การตรวจสอบความเสียหายของผ้าที่แทงด้วยอาวุธโดยกล้องจุทรรศน์แบบใช้แสง

โดย
นางสาวสิริรัตน์ ใจเด็ด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การตรวจสอบความเสียหายของผ้าที่แทงด้วยอาวุธโดยกล้องจุทรรศน์แบบใช้แสง

โดย
นางสาวสิริรัตน์ ใจเด็ด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

EXAMINATION OF THE DAMAGE OF FABRICS STABBED BY WEAPONS USING A COMPOUND LIGHT MICROSCOPE

By

MISS Sirirat JAIDET

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (FORENSIC SCIENCE)

Silpakorn University

Academic Year 2023

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การตรวจสอบความเสียหายของผ้าที่แทงด้วยอาวุธโดยกล้องจุทรรศน์แบบใช้แสง
โดย	นางสาวสิริรัตน์ ใจเด็ด
สาขาวิชา	นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นรงค์ ฉิมพาลี)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ดร. ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ดร. อรทัย เขียวพุ่ม)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ยุภาพร สมีน้อย)

640720056 : นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : การแทง, อาวุธ, ความเสียหายบนผ้า, กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

นางสาว สิริรัตน์ ใจเด็ด: การตรวจสอบความเสียหายของผ้าที่แทงด้วยอาวุธโดยกล้องจุทรรศน์แบบใช้แสง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ดร. ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง

การตรวจสอบความเสียหายของสิ่งทอทางนิติวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักจะใช้ในกรณีเหตุการณ์แทง การทดสอบอาวุธที่ส่งมาเพื่อพิจารณาว่าอาวุธเหล่านี้เป็นสาเหตุของความเสียหายต่อเสื้อผ้าที่เป็นหลักฐานหรือไม่ ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความเสียหายของผ้าจากเหตุการณ์แทงโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และหาความสัมพันธ์ของรอยแทงกับขนาดอาวุธ ซึ่งรอยแทงที่ปรากฏจากกระบวนการทะลุของอาวุธที่มีรูปทรงต่างๆ ในผ้าจะถูกพิจารณา การทดลองนี้ดำเนินการโดยใช้ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ ประเภทใบมีด (มีดครัว, มีดคัตเตอร์, กรรไกรปลายแหลม, ไขควงปากแฉก และไขควงปากแบน) ผู้เข้าร่วมการทดลองจับอาวุธแบบ saber grip และทำการแทงใต้วงแขน ทำการแทงเข้าไปในเป้าหมายจากด้านหน้าด้วยมือที่ถนัดและดึงอาวุธออกทันที ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะทางสัณฐานของรอยแทงได้รับผลกระทบมาจากชนิดของผ้า นอกจากนั้นประเภทของใบมีดสามารถแยกความแตกต่างโดยการพิจารณาจากขนาดและรูปร่างของรอยแทง, การบิดเบี้ยวของผ้า, การเรียงตัวของเส้นด้าย, และหน้าตัดของเส้นใย อีกทั้งรอยแทงบนผ้ามีความสัมพันธ์กับขนาดอาวุธอีกด้วย จากผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีนี้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ความเสียหายของสิ่งทอในตัวอย่างทางนิติวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

640720056 : Major (FORENSIC SCIENCE)
Keyword : stabbing, weapons, fabric damage, compound light microscope

MISS Sirirat JAIDET : Examination of the damage of fabrics stabbed by weapons using a compound light microscope Thesis advisor : Sirirat Choosakoonkriang, Ph.D.

The examination of the damage to forensic textiles is most often used in the event of a stabbing cases. The testing of weapons submitted especially knives is intreated to verify if these weapons could have caused damage to the evidential clothing. The research aim was to examine the damage to the fabric due to the stab events using a compound light microscope and to relate of the severance appearance with the size of the weapon. The severance appearance from the penetrating process of various geometries weapons in the fabric was considered. This experiment was conducted using cotton and polyester fabric, blade type (kitchen knives, cutter knives, pointed scissors, Phillips screwdrivers, and slotted screwdrivers). The participants utilized the weapons in the saber grip and underarm action. The stabbing into the target from the front with a dominant hand and immediately withdrawal of weapons. The results showed that the severance morphology was affected by the fabric types. Moreover, the type of blade could be differentiated by detecting the severance size and shape, the distortion of the fabric, the arrangement of the yarn and the cross-section of the fibers. Besides, the severance in the fabric is also related to the size of the weapon. The results demonstrated that this method can be used for the analysis of textile damage in forensic samples.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง นอกจากนี้ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี และคุณปิยาภา จันทร์มลเป็นผู้ประสาน ศูนย์เครื่องมือคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศิลปากร ตลอดจนคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุติทุกท่านทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบคุณไปถึงคุณณัฐวดี ประชุมรัตน์ ซึ่งเป็นผู้ประกอบวิชาชีพออกแบบสิ่งทอซึ่งคอยให้ความรู้เฉพาะในเรื่องผ้า เส้นด้าย และเส้นใยแต่ละประเภท ขอขอบคุณหนังสือ ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทุกฉบับที่ทำให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณครอบครัวที่เป็นแรงผลักดัน และให้คอยกำลังใจมาโดยตลอดจนจบการศึกษาในครั้งนี้

สิริรัตน์ ใจเด็ด

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฏ
บทที่ 1 1
บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ 3
สมมติฐานงานวิจัย 3
ขอบเขตของการวิจัย 3
นิยามศัพท์เฉพาะ 4
ข้อจำกัดในการวิจัย 6
ประโยชน์ที่ได้รับ 6
บทที่ 2 7
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7
แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับผ้า และโครงสร้างของผ้า 7
แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเส้นด้าย 12
แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเส้นใย 14
แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับอาวุธ 22

ชนิดของอาวุธที่ใช้ในงานวิจัยนี้ 25
แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับความเสียหายจากอาวุธมีคมบนเสื้อผ้าหรือเครื่องนุ่งห่ม 29
แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับบาดแผลถูกแทง (Stabbing wound) 31
แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคที่ใช้ในงานวิจัย 35
แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะการจับอาวุธในรูปแบบต่างๆ (knife grip styles) 38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 39
งานวิจัยภายในประเทศไทย 39
งานวิจัยต่างประเทศ 41
บทที่ 3 47
วิธีการดำเนินการวิจัย 47
4. ขั้นตอนการทดลอง 53
5. การวิเคราะห์ข้อมูล 57
6. กรอบแนวคิด 58
แผนการทดลอง 59
บทที่ 4 70
ผลการทดลอง 70
ลักษณะสัณฐานภายนอกและขนาดของรอยแทงบนผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ ทั้งแบบแห้งและแบบที่ผ่านจากจุ่มน้ำเมื่อใช้อาวุธทั้ง 5 ชนิดแทงผ่านผ้าโดยมีแบบจำลองเจลลาตินรองรับ ... 70
ผ้าฝ้าย (cotton 100%) แบบแห้ง (Dry technique) 70
ผ้าฝ้าย (Cotton 100%) แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ (wet techinque) 72
ผ้าโพลีเอสเตอร์ (Harmeet polyester 100%) แบบแห้ง (Dry techinque) 74
ผ้าโพลีเอสเตอร์ (Harmeet Polyester 100%) แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ (wet techinque) ... 76
ลักษณะภายในของรอยฉีกขาดของผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ ทั้งแบบแห้งและแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำเมื่อถูกแทงด้วยอาวุธ 5 ชนิด แทงผ่านผ้าที่มีแบบจำลองเจลลาตินรองรับ วิเคราะห์โดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (compound light microscope) 78

ความเสียหายที่เกิดจากผ้าฝ้ายแบบแห้ง 78
ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ 83
ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง 87
ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ 92
การเปรียบเทียบลักษณะของความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าแบบแห้งและแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่เกิดจากการแทงโดยอาวุธต่างชนิดกัน 111
ขนาดของรอยแทงที่เกิดขึ้นเมื่อแทง ผ่านผ้าโดยวัดตามความยาวรอยขาดของผ้าจากขอบบนถึงขอบล่าง รวมไปถึงความกว้างและความลึกหน่วยเป็นเซนติเมตร 114
ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของรอยแทงกับความกว้างของอาวุธ 116
บทที่ 5 119
สรุป และอภิปรายผลการทดลอง 119
อภิปรายผลการทดลอง 122
ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป 127
รายการอ้างอิง 129
ประวัติผู้เขียน 132

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงลักษณธของผ้าแต่ละชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ พร้อมด้วยรูปภาพ .. 48

ตารางที่ 2 รายละเอียดของอาวุธและเครื่องมือทั้ง 5 ชนิดพร้อมด้วยรูปภาพ 49

ตารางที่ 3 สารเคมีและน้ำที่ใช้ในการผสมเพื่อผลิตแบบจำลอง พร้อมด้วยรูปภาพ..... 50

ตารางที่ 4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองในงารวิจัยครั้งนี้..... 52

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะสัณฐานรูปร่างของรอยแทงในตัวอย่างผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งโดยการแทงหน้าผ้าจากการมองด้วยตาเปล่า..... 97

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะสัณฐานภายรูปร่างของรอยแทงของตัวอย่างผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยการแทงหน้าผ้าจากการมองด้วยตาเปล่า..... 99

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความเสียหายบนผ้าทั้ง 4 ชนิดที่เกิดจากการแทงด้วยมีดครัว..... 102

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบเสียหายบนผ้าทั้ง 4 ชนิดที่ถูกแทงด้วยมีดคัตเตอร์ 104

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบเสียหายบนผ้าทั้ง 4 ชนิด ที่ถูกแทงด้วยกรรไกรปลายแหลม..... 106

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบเสียหายบนผ้าทั้ง 4 ชนิด ที่ถูกแทงด้วยไขควงปากแฉก..... 108

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบเสียหายบนผ้าทั้ง 4 ชนิด ที่ถูกแทงด้วยไขควงปากแบน 109

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างผ้าแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำและผ้าแบบแห้ง เมื่อแทงด้วยอาวุธที่แตกต่างกัน 111

ตารางที่ 13 ขนาดของรอยแทงทั้งความยาว ความกว้าง และความลึกหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm) ที่เกิดขึ้นจากการแทงผ่านผ้าด้วยอาวุธชนิดต่างๆ..... 114

ตารางที่ 14 สรุปขนาดความกว้างของอาวุธ และความยาวรอยแทงบนผ้าแต่ละชนิด (cm) 116

ตารางที่ 15 ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างความยาวของรอยแทงบนผ้าทั้ง 4 ชนิด กับขนาดความกว้างของอาวุธ (cm)..... 117

ตารางที่ 16 คุณสมบัติของเส้นใยแต่ละชนิด 126

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ผ้าถัก(1ก) โครงสร้างของห่วง(1ข) รูปแบบห่วงของผ้าถัก(1ค) 8

ภาพที่ 2 รูปแบบห่วงของผ้าในแนวนอนหรือ course(2ก) รูปแบบห่วงของผ้าในแนวตั้งหรือ wale(2ข) 8

ภาพที่ 3 ประเภทของผ้าถักแนวนอน (Weft knitting) 8

ภาพที่ 4 ประเภทของผ้าถักผ้าแนวดิ่ง (Warp knitting) 9

ภาพที่ 5 รูปแบบผ้าทอลายขัด (Woven fabric) 10

ภาพที่ 6 รูปแบบผ้าทอลายทแยง (Twill weave) 10

ภาพที่ 7 รูปแบบการทอลายต่วนหรือผ้าลายซาติน (Satin Weave) เส้นลอยจะมีขนาดยาว 11

ภาพที่ 8 รูปแบบผ้าไม่ถักไม่ทอ (Non-woven fabric) มาจากการขึ้นรูปเส้นใยหรือเมล็ดพลาสติกโดยตรงจนเป็นผืน 11

ภาพที่ 9 ความแตกต่างระดับโครงสร้างของผ้าทอ ผ้าถัก และผ้าไม่ถักไม่ทอ 12

ภาพที่ 10 ประเภทของเส้นด้ายแบ่งตามความยาวของเส้นใย 3 ประเภท ได้แก่ เส้นด้ายจากเส้นใยสั้น จากเส้นใยยาว และจากเส้นใย multifilament 13

ภาพที่ 11 การควบเกลียวหลุดตามเข็มนาฬิกา (Z twist) และเกลียวหมุนทวนเข็มนาฬิกา (S twist) 13

ภาพที่ 12 โครงสร้างเส้นด้ายจากเส้นใยยาว (Filament yarn)(ซ้าย) และตัวอย่างเสื้อผ้าที่มาจากเส้นด้ายเส้นใยยาว(ขวา) 13

ภาพที่ 13 เส้นด้ายจาก multifilament (Textured yarn)(ซ้าย) และตัวอย่างเสื้อผ้าที่มาจากเส้นด้ายจาก multifilament 14

ภาพที่ 14 โครงสร้างของเส้นใยฝ้าย 16

ภาพที่ 15 โครงสร้างใยลินิน 17

ภาพที่ 16 โครงสร้างเส้นใยจากสัตว์หรือเส้นใยโปรตีน ที่เป็นขนแกะ 17

ภาพที่ 17 โครงสร้างเส้นใยจากสัตว์หรือเส้นใยโปรตีน ที่เป็นไหม 18

ภาพที่ 18 ตัวอย่างเสื้อผ้าที่ผลิตจากผ้าสแปนเด็กซ์ ผ้าไนลอน และผ้าโพลีเอสเตอร์ 19
ภาพที่ 19 โครงสร้างเส้นใยเรยอน และตัวอย่างเสื้อผ้าที่ทำจากเรยอน 19
ภาพที่ 20 ภาพตัดขวางของเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ 20
ภาพที่ 21 การเปรียบเทียบการวิเคราะห์เส้นใยจากการตรวจสอบด้วยสายตา และการสัมผัส 22
ภาพที่ 22 สมการทดสอบความหนาแน่นของเส้นใย 22
ภาพที่ 23 ส่วนประกอบของมีด 24
ภาพที่ 24 รูปแบบของขอบใบมีด 24
ภาพที่ 25 รูปแบบปลายใบมีด 25
ภาพที่ 26 มีดครัวที่ใช้ในการทดลอง โดยภาพถ่ายในระยะไกล และระยะใกล้ 26
ภาพที่ 27 ส่วนประกอบของมีดคัตเตอร์ (ด้านบนซ้าย) และภาพถ่ายในระยะไกล และระยะใกล้ (ด้านล่าง) 26
ภาพที่ 28 ส่วนประกอบของกรรไกรปลายแหลม (ด้านบนซ้าย) และภาพถ่ายในระยะไกล และระยะใกล้ (ด้านล่าง) 27
ภาพที่ 29 ส่วนประกอบของไขควงปากแบน (ด้านบนซ้าย) และภาพถ่ายในระยะไกล และระยะใกล้ (ด้านล่าง) 28
ภาพที่ 30 ส่วนประกอบของไขควงปากแฉก (ด้านบนซ้าย) และภาพถ่ายในระยะไกล และระยะใกล้ (ด้านล่าง) 29
ภาพที่ 31 รูปแบบการตัดครั้งที่สอง (secondary cuts) 31
ภาพที่ 32 ตัวอย่างการภาพถ่ายที่ประมวลผลด้วยโฟโตแกรมเมตริกพร้อมการวัดขนาด a บาดแผลถูกแทง. b บาดแผลจากอาวุธไม่มีคม. c บาดแผลจากลูกกระสุนปืน 32
ภาพที่ 33 การวัดบาดแผลถูกแทงด้วยสเกล 32
ภาพที่ 34 การประกบบาดแผลถูกแทงให้ขอบทั้งสองข้างเข้าหากัน (approximate) เพื่อวัดขนาดและลักษณะคมของใบมีด 32
ภาพที่ 35 วัดทั้งความกว้าง ความยาว และความลึกของบาดแผล 32
ภาพที่ 36 การวัดขนาดบาดแผลจากขอบทั้ง 2 ข้าง 33

ภาพที่ 37 การเกิดมุมแหลมบริเวณขอบบนหรือขอบล่างของบาดแผลเมื่อแทงด้วยอาวุธที่มีลักษณะขอบใบมีดต่างกัน 33

ภาพที่ 38 บาดแผลลักษณะเป็นหางปลา (bilateral fish-tail) เกิดได้จากผู้โจมตีมีการบิดอาวุธ หรือผู้ถูกกระทำบิดตัวขณะดึงอาวธออก 33

ภาพที่ 39 การสานเรียงตัวของเนื้อเยื่อผิวหนังในส่วนต่างๆของร่างกายมีผลต่อขนาดของบาดแผล . 33

ภาพที่ 40 การยุบตัวลงของผิวหนัง (ด้านซ้าย) และรอยประทับเมื่อแทงอาวุธจนสุดด้าม (wound imprint) (ด้านขวา) 34

ภาพที่ 41 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนใช้แสงเชิงประกอบ 37

ภาพที่ 42 กลไกการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบใช้แสงเชิงประกอบ 38

ภาพที่ 43 รูปแบบการจับอาวุธในแบบต่างๆ (knife grip styles) 39

ภาพที่ 44 อาวุธที่ใช้ในการทดลองทั้ง 5 ชนิด 48

ภาพที่ 45 กล้องดิจิตอล NIKON ที่ใช้ในการถ่ายภาพรอยความเสียหายที่เกิดจากการแทงของแต่ละตัวอย่าง 51

ภาพที่ 46 แบบจำลองเจลลาตินที่เซตตัวแล้ว (ด้านข้าง, ด้านหน้า และด้านบน) 54

ภาพที่ 47 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างผ้าที่ทำให้เปียก 54

ภาพที่ 48 การขึงผ้าด้วยสดึง และนำไปวางบนแบบจำลองเจลลาตินที่เซตตัว 55

ภาพที่ 49 บล็อกที่ใช้ในการควบคุมไม่ให้แบบจำลองเจลลาตันและตัวอย่างขยับหรือเคลื่อนไปมา และได้มีการจัดตำแหน่งองศาที่เหมาะสมกับการแทง 90 องศาแนวขนาดกับพื้น 55

ภาพที่ 50 ลักษณะการยืนเว้นระยะห่างจากตัวอย่าง และองศาของข้อศอกหรือแขนตั้งฉาก 90 องศากับพื้น 56

ภาพที่ 51 การจับอาวุธในแบบลักษณะแบบ Saber grip โดยการใช้มือขวาจับอาวุธเป็นการวางนิ้วโป้งตรงโคนมีดและนิ้วทั้งสี่กำด้ามมีดเอาไว้ ปลายมีดชี้ไปด้านหน้าของอาวุธทั้ง 5 ชนิด 56

ภาพที่ 52 กรอบแนวคิดการวิจัย 58

ภาพที่ 53 แผงผังขั้นตอนการทดลอง 59

ภาพที่ 54 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบแห้งโดยมีดครัวกับเทคนิคหน้าผ้า 1ก และหลังผ้า 1ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x) 70

ภาพที่ 55 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบแห้งโดยมีดคัตเตอร์กับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x) 71

ภาพที่ 56 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบแห้งโดยกรรไกรแบบปิดใบมีดกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)..... 71

ภาพที่ 57 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบแห้งโดยไขควงปากแฉกกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)..... 72

ภาพที่ 58 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบแห้งโดยไขควงปากแบนกับเทคนิคหน้าผ้าและหลังผ้า (ขนาด 1.0x และ 2.5x) 72

ภาพที่ 59 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยมีดครัวกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลัง ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)..... 72

ภาพที่ 60 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยมีดคัตเตอร์กับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)..... 73

ภาพที่ 61 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยกรรไกรปิดใบมีดกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)..... 73

ภาพที่ 62 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยกรรไกรปิดใบมีดกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)..... 73

ภาพที่ 63 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยกรรไกรปิดใบมีดกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)..... 74

ภาพที่ 64 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งโดยมีดครัวกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)..... 74

ภาพที่ 65 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งโดยมีดคัตเตอร์กับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)..... 74

ภาพที่ 66 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งโดยกรรไกรปิดใบมีดกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)..... 75

ภาพที่ 67 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งโดยไขควงปากแฉกกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)..... 75

ภาพที่ 68 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งโดยไขควงปากแบนกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x) 76

ภาพที่ 69 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยมีดครัวกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x) 76

ภาพที่ 70 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยมีดคัตเตอร์กับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x) 77

ภาพที่ 71 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยกรรไกรแบบปิดใบมีดกับเทคนิคหน้าผ้า ก และเทคนิคหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x) 77

ภาพที่ 72 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยไขควงปากแฉกกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x) 77

ภาพที่ 73 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยไขควงปากแบนกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x) 78

ภาพที่ 74 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค) 78

ภาพที่ 75 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค) 79

ภาพที่ 76 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค) 79

ภาพที่ 77 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค) 79

ภาพที่ 78 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค) 80

ภาพที่ 79 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค) 80

ภาพที่ 80 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค) 81

ภาพที่ 81 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค) 81

ภาพที่ 82 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค) 81

ภาพที่ 83 ขอบรอยแยกของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยไขควงปากแฉกขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ข) 82

ภาพที่ 84 ขอบรอยแยกของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) 82

ภาพที่ 85 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 83

ภาพที่ 86 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 83

ภาพที่ 87 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 83

ภาพที่ 88 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 84

ภาพที่ 89 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 84

ภาพที่ 90 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 84

ภาพที่ 91 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 85

ภาพที่ 92 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 85

ภาพที่ 93 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 85

ภาพที่ 94 ขอบรอยแยกของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแฉกขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 86

ภาพที่ 95 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 86

ภาพที่ 96 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x (ค และง) 87

ภาพที่ 97 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบเปียกที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 87

ภาพที่ 98 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 87

ภาพที่ 99 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 88

ภาพที่ 100 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 88

ภาพที่ 101 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 88

ภาพที่ 102 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 89

ภาพที่ 103 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข-ค) และขนาด 40x(ง) 89

ภาพที่ 104 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยกรรไกรขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 89

ภาพที่ 105 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 90

ภาพที่ 106 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยกรรไกรขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค) 90

ภาพที่ 107 ขอบของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยไขควงปากแฉกขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค และง) 90

ภาพที่ 108 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 91

ภาพที่ 109 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 91

ภาพที่ 110 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 92

ภาพที่ 111 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 92

ภาพที่ 112 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 92

ภาพที่ 113 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 93

ภาพที่ 114 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 93

ภาพที่ 115 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 93

ภาพที่ 116 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 94

ภาพที่ 117 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยกรรไกรปากแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 94

ภาพที่ 118 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยกรรไกรปากแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 94

ภาพที่ 119 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยกรรไกรปากแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 95

ภาพที่ 120 ขอบของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแฉกขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 95

ภาพที่ 121 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 96

ภาพที่ 122 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 96

ภาพที่ 123 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)..... 96

ภาพที่ 124 ส่วนประกอบของใบมีด ชี้ให้เห็นส่วนที่กว้างที่สุดของใบมีด 123

ภาพที่ 125 ส่วนประกอบของมีดคัตเตอร์ ชี้ให้เห็นปลอกมีดส่วนต้น..... 124

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สภาพปัญหาสังคมในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นการทำร้ายร่างกาย การทะเลาะวิวาท ปัญหาทางการเงิน ครอบครัว ความเครียด ตกงาน ความขัดแย้งต่างๆล้วนแต่จะนำไปสู่การก่ออาชญากรรมได้ทั้งสิ้น ปัญหาเหล่านี้ทำให้เกิดความรุนแรงที่ปรากฏเป็นข่าวตามสื่อต่าง ๆ เช่น การฆาตกรรม การทะเลาะวิวาท การทำร้ายร่างกาย การข่มขืนหรือกระทำชำเราทางเพศ การปล้น ชิงทรัพย์ เป็นต้น ศูนย์สำรวจความคิดเห็น “นิด้าโพล” สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (นิด้า) เปิดเผยผลสำรวจความคิดเห็นของประชาชน เรื่อง “ปัญหาอาชญากรรมของสังคมไทยในปัจจุบัน” โดยสอบถามความคิดเห็นจากประชาชนทั่วประเทศ กระจายทุกภูมิภาค ระดับการศึกษา และอาชีพ รวมทั้งสิ้น จำนวน 1,250 หน่วยตัวอย่าง จากการสำรวจประชาชนเกี่ยวกับระดับความรุนแรงของปัญหาอาชญากรรมของสังคมไทยในปัจจุบันส่วนใหญ่ ร้อยละ 52.32 ระบุว่ามีความรุนแรงมาก เพราะ สภาพสังคมในปัจจุบันเปลี่ยนไป เศรษฐกิจตกต่ำ ผู้คนเครียดกันมากขึ้น อารมณ์รุนแรงและเปลี่ยนแปลงมากขึ้น สภาพจิตใจที่เสื่อมลง ขาดศีลธรรม ไม่มีจิตสำนึก เกิดจากพฤติกรรมเลียนแบบ มีเหตุการณ์เกิดขึ้นบ่อยครั้ง และผู้ที่ก่อเหตุมีอายุลดน้อยลงจากในอดีตที่ผ่านมา อีกทั้งยังมีวิธีการที่รุนแรงและโหดเหี้ยมมากขึ้นเรื่อย ๆ ส่วนหนึ่งที่เป็นผู้ก่อเหตุอายุน้อยเกิดจากการเลี้ยงดูของครอบครัว ไม่มีเวลาอบรมสั่งสอน กฎหมายอ่อนแอและไม่เด็ดขาด รองลงมา ร้อยละ 41.52 ระบุว่า มีความรุนแรงค่อนข้างมาก เพราะ สังคมไทยทุกวันนี้เปลี่ยนไป กฎหมายไม่เด็ดขาด และสื่อทุกวันนี้เข้าถึงได้ง่ายจึงเกิดพฤติกรรมการเลียนแบบ ร้อยละ 4.32 ระบุว่าความรุนแรงค่อนข้างน้อยเนื่องจากเจ้าหน้าที่มีความเข้มงวดขึ้น อีกส่วนที่เหลือกล่าวว่าไม่มีความรุนแรงเลยสถานการณ์ปกติ

ปัญหาอาชญากรรมของสังคมไทยในปัจจุบันที่ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนมากที่สุด พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่ ร้อยละ 34.64 ระบุว่า การข่มขืนกระทำชำเราทางเพศ รองลงมา ร้อยละ 23.60 ระบุว่า การฆาตกรรม ร้อยละ 15.52 ระบุว่า การก่อความไม่สงบในสามจังหวัดชายแดน ร้อยละ 10.00 ระบุว่า การทะเลาะวิวาท ทำร้ายร่างกาย ร้อยละ 8.08 ระบุว่า การปล้น ชิงทรัพย์ ร้อยละ 2.80 ระบุอื่น ๆ ได้แก่ ปัญหายาเสพติด (วินิจนัย, 2560)

เมื่อมีอาชญากรรมเกิดขึ้นมากเท่าไหร่หน้าที่ของนิติวิทยาศาสตร์ในสนับสนุนการสืบสวนสอบสวนก็มากขึ้นตามไปด้วย จึงเป็นความจำเป็นที่นิติวิทยาศาสตร์จะต้องวิเคราะห์พยานหลักฐานที่เหลืออยู่ในสถานที่เกิดเหตุให้ได้มากที่สุด เพื่อเป็นข้อมูลแก่เจ้าหน้าที่ในการจับกุมผู้กระทำผิดมาดำเนินคดีได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้อง อาชญากรรมที่เกิดในประเทศไทยมีหลากหลายประเภท เช่น การแทง การโจรกรรม การฆ่าข่มขืน เป็นต้น ผลของความเสียหายที่เกิดขึ้นมักจะเกิดบนสิ่งทอ หรือวัสดุผ้าต่างๆ เช่น เสื้อผ้า และเครื่องแต่งกาย ในกรณีอาชญากรรมหรือการแทงโดยใช้อาวุธมีคมและไม่มีคมมักจะมาจากอุปกรณ์ใกล้ตัว เช่น มีดครัว กรรไกร แก้ว ขวด แท่งเหล็ก ไขควง รวมทั้งการใช้เครื่องมือจากอาชีพต่างๆ เช่น เครื่องมืองานไม้ เหล็ก งานช่าง เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นอุปกรณ์ที่ไม่ผิดกฎหมายทุกคนครอบครองได้ และปกปิดอำพลางได้ง่าย จากงานวิจัยของ Forensic Medicine Department

of Nagpur University สรุปได้ว่า ร้อยละ 72.5 ของคดีฆาตกรรมบริเวณที่เหยื่อโดนทำร้ายโดยการแทงส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่หน้าอก ตามมาด้วยช่องท้อง ร้อยละ 42.9 ระยางค์ส่วนบน ร้อยละ 29.7 ระยางค์ส่วนล่าง ร้อยละ 22.0 ศีรษะ ร้อยละ 20.9 และคอ ร้อยละ 19.8 ตามลำดับ บริเวณที่กล่าวมานี้โดยเฉพาะหน้าอก และช่องท้องส่วนใหญ่จะถูกปกคลุมไปด้วยเสื้อผ้าอย่างน้อยหนึ่งชั้น (Park & Son, 2018) เมื่อเกิดการเสียชีวิตหรือเหตุการณ์จากการแทงเกิดขึ้นส่วนใหญ่มักจะมุ่งหาข้อมูลต่างๆตามร่างกายของเหยื่อโดยปกติแล้วบาดแผลบนร่างกายสามารถให้ข้อมูลได้อย่างเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์ และระบุลักษณะต่างๆ แต่เมื่อร่างกายเกิดการปนเปื้อนของบาดแผลจนไม่สามารถระบุอาวุธที่ใช้ในการก่อเหตุเข้าสู่กระบวนการเน่าเปื่อย ผิวหนังที่มีความยืดหยุ่นไม่เท่ากันจากปัยจัยที่ควบคุมไม่ได้ เช่น อายุ รูปร่าง หรือลักษณะร่างกายอาจจะทำให้คาดคะเนอาวุธผิดพลาดได้ หรือแม้แต่ผู้ก่อเหตุกระทำผิดแล้วหลบหนีไปพร้อมอาวุธก็จะไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ต่อไปได้ เพราะฉนั้นสิ่งสำคัญที่ใช้เป็นวัตถุพยานได้ดีอีกอย่างหนึ่ง คือ ความเสียหายที่เกิดขึ้นบนเสื้อผ้าของเหยื่อ (Kemp, 2017) สามารถนำมาประเมินลักษณะอาวุธของผู้กระทำผิด รวมถึงขนาดความกว้าง ความยาวและความหนา ประเภทของใบมีดแบบใด ชนิดของอาวุธที่ผู้กระทำผิดใช้ก่อเหตุ การลำดับเหตุการณ์ย้อนกลับ อีกทั้งยังช่วยยืนยันเหตุการณ์และสาเหตุการเสียชีวิต เช่น ในกรณีที่เหยื่อถูกแทงก่อนโยนลงน้ำ หรือมีการแทงในน้ำ ช่วงที่เกิดเหตุสภาพอากาศมีฝนตกหรือไหมความเสียหายบนเสื้อผ้าสามารถช่วยในการสืบสวนได้อีกด้วย

จากที่กล่าวมาผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของวัตถุพยานเกิดขึ้นจากการแทง คือ เสื้อผ้าของเหยื่อ ซึ่งสามารถเชื่อมโยงไปยังเหตุอาชญากร อาชญากรรม สถานที่เกิดเหตุ อีกทั้งสามารถบ่งบอกถึงอาวุธที่ใช้ก่อเหตุ และตัวผู้กระทำผิดได้ งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาความเสียหายของผ้าจากการแทงด้วยอาวุธมีคมใช้การวิเคราะห์โดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง โดยใช้ตัวอย่างผ้า 2 ชนิด ได้แก่ ผ้าที่ได้จากเสนใยธรรมชาติ คือ ผ้าฝ้าย และผ้าที่ได้จากเส้นใยสังเคราะห์ คือ ผ้าโพลีเอสเตอร์ โดนเทคนิคผ้าแห้งและผ้าที่ผ่านการจุ่มน้ำ อาวุธมีคม 5 ชนิด ได้แก่ มีดครัว มีดคัตเตอร์ กรรไกรปลายแหลม ไขควงปากแฉก และไขควงปากแบน ทำการทดลองครั้งละ 1 ซ้ำ รวมทั้งสิ้นเป็น 20 การทดลองจากผู้ทดลองสุขภาพดี 1 คน การตรวจสอบเบื้องต้น คือ การมองด้วยตาเปล่าจากภาพถ่าย (Naked eyes) ที่ถ่ายโดยกล้องดิจิตัลถึงลักษณะสัณฐานของรอยแทง ได้แก่ รูปร่าง ขนาดความยาว ความกว้างและความลึก มุมขอบบน-ขอบล่าง และการตรวจสอบแบบละเอียดด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound light microscope) ถึงลักษณะความเสียหายระดับเส้นด้ายและเส้นใย การจัดเรียงตัวของเส้นด้าย การบิดเบี้ยวของเส้นด้าย เคราของเส้นด้าย ลักษณะภายในของเส้นด้ายและเส้นใยส่วนปลาย การหลุดลุ่ยของเส้นใยส่วนปลาย เพื่อที่จะตรวจสอบลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าแต่ละชนิด เปรียบเทียบความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าแห้งและผ้าที่ผ่านการจุ่มน้ำ หาความสัมพันธ์ของรอยแทงบนผ้ากับอาวุธที่ใช้ในการทดลอง รวมไปถึงทำนายขนาดความกว้างของอาวุธจากความยาวรอยแทงของผ้าแต่ละชนิด นำผลที่ได้ไปเป็นประโยชน์ทางนิติวิทยาศาสตร์และสนับสนุนแนวทางในการสืบสวน สอบสวนของเจ้าหน้าที่ และเป็นข้อมูลให้กับผู้ที่สนใจในการศึกษาครั้งต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อตรวจสอบความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าเมื่อแทงด้วยอาวุธต่างชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
2. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าแห้งและผ้าที่ผ่านการจุ่มน้ำที่เกิดจากการแทงโดยอาวุธต่างชนิดกัน
3. เพื่อหาความสัมพันธ์ของความยาวรอยแทงบนผ้ากับขนาดความกว้างของอาวุธที่ใช้

สมมติฐานงานวิจัย

1. ความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าแต่ละชนิดเมื่อแทงด้วยอาวุธต่างชนิดมีความแตกต่างกัน
2. ความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าแห้งและผ้าที่ผ่านการจุ่มน้ำจากการแทงโดยอาวุธต่างชนิดมีความแตกต่างกัน
3. ความยาวรอยแทงบนผ้าแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กันกับขนาดความกว้างของอาวุธ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ด้านตัวอย่าง
   1.1. ผ้าที่นิยมนำไปทำเครื่องนุ่งห่มในประเทศไทย และจากการสำรวจสถิติผู้เสียชีวิตจากการถูกแทง ได้แก่ ผ้าที่ได้จากเส้นใยธรรมชาติ คือ ผ้าฝ้าย และผ้าที่ได้จากเส้นใยสังเคราะห์ คือ ผ้าโพลีเอสเตอร์ เป็นการสุ่มไม่ใช้ความน่าจะเป็นแบบเจาะจง ซึ่งเป็นผ้าใหม่ที่ซื้อมาจากตลาดสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ นำผ้าแต่ละชนิดไปตัดขนาด 20*20 เซนติเมตร ชนิดละ 10 ชิ้น
   1.2. อาวุธที่นิยมใช้ก่อเหตุในประเทศไทย ได้แก่ มีดครัว มีดคัตเตอร์ กรรไกรปลายแหลม ไขควงปากแฉก และไขควงปากแบน อาวุธทั้งหมดไม่ผ่านการใช้งาน ซึ่งซื้อมาจากร้านมิสเตอร์ดีไอวาย จังหวัดนครปฐม
2. ด้านตัวแปรที่จะศึกษา
   2.1. ตัวแปรต้น (independent variable) คือ ตัวอย่างผ้าแต่ละชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์, อาวุธมีคม ได้แก่ มีดครัว มีดคัตเตอร์ กรรไกรปลายแหลม ไขควงปากแฉก และไขควงปากแบน
   2.2. ตัวแปรตาม (dependent variable) คือ ขนาดและลักษณะภายนอกของรอยแทงขอบบน-ขอบล่าง ลักษณะภายในเส้นใยส่วนปลาย เคราของเส้นด้าย การจัดเรียงตัวของเส้นด้าย และการหลุดลุ่ยของเส้นใยส่วนปลาย
   2.3. ตัวแปรควบคุม (control variable) คือ ผู้ทำการทดลองสุขภาพดี 1 คน, ความคมของมีดไม่ผ่านการใช้งาน, องศาการแทง 90 องศา, แรงที่ใช้ในการแทงเป็นแรงที่มากที่สุดของผู้ทำการทดลอง, และแบบจำลองเจลลาติน
3. ด้านเนื้อหา
   3.1. ลักษณะของผ้าชนิดต่างๆ ที่นำมาผลิตเสื้อผ้าพบได้ทั่วไปในประเทศไทย
   3.2. อาวุธชนิดต่างๆที่พบได้บ่อยในการก่อเหตุอาชญากรรม
   3.3. ความแตกต่างของลักษณะภายนอก ลักษณะภายในระดับเส้นด้ายและระดับเส้นใย
   3.4. ความสัมพันธ์ของลักษณะรอยแทงบนผ้ากับอาวุธแต่ละชนิด

4. ด้านพื้นที่
   4.1. ตัวอย่างผ้าแต่ละชนิดที่นำมาศึกษาเป็นผ้าใหม่ไม่ผ่านการใช้งานซื้อที่ตลาดสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ
   4.2. ตัวอย่างอาวุธมีคมที่นำมาทำการทดลองซื้อที่ร้านร้านมิสเตอร์ดีไอวาย จังหวัดนครปฐม
5. ด้านระยะเวลา
   5.1. ระยะเวลาในการศึกษาข้อมูลระหว่างเดือนกรกฎาคม-กันยายน 2565 เป็นระยะเวลา 3 เดือน
   5.2. ระยะเวลาในการทดลองการทำวิจัยจนเสร็จลุล่วงทั้งสิ้น 6 เดือน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผ้า (Fabrics) หมายถึง วัสดุชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบน และผ่านกระบวนการผลิตจากเส้นใยธรรมชาติหรือเส้นใยสังเคราะห์ เช่น ฝ้าย ไหม ขนสัตว์ โดยวิธีทอ ถัก หรือบีบอัดจนเกิดเป็นเส้นด้ายซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป และผ่านกรรมวิธีผลิตจนได้เป็นผืนผ้า เพื่อนำไปขึ้นรูปเป็นสิ่งทอต่างๆ เช่น เสื้อผ้า ม่าน เฟอร์นิเจอร์ เครื่องนุ่งห่ม เป็นต้น
   1.1. ผ้าที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ อ้างอิงมาจากการศึกษามาจากงานวิจัยก่อนหน้าและประวัติการสวมใส่เสื้อผ้าของผู้เสียชีวิตจากเหตุอาชญากรรมที่ใช้อาวุธมีคมในประเทศไทย โดยสังเกตลักษณะสัณฐานวิทยาของความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าจากการแทงด้วยวัตถุมีคม ได้แก่ ขนาดรอยแทง ขอบรอยแทง ลักษณะขอบบน ขอบกลางและขอบล่างของรอยแทง และความบิดเบี้ยวรอบๆบริเวณการแทง
2. เส้นใย (Fibers) หมายถึง องค์ประกอบที่เล็กที่สุดของผ้า เป็นวัสดุหรือสารใด ๆ เกิดจากการรวมตัวของพอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) ของกลูโคส (glucose) เกาะจับตัวกันเป็นเส้นยาวเรียวโดยอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับหรือมากกว่า 100 เท่า สามารถขึ้นรูปเป็นเส้นด้ายและผ้าได้ ไม่สามารถแยกย่อยในเชิงกลได้อีก
   2.1. งานวิจัยนี้ได้มีการวิเคราะห์เส้นใย ได้แก่ การบิดเกลียวของเส้นใย การเรียงตัวเส้นใยส่วนปลาย และหน้าตัดของเส้นใยส่วนปลาย
3. เส้นด้าย (Yarns) หมายถึง กลุ่มของเส้นใยที่รวมตัวกันที่มีความยาวต่อเนื่อง มีคุณสมบัติและคุณลักษณะที่เหมาะสมในการใช้งานด้านสิ่งทอ มีความเหนียว (Strength) และ ความยืดหยุ่น (Flexibility) ในตัวเอง ซึ่งอาจจะมีเกลียว (twist) หรือไม่มีเกลียวก็ได้ขึ้นอยู่กับกระบวนผลิต
   3.1. งานวิจัยนี้ได้มีการวิเคราะห์เส้นด้าย ได้แก่ การเรียงตัวของเส้นด้าย การหลุดลุ่ย และเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย
4. อาวุธมีคม (Shape objects) หมายถึง สิ่งที่ใช้ป้องกันตัว หรือทำร้ายผู้อื่น ซึ่งสามารถหั่น ตัด เฉือน ให้วัตถุเป้าหมายนั้นแยกออกจากกันได้
   4.1. งานวิจัยนี้ได้ใช้อาวุธมีคมทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ มีดครัว มีดคัตเตอร์ กรรไกรปลายแหลม ไขควงปากแฉก และไขควงปากแบน โดยจะทำการวัดความยาว ความกว้าง ความหนาของอาวุธ รวมถึงสังเกตลักษณะของสันมีด คมมีด และองศาของปลายมีดถึงด้ามที่จับ

5. การแทง (Stabbing) หมายถึง การสัมผัสกับวัตถุมีคม หรือปลายแหลมในระยะใกล้ทำให้เกิดการทะลุ วัตถุที่ใช้ในการแทงมักจะเคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมายในแนวตั้งฉากแทนที่จะเป็นการลากผ่านเป้าหมาย โดยทั่วไปในเหตุอาชญากรรมการแทงเป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมายประสงค์ชีวิตมักจะเล็งไปที่อวัยวะสำคัญ เช่น บริเวณหน้าอก หัวใจ ช่องท้อง คอ เป็นต้น นอกจากนี้อาจจะมาจากการฆ่าตัวตาย หรือผู้อื่นกระทำโดยไม่ได้ตั้งใจขึ้นอยู่กับลักษณะร่องรอยของการแทง
   5.1. งานวิจัยนี้ใช้การแทงใต้วงแขน (underarm technique) ข้อศอกตั้งฉากกับพื้น และเหยียดแขนตรงไม่บิบข้อมือ
6. บาดแผลการแทง (Stab injuries) เป็นรูปแบบเฉพาะของการบาดเจ็บที่เจาะทะลุผิวหนังซึ่งมีความลึกมากกว่าความยาวจากวัตถุแข็งมีคม หรือวัตถุแข็งปลายแหลม แต่ก็สามารถเกิดขึ้นได้จากอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ขวดแตก และที่หยิบน้ำแข็ง การแทงส่วนใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากความรุนแรงโดยเจตนาหรือการทำร้ายตนเอง
   6.1. สิ่งที่ควรสังเกตุหรือวัด เช่น ลักษณะขอบของบาดแผล ลักษณะบาดแผลเป็นหนึ่งหรือสองคม และความคมของส่วนมุมบาดแผล โดยเฉพาะส่วนปลายของใบมีดอาวุธแบบอื่นๆที่ทำให้เกิดบาดแผลถูกแทงรวมถึงกรรไกร มีดดาบ มีดโกน ไขควง เหล็กขูดชาร์ป ส้อม หรือวัสดุปลายแหลมแบบต่างๆ เป็นต้น
7. ความเสียหายบนผ้า (Damaged on clothes) หมายถึง การกระทำที่ทำให้เส้นใย เส้นด้าย หรือผ้า เปลี่ยนรูป บิดเบี้ยว หรือผิดไปจากปกติ เกิดขึ้นได้จากปัจจัยหลักๆ 4 ประการ ได้แก่ ทางกายภาพ ทางกล ทางเคมี และความร้อน อีกทั้งทางกายภาพ และทางกลรวมไปถึงความเสียหายโดยวัตถุมีคม วัตถุไม่มีคม การขีดข่วนหรือแรงเสียดทาน ความเครียดทางกล เช่นการดึงด้วยแรงจำนวนมาก เป็นต้น
8. ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology characteristic) หมายถึง การศึกษารูปพรรณสัณฐานภายนอกและคุณสมบัติเฉพาะของโครงสร้าง เช่น สี โครงสร้าง ขนาด รูปร่าง รูปแบบ ในงานวิจัยนี้มีการวัดขนาดรอยแทง ลักษณะรูปร่างของรอยแทง และการจัดเรียงตัว เป็นต้น
9. การหลุดลุ่ยของเส้นใย (Frayed edges) หมายถึง ขอบเขตการเคลื่อนตัวของเส้นด้ายออกนอกที่ทอไว้ในแนวเดิม ทำให้รูปลักษณ์เปลี่ยนแปลงไป
10. เคราของเส้นด้าย (bearded of yarn) หมายถึง การฉีกขาดที่เกิดบนตำแหน่งที่แตกต่างกันของเส้นใยในเส้นด้ายทำให้เกิดฝอยๆในส่วนปลายของเส้นด้าย
11. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound microscope) หมายถึง กล้องจุลทรรศน์ที่มีระบบเลนส์ทำหน้าที่ขยายภาพ 2 ชุด คือ เลนส์ใกล้ตาตั้งแต่ 5 10 15 เท่า และเลนส์ใกล้วัตถุตั้งแต่ 10 40 100 เท่า เป็นกล้องที่มีกำลังขยายสูงแต่ resolution ต่ำ มีหลอดไฟเป็นแหล่งกำเนิดแสง ภาพที่ได้จะมีลักษณะเป็นภาพจริงหัวกลับ 2 มิติ คือ กว้างและยาว กล้องประเภทนี้สามารถใช้ดูได้ทั้งวัตถุที่หยุดนิ่ง หรือสิ่งมีชีวิตที่เคลื่อนไหว

ข้อจำกัดในการวิจัย

1. การวางทิศทางของผ้าโดยเส้นด้ายยืนอยู่ในแนวตั้ง และเส้นด้ายพุ่งอยู่ในแนวนอน
2. คนเดียวกันซึ่งจะใช้แรงและองศาเท่าๆกัน จึงเป็นเพียงการคาดคะเนหรือจำลองสถานการณ์ในงานวิจัยนี้เท่านั้น
3. ผ้าชนิดต่างๆ และอาวุธที่นำมาศึกษาอาจจะไม่ครอบคลุมจากเหตุการอาชญากรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมด
4. ความคมและความทื่อของมีดมีผลต่อความเสียหายที่เกิดขึ้นบนเสื้อผ้าชนิดต่างๆ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ประโยชน์ด้านวิชาการ
   1.1. ได้ความรู้เรื่องความเสียหายของผ้าที่เกิดจากอาวุธชนิดต่างๆ เช่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของความเสียหาย ลักษณะเส้นด้ายและเส้นใย ส่วนปลายเส้นด้ายและเส้นใยที่ขาด และการจัดเรียงตัวของเส้นด้ายแนวระนาบ
2. ประโยชน์ด้านการประยุกต์ใช้
   2.1. สามารถนำไปเป็นแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติม และพัฒนาองค์ความรู้ให้กับนิสิตนักศึกษาคณะนิติวิทยาศาสตร์ และบุคลากรทั่วไปที่มีความสนใจ
   2.2. นำมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ และจัดทำฐานข้อมูลของความเสียหายบนผ้าจากอาวุธชนิดต่างๆจะทำให้ทราบ หรือคาดการณ์อาวุธในเหตุอาชญากรรมที่เกิดขึ้นได้เบื้องต้น ซึ่งจะช่วยในการสืบสวน หรือสอบสวนให้มีประสิทธภาพมากยิ่งขึ้น นำไปใช้ได้ทั้งสถาบันนิติเวชโรงพยาบาลตำรวจ หรือนิติเวชในโรงพยาบาลต่างๆ และทางห้องปฏิบัติการนิติวิทยาศาสตร์

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

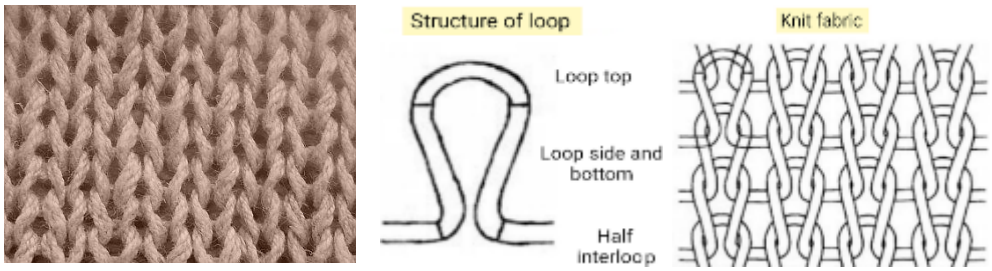
การดำเนินงานในบทนี้เป็นการประมวล รวบรวม และสังเคราะห์ แนวคิด ทฤษฎีงานวิจัยต่างๆ ที่สำคัญของการวิจัยเรื่อง “การตรวจสอบความเสียหายของผ้าจากการแทงด้วยอาวุธโดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเพื่อใช้ทางนิติวิทยาศาสตร์” เพื่อเป็นพื้นฐานสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิจัยครั้งนี้ และเป็นประโยชน์ในการกำหนดกรอบแนวคิดเบื้องต้น โดยผู้วิจัยได้สรุปครอบคุมประเด็นสำคัญซึ่งแบ่งการนำเสนอเป็น 9 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับผ้า และโครงสร้างของผ้า
2. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเส้นด้าย
3. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเส้นใย
4. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับอาวุธ
5. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับความเสียหายจากอาวุธมีคมบนเสื้อผ้าหรือเครื่องนุ่งห่ม
6. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับบาดแผลถูกแทง
7. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคที่ใช้ในงานวิจัย
8. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะการจับอาวุธในรูปแบบต่างๆ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับผ้า และโครงสร้างของผ้า

1.1. ผ้า (Fabrics) หมายถึง วัสดุชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นแผ่นสามารถผลิตจากสารละลายสังเคราะห์ เส้นใย เส้นด้าย และผ่านกระบวนการผลิตจากเส้นใยธรรมชาติ หรือสังเคราะห์เกิดเป็นเส้นด้าย และผ่านกรรมวิธีผลิตจนได้เป็นผืนผ้า (Nitas Tessile Co., 2016) สามารถแบ่งแยกประเภทของผ้าออกเป็น 3 ประเภท คือ ผ้าถัก (Knitted fabric) ผ้าทอ (Weaving fabric) และผ้าไม่ถักไม่ทอ (Non-woven fabric) (BABU, 2021)

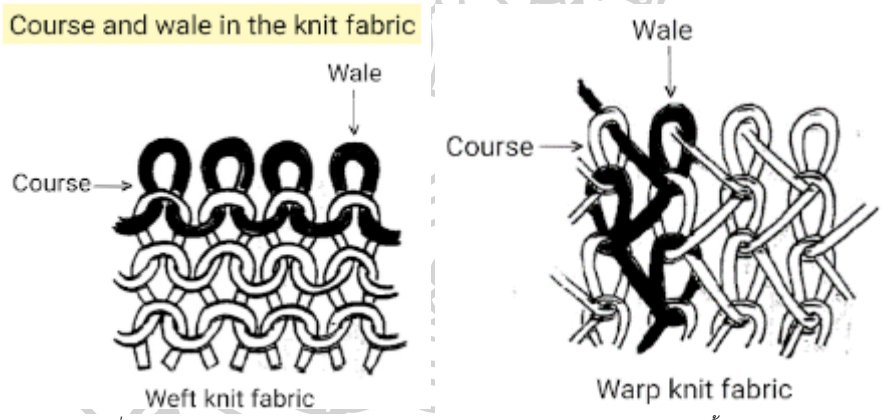
1.1.1. ผ้าถัก (Knit fabric) หมายถึง ผ้าที่เกิดจากการใช้เข็มถักให้เป็นห่วงของด้ายที่สอดขัดกัน



ภาพที่ 1 ผ้าถัก(1ก) โครงสร้างของห่วง(1ข) รูปแบบห่วงของผ้าถัก(1ค)
ที่มารูปภาพ https://bit.ly/3GxrJ5v

1.1.1.1. การเรียกแนวผ้าถักแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ course และ wale

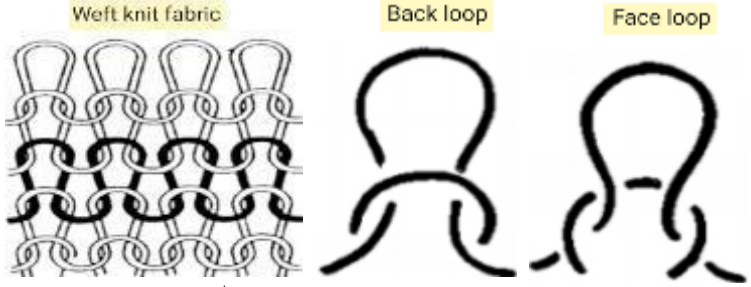
- Course คือ ในลูปของผ้าถักแถวแนวนอนทั้งหมด
- Wale คือ ในลูปของผ้าถักแถวแนวตั้งทั้งหมด



ภาพที่ 2 รูปแบบห่วงของผ้าในแนวนอนหรือ course(2ก) รูปแบบห่วงของผ้าในแนวตั้งหรือ wale(2ข)
ที่มารูปภาพ https://bit.ly/3GxrJ5v

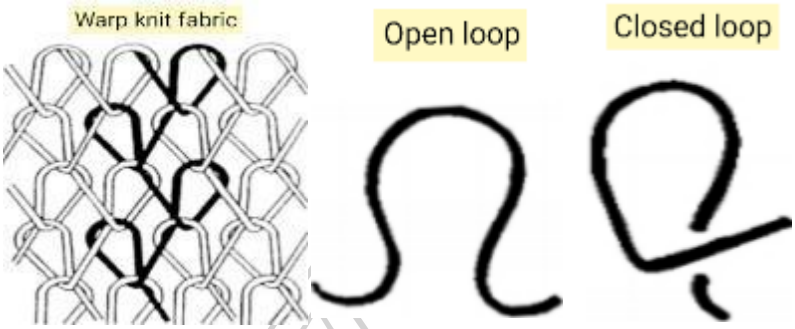
1.1.1.2. ประเภทของผ้าถักมี 2 ประเภท ได้แก่

- การถักผ้าแนวนอน (Weft knitting) เป็นวิธีการถักผ้าแบบ 1 ห่วงซึ่งห่วงจะเกิดขึ้นในทิศทางเดียวกับความกว้างของผ้าจากเส้นด้ายกัน หรือหลายเส้นก็ได้ มีลักษณะเฉพาะ คือ เส้นด้ายแต่ละเส้นจะทำมุมมากกว่าหรือน้อยกว่ามุมฉาก



ภาพที่ 3 ประเภทของผ้าถักแนวนอน (Weft knitting)

- การถักผ้าแนวดิ่ง (Warp knitting) เป็นธีการถักผ้าแบบ 1 ห่วงซึ่งห่วงจะเกิดขึ้นในทิศทางเดียวกับความยาวของผ้าจากเส้นด้ายเดียวกัน มีลักษณะเฉพาะ คือ เส้นด้ายที่ป้อนเข้าไปเกือบจะเป็นเส้นเดียวกันกับทิศทางที่เกิดเป็นผ้า



ภาพที่ 4 ประเภทของผ้าถักผ้าแนวดิ่ง (Warp knitting)

1.1.2. ผ้าทอ (Woven fabric) หมายถึง ผ้าที่เกิดจากกระบวนการทอโดยใช้เครื่องทอ (Weaving loom) โดยมีเส้นยืน (Warp yarn) และเส้นพุ่ง (Filling or weft yarn) ที่ทอขัดในแนวตั้งฉากกัน และจุดที่เส้นทั้งสองสอดประสานกัน (Interlacing) จะเป็นจุดที่เส้นด้ายเปลี่ยนตำแหน่งจากด้านหนึ่งของผ้าไปด้านตรงข้าม ประเภทของผ้าทอแบ่งเป็นหลายชนิดขึ้นกับลักษณะการทอ เช่น Plain, Basket, Twill, Satin, Crepe, Dobby, Jacquard, Double cloth, Pile, Slack-tension, Leno และ Swivel

1.1.2.1. วิธีการโดยทั่วไปในการผลิตผ้าทอ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนแรกการเตรียมเบื้องต้น (Preliminary Processes) คือ การเตรียมเส้นยืนและเส้นพุ่ง ขั้นตอนที่สองการทอผ้า (Weaving Processes) คือ การทอผ้าจากเครื่องทอชนิดต่าง ๆ และขั้นตอนสุดท้ายการตรวจสอบ (Inspection) คือ การตรวจสอบน้ำหนักตำหนิในเนื้อผ้าและซ่อมแซม

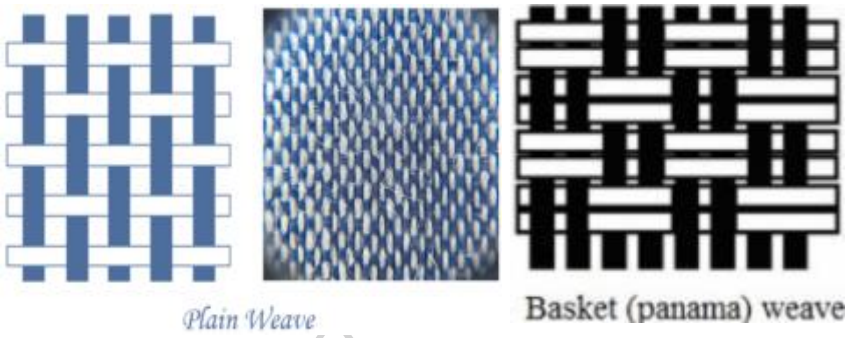
1.1.2.2. ผ้าทอปกติจะประกอบด้วยเส้นด้าย 2 ชุด ได้แก่

- เส้นยืน (Warp Yarn) คือ เส้นด้ายชุดหนึ่งที่ขึงไว้กับกี่ตามแนวตั้งหรือตามความยาว
- เส้นพุ่ง (Weft Yarn) คือ เส้นด้ายที่พุ่งผ่านกระสวยที่ถูกกรองบนหลอดด้ายบรรจุในกระสวย โดยเส้นพุ่งจะพุ่งในแนวนอนจากซ้ายไปขวาหรือตามขวาง และจากขวามาซ้ายผ่านเส้นยืนที่ยกสลับกัน

1.1.2.3. ชนิดของผ้าทอสามารถแยกออกเป็นชนิดได้ 3 ชนิด ตามลักษณะโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่

- การทอลายขัด (Plain Weave) ผ้าทอลายนี้แข็งแรงที่สุดเป็นการนำเอาเส้นด้านยืน และเส้นด้ายพุ่งมาทอขัดกันโดยที่ให้เส้นด้ายพุ่งสอดใต้และข้ามเส้นด้ายยืนในจำนวนเส้นเท่าๆกัน ไปเรื่อยๆ เช่น Plain1/1, Plain2/2, Plain3/3 ทำให้เกิดมุมตัด 90 องศา ผ้าที่ได้จึงค่อนข้างแน่น และหลุดลุ่ยได้ยาก สามารถนำมาดัดแปลงได้หลายแบบ เช่น การทอลูกฟูก (Rib or Corduroy Weave) เป็นการทอลายขัดที่ใช้เส้นด้ายยืน และเส้นด้ายพุ่ง คนละขนาดกันทำให้เกิดเป็นสันนูนขึ้นบนผ้า และการทอสานตะกร้า (Basket Weave) เป็น

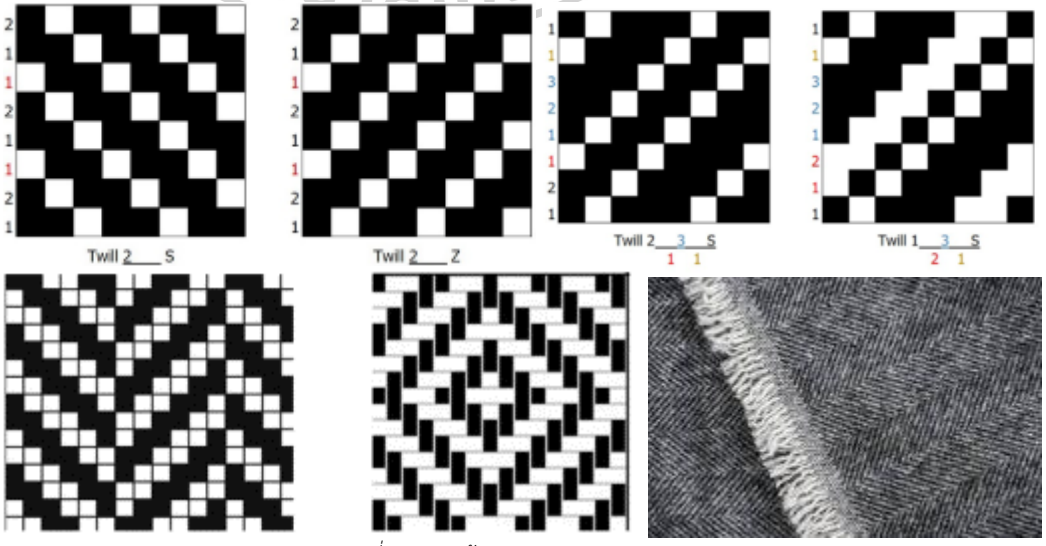
การทอลายขัดที่ใช้เส้นด้ายยืน และเส้นด้ายพุ่งมากกว่า 1 เส้น มาทอขัดกันทำให้เกิดเป็นตาสี่เหลี่ยมบนหน้าผ้า



ภาพที่ 5 รูปแบบผ้าทอลายขัด (Woven fabric)

ที่มารูปภาพ https://silverbobbin.com/what-is-woven-fabric/

- การทอลายทแยง หรือผ้าทอลายสอง (Twill Weave) เป็นการนำเส้นด้ายอย่างน้อย 3 ชุด มาทอโดยให้ด้ายพุ่งลอดหรือข้ามด้ายยืนเหลื่อมกันขึ้นไปทางซ้ายหรือขวา ทำให้เกิดเป็นลายทแยงซ้ายหรือขวาก็ได้มุมทแยงจะเฉียงมากหรือน้อยขึ้นกับความขัดกันของเส้นยืน เส้นด้ายที่ใช้ในการทอจะมีเกลียวแน่น เคลื่อนไหวได้อิสระจากการสอดขัดน้อยครั้ง และมีความแข็งแรงคงทนเมื่อนำให้ขึ้นรูปผ้าจะมีความหนาแน่น และใช้งานทนทานมากที่สุด อีกด้วยผ้าทอลายสองยังแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ ลายสองแบบสมดุล หรือลายสองแบบสองหน้า และลายสองแบบไม่สมดุล ในการระบุทิศทางการทแยงของผ้า จะใช้ตัวอักษร S คือ ถ้าโครงสร้างผ้าเป็น Twill S จะเป็นการทอแบบลายทแยงโดยแนวทแยงไปทางซ้าย ในขณะเดียวกัน ถ้าโครงสร้างผ้าเป็น Twill Z จะเป็นการทอแบบลายทแยงโดยแนวทแยงไปทางขวา การทอลายทแยงนี้ยังสามารถประยุกต์ให้เกิดลวดลายที่หลากหลายยิ่งขึ้น เช่น Herringbone Weave, Diamond Weave เป็นต้น



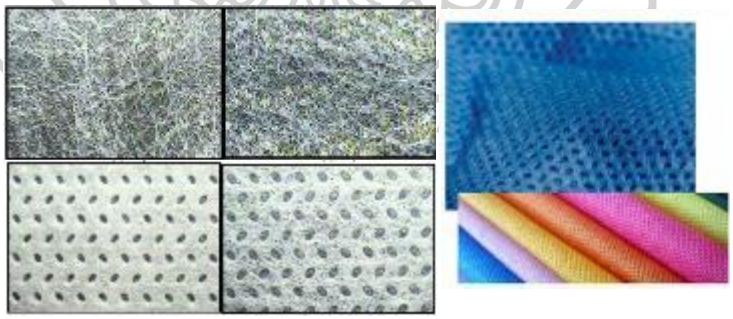
ภาพที่ 6 รูปแบบผ้าทอลายทแยง (Twill weave)

ที่มารูปภาพ : https://bit.ly/3GwV1kN

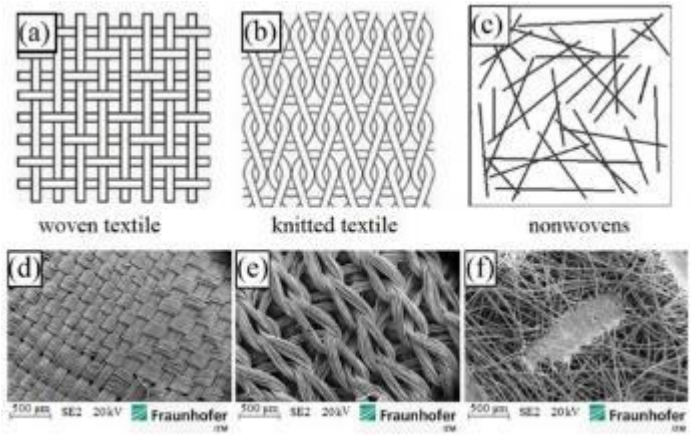
- การทอลายต่วน หรือผ้าลายซาติน (Satin Weave) เป็นการทอที่เส้นลอย (Float) มีความยาวมาก โดยการทอต่วนจะกำหนดให้เส้นด้ายพุ่ง พุ่งข้ามไปบนเส้นด้ายยืนระหว่าง 4 ถึง 12 เส้น แต่จะลอดเพียงเส้นเดียว เมื่อทอแล้วผ้าจะมีลักษณะเรียบและเป็นมัน เส้นลอยที่ยาวและมันมากจะมีความแข็งแรงมากขึ้น อีกทั้งผ้าต่วนแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ผ้าต่วนด้ายยืน (Satin) และผ้าต่วนด้ายพุ่ง (Sateen)

ภาพที่ 7 รูปแบบการทอลายต่วนหรือผ้าลายซาติน (Satin Weave) เส้นลอยจะมีขนาดยาว
ที่มารูปภาพ : https://shorturl.asia/VPLr4

1.1.3. ผ้าไม่ถักไม่ทอ (Non-woven fabric) หมายถึง ผ้าที่เกิดจากการขึ้นรูปเส้นใยหรือเมล็ดพลาสติกโดยตรงจนเป็นผืนเส้นใยที่นำมาผลิตอาจจะมาจากเส้นใยธรรมชาติ เช่น ฝ้าย ลินิน ป่าน หรือวัสดุสังเคราะห์ polymer เช่น polypropylene, polyester, polyethylene เป็นต้น ผลิตขึ้นโดยกระบวนการเชิงกล กระบวนการทางเคมี กระบวนการทางความร้อน การใช้สารละลาย หรือการผสมผสานกระบวนการเหล่านี้เข้าด้วยกัน สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตได้หลากหลาย เช่น หน้ากากอนามัย ชุดปฏิบัติการทางการแพทย์ แผ่นกรอก ผ้าอ้อม เฟอร์นิเจอร์ เสื้อผ้า เป็นต้น



ภาพที่ 8 รูปแบบผ้าไม่ถักไม่ทอ (Non-woven fabric) มาจากการขึ้นรูปเส้นใยหรือเมล็ดพลาสติกโดยตรงจนเป็นผืน
ที่มารูปภาพ : https://shorturl.asia/VPLr4



ภาพที่ 9 ความแตกต่างระดับโครงสร้างของผ้าทอ ผ้าถัก และผ้าไม่ถักไม่ทอ
ที่มารูปภาพ : https://www.mdpi.com/1996-1944/12/21/3599

แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเส้นด้าย

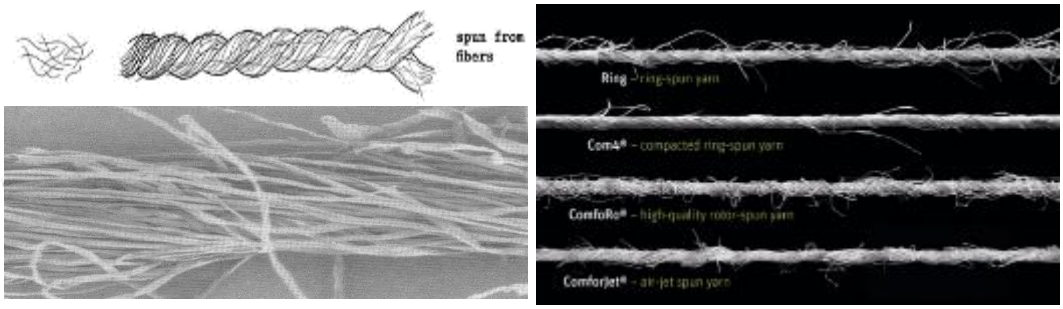
1.2. เส้นด้าย (Yeans) หมายถึง กลุ่มของเส้นใยที่ประกอบขึ้นกันเป็นเส้นยาวต่อเนื่องอาจจะมีเกลียวหรือไม่มีเกลียวก็ได้ มีคุณสมบัติด้านความเหนียว (Strength) และความยืดหยุ่น (Flexibility) ในตัวเอง เส้นด้ายแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1.2.1. เส้นด้ายที่ผลิตจากเส้นใยสั้น (Staple Fiber Spinning) คือ เส้นด้ายที่ได้จากเส้นใยสั้นทั้งจากธรรมชาติและสังเคราะห์ขึ้นมา เป็นการนำเส้นใยหลายๆเส้นมารวมกันเกิดการตีเกลียว (Twisting) เส้นด้ายที่ผลิตขึ้นจากการตีเกลียวเส้นใยอิสระนี้เรียกว่า เส้นด้ายเดี่ยว (Single Yarn) และถ้าหากนำเอาเส้นด้ายเดี่ยวตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไป มาตีเกลียวเข้าด้วยกันจะมีชื่อเรียกเส้นด้ายชนิดใหม่นี้ว่า เส้นด้ายตีเกลียว (Twisted Yarn)

1.2.2. เส้นด้ายที่ผลิตจากการพ่นฉีดเป็นเส้น (Extrusion) จะแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ โพลีเอสเตอร์ อะคลีลิก เรยอน และ ไนลอน โดยอาจจะอยู่ในรูปของ ฟิลาเมนต์เส้นเดี่ยว (Monofilament) หรือฟิลาเมนต์รวม (Multifilament) (Bhandari, 2015)

1.3. ประเภทของเส้นด้ายแบ่งตามความยาวของเส้นใยได้ 3 ประเภท ดังนี้

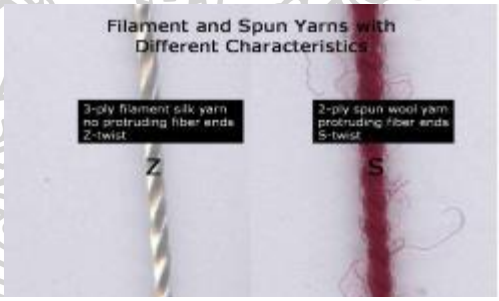
1.3.1. เส้นด้ายจากเส้นใยสั้น (Spun yarn) เป็นเส้นด้ายที่ปั่นจากเส้นใยสั้นๆ จากธรรมชาติหรือสังเคราะห์ หรือผสมผสาน เส้นใยเหล่านี้จะยึดเกาะกันด้วยความฝืดของผิวเส้นใย และมีการควบเกลียว (Twist) ประมาณ 15-25 เกลียวต่อนิ้ว มีลักษณะเฉพาะคือพื้นผิวของเส้นด้ายจะมีเส้นใยลอยตัวทำให้มีความนุ่ม ผิวไม่เรียบเนื่องจากมีปลายเส้นใยโผล่ออกมา ตัวอย่างเช่น ด้ายขนสัตว์ ด้ายอะคริลิก เส้นด้ายฝ้าย และเส้นด้ายโพลีเอสเตอร์ เหมาะที่จะไปทำ ชุดสูท กระโปรง กางเกงสแลค ผ้าปูที่นอน เป็นต้น



ภาพที่ 10 ประเภทของเส้นด้ายแบ่งตามความยาวของเส้นใย 3 ประเภท ได้แก่ เส้นด้ายจากเส้นใยสั้น จากเส้นใยยาว และจากเส้นใย multifilament

ที่มารูปภาพ : http://cms.gcg11.ac.in/attachments/article/87/CLASSIFICATION%20OF%20YARN.pdf

1.3.1.1. การควบเกลียว (Twist) แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ เกลียวที่บิดเปนรูปตัวเอส (S Twist) เปนเกลียวที่เกิดขึ้นเมื่อแกนของหลอดดายหมุนทวนเข็มนาฬิกา (ถาใชมือคลายเกลียวเสนดายจะคลายจากขวามาซาย) และเกลียวที่บิดเปนรูปตัวแซด (Z Twist) เปนเกลียวที่เกิดขึ้นเมื่อแกนของหลอดดายหมุนตามเข็มนาฬิกา (ถาใชมือคลายเกลียวเสนดายจะคลายจากซายมาขวา)



ภาพที่ 11 การควบเกลียวหลุดตามเข็มนาฬิกา (Z twist) และเกลียวหมุนทวนเข็มนาฬิกา (S twist)

ที่มารูปภาพ : http://cms.gcg11.ac.in/attachments/article/87/CLASSIFICATION%20OF%20YARN.pdf

1.3.2. เส้นด้ายจากเส้นใยยาว (Filament yarn) เป็นเส้นด้ายที่ประกอบด้วยเส้นใยยาวต่อเนื่องกันอาจจะมีฟิลาเมนต์เส้นเดี่ยว (Monofilament) หรือฟิลาเมนต์รวม (Multifilament) เกาะกันด้วยเกลียวจำนวนน้อยประมาณ 1 เกลียวต่อฟุต มีลักษณะเฉพาะบาง ผิวเรียบเส้นใยอาจจะเรียบตรงติดกันหรือฟู (Bulky) เนื่องจากการทำหยัก (Crimp) บนเส้นใยยาว ตัวอย่างเช่น เส้นด้ายไนลอน โพลีเอสเตอร์ เรยอน อาซิเตด เหมาะที่จะทำเสื้อผ้ากีฬา พรม เป็นต้น

ภาพที่ 12 โครงสร้างเส้นด้ายจากเส้นใยยาว (Filament yarn)(ซ้าย) และตัวอย่างเสื้อผ้าที่มาจากเส้นด้ายเส้นใยยาว(ขวา)

ที่มารูปภาพ : https://textilelearner.net/types-of-yarn/

1.3.3. เส้นด้ายยืด (Textured yarn) จำพวก Thermoplastic fibers นำมาผานกระบวนการตางๆ เพื่อให้เกิดการหยิกงอของเสนใยเป็นหวงซอนๆ กันทำให้เสนดายนี้พองตัวเกิดความฟู (Bulk) และความยืดหยุ่น (Elasticity) มีคุณสมบัตินุมตอการสัมผัส ดูดความชื้น ป้องกันการถ่ายเทความร้อน และยืดหยุนได้ดี ตัวอย่างเช่น เส้นด้ายไนลอน และโพลีเอสเตอร์ เหมาะที่จะทำชุดชั้นใน เสื้อคลุมด้านนอกแบบถัก

ภาพที่ 13 เส้นด้ายจาก multifilament (Textured yarn)(ซ้าย) และตัวอย่างเสื้อผ้าที่มาจากเส้นด้ายจาก multifilament ที่มารูปภาพ : https://textilelearner.net/types-of-yarn/

แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเส้นใย

1.4. เส้นใย (Fibers) หมายถึง วัสดุใดๆที่เกิดจากธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้นที่มีอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับหรือมากกว่า 100 สามารถขึ้นรูปเป็นผ้าได้และยังเป็นองค์ประกอบที่เล็กที่สุดของผ้า (รัตนคำนวณ, 2558)

1.4.1. การเรียงตัวของเส้นใย ในเส้นใยมีโครงสร้างการเรียงตัวของโมเลกุลที่เรียกว่า โพลิเมอร์ (polymer) เกิดจากการเรียงต่อกันของโมโนเมอร์ (monomer) เชื่อมกันด้วยพันธะเคมีตามกระบวนการโพลิเมอร์ไรเซชั่น (polymerization) ดังตัวอย่างสมมุติให้ A = monomer -A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A- จะได้ -[A]- n โพลีเมอร์ที่มีเส้นโมเลกุลยาวก็จะมีน้ำหนักมากกว่าเส้นโมเลกุลสั้นเนื่องจากโมโนเมอร์ที่มากกว่า ซึ่งจะให้ผลความแข็งแรงต่อเส้นใยที่มากกว่า

1.4.1.1. ลักษณะการเรียงตัว มีทั้งหมด 2 แบบ ได้แก่

- การเรียงตัวแบบไม่เป็นระเบียบ หรือไร้ทิศทางของโมเลกุล (amorphous) จะทำให้เกิดช่องว่างแทรกตัวอยู่ระหว่างโมเลกุลการยึดเกาะระหว่างกันจึงน้อยลง อีกทั้งมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลข้างเคียงด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ (van der waals forces) เส้นใยที่มีการเรียงตัวลักษณะนี้จะขาดความแข็งแรง ความทนทานต่ำ แต่ยืดตัวออกได้มาก ดูดซับน้ำและความชื้นได้ดี
- การเรียงตัวแบบเป็นระเบียบของโมเลกุล (crystalline) โมเลกุลจะเกิดการเรียงตัวแบบขนานและมีความเป็นผลึกจำทำให้ไม่เกิดช่องว่างระหว่างโมเลกุล มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลข้างเคียงด้วยแรงไฮโดรเจน (hydrogen bond) เส้นใยที่ได้จะมีความแข็งแรง ความทนทานสูง แต่ยืดตัวออกได้น้อย ไม่สามารถรับน้ำและความชื้นได้

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า เส้นใยที่มีการเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบมีผลต่อความเหนียว ความแข็งแรง ความทนทานของผ้ามากกว่าเส้นใยที่เรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบ ถ้าเส้นใยมีส่วนของความเป็นระเบียบ (crystalline) มากขึ้นก็จะทำให้ความแข็งแรงมากขึ้น ไม่เพียงแค่การจัดเรียงตัวที่มีผลต่อความแข็งแรงแต่ยังมีส่วนของทิศทางการจัดเรียงโมเลกุลเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ถ้ามีการจัดเรียงตัวของโมเลกุลในทิศทางขนานกับแกนตามความยาวของเส้นใย เส้นใยจะมีความแข็งแรงมากขึ้น เนื่องจากโมเลกุลเรียงตัวในทิศทางเดียวกับแรงที่กระทำต่อเส้นใยทำให้รับแรงได้ดี นั้นหมายถึงเส้นในมีการเรียงตัวที่ดี (oriented fiber)

1.4.1.2. กระบวนการผลิตเส้นใย (fiber manufacturing)

- เส้นใยธรรมชาติ เช่น เส้นใยฝ้าย (cotton) เป็นการนำดอกฝ้ายแก่มาแยกเมล็ดออกจากเส้นใยฝ้ายจากนั้นสาวใยหรือหวีไย (combing) เพื่อแยกเส้นที่สั้นกว่าปกติออก
    - เส้นใยธรรมชาติเซลลูโลสได้มาจากพืช เช่น เส้นใยฝ้าย ลินิน ป่าน ปอ กระจูด เป็นโครงสร้างโมเลกุลกลุ่มแอนไฮโดรกลูโคสเกี่ยวกันเป็นสายยาวโมเลกุลใหญ่ ซึ่งถ้ากลุ่มนี้ยิ่งมากจะมีความเหนียวมาก กลูโคสแต่ละหน่วยประกอบด้วย คาร์บอน 44.4% ไฮโดรเจน 1.2% และออกซิเจน 49.4%
- เส้นใยประดิษฐ์
    - เส้นใยโพลีเอสเตอร์มีการเตรียมทั้งหมด 2 วิธี ได้แก่ การเตรียมโพลิเมอร์ตั้งต้นเริ่มจากการสังเคราะห์โพลิเมอร์จากโมโนเมอร์เป็นแบบรวมตัว และแบบกลั่น
    - การขึ้นรูปเป็นเส้นใยมีพื้นฐาน 3 แบบ คือ แบบปั่นแห้ง (dry spinning) แบบปั่นเปียก (wet spinning) และการปั่นหลอม (melt spinning)
        - การผลิตเส้นใยแบบปั่นแห้ง เป็นโพลีเมอร์ในรูปสารละลายที่ฉีดผ่านหัวฉีดระเหยตัวทำละลายและที่เหลือฉีดออกมาโดยตรงแล้วเป่าด้วยลมร้อน เช่น เส้นใยโพลีอะซิเทต โพลีไตรอะซิเทต และโพลีอะไดรลิต
        - การผลิตเส้นใยแบบปั่นเปียก เป็นสารละลายผ่านหัวฉีดที่จุ่มลงในถังตกตะกอน เส้นใยที่ตกตะกอนจะถูกยืดและเป่าลม เช่น เส้นใยเรยอน
        - การผลิตเส้นใยแบบปั่นหลอม เป็นการหลอมโพลีเมอร์ในเครื่องปั่นหลอม (melt extrudes) แล้วฉีดผ่านหัวฉีด จากนั้นเส้นใยจะถูกยืด เช่น เส้นใยไนลอน โพลีเอสเตอร์ และโพลีเอทิลีน

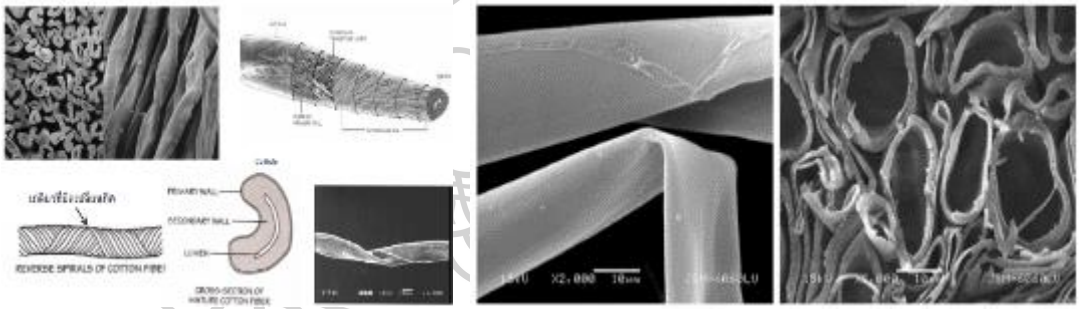
1.4.2. โครงสร้างของเส้นใยแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ โครงสร้างทางกายภาพ เช่น ความยาว ความหยาบ-ละเอียด ลักษณะผิวของเส้นใย และโครงสร้างทางเคมีส่งผลต่อความแข็งแรง การยืดตัว ความหนาแน่น ความชื้นที่ดูดซับไว้ เป็นต้น

1.4.3. ประเภทของเส้นใย แบ่งออก 2 ประเภท ได้แก่

1.4.3.1. เส้นใยธรรมชาติ (Natural fibers) หรือเกิดจากเส้นใยที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากพืช สัตว์ และแร่ธาตุ คุณสมบัติที่ชัดเจน ได้แก่ น้ำหนักเบา ฉนวนความร้อน สวมใส่สบาย และไม่มีสารเคมี

1.4.3.1..1. เส้นใยจากพืชหรือเส้นใยเซลลูโลส (Cellulose fibers) ที่ได้มาจากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น

- เส้นใยที่หุ้มเมล็ด ได้แก่ ใยฝ้าย (Cotton) เป็นเส้นใยสั้นสีขาวความยาว 0.3-6 เซนติเมตรหรือ 10-66 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 11-22 ไมครอน คุณสมบัติความแข็งแรงปานกลาง 3-5 กรัม/ดีเนียร์ น้ำหนักเบา ความหนาแน่นสูง การคืนตัวต่ำ ยืดตัวค่อนข้างดี เรียบเป็นเงา ดูดซับน้ำได้ดี และเมื่อตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าในภาพตามยาวมีรอยบิดตัวคล้ายริบบิ้น และภาพตัดขวางคล้ายรูปไตหรือเมล็ดถั่ว ส่วนมากจะใช้ในการผลิตเสื้อผ้า ผ้ายีนส์ ปลอกหมอน ม่าน เบาะ เป็นต้น และใยนุ่น (Kapok) เป็นเส้นใยทรงกระบอกสีขาวครีมสั้น 1-3.5 เซมติเมตร ผิวเรียบ บิดเกลียวเล็กน้อย นำมาใช้ประโยชน์โดยการยัดเบาะ หรือที่นอน เป็นต้น



ภาพที่ 14 โครงสร้างของเส้นใยฝ้าย

ที่มารูปภาพ : https://fashiontribes.typepad.com/fashion/2014/08/nanotechnology-fabric-future-fashion-technology.html

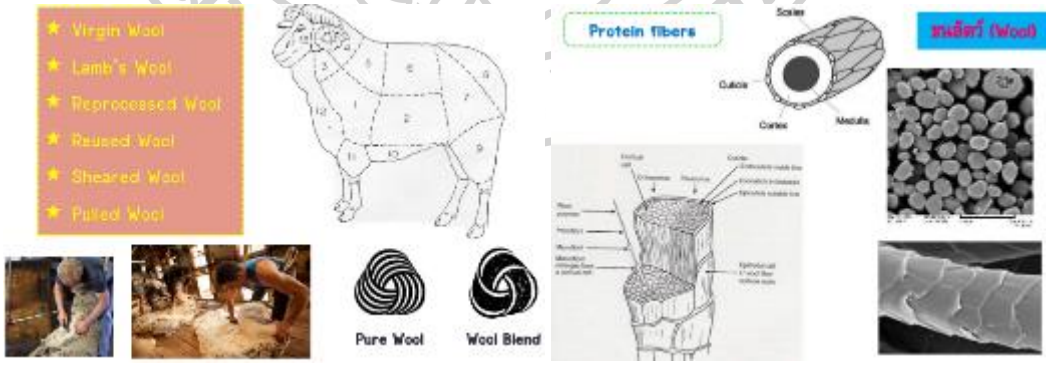
- เส้นใยจากลำต้น ได้แก่ ใยลินิน (Linen) มาจากเปลือกของต้นแฟลก์ (Flax-Linum usitatassimum) เป็นเส้นใยสีเนื้อ หรือน้ำตาลอ่อนมีความยาว 15-100 เซนติเมตร คุณสมบัติความแข็งแรงสูง 5.5-6.5 กรัม/ดีเนียร์ ระบายอากาศได้ดี ดูดซับเหงื่อยได้ดี การคืนตัวและยืดตัวต่ำจึงยับง่าย นำมาใช้ประโยชน์โดยการนำมาผลิตเสื้อผ้า หรือผ้าใบแคนวาส เป็นต้น

ภาพที่ 15 โครงสร้างใยลินิน

ที่มารูปภาพ : https://shorturl.asia/wfOZ2

1.4.3.1..2. เส้นใยจากสัตว์ หรือเส้นใยโปรตีน (Protein fibers) ประกอบด้วยกรดอะมิโนจับตัวกันในรูปโพลีเปปไทด์มีน้ำหนักโมเลกุลที่สูง โดยประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจนเป็นหลัก ได้แก่ ขนสัตว์ (Wool) ซึ่งเป็นที่นิยมนำมาทำเส้นใยมากที่สุด

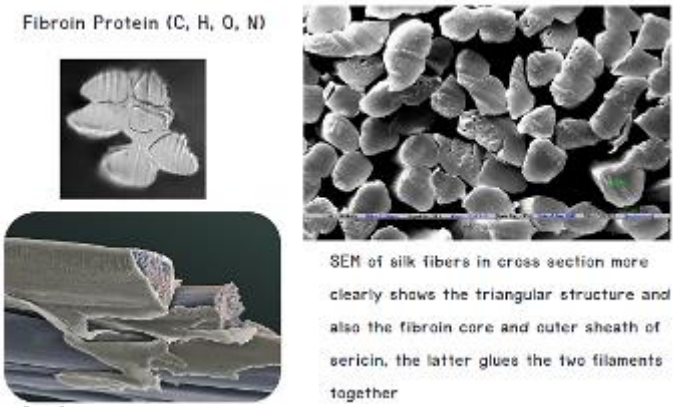
- ขนแกะ มีองค์ประกอบหลัก คือ เคราติน และธาตุกำมะถันรวมอยู่ด้วย ลักษณะเป็นเส้นใยสั้นสีขาวครีม 2.5-50 เซนติเมตร คุณสมบัติความแข็งแรงต่ำ 15 กรัม/ดีเนียร์ เมื่อเปียกจะลดลง 10-20% การยืดตัวดีสามารถยืดออกได้ 20-30% คืนตัวได้ 99% ดูดความชื้นได้ดี และไม่ยับง่าย ซึ่งเหมาะแก่การทำเสื้อผ้าที่ให้ความอบอุ่น เสื้อสเวตเตอร์ เสื้อคลุม ผ้าพันคอ พรม เป็นต้น



ภาพที่ 16 โครงสร้างเส้นใยจากสัตว์หรือเส้นใยโปรตีน ที่เป็นขนแกะ

ที่มารูปภาพ : https://shorturl.asia/wfOZ2

- ไหม (Silk) ประกอบด้วยธาตุหลักคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน เป็นเส้นใยยาวสีเหลืองเทา 390-600 เมตร ความแข็งแรงสูง 3.5-5.0 กรัม/ดีเนียร์ เมื่อเปียกจะลดลง 15-25% การยืดตัวและคืนตัวดียืดออกได้ 20% นำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตเสื้อผ้าไหม เนคไท ผ้าคลุมผม ผ้าม่าน เฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น



ภาพที่ 17 โครงสร้างเส้นใยจากสัตว์หรือเส้นใยโปรตีน ที่เป็นไหม
ที่มารูปภาพ : https://shorturl.asia/wfOZ2

1.4.3.1..3. เส้นใยจากสินแร่ (Mineral fibers) ได้แก่ แร่ใยหิน (Asbestos) มีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ทนความร้อนได้สูง มีความเหนียว และไม่นำไฟฟ้า

1.4.3.2. เส้นใยสังเคราะห์จากสารเคมี หมายถึง เส้นใยที่ผลิตขึ้นโดยใช้สารเคมีอณูเล็กๆ ที่ได้จากปิโตรเลียมมารวมให้เป็นอณูใหม่ เรียกว่า โพลีเมอร์ (Polymer) ลักษณะเส้นใยเรียบแข็งแรงและทนทาน แต่ไม่ดูดความชื้น และจุดหลอมเหลวต่ำ

- สแปนเด็กซ์ (Spandex) มีความยืดหยุ่นสูงการยืดตัวและการคืนตัวดีมากซึ่งเป็นคุณสมบัติเด่นสามารถยืดออกได้ 400-700% ก่อนถึงจุดขาด ความแข็งแรงต่ำ 0.6-0.9 gpd นำมาใช้ประโยชน์โดยการผลิตเครื่องนุ่งห่มที่ต้องการความกระชับ (Foundation garments) เช่น ชุดชั้นใน เลกกิ้ง ชุดบอดี้สูท ชุดว่ายน้ำ เป็นต้น
- ไนลอน (Nylon) ผ่านกระบวนการผลิตจากการกลั่นตัวของปิโตรเคมี จำพวกเบนซิล ฟีนอล แอมโมเนีย จึงทนต่อความร้อนได้สูง ความแข็งแรงชนิดเครื่องนุ่งห่ม 3.0-6.0 กรัม/ดีเนียร์ และชนิดความแข็งแรงสูงจะอยู่ที่ 6.0-9.5 กรัม/ดีเนียร์ นำมาใช้ประโยชน์โดยการผลิตเสื้อผ้า เสื้อกันลมกันฝน ชุดเล่นสกี ชุดว่ายน้ำ ผ้าใบยางรถยนต์ ผ้าปูเตียง เป็นต้น
- โพลีเอสเตอร์ (Polyester) เป็นการผลิตที่ใช้วิธีการทางเคมีจำพวกปิโตรเคมี เอทานอล มีความยาวนุ่ม เงามัน ความแข็งแรง 4.0-5.0 gpd จนถึง 6.3-9.5 gpd การคืนตัวดีทั้งในขณะเปียกและแห้ง การยืดตัวไม่ดีถ้ายืดมากจะคืนสภาพเดิมได้ยาก เกิดขุ่ยง่ายเมื่อใช้

งานในระยะเวลานาน นำมาใช้ประโยชน์โดยการผลิตเสื้อผ้าทั่วๆไป เช่น กระโปรง ปลอกหมอน ผ้าห่ม ท่อน้ำดับเพลิง เป็นต้น

ภาพที่ 18 ตัวอย่างเสื้อผ้าที่ผลิตจากผ้าสแปนเด็กซ์ ผ้าไนลอน และผ้าโพลีเอสเตอร์

1.4.3.3. เส้นใยกึ่งสังเคราะห์ (Regenerated Fiber) หมายถึง เส้นใยที่ได้จากการนำสารจากธรรมชาติมาปรับปรุงโครงสร้างให้เหมาะกับการใช้งาน

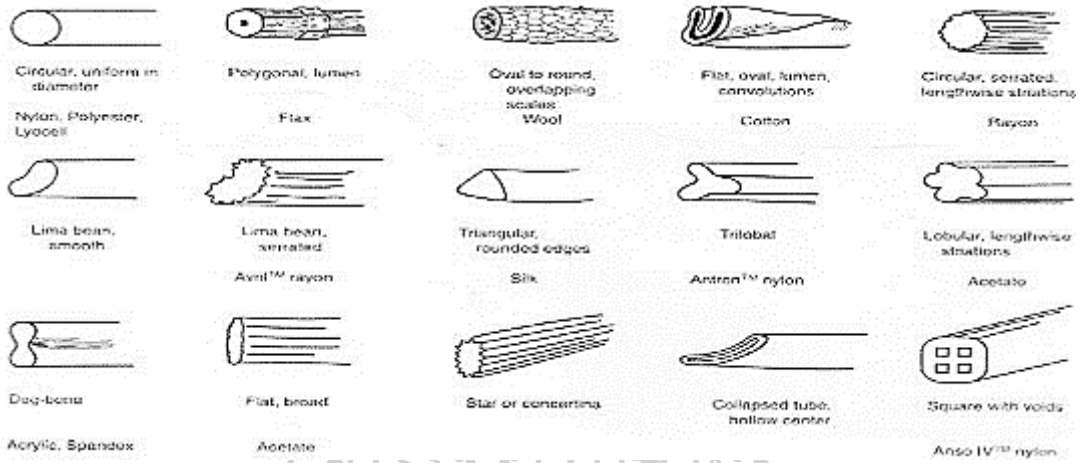
- เรยอน (Rayon) หรือ Regenerated Cellulose เป็นเส้นใยที่ผลิตมาจากเปลือกไม้ธรรมชาติใช้วิธีการทางเคมีซึ่งจะถูกแทนด้วยสารอื่น 15% มีคุณสมบัติคล้ายฝ้าย มีความมุ่นมันเงา ระบายความร้อนได้ดี ความแข็งแรง 0.7-2.6 กรัม/ดีเนียร์ แต่เมื่อเปียกจะลดลงความชื้น 2.5-5.5 กรัม/ดีเนียร์ ยับง่าย จึงเหมาะที่จะนำไปผสมกับเส้นใยชนิดอื่น นำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตเสื้อผ้าจากเส้นใยวิสคอสเรยอนลักษณะจะคล้ายผ้าไหม กระโปรง เสื้อเบลาส์ ชุดเดรส เป็นต้น

ภาพที่ 19 โครงสร้างเส้นใยเรยอน และตัวอย่างเสื้อผ้าที่ทำจากเรยอน
ที่มารูปภาพ : https://www.australianpolice.com.au/forensic-scientists/forensic-science-hair-fibres/?print=print

1.4.4. คุณสมบัติของเส้นใย (Fiber properties) ถูกกำหนดโดยโครงสร้างทางกายภาพ องค์ประกอบและโครงสร้างทางเคมี และการจัดเรียงตัวของโมเลกุล ซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดและที่มาของเส้นใยโดยการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของผ้าที่มาจากเส้นใยธรรมชาติจะเปลี่ยนได้ยากกว่าผ้าที่มาจากเส้นใยสังเคราะห์

1.4.4.1. สมบัติทางกายภาพ ในงานวิจัยนี้จะยกตัวอย่างคุณสมบัติทางกายภาพบางประการที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายของเส้นใยหรือผ้า ได้แก่

- รูปทรงภาพตัดขวางของเส้นใย หมายถึง รูปร่างลักษณะตามขวาง หรือ cross section ของเส้นใยสามารถดูได้จากกล้องจุลทรรศน์ ลักษณะดังกล่าวมีผลต่อความมัน ความเงา ความฟู และผิวสัมผัส



ภาพที่ 20 ภาพตัดขวางของเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ที่มารูปภาพ : https://chemistry.mju.ac.th/goverment/25610518095245_chemistry/Doc_25611121124000_438079.pdf

- ความยาวของเส้นใย (Fiber length) หมายถึง เส้นใยที่มีความยาวมากเมื่อนำไปผลิตเป็นเส้นด้ายจะทำให้มีเนื้อเรียบ เหนียว และทนทานมากขึ้น ส่วนในเส้นใยสั้นเมื่อนำไปทำเส้นด้ายผิวสัมผัสจะนุ่ม ไม่เรียบ ไม่เหนียว มีขน เพราะเกิดการลอยตัวของเส้นใย
- ความกว้างของเส้นใย (Fiber dimeter) หมายถึง เส้นผ่าศูนย์กลาง (หน่วยเป็นไมครอน) ของเส้นใยยิ่งมีขนาดเล็กเส้นใยจะยิ่งนุ่มละเอียดอ่อน ส่วนเส้นใยที่มีเส้นผ่าศูนย์ใหญ่จะมีความหยาบกระด้าง เช่น เส้นใยฝ้ายอยู่ที่ 16-20 ไมครอน และเส้นใยโพลีเอสเตอร์จะขึ้นอยู่กับหัวฉีดเส้นใย เป็นต้น
- ความหยิกงอบนเส้นใย (Fiber crimp) หมายถึง คุณสมบัติที่ช่วยทำให้เส้นใยเกาะกันเหนียวแน่นเมื่อปั่นเป็นเส้นด้ายจะมีความหนานุ่น เพิ่มการดูดซับน้ำ ช่วยเรื่องการคืนตัวของเส้นใย และทนต่อการขูดขีด
- ความทนทานต่อการขัดถู (Abrasion resistance) หมายถึง การที่เส้นใยยังคงสภาพเดิมอยู่ได้นานจากการใช้งาน เช่น เส้นใยฝ้ายทนต่อการขัดถูน้อยกว่าเส้นใยโพลีเอสเตอร์ เป็นต้น
- ความทนทานต่อการเสียดสีและแรงดึง บ่งบอกถึงความสามารถของผ้าที่ทนต่อแรงกระทำและสามารถพับงอได้โดยไม่ขาด (flexibility) เช่น ความเหนียวเส้นใยฝ้ายแห้ง 3.5-4.0 เปียก 4.5-5.0 และเส้นใยโพลีเอสเตอร์แห้ง 2.4-5.5 และเปียกคงที่ เป็นต้น
- ความแข็งแรงของเส้นใย (Fiber strength) หรือที่เรียกว่าความทนแรงดึง ณ จุดขาด (Tenacity) หาได้จากการวัดแรงดึงที่คงที่หน่วยเป็นกรัมที่ทำให้เส้นใย 1 ดีเนียร์ ขาดออก

จากกัน เส้นใยสิ่งทอส่วนใหญ่จะมีความเหนียวอย่างต่ำประมาณ 2.5 กรัมต่อดีเนียร์ (g/denier) ควรพิจารณาร่วมกับสัมบัติที่เส้นใยมีการยืดตัวได้ดี หรือระยะยืดออก ณ จุดขาด (High elongation) ซึ่งเป็นการบอกถึงความสามารถที่จะถูกยืดดึงออกก่อนขาด เช่น ใยผ้าฝ้ายแบบแห้ง 3.0-5.0 กรัม/ดิเนียร์ แบบเปียก 5.0 กรัม/ดิเนียร์ และใยผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง 2.5-6.3 กรัม/ดิเนียร์ แบบเปียกคงเดิม (สงเคราะห์, 2554)

- ความสามารถในการยืดหยุ่น (Elasticity) หมายถึง สมบัติที่เส้นใยสามารถยืดตัวออกเมื่อถูกแรงดึง และหดตัวเมื่อปล่อยแรง การคืนตัวจากแรงยืดคำนวณได้จากความยาวที่หดกลับเทียบกับร้อยละของความยาวที่ยืดออกโดยความยาวที่ยืดออกจะมีค่าระหว่าง 2-10% แต่ถ้าเส้นใยที่หดกลับเท่ากับส่วนที่ยืดออกถือว่าจากคืนตัวจากแรงยืดเป็น 100% ถ้าหากสภาพความยืดหยุ่นดีส่งผลต่อความคงตัวของเส้นใยสูง (dimension stability) และทนต่อการขัดถู เช่น เส้นใยลินิน ฝ้าย ปอ มีสภาพยืดหยุ่นต่ำ และเส้นใยสแปนเดกซ์ ไหม โพลีเอสเตอร์ มีสภาพยืดหยุ่นสูง เป็นต้น
- ความสามารถในการยืดตัว (Elongation) หมายถึง ระยะการยืดออกในทิศทางที่ได้รับแรงดึง เมื่อถูกยืดออกจนถึงจุดที่เส้นในทนไม่ได้ก็จะขาดคิดเป็นร้อยละที่ยืดออก (% Elongation) เช่น เส้นใยฝ้ายแห้ง 3.7 เปียก 9.5 และเส้นใยโพลีเอสเตอร์แห้ง 9-18 เปียกคงที่ ใช้ในการผลิตผ้าชุดกีฬา ชดชั้นใน ถุงน่อง เป็นต้น
- ความสามารถในการดัดงอ (Flexibility) หมายถึง เส้นใยที่จะนำมาผลิตผ้าต้องบิดตัวหรือโค้งงอได้โดยไม่หักหรือขาด และสามารถกลับสู่สภาพเดิมได้ดีหลังการปล่อยแรง จึงเป็นสมบัติโดยตรงต่อความทนทานของเสื้อผ้า เช่น การทิ้งตัว การพลิ้วไหวของเสื้อผ้า เป็นต้น
- ความสามารถในการคืนตัว (Resiliency) หมายถึง การที่เส้นใยสามารถกลับคืนสภาพเดิมภายหลังที่ได้รับแรงอัด บิด หรือโค้งงอได้อย่างรวดเร็ว โดยเส้นใยที่มีความยืดหยุ่นที่ดีจะมีการคืนตัวได้ดี ผ้าที่ทำจากเส้นใยที่มีคุณสมบัตินี้จะยับได้ยาก เช่น เส้นใยฝ้าย 75% และเส้นใยโพลีเอสเตอร์ 76%
- ความหนาแน่น (Density) หมายถึง เส้นใยทุกชนิดจะมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำยกเว้นเส้นใยประดิษฐ์ โดยเส้นใยความหมาแน่นต่ำจะมีความสามารถในการคืนตัวที่ดี ถ้าหากมีความหนาแน่นต่ำก็จะได้ผ้าที่เบา เช่น เส้นใยฝ้าย 1.52 กรัม/ลูกบาศ์กเซนติเมตร และเส้นใยโพลีเอสเตอร์ 1.34-1.39 กรัม/ลูกบาศ์กเซนติเมตร
- ความมัน (Luster) หมายถึง ปริมาณของแสงที่สะท้อนออกจากผิวของเส้นใย เช่น เส้นใยธรรมชาติที่มีความมันสูง เช่น ไหม, โมแฮร์ และเส้นใยธรรมชาติที่มความมันต่ำ เช่น ฝ้าย, ขนสัตว์ เป็นต้น
- ความสามารถในการดูดซึมความชื้น (Moisture regain) หมายถึง ความสามารถที่เส้นใยดูดซึมความชื้นจากอากาศเข้าไปภายในเส้นใย โดยคิดจากเปอร์เซนต์ความชื้นที่เส้นใยดูดไว้

เทียบกับน้ำหนักเส้นใยขณะแห้ง ณ สภาวะมาตรฐานที่ความชื้นสัมพัทธ์ 65% อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เช่น เส้นใยฝ้ายการดูดความชื้นได้ที่สภาวะมาตรฐาน 7-11% (8.5%) และเส้นใยโพลีเอสเตอร์การดูดความชื้นได้ที่สภาวะมาตรฐาน 0.4-0.8% ความสามารถนี้มีผลต่อความสบายต่อผิวหนังไม่หยาบกระด่างเมื่อสวมใส่ การสะสมของไฟฟ้าสถิต การรักษาขนาดในน้ำ และความสามารถในการย้อมสี

1.4.5. การวิเคราะห์เส้นใย (Fiber identification)

1.4.5.1 การตรวจสอบด้วยสายตา และการสัมผัส (Visual and Touch Inspection)

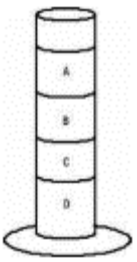
เส้นใย	เย็น / อบอุ่น	ยืดหยุ่น / ไม่ยืดหยุ่น	เรียบ / ขรุขระ	อ่อนนุ่ม / กระด้าง	แห้ง / เหนอะหนะ	ยับ / ไม่ยับ
ฝ้าย	เย็น	ไม่ยืดหยุ่น	เรียบ	อ่อนนุ่ม	แห้ง	ยับ
ลินิน	เย็น	ไม่ยืดหยุ่น	เรียบ	กระด้าง	แห้ง	ยับ
ไหม	อบอุ่น	ไม่ยืดหยุ่น	เรียบ	กระด้าง	แห้ง	ยับ
ขนแกะ	อบอุ่น	ยืดหยุ่น	ขรุขระ	อ่อนนุ่ม	แห้ง	ไม่ยับ
อะคริลิก	เย็น	ยืดหยุ่น	เรียบ	อ่อนนุ่ม	แห้ง	ไม่ยับ
ไนลอน	เย็น	ยืดหยุ่น	เรียบ	อ่อนนุ่ม	เหนอะหนะ	ไม่ยับ
พอลีเอสเทอร์	เย็น	ยืดหยุ่น	เรียบ	อ่อนนุ่ม	เหนอะหนะ	ไม่ยับ

ภาพที่ 21 การเปรียบเทียบการวิเคราะห์เส้นใยจากการตรวจสอบด้วยสายตา และการสัมผัส
ที่มารูปภาพ : https://shorturl.asia/wfOZ2

1.4.6. การทดสอบความหนาแน่นของเส้นใย (Sink and float method) โดยการเตรียมสารละลายผสมตัวทำละลาย 2 ชนิดที่ทราบ p ในอัตราส่วนต่างๆ CCL_4/Xylene, Toluene/Tetrachloroethylene ใส่ fiber bundle ลงไปแล้วสังเกตการลอยตัว

$$\rho_m = \frac{\rho_1 v_1 + \rho_2 v_2}{v_1 + v_2}$$

$\rho_f > \rho_m$ ➡ sink
$\rho f < \rho m$ ➡ float
$\rho_f = \rho_m$ ➡ suspend



ภาพที่ 22 สมการทดสอบความหนาแน่นของเส้นใย
ที่มารูปภาพ : https://shorturl.asia/wfOZ2

แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับอาวุธ

ตามประมวลกฎหมายอาญา มาตรา๑(๕) บัญญัตินิยามศัพท์ไว้ว่า “อาวุธ” หมายความรวมถึงสิ่งซึ่งไม่เป็นอาวุธโดยสภาพ แต่ซึ่งได้ใช้หรือเจตนาจะใช้ประทุษร้ายร่างกายถึงอันตรายสาหัสอย่างอาวุธ มาตรา๑(๖) “ใช้กำลังประทุษร้าย” หมายความว่า ทำการประทุษร้ายแก่กายหรือจิตใจของบุคคล ไม่ว่าจะทำด้วยใช้แรงกายภาพหรือด้วยวิธีอื่นใด และให้หมายความรวมถึงการกระทำใดๆ ซึ่งเป็นเหตุให้บุคคลหนึ่งบุคคลใดอยู่ในภาวะที่ไม่สามารถขัดขืนได้ไม่ว่าจะใช้วิธีอื่นใดอันคล้ายคลึงกัน

ในทางกฎหมายแล้วอาวุธมี 2 ลักษณะ คือ (๑) อาวุธโดยสภาพ เช่น ปืน ระเบิด ธนู หน้าไม้ หอก มีดขนาดใหญ่ และรวมทั้งอาวุธปืนที่ไม่มีลูกโม่และแกนลูกโม่ ไม่สามารถใช้ยิงได้ ก็เป็นอาวุธโดยสภาพ ตาม พรบ. อาวุธปืน ฯ (คำพิพากษาฎีกาที่ 1459/2523 และ 1903/2520) เป็นต้น (๒) อาวุธที่ไม่ใช่อาวุธโดยสภาพ แต่มีเจตนาใช้สิ่งนั้นเป็นอาวุธ ซึ่งใช้ประทุษร้ายร่างกายถึงสาหัส อย่างอาวุธ เช่น ไม้เบสบอล ไม้กอร์ฟ ก้อนหิน ท่อนไม้เป็นต้น กรณีตาม (๑) เป็นเรื่องชัดเจนโดยสภาพของตัวมันเองว่า เป็นอาวุธหรือไม่ แต่กรณีตาม(๒) เป็นสิ่งซึ่งโดยสภาพที่ปรากฏให้เห็นนั้นมิใช่อาวุธโดยสภาพ แต่ซึ่งได้ใช้หรือเจตนาจะใช้ประทุษร้ายร่างกายให้ถึงอันตรายสาหัสอย่างอาวุธ ดังนั้นการจะเป็นอาวุธหรือไม่ตามความหมายนี้ จึงขึ้นอยู่กับการกระทำหรือเจตนาของผู้ใช้เป็นสำคัญว่าได้ใช้หรือเจตนาจะใช้ประทุษร้ายร่างกายถึงอันตรายสาหัสอย่างอาวุธหรือไม่

1.5. ประเภทของอาวุธ (Type of weapons) หรือเครื่องมือที่ใช้ในเหตุอาชญากรรมความรุนแรงอาจจะได้มาจากอาชีพ หรือภายในบ้าน ได้แก่ มีดในหมายถึงตามฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. ๒๕๔๒ คือ เครื่องใช้สำหรับฟัน ผ่า จัก เหลา เป็นต้น ทำด้วยโลหะมีเหล็ก เป็นต้น ใบมีดมีลักษณะเป็นแผ่น รูปยาวรี มีคมด้านหนึ่ง มีสันอยู่อีกด้านหนึ่ง หรือมีคมทั้ง ๒ ด้าน ปลายมีดรูปร่างแหลม ป้าน โคนมีดเป็นกั่นรูปเดือยเรียวแหลม หรือเป็นแผ่นสอดติดอยู่ในด้ามซึ่งมักทำด้วยไม้หรือเขาสัตว์ มีชื่อเรียกต่าง ๆ ตามลักษณะและวัตถุประสงค์ที่ใช้

1.5.1. ส่วนประกอบของมีด

1.5.1.1. ด้ามมีด (Handle) ประกอบด้วย

1.5.1.2. ก้นมีด (Butt) คือ ส่วนท้ายสุดของด้ามมีด

1.5.1.3. กั่นมีด (Tang) คือ ใบมีดส่วนที่ยาวมาทางด้ามมีดโดยกั่นมีดจะมีด้ามมีดหุ้มหรือประกบอยู่ กั่นมีดช่วยเพิ่มความแข็งแรงและสมดุลน้ำหนักให้กับมีด (Full Tang)

1.5.1.4. คอมีด (Bolster) คือ ส่วนที่เป็นเหล็กหนาระหว่างใบมีดกับด้ามมีด ช่วยในการเพิ่มน้ำหนัก ความแข็งแรง และสมดุลของมีด

1.5.1.5. ที่กันนิ้ว (Finger guard) คือ ส่วนหนึ่งของคอมีดที่กั้นระหว่างนิ้วกับใบมีดนอกจากช่วยป้องกันไม่ให้นิ้วลื่นไปโดนคมมีดแล้ว ที่กันนิ้วยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับใบมีดส่วนท้าย (Heel) อีกด้วย

1.5.1.6. ใบมีด (Blade) คือ ขอบที่คมที่สุดทำมาจากคาร์บอน หรือสแตนเลส เป็นต้น รูปร่างของใบมีดจะออกแบบแตกต่างกันออกไปตามการใช้งาน ใบมีดส่วนใหญ่จะแคบลงตั้งแต่ส่วนท้ายไปจนถึงส่วนปลาย โดยมีส่วนประกอบ ดังนี้

- คมมีด (Edge/Cutting edge) คือ ส่วนกลางของมีดเป็นส่วนที่ใช้บ่อยมากที่สุดสามารถใช้ได้ทั้งตัดสับหั่นฟันแล่ฝาน แต่ใช้ในการแทงไม่ได้ นอกจากนี้คมมีดยิ่งโค้งยิ่งหั่นแบบ Rocking Motion ได้ดี (เป็นการหั่นโดยให้ใบมีดส่วนปลายติดกับเขียง) แต่คมมีดตรงส่วนใหญ่จะเหมาะกับการแล่บาง

- ใบมีดส่วนท้าย (Heel) คือ 1/3 ส่วนของใบมีดส่วนที่ห่างจากปลายมีดที่สุด ส่วนมากใช้ในการสับหรือหั่นที่ใช้แรงมากๆ เช่น อาหารที่ค่อนข้างเนื้อแน่นอย่าง แครอทหรือมันฝรั่ง
- สันมีด (Spine) คือ ส่วนที่อยู่ด้านสันของมีดมีความหนาและทื่อ หรือตรงข้ามคมมีด เว้นแต่จะเป็นมี 2 คม
- ใบมีดส่วนปลาย (Tip) คือ 1/3 ส่วนของใบมีดส่วนที่ติดกับปลายมีด ส่วนมากใช้สำหรับงานละเอียด
- ปลายมีด (Point) คือ ส่วนปลายสุดของมีดที่สันมีดกับคมมีดมาบรรจบกันเป็นปลายแหลม (Jenner, 2022)

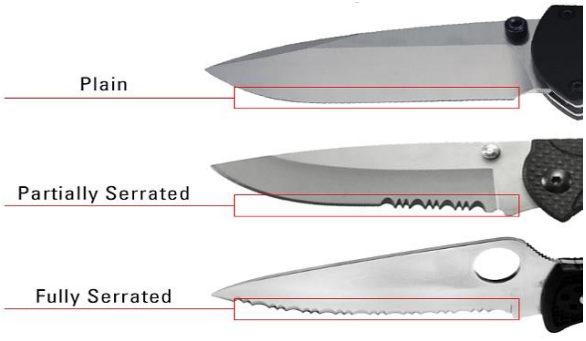
ภาพที่ 23 ส่วนประกอบของมีด
ที่มารูปภาพ : https://shorturl.asia/8DaV4

1.5.2. รูปแบบใบมีด (Patterns of the blade) แม้ว่ารูปแบบหรือรูปร่างของมีดจะมีความหลายหลากมาก แต่จะมุ่งเน้นไปที่ขอบใบมีด 3 ชนิดหลักที่พบเจอได้มากที่สุด ได้แก่

1.5.2.1. ขอบคมตรง (Plain edge) มีดคมด้านเดียวถือได้ว่าเป็นมีดที่มีประสิทธิภาพมากในการกดตัด ซึ่งจะช่วยควบคุมตำแหน่งและน้ำหนักได้ดี แต่ขอบลักษณะนี้จะไม่สามารถเลื่อยหรือดึงได้

1.5.2.2. ขอบคมหยัก (Fully serrated) เป็นใบมีดบางที่เหมาะสำหรับงานตัดเลื่อยวัตถุที่มีเปลือกแข็งเนื้อนุ่ม เช่น ขนมปัง มะเขือเทศ เชือก เป็นต้น

1.5.2.3. ขอบคมผสม (Partially serrated) เป็นใบมีดที่ใช้งานได้หลากหลายนิยมมากสำหรับการใช้ส่วนเรียบในการกดตัด และใช้ส่วนหยักในการตัดเลื่อย แต่อาจจะใช้งานยากกว่าแบบทั่วๆไป



ภาพที่ 24 รูปแบบของขอบใบมีด
ที่มารูปภาพ : https://www.statgeartools.com/blog/which-knife-is-best-for-me/

1.5.3. รูปแบบปลายใบมีด (Patterns of the blade tip)

1.5.3.1. Drop Point คือ ขอบบนของปลายมีดจะโค้งตั้งแต่สันลงมาส่วนล่าง อีกทั้งสันมีดจะมีความหนาและแข็งแรง

1.5.3.2. Clip Point คือ ขอบบนหรือสันมีดหนึ่งในสามจะมีรูปร่างเว้าหรือตรงตลอดจนปลายมีดออกแบบมาเพื่อให้ปลายของมีดแหลมขึ้นทำให้เจาะ แทงได้ลึกและรวดเร็ว ขอบล่างของปลายมีดจะมีพื้นที่ขนาดใหญ่ที่เว้าขึ้นเหมาะแก่การหั่น

1.5.3.3. Spear Point คือ ใบมีดที่มีลักษณะปลายคล้ายหอก ขอบบนและขอบล่างมาบรรจบกันที่จุดศูนย์กลางของใบมีด ปลายแหลมจะอยู่ตรงกลางของมีพอดี เหมาะแก่การเจาะหรือแทง แต่ต่างจากปลายเข็มตรงที่ใบมีดส่วนท้ายสามารถหั่นได้

1.5.3.4. Tanto Point คือ ขอบบนหรือสันมีดตรงไปด้านหน้าส่วนปลายส่วนปลายตัดทำมุมกับสันมีด

1.5.3.5. Sheepsfoot Blade คือ ขอบบนหรือสันมีดโค้งลงมาบรรจบกับขอบล่าง ซึ่งขอบล่างจะมีลักษณะตรงตั้งแต่ส่วนท้ายจนถึงส่วนปลายมีดไม่มีส่วนปลายแหลม เหมาะกับการตัดและหั่นเนื่องจากขอบคมที่เรียบ

1.5.3.6. Needle Blade คือ ใบมีด 2 คมที่บางปลายเรียวแหลมทั้งขอบบนและขอบล่างสมมาตรกันไม่มีส่วนท้ายที่ใช้ในการหั่นหรือสับจึงเหมาะแก่การเจาะและแทงใช้เป็นอาวุธในการต่อสู้ทางทหาร ตำรวจ

1.5.3.7. Trailing Point คือ เป็นใบมีดที่มีน้ำหนักเบา แต่ส่วนปลายอ่อน ขอบบนมีลักษณะโค้งร่วมกับขอบล่างที่ขึ้นมา แต่จะที่พื้นที่ส่วนท้ายของมีดกว้างเหมาะแก่การถลกหนังและหั่น

1.5.3.8. Straight-Back Blade คือ ใบมีดธรรมดาแบบดั้งเดิมพบได้ทั่วไปในมีดครัว ด้านหน้าของใบมีดโค้งและด้านหลังของใบมีดที่อตรงซึ่งจะช่วยเพิ่มแรงกด เหมาะกับการสับและหั่น

ภาพที่ 25 รูปแบบปลายใบมีด
ที่มารูปภาพ : https://www.statgeartools.com/blog/which-knife-is-best-for-me/

ชนิดของอาวุธที่ใช้ในงานวิจัยนี้

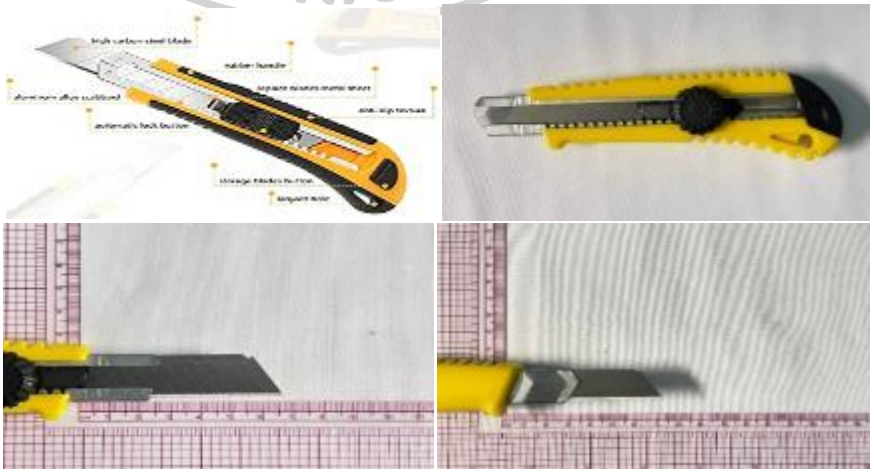
1.5.4. มีดครัว (Kitchen knife) คือ อุปรกรณ์ทำครัวที่เอาไว้ใช้ในการหั่น สับ แล่ และเฉือน เนื้อสัตว์ หรือผัก ให้มีชิ้นที่เล็กลง และยังมีประโยชน์ในการใช้งานเล็ก ๆ น้อย ๆ ภายในบ้านอีกด้วย ซึ่งมีดทำครัวจะมีหลากหลายรูปแบบโดยแยกออกได้ ดังนี้

1.5.4.1. มีดเชฟ (Chef's knife) เป็นมีดที่สามารถใช้ได้กับงานครัวทุกประเภท ตั้งแต่สับ หั่น ตัด แล่ และซอย ใช้สำหรับเตรียมอาหารก่อนปรุงทั่ว ๆ ไป ใบมีดจะมีลักษณะมีลักษณะเป็นทรงยาวปลายแหลม ใบมีดเป็นใบกว้าง ๆ และมีความโค้งเล็กน้อย น้ำหนักเบา และมีความยาวประมาณ 8-17 นิ้ว

1.5.4.2. มีดหั่นขนมปังหรือมีดฟันเลื่อย (Bread knife) เป็นใบมีดที่มีลักษณะฟันหยัก ๆ เหมือนเลื่อย ตัวมีดมีทั้งลักษณะตรงและโค้ง ปลายมีดจะไม่แหลม ใช้สำหรับการหั่นหรือเลื่อยอย่างเดียว เหมาะกับอาหารเปลือกแข็งแต่เนื้อนุ่ม เช่น ขนมปัง มะเขือเทศ และเค้ก เป็นต้น และจะทำให้อาหารไม่เสียรูปทรง

ภาพที่ 26 มีดครัวที่ใช้ในการทดลอง โดยภาพถ่ายในระยะไกล และระยะใกล้

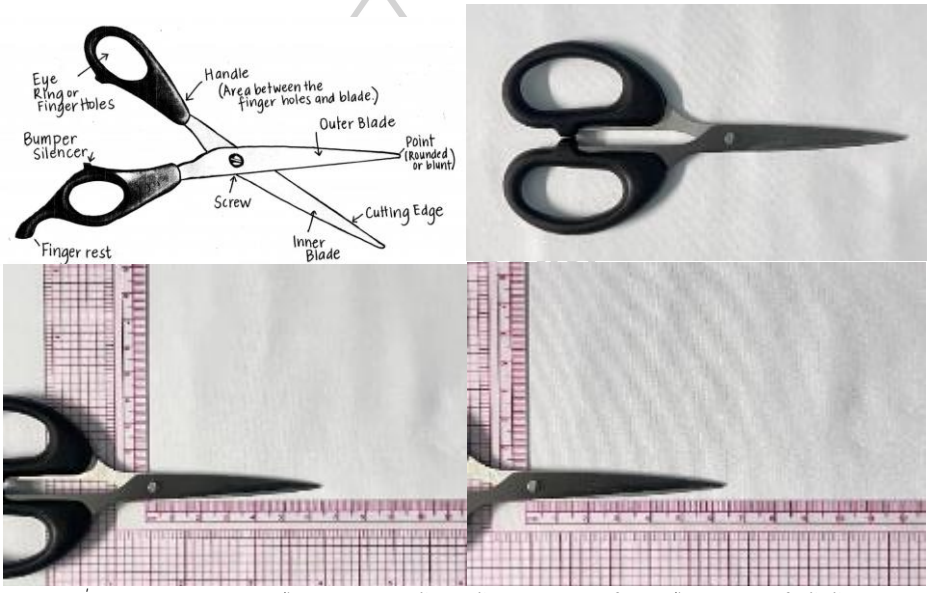
1.5.5. มีดคัตเตอร์ (Utility knife/Cutter knife) เป็นมีดอเนกประสงค์แบบพกพาน้ำหนักเบา กระทัดรัด ปลายมีทำมุม 45 องศา ใช้งานสะดวกมีไว้สำหรับการกรีด หั่น ตัด และเฉือน เช่น กระดาษ ผ้า แผ่นโฟม เป็นต้น ส่วนประกอบของมีดคัตเตอร์ ได้แก่ ด้ามจับ ใบมีด ปุ่มเลื่อนใบมีด และฝาท้าย สำหรับเหน็บพกพา มีดคัตเตอร์มีใบมีดที่หลากหลายประเภทตามการใช้งานที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 27 ส่วนประกอบของมีดคัตเตอร์ (ด้านบนซ้าย) และภาพถ่ายในระยะไกล และระยะใกล้ (ด้านล่าง)
ที่มารูปภาพ : www.amazon.com (ส่วนประกอบของมีดคัตเตอร์ (ด้านบนซ้าย))

1.5.6. กรรไกร (Scissors) เป็นเครื่องมือที่ใช้ตัดวัสดุโดยใช้แรงกดเล็กน้อย เช่น กระดาษ แผ่นโลฟะ พลาสติก ผ้า เชือก และสายไฟ เป็นต้น ส่วนประกอบจะมีด้ามจับสองด้านสมมาตรกันลักษณะคล้ายคู่ตาเล็กๆ ใช้ในการสอดนิ้วมือเข้าไป ใบมีดตัด 2 ใบ และตัวหมุดยึดตรงกลางระหว่างใบมีดกับด้ามจับเพื่อทำให้กรรไกรเปิด-ปิดขณะออกแรง

1.5.6.1. กรรไกรใบมีดยาว (Standard scissors) ลักษณะปากกรรไกรจะยาว และเรียวแหลม มีขนาดประมาณ 8-12 นิ้ว ใบมีดสแตนเลสหรือเหล็กกล้ามีความคมสูง ด้ามจับมีทั้งแบบตรงและแบบโค้งตามการใช้งาน เหมาะสำหรับนำมาใช้ตัดวัสดุชิ้นงานที่มีขนาดความยาวเป็นพิเศษ เช่น ตัดผ้า ตัดกระดาษแผ่นใหญ่ และแผ่นโลหะบางทั่วไป



ภาพที่ 28 ส่วนประกอบของกรรไกรปลายแหลม (ด้านบนซ้าย) และภาพถ่ายในระยะไกล และระยะใกล้ (ด้านล่าง)
ที่มารูปภาพ : https://murraystampsink.com/clean-and-maintain-scissors/

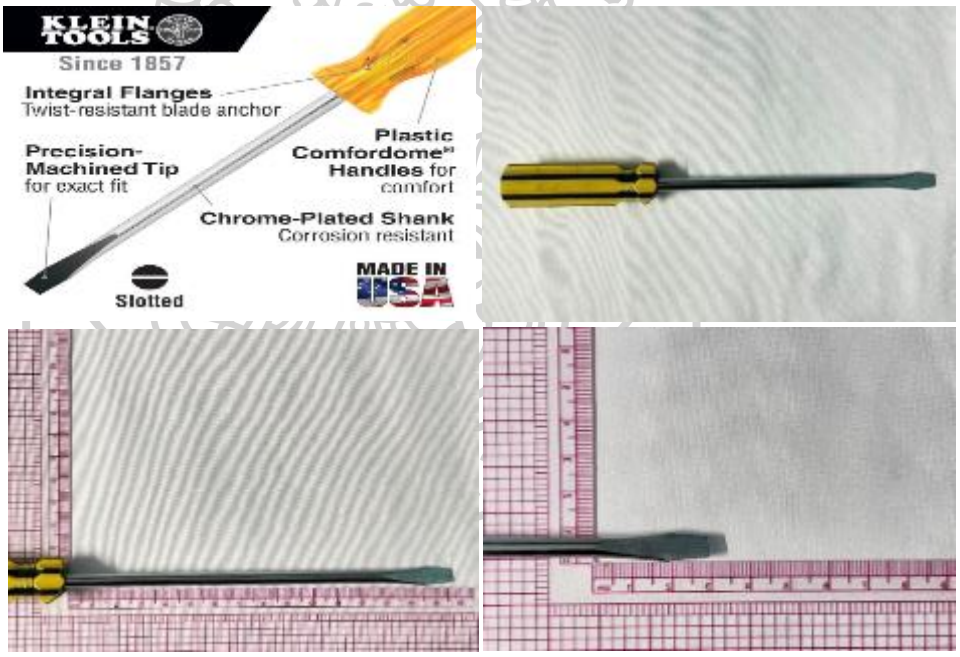
1.5.7. ไขควง (Screwdriver) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับขันและคลายน็อตหรือสกรู ประกอบด้วยส่วนด้ามจับรูปร่างคล้ายทรงกระบอกหุ้มด้วยวัสดุที่ทำให้ไม่ลื่นมือขณะจับ ด้านในจะเป็นแท่งโลหะโดยส่วนปลายจะหลากหลายแบบ เช่น ไขควงปากแบน ไขควงปากแฉก ไขควงหัวคลัตช์ ไขควงออฟเสท เป็นต้น

1.5.7.1. ไขควงปากแบน หรือไขควงธรรมดา (Common Screwdriver) ปากไขควงจะมีลักษณะแบนลาดเอียงไปยังปลายสุดของไขควง

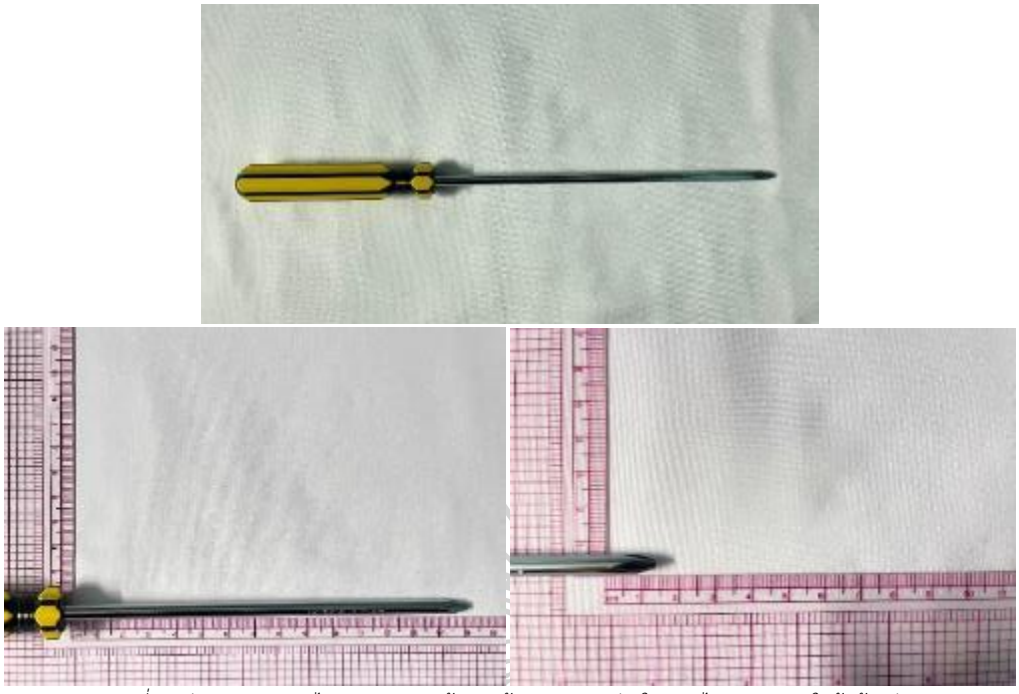
1.5.7.2. ไขควงปากแฉก (Cross - Reset Head Screwdriver) ไขควงชนิดนี้ส่วนที่ปลายของไขควงปากแฉกหรือลักษณะปากจีบจะผ่าหัวเป็นสี่แฉก เวลาบิดจะต้องใช้แรงกดที่ด้ามมากกว่าไขควงธรรมดาเพื่อไม่ให้เหลี่ยมของไขควงหลุดจากร่อง

ส่วนประกอบของไขควง (Component of screwdriver)

- ด้ามไขควง (Handle) คือ ส่วนท้ายสุดรูปร่างมักจะมีลักษณะคล้ายทรงกระบอกเป็นมุมที่สามารถให้มือยึดเกาะได้แน่นทำจากวัสดุต่างๆ เช่น ไม้ พลาสติก โลหะ หรือวัสดุอื่นๆที่ขึ้นอยู่กับประเภทการใช้งานและความเหมาสม ไขควงธรรมดาจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางด้ามจับที่กว้างเพื่อทำใช้แรงบิดสูง ส่วนไขควงที่ใช้ในงานทางด้านความแม่นยำเส้นผ่าศูนย์กลางด้ามจับจะแคบเพื่อให้ควบคุมได้ง่าย
- ก้านไขควง (Shank) คือ เพลาหลักของไขควงหรือบิต ทำจากเหล็กชุบแข็งเป็นก้านที่เชื่อมต่อด้ามจับความยาวมีหลายระดับขึ้นอยู่กับประเภทของการใช้งาน
- ปากไขควง (Tip) คือ ส่วนปลายสุดของไขควงจะช่วยเพิ่มความมั่นคงให้สามารถบิดได้ดี และไขควงมีขนาดยาวปากไขควงก็จะกว้างกว่าไขควงขนาดสั้น ความหนาของปากขึ้นอยู่ความกว้างปา โดยความกว้างของปากไขควงจะมีขนาดและสัดส่วนที่สัมพันธ์กัน การใช้ปากใขควงที่ไม่พอดีกับร่องของหัวสกรู อาจทำให้หัวสกรูเยิน บิ่น เกิดร่องที่ผิดรูปได้



ภาพที่ 29 ส่วนประกอบของไขควงปากแบน (ด้านบนซ้าย) และภาพถ่ายในระยะไกล และระยะใกล้ (ด้านล่าง)
ที่มารูปภาพ : https://www.tylertool.com/klein-tools-bd308-5-16-in.-keystone-tip-8-in.-square-shank-screwdriver/klnnbd308.html



ภาพที่ 30 ส่วนประกอบของไขควงปากแฉก (ด้านบนซ้าย) และภาพถ่ายในระยะไกล และระยะใกล้ (ด้านล่าง)

แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับความเสียหายจากอาวุธมีคมบนเสื้อผ้าหรือเครื่องนุ่งห่ม

1.6. ความเสียหายบนเสื้อผ้า เป็นส่วนหนึ่งที่จะสะท้อนได้ถึงบาดแผลและอาวุธที่ใช้ หากร่างกายเกิดการย่อยสลายหรือเน่าเปื่อย การประเมินความเสียหายที่เกิดขึ้นบนเสื้อผ้าสามารถนำมาเป็นประโยชน์ในการลำดับเหตุการณ์ย้อนกลับได้อีกด้วย ความเสียหายบนเสื้อผ้ามีทั้งทางด้านกายภาพที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยมีตัวแปรแบ่งเป็น 3 ช่วง ทั้งก่อนการแทง ขณะแทง และหลังการแทง ได้แก่

1.6.1. ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อลักษณะสัณฐานของความเสียหายจัดกลุ่มได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1.6.1.1. ตัวแปรก่อนการโจมตีด้วยการแทง

- เสื้อผ้า คือ โครงสร้าง ส่วนประกอบ การสลาย และจำนวนชั้นของเสื้อผ้า
- อาวุธ คือ ความคม เรขาคณิตหรือรูปแบบ และขนาดของอาวุธ
- ผู้โจมตี คือ ความแข็งแรง ความสูง และการฝึกฝน

1.6.1.2. ตัวแปรขณะโจมตีด้วยการแทง

- ประเภทของการตัด เช่น แทง เฉือน หรือตัดฉีก เป็นต้น
- ความรุนแรงทางกายภาพ เช่น แรง ความเร็ช การเคลื่องไหวของเหยื่อ เป็นต้น

1.6.1.3. ตัวแปรหลังการโจมตีด้วยการแทง

- เวลาที่ใช้ การเคลื่อนที่ การสลาย การปนเปื้อน และการซัก

1.6.2. ทางกายภาพ เป็นการแตกหรือเสียหายของเส้นด้าย หรือเส้นใยในผ้าอาจจะเกิดขึ้นจากสาเหตุ ดังนี้

1.6.2.1. ปลายใบมีด (The tip) ปลายใบมีดมีผลต่อความคมของมีดโดยเฉพาะการแทงจะสร้างความเสื้อหายให้เกิดรอยแยกของผ้าถ้าหากมุมปลายใบมีดยิ่งเล็ก (โดยทั่วไปจะอยู่ที่ประมาณ 10 องศา) ก็จะยิ่งคมทะลุผ้าได้ดีกว่ามุมป้าน ในทางกลับกันมุมลายใบมีดป้านหรือที่อจะทำให้เกิดการบิดเบี้อนรอบๆรอยแยกเนื่องจากมีการดันเส้นด้านไปด้านหลังและจะเกิดการหลุยลุ่ยของเส้นด้าย

1.6.2.2. ใบมีด (The blade) ใบมีดคมจะตัดเส้นด้ายผ่านตลอดรอยแยกของผ้า และอาจจะไม่เกิดการหลุดลุ่ยของเส้นใย ในทางกลับกันใบมีดที่อจะผลักเส้นใยและเส้นด้ายออกจากแนวระนาบ และจะเกิดการบิดรอบๆรอยแยกหรือบ่อยครั้งจะเกิดเป็นห่างแฉก (Swallow-tail shape) ส่วนมุมของขอบตัดของใบมีดถ้ามุมน้อยแรงที่ต้องการในระหว่างการตัดก็จะน้อยตามซึ่งถือได้ว่าใบมีดที่มีมุมขอบเล็กจะคมกว่ามุมขอบใหญ่

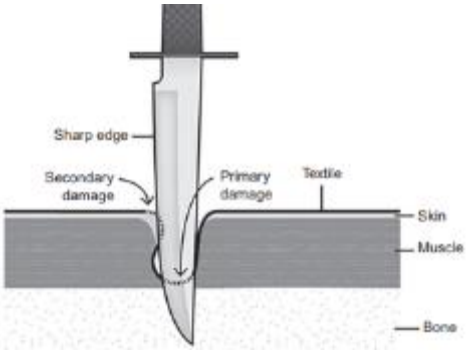
1.6.2.3. ความผิดปกติของใบมีด (Blade irregularities) ประเภทของใบมีดหรือขอบใบมีดที่ผลต่อลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้า อย่างเช่นในขอบหยักสามารถดึงเส้นด้ายออกจากแนวระนาบได้เป็นผลให้เกิดการหลุดลุ่ยและการบิดเบี้ยวที่เพิ่มขึ้น ลักษณะของการบิดเบี้ยวของผ้าจะเหมือนกันกับใบมีดที่อ ใบมีดที่ผิดปกติ อย่างเล่น ใบมีดขอบหยัก ใบมีดขอบลอน ใบมีดร่อน เป็นต้น

1.6.2.4. ขนาดของใบมีด (Blade dimensions) ใบมีที่มีความหนาจะส่งผลต่อความกว้างของรอยแยกบนผ้าเนื่องจากใบมีดที่หนาจะมีแรงผลักเส้นใยส่วนปลายให้ขาดได้ง่าย ในส่วนความกว้างของใบมีดจะมีผลกับความยาวของรอยแทง อย่างไรก็ตามความลึกของการแทงก็มีผลเช่นเดียวกัน

1.6.2.5. ความแข็งของใบมีด (Blade Stiffness) มีดที่แข็งกว่าก็จะรักษาคมมีดอยู่ได้นานกว่า ส่วนใบมีดที่อ่อน (Flexible blade) โดยปกติแล้วไม่ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้แรงที่สูง เช่น การแทง และการเฉือน เพราะจะทำให้ใบมีดเกิดการหักหรือแตกมีผลทำให้ทิศทางของรอยแทงเปลี่ยนแปลง

1.6.2.6. องศาหรือมุมการแทง (Stabbing angle) รอยแยกที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะมาจากการแทงตรงๆ ยกเว้นในกรณีที่ใบมีดเอียงจากทิศทางการเคลื่อนที่ มุมการโจมตี การเคลื่อนที่ของเหยื่อหรือผ้าเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างของมีดก็จะได้รูปแบบที่แตกต่างกันออกไป

1.6.2.7. การตัดครั้งที่สอง (Secondary cuts) เป็นส่วนที่เกิดขึ้นเพิ่มเติมจากแนวของการแทงกับรอยแยกหลักของผ้า ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเมื่อเกิดการสัมผัสระหว่างผ้าที่ดึงเข้าไปในบาดแผล การพับของผ้า และความคมของใบมีด



ภาพที่ 31 รูปแบบการตัดครั้งที่สอง (secondary cuts)

ที่มารูปภาพ : CDS Learning Services, Cranfileld university

1.6.2.8. ผลที่เกิดกับผ้า (Fabric effects) ในมีดเล่มเดียวกันสามารถเกิดรอยแยกได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของผ้า เช่น ผ้ายีนส์จะมีลักษณะแข็งและยากต่อการทะลุจากการแทงมากกว่าผ้าฝ้าย เป็นต้น

1.6.3. ทางจุลภาค เป็นการดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ในระดับผ้า ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

1.6.3.1. ความเสียหายระดับผ้า ขนาดรอยแทงควรจะถูกบันทึกแม้ว่าในความเป็นจริงจะไม่ได้สะท้อนขนาดของใบมีดอย่างถูกต้อง อีกทั้งประเภทใบมีด ประเภทผ้า ระดับการซักก่อนการแทง ความลึกของการแทง และเวลาหลังการแทง ทั้งหมดส่งผลต่อขนาดของรอยแยกในทางกลับกันความตึงของผ้า ชั้นผ้า ทิศทางการตัด และการซักหลังการแทงมีผลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น สุดท้ายมุมของรอยแทงควรจะบันทึกไว้เพื่อดูทิศทางการแทง

1.6.3.2. ความเสียหายระดับเส้นด้าย จะเห็นได้เมื่อเพิ่มระดับกำลังขยายโดยลักษณะสำคัญที่ระดับนี้คือ ระนาบแนวนอน และลูปเส้นด้าย ระนาบแนวนอนเป็นการจัดตำแหน่งของเส้นด้ายภายในผ้าหรือการจัดตำแหน่งของเส้นใยภายในเส้นด้าย

1.6.3.3. ความเสียหายระดับเส้นใย ในระดับนี้มักจะใช้ กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอเลนส์กำลังขยายสูง (High-power stereo microscopes) หรือกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope) แต่จะมีผลกระทบกับระดับการซักที่เพิ่มขึ้นทำให้ยากต่อสัณฐานเส้นใยส่วนปลาย สรุปได้ว่าระดับเส้นใยไม่ควรจะพิจารณาเส้นใยส่วนปลายเดี่ยวๆแต่ควรจะพิจารณาเป็นกลุ่ม (Kemp, 2017)

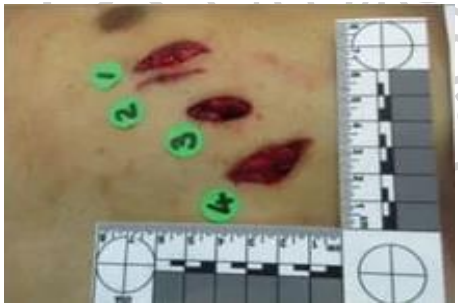
แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับบาดแผลถูกแทง (Stabbing wound)

1.7. บาดแผลจากของมีคม หรือบาดแผลฉีกขาดขอบเรียบ (Incised wound) อาจจะเกิดจากวัตถุมีคม หรือวัตถุปลายแหลมมีลักษณะขอบเรียบ ความยาวมากกว่าความลึกโดยจะไม่พบ tissue bridging และ undermining เมื่อเทียบกับแผลฉีกขาดขอบไม่เรียบ ตำแหน่งที่พบได้บ่อย คือ บริเวณแขน และใบหน้า ตำแหน่งที่เกิดอันตรายได้มากที่สุด คือ บริเวณลำคอจะพบการเสียเลือดที่ชัดเจนเนื่องจากบาดแผลตื้นกว่าบาดแผลถูกแทงซึ่งมีเลือดออก

ภายในร่างกาย หรืออวัยวะที่สำคัญที่เรามองไม่เห็นจากภายนอก บาดแผลจากของมีคมแบ่งตามความลึกของบาดแผลออกได้ 2 ประเภท ได้แก่

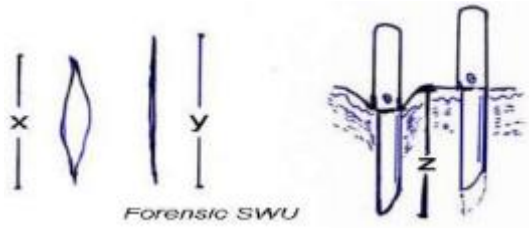
- บาดแผลถูกฟัน หรือเฉือน (Slape wound) บาดแผลชนิดนี้จะมีความลึกในส่วนเริ่มต้นและค่อยๆตื้นขึ้นมา ถ้าส่วนสิ้นสุดของบาดแผลไม่ได้มีแรงกดก็จะตื้นขึ้นมาจนหายไปเป็นแนวยาว (superficial tail)
- บาดแผลถูกแทง (Stabbing wound) เป็นบาดแผลที่มีความยาวน้อยกว่าความลึกเกิดได้จากวัตถุแข็งมีคมหรือวัตถุปลายแหลม ขอบบาดแผลเรียบ การวัดบาดแผลชนิดนี้จะต้องวัดทั้งความกว้าง ความยาว และความลึกของบาดแผล โดยนำบาดแผลมาประกบ (approximate) เพื่อที่จะได้ความยาวของบาดแผลใกล้เคียงความกว้างใบมีดของอาวุธมากที่สุด ดังนั้นสรุปได้ว่า
    - ความกว้างของบาดแผลมีผลต่อการประมาณความหนาของอาวุธ เช่น อาวุธมีคมด้านเดียวจะทำให้บาดแผลด้านมีคมเกิดมุมแหลม (Sharp end) และด้านที่จะเกิดเส้นตรงมุมฉาก (Square end) เป็นต้น

ภาพที่ 32 ตัวอย่างการภาพถ่ายที่ประมวลผลด้วยโฟโตแกรมเมตริกพร้อมการวัดขนาด a บาดแผลถูกแทง. b บาดแผลจากอาวุธไม่มีคม. c บาดแผลจากลูกกระสุนปืน



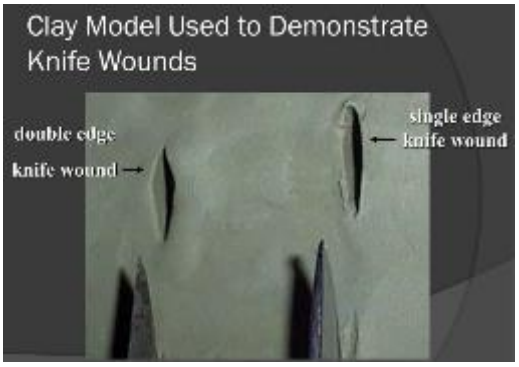
ภาพที่ 33 การวัดบาดแผลถูกแทงด้วยสเกล ที่มารูปภาพ : /www.forensicchula.net/subtitle/

ภาพที่ 34 การประกบบาดแผลถูกแทงให้ขอบทั้งสองข้างเข้าหากัน (approximate) เพื่อวัดขนาด และลักษณะคมของใบมีด



ภาพที่ 35 วัดทั้งความกว้าง ความยาว และความลึกของบาดแผล

ภาพที่ 36 การวัดขนาดบาดแผลจากขอบทั้ง 2 ข้าง
ที่มารูปภาพ : www.physicsforums.com



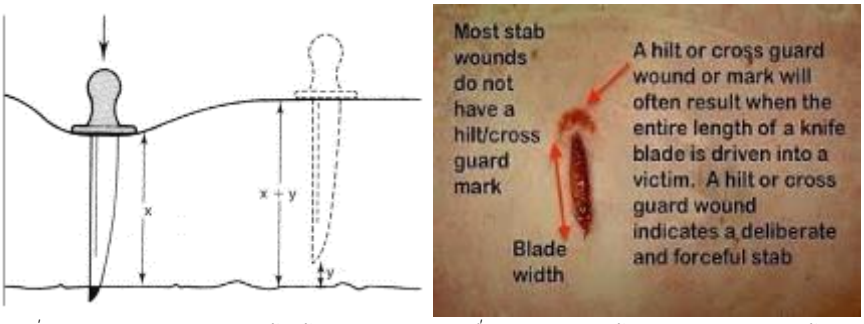
ภาพที่ 37 การเกิดมุมแหลมบริเวณขอบบนหรือขอบล่างของบาดแผลเมื่อแทงด้วยอาวุธที่มีลักษณะขอบใบมีดต่างกัน
ที่มารูปภาพ : www.physicsforums.com

- ความยาวของบาดแผลจะช่วยบอกความกว้างของอาวุธ ในบางกรณีใบมีดอาจจะมีความกว้างที่ไม่สม่ำเสมอ มุมในการแทงไม่ใช้มุมตั้งฉาก มีการเคลื่อนไหวในจังหวะที่ดึงอาวุธออก เช่น บาดแผลลักษณะรูปตัว V หรือbilateral fish-tail เกิดจากสันอาวุธที่ไม่มีคมอาจจะมาจากการที่ผู้โจมตีบิดอาวุธ หรือผู้ถูกกระทำบิดตัวขณะดึงอาวุธออก และสุดท้ายเป็นผลมาจากการสานเรียงตัวของเนื้อเยื่อผิวหนัง (Langer's line or cleavage lines of Langer) ที่แตกต่างกันในแต่ละส่วนบนร่างกาย

ภาพที่ 39 การสานเรียงตัวของเนื้อเยื่อผิวหนังในส่วนต่างๆ ของร่างกายมีผลต่อขนาดของบาดแผล

ภาพที่ 38 บาดแผลลักษณะเป็นหางปลา (bilateral fish-tail) เกิดได้จากผู้โจมตีมีการบิดอาวุธ หรือผู้ถูกกระทำบิดตัวขณะดึงอาวุธออก
ทีมารูปภาพ : www.pinterest.com

- ความลึกจะทำให้ทราบถึงความยาวของอาวุธในส่วนทีเข้าไปในร่างกาย แต่เป็นค่าที่ไม่แน่นอนยกเว้นในกรณีที่พบบาดแผลถลอก หรือฟกช้ำที่เป็นรูปแบบ (imprint abrasion) จากสันมีด หรือด้ามมีด (hilt or guard mark) อยู่ด้วยนั้นจะแสดงให้เห็นว่ามีการแทงสุดด้ามมีดความลึกในส่วนนี้จะค่อนข้างใกล้เคียงกับความยาวมีดมากที่สุด นอกจากนี้ในบางตำแหน่งของร่างกายที่ถูกแทงสุดด้ามจะเกิดการยุบตัวของบาดแผลอาจจะวัดความลึกของบาดแผลได้มากกว่าความยาวของอาวุธ อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับท่าทางขณะเกิดเหตุด้วย



ภาพที่ 40 การยุบตัวลงของผิวหนัง (ด้านซ้าย) และรอยประทับเมื่อแทงอาวุธจนสุดด้าม (wound imprint) (ด้านขวา)
ที่มารูปภาพ : https://m.facebook.com/forensicsworldCSI/posts/272821994589060/?locale=hi_IN

1.7.1 รูปร่างของบาดแผลขึ้นอยู่กับชนิดของอาวุธหรืออุปกรณ์ ด้านคมของใบมีด ความคม ความกว้างและรูปร่างของอาวุธ บริเวณร่างกาย มุมของการถอนอาวุธออก ทิศทางของแรงกระทบ การเคลื่อนไหวของมีด การเคลื่อนไหวของผู้โจมตี และการคลายตัวของผิวหนัง บาดแผลในอาวุธบางชนิดจะมีลักษณะเฉพาะบางประการทั้งนี้ ได้แก่

- บาดแผลที่มีลักษณะรูปร่างเป็นสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triangular or wedge shaped) หรือรูปแบบ one angle V-shaped เกิดจากอาวุธที่มีคมด้านเดียว (Single-edged weapon) ในส่วน blunt edged มักจะเกิดรอยแยกเล็กๆ เรียกว่า fishtailing
- บาดแผลที่มีลักษณะรูปร่าง elliptical และ slit like มีมุมทั้งสองข้างคมและแหลม (both angles V-shaped) เกิดจากอาวุธมีคมสองด้าน (Double-edged weapon)
- บาดแผลที่มีลักษณะเป็นรูกลมมักเกิดจากวัตถุที่หน้าตัดกลม เช่น ที่เจาะน้ำแข็ง เหล็กแหลมหรือไม้แหลม เป็นต้น
- บาดแผลที่มีลักษณะเป็นรูกลมมากกว่าหนึ่งรูติดในแนวเดียวกันขนาดเท่าๆกัน มักเกิดจากส้อมหรือที่เสียบเนื้อ 2 แฉก
- บาดแผลลักษณะเป็นกากบาทสี่แฉกมักเกิดจากอาวุธประเภทลักษณะปลายเป็นสี่เหลี่ยมแหลม เช่น ไขควงปากแฉก เป็นต้น

สิ่งที่ควรสังเกตุในบาดแผลถูกแทง หรือการวัดบาดแผล ได้แก่

- ลักษณะบาดแผลมีกี่คม
- ทิศทางของบาดแผลสามารถบ่งบอกพฤติกรรมผู้โจมตีได้ เมื่อมุมของบาดแผลมี beveled margin ด้านหนึ่งและ undermining จะบ่งชี้ทิศทางบาดแผลทางเข้า
- ความกว้าง ความยาว ความหนาของอาวุธ
- องศาของปลายมีดถึงด้านที่จับ
- ลักษณะของสันมีด และปลายมีด

- ลักษณะร่องแฉกของใบมีด
- ความคมของส่วนมุมโดยเฉพาะส่วนปลายของใบมีด รวมไปถึงอาวุธอื่นๆ เช่น กรรไกร ไขควง เหล็กขูดชาร์ป มีดดาบ มีดโกน หรือวัตถุปลายแหลมต่างๆ

คำถามสำคัญสำหรับบาดแผลถูกแทง ได้แก่

- อาวุธที่แทงเป็นมีดหรือไม่
- หากเป็นมีดขอบมีคมกี่ด้าน ด้านเดียวหรือสองด้าน
- ความยาว และความกว้างของมีดเท่าไหร่กรณีเจออาวุธตกอยู่ในที่เกิดเหตุ แต่ถ้าไม่เจออาจจะประเมินจากความเสียหายที่เกิดบนผิวหนัง หรือเสื้อผ้า
- ขอบมีดเป็นแบบใด เช่น ขอบเรียบ ขอบหยักฟันปลา ขอบโค้งเป็นคลื่น เป็นต้น
- ถูกแทงอย่างไร ในองศาไหน เช่น แทงตรงๆ แทงจากล่างขึ้นบน แทงจากบนลงล่าง เป็นต้น
- กรณีหลายแผลอาจจะต้องดูว่าถูกแทงด้วยมีดกี่ด้าม และเป็นด้ามเดียวกันหรือไม่ (บุษยามานนท์, 2010)

ตำแหน่งของบาดแผล เป็นอีกอย่างหนึ่งที่สามารถบ่งบอกได้ว่าผู้ถูกกระทำ หรือผู้เสียชีวิตโดนฆาตกรรม ฆ่าตัวตาย หรืออุบัติเหตุ เช่น การฆ่าตัวตาย (Suicide) มักจะกระทำในด้านที่ตนถนัด หรือท่าทางที่ง่าย ได้แก่ บาดแผลการเชือดบริเวณข้อมือจะมีร่องรอยบากแผลที่ลังเลใจร่วมด้วย (Hesitation mark) และบาดแผลที่พบด้านหลังของร่างกายผู้ถูกกระทำ หรืออยู่ในตำแหน่งที่ไม่สามารถทำด้วยตนเองได้แสดงให้เห็นว่ามีผู้กระทำ เป็นต้น

แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคนิคที่ใช้ในงานวิจัย

1.8. Compound light microscope เป็นกล้องจุลทรรศน์ประเภทหนึ่งที่ใช้เลนส์และแสงเพื่อขยายวัตถุ ประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักๆ ได้แก่ เลนส์ใกล้วัตถุซึ่งจะอยู่ใกล้กับวัตถุตัวอย่าง และเลนส์ใกล้ตาซึ่งจะอยู่ใกล้กับดวงตาผู้ดู โดยทั่วไปเลนส์ใกล้วัตถุจะประกอบไปด้วยเลนส์หลายๆตัวทำงานร่วมกันเพื่อทำหน้าที่ขยายภาพ ในทางกลับกันเลนส์ใกล้ตาจะประกอบไปด้วยเลนส์เดี่ยวที่ช่วยขยายภาพเพิ่มเติม กล้องจุลทรรศน์ประเภทนี้นำมาใช้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ และอุตสาหกรรม เพื่อสังเกตและศึกษาวัตถุ หรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กกว่าที่ตาจะมองเห็นได้ ภาพที่ได้จะเป็นภาพเสมือนหัวกลับและกลับซ้ายไปขวา

1.8.1. ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound light microscope)

1.8.1.1. ส่วนฐาน (Base) คือ ส่วนฐานที่ใช้วางบนโต๊ะ พร้อมด้วยหลอดไฟอยู่ที่ฐานและมีสวิทช์เปิด-ปิด

1.8.1.2. ส่วนแขน (Arm) คือ ส่วนที่ยึดติดระหว่างฐานและลำกล้อง

1.8.1.3. ลำกล้อง (Body tube) คือ ส่วนที่มีเลนส์ใกล้ตาติดอยู่ด้านบน ส่วนล่างติดกับแผ่นหมุนซึ่งมีเลนส์ใกล้วัตถุติดอยู่

1.8.1.4. แผ่นหมุน (Revolving nosepiece) คือ แผ่นที่มีลักษณะกลมหมุนได้ ประกอบเข้ากับเลนส์ใกล้วัตถุเพื่อหมุนเปลี่ยนกำลังขยายที่ต้องการ

1.8.1.5. เลนส์ใกล้วัตถุ (Objective lens) คือ เลนส์ที่ติดอยู่บนแผ่นหมุนโดยปกติจะมี 3-4 เลนส์ซึ่งแต่ละอันจะมีตัวเลขกำกับกำลังขยายไว้ เช่น 4 10 40 100 เท่า เป็นต้น ในกรณีที่เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายสูงๆ หรือ 100 เท่า อาจจะต้องใช้น้ำมันทาบริเวณผิวหน้าของเลนส์เพื่อที่จะเป็นตัวกลางไม่ให้ชนกับวัตถุ นอกจากนี้ด้านข้างของเลนส์ใกล้วัตถุมีตัวเลขแสดงค่า N.A. (Numerical aperture) หมายถึง ความสามารถของเลนส์ที่รวบรวมแสงที่หักเหผ่านวัตถุเข้ากล้องมากที่สุดมีความสัมพันธ์กับ resolving power (ค่า resolving power หรือค่ารีโซลูชัน (resolution) หมายถึง ค่าความสามารถของเลนส์ในการแยกแยะรายละเอียดของภาพทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างจุดสองจุดที่อยู่ภายในโครงสร้างได้ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นแสงของเลนส์นั้นๆ) ถ้า N.A. มีค่าสูง resolving power มีค่าน้อยแสดงว่ากล้องมีการแจกแจงรายละเอียดได้ดี ดังนี้ $R = \frac{0.6\lambda}{N.A.}$

1.8.1.6. เลนส์ใกล้ตา (Eyepiece lens) คือ เลนส์ที่อยู่ส่วนบนสุดของตัวกล้องใช้สำหรับดูภาพตัวอย่าง มีตัวเลขบอกกำลังขยาย เช่น 5 10 15 เท่า เป็นต้น ทำหน้าที่ขยายภาพที่เกิดจากเลนส์ใกล้วัตถุ ภาพที่เห็นจึงมีลักษณะขยายใหญ่และเป็นภาพเสมือนหัวกลับ และกลับซ้ายเป็นขวากับวัตถุจริง เลนส์ใกล้ตามี 2 แบบด้วยกัน ได้แก่ เลนส์ใกล้ตาอันเดียว (monocular) และเลนส์ใกล้ตา 2 อัน (binocular)

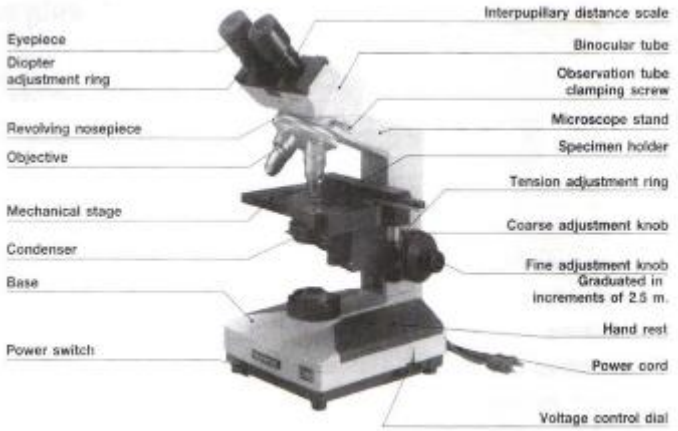
1.8.1.7. วงล้อปรับภาพ (Adjustment wheel) คือ ตัวปรับระยะห่างของวัตถุกับเลนส์ใกล้วัตถุ เพื่อทำให้ภาพมีความชัดเจนขึ้น ซึ่งระยะห่างที่ทำให้เห็นภาพชัด เรียกว่า ระยะการทำงานของกล้อง (working distance) หรือระยะโฟกัสของกล้อง วงล้อมี 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดปรับภาพหยาบ (coarse adjustment wheel) ใช้ปรับระยะห่างระหว่างวัตถุกับเลนส์ใกล้วัตถุชนิดกำลังขยายตั้งแต่ 10 เท่าลงมา และชนิดปรับภาพละเอียด (fine adjustment wheel) ใช้ปรับภาพให้ชัด เมื่อใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายตั้งแต่ 40 เท่าขึ้นไป

1.8.1.8. แท่นวางวัตถุ (Stage) คือ แท่นที่มีช่องตรงลางสำหรับใส่ตัวอย่างโดยมีคลิปเกาะตัวอย่างและให้แสงผ่านตัวอย่าง สามารถขยับตำแหน่งของตัวอย่างได้ด้วยการหมุนปุ่มบังคับ (Mechanical stage) มีสเกลบอกตำแหน่งของสไลด์บนแท่นวางวัตถุ

1.8.1.9. คอนเดนเซอร์ (Condenser) คือ เลนส์ที่ใช้ในการรวมแสงให้มีความเข้มมากที่สุด เพื่อใช้ในการส่องวัตถุบนสไลด์ตัวอย่าง สามารถปรับความสูงต่ำของคอนเดนเซอร์ได้

1.8.1.10. ไอริสไดอะแฟรม (Iris diaphragm) คือ ม่านปรับรูเปิดรับแสงให้ผ่านเข้ามาที่คอนเดนเซอร์ มีปุ่มสามารถปรับไอริสไดอะแฟรมให้แสงเข้ามากหรือน้อยได้

1.8.1.11. แหล่งกำเนิดแสง (Light source) คือ หลอดไฟให้แสงสว่างติดอยู่บริเวณฐานมีสวิทช์เปิด-ปิด และมีสเกลปรับปริมาณแสงสว่าง (มีเจริญ, 2561)



ภาพที่ 41 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนใช้แสงเชิงประกอบ

ที่มารูปภาพ : www.biology.sc.chula.ac.th/2303106/2303106BU.pdf

1.8.2. หลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound light microscope)

1.8.2.1. แสงถูกสร้างมาจากหลอดไฟเพื่อให้ส่องผ่านวัตถุโดยวัตถุจะวางลงบนแท่นวางวัตถุที่อยู่ระหว่างคอนเดนเซอร์ที่รวมแสงให้กระทบวัตถุตัวอย่างสามารถปรับให้มีแสงเข้าไปในปริมาณที่เหมาะสม และเลนส์ใกล้วัตถุ ต่อมาเลนส์ใกล้วัตถุจะทำการรวบรวมแสงที่ผ่านวัตถุตัวอย่างจากนั้นจะสร้างภาพขยายเป็นภาพปฐมภูมิและจะมีการขยายด้วยเลนส์ใกล้ตาอีกครั้ง ถ้าจำเป็นต้องใช้กำลังขยายสูง เช่น 100X ต้องมีการใช้น้ำมันบริเวณหัวเลนส์ใกล้วัตถุ (เนียมทรัพย์, 2561)

1.8.3. กลไกของกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound light microscope)

1.8.3.1. นำตัวอย่างมาวางบนแท่นวางระหว่างเลนส์คอนเดนเซอร์และเลนส์ใกล้วัตถุ

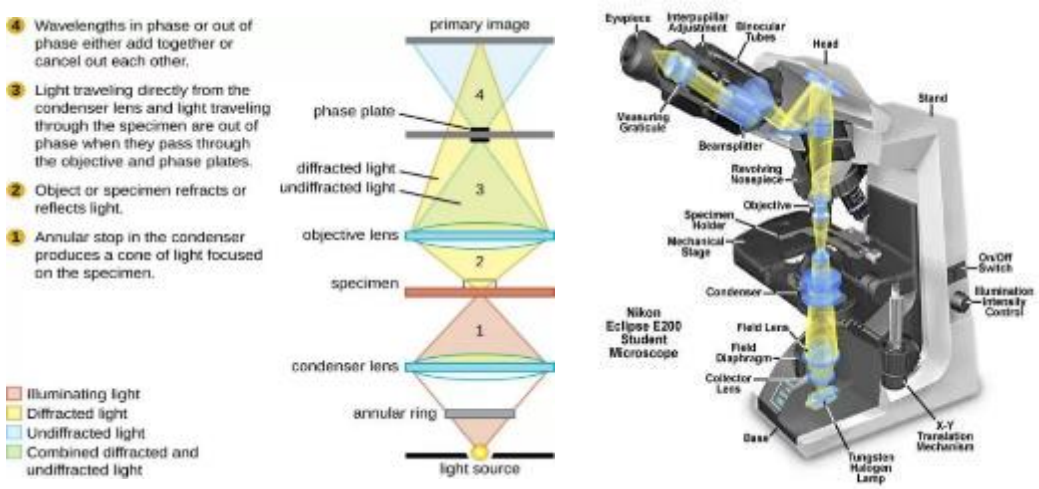
1.8.3.2. แสงที่ปล่อยมาจากแหล่งกำเนิด (หลอดไฟฟ้า) จะส่องไปยังชิ้นงานโดยใช้เลนส์คอนเดนเซอร์

1.8.3.3. แสงจะผ่านชิ้นงานเข้าไปที่เลนส์ใกล้วัตถุ

1.8.3.4. เลนส์ใกล้วัตถุจะจับแสงที่มาจากตัวอย่าง และสร้างภาพกำลังขยาย (Magnified image) ของตัวอย่างเรียกว่าภาพปฐมภูมิ (Primary image)

1.8.3.5. เลนส์ใกล้วัตถุจะนำภาพผ่านไปยังท่อของลำกล้อง (Body tube) ไปยังเลนส์ใกล้ตาจากนั้นจะทำการขยายภาพอีกครั้ง จนเห็นภาพที่ชัดเจนผ่านช่องมอง

1.8.3.6. ในบางครั้งหากเราจะใช้เลนส์ใกล้วัตถุ 100x จะใช้วิธีการหยดน้ำมันที่บริเวณหัวเลนส์เพื่อสร้างภาพที่คมชัด ในกระบวนการนี้จะหยดน้ำมันระหว่างเลนส์ใกล้วัตถุและตัวเลื่อนชิ้นงาน (Raveendran, 2020)



ที่มารูปภาพ : https://microbiologynote.com/compound-microscope-principle-parts-diagram-definition-application/

ภาพที่ 42 กลไกการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบใช้แสงเชิงประกอบ

แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะการจับอาวุธในรูปแบบต่างๆ (knife grip styles)

การจับอาวุธมีหลากหลายประเภทขึ้นอยู่กับความถนัด เหตุการณ์ และลักษณะการออกแบบของอาวุธนั้นๆ ดังนี้

1.9. Filippino grip เป็นรูปแบบการจับโดยใช้สามนิ้วกำด้ามมีด นิ้วโป้งและนิ้วชี้เป็นอิสระสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวของมีดได้ ด้านคมของอาวุธชี้ลงล่างทำให้มีความมั่นคงในการแทง และเฉือน

1.10. Saber grip เป็นการวางนิ้วโป้งตรงโคนมีด นิ้วทั้งสี่กำด้านมีดไว้ เหมาะกับการแทงที่เป็นธรรมชาติ

1.11. Hammer grip ใช้ในการจับมีดขนาดใหญ่ นิ้วสี่กำด้านมีดจากนั้นหุบนิ้วโป้งเข้าหาทั้งสี่นิ้ว ด้านคมของมีดอยู่แนวเดียวกับข้อนิ้วที่สอง แต่ความมั่นคงในการแทงจะไม่เป็นธรรมชาติ

1.12. Slash grip ใช้จับแบบครั้งคราวเนื่องจากไม่มีความมั่นคงในการจับแบบนี้ แต่จะได้ผลดีในมีดพับสามารถโจมตีหลังการเปิดมีดได้เลย

1.13. P'kal grip (Pikal, Pakal) วิธีนี้ที่ไม่เป็นที่นิยม เป็นการหันด้านคมมีดขึ้นบนในกรณีที่ถือปลายมีดชี้ออกด้านนอด และหันด้านคมเข้าหาตัวเองในกรณีที่ถือมีดแบบ Reverse grip

1.14. "Regular" Reverse grip or Ice-pick grip เป็นการหันด้านคมออกนอกตัวมีประสิทธิภาพสู้ในระยะประชิดมากๆ มักจะใช้โดยผู้มีทักษะการใช้อาวุธและมีความมั่นใจในการออกอาวุธ

1.15. Reverse grip เป็นวิธีที่ไม่ค่อยนำมาใช้เนื่องจากทำให้การเคลื่อนไหวของข้อมือไม่เป็นธรรมชาติ (Fry, 2018)

ภาพที่ 43 รูปแบบการจับอาวุธในแบบต่างๆ (knife grip styles)

ที่มารูปภาพ : https://petermorwood.tumblr.com/post/67011857040506880 0/probably-posted-some-of-these-already-but-im

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศไทย

งานวิจัยของ กัญชลี ศิริมงคล (2008) ได้ทำการศึกษาทางจุลภาคของรอยฉีกขาดบนผ้าที่เกิดจากเครื่องมือชนิดต่างๆ เพื่อศึกษาลักษณะการฉีกขาดบทผ้าที่เกิดจากอาวุธมีคมชนิดต่างๆที่นิยมในประเทศไทย ซึ่งรอยขาดบนผ้าถือได้ว่าเป็นพยานหลักฐานที่สำคัญที่พบบ่อยในสถานที่เกิดเหตุหรืออาชญากรรมที่รุนแรงทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์ โดยใช้อาวุธทั้งหมด 13 ชนิด ได้แก่ตัวอย่างผ้า 3 ชนิด ได้แก่ ผ้าทอ ผ้าถัก และผ้ายีนส์ นำอาวุธทั้งหมดไปทำความสะอาดและตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียล ถ่ายรูปเครื่องมือต่างๆ กับสเกลและตัวอย่างสิ่งทอโดยกล้องถ่ายรูปจากนั้นนำผ้าไปทดสอบขั้นพื้นฐานด้วยตาเปล่า ตัวอย่างผ้าถูกขึงแน่นในบีคเกอร์สแตนเลสที่มีแบบจำลองเจลาติน 15% แทนเนื้อเยื่อมนุษย์ ตัวอย่างแต่ละชิ้นถูกแทงด้วยเครื่องมือต่างๆแต่ละการทดลองทำ 3 ซ้ำ รวมทั้งหมด 117 การทดลอง ทำเครื่องหมายทั้งก่อนการแทงและหลังจากดึงอาวุธออกเพื่อนำมาถ่ายภาพและวัดความลึก ในส่วนของการตรวจสอบอย่างละเอียดด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอใช้กำลังขยายต่ำ 26.8× สังเกตการจัดเรียงตัวแนวระนาบของเส้นด้าย ส่วนปลายของเส้นด้าย จากการศึกษาพบว่าเกิดรูปแบบความเสียหายจากการแทง 7 รูปแบบ ได้แก่ รอยขาดมีลักษณะคล้ายเส้นตรงและขอบเรียบเกิดจากใบมีดมีคมหนึ่งด้านบนผ้าทั้ง 3 ชนิด, รอยขาดมีลักษณะเส้นตรงขอบลุ่ยเกิดจากมีดหยัดบนผ้าถักและผ้ายีนส์ สิ่วบนผ้าทอ, รอยขาดลักษณะเป็นรูแนวยาวขนาดใหญ่ขอบลุ่ยเกิดจากมีดปลายปืนบนผ้าทั้ง 3 ชนิด มีดใบหยักและไขควงปากแฉกบนผ้าทอ ไขควงปากแบนและกรรไกรบนผ้าถักและผ้ายีนส์ ตะไบปลายแหลมบนผ้าถักและผ้าทอ และสิ่วบนผ้าถัก, รอยขาดลักษณะรูกลมขอบเรียบเกิดจากที่เปิดขวดชนิด Waiter’s friend บนผ้าทอ, รอยขาดลักษณะรูกลมขอบลุ่ยเกิดจากไขควงปลายแฉกบนผ้ายีนส์ ไขควงปากแบน ที่เปิดขวดชนิดเกลียวและตะไบปลายคมบนผ้าทอ, รอยขาดลักษณะรูขวางขอบเรียบเกิดจากไขควงปากแฉก ที่เปิดขวดชนิดเกลียวตื้นบนผ้าถัก เปิดขวดชนิด Waiter’s friend บนผ้าถักและผ้ายีนส์, รอยขาดลักษณะเป็นรูปขาดขอบลุ่ยเกิดจากตะไบปลายกลมบนผ้าถักและผ้ายีนส์ ที่เปิดขวดชนิดเกลียวตื้นบนผ้ายีนส์ และสุดท้ายรอยขาดลักษณะเป็นร่องยาวเกิดจากตะไบปลายแบนและสิ่วบนผ้ายีนส์ที่ไม่สามารถทะลุไปได้ (ศิริมงคล, 2551)

งานวิจัยของ ศริญญา สงเคราะห์ (2554) ได้ศึกษาเรื่องการประมาณขนาดอาวุธจากรอยแทงบนผ้าชนิดต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าเมื่อแทงด้วยอาวุธชนิดต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบขนากและลักษณะรอยฉีกขาดของผ้าต่างชนิดกันเมื่อใช้อาวุธมีคมแทงผ่านลงไป และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรอยแทงกันขนาดของอาวุธ จากข้อมูลที่ผ่านมาพบว่าขนาดความกว้างของอาวุธนั้นจะกว้างกว่ารอยบาดแผลบนผิวหนัง เพราะว่าผิวหนังมีการหดตัวขึ้นกับลักษณะเฉพาะของผิวหนังที่เป็นปัจจัยควบคุมไม่ได้การคาดคะเนขนาดบนผิวหนังจึงเป็นเรื่องยาก จากปัญหานี้จึงได้มีการศึกษาว่ารอยขาดบนเสื้อผ้าว่าสามารถคาดคะเนอาวุธๆได้แม่นยำหรือไม่ ผ้าต่างชนิดกันมีผลต่อความยาวของรอยขาดหรือไม่ และสมการทางคณิตศาสตร์สามารถชดเชยความคลาดเคลื่อนได้หรือไม่ ตัวอย่างจากผ้า 4 ชนิด ได้แก่ ผ้าย ผ้าไหม ผ้าไนลอน และผ้าโพลีเอสเตอร์ และอาวุธ 4 ชนิด ได้แก่ มีดพับ มีดปอกผลไม้ มีดทำครัว และมีดสปาตาร์ นำมีดไปติดตั้งลงบนเครื่องมือที่ทำขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดลอง ความสูงจากปลายมีดถึงเป้าหมาย 30 เซนติเมตร ควบคุมทิศทาง 90 องศา ในส่วนตัวอย่างผ้าใช้แบบจำลองเจลาติน 15% แทนเนื้อเยื่อมนุษย์พันด้วยแรปจากนั้นนำผ้ามาขึงให้แนวสนิทลักษณะแนวแกน Y เป็นเส้นด้ายพุ่ง และแนวแกน x เป็นเส้นด้ายพุ่งจากนั้นทำการแทง นำผลที่ได้มาถ่ายรูป วัดขนาด และสังเกตลักษณะภายนอกของรอยแทงแต่ละตัวอย่าง สถิติที่ใช้ Pearson’s หาความสัมพันธ์ระหว่างรอยแทงกับขนาดอาวุธ และRegression analysis ประมาณขนาดอาวุธมีดจากรอยแทง จาการศึกษาพบว่าลักษณะรอยฉีดขาดของผ้าฝ้ายและผ้าไหมเป็นเส้นค่อนข้างตรงขอบหลุดลุ่ยส่วนในผ้าไนลอนและผ้าโพลีเอสเตอร์ให้ลักษณะรอยฉีดขาดเป็นเส้นตรงของเรียบแต่เมื่อแทงด้วยมีดสปาตาร์จะมีลักษณะรอยแทงที่เป็นเส้นตรงขอบหลุดลุ่ย, ขนาดรอยฉีกขาดของผ้าแต่ละชนิดเมื่อใช้มีดทั้ง 4 ชนิดพบว่าผ้าไหมมีความยาวมาดที่สุด และผ้าไนลอนมีความยาวน้อยที่สุดโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยนของรอยแทง, ความสัมพันธ์ระหว่างรอยแทงกับขนาดอาวุธพบว่ามีค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เพียวสัน 0.546 หมายถึงขนาดอาวุธมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับรอยแทงขนาดยิ่งใหญ่รอยแทงจะยิ่งยาวตามมา สุดท้ายสมการทำนายขนาดอาวุธมีดจากรอยแทงที่เกิดผ่านผ้า 4 ชนิดพบว่า ผ้าไนลอนและผ้าโพลีเอสเตอร์รอยแทงไม่มีผลต่อขนาดอาวุธ (สงเคราะห์, 2554)

งานวิจัยของ จารุวรรณ อัมพฤกษ์ (2555) ได้ศึกษาการวิเคราะห์เส้นใยธรรมชาติ และเส้นใยสังเคราะห์ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์โดย Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) เพื่อวิเคราะห์เส้นใยในงานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ โดยใช้ตัวอย่างผ้า 9 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย ผ้าเส้นใยนุ่น ผ้าลูกไม้ทำจากผ้าฝ้าย ผ้าป่าน ผ้าลินิน ผ้าโซลอน ผ้าซีฟอง ผ้าเครปซาติน และผ้าไหม นำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ATR-FTIR เป็นการวิจัยเชิงทดลองนำตัวอย่างผ้ามาตัดเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 1*1 เซนติเมตรจากนั้นวางลงบนที่ใส่ตัวอย่างในเครื่อง ATR-FTIR ในสถาวะ wave number range คือ 650-4000 cm^{-1} และ resolution คือ 4 cm^{-1} ที่ 64 scan ผลที่ได้พบว่าสามารถจำแนกเส้นใยออกเป็น 3 กลุ่มจากหมู่ฟังก์ชั้นที่ปรากฏใน spectrum โดยกลุ่มแรกเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มาจากพืช มีหมู่ฟังก์ชั่น OH stretch wave number 3400-3650 cm^{-1}, CH stretch 2850-2460cm^{-1} และ C-O-C stretch 1000-1300cm^{-1} ซึง spectrum กลุ่มนี้ใกล้เคียงกับเซลลูโลสได้แก่ ผ้าฝ้าย ผ้าสำลี ผ้าลูกไม้ และผ้าลินิน กลุ่มที่สองเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มาจากสัตว์ โดย spectrum มีพีคกลุ่มเอไมค์ที่เลขคลื่น 1650cm^{-1} หมู่ฟังก์ชั่น N-H stretch C-H stretch C=O stretch N-H bending C-H bending และ C-N bending ได้แก่ ผ้าไหม และกลุ่มสุดท้ายเป็นเส้นใยสังเคราะห์ซึ่งสังเกตได้จาก spectrum มีพีคกลุ่มเอสเตอร์ที่เลขคลื่น 1735 cm^{-1}

หมู่ฟังก์ชั่น C-H C=O C-O-C stretch C-Cl และ Benzenes ได้แก่ ผ้าชีฟอง ผ้าโซลอน และผ้าเครปซาติน จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเทคนิคการวิเคราะห์โดยใช้ ATR-FTIR เป็นวิธีที่เหมาะสม สะดวกและรวดเร็วในการตรวจสอบผ้าและเส้นใยทางนิติวิทยาศาตร์ (อัมพฤกษ์, 2555)

งานวิจัยของ อังกรู จันทร์มีชัย (2552) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของพลังงานจากลูกกระสุนปืนต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเส้นใย เพื่อศึกษาลักษณะและเปรียบเทียบรอยฉีกขาดของผ้าตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของเส้นใยหลังถูกยิงด้วยกระสุนปืน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของกระสุนปืนและความเสียหายของผ้า โดยอาวุธที่ใช้ คือปืนรีวอลเวอร์ขนาด .357 magnum และอาวุธปืนกึ่งออโตเมติกขนาด 9 มม.Luger ยิงด้วยกระสุนปืน 4 ชนิด ได้แก่ .38 SPL.LRN, .38 SPL.JHP, 9 มม.Luger FMJ และ 9 มม. Luger JHP ทดลองกับผ้าตัวอย่าง 9 ชนิด ได้แก่ ผ้าทอ 5 ชนิด คือ ผ้าไหม ผ้ายีนส์ ผ้าทีอาร์ ผ้าลูกฟูก ผ้าร่ม และผ้าถัก 4 ชนิด คือ ผ้าถักลาย Pique Lycra ผ้าถักลาย Jersey mesh ผ้าถักลาย Rip นำมาทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงด้วยเครื่อง Tensile Test Machine และทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงทะลุด้วยเครื่อง Mullen-Type Bursting Strength Tester ระยะการทดลองยิงมี 4 ระยะ คือ ระยะประชิด ระยะห่าง 2 นิ้ว 6 นิ้ว และ 18 นิ้ว ใช้หุ่นทดลองที่เป็นโครงไม้ขึงรัดด้วยฟองน้ำหนาแน่น และยืดหยุ่นขนาด 4-5 นิ้ว กว้าง 50 ซม. และยาว 100 ซม. นำผ้ามาขึงให้แน่นติดในสภาพหย่อนเล็กน้อยความห่างจากแผ่นฟองน้ำประมาณ 1 ซม. ให้แนวเส้นด้านยืนอยู่ในแกน Y และแนวเส้นด้ายพุ่งอยู่ในแกน X ทดลองยิงผ้าชนิดต่างๆ อย่างละ 3 นัด เปลี่ยนแผ่นฟองน้ำทุกๆจากยิง 20 นัด ลักษณะการจับปืนแบบ 2 มือยิงและวางบนแท่นเบาะ จากนั้นเมื่อทำการยิงแล้วให้บันทึกภาพ Close up ด้วยกล้องดิจิตอลพร้อมกับ Label ผลที่ได้พบว่ารูปแบการเกิดรอยฉีดขาดของผ้าแต่ละชนิดจากการยิงมีลักษณะที่แตกต่างกัน แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ ระยะประชิดในผ้าทอจะได้รอยฉีกขาดที่มีลักษณะรูปแฉก (Complete stellate) และเส้นตรง (Partial stellate) สำหรับผ้าถักจะเกิดรอยฉีกขาดเป็นรูปค่อนข้างกลมสุดท้ายในระยะห่างตั้งแต่ 2นิ้ว 6นิ้ว และ 18นิ้ว ของผ้าทุกชนิดให้รอยฉีกขาดลักษณะเป็นรูค่อนข้างกลม รอยฉีกขาดในระยะประชิดให้ขนาดที่ใหญ่กว่าระยะห่าง และมีความใกล้เคียงเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกระสุนปืนเมื่อห่างออกไปเนื่องจากเมื่อยิงลูกกระสุนออกไปกระทบผ้าจะได้รับแรงดันจากการจุดระเบิดด้วย ด้านการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของเส้นใยเมื่อได้รับความร้อนเส้นใยแต่ละชนิดจะมีการเปลี่ยนตามคุณสมบัติของเส้นใยนั้นๆ โดยเส้นใยธรรมชาติจัมีการบวมและฉีกขาด แต่เส้นใยสังเคราะห์จะมีการหลอมละลายและจับตัวเป็นก้อน สุดท้ายทางด้านความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของลูกกระสุนปืนกับความเสียหายของผ้าจากการคำนวณพบว่า กระสุนปืนชนิด 9มม. Luger JHP มีค่าแรงดันและพลังงานสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดรอยฉีกขาด กระสุนปืนชนิดนี้ทำให้เกิดขนาดรอยฉีกขาดมากกว่ากระสุดปืนชนิดอื่นๆ (จันทร์มีชัย, 2552)

งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยของ Nandini Kateare และ MP Goutam (2021) ได้ศึกษาเรื่องความแตกต่างของรอยตัดที่เกิดจากวัตถุมีคมบนผ้าฝ้ายโดยใช้การวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เนื่องจากการตรวจสอบรอยตัดที่เกิดจากอาวุธมีคมบนผ้าแต่ละชนิดเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยในการสอบสวนซึ่งทำให้เหตุการณ์ชัดเจนมากขึ้นช่วงในการหาความสัมพันธ์ของเหตุอาชญากรรมกับผู้กระทำผิด และสถานที่เกิดเหตุในกรณีต่างๆที่เกี่ยวกับการแทง การ

ข่มขืนและการปล้น เป็นต้น วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเสียหายของผ้าฝ้ายที่ถูกตัดด้วยวัตถุมีคมที่แตกต่างกันโดยวิธี scanning electron microscope (SEM) เพื่อเปรียบเทียบตำแหน่งเส้นใยส่วนปลายและเคราส่วนปลายของเส้นด้ายจากวัตถุมีคมที่แตกต่างกัน สุดท้ายเพื่อเปรียบเทียบการขาดหลุดลุ่ยของเส้นใยจากวัตถุมีคมที่แตกต่างกัน ตัวอย่างผ้าที่ใช้ในการทดลองเป็นผ้าฝ้ายขึงตึงกับบล็อกไม้วงกลม และมีดที่ใช้ 4 ชนิด ได้แก่ มีดปอก มีดสเต็ก มีดผ่าตัด และมีดโกน การศึกษาครั้งนี้ได้ออกแบบการสังเกต 3 ระดับ ได้แก่ ระดับสัณฐานวิทยา ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย มุ่งเน้น 2 parameter ได้แก่ อันดับแรกตำแหน่งเส้นใยส่วนปลายภายในเส้นด้ายโดยดูระนาบแนวนอน (Planar array) และเคราส่วนปลายเส้นด้าย (Bearded yarn ends) ส่วนสุดท้าย คือสังเกตการหลุดลุ่ยของเส้นใยที่เสียหาย การศึกษานี้ยังมุ่งเน้นไปที่ความสัมพันธ์ของเสื้อผ้าที่เสียหายกับอาวุธที่เป็นสาเหตุของความเสียหาย เนื่องจากบริเวณส่วนปลายของรอยตัดบนเสื้อผ้าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดสำหรับการหาความสัมพันธ์ของเสื้อผ้ากับอาวุธ ดังนั้นการตรวจสอบลักษณะทางสันฐานวิทยาของเส้นใยส่วนปลายจากเสื้อผ้าที่เสียหายจาก การสังเกตลักษณะความแตกต่าง อาทิเช่น การหลุดลุ่ยของส่วนปลายเส้นใย และการผิดรูปของเส้นใย โดยการตรวจสอบเบื้อต้นด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงปกติ (Compound microscope) และการตรวจสอบแบบละเอียดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ผลที่ได้พบว่าภาพที่ได้จากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงปกติ (Compound microscope) ไม่สามารถสังเกตเห็นลักษณะความแตกต่างที่เด่นชัดได้ แต่เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) จะเห็นถึงความแตกต่าง 2 รูปแบบ ได้แก่ ความเสียหายจากมีดปอก และมีดโกนให้ตำแหน่งของเส้นใยส่วนปลายภายในเส้นด้ายที่เป็นระนาบเรียบ ไม่มีการหลุดลุ่ยของเส้นใยส่วนปลาย อีกรูปแบบเป็นความเสียหายจากมีดสเต็ก และมีดเลเซอร์ให้ตำแหน่งขอเส้นใยส่วนปลายในเส้นด้านที่มีลักษณะเป็นเครา และปรากฏการขาดหลุดลุ่ยของเส้นใย (Katare & Goutam, 2021)

งานวิจัยของ Niamh Nic Dae´id, Marie Cassidy และShane McHugh (2008) ทำการศึกษาเรื่องการตรวจสอบความสัมพันธ์ของความเสียหายของมีดในเสื้อผ้าและความยาวของบาดแผลที่ผิวหนัง มีการเสียชีวิตจำนวนมากที่มาจากเหตุการณ์แทงที่มาจากวัตถุใกล้ตัว เช่น มีดครัว มีดสเต็ก ไขควง ขวดที่แตก กรรไกร เป็นต้น ลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์เหล่านี้สร้างการทะลุบนผ้าและผิวหนังที่เฉพาะเจาะจง ความเป็นไปได้ว่าอาวุธชนิดใดส่งผลต่อบาดแผลชนิดนั้นโดยเฉพาะ ดังนั้นการตรวจสอบความเสียหายของร่องรอยที่เหลืออยู่บนเสื้อผ้าที่เหยื่อสวมใส่จึงทำให้เชื่อมโยงความเสียหายทั้งผิวหนังและเสื้อผ้ากับขนาดของอาวุธผู้โจมตีถ้าหากมีหรืออาจจะช่วยในการระบุความเป็นไปได้เหล่านี้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเสียหายบนเสื้อผ้าและความยาวของบาดแผลที่ผิวหนัง ในงานวิจัยนี้มีการใช้มีดที่หลากหลายทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ มีดล่าสัตว์ขนาดเล็ก มีดปากกา มีดสเต็ก และมีดหั่นขนมปังคมด้านเดียว แบบจำลองเป็นผิวหนังหมูและผ้าผสม 7 ชนิด เครื่องมือสำเร็จรูปที่ติดตั้ง 90 องศาจากพื้นการแทงเป็นแนวดิ่งกับตัวอย่างตั้งผ้าติดตั้งให้แนวผ้าอยู่ในแนวนอนลงบนบล็อคไม้โดยใช้สกรูยึดไว้ขอบด้านบนทั้งแบบยืดและแบบหลวม ความลึกในการแทง 2 นิ้ว แทงทั้งหมด 20 ครั้งของผ้าแต่ละชนิดและผิวหนังหมูที่อยู่ข้างใต้ ผลปรากฏพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความยาวของบาดแผลบนผิวหนังและความเสียหายต่อเนื้อผ้าเมื่อยืดผ้าเหนือผิวหนัง ประมาณมากกว่า 70% บ่งชี้ว่าประเภทของผ้ามี

ผลกระทบต่อความแตกต่างระหว่างสัมพันธ์ร่องรอยความเสียหายบนผ้าและผิวหนัง ความแตกต่างมีใหญ่กว่าเกิดขึ้นในเสื้อผ้าที่มาจากเส้นใยธรรมชาติ ความสามารถในการทำซ้ำ (repeatability) ของผลลัพธ์สำหรับอาวุธที่มีขอบหยักน้อยกว่าอาวุธที่มีขอบเรียบในขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อผ้าหลวมเหนือผิวหนัง นอกจากนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวประเภทอื่นๆ มุมที่แตกต่างกัน ผลของลายทอชนิดต่างๆ และความยืดหยุ่นของวัสดุ (Daéid et al., 2008)

งานวิจัยของ Esta Bostock ,Gareth Michael และGraham Williams (2013) ได้ทำการศึกษาเรื่องขั้นตอนสำหรับการวิเคราะห์การตัดเฉือนบนเสื้อผ้า การเฉือนเป็นการทำร้ายร่างกายหลักที่เจอได้บ่อยโดยใช้ของมีคม ถ้าการกระทำทำบนพื้นผิวที่ปกคลุมไปด้วยเสื้อผ้าก็อาจจะเกิดความเสียหายจากการเฉือนนั้นได้ วัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของการเฉือนและอุปกรณ์ พัฒนาขั้นตอนการจัดหมวดหมู่หรือรูปแบบความเสียหาย และการวัดความคมของมีด ผ้าที่นำมาใช้ประกอบด้วย 100%cotton sewing 100%polyester 100%cotton sheeting และ 100% silk การทดลองวัดความคมของใบมีดโดยวางใบในที่หนีบหันใบมีดขึ้นใช้เส้นด้าย 20 ซม. วางบนใบมีดและออกน้ำหนักกดเล็กน้อย สถิติที่ใช้เป็น paired sample T-test ผลที่ได้พบว่าสองเทคนิคที่ใช้สำหรับประเมินคุณภาพของความเสียหายบนผ้าและความคมของใบมีดมีความสัมพันธ์ระหว่างการจัดหมวดหมู่ความเสียหายและความคมของอุปกรณ์อีกทั้งระดับความสัมพันธ์ขึ้นอยู่กับประเภทของผ้า (Bostock et al., 2013)

งานวิจัยของ Leis Nichols-Drew, Rachel Armitage และคณะ (2020) ได้ทำการศึกษาเรื่องการสำรวจเบื้องต้นของความเสียหายบนเสื้อผ้าโดยใช้ปลายมีด : ขอบมีด อาวุธมีดเจอได้บ่อยในอาชญากรรมความรุนแรงต่างๆ ทั้งบนท้องถนน โจรกรรม ฆาตกรรม ฆ่าข่มขืน และการก่อการร้าย ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเครื่องแต่กายมา 4 ชนิด ซื้อมาจากร้านเสื้อผ้ามือสองซึ่งเป้นเสื้อผ้าที่ผ่านการใส่และซักมาแล้ว ได้แก่ เสื้อผ้าส่วนบน คือ เสื้อยืด (knitted cotton) และเสื้อแขนยาว (knitted synthetic blend) เสื้อผ้าส่วนล่าง คือกางเกงยีนส์ (twill woven cotton) และกระโปรง (non-woven faux leather) ตัดตัวอย่างขนาด 300*300 มม. รวมแล้วตัดจากเสื้อผ้าทั้งหมด 20 ชิ้น (ชนิดละ 5 ชิ้น) แบบช่องขนาด 150*200 มม ดั้งหมด 15 ช่อง อาวุธมีด 5 ชนิดมีความแตกต่างกันที่ปลายของมีดได้ซื้อมาจากร้านขายของโดยไม่ผ่านจากใช้งาน นำมาวัดขนาดความยาว ความกว้าง ความหนา ลักษณะปลายมีด มุมของขอบบน องศาของปลายมีดที่ 0 องศาวัดโดยโปรแทรกเตอร์ (protractor) ขั้นตอนการแทงให้ผู้ทดลอง 1 คนใส่ถุงมือจับมีดด้วยมือขวาในลักษณะนิ้วโป้งอยู่ด้านบน นิ้วทั้งสี่กำรอบด้ามมีดให้แน่น มีดจะทำมุม 90 องศากับพื้นปลายมีดห่างจากตัวอย่างประมาณ 30 ซม.พยายามรักษาแรงและความเร็วให้คงที่อยู่ที่ 2 วินาทีก่อนที่มีดจะโดนตัวอย่าง การวอเคราะห์ใช้กล้องถ่ายภาพดิจิตัลเลนส์ 18-55 mm. ทุกๆความเสียหายที่เกิดขึ้นบนตัวอย่างผ้าจะถูกถ่ายเอาไว้พร้อมกับสเกลวัดเพื่อบันทึกลักษณะ และความยาวของรอยแยกนำข้อมูลที่ได้ใส่ลงใน MS Excel และคำนวณด้วยสถิติ ANOVA จากนั้นจะใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscopy; SEM) ตัดชิ้นส่วนตัวอย่างมาขนาด 20*20 มม. เพื่อตรวจดูลักษณะภายในเส้นด้ายและเส้นใย ผลจากการศึกษาพบว่าความแตกต่างระหว่างขนาดความเสียหายที่เกิดจากการแทงและรูปร่างสอดคล้องกันกับลักษณะใบมีดโดยเฉพาะในส่วนปลายของใบมีด ผลในส่วนของผ้าชนิดแรกเสื้อยืดที่เป็นผ้าฝ้ายถัก (knitted cotton) ถูกแทง

ด้วยมีด D ปลายแหลมมีความยาวของรอยแยกมากที่สุดและแคบเป็นลักษณะรูปตัว T ขนาด 14.1 มม. ส่วนมีด E ปลายหยักจะให้รอยแยกที่ใกล้เคียงกันแต่ขอบหลุดลุ่ยขนาด 13.2 มม. ต่อมาเป็นผ้าชนิดที่สองเป็นผ้ายีนส์ (woven cotton) ให้ลักษณะรอยแยกที่แคบในมีด A ที่ปลายเป็น R shape ขนาด 3.7 มม. มีด C ปลายเป็นเท้าแกะ (Sheepsfoot) ให้ลักษณะรอยแยกที่เป็นรูกลมขนาดเล็กและมีขอบหลุดลุ่ยขนาด 1.5 มม.ค่อนข้างให้ความเสียหายใกล้เคียงกับงานวิจัยก่อนหน้าที่ใช้ไขควงหัวแบนและหัวแฉกแต่ไขควงมีการหลุดลุ่ย ขอบกระจัดกระจายมากกว่า ต่อมาเป็นผ้าชนิดที่สามคือเสื้อแขนยาว (knitted synthetic blend) ผ้านี้จะมีความสามารถในการยืดออกจึงต้องวางในแนวร่องตั้ง สุดท้ายเป็นผ้าชนิดที่สี่ คือกระโปรงสีดำ (non-woven faux leather) มีด C ปลายเท้าแกะให้ความเสียห่ายที่เล็กที่สุด 3 มม. มีด D ปลายแหลมยังคงให้ความเสียรอยแยกที่ยาวที่สุด 19.7 มม.ซึ่งมากกว่าผ้าทั้งสามชนิดที่กล่าวมา มีด E ปลายหยักจะให้ความเสียหายขอบไม่เรียบหลุดลุ่ยขนาด 15 มม. สรุปส่วนของผ้าที่ถูกแทงด้วยมีดทั้ง 5 ชนิด ดังนี้ มีด A ปลายมีดเท้าแกะให้ลักษณะรอยแยกเป็นรูวงรี มีด D จะให้ขนาดรอยแยกบนผ้าแต่ละชนิดยาวที่สุด มีด C จะให้ลักษณะรอยแยกเป็นรูค่อนข้างกลมในทุกประเภทของผ้า มีด E จะให้ลักษณะขอบที่หลุดลุ่ยไม่เป็นระเบียบในผ้าทุกชนิดเนื่องจากปลายใบมีดในส่วน tip ถึง point เป็นหยัก สุดท้ายมีด B ไม่สามารถทะลุผ้าแต่ละชนิดได้ให้ลักษณะเป็นร่องตื้นๆ และเมื่อใช้ SEM ดูลักษณะรอยแต่ละชนิดก็จะพบความแตกต่างที่ชัดเจนมากขึ้นในระดับเส้นด้ายและเส้นใยสามารถนำไปเป็นข้อมูลประกอบการสืบสวน สอบสวน และเป็นแนวทางความรู้ว่าเสื้อผ้าชนิดใดสามารถป้องกัน ขัดขวางหรือทำให้การได้รับบาดเจ็บน้อยลงจากการโจมตีจากอาวุธมีคมต่างๆได้ (Nichols-Drew et al., 2020)

งานวิจัยของ S.E. Kemp และคณะ (2017) ได้ทำการศึกษาเรื่องหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์บนเสื้อผ้าที่มาจากเหตุการณ์แทง บาดแผลการแทงและเสียชีวิตเป็นเหตุความรุนแรงที่มากที่สุดจากหลายๆประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่มีการเข้าถึงอาวุธปืนถูกจำกัดตามกฎหมาย การใช้อาวุธมีคมจึงง่ายและปกปิดได้ วัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้เพื่อกำหนดกลไกการแทงของมนุษย์โดยอุปกรณ์มีคมและวิเคราะห์ผล และเพื่อประเมินเครื่องมือที่ถูกใช้ในการแทงและสร้างฐานข้อมูลที่มีคุณค่า ตัวอย่างผ้าที่ใช้มี 2 ชนิด ได้แก่ ผ้ายีนส์ (100% cotton bull drill) และผ้าฝ้ายจากเสื้อยืด (100% cotton single jersey knit) นำมาตัดให้ห่างจากขอบผ้า 50 มม.ทั้งสี่ด้าน นำไปซัก 3 แบบ ได้แก่ ไม่ได้ซัก ซัก 6 ครั้ง และซัก 60 ครั้งจากนั้นนำมาปรับสภาพก่อนและหลังการแทงที่อุณหภูมิ 20 องศาความชื้น 65% เป้าหมายใช้แผ่นรอบรับด้านหน้าเป็นซิลิกิน 1.5 มม. ตามมาด้วย closed cell polyethylene foam 30 มม. และ open cell foam อาวุธที่ใช้มี 3 ชนิด ได้แก่ มีดครัวขอบบนทึ่ง ขอบล่างคมหยักและปลายแหลม มีดล่าสัตว์ขอบบนเป็นรูปคลิป ขอบล่างคมเรียบและปลายโค้งแหลม และไขควงปากแฉกปลายขนาด 16 มม. โดยอาวุธทั้งสามชนิดนี้ไม่ได้มีการลับหรือทดสอบความคม การทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ แบบแรกเป็นผู้ทำการทดลองเป็นเพศชายสุขภาพดี 10 คน อายุ 20-25 ปีแต่ละคนจะแทงตัวอย่าง 18 ครั้ง ได้แก่ ผ้า 2 ชนิด อววุธ 3 ชนิด การซัก 3 ระดับ ขนาดผ้า 200*200 มม. แทงด้วยแรงที่มากที่สุดโดยใช้ความรู้สึกของผู้ทดลองแต่ละคน และแบบที่สองเป็นการใช้เครื่องมือ Impact rig (IR) สามารถควบคุมความสูงและแรงได้โดยความสูงอยู่ที่ 200 มมในแรงที่เท่ากันทุกครั้งในการแทงตัวอย่าง นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติด้วย ANOVA ผลที่ได้คือ ความแตกต่างของใบมีดเกิดจากการสังเกตความแตกต่างของขนาดและรูปร่างรอยแยก รับการบิดเบี้ยงของผ้า ตำแหน่งของเส้นด้ายที่

แตก ลูป (Loop snippets) ขดปมของเส้นด้าย การเรียงตัวแนวระนาบ และสัณฐานการแยกของเส้นใย ทิศทางใบมีดควรจะมีการค้นหาด้วยถ้าขอบบนและขอบล่างของใบมีดมีความแกต่างกันทางรูปทรงเรขาคณิต ประเภทของขอบ ระดับความคม ในส่วนโครงสร้างผ้าเป็นผลให้เปิดจากฉีกขาดและระดับการซักล้างของเส้นใยส่วนปลายความสามารถในการจับคู่จะถูกขัดขวางด้วยปัจจัยเหล่านี้ การสังเกตในผ้าฝ้ายปรากฏผลที่ล้มเหลวเนื่องจากมีความแปรปรวนที่สูงในเส้ยในธรรมชาติ การซักก็จะไปทำลายเส้นใยและเพิ่มความแปรปรวนของข้อมูลได้เช่นกัน สุดท้ายความสัมพันธ์ระหว่างความสูงใบมีดและความยาวของรอยแยกไม่ดีมากนักเนื่องจากมีตัวแปรเข้ามาแทรงในเรื่องของความยืดหยุ่น และการคืนกลับ อย่างไรก็ตามความยาวของรอยแยกสามารถใช้สนับสนุนหลักฐานเมื่อต้องการจับคู่มีดที่ใช้ (Kemp et al., 2009)

งานวิจัยของ S.L. wells และคณะ (2013) ได้ศึกษาเรื่องผลของการซักบนความเสียหายที่มองเห็นได้ต่อเสื้อผ้าสามารถมาจากการกระทบด้วยอาวุธมีคม วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อกำหนดผลกระทบต่อสัณฐานรอยแยกของผ้าทั้งผ่านการซักและไม่ผ่านการซักเมื่อถูกแทง ตัวอย่างผ้าที่ใช้แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ผ้ายืนส์ที่เป็นผ้าฝ้าย 100% twill weave และผ้าที่ใช้ผลิตเสื้อยืดเป็น single jersey ผ่านการซัก 2 ระดับ ได้แก่ ก่อนซัก และหลังซัก 1 ครั้ง อาวุธ 2 ชนิด ได้แก่ มีดครัว และไขควงปากห้าแฉก เมื่อทำการแทงแล้วถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตัล NIKON โดยถ่ายทั้งด้านหน้าและด้านหลังของตัวอย่างผ้าแต่ละชนิด ผลที่ได้พบว่าประเภทของอาวุธมีผลต่อการเปิดของรอยแยกจำนวนการหลุดลุ่ยรอบๆรอยแยก และคำอธิบายของรอยแยก $p \leq 0.001$; $p \leq 0.001$; $p \leq 0.05$ ตามลำดับ ผ้าที่ถูกแทงด้วยไขควงปาก5แฉกจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างก่อนและหลังการซักอาจจะมาจากขนาดของไขควงที่น้อยกว่าขนาดของมีดครัว รอยตัวที่มาจากมีดครัวจะเปลี่ยนแปลงขนาดของรอยแยกมากกว่าจากกว่าโดยรบกวนด้วยการซักตรงกันข้ามกับไขควงจะปรากฏรอบพับกลับในตัวเอง ประเภทของผ้าส่งผลต่อจำนวนการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายรอบๆรอยแยกและกำหนดได้ค่า $p \leq 0.05$; $p \leq 0.05$ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามประเภทของผ้าไม่ส่งผลกระทบต่อการเปิดหรือขนาดการเปลี่ยนแปลงของรอยแยก ในผ้า drill fabric เปลี่ยนแปลงน้อยกว่า knit fabric เนื่องจากผ้า knit fabric เส้นด้ายและเส้นใยส่วยปลายจะโน้มพุ่งไปด้านหลังเมื่อซัก แต่เส้นด้ายและเส้นใยในผ้า drill fabric จะคลายกลับเข้ามาในระนาบเป็นสาเหตุให้เกิดการหลุดลุ่ยที่มากขึ้นเมื่อผ่านการซัก นอกจากนี้รอยแยกของผ้าทั้งสอบชนิดยังคงมีความชันเจนที่น้อยลงหลังการซัก 1 ครั้ง ในส่วนของเทคนิคด้านหน้าและด้านหลังของผ้าแสดงการหลุดลุ่ยหลังการซักที่แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) เมื่อแทงจากด้านหน้าผ้าหขังจากซักจะปรากฏการหลุดลุ่ยที่เพิ่มขึ้นด้านหลังของผ้า สรุปได้ว่าการซักเสื้อผ้าทั้งสองชนิดหลังจากการแทงทำให้ระบุอาวุธที่ใช้ได้ยากกว่าการไม่ซัก ซึ่งผ้าเสื้อผ้าถูกซักหลังจากการทำร้ายสัณฐานรอยแยกของเส้นใยและผ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงและการระบุอาวุธที่ใช้จะลดลงจนถึงไม่สามารถระบุอาวุธนั้นๆได้ (Wells et al., 2013)

งานวิจัยของ E.J Cowper และคณะ (2015) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของผ้าและการแทงต่อลักษณะรอยแยกที่ปรากฏ เนื่องจากการแทงอาจจะทำให้เครื่องแต่งกายทะลุได้ แม้ว่าจะมีการศึกษามากมายมุ่งเน้นไปที่ผิวหนังและลักษณะการแทงของมนุษย์ไม่มีงานวิจัยที่ประเมินตัวแปลของรอยแยกที่เกิดขึ้นจากสิ่งทอที่ใช้คนเข้าร่วมทดลองผลของความยืดหยุ่นและความตึงของผ้าเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อรอยแยกจากการแทง วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเปรียบเทียบความยาวของรอยแยกที่เกิดขึ้นโดยใช้คนอาสาสมัครให้มีส่วนร่วมในการศึกษาผู้ชายจำนวน

5 ราย และผู้หญิงจำนวน 5 รายแต่ละรายมีการแทงทั้งหมด 16 ครั้ง (ผ้า 2 ประเภท ไม่ซัก ซัก60ครั้ง ไม่ยืด ยืด และมีด 2 ประเภท) รวมสิบราย 160 ครั้ง ทุกครั้งก่อนการแทงครั้งต่อไปจะใช้ผ้าฝ้ายนุ่มเช็คเจลออกจากมีด กำหนดการยืดของผ้าที่ 0% และ10% ประเภทผ้า ได้แก่ single jersey; 100%cotton; 93%cotton/ 7%ความยืดหยุ่น อายุของผ้า ได้แก่ ไม่ซัก; ซัก 60 ครั้ง และประเภทของมีด ได้แก่ มีดปอก และมีดตัดขนมปัง ใช้เนื้อเยื่อจำลอง PermaGel หลังการทดสอบถ่ายรูปทันทีด้วยกล้องดิจิตัลจากนั้นวัดความยาวรอยแยกด้วยสเกลไม้บรรทัดสแตนเลสหน่วยเป็นมิลลิเมตรหลังจากนั้นดึงมีดออกผ่านไป 4 ชั่วโมงถ่ายรูปรอยแยกซ้ำอีกครั้งเพื่อป้องกันความล่าช้าของการทดสอบอาจจะทำให้ข้อมูลความเสียหายที่เกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ สถิติที่ใช้ ANOVA และTukey's HSD test ผลที่ได้จากการประเมินลักษณะสัณฐานรอยแยกของผ้าพบว่า เพศ ประเภทของผ้า การซัก และประเภทของมีดมีผลต่อความยาวของรอยแยก แต่ความยืดขยายของผ้าไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าจะใช้คนในการเข้าร่วมการทดลองครั้งนี้ปรากฏความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญคือความแตกต่างของรูปร่างรอยแยกระหว่างเพศและก่อนการฝึกฝน แต่มุมของการแทง และเทคนิคการถอดมีดออกก็เป็นตัวแปรที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งเมื่อนำมาประเมินรอยแยกที่เกิดขึ้น ในการทดลองครั้งนี้ถูกควบคุมภายใต้ห้องปฏิบัติการดังนั้นการดำเนินการต่างๆจึงถูกจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับสถานที่เกิดเหตุจริง (Cowper et al., 2015)

งานวิจัยของ D.J. Carr และ A. Wainwright (2011) ได้ทำการศึกษาเรื่องแบบจำลองที่ใช้ในกรณีการจำลองเหตุการณ์แทง การสืบสวนทางนิติวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปใช้วัสดุจำลองต่อผ้าหรือสิ่งทอเมื่อต้องการจำลองสร้างความเสียหายจากการแทงอีกครั้ง วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของวัสดุที่มาทำเป็นแบบจำลองและเปรียบเทียบการจำลองเหตุการณ์แทงโดยมีด งานวิจัยนี้ได้ใช้ 3 แบบจำลอง ได้แก่ หมูส่วนหัวไหล่กับผิวหนังเจลลาติน 20% และโฟม EPS (Jablite ESP70) อาวุธมีด 2 ชนิด ได้แก่ มีดปอกผลไม้ และมีดหั่นขนมปัง และรอยแยกในแบบจำลอง และเสื้อผ้าใช้เป็นผ้าฝ้าย 100% เนื้อเรียบหน้าเดียวโดยผ้าประเภทนี้ใช้ทำเสื้อยืดและเป็นเสื้อผ้าที่เหยื่อถูกแทงใช้สวมใส่ที่ถูกกระทบโดยประเภทของแบบจำลอง และประเภทของใบมีด และผ้าที่ผ่านการซัก 6 ครั้ง โดยตัดผ้าขนาด 13*13 เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น การแทงโดยใช้เทคนิคหน้าผ้า เครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องมือสำเร็จรูปในห้องปฏิบัติการ (laboratory impact apparatus) เพราะสามารถควบคุมได้ทั้งความเร็วและความแรงที่คล้ายกับการกระทำของมนุษย์ กราฟเวลา-แรงและพลังงาน-เวลา และลักษณะภายนอกของรอยแยก (แนวแกน y และz) ประเภทแบบจำลองและประเภทของมีด เมื่อทำการทดลองแล้ววัดความยาวของรอยแยก (แนวแกน y) ในผ้าตัวอย่างและผิวหนัง ผลที่ได้คือแบบจำลองโฟม ESP ให้ความแปรปรวนที่ต่ำที่สุด ง่ายต่อการเตรียมและนำไปใช้งาน ความยาวรอยแยกของผ้าและแบบจำลองโฟม ESP มีความยาวที่คล้ายคลึงกับขนาดของใบมีดมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเจลลาติน ในส่วนของผิวหนังหมูและเจลลาตินใช้เป็นแบบจำลองทั่วๆไปที่พบได้มากที่สุด ผิวหนังหมูมักจะถูกใช้แทนเจลลาตินเนื่องจากการเตรียมเจลลาตินต้องใช้เวลานานและใช้งานได้เพียงแค่ 1 วันหลังการผลิต แต่ผิวหนังหมูใช้แรงมากกว่าผิวหนังมนุษย์ ความลึกของรอยแยกในแบบจำลองไม่มีผลกระทบโดยประเภทของมีดแต่มีผลในประเภทของแบบจำลองสำหรับทั้งประเภทของมีดและความลึกของรอยแทงในโฟม ESP ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเจลลาติน อย่างไรก็ตามเน้นย้ำว่าโฟม ESP ไม่ได้จำลองการตอบสนองของเนื้อเยื่อมนุษย์ (Carr & Wainwright, 2011)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “การตรวจสอบความเสียหายของผ้าจากการแทงด้วยอาวุธโดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเพื่อใช้ทางนิติวิทยาศาสตร์ (Compound light microscope)” เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) โดยใช้แผนการทดลองแบบ Static Group Comparison Design โดยไม่มีกลุ่มควบคุม มีการสุ่มแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็นโดยการเลือกแบบเจาะจง เสื้อผ้าชนิดต่างๆที่นิยมสวมใส่มาทดสอบ 2 ชนิด ได้แก่ ผ้าจากเส้นใยธรรมชาติ คือ ผ้าฝ้าย และผ้าจากเส้นใยสังเคราะห์ คือ ผ้าโพลีเอสเตอร์ ขนาด 20*20 เซนติเมตร นำมาขึงกับสดึงที่รองรับด้วยแบบจำลองเจลลาติน อาวุธที่ใช้มี 5 ชนิด ได้แก่ มีดครัว มีดคัตเตอร์ กรรไกรปลายแหลม ไขควงปากแฉก และไขควงปากแบน จากนั้นการวิเคราะห์ความเสียหายแบ่งเป็น 2 ส่วน อันดับแรกวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาจากถ่ายภาพวัดขนาด รูปแบบและขอบของรอยแทง และการบิดเบี้ยวรอบๆรอยแยก ส่วนที่สองวิเคราะห์ในระดับเส้นด้ายและระดับเส้นใยโดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบรูปแบบความเสียหายสัณฐานภายนอกและภายในที่เกิดขึ้นบนผ้าแต่ละชนิดเมื่อแทงด้วยอาวุธต่างชนิดกัน เพื่อเปรียบเทียบลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าแห้งและผ้าที่ผ่านการจุ่มน้ำเมื่อแทงด้วยอาวุธต่างชนิดกัน และเพื่อหาความสัมพันธ์ของความยาวรอยแทงกับขนาดความกว้างของอาวุธ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ขั้นตอน

1. การศึกษาเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย
2. เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นตอนในการทดลอง
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. กรอบแนวคิด และแผนการทดลอง

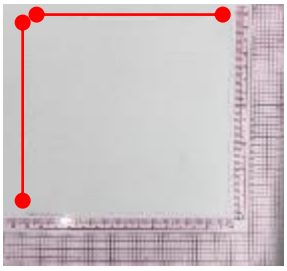
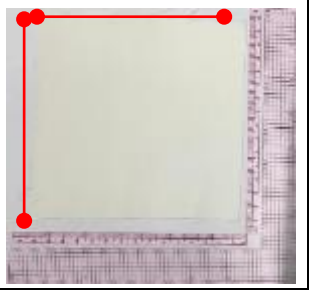
1. **การศึกษาเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย**

แหล่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเป็นแหล่งข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสาร (Documentary research) เพื่อใช้ในการกำหนดกรอบแนวคิดงานวิจัย การทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และเอกสารอ้างอิง ในวารสาร ตำราเรียน บทความสื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องการตรวจสอบความเสียหายของผ้าจากการแทงด้วยอาวุธโดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเพื่อใช้ทางนิติวิทยาศาสตร์ (Compound light microscope) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมารวบรวม วิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปเป็นกรอบแนวคิดขึ้นมา

2. **เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง**

2.1 ผ้าที่นิยมนำมาผลิตเสื้อผ้าในประเทศไทย ได้แก่ ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ แบ่งตามประเภทเส้นใยที่นำมาใช้ในการผลิตได้ดังนี้

- เส้นใยธรรมชาติ (Natural Fiber) ได้แก่ ผ้าฝ้าย (Cotton)
- เส้นใยสังเคราะห์จากสารเคมี (Chemical Synthetic Fiber) ได้แก่ ผ้าโพลีเอสเตอร์ (Polyester)

รายการ	ขนาด	จำนวน	ภาพประกอบ
ผ้าฝ้าย	20*20 เซนติเมตร	10 ชิ้น (ผ้าแห้ง 5 ชิ้น และผ้าที่จุ่มน้ำ 5 ชิ้น)	
ผ้าโพลีเอสเตอร์	20*20 เซนติเมตร	10 ชิ้น (ผ้าแห้ง 5 ชิ้น และผ้าที่จุ่มน้ำ 5 ชิ้น)	

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะของผ้าแต่ละชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ พร้อมด้วยรูปภาพ

2.2 อาวุธมีคมที่นิยมใช้ก่อเหตุในประเทศไทย ได้แก่ มีดครัว มีดคัตเตอร์ กรรไกรปลายแหลม ไขควงปากแฉก และไขควงปากแบน โดยอาวุธทุกชนิดในการทดลองนี้เป็นสินค้าใหม่ไม่ผ่านการใช้งานทั้งหมด แบ่งตามประเภทดังนี้

- ขอบคมด้านเดียว ได้แก่ มีดครัว และมีดคัตเตอร์
- เครื่องมือช่าง ได้แก่ กรรไกรปลายแหลม ไขควงปากแฉก และไขควงปากแบน

ภาพที่ 44 อาวุธที่ใช้ในการทดลองทั้ง 5 ชนิด

อาวุธ/ เครื่องมือช่าง	ขนาด (หน่วย เซนติเมตร)	ปลายมีด (Tip-point)	จำนวน	องศาปลายมีด	ภาพประกอบ
มีดครัว ยี่ห้อ eagle stainless	ใบมีดยาว 12.5 ซม. กว้าง 2.1 ซม. สันมีดหนา 0.2 ซม. และด้ามจับยาว 10 ซม.	Drop point blade, สันตรงโค้งลงไปบรรจบบริเวณปลายมีด (point) และส่วน cutting edge คมเรียบ	4 ด้าม	40 องศา	
มีดคัตเตอร์ ยี่ห้อ AGASS	ใบมีดยาว 3-7 ซม. กว้าง 1.8 ซม. สันมีดหนา 0.5 ซม. และด้ามจับยาว 13 ซม.	Sheepsfoot point blead, สันตรง และส่วน cutting edge คมเรียบ	4 ด้าม	45 องศา	
กรรไกรปากแหลม ยี่ห้อ RIMEI	กรรไกรยาว 8.5 ซม. และด้ามจับยาว 5.5 ซม.	-	4 ด้าม	17 องศา	
ไขควงปากแฉก ยี่ห้อ Mr.DIY	ปากแฉกยาว 1.2 ซม. ก้านเหล็กยาว 15.5 ซม. ยาว 1.3 ซม. กว้าง 0.5 ซม. และด้ามจับยาว 8.5 ซม.	-	4 ด้าม	42 องศา	
ไขควงปากแบน ยี่ห้อ Mr.DIY	ปากแบนหน้าตัด 0.7 ซม. ยาว 3.0 ซม. ก้านเหล็กยาว 15.5 ซม. และ ด้านจับยาว 8.5 ซม.	-	4 ด้าม	22 องศา	

ตารางที่ 2 รายละเอียดของอาวุธและเครื่องมือทั้ง 5 ชนิดพร้อมด้วยรูปภาพ

2.3 สารเคมี

- 15 % Gelatin power BP grade (160 Gelatin Bloom, 5 kg) จากห้างหุ้นส่วนจำกัดแล็ปวัลเลย์ จำหน่ายอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และเคมี
- น้ำ 1000 มิลลิลิตร

สารเคมี	ขนาด	รูปภาพประกอบ
Gelatin power (160 Bloom)	Gelatin (1 กิโล)	
น้ำธรรมดา	1000 มิลลิลิตร	

ตารางที่ 3 สารเคมีและน้ำที่ใช้ในการผสมเพื่อผลิตแบบจำลอง พร้อมด้วยรูปภาพ

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- กระบอกตวงขนาด 1000 มิลลิลิตร (Cylinder size 1000 ml)
- บีคเกอร์สแตนเลส ขนาด 2000 มิลลิลิตร (Beaker size 2000 ml)
- แท่งคนสาร 1 แท่ง
- ฟอรย์อะลูมิเนียม (Aluminum foil) 1 ม้วน
- แรปใสห่ออาหาร (Wrap) 1 ม้วน
- Hot plate 1 อัน
- เครื่องชั่งสารทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.5 เครื่องมือในการถ่ายภาพ และวิเคราะห์ตัวอย่าง

- Digital camera NIKON D5600 กล้อง DSLR Mid-Range ความละเอียด 24.2 MP

ภาพที่ 45 กล้องดิจิตอล NIKON ที่ใช้ในการถ่ายภาพรอยความเสียหายที่เกิดจากการแทงของแต่ละตัวอย่าง

- Compound light microscope ยี่ห้อ Olympus รุ่น CH30 จากครุภัณฑ์WorldBank คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
    - กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound light microscope) เป็นชนิดของกล้องจุลทรรศน์แบบหนึ่งที่ใช้อิเล็กตรอนที่ถูกเร่งความเร็วเป็นแหล่งที่มาของการส่องสว่าง เนื่องจากอิเล็กตรอนมีความยาวคลื่นสั้นกว่าโฟตอนของแสงที่มนุษย์มองเห็นได้ถึง 100,000 เท่า

2.6 อุปกรณ์ป้องกันในการทดลอง

- เสื้อคลุมห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 1 ตัว
- ถุงมือเซฟตี้กันบาด 1 คู่

เครื่องมือ/อุปกรณ์	**จำนวน**	**ภาพประกอบ**
กระบอกตวง ขนาด 1000 มิลลิลิตร (Cylinder)	2 กระบอก	
บีคเกอร์สแตนเลส ขนาด 2000 มิลลิลิตร (Beaker)	2 บีคเกอร์	
แท่งแก้วคนสาร (Glass Stirring Rod)	2 แท่ง	
ฟอรย์อะลูมิเนียม (Aluminum foil)	1 ม้วน	

แรปใสห่ออาหาร (Wrap)	1 ม้วน	
กล่องพลาสติดทรงกระบอก	16 ชิ้น	
สดึงทรงกมล เส้นผ่าศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร	2 ชิ้น	
เครื่องให้ความร้อนพร้อมปั่นกวนสาร (Hot plate)	1 เครื่อง	
เครื่องชั่งสาร	1 เครื่อง	
กล้องดิจิตัล Nikon D5600 DSLR Mid-Range ความละเอียด 24.2 MP	1 ตัว	
กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound Light Microscope) ยี่ห้อ Olympus รุ่น CH30 จาก ครุภัณฑ์WorldBank คณะ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร	1 เครื่อง	
เสื้อกราวน์ห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์	1 ตัว	
ถุงมือเซฟตี้กันบาด	1 คู่	

ตารางที่ 4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองในงารวิจัยครั้งนี้

3. **การเก็บรวบรวมข้อมูล**

3.1 การศึกษาค้นคว้าเอกสารในเรื่องที่สนใจ และสามารถนำมาประยุกต์กับสาขาวิชาที่เรียนได้ จากการค้นคว้าจึงได้เห็นถึงปัญหาของเหตุอาชญากรรมที่เกิดขึ้นซึ่งร่องรอยการถูกทำร้ายส่วนใหญ่จะอยู่บนเสื้อผ้าและร่างกาย ในกรณีที่ร่างกายเกิดการเน่าเปื่อย การปนเปื้อนของบาดแผล หรือความยืดหยุ่นของผิวหนังจากปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น อายุ รูปร่าง เป็นต้น อาจจะทำให้การคาดคะเนเหตุการณ์ผิดพลาดได้ และในบางครั้งไม่ปรากฏอาวุธก่อเหตุในสถานที่เกิดเหตุ ดังนั้นตามกรณีดังกล่าววัตถุพยานประเภทเสื้อผ้าก็เป็นอีกหนึ่งอย่างที่สำคัญในการนำมาศึกษาวิเคราะห์ ผู้วิจัยจึงเลือกเรื่องดังกล่าวเพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบและวิเคราะห์อาวุธที่ใช้ก่อเหตุจากลักษณะความเสียหายบนเสื้อผ้า ใช้ระยะเวลา 2 เดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2565

3.2 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าในเอกสาร บทความ ตำราเรียน และวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับผ้าชนิดต่างๆ อาวุธมีคมหรือเครื่องมือ รูปแบบการแทง และการใช้เครื่องมือในการตรวจสอบ นำมาทบทวนสรุปรายละเอียด รวมทั้งปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้มีความรู้ที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้านสิ่งทอ ด้านนิติเวช ด้านชีววิทยา ด้านฟิสิกส์และอาจารย์ประจำสาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ ใช้ระยะเวลา 2 เดือน ตั้งแต่กันยายน-ตุลาคม พ.ศ. 2565

3.3 การทดลองและจัดเตรียมตัวอย่าง โดยซื้อผ้ามา 2 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ จากตลาดสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ และอาวุธมีคมรวมถึงเครื่องมือที่ใช้ 5 ชนิด ได้แก่ มีดครัว มีดคัตเตอร์ กรรไกรปลายแหลม ไขควงปากแฉก และไขควงปากแบน ซื้อมาจากร้านมิสเตอร์ดีไอวาย จังหวัดนครปฐม จัดเตรียมแบบจำลองเจลาติน 15% เพื่อนำมาใช้แทนผิวหนังมนุษย์ ทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม จากนั้นนำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound light microscope) ใช้ระยะเวลา 2 เดือน ตั้งแต่ธันวาคม-มกราคม พ.ศ. 2565

3.4 บันทึก และแปลผลการทดลองโดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistics Package for Social Sciences (SPSS) วิเคราะห์รูปภาพที่ได้จากกล้องดิจิตัลและกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound light microscope) แสดงผลพร้อมทั้งอธิบายกราฟและตาราง ใช้ระยะเวลา 1 เดือน ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565

3.5 สรุป และอภิปรายผล ตรวจสอบความถูกต้องรวมถึงแก้ไขจากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา จากนั้นนำเสนอรายงานการวิจัย ใช้ ระยะเวลา 1 เดือนช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565

4. ขั้นตอนการทดลอง

4.1 ผู้ทำการทดลองครั้งนี้เป็นผู้ที่มีสุขภาพดี 1 คน อายุโดยประมาณ 25 ปี เพราะเป็นวัยกลางคนซึ่งมีร่างกายสมบูรณ์ และค่าเฉลี่ยการก่อเหตุอาชญากรรมรุนแรงมากที่สุดอยู่ที่ช่วงอายุ 18-25 ปี

4.2 การเตรียมตัวอย่าง

4.2.1 การเตรียมแบบจำลองเจลาติน

- นำเจลาตินผงผสมน้ำโดยแบ่งสัดส่วนผงเจลาติน (160 bloom) 15% คิดเป็น 150 กรัม ละลายในน้ำ 1000 มิลลิลิตร ซึ่งสัดส่วนนี้ผสมกันแล้วจะมีความคล้ายกับเนื้อและผิวหนังมนุษย์มากที่สุดจากงานวิจัยก่อนหน้า (Carr & Wainwright, 2011) จากนั้นเทลงในบีคเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องรอจนเจลาตินเซทตัว

ภาพที่ 46 แบบจำลองเจลลาตินที่เซตตัวแล้ว (ด้านข้าง, ด้านหน้า และด้านบน)

4.2.2 การเตรียมตัวอย่างผ้า

- นำผ้าทั้ง 2 ชนิด มาตัดเป็นรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 20*20 เซนติเมตร ชนิดละ 2 ชิ้น โดยผ้าชิ้นแรกใช้ในการทดลองแบบแห้ง และผ้าแบบเปียกโดยผ่านการจุ่มน้ำให้ทั่วทั้งผืน แล้วหนีบให้สะเด็ดน้ำ 20 นาที ไม่ต้องตากแดด

ภาพที่ 47 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างผ้าที่ทำให้เปียก

- ตีกรอบตำแหน่งการแทงบนผ้าโดยห่างออกมาจากขอบ 1.5 เซนติเมตรทั้งสี่ด้าน เนื่องจากขอบผ้าจะมีการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายจากการตัด
- นำตัวอย่างผ้าที่ได้ขึงลงบนสดึง และนำไปวางลงบนแบบจำลองเจลาติน 15% ที่เตรียมไว้เปรียบเสมือนการสวมใส่เสื้อผ้าของมนุษย์

- วางแบบจำลองดังกล่าวไว้ในบล็อกป้องกันการเคลื่อนที่เพื่อไม่ให้แบบจำลองเคลื่อนขณะทำการแทง

ภาพที่ 48 การขึงผ้าด้วยสดึง และนำไปวางบนแบบจำลองเจลลาตินที่เซตตัว

ภาพที่ 49 บล็อกที่ใช้ในการควบคุมไม่ให้แบบจำลองเจลลาตันและตัวอย่างขยับหรือเคลื่อนไปมา และได้มีการจัดตำแหน่งองศาที่เหมาะสมกับการแทง 90 องศาแนวขนาดกับพื้น

4.3 การเตรียมทำการทดลอง

- ก่อนการแทง
  - ผู้ทดลองอยู่ห่างจากตัวอย่างประมาณหนึ่งช่วงแขนเพื่อที่จะส่งแรงไปยังเป้าหมายได้เต็มที่
  - ผู้ทดลองยืนในท่าเตรียม คือ ลำตัวหันไปทางตัวอย่าง ขาทั้งสองข้างแยกจากกันเล็กน้อยก้าวขาข้างซ้ายไปข้างหน้าและขาข้างขวาอยู่ข้างหลังเล็กน้อย ข้อศอกตั้งฉากขนาดกับพื้น ใช้มือขวาจับอาวุธในลักษณะแบบ Saber grip เป็นการวางนิ้วโป้งตรงโคนมีดและนิ้วทั้งสี่กำด้ามมีดเอาไว้ ปลายมีดชี้ไปด้านหน้า

- ขณะทำการแทง
  - ใช้แรงมากที่สุดโดยการเหยียดแขนตรงเมื่อแทงและจะต้องสร้างความรู้สึกให้เป็นธรรมชาติ แทงลงไปบนตัวอย่างผ้าชนิดละ 1 ครั้ง แต่ละครั้งที่แทงจะใช้อาวุธใหม่เสมอ เพื่อรักษาความคมของอาวุธ ใช้ผู้ทำการทดลองเพียงคนเดียวเนื่องจากจะได้แรงที่เสถียรและสม่ำเสมอ (Nichols-Drew et al., 2020)
  - การแทงทั้งหมด 20 ครั้ง ทุกๆการแทง 3 ครั้งจะมีการพัก 30 นาที ป้องกันการเมื่อยล้าจากการทดลองเพื่อให้ได้มีแรงการแทงที่เท่าๆกัน
- หลังการแทง
  - ถอนอาวุธออกจากตัวอย่างทันทีประมาณภายใน 2 วินาที (จากนั้นวัดความลึกของอาวุธจากคราบเจลลาตินที่ติดบนอาวุธและร่องรอยการทะลุของเจลลาติน)

ภาพที่ 50 ลักษณะการยืนเว้นระยะห่างจากตัวอย่าง และองศาของข้อศอกหรือแขนตั้งฉาก 90 องศากับพื้น

ภาพที่ 51 การจับอาวุธในแบบลักษณะแบบ Saber grip โดยการใช้มือขวาจับอาวุธเป็นการวางนิ้วโป้งตรงโคนมีดและนิ้วทั้งสี่กำด้ามมีดเอาไว้ ปลายมีดชี้ไปด้านหน้าของอาวุธทั้ง 5 ชนิด

4.4 การตรวจสอบเบื้องต้น

- ถ่ายภาพร่องรอยการแทงที่ได้บนตัวอย่างพร้อมสเกลด้วยกล้องถ่ายภาพ Digital camera NIKON D5600 กล้อง DSLR Mid-Range ความละเอียด 24.2 MP ไม่มีฟิวเตอร์
  - วัดขนาดความยาว ความกว้าง และความลึกของความเสียหายบนผ้าแต่ละชนิดโดยใช้หน่วยเป็นเซนติเมตร

- สังเกตรูปร่างหรือรูปแบบความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าแต่ละชนิด
- สังเกตลักษณะบริเวณมุมขอบบน และขอบล่างของร่องรอยการแทง
- สังเกตความบิดเบี้ยวรอบๆรอยแทงบนเนื้อผ้า

4.5 การตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ

- นำตัวอย่างผ้าที่ทำการทดลองเสร็จแล้วมาตัดเฉพาะบริเวณรอยแทงขนาด 3*3 เซนติเมตร เพื่อนำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound light microscope)
  - บันทึกกำลังขยาย และขนาดภาพ
  - สังเกตลักษณะรอยแทงในระดับเส้นด้าย ได้แก่ ลักษณะขอบบน ขอบกลางและขอบล่าง การจัดเรียงตัวของเส้นด้าย การหลุดลุ่ยของเส้น และเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย รวมทั้งในระดับเส้นใย ได้แก่ การจัดเรียงตัวของเส้นใย การบิดเกลียว และหน้าตัดของเส้นใยส่วนปลาย

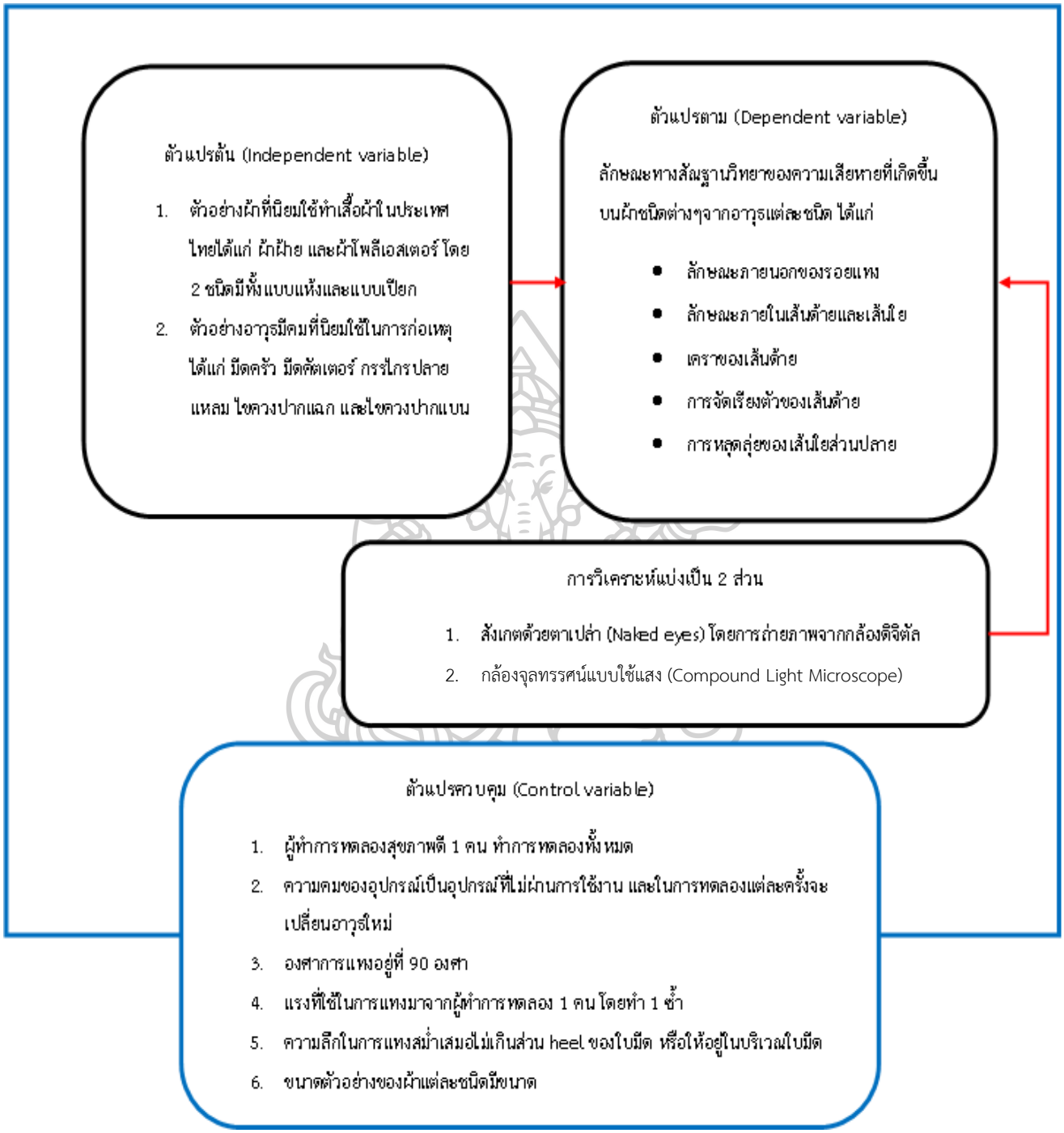
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยบรรยายข้อมูลในส่วนความกว้าง ความยาว ความลึกของรอยแทง และรูปแบบรอยแทงของอาวุธแต่ละชนิดเป็นค่าความถี่ และร้อยละในรูปแบบตัวอักษร ภาพ ตาราง และแผนภาพเพื่อนำเสนอผลการทดลอง

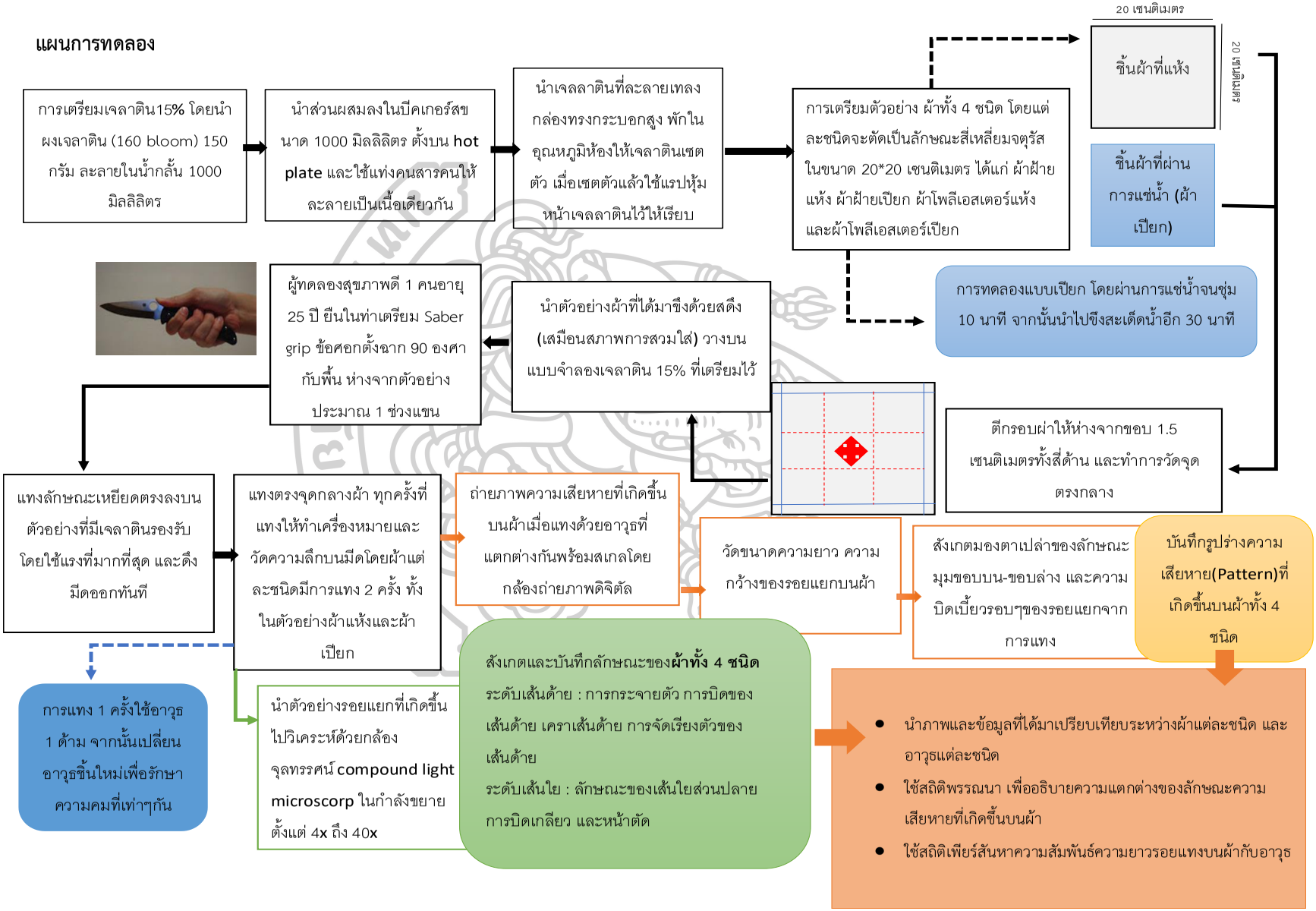
5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) โดยตรวจสอบและเปรียบเทียบรูปแบบความเสียหายสัณฐานภายนอกและภายในที่เกิดขึ้นบนผ้าแต่ละชนิดเมื่อแทงด้วยอาวุธต่างชนิดกัน และเพื่อเปรียบเทียบลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าแห้งและผ้าที่ผ่านการจุ่มน้ำเมื่อแทงด้วยอาวุธต่างชนิดกัน ตอบสมมติฐานข้อที่ 1 และ 2 นอกจากนั้นยังใช้เพื่อหาความสัมพันธ์ของรอยแทงบนผ้ากับอาวุธที่ใช้ด้วยสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) เมื่อได้ค่าออกมาจึงนำไปเปรียบเทียบกับตาราง Hinkle เพื่อดูขนาดของความสัมพันธ์และความหมายโดยใช้ตอบสมมติฐานข้อที่ 3

5.3 สถิติในการวิเคราะห์ สถิติพรรณนาเพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบลักษณะความเสียหายสัณฐานภายนอกและภายในระดับเส้นด้าย-เส้นใยบนผ้าที่เกิดจากการแทงด้วยอาวุธต่างๆ และเพื่อเปรียบเทียบลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าแห้งและผ้าที่ผ่านการจุ่มน้ำเมื่อแทงด้วยอาวุธต่างชนิด สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) เพื่อหาความสัมพันธ์ของความยาวรอยแทงบนผ้ากับขนาดของอาวุธที่ใช้ โดยการนำข้อมูลมาป้อนลงในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistics Package for Social Sciences (SPSS)

6. กรอบแนวคิด



ภาพที่ 52 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 53 แผงผังขั้นตอนการทดลอง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การศึกษาวิจัยเรื่อง การตรวจสอบความเสียหายของผ้าจากการแทงด้วยอาวุธโดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเพื่อใช้ทางนิติวิทยาศาสตร์ (Compound light microscope) เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองเหตุการณ์แทง บนผ้า 2 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้าย และผ้าโพลิเอสเตอร์ทั้งแบบแห้ง และแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ ด้วยอาวุธ 5 ชนิดที่แตกต่างกัน นำตัวอย่างผ้าขึงลงบนสดึงแล้ววางลงบนแบบจำลองเจลลาตินที่เตรียมไว้ ทำการแทงอาวุธละ 1 ครั้ง บนผ้าแต่ละชนิด ใช้เทคนิคการแทงหน้าผ้าแล้วดึงออกทันที การแทงรวมทั้งสิ้นจำนวน 20 ครั้ง จากนั้นถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตัล และเก็บข้อมูลลักษณะสัณฐานวิทยา ได้แก่ ขนาดความยาว ความกว้าง ความลึกของรอยแทง และลักษณะภายในระดับเส้นด้ายและระดับเส้นใย ได้แก่ การบิดเบี้ยวรอบๆรอยแทง การเรียงตัว การหลุดลุ่ย เคราของเส้นด้าย เพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบรูปแบบความเสียหายสัณฐานภายนอกและภายในที่เกิดขึ้นบนผ้าแต่ละชนิดเมื่อแทงด้วยอาวุธต่างชนิดกัน เพื่อเปรียบเทียบลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าแห้งและผ้าที่ผ่านการจุ่มน้ำเมื่อแทงด้วยอาวุธต่างชนิดกัน และเพื่อหาความสัมพันธ์ของความยาวรอยแทงกับขนาดความกว้างของอาวุธ ผลการวิจัยที่ได้ ดังนี้

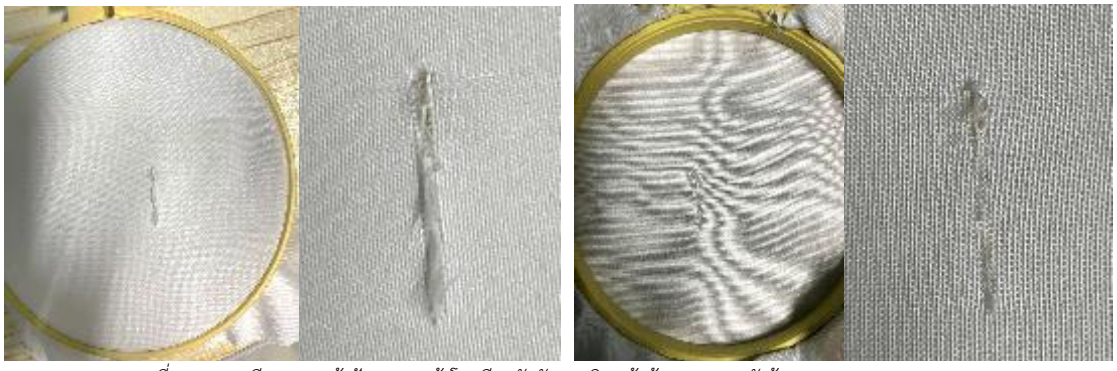
ลักษณะสัณฐานภายนอกและขนาดของรอยแทงบนผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ ทั้งแบบแห้งและแบบที่ผ่านจากจุ่มน้ำเมื่อใช้อาวุธทั้ง 5 ชนิดแทงผ่านผ้าโดยมีแบบจำลองเจลลาตินรองรับ

ผ้าฝ้าย (cotton 100%) แบบแห้ง (Dry technique) ถูกแทงด้วยอาวุธทั้ง 5 ชนิด ดังนี้

ผ้าฝ้ายชนิด 100% microfiber fabric เส้นด้ายเบอร์ 20 ขนาด wgth 100 meters น้ำหนัก 100 gsm

- ลักษณะผ้า: เนื้อผ้ามีความหนาและแข็ง สัมผัสไม่นุ่มมากนัก ดูดซับน้ำ มีการหดตัวเมื่อโดนน้ำ มีความยืดหยุ่น และยับง่าย

1. **มีดครัว (Kitchen knife)** ลักษณะรูปร่างรอยแทงบนผ้าเป็นเส้นตรง ขอบทั้งสองข้างค่อนข้างเรียบ รอบๆรอยแทงไม่พบการบิดเบี้ยน พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายพุ่ง (แกน y) ขอบบนเป็นจุด (Dotted) ขอบล่างคมรูปตัววี (V shape) เมื่อวัดขนาดความยาวจากขอบบนถึงขอบล่างอยู่ที่ 2.2 cm ความกว้าง 0.1 cm และความลึก 11 cm

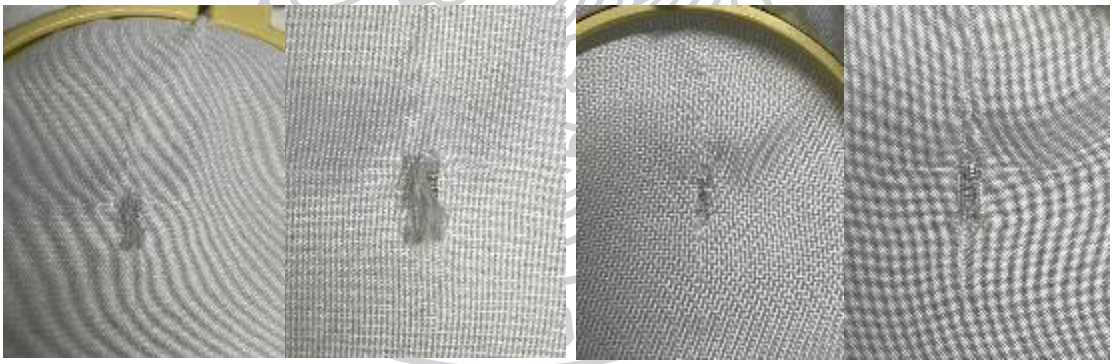


ภาพที่ 54 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบแห้งโดยมีดครัวกับเทคนิคหน้าผ้า 1ก และหลังผ้า 1ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

2. **มีดคัตเตอร์ (Utility knife or Cutter knife)** ลักษณะรูปร่างรอยแทงบนผ้าเป็นเส้นตรง ขอบไม่เรียบ รอบๆรอยแทงบิดเบี้ยว พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้าย ขอบบนที่อ ขอบล่างมีรอยฉีดขาดเป็นขีดแนวนอน เนื่องจากมีการแทงไปถึงส่วนต้นของปลอกทำให้เกิดการฉีดขาดของผ้าที่มากขึ้น (รูปตัวแอลL) เมื่อวัดขนาดความยาวจากขอบบนถึงขอบล่างอยู่ที่ 2.1 cm ความกว้าง 0.2 cm และความลึก 4 cm

ภาพที่ 55 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบแห้งโดยมีดคัตเตอร์กับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

3. **กรรไกรปลายแหลม (Scissors)** ลักษณะรูปทรงวงรีขนาดเล็กแนวตั้ง (longitudinal hole) ขอบไม่เรียบ รอบๆรอยแทงบิดเบี้ยวเล็กน้อย พบการหลุยลุ่ยของเส้นด้าย ขอบบนและขอบล่างที่อ เมื่อวัดขนาดความยาวอยู่ที่ 1 cm ความกว้าง 0.5 cm และความลึก 5 cm

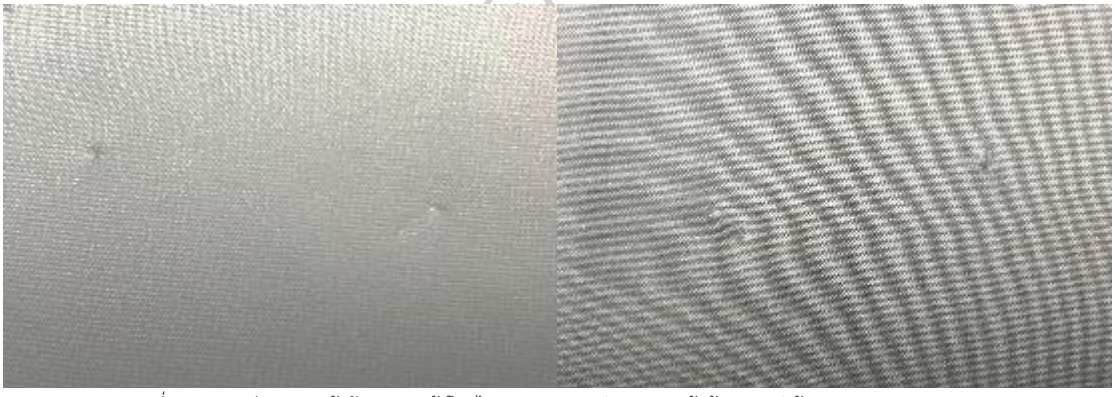


ภาพที่ 56 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบแห้งโดยกรรไกรแบบปิดใบมีดกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

4. **ไขควงปากแฉก (Screwdriver with phillips head)** ลักษณะรูปร่างรอยแยกเป็นรูปวงกลม (cricular hole) ขอบเรียบ รอบๆรอยแทงบิดเบี้ยว ไม่พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายด้านหน้าแต่มีการผลักเส้นด้ายไปด้านหลัง เมื่อวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ที่ 0.5 cm และความลึก 9.5 cm

ภาพที่ 57 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบแห้งโดยไขควงปากแฉกกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

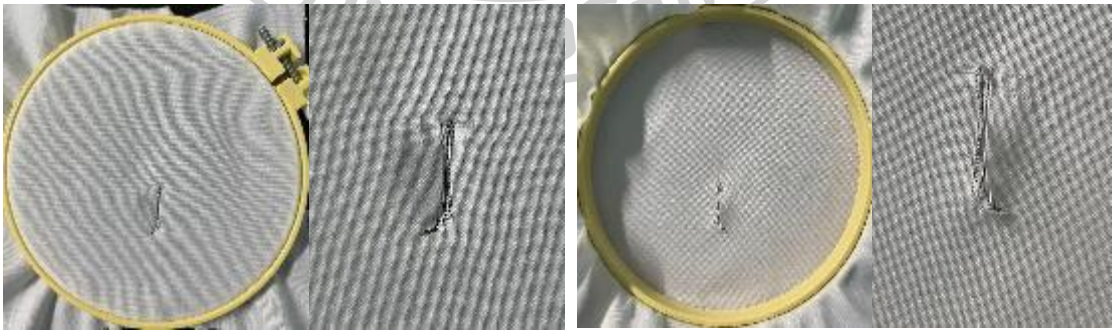
5. **ไขควงปากแบน (Screwdriver with slotted head)** ลักษณะรูปร่างรอยแทงเป็นร่องตื้น สี่เหลี่ยมผืนผ้าเนื่องจากไม่เกิดการทะลุ รอบๆพบการบิดเบี้ยว ขอบบนและขอบล่างเป็นจุดทั้งสี่มุม



ภาพที่ 58 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบแห้งโดยไขควงปากแบนกับเทคนิคหน้าผ้าและหลังผ้า (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

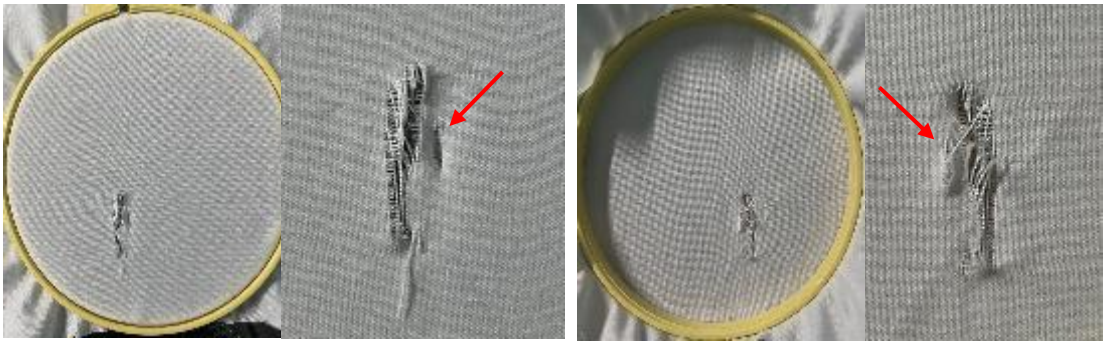
ผ้าฝ้าย (Cotton 100%) แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ (wet techinque) ถูกแทงด้วยอาวุธทั้ง 5 ชนิด ดังนี้

1. **มีดครัว (Kitchen knife)** ลักษณะรูปร่างเป็นเส้นตรงขอบเรียบ รอบๆรอยแทงไม่พบการบิดเบี้ยว ขอบบนที่อเป็นจุด (Dotted) ขอบล่างเป็นมุมคมรูปตัววี พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายในแนวยืนเล็กน้อย (แกน x) เมื่อวัดขนาดความยาวอยู่ที่ 2.0 cm ความกว้าง 0.2 cm และความลึก 7.0 cm



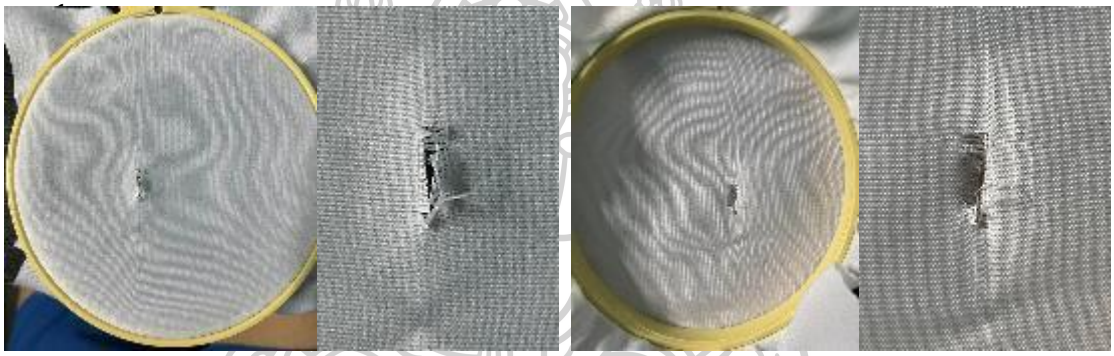
ภาพที่ 59 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยมีดครัวกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลัง ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

2. **มีดคัตเตอร์ (Utility knife or Cutter knife)** ลักษณะรูปร่างวงรีขนาดใหญ่ขอบไม่เรียบ รอบๆรอยแทงไม่บิดเบี้ยว ขอบบนพบเส้นด้ายหลุดออกจากแนวเดิมเป็นวงกว้าง ขอบล่างเป็นจุด พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้าย เนื่องจากความลึกที่แทงไปถึงปลอกมีดส่วนต้น (ลูกศรสีแดง) ทำให้เกิดรอยฉีกขาดบริเวณกว้าง เมื่อวัดขนาดความยาวอยู่ที่ 2.4 cm ความกว้าง 0.5 cm และความลึก 5.4 cm



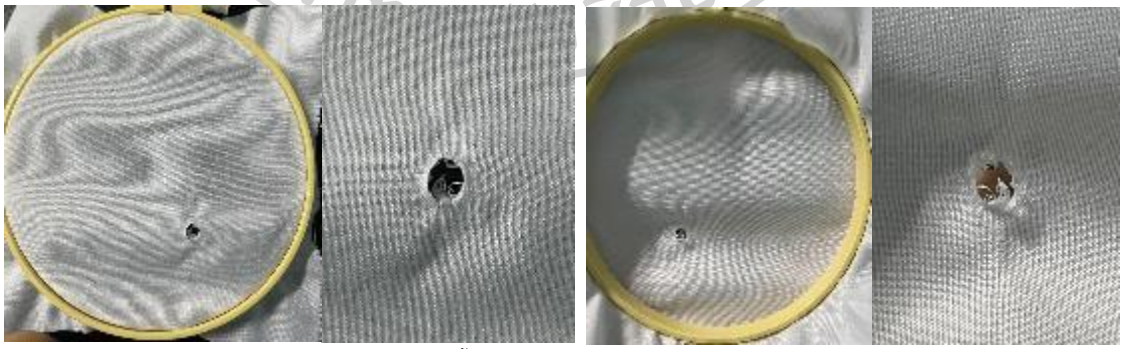
ภาพที่ 60 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยมีดคัตเตอร์กับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

3. **กรรไกรปลายแหลม (Scissors)** ลักษณะรูปร่างเป็นวงรีขนาดเล็กแนวตั้งขอบค่อนข้างเรียบ รอบๆรอยแทงไม่พบการบิดเบี้ยว ขอบบนและขอบล่างที่อรูปร่างสมมาตร พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายยืน (แกน x) เมื่อวัดขนาดความยาวอยู่ที่ 1.2 cm ความกว้าง 0.3 cm และความลึก 6.5 cm



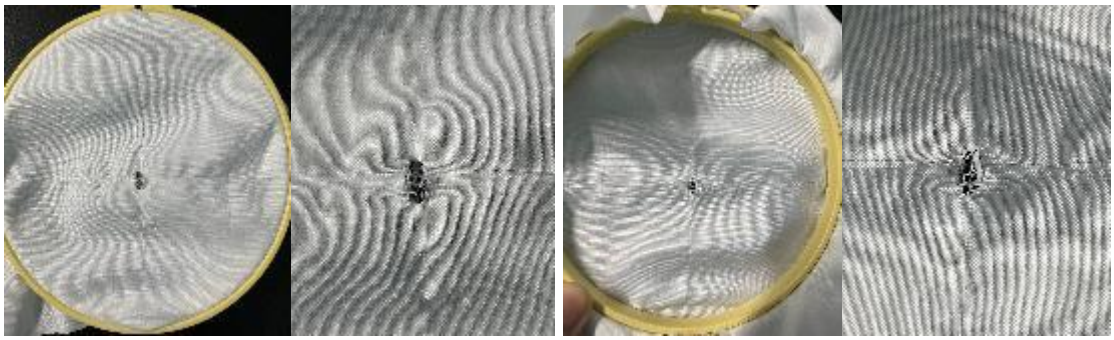
ภาพที่ 61 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยกรรไกรปิดใบมีดกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

5. **ไขควงปากแฉก (Screwdriver with phillips head)** ลักษณะรูปร่างเป็นรูวงกลมขอบเรียบ รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวของผ้า พบการขาดของเส้นด้ายและถูกดันไปด้านหลังแต่ไม่พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายในหน้าผ้า เมื่อวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ที่ 0.5 cm และความลึก 2.0 cm



ภาพที่ 62 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยกรรไกรปิดใบมีดกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

6. **ไขควงปากแบน (Screwdriver with slotted head)** ลักษณะรูปร่างเป็นวงรีขนาดเล็กแนวตั้งขอบไม่เรียบ รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวของผ้า ขอบบนและขอบล่างที่อ พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายยืน (แกน x) และเส้นด้ายพุ่ง (แกน y) เมื่อวัดขนาดความยาวอยู่ที่ 0.8 cm ความกว้าง 0.4 cm และความลึก 1.8 cm

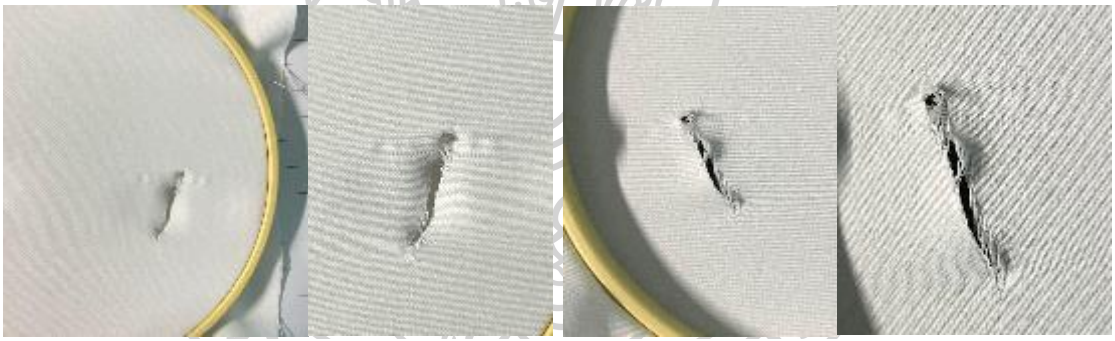


ภาพที่ 63 ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยกรรไกรปิดใบมีดกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

ผ้าโพลีเอสเตอร์ (Harmeet polyester 100%) แบบแห้ง (Dry techinque) ถูกแทงด้วยอาวุธ 5 ชนิด ดังนี้

- ลักษณะผ้า: ผ้าเฮอมีต โพลีเอสเตอร์ สี wonder white หน้ากว้าง 60 นิ้ว เนื้อผ้านิ่ม เรียบ และพลิ้วเบา

1. **มีดครัว (Kitchen knife)** ลักษณะรูปร่างของรอยแทงเส้นตรงขอบเรียบ รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวของขอบบน ขอบบนที่อเป็นจุด ขอบล่างเป็นมุมคม ไม่พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายพุ่ง (แกน y) เมื่อวัดขนาดความยาวรอยแทงอยู่ที่ 2.3 cm ความกว้าง 0.1 cm และความลึก 9.0 cm



ภาพที่ 64 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งโดยมีดครัวกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

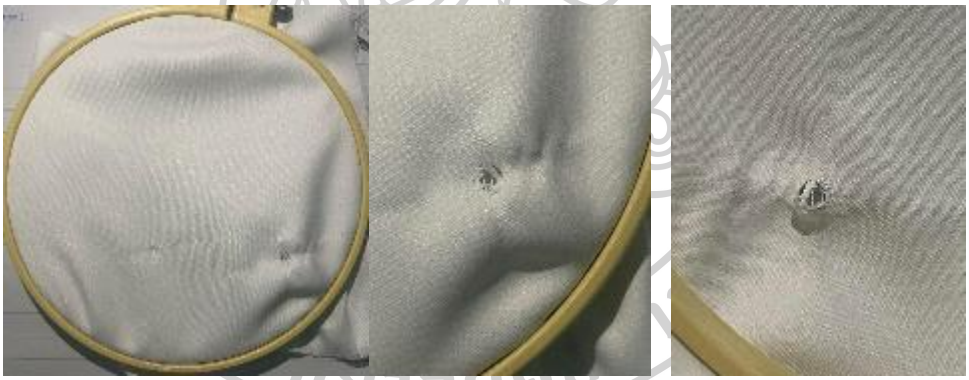
2. **มีดคัตเตอร์ (Utility knife or Cutter knife)** ลักษณะรูปร่างเป็นวงรีแนวตั้งขนาดใหญ่ ขอบไม่เรียบ ขอบบนที่อ ขอบล่างมุมคมเป็นรูปตัววี (V shape) รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวของผ้า พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายส่วนปลาย และเส้นด้ายพุ่ง (แกน y) และเส้นด้ายยืน (แกน x) รันออกจากการทอเดิม เมื่อวัดขนาดความยาวอยู่ที่ 2.0 cm ความกว้าง 0.3 cm และความลึก 3.7 cm

ภาพที่ 65 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งโดยมีดคัตเตอร์กับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

3. **กรรไกรปลายแหลม (Scissors)** ลักษณะรูปร่างรอยแทงเป็นวงรีแนวตั้ง ขอบไม่เรียบ รอบๆพบการบิดเบี้ยวของผ้าเล็กน้อย พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายทั้ง 2 แนว เมื่อวัดขนาดความยาวอยู่ที่ 1.1 cm ความกว้าง 0.5 cm และความลึก 4.8 cm

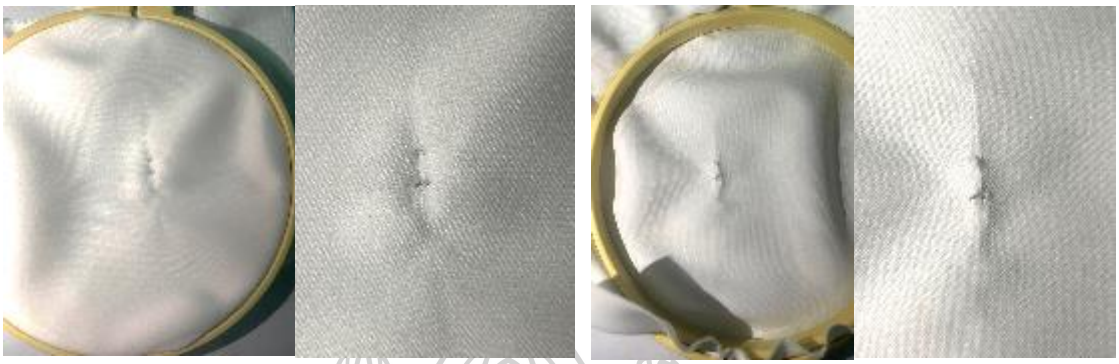
ภาพที่ 66 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งโดยกรรไกรปิดใบมีดกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

4. **ไขควงปากแฉก (Screwdriver with phillips head)** ลักษณะรูปร่างรอยแทงกลมขอบเรียบมีการทะลุเล็กน้อยเท่านั้นและพบการผลักเส้นด้ายไปด้านหลัง รอบๆพบการบิดเบี้ยวของผ้า แต่เส้นด้ายด้านหลังไม่ขาด เมื่อวัดขนาดความเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ที่ 0.3 cm



ภาพที่ 67 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งโดยไขควงปากแฉกกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

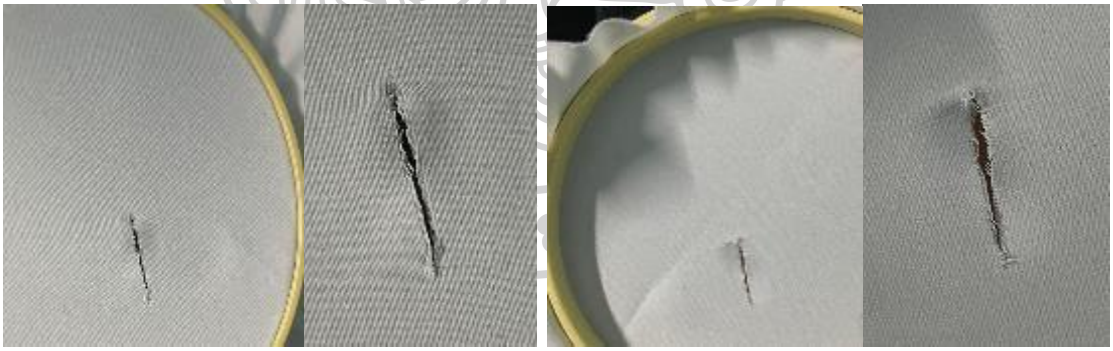
5. **ไขควงปากแบน (Screwdriver with slotted head)** ลักษณะรูปร่างรอยแทงเป็นร่องตื้นไม่ทะลุไปด้านหลัง บริเวณมุมทั้ง 4 ด้านของขอบบนและขอบล่างเป็นรูเล็กๆ เมื่อวัดขนาดความยาว 0.6 cm และขนาดความกว้าง 0.3 cm



ภาพที่ 68 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งโดยไขควงปากแบนกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

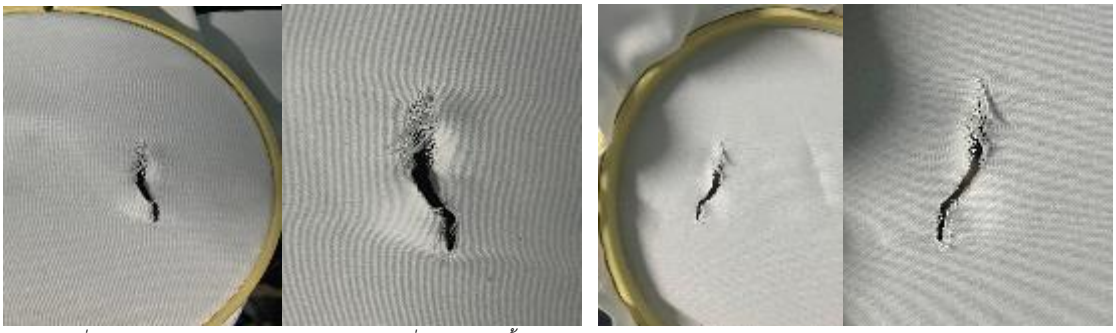
ผ้าโพลีเอสเตอร์ (Harmeet Polyester 100%) แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ (wet techinque) ถูกแทงด้วยอาวุธ 5 ชนิด ดังนี้

1. **มีดครัว (Kitchen kinfe)** ลักษณะรูปร่างรอยแทงเป็นเส้นตรง ขอบเรียบ ไม่พบการบิดเบี้ยวรอบๆ ร่องรอย ขอบบนมีลักษณะที่อเป็นจุด ขอบล่างเป็นมุมคมรูปตัววี ไม่พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้าย เมื่อวัดขนาดความยาว 2.0 cm ความกว้าง 0.1 cm และความลึก 7.4 cm



ภาพที่ 69 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยมีดครัวกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

2. **มีดคัตเตอร์ (Utility knife or Cutter knife)** ลักษณะรูปร่างรอยแทงเป็นเส้นตรง (รูปวงรีแนวตั้งขนาดใหญ่) ขอบไม่เรียบ รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวเล็กน้อย ขอบบนที่อ ขอบล่างมุมคม พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายในส่วนขอบบนและขอบล่าง เมื่อวัดขนาดความยาว 2.5 cm ความกว้าง 0.1 cm และความลึก 7.6 cm



ภาพที่ 70 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยมีดคัตเตอร์กับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

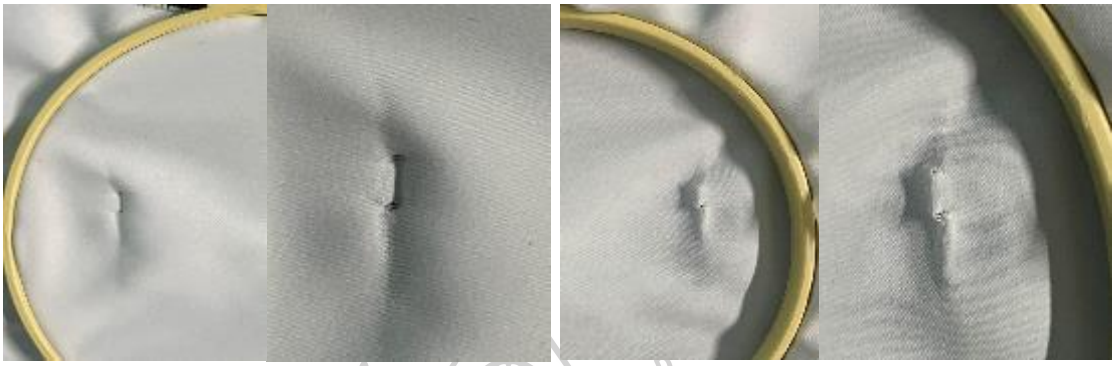
3. **กรรไกรปากแหลม (Scissors)** ลักษณะรูปร่างรอยแทงเป็นวงรีแนวตั้ง ขอบไม่เรียบ รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวเล็กน้อย ขอบบนและขอบล่างที่อ พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้าย เมื่อวัดขนาดความยาว 0.9 cm ความกว้าง 0.4 cm และความลึก 4.8 cm

ภาพที่ 71 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยกรรไกรแบบปิดใบมีดกับเทคนิคหน้าผ้า ก และเทคนิคหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

4. **ไขควงปากแฉก (Screwdriver with phillips head)** ลักษณะรูปร่างรอยแทงเป็นวงกลม ขอบเรียบ รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวของผ้า ไม่พบการหลุดลุ่ยในผ้าด้านหน้าแต่พบด้ายถูกดันออกไปทางด้านหลัง เมื่อวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ที่ 0.6 cm และความลึก 7.1 cm

ภาพที่ 72 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยไขควงปากแฉกกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

5. **ไขควงปากแบน (Screwdriver with slotted head)** ลักษณะรูปร่างรอยแทงไม่ทะลุแต่เป็นร่องตื้น แนวตั้งและพบรูจุดเล็กๆที่มุมทั้งสี่ รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวของผ้า เมื่อวัดขนาดความยาวอยู่ที่ 0.6 cm และความกว้าง 0.2 cm



ภาพที่ 73 ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยไขควงปากแบนกับเทคนิคหน้าผ้า ก และหลังผ้า ข (ขนาด 1.0x และ 2.5x)

ลักษณะภายในของรอยฉีกขาดของผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ ทั้งแบบแห้งและแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ เมื่อถูกแทงด้วยอาวุธ 5 ชนิด แทงผ่านผ้าที่มีแบบจำลองเจลลาตินรองรับ วิเคราะห์โดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (compound light microscope)

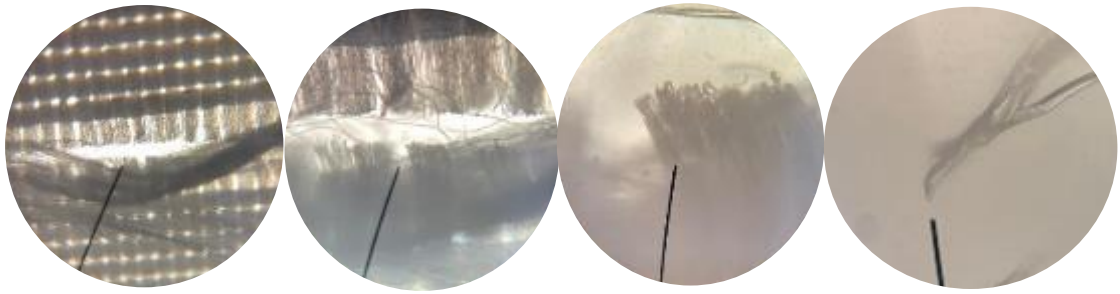
ความเสียหายที่เกิดจากอาวุธ 5 ชนิด ได้แก่ มีดครัว มีดคัตเตอร์ กรรไกรปลายแหลม ไขควงปากแฉก และไขควงปากแบน แทงผ่านผ้าทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้ายแบบแห้ง ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง ปละผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง กำลังขยาย 4x 10x และ 40x สามารถแยกความเสียหายของรอยแทงออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนขอบบน (upper edge) ส่วนขอบกลาง (middle edge) และส่วนขอบล่าง (cutting edge)

ความเสียหายที่เกิดจากผ้าฝ้ายแบบแห้ง

ความเสียหายที่เกิดจาก**มีดครัวบนผ้าฝ้ายแบบแห้ง** ปรากฏลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นเป็นเส้นตรง เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

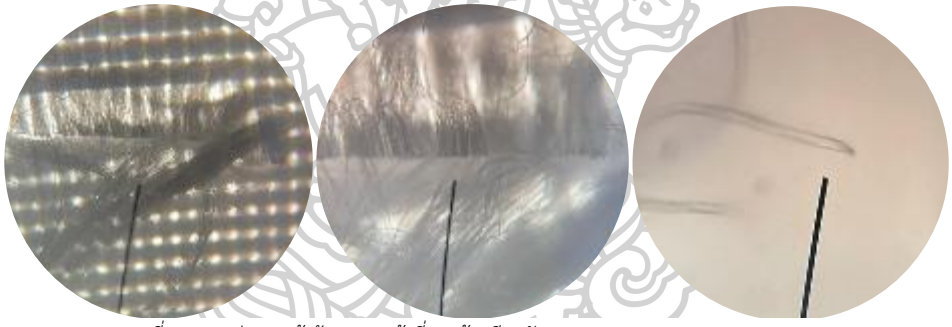
ภาพที่ 74 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค)

ขอบบน (spine edge) มีลักษณะเป็นจุด (dotted) ระดับเส้นด้ายรอบๆพบการบิดเบี้ยวของเส้นด้าย พบการกระจัดกระจายหลุดลุ่ยของเส้นด้าย และระดับเส้นใยส่วนปลายพบกระจัดกระจายและบิดเกลียว



ภาพที่ 75 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค)

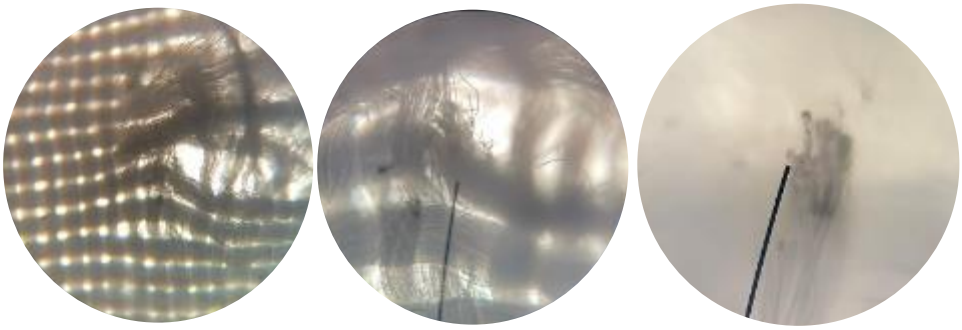
ขอบกลาง (middle edge) เรียบ (neat edges) ระดับเส้นด้ายรอบๆรอยแทงไม่พบการบิดเบี้ยวของเส้นด้าย เส้นด้ายอยู่ในระนาบเดียวกัน กลุ่มของเส้นด้ายไม่กระจัดกระจาย ไม่พบการหลุดลุ่ย และระดับเส้นใยส่วนปลายไม่กระจัดกระจาย หน้าตัดเรียบ



ภาพที่ 76 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค)

ขอบล่าง (cutting edge) เป็นมุมคมขอบเรียบ (sharp angle) ระดับเส้นด้ายรอบๆรอยแทงไม่พบการบิดเบี้ยวของเส้นด้าย เส้นด้ายอยู่ในแนวระนาบเดียวกัน พบการหลุดลุ่ยและกระจัดกระจายของเส้นด้ายออกจากแนวเดิมบางเส้น ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจายเล็กน้อย พบรอยหน้าตัดเรียบและเฉียงแหลม

ความเสียหายที่เกิดจาก**มีดคัตเตอร์บนผ้าฝ้ายแบบแห้ง** ปรากฏลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นไม่เป็นเส้นตรง เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย



ภาพที่ 77 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค)

ขอบบนมีลักษณะเป็นรูที่อ ระดับเส้นด้ายรอบๆพบการบิดเบี้ยวของเส้นด้าย เส้นด้ายถูกผลักออกจากแนวเดิมทำให้เกิดการกระจัดกระจายของเส้นด้าย เส้นด้ายไม่จับกลุ่มกัน พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยส่วนปลายรวมตัวเป็นกระจุก หน้าตัดเป็นปม

ภาพที่ 78 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค)

ขอบกลางมีลักษณะไม่เรียบ ระดับเส้นด้ายรอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวของเส้นด้าย พบการกระจัดกระจาย หลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย หน้าตัดเรียบ

ภาพที่ 79 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค)

ขอบล่างค่อนข้างเรียบ ระดับเส้นด้ายรอบๆรอยแทงไม่พบการบิดเบี้ยว พบการกระจัดกระจายเล็กน้อย เส้นด้ายส่วนปลายไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน ไม่พบการหลุดลุ่ยของกลุ่มเส้นด้ายส่วนปลาย และไม่พบเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย ไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน และรอยหย้าตัดเรียบแหลม

ความเสียหายที่เกิดจาก**กรรไกรปลายแหลมบนผ้าฝ้ายชนิดแห้ง** ปรากฏลักษณะรอยแยกที่เกิดขึ้นเป็นวงรี เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

ภาพที่ 80 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค)

ขอบบน ระดับเส้นด้ายมีลักษณะบิดเบี้ยว พบการกระจัดกระจายและการหลุดลุ่ยของเส้นด้าย เส้นด้ายไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน พบการขาดหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย ความยาวไม่สม่ำเสมอ และหน้าตัดมีลักษณะไม่เรียบเป็นปม

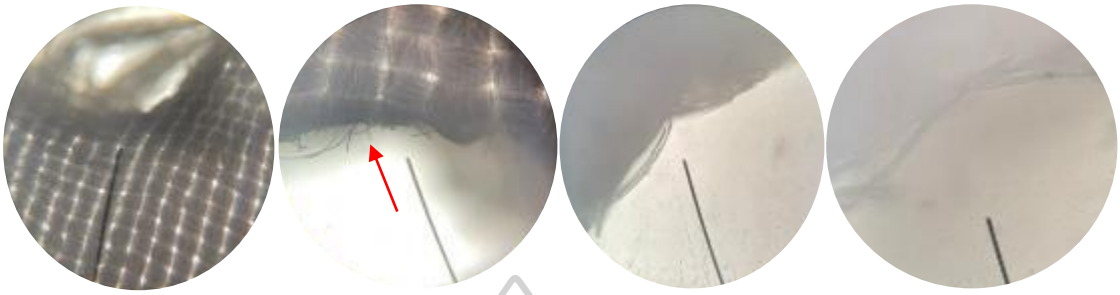
ภาพที่ 81 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค)

ขอบกลาง ระดับเส้นด้ายพบการบิดเบี้ยว กระจัดกระจาย ไม่มีการจับกลุ่มของเส้นด้าย พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยส่วนปลายพบการกระจัดกระจาย ไม่เป็นระเบียบ และหน้าตัดไม่เรียบเป็นปม

ภาพที่ 82 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ค)

ขอบล่าง ระดับเส้นด้ายพบการบิดเบี้ยว การกระจัดกระจาย ไม่มีการจับกลุ่มของเส้นด้าย พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย งอผิดรูป และหน้าตัดไม่เรียบ

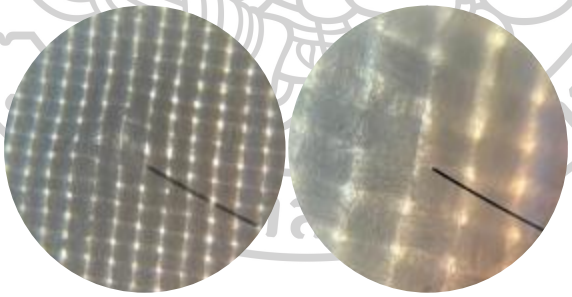
ความเสียหายที่เกิดจาก**ไขควงปากแฉกบนผ้าฝ้ายชนิดแห้ง** ปรากฏลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นเป็นวงกลม ขอบเรียบ เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย



ภาพที่ 83 ขอบรอยแยกของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยไขควงปากแฉกขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข), ขนาด 40x(ข)

ขอบรอยแทงในระดับเส้นด้ายถูกผลักไปด้านหลัง เส้นด้ายมีการขาดเสียหายบางส่วน รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยว เส้นด้ายไม่กระจายและไม่หลุดลุ่ยในด้านหน้า ไม่พบเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยพบการบิดเกลียว และมีเส้นใยบางเส้นขาดหลุดออกมาจากเส้นด้ายเล็กน้อย (ลูกศรสีแดง)

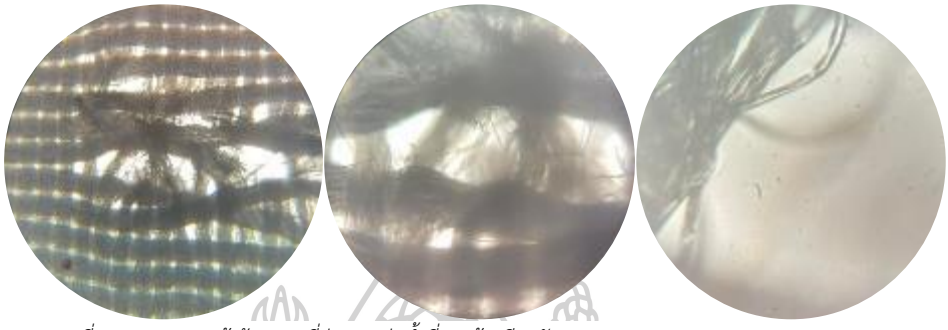
ความเสียหายที่เกิดจาก**ไขควงปากแบนบนผ้าฝ้ายชนิดแห้ง** ปรากฏลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นเป็นร่องตื้น สีเหลี่ยมผืนผ้าแนวตั้ง เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x และ10x ไม่พบการทะลุของผ้า แต่จะเห็นได้ว่าเส้นด้ายถูกผลักลงไปทำให้เกิดร่องตื้นๆ และพบการบิดเบี้ยวของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยมีการกระจายตัวและแบน



ภาพที่ 84 ขอบรอยแยกของผ้าฝ้ายแบบแห้งที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข)

ความเสียหายบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ

ความเสียหายที่เกิดจาก**มีดครัวบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ** ลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นเป็นเส้นตรง เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

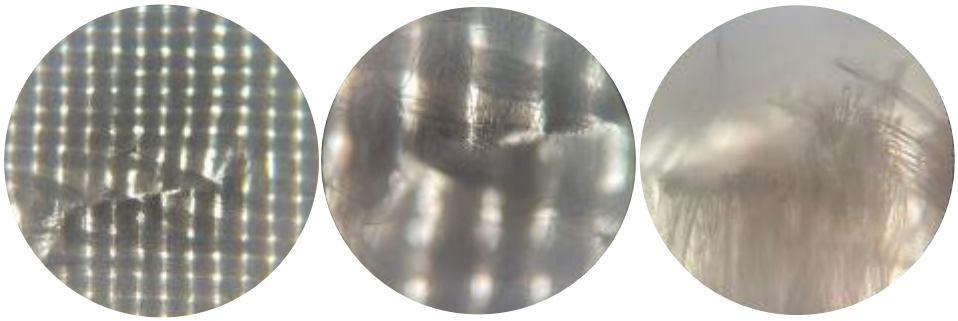


ภาพที่ 85 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบบนมีลักษณะเป็นรูจุด ระดับเส้นด้ายรอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวเส้นด้ายกระจัดกระจาย และพบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายยืน (แกน x) และเส้นด้ายพุ่ง (แกน y) ไม่พบการจับกลุ่มกันของเส้นด้าย พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยมีการบิดเกลียวและเส้นใยส่วนปลายมีหน้าตัดเรียบ

ภาพที่ 86 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบกลางลักษณะเรียบ ระดับเส้นด้ายรอบๆไม่พบการบิดเบี้ยว ไม่พบการกระจัดกระจายและหลุดลุ่ยของเส้นด้ายส่วนปลาย เส้นด้ายมีการจับกลุ่มกันตามแนวทอของผ้าปกติ และไม่มีเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายไม่มีการกระจัดกระจาย หน้าตัดเรียบเสมอกัน



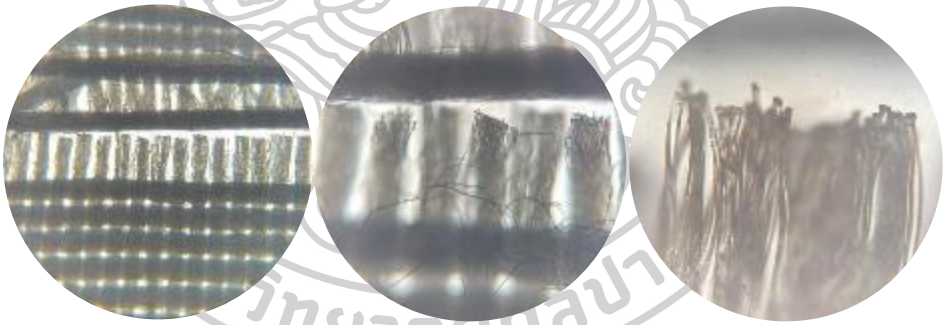
ภาพที่ 87 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบล่างลักษณะเรียบ ระดับเส้นด้ายมีการบิดเบี้ยวออกจากแนวการทอเดิม ไม่พบการกระจัดกระจาย ไม่พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายส่วนปลาย และไม่พบเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายไม่กระจัดกระจาย หน้าตัดเรียบเสมอกันทำมุมในแนวเฉียง

ความเสียหายที่เกิดจาก**มีดคัตเตอร์บนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**ลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นเป็นเส้นตรง เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

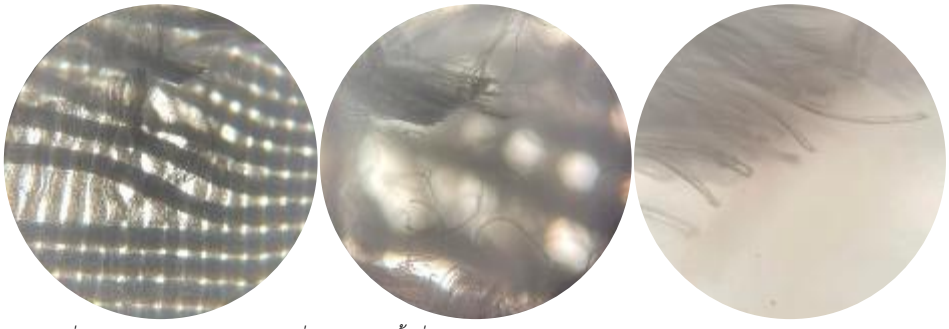
ภาพที่ 88 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบบนเป็นจุด ระดับเส้นด้ายมีการกระจัดกระจาย รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยว พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย มีการบิดตัวของเส้นใยแต่ละเส้นและหน้าตัดไม่เรียบ



ภาพที่ 89 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบกลางเรียบ ระดับเส้นด้ายไม่พบการกระจัดกระจายของเส้นด้ายทั้ง 2 แนว ไม่พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายมีหน้าตัดเรียบเสมออยู่ในระดับเดียวกัน



ภาพที่ 90 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบล่าง ระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจายและบิดเบี้ยวของเส้นด้ายทั้ง 2 แนว ไม่พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจายเล็กน้อย และหน้าตัดเรียบแหลม

ความเสียหายที่เกิดจาก**กรรไกรปลายแหลมบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**ลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นเป็นวงรีขนาดเล็ก เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

ภาพที่ 91 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบบน ระดับเส้นด้ายพบการกระจายออกจากแนวทอเดิม รอบๆรอยแทงเกิดการบิดเบี้ยวของผ้า กลุ่มของเส้นด้ายส่วนปลายแต่ละแถวไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย เรียงตัวไม่เสมอกัน และหน้าตัดไม่เรียบ

ภาพที่ 92 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบกลางเรียบ รอบๆไม่เกิดการบิดเบี้ยวของผ้า ระดับเส้นด้ายไม่กระจัดกระจาย ไม่หลุดลุ่ยและไม่พบเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายเสมอกันในแนวระนาบ และหน้าตัดไม่เรียบ

ภาพที่ 93 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบล่างไม่เรียบ รอบๆเกิดการบิดเบี้ยวของผ้าเล็กน้อย ระดับเส้นด้ายไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน พบการกระจัดกระจาย พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย และหน้าตัดไม่เรียบ

ความเสียหายที่เกิด**ไขควงปากแฉกบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**ลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นเป็นวงกลม เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x ขอบของรอยแทง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

ภาพที่ 94 ขอบรอยแยกของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแฉกขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบของรอยแทงเรียบ ระดับเส้นด้ายถูกผลักออกไปด้านหลัง เกิดการบิดเบี้ยวรอบๆรอยแทง พบการกระจัดกระจายของเส้นด้ายที่ทะลุไปด้านหลัง แต่บริเวณด้านหน้าไม่พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยพบการบิดเกลียวโค้งงอ และเส้นใยบางส่วนขาดหลุดออกจากเส้นด้าย (ลูกศรสีแดง) เส้นใยส่วนปลายหน้าตัดไม่เรียบ

ความเสียหายที่เกิด**ไขควงปากแบนบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**ลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นเป็นวงรีขนาดเล็ก เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x ขอบของรอยแทง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

ภาพที่ 95 ขอบบนของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบบนลักษณะไม่เรียบ ระดับเส้นด้ายกระจัดกระจายโดยเส้นด้ายแต่ละแถวมีการแตกตัวออก เกิดการหลุ่ดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยพบการบิดเกลียวของเส้นใย เกิดความซ้อนทับพันกัน

ภาพที่ 96 ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x (ค และง)

ขอบกลาง ระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจาย เส้นด้ายไม่เรียงตัวตามแนวเดิม พบการขาดของเส้นด้ายในบางส่วน เกิดการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายระนาบไม่เสมอกัน และหน้าตัดไม่เรียบ

ภาพที่ 97 ขอบล่างของผ้าฝ้ายแบบเปียกที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบล่าง ระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจาย เส้นด้ายไม่เรียงตัวตามแนวเดิม พบการขาดของเส้นด้ายในบางส่วน เกิดการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยมีการบิดเกลียว และเส้นใยส่วนปลายหน้าตัดไม่เรียบ

ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง

ความเสียหายที่เกิดจาก**มีดครัวบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง**ปรากฏลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นเป็นเส้นตรง เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

ภาพที่ 98 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบบนลักษณะเป็นรู ระดับเส้นด้ายไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน พบการกระจัดกระจายของเส้นด้ายออกจากแนวการทอเดิม นอกจากนี้ยังมีการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายหน้าตัดไม่เรียบ และเกิดปมขนาดเล็ก

ภาพที่ 99 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบกลางลักษณะเรียบ ระดับเส้นด้ายการเรียงตัวอยู่ในแนวระนาบเดียวกัน ไม่พบการกระจัดกระจายของเส้นด้าย ไม่พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายอยู่ในระนาบเดียวกัน ไม่กระจัดกระจาย และบริเวณหน้าตัดเรียบแหลม

ภาพที่ 100 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบล่างลักษณะเรียบทำมุมแหลม ระดับเส้นด้ายการเรียงตัวอยู่ในแนวระนาบเดียวกัน พบการกระจัดกระจายของเส้นด้ายบางส่วน ไม่พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายอยู่ในระนาบเดียวกัน และหน้าตัดเรียบมุมแหลม

ความเสียหายที่เกิดจาก**มีดคัตเตอร์บนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง** ปรากฏลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นไม่เรียบ เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

ภาพที่ 101 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบบนลักษณะเรียบ ระดับเส้นด้ายการเรียงตัวไม่อยู่ในแนวระนาบเดียวกัน พบการกระจัดกระจายของเส้นด้ายบ้างเล็กน้อย พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายส่วนปลายและเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยส่วนปลายไม่เสมอกันในแนวระนาบ และหน้าตัดไม่เรียบ

ภาพที่ 102 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบกลางลักษณะค่อนข้างเรียบ ระดับเส้นด้ายการเรียงตัวอยู่ในระนาบเดียวกัน พบการกระจัดกระจายของเส้นด้ายบ้างเล็กน้อย พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายค่อนข้างเสมอกัน และหน้าตัดเรียบ

ภาพที่ 103 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข-ค) และขนาด 40x(ง)

ขอบล่างลักษณะเรียบมุมเป็นรู ระดับเส้นด้ายการเรียงตัวไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน ไม่มีการกระจัดกระจายของเส้นด้าย การหลุดลุ่ยของเส้นด้ายเจอบริเวณมุมส่วนปลายด้านใดด้านหนึ่งและอีกด้านเป็นรอบตัดเรียบ ไม่พบเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยส่วนปลายอยู่ในระนาบเดียวกัน และหน้าตัดเรียบ

ความเสียหายที่เกิดจาก**กรรไกรปลายแหลม**บนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งปรากฏลักษณะรอยแทงรูปวงรีขนาดเล็ก เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

ภาพที่ 104 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยกรรไกรขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบบนลักษณะไม่เรียบ รอบๆมีการบิดเบี้ยวของเส้นด้าย ระดับเส้นด้ายการเรียงตัวไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน พบการกระจัดกระจาย การหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย และหน้าตัดไม่เรียบ

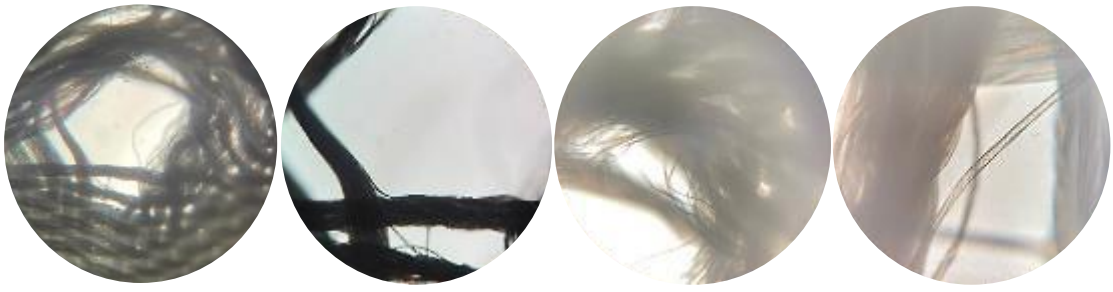
ภาพที่ 105 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยกรรไกรปลายแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบกลางลักษณะไม่เรียบ รอบๆมีการบิดเบี้ยวของเส้นด้าย ระดับเส้นด้ายการเรียงตัวไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน พบการกระจัดกระจาย หลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย และหน้าตัดไม่เรียบ

ภาพที่ 106 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยกรรไกรขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบล่างลักษณะไม่เรียบ รอบๆมีการบิดเบี้ยวของเส้นด้าย ระดับเส้นด้ายการเรียงตัวของเส้นด้ายไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน พบการกระจัดกระจาย หลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย และหน้าตัดไม่เรียบเป็นปมขนาดเล็ก

ความเสียหายที่เกิดจาก**ไขควงปากแฉกบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง** ปรากฏลักษณะรอยแทงรูปวงกลม เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x ตรวจดูลักษณะขอบของรอยแทง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย



ภาพที่ 107 ขอบของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยไขควงปากแฉกขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค และง)

ขอบรอยแทงพบการกระจายของเส้นด้ายแต่ละเส้น รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยว เส้นด้ายถูกผลักออกด้านข้างทำให้เกิดรูรูปวงกลมแต่ไม่พบการขาดของเส้นด้าย พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายจากแนวการทอเดิม และไม่พบเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยพบการบิดเกลียวและโค้งงอ

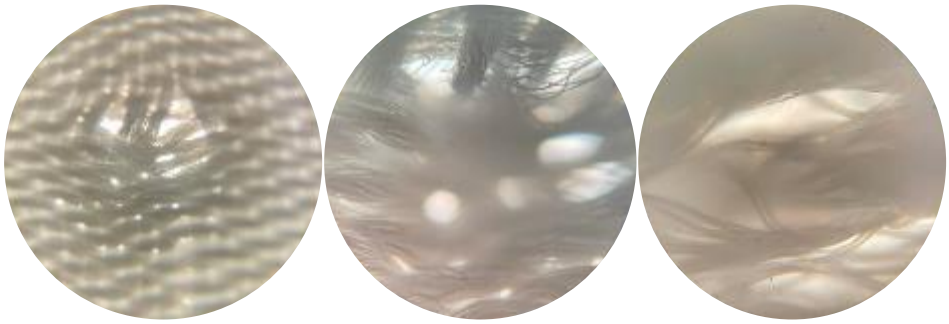
ความเสียหายที่เกิดจาก**ไขควงปากแบนบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง** ปรากฏลักษณะรอยแทงเป็นร่องตื้น เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

ภาพที่ 108 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบบน ระดับเส้นด้ายมีเส้นด้ายถูกผลักออกจากเส้นพุ่ง (แกน y) ทำให้เกิดรูวงรีแนวนอนขนาดเล็กบริเวณขอบบน รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยว ไม่พบการขาดหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยมีการบิดเกลียวและม้วนตัวไปด้านหลัง

ภาพที่ 109 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบกลางมีลักษณะเป็นร่องตื่นและแบน ระดับเส้นด้ายรอบๆพบการบิดเบี้ยว และไม่พบการทะลุในส่วนกลางของรอยแทง เส้นด้ายแต่ละเส้นโค้งไปทางด้านหลัง ในระดับเส้นใยมีการกระจายและแบนเล็กน้อย



ภาพที่ 110 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบล่างมีลักษณะเป็นร่องลึกไปด้านหลัง ระดับเส้นด้ายรอบๆรอยแทงมีการบิดเบี้ยวของเส้นด้าย กลุ่มของเส้นด้ายแตกออกจากแนวเดิม ไม่พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยมีการบิดเกลียว กระจายตัว และแบน

ความเสียหายบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ

ความเสียหายที่เกิดจาก**มีดครัวบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**ปรากฏลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นเป็นเส้นตรง เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

ภาพที่ 111 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบบนลักษณะเป็นรูขนาดเล็ก ระดับเส้นด้ายบางเส้นถูกผลักไปด้านหลังของผ้า รอบๆรอยแทงไม่พบการบิดเบี้ยวของผ้า พบการกระจัดกระจายของเส้นด้ายเล็กน้อย พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้าย และไม่พบเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยส่วนปลายอยู่ในระนาบเดียวกัน ไม่กระจัดกระจาย และหน้าตัดเรียบ

ภาพที่ 112 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบกลางเรียบ รอบๆรอยแทงไม่มีการบิดเบี้ยวของผ้า ระดับเส้นด้ายไม่พบการกระจัดกระจาย ไม่พบการขาดหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายเรียงตัวอยู่ในระนาบเดียวกัน และหน้าตัดเรียบ

ภาพที่ 113 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดครัวขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบล่างลักษณะเรียบ รอบๆรอยแทงไม่พบการบิดเบี้ยวของผ้า ระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจาย หลุดลุ่ยเล็กน้อยและพบเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยการเรียงตัวอยู่ในระนาบเดียวกัน และหน้าตัดเรียบ

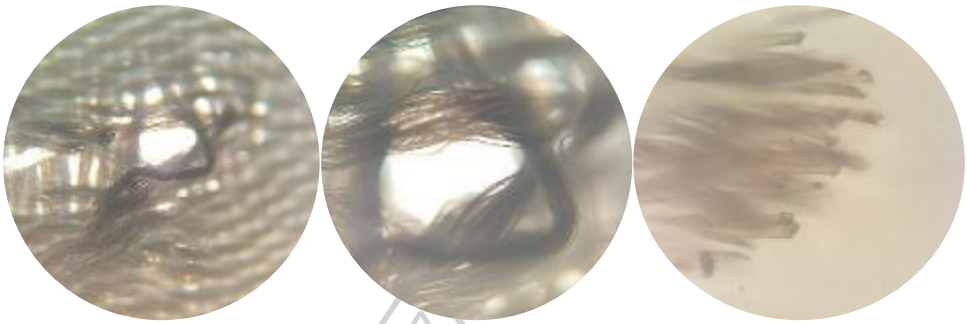
ความเสียหายที่เกิดจาก**มีดคัตเตอร์บนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**ปรากฏลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นเป็นเส้นตรง เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

ภาพที่ 114 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบบนลักษณะเรียบ รอบๆรอยแทงไม่พบการบิดเบี้ยวของผ้า ระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจาย ไม่พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยพบการบิดเกลียว

ภาพที่ 115 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบกลางลักษณะเรียบ รอบๆรอยแทงไม่พบการบิดเบี้ยวของผ้า ระดับเส้นด้ายมีการเรียงตัวอยู่ในระนาบเดียวกัน ไม่พบการกระจัดกระจายของเส้นด้าย ไม่พบการหลุยลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายพบการเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ และหน้าตัดเรียบ



ภาพที่ 116 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยมีดคัตเตอร์ขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบล่างลักษณะเป็นรูขนาดเล็ก รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวของผ้า ระดับเส้นด้ายการเรียงตัวไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน พบการกระจัดกระจายของเส้นด้ายและการหลุดลุ่ย แต่ไม่พบเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายบางกลุ่มมีการเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ และหน้าตัดเรียบ

ความเสียหายที่เกิดจาก**กรรไกรปลายแหลมบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**ปรากฏลักษณะรอยแทงเป็นวงรีขนาดเล็ก เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

ๆ *ภาพที่ 117 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยกรรไกรปากแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)* นด้าย ส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายมีการเรียงตัวที่ไม่เป็นระเบียบ และหน้าตัดไม่เรียบลักษณะเป็นปมขนาดเล็ก

ภาพที่ 118 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยกรรไกรปากแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบกลางลักษณะไม่เรียบ รอบๆมีการบิดเบี้ยวของผ้า ระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจาย การขาดหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายมีการเรียบตัวที่ไม่เป็นระเบียบ และหน้าตัดไม่เรียบ

ภาพที่ 119 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยกรรไกรปากแหลมขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบล่างลักษณะไม่เรียบ รอบๆมีการบิดเบี้ยวของผ้า ระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจาย การขาดหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายมีการเรียบตัวที่ไม่เป็นระเบียบ และหน้าตัดเป็นปมขนาดเล็ก

ความเสียหายที่เกิดจาก**ไขควงปากแฉกบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**ปรากฏลักษณะรอยแทงรูปวงกลม เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x ตรวจสอบลักษณะขอบของรอยแทง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

ภาพที่ 120 ขอบของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแฉกขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบของรอยแทงพบเส้นด้ายที่ถูกผลักไปด้านหลังแต่ไม่ขาด รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวของผ้า พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายจากแนวการทอเดิม และไม่พบเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยพบการบิดเกลียวและโค้งงอ

ความเสียหายที่เกิดจาก**ไขควงปากแฉกบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**ปรากฏลักษณะรอยแทงเป็นร่อนตื้นขนาดเล็ก เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงด้วยกำลังขยาย 4x 10x และ 40x แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง และแบ่งตามระดับ ได้แก่ ระดับเส้นด้าย และระดับเส้นใย

ภาพที่ 121 ขอบบนของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบบน ระดับเส้นด้ายถูกผลักไปด้านหลังทำให้เกิดรูขนาดเล็กแต่เส้นด้ายไม่ขาด รอบๆรอยแทงเกิดการบิดเบี้ยวของผ้า เส้นด้ายกระจัดกระจายในบางส่วน ไม่พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยพบการบิดเกลียว

ภาพที่ 122 ขอบกลางของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบกลางเกิดร่องตื้น รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวของผ้า ระดับเส้นด้ายถูกดันไปด้านหลัง การเรียงตัวเป็นไปตามแนวการทอเดิม เส้นด้ายไม่มีกระจายหรือแตกตัวออก ไม่หลุดลุ่ย และไม่พบเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยพบการบิดเกลียวและแบน

ภาพที่ 123 ขอบล่างของผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่แทงด้วยไขควงปากแบนขนาด 4x(ก), ขนาด 10x(ข) และขนาด 40x(ค)

ขอบ[illegible]ขนาดเล็ก เส้นด้ายกระจัดกระจายในบางส่วน ไม่พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยพบการบิดเกลียวและกระจายออกจากแนวเดิม

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะสัณฐานรูปร่างของรอยแทงในตัวอย่างผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งโดยการแทงหน้าผ้าจากการมองด้วยตาเปล่า

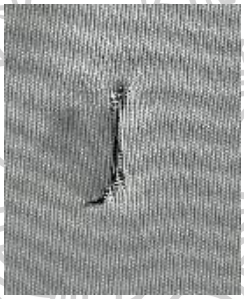
ลักษณะรูปร่างของรอยแทง (Patterns of stabbed damage)	**Macroscopic Images ตัวอย่างผ้าแบบแห้ง**	
	ผ้าฝ้าย	**ผ้าโพลีเอสเตอร์**
เส้นตรงขอบเรียบ	-	-
เส้นตรงขอบไม่เรียบ	 ความเสียหายที่เกิดจากมีดครัว ความเสียหายที่เกิดจากมีดคัตเตอร์	 ความเสียหายที่เกิดจากมีดครัว
วงรีขนาดเล็กแนวตั้งขอบเรียบ	-	-
วงรีขนาดเล็กแนวตั้งขอบไม่เรียบ	 ความเสียหายเกิดจากกรรไกรปลายแหลม	 ความเสียหายเกิดจากกรรไกรปลายแหลม

ลักษณะรูปร่างของรอยแทง (Patterns of stabbed damage)	Macroscopic Images ตัวอย่างผ้าแบบแห้ง	
	ผ้าฝ้าย	ผ้าโพลีเอสเตอร์
วงรีขนาดใหญ่แนวตั้ง ขอบไม่เรียบ	-	 ความเสียหายที่เกิดจากมีดคัตเตอร์
วงกลมขอบเรียบ	 ความเสียหายที่เกิดจากไขควงปากแฉก	 ความเสียหายที่เกิดจากไขควงปากแฉก
ร่องตื้น	 ความเสียหายที่เกิดจากไขควงปากแบน	 ความเสียหาที่เกิดจากไขควงปากแบน

จากตารางข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งจะปรากฏลักษณะรูปแบบรอยแทงจากอาวุธทั้ง 5 ชนิด ออกเป็น 5 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบรอยแทงเป็นเส้นตรงขอบไม่เรียบบนผ้าฝ้ายแบบแห้งจากการแทงด้วยมีดครัว และมีดคัตเตอร์ และผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งจากการแทงด้วยมีดครัว, รูปแบบรอยแทงเป็นวงรีขนาดเล็กแนวตั้งขอบไม่เรียบบนผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งจากการแทงด้วยกรรไกรปลายแหลม,

รูปแบบรอยแทงเป็นวงรีขนาดใหญ่แนวตั้งขอบไม่เรียบบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งจากการแทงด้วยมีดคัตเตอร์, รูปแบบรอยแทงเป็นวงกลมขอบเรียบบนผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งจากการแทงด้วยไขควงปากแฉก แต่บนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งเกิดการทะลุไม่หมด และรูปแบบรอยแทงเป็นร่องตื้นบนผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งจากการแทงด้วยไขควงปากแบน

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะสัณฐานภายรูปร่างของรอยแทงของตัวอย่างผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำโดยการแทงหน้าผ้าจากการมองด้วยตาเปล่า

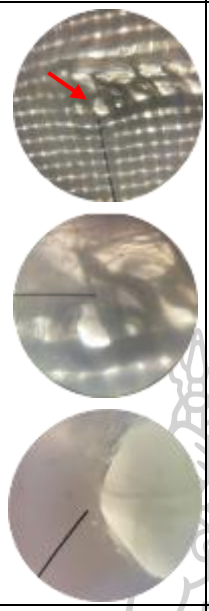
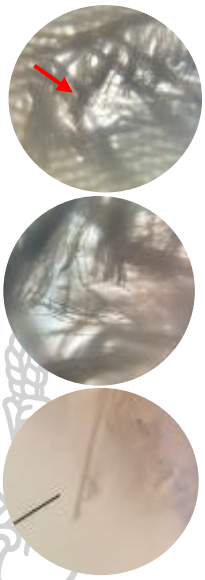
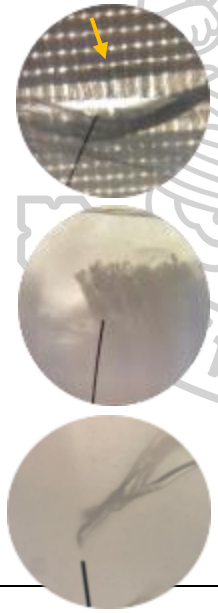
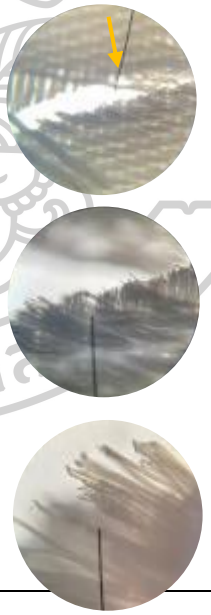
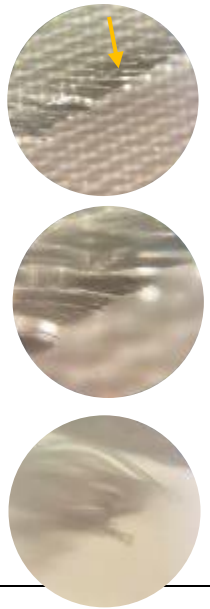
ลักษณะรูปร่างของการแทง (Patterns of stabbed damage)	**Macroscopic Images ตัวอย่างแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**	
	ผ้าฝ้าย	**ผ้าโพลีเอสเตอร์**
เส้นตรงขอบเรียบ	 ความเสียหายที่เกิดจากมีดครัว	ความเสียหายที่เกิดจากมีดครัว
เส้นตรงขอบไม่เรียบ	-	-
วงรีขนาดเล็กแนวตั้งขอบเรียบ	ความเสียหายทีเกิดจาก กรรไกรปลายแหลม	-

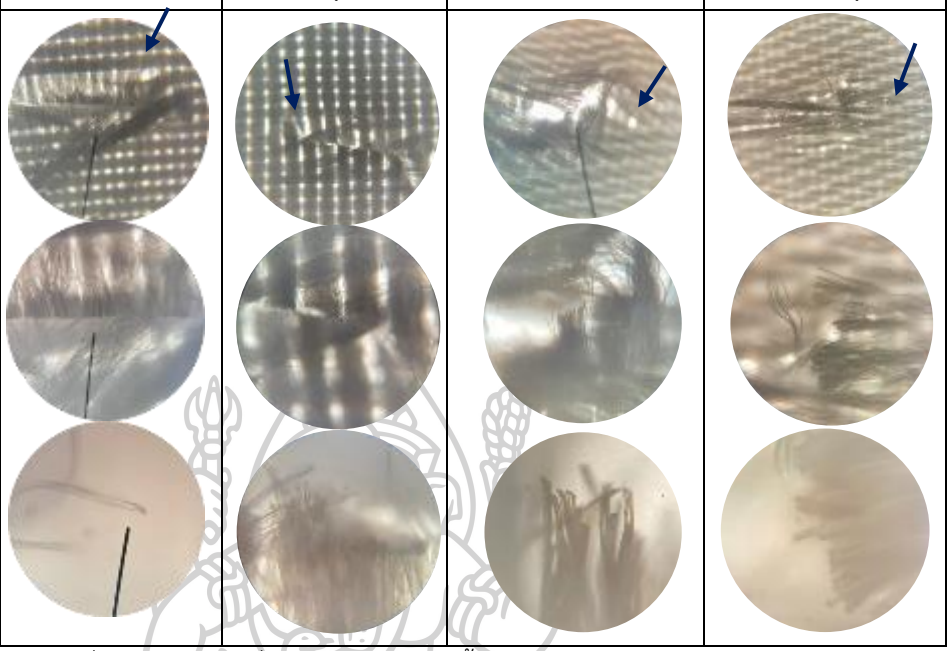
ลักษณะรูปร่างของการแทง (Patterns of stabbed damage)	Macroscopic Images ตัวอย่างแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ	
	ผ้าฝ้าย	ผ้าโพลีเอสเตอร์
วงรีขนาดเล็กแนวตั้งขอบไม่เรียบ	 ความเสียหายที่เกิดจากไขควงปากแบน	 ความเสียหายที่เกิดจาก กรรไกรปลายแหลม
วงรีขนาดใหญ่แนวตั้งขอบไม่เรียบ	 ความเสียหายที่เกิดจากมีดคัตเตอร์	 ความเสียหายที่เกิดจากมีดคัตเตอร์
วงกลมขอบเรียบ	 ความเสียหายที่เกิดจากไขควงปากแฉก	 ความเสียหายที่เกิดจาก ไขควงปากแฉก

ลักษณะรูปร่างของการแทง (Patterns of stabbed damage)	Macroscopic Images ตัวอย่างแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ	
	ผ้าฝ้าย	ผ้าโพลีเอสเตอร์
ร่องตื้น	-	ความเสียหายที่เกิดจากไขควงปากแบน

จากตารางข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำจะปรากฏลักษณะรูปแบบของรอยแทงจากอาวุธทั้ง 5 ชนิด ออกเป็น 6 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบรอยแทงเป็นเส้นตรงขอบเรียบบนผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์จากการแทงด้วยมีดครัว, รูปแบบรอยแทงเป็นวงรีขนาดเล็กขอบเรียบแนวตั้งบนผ้าฝ้ายจากการแทงด้วยกรรไกรปากแหลม, รูปแบบรอยแทงเป็นวงรีขนาดเล็กขอบไม่เรียบแนวตั้งบนผ้าฝ้ายจากการแทงด้วยไขควงปากแบน และผ้าโพลีเอสเตอร์จากการแทงด้วยกรรไกรปากแหลม, รูปแบบรอยแทงเป็นวงรีขนาดใหญ่ขอบไม่เรียบแนวตั้งบนผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์จากการแทงด้วยมีดคัตเตอร์, รูปแบบรอยแทงเป็นวงกลมขอบเรียบบนผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์จากการแทงด้วยไขควงปากแฉก และรูปแบบรอยแทงเป็นร่องตื้นบนผ้าโพลีเอสเตอร์จากการแทงด้วยไขควงปากแบน

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความเสียหายบนผ้าทั้ง 4 ชนิดที่เกิดจากการแทงด้วยมีดครัว

ขอบรอยแทง	มีดครัว			
	ผ้าฝ้ายแบบแห้ง	ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ
ส่วนบน				
ส่วนกลาง				

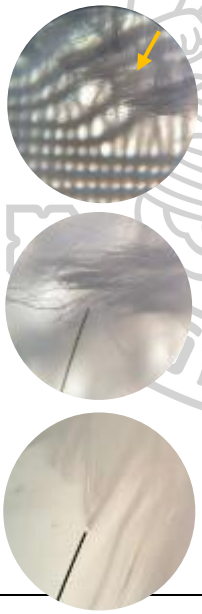
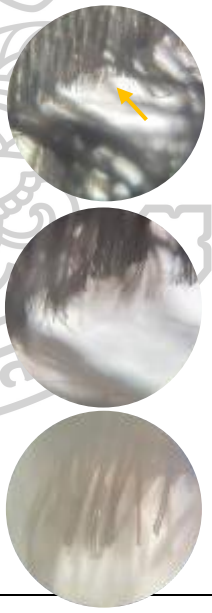
ขอบรอยแทง	มีดครัว			
	ผ้าฝ้ายแบบแห้ง	ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ
ส่วนล่าง				

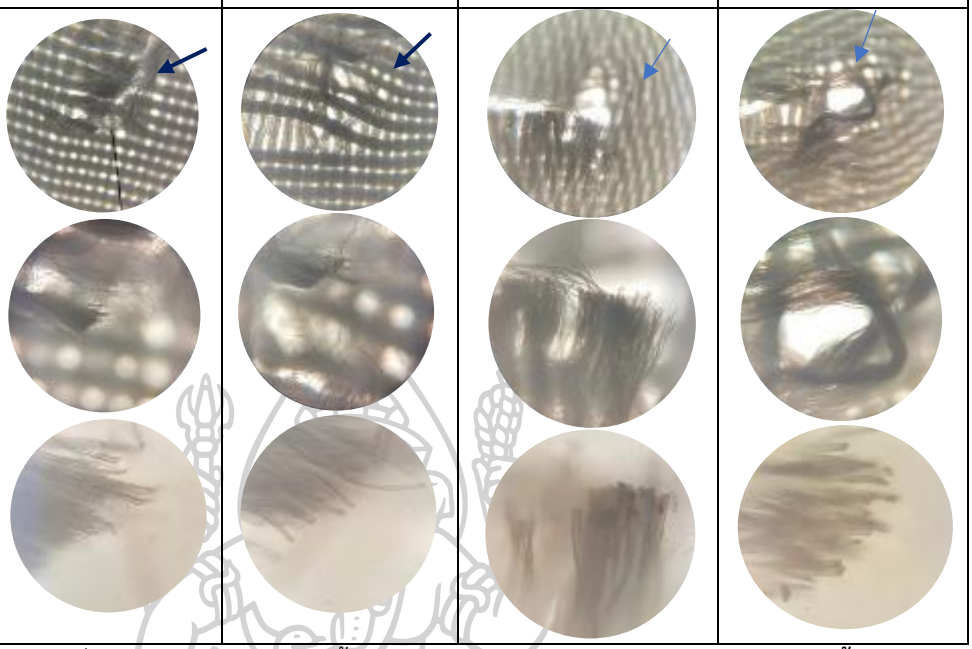
ความเสียหายที่เกิดจากมีดครัวเมื่อเปรียบเทียบบนผ้าทั้ง 4 ชนิด โดยรวมในส่วนขอบบนตามลูกศรสีแดงจะมีลักษณะเป็นจุด (dotted shape) **แต่ระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจาย การเรียงตัวที่ไม่เป็นระเบียบ และการหลุดลุ่ย และเคราของเส้นด้ายส่วนปลายในผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งจะมีมากที่สุด** ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจายเล็กน้อย เส้นใยบางเส้นมีการบิดเกลียว และหน้าตัดไม่เรียบเป็นแนวเฉียง

ส่วนขอบกลางลูกศรสีเหลือง ลักษณะรอยตัดเรียบ (neat edges) ระดับเส้นด้ายเป็นแนวระนาบเดียวกัน ไม่หลุดลุ่ย ไม่เป็นเครา และไม่กระจัดกระจาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายอยู่ในระนาบเดียวกัน และหน้าตัดเรียบ ซึ่งเป็นรูปแบบเดียวกันบนผ้าทั้ง 4 ชนิด

ส่วนขอบล่างลูกศรสีน้ำเงินลักษณะเป็นมุมคมแหลมขอบเรียบ ใน**ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งมีลักษณะหยักเล็กน้อย ระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจายของเส้นด้ายมากกว่าผ้าอีก 3 ชนิด** ซึ่งในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย และหน้าตัดเรียบเฉียง

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบเสียหายบนผ้าทั้ง 4 ชนิดที่ถูกแทงด้วยมีดคัตเตอร์

ส่วนขอบรอยแทง	**มีดคัตเตอร์**			
	ผ้าฝ้ายแบบแห้ง	**ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**	**ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง**	**ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**
ส่วนบน				
ส่วนกลาง				

ส่วนขอบรอยแทง	มีดคัตเตอร์			
	ผ้าฝ้ายแบบแห้ง	ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ
ส่วนล่าง				

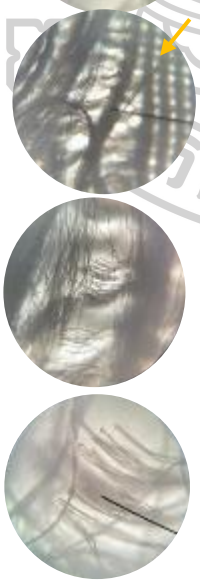
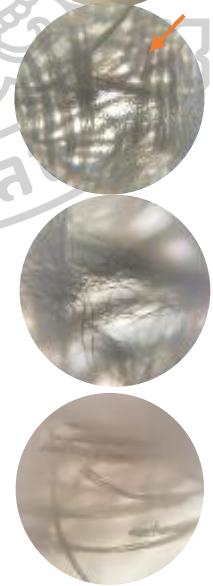
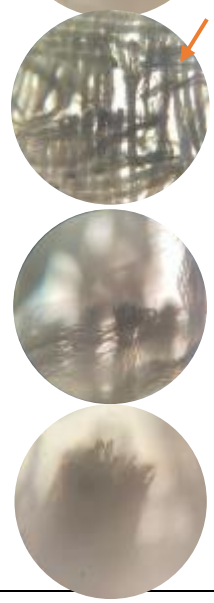
ความเสียหายที่เกิดจากมีดคัตเตอร์บนผ้าทั้ง 4 ชนิด **ในส่วนขอบบนลูกศรสีแดงบนผ้าฝ้ายทั้งแบบแห้งและแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ** ลักษณะเป็นจุดที่อ (dotted shape) รอบๆรอยแทงมีการบิดเบี้ยวของผ้า ระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจายมากกว่าผ้าโพลีเอสเตอร์ พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจุกกันเป็นกลุ่ม และหน้าตัดไม่เรียบเป็นปม **ในส่วนลูกศรสีชมพูผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งและแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**มีลักษณะขอบเรียบ รอบๆรอยแทงไม่มีการบิดเบี้ยวของผ้า ระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจายของเล็กน้อย แต่ในผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งพบเคราของเส้นด้าย เส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย หน้าตัดไม่เรียบ ส่วนแบบเปียกไม่มีการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นด้ายพบการบิดเกลียว

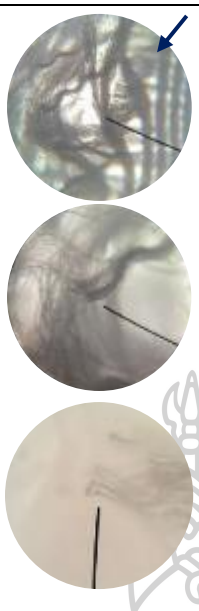
ส่วนขอบกลาง**ลูกศรสีเหลืองในผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง**ลักษณะขอบเรียบ รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวของผ้า การจัดเรียงตัวของแนวเส้นด้ายไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน พบการกระจัดกระจายตัวของเส้นด้าย เส้นด้ายส่วนปลายมีการขาดหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจายและหน้าตัดเรียบ ซึ่งใน**ผ้าฝ้ายแบบแห้งกระจัดกระจายมากกว่าผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง ส่วนในผ้าที่ผ่านการจุ่มน้ำตามลูกศรสีส้ม**ลักษณะขอบเรียบ รอบๆรอยแทงไม่บิดเบี้ยว ระดับเส้นด้ายไม่พบการกระจัดกระจาย การเรียงตัวอยู่ในระนาบเดียวกัน ไม่พบการขาดหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยอยู่ในระนาบเดียวกัน และหน้าตัดเรียบ

ส่วนขอบล่าง**ลูกศรสีน้ำเงินบนผ้าฝ้ายทั้ง 2 แบบ** ลักษณะขอบเรียบ ระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจายเล็กน้อย ไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน ไม่หลุดลุ่ยและไม่เป็นเครา แต่ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจายเล็กน้อยและหน้าตัดเรียบ **ลูกศรสีฟ้าในส่วนผ้าโพลีเอสเตอร์ทั้ง 2 แบบ** ลักษณะเป็นรูขนาดเล็ก รอบๆรอยแทงพบการบิด

เบี้ยวของผ้า ระดับเส้นด้ายไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน พบการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายอยู่ในระนาบเดียวกันและหน้าตัดเรียบ แต่**ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำจะมีการกระจัดกระจายของเส้นด้ายบางกลุ่ม เรียงตัวไม่เป็นระเบียบมากกว่าและเกิดรูชัดเจนที่สุด**

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบเสียหายบนผ้าทั้ง 4 ชนิด ที่ถูกแทงด้วยกรรไกรปลายแหลม

ส่วนขอบรอยแทง	**กรรไกรปลายแหลม**			
	ผ้าฝ้ายแบบแห้ง	**ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**	**ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง**	**ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**
ส่วนบน				
ส่วนกลาง				

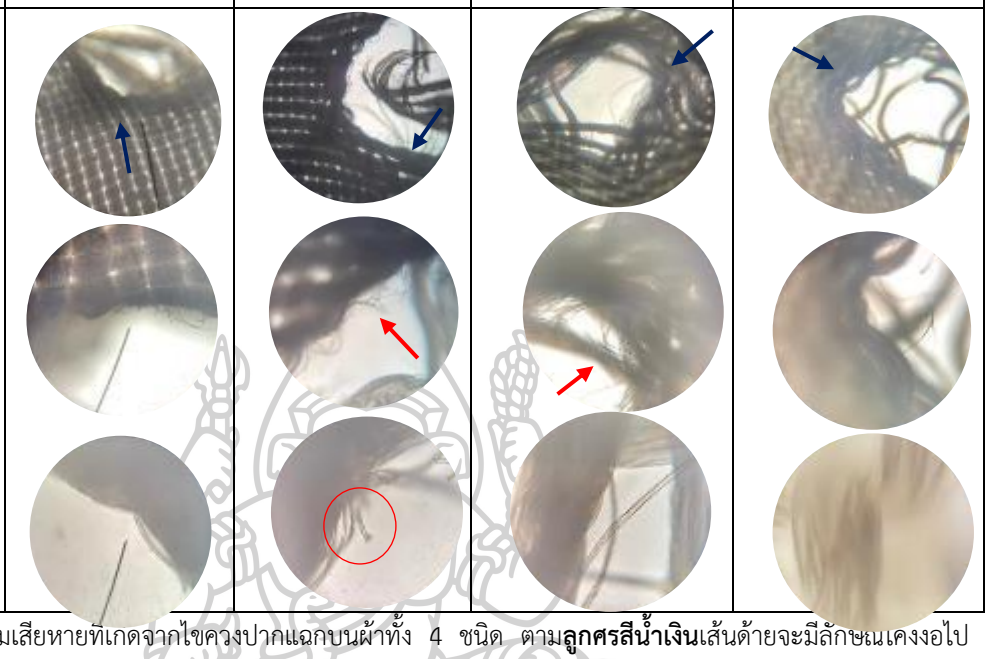
ส่วนขอบรอยแทง	กรรไกรปลายแหลม			
	ผ้าฝ้ายแบบแห้ง	ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ
ส่วนล่าง				

ความเสียหายที่เกิดจากกรรไกรปลายแหลมบนผ้าทั้ง 4 ชนิด ขอบบนตาม**ลูกศรสีแดง**ลักษณะขอบไม่เรียบรอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยว ระดับเส้นด้ายไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน พบการกระจัดกระจายจากแนวเดิม พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย และหน้าตัดไม่เรียบ

ส่วนขอบกลาง**ลูกศรสีเหลือง**ในผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำขอบจะเรียบที่สุด ไม่พบการบิดเบี้ยวของผ้ารอบๆรอยแทงและขอบเป็นเส้นตรงมากกว่าชนิดอื่นๆ ระดับเส้นด้ายอยู่ในระนาบเดียวกัน ไม่พบการกระจัดกระจายไม่หลุดลุ่ยและไม่เป็นเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยอยู่ในระนาบเดียวกัน และหน้าตัดไม่เรียบ ส่วนในผ้าโพลีเอสเตอร์ทั้ง 2 แบบ**ลูกศรสีส้ม**ขอบจะไม่เรียบ ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย และหน้าตัดไม่เรียบ

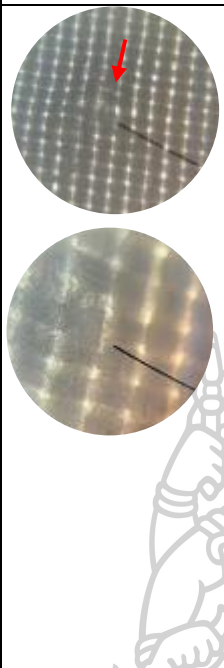
ส่วนขอบล่าง**ลูกศรสีน้ำเงิน**ของผ้าทั้ง 4 ชนิด ลักษณะขอบไม่เรียบ รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยว ระดับเส้นด้ายไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน พบการกระจัดกระจายออกจากแนวเดิม พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย และหน้าตัดไม่เรียบลักษณะเป็นปมขนาดเล็ก

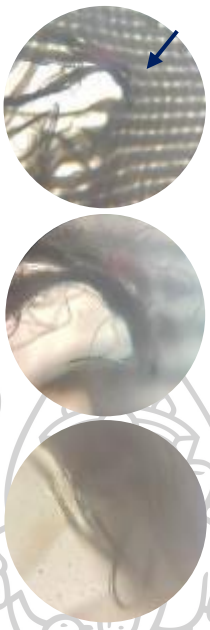
ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบเสียหายบนผ้าทั้ง 4 ชนิด ที่ถูกแทงด้วยไขควงปากแฉก

ส่วนขอบรอยแทง	ไขควงปากแฉก			
	ผ้าฝ้ายแบบแห้ง	ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ
ขอบรอบๆ				

ความเสียหายที่เกิดจากไขควงปากแฉกบนผ้าทั้ง 4 ชนิด ตาม**ลูกศรสีน้ำเงิน**เส้นด้ายจะมีลักษณะเคงงอไปด้านหลังซึ่งเป็นการผลักหรือดันทำให้เกิดรูวงกลมขอบเรียบ รอบๆรอยแทงเกิดการบิดเบี้ยวของผ้า ระดับเส้นด้ายกระจัดกระจาย พบการขาดของเส้นด้ายในบางส่วน (วงกลมสีแดง) ในระดับเส้นใยส่วนปลายออกมาจากแนวเส้นด้ายเล็กน้อย (ลูกศรสีแดง) และบางส่วนการบิดเกลียว แต่**เส้นใยที่ขาดหน้าตัดจะเป็นปมไม่เรียบเห็นได้ชัดในผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ (วงกลมสีแดง)**

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบเสียหายบนผ้าทั้ง 4 ชนิด ที่ถูกแทงด้วยไขควงปากแบน

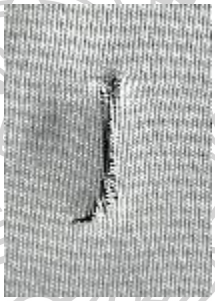
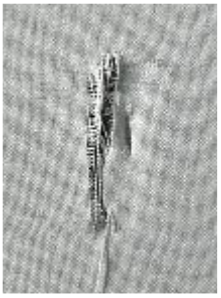
ส่วนขอบรอยแทง	ไขควงปากแบน			
	ผ้าฝ้ายแบบแห้ง	ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ
ส่วนบน				
ส่วนกลาง				

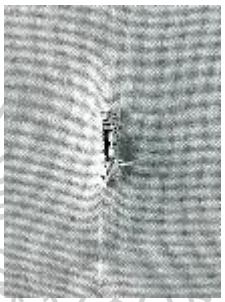
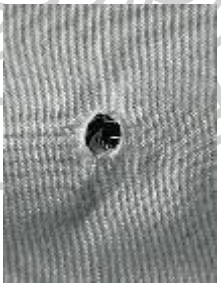
ส่วนขอบรอยแทง	ไขควงปากแบน			
	ผ้าฝ้ายแบบแห้ง	ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง	ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ
ส่วนล่าง				

ความเสียหายที่เกิดจากไขควงปากแบนบนผ้าทั้ง 4 ชนิด **มีเพียงผ้าฝ้ายแบบเปียกที่ทะลุ**ตาม**ลูกศรสีชมพู** ในส่วนขอบบน **ลูกศรสีเหลือง**ขอบกลาง และ**ลูกศรสีน้ำเงิน**ขอบล่าง ลักษณะขอบไม่เรียบ รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวของผ้า พบการกระจัดกระจายของเส้นด้าย เกิดการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลายแต่ละแถวมีการแตกออกจากแนวเดิม ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจายไม่เสมอกัน และหน้าตัดไม่เรียบมีการขาดบางส่วนและมีการบิดเกลียวของเส้นด้าย ในทางกลับกันผ้าอีก 3 ชนิดไม่เกิดการทะลุพบเป็นร่องตื้นแนวตั้ง

การเปรียบเทียบลักษณะของความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าแบบแห้งและแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่เกิดจากการแทงโดยอาวุธต่างชนิดกัน

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างผ้าแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำและผ้าแบบแห้งเมื่อแทงด้วยอาวุธที่แตกต่างกัน

อาวุธมีคม และ เครื่องมือ	เส้นใยธรรมชาติ		เส้นใยสังเคราะห์	
	ผ้าฝ้าย แบบแห้ง	ผ้าฝ้าย แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ	ผ้าโพลีเอสเตอร์ แบบแห้ง	ผ้าโพลีเอสเตอร์ แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ
มีดครัว	ด้านหน้าผ้า			
				
	ด้านหลังผ้า			
มีดคัตเตอร์				

กรรไกร ปลายแหลม				
ไขควงปากแฉก				

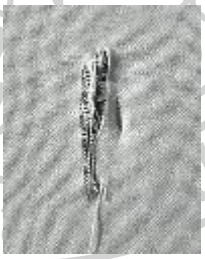
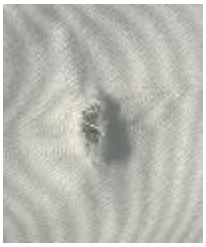
ไขควงปากแบน				

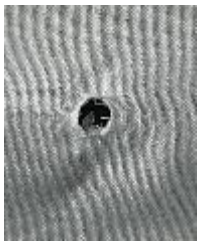
จากตารางข้างต้นแสดงให้เห็นว่าผ้าที่ผ่านการจุ่มน้ำจะมีลักษณะของรอยแทงที่เรียบกว่าผ้าแห้งเมื่อสังเกตจากด้านหน้าของผ้าและหลังของผ้า ด้านหน้าของผ้าพบว่าผ้าที่ผ่านการจุ่มน้ำจะมีขอบและหน้าตัดที่เรียบ รอบๆมีการบิดเบี้ยวที่น้อยกว่า และความตึงของผ้ามากกว่า ส่วนในด้านหลังของผ้าพบว่าเมื่อดึงอาวุธออกเส้นด้ายไม่ถูกดึงตามออกมาด้วย ระดับเส้นด้ายมีระเบียบและเป็นแนวเดียวกันมากกว่าแบบแห้ง ตัวอย่างเช่น การแทงด้วยมีดครัวสามารถสังเกตได้ชัดเจนจากในผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำพบรอยแทงที่เรียบ ระดับเส้นด้ายหลุดลุ่ยน้อยกว่าแบบแห้ง เมื่อดูด้านหลังผ้าเส้นด้ายที่ขาดจะมีความยาวที่สม่ำเสมอมากกว่าแบบแห้ง และแทบจะไม่พบการนำพาเส้นด้ายออกมาทางด้านหน้าผ้าเมื่อถอดมีดออกอีกด้วย

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ขนาดของรอยแทงที่เกิดขึ้นเมื่อแทง ผ่านผ้าโดยวัดตามความยาวรอยขาดของผ้าจากขอบบนถึงขอบล่าง รวมไปถึงความกว้างและความลึกหน่วยเป็นเซนติเมตร สรุปมาได้เป็นตาราง ดังนี้

ตารางที่ 13 ขนาดของรอยแทงทั้งความยาว ความกว้าง และความลึกหน่วยเป็นเซนติเมตร (cm) ที่เกิดขึ้นจากการแทงผ่านผ้าด้วยอาวุธชนิดต่างๆ

อาวุธมีคม และเครื่องมือ	**ขนาดของความเสียหายจากการแทงบนผ้า (ความยาว x ความกว้าง x ความลึก; หน่วยเป็นเซนติเมตร (cm)**			
	เส้นใยธรรมชาติ		**เส้นใยสังเคราะห์**	
	ผ้าฝ้ายแบบแห้ง	**ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**	**ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง**	**ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ**
มีดครัว ความกว้าง 2.1 cm	2.2 x 0.1 x 11	2.0 x 0.2 x7.0	2.3 x 0.1 x 9.0	2.0 x 0.1 x 7.4
มีดคัตเตอร์ ความกว้าง 1.8 cm	2.1 x 0.2 x 4	 2.4 x 0.5 x 5.4	2.0 x 0.3 x 3.7	2.5 x 0.1 x 7.6
กรรไกรปลายแหลม ความกว้าง 1.0 cm	1.0 x 0.5 x 5	1.2 x 0.3 x 6.5	 1.1 x 0.5 x 4.8	0.9 x 0.4 x 4.8

ไขควงปากแฉก ความกว้าง 0.5 cm	 0.5 x 9.5 (เส้นผ่าศูนย์กลาง x ความลึก)	 0.5 x 2.0	 0.3 x 0.0 ไม่ทะลุ	 0.6 x 7.1
ไขควงปากแบน ความกว้าง 0.6 cm	 0.6 x 0.3 x 0.0 ไม่ทะลุ	 0.8 x 0.4 x 1.8	 0.6 x 0.3 x 0.0 ไม่ทะลุ	 0.6 x 0.2 x 0.0 ไม่ทะลุ

จากตารางข้างต้นแสดงให้เห็นว่าขนาดของรอยแทงที่ทะลุผ่านผ้า ดังนี้ ขนาดรอยแทงที่ยาวที่สุด ได้แก่ รอยแทงที่เกิดจากมีดครัวบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งมีความยาวอยู่ที่ 2.3 cm ความกว้าง 0.1 cm และความลึก 9.0 cm, รอยแทงที่เกิดจากมีดคัตเตอร์บนผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ผ่านการจุ่มน้ำมีความยาวอยู่ที่ 2.5 cm ความกว้าง 0.1 cm และความลึก 7.6 cm, รอยแทงที่เกิดจากกรรไกรบนผ้าฝ้ายที่ผ่านการจุ่มน้ำความยาวอยู่ที่ 1.2 cm ความกว้าง 0.3 cm และความลึก 6.5 cm, รอยแทงที่เกิดจากไขควงปากแฉกบนผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ผ่านการจุ่มน้ำความยาวอยู่ที่ 0.6 cm และความลึก 7.1 cm สุดท้ายรอยแทงที่เกิดจากไขควงปากแบนบนผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ผ่านการจุ่มน้ำความยาวอยู่ที่ 0.8 cm ความกว้าง 0.4 cm และความลึก 1.8 cm

ขนาดรอยแทงที่สั้นที่สุด ได้แก่ รอยแทงที่เกิดจากมีดครัวบนผ้าฝ้ายและโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำมีความยาวอยู่ที่ 2.0 cm, รอยแทงที่เกิดจากมีดคัตเตอร์บนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งมีความยาวอยู่ที่ 2.0 cm ความกว้าง 0.3 cm และความลึก 3.7 cm, รอยแทงที่เกิดจากกรรไกรบนผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ผ่านการจุ่มน้ำความยาวอยู่ที่ 0.9 cm ความกว้าง 0.4 cm และความลึก 4.8 cm, รอยแทงที่เกิดจากไขควงปากแฉกบนผ้าฝ้ายแบบแห้งไม่มีการทะลุ สุดท้ายรอยแทงที่เกิดจากไขควงปากแบนบนผ้าฝ้ายแบบแห้ง ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง และผ้าโพลีเอสเตอร์ที่ผ่านการจุ่มน้ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของรอยแทงกับความกว้างของอาวุธ

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) เพื่อตอบสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐาน : ความยาวของรอยแทงมีความสัมพันธ์กับความกว้างของอาวุธเมื่อแทงผ่านผ้าทั้ง 4 ชนิด

สมมติฐานหลัก : ความยาวของรอยแทงไม่มีความสัมพันธ์กับความกว้างของอาวุธเมื่อแทงผ่านผ้าทั้ง 4 ชนิด

สมมติฐานรอง : ความยาวของรอยแทง มีความสัมพันธ์กับความกว้างของอาวุธเมื่อแทงผ่านผ้าทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 14 สรุปขนาดความกว้างของอาวุธ และความยาวรอยแทงบนผ้าแต่ละชนิด (cm)

ชนิดของอาวุธ	ขนาดความกว้างของอาวุธ (cm)	ความยาวรอยแทงบนผ้าฝ้ายแบบแห้ง (cm)	ความยาวรอยแทงบนผ้าฝ้ายแบบแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ (cm)	ความยาวรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง (cm)	ความยาวรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ (cm)	ค่าเฉลี่ยความยาวรอยแทงบนผ้าทั้ง 4 ชนิดต่ออาวุธแต่ละชนิด (cm)
มีดครัว	2.1	2.2	2.0	2.3	2.0	2.13
มีดคัตเตอร์	1.8	2.1	2.4	2.0	2.5	2.25
กรรไกรปลายแหลม	1.0	1.0	1.2	1.1	0.9	1.05
ไขควงปากแฉก	0.5	0.5	0.5	0	0.6	0.40
ไขควงปากแบน	0.6	0	0.8	0	0	0.20

ตารางที่ 15 ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างความยาวของรอยแทงบนผ้าทั้ง 4 ชนิด กับขนาดความกว้างของอาวุธ (cm)

ความยาวรอยแทง (cm)	**ค่าสหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ; r**	**Sig. (2-tailed)**	**ระดับความสัมพันธ์**
บนผ้าฝ้ายแบบแห้ง	.965**	.008	ความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับสูง
บนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ	.943*	.016	ความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับสูง
บนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง	.984**	.003	ความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับสูง
บนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ	.916*	.029	ความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับสูง

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). ;*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

จากตารางข้างต้นแสดงค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) ระหว่างขนาดความกว้างของอาวุธทั้ง 5 ชนิด กับความยาวของรอยแทงบนผ้าทั้ง 4 ชนิด ในส่วนขนาดความกว้างของอาวุธกับความยาวของรอยแทงบนผ้าฝ้ายแบบแห้งผลลัพธ์ที่ได้พบว่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกค่าสหสัมพันธ์อยู่ที่ .965 โดยมีค่าระดับความสัมพันธ์ในระดับสูง ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และ Sig. (2-tailed) .008 ซึ่งค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก ยอมรับสมมติฐานรอง คือ ขนาดความกว้างของอาวุธกับความยาวของรอยแทงบนผ้าฝ้ายแบบแห้งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ขนาดความกว้างของอาวุธกับความยาวของรอยแทงบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำผลลัพธ์ที่ได้พบว่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกค่าสหสัมพันธ์อยู่ที่ .943 โดยมีค่าระดับความสัมพันธ์ในระดับสูง ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และ Sig. (2-tailed) .016 ซึ่งค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก ยอมรับสมมติฐานรอง คือ ขนาดความกว้างของอาวุธกับความยาวของรอยแทงบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ขนาดความกว้างของอาวุธกับความยาวของรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งผลลัพธ์ที่ได้พบว่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกค่าสหสัมพันธ์อยู่ที่ .984 โดยมีค่าระดับความสัมพันธ์ในระดับสูง ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และ Sig. (2-tailed) .003 ซึ่งค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก ยอมรับสมมติฐานรอง คือ ขนาดความกว้างของอาวุธกับความยาวของรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

สุดท้ายในส่วนของขนาดความกว้างของอาวุธกับความยาวของรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำผลลัพธ์ที่ได้พบว่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกค่าสหสัมพันธ์อยู่ที่ .916 โดยมีค่าระดับความสัมพันธ์ในระดับสูง ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และ Sig. (2-tailed) .029 ซึ่งค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปฏิเสธ

สมมติฐานหลัก ยอมรับสมมติฐานรองคือขนาดความกว้างของอาวุธกับความยาวของรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นตอบสมมติฐานได้ว่าหากขนาดความกว้างของอาวุธเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ความยาวรอยแทงบนผ้าเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน

บทที่ 5

สรุป และอภิปรายผลการทดลอง

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบความเสียหายของผ้าจากการแทงด้วยอาวุธมีคมใช้การวิเคราะห์โดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound Light Microscope) โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 5 ประการนั้น คือ เพื่อตรวจสอบความเสียหายภายนอกที่ที่เกิดขึ้นบนผ้าเมื่อแทงด้วยอาวุธต่างชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง เพื่อเปรียบเทียบลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผ้าแบบแห้งและแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำที่เกิดจากการแทงด้วยอาวุธต่างชนิดกัน และเพื่อหาความสัมพันธ์ของความยาวรอยแทงกับขนาดความกว้างของอาวุธ เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้ผ้า 4 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้ายแบบแห้ง ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง และผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ อาวุธ 5 ชนิด ได้แก่ อาวุธมีคม 2 ชนิด ได้แก่ มีดครัว มีดคัตเตอร์ และเครื่องมือ 3 ชนิด ได้แก่ กรรไกรปลายแหลม ไขควงปากแฉก และไขควงปากแบน แบบจำลองเจลลาติน 160 บูม 15 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างผ้ามีขนาด 20*20 เซนติเมตร ชนิดละ 5 ชิ้น โดยชนิดแบบเปียกจะนำไปแช่น้ำ 20 นาที ก่อนนำมาทำการทดลอง จากนั้นขึงด้วยสดึงให้ตึงพอประมาณแล้วนำไปวางบนเจลลาตินที่ติดตั้งไว้บนบล็อกป้องกันการเคลื่อนที่ ทำการทดลองโดยใช้ผู้ทดลองสุขภาพดี 1 คน อยู่ห่างจากตัวอย่างผ้าหนึ่งช่วงแขน ข้อศอกทำมุมองศา 90 องศา จับอาวุธในลักษณะ saber grip ให้ผู้ทดลองแทงด้วยแรงที่มากที่สุดโดยใช้ความรู้สึกส่วนบุคคลชนิดละ 1 ซ้ำ ต่ออาวุธ 1 ชิ้นทุกๆการแทง 3 ครั้งจะมีการพัก 30 นาที จากนั้นแบ่งการตรวจสอบผลความเสียหายออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการวตรวจสอบด้วยตาเปล่าและจากภาพถ่ายเพื่อที่จะศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกรวมไปถึงขนาดของรอยแทง และส่วนที่สองเป็นการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Compound light microscope) สามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

1. ลักษณะสันฐานวิทยาภายนอกของรอยฉีกขาดบนผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ ทั้งแบบแห้งและแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ เมื่อใช้อาวุธทั้ง 5 ชนิดแทงผ่านผ้าโดยมีแบบจำลองเนื้อเยื่อเจลลาตินรองรับ พบว่า รูปแบบรอยแทงบนผ้าทั้งแบบแห้งและแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำแบ่งออกเป็น 7 รูปแบบ ดังนี้ (1)เส้นตรงขอบเรียบบนผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำจากมีดครัว (2)เส้นตรงขอบไม่เรียบเกิดขึ้นบนผ้าฝ้ายแบบแห้งที่เกิดจากมีดครัวและมีดคัตเตอร์และผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่เกิดจากมีดครัว (3)วงรีขนาดเล็กแนวตั้งขอบเรียบบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำจากกรรไกรปลายแหลม (4)วงรีขนาดเล็กแนวตั้งขอบไม่เรียบบนผ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งจากกรรไกรปลายแหลมและ ผ้าฝ้ายจากไขควงปากแบนและผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำจากกรรไกรปลายแหลม (5)วงรีขนาดใหญ่แนวตั้งขอบไม่เรียบบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งจากมีดคัตเตอร์ และผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำจากมีดคัตเตอร์ (6)วงกลมขอบเรียบบนผ้าทั้ง 3 ชนิดจากไขควงปากแฉก ยกเว้นรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งที่มีการทะลุไม่หมด สุดท้าย (7)เป็นร่องตื้นหรือไม่มีการทะลุบนผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบเปียกจากไขควงปากแบน

ขนาดของรอยแทงบนผ้าโดยวัดตามความยาวรอยแทงจากขอบบนถึงขอบล่าง รวมไปถึงความกว้างและความลึกหน่วยเป็นเซนติเมตร พบว่าส่วนความยาวรอยแทงบนผ้าแต่ละชนิดที่ยาวที่สุดเมื่อแทงด้วย อาวุธทั้ง 5 ชนิด

ดังนี้ อาวุธชนิดแรกมีดครัวมีขนาดความกว้าง 2.1 cm สร้างความยาวรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งอยู่ที่ 2.3 cm, มีดคัตเตอร์มีขนาดความกว้าง 1.5 cm สร้างความยาวรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำอยู่ที่ 2.5 cm, กรรไกรปลายแหลมมีขนาดความกว้าง 1.0 cm สร้างความยาวรอยแทงบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำอยู่ที่ 1.2 cm, ไขควงปากแฉกมีขนาดความกว้าง 0.5 cm สร้างความยาวรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำอยู่ที่ 0.6 cm สุดท้ายไขควงปากแบนมีขนาดความกว้าง 0.6 cm สร้างความยาวรอยแทงบนผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำอยู่ที่ 0.8 cm

ขนาดความยาวรอยแทงบนผ้าแต่ละชนิดที่สั้นที่สุดเมื่อแทงด้วย อาวุธทั้ง 5 ชนิด ดังนี้ มีดครัวสร้างความยาวรอยแทงบนผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำอยู่ที่ 2.0 cm, มีดคัตเตอร์สร้างความยาวรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งอยู่ที่ 2.0 cm, กรรไกรปลายแหลมสร้างความยาวรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำอยู่ที่ 0.9 cm, ไขควงปากแฉกสร้างความยาวรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งอยู่ที่ 0.3 cm ซึ่งไม่มีการทะลุจนเส้นด้ายขาดไปด้านกลังผ้า สุดท้ายไขควงปากแบนไม่มีการทะลุยกเว้นผ้าฝ้ายแบบแห้ง

ขนาดความยาวรอยแทงที่เกิดขึ้นในมีดครัวมีความใกล้เคียงกับความกว้างของอาวุธจริงมากที่สุด (+-1 cm) แต่ในอาวุธไม่มีคมขนาดความยาวรอยแทงที่เกิดขึ้นบนผ้าทั้ง 4 ชนิด ใกล้เคียงกับอาวุธจริงทั้งหมด ได้แก่ กรรไกรปลายแหลม ไขควงปากแฉก และไขควงปากแบน

2. ลักษณะภายในระดับเส้นด้ายและเส้นใยบนผ้าทั้ง 4 ชนิด จากการแทงด้วยอาวุธทั้ง 5 ชนิด ผ่านผ้าที่มีแบบจำลองเจลลาตินรองรับโดยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (compound light microscope) สามารถแบ่งความเสียหายของรอยแทงออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนขอบบน ส่วนขอบกลาง และส่วนขอบล่าง ดังนี้

รอยแทงจากมีดครัวบนผ้าฝ้ายแบบแห้ง ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ และผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ พบว่า รอบๆรอยแทงของผ้าไม่บิดเบี้ยว ระดับเส้นด้ายส่วนขอบบนลักษณะเป็นจุด ขอบกลางลักษณะเรียบไม่พบการกระจัดกระจาย เส้นด้ายไม่หลุดลุ่ยและไม่เป็นเครา และเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน ขอบล่างลักษณะเป็นมุมแหลมและเรียบ แต่ในผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งมีการกระจัดกระจายของเส้นด้ายและเส้นใยมากที่สุดทั้งขอบบนและขอบล่าง นอกจากนี้ระดับเส้นใยโดยรวมหน้าตัดเรียบ เส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจายเล็กน้อยยกเว้นในส่วนขอบกลาง

รอยแทงจากมีดคัตเตอร์ขอบบนในผ้าฝ้ายทั้ง 2 แบบ ลักษณะเป็นจุดที่อ รอบๆบิดเบี้ยว ในระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจาย พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้าย ในระดับเส้นใยส่วนปลายกระจุกเป็นกลุ่ม และหน้าตัดไม่เรียบพบปมขนาดเล็ก ส่วนในผ้าโพลีเอสเตอร์ทั้ง 2 แบบ ให้ผลในทางตรงข้างกัน ขอบกลางของผ้าฝ้ายแบบแห้งพบการกระจัดกระจายของเส้นด้ายและเส้นใยมากกว่าผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง เส้นด้ายส่วนปลายไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน หลุดลุ่ยและเป็นเครา ระดับเส้นใยหน้าตัดเรียบ ส่วนผ้าแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำให้ผลในทางตรงข้างกัน และขอบล่างผ้าฝ้ายทั้ง 2 แบบ จะให้ลักษณะขอบเรียบ เส้นด้ายกระจัดกระจายเล็กน้อย ไม่หลุดลุ่ย เส้นใยไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน แต่ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งเส้นด้ายส่วนปลายอยู่ในระนาบเดียวกันมากที่สุด

รอยแทงจากกรรไกรปลายแหลมขอบบนและขอบล่างในผ้าทั้ง 4 แบบ ลักษณะไม่เรียบ รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยว ระดับเส้นด้ายไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน เส้นด้ายส่วนปลายพบการกระจัดกระจาย หลุดลุ่ยและเป็นเครา ระดับเส้นใยส่วนปลายไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน และขอบกลางผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำลักษณะขอบเรียบ ไม่บิดเบี้ยว เส้นด้ายไม่กระจัดกระจาย เส้นด้ายส่วนปลายอยู่ในระนาบเดียวกัน ไม่หลุดลุ่ยและเป็นเครา ส่วนในผ้าโพลีเอสเตอร์ทั้ง 2 แบบ ให้ลักษณะในทางตรงกันข้าง ระดับเส้นใยหน้าตัดไม่เรียบและมีปมขนาดเล็ก

รอยแทงจากไขควงปากแฉกบนผ้าทั้ง 3 แบบ ได้แก่ ผ้าฝ้ายแบบแห้ง ผ้าฝ้านแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ และผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ ให้ลักษณะขอบเรียบมีการผลักเส้นด้ายไปด้านหลัง จึงเกิดความโค้งงอของเส้นด้ายบริเวณขอบรอยแทง รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยวของเส้นด้ายค่อนข้างมาก ระดับเส้นด้ายพบการกระจัดกระจาย หลุดลุ่ย ไม่เป็นเครา ระดับเส้นใยมีการบิดเกลียว และเส้นใยบางส่วนหลุดออกมาจากเส้นด้ายเป็นฝอยๆ ยกเว้นในผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งไม่สามารถทะลุ หรือทำให้เส้นด้ายขาดไปด้านหลังผ้าได้

สุดท้ายรอยแทงจากไขควงปากแบนมีเพียงผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำเท่านั้นที่เกิดการทะลุ ลักษณะขอบไม่เรียบ รอบๆรอยแทงมีการบิดเบี้ยว ระดับเส้นด้ายพบกระจัดกระจาย พบการหลุดลุ่ยและเครา ระดับเส้นใยส่วนปลายกระจัดกระจาย บิดเกลี้ยว และหน้าตัดไม่เรียบ ในทางกลับกันผ้าอีก 3 ชนิด ไม่ทะลุจึงให้ลักษณะเป็นร่องตื้น สรุปได้ว่าอาวุธมีคมให้ลักษณะเส้นด้ายไม่กระจัดกระจาย ไม่หลุดลุ่ย และไม่เป็นเครา ระดับเส้นใยไม่กระจัดกระจาย หน้าตัดเรียบ ส่วนอาวุธไม่มีคมให้ลักษณะเส้นด้ายกระจัดกระจาย หลุดลุ่ย และเป็นเครา ระดับเส้นใยกระจัดกระจาย หน้าตัดเป็นปม

3. ลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นบนผ้าแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำและผ้าแบบแห้ง ด้วยอาวุธทั้ง 5 ชนิด พบว่าผ้าที่ผ่านการจุ่มน้ำขอบจะมีลักษณะขอบเรียบ ไม่มีการบิดเบี้ยวรอบๆรอยแทงหรือมีเล็กน้อย เส้นเรียงตัวอยู่ในระนาบเดียวกัน ไม่พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายซึ่งตรงข้างกับผ้าแบบแห้ง ส่วนระดับเส้นใยหน้าตัดเรียบกว่าแบบแห้งแต่เป็นปื้นหรือปมเล็กน้อย อีกทั้งยังมีการเกาะกลุ่มกันของเส้นใยในผ้าที่ผ่านการจุ่มน้ำ

4. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของรอยแทงกับความกว้างของอาวุธ พบว่าขนาดความยาวรอยแทงบนผ้าทั้ง 4 แบบ ได้แก่ ผ้าฝ้ายแบบแห้ง ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง และผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ที่ .965 .943 .984 และ .916 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าระดับความสัมพันธ์ที่สูง ค่า p-value อยู่ที่ .008 .016 .003 และ .029 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 แสดงผลได้ว่าความยาวรอยแทงบนผ้าทั้ง 4 แบบ กับขนาดความกว้างของอาวุธมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ดังนั้นเมื่อความยาวรอยแทงบนผ้าเพิ่มขึ้นขนาดความกว้างของอาวุธจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

อภิปรายผลการทดลอง

จากสมมติฐานข้อที่ 1. ที่ว่ารูปแบบความเสียหายภายนอกที่เกิดขึ้นบนผ้าเมื่อแทงด้วยอาวุธต่างชนิดมีความแตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะภายนอกของรอยแทงบนผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ ทั้งแบบแห้งและแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำเมื่อใช้อาวุธทั้ง 5 ชนิด แทงผ่านผ้าโดยมีแบบจำลองเจลลาตินรองรับได้รูปแบบความเสียหายจากการแทงแบ่งออกเป็น 7 รูปแบบตามที่กล่าวไว้ข้างต้น ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะของอาวุธหรือรูปแบบ ความหนา ขนาดของใบมีดที่มีลักษณะเฉพาะ และองศาการแทง 90 องศา จึงเกิดรอยแทงหรือความเสียหายที่มีลักษณะเฉพาะตามมา ตัวอย่างเช่น มีดครัว กับ มีดคัตเตอร์ สามารถแยกรอยแทงออกจากกันได้ด้วยลักษณะความกว้างของรอยแทงในขอบบนมีดครัวจะหนากว่า รวมไปถึงการหลุดลุ่ยของเส้นด้ายเนื่องจากลักษณะและองศาปลายมีดที่แตกต่างกันในมีดครัวปลายมีดเป็น drop point 40 องศา ทำให้เมื่อแทงจะทะลุง่ายกว่ามีดคัตเตอร์ที่ปลายมีดรูปทรงเหมือนเท้าแกะ 45 องศา จะเป็นการผลักเส้นด้ายไปด้านหลังมากกว่าจึงทำให้ส่วนปลายของเส้นด้ายหลุดลุ่ยมากกว่ามีดครัว, กรรไกรปลายแหลม กับ ไขควงปากแบน สามารถแยกความแตกต่างได้ว่าไขควงปากแบนลักษณะปลายที่อและหน้าตัดกว้างกว่ากรรไกรปลายแหลมโอกาสที่จะทะลุจึงน้อยกว่าและต้องใช้แรงมากกว่าทำให้เส้นด้ายถูกดึงทั้ง 2 แนว ส่วนในกรรไกรปลายแหลมจะมีการทะลุแบบฉีกขาดที่ยาวกว่าเส้นด้ายยืนจะถูกดึง (แกน x) หรืออาวุธบางชนิดให้ลักษณะความเสียหายที่คล้ายคลึงกับการถูกยิงด้วยกระสุนปืน ตัวอย่างเช่น ไขควงปากแฉกลักษณะรอยแทงเป็นวงกลม แต่จะไม่มีคราบเขม่าและการเผาไหม้ของเส้นด้าย เป็นต้น จากที่กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่าอาวุธแต่ละชนิดและรอยแทงที่เกิดขึ้นนั้นมีจุดสังเกตทำให้แยกความแตกต่างนั้นได้ขึ้นอยู่กับลักษณะรูปร่างของอาวุธ ทำให้ความเสียหายที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับลักษณะใบมีด ขอบใบมีด สันมีด ความคม ปลายใบมีด ซึ่งสอดคล้องกันงานวิจัยของ S.E. Kemp และคณะ (2009) ได้ทำการศึกษาเรื่องหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ในเสื้อผ้าจากเหตุการณ์แทง โดยพบว่าเมื่อใช้ผู้ทำการทดลองที่สุขภาพดีอายุ 20-25 ปี เพศชายทำการแทงแบบใต้วงแขน และจับมีดในลักษณะ predominant hand รอยแทงบนผ้าฝ้ายแบบทอและผ้าฝ้ายแบบยืดเนื้อเรียบเมื่อแทงด้วยมีดครัวให้รูปแบบรอยแทงที่มีลักษณะแคบเป็นเส้นตรงขอบเรียบ รอบๆมีการบิดเบี้ยวของผ้าเล็กน้อย และไขควงปากแฉกให้รูปแบบความเสียหายที่เป็นวงกลม รอบๆมีการบิดเบี้ยวของผ้าค่อนข้างมาก ระดับเส้นด้ายและเส้นใยมีการฉีกขาดในความยาวที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ และพบการหลุดลุ่ยเป็นฝอยๆ ของเส้นใยซึ่งแสดงให้เห็นว่าเกิดการฉีกขาดของผ้ามากกว่าการตัดด้วยของมีคมเนื่องจากเส้นด้ายถูกทำให้ขาดภายใต้แรงตึงจากแรงผลัก อีกทั้งขอบที่เรียบจะเกิดขึ้นในใบมีดที่เรียบและคมแต่จะไม่เกิดขึ้นในไขควงปากแฉกหรือขอบที่อ รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริ มงคล (2552) ได้ทำการศึกษาเรื่องลักษณะรอยฉีกขาดบนผ้าทั้ง 3 ชนิด ที่เกิดจากอาวุธ 13 ชนิด โดยพบว่าเมื่อทำการทดลองโดยให้ผู้ทำการทดลองสุขภาพดี 1 คน แทงบนผ้าฝ้าย ผ้าถัก และผ้ายืนส์ด้วยอาวุธทั้ง 13 ชนิด มีดครัวให้รูปแบบรอยแทงเป็นเส้นตรงขอบเรียบ กรรไกรปลายแหลมให้รูปแบบรอยแทงเป็นวงรีแนวตั้ง ขอบไม่เรียบและหลุดลุ่ย แต่ในอาวุธไขควงปากแฉกให้ผลตรงข้ามกับงานวิจัยครั้งนี้ คือ รูปแบบรอยแทงเป็นวงรูแนวตั้ง ขอบหลุดลุ่ยในผ้าฝ้าย แต่ในผ้าถักเป็นวงรีแนวนอน และผ้ายืนส์เป็นวงกลม สามารถอธิบายได้ว่าในความแตกต่างนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผ้า การถักหรือขึ้นรูป ความยืดหยุ่นและความตึงของผ้าที่แตกต่างกันจึงทำให้เกิดรูปแบบที่แตกต่างกัน

จากสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่า ในส่วนขนาดของรอยแทงที่เกิดขึ้นเมื่อแทงผ่านผ้า 4 แบบ โดยวัดตามความยาวรอยแทงบนผ้าจากขอบบนถึงขอบล่าง ผ้าโพลีเอสเตอร์ทั้งแบบแห้งและแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำมีความยาวของรอยแทงมากกว่าผ้าฝ้ายทั้งการแทงด้วยมีดครัว มีดคัตเตอร์ และไขควงปากแฉก ยกเว้นรอยแทงที่เกิดจากกรรไกรปลายแหลม และไขควงปากแบน ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำมีความยาวมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากผ้าฝ้ายเป็นการทอลายขัด (1/1 plain weave) เกิดมุมตัด 90 องศา ซึ่งถือว่าเป็นลายที่แข็งแรงทนทานต่อการดึงและการฉีกขาดสูงสุด การยืด ตัว-คืนตัวได้ดี มีความแน่นและหลุดลุ่ยยาก ใยฝ้ายแห้งมีความแข็งแรงปานกลาง 3.0-5.0 กรัม/ดิเนียร์ และแบบเปียก 5.0 กรัม/ดิเนียร์ ความหนาแน่น 1.52 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร การดูดซึมความชื้น 7-11% (ตารางที่ 21) แต่ผ้าโพลีเอสเตอร์เป็นการทอลายสองเป็นการสอดขัดน้อยครั้งทำให้เส้นด้ายสามารถเครื่องได้อิสระ โค้งงอได้มากกว่าลายขัด ทำให้เกิดลายทแยงซึ่งมีความแข็งแรงแต่การคงสภาพน้อย เมื่อทำการยืดมากขึ้นจะคืนสภาพได้ยากและหากถูกแรงดันหรือผลักจะเกิดการขาดได้ง่ายกว่าการทอแบบขัด ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศริญญา สงเคราะห์ (2554) ที่พบว่าขนาดค่าเฉลี่ยความยาวของรอยแทงบนผ้าฝ้ายมากกว่าผ้าโพลีเอสเตอร์ ผลที่แตกต่างกันอาจจะเนื่องจากความลึกในการแทง บริเวณใบมีดจะมีส่วนที่กว้างที่สุดอยู่ตรงกลางมีด 2/3 ของใบมีดก่อนจะถึงใบมีดส่วนท้าย ถ้าหากความลึกอยู่บริเวณนี้ก็จะได้ความยาวที่มากขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น มีดครัวสร้างรอยแทงบนผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งมีความยาวมากที่สุดอยู่ที่ 2.3 x 0.1 x 9.0 cm ความลึกที่ได้ 9.0 cm และอยู่ในช่วงความกว้างที่มากที่สุดของใบมีด ดังภาพที่ 124 และความยาวรอยแทงที่มากขึ้นอาจจะเกิดการตัดซ้ำอีกครั้งจากการดึงมีดออก สามารถบ่งบอกได้ว่าองศาการดึงมีดออกเป็นแบบไหน กรณีงานวิจัยนี้เป็น 90 องศา จึงเกิดขนาดของรอยแทงที่ไม่ต่างไปจากขนาดจริงมากนัก ถ้าหากกดมีดลงขณะดึงออกความยาวรอยแทงก็จะมากขึ้น อีกทั้งบ่งบอกได้อีกประการว่าขณะดึงมีดออก มีการหมุน หรือแทงซ้ำหรือไม่

ภาพที่ 124 ส่วนประกอบของใบมีด ชี้ให้เห็นส่วนที่กว้างที่สุดของใบมีด

จากสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ว่าลักษณะความเสียหายภายในระดับเส้นด้ายและเส้นใยที่เกิดขึ้นบนผ้าแต่ละชนิดเมื่อแทงด้วยอาวุธต่างชนิดมีความแตกต่างกัน สามารถแบ่งความเสียหายของรอยแทงออกเป็น 3 ส่วน คือ ขอบบน ขอบกลาง และขอบล่าง ผลการวิจัยพบว่า รอยแทงบนผ้าฝ้ายแบบแห้ง ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ และผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ ส่วนขอบบนที่ถูกแทงด้วยมีดครัวมีลักษณะเป็นจุด รอบๆรอยแทงไม่บิดเบี้ยว ระดับเส้นด้ายขอบกลางมีลักษณะเรียบ ไม่หลุดลุ่ย ไม่กระจัดกระจาย และเรียงตัวเป็นแนวเดียวกัน ขอบล่างลักษณะเป็นมุมแหลมเรียบ ระดับเส้นใยส่วนปลายอยู่ในระนาบเดียวกัน และหน้าตัดเรียบ แต่ในผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้งมีการกระจัดกระจายของเส้นใยมากที่สุดและหน้าตัดเส้นใยไม่เรียบ อาจจะมาจาก secondary cut จากการถอนมีดออก

ได้ดึงเส้นด้ายบางส่วนออกมาด้วย ทั้งนี้เนื่องจากมีดครัวที่ใช้ในการทดลองเป็นมีดมีคมด้านเดียว ปลายมีดทำมุม 40 องศา มุมที่แหลมทำให้การเจาะทะลุใช้แรงน้อยลง หรือง่ายขึ้นการบิดเบี้ยวรอบๆรอยแทงจะน้อยลงตามไปด้วย ขอบบนที่เป็นจุดเกิดจากบริเวณของสันมีดที่ไม่มีคมทำให้รอยแทงกว้างกว่าขอบล่าง ขอบกลางและขอบล่างเกิดจากขอบคมของใบมีดทำให้เกิดรอยแคบและมุมแหลม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nichols-Drew, และคณะ (2020) ที่พบว่ามีดครัวปลายแหลมสร้างความเสียหายได้มากที่สุดโดยเฉพาะบนผ้าโพลีเอสเตอร์ ความเสียหายที่เกิดขึ้นลักษณะขอบบนที่อรูปตัวที ขอบล่างเรียวมุมแหลม รอบๆไม่บิดเบี้ยว ระดับเส้นด้ายไม่กระจัดกระจาย และไม่พบการหลุดลุ่ย แต่ไม่มีแบบจำลองรอบรับเป็นการแทงผ่านผ้าเพียงอย่างเดียวจึงไม่มีการดึงเส้นด้ายกลับมาหน้าผ้า (Nichols-Drew et al., 2020) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ N. Aliverdipour (2020) ที่พบว่าเมื่อเพิ่มองศาของปลายมีดก็จะต้องใช้แรงในการแทงเพิ่มขึ้นทำให้การเจาะทะลุยากขึ้นอีกด้วย (Aliverdipour et al., 2020)

รอยแทงบนผ้าทั้ง 4 ชนิด เมื่อแทงด้วยมีดคัตเตอร์ให้ลักษณะโดยรวมขอบบนลักษณะเป็นจุดที่อ รอบๆมีการบิดเบี้ยว ระดับเส้นด้ายกระจัดกระจาย ระดับเส้นใยหน้าตัดเส้นใยไม่เรียบ ขอบกลางลักษณะคล้ายกับขอบบนแต่หน้าตัดเส้นใยเรียบ ส่วนขอบล่างลักษณะเรียบ รอบๆไม่บิดเบี้ยว ไม่มีการกระจัดกระจายของเส้นด้าย หน้าตัดเส้นใยเรียบ ทั้งนี้เนื่องจากมีดคัตเตอร์มีลักษณะใบมีดบางและค่อนข้างอ่อน ปลายมีดทำมุม 45 องศา หน้าตัดเป็นแนวราบลาดลงต่างจากมีดครัวที่มีส่วนโค้ง เมื่อแทงลงบนผ้าที่มีความตึงรอบรับด้วยแบบจำลองเจลลาตินทำให้ใบมีดเกิดการโค้งบิดเบียวได้ รอยแทงที่ได้จึงมีความกว้างและการกระจัดกระจายของเส้นด้ายมากกว่ามีดครัว อีกประการหนึ่งด้วยตัวมีดคัตเตอร์มีปลอกที่เรียบติดกับใบมีด (ภาพที่ 125) เมื่อทำการแทงจึงทะลุไปถึงส่วนนี้ได้รอยแทงที่ได้จึงมีรูปร่างลักษณะไม่เป็นเส้นตรงมาจากการฉีกขาดเพิ่มขึ้นของส่วนปลอกมีดคัตเตอร์

ภาพที่ 125 ส่วนประกอบของมีดคัตเตอร์ ชี้ให้เห็นปลอกมีดส่วนต้น

รอยแทงบนผ้าทั้ง 4 ชนิดเมื่อแทงด้วยกรรไกรให้ลักษณะโดยรวมลักษณะขอบไม่เรียบ รอบๆรอยแทงพบการบิดเบี้ยว เส้นด้ายไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน เส้นด้ายมีการกระจัดกระจายออกจากแนวเดิม พบการหลุดลุ่ยและเคราของเส้นด้ายส่วนปลาย ในระดับเส้นใยหน้าตัดไม่เรียบ ทั้งนี้เนื่องจากกรรไกรปลายแหลมมีขอบด้านนอกหนาและที่อ เมื่อแทงเข้าไปแล้วจะเกิดเป็นรูและดันเส้นด้ายตามความกว้างที่มากขึ้นของใบมีดกรรไกรทำให้เกิดการฉีกขาดตามมา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ D.Sneath และคณะ (2019) ที่พบว่ากรรไกรมีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กเป็นผลทำให้เกิดความเสียหายขนาดเล็ก และมีปลายที่อจึงทำให้เกิดการหลุดลุ่ยของรอยแทง นอกจากนี้ยังพบว่าขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของอาวุธสัมพันธ์กับการแทงผ่านของเส้นใยถ้าหากพื้นที่พื้นผิวที่มากขึ้นก็จะเพิ่มโอกาสในการสัมผัสเส้นใยมากขึ้นด้วย (Sneath et al., 2019)

รอยแทงบนผ้าทั้ง 4 ชนิดเมื่อแทงด้วยไขควงปากแฉกให้ลักษณะโดยรวมลักษณะขอบเรียบแนวเส้นด้ายโค้งงอไปมีการผลักเส้นด้ายไปด้านหลังเกิดเป็นรูวงกลม รอบๆรอยแทงเกิดการบิดเบี้ยวของผ้า เส้นด้ายส่วนปลายกระจัดกระจายไม่อยู่ในแนวเดิมและมีเคราในบางส่วน เส้นใยส่วนปลายด้านหลังกระจัดกระจาย และหน้าตัดเป็นปมไม่เรียบ ทั้งนี้เนื่องจากไขควงปากแฉกมีลักษณะขอบและปลายที่ทำให้เกิดการทะลุแบบดันหรือผลักเส้นด้ายจนถึงจุดขาด ดังนั้นเส้นด้ายและเส้นใยที่ขาดเกิดมาจากแรงตึงมากกว่าแรงตัดหรือแทง เส้นใยส่วนปลายจึงไม่เรียบและเป็นปม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ S.E Kemp, D.J. Carr (2017) และงานวิจัยของ D.Sneath และคณะ (2019) ที่พบว่าเมื่อใช้ไขควงปากแฉกแทงลงบนผ้าตัวอย่างจะเกิดเป็นรูกลม รอบๆมีการบิดเบี้ยวค่อนข้างมาก มีการหลุดลุ่ยเส้นด้ายและเส้นใยที่ขาดมีระดับความยาวไม่เท่ากันจึงเกิดเป็นเครา(Kemp, 2017)

รอยแทงบนผ้าทั้ง 4 ชนิด เมื่อแทงด้วยไขควงปากแบนให้ลักษณะโดยรวมไม่มีการทะลุแต่มีการบิดเบี้ยวรอบๆรอยแทงและเกิดเป็นร่องตื่น รอบๆมีการบิดเบี้ยวของผ้าและเส้นด้ายมีลักษณะแบน ยกเว้นผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำมีการทะลุขอบไม่เรียบ และเส้นด้ายถูกผลักไปด้านหลังก่อนจะมีการขาด ทั้งนี้เนื่องจากไขควงปากแบนมีลักษณะปลายที่ทำให้ต้องใช้แรงมากขึ้นในการทำให้ผ้าทะลุมากกว่าอาวุธที่มีปลายแหลม ในทางกลับกันผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำเกิดการทะลุเป็นเหตุมาจากเมื่อนำผ้าฝ้ายที่มีการทอแบบลายขัดมาจากเส้นใยธรรมชาติไปโดนน้ำทำให้เส้นด้ายพองตัวและแนบกับพื้นผิวมากขึ้นเกิดการทะลุได้ง่ายขึ้นไม่มีช่องว่างระหว่างผ้ากับแบบจำลอง ดังนั้นการแทงจึงผ่านไปได้ง่าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ S.E Kemp, D.J. Carr (2009) ที่พบว่าขอบและปลายที่อจะไม่เกิดการทะลุเป็นการยืดออกของเส้นด้ายและเส้นใยมากกว่าการตัดทำให้เกิดเป็นลักษณะการฉีกขาดมากกว่าการตัดด้วยอาวุธมีคม และงานวิจัยของ E.J. Cowper และคณะ ที่พบว่าปลายที่อจะสร้างการบิดเบี้ยวรอบๆมากกว่าปลายแหลมเพราะมีการผลักเส้นด้ายไปด้านหลังก่อนที่เส้นด้ายจะขาด(Cowper et al., 2015)

จากสมมติฐานที่ 2 ที่ว่าลักษณะรอยแทงที่เกิดขึ้นบนผ้าแบบแห้งและผ้าแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำแทงด้วยอาวุธทั้ง 5 ชนิด แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ผ้าแบบเปียกโดยส่วนใหญ่จะให้รอยแทงที่มีลักษณะขอบชัดเจน รอบๆมีการบิดเบี้ยวที่น้อยหรือไม่มี การกระจัดกระจายของเส้นด้าย การหลุดลุ่ย เส้นด้ายที่ติดมากับการดึงอาวุธออกน้อยกว่าแบบแห้ง และการเกาะกลุ่มของเส้นด้ายมีมากกว่าแบบแห้ง อีกทั้งในระดับเส้นใยหน้าตัดเรียบแต่เป็นปื้นติดกัน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดเรียงตัวของโพลีเมอร์ในเส้นใยแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ ไม่เป็นระเบียบ (amorphous) และเป็นระเบียบ (crystalline) ในผ้าฝ้ายมีการจัดเรียงตัวโพลิเมอร์เป็นระเบียบ 70% และไม่เป็นระเบียบ 30% ในส่วนไม่เป็นระเบียบจะมีการดูดซึมน้ำและยืดหยุ่นได้ดี และผ้าโพลีเอสเตอร์มีการจัดเรียงตัวของโพลีเมอร์จะถูกควบคุมมาจากการผลิตตั้งต้นซึ่งเป็นเม็ดพลาสติกชนิดหนึ่ง ดังนั้นกรณีผ้าเปียกจะมีความแข็งแรงและเหนียวขึ้น เส้นใยจะอุ้มน้ำจึงไม่แตกตัวออกมา โดยปกติแล้วเส้นใยแบบแห้งช่องว่างที่มีการจัดเรียงแบบไม่ระเบียบจะถูกแทนที่ด้วยอากาศทำให้เกิดการแตกตัวมากกว่า อีกทั้งผ้าแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำยังมีความยืดหยุ่นมากแรงต้านน้อยจึงไปตามแรงที่กระทำทำให้เส้นด้ายรอบๆไม่ถูกดึงเมื่อถอดอาวุธออก นอกจากนี้ในผ้าแห้งเมื่อมีแรงกระทำต่อผ้าเส้นด้ายพุ่ง (เส้นด้ายในแนวราบ) จะมีการขาดหลุดลุ่ยมากกว่าแบบเปียกเพราะไม่มีการยึดเกาะของน้ำระหว่างเส้นด้ายและเส้นใย รวมทั้งผ้าที่โดนน้ำจะเกาะติดแนบกับพื้นผิวได้ดีกว่าทำให้ไม่เกิดช่องว่างระหว่างผ้าและพื้นผิว เมื่อมีการแทงหรือมีการกระทำจะไม่มีอากาศอยู่ระหว่างผ้ากับพื้นผิวผ่านไปโดยตรงหากมีการทะลุผลที่ปรากฏจะใกล้เคียงกับขนาดอาวุธจริง

มากกว่าแบบแห้ง ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ E.J. Cowper (2015) พบว่าเป็นการทดลองโดยมนุษย์แบบ underarm technique รอยแทงบนผ้าฝ้ายแบบถักและแบบทอทั้งแบบไม่ซัก และซัก 60 ครั้งด้วยอาวุธมีดครัวผลที่ได้ขอบมีดที่หยักจะสร้างขอบรอยแทงที่รุ่งริ่งและมีการบิดเบี้ยวรอบๆรอยแทงที่มากกว่าขอบใบมีดเรียบ และผ้าฝ้ายมีการบิดเบี้ยวรอบๆรอยแยกที่มากขึ้นเมื่อนำไปซักหรือโดยน้ำ แต่เนื่องจากการทดลองของ E.J. Cowper เป็นการซักทำให้เส้นด้ายบางและฉีกขาดง่ายขึ้น แต่งานวิจัยนี้เป็นการแช่น้ำให้ผ้าเกิดการชุ่มหรืออุ้มน้ำจึงให้ผลที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 16 คุณสมบัติของเส้นใยแต่ละชนิด

คุณสมบัติ	**ผ้าฝ้าย**		**ผ้าโพลีเอสเตอร์**	
	แบบแห้ง	**แบบเปียก**	**แบบแห้ง**	**แบบเปียก**
การเรียงตัวของโพลิเมอร์	แบบไม่เป็นระเบียบ 70% และแบบเป็นระเบียบ 30%		เป็นปิโตรเคมีที่ควบคุมมาจากการผลิตตั้งต้น	
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	16-20 ไมครอน		ขึ้นอยู่กับการผลิต	
ลักษณะหน้าตัด				
ความแข็งแรง (กรัม/ดิเนียร์)	3.0-5.0	5.0	2.5-6.3	คงเดิม
ความเหนียว (กรัม/ดิเนียร์)	3.5-4.0	4.5-5.0	2.4-5.5	คงเดิม
ความยืดตัว	3.7	9.5	9-18	คงเดิม
ความหดตัว	75%		76%	
ความหนาแน่น (กรัม/ลูกศก์เซนติเมตร)	1.52		1.34-1.39	
การดูดซึมความชื้น	7-11%		0.4-0.8%	
การขัดถู	น้อยกว่า		มากกว่า	

จากสมมติฐานที่ 3 ที่ว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของรอยแทงกับความกว้างของอาวุธ จากการทดสอบสมมติฐานโดยใช้สหสัมพันธ์พหุ ผลการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของรอยแทงบนผ้าทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้ายแบบแห้ง ผ้าฝ้ายแบบที่ผ่านการจุ่มน้ำ ผ้าโพลีเอสเตอร์แบบแห้ง และผ้าโพลีเอสเตอร์แบบที่ผ่านการจุ่มน้ำมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกกับความกว้างของอาวุธค่าความสัมพันธ์อยู่ที่ .965 .943 .984 และ .916 ตามลำดับ เป็นความสัมพันธ์กันในระดับสูงซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หมายความว่าความยาวรอยแทงบนผ้าทั้ง 4 ชนิด เพิ่มขึ้นขนาดความกว้างของอาวุธก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจากรอยแทงเป็นไปตามความกว้างของใบมีดที่ผ่านผ้า หากเป็นส่วนปลายอาจจะเกิดรอยแทงที่สั้น ส่วนกลางจะเป็นรอยแทงที่ยาวที่สุดในมีดชนิดเดียวกัน ทั้งนี้จะเกี่ยวข้องกับความลึกในการแทงด้วยซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ S.E. Kemp (2009) ที่พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของใบมีดและความยาวของรอยแทงเป็นความสัมพันธ์ที่ไม่

แข็งแรงแต่สามารถใช้เป็นข้อมูลคร่าวๆได้เนื่องจากมีความแปรปรวนของการยืดและการคืนตัวของผ้า อย่างไรก็ตาม ขนาดความยาวรองแทงควรจะนำมาใช้สนับสนุนหลักฐานหรืออาวุธที่สอดคล้องกัน นอกจากนี้ในงานวิจัยของ S.E. Kemp ค้นพบว่าความแตกต่างระหว่างขอบที่เป็น clip edge และ blunt edge สัมพันธ์กับความหนามากกว่ารูปร่างของใบมีด กล่าวได้ว่าขนาดและรูปร่างความเสียหายยังสัมพันธ์กับลักษณะใบมีด ลักษณะขอบ ความหนา และความคมทั้งปลายมีด-ใบมีด งานวิจัยของ N. Nic Daeid และคณะ (2008) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของเสื้อผ้าที่เสียหายกับความยาวของบาดแผลจากมีด พบว่ามีความแตกต่างระหว่างลักษณะทางกายภาพของความเสียหายบนผ้าแต่ละชนิด และสอดคล้องกับความยาวของบาดแผลบนผิวหนังหมู นอกจากนี้ประมาณ 70% พบว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นเกิดเมื่อผ้ายืดเหนือผิวหนังในกรณีนี้รอยบนผ้าน้อยกว่ารอยบนผิวหนัง ประเภทของผ้าจึงมีผลต่อความแตกต่างระหว่างความสัมพันธ์นี้ด้วย และมีมากในผ้าที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติ และงานวิจัยของสงเคราะห์ (2554) ที่พบว่าขนาดของอาวุธมีดมีความสัมพันธ์กับรอยแทงมีดที่เกิดขึ้นในเชิงบวก โดยค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์อยู่ที่ 0.546 งานวิจัยของ N. Aliverdipour (2020) ที่พบว่าความเสียหายบนผ้าสามารถเห็นถึงรูปร่างลักษณะของอาวุธที่แทง และเกี่ยวข้องกับอาวุธที่ใช้ในการก่อเหตุ นอกจากนี้ความหนาและการขยายของรอยแทงเกี่ยวข้องกับความหนาใบมีดอีกด้วย นอกจากนี้งานวิจัยของ E.J. Cowper (2015) ได้เพิ่มเติมไว้ว่าความยาวของรอยแทงมีผลกระทบโดยเพศของผู้ทดลอง ประเภทของผ้า การซักและประเภทของมีด แต่ไม่มีผลกับการยืดขยายของผ้า อีกทั้งลักษณะการถอนอาวุธออกก็เป็นส่วนที่สำคัญในการประเมินขนาดรอยแทงบนผ้าอีกด้วย

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. การศึกษาครั้งต่อไปควรใช้ส่วนของผ้าที่มีลักษณะใกล้เคียงเหตุการณ์จริงมากขึ้น เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ออกแบบมาเพื่อทำการทดลองจึงมีการใช้ผ้าตัวอย่างใหม่ทั้งหมด ตัวอย่างเช่น ผ้าจากเสื้อผ้าที่ใส่แล้ว เครื่องแต่งกายส่วนบน และส่วนล่าง เป็นต้น นอกจากนี้จากที่กล่าวมาควรมีการเพิ่มความหลวม ความแน่นหรือความตึงของผ้าที่สวมใส่ในหลายระดับ เพื่อนำมาเปรียบเทียบความเสียหายที่เกิดขึ้นให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด
2. การศึกษาครั้งนี้ใช้ผ้า 2 ชนิด ได้แก่ ผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์ ควรมีการเพิ่มความหลากหลายของผ้าที่มาจากเส้นใยต่างๆ โครงสร้างของผ้าที่แตกต่างกัน และชนิดของผ้าให้มากขึ้น เช่น ผ้ายีนส์ ผ้าไนลอน ผ้าลินิน เป็นต้น เพื่อนำมาเปรียบเทียบลักษณะความแตกต่างในระดับเส้นด้ายและเส้นใยที่เกิดขึ้นกับรอยแทงบนผ้า
3. เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ใช้แรงผู้ทดลองเพียง 1 คน เพศ น้ำหนัก และส่วนสูงคงที่ ควรมีการเพิ่มจำนวนคน รวมไปถึงความหลากหลายของเพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง เพื่อจะได้ข้อมูลเพิ่มเติมในความแตกต่างของรอยแทงได้มากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น ความสูงและน้ำหนักที่แตกต่างกันมีผลต่อรอยแทงที่เกิดขึ้นอย่างไร หรือเปรียบเทียบลักษณะของมุมรอยแทงที่เกิดขึ้นเมื่อส่วนสูงแตกต่างกัน ทั้งหมดนี้สามารถนำมาเป็นข้อมูลประกอบในการวิเคราะห์ ตรวจสอบพยานหลักฐาน ร่องรอยความเสียหายได้ และสามารถสันนิษฐานผู้ต้องสงสัยได้ใกล้เคียงขึ้น

4. มุมและท่าทางของการแทง ควรเพิ่มมุมที่แตกต่างกันเพื่อเปรียบเทียบความเสียหายที่เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น มุมการแทง 45 กับ 90 องศา นอกจากนี้ท่าทางการแทง ตัวอย่างเช่น การแทนใต้วงแขน (underarm) กับการแทงเหนือวงแขน (overarm) เป็นต้น เพื่อที่จะเปรียบเทียบความแตกต่างลักษณะของรอยแทง ขอบบนและขอบล่าง ให้ทราบถึงกิริยาท่าทางในการโจมตี
5. ควรมีการเพิ่มความหลากหลายของอาวุธ หรือแบ่งประเภทของอาวุธ เช่น ประเภทมีดคมเดียว ประเภทมีดสองคม มีดพก ประเภทมีดขอบหยัก ประเภทอาวุธหนัก เช่น ขวาน เป็นต้น เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้มาแยกเป็นหมวดหมู่ความเสียหาย
6. การศึกษานี้ใช้องศามีดทั้ง 40 45 องศา ของปลายมีดครัว และมีดคัตเตอร์ จากข้อค้นพบชี้ให้เห็นว่าองศาปลายมีดหรืออาวุธมีผลต่อการขาดหลุดลุ่ยและรอยแทงที่เกิดขึ้น ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการเปรียบเทียบองศาของปลายมีดที่มากขึ้น
7. ลักษณะของปลายใบมีดควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเนื่องจากสามารถนำมาเปรียบเทียบความเสียหายบนผ้าได้
8. ลักษณะการถอนมีดในรูปแบบต่างเป็นอีกส่วนที่มีความสำคัญทำให้สามารถประเมินได้เบื้องต้นว่าผู้โจมตีมีความชำนวญ หรือมีเทคนิคในการใช้อาวุธหรือไม่ อีกทั้งหากมีการถอดมีดออกมากกว่า 1 ครั้งอาจจะนำไปเป็นข้อมูลในการพิจารณาว่าเจตนาหรือไม่เจตนาประสงค์ต่อชีวิต
9. ควรมีการวัดน้ำหนักการแทง และแรงในการแทง เพิ่มเติมด้วยเนื่องจากมีผลต่อรอยแทงบนผ้าที่เกิดขึ้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รายการอ้างอิง

Aliverdipour, N., Ezazshahabi, N., & Mousazadegan, F. (2020). Characterization of the effect of fabric's tensile behavior and sharp object properties on the resistance against penetration. *Forensic science international*, 306, 110097.

BABU, S. (2021, Thursday, April 8). Knit fabric, types of knit fabric and different terms of knitting. *textileadvisor*. https://www.textileadvisor.com/2021/04/picture-1-knit-fabric-in-its-simplest.html

Bhandari, N. (2015, Mar. 31, 2015). *Yarn construction*. Slideshare a scribd company. Retrieved 12 from https://www.slideshare.net/niketbhandari/yarn-construction

Bostock, E., Parkes, G., & Williams, G. (2013). A novel method for the analysis of slash cuts to clothing. *Journal of Forensic Research*.

Carr, D., & Wainwright, A. (2011). Variability of simulants used in recreating stab events. *Forensic science international*, 210(1-3), 42-46.

Cowper, E., Carr, D., Horsfall, I., & Fergusson, S. (2015). The effect of fabric and stabbing variables on severance appearance. *Forensic science international*, 249, 214-224.

Daéid, N. N., Cassidy, M., & McHugh, S. (2008). An investigation into the correlation of knife damage in clothing and the lengths of skin wounds. *Forensic science international*, 179(2-3), 107-110.

Fry, C. (2018). *Conventional and Unconventional Knife Grips*. Chris Fry. Retrieved 12 Dec. from https://www.personaldefensenetwork.com/article/conventional-and-unconventional-knife-grips/

Jenner, M. (2022, march 21, 2022). *The Parts of a Knife - The Anatomy of Kitchen*. MARK JENNER. Retrieved Dec. 12 from https://www.foodfirefriends.com/parts-of-a-knife/

Journal, C. N. (2017, 10th Feb 2017). *Which knife is best for me?* Staff of web page. Retrieved 12 from https://www.statgeartools.com/blog/which-knife-is-best-for-me/

Katare, N., & Goutam, M. (2021). Differentiation of cut damage caused by sharp objects on cotton clothes using SEM analysis. *J Forensic Sci Crim Investig*, 15(2), e15.

555907-e555915. 555907.

Kemp, S. (2017). Forensic analysis of sharp weapon damage to textile products. In *Forensic Textile Science* (pp. 71-97). Elsevier.

Kemp, S., Carr, D. J., Kieser, J., Niven, B., & Taylor, M. C. (2009). Forensic evidence in apparel fabrics due to stab events. *Forensic science international*, 191(1-3), 86-96.

Nichols-Drew, L., Armitage, R., Hillman, R., Sheridan, K. J., & Farrugia, K. J. (2020). On a knife edge: A preliminary investigation of clothing damage using rounded-tip knives. *Science & Justice*, 60(6), 495-503.

Nitas Tessile Co., L. (2016). *kind of fabrics*. Nitas Tessile Co., Ltd. Retrieved 2 from https://www.nitas-tessile.com/%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%B9%E0%B9%89%E0%B8%88%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%9C%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%96%E0%B8%AD%E0%B8%B0/

Park, J., & Son, H. (2018). Weapon use in Korean homicide: differences between homicides involving sharp and blunt instruments. *Journal of forensic sciences*, 63(4), 1134-1137.

Raveendran, B. (2020). *Study Of The Parts Of A Compound Microscope*. https://byjus.com/biology/study-of-the-parts-of-a-compound-microscope/

Sneath, D., Tidy, H., & Wood, B. (2019). The transfer of fibres via weapons from garments. *Forensic science international*, 301, 278-283.

Wells, S., Laing, R., Carr, D. J., & Niven, B. (2013). Effect of laundering on visible damage to apparel fabric caused by sharp force impact. *Forensic science international*, 233(1-3), 283-287.

เนียมทรัพย์, ผ. ด. ป. (2561). กล้องจุลทรรศ์และการย้อมสี (ผ. ด. ป. เนียมทรัพย์, Ed.). มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

จันทร์มีชัย, อ. (2552). ผลของพลังงานจากลูกกระสุนปืนต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพของเส้นใย [นิติวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บุษยามานนท์, แ. (2010). การตายจากบาดแผล (แ. บุษยามานนท์, Ed.). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

มีเจริญ, เ. (2561). กล้องจุลทรรศน์ และส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์. เนียรวรรณ มีเจริญ. Retrieved 01 from https://www.scimath.org/lesson-biology/item/7873-2018-02-27-02-46-18

รัตนคำนวณ, อ. ด. อ. (2558). วิทยาศาสตร์เส้นใยและผ้า. อ.ดร.อุษารัตน์ รัตนคำนวณ. Retrieved 12 from

http://www.science.mju.ac.th/chemistry/download/u_ratanakamnuan/IC%20361%20%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B9%80%E0%B8%AA%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B9%83%E0%B8%A2%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%9C%E0%B9%89%E0%B8%B2_2558.pdf

วินิจนัย, ณ. (2560). ปัญหาอาชญากรรมของสังคมไทยในปัจจุบัน. ผู้อำนวยการศูนย์สำรวจความคิดเห็นสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (นิด้าโพล). https://nidapoll.nida.ac.th/survey_detail?survey_id=224

ศิริมงคล, ก. (2551). การศึกษาทางจุลภาคของรอยฉีกขาดบนผ้าที่เกิดจากเครื่องมือชนิดต่างๆ [นิติวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล]. มหาวิทยาลัยมหิดล.

สงเคราะห์, ศ. (2554). การประมาณขนาดของอาวุธจากรอยแทงบนผ้าชนิดต่างๆ [นิติวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อัมพฤกษ์, จ. (2555). การวิเคราะห์เส้นใยธรรมหาติ และเส้นใยสังเคราะห์ในงานทางนิติวิทยาศาสตร์โดย *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)* [นิติวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร]. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สิริรัตน์ ใจเด็ด
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี แพทย์แผนไทยประยุกต์บัณฑิต สาขาแพทย์แผนไทยประยุกต์ ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์
ผลงานตีพิมพ์	การจัดการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยจันทรเกษม