



ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ ระดับการเจ็บจางโลหิต ประเภทของพื้นผิววัตถุ การฉายแสงยูวี และ
ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step

Fecal Occult Blood

โดย

นางสาวภรณ์ทิพย์ นราแหวน



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผนก ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร



ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ ระดับการเจ็บจางโลหิต ประเภทของพื้นผิววัตถุ การฉายแสงยูวี
และระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และ
วิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ แผนก ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

INTERACTION BETWEEN GENDER, BLOOD DILUTION LEVELS, TYPES OF
SURFACES, UV LIGHT PROJECTION AND THE DURATION OF UV LIGHT
FOR DETECTING BLOOD STAINS BY USING THE KASTLE-MEYER TEST AND FOB
1-STEP FECAL OCCULT BLOOD



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Science (FORENSIC SCIENCE)
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2018
Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ ระดับการเจาะจางโลหิต ประเภทของพื้นผิว
วัตถุ การฉายแสงยูวี และระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหา
คราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step
Fecal Occult Blood

โดย ภรณ์ทิพย์ นราแหวน

สาขาวิชา นิติวิทยาศาสตร์ แผนก ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร. นพรุจ ศักดิ์ศิริ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

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

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก พงษ์พิษณุ ภัคดิณรงค์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร. นพรุจ ศักดิ์ศิริ)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร. สฤชดี สืบพงษ์ศิริ)

57312317 : นิติวิทยาศาสตร์ แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบัณฑิต

คำสำคัญ : การฉายแสงยูวี/การตรวจหาคราบโลหิต/Kastle-Meyer test/FOB 1-Step Fecal Occult Blood

นางสาว ภรณ์ทิพย์ นราแหว: ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ ระดับการเงิอจางโลหิต ประเภทของพื้นผิววัตถุ การฉายแสงยูวี และระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร. นพรุจ ศักดิ์ศิริ

การวิจัยนี้เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะตัวแปรที่มีผลต่อการตรวจ หาคาบโลหิต ภายหลังการฉายแสงยูวี โดยศึกษาค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต ด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล ซึ่งเป็นการศึกษาผลกระทบของ 2 ตัวแปรหรือมากกว่า เพื่อศึกษาการตรวจหาคราบโลหิตภายหลังการฉายแสงยูวี โดยมีตัวแปรในการทดสอบ 6 ตัวแปร ได้แก่ 1) เพศ 2) ระดับการเงิอจางโลหิต 3) ประเภทของพื้นผิววัตถุ 4) การฉายแสงยูวี 5) ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี และ 6) วิธีการตรวจหาคราบโลหิต โดยการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง และเมื่อทดสอบสมมติฐานแล้วมีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการทดสอบความแปรปรวนแบบทางเดียว

ผลการวิจัย พบว่า

1. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 1) ประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเงิอจางโลหิต 2) ประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี 3) ระดับการเงิอจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี และ 4) ระดับการเงิอจางโลหิตและการฉายแสงยูวี ต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test

2. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 1) เพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ 2) เพศและระดับการเงิอจางโลหิต 3) เพศและ ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี 4) เพศและการฉายแสงยูวี และ 5) ประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตโดยทั้งวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood

57312317 : Major (FORENSIC SCIENCE)

Keyword : UV light projection/Bloodstain detection/Kastle-Meyer test/FOB 1-Step Fecal Occult Blood

The objectives of this research are to study the interaction between the characteristics of variables that affect the bloodstain investigation after UV irradiation by studying the color level of bloodstain investigation reaction with Kastle-Meyer test and FOB 1-Step Fecal Occult Blood which are the experimental research using factorial experimental plan that studies the influence of 2 variables or more. And to study the bloodstain investigation after UV irradiation with 6 variables in the test; 1) Sex 2) Blood dilution rate 3) Type of material surface 4) UV irradiation 5) Duration of UV irradiation and 6) Bloodstain investigation method with fundamental statistics value analysis by descriptive analysis such as average and standard deviation. And to find the interaction between factors with Two Way ANOVA. And after completing the hypothesis test, there is a statistically significant difference. One Way ANOVA testing.

The research results demonstrated that;

1. There is the interaction between 1) Type of material surface and blood dilution rate 2) Type of material surface and UV irradiation 3) Blood dilution rate and duration of UV irradiation and 4) Blood dilution rate and UV irradiation per color level of bloodstain investigation reaction with FOB 1-Step Fecal Occult Blood but no interaction to color level of bloodstain investigation reaction with Kastle-Meyer test.

2. No interaction between 1) Sex and type of material surface 2) Sex and blood dilution rate 3) sex and duration of UV irradiation 4) Sex and UV irradiation and 5) Type of material surface and duration of UV irradiation per color level of bloodstain investigation reaction by both Kastle-Meyer test and FOB 1-Step Fecal Occult Blood.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไม่อาจที่จะสำเร็จสมความมุ่งหมายของผู้เขียน เพียงเพราะอาศัยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาของผู้เขียนเท่านั้น หากแต่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ตามเป้าหมายได้ เพราะได้รับความอนุเคราะห์ ความเมตตากรุณา ความช่วยเหลือและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อ การศึกษาค้นคว้าอย่างยิ่ง จากผู้มีพระคุณหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ พันตำรวจ เอก ดร. นพรุจ ศักดิ์ศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งเมตตากรุณา อุทิศเวลาคอยให้คำปรึกษาและ แนะนำ ให้ความรู้และข้อคิดต่างๆ ทั้งคอยตรวจทาน ให้ปรับแก้ไขและเพิ่มเติม ในส่วนที่ยังบกพร่อง ต่างๆ ตลอดจนการท้าวิจัยด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี จนเกิดเป็นผลงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ที่มีความ สมบูรณ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก พงษ์พิชญ ภัคดีณรงค์ ประธานกรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร. สฤณี สืบพงษ์ศิริ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ซึ่งมีความเมตตา กรุณา ให้ความรู้ คำแนะนำ ชี้แนะ ให้ผู้วิจัยสามารถปรับปรุง แก้ไข ให้งานวิจัยฉบับนี้เกิดความสมบูรณ์ ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์สาขานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรทุกท่าน ผู้ซึ่งเมตตา ถ่ายทอดวิชาความรู้ด้านนิติวิทยาศาสตร์ตลอดการศึกษาปริญญาโท ทั้งคอยให้คำแนะนำ และคอย ช่วยเหลือด้านต่างๆ จนทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จด้วยดี

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กองพิสูจน์หลักฐานกลาง สำนักงานตำรวจแห่งชาติ สถาบันนิติ วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร และเจ้าหน้าที่บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัย ศิลปากรทุกท่านที่ให้ข้อมูล ความรู้ประสบการณ์ ความอนุเคราะห์ในการประสานงาน และให้คำแนะนำ ในเรื่องวิจัยเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณและระลึกอยู่เสมอว่าจะไม่มีความสำเร็จใดๆ ในชีวิตของผู้วิจัย หากปราศจากความรัก ความเข้าใจ และกำลังใจจากบุคคลผู้ซึ่งมีพระคุณที่คอยให้การสนับสนุน การศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวอันเป็นที่รัก รวมทั้ง สถาบันการศึกษาอันทรงเกียรติที่มอบโอกาสในการศึกษาหาความรู้แก่ผู้วิจัย และขอขอบพระคุณผู้ที่มีได้ เอ่ยนามซึ่งมีส่วนช่วยเหลือในวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี

ภรณ์ทิพย์ นราแห้ว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโลหิต.....	11
2.2 ความรู้เกี่ยวกับการเก็บวัตถุดิบที่เป็นโลหิต.....	17
2.3 การพิสูจน์คราบโลหิตในทางนิติวิทยาศาสตร์.....	19
2.4 ความรู้เกี่ยวกับน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood.....	26
2.5 ลักษณะทั่วไปและคุณสมบัติการซึมซับหรือการดูดซับของพื้นผิววัตถุ.....	30
2.6 ความรู้เกี่ยวกับแสงยูวี (Ultraviolet rays).....	32

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	37
2.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	44
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	45
3.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	45
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย.....	59
4.1 การวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรประเภท เพศของตัวอย่างคราบโลหิต ระดับการเจ็บจาก โลหิต ประเภทของพื้นผิววัตถุ การฉายแสงยูวี ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี วิธีการตรวจหาคราบ โลหิต	61
4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะตัวแปรต่อความสามารถในการตรวจหาคราบ โลหิต	71
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ	122
5.1 สรุปผลการวิจัย	122
5.2 อภิปรายผล	130
5.3 ข้อเสนอแนะ	132
รายการอ้างอิง	135
ภาคผนวก.....	138
ประวัติผู้เขียน.....	149

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	สรุปประเด็นที่ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณลักษณะตัวแปรต่อ.....	42
ตารางที่ 2	Colour chart แสดงแถบสีของผลการทดสอบโลหิตด้วยชุดทดสอบ FOB 1-Step.....	49
ตารางที่ 3	Colour chart แสดงระดับสีของปฏิกิริยาของผลการทดสอบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-...	50
ตารางที่ 4	Colour chart แสดงระดับสีของปฏิกิริยาของผลการทดสอบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-...	51
ตารางที่ 5	Colour chart แสดงระดับสีของปฏิกิริยาของผลการทดสอบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-...	52
ตารางที่ 6	Colour chart แสดงระดับสีของปฏิกิริยาของผลการทดสอบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-...	53
ตารางที่ 7	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา	61
ตารางที่ 8	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา	62
ตารางที่ 9	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา	64
ตารางที่ 10	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา...	65
ตารางที่ 11	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา...	67
ตารางที่ 12	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา...	69
ตารางที่ 13	ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา	71
ตารางที่ 14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการ...	72
ตารางที่ 15	ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา	73
ตารางที่ 16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการ...	74
ตารางที่ 17	ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา	75
ตารางที่ 18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการ...	76

ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการ	102
ตารางที่ 37 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา	103
ตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการ	104
ตารางที่ 39 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา	105
ตารางที่ 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการ	106
ตารางที่ 41 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา	107
ตารางที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการ	110
ตารางที่ 43 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา	111
ตารางที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการ	114
ตารางที่ 45 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา	115
ตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการ	116
ตารางที่ 47 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา	117
ตารางที่ 48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการ	118
ตารางที่ 49 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับค่าสีของผลการทดสอบในการตรวจหา	119
ตารางที่ 50 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง	120
ตารางที่ 51 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต	141
ตารางที่ 52 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต	142

ตารางที่ 53 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
 143

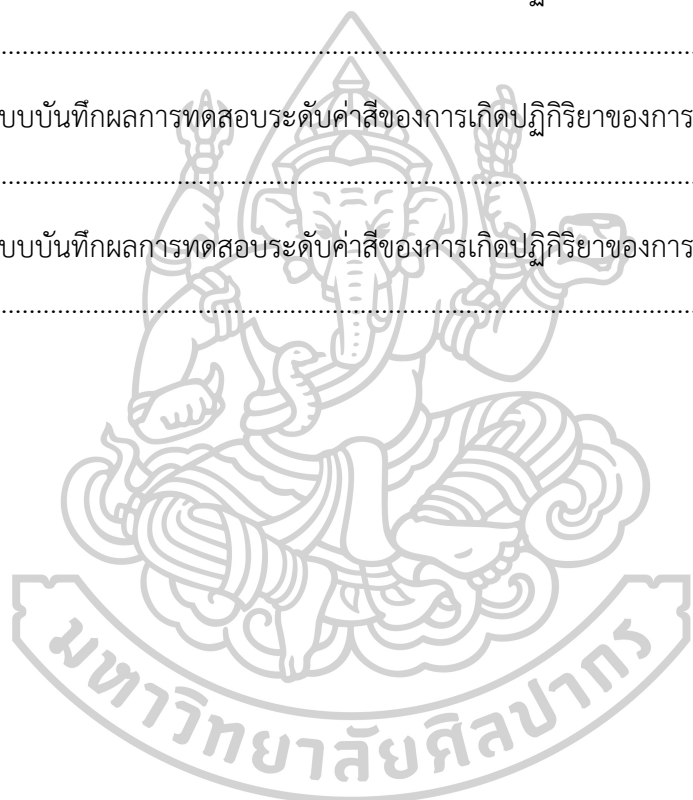
ตารางที่ 54 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
 144

ตารางที่ 55 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
 145

ตารางที่ 56 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
 146

ตารางที่ 57 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
 147

ตารางที่ 58 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
 148



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ขอบเขตของการวิจัย.....	7
ภาพที่ 2 ประเภทและลักษณะของเซลล์เม็ดโลหิต	13
ภาพที่ 3 แสดงภาพจำลองโมเลกุลของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) และฮีม (Heme) ที่จับกับเหล็ก 15	
ภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein).....	21
ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) 21	
ภาพที่ 6 แสดงโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลเตตระเมทิลเบนซิดีน (Tetramethylbenzidine).....	22
ภาพที่ 7 แสดงโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลลูมินอล (Luminol)	23
ภาพที่ 8 แสดงปฏิกิริยาการเรืองแสงของลูมินอล (Luminol) เมื่อทำปฏิกิริยากับโลหิต.....	23
ภาพที่ 9 แสดงหลักการเกิดปฏิกิริยาของ Immuno chromatographic assay.....	27
ภาพที่ 10 แสดงหลักการ Chromatographic immunoassay ของการเกิดปฏิกิริยาของชุดทดสอบ	28
ภาพที่ 11 แสดงปฏิกิริยาการเปลี่ยนสีของฟีนอล์ฟทาลีนของการทดสอบ Kastle-Meyer test.....	29
ภาพที่ 12 แสดงส่วนประกอบของผ้า.....	30
ภาพที่ 13 แสดงการแผ่รังสีอัลตราไวโอเล็ตของดวงอาทิตย์มายังผิวโลก	32
ภาพที่ 14 กรอบแนวคิดในการวิจัย	44
ภาพที่ 15 แสดงวิธีการเจือจางโลหิตด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:200 และ 1:1,000 โดยปริมาตร....	47
ภาพที่ 16 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	58
ภาพที่ 17 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-.....	61
ภาพที่ 18 ค่าเฉลี่ยของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle -	63
ภาพที่ 19 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-.....	64
ภาพที่ 20 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-.....	66

ภาพที่ 21 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-.....	68
ภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-.....	70
ภาพที่ 23 แสดงรูปพื้นผิวที่ใช้ในการวิจัย.....	139
ภาพที่ 24 แสดงชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ที่ใช้ในการตรวจหาคราบโลหิต	139
ภาพที่ 25 แสดงตู้ที่ใช้ในการฉายแสงยูวีที่ใช้ในงานวิจัยนี้.....	140



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการก่ออาชญากรรมในรูปแบบต่างๆ มีเพิ่มขึ้นในทุกพื้นที่ทั่วโลก ดังนั้นจึงต้องมีการเข้าสู่สถานที่เกิดเหตุ ซึ่งเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ตำรวจจากกองพิสูจน์หลักฐาน พนักงานสอบสวน ดำเนินการตรวจหาวัตถุพยานเมื่อเกิดอาชญากรรมขึ้นในทุกกรณี สิ่งปรากฏในสถานที่เกิดเหตุเป็นสิ่งที่ปรากฏขึ้นภายหลังจากเหตุการณ์ฆาตกรรม เช่น คราบโลหิต น้ำลาย หรือคราบอสุจิ เป็นต้น ในการตรวจสถานที่เกิดเหตุอย่างละเอียดเพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานสำคัญในการนำไปสู่ผู้กระทำความผิดหลักฐานที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ คราบโลหิตเป็นชีววัตถุพยานที่สำคัญที่สุดในการนำไปใช้ตรวจหาหมู่โลหิต และดีเอ็นเอ เพื่อป้องกันระบุตัวบุคคล และยังสามารถใช้เป็นหลักฐานในการเชื่อมโยงผู้เสียหาย ผู้ต้องสงสัย และสถานที่เกิดเหตุเข้าไว้ในเหตุการณ์เดียวกัน โดยอาศัยลักษณะของคราบโลหิตที่ปรากฏในที่เกิดเหตุ เช่น ปริมาณโลหิต ขอบเขตการกระจายของโลหิต ลักษณะของหยดโลหิต ขอบรอยโลหิต รอยลากหรือรอยป้ายโลหิต เป็นต้น นอกจากนี้ลักษณะรูปร่างของหยดโลหิต ยังสามารถบ่งบอกถึงระยะและทิศทางของโลหิตที่ตกกระทบพื้นผิวได้ (ศิริพร พันธศรี, 2549) ในคดีอาญาประเภทประทุษร้ายต่อร่างกายและชีวิต เช่น คดีฆาตกรรม ข่มขืนกระทำชำเราและคดีอื่นๆ ที่คล้ายคลึงกับคดีเหล่านี้ รอยคราบโลหิตจะเป็นหลักฐานอันหนึ่งที่สำคัญเสมอ ในคดีจำพวกนี้จะพบรอยคราบโลหิตจากบริเวณดังกล่าว คือ จากตัวผู้ถูกประทุษร้าย จากสถานที่เกิดเหตุ จากตัวของผู้ร้าย และจากอาวุธที่ใช้ โลหิตที่ไหลออกมาจะมีปริมาณมากน้อยอย่างไร ย่อมขึ้นอยู่กับความฉกรรจ์ของบาดแผลส่วนใดของร่างกายที่เกิดเป็นแผลฉกรรจ์ และบาดแผลอยู่ใกล้ทางเดินของเส้นโลหิตใหญ่ก็ย่อมจะมีโลหิตไหลออกมามาก โลหิตที่ไหลออกมาเปราะเป็อนอยู่ตามที่ต่างๆ ดังกล่าวนั้น จะมีลักษณะเกาะแน่นเป็นหยดหรือคราบอยู่ ณ ที่นั้นเรียกว่า หยดโลหิตหรือคราบโลหิต หยดโลหิตหรือคราบโลหิตนี้นับว่าเป็นประโยชน์แก่การสืบสวนเป็นอันมากคือ ช่วยให้ทราบถึงวิธีการกระทำผิดของคนร้าย ช่วยให้ทราบถึงเส้นทางหลบหนีของคนร้าย ช่วยในการตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลผู้กระทำความผิด ช่วยให้ทราบระยะเวลาของการตายที่ผ่านมาแล้ว โลหิตที่ไหลออกมาใหม่ๆ จะมีลักษณะเหลวและมีสีแดงเข้มต่อมาจะเป็นลักษณะเหลวตรงกลางส่วนตามขอบของโลหิตจะค่อยๆ แห้ง และสีเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแก่ ต่อจากนั้นจะค่อยๆ เปลี่ยนสภาพแห้งหรือเป็นสะเก็ด สีน้ำตาลแก่หรือสีดำ (อรรถพล เข้มสุวรรณ และคณะ, 2552)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าโลหิตเป็นชีววัตถุพยานที่มีความสำคัญสามารถใช้เป็นหลักฐานประกอบการสอบสวนเกี่ยวกับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในคดี แต่เมื่อมีการปิดบังอำพรางที่เกิดเหตุ โดยการเช็ดหรือล้างคราบโลหิตออก รวมทั้งปัจจัยต่างๆ ที่ทำลายคุณสมบัติของโลหิต เช่น ระยะเวลา

การเกิดสนิมของอาวุธ ความร้อน แสงอาทิตย์หรือรังสี ความชื้น การซักรวมเป็นคราบที่เสื้อผ้า หรือ การถูกชะล้างโดยธรรมชาติ ได้แก่ น้ำฝน ทำให้เห็นเป็นเพียงรอยคราบไม่อาจทราบได้ว่าเป็นคราบ เลือดของมนุษย์ คราบเลือดสัตว์ หรือเป็นคราบของอาหารและเครื่องดื่ม

ในการสืบสวนอาชญากรรมนั้น การตรวจคราบโลหิตเบื้องต้น (Presumptive test) เป็นวิธีการที่สำคัญ เนื่องจากเป็นสิ่งแรกในการดำเนินการกับวัตถุพยานซึ่งในบางครั้งวัตถุพยานมีปริมาณ น้อย และเป็นประโยชน์อย่างมากที่จะให้คำตอบและเป็นหลักฐานประกอบการสอบสวนคดี ดังนั้น วิธีการตรวจคราบโลหิตเบื้องต้นควรเป็นวิธีที่มีทั้ง ความไว ความจำเพาะ ขั้นตอนการทดสอบง่าย ได้ผลการทดสอบรวดเร็วและมีความถูกต้อง (M. Cox, 1991)

ปัจจุบันการทดสอบคราบโลหิตในงานด้านการตรวจสถานที่เกิดเหตุนั้นมีหลายวิธีในการ ค้นหาและตรวจพิสูจน์คราบโลหิตเบื้องต้น (Presumptive test) มีวิธีการทดสอบหลายวิธีเช่น การ ทดสอบ luminol และ Bluestar luminol เป็นวิธีการที่นิยมใช้อย่างไรก็ตามมีข้อจำกัดว่าต้องทำการ ทดสอบอยู่ในสภาวะที่มีมืด การทดสอบ benzidine test เป็นการทดสอบที่ใช้ประโยชน์ของตัวเร่ง ปฏิกิริยา จากการทำปฏิกิริยาระหว่างเลือดกับ ethanol/acetic acid solution แต่จะมีผลบวก ปลอมที่หลากหลาย เช่น การ oxidation จากผลไม้, ผักและยังเป็นสารก่อมะเร็ง การทดสอบ Leucomalachite green (LMG) มีสภาวะเป็นกรด โดยเร่งปฏิกิริยาของ heme ให้ผลการทดสอบ เป็นสีเขียว LMG มีความไวใกล้เคียง กับน้ำยา Kastle-Mayer test แต่ไม่จำเพาะกับสายพันธุ์ การ ทดสอบด้วยน้ำยา Kastle-Mayer test เป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เป็นการทดสอบเบื้องต้นในการ ทดสอบคราบโลหิตด้วยหลักการ hemoglobin ในเม็ดโลหิตแดงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้ peroxidase เกิดปฏิกิริยา oxidation เปลี่ยน reduce form ของ phenolphthalein จากสารละลายที่ไม่มีสี ให้ เปลี่ยนเป็น phenolphthalein ซึ่งมีสีชมพู

เนื่องจากการทดสอบด้วยน้ำยา Kastle-Mayer test เป็นการทดสอบคราบโลหิต เบื้องต้น ซึ่งไม่สามารถแยกโลหิตของมนุษย์ออกจากโลหิตของสัตว์ได้ และยังสามารถให้ผลการ ทดสอบเป็นผลบวกปลอมจากสาร oxidizing agent เช่น ต่างทับทิม, น้ำยาฟอกขาว และพืชผักผลไม้ บางชนิดที่มีเอนไซม์ peroxidase เช่น มันฝรั่ง, หัวผักกาด, บรอกโคลี, กะหล่ำดอก, แดงขาว, มะเขือ เทต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อแยกว่าเป็นโลหิตของมนุษย์หรือโลหิตของสัตว์อีกครั้ง (ศิริพร พันธศรี, 2549)

ปัจจุบันมีชุดทดสอบโลหิตมนุษย์ เช่น Hexagon OBTI โดยใช้หลักการทางภูมิคุ้มกัน แต่ ก็ยังมีข้อจำกัดในการทดสอบคือ นอกจากจะให้ผลบวกกับฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ของโลหิต มนุษย์แล้วยังให้ผลบวกกับฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ของโลหิตสัตว์ชนิดอื่นอีกด้วย ได้แก่ Primate (สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดหนึ่ง) Ferret (สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมตระกูลเดียวกับชะมด) (Mattioli & Roy, 2008) และยังมีชุดทดสอบอีกหลายชนิดที่ผลิตจากหลายๆ บริษัท เช่น RSIDTMHuman

Blood เป็นชุดทดสอบที่มีความจำเพาะต่อ glycophorin A ของมนุษย์ อีกทั้งยังมีความคงทนต่อการถูกทำลายจากผงซักฟอกที่มี active oxygen (Castelló, Francés, & Verdú, 2011) แต่มีราคาค่อนข้างแพง ชุดทดสอบ ABACard Hematrace™ ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีใช้ในต่างประเทศเท่านั้น ยังไม่ได้มีการนำเข้ามาใช้ในประเทศไทย

ในการศึกษาเปรียบเทียบความไวและความจำเพาะของน้ำยาตรวจคราบโลหิตเบื้องต้น (Presumptive test) ให้ผลการศึกษาที่แตกต่างกันไป ในการศึกษาของ Johnston และคณะพบว่าชุดทดสอบ Hexagon OBTI Kit มีความไวในการทดสอบเท่ากับ LMG และน้ำยา Kastle-Meyer test [10] การศึกษาของ Cox พบว่าน้ำยา Kastle-Meyer test มีความจำเพาะต่อการตรวจคราบเลือดมากกว่า Orthotolidine และ Tetramethyl benzidine (TMB) (M. Cox, 1991)

ชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood test เป็นผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์อีกชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับการทดสอบหาโลหิตมนุษย์ในอุจจาระ โดยอาศัยหลักการ Immunochromatographic Assay เป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจนและแอนติบอดี มีคุณสมบัติที่จำเพาะในการทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบินของมนุษย์ (Human hemoglobin) โดยตรง เป็นชุดทดสอบสำเร็จรูปใช้งานง่าย สะดวก และราคาไม่แพง ซึ่งจากข้อจำกัดของน้ำยาตรวจคราบโลหิตเบื้องต้น Kastle-Meyer test ที่พบนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องศึกษาถึงประสิทธิภาพด้านความไว และความจำเพาะของชุดทดสอบ เพื่อศึกษาว่าชุดทดสอบชนิดใดมีประสิทธิภาพที่ดี มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยมากที่สุด (ยกเว้นเรื่องของราคาและความปลอดภัย)

ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำยา Kastle-Meyer test ซึ่งใช้ทดสอบคราบโลหิตเบื้องต้นที่ใช้ในประเทศไทยปัจจุบัน และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ซึ่งเป็นชุดทดสอบโลหิตในอุจจาระ นำมาประยุกต์ใช้ทดสอบคราบโลหิตเนื่องจากชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood มีความจำเพาะกับโลหิตมนุษย์ และเป็นชุดทดสอบสำเร็จรูปใช้งานง่าย จึงควรมีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood เพื่อนำผลของการศึกษา มาเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ตรวจคราบโลหิตในสถานที่เกิดเหตุในประเทศไทยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้แก่ เพศ ระดับการเงิองจางโลหิต ประเภทของพื้นผิววัตถุ การฉายแสงยูวี และระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และ FOB 1-Step Fecal Occult Blood

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระดับการเงิอจางโลหิตมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวีมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
4. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและการฉายแสงยูวีมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
5. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเงิอจางโลหิตมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
6. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวีมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
7. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวีมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
8. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเงิอจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวีมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
9. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเงิอจางโลหิตและการฉายแสงยูวีมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประเภทของตัวอย่างคราบโลหิต ผู้ทดสอบเลือกประเภทของตัวอย่างคราบโลหิต จากมนุษย์เพศชาย และเพศหญิง ที่มีอายุใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 28-30 ปี ที่มีค่าความเข้มข้นของระดับฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ในเลือดอยู่ในเกณฑ์ที่ปกติ โดยค่าปกติของระดับฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ในเพศชายเท่ากับ 13-17 กรัมต่อเดซิลิตรและค่าปกติของระดับฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ในเพศหญิงเท่ากับ 12-15 กรัมต่อเดซิลิตร เพศละ 1 ตัวอย่าง
2. ขอบเขตด้านพื้นผิววัตถุที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ 1. พื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน ได้แก่ กระเบื้องเซรามิกสีขาวชนิดผิวเรียบเคลือบมัน และ 2. พื้นผิวที่มีรูพรุน ได้แก่ ผ้าฝ้ายสีขาว
3. ขอบเขตด้านการเงิอจางโลหิต แบ่งเป็น 2 ระดับ ได้แก่ 1:200 และ 1:1,000 โดยปริมาตร

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา แบ่งออกเป็น

4.1 ระยะเวลาในการหยุดโลหิตก่อนเริ่มทำการทดสอบฉายแสงยูวี เป็นระยะเวลาที่หยุดโลหิตลงบนพื้นผิววัตถุกระเบื้องและผ้าฝ้ายทิ้งไว้ก่อนการเริ่มฉายแสงยูวี ได้แก่ 6 ชั่วโมง เพื่อให้มีระยะเวลาในการซึมของโลหิตเข้าสู่พื้นผิววัตถุ

4.2 ระยะเวลาที่คราบโลหิตถูกฉายแสงยูวีและไม่ถูกฉายแสงยูวี เพื่อดูประสิทธิภาพของน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิตว่าจะสามารถตรวจพบคราบโลหิตได้หรือไม่ อย่างไรเมื่อเวลาผ่านไป โดยทำการฉายแสงยูวีต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 10 วัน

4.3 ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล โดยจะเก็บข้อมูลทุกวันแบ่งเป็น 3 รอบต่อ 1 วัน แต่ละรอบห่างกัน 8 ชั่วโมง โดยจะเก็บทั้งหมด 10 วันหรือทั้งหมด 30 รอบ

4.4 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น

- ระยะเวลาในการทดลอง ระหว่างเดือนมกราคม 2562 – กุมภาพันธ์ 2562 รวมระยะเวลา 2 เดือน

- ระยะเวลาในการวิเคราะห์ผล เดือนมีนาคม 2562 รวมระยะเวลา 1 เดือน

5. ขอบเขตด้านตัวแปร

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ เพศ ระดับการเจือจางโลหิต ประเภทของพื้นผิววัตถุที่ปนเปื้อนคราบโลหิต การฉายแสงยูวี ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี และวิธีการตรวจหาคราบโลหิต โดยแบ่งเป็นดังนี้

- เพศ ได้แก่ เพศหญิง เพศชาย

- ระดับการเจือจางโลหิต ได้แก่ 1:200 1:1,000 โดยปริมาตร

- ประเภทของพื้นผิววัตถุที่ปนเปื้อนคราบโลหิต ได้แก่ ผ้าฝ้าย กระเบื้อง เซรามิคชนิดผิวเรียบเคลือบมันเงา

- การฉายแสงยูวี ได้แก่ การฉายแสงยูวี กับไม่ฉายแสงยูวี

- ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี โดยทำการฉายแสงยูวีต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 10 วันและแบ่งช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลเป็น 30 ช่วง แต่ละช่วงห่างกัน 8 ชั่วโมง

- วิธีการตรวจหาคราบโลหิต ได้แก่ วิธี Kastle-Meyer test และ FOB 1-Step Fecal Occult Blood

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการตรวจหาคราบโลหิต ประกอบด้วยตัวแปรย่อยได้แก่

- ระดับความเข้มของสีของการเกิดปฏิกิริยาของวิธี Kastle-Meyer test และระดับความเข้มของแถบสีของการเกิดปฏิกิริยาของวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood

- ระยะเวลาที่ยังสามารถตรวจพบคราบโลหิต

5.3 ตัวแปรควบคุม ได้แก่ ปริมาณโลหิตที่หยดลงบนพื้นผิววัตถุทดสอบ ขนาดของพื้นที่ผิววัตถุทดสอบ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบฉายแสงยูวี ได้แก่ ขนาดของตู้และชนิดกับขนาดของหลอดไฟที่ให้แสงยูวี อุณหภูมิภายในตู้ฉายแสงยูวี ระยะเวลาที่ทิ้งคราบโลหิตให้แห้งก่อนการฉายแสงยูวีและหรือที่ไม่ฉายแสงยูวี

แสดงรายละเอียดตามภาพที่ 1



ประเภทของตัวอย่างคราบโลหิต (เพศ)			
โลหิตเพศหญิง		โลหิตเพศชาย	
ระดับการเจือจางโลหิต (โดยปริมาตร)		ระดับการเจือจางโลหิต (โดยปริมาตร)	
<input type="checkbox"/> 1:200 <input type="checkbox"/> 1:1,000		<input type="checkbox"/> 1:200 <input type="checkbox"/> 1:1,000	
ประเภทของพื้นผิววัตถุ		ประเภทของพื้นผิววัตถุ	
พื้นผิวที่มีรูพรุน	พื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน	พื้นผิวที่มีรูพรุน	พื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน
ผ้าฝ้ายสีขาว	กระเบื้องสีขาว	ผ้าฝ้ายสีขาว	กระเบื้องสีขาว
การฉายแสงยูวี		การฉายแสงยูวี	
ฉายแสงยูวี	ไม่ฉายแสงยูวี	ฉายแสงยูวี	ไม่ฉายแสงยูวี
↓		↓	
ระยะเวลา		ระยะเวลา	
ระยะเวลาในการฉายแสง UV ต่อเนื่อง 10 วัน	ระยะเวลาในการไม่ฉายแสง UV ต่อเนื่อง 10 วัน	ระยะเวลาในการฉายแสง UV ต่อเนื่อง 10 วัน	ระยะเวลาในการไม่ฉายแสง UV ต่อเนื่อง 10 วัน
แบ่งช่วงระยะเวลาเป็น 30 ช่วง แต่ละช่วงห่างกัน 8 ชั่วโมง	แบ่งช่วงระยะเวลาเป็น 30 ช่วง แต่ละช่วงห่างกัน 8 ชั่วโมง	แบ่งช่วงระยะเวลาเป็น 30 ช่วง แต่ละช่วงห่างกัน 8 ชั่วโมง	แบ่งช่วงระยะเวลาเป็น 30 ช่วง แต่ละช่วงห่างกัน 8 ชั่วโมง
↓		↓	
การตรวจหาคราบโลหิต			
1.) ระดับความเข้มของสีของการเกิดปฏิกิริยาของวิธี Kastle-Meyer test และระดับความเข้มของแถบสีของการเกิดปฏิกิริยาของวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิต 2.) ระยะเวลาที่ยังสามารถตรวจพบคราบโลหิตโดยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood			

ภาพที่ 1 ขอบเขตของการวิจัย

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ปฏิสัมพันธ์ (Interactive) คือ การกระทำหรือการประกอบกิจกรรมระหว่างสิ่งสองสิ่งหรือสิ่งหลายสิ่งเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ การวิจัยนี้หมายถึงการหาความสัมพันธ์หรือความแตกต่างระหว่างตัวแปรหลายตัว เช่น เพศ ระดับการเจ็บจางโลหิต ประเภทของพื้นผิววัตถุ การฉายแสงยูวี ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี และวิธีในการตรวจหาคราบโลหิต เป็นต้น

2. คุณลักษณะตัวแปร หมายถึง ตัวแปรที่มีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิต ในงานวิจัยนี้หมายถึง 1) เพศ 2) ระดับการเจ็บจางโลหิต 3) ประเภทของพื้นผิววัตถุ 4) การฉายแสงยูวี 5) ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี และ 6) วิธีในการตรวจหาคราบโลหิต

3. การตรวจหาคราบโลหิต หมายถึง ความสามารถในการตรวจหาคราบโลหิต โดยงานวิจัยนี้จะศึกษาเกี่ยวกับการตรวจหาคราบโลหิตว่าสามารถตรวจพบได้หรือไม่ โดยพิจารณาจากระดับความเข้มข้นของสีของการเกิดปฏิกิริยาของวิธี Kastle-Meyer test และระดับความเข้มข้นของแถบสีของการเกิดปฏิกิริยาของวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิตและระยะเวลาที่ยังสามารถตรวจพบคราบโลหิตได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดในการทดลองนี้

4. Kastle-Meyer test หมายถึง เป็นวิธีการทดสอบเบื้องต้นเพื่อทดสอบหาคราบโลหิตและฮีโมโกลบิน (hemoglobin)

5. ชุดทดสอบ FOB (Fecal Occult Blood) หมายถึง ชุดทดสอบที่ใช้ตรวจหาโลหิตที่มีปริมาณน้อยมากซึ่งมองไม่เห็นด้วยตาเปล่าในอุจจาระ

6. ความไว (Sensitivity) หมายถึง ปริมาณของสารที่ต้องการวิเคราะห์ที่น้อยที่สุดที่วิธีวิเคราะห์นั้นสามารถตรวจได้

7. ความจำเพาะ (Specificity) หมายถึง ความสามารถในการตรวจพบสารชนิดหนึ่งได้อย่างแม่นยำโดยไม่มีปฏิกิริยาข้ามระหว่างสารสองชนิดหรือสารอื่นๆ

8. การเจ็บจาง หมายถึง การทำให้ความเข้มข้นน้อยลง เพราะเติมตัวทำละลายเช่นน้ำเพิ่มลงไป มีตัวทำละลายมาก มีตัวถูกละลายน้อย ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเจ็บจางตัวอย่างโลหิตของมนุษย์เพศชายและเพศหญิง เพื่อศึกษาดูความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตที่มีระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

9. ระดับการเจ็บจาง หมายถึง การเจ็บจางสารละลายในอัตราส่วนต่างๆ อัตราส่วนการเจ็บจาง คือการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณของของเหลว 2 ปริมาณ ได้แก่ ปริมาณ a และปริมาณ b ยกตัวอย่างเช่น อัตราการผสมระหว่างปริมาณของสารเคมีกับปริมาณของน้ำ (สารเคมี : น้ำ) โดยส่วนมากปริมาณของสารเคมีจะน้อย และปริมาณของน้ำจะมากกว่า ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเจ็บจางโลหิตมนุษย์ด้วยน้ำกลั่น ในระดับการเจ็บจาง 1:200 และ 1:1,000 โดยปริมาตร

10. ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี หมายถึง ช่วงระยะเวลาที่คราบโลหิตบนพื้นผิววัตถุถูกฉายแสงยูวีตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในกาทดลอง โดยใช้ตู้สำหรับการฉายแสงยูวี ในงานวิจัยนี้ได้ทำการฉายแสงยูวีต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 10 วันและแบ่งช่วงระยะเวลาเป็น 30 ช่วง แต่ละช่วงห่างกัน 8 ชั่วโมง

11. ประเภทของพื้นผิววัตถุ หมายถึง ลักษณะของพื้นผิววัตถุโดยการสัมผัสหรือมองเห็น และสามารถรับรู้ได้ว่ามีลักษณะอย่างไร ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งการศึกษาทดลองประเภทของพื้นผิววัตถุออกเป็น 2 ประเภท คือ พื้นผิวมีรูพรุน ได้แก่ ผ้าฝ้าย และพื้นผิวไม่มีรูพรุน ได้แก่ กระเบื้องเซรามิค ชนิดผิวเรียบเคลือบมัน

12. การฉายแสงยูวี หมายถึง การใช้พลังงานแสงยูวีจากแหล่งกำเนิดแสงส่องไปบนตำแหน่งหรือพื้นผิวที่ต้องการทดสอบ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการฉายแสงยูวีคราบโลหิตมนุษย์ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 10 วัน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลของการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้คาดว่าจะได้ประโยชน์ต่อวงการนิติวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ประโยชน์ด้านวิชาการ ได้ข้อความรู้เกี่ยวกับ

1.1 องค์ความรู้ในการวิเคราะห์ความสามารถของน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิตที่ถูกทิ้งไว้ภายใต้สภาวะแสงยูวี โดยจากการทบทวนวรรณกรรมทางด้านงานวิจัย ยังไม่พบการวิจัยในลักษณะนี้ในประเทศไทย ซึ่งจะช่วยให้เป็นแนวทางสำหรับการทำวิจัยอื่นต่อไป

1.2 งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาลักษณะตัวแปรต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์ต่อการตรวจหาคราบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยตัวแปรอิสระ ได้แก่ 1.) เพศ 2.) ระดับการเจือจางโลหิต 3.) ประเภทของพื้นผิววัตถุ 4.) การฉายแสงยูวี 5.) ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี และ 6.) วิธีการตรวจหาคราบโลหิต ซึ่งจะให้เป็นแนวทางสำหรับการใช้ตัวแปรอื่นในการวิจัยต่อไป

2. ประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ โดยข้อค้นพบที่ได้สามารถนำไป

2.1 ใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการตรวจหาคราบโลหิต โดยอาจนำไปปรับใช้กับการออกตรวจสถานที่เกิดเหตุ ทำให้เจ้าหน้าที่สามารถตรวจหาคราบโลหิตเบื้องต้นในสถานะที่แสงแดดส่องถึงได้ ช่วยคัดแยกวัตถุที่ใช้ในการกระทำความผิด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของพยานวัตถุและ/หรือพยานบุคคลได้อย่างถูกต้อง อันเป็นประโยชน์ในรูปแบบของการสืบสวนสอบสวนได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว

2.2 บริษัทผู้ผลิตน้ำยาและชุดทดสอบสามารถนำผลการวิจัยไปพัฒนาน้ำยาและชุดทดสอบเพื่อตรวจหาคราบโลหิตในที่แสงแดดส่องถึงและรวมถึงแสงยูวีจากหลอดไฟในสถานที่พบวัตถุพยานที่เป็นคราบโลหิต



บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ ระดับการเจ็บจางโลหิต ประเภทของพื้นผิววัตถุ การฉายแสงยูวี และระยะเวลาที่ฉายแสงยูวีต่อการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการศึกษาวิจัยดังนี้

- 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโลหิต
- 2.2 ความรู้เกี่ยวกับการเก็บวัตถุพยานที่เป็นโลหิต
- 2.3 การพิสูจน์คราบโลหิตในทางนิติวิทยาศาสตร์
- 2.4 ความรู้เกี่ยวกับน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood
- 2.5 ลักษณะทั่วไปและคุณสมบัติการซึมซับหรือการดูดซับของพื้นผิววัตถุ
- 2.6 ความรู้เกี่ยวกับแสงยูวี
- 2.7 ผลงานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง
- 2.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโลหิต

โลหิต คือของเหลวที่ไหลเวียนไปทั่วร่างกาย โดยอาศัยเส้นโลหิตขนาดต่างๆ โดยเฉลี่ยแล้วปริมาณโลหิตในร่างกายผู้ใหญ่ปกติ จะมีประมาณ 70 ซี.ซี./กิโลกรัมน้ำหนักตัว คือประมาณ 5-6 ลิตรในเพศชาย และ 4-5 ลิตรในเพศหญิง เมื่อนำโลหิตในร่างกายมาแยกส่วนประกอบของโลหิต จะได้ส่วนประกอบของโลหิต 2 ส่วน คือ พลาสมาและเม็ดโลหิต

โลหิตมีหน้าที่สำคัญ ดังนี้

1. การขนส่ง (Transportation)

1.1 การขนส่งสารอาหาร (Nutrient transportation) โลหิตมีหน้าที่ขนส่งอาหารหรือผลผลิตของสารอาหารต่าง ๆ ที่ได้จากการย่อยในระบบทางเดินอาหาร ดูดซึมเข้าเส้นเลือดฝอยแล้วขนส่งสู่ เนื้อเยื่อต่าง ๆ ทั่วร่างกาย

1.2 การขนส่งแก๊ส (Gaseous transportation) โดยฮีโมโกลบิน ซึ่งเป็นโปรตีนที่อยู่ในเม็ดเลือดแดงและมีคุณสมบัติในการจับกับออกซิเจนเป็นออกซิฮีโมโกลบิน (Oxyhemoglobin) โดยเฉพาะที่ปอด เพื่อนำออกซิเจนไปให้เนื้อเยื่อต่าง ๆ นำไปใช้ในปฏิกิริยาทางเคมี ขณะเดียวกันเนื้อเยื่อเหล่านี้จะมีการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะถูกนำไปใช้ขับออกจากร่างกายต่อไปที่ปอด

1.3 การขนส่งของเสีย (Waste product transportation) ของเสียที่ได้จากขบวนการเมแทบอลิซึม ในเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น ยูเรีย (Urea) กรดยูริก (Uric acid) ครีเอตินิน (Creatinine) เป็นต้น และ พวกแร่ธาตุต่าง ๆ จะถูกขนส่งออกจากเนื้อเยื่อไปขับออกที่ไต ผิวหนัง และอวัยวะอื่น ๆ เพื่อกำจัด ออกจากร่างกาย

1.4 การขนส่งฮอร์โมน (Hormone transportation) ฮอร์โมนต่าง ๆ ที่ผลิตได้จากต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) จะถูกขนส่งไปยังเนื้อเยื่อหรืออวัยวะเป้าหมาย (target organ) โดยโลหิตกำจัดออกจากร่างกาย

2. การควบคุม (Regulation)

2.1 การควบคุมความเป็นกรด-เบสของร่างกาย (Regulation of body pH) ขบวนการเมแทบอลิซึม และปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในร่างกาย รวมทั้งการเผาผลาญอาหารหรือผลจากการได้รับยา หรือสารเคมีต่าง ๆ เข้าไป จะมีผลทำให้ความเป็นกรด-เบสของร่างกายเปลี่ยนแปลง เช่น การเกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ กรดแลคติก เป็นต้น โดยโลหิตทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ช่วยรักษาระดับความเป็นกรด-เบสในร่างกายให้คงที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

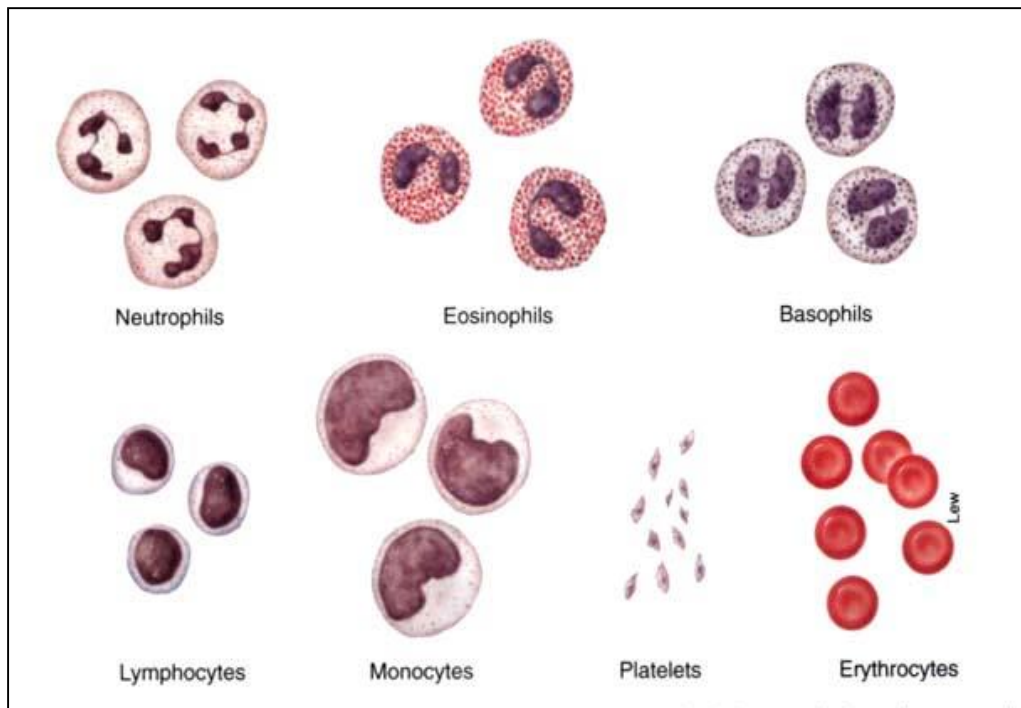
2.2 การควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย (Regulation of body temperature) โลหิตควบคุมอุณหภูมิหรือความร้อนของร่างกายโดยการกระจายความร้อนและการขับเหงื่อ

2.3 การควบคุมน้ำในร่างกาย (Regulation of water balance) โลหิตทำหน้าที่รักษาสมดุลของของเหลวในกระแสเลือดกับของเหลวในเนื้อเยื่อโดยการแลกเปลี่ยนของน้ำ

3. การป้องกัน (Protection)

3.1 การป้องกันการสูญเสียโลหิต (Protection of blood loss) เมื่อเกิดบาดแผลขึ้นกับร่างกายไม่ว่าจะเป็นที่ผิวหนังหรืออวัยวะภายในของร่างกาย โลหิตจะมีกลไกการห้ามเลือด โดยอาศัยปัจจัยในการแข็งตัวของเลือดรวมถึงเกล็ดเลือด ช่วยให้เกิดการอุดปิดบาดแผล

3.2 การป้องกันสิ่งแปลกปลอม (Protection of foreign body) โลหิตป้องกันสิ่งแปลกปลอม เช่น เชื้อโรค ตลอดจนจุลินทรีย์ที่เข้าสู่ร่างกาย โดยอาศัยกลไกการทำงานของเม็ดเลือดขาว เกล็ดเลือด และแอนติบอดี (antibodies) ที่ไหลเวียนในกระแสโลหิต



ภาพที่ 2 ประเภทและลักษณะของเซลล์เม็ดโลหิต

โลหิต เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) ชนิดหนึ่ง มีคุณสมบัติพิเศษคือมีลักษณะเป็นของเหลว แต่เมื่อออกมาภายนอกร่างกายจะแข็งตัวเป็นลิ่ม (Clot) ถ้าปล่อยให้เวลานานลิ่มนี้จะหดตัวบีบเอาส่วนน้ำใสออกมาเรียกว่าซีรัม (Serum) แต่โลหิตที่เจาะมาใหม่ๆ ที่มีการเติมสารกันโลหิตแข็งตัวไว้จะช่วยยับยั้งการแข็งตัวเป็นลิ่มได้ และเมื่อนำมาปั่นแยก จะได้ส่วนใสที่มีสีเหลืองจางอยู่ชั้นบนเรียกว่าพลาสมา (Plasma) ส่วนล่างมีสีแดงจะเป็นชั้นของเม็ดโลหิตแดงซึ่งส่วนบนสุดของชั้นจะมีลักษณะเป็นสีขาวบางๆ เป็นชั้นของเม็ดโลหิตขาวและเกล็ดโลหิตเรียกว่าชั้น Buffy coat (ธาดา สืบหลินวงศ์, 2542) แต่ส่วนประกอบของโลหิตมีหน้าที่หลักที่สำคัญดังนี้

1. เม็ดโลหิตแดง มีหน้าที่ในการนำแก๊สออกซิเจนออกจากปอด เพื่อลำเลียงไปส่งให้เนื้อเยื่อทั่วร่างกาย
2. เม็ดโลหิตขาว มีหน้าที่ป้องกันและต่อสู้กับเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย
3. เกล็ดโลหิต มีหน้าที่ในการช่วยห้ามโลหิตออกเมื่อเกิดบาดแผล
4. น้ำในโลหิต ได้แก่ พลาสมาหรือซีรัม ทำหน้าที่หล่อเลี้ยงเซลล์ทั่วร่างกายและช่วยให้ร่างกายอยู่ในภาวะสมดุล นอกจากนี้ยังช่วยนำของเสียไปขับถ่ายออกทางไต ปอด ผิวหนัง และลำไส้

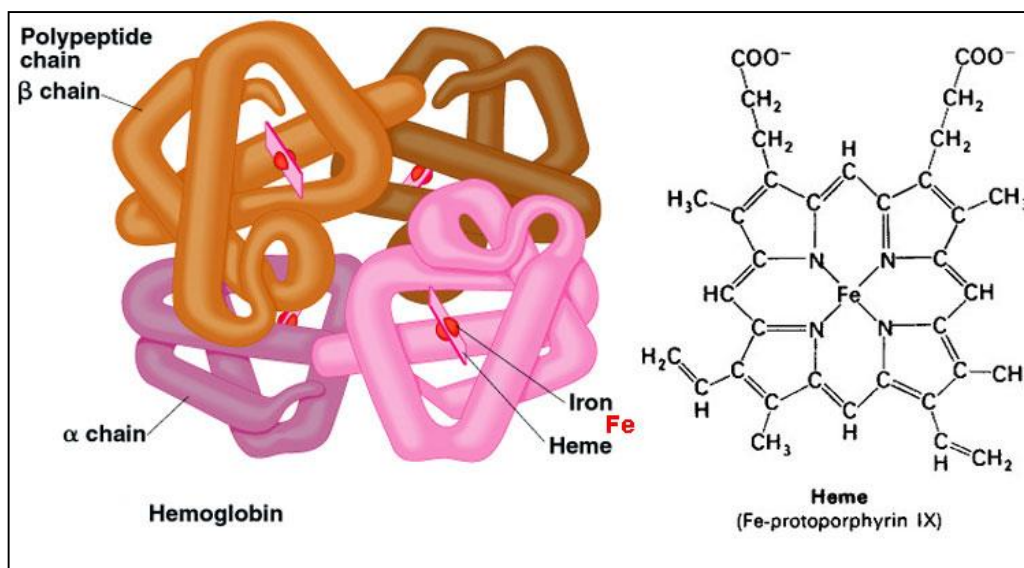
องค์ประกอบที่สำคัญของโลหิต มีดังนี้

1. เม็ดโลหิตแดง (Red blood cell)

เม็ดโลหิตแดงของคนเป็นเซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7-8 ไมโครเมตร มีประมาณร้อยละ 40-50 ของปริมาตรโลหิตทั้งหมดของร่างกาย โดยปกติในแต่ละวันจะมีการสร้างเม็ดโลหิตออกมาใหม่ประมาณร้อยละ 9 ของจำนวนเม็ดโลหิตแดงทั้งหมดที่มีอยู่ในร่างกาย โครงสร้างของเม็ดโลหิตแดงประกอบด้วยสารลิโปโปรตีน (Lipoprotein) และมีโปรตีนที่จับกับธาตุเหล็กเรียกว่า ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ซึ่งมีหน้าที่นำแก๊สออกซิเจนจากปอดไปเลี้ยงเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ ทั่วร่างกายผ่านทางเส้นโลหิตแดงและนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กลับไปยังปอดเพื่อถ่ายทิ้งผ่านทางเส้นโลหิตดำ (ทัศนยานี จันทนยิ่งยง, 2539)

ในคนปกติ ผู้ชายจะมีค่าฮีโมโกลบินในโลหิตประมาณ 14-18 กรัมในโลหิต 100 มิลลิลิตร และผู้หญิงจะมีค่าฮีโมโกลบินในโลหิตประมาณ 12-14 กรัมในโลหิต 100 มิลลิลิตร หน้าที่สำคัญของฮีโมโกลบินคือ การรักษาสมดุลของความเป็นกรด-ด่างของโลหิตให้อยู่ในเกณฑ์ กล่าวคือ ในร่างกายผู้ใหญ่จะมีเม็ดโลหิตแดงอยู่ถึง 25 ล้านล้านเซลล์ โดยเม็ดโลหิตแดงจะมีอายุอยู่ในกระแสโลหิตประมาณ 120 วัน หลังจากนั้นจะถูกส่งไปทำลายที่ตับและม้าม และไขกระดูกจะทำหน้าที่สร้างเม็ดโลหิตแดงใหม่ขึ้นมาแทน

ฮีโมโกลบินเป็นโปรตีนสังยุค (Conjugated protein) ที่มีฮีม (Heme) เป็นหมู่พรอสเทติก (Prosthetic group) ซึ่งมีเหล็กเป็นส่วนประกอบ และมีสายพอลิเปปไทด์ซึ่งเป็นโปรตีนเส้นยาวขดพันกันอยู่เรียกว่าโกลบิน (Globin) ซึ่งประกอบด้วยหน่วยย่อยที่ไม่เหมือนกันได้แก่ สายแอลฟา (α) และสายเบตา (β) ในลักษณะของเตตระเมอร์ (Tetramer) แต่ละหน่วยย่อยมีฮีม (Heme) อยู่ 1 หมู่ ซึ่งมีเหล็ก [Fe(II)] อยู่ตรงกลางจับอยู่กับพอร์ไฟริน (porphyrin) และส่วนของโปรตีนด้วยพันธะโคออร์ดิเนต อะตอมของเหล็กจะเป็นตำแหน่งที่จับกับออกซิเจน (สรรเสริญ ทรัพย์โตษก, 2541) ฮีโมโกลบิน 1 โมเลกุล ประกอบด้วยฮีม 4 อณู และสายโกลบิน 4 สาย



ภาพที่ 3 แสดงภาพจำลองโมเลกุลของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) และฮีม (Heme) ที่จับกับเหล็ก

2. เม็ดโลหิตขาว (White blood cell)

ในกระแสโลหิตมีเม็ดโลหิตขาวอยู่ประมาณ 5,000-10,000 เซลล์ต่อโลหิตหนึ่งมิลลิลิตร เม็ดโลหิตขาวจะมีขนาดใหญ่กว่าเม็ดโลหิตแดงเกือบสองเท่าและมีนิวเคลียส สามารถจำแนกได้ 5 ชนิด โดยอาศัยจากคุณลักษณะในการติดสีที่ย้อมและจากลักษณะของนิวเคลียส เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

2.1 นิวโทรฟิล (Neutrophils) มีนิวเคลียสหลายกระเปาะ (Lobe) ทำหน้าที่ในการจับเชื้อโรคและกำจัดสิ่งแปลกปลอม ภายในมีเม็ดแกรนูล (Granules) ซึ่งบรรจุเอนไซม์

2.2 ลิมโฟไซต์ (Lymphocytes) เป็นเซลล์ขนาดเล็ก มีนิวเคลียสใหญ่เกือบเต็มเซลล์ ทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอม โดยการสร้างแอนติบอดี (Antibodies) หรือสารชนิดอื่น

2.3 อีโอสิโนฟิล (Eosinophils) เป็นเซลล์ที่มีเม็ดแกรนูล (Granules) สีแดง ภายในมีเอนไซม์และสารเคมีที่ใช้ควบคุมการอักเสบ การแพ้ และการทำลายปรสิต

2.4 เบโซฟิล (Basophils) เป็นเซลล์ที่มีเม็ดแกรนูล (Granules) ขนาดใหญ่ ติดสีน้ำเงิน ภายในบรรจุสารจำพวก Histamine Heparin และสารอื่นๆ ที่มีผลทำให้เกิดอาการแพ้ เช่น เส้นเลือดขยายตัว หรืออาการบวม

2.5 โมโนไซต์ (Monocytes) เป็นเซลล์ขนาดใหญ่ มีนิวเคลียสก้อนเดียว เซลล์โมโนไซต์จะเคลื่อนที่เข้าไปในเนื้อเยื่อเพื่อจับกินเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอม (ฮาตา สืบหลินวงศ์, 2542)

3. เกล็ดโลหิต (Platelet)

เกล็ดโลหิตมีต้นกำเนิดมาจากไซโตพลาสซึมของเมกาคาริโอไซต์ (Megakaryocyte) อยู่ในไขกระดูก มีขนาดประมาณ 35-160 ไมโครเมตร ภายในไซโตพลาสซึมมีเม็ดแกรนูลและยังมีขาเทียม (Pseudopods) เล็กๆ ยื่นออกมาจำนวนมาก จากนั้นจะหลุดออกมาเป็นเกล็ดโลหิตประมาณ 150,000-450,000 เซลล์ในจำนวนโลหิตหนึ่งมิลลิลิตร เกล็ดโลหิตจะมีชีวิตอยู่ในกระแสโลหิตได้นานประมาณ 8-11 วัน มีหน้าที่ในการห้ามโลหิตและยังสามารถจับเชื้อโรคขนาดเล็กมากได้อีกด้วย(ทัศนยานี จันทนยิ่งยง, 2539) โดยสามารถสรุปกลไกการทำงานของเกล็ดโลหิตได้ดังนี้

1. เมื่อมีการขาดของเส้นโลหิต เกล็ดโลหิตจะเกาะกับเนื้อเยื่อคอลลาเจน (Collagen) ของเส้นโลหิตที่อยู่ใต้ผิวหนังใน

2. หลังจากเกาะแล้วเกล็ดโลหิตจะปล่อยสารเคมีคือสาร ADP (Adenosine diphosphate) ที่อยู่ในเม็ดแกรนูล (Granules) ออกมา

3. สาร ADP จะทำให้เกล็ดโลหิตที่อยู่บริเวณนั้นมาเกาะกลุ่มกัน (Aggregate) เกิดเป็น Hemostatic plug ต่อมาเยื่อหุ้มเซลล์เกล็ดโลหิตจะแตกออกทำให้ผนังด้านในพบกับโลหิต โดยที่ผนังด้านในจะมี “Platelet factor 3” (PF3) ซึ่งมีความสำคัญต่อปฏิกิริยาการแข็งตัวของโลหิต (ธาดา สืบหลินวงศ์, 2542)

4. พลาสมา (Plasma)

พลาสมา (Plasma) คือน้ำเลือดเป็นส่วนที่แยกเอาเม็ดโลหิตออกไปแล้ว มีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลืองใสมีสารต่างๆ ละลายอยู่ ประกอบด้วย โปรตีนชนิดต่างๆ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ ฮอร์โมน และสารอื่นๆ

พลาสมาประกอบด้วย น้ำประมาณร้อยละ 90 โปรตีนชนิดต่างๆ เช่น อัลบูมิน โกลบูลิน และไฟบริโนเจน ร้อยละ 7 และอีกร้อยละ 3 เป็นแก๊สที่ละลายอยู่ในน้ำโลหิต อีออนต่างๆ ฮอร์โมน และสารอาหารชนิดอื่นๆ

โดยอัลบูมินและโกลบูลินในพลาสมา เป็นโปรตีนที่สำคัญเกี่ยวข้องกับความดันออสโมติก (Colloid osmotic pressure) ช่วยในการรักษาสมดุลน้ำในร่างกาย นอกจากนี้โกลบูลินซึ่งอยู่ในรูปของแอลฟา เบตา และแกมมา มีความเกี่ยวข้องกับการสร้างแอนติบอดี ฮอร์โมนและเอนไซม์ต่างๆ ส่วนไฟบริโนเจนยังช่วยในการแข็งตัวของโลหิต ซึ่งโปรตีนทั้งหมดในพลาสมาจะทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ช่วยควบคุมความเป็นกรด-เบสของโลหิต และทำให้โลหิตเกิดความหนืด(สุวรรณ ธีระวีรพันธ์, 2539)

2.2 ความรู้เกี่ยวกับการเก็บวัตถุพยานที่เป็นโลหิต

หลักในการเก็บรวบรวมพยานวัตถุ มีหลักการให้ยึดปฏิบัติตามลำดับดังนี้

1. การบันทึกตำแหน่งและสภาพของพยานวัตถุ เมื่อตรวจพบสิ่งใดในระหว่างการตรวจสอบสถานที่เกิดเหตุ ก่อนจะจับต้องหรือหยิบขึ้นมา ต้องมีการบันทึกตำแหน่งและสภาพของพยานวัตถุนั้นให้เรียบร้อยก่อน สำหรับการจดบันทึกสภาพพยานวัตถุควรระบุลักษณะโดยละเอียดว่าสิ่งนั้นเป็นอะไร มีขนาดเท่าใด มีลักษณะที่เห็นได้ชัดด้วยตาเป็นอย่างไร

2. การถ่ายภาพพยานวัตถุที่ตรวจพบ ต้องทำการถ่ายภาพพยานวัตถุที่ตรวจพบทุกชิ้นไว้ก่อนทำการเก็บและควรถ่ายภาพทั้งในระยะไกลและใกล้ การถ่ายภาพในระยะไกลเพื่อใช้ในการยืนยันตำแหน่งที่พบและแสดงความสัมพันธ์ของพยานวัตถุนั้นกับสภาพโดยรอบ ส่วนการถ่ายในระยะใกล้เพื่อช่วยให้เห็นพยานวัตถุจริง ในการถ่ายภาพในระยะใกล้ควรมีมาตรวัดระยะกำกับทุกครั้ง เพื่อช่วยให้ทราบขนาดของวัตถุนั้นที่แน่นอน

3. การทำคำนิหรือสัญลักษณ์ ที่พยานวัตถุที่ตรวจพบหรือบนภาชนะที่ใช้บรรจุควรทำคำนิหรือสัญลักษณ์ไว้ การทำคำนิควรทำที่พยานวัตถุทุกชิ้นและทำในตำแหน่งที่จะไม่กระทบต่อการตรวจพิสูจน์ แต่ถ้าไม่สามารถทำสัญลักษณ์บนพยานวัตถุใดๆ ได้ สามารถทำฉลากปิดบนวัตถุหรือภาชนะที่ใช้บรรจุแทนได้

4. การเก็บรวบรวมพยานวัตถุ เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เพราะหากบกพร่องอาจทำให้เกิดการสูญเสียหรือแปรสภาพของพยานวัตถุที่จะตามมาได้ โดยการเก็บพยานวัตถุต้องเก็บพยานวัตถุที่จะสูญหายหรือเสียหายได้ง่ายก่อนเป็นอันดับแรก โดยต้องบรรจุในภาชนะที่สะอาด มีขนาดพอเหมาะ ในกรณีที่มีพยานวัตถุหลายชิ้นจะต้องแยกบรรจุ เพราะอาจทำให้เกิดความสับสนและทำให้พยานวัตถุบางชนิดเสียหายไปได้ ตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มเก็บจะถึงขั้นตอนการตรวจพิสูจน์ ควรให้พยานวัตถุผ่านมือคนน้อยที่สุดและควรเก็บพยานวัตถุไว้ให้มากที่สุด เพราะในบางครั้งสถานที่เกิดเหตุอาจเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ทำให้ไม่สามารถกลับไปเก็บพยานวัตถุเพิ่มเติมได้ (อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2552)

1. วิธีการเก็บโลหิต (โลหิตเปียก)

1.1 ปริมาณโลหิตมากหรือเป็นกอง

1.1.1 ใช้ที่หยอดตา (Eyedropper) หรือหลอดฉีดยาคูดเก็บของเหลวใส่ในภาชนะที่ปราศจากเชื้อ ปริมาณที่ใช้สำหรับการตรวจพิสูจน์ประมาณ 5 ซีซี

1.1.2 รับประทานตรวจพิสูจน์ทันที ถ้าไม่สามารถนำส่งตรวจได้ทันที ให้แช่เก็บไว้ในตู้เย็นหรือภาชนะที่บรรจุถุงน้ำแข็ง ห้ามนำไปแช่แข็ง จะทำให้เม็ดเลือดแดงแตกได้

1.1.3 บางประเทศศาลอนุญาตให้ใช้สารเคมี เช่น โซเดียมอะไซด์ ใส่ลงไปเพื่อป้องกันโลหิตเสีย

1.2 ปริมาณโลหิตน้อย

1.2.1 ใช้สำลีชนิด 100 เปอร์เซ็นต์ หรือผ้ากอซ กระดาษซับ ผ้าขาวสะอาด กระดาษเยื่อ ใดๆอย่างหนึ่งซับเก็บขึ้นมา

1.2.2 จากนั้นนำไปฝังลมให้แห้ง ห้ามผึ่งแดด เพื่อป้องกันไม่ให้โลหิตเสียหรือเสื่อมสภาพ

1.2.3 นำไปเก็บในหลอดทดลองหรือภาชนะบรรจุอื่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

2. วิธีการเก็บโลหิต (โลหิตแห้ง)

2.1 บนพื้นผิวที่ไม่ดูดซึมหรือไม่มีรูพรุน

2.1.1 ถ้ามีปริมาณของโลหิตที่แห้งเพียงพอ ให้ใช้ใบมีดโกนที่สะอาดขูดโลหิตออกจากพื้นผิวของวัตถุ แต่ถ้าไม่สามารถขูดได้ ให้ใช้กระดาษซับ หรือใช้ผ้ากอซอย่างใดอย่างหนึ่งมาชุบน้ำเกลือหรือน้ำกลั่น ปิดลงบนคราบโลหิตรอจนกว่าโลหิตจะซึมซับออกมาที่กระดาษหรือผ้ากอซแล้วนำมาฝังลมให้แห้ง

2.1.2 เก็บในภาชนะที่สะอาดผ่านการฆ่าเชื้อ

2.2 บนพื้นผิววัตถุที่ดูดซึมหรือมีรูพรุน

2.2.1 กรณีที่วัตถุมีขนาดเล็กและสามารถเคลื่อนย้ายได้ให้นำส่งตรวจพิสูจน์ทั้งสิ้น เช่น เสื้อผ้า

2.2.2 การนำส่งให้แยกบรรจุหีบห่อ เช่น เสื้อผ้า ของผู้ตายต้องไม่เก็บรวมกับเสื้อผ้าของผู้ต้องสงสัย และเก็บใส่ในภาชนะที่สะอาดปราศจากเชื้อ แต่ถ้าวัตถุนั้นมีขนาดใหญ่เกินไปหรือไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ให้ทำการแยก ถอด หรือตัดเฉพาะบางส่วนที่มีคราบโลหิตติดอยู่ให้เพียงพอต่อการส่งตรวจพิสูจน์

ทั้งนี้อุปกรณ์และภาชนะที่ใช้ในการเก็บโลหิตต่างๆ ให้ใช้ได้สำหรับการเก็บรอยโลหิตเดียวเท่านั้น เมื่อทำการเก็บรอยโลหิตใหม่ก็ต้องเปลี่ยนทั้งอุปกรณ์ที่ใช้เก็บและภาชนะบรรจุใหม่ด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ ผู้เก็บต้องระวังอย่าสัมผัสอุปกรณ์ที่ใช้เก็บโลหิตตรงส่วนที่จะสัมผัสกับโลหิตของกลาง เนื่องจากจะทำให้สารบางอย่างที่ซึมออกมาจากร่างกาย อาจสามารถปนเปื้อนกับโลหิตของกลางที่ทำการเก็บ (อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2552)

2.3 การพิสูจน์คราบโลหิตในทางนิติวิทยาศาสตร์

คราบโลหิตถือเป็นวัตถุพยานที่มีความสำคัญมากในการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้เป็นหลักฐานประกอบการสืบสวนในคดีต่างๆ โดยเฉพาะในคดีที่มีการทำร้ายร่างกายเกิดขึ้น ช่วยในการบ่งบอกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในคดี โดยที่คราบโลหิตนั้นจะเป็นพยานวัตถุอย่างดีในการสอบสวนและพิจารณาคดี (อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2552) โดยมีหลักในการตรวจพิสูจน์ดังนี้

1. ลักษณะของคราบโลหิตและความสัมพันธ์กับหลักฐานอื่นๆ
2. ตรวจพิสูจน์ว่าคราบนั้นเป็นคราบโลหิตใช่หรือไม่
3. คราบโลหิตที่พบเป็นโลหิตของมนุษย์หรือของสัตว์
4. ตรวจพิสูจน์คราบโลหิตเพื่อยืนยันตัวบุคคลโดยการตรวจหาเพศ หมู่โลหิต อายุ และดีเอ็นเอของเจ้าของโลหิตนั้น

2.3.1 การตรวจลักษณะทั่วไป

ลักษณะของคราบโลหิตที่พบ จะสามารถบอกพฤติกรรมบางอย่างได้จากลักษณะของคราบโลหิตนั้น เช่น ช่วยให้ทราบถึงวิธีการกระทำผิดของคนร้าย ช่วยให้ทราบถึงเส้นทางหลบหนีของคนร้าย ช่วยให้ทราบระยะเวลาของการตายที่ผ่านมาแล้ว โดยดูจากสีและลักษณะของหยดโลหิตหรือคราบโลหิต เป็นต้น

2.3.1.1 รูปร่างของหยดโลหิต ถ้าหยดจากบาดแผลโดยตรงจะมีลักษณะกลม แต่ถ้ามีการเคลื่อนไหว เช่น การสะบัดอาวุธที่เป็นโลหิตจะทำให้หยดของโลหิตมีลักษณะรี ซึ่งสามารถบอกถึงทิศทางของโลหิตได้ โดยจะมีทิศทางเดียวกับด้านปลายรีของหยดโลหิต (เลียงชัย จัตุรัส, 2553)

2.3.1.2 ตำแหน่งของคราบโลหิต ช่วยบอกถึงพฤติกรรมบางอย่าง เช่น ลักษณะของคราบโลหิตที่เกิดจากผู้ได้รับบาดเจ็บที่มีการเคลื่อนไหวจะทำให้เกิดการกระจายของคราบโลหิตเป็นหยดไปตามทิศทางนั้น แต่ถ้าผู้ได้รับบาดเจ็บอยู่กับที่ คราบโลหิตจะหยดเป็นกลุ่มกองกับพื้นบริเวณนั้น (อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2551)

2.3.1.3 การกระจายตัวของคราบโลหิต โลหิตที่ออกจากเส้นโลหิตแดงจะมีการกระจายตัวได้มากกว่าโลหิตจากเส้นโลหิตดำ เนื่องจากเส้นโลหิตแดงจะมีแรงดันมากกว่าเส้นโลหิตดำ เช่นเดียวกับโลหิตที่เกิดจากบาดแผลส่วนบนโลหิตจะกระจายตัวได้กว้างมากกว่าบาดแผลส่วนล่าง ของร่างกาย (อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2551)

2.3.1.4 ปริมาณของคราบโลหิต ถ้าโลหิตที่พบมีปริมาณมากแสดงว่าเกิดจากบาดแผลขนาดใหญ่หรือมีการฉีกขาดของเส้นโลหิตขนาดใหญ่ ถ้าโลหิตที่พบมีปริมาณเล็กน้อยโดยที่

บาดแผลมีขนาดใหญ่แสดงว่ามีการเคลื่อนย้ายศพมาจากที่อื่นหรืออาจจะเกิดจากบาดแผลภายหลังที่มีการเสียชีวิตไปแล้ว โดยทำเพื่ออำพรางคดีอำพรางตำแหน่งของศพโลหิต ส่วนศพโลหิตที่พบบริเวณประตู ผนัง หรือบนวัตถุอื่นๆ อาจเกิดจากการปะทะของผู้บาดเจ็บกับสิ่งของนั้นๆ หรืออาจเกิดจากการสัมผัสกับมือของผู้ต้องหาที่เปื้อนโลหิตได้ (อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2551)

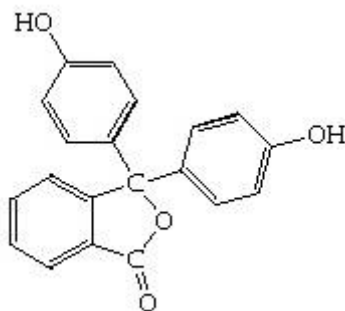
2.3.1.5 ความสัมพันธ์กับวัตถุพยานแวดล้อมอื่นๆ ลักษณะการกระจายของศพโลหิต ตำแหน่งของศพโลหิต และปริมาณของศพโลหิต ต้องนำมาเปรียบเทียบกับพยานหลักฐานต่างๆ ที่พบในที่เกิดเหตุ เพื่อเป็นตัวบ่งชี้ถึงพฤติกรรมที่คาดคะเนไว้ให้มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงให้มากที่สุด เช่น ถ้าบริเวณใกล้เคียงตัวศพที่พบไม่มีศพโลหิตอื่น สันนิษฐานได้ว่าศพอาจถูกทำร้ายมาจากที่อื่นแล้วถูกนำมาทิ้งหรือเป็นการทำร้ายตนเอง หรือถ้าบริเวณที่เกิดเหตุมีร่องรอยการต่อสู้ และพบศพโลหิตกระจายอยู่ทั่วไปแสดงว่าผู้ถูกทำร้ายมีการต่อสู้เพื่อป้องกันตนเอง ทำให้พบศพโลหิตกระจายเป็นวงกว้าง และถ้าพบศพโลหิตหยุดเป็นทางและมีบางบริเวณเป็นกองโลหิตแสดงว่าผู้ถูกทำร้ายอาจวิ่งหนีมาและมีการหยุดพัก (อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2551)

2.3.2 การตรวจทางห้องปฏิบัติการ

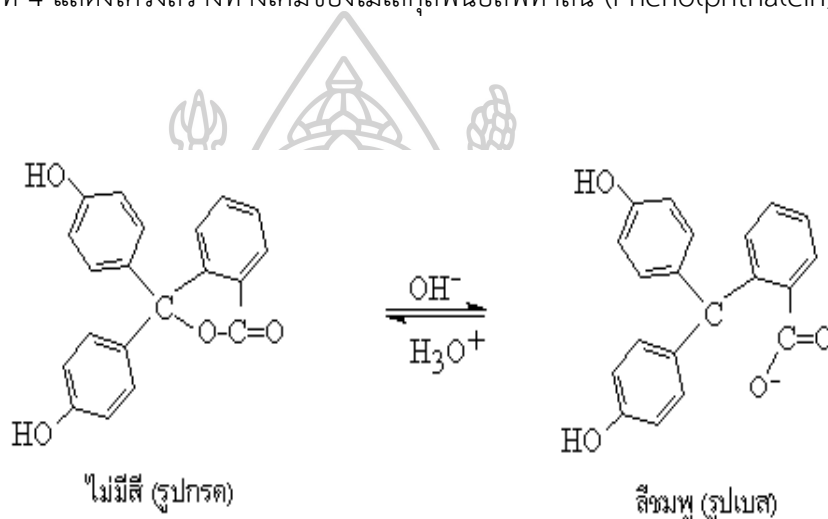
2.3.2.1 การพิสูจน์ว่าเป็นศพโลหิตหรือไม่

1. ตรวจลักษณะทั่วไป เช่น ศพโลหิตที่สดใหม่จะมีสีแดง แต่เมื่อถูกทิ้งไว้นาน สีของศพโลหิตจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นสีน้ำตาลเข้ม
2. ตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะตรวจได้ในกรณีที่เป็นศพโลหิตใหม่ โดยจะดูพวกเซลล์เม็ดโลหิตขาว เซลล์เยื่อ แบคทีเรีย ถ้าเป็นโลหิตจากประจำเดือน (Menstruation) จะมีแบคทีเรียจำนวนมากและจะพบเซลล์เยื่อช่องคลอด
3. การตรวจทางเคมี เป็นการตรวจศพโลหิตเบื้องต้นจากการใช้สารเคมีต่างๆ มาทำการทดสอบศพโลหิต ปัจจุบันสารเคมีที่ยังคงนิยมนำมาใช้ทดสอบในงานนิติวิทยาศาสตร์มีดังนี้

3.1 ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) หรือ Kastle-Meyer ถูกค้นพบโดย Kastle ในปี ค.ศ. 1900 เขาได้นำฟีนอล์ฟทาลีน มาใช้เป็น color indicator ในการตรวจฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) และไม่กี่ปีต่อมา Meyer ได้นำมาปรับปรุงและพัฒนาการทดสอบ จึงเรียกการทดสอบนี้ว่า Kastle-Meyer (KM) test



ภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein)

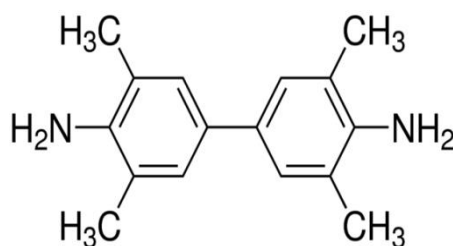


ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) จากสารละลายไม่มีสีไปเป็นสารละลายสีชมพูเมื่อทำปฏิกิริยากับโลहित)

หลักการทั่วไปของการทดสอบคราบโลहितด้วยฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) คือ ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเม็ดโลहितแดงจะเป็นตัวเร่งการสลายเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (Peroxidase) ให้เกิดออกซิเดชัน (Oxidation) เปลี่ยน reduce form ของฟีนอล์ฟทาลีนจากสารละลายไม่มีสีเป็นสีชมพู ซึ่งมีวิธีการทดสอบโดยการหยดน้ำยาฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein) ลงบนพื้นผิวตัวอย่างหรือบริเวณที่มีคราบโลहित ถ้าไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีให้ทำการหยดน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ตามลงไป หากตัวอย่างนั้นเป็นคราบโลहितจะเกิดการเปลี่ยนเป็นสีชมพูภายใน 10 วินาที (ไชยวัฒน์ ไชยสมบูรณ์, 2555)

3.2 เตตระเมทิลเบนซิดีน (Tetramethylbenzidine) เป็นสารเคมีที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาใช้แทน benzidine ในการตรวจพิสูจน์คราบโลहितที่ถูกยกเลิกใช้ไป เนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็ง โดยมีงานวิจัยต่างประเทศได้ทำการศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณสมบัติและองค์ประกอบ

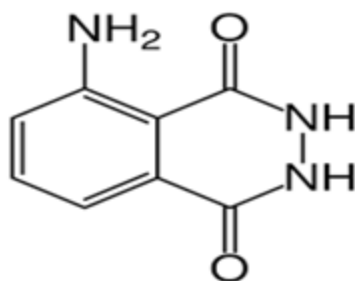
ทั่วไปของเตตระเมทิลเบนซิดีน (Tetramethylbenzidine) ซึ่งพบว่ามีคุณสมบัติและองค์ประกอบต่างๆ เทียบเท่ากับ benzidine นอกจากนี้ยังมีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน จึงมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในงานตรวจพิสูจน์คราบโลหิต (Garner, Cano, Peimer, & Yeshion, 1976)



ภาพที่ 6 แสดงโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลเตตระเมทิลเบนซิดีน (Tetramethylbenzidine)

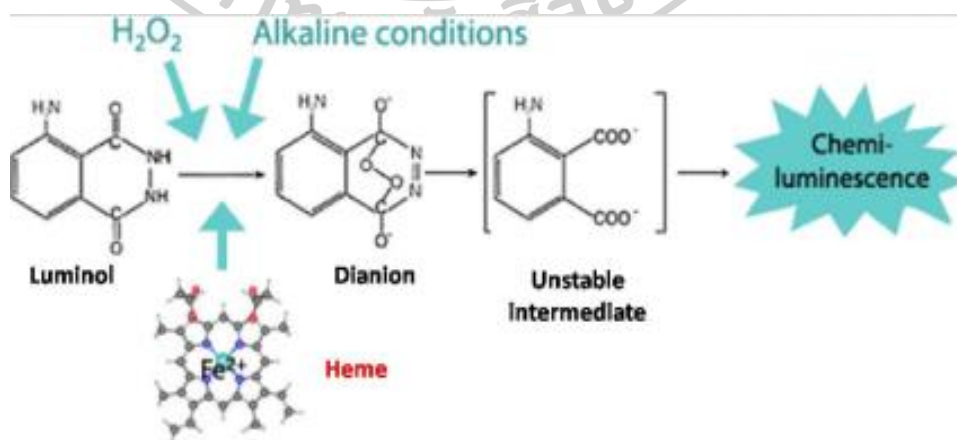
หลักการทั่วไปของเตตระเมทิลเบนซิดีน (Tetramethylbenzidine) ในการทดสอบคราบโลหิต คือ เมื่อฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเม็ดโลหิตแดงทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ได้น้ำกับออกซิเจน จากนั้นออกซิเจนจะไปออกซิไดส์สารเตตระเมทิลเบนซิดีน (Tetramethylbenzidine) จากสารละลายที่ไม่มีสีให้เปลี่ยนเป็นสารละลายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Frey, Meckelein, Externest, & Schmidt, 2000)

3.3 ลูมินอล (Luminol) ถูกนำมาใช้ทดสอบคราบโลหิตครั้งแรกในปี ค.ศ. 1937 โดย Specht ต่อมาในปี ค.ศ. 1951 Grodsky ได้นำลูมินอล (Luminol) มาผสมกับสารโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium Carbonate), โซเดียมเปอร์บอเรต (Sodium Perborate) และน้ำกลั่นเพื่อใช้ทดสอบคราบโลหิต แต่พบว่าไม่มีความเสถียรเมื่อนำมาผสมกับสารทั้ง 2 ชนิด ต่อมาในปี ค.ศ. 1966 Weber ได้นำสูตรของ Grodsky มาปรับปรุง โดยการนำสารโซเดียมเปอร์บอเรต (Sodium Perborate) มาใช้กับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) (Dilbeck, 2006) พบว่าเหมาะต่อการนำไปใช้ทดสอบคราบโลหิต ทำให้สูตรของ Weber เป็นที่นิยมนำมาใช้ทดสอบคราบโลหิตมากที่สุดจนถึงปัจจุบัน



ภาพที่ 7 แสดงโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลลูมินอล (Luminol)

ลูมินอล (Luminol) เป็นสารชนิดผง ซึ่งมีคุณสมบัติในการเรืองแสงได้ (Chemiluminescence) เมื่อผสมกับตัวออกซิไดซ์ที่เหมาะสม โดยเมื่อสารละลายลูมินอล (Luminol) ทำปฏิกิริยากับโลหิตจะทำให้เกิดการเรืองแสงขึ้น โดยสารละลายลูมินอลเตรียมได้จากการนำผงลูมินอลละลายด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำให้ได้สารละลายลูมินอลในรูปของไดแอนไอออน (dianion) ซึ่งมีความเสถียรสูงมาก จากนั้นจึงเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ลงไป เพื่อทำปฏิกิริยากับธาตุเหล็กที่อยู่ในโลหิต เหล็กจะเป็นตัวรีดิวซ์สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ทำให้เกิดก๊าซออกซิเจน ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับลูมินอลในรูปไดแอนไอออนอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดลูมินอลที่มีโครงสร้างไม่เสถียร (intermediate luminol) และมีพลังงานสูง จึงต้องมีการปล่อยพลังงานออกมาในรูปของแสงสีฟ้า เพื่อให้โครงสร้างของลูมินอลเกิดความเสถียร (สรวง สมานหมู่ และคณะ, 2554)



ภาพที่ 8 แสดงปฏิกิริยาการเรืองแสงของลูมินอล (Luminol) เมื่อทำปฏิกิริยากับโลหิต

3.4 บลูสตาร์ (Blue Star) ถูกพัฒนามาจากลูมินอล (Luminol) โดยในปี ค.ศ. 2000 Dr. Loic Blum ได้ออกแบบบลูสตาร์ (Blue Star) ให้อยู่ในรูปแบบเม็ด เพื่อความสะดวกต่อการนำมาใช้งาน โดยอาศัยหลักการทั้งไปในการทดสอบคราบโลหิต คือ เหล็ก (Fe^{2+}) จะเป็นตัวรีดิวซ์สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) จากนั้นเหล็ก (Fe^{2+}) จะไปกระตุ้นเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสทำให้เกิดการปล่อยพลังงานออกมาในรูปของแสงสีฟ้า และเมื่อนำบลูสตาร์ (Blue Star) มาทดสอบคราบโลหิตพบว่ามีคุณสมบัติที่ดีกว่าลูมินอล (Luminol) ในหลายๆ ด้าน ทั้งในเรื่องของการเรืองแสงที่มีความสว่างและนานกว่าลูมินอล (Luminol) นอกจากนี้สถานที่ที่ใช้ทดสอบคราบโลหิตก็ไม่จำเป็นต้องมีตมสนิทบลูสตาร์ (Blue Star) ก็ยังมีประสิทธิภาพในการเรืองแสงที่ชัดเจนมากกว่าลูมินอล (Luminol) บลูสตาร์ (Blue Star) จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์ในการตรวจพิสูจน์คราบโลหิต (Dilbeck, 2006)

2.3.3 การพิสูจน์ว่าคราบโลหิตที่สงสัยเป็นโลหิตของมนุษย์หรือสัตว์ (เลียงชัย จัตุรัส, 2553)

2.3.3.1 การตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ สามารถตรวจดูได้ในกรณีที่เป็นโลหิตใหม่ เช่น การดูขนาดและรูปร่างของเม็ดโลหิตแดง โดยปกติเม็ดโลหิตแดงของคนปกติจะมีลักษณะกลมและบุ๋มตรงกลาง เรียกลักษณะนี้ว่า Biconcave ไม่มีนิวเคลียส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 ไมครอน ในขณะที่เม็ดโลหิตแดงของนก ปลา กบ และงู จะมีลักษณะนูนและมีนิวเคลียส

2.3.3.2 การตรวจทางอิมมูโนวิทยา (Immunology) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน โดยอาศัยหลักการคือ แอนติบอดีเมื่อจับกับแอนติเจนที่จำเพาะต่อกัน จะทำให้เกิดตะกอนขุ่นขาว ถ้าเป็นโลหิตของมนุษย์จะเกิดแถบตะกอนขุ่นขาวบริเวณรอยต่อระหว่างชั้นของตัวอย่างโลหิตที่สกัดได้ (ศิริพร พันธศรี, 2549)

2.3.4 การตรวจว่าเป็นคราบโลหิตของใคร

2.3.4.1 การตรวจหาเพศจากคราบโลหิต โดยการตรวจหา drum sticks จากเม็ดโลหิตขาวของเพศหญิง หรือตรวจหา ยีน Chromosome Y ของเพศชาย โดยการย้อมด้วย quinacrine ซึ่งในคราบโลหิตที่มีอายุไม่เกิน 6 เดือน จะสามารถตรวจได้ถูกต้องมากกว่า 80% (เลียงชัย จัตุรัส, 2553)

2.3.4.2 การตรวจอายุจากคราบโลหิต การตรวจคราบโลหิตไม่สามารถบอกอายุของเจ้าของคราบโลหิตได้ แต่สามารถบอกได้คร่าวๆ ว่าคราบโลหิตที่พบเป็นของเด็กหรือของผู้ใหญ่ โดยดูจากค่าฮีโมโกลบินเอฟ (HbF) จะพบในเด็กแรกเกิดประมาณ 50-80% และจะลดลงเรื่อยๆ และจะหมดเมื่ออายุได้ 2 ขวบ ส่วนในผู้ใหญ่จะพบฮีโมโกลบินเอ (HbA) แทน (เลียงชัย จัตุรัส, 2553)

2.3.4.3 การตรวจหาหมู่โลหิต ซึ่งในคราบโลหิตแม่เม็ดโลหิตแดงจะแตกหมดแล้ว แต่แอนติเจนและแอนติบอดีก็ยังคงอยู่ในคราบโลหิตนั้น จึงยังคงสามารถตรวจหาหมู่โลหิตได้ โดยอาศัยวิธีต่างๆ ดังนี้

1. Absorption-elution method มีหลักการคือ แอนติเจนในคราบโลหิตจะจับกับแอนติบอดีชนิดเดียวกัน และเมื่อนำไปอบที่ความร้อนอุณหภูมิ 56 องศาเซลเซียส แอนติบอดีจะหลุดออกมา จากนั้นจะนำไปทดสอบต่อกับเม็ดโลหิตแดง โดยมีวิธีการตรวจคือ นำตัวอย่างคราบโลหิตมาละลายด้วยน้ำเกลือ (Saline water) จากนั้นดูดตัวอย่างโลหิตใส่หลุม (flat-bottomed microtitre plate) A, B และ H หลุมละ 1 หยด และนำไปอบที่อุณหภูมิ 56 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชั่วโมง จากนั้นเติม Anti-A, B และ H อย่างละ 1 หยด ลงไปในหลุม A, B และ H ตามลำดับ ใส่ใน moisture chamber นำไปไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3-8 ชั่วโมง จากนั้นสะบัด Anti-A, B และ H ทั้ง ล้างด้วยน้ำเกลือเย็นจำนวน 3 ครั้ง และเติมน้ำเกลือเย็นให้เต็มหลุม นำไปเก็บในตู้เย็น 30 นาที สะบัดน้ำเกลือทิ้ง และล้างด้วยน้ำเกลือเย็นอีก 3 ครั้ง แล้วเติม 0.5% suspensions of A, B และ O cells ในหลุม A, B และ H หลุมละ 1 หยด ใส่ใน moisture chamber แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 56 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่อง Rotator นาน 30 นาที สังเกตการจับกลุ่มของเม็ดโลหิตแดงด้วยกล้องจุลทรรศน์

2. Absorption-inhibition method มีหลักการคือ แอนติเจนในคราบโลหิตจะจับกับแอนติบอดีชนิดเดียวกันที่เติมลงไป จะทำให้แอนติบอดีลดลงหรือหมดไปเกิดการจับกลุ่มของเม็ดโลหิตแดงที่เติมลงไปภายหลังน้อยลงหรือไม่จับกลุ่ม มีวิธีการตรวจคือนำตัวอย่างคราบโลหิตมาละลายด้วย 0.85% NaCl ดูดตัวอย่างโลหิตใส่ลงในหลอด A, B และ H หลอดละ 1 หยด เติม Anti-A, B และ H อย่างละ 1 หยด ลงไปในหลอด A, B และ H ตามลำดับ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 2 ชั่วโมง จากนั้นเติม 2% suspensions of A, B และ O cells ในหลอด A, B และ H หลอดละ 1 หยดตามลำดับ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที ปั่นที่ความเร็วรอบ 2,400 rpm นาน 30 วินาที อ่านผลการจับกลุ่มของเม็ดโลหิตแดง โดยเปรียบเทียบกับหลอดควบคุมที่ใช้น้ำเกลือแทนตัวอย่างคราบโลหิต

3. การตรวจหาแอนติบอดี A และ B โดยวิธี Lattes crust test ทำการทดสอบโดยการวางคราบโลหิตขนาด 4x4 มิลลิเมตร จำนวน 3 คราบ บนแผ่นสไลด์ A, B และ O ตามลำดับ ปิดด้วย cover slip เติม 2% suspensions of A, B และ O cells ที่สไลด์ A, B และ O ใส่ใน moisture chamber ตั้งทิ้งไว้ นาน 6 ชั่วโมง และสังเกตการจับกลุ่มของเม็ดโลหิตแดง (ศิริพร พันธศรี, 2549)

โดยเฉพาะหมู่โลหิตระบบ ABO จะสามารถตรวจหาได้ในคราบโลหิตที่แห้งสนิทที่เก็บไว้นานเป็นปีได้ (เสียงชัย จตุรัส, 2553)

2.3.4.4 การตรวจหาลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA fingerprint) องค์ประกอบพื้นฐานของดีเอ็นเอในมนุษย์จะมีความคล้ายคลึงกัน ในทุกคู่ขององค์ประกอบพื้นฐาน 1,000 คู่ จะมีการซ้ำกันถึง 999 คู่ ในบุคคลทุกคน นอกจากนี้ในบางส่วน เช่น Globin gene, Insulin gene, Cancer gene และ Myoglobin gene ส่วนของดีเอ็นเอเหล่านี้เรียกว่า Minisatellite สามารถแยกออกได้จากดีเอ็นเอส่วนใหญ่ โดยการใช้เอนไซม์ตัดแยก ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนที่ดีเอ็นเอ มีการเรียงตัวของสารองค์ประกอบพื้นฐานต่อเนื่องคล้ายคลึงกัน แต่จะมีบางส่วนที่แตกต่างกัน จึงทำให้เกิดความแตกต่างในการเรียงตัวของสารองค์ประกอบพื้นฐาน เรียกว่า Hypervariable region โดยตำแหน่งของ region นี้จะสามารถพบในบริเวณ Heterochromation ของ Centromeres ของโครโมโซมจากการตัดดีเอ็นเอออกเป็นส่วนๆ ทำให้ดีเอ็นเอมีขนาดต่างไปจากเดิม โดยจะสามารถแยกออกด้วยกระแสไฟฟ้าในเจลอะกาโรส (Agarose gel) ต่อมาในปีค.ศ. 1985 Jeffreys ได้ทดลอง Probe เรียกว่า 33.5, 33.6 และ 33.15 ขึ้นใช้ในการตรวจ พบว่ารูปแบบของดีเอ็นเอจากการแยกโดยกระแสไฟฟ้าและนำมาตรวจโดย Probe จะมีความแตกต่างกันออกไปในแต่ละบุคคล และลักษณะของดีเอ็นเอของบุคคลเดียวกัน จากโลหิต รากผม และน้ำอสุจิ จะมีลักษณะที่เฉพาะของบุคคล ซึ่งสามารถแยกออกจากกันได้ชัดเจนมากกว่าวิธีการตรวจอื่น (อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ, 2551)

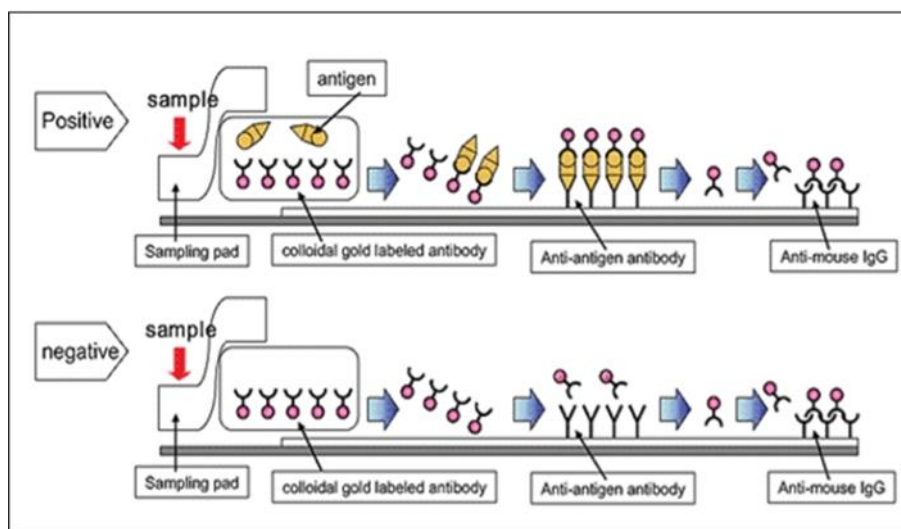
2.4 ความรู้เกี่ยวกับน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood

2.4.1 หลักการเกิดปฏิกิริยาของ Immunochromatographic Assay

Immunochromatographic Assay เป็นวิธีการตรวจที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน เนื่องการใช้งานง่ายและผลการตรวจใกล้เคียงกับวิธี ELISA วิธีการตรวจไม่ต้องใช้อุปกรณ์มาก ชุดตรวจบางอย่างไม่ต้องใช้เครื่องมือเสริมอื่นเลย อีกทั้งการอ่านผลที่รวดเร็ว อายุการใช้งานของชุดตรวจประมาณ 2-3 ปี และบางชุดตรวจสามารถเก็บในช่วงอุณหภูมิกว้างประมาณ 1-30 องศาเซลเซียส การรายงานผลการตรวจเป็นแบบเชิงคุณภาพ (qualitative) และกึ่งปริมาณ (Semi-quantitative)

Immunochromatographic Assay ใช้หลักการเกิดปฏิกิริยาระหว่างแอนติเจนและแอนติบอดี ซึ่งประยุกต์มาจากวิธีการตรวจแบบ ELISA ปฏิกิริยาจะเกิดบนแผ่น membrane โดยทั่วไปจะเป็นแผ่น Nitrocellulose หรือ Nylon ซึ่งในแผ่นทดสอบจะประกอบไปด้วยเส้นหรือจุดแสดงผลที่ถูกเคลือบไว้ อย่างน้อย 2 เส้นหรือ 2 จุด คือ

1. Control line / Control dot (เส้นควบคุมหรือจุดควบคุม) เป็นเส้นที่แสดงคุณภาพชุดตรวจชุดนั้นเป็นตัวบ่งบอกว่าชุดทดสอบนั้นมีประสิทธิภาพพร้อมใช้งาน ซึ่งเส้นหรือจุดนี้จะต้องปรากฏเสมอเมื่อทำการทดสอบ
2. Test Line /Test Dot (เส้นทดสอบหรือจุด) เป็นเส้นที่แสดงผลการทดสอบ เส้นนี้จะปรากฏหรือไม่ขึ้นอยู่กับหลักการของชุดตรวจ อาจจะมี 1-2 เส้น หรือ 1-2 จุด ซึ่งแอนติเจนหรือแอนติบอดีจะติดฉลากด้วยสารที่มีสี เช่น Colloidal Gold (อาคม ภูสิทธิ์, 2553)



ภาพที่ 9 แสดงหลักการเกิดปฏิกิริยาของ Immunochromatographic assay

2.4.2 การเกิดผลบวกปลอมและผลลบปลอม

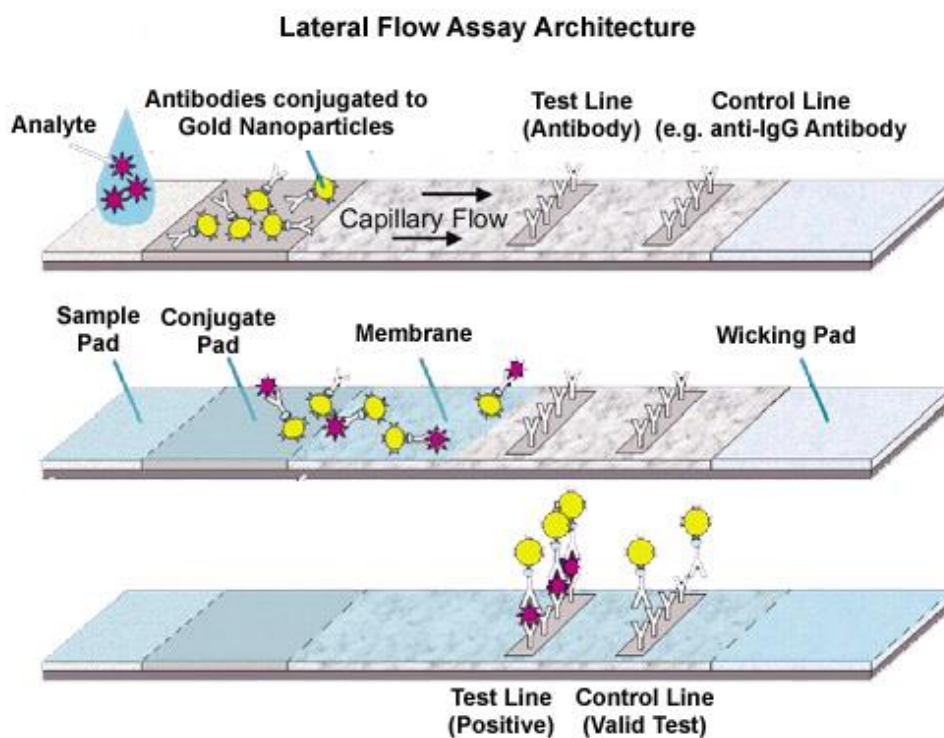
การทดสอบหาแอนติเจน มีความเป็นไปได้ในการเกิดผลบวกปลอม (จากการข้ามปฏิกิริยา) และผลลบปลอม (Hook effect) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีว่าสามารถเกิดขึ้นได้ เมื่อตรวจหาแอนติเจนในกรณีที่ตัวอย่างมีความเข้มข้นต่ำ หรือในทางกลับกันแอนติเจนที่มีความเข้มข้นสูงมากเกินไป ซึ่งในกรณีที่ความเข้มข้นของโลหิตมากเกินไป จะทำให้ปฏิกิริยาการจับกันระหว่างแอนติเจน-แอนติบอดี ถูกกีดขวางโดยแอนติเจนที่มีปริมาณสูงเกินไป ซึ่งแก้ไขได้โดยการเจือจางตัวอย่างที่มีปริมาณแอนติเจนสูงก่อนที่จะทำการทดสอบ ดังนั้นในการทดสอบนี้ผู้ผลิตจึงแนะนำให้สกัดตัวอย่างด้วย extraction buffer ก่อนที่จะทำการทดสอบ

2.4.3 ชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood (FOB)

เป็นชุดทดสอบที่ใช้ในการตรวจหาโลหิตมนุษย์ซึ่งเป็นโลหิตแฝงจำนวนน้อยมากที่ออกมาในอุจจาระ โดยโลหิตที่ออกมานี้ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงใช้ชุดทดสอบนี้ในการทดสอบเบื้องต้น (Screening Test) สำหรับการตรวจคัดกรองผู้ป่วยมะเร็งลำไส้ระยะแรกของมนุษย์

โดยหลักการของชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood จะใช้หลักการ Chromatographic immunoassay ผิวของแถบทดสอบ จะถูกเคลือบด้วย anti-hemoglobin antibody ที่บริเวณ Specimen well เมื่อใส่ตัวอย่างที่มี Antigen hemoglobin จะมีการจับกันระหว่าง Antigen และ Antibody หลังจากนั้นจะเกิดการเคลื่อนที่ไปยังบริเวณตำแหน่ง reaction zone (test line, control line) ซึ่งจะมีการปรากฏแถบสีชมพูอมม่วงขึ้นที่ตำแหน่งดังกล่าว ซึ่งสามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงด้วยตาเปล่าได้ ความสามารถของชุดทดสอบสามารถทดสอบโลหิตแฝงในอุจจาระได้ต่ำถึง 50 ng/mL หรือ 6 ug/g feces

ชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood มีความจำเพาะต่อฮีโมโกลบินของมนุษย์ โดยสกัดตัวอย่างในขวด extraction buffer ให้มีความเข้มข้น 1.0 mg /ml และมีการควบคุมทั้งผลบวกและผลลบ พบว่าชุดทดสอบไม่มีผลต่อการทดสอบฮีโมโกลบินของวัว, ไก่, หมู, แพะ, ม้า, นก, กระต่าย และไก่วง

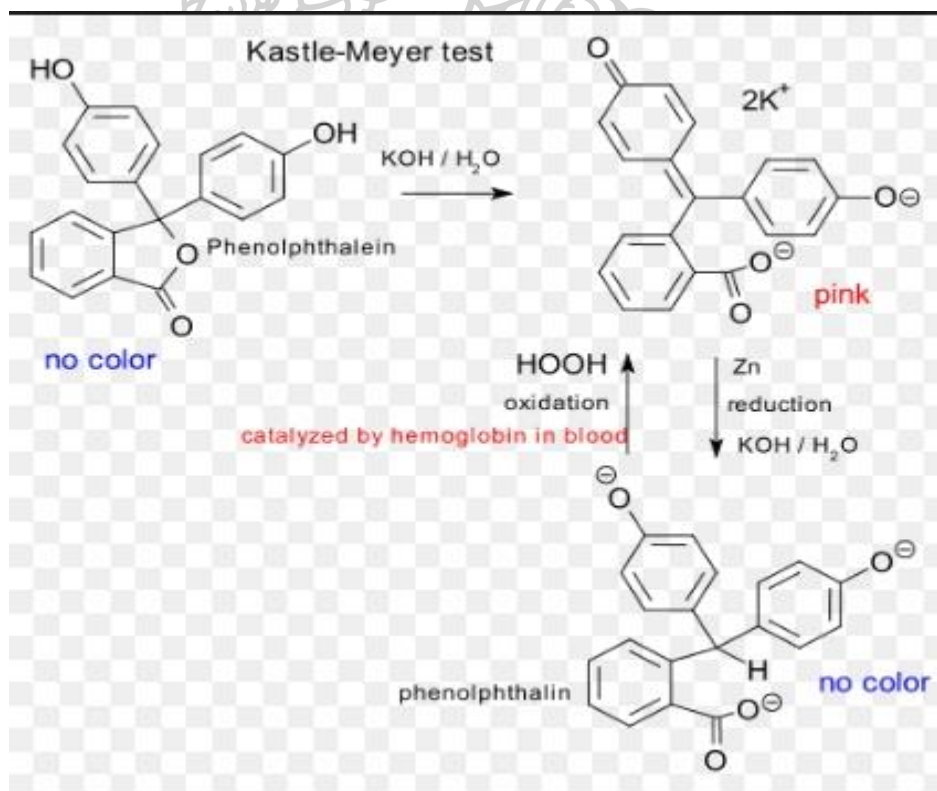


ภาพที่ 10 แสดงหลักการ Chromatographic immunoassay ของการเกิดปฏิกิริยาของชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood

2.4.1 น้้ำยา Kastle-Meyer test

ในปี ค.ศ.1818 Louis-Jacques Thenard ค้นพบ hydrogen peroxide และต่อมาในปี ค.ศ.1863 Christian Freidrich Schonbein สังเกตเห็นว่า peroxidase-like activity ของ hemoglobin เป็นสาเหตุของ oxidation ของ hydrogen peroxide ผลของปฏิกิริยาระหว่าง hydrogen peroxide กับ hemoglobin มีฟองเกิดขึ้น ในช่วงต้นของปีค.ศ. 1900 Kastle ได้ใช้ phenolphthalein เป็น color indicator ของการตรวจ hemoglobin ไม่กี่ปีต่อมา Meyer ได้ปรับปรุงและพัฒนาการทดสอบจึงเรียกการทดสอบนี้ว่า Kastle-Meyer test

หลักการของการทดสอบนี้คือ การเกิดปฏิกิริยา peroxidation โดย enzyme peroxidase ของสาร phenolphthalein (reduced form) ซึ่งใสไม่มีสี กับสารละลาย hydrogen peroxide โดยมีฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ในเม็ดโลหิตแดงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้ phenolphthalein (reduced form) ใสไม่มีสี ให้เปลี่ยนเป็น phenolphthalein (oxidized form) ซึ่งมีสีชมพู และเพื่อให้การแปลผลการทดสอบน่าเชื่อถือ ต้องอ่านผลการทดสอบตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากสาร phenolphthalein จะสามารถค่อยๆ ถูก oxidized เป็นสีชมพูโดยออกซิเจนในอากาศได้ อาจทำให้เกิดผลบวกปลอม (False positive) ได้



ภาพที่ 11 แสดงปฏิกิริยาการเปลี่ยนสีของฟีนอล์ฟทาลีนของการทดสอบ Kastle-Meyer test

2.5 ลักษณะทั่วไปและคุณสมบัติการซึมซับหรือการดูดซับของพื้นผิววัตถุ

การดูดซึม (อังกฤษ: absorption) ในทางเคมี คือปรากฏการณ์หรือกระบวนการทางเคมีหรือฟิสิกส์ ที่อะตอม, โมเลกุลหรือไอออนเข้าไปในส่วนที่เป็นเนื้อในของวัสดุที่เป็นแก๊ส, ของเหลวหรือของแข็ง การดูดซึมนั้นเป็นกระบวนการที่แตกต่างจากการดูดซับ (adsorption) เพราะในการดูดซึม โมเลกุลที่ถูกดูดซึมจะอยู่ในปริมาตรของวัสดุ ส่วนการดูดซับ โมเลกุลที่ถูกดูดซับจะอยู่ที่ผิวของวัสดุ

จากขอบเขตการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาวิจัยพื้นผิววัตถุ 2 ชนิดได้แก่

1) พื้นผิววัตถุชนิดที่มีรูพรุน ได้แก่ ผ้าฝ้าย และ 2) พื้นผิววัตถุชนิดที่ไม่มีรูพรุน ได้แก่ กระเบื้องเซรามิคผิวเรียบชนิดเคลือบมัน

2.5.1 ลักษณะทั่วไปและคุณสมบัติการซึมซับของผ้า

คุณสมบัติของผ้าขึ้นอยู่กับเส้นด้ายที่ใช้ผลิต ลักษณะและคุณสมบัติของเนื้อผ้า โดยทั่วไปแล้วเส้นด้ายที่ใช้ในการทอผ้านั้น มี 3 ประเภท คือ



ภาพที่ 12 แสดงส่วนประกอบของผ้า

1. เส้นใยฝ้าย เป็นเส้นใยธรรมชาติที่ได้จากพืช คือดอกฝ้าย ส่วนประกอบของเส้นใย คือ เซลลูโลส เส้นใยฝ้ายมีลักษณะคงทน ซึมซับน้ำได้ดี เส้นใยฝ้ายทนต่อสภาวะได้ดี เส้นใยไม่เปื่อยหรือไม่ละลายในด่างที่เข้มข้นและเจือจางทุกชนิด แต่จะละลายในกรดเข้มข้น และเปื่อยลงได้เร็วในกรดอ่อน ผ้าฝ้าย หรือเรียกจากคำภาษาอังกฤษของผ้าฝ้ายว่า คอตตอน (Cotton) เป็นผ้าที่ใช้กันมากที่สุดในบรรดาเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย เหมาะสมสำหรับการสวมใส่ในช่วงที่มีอากาศร้อนในฤดูร้อนหรือสามารถสวมใส่ได้ทุกวันกับประเทศที่ภูมิอากาศร้อนขึ้นทั้งปี เพราะในเนื้อเส้นใยฝ้ายนั้นสามารถซึมซับเหงื่อได้ดีและระบายอากาศออกได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย เนื่องจากเส้นใยมีรูพรุน

2. เส้นใยโพลีเอสเตอร์ ทำจากขบวนการทางเคมี เป็นเส้นใยที่มีความเหนียว ทำเป็นผืนผ้าได้ดี ไม่ซีมน้ำ เป็นเส้นใยที่ผลิตผ้ากันมากที่สุดในโลก คุณสมบัติของเส้นใยโพลีเอสเตอร์คือ ทนกรดอ่อนๆทุกชนิดจนกระทั่งกรดรุนแรงอย่างเช่นกรดกำมะถันเข้มข้นถึง 70% แต่เส้นใยชนิดนี้จะไม่ทนต่อแม้ด่างชนิดเจือจางก็สามารถทำให้เส้นใยละลายจนกระทั่งเส้นใยบางลงในที่สุด ข้อเสียของเส้นใยโพลีเอสเตอร์ก็คือ ย้อมสีติดยากที่สุดต้องใช้อุณหภูมิถึง 130°C

3. เส้นใยผสม คือการนำเส้นใยมากกว่า 1 ชนิด มารวมกันเพื่อเพิ่มข้อดีและเป็นการลดจุดด้อยของผ้าอีกชนิดลงได้มีผู้ทดลองนำข้อเสียของเส้นใยโพลีเอสเตอร์มาผสมข้อดีของผ้าฝ้ายจนเกิดเส้นใยผสมโพลีเอสเตอร์กับผ้าฝ้ายขึ้น

2.5.1 ลักษณะทั่วไปและคุณสมบัติการซึมซับของกระเบื้อง

กระเบื้องปูพื้นห้องน้ำ นั้นการเลือกซื้อเป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะกระเบื้องแต่ละประเภทจะมีความแตกต่างในทางกายภาพ การผลิต รวมทั้งคุณสมบัติ กระเบื้องปูพื้นห้องน้ำที่มีอยู่ในท้องตลาดมีอยู่ 5 ชนิดด้วยกัน คือ

1. กระเบื้องปูพื้นห้องน้ำแบบดินเผา กระเบื้องห้องน้ำประเภทนี้เป็นกระเบื้องที่คนไทยใช้งานมาอย่างยาวนาน เป็นกระเบื้องปูพื้นห้องน้ำที่เปราะที่สุดในกระเบื้องแต่ละชนิด และไม่ทนต่อความชื้นหรือเรียกง่ายๆ ว่า กระเบื้องดินเผานั้นเป็นกระเบื้องที่ดูดซับน้ำไว้ในตัวได้เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์

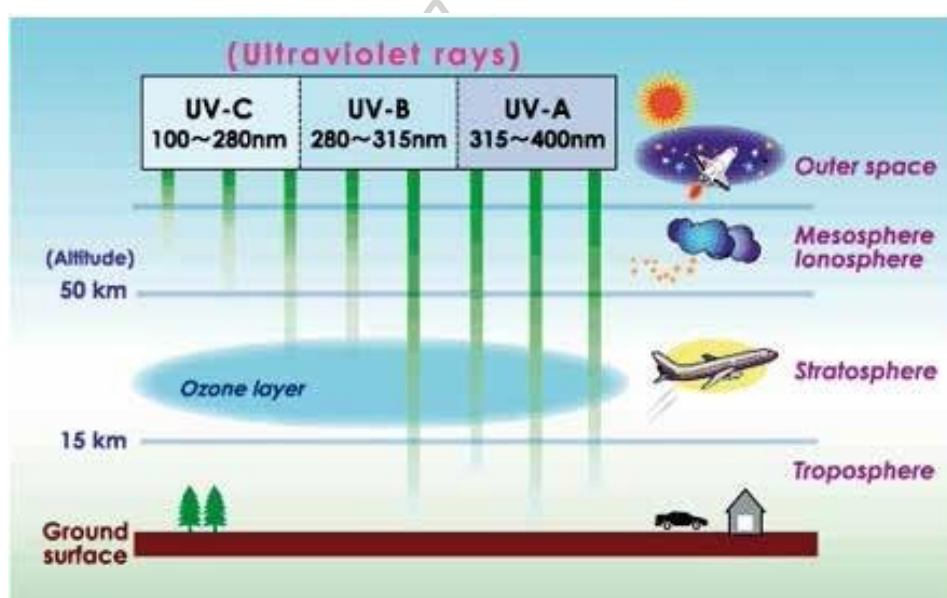
2. กระเบื้องปูพื้นห้องน้ำแบบเซรามิก เป็นกระเบื้องห้องน้ำที่นิยมนำมาเป็นกระเบื้องปูพื้นห้องน้ำ ลำดับต้นๆ เลยก็ว่าได้ กระเบื้องเซรามิกเป็นกระเบื้องดินเผาที่นำมาเคลือบเซรามิกทำให้มีผิวมันเหมือนกับแก้ว กันน้ำได้ ทำให้ไม่ซึมซับน้ำ พร้อมกันนั้นราคายังไม่แพงจึงทำให้เป็นที่นิยมที่จะนำมาปูพื้นห้องน้ำ แต่ก็ไม่ใช่กระเบื้องที่เหมาะสมที่สุดในการปูพื้นห้องน้ำ

3. กระเบื้องปูพื้นห้องน้ำแบบโมเสค วัสดุที่นำมาทำกระเบื้องปูพื้นห้องน้ำชนิดนี้ จะมีความหลากหลายมาก อาทิ กระเบื้อง แก้ว หิน หรือ เรซิน เป็นต้น โดยส่วนมากแล้วกระเบื้องชนิดนี้จะเป็นกระเบื้องที่นำมาประดับตกแต่งเพื่อเพิ่มมิติในห้องให้ดูสวยงามและน่าค้นหาเสียมากกว่า

4. กระเบื้องปูพื้นห้องน้ำแบบพอร์ซเลน ถือว่าเป็นกระเบื้องห้องน้ำที่มีความทนทานสูงมาก เพราะกระบวนการเผา นั้น จะเผาให้วัสดุกลายเป็นเนื้อเดียวกันทั้งแผ่น แต่ข้อเสียของกระเบื้องชนิดนี้ก็คือ มีน้ำหนักมากและการซึมผ่านของน้ำต่ำ

5. กระเบื้องปูพื้นห้องน้ำแบบแกรนิตโต้ กระเบื้องห้องน้ำประเภทนี้ถือว่าเป็น กระเบื้องที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาปูพื้นห้องน้ำ ขั้นตอนการผลิตกระเบื้องชนิดนี้คือ นำผงแกรนิตมา ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 3,000 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้กระเบื้องมีความทนทานและแข็งแรงเป็นอย่างมาก ข้อดีของกระเบื้องแกรนิตโต้ก็คือทำความสะอาดง่าย มีอายุการใช้งานที่ยาวนานและมีแบบที่ให้ เลือกรวมมากมาย ที่สำคัญที่สุดกระเบื้องประเภทนี้คือเป็น กระเบื้องห้องน้ำ ที่กันลื่นได้ด้วย

2.6 ความรู้เกี่ยวกับแสงยูวี (Ultraviolet rays)



ภาพที่ 13 แสดงการแผ่รังสีอัลตราไวโอเล็ตของดวงอาทิตย์มายังผิวโลก

2.6.1 รังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet Radiation: UV)

รังสีอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet Radiation: UV) หรือรังสีเหนือม่วง เป็นรังสี คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากการแผ่ของดวงอาทิตย์ ซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 100–400 nm ความถี่ 10¹⁵–1217 Hz ซึ่งตาของมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ มีคุณสมบัติไม่แตกตัว (non-ionizing)

รังสีอัลตราไวโอเล็ตเป็นช่วงรังสีที่อยู่ระหว่างชนิดรังสีที่แตกตัวได้ และแตกตัว ไม่ได้ ประกอบด้วยความยาวคลื่น 3 ชนิด คือ

1. UVA หรือเรียกชื่ออื่นว่า Long wave UVR หรือ Black light ความยาวคลื่น 315 – 400 nm มีระดับพลังงาน 3.10-3.94 eV
2. UVB หรือเรียกชื่ออื่นว่า Middle wave UVR หรือ Sunburn radiation ความยาวคลื่น 280 – 315 nm มีระดับพลังงาน 3.94-4.43 eV
3. UVC หรือเรียกชื่ออื่นว่า Short wave UVR หรือ Germicidal radiation ความยาวคลื่น 100 – 280 nm มีระดับพลังงาน 4.43-12.4 eV

ช่วงความยาวคลื่นที่มากกว่ารังสีอัลตราไวโอเล็ต คือ

1. Visible Radiation (light) ความยาวคลื่น 400 – 760 nm ช่วงคลื่นที่ตามองเห็น
2. รังสีอินฟราเรด (Infrared Radiation: IR) ความยาวคลื่น 760 – 3000 nm ช่วงคลื่นที่ตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็น

2.6.2 แหล่งกำเนิดของรังสีอัลตราไวโอเล็ต

1. การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ (solar radiation) ถือเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของการแผ่รังสีที่ส่องมาถึงโลก โดยประกอบด้วยรังสียูวีซี (UVC) ยูวีบี (UVB) และยูวีเอ (UVA) รวมถึงช่วงคลื่นที่มนุษย์มองเห็น และรังสีอินฟราเรด แต่รังสีบางส่วนจะถูกดูดซับไว้ในชั้นบรรยากาศ ที่เหลือสามารถส่องมาถึงผิวโลกในระดับไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์

2. แหล่งที่มนุษย์สร้างขึ้น (artificial sources) อันได้แก่หลอดทุกชนิดที่ถูกทำให้ร้อน จนมีอุณหภูมิสูงกว่า 2500 องศาเซลเซียส สามารถปล่อยรังสีอัลตราไวโอเล็ตได้ ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นสำหรับการใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ อาทิเช่น ในทางการแพทย์ ในทางการเกษตร เป็นต้น

พลังงานของช่วงคลื่นที่แผ่มาจากดวงอาทิตย์ ตั้งแต่ช่วงคลื่นสั้นต่างๆจนถึง 175 นาโนเมตร จะถูกดูดซับด้วยออกซิเจนในชั้นสตราโทสเฟียร์ที่ความสูงประมาณ 100 กิโลเมตร และพลังงานความยาวคลื่นตั้งแต่ 175 ถึง 280 นาโนเมตร หรืออยู่ในช่วงคลื่นอัลตราไวโอเล็ตซี (UVC) จะถูกดูดซับโดยโอโซนทำลาย ซึ่งช่วงคลื่นเหล่านี้มีระดับพลังงานสูงหากผ่านมาถึงผิวโลกจะเป็นอันตรายต่อมนุษย์มาก แต่ปัจจุบันชั้นโอโซนถูกทำลายลงมากทำให้อัตราการแผ่รังสียูวีซี (UVC) ลงมาถึงผิวโลกมีเพิ่มมากขึ้น

สำหรับพลังงานในช่วงคลื่นตั้งแต่ 280-3000 นาโนเมตร ประกอบด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตบี (UVB) 280-315 นาโนเมตร รังสีอัลตราไวโอเล็ตเอ (UVA) 315-400 นาโนเมตร ช่วงคลื่นที่ตามนุษย์มองเห็น 400-760 นาโนเมตร และรังสีอินฟราเรด 760-3000 นาโนเมตร ช่วงคลื่นที่ตา

มองเห็น และช่วงคลื่นรังสีอินฟราเรดจะสามารถเข้าสู่ผิวหนังของมนุษย์ได้ แต่จะไม่ถูกดูดซับไว้จึงไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ แต่รังสีอัลตราไวโอเล็ตเอ และบี (UVA), (UVB) สามารถเข้าสู่ผิวหนังและถูกดูดซับไว้ โดยรังสี UVA จะเข้าสู่ผิวหนังลึกสุด และดูดซับมากกว่ารังสี UVB

รังสี UVB มีค่าพลังงานมากกว่ารังสี UVA มีผลสามารถทำลายดีเอ็นเอ (DNA) และเกิดมะเร็งผิวหนังได้ ส่วนรังสี UVA ถึงแม้จะมีระดับพลังงานต่ำกว่า แต่สามารถแทรกสู่ผิวได้ลึกกว่า หากสัมผัสในระยะเวลานาน และต่อเนื่องจะทำให้เซลล์ผิวหนังอ่อนล้า เสื่อมเร็ว แลดูเหี่ยวย่นจนถึงระดับรุนแรงที่อาจเกิดเป็นเซลล์มะเร็งได้

รังสียูวี (UV) หากได้รับในระดับต่ำจะมีประโยชน์ต่อการสร้างวิตามินดี และช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของร่างกาย แต่หากได้รับในปริมาณมากเกินไปจนกลายเป็นประโยชน์จะมีผลต่อการทำลายระบบภูมิคุ้มกัน การทำลายเนื้อเยื่อเซลล์ ทำให้ผิวหนังแลดูเหี่ยวย่นจนถึงระดับรุนแรงกลายเป็นเซลล์มะเร็ง

อันตรายจากรังสีอัลตราไวโอเล็ต/รังสียูวี (UV)

ผิวหนังเป็นด่านแรกที่ได้รับปริมาณรังสีมากที่สุด ถือเป็นส่วนที่ช่วยปกป้องร่างกายจากรังสีชนิดต่างๆ สำหรับรังสียูวี (UV) มีอันตรายมากต่อผิวหนัง สามารถทำให้เกิดรอยไหม้ (Sunburn) และความผิดปกติของสารพันธุกรรม นอกจากนี้ ยังก่อให้เกิดกระบวนการลิปิดเพอร์ออกซิเดชัน (Lipid peroxidation) และการอักเสบเฉียบพลัน รวมถึงการเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่ออันเกิดจากการเกิดอนุมูลอิสระของรังสียูวี

ผลต่อโครงสร้างทางเคมี

รังสียูวีมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของสารชีวเคมีหลายชนิด ที่สำคัญ ได้แก่ การเกิดไทมีนไดเมอร์ (Thymine dimer) ที่เป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งหรือการกลายพันธุ์

2.6.3 อันตรายจากรังสียูวี และแสงต่างๆ

ในทุกๆวัน เราได้รับ รังสียูวี จากดวงอาทิตย์ ซึ่งมีทั้งประโยชน์และโทษ แต่ก็ยังมีแหล่งกำเนิดแสงต่างๆที่สามารถปล่อย รังสียูวี ได้เช่นกัน ซึ่งมาจากอุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันของเรานั้นเอง เช่น โทรทัศน์ หลอดไฟ คอมพิวเตอร์ ฯลฯ ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของเรา รังสียูวีที่มาจากแหล่งต่างๆ มีผลกระทบต่อสุขภาพของเราอย่างไร

1. รังสียูวีจากแสงแดด

รังสียูวี นั้นมีทั้งประโยชน์และโทษต่อมนุษย์ โดยรังสียูวี ในขนาดต่ำๆ จะช่วยในการสังเคราะห์วิตามินดีที่ผิวหนัง แต่ถ้าได้รับในปริมาณที่สูงเกินไป รังสียูวีจะทำลายเซลล์ผิวหนังชั้นหนังกำพร้า ทำให้เกิดผิวไหม้แสบลอก ผิวหมองคล้ำ ส่วนรังสียูวีเอ เมื่อได้ผ่านลงไปได้ถึงชั้นหนัง

แท้ และได้รับต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ จะทำลายคอลลาเจนและอีลาสติน ทำลายไฟโบรบลาสต์ จึงทำให้เกิดริ้วรอยเหี่ยวย่น จุดต่างด่างดำคุดกุ่มคุ่มกันของผิวหนัง ทำลาย DNA ทำให้เซลล์กลายเป็นมะเร็งและแบ่งตัวผิดปกติ ตามมาด้วยเนื้องอกหรือมะเร็งผิวหนังได้ โดยผู้ที่ผิวขาวจะมีความเสี่ยงมากกว่า เนื่องจากมีเมลานินที่ช่วยปกป้องอยู่น้อยกว่านั่นเอง นอกจากนี้ รังสียูวี ยังส่งผลก่อให้เกิดอันตรายต่อดวงตาด้วย แต่มีผลค่อนข้างน้อย ถ้าได้รับรังสียูวี ความเข้มสูง จะเกิดกระจกตาอักเสบมีอาการแสบตา น้ำตาไหล แพ้แสง ตาแดง ส่วนระยะยาวจะเกิดต้อลม ต้อกระจก ในอนาคตจอตาอาจเสื่อมได้

2. รังสียูวีจากเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์

คนที่ทำงานกับเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์ทุกวัน หรือคนที่ต้องนั่งใกล้เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์ มีโอกาสเสี่ยงที่จะได้รับรังสีอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งเป็นแสงที่ออกจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่อยู่ในเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์โดยส่วนใหญ่ หลอดที่ใช้ในเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีส่วนผสมของ metal halide หรือ quartz แสงที่ออกมาจากเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์เป็นแสงอัลตราไวโอเล็ตซึ่งหากสัมผัสกับดวงตาโดยตรงจะทำให้เกิดการระคายเคืองตา ปวดตา ปวดแสบตา และมีอาการปวดศีรษะได้ นอกจากนี้ความร้อนจากเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์ยังสามารถทำให้เกิดฝ้า กระได้ ด้วย ดังนั้นทุกครั้งถ่ายภาพเอกซเรย์จะต้องปิดแผ่นปิด cover ทุกครั้งเพื่อป้องกันแสงที่จะสัมผัสกับเราโดยตรง นอกจากนี้ไอระเหยจกหมึก ก็สามารถทำให้ระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ เกิดอาการไอ จาม ปวดศีรษะ วิงเวียน ระคายเคืองตาได้อีกด้วย จึงควรตั้งเครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์ในที่ๆ มีการระบายอากาศที่ดี

3. รังสียูวีจากหลอดไฟชนิดต่างๆ

หลอดไฟแต่ละประเภทก็สามารถปล่อยรังสีออกมาได้เช่นกัน แต่ว่ามากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับชนิด บางชนิดก็มีอันตรายมาก แต่บางชนิดก็ไม่มีอันตราย และคงปฏิเสธไม่ได้ว่าในชีวิตประจำวันของเรามักเจอกับหลอดไฟหลากหลายชนิด หลอดไฟแต่ละชนิดมีอันตรายมากน้อยอย่างไร

3.1 หลอดไส้ (Incandescent Light Bulb) อาศัยกระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านไส้ทั้งสแตจนเกิดความร้อน และแสงสว่าง ให้แสงเหลืองส้ม อายุการใช้งานสั้นและเปลืองไฟ แต่มีรังสียูวีต่ำมาก จึงไม่ค่อยมีผลกระทบต่อสุขภาพ

3.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Light) หรือ ที่เรียกกันว่าหลอดนีออนคือ หลอดแก้วสูญญากาศที่ใส่ไอปรอทไว้ เมื่อผ่านกระแสไฟจะทำให้ไอปรอทปล่อยพลังงานในรูป รังสียูวี ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตรไปกระทบสารเรืองแสงฟอสฟอรัสที่ฉาบด้านในหลอด สารเรืองแสงจะดูดซับ รังสียูวี แล้วเปล่งแสงในความยาวคลื่นที่ตามองเห็นแทน หลอดชนิดนี้อาจมี รังสียูวี หลุดรอดออกมาได้บ้างในระดับที่ไม่เป็นอันตราย

3.3 หลอดฮาโลเจน (Halogen Lamp) ใช้กระแสไฟฟ้าผ่านไส้ทั้งสแตนแบบหลอดไส้ แต่มีไอของฮาโลเจน เช่น คลอรีน ฟลูออรีนในหลอดแก้ว เพื่อให้ได้แสงสีขาว มีการแผ่รังสียูวี ในระดับที่ปลอดภัยหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp) เป็นหลอดที่ให้ความเข้มแสงสูงและความถูกต้องของสีใกล้เคียงแสงแดด มักใช้ในสนามกีฬาหรือ งานโทรทัศน์ มีการแผ่รังสียูวี ในระดับสูงที่อาจเกิดอันตรายกับดวงตาได้

3.4 หลอด LED (Light Emitting Diode) แสงสว่างมาจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในเซมิคอนดักเตอร์ จึงไม่มีการแผ่รังสียูวี และความร้อนปลอดภัยจากสารปรอท จึงไม่อันตรายต่อสุขภาพ

3.5 หลอดแบล็กไลท์ (Black Light) หลักการเหมือนหลอดนีออนแต่ไม่ได้เคลือบฟอสฟอรัสไว้ด้านในหลอด แผ่รังสี UVA ความยาวคลื่น 345-400 nm ซึ่งใกล้เคียงกับแสงม่วงที่ตามองเห็น จึงมีอันตรายน้อยเมื่อเปิดใช้งานในที่มืดจะเห็นเป็นสีม่วงจางๆ สิ่งของที่มีฟอสฟอรัสจะเรืองแสงขึ้น

3.6 หลอดยูวีฆ่าเชื้อโรค (Germicide Lamp) แผ่รังสี UVC ใช้เพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำหรือในโรงพยาบาลมีอันตราย อาจทำให้เกิดผิวหนังไหม้และเยื่อตาอักเสบถ้าสัมผัสโดยตรง เครื่องถ่ายเอกสาร ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ความเข้มสูงหรือหลอดฮาโลเจน อาจมีรังสียูวีได้บ้าง จึงควรใช้อย่างระมัดระวัง

4. รังสียูวีจากจอโทรทัศน์

4.1 จอโทรทัศน์แบบ CRT (Cathode Ray Tube) คือ จอแก้วแบบโค้ง ที่พบในที่วิรุณเก่าๆ จอชนิดนี้แผ่รังสียูวีเพียงเล็กน้อยไม่ทำอันตรายต่อสายตา หรือ ทำให้ผิวหมองคล้ำ แต่ถ้าเพ่งมากๆ อาจทำให้ตาเมื่อยล้า ปวดศีรษะได้ ยกเว้นแต่ในผู้ป่วยโรคบางชนิดที่มีอาการผิวไวแสงควรหลีกเลี่ยงจอชนิดนี้

4.2 จอโทรทัศน์แบบ LCD (Liquid Crystal Display) และ Plasma ไม่แผ่รังสียูวี แต่จอยิ่งใหญ่มักมีความร้อนสูง

5. รังสียูวีจากจอคอมพิวเตอร์และจอโทรศัพท์

จอคอมพิวเตอร์และจอโทรศัพท์ก็มี รังสียูวี ออกมาเช่นกัน แต่โดยทั่วไปแล้ว ผู้ผลิตก็จะควบคุมการผลิตให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย แต่หากเราใช้คอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์ อย่างผิดวิธี เช่น เล่นโทรศัพท์ในที่มืด ปิดไฟดูโทรทัศน์ ล้วนเป็นปัจจัยเสี่ยงที่จะได้รับรังสีเพิ่มมากขึ้น คนที่มีพฤติกรรมการใช้คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต ติดต่อกันเป็นเวลานานๆ จะทำให้ตาแห้งและกะพริบตาน้อยลง เกิดการแสบตา การมองเห็นเริ่มผิดปกติ เห็นภาพซ้อน มองไม่ชัด ปวดบ่าตา กล้ามเนื้อตาอ่อนล้า เป็นอาการเริ่มต้นของโรคคอมพิวเตอร์วิชั่นซินโดรมและเป็นการกระตุ้นให้จอประสาทตาเสื่อมเร็วขึ้นด้วย ทางที่ดีควรเปิดไฟดูโทรทัศน์ หรือใช้โทรศัพท์ ปรับไฟหน้าจอให้เหมาะสม และไม่ใช่ติดต่อกันเป็นเวลานานเกินไป ควรพักสายตาด้วยการมองไปที่อื่นบ้าง ก็จะทำให้หายเมื่อยตาได้

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรวิริย์ ลำเจียกเทศ และคณะ (พรวิริย์ ลำเจียกเทศ และคณะ, 2539) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ค่าโลหิตวิทยาในคนไทยปกติ โดยการศึกษาพารามิเตอร์ทางโลหิตวิทยาในคนไทยปกติ 260 ราย เป็นเพศชาย 130 คนและเพศหญิง 130 คน อายุ 18-59 ปี โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เซลล์เม็ดเลือดอัตโนมัติ Coulter JT ซึ่งรายงานค่า 18 พารามิเตอร์ ได้แก่ ซีบีซี ดัชนีเม็ดเลือดแดง ความกว้างของการกระจายตัวของเม็ดเลือดแดง จำนวนเกร็ดเลือด ค่าเฉลี่ยของปริมาตรเกร็ดเลือด ความกว้างของการกระจายตัวเกร็ดเลือด ปริมาตรเกร็ดเลือดอัดแน่น จำนวนเม็ดเลือดขาว การนับแยกเม็ดเลือดขาว 3 กลุ่ม จากการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนเม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน และปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นในเพศชายและเพศหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ช่วงค่าปกติของจำนวนเม็ดเลือดแดง เท่ากับ (4.2-5.7) และ (3.7-5.1) $\times 10^{12}/L$ ฮีโมโกลบิน เท่ากับ 12.5-16.6 g/dL และ 11.7-14.6 g/dL ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น 38.2-49.7% และ 35.5-44.5% ตามลำดับ

ไชยวัฒน์ ไชยสมบูรณ์ (ไชยวัฒน์ ไชยสมบูรณ์, 2555) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการทดสอบ Kastle-Meyer และการประยุกต์ใช้ในทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำยา Kastle-Meyer (KM) ในการตรวจการปนเปื้อนของโลหิตในเครื่องมือผ่าตัดทางทันตกรรม จากการศึกษาพบว่าน้ำยา Kastle-Meyer (KM) สามารถทดสอบโลหิตที่สดและแห้ง หลังจากนี้นำไปผ่านการฆ่าเชื้อด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิสูงถึง 134 องศาเซลเซียสได้ โดยให้ผลบวกที่ Dilution 1:6,400 หรือต่ำกว่านั้น นอกจากนี้ยังได้ศึกษาเปรียบเทียบการตรวจเลือดในปัสสาวะ โดยทดสอบด้วยแถบทดสอบปัสสาวะเทียบกับน้ำยา Kastle-Meyer (KM) พบว่าน้ำยา Kastle-Meyer (KM) มีความไวในการตรวจมากกว่าแถบทดสอบ รวมทั้งสารละลายยังสามารถตรวจระดับฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) แม้ในปัสสาวะจะมีความเข้มข้นเพียง 0.007 มิลลิกรัม/เดซิลิตร

สวารส ปุริมโน (สวารส ปุริมโน, 2555) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การตรวจวัดคราบโลหิตโดยวิธี ฟีนอล์ฟทาลีน เตตระเมทิลเบนซิดีน ลูมินอล และบลูสตาร์ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ เปรียบเทียบวิธีการตรวจวัดคราบโลหิตที่เจอจากบนพื้นผิวที่มีรูพรุนและไม่มีรูพรุน โดยวิธีฟีนอล์ฟทาลีน วิธีเตตระเมทิลเบนซิดีน ลูมินอล และบลูสตาร์ ทำการทดลองโดยการนำโลหิตมาเจือจางใน อัตราส่วนต่างๆ จนความเข้มข้นต่ำสุดที่ 1:100,000,000 โดยปริมาตร จากนั้นนำโลหิตที่เจือจางใน อัตราส่วนต่างๆ มาหยดบนพื้นผิวทั้ง 2 ประเภท เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง และทำการตรวจวัดคราบโลหิต ที่ระยะเวลา 1 2 4 6 และ 8 สัปดาห์ ตามลำดับ

ผลการทดลองพบว่า ภายหลังจากที่หยดโลหิตทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ วิธีฟีนอล์ฟทาลีน และวิธีเตตระเมทิลเบนซิดีน สามารถตรวจพบคราบโลหิตที่เจือจางได้ที่ความเข้มข้นต่ำที่สุดบน พื้นผิวที่มีรูพรุน คือ กระจกถ่ายเอกสารสีขาว (80 แกรม) กระจกขรุขระย่นของจดหมาย ผ้าป่าน มัสลิน ผ้าฝ้าย และพรหม สำหรับพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุนนั้น พบว่า วิธีเตตระเมทิลเบนซิดีน ตรวจคราบ โลหิตที่เจือจางได้มากกว่าวิธีฟีนอล์ฟทาลีน บนพื้นผิวกระเบื้อง กระจก และไม่อัด ในขณะที่วิธีบลู สตาร์สามารถตรวจคราบโลหิตที่เจือจางได้มากกว่าวิธีลูมินอล บนพื้นผิวที่มีรูพรุนและไม่มีรูพรุน และ ให้ผลจากการตรวจสอบคราบโลหิตเช่นเดียวกันบนพื้นผิวผ้าป่านมัสลิน ไม่อัด พรหม กระจกขรุขระ ย่น จากผลการทดลองนี้ สามารถเลือกใช้วิธีเหล่านี้มาตรวจคราบโลหิตที่เจือจางและถูกทิ้งไว้ใน ระยะเวลาต่างๆ ได้ และนำมาใช้กับตัวอย่างทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

ศศิญาดา ศรีนวม (ศศิญาดา ศรีนวม, 2556) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของน้ำยา Kastle-Meyer Test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood เพื่อใช้ตรวจคราบโลหิตมนุษย์ในงานตรวจสถานที่เกิดเหตุ โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา เปรียบเทียบความแตกต่างด้านความจำเพาะและความไวของน้ำยา Kastle-Meyer test และชุด ทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood โดยศึกษาความแตกต่างด้านความจำเพาะ โดยใช้ ตัวอย่างโลหิตสัตว์จำนวน 6 ชนิด (ไก่, หมู, วัว, แมว, สุนัข, นก) และโลหิตมนุษย์ การศึกษาความ แตกต่างด้านความไว โดยใช้ตัวอย่างจากโลหิตมนุษย์ที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นความเข้มข้น 17 ระดับ (1:100 ถึง 1:1,000,000) รวมทั้งทดสอบด้วยตัวอย่างคราบโลหิตมนุษย์บนพื้นผิวและสภาวะแวดล้อม ที่แตกต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า การศึกษาเปรียบเทียบด้านความจำเพาะนั้น ชุดทดสอบ FOB 1- Step Fecal Occult Blood ให้ผลเป็นลบกับโลหิตสัตว์ทุกกลุ่มตัวอย่าง ส่วนน้ำยา Kastle-Meyer test ให้ผลเป็นบวกกับโลหิตสัตว์ทุกกลุ่มตัวอย่าง โดยชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood มีความจำเพาะสูงกว่าน้ำยา Kastle-Meyer test ส่วนการศึกษาเปรียบเทียบด้านความไว พบว่า ชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood test มีความไว 1:500,000 ถึง 1:900,000 ซึ่งมากกว่าน้ำยา Kastle-Meyer test ที่มีความไว 1:60,000 ส่วนการทดสอบด้วยชุดทดสอบ FOB

1-Step Fecal Occult Blood นั้น ชนิดของผ้ามีผลต่อการสกัดตัวอย่างคราบโลหิตบนผ้า และตัวอย่างที่มีความเข้มข้นต่ำจะทำให้ผลการทดสอบเป็นผลบวกอ่อนๆ ดังนั้นสรุปได้ว่าชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood มีความไว และความจำเพาะกับโลหิตมนุษย์ มากกว่าน้ำยา Kastle-Meyer test จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือก ในการนำมาประยุกต์ใช้ตรวจคราบโลหิตเบื้องต้นในสถานที่เกิดเหตุและห้องปฏิบัติการนิติวิทยาศาสตร์

อาภรทิพย์ เปียปาน (อาภรทิพย์ เปียปาน, 2556) ศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดทดสอบ Hexagon OBTI และชุดทดสอบ One-Step Fecal Occult Blood (FOB) ที่ใช้ในการตรวจคราบโลหิตมนุษย์ในงานนิติวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดทดสอบ Hexagon OBTI และชุดทดสอบ One-Step Fecal Occult Blood (FOB) ที่ใช้ในการตรวจคราบโลหิตมนุษย์ในงานนิติวิทยาศาสตร์ โดยทำการทดสอบ 3 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านความไว โดยการเจือจางตัวอย่างโลหิตมนุษย์ด้วยน้ำกลั่น 13 ระดับ (1:1,000 ถึง 1:900,000) ผลพบว่าชุดทดสอบ Hexagon OBTI ให้ผลบวกที่ระดับความเข้มข้นที่ 1:20,000 และชุดทดสอบ FOB ให้ผลบวกที่ระดับความเข้มข้นที่ 1:800,000 (2) ด้านความจำเพาะ โดยทดสอบกับตัวอย่างของสัตว์ 6 ชนิด ได้แก่ สุนัข แมว หมู วัว ควาย ม้า ผลพบว่า ชุดทดสอบทั้งสองนี้ให้ผลบวกกับตัวอย่างโลหิตมนุษย์และให้ผลลบกับตัวอย่างโลหิตของสัตว์ และ (3) การศึกษาด้านผลกระทบของน้ำยาที่ใช้ในการทดสอบหาคราบโลหิตต่อการวิเคราะห์หาดีเอ็นเอ โดยใช้ตัวอย่างจากหลอดทดลองที่ถูกเจือจางสุดท้ายที่ตรวจพบนั้น ผลพบว่าไม่สามารถตรวจหาดีเอ็นเอได้ และจากการทดสอบตัวอย่างโลหิตที่ผ่านการทดสอบด้วยชุดทดสอบนั้น พบว่าสามารถนำมาตรวจวิเคราะห์ดีเอ็นเอได้ จากงานวิจัยนี้จึงสรุปได้ว่า ชุดทดสอบ FOB มีความไวสูงกว่าชุดทดสอบ Hexagon OBTI และชุดทดสอบทั้งสองนี้มีความจำเพาะต่อฮีโมโกลบิน รวมทั้งน้ำยาของชุดทดสอบไม่มีผลต่อการตรวจวิเคราะห์หาสารพันธุกรรมดีเอ็นเอ

Ayesha Asghar (Asghar, 2013) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของสารเคมีในการตรวจหาคราบโลหิต โดยพบว่าการประเมินผลทางกฎหมายใดๆ ขึ้นอยู่กับการตรวจจับการสังเกตการณ์วัด และการตรวจสอบข้อมูลผ่านการทดลอง ความน่าเชื่อถือของนิติวิทยาศาสตร์ได้รับความเดือดร้อนในอดีตเนื่องจากวิทยาศาสตร์ไม่ดี มันยังคงประสบความสำเร็จจนถึงวันนี้ เนื่องจากยังไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก การประยุกต์วิธีการปฏิบัติและการวิจัย งานที่ดำเนินการโดยความยุติธรรมทางอาญาชุมชนในการตรวจสอบในคดีอาชญากรรม ในทางนิติวิทยาศาสตร์และการวิเคราะห์คราบโลหิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการเพิ่มพื้นฐานและมาตรฐานในทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น เพื่อให้มีหลักเกณฑ์ที่ดีขึ้นในชุมชนวิทยาศาสตร์ บทความนี้ได้ตรวจสอบส่วนประกอบของโลหิต หลักการพื้นฐานในการตรวจโลหิต เช่นปฏิกิริยา Peroxidase ด้วย Hemoglobin ในโลหิตและปฏิกิริยาทางเคมีที่อยู่เบื้องหลังการตรวจทาง Serological สำหรับคราบโลหิต การเข้าใจถึงผลกระทบที่สารเจือ

จางและพื้นผิวมีความไวต่อการทดสอบ ข้อจำกัดของการทดสอบเหล่านี้จะได้รับการทบทวนและพูดคุยกัน ความตั้งใจของการทบทวนงานวิจัยนี้คือนำเสนอการประเมินอย่างรอบคอบ และมีความสมดุลของวิธีการตรวจหาคราบโลหิตและทำให้เหมาะสม ข้อเสนอแนะในการใช้งานวิจัยในกรณีศึกษาขึ้นอยู่กับประเภทของโลหิตที่ใช้ในการวิจัย

Milton Cox (M Cox, 1990) ได้ศึกษาวิจัยในเรื่องผลกระทบของการซักผ้าต่อการตรวจพิสูจน์คราบโลหิตเบื้องต้น ของน้ำยา O-tolidine และ phenolphthalein เพื่อความสามารถในการรักษาคราบโลหิตบนเนื้อผ้าที่แตกต่างกัน จำนวน 12 ชนิด หลังจากการซักที่แห้งต่างๆ กัน พบว่าการรักษาคราบโลหิตบนเนื้อผ้าที่ถูกซัก ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบเส้นใยของผ้าที่ใช้ ความจำเพาะของการทดสอบโลหิตเบื้องต้น การซักโดยการใช้น้ำหรือไม้น้ำซักฟอก จากผลการศึกษาพบว่า การทดสอบเบื้องต้นด้วย O-tolidine พบว่ามีความไวมากกว่า phenolphthalein

Milton Cox (M. Cox, 1991) ได้ศึกษาวิจัยเปรียบเทียบความไวและความจำเพาะของ phenolphthalein, tetramethylbenzidine, leucomalachite green และ orthotolidine ในการทดสอบคราบโลหิตเบื้องต้น (presumptive) พบว่าการทดสอบ phenolphthalein เป็นการทดสอบเดียวที่ดีที่สุดสำหรับการสอบสวนและมีความไว 1:10,000 เท่า จากการทดสอบคราบโลหิตบนกระดาษกรองและผ้าฝ้าย และยังให้ผลบวกปลอมกับพืชที่ทำปฏิกิริยา peroxidase การทดสอบ phenolphthalein และ leucomalachite green มีความจำเพาะมากกว่า ส่วนการทดสอบ tetramethylbenzidine และ orthotolidine มีความไวมากที่สุดในกลุ่มนี้ และยังเกิดปฏิกิริยารบกวนจากพืชที่มีเอนไซม์ peroxidase นอกจากนี้ยังสังเกตพบว่าผ้าฝ้ายมีการเก็บรักษาคราบโลหิตได้ดีกว่าผ้าชนิดอื่นๆ จากการทดสอบความแน่นของเส้นใยผ้าฝ้ายที่ดูดซับโลหิตนั้นเป็นคำอธิบายที่เป็นไปได้ที่ทำให้มีความไวมากขึ้นจากการทดสอบคราบโลหิตบนผ้าฝ้ายมากกว่ากระดาษกรอง ซึ่งความไวที่มีความแตกต่างกันของการทดสอบเบื้องต้น เกิดจากความแตกต่างกันในระดับความเข้มข้นของน้ำยา วิธีการเตรียมตัวอย่าง การอ่านผล และประเภทของวัตถุที่มีคราบโลหิตปนเปื้อน

Hochmeister และคณะ (Hochmeister et al., 1999) ได้ศึกษาการตรวจพิสูจน์โลหิตมนุษย์ในทางนิติวิทยาศาสตร์ด้วยวิธี immunochromatographic 1-step occult blood test ซึ่งเป็นวิธีในการตรวจหาโลหิตแฝงในอุจจาระ โดยได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจพิสูจน์คราบโลหิตมนุษย์ในทางนิติวิทยาศาสตร์ โดยได้ทำการทดลองดังนี้ (1) ผลของความไวและความจำเพาะต่อการทดสอบ (2) ผลของการสกัดคราบโลหิตด้วยสารที่ต่างกัน ได้แก่ น้ำกลั่น, Tris buffer pH 7.5 ของชุดทดสอบและ 5% แอมโมเนีย (3) การวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีวภาพในสภาวะแวดล้อมที่หลากหลาย และ (4) ศึกษากรณีตัวอย่าง พบว่าวิธี immunochromatographic 1-step occult blood test มีความจำเพาะต่อฮีโมโกลบินของมนุษย์ และมีความไวมากกว่าวิธีก่อนหน้านี้ในการตรวจหาฮีโมโกลบินของมนุษย์จากคราบโลหิต แอนติเจนไม่มีการตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อมที่

หลากหลาย ยกเว้นการสัมผัสกับผงซักฟอกบางชนิดและสารฟอกขาวในครัวเรือนและการได้รับสาร luminol เป็นเวลานาน การทดสอบสามารถทำได้ในการตรวจภาคสนามซึ่งใช้เวลาไม่นาน ในห้องปฏิบัติการสารละลายส่วนใสจากการสกัดดีเอ็นเอจะถูกนำไปทดสอบ โดยปกติ DNA จะไม่ถูกทำลายในการตรวจหาฮีโมโกลบินของมนุษย์ในตัวอย่างทางนิติวิทยาศาสตร์ จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าการทดสอบนี้มีความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ทางนิติวิทยาศาสตร์

Dalia Hermon และคณะ (Hermon et al., 2003) ได้ศึกษาวิจัยในเรื่องการนำชุดทดสอบ Hexagon OBTI test มาประยุกต์ใช้ในการตรวจหาโลหิตมนุษย์ในสถานที่เกิดเหตุรวมทั้งโลหิตบนวัตถุพยานอื่นๆ โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับตัวอย่างโลหิตของอาสาสมัครที่เจือจางด้วยน้ำกลั่น โลหิตสัตว์ โลหิตผู้ป่วยโลหิตจาง โลหิตเด็กทารก และสารคัดหลั่งจากร่างกาย การศึกษานี้ได้เสริมความไวของชุดทดสอบโดยการลดปริมาณ Buffer ลงเหลือ 0.2 ml และทดลองแช่ตัวอย่างไว้ใน Buffer นานมากกว่า 2 ชั่วโมง ผลพบว่าชุดทดสอบ Hexagon OBTI test มีความจำเพาะกับโลหิตของมนุษย์มากกว่าน้ำยา Kastle-Meyer test ซึ่งเป็นน้ำยาตรวจคราบโลหิตเบื้องต้น

จากการศึกษาเอกสารและการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่าจากการศึกษาดังกล่าวข้างต้น ได้มีการศึกษาถึงปัจจัยหรือตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิต ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์และสรุปเป็นประเด็นได้ดังตารางต่อไปนี้



ตารางที่ 1 สรุปประเด็นที่ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณลักษณะตัวแปรต่อ
ประสิทธิภาพในการตรวจหาคราบโลหิตแฝง

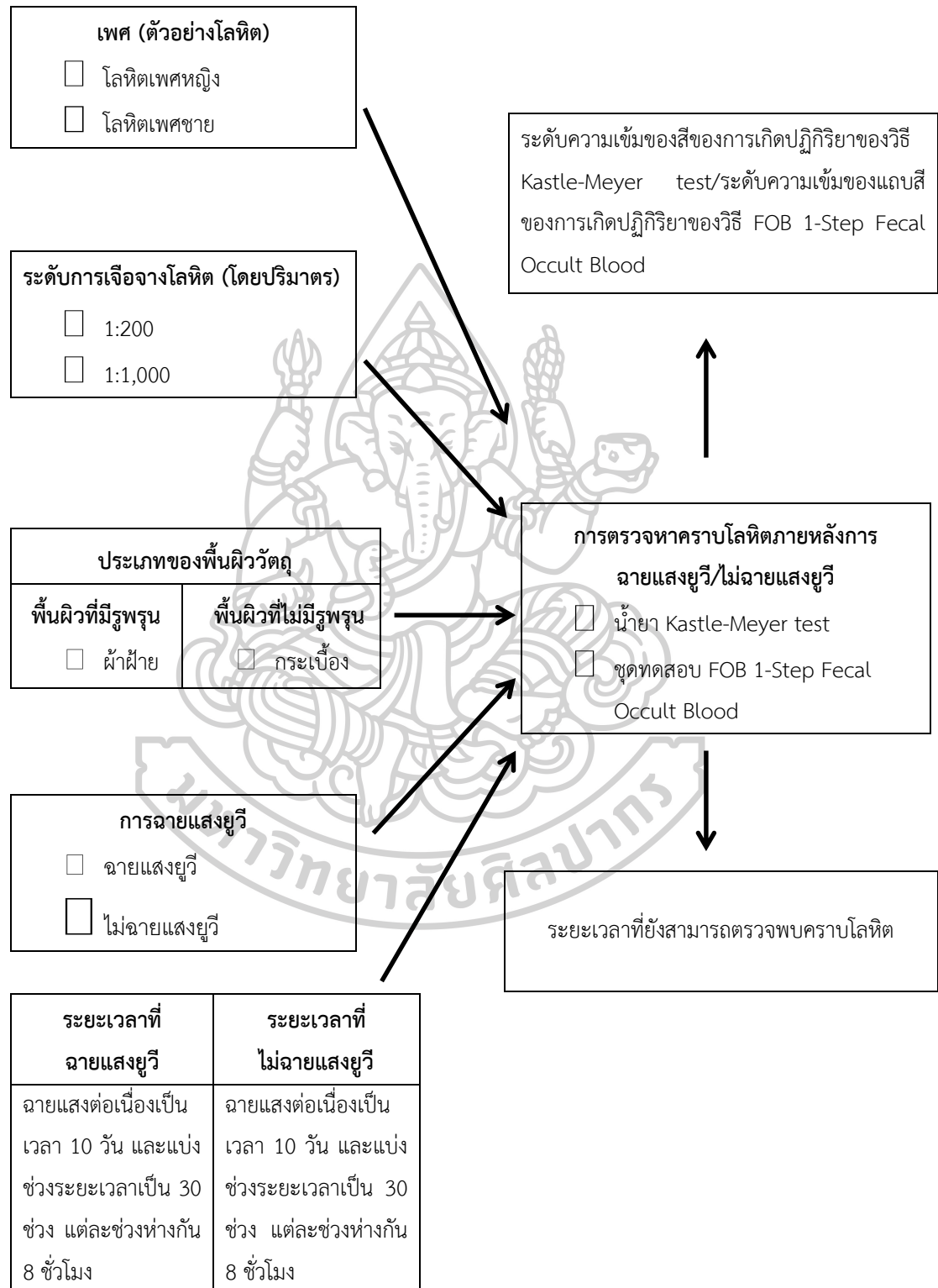
ประเด็นที่ศึกษา	พรวิชัย	ไชยวัฒน์	สวรส	ศศิฎดา	อาภรทัย	Cox	Hochmeister และคณะ	Dalit Hermon และคณะ
1.ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของโลหิตโดย การนำโลหิตไปเจือจางที่ระดับความเข้มข้น ต่างๆ		x	x	x	x	x		x
2.ศึกษาบนพื้นผิวทั้งชนิดที่มีรูพรุน และไม่มี รูพรุน			x			x		
3.มีการตรวจหาคราบโลหิตมากกว่า 1 วิธี		x	x	x	x	x		
4.ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศกับความ เข้มข้นของฮีโมโกลบินในโลหิต	x							
5.ศึกษาด้านความจำเพาะในการตรวจคราบ โลหิตของมนุษย์				x	x	x	x	x
6.ศึกษาการตรวจหาคราบโลหิตภายหลังมี การทิ้งคราบโลหิตไว้ในช่วงระยะเวลาที่ แตกต่างกัน			x					
7.มีการทดสอบคราบโลหิตในสภาวะ แวดล้อมที่หลากหลาย		x		x			x	
8.ศึกษาเกี่ยวกับเพศของตัวอย่างคราบโลหิต ต่อผลการตรวจหาคราบโลหิต								
9.ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการตรวจ หาคราบโลหิตภายหลังการฉายแสงยูวี								

และเมื่อวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่กรอบแนวคิดของการวิจัย และการ
สร้างข้อค้นพบใหม่ จะพบว่า ในประเด็นที่ศึกษานั้นจะเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการ
ตรวจหาคราบโลหิตในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ บนลักษณะพื้นผิวทั้งแบบรูพรุนและไม่มีรูพรุน
การศึกษาด้านความจำเพาะในการตรวจคราบโลหิตมนุษย์ และการศึกษาการตรวจหาคราบโลหิตหลัง
มีการทิ้งคราบโลหิตไว้ในช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน โดยจะศึกษาเพียงสามารถตรวจพบหรือไม่ ใน
ส่วนของการศึกษาถึง ระดับค่าสีของปฏิกิริยาการตรวจหาคราบโลหิต ยังไม่ได้รับการศึกษา

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นถึงการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะตัวแปรต่อการตรวจหาคราบโลหิต มีการออกแบบระเบียบวิธีวิจัยให้ครอบคลุมทุกประเด็น โดยจะศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ เพศของตัวอย่างโลหิต ระดับการเจือจางของโลหิต ประเภทของพื้นผิววัตถุที่ปนเปื้อนคราบโลหิต การฉายแสงยูวีคราบโลหิต ระยะเวลาของการฉายแสงยูวี และวิธีการตรวจหาคราบโลหิต จะส่งผลต่อระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาการตรวจหาคราบโลหิตอย่างไร



2.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 14 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะตัวแปรที่เกี่ยวกับเพศ ระดับการเจ็บจางโลหิต ประเภทของพื้นผิววัตถุ การฉายแสงยูวี และระยะเวลาที่ฉายแสงยูวีต่อการตรวจหาคราบโลหิต ด้วยวิธี Kastle-Meyer test และ FOB 1-Step Fecal Occult Blood เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Design) ใช้แบบแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย และวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้แก่ เพศ ระดับการเจ็บจางโลหิต ประเภทของพื้นผิววัตถุ การฉายแสงยูวี และระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิต ด้วยวิธี Kastle-Meyer test และ FOB 1-Step Fecal Occult Blood

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวิธีดำเนินการวิจัย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การศึกษาวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย การศึกษาเพื่อให้ทราบถึงคุณลักษณะตัวแปรที่คาดว่าจะมีปฏิสัมพันธ์ต่อการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood ตามแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัย โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood แนวคิดของการใช้น้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิต แนวคิดเกี่ยวกับคราบโลหิต รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยนี้

ขั้นที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

2.1.1 พื้นผิววัตถุที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. พื้นผิวชนิดมีรูพรุน ได้แก่ ผ้าฝ้ายสีขาว
2. พื้นผิวชนิดไม่มีรูพรุน ได้แก่ กระเบื้องเซรามิคผิวเรียบเคลือบมันสีขาว

โดยวัดขนาดของพื้นผิววัตถุทั้ง 2 ชนิดให้มีขนาด 1x1 ซม.

2.1.2 อุปกรณ์การทดลอง ได้แก่

1. หลอดทดลอง
2. Pipette ขนาด 1 ml และ 2 ml
3. Autopipette ขนาด 5-50 μ l
4. ลูกยาง
5. ถังมือยาง
6. ไม้พันสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อ
7. เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแบบปรอท
8. ตู้ฉายแสงยูวี
9. กล้องถ่ายภาพดิจิทัล

2.1.3 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1. น้ำยา Phenolphthalein
2. น้ำยา Hydrogen peroxide
3. Sterile water for irrigation
4. ชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนในการทดสอบ

3.1 การเก็บตัวอย่าง

3.1.1 เก็บตัวอย่างโลหิตจากอาสาสมัครเพศชายและเพศหญิงที่มีค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) อยู่ในเกณฑ์ปกติ โดยในผู้ชาย ค่าปกติ คือ 13.8-17.2 กรัมต่อเดซิลิตร(g/dL) ส่วนในผู้หญิงคือ 12.1-15.1 กรัม/เดซิลิตร ใส่ในหลอดที่มีสารกันเลือดแข็งตัว (anticoagulant) ชนิด Ethylene Diamine Tetracetic Acid (EDTA) เคลือบอยู่ บันทึกเวลาและวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง จากนั้นนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C

3.2 การเตรียมสารตรวจرابโลหิตวิธี Kastle-Meyer test (KM test)

3.2.1 การเตรียมสาร Kastle-Meyer ทำการเตรียม Stock Phenolphthalein Solution โดยชั่งสาร Phenolphthalein 2.0 กรัม, Potassium hydroxide 20.0 กรัม และผงสังกะสี 20.0 กรัม เติม Deionized water ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ต้มประมาณ 2-3 ชั่วโมง จนกระทั่งสารละลายไม่มีสี เติมผงสังกะสีอีกเล็กน้อย เพื่อให้อยู่ใน reduced form (ใส่ขวดสีชาเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C) เมื่อต้องการใช้สารละลายทดสอบให้เตรียมเป็น Working Phenolphthalein Solution โดยผสม Stock Phenolphthalein Solution 10 มิลลิลิตรกับ Ethanol 40 มิลลิลิตร หยด

Working Phenolphthalein Solution 2 หยดลงบนตัวอย่างคราบโลหิต หากไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี ให้เติม 3% Hydrogen peroxide 2 หยด (ศิริพร พันธศรี, 2549) จะเกิดสีชมพูภายใน 10 วินาที

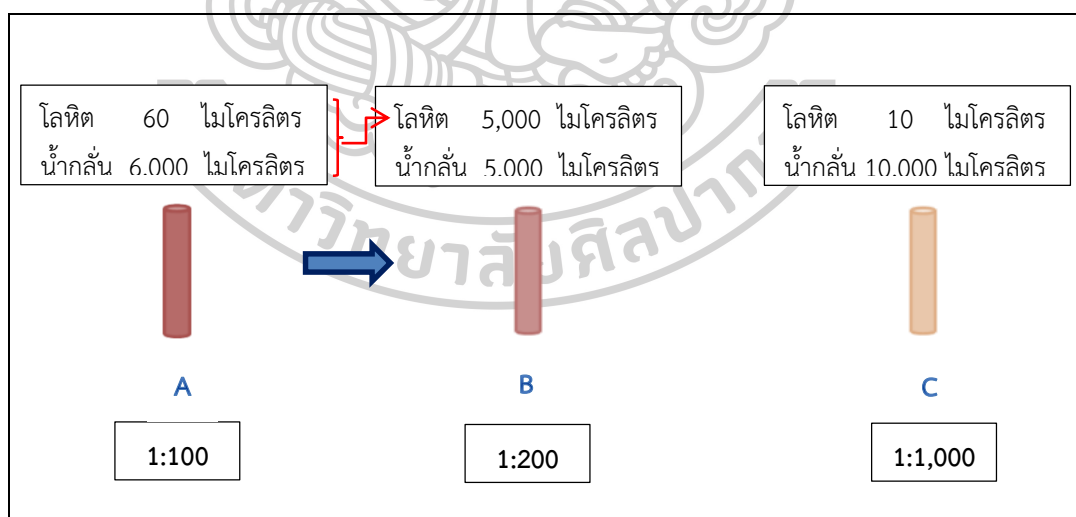
3.3 การศึกษาระดับความเข้มข้นของโลหิตที่มีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิต

3.3.1 นำโลหิตของอาสาสมัครทั้งเพศชายและเพศหญิงข้างต้นมาเจือจางด้วย น้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:200 และ 1:1,000 โดยปริมาตร โดยเตรียมหลอดทดลองทั้งหมด 3 หลอด

1) เจือจางโลหิตในระดับอัตราส่วน 1:100 โดยการดูดน้ำกลั่น 6,000 ไมโครลิตรและโลหิต 60 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลอง (A) จากนั้นเขย่าเบาๆ ให้น้ำกลั่นและโลหิต เข้ากันจะได้สารละลายโลหิตที่มีระดับการเจือจางที่ 1:100 โดยปริมาตร

2) เจือจางโลหิตในระดับอัตราส่วน 1:200 โดยการดูดน้ำกลั่นปริมาตร 5,000 ไมโครลิตรและดูดโลหิตจากหลอดทดลอง (A) มา 5,000 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลอง (B) จากนั้นเขย่าเบาๆ ให้น้ำกลั่นและโลหิตเข้ากัน จะได้สารละลายโลหิตที่มีระดับการเจือจางที่ 1:200 โดยปริมาตร

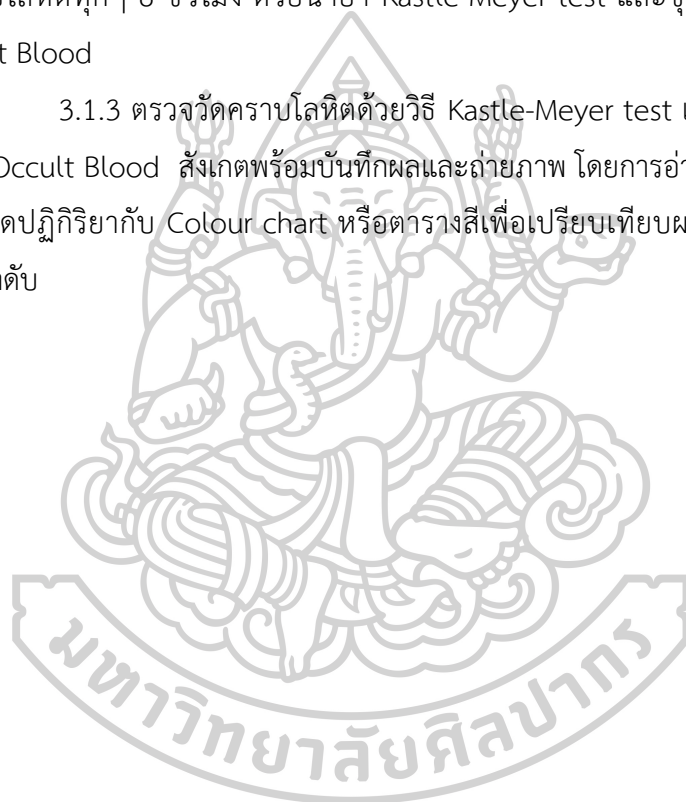
3) เจือจางโลหิตในระดับอัตราส่วน 1:1,000 โดยการดูดน้ำกลั่นปริมาตร 10,000 ไมโครลิตรและโลหิต 10 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลอง (C) จากนั้นเขย่าเบาๆ ให้น้ำกลั่นและโลหิตเข้ากันจะได้สารละลายโลหิตที่มีระดับการเจือจางที่ 1:1,000 โดยปริมาตร



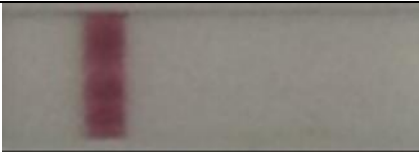
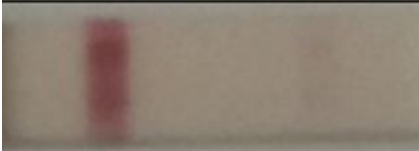
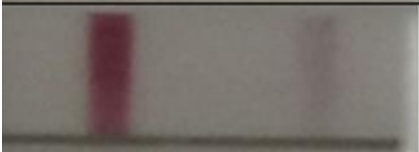
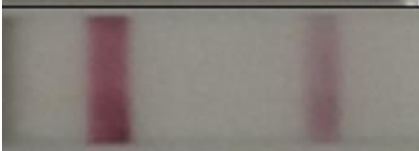
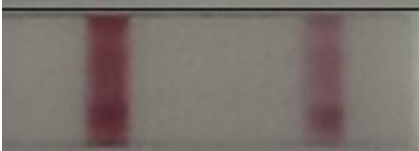
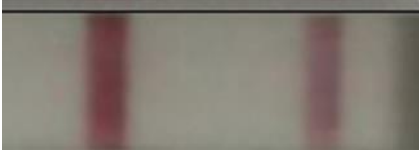
ภาพที่ 15 แสดงวิธีการเจือจางโลหิตด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:200 และ 1:1,000 โดยปริมาตร

3.1.2 นำโลหิตของอาสาสมัครทั้งเพศชายและเพศหญิงที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วนข้างต้น มาหยดลงบนพื้นผิวที่มีรูพรุน ได้แก่ ผ้าฝ้าย และบนพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน ได้แก่ กระเบื้อง การทำตัวอย่างควบคุมผลลบ(Negative control) ให้ทำการหยดน้ำกลั่น (Deionized water) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และการทำตัวอย่างควบคุมผลบวก(Positive control) ให้ทำการหยดโลหิตสด ปริมาตร 100 ไมโครลิตร จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 ชั่วโมง เพื่อให้สารละลายโลหิตได้ซึมซับเข้าสู่พื้นผิววัตถุ จากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดไปเข้าสู่ตู้ที่ใช้ในการฉายแสงยูวี ทำการฉายแสงยูวีตัวอย่างโลหิตต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 10 วัน โดยทำการเก็บตัวอย่างคราบโลหิตและทดสอบคราบโลหิตทุกๆ 8 ชั่วโมง ด้วยน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood





3.1.3 ตรวจวัดคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood สังเกตพร้อมบันทึกผลและถ่ายภาพ โดยการอ่านค่าจะใช้วิธีการเทียบสีของผลการเกิดปฏิกิริยากับ Colour chart หรือตารางสีเพื่อเปรียบเทียบผลดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ



ตารางที่ 2 Colour chart แสดงแถบสีของผลการทดสอบโลหิตด้วยชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ใช้สำหรับเทียบสีของการเกิดปฏิกิริยา (บนพื้นผิวผ้าฝ้ายและพื้นผิวกระเบื้อง)

Colour chart แสดงแถบสีของผลการทดสอบโลหิตด้วยชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood (บนพื้นผิวผ้าฝ้ายและพื้นผิวกระเบื้อง)	
	ผลลบ(Negative)
	ผลบวกอ่อนๆ (Weakly Positive)
	ผลบวก 1+ (Positive 1+)
	ผลบวก 2+ (Positive 2+)
	ผลบวก 3+ (Positive 3+)
	ผลบวก 4+ (Positive 4+)

ตารางที่ 3 Colour chart แสดงระดับสีของปฏิกิริยาของผลการทดสอบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-Meyer test ใช้สำหรับเทียบระดับสีของการเกิดปฏิกิริยา (บนพื้นผิวผ้าฝ้าย)




Colour chart แสดงระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของผลการทดสอบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-Meyer test (บนพื้นผิวผ้าฝ้าย)	
	ผลลบ (Negative)
	ผลบวกอ่อนๆ (Weakly Positive)
	ผลบวก 1+ (Positive 1+)
	ผลบวก 2+ (Positive 2+)

ตารางที่ 4 Colour chart แสดงระดับสีของปฏิกิริยาของผลการทดสอบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-Meyer test ใช้สำหรับเทียบระดับสีของการเกิดปฏิกิริยา (บนพื้นผิวผ้าฝ้าย)




Colour chart แสดงระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของผลการทดสอบโลหิตด้วย น้ำยา Kastle-Meyer test (บนพื้นผิวผ้าฝ้าย)	
	ผลบวก 3+ (Positive 3+)
	ผลบวก 4+ (Positive 4+)



ตารางที่ 5 Colour chart แสดงระดับสีของปฏิกิริยาของผลการทดสอบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-Meyer test ใช้สำหรับเทียบระดับสีของการเกิดปฏิกิริยา (บนพื้นผิวกระเบื้อง)

Colour chart แสดงระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของผลการทดสอบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-Meyer test (บนพื้นผิวกระเบื้อง)	
	ผลลบ (Negative)
	ผลบวกอ่อนๆ (Weakly Positive)
	ผลบวก 1+ (Positive 1+)

ตารางที่ 6 Colour chart แสดงระดับสีของปฏิกิริยาของผลการทดสอบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-Meyer test ใช้สำหรับเทียบระดับสีของการเกิดปฏิกิริยา (บนพื้นผิวกระเบื้อง)

Colour chart แสดงระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของผลการทดสอบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-Meyer test (บนพื้นผิวกระเบื้อง)	
	<p>ผลบวก 2+ (Positive 2+)</p>
	<p>ผลบวก 3+ (Positive 3+)</p>
	<p>ผลบวก 4+ (Positive 4+)</p>

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามความมุ่งหมายและสมมติฐานของการวิจัย โดยทำการประมวลผลข้อมูลในการทดลองด้วยโปรแกรม SPSS ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

4.1 การกำหนดค่าตัวแปร การกำหนดตัวแปรต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลอง ดังนี้

4.1.1 เพศ/ประเภทของตัวอย่างคราบโลหิต ข้อมูลระดับนามบัญญัติ (Nominal Scale) โดยกำหนดให้

1 แทน โลหิตเพศชาย

2 แทน โลหิตเพศหญิง

4.1.2 ระดับการเจือจางโลหิต ระดับการวัดข้อมูลระดับอันดับ (Ordinal Scale) โดยกำหนดให้

1 แทน อัตราส่วน ไม่เจือจางโลหิต (No dilute)

2 แทน อัตราส่วน 1:200

3 แทน อัตราส่วน 1:1,000

ซึ่งจากการสังเกตผลที่ได้จากการทดสอบหาคราบโลหิต พบว่าที่อัตราส่วนการไม่เจือจางโลหิตให้ผลคงที่ไม่แตกต่างกันในจำนวนการทดสอบทั้งหมด จึงไม่นำมาคำนวณในสถิติ จึงเลือกเอาเฉพาะที่อัตราส่วนการเจือจางโลหิต 1:200 และ 1:1,000 มาใช้ในการวิเคราะห์เท่านั้น

4.1.3 ประเภทของพื้นผิววัตถุที่ใช้หยดคราบโลหิต ข้อมูลระดับนามบัญญัติ (Nominal Scale) โดยกำหนดให้

1 แทน ผ้าฝ้าย

2 แทน กระเบื้อง

4.1.4 วิธีการตรวจหาคราบโลหิต ข้อมูลระดับนามบัญญัติ (Nominal Scale) โดยกำหนดให้

1 แทน วิธี Kastle-Meyer test (KM test)

2 แทน วิธี ชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood (FOB)

4.1.5 การฉายแสงยูวี(UV) ข้อมูลระดับนามบัญญัติ (Nominal Scale) โดยกำหนดให้

1 แทน การฉายแสงยูวี

2 แทน ไม่ฉายแสงยูวี

4.1.6 ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี จะทำการทดสอบฉายแสงยูวีครบโลหิตเป็น ระยะเวลาต่อเนื่องนาน 10 วัน โดยจะเก็บตัวอย่างครบโลหิตมาทดสอบห่างกันในทุกๆ 8 ชั่วโมง ระดับการวัดข้อมูลระดับอันดับ (Ordinal Scale) โดยกำหนดให้

- 1 แทน ทดสอบวันที่ 1 รอบที่ 1 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 8 ชั่วโมง
- 2 แทน ทดสอบวันที่ 1 รอบที่ 2 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 16 ชั่วโมง
- 3 แทน ทดสอบวันที่ 1 รอบที่ 3 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง
- 4 แทน ทดสอบวันที่ 2 รอบที่ 1 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 32 ชั่วโมง
- 5 แทน ทดสอบวันที่ 2 รอบที่ 2 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 40 ชั่วโมง
- 6 แทน ทดสอบวันที่ 2 รอบที่ 3 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง
- 7 แทน ทดสอบวันที่ 3 รอบที่ 1 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 56 ชั่วโมง
- 8 แทน ทดสอบวันที่ 3 รอบที่ 2 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 64 ชั่วโมง
- 9 แทน ทดสอบวันที่ 3 รอบที่ 3 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 72 ชั่วโมง
- 10 แทน ทดสอบวันที่ 4 รอบที่ 1 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 80 ชั่วโมง
- 11 แทน ทดสอบวันที่ 4 รอบที่ 2 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 88 ชั่วโมง
- 12 แทน ทดสอบวันที่ 4 รอบที่ 3 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 96 ชั่วโมง
- 13 แทน ทดสอบวันที่ 5 รอบที่ 1 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 104 ชั่วโมง
- 14 แทน ทดสอบวันที่ 5 รอบที่ 2 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 112 ชั่วโมง
- 15 แทน ทดสอบวันที่ 5 รอบที่ 3 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 120 ชั่วโมง
- 16 แทน ทดสอบวันที่ 6 รอบที่ 1 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 128 ชั่วโมง
- 17 แทน ทดสอบวันที่ 6 รอบที่ 2 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 136 ชั่วโมง
- 18 แทน ทดสอบวันที่ 6 รอบที่ 3 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 144 ชั่วโมง
- 19 แทน ทดสอบวันที่ 7 รอบที่ 1 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 152 ชั่วโมง
- 20 แทน ทดสอบวันที่ 7 รอบที่ 2 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 160 ชั่วโมง
- 21 แทน ทดสอบวันที่ 7 รอบที่ 3 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 168 ชั่วโมง
- 22 แทน ทดสอบวันที่ 8 รอบที่ 1 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 176 ชั่วโมง
- 23 แทน ทดสอบวันที่ 8 รอบที่ 2 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 184 ชั่วโมง
- 24 แทน ทดสอบวันที่ 8 รอบที่ 3 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 192 ชั่วโมง
- 25 แทน ทดสอบวันที่ 9 รอบที่ 1 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 200 ชั่วโมง
- 26 แทน ทดสอบวันที่ 9 รอบที่ 2 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 208 ชั่วโมง
- 27 แทน ทดสอบวันที่ 9 รอบที่ 3 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 216 ชั่วโมง
- 28 แทน ทดสอบวันที่ 10 รอบที่ 1 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 224 ชั่วโมง

29 แทน ทดสอบวันที่ 10 รอบที่ 2 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 232 ชั่วโมง

30 แทน ทดสอบวันที่ 10 รอบที่ 3 ระยะเวลาที่ฉายแสงทิ้งไว้ 240 ชั่วโมง

4.1.7 ความสามารถของน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิต ระดับอันดับ (Ordinal Scale) โดยกำหนดให้

0 แทน ความสามารถของน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิต ได้ผลเป็น ลบ (-)

1 แทน ความสามารถของน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิต ได้ ผลบวกอ่อนๆ (+-)

2 แทน ความสามารถของน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิต ได้ ผลบวกเท่ากับ 1+

3 แทน ความสามารถของน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิต ได้ ผลบวกเท่ากับ 2+

4 แทน ความสามารถของน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิต ได้ ผลบวกเท่ากับ 3+

5 แทน ความสามารถของน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิต ได้ ผลบวกเท่ากับ 4+

4.2 วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ด้วยสถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การประเมินผลระดับความสามารถของวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิต ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ใช้สูตรคำนวณช่วงความกว้างของอันตรภาคชั้นเป็นการคำนวณระดับการให้คะแนนเฉลี่ยแต่ละลำดับชั้น ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น} &= \frac{\text{ข้อมูลที่มีค่าสูงสุด} - \text{ข้อมูลที่มีค่าต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} \\ &= \frac{5 - 0}{5} \\ &= 1.000 \end{aligned}$$

เกณฑ์คะแนนเฉลี่ยระดับความสามารถของวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood ในการตรวจหาคราบโลหิต

คะแนนเฉลี่ย 0.000 – 1.000 หมายถึง ต่ำสุด

คะแนนเฉลี่ย 1.001 – 2.000 หมายถึง ต่ำ

คะแนนเฉลี่ย 2.001 – 3.000 หมายถึง ปานกลาง

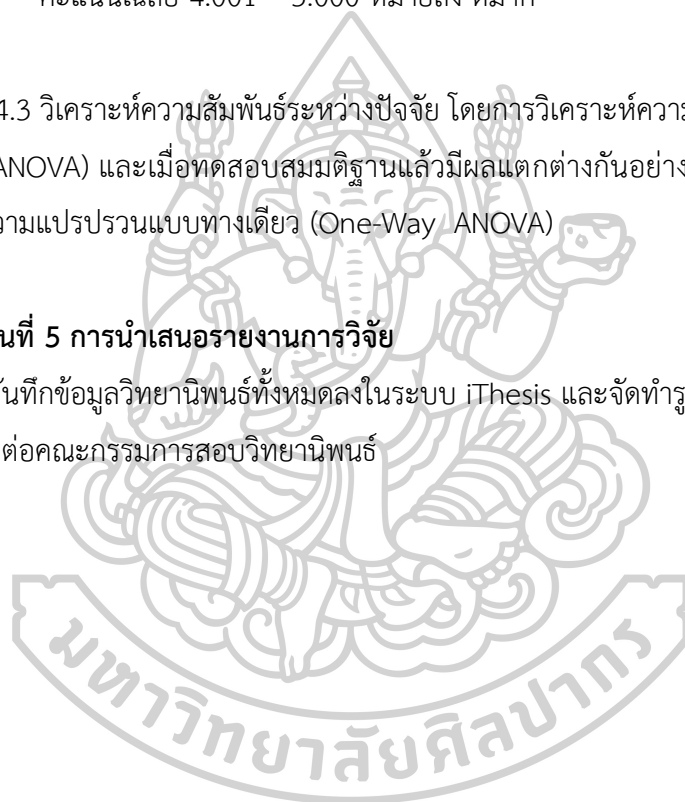
คะแนนเฉลี่ย 3.001 – 4.000 หมายถึง ดี

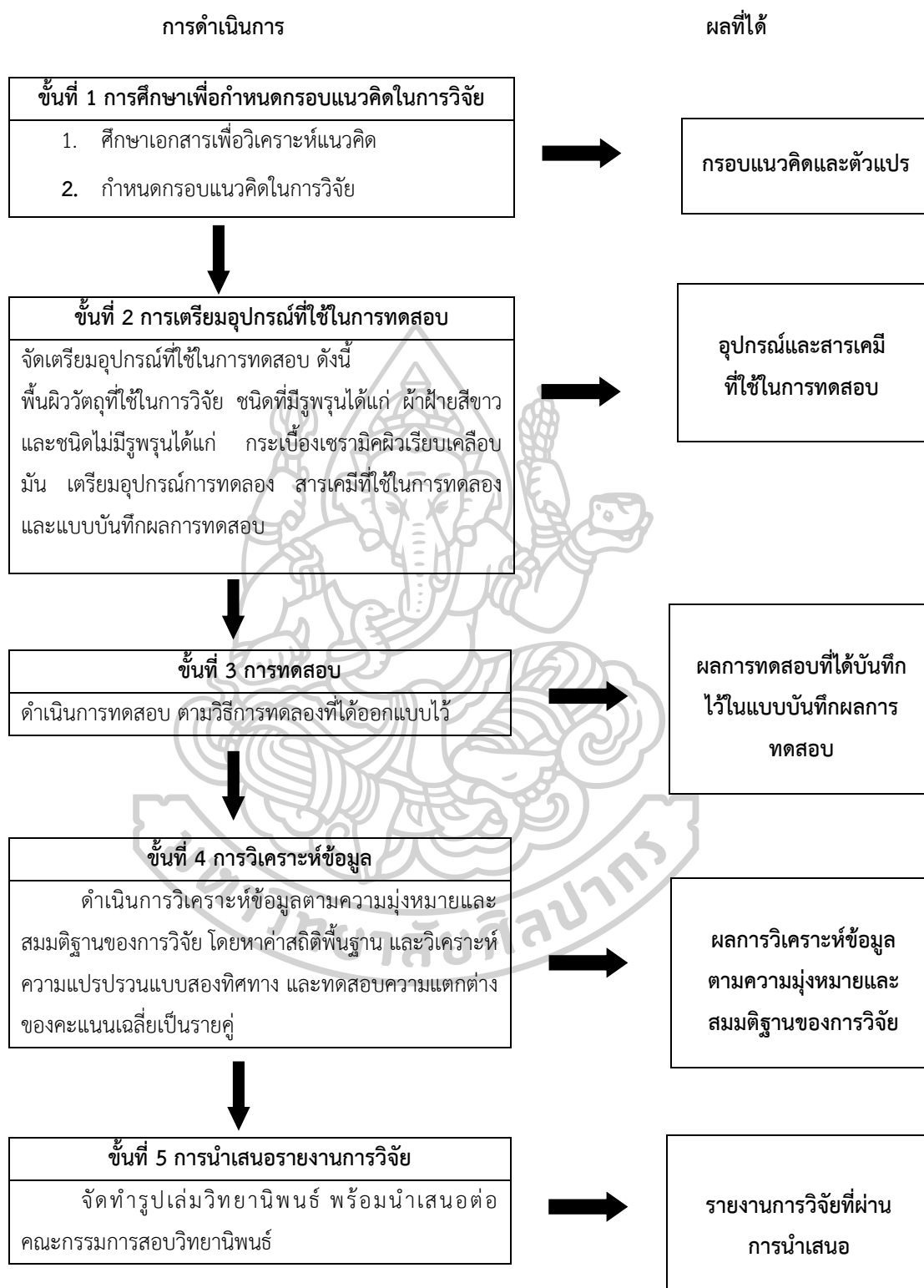
คะแนนเฉลี่ย 4.001 – 5.000 หมายถึง ดีมาก

4.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-Way ANOVA) และเมื่อทดสอบสมมติฐานแล้วมีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทำการทดสอบความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA)

ขั้นที่ 5 การนำเสนอรายงานการวิจัย

บันทึกข้อมูลวิทยานิพนธ์ทั้งหมดลงในระบบ iThesis และจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ พร้อมนำเสนอต่อคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์





ภาพที่ 16 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) โดยใช้แบบแผนการทดลองแฟกทอเรียล ซึ่งเป็นการศึกษาผลกระทบของ 2 ตัวแปรหรือมากกว่า เพื่อศึกษาการตรวจหาคราบโลหิตภายหลังการฉายแสงยูวี โดยมีตัวแปรในการทดสอบ 6 ตัวแปรคือ 1) เพศ 2) ระดับการเงิอจางโลหิต 3) ประเภทของพื้นผิววัตถุ 4) การฉายแสงยูวี 5) ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี 6) วิธีการตรวจหาคราบโลหิต ที่มีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิต ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของตัวแปร ได้แก่ 1) เพศ 2) ระดับการเงิอจางโลหิต 3) ประเภทของพื้นผิววัตถุ 4) การฉายแสงยูวี 5) ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี และ 6) วิธีการตรวจหาคราบโลหิต

4.2 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 1) เพศ 2) ระดับการเงิอจางโลหิต 3) ประเภทของพื้นผิววัตถุ 4) การฉายแสงยูวี 5) ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี และ 6) วิธีการตรวจหาคราบโลหิต ต่อการตรวจหาคราบโลหิต การทดสอบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร สามารถตั้งสมมติฐาน 9 ข้อดังต่อไปนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 2 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระดับการเงิอจางโลหิต ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 3 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 4 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและการฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 5 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเงิอจางโลหิต ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 6 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 7 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 8 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเงิอจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานข้อที่ 9 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเจ็บจางโลหิตและการฉายแสงยูวีต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพระหว่างวิธีการตรวจหาคราบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood มีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

\bar{X} หมายถึง ค่าเฉลี่ย

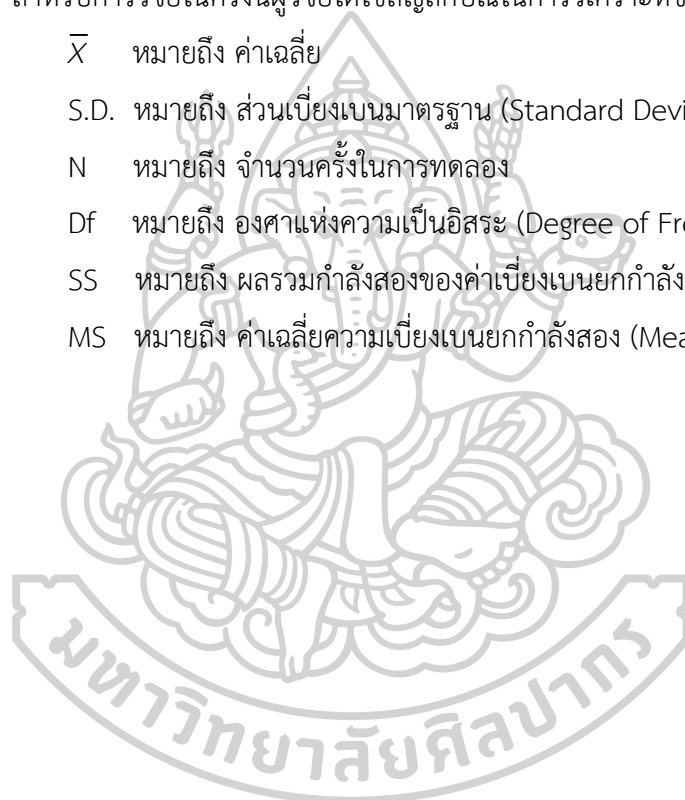
S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

N หมายถึง จำนวนครั้งในการทดลอง

Df หมายถึง องศาแห่งความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)

SS หมายถึง ผลรวมกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of Square)

MS หมายถึง ค่าเฉลี่ยความเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Mean of Square)

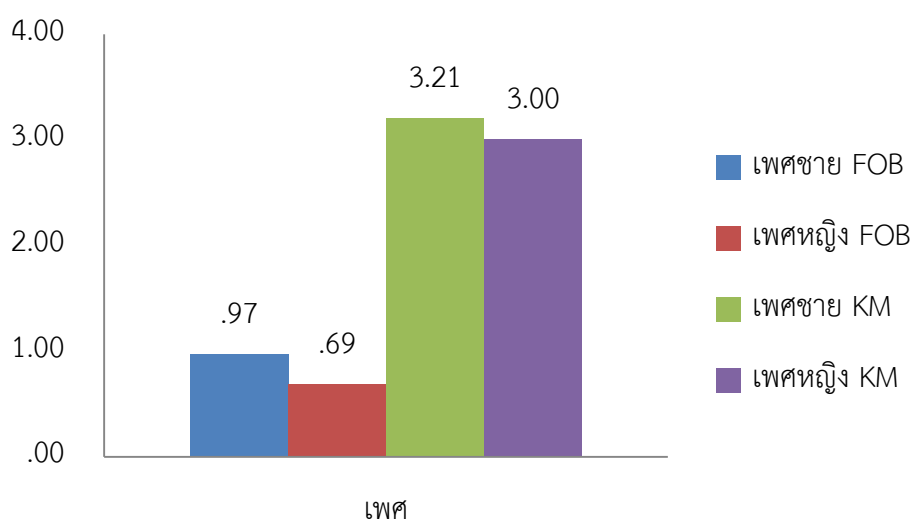


4.1 การวิเคราะห์สถิติเบื้องต้นของตัวแปรประเภท เพศของตัวอย่างคราบโลหิต ระดับการเจ็บจางโลหิต ประเภทของพื้นผิววัตถุ การฉายแสงยูวี ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี วิธีการตรวจหาคราบโลหิต

ตัวแปรที่ 1 เพศของตัวอย่างคราบโลหิต

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศของตัวอย่างคราบโลหิต

เพศของตัวอย่างคราบโลหิต	Kastle-Meyer test			FOB 1-Step Fecal Occult Blood		
	\bar{X}	S.D.	ค่าระดับ	\bar{X}	S.D.	ค่าระดับ
เพศชาย	3.21	.770	ดี	.97	1.144	ต่ำสุด
เพศหญิง	3.00	.899	ปานกลาง	.69	.975	ต่ำสุด



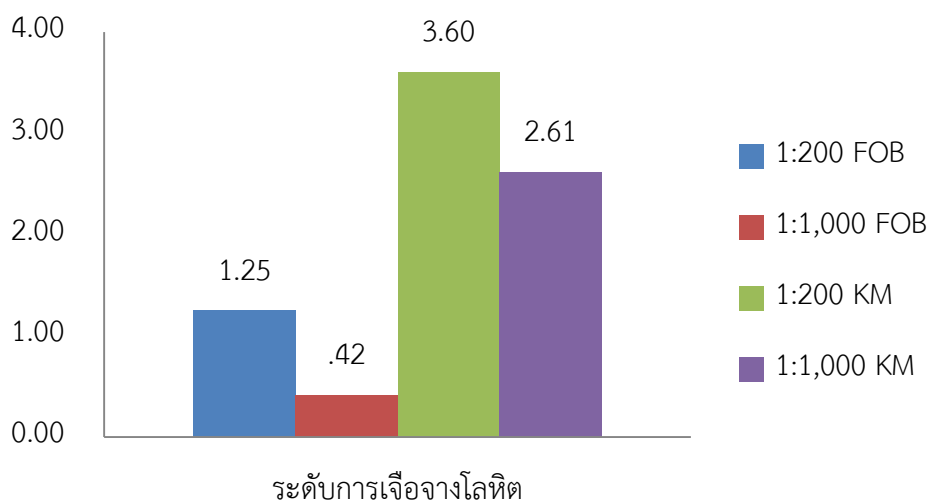
ภาพที่ 17 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศของตัวอย่างคราบโลหิต

จากภาพที่ 17 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต จำแนกตามเพศของตัวอย่างคราบโลหิต พบว่า ระดับความเข้มของสีของการเกิดปฏิกิริยาของผลการตรวจหาคราบโลหิตจากเพศชาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สุด ของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood เท่ากับ 3.21 และ .97 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดสูงกว่าคราบโลหิตจากเพศหญิง ทั้งการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood เท่ากับ 3.00 และ .69 ตามลำดับ และจากตารางที่ 7 พบว่ามีค่าระดับความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตจากเพศชายและเพศหญิงด้วยวิธี Kastle-Meyer test อยู่ในระดับดีและปานกลาง ตามลำดับ และมีค่าระดับความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตจากทั้งเพศชายและเพศหญิงด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood อยู่ในระดับต่ำสุด

ตัวแปรที่ 2 ระดับการเจือจางโลหิต

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle -Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิต

ระดับการเจือจางโลหิต	Kastle-Meyer test			FOB 1-Step Fecal Occult Blood		
	\bar{X}	S.D.	ค่าระดับสี	\bar{X}	S.D.	ค่าระดับสี
1:200	3.60	.695	ดี	1.25	1.190	ต่ำ
1:1,000	2.61	.669	ปานกลาง	.42	.733	ต่ำสุด



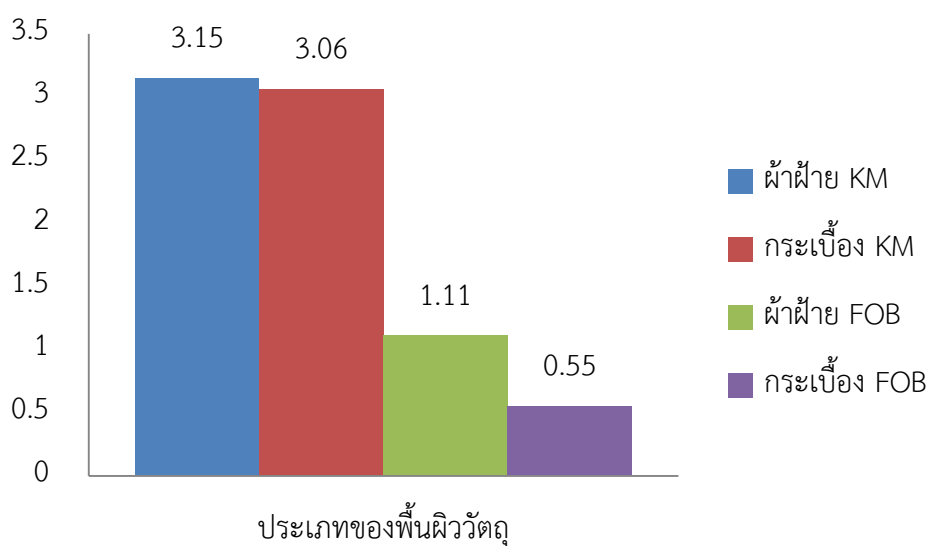
ภาพที่ 18 ค่าเฉลี่ยของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle – Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิต

จากภาพที่ 18 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิต พบว่า ระดับความเข้มของสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตจากระดับการเจือจางโลหิตที่ 1:200 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood เท่ากับ 3.60 และ 1.25 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดสูงกว่าระดับการเจือจางโลหิตที่ 1:1000 ทั้งการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood เท่ากับ 2.61 และ .42 ตามลำดับ และจากตารางที่ 8 พบว่ามีค่าระดับความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตจากระดับการเจือจางโลหิตที่ 1:200 และ 1:1000 ด้วยวิธี Kastle-Meyer test อยู่ในระดับดีและปานกลาง ตามลำดับ และมีค่าระดับความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตจากระดับการเจือจางโลหิตที่ 1:200 และ 1:1000 ด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood อยู่ในระดับต่ำและต่ำสุด ตามลำดับ

ตัวแปรที่ 3 ประเภทของพื้นผิววัตถุ

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุ

ประเภทของพื้นผิววัตถุ	Kastle-Meyer test			FOB 1-Step Fecal Occult Blood		
	\bar{X}	S.D.	ค่าระดับสี	\bar{X}	S.D.	ค่าระดับสี
ผ้าฝ้าย	3.15	.822	ดี	1.11	1.195	ต่ำ
กระเบื้อง	3.06	.861	ดี	.55	.847	ต่ำสุด



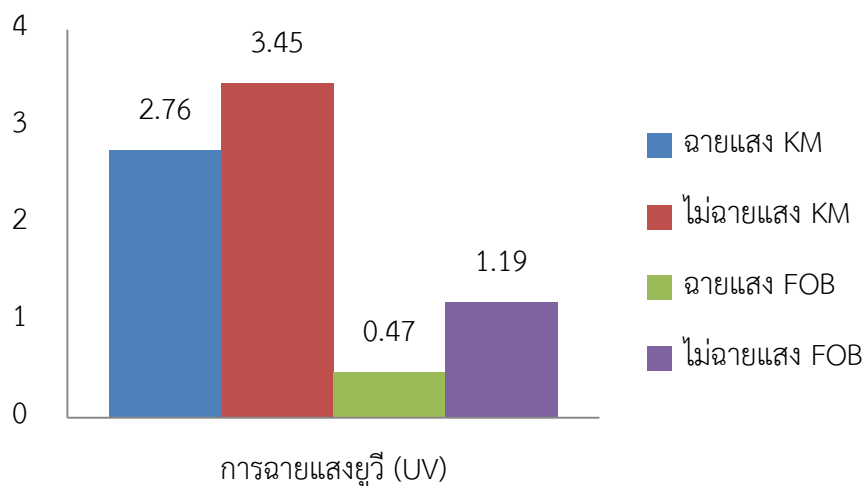
ภาพที่ 19 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุ

จากภาพที่ 19 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
 จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุ พบว่า ระดับความเข้มของสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา
 คราบโลหิตบนพื้นผิวผ้าฝ้าย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer
 test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood เท่ากับ 3.15 และ 1.11 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูง
 ที่สุดสูงกว่าบนพื้นผิวกระเบื้อง ทั้งการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB
 1-Step Fecal Occult Blood เท่ากับ 3.06 และ .55 ตามลำดับ และจากตารางที่ 9 พบว่ามีค่า
 ระดับความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตบนพื้นผิวผ้าฝ้าย และบนพื้นผิวกระเบื้อง ด้วยวิธี
 Kastle-Meyer test อยู่ในระดับดี และมีค่าระดับความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตบนพื้นผิว
 ผ้าฝ้าย และบนพื้นผิวกระเบื้องด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood อยู่ในระดับต่ำและต่ำสุด
 ตามลำดับ

ตัวแปรที่ 4 การฉายแสงยูวี

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา
 คราบโลหิตด้วยวิธี Kastle -Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood
 จำแนกตามการฉายแสงยูวี

การฉายแสง ยูวี (UV)	Kastle-Meyer test			FOB 1-Step Fecal Occult Blood		
	\bar{X}	S.D.	ค่าระดับสี	\bar{X}	S.D.	ค่าระดับสี
ฉายแสง	2.76	.936	ปานกลาง	.47	.858	ต่ำสุด
ไม่ฉายแสง	3.45	.554	ดี	1.19	1.141	ต่ำ



ภาพที่ 20 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามการฉายแสงยูวี

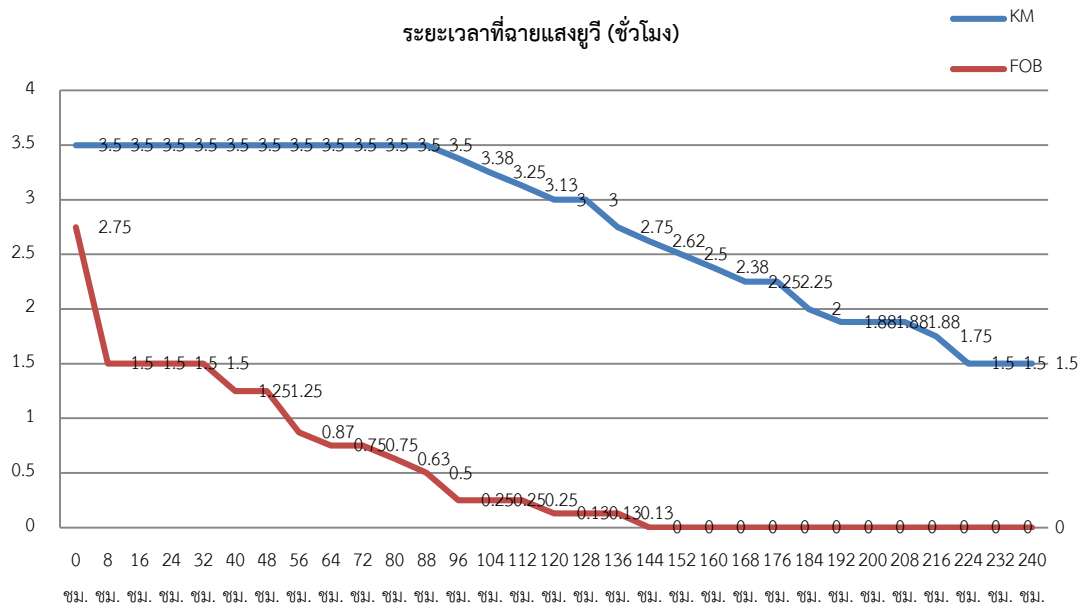
จากภาพที่ 20 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต จำแนกตามการฉายแสงยูวี พบว่า ระดับความเข้มของสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตที่ไม่ถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ทั้งการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood เท่ากับ 3.45 และ 1.19 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุด สูงกว่าคราบโลหิตที่ถูกฉายแสงยูวี ทั้งการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood เท่ากับ 2.76 และ .47 ตามลำดับ และจากตารางที่ 10 พบว่ามีค่าระดับความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตที่ไม่ถูกฉายแสงยูวีและที่ถูกฉายแสงยูวีด้วยวิธี Kastle-Meyer test อยู่ในระดับดีและปานกลาง ตามลำดับ และมีค่าระดับความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตที่ไม่ถูกฉายแสงยูวีและที่ถูกฉายแสงยูวีด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood อยู่ในระดับต่ำและต่ำสุด ตามลำดับ

ตัวแปรที่ 5 ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle -Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)	Kastle-Meyer test			FOB 1-Step Fecal Occult Blood		
	\bar{X}	S.D.	ค่าระดับสี	\bar{X}	S.D.	ค่าระดับสี
0 ชม.	3.50	.535	ดี	2.75	1.035	ปานกลาง
8 ชม.	3.50	.535	ดี	1.50	1.195	ต่ำ
16 ชม.	3.50	.535	ดี	1.50	1.195	ต่ำ
24 ชม.	3.50	.535	ดี	1.50	1.195	ต่ำ
32 ชม.	3.50	.535	ดี	1.50	1.195	ต่ำ
40 ชม.	3.50	.535	ดี	1.25	1.035	ต่ำ
48 ชม.	3.50	.535	ดี	1.25	1.035	ต่ำ
56 ชม.	3.50	.535	ดี	.87	.835	ต่ำสุด
64 ชม.	3.50	.535	ดี	.75	.886	ต่ำสุด
72 ชม.	3.50	.535	ดี	.75	.886	ต่ำสุด
80 ชม.	3.50	.535	ดี	.63	.744	ต่ำสุด
88 ชม.	3.50	.535	ดี	.50	.756	ต่ำสุด
96 ชม.	3.38	.518	ดี	.25	.463	ต่ำสุด
104 ชม.	3.25	.707	ดี	.25	.463	ต่ำสุด
112 ชม.	3.13	.641	ดี	.25	.463	ต่ำสุด
120 ชม.	3.00	.756	ปานกลาง	.13	.354	ต่ำสุด
128 ชม.	3.00	.756	ปานกลาง	.13	.354	ต่ำสุด
136 ชม.	2.75	.707	ปานกลาง	.13	.354	ต่ำสุด
144 ชม.	2.62	.744	ปานกลาง	.00	.000	ต่ำสุด
152 ชม.	2.50	.535	ปานกลาง	.00	.000	ต่ำสุด
160 ชม.	2.38	.518	ปานกลาง	.00	.000	ต่ำสุด
168 ชม.	2.25	.707	ปานกลาง	.00	.000	ต่ำสุด
176 ชม.	2.25	.707	ปานกลาง	.00	.000	ต่ำสุด
184 ชม.	2.00	.756	ต่ำ	.00	.000	ต่ำสุด
192 ชม.	1.88	.641	ต่ำ	.00	.000	ต่ำสุด
200 ชม.	1.88	.641	ต่ำ	.00	.000	ต่ำสุด

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)	Kastle-Meyer test			FOB 1-Step Fecal Occult Blood		
	\bar{X}	S.D.	ค่าระดับสี	\bar{X}	S.D.	ค่าระดับสี
208 ชม.	1.88	.641	ต่ำ	.00	.000	ต่ำสุด
216 ชม.	1.75	.707	ต่ำ	.00	.000	ต่ำสุด
224 ชม.	1.50	.535	ต่ำ	.00	.000	ต่ำสุด
232 ชม.	1.50	.535	ต่ำ	.00	.000	ต่ำสุด
240 ชม.	1.50	.535	ต่ำ	.00	.000	ต่ำสุด



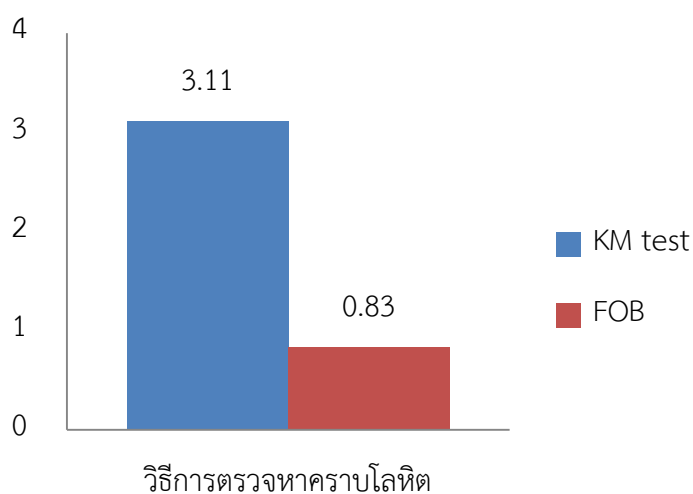
ภาพที่ 21 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

จากตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต จำแนกตามระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี โดยเว้นระยะห่างในการทดสอบครั้งละ 8 ชั่วโมงทำต่อเนื่องกัน เป็นระยะเวลา 10 วันหรือ 240 ชั่วโมง ผลจากการดำเนินการทดสอบ พบว่า ที่ระยะเวลาฉายแสงยูวี 0 ชั่วโมงหรือตั้งแต่ก่อนเริ่มฉายแสงยูวี และที่ระยะเวลาฉายแสงยูวีผ่านไปตั้งแต่ 8 ถึง 88 ชั่วโมง ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle -Meyer test มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.50 และรองลงมาก็คือระยะเวลาที่ฉายแสงยูวีผ่านไป 96 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.38 มีค่าระดับความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle -Meyer test อยู่ในระดับดี และพบว่าที่ระยะเวลาฉายแสงยูวี 0 ชั่วโมงหรือตั้งแต่ก่อนเริ่มฉายแสงยูวี ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 2.75 ซึ่งมีค่าระดับความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood อยู่ในระดับปานกลางและรองลงมาก็คือระยะเวลาที่ฉายแสงยูวีผ่านไป 8 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 มีค่าระดับความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood อยู่ในระดับต่ำ และค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มของสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยทั้ง 2 วิธีลดลงเมื่อระยะเวลาที่ฉายแสงยูวีเพิ่มขึ้น โดยที่ระยะเวลาฉายแสงยูวีผ่านไป 144 ชั่วโมง ทำให้การตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood มีค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มของสีของการเกิดปฏิกิริยาต่ำที่สุด ($\bar{X} = .00$) มีค่าระดับความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood อยู่ในระดับต่ำสุด ดังแสดงในภาพที่ 21

ตัวแปรที่ 6 วิธีการตรวจหาคราบโลหิต

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามวิธีการตรวจหาคราบโลหิต

วิธีการตรวจหาคราบโลหิต	\bar{X}	S.D.	ค่าระดับสี
KM test	3.11	.842	ดี
FOB	.83	1.071	ต่ำสุด



ภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามวิธีการตรวจหาคราบโลหิต

จากภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยของระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต จำแนกตามวิธีการตรวจหาคราบโลหิต พบว่า ระดับความเข้มของสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.11 และระดับความเข้มของสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ .83 และจากตารางที่ 12 พบว่ามีค่าระดับความสามารถของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood อยู่ในระดับดีและต่ำสุด ตามลำดับ

4.2 การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะตัวแปรต่อความสามารถในการตรวจหาคราบโลหิต

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-Way ANOVA) เพื่อทดสอบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จำนวน 6 ตัวแปร ได้แก่ 1) เพศของตัวอย่างคราบโลหิต 2) ระดับการเจือจางโลหิต 3) ประเภทของพื้นผิววัตถุ 4) การฉายแสงยูวี 5) ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี และ 6) วิธีการตรวจหาคราบโลหิต เป็นการทดสอบปฏิสัมพันธ์รายคู่ต่อการตรวจหาคราบโลหิต โดยการวิเคราะห์แบบความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) เพื่อการตรวจหาคราบโลหิตภายหลังการถูกฉายแสงยูวี ผู้วิจัยสามารถตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร ดังต่อไปนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ

เพศ		ประเภทของพื้นผิววัตถุ	
		ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
ชาย	\bar{X}	3.24	3.18
	S.D.	.745	.796
หญิง	\bar{X}	3.07	2.94
	S.D.	.886	.910

จากตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต คราบโลหิตของเพศชายบนพื้นผิวผ้าฝ้าย มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 3.24 และคราบโลหิตของเพศหญิงบนพื้นผิวกระเบื้อง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 2.94

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
เพศ	5.002	1	5.002	7.142	.008*
ประเภทของพื้นผิววัตถุ	1.102	1	1.102	1.574	.210
เพศ X ประเภทของพื้นผิววัตถุ	.102	1	.102	.146	.703
ความคลาดเคลื่อน	333.375	476	.700		
รวม	4971.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศชายและเพศหญิง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X}=3.21$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle - Meyer test สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X}=3.00$

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ

เพศ		ประเภทของพื้นผิววัตถุ	
		ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
ชาย	\bar{X}	1.28	.66
	S.D.	1.258	.921
หญิง	\bar{X}	.93	.45
	S.D.	1.106	.754

จากตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต คราบโลหิตของเพศชายบนพื้นผิวผ้าฝ้าย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 1.28 และคราบโลหิตของเพศหญิงบนพื้นผิวกระเบื้อง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ .45



ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
เพศ	9.352	1	9.352	8.858	.003*
ประเภทของพื้นผิววัตถุ	36.852	1	36.852	34.907	.000*
เพศ × ประเภทของพื้นผิววัตถุ	.602	1	.602	.570	.451
ความคลาดเคลื่อน	502.525	476	1.056		
รวม	881.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X} = .97$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X} = .69$ และประเภทของพื้นผิวผ้าฝ้าย $\bar{X} = 1.11$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าประเภทพื้นผิวกระเบื้อง $\bar{X} = .55$

สมมติฐานข้อที่ 2 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระดับการเจือจางโลหิต ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระดับการเจือจางโลหิต

เพศ		ระดับการเจือจางโลหิต	
		1:200	1:1,000
ชาย	\bar{X}	3.70	2.72
	S.D.	.616	.568
หญิง	\bar{X}	3.50	2.51
	S.D.	.756	.745

จากตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระดับการเจือจางโลหิต พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต คราบโลหิตของเพศชายที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.70 และคราบโลหิตของเพศหญิงที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 2.51

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระดับการเจือจางโลหิต

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
เพศ	5.002	1	5.002	10.944	.001*
ระดับการเจือจางโลหิต	117.019	1	117.019	256.028	.000*
เพศ X ระดับการเจือจางโลหิต	.002	1	.002	.005	.946
ความคลาดเคลื่อน	217.558	476	.457		
รวม	4971.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระดับการเจือจางโลหิต พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระดับการเจือจางโลหิต ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระดับการเจือจางโลหิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X}=3.21$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X}=3.00$ และที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 $\bar{X}=3.60$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X}=2.61$

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา
คราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและระดับการ
เจือจางโลหิต

เพศ		ระดับการเจือจางโลหิต	
		1:200	1:1,000
ชาย	\bar{X}	1.36	.58
	S.D.	1.249	.875
หญิง	\bar{X}	1.13	.25
	S.D.	1.122	.506

จากตารางที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิด
ปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศ
และระดับการเจือจางโลหิต พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา
คราบโลหิต คราบโลหิตของเพศชายที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1.36
และคราบโลหิตของเพศหญิงที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ .25



ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและระดับการเจือจางโลหิต

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
เพศ	9.352	1	9.352	9.738	.002*
ระดับการเจือจางโลหิต	82.502	1	82.502	85.909	.000*
เพศ X ระดับการเจือจางโลหิต	.352	1	.352	.367	.545
ความคลาดเคลื่อน	457.125	476	.960		
รวม	881.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและระดับการเจือจางโลหิต พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระดับการเจือจางโลหิต ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและระดับการเจือจางโลหิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X} = .97$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X} = .69$ และที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 $\bar{X} = 1.25$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X} = .42$

สมมติฐานข้อที่ 3 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลहितแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลहितด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		เพศ	
		ชาย	หญิง
0	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
8	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
16	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
24	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
32	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
40	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
48	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
56	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
64	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
72	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
80	\bar{X}	3.50	3.50

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)	เพศ		
		ชาย	หญิง
	S.D.	.535	.535
88	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
96	\bar{X}	3.50	3.38
	S.D.	.535	.518
104	\bar{X}	3.50	3.25
	S.D.	.535	.707
112	\bar{X}	3.50	3.13
	S.D.	.535	.641
120	\bar{X}	3.50	3.00
	S.D.	.535	.756
128	\bar{X}	3.50	3.00
	S.D.	.535	.756
136	\bar{X}	3.25	3.00
	S.D.	.707	.756
144	\bar{X}	3.13	3.00
	S.D.	.835	.756
152	\bar{X}	3.00	3.00
	S.D.	.756	.756
160	\bar{X}	3.00	2.88
	S.D.	.756	.835
168	\bar{X}	3.00	2.75
	S.D.	.756	1.035
176	\bar{X}	3.00	2.75
	S.D.	.756	1.035
184	\bar{X}	3.00	2.50
	S.D.	.756	1.195

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		เพศ	
		ชาย	หญิง
192	\bar{X}	2.88	2.50
	S.D.	.835	1.195
200	\bar{X}	2.88	2.50
	S.D.	.835	1.195
208	\bar{X}	2.88	2.38
	S.D.	.835	1.061
216	\bar{X}	2.75	2.25
	S.D.	1.035	1.035
224	\bar{X}	2.50	2.13
	S.D.	1.195	.991
232	\bar{X}	2.50	2.13
	S.D.	1.195	.991
240	\bar{X}	2.50	2.13
	S.D.	1.195	.991

จากตารางที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต คราบโลหิตของเพศชายที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลาตั้งแต่ 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80, 88, 96, 104, 112, 120 และ 128 ชั่วโมงมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 3.50 และคราบโลหิตของเพศหญิงที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลาตั้งแต่ 224, 232 และ 240 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 2.13

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
เพศ	5.002	1	5.002	8.450	.004*
ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	81.394	29	2.807	4.741	.000*
เพศ X ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	4.560	29	.157	.266	1.000
ความคลาดเคลื่อน	248.625	420	.592		
รวม	4971.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X}=3.21$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X}=3.00$ และที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80 และ 88 ชั่วโมง $\bar{X}=3.50$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 96, 104, 112, 120 ชั่วโมง $\bar{X}=3.38, 3.25, 3.13$ และ 3.00 ตามลำดับ

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา
คราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและระยะเวลา
ที่ฉายแสงยูวี

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		เพศ	
		ชาย	หญิง
0	\bar{X}	2.75	2.25
	S.D.	1.035	1.035
8	\bar{X}	2.75	2.25
	S.D.	1.035	1.035
16	\bar{X}	2.50	2.00
	S.D.	.926	1.309
24	\bar{X}	2.25	1.75
	S.D.	1.282	1.035
32	\bar{X}	2.25	1.63
	S.D.	1.282	1.061
40	\bar{X}	2.25	1.38
	S.D.	1.282	.916
48	\bar{X}	1.88	1.38
	S.D.	.991	.916
56	\bar{X}	1.50	1.13
	S.D.	.926	1.126
64	\bar{X}	1.38	1.13
	S.D.	1.061	1.126
72	\bar{X}	1.38	1.13
	S.D.	1.061	1.126
80	\bar{X}	1.38	1.00
	S.D.	1.061	1.069
88	\bar{X}	1.38	.88
	S.D.	1.061	1.126

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		เพศ	
		ชาย	หญิง
96	\bar{X}	1.13	.63
	S.D.	1.126	.744
104	\bar{X}	1.13	.63
	S.D.	1.126	.744
112	\bar{X}	.88	.50
	S.D.	.991	.756
120	\bar{X}	.63	.38
	S.D.	.744	.744
128	\bar{X}	.63	.38
	S.D.	.744	.744
136	\bar{X}	.63	.38
	S.D.	.744	.744
144	\bar{X}	.50	.38
	S.D.	.756	.744
152	\bar{X}	.50	.38
	S.D.	.756	.744
160	\bar{X}	.50	.38
	S.D.	.756	.744
168	\bar{X}	.50	.13
	S.D.	.756	.354
176	\bar{X}	.25	.13
	S.D.	.707	.354
184	\bar{X}	.13	.13
	S.D.	.354	.354
192	\bar{X}	.13	.13
	S.D.	.354	.354
200	\bar{X}	.13	.13

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		เพศ	
		ชาย	หญิง
	S.D.	.354	.354
208	\bar{X}	.13	.13
	S.D.	.354	.354
216	\bar{X}	.13	.13
	S.D.	.354	.354
224	\bar{X}	.13	.13
	S.D.	.354	.354
232	\bar{X}	.13	.13
	S.D.	.354	.354
240	\bar{X}	.13	.00
	S.D.	.354	.000

จากตารางที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศ และระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต คราบโลหิตของเพศชายที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลาตั้งแต่ 0 ถึง 8 ชั่วโมงมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 2.75 และคราบโลหิตของเพศหญิงที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 240 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ .00

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
เพศ	9.352	1	9.352	13.633	.000*
ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	245.769	29	8.475	12.354	.000*
เพศ X ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	6.085	29	.210	.306	1.000
ความคลาดเคลื่อน	288.125	420	.686		
รวม	881.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X} = .97$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X} = .69$ และที่การฉายแสงยูวี เป็นระยะเวลา 0 ชั่วโมง $\bar{X} = 2.75$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 8, 40, 56, 64 ชั่วโมง $\bar{X} = 1.50, 1.25, .87$ และ $.75$ ตามลำดับ

สมมติฐานข้อที่ 4 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและการฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและการฉายแสงยูวี

เพศ		การฉายแสงยูวี	
		ฉายแสงยูวี	ไม่ฉายแสงยูวี
ชาย	\bar{X}	2.92	3.50
	S.D.	.875	.502
หญิง	\bar{X}	2.61	3.40
	S.D.	.973	.600

จากตารางที่ 25 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและการฉายแสงยูวี พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต คราบโลหิตของเพศชายที่ไม่ถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.50 และคราบโลหิตของเพศหญิงที่ถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 2.61

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและการฉายแสงยูวี

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
เพศ	5.002	1	5.002	8.609	.004*
การฉายแสงยูวี	56.719	1	56.719	97.622	.000*
เพศ X การฉายแสงยูวี	1.302	1	1.302	2.241	.135
ความคลาดเคลื่อน	276.558	476	.581		
รวม	4971.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและการฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและการฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและการฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X}=3.21$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X}=3.00$ และการไม่ฉายแสงยูวี $\bar{X}=3.45$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าการฉายแสงยูวี $\bar{X}=2.76$

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา
คราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและการฉาย
แสงยูวี

เพศ		การฉายแสงยูวี	
		ฉายแสงยูวี	ไม่ฉายแสงยูวี
ชาย	\bar{X}	.53	1.41
	S.D.	.925	1.177
หญิง	\bar{X}	.41	.98
	S.D.	.783	1.065

จากตารางที่ 27 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิด
ปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศ
และการฉายแสงยูวี พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
คราบโลหิตของเพศชายที่ไม่ถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 1.41 และคราบโลหิตของเพศ
หญิงที่ถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ .98

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและการฉายแสงยูวี

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
เพศ	9.352	1	9.352	9.376	.002*
การฉายแสงยูวี	62.352	1	62.352	62.513	.000*
เพศ X การฉายแสงยูวี	2.852	1	2.852	2.859	.091
ความคลาดเคลื่อน	474.775	476	.997		
รวม	881.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วย FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและการฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและการฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและการฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X} = .97$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X} = .69$ และการไม่ฉายแสงยูวี $\bar{X} = 1.19$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าการฉายแสงยูวี $\bar{X} = .47$

สมมติฐานข้อที่ 5 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต

ประเภทของพื้นผิววัตถุ		ระดับการเจือจางโลหิต	
		1:200	1:1,000
ผ้าฝ้าย	\bar{X}	3.67	2.64
	S.D.	.640	.646
กระเบื้อง	\bar{X}	3.53	2.58
	S.D.	.744	.693

จากตารางที่ 29 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต คราบโลหิตที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 บนพื้นผิวผ้าฝ้าย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.67 และคราบโลหิตที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 บนพื้นผิวกระเบื้อง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 2.58

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
ประเภทของพื้นผิววัตถุ	1.102	1	1.102	2.371	.124
ระดับการเจือจางโลหิต	117.019	1	117.019	251.708	.000*
ประเภทของพื้นผิววัตถุ × ระดับการเจือจางโลหิต	.169	1	.169	.363	.547
ความคลาดเคลื่อน	221.292	476	.465		
รวม	4971.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 $\bar{X}=3.60$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X}=2.61$

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต

ประเภทของพื้นผิววัตถุ		ระดับการเจือจางโลหิต	
		1:200	1:1,000
ผ้าฝ้าย	\bar{X}	1.62	.59
	S.D.	1.264	.855
กระเบื้อง	\bar{X}	.87	.24
	S.D.	.978	.534

จากตารางที่ 31 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต คราบโลหิตที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 บนพื้นผิวผ้าฝ้าย มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1.62 และคราบโลหิตที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 บนพื้นผิวกระเบื้อง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ .24

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
ประเภทของพื้นผิววัตถุ	36.852	1	36.852	41.277	.000*
ระดับการเจือจางโลหิต	82.502	1	82.502	92.408	.000*
ประเภทของพื้นผิววัตถุ × ระดับการเจือจางโลหิต	5.002	1	5.002	5.603	.018*
ความคลาดเคลื่อน	424.975	476	.893		
รวม	881.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วย FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต พบว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่พื้นผิวผ้าฝ้าย $\bar{X} = 1.11$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่พื้นผิวกระเบื้อง $\bar{X} = .55$ และที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 $\bar{X} = 1.25$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X} = .42$

สมมติฐานข้อที่ 6 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		ประเภทของพื้นผิววัตถุ	
		ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
0	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
8	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
16	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
24	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
32	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
40	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
48	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
56	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
64	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
72	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
80	\bar{X}	3.50	3.50

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)	ประเภทของพื้นผิววัตถุ		
		ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
	S.D.	.535	.535
88	\bar{X}	3.50	3.50
	S.D.	.535	.535
96	\bar{X}	3.50	3.38
	S.D.	.535	.518
104	\bar{X}	3.50	3.25
	S.D.	.535	.707
112	\bar{X}	3.38	3.25
	S.D.	.518	.707
120	\bar{X}	3.25	3.25
	S.D.	.707	.707
128	\bar{X}	3.25	3.25
	S.D.	.707	.707
136	\bar{X}	3.25	3.00
	S.D.	.707	.756
144	\bar{X}	3.13	3.00
	S.D.	.835	.756
152	\bar{X}	3.00	3.00
	S.D.	.756	.756
160	\bar{X}	3.00	2.88
	S.D.	.756	.835
168	\bar{X}	3.00	2.75
	S.D.	.756	1.035
176	\bar{X}	3.00	2.75
	S.D.	.756	1.035
184	\bar{X}	2.75	2.75
	S.D.	1.035	1.035

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		ประเภทของพื้นผิววัตถุ	
		ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
192	\bar{X}	2.75	2.63
	S.D.	1.035	1.061
200	\bar{X}	2.75	2.63
	S.D.	1.035	1.061
208	\bar{X}	2.75	2.50
	S.D.	1.035	.926
216	\bar{X}	2.75	2.25
	S.D.	1.035	1.035
224	\bar{X}	2.38	2.25
	S.D.	1.188	1.035
232	\bar{X}	2.38	2.25
	S.D.	1.188	1.035
240	\bar{X}	2.38	2.25
	S.D.	1.188	1.035

จากตารางที่ 33 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุ และระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต คราบโลหิตบนพื้นผิวผ้าฝ้ายที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80, 88, 96 และ 104 ชั่วโมง และคราบโลหิตบนพื้นผิวกระเบื้องที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80 และ 88 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 3.50 และคราบโลหิตบนพื้นผิวกระเบื้องที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 216, 224, 232 และ 240 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 2.25

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
ประเภทของพื้นผิววัตถุ	1.102	1	1.102	1.813	.179
ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	81.394	29	2.807	4.616	.000*
ประเภทของพื้นผิววัตถุ× ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	1.710	29	.059	.097	1.000
ความคลาดเคลื่อน	255.375	420	.608		
รวม	4971.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80 และ 88 ชั่วโมง $\bar{X}=3.50$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 96, 104, 112, 120 ชั่วโมง $\bar{X}=3.38, 3.25, 3.13$ และ 3.00 ตามลำดับ

ตารางที่ 35 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา
คราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิว
วัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		ประเภทของพื้นผิววัตถุ	
		ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
0	\bar{X}	3.00	2.00
	S.D.	.926	.926
8	\bar{X}	3.00	2.00
	S.D.	.926	.926
16	\bar{X}	2.75	1.75
	S.D.	1.035	1.035
24	\bar{X}	2.50	1.50
	S.D.	1.069	1.069
32	\bar{X}	2.38	1.50
	S.D.	1.188	1.069
40	\bar{X}	2.25	1.38
	S.D.	1.165	1.061
48	\bar{X}	2.00	1.25
	S.D.	.926	.886
56	\bar{X}	1.75	.88
	S.D.	1.035	.835
64	\bar{X}	1.63	.88
	S.D.	1.188	.835
72	\bar{X}	1.63	.88
	S.D.	1.188	.835
80	\bar{X}	1.50	.88
	S.D.	1.195	.835
88	\bar{X}	1.50	.75

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)	ประเภทของพื้นผิววัตถุ		
		ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
	S.D.	1.195	.886
96	\bar{X}	1.25	.50
	S.D.	1.035	.756
104	\bar{X}	1.25	.50
	S.D.	1.035	.756
112	\bar{X}	1.00	.38
	S.D.	1.069	.518
120	\bar{X}	.75	.25
	S.D.	.886	.463
128	\bar{X}	.75	.25
	S.D.	.886	.463
136	\bar{X}	.75	.25
	S.D.	.886	.463
144	\bar{X}	.63	.25
	S.D.	.916	.463
152	\bar{X}	.63	.25
	S.D.	.916	.463
160	\bar{X}	.63	.25
	S.D.	.916	.463
168	\bar{X}	.50	.13
	S.D.	.756	.354
176	\bar{X}	.38	.00
	S.D.	.744	.000
184	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.000
192	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.000

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		ประเภทของพื้นผิววัตถุ	
		ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
200	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.000
208	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.000
216	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.000
224	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.000
232	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.000
240	\bar{X}	.13	.00
	S.D.	.354	.000

จากตารางที่ 35 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต คราบโลหิตบนพื้นผิวผ้าฝ้ายที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0 และ 8 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.00 และคราบโลหิตบนพื้นผิวกระเบื้องที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 176, 184, 192, 200, 208, 216, 224, 232 และ 240 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ .00

ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
ประเภทของพื้นผิววัตถุ	36.852	1	36.852	59.963	.000*
ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	245.769	29	8.475	13.789	.000*
ประเภทของพื้นผิววัตถุ× ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	8.585	29	.296	.482	.990
ความคลาดเคลื่อน	258.125	420	.615		
รวม	881.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood แต่พบว่าค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood ประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่พื้นผิวผ้าฝ้าย $\bar{X}=1.11$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่พื้นผิวกระเบื้อง $\bar{X}=.55$ และที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0 ชั่วโมง $\bar{X}=2.75$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 8, 40, 56, 64 ชั่วโมง $\bar{X}=1.50, 1.25, .87$ และ $.75$ ตามลำดับ

สมมติฐานข้อที่ 7 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวีต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 37 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี

ประเภทของพื้นผิววัตถุ		การฉายแสงยูวี	
		ฉายแสงยูวี	ไม่ฉายแสงยูวี
ผ้าฝ้าย	\bar{X}	2.83	3.48
	S.D.	.920	.549
กระเบื้อง	\bar{X}	2.69	3.43
	S.D.	.951	.560

จากตารางที่ 37 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตบนพื้นผิวผ้าฝ้ายที่ไม่ถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.48 และคราบโลหิตบนพื้นผิวกระเบื้องที่ถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 2.69

ตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
ประเภทของพื้นผิววัตถุ	1.102	1	1.102	1.864	.173
การฉายแสงยูวี	56.719	1	56.719	95.905	.000*
ประเภทของพื้นผิววัตถุ × การฉายแสงยูวี	.252	1	.252	.426	.514
ความคลาดเคลื่อน	281.508	476	.591		
รวม	4971.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามการฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่การไม่ฉายแสงยูวี $\bar{X} = 3.45$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าการฉายแสงยูวี $\bar{X} = 2.76$

ตารางที่ 39 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี

ประเภทของพื้นผิววัตถุ		การฉายแสงยูวี	
		ฉายแสงยูวี	ไม่ฉายแสงยูวี
ผ้าฝ้าย	\bar{X}	.65	1.57
	S.D.	1.001	1.200
กระเบื้อง	\bar{X}	.29	.82
	S.D.	.640	.944

จากตารางที่ 39 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต คราบโลหิตบนพื้นผิวผ้าฝ้ายที่ไม่ถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 1.57 และคราบโลหิตบนพื้นผิวกระเบื้องที่ถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ .29



ตารางที่ 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
ประเภทของพื้นผิววัตถุ	36.852	1	36.852	39.373	.000*
การฉายแสงยูวี	62.352	1	62.352	66.617	.000*
ประเภทของพื้นผิววัตถุ × การฉายแสงยูวี	4.602	1	4.602	4.917	.027*
ความคลาดเคลื่อน	445.525	476	.936		
รวม	881.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 40 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วย FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่พื้นผิวผ้าฝ้าย $\bar{X} = .111$ ทำให้ค่าระดับ สีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่พื้นผิวกระเบื้อง $\bar{X} = .55$ และการไม่ฉายแสงยูวี $\bar{X} = 1.19$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าการฉายแสงยูวี $\bar{X} = .47$

สมมติฐานข้อที่ 8 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 41 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		ระดับการเจือจางโลหิต	
		1:200	1:1,000
0	\bar{X}	4.00	3.00
	S.D.	0.000	.000
8	\bar{X}	4.00	3.00
	S.D.	0.000	.000
16	\bar{X}	4.00	3.00
	S.D.	0.000	.000
24	\bar{X}	4.00	3.00
	S.D.	0.000	.000
32	\bar{X}	4.00	3.00
	S.D.	0.000	.000
40	\bar{X}	4.00	3.00
	S.D.	0.000	.000
48	\bar{X}	4.00	3.00
	S.D.	0.000	.000
56	\bar{X}	4.00	3.00
	S.D.	0.000	.000
64	\bar{X}	4.00	3.00
	S.D.	0.000	.000
72	\bar{X}	4.00	3.00
	S.D.	0.000	.000

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		ระดับการเจือจางโลหิต	
		1:200	1:1,000
80	\bar{X}	4.00	3.00
	S.D.	0.000	.000
88	\bar{X}	4.00	3.00
	S.D.	0.000	.000
96	\bar{X}	3.88	3.00
	S.D.	.354	.000
104	\bar{X}	3.88	2.88
	S.D.	.354	.354
112	\bar{X}	3.75	2.88
	S.D.	.463	.354
120	\bar{X}	3.75	2.75
	S.D.	.463	.463
128	\bar{X}	3.75	2.75
	S.D.	.463	.463
136	\bar{X}	3.63	2.63
	S.D.	.518	.518
144	\bar{X}	3.63	2.50
	S.D.	.518	.535
152	\bar{X}	3.50	2.50
	S.D.	.535	.535
160	\bar{X}	3.38	2.50
	S.D.	.744	.535
168	\bar{X}	3.38	2.38
	S.D.	.744	.744
176	\bar{X}	3.38	2.38
	S.D.	.744	.744
184	\bar{X}	3.25	2.25

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		ระดับการเจือจางโลหิต	
		1:200	1:1,000
	S.D.	.886	.886
192	\bar{X}	3.13	2.25
	S.D.	.991	.886
200	\bar{X}	3.13	2.25
	S.D.	.991	.886
208	\bar{X}	3.00	2.25
	S.D.	.926	.886
216	\bar{X}	3.00	2.00
	S.D.	.926	.926
224	\bar{X}	2.88	1.75
	S.D.	.991	.886
232	\bar{X}	2.88	1.75
	S.D.	.991	.886
240	\bar{X}	2.88	1.75
	S.D.	.991	.886

จากตารางที่ 41 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิต และระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต ที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 ที่ถูกฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80 และ 88 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.00 และที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 ที่ถูกฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 224, 232 และ 240 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 1.75

ตารางที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
ระดับการเจือจางโลหิต	117.019	1	117.019	350.118	.000*
ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	81.394	29	2.807	8.398	.000*
ระดับการเจือจางโลหิต× ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	.794	29	.027	.082	1.000
ความคลาดเคลื่อน	140.375	420	.334		
รวม	4971.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 42 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 $\bar{X}=3.60$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X}=2.61$ และที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80 และ 88 ชั่วโมง $\bar{X}=3.50$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 96, 104, 112, 120 ชั่วโมง $\bar{X}=3.38, 3.25, 3.13$ และ 3.00 ตามลำดับ

ตารางที่ 43 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหา
คราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจาง
โลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		ระดับการเจือจางโลหิต	
		1:200	1:1,000
0	\bar{X}	3.25	1.75
	S.D.	.707	.707
8	\bar{X}	3.25	1.75
	S.D.	.707	.707
16	\bar{X}	3.00	1.50
	S.D.	.756	.926
24	\bar{X}	2.75	1.25
	S.D.	.707	1.035
32	\bar{X}	2.75	1.13
	S.D.	.707	.991
40	\bar{X}	2.50	1.13
	S.D.	.926	.991
48	\bar{X}	2.25	1.00
	S.D.	.707	.756
56	\bar{X}	2.00	.63
	S.D.	.756	.744
64	\bar{X}	2.00	.50
	S.D.	.756	.756
72	\bar{X}	2.00	.50
	S.D.	.756	.756
80	\bar{X}	1.88	.50
	S.D.	.835	.756
88	\bar{X}	1.75	.50

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		ระดับการเจือจางโลหิต	
		1:200	1:1,000
	S.D.	1.035	.756
96	\bar{X}	1.25	.50
	S.D.	1.035	.756
104	\bar{X}	1.25	.50
	S.D.	1.035	.756
112	\bar{X}	1.13	.25
	S.D.	.991	.463
120	\bar{X}	.88	.13
	S.D.	.835	.354
128	\bar{X}	.88	.13
	S.D.	.835	.354
136	\bar{X}	.88	.13
	S.D.	.835	.354
144	\bar{X}	.75	.13
	S.D.	.886	.354
152	\bar{X}	.75	.13
	S.D.	.886	.354
160	\bar{X}	.75	.13
	S.D.	.886	.354
168	\bar{X}	.50	.13
	S.D.	.756	.354
176	\bar{X}	.38	.00
	S.D.	.744	.744
184	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.886
192	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.886

ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี (ชั่วโมง)		ระดับการเจือจางโลหิต	
		1:200	1:1,000
200	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.886
208	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.886
216	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.926
224	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.886
232	\bar{X}	.25	.00
	S.D.	.463	.886
240	\bar{X}	.13	.00
	S.D.	.354	.886

จากตารางที่ 43 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต ที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 ที่ถูกฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0 และ 8 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.25 และที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 ที่ถูกฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 176, 184, 192, 200, 208, 216, 224, 232 และ 240 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ .00

ตารางที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
ระดับการเจือจางโลหิต	82.502	1	82.502	181.537	.000*
ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	245.769	29	8.475	18.648	.000*
ระดับการเจือจางโลหิต× ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	30.185	29	1.041	2.290	.000*
ความคลาดเคลื่อน	190.875	420	.454		
รวม	881.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 44 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วย FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 $\bar{X} = 1.25$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X} = .42$ และที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0 ชั่วโมง $\bar{X} = 2.75$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 8, 40, 56, 64 ชั่วโมง $\bar{X} = 1.50, 1.25, .87$ และ $.75$ ตามลำดับ

สมมติฐานข้อที่ 9 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเจือจางโลหิตและการฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 45 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและการฉายแสงยูวี

ระดับการเจือจางโลหิต		การฉายแสงยูวี	
		ฉายแสงยูวี	ไม่ฉายแสงยูวี
1:200	\bar{X}	3.24	3.96
	S.D.	.820	.201
1:1,000	\bar{X}	2.28	2.94
	S.D.	.791	.235

จากตารางที่ 45 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและการฉายแสงยูวี พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 และไม่ถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3.96 และคราบโลหิตที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 และถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 2.28

ตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและการฉายแสงยูวี

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
ระดับการเจือจางโลหิต	117.019	1	117.019	336.071	.000*
การฉายแสงยูวี	56.719	1	56.719	162.893	.000*
ระดับการเจือจางโลหิต× การฉายแสงยูวี	.102	1	.102	.293	.588
ความคลาดเคลื่อน	165.742	476	.348		
รวม	4971.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและการฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเจือจางโลหิตและการฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและการฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 $\bar{X}=3.60$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X}=2.61$ และการไม่ฉายแสงยูวี $\bar{X}=3.45$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าการฉายแสงยูวี $\bar{X}=2.76$

ตารางที่ 47 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและการฉายแสงยูวี

ระดับการเจือจางโลหิต		การฉายแสงยูวี	
		ฉายแสงยูวี	ไม่ฉายแสงยูวี
1:200	\bar{X}	.78	1.71
	S.D.	1.047	1.148
1:1,000	\bar{X}	.16	.68
	S.D.	.430	.871

จากตารางที่ 47 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและการฉายแสงยูวี พบว่า ระดับความเข้มของค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต คราบโลหิตที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 และไม่ถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1.71 และคราบโลหิตที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 และถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ .16

ตารางที่ 48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและการฉายแสงยูวี

แหล่งของความแปรผัน	SS	df	MS	F	Sig.
ระดับการเจือจางโลหิต	82.502	1	82.502	98.307	.000*
การฉายแสงยูวี	62.352	1	62.352	74.296	.000*
ระดับการเจือจางโลหิต X การฉายแสงยูวี	5.002	1	5.002	5.960	.015*
ความคลาดเคลื่อน	399.475	476	.839		
รวม	881.000	480			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 48 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วย FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและการฉายแสงยูวีพบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและการฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 \bar{X} = 1.25 ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 \bar{X} = .42 และการไม่ฉายแสงยูวี \bar{X} = 1.19 ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าการฉายแสงยูวี \bar{X} = .47

4.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพระหว่างน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ต่อความสามารถในการตรวจหาคราบโลหิต

ตารางที่ 49 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับค่าสีของผลการทดสอบในการตรวจหาคราบโลหิตด้วยน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood

	วิธีการทดสอบ	N	Mean	Std.Deviation
ระดับค่าสีของ ผลการทดสอบ	FOB test	480	0.83	1.071
	KM test	480	3.11	0.842

จากตารางที่ 49 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับค่าสีของผลการทดสอบในการตรวจหาคราบโลหิต จำแนกตามลักษณะของวิธีการตรวจน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood พบว่า ระดับค่าสีของผลการทดสอบในการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธีการตรวจน้ำยา Kastle-Meyer test มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ เท่ากับ 3.11 และวิธีชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood มีค่าเฉลี่ย น้อยกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยของระดับค่าสีของผลการทดสอบในการตรวจหาคราบโลหิต เท่ากับ 0.83

ตารางที่ 50 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง
2 ตัวแปร

สมมติฐาน	ผลการตรวจหาคราบเลือด	
	ระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต	
	Kastle-Meyer test	FOB 1-Step Fecal Occult Blood
1.เพศ-ประเภทของพื้นผิววัตถุ	X	X
2.เพศ-ระดับการเจือจางโลหิต	X	X
3.เพศ-ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	X	X
4.เพศ-การฉายแสงยูวี	X	X
5.ประเภทของพื้นผิววัตถุ- ระดับการเจือจางโลหิต	X	✓
6.ประเภทของพื้นผิววัตถุ- ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	X	X
7.ประเภทของพื้นผิววัตถุ-การ ฉายแสงยูวี	X	✓
8.ระดับการเจือจางโลหิต- ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี	X	✓
9.ระดับการเจือจางโลหิต-การ ฉายแสงยูวี	X	✓

หมายเหตุ ✓ มีปฏิสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

X ไม่มีปฏิสัมพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 50 สรุปผลการทดสอบสมมติฐานปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบการมี
ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปร พบว่า

1. เพศ และประเภทของพื้นผิววัตถุ **ไม่มีปฏิสัมพันธ์** ต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยา
ของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test

2. เพศ และประเภทของพื้นผิววัตถุ **ไม่มีปฏิสัมพันธ์** ต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยา
ของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood

3. เพศ และระดับการเจือจางโลหิต **ไม่มีปฏิสัมพันธ์** ต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยา
ของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ ระดับการเจ็บจางโลหิต ประเภทของพื้นผิววัตถุ การฉายแสงยูวี และระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ต่อการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะตัวแปรที่มีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตภายหลังถูกฉายแสงยูวีด้วยวิธี Kastle-Meyer test และ FOB 1-Step Fecal Occult Blood โดยการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) โดยอาศัยแบบแผนการทดลองแฟกทอเรียล ซึ่งเป็นการศึกษาผลกระทบของ 2 ตัวแปรหรือมากกว่า เพื่อศึกษาการตรวจหาคราบโลหิตภายหลังถูกฉายแสงยูวี โดยมีตัวแปรในการทดสอบ 6 ตัวแปรคือ 1) เพศ 2) ระดับการเจ็บจางโลหิต 3) ประเภทของพื้นผิววัตถุ 4) การฉายแสงยูวี 5) ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี และ 6) วิธีการตรวจหาคราบโลหิต ซึ่งศึกษาค่าระดับความเข้มของสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood โดยมีการสรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะตัวแปรต่อการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood โดยการวิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-Way Measures ANOVA) เพื่อทดสอบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จำนวน 6 ตัวแปร ได้แก่ 1) เพศ 2) ระดับการเจ็บจางโลหิต 3) ประเภทของพื้นผิววัตถุ 4) การฉายแสงยูวี 5) ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี และ 6) วิธีการตรวจหาคราบโลหิต เมื่อพบว่าตัวแปรไม่มีปฏิสัมพันธ์กันจึงทำการทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Measures ANOVA) การทดสอบการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะตัวแปรต่อการตรวจหาคราบโลหิต โดยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การทดสอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะตัวแปรต่อการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test และวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-Way ANOVA)

1.1 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า

1.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-

Meyer test จำแนกตามเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศชายและเพศหญิง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X}=3.21$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle - Meyer test สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X}=3.00$

1.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและประเภทของพื้นผิววัตถุ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X}=1.97$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X}=1.69$ และประเภทของพื้นผิวผ้าฝ้าย $\bar{X}=1.11$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าประเภทพื้นผิวกระเบื้อง $\bar{X}=1.55$

1.2 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระดับการเจือจางโลหิตมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า

1.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระดับการเจือจางโลหิต พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระดับการเจือจางโลหิต ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระดับการเจือจางโลหิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X}=3.21$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X}=3.00$ และที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 $\bar{X}=3.60$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X}=2.61$

1.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและระดับการเจ็บจางโลหิต พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระดับการเจ็บจางโลหิต ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและระดับการเจ็บจางโลหิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X} = .97$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X} = .69$ และที่ระดับการเจ็บจางโลหิต 1:200 $\bar{X} = 1.25$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่ระดับการเจ็บจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X} = .42$

1.3 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวีมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า

1.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X} = 3.21$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X} = 3.00$ และที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80 และ 88 ชั่วโมง $\bar{X} = 3.50$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 96, 104, 112, 120 ชั่วโมง $\bar{X} = 3.38, 3.25, 3.13$ และ 3.00 ตามลำดับ

1.3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและระยะเวลาที่

ฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X}=0.97$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X}=0.69$ และที่การฉายแสงยูวี เป็นระยะเวลา 0 ชั่วโมง $\bar{X}=2.75$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 8, 40, 56, 64 ชั่วโมง $\bar{X}=1.50, 1.25, .87$ และ $.75$ ตามลำดับ

1.4 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและการฉายแสงยูวีมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า

1.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและการฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและการฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามเพศและการฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X}=3.21$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X}=3.00$ และการไม่ฉายแสงยูวี $\bar{X}=3.45$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าการฉายแสงยูวี $\bar{X}=2.76$

1.4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วย FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและการฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและการฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามเพศและการฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คราบตัวอย่างโลหิตของเพศชาย $\bar{X}=0.97$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าคราบตัวอย่างโลหิตของเพศหญิง $\bar{X}=0.69$ และการไม่ฉายแสงยูวี $\bar{X}=1.19$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าการฉายแสงยูวี $\bar{X}=0.47$

1.5 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิตมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า

1.5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 $\bar{X}=3.60$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X}=2.61$

1.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วย FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระดับการเจือจางโลหิต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่พื้นผิวผ้าฝ้าย $\bar{X}=1.11$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่พื้นผิวกระเบื้อง $\bar{X}=.55$ และที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 $\bar{X}=1.25$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X}=.42$

1.6 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวีมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า

1.6.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา

0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80 และ 88 ชั่วโมง $\bar{X}=3.50$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 96, 104, 112, 120 ชั่วโมง $\bar{X}=3.38, 3.25, 3.13$ และ 3.00 ตามลำดับ

1.6.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood แต่พบว่าค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood ประเภทของพื้นผิววัตถุและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่พื้นผิวผ้าฝ้าย $\bar{X}=1.11$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่พื้นผิวกระเบื้อง $\bar{X}=.55$ และที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0 ชั่วโมง $\bar{X}=2.75$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 8, 40, 56, 64 ชั่วโมง $\bar{X}=1.50, 1.25, .87$ และ .75 ตามลำดับ

1.7 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวีมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า

1.7.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามการฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่การไม่ฉายแสงยูวี $\bar{X}=3.45$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าการฉายแสงยูวี $\bar{X}=2.76$

1.7.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วย FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามประเภทของพื้นผิววัตถุและการฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่พื้นผิวผ้าฝ้าย $\bar{X} = .1.11$ ทำให้ค่าระดับ สีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่พื้นผิวกระเบื้อง $\bar{X} = .55$ และการไม่ฉายแสงยูวี $\bar{X} = 1.19$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าการฉายแสงยูวี $\bar{X} = .47$

1.8 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวีมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า

1.8.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 $\bar{X} = 3.60$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X} = 2.61$ และที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80 และ 88 ชั่วโมง $\bar{X} = 3.50$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 96, 104, 112, 120 ชั่วโมง $\bar{X} = 3.38, 3.25, 3.13$ และ 3.00 ตามลำดับ

1.8.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วย FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจือจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 $\bar{X} = 1.25$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X} = .42$ และที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 0 ชั่วโมง $\bar{X} = 2.75$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่การฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 8, 40, 56, 64 ชั่วโมง $\bar{X} = 1.50, 1.25, .87$ และ .75 ตามลำดับ

1.9 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเจ็บจางโลหิตและการฉายแสงยูวีมีผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่า

1.9.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจ็บจางโลหิตและการฉายแสงยูวี พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเจ็บจางโลหิตและการฉายแสงยูวี ที่ต่างกันต่อค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test แต่พบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test จำแนกตามระดับการเจ็บจางโลหิตและการฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ระดับการเจ็บจางโลหิต 1:200 $\bar{X}=3.60$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าที่ระดับการเจ็บจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X}=2.61$ และการไม่ฉายแสงยูวี $\bar{X}=3.45$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี Kastle-Meyer test สูงกว่าการฉายแสงยูวี $\bar{X}=2.76$

1.9.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) ของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วย FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจ็บจางโลหิตและการฉายแสงยูวีพบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับการเจ็บจางโลหิตและระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood จำแนกตามระดับการเจ็บจางโลหิตและการฉายแสงยูวี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ระดับการเจ็บจางโลหิต 1:200 $\bar{X}=1.25$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าที่ระดับการเจ็บจางโลหิต 1:1,000 $\bar{X}=.42$ และการไม่ฉายแสงยูวี $\bar{X}=1.19$ ทำให้ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood สูงกว่าการฉายแสงยูวี $\bar{X}=.47$

5.2 อภิปรายผล

สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากการวิเคราะห์ตัวแปรเพศของตัวอย่างคราบโลหิต โดยจากการวิจัยพบว่าเพศชายและเพศหญิงมีค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคราบโลหิตของเพศชายมีค่าเฉลี่ยของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต มากกว่าค่าเฉลี่ยของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาจากคราบโลหิตของเพศหญิง อาจเป็นเพราะโลหิตของเพศชายมีค่าความเข้มข้นของฮีโมโกลบินมากกว่าคราบโลหิตของเพศหญิง จึงทำให้มีโอกาสในการตรวจพบคราบโลหิตได้มากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรวิริย์ ลำเจียกเทศ และคณะ (พรวิริย์ ลำเจียกเทศ และคณะ, 2539) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องค่าโลหิตวิทยาในคนไทยปกติ โดยการศึกษาพารามิเตอร์ทางโลหิตวิทยาในคนไทยปกติ 260 ราย เป็นเพศชาย 130 คนและเพศหญิง 130 คน อายุ 18-59 ปี โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เซลล์เม็ดเลือดอัตโนมัติ Coulter JT ซึ่งรายงานค่า 18 พารามิเตอร์ ได้แก่ ซีบีซี ดัชนีเม็ดเลือดแดง ความกว้างของการกระจายตัวของเม็ดเลือดแดง จำนวนเกร็ดเลือด ค่าเฉลี่ยของปริมาตรเกร็ดเลือด ความกว้างของการกระจายตัวของเม็ดเลือด ปริมาตรเกร็ดเลือดอัดแน่น จำนวนเม็ดเลือดขาว การนับแยกเม็ดเลือดขาว 3 กลุ่ม จากการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนเม็ดเลือดแดง ฮีโมโกลบิน และปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นในเพศชายและเพศหญิงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ช่วงค่าปกติของจำนวนเม็ดเลือดแดง เท่ากับ (4.2-5.7) และ (3.7-5.1) $\times 10^{12}/L$ ฮีโมโกลบิน เท่ากับ 12.5-16.6 g/dL และ 11.7-14.6 g/dL ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น 38.2-49.7% และ 35.5-44.5% ตามลำดับ

2. จากการวิเคราะห์ตัวแปรประเภทของพื้นผิววัตถุ จากการวิจัยพบว่าประเภทของพื้นผิวผ้าฝ้ายและกระเบื้องมีค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีลักษณะที่แตกต่างกันระหว่าง ผ้าฝ้ายและกระเบื้อง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทตามลักษณะของพื้นผิว คือ ประเภทพื้นผิวที่มีรูพรุน ได้แก่ ผ้าฝ้าย และประเภทพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน ได้แก่ กระเบื้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ayesha Asghar (Asghar, 2013) ได้กล่าวว่าการที่ลักษณะของพื้นผิวแตกต่างกัน โดยการตรวจโลหิตบนพื้นผิวที่มีรูพรุน (Porous Surface) ลักษณะของพื้นผิวที่มีรูพรุนของวัตถุที่คราบโลหิตติดอยู่ถือว่ามีความสำคัญต่อการตรวจในทางเคมี ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจพบคราบโลหิต วัสดุที่มีการดูดซับจะประกอบด้วยพื้นผิวที่มีรูพรุนไม่สม่ำเสมอ ตัวอย่างเช่น ไม้ประดับผนังที่มีการกรุเป็นช่องๆ ผนัง และช่องว่างระหว่างกระเบื้องหรือวัตถุที่เป็นไม้เนื่องจากร่องหรือรอยแตกบนพื้นผิว วัสดุเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าลักษณะของพื้นผิววัสดุมีคุณสมบัติของการดูดซับ และวัสดุดังกล่าวยังสามารถดูดซับคราบโลหิตไว้ได้ถึงแม้ว่าจะถูกขัดถูบริเวณพื้นผิวเป็นเวลานาน และจากลักษณะของพื้นผิวดังกล่าวจึงมักสามารถเก็บรักษาโลหิตไว้ได้จำนวนมาก ซึ่งเก็บรักษาไว้ในรูปแบบที่ไม่ถูกทำลาย โลหิตนั้นจึงสามารถอยู่ได้เป็น

ระยะเวลาสั้น เมื่อมีการทดสอบคราบโลหิตจึงทำให้เกิดปฏิกิริยา ลักษณะของพื้นผิวที่มีรูพรุนไม่เพียงแต่ช่วยป้องกันการย่อยสลายของคราบโลหิตเท่านั้น แต่ยังช่วยป้องกันการถูกทำลายจากปัจจัยทางชีวภาพด้านสิ่งแวดล้อม เช่น เอนไซม์ย่อยสลายจากแบคทีเรีย รวมทั้งยังช่วยป้องกันโลหิตถูกทำลายจากสารเคมีทางกายภาพหรือทางเคมี เช่น รังสี แสงอาทิตย์ ความชื้นน้ำ หรือแม้แต่การพยายามในการทำความสะอาดหลังจากมีการก่อเหตุอาชญากรรมขึ้น และในการตรวจหาคราบโลหิตบนพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุน (Non-porous Surface) ลักษณะของพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุนถือว่าเป็นพื้นผิวที่ไม่มีคุณสมบัติในการดูดซับ ยกตัวอย่างเช่น กระจก แก้ว และโลหะ เป็นต้น ซึ่งมันยากที่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเรืองแสงมีคุณภาพ โดยลักษณะของพื้นผิวที่ไม่มีรูพรุนนี้จะไม่มีความสามารถในการเก็บโลหิตและที่ยิ่งกว่านั้นก็คือไม่สามารถป้องกันการย่อยสลายได้ รวมทั้งการย่อยสลายทางกายภาพและทางเคมี พื้นผิวเหล่านี้สามารถทำความสะอาดได้อย่างสมบูรณ์ด้วยการล้างด้วยน้ำและสบู่ ส่งผลให้เกิดการตอบสนองเชิงลบของการทดสอบหาคราบโลหิตหรือเมื่อทดสอบหาคราบโลหิตแล้วไม่พบนั่นเอง พื้นผิวที่ไม่มีรูพรุนยังทำให้การวิเคราะห์เกิดความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งอาจทำให้รูปแบบของคราบโลหิตที่มีการเก็บรักษาสารละลายที่มีอยู่อย่างจำกัด รวมทั้งลักษณะของพื้นผิวที่มีลักษณะเรียบนี้อาจนำไปสู่การเสียรูปแบบของคราบโลหิตได้

3. จากการวิเคราะห์ตัวแปรระดับการเจือจางโลหิต โดยจากการวิจัยพบว่าระดับการเจือจางโลหิต 1:200 และ 1:1,000 โดยปริมาตร มีค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:200 มีค่าเฉลี่ยของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยา สูงกว่าที่ระดับการเจือจางโลหิต 1:1,000 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิญา ศรีน่วม (ศศิญา ศรีน่วม, 2556) จากการศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำยา Kastle-Meyer Test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood เพื่อใช้ตรวจคราบโลหิตมนุษย์ในงานตรวจสถานที่เกิดเหตุ โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างด้านความจำเพาะและความไวของน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood โดยศึกษาความแตกต่างด้านความจำเพาะ โดยใช้ตัวอย่างโลหิตสัตว์จำนวน 6 ชนิด (ไก่, หมู, วัว, แมว, สุนัข, นก) และโลหิตมนุษย์ การศึกษาความแตกต่างด้านความไว โดยใช้ตัวอย่างจากโลหิตมนุษย์ที่เจือจางด้วยน้ำกลั่นความเข้มข้น 17 ระดับ (1:100 ถึง 1:1,000,000) รวมทั้งทดสอบด้วยตัวอย่างคราบโลหิตมนุษย์บนพื้นผิวและสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน จากผลการวิจัยได้มีการระบุไว้ว่าตัวอย่างที่มีความเข้มข้นต่ำจะให้ผลการทดสอบเป็นผลบวกอ่อนๆ กล่าวได้คือที่ระดับการเจือจางโลหิตมากขึ้นยิ่งทำให้ความเข้มข้นต่ำลง และยังทำให้การตรวจหาคราบโลหิตมีประสิทธิภาพลดลง

4. จากการวิเคราะห์ตัวแปรการฉายแสงยูวีและระยะเวลาของการฉายแสงยูวี โดยจากการวิจัยพบว่า การฉายแสงยูวีและไม่ฉายแสงยูวีมีค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และระยะเวลาที่ฉายแสงยูวีแตกต่างกันมีค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคราบโลหิตที่ไม่ถูกฉายแสงยูวี มีค่าเฉลี่ยของค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยา สูงกว่าคราบโลหิตที่ถูกฉายแสงยูวี และมีแนวโน้มที่ค่าระดับสีของการเกิดปฏิกิริยาลดลง เมื่อระยะเวลาที่ฉายแสงยูวีเพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะองค์ประกอบส่วนใหญ่ของโลหิตเป็นพวกโปรตีน โดยเฉพาะฮีโมโกลบินที่อยู่ในเม็ดโลหิตแดง แม้กระทั่งสารพันธุกรรมดีเอ็นเอก็ยังเป็นโปรตีนเช่นกัน ซึ่งโปรตีนมักเสียสภาพได้ง่ายเมื่อโดนความร้อน สารเคมี ซึ่งสอดคล้องกับ พญ.พรทิพย์ โรจนสุนันท์ (พรทิพย์ โรจนสุนันท์, 2545) ได้กล่าวไว้ว่า ปัจจัยที่จะทำให้ DNA เสื่อมสภาพได้แก่ ระยะเวลาอันยาวนาน อุณหภูมิที่สูงเกินไป ความชื้นสูง แสงอาทิตย์หรือรังสี สารเคมี และเชื้อโรค ปัจจัยดังกล่าวนี้ไม่สามารถทำให้เกิดลายพิมพ์ DNA เป็นของบุคคลอื่นได้ เพียงแต่ทำให้ DNA เสื่อมสลายจนไม่สามารถหาลายพิมพ์ได้ โดยความเป็นจริงแล้ว DNA เสื่อมสลายได้ยากกว่า Genetic markers ตัวอื่นที่ใช้ในทางนิติเวช เช่น กรุปเลือด เอ บี โอ โดย DNA สามารถคงอยู่ได้หลายปีในขณะที่โปรตีนหรือ marker ตัวอื่นจะเสื่อมสลายภายใน 2 ถึง 3 เดือนเท่านั้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยนี้

1.1 การควบคุมคุณภาพของน้ำยาและชุดทดสอบโลหิต ในการทำการทดสอบ จะต้องมีการควบคุมทั้งผลบวก (Positive control) และการควบคุมผลลบ (Negative control) เพื่อควบคุมคุณภาพของน้ำยา Kastle-Meyer test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ว่ามีประสิทธิภาพพร้อมใช้ในการตรวจหาคราบโลหิต

1.2 การหยดโลหิต ต้องมีการควบคุมตัวแปรควบคุม ได้แก่ ปริมาตร โดยต้องควบคุมปริมาตรให้เท่ากันในแต่ละหยด โดยใช้อุปกรณ์ที่บอกปริมาตรที่แน่นอน เช่น Autopipette

1.3 การอ่านผล เพื่อควบคุมคุณภาพควรมีตารางเทียบสี (Colour chart) เนื่องจากการอ่านผลการทดสอบด้วยสายตา และควรอ่านผลการทดสอบภายในระยะเวลาที่กำหนด ตามคู่มือของน้ำยาและชุดทดสอบ เนื่องจากการอ่านผลที่นานเกินไปหรือเร็วเกินไปอาจทำให้เกิดผลบวกปลอมหรือผลลบปลอมได้ นอกจากนี้ควรอ่านผลในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอเนื่องจากการอ่านผลการเปลี่ยนสีของปฏิกิริยา

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

2.1 จากผลการวิจัยที่พบว่าตัวแปร 1) เพศของตัวอย่างคราบโลหิต 2) ระดับการเจือจางโลหิต 3) ประเภทของพื้นผิววัตถุ 4) การฉายแสงยูวี 5) ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี และ 6) วิธีการตรวจหาคราบโลหิต นั้นสามารถส่งผลต่อการตรวจหาคราบโลหิตได้ ผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานพิสูจน์หลักฐาน สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ สามารถนำผลการวิจัยไปใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกใช้วิธีทดสอบคราบโลหิต ที่มีสภาวะแวดล้อมและปัจจัยแตกต่างกันในแต่ละสถานที่เกิดเหตุและผู้ปฏิบัติงานยังสามารถเลือกใช้วิธีการทดสอบที่หลากหลายและเหมาะสมกับความต้องการมากขึ้น ขึ้นอยู่กับบริบทหน้างาน โดยจากการวิจัยพบว่าวิธี Kastle-Meyer test สามารถตรวจคราบโลหิตที่ถูกฉายแสงยูวีได้เป็นเวลานานมากกว่าวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood โดยพิจารณาจากหลักการของทั้ง 2 วิธีที่มีความแตกต่างกัน คือวิธี Kastle-Meyer test เป็นหลักการทางปฏิกิริยาเคมี ส่วนวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood เป็นหลักการทางภูมิคุ้มกัน ซึ่งหลักการทางภูมิคุ้มกันจะมีข้อดีคืออาศัยการจับกันอย่างจำเพาะระหว่างแอนติเจนกับแอนติบอดี จึงมีความจำเพาะต่อคราบโลหิตมากกว่า แต่ข้อเสียคือแอนติเจนกับแอนติบอดีเป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง จึงสามารถถูกทำลายหรือเสื่อมสภาพได้ง่ายด้วยความร้อน แต่ในการปฏิบัติงานจริงนั้นยังต้องการดูเพียงความสามารถในการตรวจหาคราบโลหิตใช่หรือไม่ ดังนั้นวิธี Kastle-Meyer test จึงอาจยังเป็นวิธีที่เหมาะสมต่อการตรวจคราบโลหิตเบื้องต้น

3. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

3.1 ควรมีการศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการตรวจหาคราบโลหิตด้วยวิธีอื่นเพิ่มเติม เช่น วิธี Tetramethylbenzidine วิธี Luminol วิธี Bluestar เป็นต้น เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาในประเด็นเกี่ยวกับการตรวจหาคราบโลหิตที่มีปัจจัย ได้แก่ 1) เพศ 2) ระดับการเจือจางโลหิต 3) ประเภทของพื้นผิววัตถุ 4) การฉายแสงยูวี 5) ระยะเวลาที่ฉายแสงยูวี ด้วยวิธี Tetramethylbenzidine วิธี Luminol วิธี Bluestar จึงเห็นควรให้มีการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อทราบถึงระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาและแนวโน้มของการตรวจพบคราบโลหิต

3.2 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมด้านความหลากหลายของประเภทพื้นผิววัตถุที่ใช้หยดโลหิต เช่น พื้นผิวกระจก พื้นผิวกระดาษ พื้นผิวโลหะ พื้นผิวพลาสติก เป็นต้น เพื่อศึกษาความแตกต่างของคุณสมบัติของประเภทพื้นผิววัตถุให้หลากหลายมากขึ้น

3.3 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเพิ่มระยะเวลาในการทดสอบ หรือทำการทดสอบจนกว่าจะไม่สามารถตรวจพบคราบโลหิตได้ ในแต่ละวิธีที่นำมาทำการศึกษาเพื่อศึกษาแนวโน้มของการตรวจพบคราบโลหิตด้วยวิธีนั้น

3.4 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านของตัวแปรอื่นๆ เช่น ความชื้น การทำความสะอาด สารเคมี แหล่งกำเนิดความร้อนอื่นๆ เป็นต้น เพื่อการตัดสินใจเลือกวิธีที่มีความเหมาะสมต่อการตรวจหาคราบโลหิตในสถานที่เกิดเหตุได้อย่างเหมาะสมต่อไป



รายการอ้างอิง

- Asghar, A. (2013). "Chemical enhancement for the detection of bloodstains." Accessed February 3, 2019. Available from http://www.academia.edu/1785361/Chemical_enhancements_for_detection_of_bloodstains
- Castelló, A., Francés, F., & Verdú, F. (2011). "An alternative to the human hemoglobin test in the investigation of bloodstains treated with active oxygen: the human glycophorin a test." **The Scientific World JOURNAL**, 11: 907-916.
- Cox, M. (1990). "Effect of fabric washing on the presumptive identification of bloodstains." **Journal of Forensic Science**, 35(6): 1335-1341.
- Cox, M. (1991). "A study of the sensitivity and specificity of four presumptive tests for blood." **Journal of Forensic Sciences**, 36(5): 1503.
- Dilbeck, L. (2006). "Use of Bluestar forensic in lieu of luminol at crime scenes." **Journal of Forensic Identification**, 56(5) : 706.
- Frey, A., Meckelein, B., Externest, D., & Schmidt, M. A. (2000). "A stable and highly sensitive 3, 3', 5, 5'-tetramethylbenzidine-based substrate reagent for enzyme-linked immunosorbent assays." **Journal of immunological methods**, 233(1-2): 47-56.
- Garner, D., Cano, K., Peimer, R., & Yeshion, T. (1976). "An evaluation of tetramethylbenzidine as a presumptive test for blood." **Journal of Forensic Science**, 21(4): 816-821.
- Hermon, D., Shpitzten, M., Oz, C., Glattstein, B., Azoury, M., & Gafny, R. (2003). "The Use of the Hexagon OBTI Test for Detection of Human Blood at Crime Scenes and on Items of Evidence Part 1: Validation Studies and Implementation." **Journal of Forensic Identification**, 53(5): 566-575.
- Hochmeister, M. N., Budowle, B., Sparkes, R., Rudin, O., Gehrig, C., Thali, M., . . . Dirnhofer, R. (1999). "Validation studies of an immunochromatographic 1-step test for the forensic identification of human blood." **Journal of Forensic Science**, 44(3): 597-602.

Mattioli, A., & Roy, R. (2008). "Ferrets or us: how similar are we?" Paper presented at the 19th International Symposium on Human Identification.

เลียงชัย จัตุรัส. (2553). "วัตถุพยานทางนิติวิทยาศาสตร์". เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 371120 ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ไชยวัฒน์ ไชยสมบูรณ์. (2555). "การทดสอบ Kastle-Meyer และการประยุกต์ใช้ในทางวิทยาศาสตร์การแพทย์." **วารสารนิติเวชศาสตร์** 4, 2(เมษายน): 179-183.

ทัศนยานี จันทนียังง. (2539). "เลือดและธนาคารเลือดในประเทศไทย" สารานุกรมไทยฉบับราชบัณฑิตยสถาน : 216-217.

ธาดา สืบหลินวงศ์. (2542). **ชีวเคมีทางการแพทย์**. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรทิพย์ โรจนสุนันท์. (2545). "ความรู้เบื้องต้น เรื่อง DNA Fingerprint." **วารสารศูนย์บริการวิชาการ** 10, 2(เมษายน-มิถุนายน) : 4-12.

พรวิริย์ ลำเจียกเทศ และคณะ. (2539). "ค่าโลหิตวิทยาในคนไทยปกติ." **วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต** 6, 4(ตุลาคม-ธันวาคม) : 303-310.

ศศิฎดา ศรีน่วม. (2556). "การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำยา Kastle-Meyer Test และชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ศิริพร พันธศรี. (2549). "การตรวจพิสูจน์คราบเลือด". **วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่** 39, 3 (กันยายน) : 25-28.

สรสรเสรีญ ททรัพย์โตชก. (2541). **ตำราปฏิบัติการชีวเคมีเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สรวง สมานหมู่ และคณะ. (2554). "การตรวจร่องรอยเลือดจากการเรืองแสง." เข้าถึงเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2562, เข้าถึงได้จาก http://www.nstda.or.th/2554/forensic_science/file.php

สวรส ปุริมโน. (2555). "การตรวจวัดคราบโลหิตโดยวิธีฟีนอล์ฟทาลีน เตตระเมทิลเบซีดีน ลูมินอล และบลูสตาร์." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุวรรณ ธีระวีรพันธ์. (2539). **สรีรวิทยา: ระบบไหลเวียนเลือด**. กรุงเทพฯ: ไทยมิตรการพิมพ์
อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ. (2551). **นิติวิทยาศาสตร์ 3 เพื่อการสืบสวนสอบสวน (นิติเวชศาสตร์)**. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด.

อรรถพล แซ่มสุวรรณวงศ์ และคณะ. (2552). **นิติวิทยาศาสตร์ 1 เพื่อการสืบสวนสอบสวน**. (พิมพ์ครั้งที่

ที่ 6). กรุงเทพฯ: บริษัท ทีซีจี พรินติ้ง จำกัด.

อาคม ภูสีฤทธิ. (2553). **Immunochromatographic Assay**. เข้าถึงเมื่อ 27 กุมภาพันธ์. 2562,
เข้าถึงได้จาก <http://tueakom.tripod.com/>

อาภรทิพย์ เปี้ยปาน. (2556). "การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของชุดทดสอบ Hexagon OBTI และชุดทดสอบ One-Step Fecal Occult Blood (FOB) ที่ใช้ในการตรวจคราบโลหิตมนุษย์ในงานนิติวิทยาศาสตร์". วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยศิลปากร



(A)

(B)

ภาพที่ 23 แสดงรูปพื้นผิวที่ใช้ในการวิจัย

(A) ผ้าฝ้ายสีขาว

(B) กระเบื้องเซรามิกผิวเรียบเคลือบมันสีขาว



ภาพที่ 24 แสดงชุดทดสอบ FOB 1-Step Fecal Occult Blood ที่ใช้ในการตรวจหาคราบโลหิต



ภาพที่ 25 แสดงตู้ที่ใช้ในการฉายแสงยูวีที่ใช้ในงานวิจัยนี้

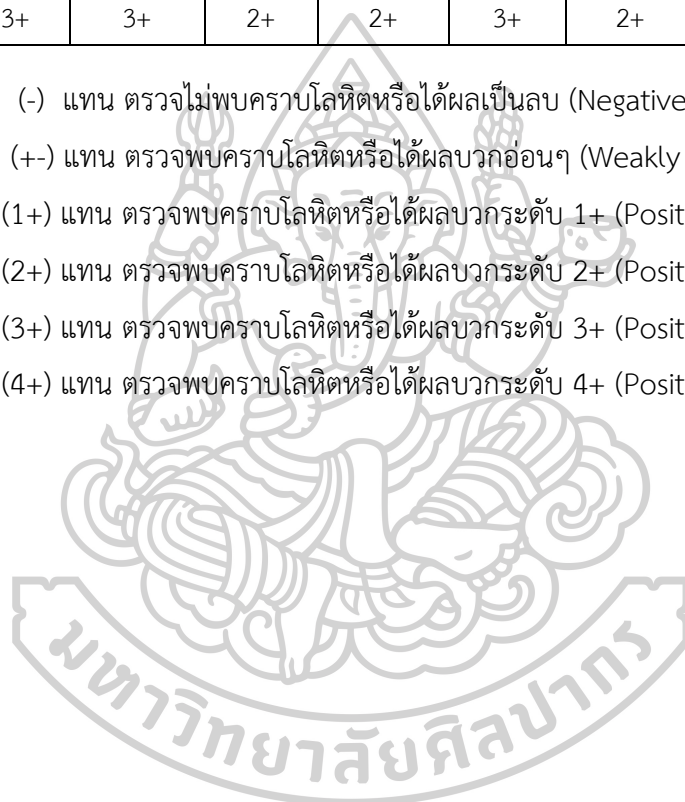
ตารางที่ 51 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
ด้วยวิธี Kastle-Meyer test (ไม่ฉายแสงยูวี)

เวลา (ชั่วโมง)	โลหิตผู้ชาย (No UV) วัต KM-test				โลหิตผู้หญิง (No UV) วัต KM-test			
	Dilute 1:200		Dilute 1:1,000		Dilute 1:200		Dilute 1:1,000	
	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
0	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
8	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
16	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
24	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
32	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
40	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
48	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
56	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
64	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
72	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
80	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
88	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
96	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
104	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
112	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
120	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
128	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
136	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
144	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
152	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
160	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
168	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
176	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
184	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
192	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
200	3+	3+	2+	2+	3+	3+	2+	2+
208	3+	3+	2+	2+	3+	2+	2+	2+
216	3+	3+	2+	2+	3+	2+	2+	1+

ตารางที่ 52 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
ด้วยวิธี Kastle-Meyer test (ไม่ฉายแสงยูวี)

เวลา (ชั่วโมง)	โลหิตผู้ชาย (No UV) วัด KM-test				โลหิตผู้หญิง (No UV) วัด KM-test			
	Dilute 1:200		Dilute 1:1,000		Dilute 1:200		Dilute 1:1,000	
	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
224	3+	3+	2+	2+	3+	2+	1+	1+
232	3+	3+	2+	2+	3+	2+	1+	1+
240	3+	3+	2+	2+	3+	2+	1+	1+

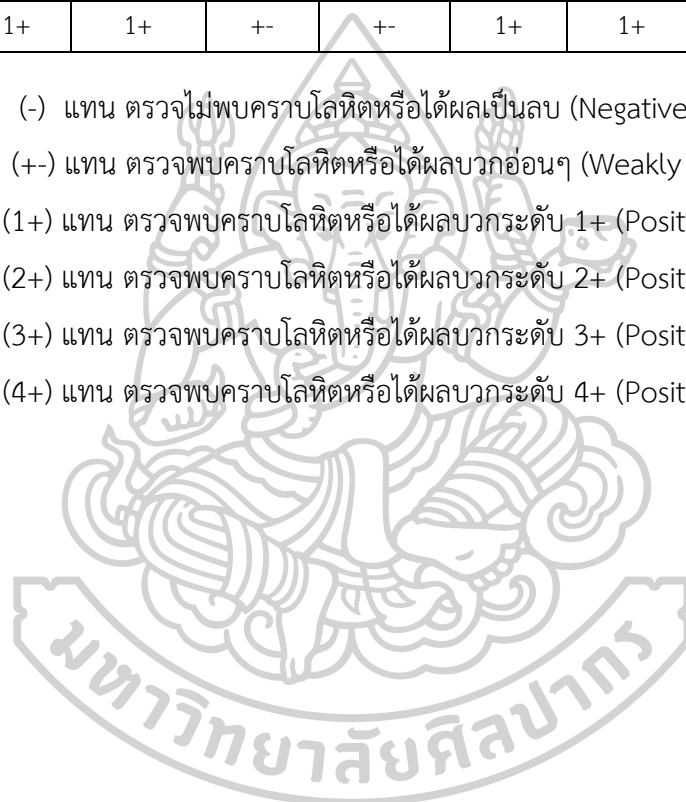
- *หมายเหตุ : (-) แทน ตรวจไม่พบคราบโลหิตหรือได้ผลเป็นลบ (Negative)
 (+-) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกอ่อนๆ (Weakly Positive)
 (1+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 1+ (Positive 1+)
 (2+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 2+ (Positive 2+)
 (3+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 3+ (Positive 3+)
 (4+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 4+ (Positive 4+)



ตารางที่ 54 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
ด้วยวิธี Kastle-Meyer test (ฉายแสงยูวี)

เวลา (ชั่วโมง)	โลหิตผู้ชาย (ฉาย UV) วัด KM-test				โลหิตผู้หญิง (ฉาย UV) วัด KM-test			
	Dilute 1:200		Dilute 1:1,000		Dilute 1:200		Dilute 1:1,000	
	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
224	1+	1+	+-	+-	1+	1+	+-	+-
232	1+	1+	+-	+-	1+	1+	+-	+-
240	1+	1+	+-	+-	1+	1+	+-	+-

- *หมายเหตุ : (-) แทน ตรวจไม่พบคราบโลหิตหรือได้ผลเป็นลบ (Negative)
 (+-) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกอ่อนๆ (Weakly Positive)
 (1+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 1+ (Positive 1+)
 (2+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 2+ (Positive 2+)
 (3+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 3+ (Positive 3+)
 (4+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 4+ (Positive 4+)



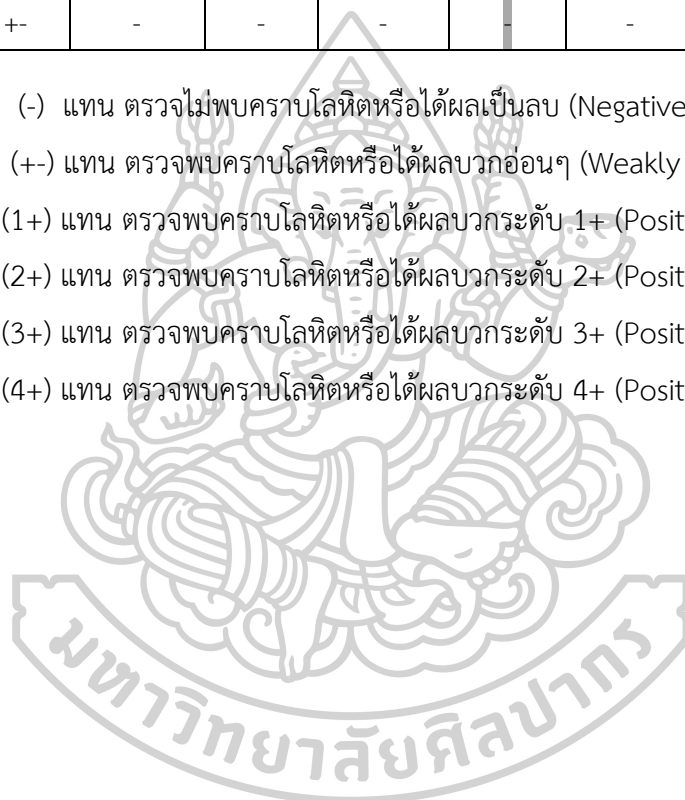
ตารางที่ 55 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
ด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood (ไม่ฉายแสงยูวี)

เวลา (ชั่วโมง)	โลหิตผู้ชาย (No UV) วัด FOB				โลหิตผู้หญิง (No UV) วัด FOB			
	Dilute 1:200		Dilute 1:1,000		Dilute 1:200		Dilute 1:1,000	
	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
0	3+	2+	2+	1+	3+	2+	1+	+-
8	3+	2+	2+	1+	3+	2+	1+	+-
16	3+	2+	2+	1+	3+	2+	1+	+-
24	3+	2+	2+	1+	2+	1+	1+	+-
32	3+	2+	2+	1+	2+	1+	+	+-
40	3+	2+	2+	1+	2+	1+	+-	+-
48	2+	1+	1+	1+	2+	1+	+-	+-
56	2+	1+	1+	+	2+	1+	+-	-
64	2+	1+	1+	+-	2+	1+	+-	-
72	2+	1+	1+	+-	2+	1+	+-	-
80	2+	1+	1+	+-	2+	1+	+-	-
88	2+	1+	1+	+-	2+	1+	+-	-
96	2+	1+	1+	+-	1+	+	+-	-
104	2+	1+	1+	+-	1+	+-	+-	-
112	2+	+	+	+-	1+	+-	-	-
120	1+	+-	+-	-	1+	+-	-	-
128	1+	+-	+-	-	1+	+-	-	-
136	1+	+-	+-	-	1+	+-	-	-
144	1+	+-	+-	-	1+	+-	-	-
152	1+	+-	+-	-	1+	+-	-	-
160	1+	+-	+-	-	1+	+-	-	-
168	1+	+-	+-	-	+	-	-	-
176	1+	-	-	-	+-	-	-	-
184	+	-	-	-	+-	-	-	-
192	+-	-	-	-	+-	-	-	-
200	+-	-	-	-	+-	-	-	-
208	+-	-	-	-	+-	-	-	-
216	+-	-	-	-	+-	-	-	-

ตารางที่ 56 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
ด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood (ไม่ฉายแสงยูวี)

เวลา (ชั่วโมง)	โลหิตผู้ชาย (No UV) วัด FOB				โลหิตผู้หญิง (No UV) วัด FOB			
	Dilute 1:200		Dilute 1:1,000		Dilute 1:200		Dilute 1:1,000	
	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
224	+-	-	-	-	+-	-	-	-
232	+-	-	-	-	+-	-	-	-
240	+-	-	-	-	-	-	-	-

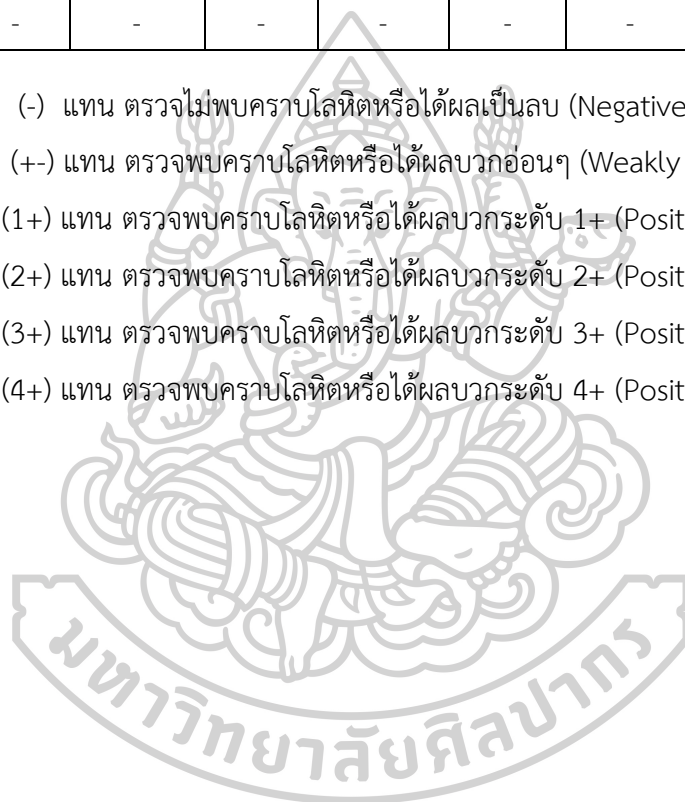
- *หมายเหตุ : (-) แทน ตรวจไม่พบคราบโลหิตหรือได้ผลเป็นลบ (Negative)
 (+-) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกอ่อนๆ (Weakly Positive)
 (1+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 1+ (Positive 1+)
 (2+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 2+ (Positive 2+)
 (3+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 3+ (Positive 3+)
 (4+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 4+ (Positive 4+)



ตารางที่ 58 แบบบันทึกผลการทดสอบระดับค่าสีของการเกิดปฏิกิริยาของการตรวจหาคราบโลหิต
ด้วยวิธี FOB 1-Step Fecal Occult Blood (ฉายแสงยูวี)

เวลา (ชั่วโมง)	โลหิตผู้ชาย (ฉาย UV) วัด FOB				โลหิตผู้หญิง (ฉาย UV) วัด FOB			
	Dilute 1:200		Dilute 1:1,000		Dilute 1:200		Dilute 1:1,000	
	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง	ผ้าฝ้าย	กระเบื้อง
224	-	-	-	-	-	-	-	-
232	-	-	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-	-	-	-

- *หมายเหตุ : (-) แทน ตรวจไม่พบคราบโลหิตหรือได้ผลเป็นลบ (Negative)
 (+-) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกอ่อนๆ (Weakly Positive)
 (1+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 1+ (Positive 1+)
 (2+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 2+ (Positive 2+)
 (3+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 3+ (Positive 3+)
 (4+) แทน ตรวจพบคราบโลหิตหรือได้ผลบวกระดับ 4+ (Positive 4+)



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวภรณ์ทิพย์ นราแหวน
วัน เดือน ปี เกิด	13 กันยายน 2531
สถานที่เกิด	ต.บางคูรัด อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต(เทคนิคการแพทย์) มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 33 หมู่ 6 ต.บางคูรัด อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี 11110

