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ด้านประเด็นด้านการศึกษา

1. งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) ในปอดกับสมองที่พบในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุ จึงควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ในด้านอื่นๆ เช่นความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) จากอวัยวะอื่นๆ หรือความสัมพันธ์ปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น (Fat embolism) กับความรุนแรงของการหักของกระดูกจากอุบัติเหตุ เป็นต้น

2. ควรมีการนำตัวแปรควบคุมในงานวิจัยนี้ มาเป็นตัวแปรต้นในการศึกษา เช่น ขนาดของอวัยวะ และ อุบัติเหตุที่ทำให้มีการหักของกระดูก เป็นต้น

2) ด้านระเบียบวิธีวิจัย

ควรมีการดำเนินการวิจัยโดยใช้เครื่องมือการวิจัยอื่น เช่น ผลเอกซเรย์หรือผลจากการตรวจความผิดปกติของอวัยวะด้วยรังสีเอกซเรย์ (Computerized Tomography scan) หรือ CT scan และ การตรวจวินิจฉัยรอยโรคโดยใช้เครื่องที่สร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging) หรือ MRI เพื่อดูความรุนแรงของการหักของกระดูกเพื่อนำมาใช้ในการหาความสัมพันธ์กับปริมาณลิ่มไขมันที่อุดกั้น(Fat embolism) ที่สามารถพบได้

# รายการอ้างอิง


**ภาษาไทย**

เลี้ยง หุยประเสริฐ. (2559). **บทเรียนด้านนิติเวชศาสตร์**. เข้าถึงเมื่อ 30 มกราคม. เข้าถึงได้จาก http://www.ifm.co.th

วรวีร์ ไวยวุฒิ. (2560). **นิติเวชศาสตร์**. เข้าถึงเมื่อ 25 มกราคม. เข้าถึงได้จาก https://www.si.mahidol.ac.th/sirirajcme/profession/LaM/Law246.asp

สมรมาศ กันเงิน. (2562). **Principle and technique of pathology**. เข้าถึงเมื่อ 20 ธันวาคม. เข้าถึงได้จาก http://www.rcst.or.th/web-upload/filecenter/51/19-p.% 20411-434.pdf

สุภาวรรณ เศรษฐบรรจง. (2552). "ผลของการบาดเจ็บต่อนัยสำคัญทางคดี." **เวชบันทึกศิริราช**, 2, 3(กันยายน-ธันวาคม): 131-141.

อรรถพล แช่มสุวรรณวงศ์ และคณะ. (2544). **นิติวิทยาศาสตร์ 3 เพื่อการสืบสวนสอบสวน**. กรุงเทพฯ: ดาวฤกษ์ จำกัด.

**ภาษาอังกฤษ**

Cantu, C. (2018). "Liposuction Induce Fat Embolism Syndrome." **Arch Pathol Lab Med**, 142, (July): 871-875.

Clarke, B. (2008). "Normal Bone Anatomy and Physiology." **Clin J Am Soc Nephrol**, 3, 3(November): 131-139.

Cox, G. (2011). "Cerebral fat emboli A Trigger of post operative delirium." **Injury**, 42, 4(January): 6-10.

Cuculic, D. (2010). "Trauma Related Fat Embolism Syndrome in Forensic Practice." **Coll Antropol**, 34, 2(May): 723-726.

Field, M. (2018). "Retrospective evaluation of perioperative and short term clinical outcomes in appendicular long bone skeleton fractures repaired via the string of pearls (SOP) locking plate system." **BMC Veterinary Research**, 14, 10(December): 384-386.

Filograna, L. (2010). "Diagnosis of fatal pulmonary fat embolism with minimally invasive

virtual autopsy and post mortem biopsy." **Legal Medicine**, 12, (December): 233-237.

Hamid, Q. (2003). "Gross pathology and histopathology of asthma." **Allergy and Clinical Immunology**, 111, 2(February): 431-432.

Kumar, K. (2018). "Cerebral Fat Embolism Neuroprotective Goals in an Unusual Cause of Altered Mental Status." **Cureus**, 10, 7(July): 1-5.

Makino, Y. (2019). "Postmortem CT and MRI findings of massive fat embolism." **International Journal of Legal medicine**, 2, (December): 1-10.

Mota, F. d. (2018). "Procrdure for staining lipid droplet with Oil red O." **PlLOS pathogen**, 8, (April): 1149-1154.

Piolanti, M. (2016). "Fat embolism Syndrome Lung Computed Tomography Findings in 18 patients." **Comput Assits Tomogr**, 1, 1(December): 1-8.

Sarkis, G. (2019). "Neurologic Complications of Fat Embolism Syndrome." **Current Neurology and Neuroscience Reports**, 19, 14(February): 1-14.

Shaikh, N. (2009). "Emergency management of fat embolism syndrome." **Journal Emergencies Trauma and shock**, 2, 1(January): 29-33.

Walia, T. (2002). "A method to fix lipid for staining fat embolism in paraffin sections." **Blackwell Science Limited**, 41, November: 75-79.

Zhou, Y. (2015). "Pathogenesis Diagnosis and Treatment of cerebral fat embolism." **Chinese Journal of Traumatology**, 18(September): 120-123.

# ภาคผนวก

ที่ อว. ๐๖๕๑.๓๐๓(๕)/ว.๐๑๒๒

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
๔๓ หมู่ ๖ ต.บางพระ อ.ศรีราชา
จ.ชลบุรี ๒๐๑๑๐

๒๘ เมษายน ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับผลงานวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

เรียน คุณรวิสรา มีสุข และคุณนพรุจ ศักดิ์ศิริ

ตามที่ท่านได้เสนอผลงานวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการตายกับปริมาณ fat embolism ในปอดและสมองที่พบในผู้เสียชีวิตที่มีกระดูกหักจากอุบัติเหตุนั้น บัดนี้ทางบรรณาธิการได้พิจารณาผลงานวิจัยของท่านในเบื้องต้นแล้ว เห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ปีที่ ๑๓ ฉบับที่ ๒ (กรกฎาคม – ธันวาคม ๒๕๖๓) ได้ โดยทั้งนี้ผลงานวิจัยดังกล่าวได้ผ่านการตรวจประเมินเห็นชอบและปรับแก้ไขจากผู้ทรงคุณวุฒิของวารสารอย่างน้อยจำนวน ๒ ท่าน

จึงเรียนมาเพื่อทราบและขอขอบคุณที่ได้อนุญาตให้เผยแพร่ผลงานวิจัยดังกล่าวในวารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ พรสุริยา)
บรรณาธิการวารสารวิจัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| **ชื่อ-สกุล** | ร.ต.ท.หญิง รวิสรา มีสุข |
| **วัน เดือน ปี เกิด** | 22 กุมภาพันธ์ 2538 |
| **สถานที่เกิด** | จังหวัด ขอนแก่น |
| **วุฒิการศึกษา** | วทบ.เทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต |
| **ที่อยู่ปัจจุบัน** | 888/148 คอนโดยูดีไลท์รัชวิภา แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900 |