



การศึกษาเปรียบเทียบกระดาดัดขยายภาพขาว-ดำ 3 ชนิด

อารีย์ เอ็มยิ้ม

อธิการบดี

จาก

มหาวิทยาลัยมหิดล ม.มหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเวชนิทัศน์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ.2543

ISBN 974-664-133-6

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

วพ
๑๖๖๓๓
๒๕๔๓
ด.๒

51830 (ด.๒)

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบกระดาศอักษยายภาพขาว-ดำ 3 ชนิด



นางอารีย์ เอ็มเยี่ยม

ผู้วิจัย



รองศาสตราจารย์สภา ลิ้มพานิชย์การ

พ.ล., Cert in Art as Applied to Medicine

(John Hopkins)

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์เยาวดี ทวีวงศ์ ณ.อยุธยา

วท.บ. (เวชนิทัศน์)

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ สุรินทร์วงศ์

วท.บ., วท.ม. (เวชนิทัศน์)

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์

Ph.D

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย



ผู้ช่วยศาสตราจารย์บัญชา แจ่งสว่าง

วท.บ. (เวชนิทัศน์), ค.ม. (โสตทัศนศึกษา)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเวชนิทัศน์

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ 3 ชนิด
ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเวชนิทัศน์

วันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2543



นาง อารีย์ เอมเข้ม

ผู้วิจัย



ผู้ช่วยศาสตราจารย์บัญชา แจ่มสว่าง

วท.บ. (เวชนิทัศน์), ค.ม. (โสตทัศนศึกษา)

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ สุรินทร์วงศ์

วท.บ., วท.ม. (เวชนิทัศน์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

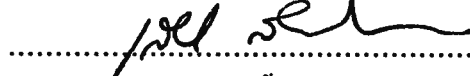



รองศาสตราจารย์สภา ลิ้มพานิชย์การ

พ.บ., Cert in Arts as Applied

to Medicine (John Hopkins).

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์

Ph.D

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

อาจารย์นุชรี ปุตระเสรมี

วท.บ., วท.ม. (เวชนิทัศน์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ศาสตราจารย์ ชนิกา ตู้จินดา

พ.บ., MS., FAAP., อ.ว. (กุมารเวชศาสตร์),

Dip Amer Brd Pediatr

คณบดี

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี จากการสนับสนุนและความช่วยเหลือของรองศาสตราจารย์นายแพทย์สภา ลิ้มพานิชย์การ, ผู้ช่วยศาสตราจารย์เยาวดี ทวีวงศ์ ณ อยุรยา ที่ได้ให้โอกาสในการปฏิบัติงาน, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ สุรินทร์วงศ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์บัญชา แจ่มสว่าง ที่กรุณาช่วยเหลือผู้วิจัยให้มีโอกาสได้ศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณและขอขอบคุณในความกรุณาของอาจารย์ทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

หัวใจสำคัญในการวิจัยคือ การใช้สถิติ ซึ่งได้รับคำแนะนำ ช่วยเหลือจากอาจารย์นุชรี ปุตรระเสริฐ อีกทั้งการเสียสละเวลาช่วยตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จาก คุณสุนันทา เสี่ยงแจ้ว สาขาวิชาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชารังสีวิทยา และการช่วยเหลือในการถ่ายภาพทางทันตกรรม จากภาควิชาทันตกรรม อีกทั้งการถ่ายภาพผ่านกล้องจุลทรรศน์โดยคุณชัยยุทธ บัววัฒนา และคุณวิชา สุขพัทธ์แห่ง ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

ขอขอบคุณ คุณศักดิ์ดา สุขริน หัวหน้าหน่วยถ่ายภาพ สถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาสละเวลาช่วยตรวจสอบเครื่องมือ และให้ความอนุเคราะห์ในการใช้อุปกรณ์พร้อมทั้งห้องปฏิบัติการ อีกทั้งให้เวลาแก่ผู้วิจัยในการปฏิบัติงานในครั้งนี้

ขอบคุณ คุณฝนทอง พราพงษ์ บรรณารักษ์ห้องสมุดโรงเรียนเวชนิทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ช่วยจัดการเรื่องเอกสาร ดำเนินงานและเอกสารอ้างอิง อีกทั้งเจ้าหน้าที่เวชนิทัศน์ทุกท่านประจำภาควิชาต่าง ๆ ภายในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

ในส่วนที่ดีของการวิจัย ขอมอบให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน และหวังว่าผลงานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นประโยชน์และให้แนวทางแก่ผู้สนใจในการศึกษาค้นคว้า ด้านนี้ต่อไป

อารีย์ เอ็มเยี่ยม

3836107 SIMA/M : สาขาวิชา : เวชนิทัศน์ ; วท.ม. (เวชนิทัศน์)

คำสำคัญ : กระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ

อารีย์ เอ็มเยี่ยม : การศึกษาเปรียบเทียบกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ 3 ชนิด

(A COMPARATIVE STUDY IN QUALITIES OF 3 DIFFERENT BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHIC PAPERS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : สภา ลิขสิทธิ์การ, พ.บ., Cert in Arts as Applied to Medicine (John Hopkins), เขาวดี ทวีวงศ์ ณ.อยุธยา, วท.บ. (เวชนิทัศน์), ณรงค์ สุรินทร์วงศ์, วท.ม. (เวชนิทัศน์). 91 หน้า ISBN 974-664-133-6

ภาพอัดขยายขาว-ดำ ในปัจจุบันจะใช้กันมากในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทางด้านวิชาการ ซึ่งเป็นงานที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำ, มีรายละเอียดและโทนขาว, เทา, ดำ แสดงได้อย่างชัดเจน นอกจากฟิล์มเนกาตีฟที่ใช้ในการอัดขยายจะต้องดีแล้ว การเลือกใช้กระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ ให้ตรงกับฟิล์มเนกาตีฟและประเภทของงานก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ 3 ชนิด(ยี่ห้อ)ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร เมื่อขยายภาพผ่านฟิล์มเนกาตีฟเดียวกัน โดยกำหนดให้ใช้น้ำยาสร้างภาพที่อุณหภูมิและเวลาเดียวกันในขั้นตอนของการสร้างภาพ กระดาษที่ใช้ทดลองมี 3 ชนิด(ยี่ห้อ) แต่แยกเป็น 2 เกรดคือ เกรด Normal และเกรด Soft ฟิล์มที่ใช้บันทึกภาพเป็นฟิล์ม Kodak Plus-x ISO 125 ขนาด 35 mm. ใช้บันทึกภาพตัวอย่างที่ใช้เกี่ยวกับงานทางด้านการแพทย์และภาพจากสภาพแสงธรรมชาติ จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยบันทึกภาพให้แสงปกติ 1 ชุด สำหรับใช้กับกระดาษเกรด Normal และบันทึกภาพให้แสงมากกว่าปกติ 1-2 สตอป อีก 1 ชุดสำหรับใช้กับกระดาษเกรด Soft

ภาพที่ได้จากการทดลองขยายภาพจำนวน 60 ภาพ ได้จัดทำเป็นรูปเล่มพร้อมทั้งออกแบบสอบถามให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษา และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด หลังจากนั้นจึงส่งให้อาจารย์แพทย์และนักวิชาการโสตทัศนศึกษาประจำภาควิชาต่าง ๆ ภายในคณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดลจำนวน 52 ท่านเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, One Way ANOVA และ Multiple Comparisons แบบ LSD จากผลการวิจัยทำให้ทราบว่ากระดาษต่างยี่ห้อกันให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และปรากฏว่ากระดาษ Kentmere Normal มีคุณสมบัติที่ดี และเหมาะสมกับงานทางด้านวิชาการในหลาย ๆ ประเภทได้มากที่สุด ส่วนกระดาษ Forte Normal และกระดาษ Chen fu Normal ก็มีความเหมาะสมแตกต่างกันไปตามชนิดของงาน

3836107 SIMA/M : MAJOR : MEDICAL ARTS & COMMUNICATION : M.Sc. (MEDICAL ART & COMMUNICATION)

KEY WORDS : BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHIC PAPERS

AREE AIMYAM : A COMPARATIVE STUDY IN QUALITIES OF 3 DIFFERENT BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHIC PAPERS. THESIS ADVISORS : SAPHA LIMPHANICHAKARN, MD., CERT IN ART AS APPLIED TO MEDICINE (JOHN HOPKINS), YAOVADEE DAVIVONGS NA AYUDHAYA, B.Sc. (MEDICAL ILLUSTRATION & AUDIOVISUAL TECHNOLOGY), NARONG SURINWONG, M.Sc. (MEDICAL ARTS & COMMUNICATION), 91 P. ISBN 974-664-133-6.

The purpose of this study is to explore the quality of three brands of photographic paper available in Bangkok. And to seek out the differences of the three when enlarged from the same negative with the same barring of temperature and time period.

There are three brands of paper, with two different grades of each which are normal and soft. The film used was 35 mm. Kodak Plus-X ISO 125. A total of ten different subjects were photographed from natural light source .

One set is to expose from normal lighting for normal paper and also additional 1-2 stop over exposed for soft grade paper.

The enlargement of sixty photos from the experiment were put together with proper questionnaire for the purpose intended for. These were also checked by experts and medical professors and others in related field within the School of Medicine Siriraj Hospital. The questionnaire was reviewed by fifty-two members from the medical school. The statistics used in this particular research are Average, Standard Deviation One Way ANOVA, and Multiple Comparisons (LSD).

The results from this search show that the use of different brands of papers revealed different outcomes of the average at the level 0.05. And Kentmere normal paper has a good quality for "all purpose use". Forte normal and Chen fu normal papers are suitable for different purpose.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฉ

บทที่

1. บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ในการวิจัย.....	2
สมมติฐานในการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
นิยามหรือคำจำกัดความ.....	3

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการทำให้เกิดภาพในกระดาดไวแสง.....	4
กระดาดอัดขยายภาพขาว-ดำ.....	5
โครงสร้างกระดาดอัดขยายภาพขาว-ดำ.....	5
ความไวแสงของกระดาด.....	7
ปัจจัยลักษณะเฉพาะของกระดาดอัดขยายภาพขาว-ดำ.....	8
ชนิดของกระดาดอัดขยายภาพขาว-ดำ.....	9
ขั้นตอนสำคัญที่ทำให้เกิดภาพ.....	13
เครื่องขยายภาพ (Enlarger).....	14
เครื่องขยายภาพแบบเลนส์รวมแสง (condenser)	15
เครื่องขยายภาพแบบแพร่แสง (diffuse enlarger).....	17
เครื่องขยายภาพแบบผสมระหว่างเลนส์รวมแสงกับแบบกระจายแสง..	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องขยายภาพ.....	19
การสร้างภาพ (Photographic Development).....	21
การหยุดภาพ (Stop bath).....	22
การคงสภาพภาพ (Fixation).....	22
ขั้นตอนต่าง ๆ ในการอัดขยายภาพ.....	23
ความเปรียบต่างหรือคอนทราสต์ของภาพ.....	24
สาเหตุของข้อผิดพลาดในการอัดขยายภาพและการแก้ไข.....	25
3. วิธีดำเนินการวิจัย	
ลักษณะของประชากร และการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	27
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	27
วิธีดำเนินการวิจัยโดยมีลำดับขั้นตอน.....	28
การสร้างแบบสอบถาม.....	30
ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม.....	30
บุคคลกลุ่มตัวอย่างและการส่งแบบสอบถาม.....	31
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	31
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	33
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	79
เอกสารอ้างอิง.....	82
ภาคผนวก.....	83
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	84
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	86
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบ.....	87
แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย.....	88
ประวัติผู้วิจัย.....	91

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงการใช้ฟิลเตอร์เพื่อปรับคอนทราสต์ของกระดาษเกร็ดรวม.....	13
2. ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังขยายของเลนส์ชนิดความแสงต่อขนาดของฟิล์มเนกาตีฟและผลของกำลังขยาย.....	17
3. แสดงค่าการให้แสงของภาพตัวอย่างต่อกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ชนิด	29
4. จำนวนกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ, วุฒิการศึกษา, ตำแหน่ง, สังกัดและประสบการณ์ในการทำงานโดยคิดเป็นร้อยละ.....	34
5. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม, ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดาษทั้ง 3 ชนิด โดยแยกเป็นเกรด Normal และ soft ภาพตัวอย่างที่ 1 “พยาธิใบไม้ในตับ”.....	35
5.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนนของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ชนิด ตัวอย่างที่ 1 “พยาธิใบไม้ในตับ”.....	36
6. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม, ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดาษทั้ง 3 ชนิด โดยแยกเป็นเกรด Normal และ soft ภาพตัวอย่างที่ 2 “PAGE”.....	37
6.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนนของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ชนิด ตัวอย่างที่ 2 “PAGE”.....	38
7. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม, ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดาษทั้ง 3 ชนิด โดยแยกเป็นเกรด Normal และ soft ภาพตัวอย่างที่ 3 “ฟัน”.....	39
7.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนนของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ชนิด ตัวอย่างที่ 3 “ฟัน”.....	40
8. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม, ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดาษทั้ง 3 ชนิด โดยแยกเป็นเกรด Normal และ soft ภาพตัวอย่างที่ 4 “การเย็บแผล”.....	41
8.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนนของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ชนิด ตัวอย่างที่ 4 “การเย็บแผล”.....	42

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
9. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม, ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ กระดูกทั้ง 3 ชนิด โดยแยกเป็นเกรด Normal และ soft ภาพตัวอย่างที่ 5 “X-rays Chests”.....	43
9.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนนของกระดูกอัดขยายภาพ ขาว-ดำทั้ง 3 ชนิด ตัวอย่างที่ 5 “X-rays Chests”.....	44
10. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม, ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ กระดูกทั้ง 3 ชนิด โดยแยกเป็นเกรด Normal และ soft ภาพตัวอย่างที่ 6 “X-rays C.T.”.....	45
10.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนนของกระดูกอัดขยายภาพขาว- ดำทั้ง 3 ชนิด ตัวอย่างที่ 6 “X-rays C.T.”.....	46
11. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม, ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ กระดูกทั้ง 3 ชนิด โดยแยกเป็นเกรด Normal และ soft ภาพตัวอย่างที่ 7 “โรคผิวหนัง”.....	47
11.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนนของกระดูกอัดขยายภาพ ขาว-ดำ ทั้ง 3 ชนิด ตัวอย่างที่ 7 “โรคผิวหนัง”.....	48
12. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม, ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ กระดูกทั้ง 3 ชนิด โดยแยกเป็นเกรด Normal และ soft ภาพตัวอย่างที่ 8 “Copy”.....	49
12.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนนของกระดูกอัดขยายภาพ ขาว-ดำ ทั้ง 3 ชนิด ตัวอย่างที่ 8 “Copy”.....	50
13. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม, ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ กระดูกทั้ง 3 ชนิด โดยแยกเป็นเกรด Normal และ soft ภาพตัวอย่างที่ 9 “ลายเส้น”.....	51
13.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนนของกระดูกอัดขยายภาพ ขาว-ดำ ทั้ง 3 ชนิด ตัวอย่างที่ 9 “ลายเส้น”.....	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
14. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม, ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ กระดาศทั้ง 3 ชนิด โดยแยกเป็นเกรด Normal และ soft ภาพตัวอย่างที่ 10 “น้ำตก”.....	53
14.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนนของกระดาศอัดขยายภาพ ขาว-ดำ ทั้ง 3 ชนิด ตัวอย่างที่ 10 “น้ำตก”.....	54
15. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวมของกระดาศ 3 ชนิด 2 เกรด ที่ขยายภาพ ตัวอย่างทั้ง 10 ภาพ.....	55
16. แสดงคะแนนทั้งหมดของกระดาศขาว-ดำ 3 ชนิด 2 เกรด ในการอัดขยาย ภาพตัวอย่างทั้ง 10 ภาพ.....	56
17. สรุปผลการใช้กระดาศขยายภาพขาว-ดำ ทั้ง 3 ชนิด 2 เกรด โดยเรียงลำดับ 1-3	58

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
1. แสดงคะแนนรวมของกระดาษชนิดที่แยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่ใช้ในการขยายตัวอย่างภาพที่ 1 ภาพ “พยาธิใบไม้ในตับ”.....	36
2. แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ชนิด ที่แยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่ใช้ในการขยายภาพตัวอย่างที่ 2 ภาพ “PAGE”.....	38
3. แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ชนิด ที่แยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่ใช้ในการขยายภาพตัวอย่างที่ 3 ภาพ “ฟัน”.....	40
4. แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ชนิด ที่แยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่ใช้ในการขยายภาพตัวอย่างที่ 4 ภาพ “การเย็บแผล”.....	42
5. แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ชนิด ที่แยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่ใช้ในการขยายภาพตัวอย่างที่ 5 ภาพ “X-rays Chests”.....	44
6. แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ชนิด ที่แยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่ใช้ในการขยายภาพตัวอย่างที่ 6 ภาพ “X-rays C.T.”.....	46
7. แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ชนิด ที่แยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่ใช้ในการขยายภาพตัวอย่างที่ 7 ภาพ “โรคผิวหนัง”.....	48
8. แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ชนิด ที่แยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่ใช้ในการขยายภาพตัวอย่างที่ 8 ภาพ “Copy”.....	50
9. แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ชนิด ที่แยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่ใช้ในการขยายภาพตัวอย่างที่ 9 ภาพ “ลายเส้น”.....	52
10. แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ชนิด ที่แยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่ใช้ในการขยายภาพตัวอย่างที่ 10 ภาพ “น้ำตก”.....	54
11. แสดงคะแนนของกระดาษ 3 ชนิด 2 เกรดที่อัดขยายภาพตัวอย่างที่ 10...	55
12. แสดงคะแนนรวมของกระดาษทั้งหมดของกระดาษ 3 ชนิด 21 เกรดที่อัดขยายภาพตัวอย่างทั้ง 10.....	57

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. โครงสร้างกระดาดแบบไรต์และกระดาดอาร์ซี.....	6
2. แสดงโค้งลักษณะเฉพาะของกระดาดอักษยายภาพ ขาว-ดำ.....	8
3. ลักษณะของกระดาดเกรตต่าง ๆ.....	12
4. เครื่องขยายภาพแบบที่ลำแสง จากดวงไฟตกกระทบเลนส์ควบแสง โดยตรง.....	15
5. เครื่องขยายภาพแบบที่ลำแสง จากดวงไฟไปสะท้อนกระจกที่วางทำมุม 45 องศา ก่อนที่จะตกกระทบเลนส์ควบแสง.....	16
6. แสดงการตกกระจายของแสงในเครื่องขยายภาพแบบแพร่แสง.....	17
7. ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องขยายภาพ.....	19
8. ภาพตัวอย่างที่ 1 ภาพ “พยาธิใบไม้ในตับ”.....	60
9. ภาพตัวอย่างที่ 2 ภาพ “PAGE”.....	62
10. ภาพตัวอย่างที่ 3 ภาพ “ฟัน”.....	64
11. ภาพตัวอย่างที่ 4 ภาพ “การเย็บแผล”.....	66
12. ภาพตัวอย่างที่ 5 ภาพ “X-Rays Chests”.....	68
13. ภาพตัวอย่างที่ 6 ภาพ “X-Rays C.T.”.....	70
14. ภาพตัวอย่างที่ 7 ภาพ “โรคผิวหนัง”.....	72
15. ภาพตัวอย่างที่ 8 ภาพ “COPY”.....	74
16. ภาพตัวอย่างที่ 9 ภาพ “ลายเส้น”.....	76
17. ภาพตัวอย่างที่ 10 ภาพ “น้ำตาล”.....	78

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการมองเห็นจากตาคนปกติ จะเห็นสีสรรต่าง ๆ จากธรรมชาติโดยคลื่นแสง R G B ที่สะท้อนจากวัตถุเข้าสู่เนตนา ประสาทตาจะทำการวิเคราะห์แยกแยะได้ว่าวัตถุนั้นมีสีอะไร

การมองเห็นภาพสีโดยหลักการเกี่ยวกับการมองเห็นแสงสะท้อน คลื่นแสงจะสะท้อนแต่ละค่าสีให้ประสาทตาวิเคราะห์ สิ่งที่ต้องแยกให้ออกก็คือน้ำหนักความเข้มในสีแต่ละพื้นที่ซึ่งมีความหมายแตกต่างจากค่าความแดงของสี สีแดง เหลือง ม่วง ดำ เขียว ชมพู คือความหมายของค่าว่า แดงสี และเราจะเห็นสีแดงใส่น้ำหนักได้ตั้งแต่แดงเข้มไปจนถึงแดงอ่อน ชมพู และชมพูเรื่อย ๆ จนเกือบจะเป็นสีขาว และจะเห็นน้ำหนักความเข้มของสีอื่น ๆ ในลักษณะเดียวกันนี้ถ้าเป็นภาพสีหรือการมองเห็นจากเนตนาคนเราจะแยกน้ำหนักโทน และเฉดสีต่าง ๆ เหล่านี้ออกจากกันด้วยประสาทตา และสมอง (1)

แต่ฟิล์มขาวดำและภาพอัดขยายขาวดำมีเม็ดสีเพียงเม็ดเดียวคือเม็ดสีเทา โดยมีน้ำหนักความเข้มหรือโทนไล่มาตั้งแต่ดำสุดจนถึงสีเทาแก่ เทาอ่อน จนกระทั่งเทาเกือบขาว ดังนั้นเมื่อใช้ฟิล์มขาวดำและกระดาษอัดขยายภาพขาวดำถ่ายหรือขยายภาพจึงจำเป็นต้องเลือกใช้กระดาษอัดขยายภาพให้สัมพันธ์กับฟิล์มที่บันทึกภาพมาเพื่อให้ได้น้ำหนักของภาพที่ต้องการ

เพราะภาพขาวดำเป็นเพียงเม็ดสีโทนเทาเท่านั้นฟิล์มเนกาตีฟที่ถ่ายภาพมาอาจมีข้อผิดพลาดจากการใช้ฟิลเตอร์ต่าง ๆ ผิดจากสีที่ควรใช้หรือไม่ได้ใช้ฟิลเตอร์เพื่อปรับระดับโทนน้ำหนักหรือเพราะความผิดพลาด

เพราะภาพขาวดำเป็นเพียงเม็ดสีโทนเทาเท่านั้นฟิล์มเนกาตีฟที่ถ่ายภาพมาอาจมีข้อผิดพลาดจากการใช้ฟิลเตอร์ต่าง ๆ ผิดจากสีที่ควรใช้หรือไม่ได้ใช้ฟิลเตอร์เพื่อปรับระดับโทนน้ำหนักหรือเพราะความผิดพลาดในการเปิดให้แสงลงบนฟิล์มและในขั้นตอนการล้างฟิล์ม

สิ่งที่เป็นปัญหาเกิดขึ้นตามมาคือฟิล์มเนกาตีฟขาวดำที่มีระดับโทนสีเทาทั้งภาพใกล้เคียงกันเราเรียกว่าเป็นฟิล์มเนกาตีฟหรือภาพที่มีคอนทราสต์ต่ำ

หรืออาจผิดพลาดได้ภาพที่มีน้ำหนักสีเทาในภาพแตกต่างกันมาก ซึ่งภาพลักษณะนี้เรียกว่ามีคอนทราสต์สูง

การถ่ายภาพเพื่ออัดขยายภาพขาวดำนั้นจะเน้นกันเรื่องคอนทราสต์ ซึ่งแล้วแต่จินตนาการของคนทำภาพขาว-ดำ ว่าต้องการภาพในลักษณะใด บางภาพต้องการคอนทราสต์สูงเพื่อแสดงอารมณ์ขัดแย้ง บางภาพต้องการคอนทราสต์ต่ำเพื่อให้อารมณ์นุ่มนวลชวนฝัน หรือต้องการคอนทราสต์ปกติปานกลางเช่นภาพพอร์ตเทรตทั่วไป

ส่วนประกอบที่สำคัญในการอัดขยายภาพขาว-ดำ ให้มีคุณภาพนั้นจะต้องมีฟิล์มเนกาตีฟที่ดี มีการบันทึกแสงให้ได้น้ำหนักของสีขาว, เทา, ดำครบถ้วน ส่วนฟิล์มเนกาตีฟที่บันทึกภาพมาโดยรับแสงมากเกินไป(over exposure) หรือบันทึกภาพโดยใช้แสงน้อยเกินไป (under exposure) แม้แต่ในกระบวนการสร้างที่ใช้เวลานานเกินไป(over development) หรือใช้เวลาสั้นไป (under development) ฟิล์มเนกาตีฟลักษณะนี้อาจแก้ไขโดยการใช้กระดาษอัดขยายภาพเบอร์ต่างๆ เข้าช่วย

ผู้วิจัยในฐานะเป็นผู้ปฏิบัติงานและให้บริการแก่อาจารย์แพทย์ และนักวิชาการโสตทัศนศึกษาประจำภาควิชาต่าง ๆ ภายในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งงานส่วนหนึ่งให้บริการคืองานอัดขยายภาพขาว-ดำ สำหรับตีพิมพ์, งานวิจัย หรือใช้ในการเรียนการสอน โดยลักษณะของงานแต่ละภาควิชาจะแตกต่างกัน เนื่องจากเป็นงานทางด้านวิชาการที่ต้องการคุณภาพสูงในด้านรายละเอียด ความถูกต้องชัดเจนของน้ำหนักโทนขาว-เทา-ดำ จึงจำเป็นต้องเลือกใช้กระดาษที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะศึกษาหาคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรในฟิล์มเนกาตีฟเดียวกันในขั้นตอนการสร้างภาพที่นำมาสสร้างภาพในอุณหภูมิและเวลาเดียวกัน เพื่อจะได้นำข้อมูลจากการวิจัยมาเป็นแนวทางในการเลือกใช้กระดาษให้เหมาะสมกับงานอัดขยายภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อต้องการทดลองหาคุณสมบัติของกระดาษแต่ละชนิด (ยี่ห้อ) ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ในขั้นตอนการสร้างภาพที่นำมาสสร้างภาพในเวลาและอุณหภูมิเดียวกัน
2. ต้องการนำผลวิจัยที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับงานแต่ละประเภทได้อย่างเหมาะสมเพื่อลดขั้นตอนที่สูญเสียช่วยให้เกิดความประหยัดทางด้านงบประมาณและงานที่ได้ให้มีคุณภาพเพิ่มขึ้น
3. ต้องการนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นพื้นฐานในการศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่เกี่ยวข้องต่อไป

สมมติฐานในการวิจัย

การใช้กระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำต่างชนิด (ยี่ห้อ) กัน ให้ผลแตกต่างกันในขั้นตอนการสร้างภาพที่นำมาสสร้างภาพในอุณหภูมิและเวลาเดียวกัน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบหาคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ 3 ชนิด (ยี่ห้อ) แต่ละชนิด (ยี่ห้อ) แบ่งย่อยเป็นกระดาษ Normal และกระดาษ Soft โดยผ่านขั้นตอนการสร้างภาพที่นำมาสสร้างภาพในอุณหภูมิและเวลาเดียวกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. ผลที่ได้จากการวิจัยสามารถนำมาประกอบการตัดสินใจเลือกกระดาษขยายภาพที่มีคุณภาพเหมาะสมเพื่อพัฒนาคุณภาพของงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. ช่วยให้เกิดความประหยัดทางด้านงบประมาณ เนื่องจากผลวิจัยจะช่วยให้ลดขั้นตอนในการปฏิบัติงานและผู้ปฏิบัติงานมีทางเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์มากขึ้น
3. รูปแบบและผลการวิจัยสามารถนำไปเป็นแนวทางในการศึกษาและค้นคว้าในเรื่องที่เกี่ยวข้องได้อย่างละเอียดลึกซึ้งต่อไป

นิยามหรือคำจำกัดความ

เกรด (grade)	หมายถึง ระดับความแตกต่าง
คอนทราสต์ (contrast)	หมายถึง ความเปรียบต่าง,ความตัดกันในโทนสี
คอนทราสต์ เกรด (contrast grade ,paper contrast grade,paper grade) -	-หมายถึง ระดับเปรียบเทียบกระดาษ
Soft grade	หมายถึง ระดับความแตกต่างต่ำ, ความตัดกันในโทนสีต่ำ
Normal grade	หมายถึง ระดับความแตกต่างปกติ, ความตัดกันในโทนสีปกติ
เนกาตีฟ (negative)	หมายถึง ฟิล์มที่บันทึกภาพแล้วนำมาผ่านกระบวนการทางเคมี ภาพที่ได้บนฟิล์มจะมีลักษณะกลับกันจากความเป็นจริง จะต้องนำฟิล์มนี้ไปผ่านขั้นตอนการอัด,ขยายภาพเสียก่อนจึงจะได้ภาพที่ต้องการ (9)

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ภาพถ่ายเปรียบเสมือนภาษาสากล เป็นสื่อสำคัญในการถ่ายทอดข่าวสาร, ความรู้, แนวความคิดและความรู้สึกไปยังบุคคลอื่นเพื่อให้เกิดความเข้าใจซึ่งกันและกัน เนื่องจากภาพถ่ายมีความเป็นรูปธรรมมากกว่าตัวหนังสือหรือภาษาพูด หนังสือ Orbis Picture เป็นหนังสือเล่มแรกของโลกที่มีภาพประกอบในบทเรียน โดยผู้ที่นำภาพมาประกอบคือ โยฮัน อมอส คอมินิอุส (Johann : Amos Comenius) มนุษย์รู้จักการใช้ภาพในการติดต่อสื่อสารได้ก่อนที่จะรู้จักภาษาพูด หรือภาษาเขียน (2) วิชาถ่ายภาพตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Photography” ซึ่งย่อมาจากภาษากรีกว่า “Phos” แปลว่า “แสงสว่าง” และ “Graphein” แปลว่า “เขียน” เมื่อรวมกันแล้วมีความหมายว่า “เขียนด้วยแสงสว่าง” ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ ชื่อเฮอริเชล (Herschel) เป็นคนแรกที่ใช้คำพูดนี้ (3) ปัจจุบัน “Photography” มีความหมายครอบคลุมถึงกระบวนการใด ๆ ที่ทำให้เกิดภาพที่มองเห็นโดยอาศัยการกระทำของ แสง

กระบวนการทำให้เกิดภาพในกระดาดไวแสง

ฟิล์มที่ได้รับการบันทึกภาพและผ่านกระบวนการล้างฟิล์มมาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปต้องเปลี่ยนภาพจากฟิล์มเนกาตีฟให้เป็นภาพถ่ายลงบนกระดาดที่ฉาบด้วยเยื่อไวแสง (emulsion) ขั้นตอนนี้เรียกว่าการอัดขยายภาพ (printing and enlarging) วัสดุไวแสงที่ใช้ในการอัดขยายภาพเป็นกระดาดที่ฉาบไว้ด้วยเยื่อไวแสง (emulsion) ที่ผิวด้านเดียว เมื่อด้านเยื่อไวแสงได้รับแสงที่ทะลุผ่านฟิล์มเนกาตีฟจากเครื่องขยายภาพแล้ว ภาพแฝงก็จะถูกบันทึกลงบนกระดาดและต้องไปผ่านขบวนการสร้างภาพทางเคมีจึงจะปรากฏภาพออกมา โดยมีน้ำหนักของโทนสีดำ, เทา, ขาว แตกต่างกันออกไปตามลักษณะของเนกาตีฟที่บันทึกภาพมา ในส่วนของเนกาตีฟที่ดำทึบ (ในภาพจริงเป็นส่วนขาว) ก็จะกันไม่ให้แสงทะลุผ่านเมื่อนำกระดาดที่บันทึกภาพแล้วไปผ่านการล้างน้ำยาและคงสภาพภาพที่ได้ในส่วนนี้จะสะท้อนสีขาวสว่าง แต่ในทางกลับกัน ถ้าฟิล์มเนกาตีฟมีลักษณะบางใส (ในภาพจริงเป็นส่วนทึบ) เมื่อฉายแสงผ่านฟิล์มเนกาตีฟแสงจะทะลุผ่านลงมาได้มาก กระดาดที่ฉาบด้วยเยื่อไวแสงจะบันทึกภาพไว้ เมื่อนำไปผ่านกระบวนการสร้างภาพและคงสภาพแล้วในส่วนนี้จะบันทึก

คำเหมือนกับภาพต้นฉบับก่อนการบันทึกลงฟิล์ม เราเรียกภาพที่ตรงข้ามกับเนกาตีฟนี้ว่าภาพโพสิทีฟ (positive print) (3)

กระดาษอัดขยายภาพขาว – ดำ

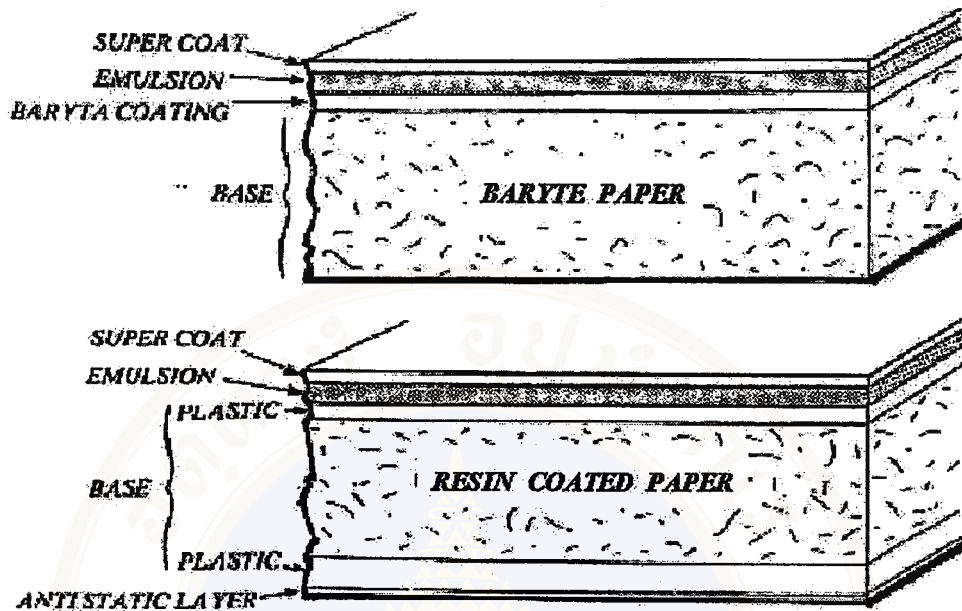
กระดาษอัดขยายภาพขาวดำที่ใช้ในปัจจุบันมีให้เลือกหลายชนิด (ยี่ห้อ) และมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป โครงสร้างของกระดาษอัดขยายภาพมีลักษณะไม่เป็นเนื้อเดียวกันมีชั้นแบรียตา (baryta layer) ระหว่างฐานกับชั้นไวแสงตอบสนองต่อความชื้นในอากาศมากกว่าวัสดุชนิดอื่น และที่ฐานยังเคลือบเรซินบาง ๆ กันการซึมทำให้กระดาษแห้งเร็ว องค์ประกอบทางเคมีคุณสมบัติทางกายภาพขณะเปียกและแห้งที่ไม่เปลี่ยนแปลง ความเรียบและความต้านทานต่อการฉีกขาดและ ไม่เปลี่ยนสีเมื่อผ่านกระบวนการทางเคมี

กระดาษอัดขยายภาพมีเชื้อไวแสงซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับฟิล์มแต่มีความไวแสงต่ำกว่ามากและเกรนของกระดาษจะละเอียดกว่า ความไวแสงจำกัดแต่เพียงแสงสีน้ำเงินเท่านั้นจึงสามารถอัดหรือขยายภาพในห้องมืดที่มีไฟนิรภัยสีแดงหรือเหลืองอำพันได้

สารไวแสงหรือซิลเวอร์เฮไลด์ที่ใช้ฉาบผิวกระดาษ ประกอบด้วยสารไวแสง 3 ยี่ห้อ คือเกลือซิลเวอร์คลอไรด์ เกลือซิลเวอร์โบรไมด์ และเกลือซิลเวอร์ไอโอไดด์ การใช้สารไวแสงยี่ห้อเกลือซิลเวอร์คลอไรด์อย่างเดียว จะทำให้ความไวแสงของกระดาษต่ำมาก (low sensitivity) แต่ถ้าผสมเกลือซิลเวอร์คลอไรด์ร่วมกับซิลเวอร์โบรไมด์จะทำให้ความไวแสงเพิ่มขึ้น และหากต้องการเพิ่มความไวแสงก็ต้องเติมเกลือซิลเวอร์ไอโอไดด์ลงไปแต่องค์ประกอบส่วนใหญ่ของเชื้อไวแสงฉาบบนผิวกระดาษจะเป็นเกลือซิลเวอร์โบรไมด์ ดังนั้นจึงนิยมเรียกกระดาษอัดขยายภาพว่า กระดาษโบรไมด์

โครงสร้างของกระดาษอัดขยายภาพ

กระดาษที่ใช้เป็นฐานเพื่อทำเป็นกระดาษอัดขยายภาพ ได้มาจากเส้นใยเซลลูโลสของเยื่อไม้ที่มียางเหนียว เช่นต้นสนเงินและต้นอัสป่นและยึดติดกันด้วยสารโคโลเฟน และเจลาตินเพื่อด้านทนน้ำ ควรปราศจากสารเคมี เช่น สารฟอกขาวและสารที่ไวต่อการออกซิไดซ์ หรือรีดิวซ์ และมีความทนทานต่อการเปียก โดยทั่วไปกระดาษที่ใช้เป็นฐานมี 2 ยี่ห้อ คือเป็นไฟเบอร์ และไฟเบอร์เคลือบพลาสติก



รูปที่ 1 โครงสร้างกระดาษแบไรต์และกระดาษอาร์ซี

โครงสร้างของกระดาษทั้งสองชนิดจะต่างกัน ขั้นตอนการอัดขยายและการทำให้แห้งก็แตกต่างกันด้วย ดังนั้นจึงแบ่งลักษณะโครงสร้างตามฐานของกระดาษดังนี้คือ

1. กระดาษแบไรต์ (baryte paper) เป็นกระดาษขยายภาพขาว – ดำ ที่ฉาบผิวกระดาษไว้ด้วยเบเรียมซัลเฟต (barium sulphate) ซึ่งเรียกว่าชั้นแบไรต์ (baryte layer) รองรับเยื่อไวแสงที่ฉาบอยู่ด้านบน และบนเยื่อไวแสงจะมีเจลาตินเคลือบทับอีกชั้นเพื่อป้องกันเยื่อไวแสงไม่ให้หลุดออกได้ง่าย ในการทำภาพให้แห้งต้องใช้เครื่องขัดมันเท่านั้น (5)

ข้อดีของกระดาษแบไรต์ มีดังนี้

1.1 ช่วยเพิ่มการสะท้อนของแสงหรือความขาวของกระดาษ ให้มีการกระจายของโทนในบริเวณส่วนสว่าง (highlight) ในภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 ช่วยเป็นตัวกั้นระหว่างเยื่อไวแสงและฐานกระดาษ ป้องกันสารละลายทางเคมีซึมซาบเข้ากระดาษ ในระหว่างกระบวนการสร้างภาพ

1.3 เป็นตัวยึดเยื่อไวแสง (subbing layer)

1.4 การจัดชั้นแบไรต์ในหลายๆ ทาง ทำให้ได้หน้าของกระดาษหลายๆ แบบ

2. กระดาษอาร์ซีหรือกระดาษพีอี เป็นกระดาษที่เคลือบด้วยสารพลาสติก (Resin Coated or Polyethylene Coated paper) ทั้งสองด้าน และเชื้อไวแสงจะจับอยู่บนเรซินอีกที เรซินด้านล่างหรือ base จึงไม่มีความเหนียว สามารถเขียนด้วยปากกาหรือดินสอได้ กระดาษ อาร์ซี มีคุณสมบัติดีกว่ากระดาษเส้นใยหรือกระดาษแบไรต์ คือ ฐานกระดาษจะไม่ถูกดูดซับสารละลายในระหว่างกระบวนการสร้างและการทำให้ภาพแห้งก็เพียงแต่วางผึ่งลมไว้เมื่อแห้งแล้วกระดาษจะไม่โค้งงอ

ข้อดีของกระดาษอาร์ซีหรือกระดาษพีอี มีดังนี้

2.1 ฐานกระดาษไม่ดูดซับสารละลาย

2.2 วัสดุมีความคงทนมากกว่า เพราะเคลือบพลาสติกจะฉีกขาดได้ยาก

2.3 ทำให้แห้งได้ง่ายผิวกระดาษไม่โค้งงอเรียบเป็นมันโดยไม่ต้องใช้เครื่องขัดมัน

2.4 สะดวกต่อการล้างด้วยเครื่องที่มีอุณหภูมิสูง

ข้อเสียของกระดาษอาร์ซีและกระดาษพีอี

2.1 ไททาเนียมไดออกไซด์มีคุณสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) เมื่อเปิดรับแสงในบริเวณที่มีโลหะซิลเวอร์อยู่ทำให้ไททาเนียมออกไซด์และออกซิเจนที่ว่องไว (active oxygen) ทำปฏิกิริยากับโพลีเอทีลิน ทำให้เยื่อเคลือบเปราะแตกได้ง่าย และออกซิเจนที่เกิดขึ้นทำให้เกิดปฏิกิริยากับโลหะเงินในภาพ และเกิดเป็นซิลเวอร์ออกไซด์ ซึ่งมีสีเหลืองอ่อน

2.2 การขยายตัวของกระดาษกับโพลีเอทีลิน และเจลาตินไม่เท่ากัน เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป ทำให้มีการแตกร่อนที่ชั้นของเจลาติน

2.3 การตกแต่งภาพ (retouching) ทำได้ยาก เพราะผิวกระดาษเคลือบด้วยสารพลาสติกซึ่งไม่มีคุณสมบัติในการดูดซึมที่ดี (6)

ความไวแสงของกระดาษ (paper speed)

กระดาษถ่ายภาพมีความไวแสงหลายระดับลดหลั่นกันไป กระดาษสำหรับอัดภาพจะมีความไวแสงต่ำ ส่วนกระดาษสำหรับขยายภาพจะมีความไวแสงสูง ANSI (American National Standards Institute) คือ ค่าความไวแสงมาตรฐาน ซึ่งเป็นการวัดทางเซนซิโตรเมตตริกของกระดาษอัดขยายภาพ วิธีมาตรฐานนี้จะบอกความไวแสงของกระดาษเป็นค่าตัวเลขเพื่อที่จะสามารถใช้กระดาษได้ถูกต้อง ตัวเลขที่แสดงค่าความไวแสงของกระดาษตาม ANSI เกี่ยวข้องกับโทนสีขนาดกลาง (middle tone) ที่ได้ของกระดาษมีค่าตามลำดับดังนี้ 1, 1.2, 1.6, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 64, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 650, 800 และ 1,000

ความแตกต่างระหว่างตัวเลข 2 ค่าติดกันจะเกิดจากช่วงรับแสงต่างกันประมาณ 1/3 สตอป ถ้าความไวแสง 32 กับ 64 แสดงว่ามีค่ารับแสงต่างกัน 1 สตอป หรือความไวแสงต่างกัน 2 เท่า เมื่อนำภาพมาเปรียบเทียบกันจะปรากฏว่ามีโทนสีเทา, กลางต่างกัน (4)

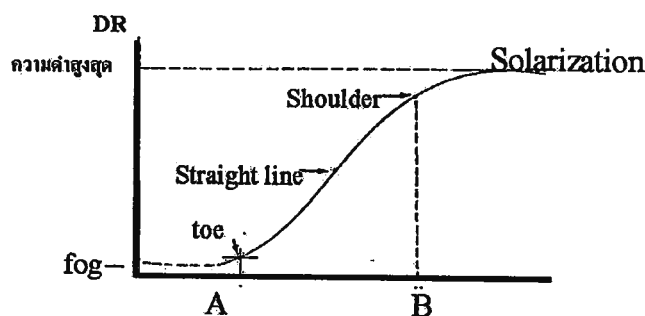
โค้งลักษณะเฉพาะของกระดาษอัดขยายภาพขาวดำ (Characteristic curve)

โค้งลักษณะเฉพาะของกระดาษจะแสดงค่าความดำซึ่งจะขึ้นกับค่าลอคของการเปิดรับแสง กราฟที่พล็อตจะกำหนดให้แกนนอนเป็นค่าลอคของการเปิดรับแสง และ แกนตั้งเป็นค่าความดำ (reflection density) เมื่อลากผ่านจุดที่พล็อต จะได้โค้งลักษณะรูปตัวเอส ถ้าพิจารณาลักษณะโค้งลักษณะเฉพาะนี้แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. **Toe** คือส่วนที่ดำที่สุดของโค้งค่าความดำจะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงเมื่อเปลี่ยนค่าลอคของการเปิดรับแสงอย่างต่อเนื่อง บริเวณนี้จะมีค่าความดำซึ่งจะแสดงถึงส่วนสว่าง หรือโทนสีอ่อนของภาพส่วนซ้ายสุดของโค้ง คือบริเวณที่ขาวสุด ($D_{\min}$) ของภาพที่ถูกผลิต กระดาษที่มีช่วง toe สั้น จะดีกว่ากระดาษที่มีช่วง toe ยาว กระดาษที่มีเกรดต่ำ (soft) จะมีช่วง toe ยาวกว่ากระดาษเกรดสูง (hard) ในกระดาษชนิดเดียวกัน

2. **Straight line** คือส่วนโค้งที่แสดงถึงบริเวณสีเทา (middle tone) ส่วนนี้จะบอกถึงความแตกต่างระหว่างบริเวณสว่างและมืดมากที่สุด กระดาษเกรดสูง (hard) จะมีโค้งที่ชันมากกว่ากระดาษเกรดปกติ (normal) หรือกระดาษที่มีเกรดต่ำ (soft) ก็จะมีความชันของโค้งน้อยกว่ากระดาษเกรดอื่น ในชนิดเดียวกัน

3. **Shoulder** คือส่วนบนสุดของโค้งลักษณะเฉพาะตรงส่วนนี้จะแสดงส่วนมืดหรือเข้มของภาพ ลักษณะเส้นโค้งจะค่อย ๆ ไน้มไปตามแนวแกนนอน ซึ่งจุดนี้จะบอกค่าความดำสูงสุด ($D_{\max}$) ของกระดาษ ถึงแม้จะเปิดค่ารับแสงมากขึ้น แต่ค่าความดำก็จะไม่เพิ่มขึ้น (6)



รูปที่ 2 ภาพแสดงโค้งลักษณะเฉพาะ ของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ

กระดาศอักษยายภาพขาว-ดำ สามารถแบ่งแยกได้ดังนี้ คือ

1. แบ่งตามประเภทของเยื่อไวแสง (emulsion)
2. แบ่งตามสีผิวของกระดาศ (tone)
3. แบ่งตามลักษณะผิวหน้าของกระดาศ (surface)
4. แบ่งตามความหนาหรือตามน้ำหนักของกระดาศ (weight)
5. แบ่งตามขนาด (size)
6. แบ่งตามคุณสมบัติความเปรียบต่าง (contrast)

1. แบ่งตามประเภทของเยื่อไวแสง (emulsion) โดยแบ่งตามประเภทของเกลือซิลเวอร์เฮไลด์ที่ใช้เป็นเยื่อไวแสงซึ่งเป็นตัวกำหนด ในด้านความไวแสงของกระดาศและน้ำหนักของสีของกระดาศ อักษยายภาพ แบ่งแยกได้ดังนี้

1.1 กระดาศคลอไรด์ เป็นกระดาศอักษยายภาพที่ฉาบไว้ด้วยซิลเวอร์คลอไรด์เพียงอย่างเดียว มีความไวแสงต่ำสุด

1.2 กระดาศโบรไมด์ ประกอบด้วยเยื่อไวแสงซิลเวอร์โบรไมด์เพียงอย่างเดียว มีความไวแสงเร็วที่สุด จึงเหมาะกับการขยายภาพจากเนกาตีฟเล็กหรืองานอัดสัมผัส

1.3 กระดาศคลอโรโบรไมด์ และกระดาศโบรไมด์และไอโอไดด์ ประกอบด้วยเยื่อไวแสงซิลเวอร์คลอไรด์และโบรไมด์ และซิลเวอร์โบรไมด์และไอโอไดด์ เป็นกระดาศไวแสงมีความไวแสงปานกลาง มีความลดหลั่นกันออกไป แล้วแต่ว่าจะเติมสารไวแสงมากน้อยเพียงใด

2. แบ่งตามสีผิวของกระดาศ (tone) ขนาดของเกรนโลหะเงินซึ่งเป็นเยื่อไวแสงมีคุณสมบัติในการหักเหแสงสี ทำให้เกิดเป็นสีต่างๆ กันได้ เช่น สีดำ สีน้ำตาล สีแดง สีเหลือง เมื่อขนาดของเกรนลดลงไปโดยใช้น้ำยาสร้างภาพที่ถูกต้องกับโทนสีที่ต้องการ สีผิวกระดาศทั่วไปมักจะเป็นสีดำ, ขาวบริสุทธิ์ นอกจากนี้ยังมีสีอื่น ๆ ดังนี้

2.1 โทนสีน้ำตาลอมแดง น้ำตาลอมดำ หรือสีน้ำตาล กระดาศจะออกสีครีม งาม้าง เป็นโทนสีอุ่น (warmtone) เป็นโทนสีที่นิยมใช้ถ่ายภาพในสตูดิโอ งานแสดงนิทรรศการต่าง ๆ เพราะโทนสีแยกน้ำหนักได้ดี กระดาศที่ให้โทนสีเหล่านี้คือกระดาศที่ฉาบด้วยเยื่อไวแสงซิลเวอร์คลอไรด์ และซิลเวอร์โบรไมด์ ซึ่งมีขนาดของเกรนปานกลาง

2.2 โทนสีดำอมน้ำเงิน ,เขียวอ่อน กระดาศจะเป็นสีขาวบริสุทธิ์ เวลาอัดขยายภาพออกมาบริเวณสีดำของภาพมีสีดำปนเขียวอ่อนหรือดำปนน้ำเงิน ภาพจะเป็นโทนสีเย็น (cold tone) เยื่อไวแสงที่ฉาบผิวกระดาศไว้คือ ซิลเวอร์คลอไรด์ ซึ่งมีเกรนละเอียด

3. แบ่งตามลักษณะผิวหน้าของกระดาษ (surface) ความหยาบและความละเอียดของผิวกระดาษที่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิตกระดาษและจุดประสงค์ของการนำไปใช้ เช่น กระดาษที่มีผิวหน้าเรียบและมัน เมื่อทำให้แห้งด้วยเครื่องขจัดน้ำ ผิวหน้าจะมีความเงาและมีความค่าสูง ภาพจะมีความเปรียบเทียบกับพื้นมากขึ้น มักใช้ในงานทางวิชาการที่ต้องการความคมชัดสูง ลักษณะผิวหน้าของกระดาษ มีดังนี้

3.1 กระดาษมัน (glossy paper) มีลักษณะผิวหน้าเรียบเป็นมัน เหมาะสำหรับการใช้อัดหรือขยายรูปโปสเตอร์ ทำปก หรือภาพที่ต้องการรายละเอียดคมชัด

3.2 กระดาษพื้นเรียบ (smooth paper) มีผิวเรียบมันความมันวาวจะน้อยกว่าชนิดกระดาษมัน กระดาษประเภทนี้มีน้ำหนักเบา เมื่อทำแห้งแล้วจะไม่เกิดรอยแตกหัก

3.3 เรียบกึ่งด้าน (smooth semi matt) เป็นกระดาษผิวเรียบแต่มีความมันวาวน้อย เหมาะสำหรับการอัดขยายภาพบุคคล (portrait) ภาพภูมิประเทศ (landscape) หรืองานจัดแสดงภาพถ่าย เพราะจะไม่เกิดแสงสะท้อนจากไฟ กระดาษชนิดนี้ สามารถตกแต่งเพิ่มเติมได้ในภายหลังการอัดขยาย

3.4 กระดาษเนื้อละเอียด (fine grain paper) ผิวกระดาษจะละเอียดเหมือนเม็ดทรายเหมาะสำหรับงานถ่ายภาพบุคคล

3.5 กระดาษเนื้อหยาบ (rough paper) มีผิวหน้ากระดาษเป็นเม็ดขรุขระ ใช้อัดขยายภาพทางศิลปะ

3.6 กระดาษผิวหน้าลวดลายต่าง ๆ ผิวของกระดาษมีลักษณะเป็นลวดลายต่าง ๆ เช่น สักหลาด , คล้ายกำมะหยี่ , ทิวทัศน์ หรือลายผ้าไหม , ผ้าใบ นิยมใช้สำหรับอัดขยายภาพให้ดูแปลกออกไป

4. กระดาษที่แบ่งตามความหนาของกระดาษ (weight) กระดาษอัดขยายรูปมีน้ำหนักตามความหนาของกระดาษ 3 ขนาด คือ

4.1 ชนิดบาง (single weight – SW) ส่วนมากมีไม่เกินขนาด 8 x10 นิ้ว เพราะมีความบอบบางหรือยับ อาจฉีกขาดได้ง่าย บางบริษัทก็ผลิตยี่ห้อบางมาก (light weight) ออกมาเพื่อใช้กับงานอาร์ตเวิร์ก โดยการปะติดบนกระดาษอื่น ๆ

4.2 ชนิดหนาปานกลาง (medium weight-WD) สำหรับงานขยายภาพทั่วไป

4.3 ชนิดหนา (double weight) เหมาะกับงานขยายภาพที่มีขนาดใหญ่ หรืองานแสดงนิทรรศการ

5. กระดาษที่แบ่งตามขนาด (size) กระดาษอัดขยายภาพมีหลายขนาดให้เลือกตามความต้องการ สัดส่วนมีลักษณะความกว้างคูณด้วยความยาว มีหน่วยเป็นนิ้ว ตามมาตรฐานอังกฤษ และเป็นเซนติเมตร ตามมาตรฐานสากล มีขนาดโดยทั่วไปดังนี้

5.1 ขนาดโปสการ์ด (P.C) 3 x 5 นิ้ว มักนิยมใช้โดยทั่วไป

5.2 ขนาด 5 x 7 นิ้ว

5.3 ขนาด 8 x 10 นิ้ว

5.4 ขนาด 10 x 12 นิ้ว

5.5 ขนาด 11 x 14 นิ้ว

5.6 ขนาดใหญ่พิเศษ เป็นม้วน (ROLL)

การบรรจุกระดาษถ้าขนาด 3 x 5 นิ้ว , 5 x 7 นิ้ว จะบรรจุในกล่อง 50 แผ่น 100 แผ่น 500 แผ่น ส่วนขนาดใหญ่กว่านั้นก็บรรจุของ ๆ ละ 12 แผ่น ตามแต่บริษัทจะผลิตออกมา ส่วนขนาดใหญ่พิเศษนั้นจะเป็น ROLL บรรจุมาให้

6. กระดาษที่แบ่งตามความเปรียบต่าง ๆ (contrast) การเลือกกระดาษให้สีตัดกันพอดี ขึ้นอยู่กับลักษณะของฟิล์มเนกาตีฟว่ามีคอนทราสต์มากน้อยเพียงใด ฟิล์มเนกาตีฟที่มีคอนทราสต์สูงมากควรใช้กระดาษที่มีความเปรียบต่างต่ำเพื่อลดคอนทราสต์ลงไป แต่ฟิล์มที่มีคอนทราสต์ต่ำก็ควรใช้กระดาษที่มีความเปรียบต่างสูงเพื่อเพิ่มคอนทราสต์ในภาพ กระดาษแบ่งตามความเปรียบต่างหรือแบ่งเป็นเกรด(เบอร์)ได้ดังนี้

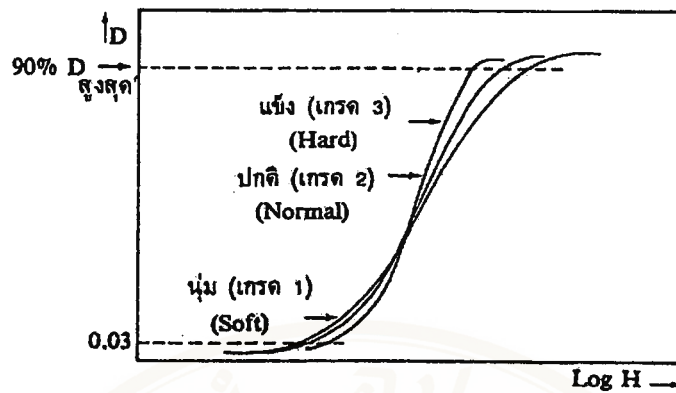
6.1 กระดาษเบอร์ 0 , 1 ความเปรียบต่างต่ำ (soft)

6.2 กระดาษเบอร์ 2 ความเปรียบต่างเฉลี่ยปกติ (normal)

6.3 กระดาษเบอร์ 3 ความเปรียบต่างสูงเล็กน้อย (hard)

6.4 กระดาษเบอร์ 4 ความเปรียบต่างสูง (very hard)

6.5 กระดาษเบอร์ 5 ความเปรียบต่างสูงมาก (extra hard)



รูปที่ 3 ลักษณะของกระดาษเกรดต่าง ๆ

ในปัจจุบันการอัดขยายภาพขาวดำจะมีใช้มากในงานทางด้านวิชาการเท่านั้น ส่วนการอัดขยายภาพในงานทั่วไป ได้รับความนิยมน้อยลงเพราะมีภาพสีเข้ามาแทนที่ กระดาษสำหรับอัดขยายภาพที่มีภายในเมืองไทยจึงมีไม่ครบทุกเบอร์ จะมีเพียงเบอร์ 2 และ 3 เท่านั้น ในการเลือกใช้เราจึงควรใช้กระดาษเบอร์ 2 สำหรับฟิล์มเนกาตีฟที่รับแสงมาโดยปกติ กระดาษเบอร์ 1 สำหรับฟิล์มที่ถ่ายมา over exposure หรือฟิล์มเนกาตีฟที่มีคอนทราสต์สูง และกระดาษเบอร์ 3 สำหรับฟิล์มเนกาตีฟที่รับแสงมา under exposure หรือฟิล์มเนกาตีฟที่มีคอนทราสต์ต่ำ

นอกจากที่กล่าวมาแล้วยังมีกระดาษอีกประเภทหนึ่งซึ่งสามารถเปลี่ยนความเปรียบต่างได้ (selective contrast paper) คือกระดาษเกรดรวม (Multigrade) ตั้งแต่ความเปรียบต่างต่ำ , ปานกลาง , สูง ได้ เพราะผิวของกระดาษได้ ฉาบเยื่อไวแสงสองชนิดไว้ในแผ่นเดียวกัน คือ เกลือซิลเวอร์คลอไรด์ และเกลือซิลเวอร์โบรไมด์ซึ่งมีความไวแสงต่างกัน เกลือซิลเวอร์คลอไรด์ไวต่อแสงสีน้ำเงินมีความเปรียบต่างสูง และเกลือซิลเวอร์โบรไมด์ซึ่งไวต่อแสงสีเขียว จึงมีความเปรียบต่างต่ำ ดังนั้นเวลาต้องการให้กระดาษมีคอนทราสต์สูงจะต้องใช้แผ่นกรองแสงที่มีสีม่วงแดง ซึ่งจะตัดแสงสีเขียวไว้ และปล่อยแสงสีน้ำเงินทะลุผ่านฟิลเตอร์ไปได้ จะทำให้กระดาษหรือภาพมีความเปรียบต่างสูงยิ่งขึ้น และถ้าต้องการให้กระดาษมีคอนทราสต์ต่ำหรือความเปรียบต่างต่ำก็ต้องสวมฟิวเตอร์สีเหลืองซึ่งมีหน้าที่ตัดแสงสีน้ำเงินไม่ให้ทะลุผ่านไปโดยเยื่อไวแสง และปล่อยให้แสงสีเขียวไปกระทบกับเยื่อไวแสงซิลเวอร์โบรไมด์ทำให้เกิดความเปรียบต่างต่ำ

ตารางที่ 1 แสดงการใช้ฟิลเตอร์เพื่อปรับคอนทราสต์ของกระดาษเกร็ดรวม

สีของฟิลเตอร์	เบอร์ของฟิลเตอร์	สเกลอินเด็กซ์	เหมาะกับฟิล์มเนกาตีฟที่มีช่วงความดำ
เหลืองปานกลาง	PC 1	1.6	1.4 (คอนทราสต์สูงสุด)
เหลืองอ่อน	PC 1 ½	1.4	1.2 (คอนทราสต์สูง)
ม่วงแดงอ่อน	PC 2	1.3	1.1
ม่วงแดงอ่อน	PC 2 ½	1.2	0.9 } (คอนทราสต์ปกติ)
ม่วงแดงอ่อน	PC 3	1.2	0.9
ม่วงแดงอ่อน	PC 3 ½	1.1	0.8 (คอนทราสต์ต่ำ)
ม่วงแดงเข้ม	PC 4	1.1	0.8
	ไม่ใช่ฟิลเตอร์	1.4	1.2

ขั้นตอนสำคัญที่ทำให้เกิดภาพมีดังนี้ คือ

1. การฉายแสง (exposure)
2. การสร้างภาพ (photographic development)
3. การหยุดภาพ (stop bath)
4. การคงสภาพภาพ (fixation)
5. การล้างน้ำ (washing)
6. การทำให้แห้ง (drying)

1. การฉายแสง (exposure)

การฉายแสงจากเนกาตีฟสามารถทำได้ 2 แบบ คือ

1.1 การทำภาพคอนแทค (contact printing) โดยการนำฟิล์มเนกาตีฟ มาวางด้านบนประกบกับกระดาษไวแสงหรือกระดาษอัดขยายภาพ โดยหันด้านเชื้อไวแสงเข้าหากัน แล้วนำไปผ่านการฉายแสง ภาพจากฟิล์มเนกาตีฟก็จะถูกบันทึกลงบนกระดาษ การทำภาพคอนแทคนี้ ภาพที่ได้จะมีขนาดเท่ากับฟิล์มเนกาตีฟ

1.2 การทำภาพแบบขยาย (projection printing) โดยการนำฟิล์มเนกาตีฟใส่เข้าไปในเครื่องขยายภาพ (enlarger) แล้วเปิดเครื่องขยายภาพให้แสงส่องผ่านทะลุฟิล์มเนกาตีฟไปตกกระทบกับกระดาษไวแสงที่หันด้านเชื้อไวแสงรองรับอยู่ด้านล่าง ภาพก็จะได้รับการบันทึกไว้ การทำภาพแบบขยายนี้ ภาพที่ได้จะมีขนาดใหญ่กว่าฟิล์มเนกาตีฟ และสามารถปรับขนาดของภาพได้ตามต้องการ

ข้อดีของการขยายภาพแบบ Projection printing

1. สามารถตัดส่วนของภาพหรือเน้นเฉพาะส่วนสำคัญของภาพได้
2. สามารถเล่นเทคนิคพิเศษ เช่น การฉายแสงเฉพาะที่ (dodging) และการบังแสง (shading) ด้วยวิธีนี้ จะทำให้ภาพมีรายละเอียดเพิ่มขึ้น
3. ภาพที่มีปัญหาในเรื่องของ perspective สามารถแก้ไขได้โดยการเอียง enlarger easel ให้ได้มุมหรือองศาที่ต้องการ

ในการทำภาพคอนแทคและภาพแบบขยายนั้น จำเป็นที่จะต้องมียูปรกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดแสงช่วยในการสร้างภาพคือ

เครื่องขยายภาพ (Enlarger)

เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญ ทำงานโดยระบบการให้แหล่งกำเนิดแสงอยู่ด้านบนเลนส์ แล้วเปิดให้แสงผ่านเลนส์ทะลุฟิล์มเนกาตีฟแล้วไปกระทบกับกระดาษไวแสงที่ด้านล่าง เป็นอุปกรณ์ที่สามารถปรับขนาดของภาพให้เล็กหรือใหญ่ได้ตามต้องการ แต่โดยส่วนมากแล้วจะใช้ขยายภาพให้ใหญ่กว่าฟิล์มเนกาตีฟ

แหล่งกำเนิดแสงของเครื่องอัดขยายภาพจำแนกได้ดังนี้

1. หลอดไฟทังสเตน (tungsten lamps) หลอดไฟชนิดนี้ใช้กับเครื่องขยายได้ทุกแบบ แต่ส่วนมากใช้กับเครื่องขยายขนาดเล็ก หรือชนิดคอนเดนเซอร์ (condensers) เครื่องขยายภาพขนาดเล็กใช้หลอดไฟ 75 วัตต์ เครื่องขยายขนาดกลางใช้หลอดไฟ 150 วัตต์ ที่หลอดไม่ควรมิดัวหนังสือพิมพ์ติดอยู่ เพราะจะทำให้แสงที่ไปตกกระทบไม่สม่ำเสมอ

2. หลอดไฟทังสเตนแฮโลเจน หรือหลอดไฟควอร์ท แฮโลเจน หรือควอร์ทไฮโอไคน ใช้มากในเครื่องอัดขยายสมัยใหม่ มีประสิทธิภาพดีกว่าแบบแรก

3. หลอดไฟปรอทไอปรอท (mercury vapour lamps) เหมาะกับเครื่องอัดขยายที่ใช้ระบบแสงตกกระทบเนกาตีฟ เป็นแสงแบบกระจายมีความเข้มของแสงสูง แต่มีความร้อนน้อย ประหยัดไฟกว่าแบบแรก

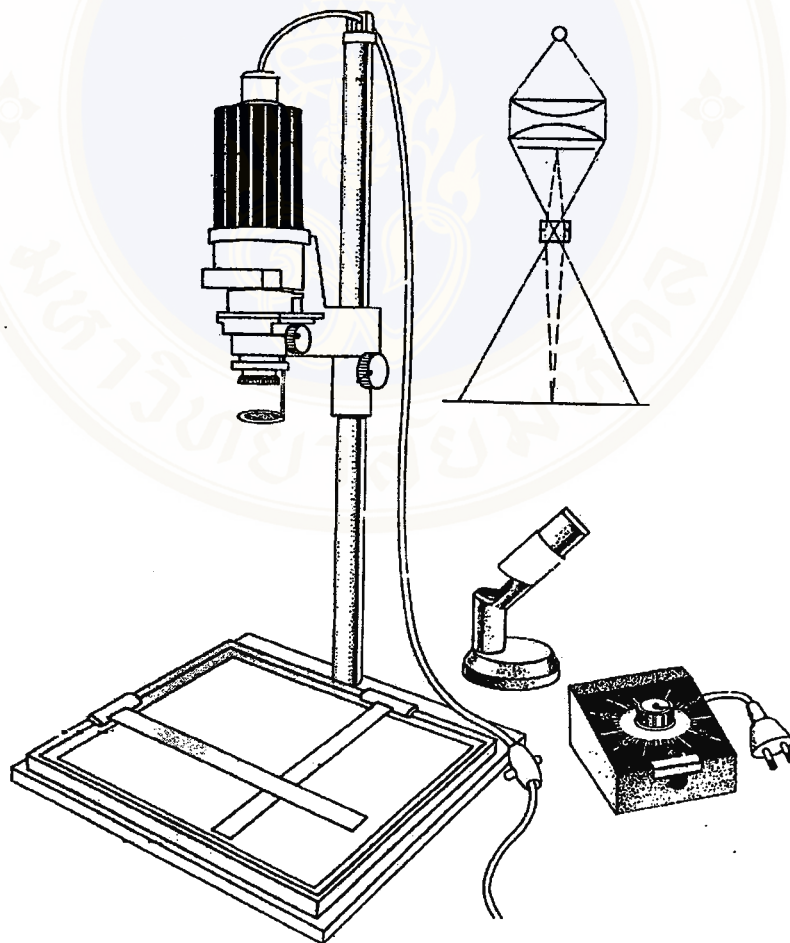
4. หลอดไฟโคลด์แคโทด (cold cathode lamps) หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีลักษณะคล้ายหลอดตะเกียง มีความร้อนน้อย เหมาะกับเครื่องอัดขยายที่ใช้แบบแสงกระจาย ความเข้มของแสงกระจายอย่างสม่ำเสมอ ภาพที่ได้จะมีคอนทราสต์ต่ำ ขจัดปัญหาเรื่องเกรนหรือรอยขีดข่วน ผุ่นละออง เนื่องจากแสงมีความร้อนน้อย ฟิล์มเนกาตีฟจะไม่โค้งงอ ช่วยให้โฟกัสสะดวกขึ้น แต่ไม่เหมาะต่อการใช้กับกระดาษชนิดเกรดรวม

เครื่องขยายภาพแบ่งได้ตามความแตกต่างของแหล่งกำเนิดแสง ดังนี้คือ

1. เครื่องขยายภาพแบบเลนส์รวมแสง (condenser enlarger) ระบบของแสงคล้ายกับเครื่องฉายสไลด์ โดยมีเลนส์นูนแกมราบสองอันวางหันด้านนูนเข้าหากัน ทำให้เกิดลำแสงจากหลอดไฟผ่านเลนส์ทั้งสองเป็นลำแสงขนานฉายไปบนฟิล์มเนกาตีฟอย่างสม่ำเสมอ ภาพที่ได้จากการใช้เครื่องยี่ห้อนี้จะมีคอนทราสต์กับความเปรียบต่างสูงกว่าปกติ เหมาะแก่การขยายภาพขนาดใหญ่ การโฟกัสภาพมีความคมชัด เนื่องจากแสงที่ได้มีความสว่างชัด แต่มีข้อเสียคือทำให้เห็นคราบน้ำ ฝุ่นละออง หรือรอยขีดข่วนจากฟิล์มเนกาตีฟได้ชัดเจนขึ้น

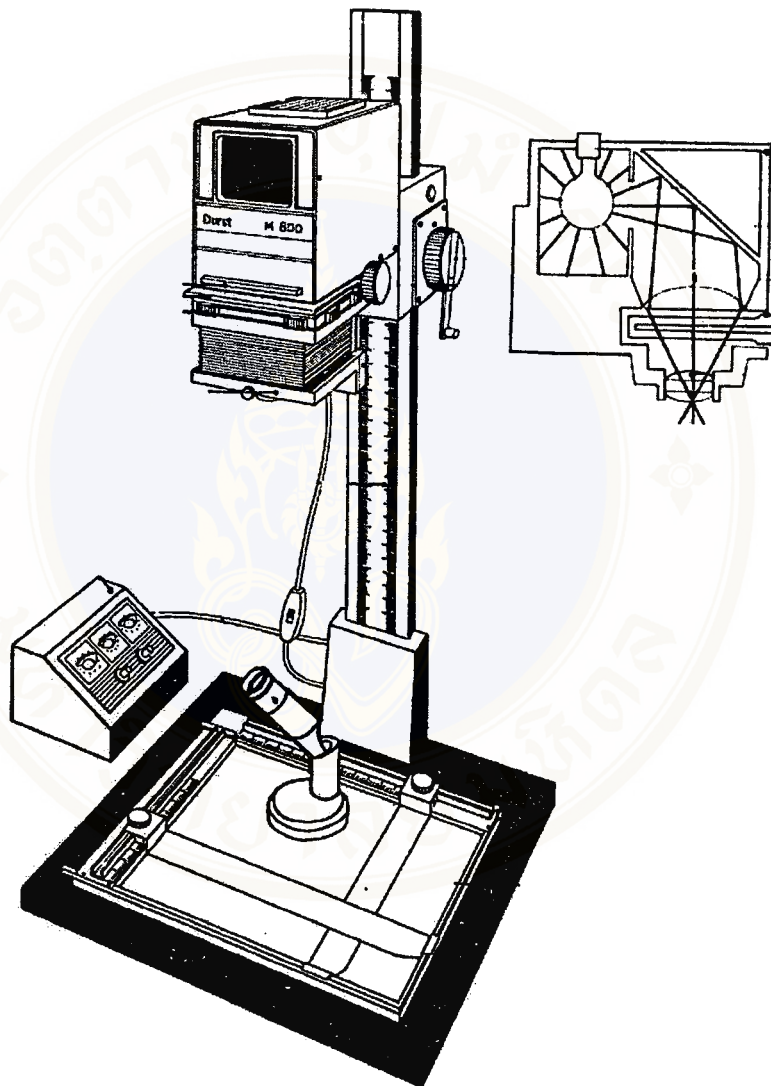
เครื่องขยายภาพแบบ condenser แบ่งตามลักษณะทิศทางของแสงได้ดังนี้ คือ

1.1 แบบลำแสงจากแหล่งกำเนิดกระทบเลนส์ควมแสงโดยตรง เครื่องขยายภาพส่วนใหญ่เป็นลักษณะนี้



รูปที่ 4 เครื่องขยายภาพแบบที่ลำแสงจากดวงไฟตกกระทบเลนส์ควมแสงโดยตรง

1.2 แบบลำแสงจากแหล่งกำเนิดแสงไปสะท้อนกระจกที่วางทำมุม 45 องศา ก่อนมากระทบเลนส์ลักษณะแบบนี้ทำให้ตัวเครื่องไม่สูงมากเกินไปและช่วยระบายความร้อนได้ดี



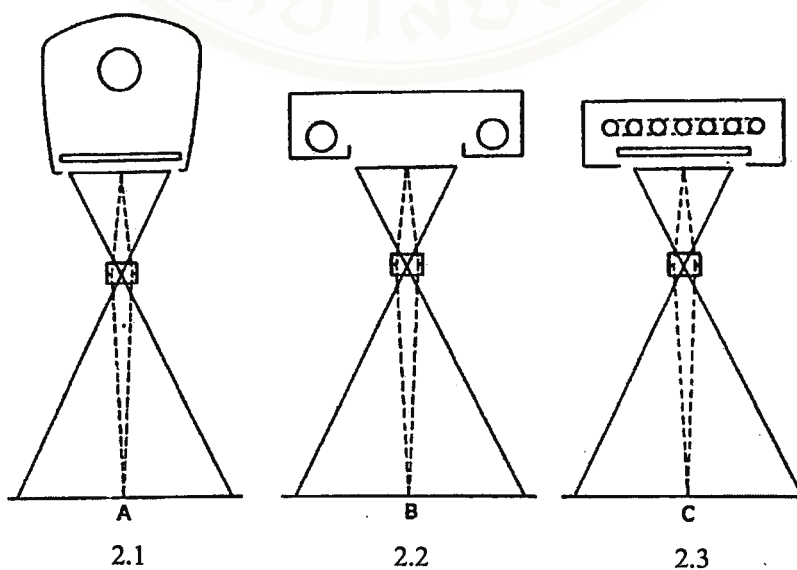
รูปที่ 5 เครื่องขยายภาพแบบที่ลำแสงจากดวงไฟไปสะท้อนกระจกที่วางทำมุม 45 องศา ก่อนที่จะตกกระทบเลนส์ควบแสง

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังขยายของเลนส์ชนิดควมแสงต่อขนาดของฟิล์มเนกาตีฟและผลของกำลังขยาย

ทางยาวโฟกัสของเลนส์ (ม.ม.)	ขนาดของฟิล์มเนกาตีฟ	กำลังขยายสูงสุด	กำลังขยายต่ำสุด
150	4 x 5 นิ้ว	5.5x	1.5x
135	3 ½ x 4 ¼ นิ้ว	6.3x	1.1x
105	6 x 9 นิ้ว	8.7x	0.8x
100	6 x 9 นิ้ว	9.0x	0.7x
80	6 x 6 นิ้ว	12.1x	2.5x
50	35ม.ม.	19.8x	5.4x
35	ครึ่งเฟรม 35 ม.ม.	30.6x	9.0x

ถ้าใช้เครื่องขยายแบบคอนเดนเซอร์ จะต้องเปลี่ยนเลนส์รวมแสงคอนเดนเซอร์ให้สัมพันธ์กับเลนส์ของเครื่องอัดขยายด้วย (4)

2. เครื่องขยายภาพแบบแพร่แสง (diffuse enlarger) เกิดจากการกระจายของแสงแล้วจึงตกกระทบฟิล์มเนกาตีฟมี 3 แบบ คือ



รูปที่ 6 แสดงการกระจายของแสงในเครื่องขยายภาพแบบแพร่แสง

แบบที่ 2.1 แหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอดทั้งสแตนแบบหลอดฝ้า (opal) มีกระจกฝ้า (ground glass) เป็นแผ่นกระจายแสงกั้นระหว่างหลอดไฟกับฟิล์มเนกาตีฟ เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกับฟิล์มเนกาตีฟขนาดเล็ก

แบบที่ 2.2 เป็นแบบแสงอ้อม (indirect diffuse illumination) ใช้หลอดไฟทั้งสแตนหลายหลอด ติดตั้งให้ลำแสงจากดวงไฟ ไปสะท้อนที่ผนังของห้องก่อนที่จะกระจายไปตกกระทบฟิล์มเนกาตีฟ เหมาะกับการขยายฟิล์มเนกาตีฟขนาดใหญ่

แบบที่ 2.3 แหล่งกำเนิดแสงจากหลอดไอปรอท (mercury vapour lamp) หรือหลอดโคลด์แคโทด (cold cathode lamp) ให้แสงที่มีความเข้มมากและสม่ำเสมอ

ข้อดีของเครื่องอัดขยายแบบแสงกระจายนี้ เหมาะกับการอัดขยายภาพบุคคล ซึ่งต้องการปกปิดริ้วรอยจากฟิล์มเนกาตีฟที่มีฝุ่นหรือรอยขีดข่วน แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องใช้กำลังขยายมาก ๆ

3. เครื่องขยายแบบผสมระหว่างเลนส์ควบแสงหรือคอนเดนเซอร์กับแบบกระจายแสง มีลักษณะเครื่องเหมือนเครื่องขยายแบบคอนเดนเซอร์ แต่แหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอดไฟทั้งสแตนที่เป็นกระจกฝ้า (opal or frosted glass) ช่วยลบริ้วรอยและฝุ่นละอองให้ปรากฏได้น้อยลง

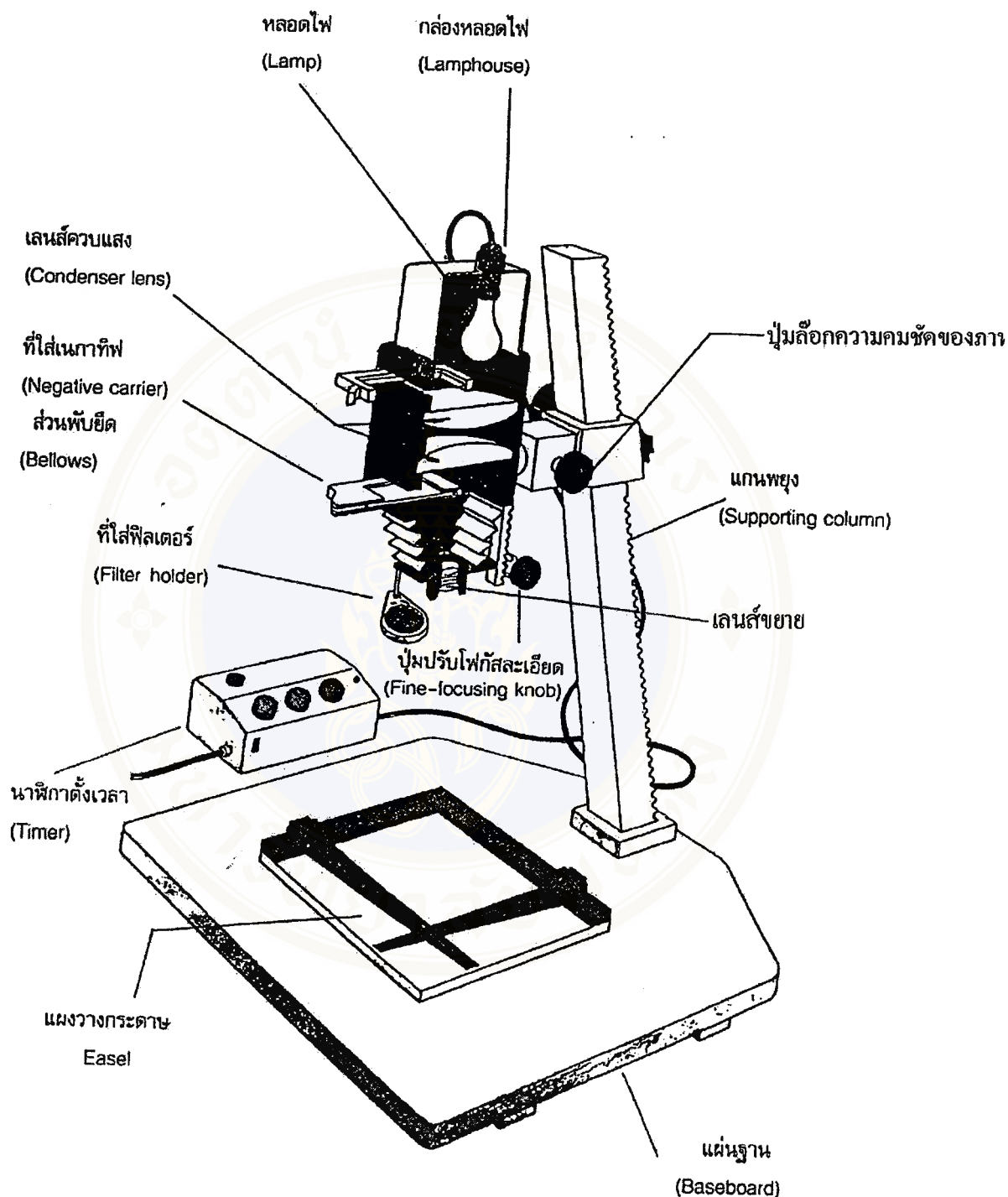
ข้อดีและข้อเสียของเครื่องขยายภาพแบบต่าง ๆ

เครื่องขยายภาพแบบคอนเดนเซอร์

1. สามารถแยกน้ำหนักสีต่าง ๆ ในฟิล์มเนกาตีฟได้ครบถ้วน เฉพาะบริเวณที่สว่าง
2. ความเปรียบต่างของภาพสูงกว่าเมื่อทำการอัดแบบสัมผัส
3. ภาพที่ได้จะเห็นการเกิดเกรนแตก (graininess) ได้ชัดเจนเมื่อใช้กำลังขยายมากและเห็นรอยขีดข่วนบนฟิล์มเนกาตีฟชัด ไม่เหมาะกับฟิล์มเนกาตีฟที่มีการตกแต่ง

เครื่องขยายภาพแบบแพร่แสง

1. เหมาะกับฟิล์มเนกาตีฟที่ได้รับการตกแต่ง เช่น งานขยายภาพบุคคล
2. ไม่เหมาะสำหรับงานที่ต้องการขยายมาก ๆ ยกเว้นเครื่องที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงกำลังมาก เช่น หลอดโคลด์แคโทด หรือหลอดบรรจุไอปรอท
3. ความเปรียบต่างของภาพจะไม่สูง จะต่ำกว่าเครื่องแบบ Condenser



รูปที่ 7 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องขยายภาพ

ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องขยายภาพ มีส่วนประกอบหลักดังนี้ คือ

1. เลนส์ขยาย (Lens) ส่วนมากจะเป็นเลนส์ที่มีรูรับแสงกว้างสุดที่ $f/2.8$ และแคบที่สุดที่ $f/22$ ตามลำดับ เครื่องที่สามารถเปลี่ยนเลนส์ได้จะมีเลนส์สองชนิด คือเลนส์ที่มีทางยาวโฟกัสสั้น

ซึ่งจะใช้สำหรับขยายภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ส่วนอีกชนิดเป็นเลนส์ทางยาวโฟกัสยาว จะขยายภาพได้เล็กกว่าเลนส์ทางยาวโฟกัสสั้นในขณะที่เลนส์วางอยู่ในระดับเดียวกัน

2. เบลโล (bellow) คือส่วนที่ยืดหรือหดได้เหมือนเบลโลของกล้องพับ มีลักษณะเป็นกล่องพับที่ด้านหนึ่งยึดติดกับแผงเลนส์ ใช้สำหรับยืดหดเลนส์ในการหาระยะความคมชัดของภาพ

3. ที่วางฟิล์มเนกาตีฟ (negative carrier) เป็นอุปกรณ์สำหรับจับยึดฟิล์มเนกาตีฟไว้ระหว่าง condenser lens ทำด้วยกรอบโลหะมีบานพับประกบ มีกระจกทั้งสองด้านเรียกว่า “เกลสแซนด์วิชเนกาตีฟ แครร์ริเออร์ (metal negative carrier) ชนิดเป็นกระจกต้องหมั่นเช็ดฝุ่นบ่อย ๆ ส่วนยี่ห้อที่ไม่มีกระจกมีข้อเสียคืออาจทำให้ฟิล์มเนกาตีฟโค้งงอ ทำให้ภาพไม่ชัด

4. คอนเดนเซอร์ (condenser) และกระจกเกลี่ยแสง (ground glass diffusion screen) คอนเดนเซอร์เป็นเลนส์ขนาดใหญ่สองตัวหรือมากกว่านั้น มีด้านหนึ่งนูนและอีกด้านเรียบ เป็นตัวรวมแสง ก่อนจะผ่านลงบนฟิล์มเนกาตีฟ ส่วนกระจกเกลี่ยแสงโดยมากมักจะเป็นสีขาวช่วยเกลี่ยแสงให้เสมอกัน และยังช่วยป้องกันความร้อนจากหลอดขยายไม่ให้ทำลายฟิล์มเนกาตีฟให้เสียหาย

5. Lamp housing เป็นกล่องสำหรับติดตั้งหลอดไฟ สำหรับเครื่องขยายป้องกันแสงไม่ให้เล็ดลอดออกมาได้ยกเว้นเฉพาะแสงที่ปล่อยให้ลงมาสู่ฟิล์มเนกาตีฟด้านล่างเท่านั้น หลอดไฟที่ใช้มีกำลังส่องสว่างตั้งแต่ 75 วัตต์ 100 วัตต์ 200 วัตต์ และ 500 วัตต์ ยิ่งกำลังส่องสว่างมากเท่าใดจะทำให้ใช้เวลาในการอัดขยายสั้นลง ภาพที่ต้องการขยายใหญ่ต้องใช้กำลังไฟสูง ๆ ช่วยในการอัดขยาย

6. ที่ปรับระดับเครื่องขยาย (elevator control crank) เป็นตัวหมุนปรับเพื่อให้หัวเครื่องขยายภาพสูงขึ้นหรือต่ำลง เพื่อเปลี่ยนขนาดของภาพ หากเลื่อนให้สูงขึ้นภาพก็จะมีขนาดใหญ่ แต่ถ้าเลื่อนให้ต่ำลงภาพจะมีขนาดเล็ก

7. Focusing knob ใช้สำหรับหมุนหาระยะโฟกัสภาพให้คมชัด

8. Elevator lock knob เป็นปุ่มสำหรับล็อกความคมชัดของภาพให้อยู่กับที่

9. ฐานของเครื่องขยาย เป็นตัวยึดเสาคือเครื่องอัดขยายและยังเป็นที่สำหรับวางกระดาษอัดขยายภาพสำหรับรองรับแสงที่ส่องผ่านมาจากด้านบนของเครื่อง

10. ตัวตั้งเวลา (Timer) เป็นเครื่องตั้งเวลาในการฉายแสง ซึ่งแยกออกมาต่างหากจากเครื่องอัดขยาย ทำหน้าที่คล้ายสวิตช์ปิดเปิดไฟ อาจตั้งเป็นวินาทีหรือเป็นนาที ถ้าไม่มีสามารถใช้นาฬิกาจับเวลาแทนได้

11. ที่จับยึดกระดาษ (easel) เป็นกรอบจับยึดกระดาษสำหรับรองรับภาพจากฟิล์มเนกาตีฟมีหลายขนาดตามต้องการ

2. การสร้างภาพ (Photographic Development)

การสร้างภาพเป็นการทำปฏิกิริยาเคมีที่เปลี่ยนซิลเวอร์ไอออนบริเวณที่เปิดรับแสงให้เป็นโลหะซิลเวอร์ ซึ่งการสร้างภาพจะเป็นการเพิ่มปริมาณภาพแฝงให้เป็นภาพที่มองเห็นด้วยตาเปล่า สารสร้างภาพ (developing agent) ในสารละลายสร้างภาพ (developing solution) ทำปฏิกิริยาสร้างภาพกับซิลเวอร์ไอออนได้ทั้งบริเวณที่ถูกแสงและไม่ถูกแสง แต่บริเวณที่ไม่ถูกแสงจะเกิดปฏิกิริยาช้ากว่าบริเวณที่ถูกแสง (5) สารสร้างภาพในวัสดุไวแสงประเภทกระดาษอัดขยายภาพที่ใช้ในปัจจุบันมีเกลือซิลเวอร์เฮไลด์เป็นองค์ประกอบสำคัญ ในกระบวนการสร้างภาพสำหรับกระดาษอัดขยายภาพขาว – ดำ จะต้องอาศัยปฏิกิริยาทางเคมี จากสูตรน้ำยาดังต่อไปนี้

2.1 น้ำยาสร้างภาพ (Developer) น้ำยาสำหรับอัดขยายภาพในปัจจุบัน ส่วนมากเป็นยี่ห้อผงสำเร็จรูป บรรจุกระป๋องหลายขนาด เวลาจะใช้ผสมตามคำแนะนำก็ใช้ได้ทันที คุณสมบัติของน้ำยาสร้างภาพแต่ละชนิดจะมีผลต่อน้ำหนักสี และโทนของภาพแตกต่างกันไป แล้วแต่ประเภทของกระดาษอัดขยาย ต้องศึกษาคุณสมบัติแต่ละสูตร เช่นน้ำยาโกดัก D-52 มีผลทำให้ภาพมีสีอุ่น ส่วน D- 72 โทนภาพมีสีเย็น แต่ถ้าทำให้เงาจากภาพจะมีสีอุ่น และ DK-163 ทำให้ภาพมีสีดำปกติบนกระดาษอัดขยาย (3) น้ำยาสร้างภาพประกอบด้วยสารเคมีที่สำคัญดังนี้ คือ

2.1.1 สารสร้างภาพ (developing agent) เป็นสารประกอบที่เป็นตัวรีดิวซ์ ซึ่งทำปฏิกิริยากับซิลเวอร์ไอออนบริเวณผลึกซิลเวอร์เฮไลด์ ที่ถูกแสงได้เร็วกว่าบริเวณที่ไม่ถูกแสงแล้วเปลี่ยนซิลเวอร์ไอออนเป็นโลหะซิลเวอร์ในสารละลายสร้างภาพ อาจใช้สารสร้างภาพหลายชนิดผสมกันเพื่อให้ภาพที่มีคุณสมบัติแตกต่างออกไป

2.1.2 ตัวทำละลาย (solvent) โดยปกติใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย น้ำสามารถแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไวแสงได้ง่าย เป็นการช่วยให้สารสร้างภาพเข้าไปทำปฏิกิริยา ได้เร็วขึ้น

2.1.3 ตัวเร่งปฏิกิริยาสร้างภาพ (activator, accelerator) สารสร้างภาพแต่ละชนิดทำปฏิกิริยาได้ดีที่สุดที่ PH ต่าง ๆ กัน ดังนั้นความเป็นกรดเบส PH สูง ๆ จึงมีความสำคัญมาก จึงต้องควบคุมไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงในขณะที่ทำการสร้างภาพ (development) โดยใช้สารบัฟเฟอร์ (buffer) โกดัล (kodal) หรือ โซเดียมเมทกะทาโบเรต, โซเดียมคาร์บอเนต, โพแทสเซียมคาร์บอเนต หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งเป็นสารมีฤทธิ์เป็นเบสอ่อน

2.1.4 สารกันเสีย (preservative) ในสารละลายสร้างภาพ อาจถูกทำลายหรือถูกออกซิไดส์ด้วยออกซิเจนในอากาศทำให้สารมีสี จึงจำเป็นต้องใส่สารกันเสียลงไปก่อน เช่น โซเดียมซัลไฟท์ นอกจากจะลดปฏิกิริยาออกซิไดส์ของสารสร้างภาพกับออกซิเจนแล้วยังลดสีของน้ำยาที่ใช้แล้ว

2.1.5 สารป้องกันการเกิดฝ้า (artifogants หรือ restrainer) สารสร้างภาพทำปฏิกิริยากับซิลเวอร์ไอออนของบริเวณที่ฉายแสงได้เร็วกว่าในบริเวณที่ไม่ถูกแสง ถ้าเกิดโลหะซิลเวอร์ขึ้นในบริเวณที่ไม่ถูกแสงเรียกว่าเกิดฝ้า (fog) สามารถแก้ไขได้ด้วยการเติมโพแทสเซียมโบรไมด์ลงในน้ำยาสร้างภาพ เพราะการเพิ่มโบรไมด์ไอออนทำให้สารสร้างภาพไปทำปฏิกิริยากับโบรไมด์ จึงทำให้ลดปฏิกิริยากับวัสดุไวแสงลง (5)

สูตรน้ำยาสร้างภาพสำหรับกระดาษอัดขยายภาพ ขาว - ดำ

สูตรน้ำยา D.72

- อีลอน หรือเมทอล	3	กรัม
- โซเดียมซัลไฟท์	45	กรัม
- ไฮโดรควิโนน	12	กรัม
- โซเดียมคาร์บอเนต	80	กรัม
- โพตัสเซียม โบรไมด์	2	กรัม
- น้ำอุ่น 52 C°	500	ซีซี

เติมน้ำยาให้ครบ 1 ลิตร เวลาใช้ให้ผสมน้ำยาและน้ำในอัตราส่วน 1 : 2

3. การหยุดภาพ (stop bath)

เมื่อนำกระดาษอัดขยายภาพไปสร้างภาพในถาดน้ำยาสร้างภาพแล้ว ก่อนที่จะนำไปโปงสภาพ ภาพในน้ำยาคงภาพ (fixer) ต้องทำให้ความเป็นด่างของน้ำยาสร้างภาพหมดเสียก่อน ดังนั้นการนำกระดาษที่สร้างภาพแล้วไปลงในน้ำยาหยุดภาพ ซึ่งมีสภาพเป็นกรดก็จะช่วยหยุดปฏิกิริยาการสร้างภาพได้ในระดับหนึ่ง

ส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำยาหยุดภาพ (stop bath) ใช้ได้ทั้งฟิล์มและกระดาษอัดขยายภาพ

น้ำ	1 ลิตร
กรดน้ำส้ม 28%	49 ซี.ซี
ใช้เวลาแช่ภาพประมาณ	10 วินาที

2. การคงสภาพ (Fixation)

หลังจากวัสดุไวแสงหรือกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ ผ่านขั้นตอนการสร้างภาพแล้ว ขั้นตอนต่อไปต้องนำกระดาษอัดขยายภาพเข้าสู่ขั้นตอนการคงสภาพภาพซึ่งเป็นขั้นตอนในการ

กำจัดเกลือซิลเวอร์เฮไลด์ส่วนเกินออกจากชั้นผิวกระจก เพื่อป้องกันการทำปฏิกิริยากับแสงของเกลือเงินเฮไลด์ในบริเวณที่ไม่ถูกแสง

น้ำยาตัวนี้มีสภาพเป็นกรด มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ สารที่ทำให้ภาพอยู่ตัวได้แก่ โซเดียมไทโอซัลเฟต และแอมโมเนียมไทโอซัลเฟต ซึ่งสามารถละลายผลึกซิลเวอร์เฮไลด์ได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังมีส่วนผสมของกรดอ่อน เช่น กรดซิตริก 28% และกรดมอลิก ช่วยให้เป็นกรดคงที่ น้ำยาคงสภาพที่มีส่วนผสมแอมโมเนียมไทโอซัลเฟต จะใช้เวลาทำให้ภาพใสเร็วกว่าน้ำยาคงสภาพที่มีส่วนผสมโซเดียมไทโอซัลเฟตอยู่ 2 – 4 เท่าตัว เมื่อทำปฏิกิริยากับวัสดุไวแสงที่มีส่วนผสมของเกลือซิลเวอร์ไอโอไดด์ อุณหภูมิที่สูงขึ้นและการเขย่าภาพที่แช่ในน้ำยาให้ดีขึ้นจะช่วยให้เวลาแช่ภาพสั้นลง

การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ไทโอซัลเฟต สามารถเข้าสู่ชั้นเจลาตินของวัสดุไวแสงเพิ่มขึ้น อุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้เจลาตินเกิดการขยายตัว และช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเคมีของเกลือซิลเวอร์เฮไลด์กับไทโอซัลเฟตเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปเวลาในการคงภาพจะช้าที่อุณหภูมิต่ำกว่า 17 องศาเซลเซียส แต่ในการเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 26 องศาเซลเซียส จะทำให้เจลาตินพองตัวมากเกินไป ดังนั้นจึงต้องควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 17 – 24 องศาเซลเซียส

สูตรน้ำยาคงสภาพภาพ (fixer) ของโกดักใช้ได้ทั้งฟิล์มและกระดาษอัดขยายภาพ

1. น้ำ (52° C)	600	ซี.ซี.
2. โซเดียมไทโอซัลเฟต(ไฮโป)	240	กรัม
3. โซเดียมซัลไฟท์	15	กรัม
4. กรดอะซิติก(28%)	48	ซี.ซี.
5. กรดบอริก(ผลึก)	7.5	กรัม
6. โซดัสเซียมอะลัม	15	กรัม

น้ำยาคงสภาพส่วนใหญ่ใช้โซเดียมไทโอซัลเฟตเป็นหลัก เนื่องจากเป็นสารที่หาง่าย และมีราคาถูก มีประสิทธิภาพดี ส่วนแอมโมเนียมไทโอซัลเฟตได้รับความนิยมน้อยแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพดีกว่า เพราะมีความลำบากในการจัดเตรียมและมีราคาแพง (7)

ขั้นตอนต่าง ๆ ในการอัดขยายภาพ

1. เลือกฟิล์มเนกาตีฟที่จะขยายทำความสะอาดก่อน แล้วนำไปใส่ในช่องใส่ฟิล์มเนกาตีฟของเครื่องขยายโดยหันด้านมีความมันเข้าหาแหล่งกำเนิดแสง

2. ปรับขนาดของภาพ โดยปรับที่ความสูงต่ำของตัวเครื่องอัดขยายเลื่อนไปมาจนได้ขนาดของภาพที่ต้องการ

3. ปรับโฟกัสของภาพ โดยหมุนปุ่ม Focusing knob หาระยะโฟกัสชัดที่สุด ควรเปิดหน้ากล้องให้กว้างเพื่อความสะดวกต่อการโฟกัส

4. การปรับแสง ทำได้โดยการปรับแสงหน้าเลนส์ โดยทั่วไปนิยมแสงกลาง ๆ โดยเปิดหน้าเลนส์ $f/5.6$ และ $f/8$ แล้วปิดไฟเครื่องอัดขยายภาพให้เหลือแต่เพียงไฟนิรภัย (safe light) สำหรับห้องอัดขยายเท่านั้น

5. เลือกกระดาษอัดขยายรูปให้เบอร์กระดาษสัมพันธ์กับฟิล์มเนกาตีฟ นำกระดาษมาวางบนที่จับกระดาษหรือ easel โดยให้ด้านที่ฉาบสารไวแสงหันเข้าหาแหล่งกำเนิดแสง ให้แวนกรองแสงสีแดงบังไฟแล้วเปิดไฟเช็คความเรียบร้อย เมื่อเรียบร้อยจึงเปิดให้แสงตกลงบนกระดาษ

6. นำกระดาษอัดขยายที่บันทึกรายละเอียด ไปจุ่มในน้ำยาสร้างภาพที่ผสมน้ำ 1:2 มีอุณหภูมิ 20°C ในเวลา $1 - 1\frac{1}{2}$ นาที จึงนำลงจุ่มในน้ำยาหยุดภาพ 10 วินาที แล้วจึงนำไปล้างสภาพภาพในเวลา 3 นาที สำหรับน้ำยาใหม่ เสร็จแล้วล้างน้ำจืดครบ 50 ไปให้หมด แล้วนำไปทำให้แห้ง โดยการเข้าเครื่องขจัดมัน แต่ถ้าเป็นกระดาษ R.C หรือ P.E ก็ไม่ต้องเข้าเครื่องขจัดมันเพราะจะทำให้พลาสติกที่เคลือบกระดาษอยู่ละลายได้

เพื่อคุณภาพของภาพที่ต้องการควรหาค่าเวลาฉายแสงเพื่อให้ได้น้ำหนักหรือโทนขาวดำที่ถูกต้องสวยงาม มีรายละเอียดทั้งที่บริเวณสว่าง และเงาพอสมควร จำเป็นต้องทดสอบดูก่อน โดยการให้แสงถูกกระดาษในเวลาต่าง ๆ กัน แล้วนำค่าที่ได้มาขยายจริง

การเปรียบเทียบหรือคอนทราสต์ของภาพ

การพิจารณาภาพที่ผ่านกระบวนการอัด-ขยายภาพมาแล้วนั้น อันดับแรกควรพิจารณาดูระดับโทนในภาพขาว-ดำ ภาพขาว-ดำที่สมบูรณ์ ส่วนที่เป็นสีดำที่สุดของภาพจะต้องดำที่สุดเท่าที่คุณสมบัติของกระดาษขยายภาพแต่ละชนิด ส่วนบริเวณที่ขาวที่สุดจะต้องขาวเท่ากับพื้นขาวของเนื้อกระดาษ การไล่ระดับโทนเทาดำ และเทาขาว ควรแสดงออกอย่างกลมกลืน การพิจารณาภาพไม่ควรกระทำในขณะที่เปียกอยู่เพราะภาพเมื่อแห้งแล้วจะมีความดำเพิ่มขึ้น ควรจะดูในไฟขาวหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้ตามบ้านทั่วไป

ถ้าหากภาพถ่ายมีความมืดหรือความสว่างไม่เท่ากัน อาจเกิดจากการวางตำแหน่งของดวงไฟหรือฟิล์มเนกาตีฟไม่ถูกต้อง หรืออาจแก้ไขให้บังแสงในบริเวณที่โดนแสงมากให้ลดน้อยลงในส่วนสว่างที่สุดของภาพ ควรจะมีรายละเอียดในน้ำหนักของสีเทาเพื่อให้ภาพมีมิติ และในขณะเดียวกันในส่วนสีดำของภาพหรือส่วนที่มีมืดควรให้เห็นรายละเอียดชัดเจนพอสมควร ภาพขาวดำที่มีคุณภาพควรมีโทนสีดำที่มีความอึดอัด ภาพที่มีโทนสีดำนูน ๆ หรือดำอึมทึมหมายถึงภาพนั้นคือคุณภาพ

สาเหตุของข้อผิดพลาดในการอัดขยายภาพและการแก้ไข

1. ภาพที่มีลักษณะคอนทราสต์ต่ำหรือสูงเกินไป เกิดจากการเลือกใช้กระดาษไม่สัมพันธ์กับฟิล์มเนกาตีฟ ฟิล์มเนกาตีฟที่มีคอนทราสต์ควรใช้กับกระดาษที่มีคอนทราสต์น้อย หรือฟิล์มเนกาตีฟที่ไม่มีคอนทราสต์ควรใช้กับกระดาษที่มีคอนทราสต์มาก การพิจารณาภาพควรเปิดไฟปกติหรือไฟฟลูออเรสเซนต์ดู เพราะไฟนอร์มัลจะทำให้ภาพมืดกว่าปกติ และไม่ควรดูในขณะที่ภาพเปียกอยู่เพราะภาพที่เปียกอยู่จะมีคอนทราสต์น้อยกว่าภาพที่แห้งแล้ว
2. การเปิดค่าการรับแสงที่ถูกต้อง ควรทดลองให้กระดาษถูกแสงหลาย ๆ ค่าแล้วนำค่าที่ดีที่สุดมาขยายภาพ ถ้าต้องมีการแก้ไขควรแก้ตรงเวลาที่ทำให้แสงตกบนกระดาษจะถูกต้องที่สุด
3. ภาพมีลักษณะขาวอมเหลืองทั้งภาพ เกิดจากการแช่ภาพในน้ำยาสร้างภาพนานเกินไป การแก้ไขควรสร้างภาพตามเวลาปกติของกระดาษแต่ละยี่ห้อ หรืออาจเป็นเพราะการล้างภาพในน้ำใช้เวลาสั้นไปทำให้น้ำยาคงสภาพไม่หมดไปจากภาพ
4. ภาพที่มีลักษณะเป็นริ้ว ๆ หรือคลื่น หรือมีรอยด่าง มีสีดำแกมเขียว เกิดจากการให้แสงไม่สัมพันธ์กับฟิล์มเนกาตีฟ คือ ให้แสงมากเกินไป เวลาลงในน้ำยาสร้างภาพ ภาพจะขึ้นเร็วกว่าปกติให้แก้ไขโดยการลดแสงให้อ่อนลง และใช้เวลาในการสร้างภาพเพิ่มขึ้น
5. ภาพมีรอยด่าง มีริ้วสีเทาหรือแดงอมม่วง เกิดจากการใช้เวลาในน้ำยาคงสภาพสั้นเกินไป หรือน้ำยาอาจหมดอายุ แก้ไขโดยการเปลี่ยนน้ำยาคงสภาพภาพใหม่
6. ภาพถ่ายไม่คมชัด อาจเกิดจากความร้อนทำให้ฟิล์มเนกาตีฟโค้งงอหรือการโฟกัสภาพไม่ได้ระยะกับการวางของกระดาษอัดขยายภาพ
7. ภาพถ่ายปรากฏมีวงกลม ๆ เทาคล้ายขุ่นเป็นชั้น ๆ แสดงว่าเกิดวงกลมนิวตัน เนื่องจากแผ่นกระจกทั้งสองที่วางประกบฟิล์มเนกาตีฟไม่สนิท มีอากาศแทรกระหว่างฟิล์มเนกาตีฟวิธีแก้ไขโดยการใช้แผ่นกระจกให้ประกบให้สนิทขึ้นหรือถ้าปรับไม่ได้ถอดกระจกนั้นออกเสีย
8. ภาพถ่ายที่มีจุดขาวและริ้วรอย อาจมีสาเหตุมาจากฟิล์มเนกาตีฟสกปรก หรือในเครื่องขยายมีฝุ่นละอองเกาะอยู่ ให้ทำความสะอาดฟิล์มเนกาตีฟทุกครั้งก่อนอัดขยาย หรือทำความสะอาดเครื่องขยายด้วย
9. ภาพถ่ายที่มีลักษณะเป็นเหมือนร่างแหที่พื้นผิว เกิดจากการใช้อุณหภูมิสูงเกินไปในการขัดมันภาพให้แห้ง การแก้ไขควรตั้งความร้อนให้สัมพันธ์กับสายพานผ้าตามที่เครื่องกำหนดไว้
10. ในการทำกระดาษให้แห้งช้าเกินไปนั้น จะทำให้ภาพมีลักษณะเป็นริ้ว ๆ คล้ายเปลือกหอย ควรปรับสายพานให้เคลื่อนที่เร็วขึ้น และปรับอุณหภูมิให้สูงกว่าเดิม

11.ภาพดำจัดเกินไปไม่มีรายละเอียดในความมืด เกิดจากใช้เวลาหรือเปิดรับแสงมากเกินไป การแก้ไขทำได้โดยลดการให้แสงลงหรือลดขนาดของรูรับแสง แต่ยังคงล้างในน้ำยาสร้างภาพตามปกติ

12.ภาพขาวจัดเกินไปไม่มีรายละเอียดในส่วนสว่าง เกิดจากการให้แสงน้อยเกินไป หรือหรือหน้าเลนส์เครื่องอัดขยายมากเกินไป การแก้ไขโดยการเพิ่มขยายของรูรับแสงให้กว้างขึ้น หรือเพิ่มเวลาในการให้แสงมากขึ้น

13.ภาพเป็นสีเทา โดยขอบนอกในส่วนที่ไม่ได้อัดขยายก็มีสีเทาเช่นกัน อาจเป็นเพราะไฟนิรภัยมีความสว่างมากเกินไป หรือใช้สีหลอดไม่ตรงกับยี่ห้อของกระดาษอัดขยายหรือเป็นเพราะการใช้น้ำยาสร้างภาพผิดหรือน้ำยามีอุณหภูมิสูงเกินไป การแก้ไขโดยการเปลี่ยนหลอดไฟให้มีขนาดแรงเทียนน้อยลง หรือการกำหนดเวลาล้างและอุณหภูมิให้แน่นอนตามคำแนะนำของบริษัท

14.เชื้อไวแสงพองหรือหลุดจากฐานกระดาษ มีสาเหตุเนื่องมาจากน้ำยาสร้างภาพมีอุณหภูมิสูงเกินไป, กรดน้ำส้มในน้ำยาหยุดสภาพเข้มข้นเกินไป หรือเป็นเพราะการแช่ภาพในน้ำนาน ควรแช่ภาพในน้ำไม่เกิน 2 หรือ 3 ชั่วโมง ส่วนอุณหภูมิของน้ำยาให้ได้ตามมาตรฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ลักษณะของประชากร และการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ 3 ชนิด(ยี่ห้อ) ซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติใกล้เคียงกันมากที่สุด

การเลือกกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ 3 ยี่ห้อเท่าที่มีวางขายในท้องตลาดกรุงเทพมหานคร โดยให้มีคุณสมบัติที่เหมือนกันดังนี้

1. ขนาดของกระดาษเท่ากับขนาดโปสการ์ด หรือ 3" X 5"
2. เป็นกระดาษแยกเกรด โดยแบ่งเป็นเกรด 2 หรือกระดาษ Normal สำหรับใช้กับฟิล์มเนกาตีฟที่บันทึกภาพมาปกติ และเกรด 1 หรือกระดาษ Soft สำหรับฟิล์มเนกาตีฟที่บันทึกแสงมากกว่าปกติ
3. มีผิวหน้ากระดาษเป็นชนิดมันเรียบ (Smooth glossy surface)
4. เป็นกระดาษชนิดบาง (single weight)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ ที่มีคุณสมบัติดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ของ 3 บริษัท ดังนี้คือ

1.1 KENTMERE PAPER เกรด Soft เบอร์ 1 และเกรด Normal เบอร์ 2 ผลิตในประเทศไทยอังกฤษ

1.2 CHEN FU PAPER เกรด Soft เบอร์ 1 และเกรด Normal เบอร์ 2 ผลิตในกลุ่มประเทศ European Union

1.3 FORTE PAPER เกรด Soft เบอร์ 1 เกรด Normal เบอร์ 2 ผลิตในประเทศไทย

2. เครื่องอัดขยายภาพชนิดคอนเดนเซอร์ หรือเลนส์ควมแสงยี่ห้อ OMEGA มี Timer เป็นแบบ Digital

3. ชุดน้ำยาเคมีสำหรับการสร้างภาพขาวดำ สูตร D-72 ของบริษัทโกดัก และน้ำยาเคมีสำหรับหยุดภาพและคงสภาพของบริษัทโกดัก

4. เทอร์โมมิเตอร์สำหรับควบคุมอุณหภูมิของน้ำยาเคมี และอุปกรณ์ในการปรับอุณหภูมิน้ำยาสร้างภาพให้เย็น พร้อมทั้งนาฬิกาสำหรับคำนวณเวลาในการสร้างภาพ

5. ฟิล์มขาว-ดำ Kodak Plus-x ISO125 ขนาด 35 มิลลิเมตร แยกบันทึกภาพโดยให้แสงปกติและให้แสงมากกว่าปกติ 1-2 สต็อปพร้อมทั้งน้ำยาเคมีชุด D-76 ของโกดักสำหรับล้างฟิล์ม

6. ภาพที่ผ่านขั้นตอนการขยายภาพจากกระดาษขาว-ดำทั้ง 3 ยี่ห้อ ที่แบ่งเป็น 2 เกรดจากตัวอย่าง 10 ตัวอย่างรวมทั้งหมด 60 ภาพ จัดทำเป็นรูปเล่มเพื่อใช้ดูประกอบในการตอบแบบสอบถาม

7. แบบสอบถาม พร้อมทั้งคำถามเกี่ยวกับคุณสมบัติของกระดาษขยายภาพขาว-ดำ จำนวน 240 ข้อต่อหนึ่งชุดคำถาม

วิธีการดำเนินการ มีขั้นตอนดังนี้คือ

1. ถ่ายภาพตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่างโดยใช้ฟิล์ม Kodak Plus-x ISO 125 ขนาด 35 มม. แยกบันทึกภาพให้แสงปกติ (Normal exposure) และให้แสงมากกว่าปกติ 1-2 สต็อป (Over exposure)

2. นำฟิล์มที่ถ่ายภาพเสร็จแล้วมาผ่านขั้นตอนน้ำยาเคมีชุด D-76 ของโกดัก จะได้ฟิล์มเนกาตีฟแบบ Normal 10 ภาพ และ Over exposure 10 ภาพ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพ

3. ขั้นตอนต่อไปเป็นการปฏิบัติการในห้องมืด เตรียมถาดน้ำยาทั้ง 3 ชนิดสำหรับใช้ในการสร้างภาพพร้อมทั้งอ่างชะน้ำไว้ในพื้นที่บริเวณเปียก ถาดแรกเป็นน้ำยาสร้างภาพ D-72 ของโกดัก ซึ่งเป็น stock solution มีสภาพเป็นด่างผสมน้ำสะอาดในอัตราส่วนน้ำยา 1 ส่วนต่อน้ำสะอาด 2 ส่วน ผสมให้เข้ากัน ถาดที่สองเป็นน้ำเปล่าผสมกรดน้ำส้มเจือจาง 28% สำหรับการหยุดภาพ ถาดที่สามเป็นน้ำยาล้างสภาพภาพมีสภาพเป็นกรดทำให้ภาพอยู่ตัวคงทน น้ำยาทั้งสามถาดนี้ต้องควบคุมอุณหภูมิให้ได้ 20°C ตลอดเวลา

4. เตรียมเครื่องขยายภาพโดยทำความสะอาดบริเวณ Negative carrier ให้เรียบร้อย

5. นำฟิล์มเนกาตีฟที่ผ่านการตรวจสอบมาทดลองขยายภาพลงบนกระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ คือ Forte, Chen fu, Kentmere โดยฟิล์มเนกาตีฟที่ Normal ให้ขยายภาพบนกระดาษ Normal และฟิล์มเนกาตีฟที่ Over exposure ให้ขยายภาพบนกระดาษ Soft โดยทำการหาค่าฉายแสงที่ตกบนกระดาษหลายๆ ค่าแล้วจดบันทึกไว้

6. นำค่าการฉายแสงที่ทดลองได้ เลือกช่วงการให้แสงที่เหมาะสมที่สุดมาใช้ในการอัดขยายภาพจริง โดยไม่มีการช่วยเทคนิคพิเศษใดๆ ในระหว่างกระบวนการขยายภาพ โดยใช้เวลาในการสร้างภาพ 1 นาที ในน้ำหยุดภาพ 10 วินาที และแช่ในน้ำยาล้างสภาพภาพ 3 นาที ที่อุณหภูมิ 20°C จนครบฟิล์มเนกาตีฟตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง และตามชนิดและเกรดของกระดาษทั้งหมด

ตารางที่ 3 แสดงค่าการให้แสงของภาพตัวอย่างต่อกระดาดักขยายภาพขาว-ดำ ทั้ง 3 ชนิด

ภาพตัวอย่าง	การให้ค่าแสงของ เครื่องอัดขยายภาพ	กระดาด Forte		กระดาด Chen fu		กระดาด Kentmere	
		Normal	Soft	Normal	Soft	Normal	Soft
1. ภาพ “พยาธิใบไม้ตับ”	F/ number	8	5.6	8	5.6-8	8	5.6
	Time(second)	8	5	4.5	4	2	1.8
2. ภาพ “PAGE”	F/ number	5.6	5.6-4	4	4-5.6	5.6	5.6
	Time(second)	3.5	2.2	1	2	9	1.4
3. ภาพ “ฟัน”	F/ number	4	2.8-4	5.6	4-5.6	5.6-8	5.6
	Time(second)	1	2	2	2	1	1
4. ภาพ “การเย็บแผล”	F/ number	2.8-4	2.8-4	5.6	4-5.6	8-11	4
	Time(second)	2	1	2	2	2	1.3
5. ภาพ “X-Rays Chests”	F/ number	5.6-8	5.6-8	5.6-8	11	11	8-11
	Time(second)	1.8	2.8	1	2	1.5	2
6. ภาพ “X-Rays C.T.”	F/ number	8	8	5.6	8	11	5.6
	Time(second)	3.5	4.8	2	3	2	1
7. ภาพ “โรคผิวหนัง”	F/ number	4	2.8-4	4	2.8-4	5.6	2.8-4
	Time(second)	4	4	2.2	3	2	3.1
8. ภาพ “Copy”	F/ number	8	5	8	5.6-8	8-11	8
	Time(second)	4	2.5	2.5	2.1	1-5	1.5
9. ภาพ “ลายเส้น”	F/ number	5.6-8	5.6-8	5.6-8	5.6	8	8-5.6
	Time(second)	2.7	3	2.5	1.5	2	2
10. ภาพ “น้ำตก”	F/ number	4	2.8	2.8-4	2.8	2.8-4	2.8
	Time(second)	6	6	4	4	1	2

6. แบ่งภาพที่ขยายภาพแล้วตามชนิดของตัวอย่างและตามเกรดของกระดาด ลงรหัสหมายเลขประกอบภาพนำมาจัดรูปเล่มพร้อมทั้งออกแบบสอบถามให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

7. นำแบบสอบถาม และภาพขยายขาว-ดำจำนวน60ภาพ ที่ติดบนกระดาดแข็งและจัดทำเป็นรูปเล่ม นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญเฉพาะด้านตรวจสอบเพื่อหาข้อแก้ไขปรับปรุงให้มีความแม่นยำ, เที่ยงตรงยิ่งขึ้น

8. นำแบบสอบถาม และรูปเล่มที่ติดภาพขยายขาว-ดำ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ เฉพาะด้านส่งไปให้กลุ่มบุคคลที่เป็นเป้าหมายได้แสดงความคิดเห็น โดยการตอบในแบบสอบถามที่แนบไปให้โดยการดูภาพประกอบร่วม

9. นำแบบสอบถามที่ได้มาทำการวิเคราะห์และหาค่าทางสถิติ

การสร้างแบบสอบถาม

แบบสอบถามที่สร้างขึ้น มีจุดประสงค์เพื่อต้องการทราบคุณสมบัติของกระดาศอักษขยาย ภาพขาว-ดำ ทั้ง 3 ชนิด(ยี่ห้อ) ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร เมื่อทำการทดลองอักษขยายภาพผ่านฟิล์มเนกาติฟ และขั้นตอนทางเคมีในสภาวะเดียวกัน

แบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลการเปรียบเทียบความแตกต่างของกระดาศอักษขยายภาพขาว-ดำ ทั้ง 3 ชนิด(ยี่ห้อ)

ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม

1. ศึกษารายละเอียดและคุณสมบัติของกระดาศอักษขยายภาพขาวดำโดยส่วนรวม
2. จัดทำแบบสอบถามของกระดาศอักษขยายภาพขาว-ดำ โดยเน้นคุณสมบัติของกระดาศให้พิจารณาเป็นข้อ ๆ ไป
3. คำถามที่จัดสร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบ่งตามคุณสมบัติของกระดาศของกระดาศอักษขยายภาพขาว-ดำได้เป็น 4 ข้อดังนี้ (ดูตัวอย่างในภาคผนวก)
 1. โทนขาว, เทา, ดำ (ความสวยงาม) ของภาพโดยรวม
 2. รายละเอียดของภาพบริเวณที่มีดที่สุด
 3. รายละเอียดของภาพบริเวณที่สว่างที่สุด
 4. ความคมชัดของภาพโดยรวม

ในแบบสอบถามจะมีช่องให้ผู้ตอบแบบสอบถามเขียนเครื่องหมายลงในช่องระดับความพึงพอใจ ในการพิจารณาภาพอักษขยายภาพขาวดำที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มี 4 ช่อง ตามระดับความพึงพอใจ คือ น้อย, ปานกลาง, มาก, มากที่สุด ในการทำแบบสอบถามในส่วนนี้ได้ปรึกษาอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสถิติก่อน และได้ตั้งค่าระดับความพึงพอใจดังนี้คือ

มากที่สุด	มีค่าคะแนน 4
มาก	มีค่าคะแนน 3
ปานกลาง	มีค่าคะแนน 2
น้อย	มีค่าคะแนน 1

4. นำแบบสอบถามและรูปภาพขยายขาว-ดำ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปปรึกษาอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อีกทั้งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบในที่นี่คือ फिल्मเนกาตีฟสำหรับขยายภาพขาว-ดำ และภาพขยายขาว-ดำที่เสร็จแล้ว เพื่อให้เกิดความถูกต้องแม่นยำมากที่สุดก่อนจะนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

บุคคลกลุ่มตัวอย่างและการส่งแบบสอบถาม

นำสื่อและแบบสอบถามส่งไปยังภาควิชาต่างๆ ภายในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล โดยให้กลุ่มตัวอย่างในที่นี่คืออาจารย์แพทย์ และนักวิชาการโสตทัศนศึกษา พิจารณาเปรียบเทียบว่ากระดานชนิดใดมีความเหมาะสมกับตัวอย่างที่ให้ไว้มากที่สุด โดยการตอบลงในแบบสอบถาม เครื่องมือซึ่งเป็นรูปเล่มประกอบด้วยภาพขยายขาว-ดำ ที่ใช้เก็บข้อมูลทั้งหมด 4 ชุด ใช้วิธีส่งและรับด้วยตนเองดำเนินการตั้งแต่ต้นเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน 2543 รวมระยะเวลา 1 เดือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบสอบถามมาตรวจเช็คความเรียบร้อยอีกครั้ง แล้วจึงลงรหัส (coding) แล้วนำไปประมวลผลหาค่าทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้โปรแกรม SPSS/PC (Statistical Package for Social Science) โดยสถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, One-Way ANOVA และ Multiple Comparisons แบบ LSD สูตร Analysis of Variance Table for the Completely Randomized Design

Source of Variation	Sum of Squares	Degrees of Freedom	Mean Square	Variance Ratio
Among Samples	$SSA = \sum_{j=1}^k n_j (\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})^2$ $= \sum_{j=1}^k \frac{T_{.j}^2}{n_j} - \frac{T_{..}^2}{N}$	K - 1	$MSA = SSA / (k - 1)$	$V.R. = \frac{MSA}{MSW}$
Within Samples	$SSW = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x}_{.j})^2$ $= \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}^2 - \sum_{j=1}^k \frac{(T_{.j})^2}{n_j}$	N - k	$MSW = SSW / (N - k)$	
Total	$SST = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$ $= \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}^2 - \frac{T_{..}^2}{N}$	N - 1		

สูตร Multiple Comparisons แบบ LSD (Least Significant Difference) คือ

$$Lsd = t_{2, df} S_{\bar{d}}$$

$$S_{\bar{d}} S_{\bar{d}} = \sqrt{2s^2 / r} \quad = \text{Standard error of the difference between Two scans}$$

$$S^2 = MSE \quad = \text{pooled variance}$$

df = degree of freedom ของ MSE, r = จำนวนซ้ำใน 1 treatment



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบหาคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาวดำทั้ง 3 ยี่ห้อ ในการขยายบนฟิล์มเนกาตีฟ และผ่านขั้นตอนน้ำยาสร้างภาพในเวลาและอุณหภูมิเดียวกัน เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้กระดาษอัดขยายภาพให้ตรงกับประเภทของงานได้มากที่สุด ผู้วิจัยได้ทำการประเมินคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาวดำ จากกลุ่มตัวอย่างคือ อาจารย์แพทย์และนักวิชาการโสตทัศนศึกษา ในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาลมหาวิทยาลัยมหิดล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตารางประกอบการบรรยายดังนี้

- ส่วนที่ 1 : ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง (ตารางที่ 4)
- ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาวดำทั้ง 3 ยี่ห้อ จากความคิดเห็นของอาจารย์แพทย์และนักวิชาการโสตทัศนศึกษาที่เกี่ยวข้องกับงานโดยตรง (ตารางที่ 2-13)
- ส่วนที่ 3 : ข้อมูลเกี่ยวกับผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาวดำ 3 ยี่ห้อ จากความคิดเห็นของอาจารย์แพทย์และนักวิชาการโสตฯ ที่เกี่ยวข้องกับการงานด้านนี้โดยตรง (ตารางที่ 16-17)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาวดำในครั้งนี้ มีทั้งหมด 52 คน ดังรายละเอียด จากตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ, วุฒิศึกษา, ตำแหน่ง, สังกัด และประสบการณ์ในการทำงานโดยคิดเป็นร้อยละ

ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (n = 52)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	32	62
หญิง	20	38
วุฒิการศึกษา		
ปริญญาตรี	18	35
ปริญญาโท	11	21
ปริญญาเอก	23	44
ตำแหน่ง		
นักวิชาการ โสตฯ	20	38
แพทย์	5	10
อาจารย์แพทย์	27	52
สังกัด		
ภาควิชากายวิภาคศาสตร์	2	4
ภาควิชากุมารเวชศาสตร์	1	2
ภาควิชาชีวเคมี	3	6
ภาควิชาทันตกรรม	3	6
ภาควิชาตจวิทยา	1	2
ภาควิชาปรสิตวิทยา	1	2
ภาควิชาพยาธิวิทยา	2	4
ภาควิหารังสีวิทยา	7	13
ภาควิชาศัลยศาสตร์	3	6
ภาควิชาสูติศาสตร์	6	11
ภาควิชาอายุรศาสตร์	5	10
ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิก	10	19
สถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์	8	15
ประสบการณ์ (ปี)		
1-5	17	33
6-10	9	17
>10	26	50

ส่วนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ 3 ยี่ห้อ 2 เกรด จากการอัดขยายภาพ 10 ตัวอย่าง จากความคิดเห็นของอาจารย์แพทย์และนักวิชาการโสตทัศนศึกษาที่เกี่ยวข้องกับงานด้านนี้โดยตรงจำนวน 52 คน

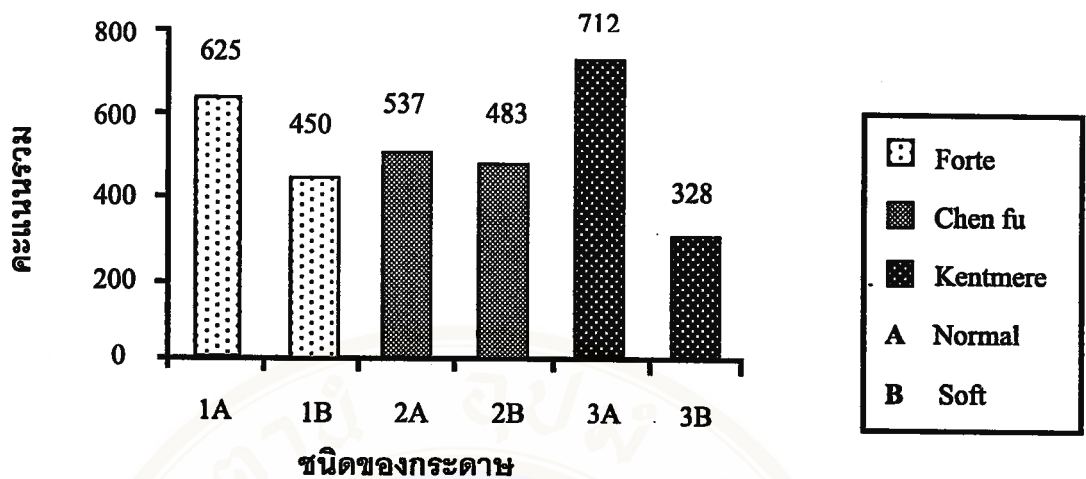
ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพ ตัวอย่างที่ 1 ภาพ “พยาธิใบไม้ในตับ”

กระดาษ	ชนิด	คะแนนรวม	Mean	S.D.	P-value	กระดาษที่ไม่แตกต่างกัน
(1)	1A	625	3.01	0.80	>0.001	(1B, 2B)
Forte	1B	450	2.16	0.72		
(2)	2A	537	2.58	0.67		
Chen fu	2B	483	2.32	0.75		
(3)	3A	712	3.42	0.69		
Kentmere	3B	328	1.58	0.64		

หมายเหตุ A = กระดาษ Normal, B = กระดาษ Soft

จากตารางที่ 5 การคำนวณค่าทางสถิติด้วย One Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลปรากฏว่า ได้ค่า P-value น้อยกว่า 0.001 แสดงว่า กระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และมีอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่แตกต่างกัน จึงได้คำนวณ Multiple Comparisons ด้วยวิธี LSD ผลปรากฏว่า มีกระดาษที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ 0.05 จำนวน 1 คู่คือ กระดาษ Forte Soft และกระดาษ Chen fu Soft

แต่เมื่อดูคะแนนรวม ปรากฏว่า กระดาษ Kentmere Normal มีคะแนนสูงสุดแสดงว่า กระดาษ Kentmere Normal ได้รับการยอมรับว่ามีคุณภาพที่ดีที่สุดในการอัดขยายภาพ ตัวอย่างที่ 1 ภาพ “พยาธิใบไม้ในตับ”



แผนภูมิที่ 1 แสดงคะแนนรวมของกระดาศ 3 ยี่ห้อที่แยกเป็นเกรด Normal และ Soft
ตัวอย่างที่ 1 ภาพ “พยาธิใบไม้ตับ”

ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนน ของกระดาศอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ยี่ห้อ ในตัวอย่างที่ 1 ภาพ “พยาธิใบไม้ตับ”

คุณสมบัติของกระดาศอัดขยายภาพ ขาว - ดำ	Forte		Chen fu		Kentmere	
	Normal	Soft	Normal	Soft	Normal	Soft
1. โทนขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวม	167	114	136	125	188	82
2. รายละเอียดบริเวณมืดสุด	146	111	131	118	166	82
3. รายละเอียดบริเวณสว่างสุด	148	114	133	119	175	84
4. ความคมชัดของภาพโดยรวม	164	111	137	121	183	80
คะแนนรวม	625	450	537	483	712	328

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพ ตัวอย่างที่ 2 ภาพ “PAGE”

กระดาษ	ชนิด	คะแนนรวม	Mean	S.D.	P-value	กระดาษที่ไม่แตกต่างกัน
(1) Forte	1A	425	2.04	0.76	>0.001	(1A,2A) (1A,3A) (1B,2B)
	1B	517	2.49	0.85		(1B,3B) (2A,3A) (2A, 3B)
(2) Chen fu	2A	428	2.06	0.76		(3A,3B)
	2B	561	2.70	1.01		
(3) Kentmere	3A	445	2.14	0.81		
	3B	488	2.35	1.01		

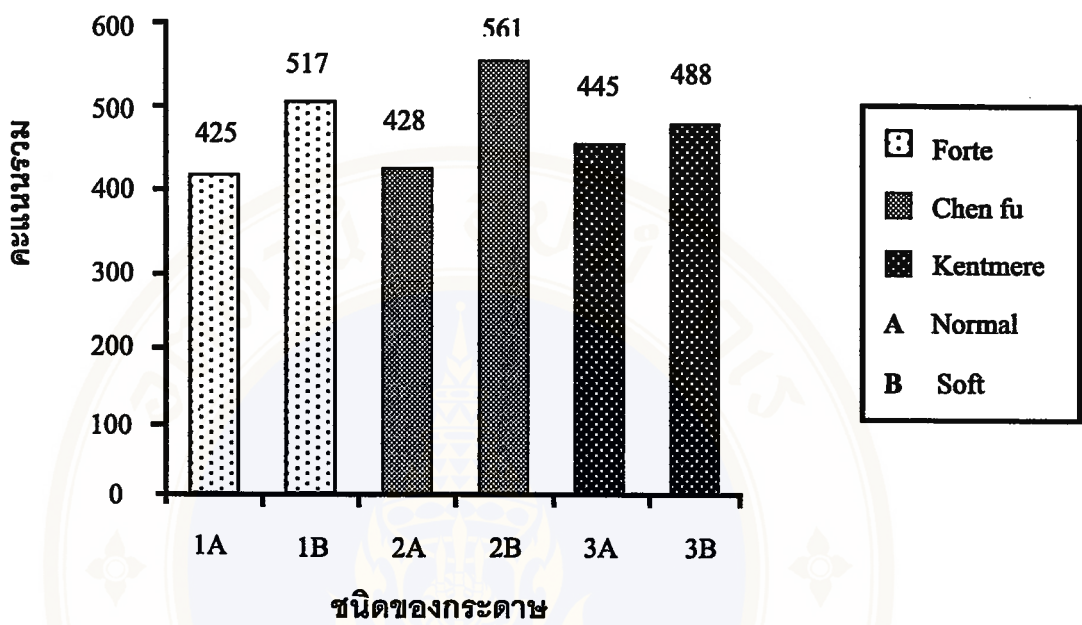
หมายเหตุ A = กระดาษ Normal, B = กระดาษ Soft

จากตารางที่ 6 การคำนวณค่าทางสถิติด้วย One Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลปรากฏว่า ได้ค่า P-value น้อยกว่า 0.001 แสดงว่า กระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และมีอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่แตกต่างกัน จึงได้คำนวณ Multiple Comparisons ด้วยวิธี LSD ผลปรากฏว่า มีกระดาษที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ 0.05 จำนวน 7 คู่มี

- กระดาษ Forte Soft
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Chen fu Soft
- กระดาษ Forte Normal
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Kentmere Normal
- กระดาษ Forte Soft
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Chen fu Soft
- กระดาษ Forte Soft
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Kentmere Soft
- กระดาษ Chen fu Soft
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Kentmere Normal
- กระดาษ Chen fu Soft
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Kentmere Soft
- กระดาษ Kentmere Normal
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Kentmere Soft

เมื่อดูคะแนนรวม ปรากฏว่ากระดาษ Chen fu Soft มีคะแนนสูงสุดแสดงว่ากระดาษ Chen fu Soft ได้รับการยอมรับว่ามีคุณภาพดีที่สุดในการอัดขยายภาพตัวอย่างที่ 2 ภาพ “PAGE”

แต่เมื่อดูร่วมกับผลสถิติปรากฏว่ากระดาษ Forte Soft กับกระดาษ Chen fu Soft มีคุณภาพไม่แตกต่างกัน แสดงว่าถึงแม้กระดาษ Chen fu Soft จะได้รับการยอมรับสูงสุด แต่คุณภาพของกระดาษ Forte Soft ก็เป็นที่ยอมรับเหมือนกับกระดาษ Chen fu Soft ด้วยเช่นกัน



แผนภูมิที่ 2 แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพตัวอย่างที่ 2 ภาพ “PAGE”

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนน ของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ยี่ห้อ ในตัวอย่างที่ 2 ภาพ “PAGE”

คุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพ ขาว - ดำ	Forte		Chen fu		Kentmere	
	Normal	Soft	Normal	Soft	Normal	Soft
1. โทนขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวม	114	129	111	141	118	126
2. รายละเอียดบริเวณมืดสุด	110	133	114	140	112	116
3. รายละเอียดบริเวณสว่างสุด	94	123	98	135	108	122
4. ความคมชัดของภาพโดยรวม	107	132	105	145	107	124
คะแนนรวม	425	517	428	561	445	488

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพ ตัวอย่างที่ 3 ภาพ “ฟัน”

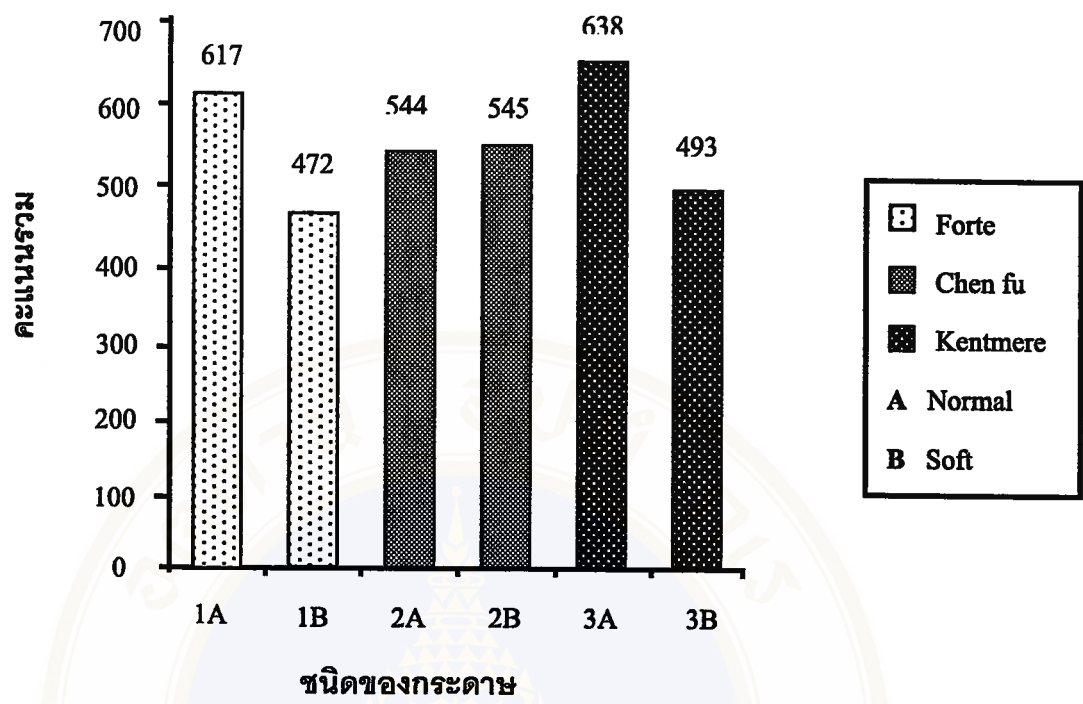
กระดาษ	ชนิด	คะแนนรวม	Mean	S.D.	P-value	กระดาษที่ไม่แตกต่างกัน
(1) Forte	1A	617	2.97	0.88	>0.001	(1A,3A) (1B,3B) (2A,2B) (2A, 3B) (2B,3B)
	1B	472	2.27	0.8		
(2) Chen fu	2A	544	2.62	0.83		
	2B	545	2.62	0.81		
(3) Kentmere	3A	636	3.06	0.92		
	3B	493	2.37	0.84		

หมายเหตุ A = กระดาษ Normal, B = กระดาษ Soft

จากตารางที่ 3 การคำนวณหาค่าทางสถิติด้วย One Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลปรากฏว่าได้ค่า P-value น้อยกว่า 0.001 แสดงว่า กระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และมีอย่างน้อยคู่หนึ่งที่แตกต่างกัน จึงได้คำนวณ Multiple Comparisons ด้วยวิธี LSD ผลปรากฏว่า มีกระดาษที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ 0.05 จำนวน 5 คู่ คือ

- กระดาษ Forte Normal
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกันกับกระดาษ Kentmere Normal
- กระดาษ Forte Soft
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกันกับกระดาษ Kentmere Soft
- กระดาษ Chen fu Normal
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกันกับกระดาษ Kentmere Soft
- กระดาษ Chen fu Soft
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกันกับกระดาษ Kentmere Soft
- กระดาษ Chen fu Normal
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกันกับกระดาษ Chen fu Soft

แต่เมื่อดูคะแนนรวม ปรากฏว่ากระดาษ **Kentmere Normal** มีคะแนนสูงสุดแสดงว่ากระดาษ **Kentmere Normal** มีคุณภาพดีที่สุด ในการอัดรูปตัวอย่างที่ 3 ภาพ “ฟัน” แต่เมื่อดูร่วมกับผลสถิติอื่นปรากฏว่ากระดาษ **Forte Normal** มีคุณภาพที่ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าถึงแม้กระดาษ **Kentmere Normal** จะได้รับการยอมรับสูงสุด แต่ในขณะที่เดียวกันคุณภาพของกระดาษ **Forte Normal** ก็เป็นที่ยอมรับเหมือนกับกระดาษ **Kentmere Normal** สามารถนำมาทดแทนกันได้



แผนภูมิที่ 3 แสดงคะแนนรวมของกระดาด 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพตัวอย่างที่ 3 ภาพ “ฟัน”

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดโดยเปรียบเทียบคะแนน ของกระดาดอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ยี่ห้อ ในตัวอย่างที่ 3 ภาพ “ฟัน”

คุณสมบัติของกระดาดอัดขยายภาพ ขาว - ดำ	Forte		Chen fu		Kentmere	
	Normal	Soft	Normal	Soft	Normal	Soft
1. โทนขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวม	158	116	136	141	165	132
2. รายละเอียดบริเวณมืดสุด	148	115	135	133	156	1116
3. รายละเอียดบริเวณสว่างสุด	152	120	135	134	154	125
4. ความคมชัดของภาพโดยรวม	159	121	138	137	161	120
คะแนนรวม	617	472	554	545	638	493

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพ ตัวอย่างที่ 4 ภาพ “การเย็บแผล”

กระดาษ	ชนิด	คะแนนรวม	Mean	S.D.	P-value	กระดาษที่ไม่แตกต่างกัน
(1) Forte	1A	643	3.09	0.76	>0.001	(1A,2A) (1A,3A) (1B,2B) (2A, 3A) (2B,3B)
	1B	435	2.09	0.83		
(2) Chen fu	2A	642	3.09	0.81		
	2B	484	2.33	0.70		
(3) Kentmere	3A	654	3.14	0.85		
	3B	491	2.36	0.86		

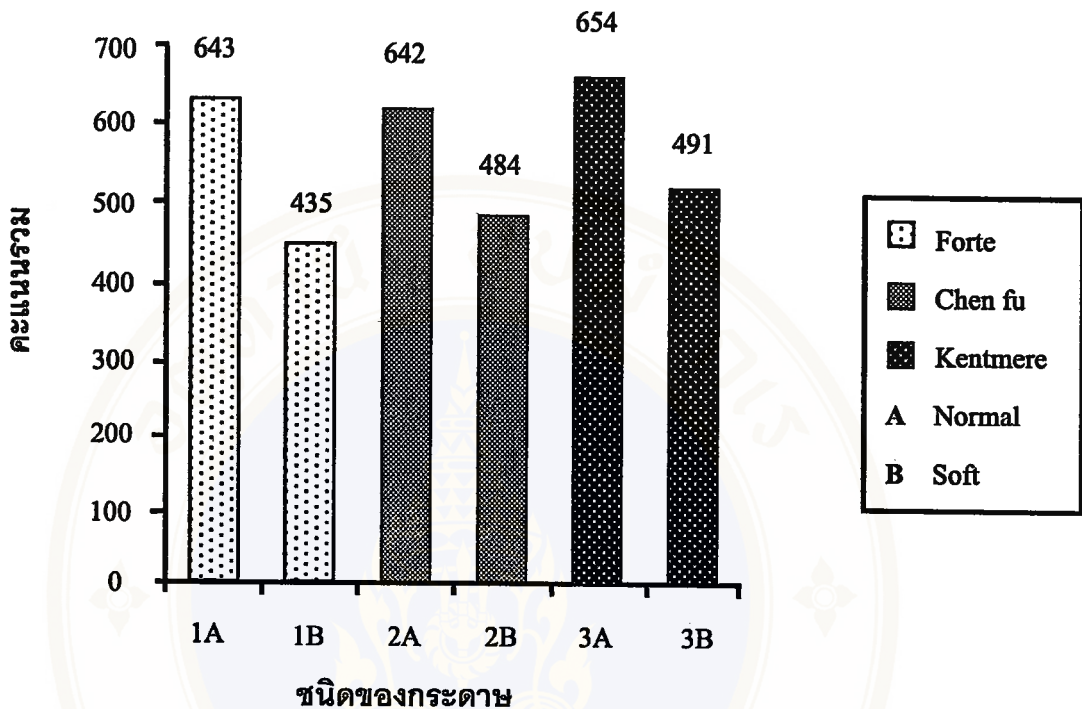
หมายเหตุ A = กระดาษ Normal, B = กระดาษ Soft

จากตารางที่ 4 การคำนวณค่าทางสถิติด้วย One Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลปรากฏว่าได้ค่า P-value น้อยกว่า 0.001 แสดงว่า กระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และมีอย่างน้อยคู่หนึ่งที่แตกต่างกัน จึงได้คำนวณ Multiple Comparisons ด้วยวิธี LSD ผลปรากฏว่า มีกระดาษที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ 0.05 จำนวน 5 คู่ คือ

กระดาษ Forte Normal	มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ	Chen fu Normal
กระดาษ Forte Normal	มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ	Kentmere Normal
กระดาษ Forte Soft	มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ	Chinfo Soft
กระดาษ Chen fu Normal	มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ	Kentmere Normal
กระดาษ Chen fu Soft	มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ	Kentmere Soft

แต่เมื่อดูคะแนนรวม ปรากฏว่ากระดาษ Kentmere Normal มีคะแนนสูงสุดแสดงว่า กระดาษ Kentmere Normal มีคุณภาพดีที่สุด ในการอัดรูปตัวอย่างที่ 3 ภาพ “การเย็บแผล” แต่เมื่อดูร่วมกับผลสถิติอื่นปรากฏว่ากระดาษ Kentmere Normal กับกระดาษ Forte Normal Chen fu Normal มีคุณภาพที่ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าถึงแม้กระดาษ Kentmere Normal จะได้รับการยอมรับ

รับสูงสุด แต่คุณภาพของกระดาษ Chen fu Normal และ Forte Normal ก็เป็นที่ยอมรับเหมือนกับกระดาษ Kentmere Normal สามารถนำมาทดแทนกันได้



แผนภูมิที่ 4 แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพตัวอย่างที่ 4 ภาพ “การเย็บแฟล”

ตารางที่ 8.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนน ของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ยี่ห้อ ในตัวอย่างที่ 4 ภาพ “การเย็บแฟล”

คุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพ ขาว - ดำ	Forte		Chen fu		Kentmere	
	Normal	Soft	Normal	Soft	Normal	Soft
1. โทนขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวม	171	1112	164	130	174	127
2. รายละเอียดบริเวณมืดสุด	157	113	151	122	164	125
3. รายละเอียดบริเวณสว่างสุด	152	104	162	116	153	126
4. ความคมชัดของภาพโดยรวม	163	106	165	116	163	113
คะแนนรวม	643	435	642	484	654	491

ตารางที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดูกทั้ง 3 ขั้ว โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อวัยวะภาพ ตัวอย่างที่ 5 ภาพ “X-Rays Chests ”

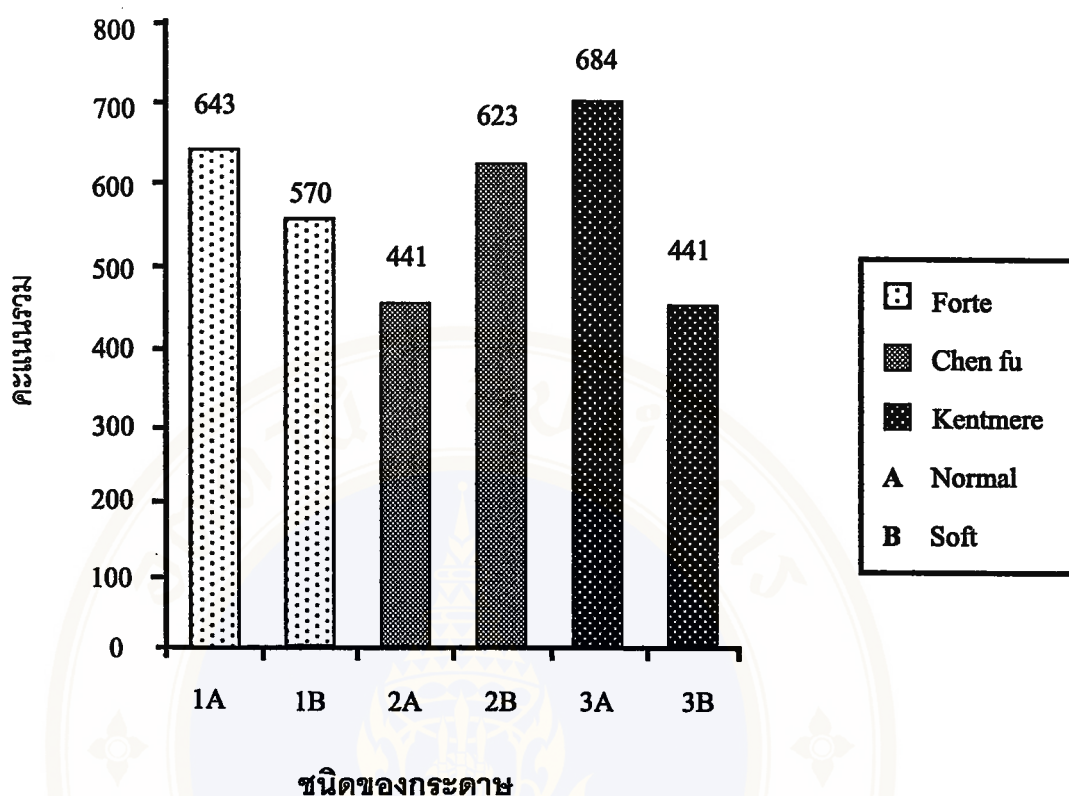
กระดูก	ชนิด	คะแนนรวม	Mean	S.D.	P-value	กระดูกที่ไม่แตกต่างกัน
(1)	1A	643	3.09	0.73	>0.001	(1A,2B) (1A,3A) (2A,3B)
Forte	1B	570	2.74	0.70		
(2)	2A	441	2.12	0.72		
Chen fu	2B	623	3	0.72		
(3)	3A	684	3.29	0.70		
Kentmere	3B	411	1.98	0.80		

หมายเหตุ A = กระดูก Normal, B = กระดูก Soft

จากตารางที่ 9 การคำนวณค่าทางสถิติด้วย One Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลปรากฏว่าได้ค่า P-value น้อยกว่า 0.001 แสดงว่า กระดูกทั้ง 3 ขั้ว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และมีอย่างน้อยคู่หนึ่งที่แตกต่างกัน จึงได้คำนวณ Multiple Comparisons ด้วยวิธี LSD ผลปรากฏว่า มีกระดูกที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ 0.05 จำนวน 3 คู่ คือ

กระดูก Forte Normal มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดูก Chen fu Soft
 กระดูก Forte Normal มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดูก Kentmere Normal
 กระดูก Chen fu Normal มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดูก Kentmere Soft

แต่เมื่อดูคะแนนรวม ปรากฏว่ากระดูก Kentmere Normal มีคะแนนสูงสุดแสดงว่ากระดูก Kentmere Normal ได้รับการยอมรับว่ามีคุณภาพดีที่สุดในการอวัยวะภาพตัวอย่างที่ 5 ภาพ “X-Rays Chests” แต่เมื่อดูผลทางสถิติปรากฏว่ากระดูก Forte Normal และกระดูก Kentmere Normal มีคุณภาพที่ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าถึงแม้กระดูก Kentmere Normal จะได้รับการยอมรับสูงสุด แต่คุณภาพของกระดูก Forte Normal ก็เป็นที่ยอมรับเหมือนกับกระดูก Kentmere Normal เช่นกัน



แผนภูมิที่ 5 แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพตัวอย่างที่ 6 ภาพ “X-Rays Chests”

ตารางที่ 9.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนน ของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ยี่ห้อ ในตัวอย่างที่ 6 ภาพ “X-Rays Chests”

คุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพ ขาว - ดำ	Forte		Chen fu		Kentmere	
	Normal	Soft	Normal	Soft	Normal	Soft
1. โทนขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวม	169	144	113	161	178	103
2. รายละเอียดบริเวณมืดสุด	155	149	106	156	167	101
3. รายละเอียดบริเวณสว่างสุด	155	133	110	151	168	108
4. ความคมชัดของภาพโดยรวม	164	144	112	155	171	99
คะแนนรวม	643	570	441	623	684	411

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดาศทั้ง 3 ยี่ห้อโดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพ ตัวอย่างที่ 6 ภาพ “X- Rays C.T.”

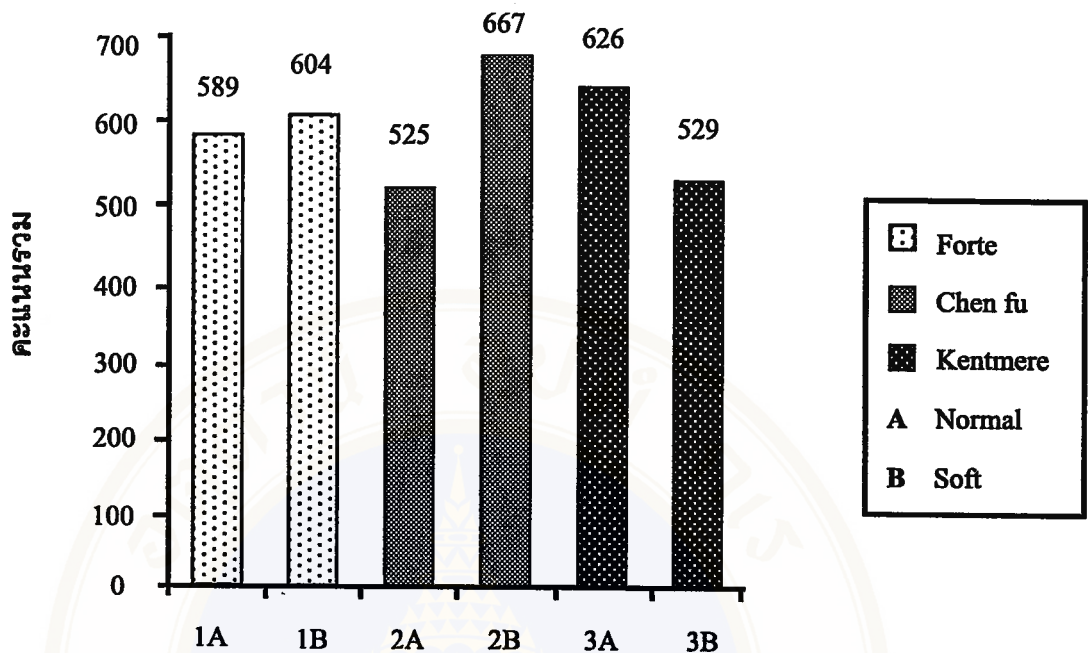
กระดาศ	ชนิด	คะแนนรวม	Mean	S.D.	P-value	กระดาศที่ไม่แตกต่างกัน
(1) Forte	1A	589	2.83	0.77	>0.001	(1A,1B) (1A,3A) (1B,3A) (2A,3B) (2B,3A)
	1B	604	2.90	0.74		
(2) Chen fu	2A	525	2.52	0.82		
	2B	667	3.21	0.77		
(3) Kentmere	3A	626	3.01	0.80		
	3B	529	2.54	0.87		

หมายเหตุ A = กระดาศ Normal, B = กระดาศ Soft

จากตารางที่ 10 การคำนวณค่าทางสถิติด้วย One Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลปรากฏว่าได้ค่า P-value น้อยกว่า 0.001 แสดงว่า กระดาศทั้ง 3 ยี่ห้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และมีอย่างน้อยคู่หนึ่งที่แตกต่างกัน จึงได้คำนวณ Multiple Comparisons ด้วยวิธี LSD ผลปรากฏว่า มีกระดาศที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ 0.05 จำนวน 5 คู่ คือ

- กระดาศ Forte Normal มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาศ Forte Soft
- กระดาศ Forte Normal มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาศ Kentmere Normal
- กระดาศ Chen fu Normal มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาศ Kentmere Soft
- กระดาศ Chen fu Soft มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาศ Kentmere Normal

เมื่อดูคะแนนรวม ปรากฏว่ากระดาศ Chen fu Soft มีคะแนนสูงสุด แสดงว่ากระดาศ Chen fu Soft มีคุณภาพดีที่สุดในการอัดรูปตัวอย่างที่ 6 ภาพ “X-Rays C.T.” แต่เมื่อดูรวมกับผลสถิติอื่นปรากฏว่ากระดาศ Chen fu Soft ก็กับกระดาศ Kentmere Normal มีคุณภาพที่ไม่แตกต่างกัน Normal เช่นเดียวกัน ดังนั้น ถึงแม้ว่ากระดาศ Chen fu Soft จะได้รับการยอมรับสูงสุด แต่คุณภาพของกระดาศ Kentmere Normal ก็เป็นที่ยอมรับด้วยเช่นกัน



แผนภูมิที่ 6 แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพตัวอย่างที่ 6 ภาพ “X-Rays C.T.”

ตารางที่ 10.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนน ของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ยี่ห้อ ในตัวอย่างที่ 6 ภาพ “X-Rays C.T.”

คุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพ ขาว - ดำ	Forte		Chen fu		Kentmere	
	Normal	Soft	Normal	Soft	Normal	Soft
1. โทนขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวม	153	154	135	171	166	135
2. รายละเอียดบริเวณมืดสุด	137	150	121	163	145	135
3. รายละเอียดบริเวณสว่างสุด	144	143	134	162	156	129
4. ความคมชัดของภาพโดยรวม	155	157	135	171	159	130
คะแนนรวม	589	604	525	667	626	529

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพ ตัวอย่างที่ 7 ภาพ “โรคผิวหนัง”

กระดาษ	ชนิด	คะแนนรวม	Mean	S.D.	P-value	กระดาษที่ไม่แตกต่างกัน
(1)	1A	657	3.16	0.84	>0.001	(1A,3A) (1B,3B) (2A,2B) (2A,3A) (2B,3A)
Forte	1B	458	2.20	0.79		
(2)	2A	597	2.87	0.65		
Chen fu	2B	597	2.87	0.87		
(3)	3A	611	2.94	0.91		
Kentmere	3B	467	2.25	0.81		

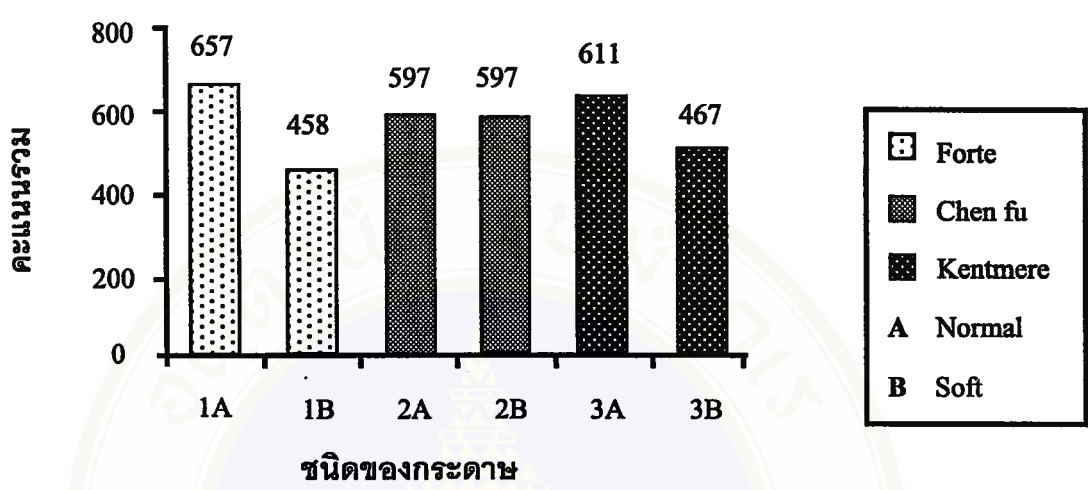
หมายเหตุ A = กระดาษ Normal, B = กระดาษ Soft

จากตารางที่ 11 การคำนวณค่าทางสถิติด้วย One Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลปรากฏว่าได้ค่า P-value น้อยกว่า 0.001 แสดงว่า กระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และมีอย่างน้อยคู่หนึ่งที่แตกต่างกัน จึงได้คำนวณ Multiple Comparisons ด้วยวิธี LSD ผลปรากฏว่า มีกระดาษที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ 0.05 จำนวน 5 คู่ คือ

- กระดาษ Forte Normal
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Kentmere Normal
- กระดาษ Forte Soft
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Kentmere Soft
- กระดาษ Chen fu Normal
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Chen fu Soft
- กระดาษ Chen fu Normal
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Kentmere Normal
- กระดาษ Chen fu Soft
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Kentmere Normal

เมื่อดูคะแนนรวม ปรากฏว่ากระดาษ Forte Normal มีคะแนนสูงสุด แสดงว่ากระดาษ Forte Normal ได้รับการยอมรับว่ามีคุณภาพดีที่สุดในการอัดขยายภาพตัวอย่างที่ 7 ภาพ “โรคผิวหนัง” แต่เมื่อดูรวมกับผลสถิติอื่นปรากฏว่ากระดาษ Forte Normal มีคุณภาพที่ไม่แตกต่างจาก

กระดาษ Kentmere Normal, Chen fu Normal และ Chen fu Soft เป็นที่ยอมรับเหมือนกระดาษ Forte Normal เช่นเดียวกัน



แผนภูมิที่ 7 แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพตัวอย่างที่ 7 ภาพ “โรคผิวหนัง”

ตารางที่ 11.1 แสดงรายละเอียดการเปรียบเทียบคะแนน ของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ยี่ห้อ ในตัวอย่างที่ 7 ภาพ “โรคผิวหนัง”

คุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพ ขาว - ดำ	Forte		Chen fu		Kentmere	
	Normal	Soft	Normal	Soft	Normal	Soft
1. โทนขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวม	167	115	147	150	160	118
2. รายละเอียดบริเวณมืดสุด	164	120	149	142	154	12
3. รายละเอียดบริเวณสว่างสุด	157	112	150	153	144	111
4. ความคมชัดของภาพโดยรวม	169	111	151	152	153	116
คะแนนรวม	657	458	697	597	611	467

ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพ ตัวอย่างที่ 8 ภาพ “Copy”

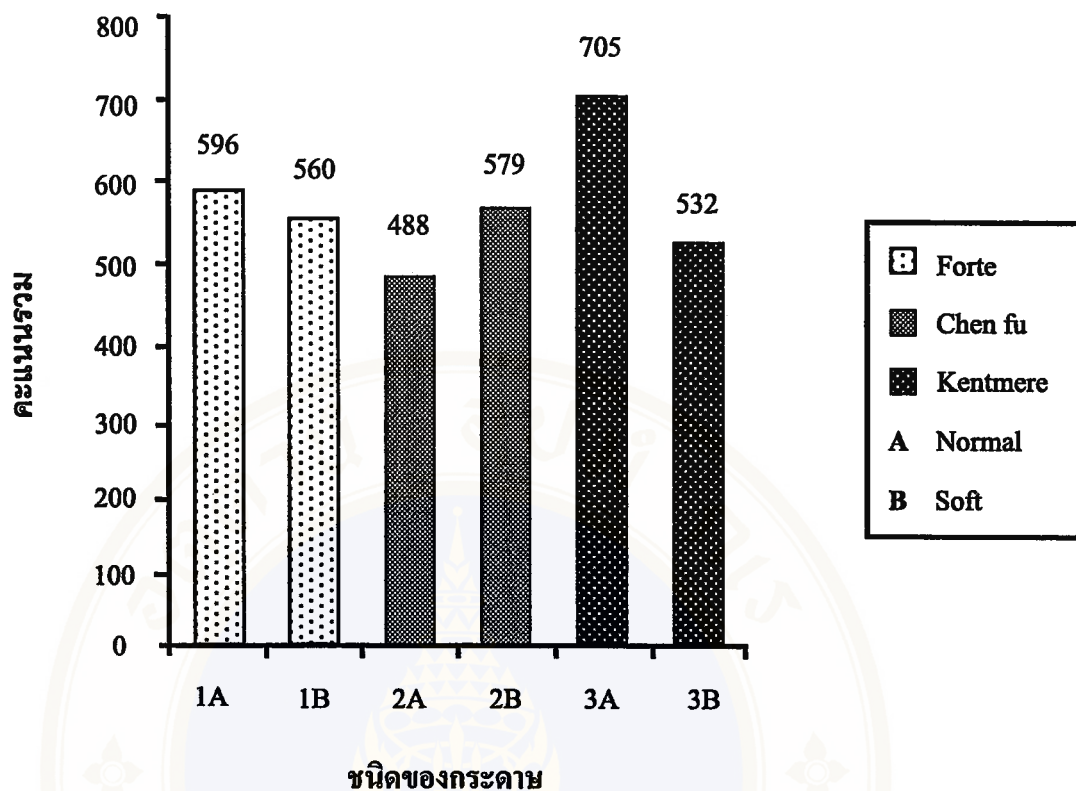
กระดาษ	ชนิด	คะแนนรวม	Mean	S.D.	P-value	กระดาษที่ไม่แตกต่างกัน
(1) Forte	1A	596	2.87	0.78	>0.001	(1A,1B) (1A,2B) (2A,3B)
	1B	560	2.69	0.68		(1B,2B) (1B,3B)(2B,3B)
(2) Chen fu	2A	488	2.35	0.86		
	2B	579	2.78	0.87		
(3) Kentmere	3A	705	2.39	0.73		
	3B	532	2.56	0.80		

หมายเหตุ A = กระดาษ Normal, B = กระดาษ Soft

จากตารางที่ 12 การคำนวณค่าทางสถิติด้วย One Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลปรากฏว่าได้ค่า P-value น้อยกว่า 0.001 แสดงว่า กระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และมีอย่างน้อยคู่หนึ่งที่แตกต่างกัน จึงได้คำนวณ Multiple Comparisons ด้วยวิธี LSD ผลปรากฏว่า มีกระดาษที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ 0.05 จำนวน 6 คู่ คือ

- กระดาษ Forte Normal
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Forte Soft
- กระดาษ Forte Normal
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Chen fu Soft
- กระดาษ Chen fu Normal
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Kentmere Soft
- กระดาษ Forte Soft
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Chen fu Soft
- กระดาษ Forte Soft
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Kentmere Soft
- กระดาษ Chen fu Soft
- มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาษ Kentmere Soft

แต่เมื่อดูคะแนนรวม ปรากฏว่ากระดาษ Kentmere Normal มีคะแนนสูงสุดแสดงว่ากระดาษ Kentmere Normal ได้รับการยอมรับว่ามีคุณภาพดีที่สุดในการอัดขยายภาพตัวอย่างที่ 8 ภาพ “Copy”



แผนภูมิที่ 8 แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพตัวอย่างที่ 8 ภาพ “Copy”

ตารางที่ 12.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนน ของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ยี่ห้อ ในตัวอย่างที่ 8 ภาพ “Copy”

คุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพ ขาว - ดำ	Forte		Chen fu		Kentmere	
	Normal	Soft	Normal	Soft	Normal	Soft
1. โทนขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวม	156	145	122	145	180	138
2. รายละเอียดบริเวณมืดสุด	145	141	122	145	174	130
3. รายละเอียดบริเวณสว่างสุด	145	134	119	143	172	132
4. ความคมชัดของภาพโดยรวม	150	140	125	146	179	132
คะแนนรวม	596	560	488	579	705	532

ตารางที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดาดทั้ง 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัตรายภาพตัวอย่างที่ 9 ภาพ “ลายเส้น”

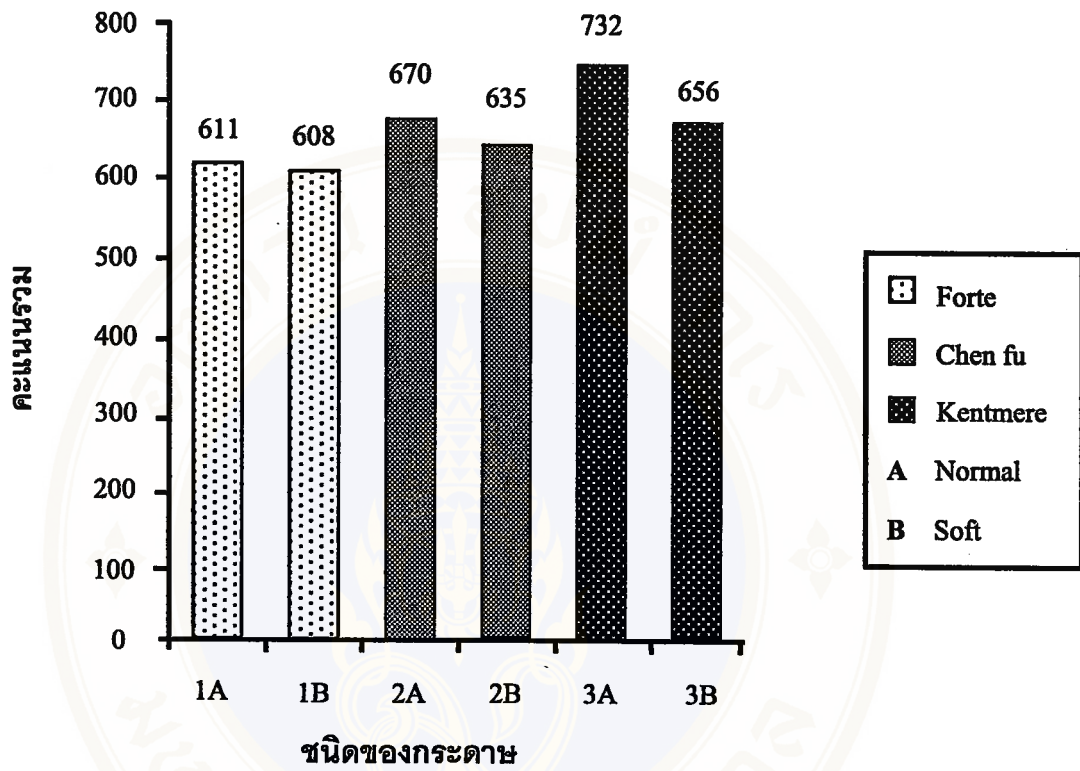
กระดาด	ชนิด	คะแนนรวม	Mean	S.D.	P-value	กระดาดที่ไม่แตกต่างกัน
(1) Forte	1A	611	2.94	0.79	>0.001	(1A,1B) (1A,2B) (1A,3B)
	1B	608	2.92	0.83		(1B,2B) (1B,3B) (2A,2B)
(2) Chen fu	2A	670	3.22	0.79		(2A,3B) (2B,3B)
	2B	635	3.05	0.82		
(3) Kentmere	3A	732	3.52	0.65		
	3B	656	3.15	0.73		

หมายเหตุ A = กระดาด Normal, B = กระดาด Soft

จากตารางที่ 13 การคำนวณค่าทางสถิติด้วย One Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลปรากฏว่าได้ค่า P-value น้อยกว่า 0.001 แสดงว่ากระดาดทั้ง 3 ยี่ห้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และมีอย่างน้อยคู่หนึ่งที่แตกต่างกัน จึงได้คำนวณ Multiple Comparisons ด้วยวิธี LSD ผลปรากฏว่า มีกระดาดที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ 0.05 จำนวน 8 คู่ คือ

กระดาด Forte Normal	มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาด	Forte Soft
กระดาด Forte Normal	มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาด	Chen fu Soft
กระดาด Forte Normal	มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาด	Kentmere Soft
กระดาด Forte Soft	มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาด	Chen fu Soft
กระดาด Forte Soft	มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาด	Kentmere Soft
กระดาด Chen fu Normal	มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาด	Chen fu Soft
กระดาด Chen fu Normal	มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาด	Kentmere Soft
กระดาด Chen fu Sofe	มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาด	Kentmere Soft

เมื่อดูคะแนนรวมปรากฏว่ากระดาษ KentmereNormalมีคะแนนสูงสุดแสดงว่ากระดาษ Kentmere Normal ได้รับการยอมรับว่ามีคุณภาพดีที่สุดในการอัดขยายภาพตัวอย่างที่ 9 ภาพ “ลายเส้น”



แผนภูมิที่ 9 แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพตัวอย่างที่ 9 ภาพ “ลายเส้น”

ตารางที่ 13.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนนของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ชนิด ในตัวอย่างที่ 9 ภาพ “ลายเส้น”

คุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพ ขาว - ดำ	Forte		Chen fu		Kentmere	
	Normal	Soft	Normal	Soft	Normal	Soft
1. โทนขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวม	155	156	170	160	189	169
2. รายละเอียดบริเวณมืดสุด	156	146	167	154	178	157
3. รายละเอียดบริเวณสว่างสุด	146	150	162	157	179	166
4. ความคมชัดของภาพโดยรวม	154	156	171	162	186	164
คะแนนรวม	611	608	670	635	732	656

ตารางที่ 14 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวม ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระดาดทั้ง 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อศขยภาพ ตัวอย่างที่ 10 ภาพ “น้ำตก”

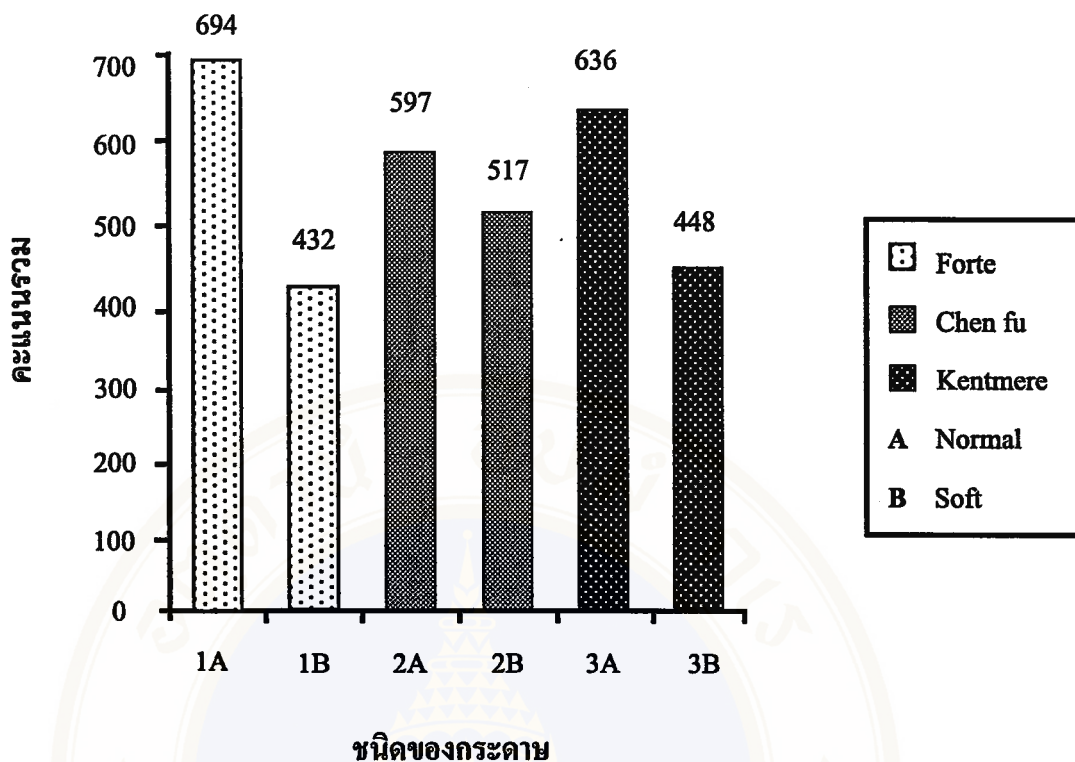
กระดาด	ชนิด	คะแนนรวม	Mean	S.D.	P-value	กระดาดที่ไม่แตกต่างกัน
(1) Forte	1A	694	3.34	0.68	>0.001	(1B,3B) (2A,3A)
	1B	432	2.08	0.8		
(2) Chen fu	2A	597	2.87	0.78		
	2B	517	2.49	0.84		
(3) Kentmere	3A	636	3.06	0.82		
	3B	448	2.15	0.82		

หมายเหตุ A = กระดาด Normal, B = กระดาด Soft

จากตารางที่ 14 การคำนวณค่าทางสถิติด้วย One Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลปรากฏว่าได้ค่า P-value น้อยกว่า 0.001 แสดงว่า กระดาดทั้ง 3 ยี่ห้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และมีอย่างน้อยคู่หนึ่งที่แตกต่างกัน จึงได้คำนวณ Multiple Comparisons ด้วยวิธี LSD ผลปรากฏว่า มีกระดาดที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ 0.05 จำนวน 2 คู่ คือ

กระดาด Forte Soft มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาด Kentmere Soft
กระดาด Chen fu Normal มีคุณภาพไม่แตกต่างกับกระดาด Kentmere Normal

แต่เมื่อดูคะแนนรวมปรากฏว่ากระดาด Forte Normal มีคะแนนสูงสุดแสดงว่ากระดาด Forte Normal ได้รับการยอมรับว่ามีคุณภาพดีที่สุดในการอศขยภาพตัวอย่างที่ 10 ภาพ “น้ำตก”



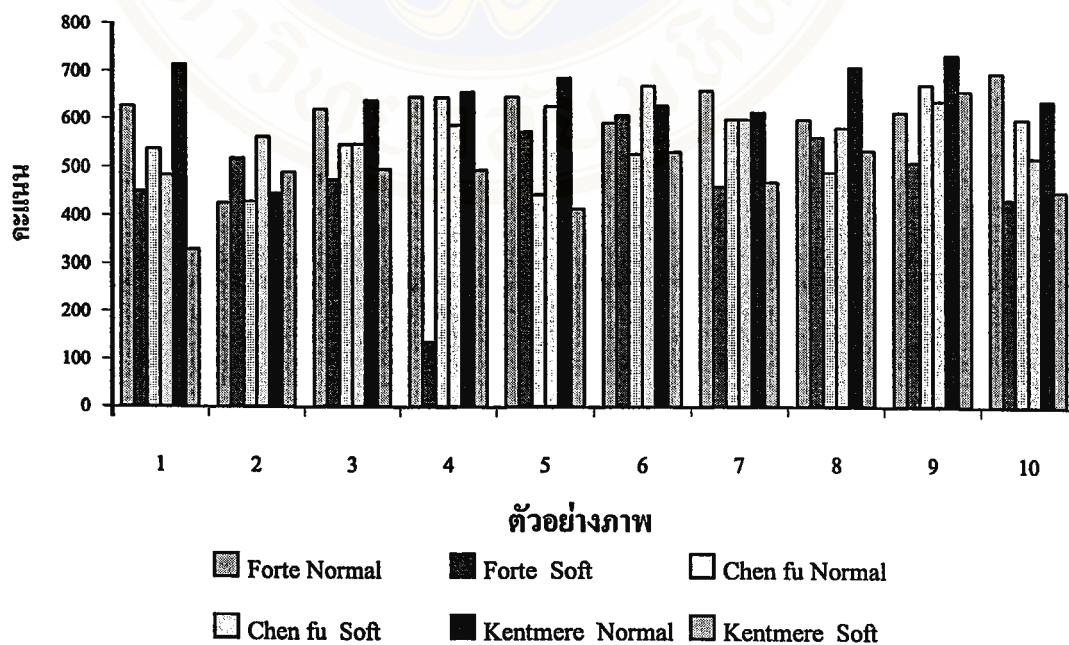
แผนภูมิที่ 10 แสดงคะแนนรวมของกระดาด 3 ยี่ห้อ โดยแยกเป็นเกรด Normal และ Soft ที่อัดขยายภาพตัวอย่างที่ 10 ภาพ “น้ำตก”

ตารางที่ 14.1 แสดงรายละเอียดโดยการเปรียบเทียบคะแนน ของกระดาดอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ยี่ห้อ ในตัวอย่างที่ 10 ภาพ “น้ำตก”

คุณสมบัติของกระดาดอัดขยายภาพ ขาว - ดำ	Forte		Chen fu		Kentmere	
	Normal	Soft	Normal	Soft	Normal	Soft
1. โทนขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวม	180	114	156	134	160	113
2. รายละเอียดบริเวณมืดสุด	170	101	141	125	159	118
3. รายละเอียดบริเวณสว่างสุด	167	109	148	128	155	108
4. ความคมชัดของภาพโดยรวม	177	108	152	130	162	109
คะแนนรวม	694	432	597	517	636	448

ตารางที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนรวมของกระดาษ 3 ยี่ห้อ 2 เกรด ที่อัดขยายภาพตัวอย่าง
ทั้ง 10 ภาพ

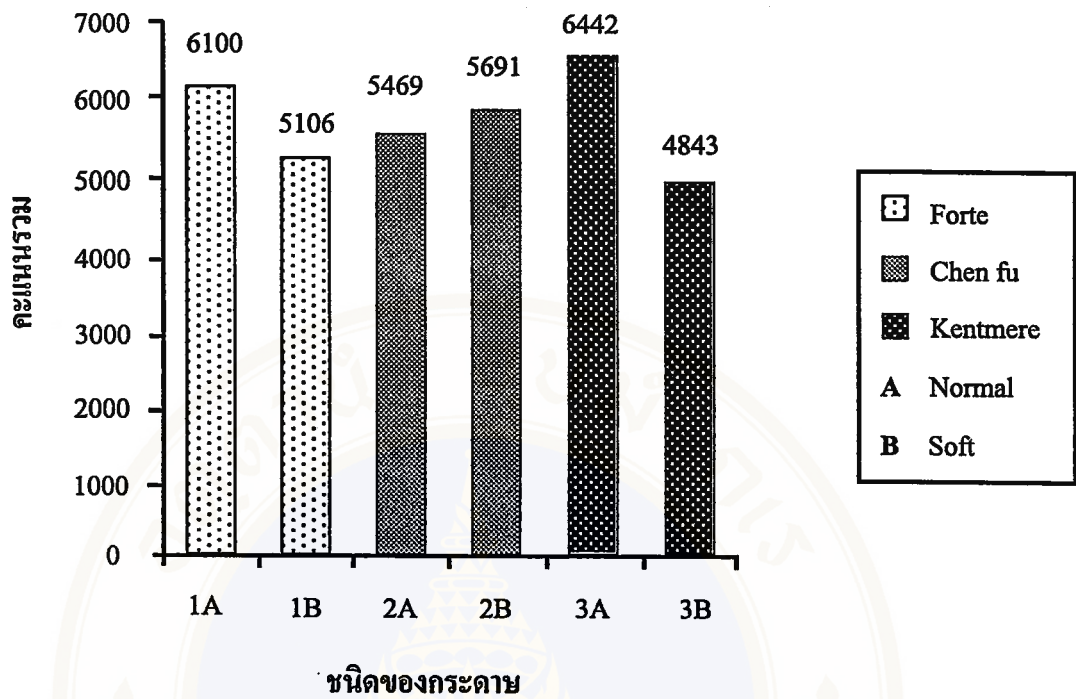
ภาพตัวอย่าง	กระดาษ Forte		กระดาษ Chen fu		กระดาษ Kentmere	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B
1	625	450	537	483	712	328
2	425	517	428	561	445	488
3	617	472	544	545	636	493
4	643	435	642	484	654	491
5	643	570	441	623	684	411
6	589	604	525	667	626	529
7	657	458	597	597	611	467
8	596	560	488	579	706	532
9	611	608	670	635	732	656
10	694	432	597	517	636	448
คะแนน	6100	5106	5769	5691	6442	4843



แผนภูมิที่ 11 แสดงคะแนนรวมของกระดาษ 3 ยี่ห้อ.2 เกรด ที่อัดขยายภาพตัวอย่างทั้ง 10 ภาพ

ตารางที่ 16 แสดงคะแนนทั้งหมดของกระดาษอัดขยายภาพ ขาว-ดำ 3 ยี่ห้อ 2 เกรด ในการอัดขยายภาพตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่าง

ชนิดของกระดาษ	ข้อ	ตัวอย่างที่										รวม
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1A Forte Normal	1	167	114	158	171	169	153	167	156	155	180	1590
	2	146	110	148	157	155	137	164	145	156	170	1488
	3	148	94	152	152	155	144	157	145	146	167	1460
	4	164	107	159	163	164	155	169	150	154	177	1562
	รวม	625	425	617	643	643	589	657	596	611	694	6100
1B Forte Soft	1	114	129	116	112	144	154	115	145	156	114	1299
	2	111	133	115	113	149	150	120	141	146	101	1279
	3	114	123	120	104	133	143	112	134	150	109	1242
	4	111	132	121	106	144	157	111	140	156	108	1286
	รวม	450	517	472	435	570	604	458	560	608	432	5106
2A Chen fu Normal	1	136	111	136	164	113	135	147	122	170	156	1390
	2	131	114	135	151	106	121	149	122	167	141	1337
	3	133	98	135	162	110	134	150	119	162	148	1351
	4	137	105	138	165	112	135	151	125	171	152	1391
	รวม	537	728	544	642	441	525	597	488	670	597	5469
2B Chen fu Soft	1	125	141	141	130	161	171	150	145	162	134	1460
	2	118	140	133	122	156	163	142	145	154	125	1398
	3	119	135	134	116	151	162	153	143	157	128	1398
	4	121	145	137	116	155	171	152	146	162	130	1435
	รวม	483	561	545	484	623	667	597	579	635	517	5691
3A Kentmere Normal	1	188	118	165	174	178	166	160	180	189	160	1678
	2	166	112	156	164	167	145	154	174	178	159	1575
	3	175	108	154	153	168	156	144	172	179	155	1564
	4	183	107	161	163	171	159	153	179	186	162	1624
	รวม	712	445	638	654	684	626	611	705	732	636	6443
3B Kentmere Soft	1	82	126	132	127	103	135	118	138	169	113	1243
	2	82	116	116	125	101	135	122	130	157	118	1202
	3	84	122	125	126	108	129	111	132	166	108	1211
	4	80	124	120	113	99	130	116	132	164	109	1187
	รวม	328	488	493	49	411	529	467	532	656	448	4843



แผนภูมิที่ 12 แสดงคะแนนรวมทั้งหมดของกระดาด 3 ปีห่อ 2 เกรดที่อัดขยายภาพตัวอย่างทั้ง 10 ภาพ

ส่วนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ 3 ยี่ห้อ 2 เกรด จากความคิดเห็นของอาจารย์แพทย์และนักวิชาการ โสตทัศนศึกษาที่เกี่ยวข้องกับงานด้านนี้ โดยตรงจำนวน 52 คน

ตารางที่ 17 สรุปผลการใช้กระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทั้ง 3 ยี่ห้อ 2 เกรด โดยเรียงตามลำดับ 1-3

ตัวอย่างรูป	ลำดับที่	ชนิดกระดาษ	คะแนน
1 “พยาธิใบไม้ในตับ”	1	Kentmere normal	712
	2	Forte normal	625
	3	Chen fu normal	537
2 “PAGE”	1	Chen fu soft	561
	2	Forte soft	517
	3	Kentmere soft	488
3 “ฟัน”	1	Kentmere normal	638
	2	Forte normal	617
	3	Kentmere normal Chen fu soft	545
4 “การเย็บแผล”	1	Kentmere normal	654
	2	Forte normal	643
	3	Chen fu normal	642
5 “X-Rays Chests”	1	Kentmere normal	684
	2	Forte normal	643
	3	Chen fu normal	623
6 “X-Rays C.T.”	1	Chen fu soft	667
	2	Kentmere normal	626
	3	Forte soft	604
7 “โรคผิวหนัง”	1	Forte normal	657
	2	Kentmere normal	611
	3	Chen fu normal & soft	597,597
8 “Copy”	1	Kentmere normal	705
	2	Forte normal	596
	3	Chen fu soft	579
9 “ลายเส้น”	1	Kentmere normal	732
	2	Chen fu normal	670
	3	Kentmere soft	656
10 “น้ำตก”	1	Forte normal	694
	2	Kentmere normal	636
	3	Chen fu normal	597

ตัวอย่างที่ 1 ภาพ “พยาธิใบไม้ในตับ” เปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ โดยการลงรายละเอียดเฉพาะเกรดกระดาษที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุด และเรียงตามลำดับจากความเหมาะสมมากที่สุดในแต่ละชนิด โดยเรียงตามลำดับดังนี้คือ

กระดาษ Kentmere

กระดาษ Normal มีน้ำหนักขาว, เทา, ดำ โดยส่วนรวมดีมาก อีกทั้งรายละเอียดในบริเวณดำของภาพคือบริเวณไข่ของพยาธิ และบริเวณขาวสุดของภาพคือบริเวณช่องว่าง มีรายละเอียดชัดเจนคอนทราสต์ของกระดาษโดยรวมแยกแยะน้ำหนักได้ดี ทำให้รายละเอียดของภาพชัดเจนดีมาก

กระดาษ Forte

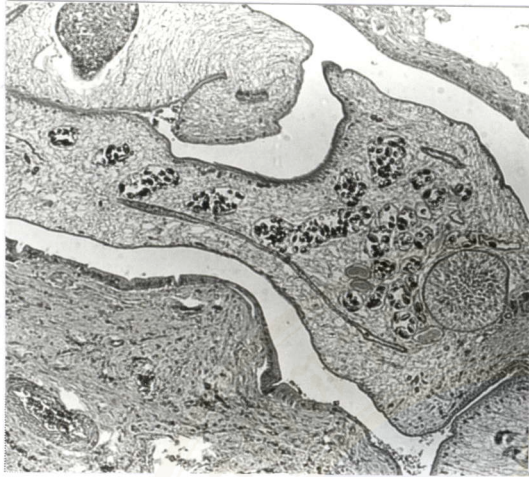
กระดาษ Normal มีน้ำหนัก ขาว, เทา, ดำของภาพโดยส่วนรวมดีอีกทั้งรายละเอียดของภาพในบริเวณดำของภาพหรือตรงไข่ของพยาธิ สามารถมองเห็นได้ชัด แม้ในส่วนขาวคือบริเวณช่องว่าง ยังมีน้ำหนักของสีเทาจางๆ ให้เห็นได้ชัดเจน เนื่องจากภาพแยกน้ำหนักขาว, เทา, ดำได้ดี จึงทำให้เห็นรายละเอียดได้ชัดเจน

กระดาษ Chen fu

กระดาษ Normal มีน้ำหนัก ขาว, เทา, ดำ ของภาพโดยส่วนรวมแยกไปชัดเจนบริเวณส่วนดำของภาพหรือตรงบริเวณไข่ของพยาธิ มีน้ำหนักสีเทาดี แต่ในส่วนดำไม่ดำสนิท และส่วนที่ขาวของภาพคือบริเวณช่องว่างจะมีน้ำหนักของสีเทาจางๆ ให้เห็นแต่ไม่ชัดเจนเพราะมีน้ำหนักสีขาวในภาพน้อยมาก ดังนั้นถ้าภาพมีส่วนสีเทาและสีดำเพิ่มขึ้นจะทำให้เห็นรายละเอียดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

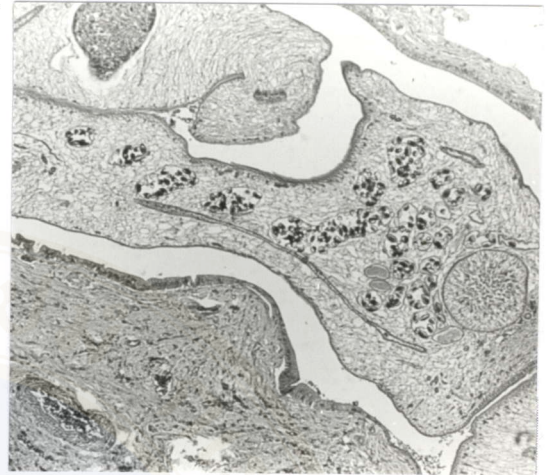
รูปที่ 8 ภาพตัวอย่างที่ 1 ภาพ “พยาธิใบไม้ในตับ”

★★

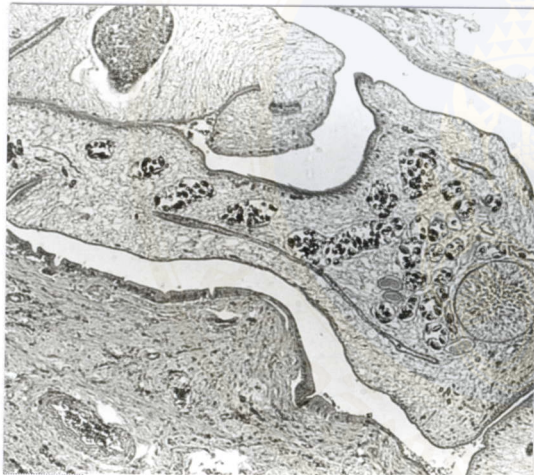


Forte normal

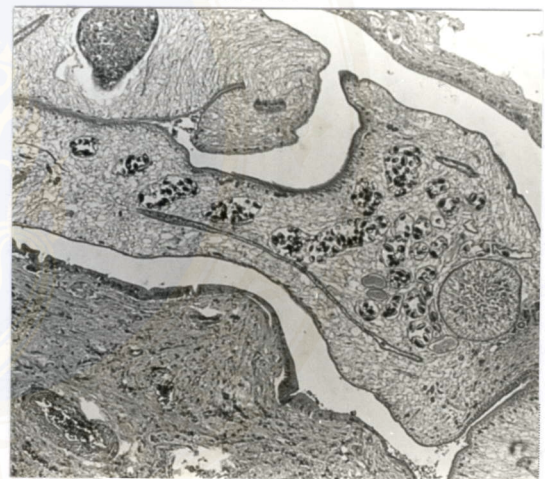
★★★



Forte soft

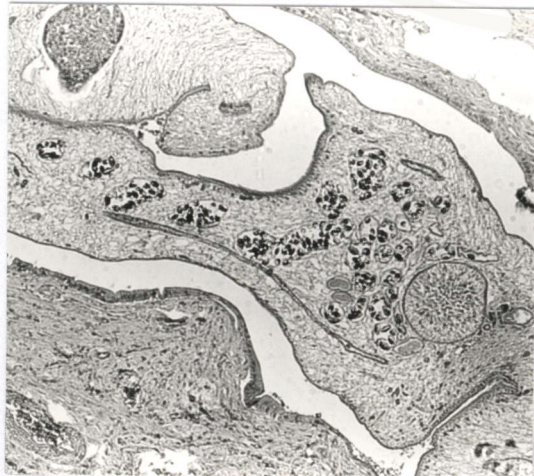


Chen fu normal

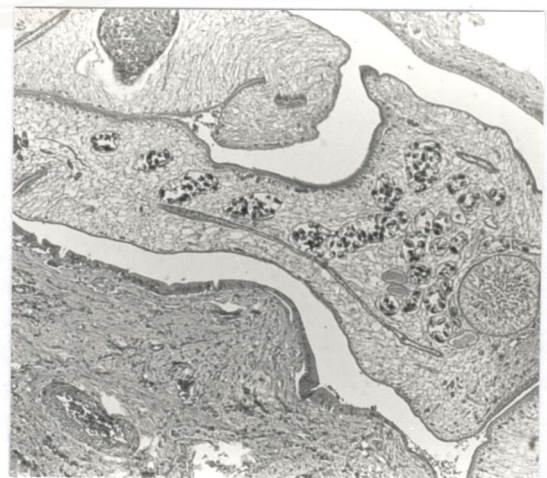


Chen fu soft

★



Kentmere normal



Kentmere soft

★ คะแนนมากอันดับหนึ่ง ★★ คะแนนอันดับสอง ★★★ คะแนนอันดับสาม

ตัวอย่างที่ 2 ภาพ “PAGE” เปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ โดยลงรายละเอียดเฉพาะเกรดกระดาษที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดและเรียงตามลำดับจากความเหมาะสมมากที่สุดในแต่ละชนิดดังนี้คือ

กระดาษ Chen fu

กระดาษ Soft มีน้ำหนักของภาพคือ ขาว, เทา, ดำโดยส่วนรวมดีมากและในบริเวณดำของภาพคือบริเวณ Bar ของ Gel แต่ละแถวมีน้ำหนักลดหลั่นกันดี ทำให้แยกแยะรายละเอียดได้ชัดเจนดีมาก แม้ในบริเวณส่วนที่ขาวคือพื้นของ Gel จะขาวไม่สนิทก็ตาม

กระดาษ Forte

กระดาษ Soft มีน้ำหนัก ขาว, เทา, ดำของภาพโดยส่วนรวมดี รายละเอียดในบริเวณดำของภาพหรือบริเวณ Bar ของ Gel มองเห็นระดับน้ำหนักของสีเทาอ่อน-แก่ได้ดี ในบริเวณส่วนขาวคือพื้นของ Gel จะเหมือนต้นฉบับคือขาวไม่สนิท แต่เนื่องจากน้ำหนักในส่วนสีดำจึงทำให้ภาพมีความชัดเจนขึ้น

กระดาษ Kentmere

กระดาษ Soft น้ำหนัก ขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวมยังไม่ชัดเจนนัก ในส่วนดำสุดของภาพคือบริเวณ Bar ของ Gel มีน้ำหนักของสีดำน้อยแต่ในส่วนของสีเทาอ่อน-แก่ มีน้ำหนักดี ในส่วนขาวของภาพคือพื้นของ Gel ขาวทำให้ภาพโดยรวมมีคอนทราสต์ขึ้นมาบ้าง และถ้าน้ำหนักสีดำเพิ่มขึ้นจะช่วยให้รายละเอียดของภาพคือ Bar ของ Gel ชัดเจนขึ้นกว่านี้

รูปที่ 9 ภาพตัวอย่างที่ 2 ภาพ “PAGE”

1



2

★★



1.Forte normal

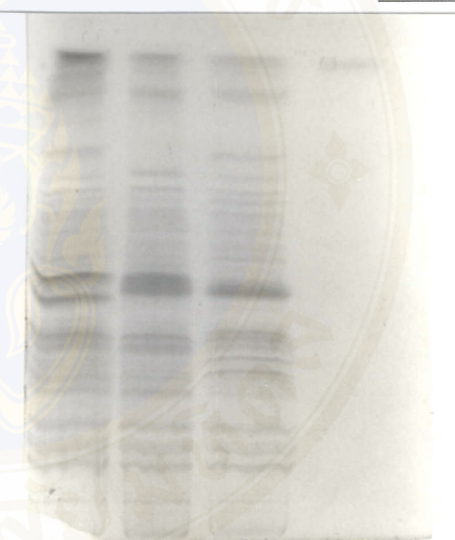
2.Forte soft

1



2

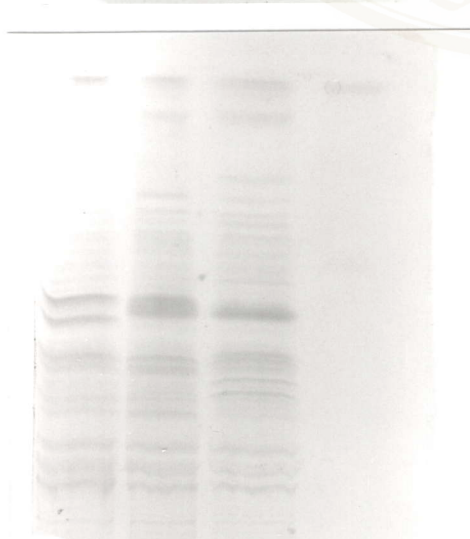
★



1.Chen fu normal

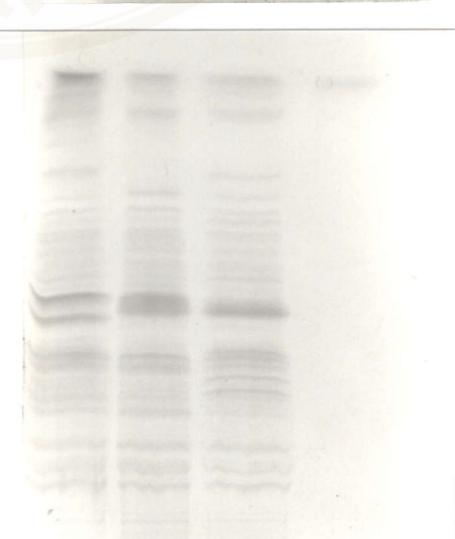
2.Chen fu soft

1



2

★★★★



1.Kentmere normal

2.Kentmere soft

★ คะแนนมากอันดับหนึ่ง

★★ คะแนนอันดับสอง

★★★ คะแนนอันดับสาม



ตัวอย่างที่ 3 ภาพ “ฟัน” เปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ โดยลงรายละเอียดเฉพาะเกรดกระดาษที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดและเรียงตามลำดับจากความเหมาะสมมากที่สุดในแต่ละชนิดดังนี้คือ

กระดาษ Kentmere

กระดาษ Normal น้ำหนัก ขาว, เทา, ดำ ของภาพโดยรวมดีมาก แยกบริเวณด้านหน้า และหลังของฟันได้ดี ในบริเวณคำสุดของภาพบริเวณร่องฟันยังแสดงให้เห็นรายละเอียดได้ชัดเจน และในส่วนขอบบริเวณขาวสุดคือไฮไลต์ของฟันยังมีน้ำหนักขาว, เทาจาง ๆ ช่วยให้ภาพนุ่มขึ้น โดยส่วนรวมภาพแยกน้ำหนักได้ดีทำให้ความชัดเจนของภาพดีมาก

กระดาษ Forte

กระดาษ Normal มีน้ำหนัก ขาว, เทา, ดำ ของภาพโดยรวมดี ช่วยให้ภาพมีมิติ รายละเอียดของภาพบริเวณส่วนดำสามารถเห็นได้ดี แต่ความดำสุดของกระดาษยังดำไม่เต็มที่สังเกตได้ที่บริเวณร่องฟัน ถ้าดำสนิทจะช่วยภาพมีคอนทราสต์เพิ่มขึ้น ส่วนรายละเอียดของบริเวณสีขาวหรือไฮไลต์ของฟันจะแสดงค่าสีขาวดี ความชัดเจนของภาพโดยรวมดี

กระดาษ Chen fu

กระดาษ Soft และ Normal มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกันมาก จะต่างกันก็เพียงแต่เรื่องน้ำหนักขาว, เทา, ดำ โดยรวมของภาพโดยกระดาษ soft จะมีน้ำหนักขาว, เทา, ดำดีกว่า กระดาษ Normal ไม่มาก ในส่วนของภาพที่ดี คือบริเวณร่องฟันจะมีน้ำหนักสีดำมากที่สุด และในส่วนเทาอ่อน, แก่ ก็แยกน้ำหนักได้ ส่วนบริเวณที่ขาวคือไฮไลต์ของฟัน จะมีสีขาวแต่ขาวไม่สนิท ดังนั้นเมื่อมองภาพความชัดเจนโดยรวมภาพยังไม่ชัดเจน เพราะคอนทราสต์ของภาพในส่วนสีขาวมีน้อยไป

รูปที่ 10 ภาพตัวอย่างที่ 3 ภาพ “ฟัน”



Forte normal



Forte soft

★★



Chen fu normal



Chen fu soft

★★★★



Kentmere normal



Kentmere soft

★

★ คะแนนมากอันดับหนึ่ง ★★ คะแนนอันดับสอง ★★★ คะแนนอันดับสาม

ตัวอย่างที่ 4 ภาพ “การเย็บแผล” เปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ โดย
การลงรายละเอียดเฉพาะเกรดกระดาษที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดและเรียงตาม
ลำดับจากความเหมาะสมมากที่สุดในแต่ละชนิดดังนี้คือ

กระดาษ Kentmere

กระดาษ Normal สามารถเก็บรายละเอียดของน้ำหนักขาว, เทา, ดำของภาพโดยส่วนรวมได้ดีมาก ในบริเวณส่วนที่มีดคือช่องท้องและผิวหนังจะเห็นรายละเอียดในส่วนมืดได้ชัดเจน และในบริเวณที่ขาวของภาพคือบริเวณผิวหนังชั้นบนยังแสดงรายละเอียดของโทนสีเทาจาง ๆ ให้เห็น โดยที่รายละเอียดไม่หายไป ความชัดเจนของภาพโดยรวมรวมดีมาก

กระดาษ Chen fu

กระดาษ Normal สามารถเก็บรายละเอียดของน้ำหนัก ขาว, เทา ดำของภาพได้พอสมควร แต่ในบริเวณที่ดำของภาพ คือในช่องท้องและผิวหนังจะเห็นรายละเอียดได้ไม่ดีเท่าที่ควรในส่วนที่ขาวของภาพคือบริเวณผิวหนังชั้นบน สามารถแสดงรายละเอียดได้ชัดเจนดีมาก ดังนั้นความชัดเจนของภาพโดยรวมเห็นรายละเอียดชัดเจนดี

กระดาษ Forte

ภาพ “การเย็บแผลนี้” เป็นภาพที่มีน้ำหนักของภาพในระดับโทนขาว, เทา, ดำค่อนข้างชัดเจน และกระดาษ Normal ของ Forte ก็สามารถเก็บรายละเอียดในส่วนนี้ ครบคลุมทั้งหมดได้ดี ในบริเวณช่องท้องที่ผ่าตัดจะเป็นบริเวณที่ขาว คือ บริเวณผิวหนังชั้นบนรายละเอียดก็ยังปรากฏให้เห็นได้ชัดเจน ความชัดเจนของภาพโดยรวมอยู่ในขั้นที่ดี

รูปที่ 11 ภาพตัวอย่างที่ 4 ภาพ “การเย็บแผล”

★★



Forte normal



Forte soft

★★★★

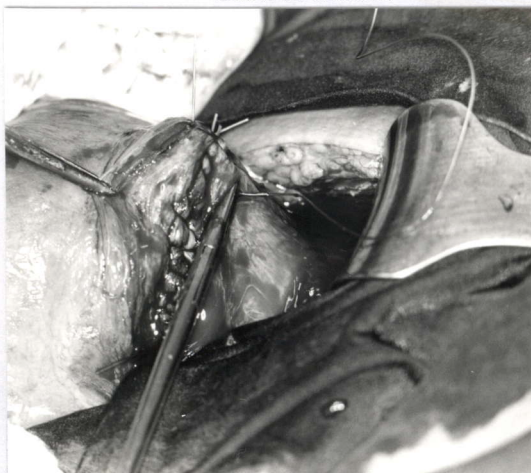


Chen fu normal



Chen fu soft

★



Kentmere normal



Kentmere soft

★ คะแนนมากอันดับหนึ่ง ★★ คะแนนอันดับสอง ★★★ คะแนนอันดับสาม

ตัวอย่างที่ 5 ภาพ “X-Rays Chests” เปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาดัดขยายภาพขาว-ดำ โดยการลงรายละเอียดเฉพาะเกรดกระดาดที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดและเรียงตามลำดับจากความเหมาะสมมากที่สุดในแต่ละชนิดดังนี้คือ

กระดาด Kentmere

กระดาด Normal มีน้ำหนักของภาพในส่วนขาว, เทา, ดำ โดยส่วนรวมดีมาก รายละเอียดของภาพบริเวณของ Rib ตรงขอบของ heart ด้านซ้ายของภาพซึ่งเป็นส่วนที่ดำแต่กระดาดก็ยังแสดงรายละเอียดได้ดี และบริเวณ Sternum ที่มีบริเวณขาว ก็ยังสามารถมองเห็นรายละเอียดซึ่งแยกเป็นน้ำหนักเทาอ่อน ๆ ได้ชัดเจน ภาพโดยรวมแสดงความชัดเจนของภาพได้ดีมาก

กระดาด Forte

กระดาด Normal มีน้ำหนัก ขาว, เทา, ดำ ของภาพโดยส่วนรวมดี รายละเอียดของภาพบริเวณดำสุดคือสังเกตได้จากตรงส่วนของ Rib บริเวณขอบของ Heart ด้านซ้ายของภาพถึงแม้จะดำแต่ก็ยังแสดงรายละเอียดให้เห็นได้ชัดเจนและในบริเวณที่ขาวคือ Sternum จะแยกแยะรายละเอียดได้ชัดเจน ความชัดเจนโดยรวมสามารถเก็บรายละเอียดได้ชัดเจนดี

กระดาด Chen fu

กระดาด Normal มีน้ำหนักของภาพโดยรวมยังไม่น่าพอใจ เนื่องจาก รายละเอียดบริเวณสีขาวสังเกตได้จากบริเวณ Sternum จะมีความขาวมากทำให้รายละเอียดในส่วนนี้หายไป แต่บริเวณที่ดำคือบริเวณของ Rib ตรงขอบของ Heart ด้านซ้ายของภาพ จะแสดงรายละเอียดได้ดี เมื่อดูความชัดเจนของภาพโดยรวมยังเห็นรายละเอียดไม่ชัดเจน

รูปที่ 12 ภาพตัวอย่างที่ 5 “X-Rays Chests”

1
★★



2



1.Forte normal

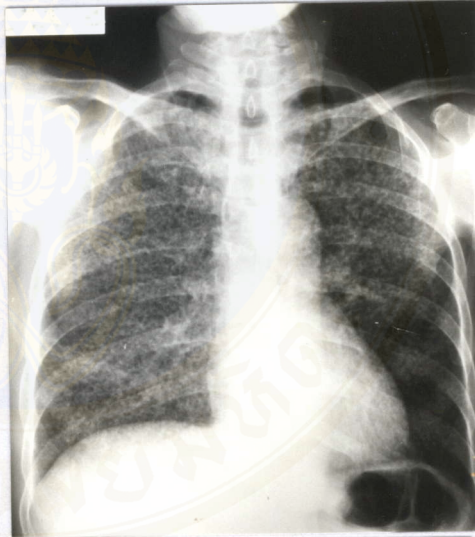
2.Forte soft

1



2

★★

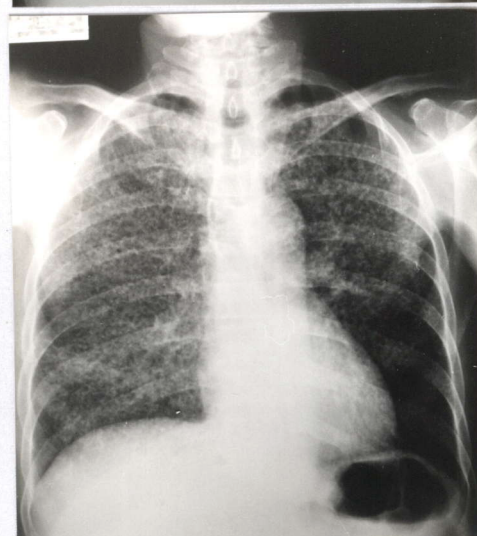


1.Chen fu normal

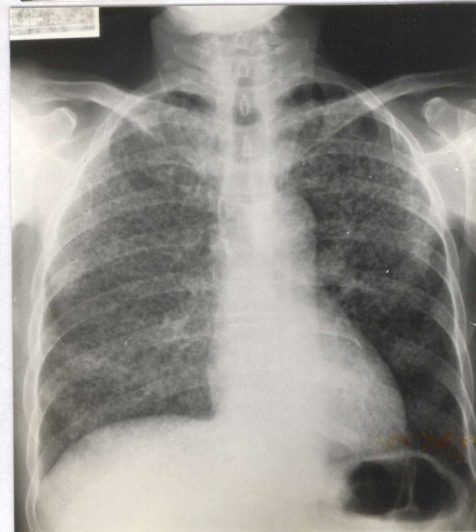
2.Chen fu soft

1

★



2



1.Kentmere normal

2.Kentmere soft

★ คะแนนมากอันดับหนึ่ง

★★ คะแนนอันดับสอง

★★★ คะแนนอันดับสาม

Copyright by Mahachulalongkornrajavidyalaya University

ตัวอย่างที่ 6 ภาพ “X-RayS C.T.” เปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ โดยการลงรายละเอียดเฉพาะเกรดกระดาษที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดและเรียงตามลำดับจากความเหมาะสมมากที่สุดในแต่ละชนิดดังนี้คือ

กระดาษ Chen fu

กระดาษ Soft มีน้ำหนักของภาพคือ ขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวม มีความลดหลั่นของน้ำหนักดีมาก รายละเอียดบริเวณดำของภาพโดยรวมแสดงรายละเอียดได้ดี และบริเวณขาวของภาพสามารถแยกน้ำหนักของโทนขาว-เทาได้ชัดเจน ทำให้รายละเอียด, ความชัดเจนของภาพโดยรวมดีมาก

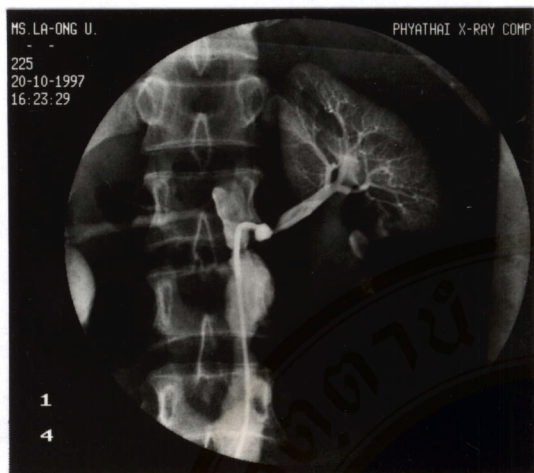
กระดาษ Kentmere

กระดาษ Normal น้ำหนัก ขาว, เทา, ดำ ของภาพโดยรวมมีความลดหลั่นของน้ำหนักที่ดี บริเวณที่ดำของภาพแสดงรายละเอียดได้ไม่ชัดเจนและค่าความดำสูงสุดของกระดาษแสดงได้ไม่เต็มที่นัก ส่วนรายละเอียดบริเวณที่ขาวแยกแยะรายละเอียดของความขาว, เทาอ่อนได้ดี ทำให้รายละเอียดของภาพโดยรวมมีความชัดเจนดี

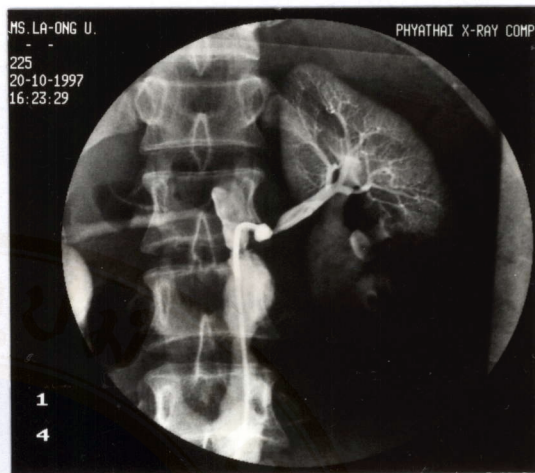
กระดาษ Forte

กระดาษ Soft มีน้ำหนัก ขาว, เทา, ดำ ของภาพโดยส่วนรวมมีความลดหลั่นกันดี รายละเอียดของภาพในส่วนดำเห็นชัดเจนแต่ ค่าความดำสุดของกระดาษยังดำไม่เต็มที่ รายละเอียดบริเวณขาวแยกแยะรายละเอียดได้ แต่ค่าความขาวสุดของกระดาษยังขาวได้ไม่เต็มที่ รายละเอียดความชัดเจนของภาพสามารถเห็นรายละเอียดพอสมควร

รูปที่ 13 ภาพตัวอย่างที่ 6 ภาพ “X-Rays C.T.”



Forte normal

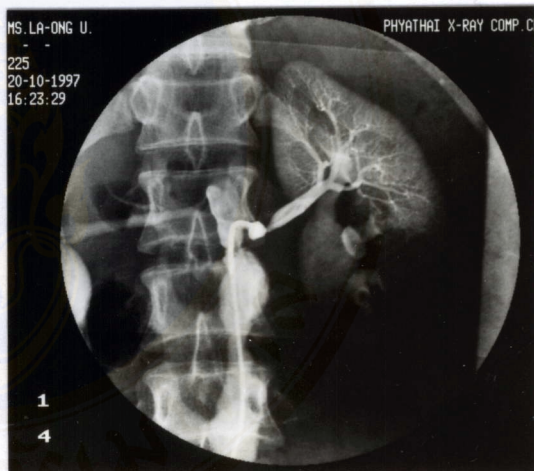


Forte soft

★★★

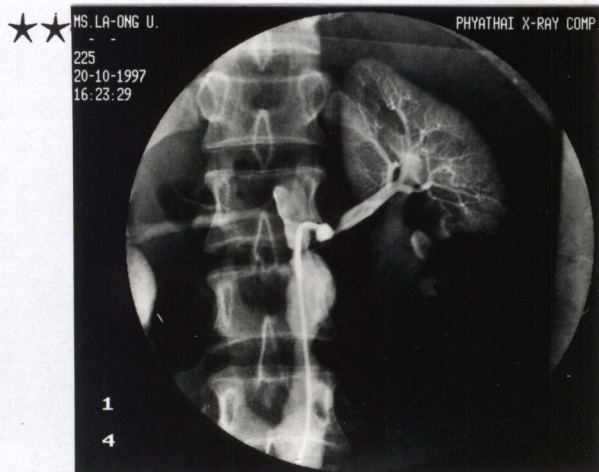


Chen fu normal

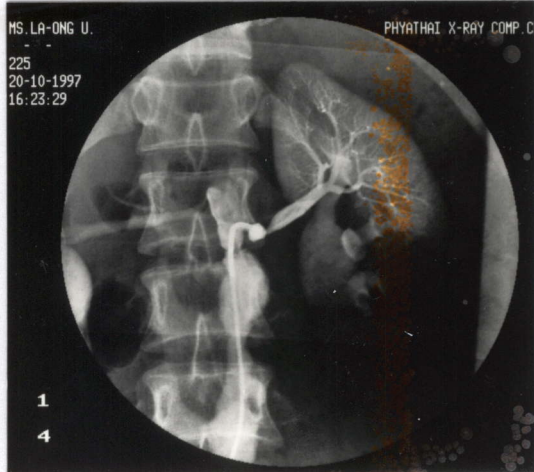


Chen fu soft

★



Kentmere normal



Kentmere soft

★★

★ คะแนนมากอันดับหนึ่ง ★★ คะแนนอันดับสอง ★★★ คะแนนอันดับสาม

ตัวอย่างที่ 7 ภาพ “โรคผิวหนัง” เปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ โดยการลงรายละเอียดเฉพาะเกรดกระดาษที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดและเรียงตามลำดับจากความเหมาะสมมากที่สุดในแต่ละชนิดดังนี้คือ

กระดาษ Forte

กระดาษ Normal มีน้ำหนัก ขาว, เทา, ดำ ถดถอยกันดี ทำให้ภาพมีความอึดตัวในโทนของภาพมากขึ้นรายละเอียดในส่วนที่มีด ในที่นี้คือบริเวณผมสามารถแสดงรายละเอียดในน้ำหนักเทา, เทาแก่ได้ชัดเจน ส่วนบริเวณขาวก็ตรงเส้นของตัวอย่าง จะแยกออกจากพื้นหลังได้ ความคมชัดของภาพโดยรวมมีความชัดเจนดีมาก

กระดาษ Kentmere

กระดาษ Normal มีน้ำหนัก ขาว, เทา, กลางของภาพโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี บริเวณดำสุดของภาพคือบริเวณผมมีรายละเอียดในส่วนที่ดำ และในบริเวณปกเสื้อที่เป็นสีขาวที่สุดของภาพ มีรายละเอียดของโทนขาว, เทาอ่อนแยกระดับน้ำหนักได้น้อย แต่เมื่อดูความชัดของภาพโดยรวมมีความชัดเจนดี

กระดาษ Chen fu

กระดาษ Normal และกระดาษ Soft มีน้ำหนักของภาพคือ ขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวมใกล้เคียงกัน แต่ในส่วนของภาพกระดาษ Soft จะมีความดำของภาพโดยรวมมากกว่ากระดาษ Normal สังเกตได้จากบริเวณผมจะมีน้ำหนักเทาน้อยมากในความดำ แต่กระดาษ Normal จะแยกน้ำหนักเทาในความดำมากกว่า และในส่วนขาวของภาพกระดาษ Normal จะแยกน้ำหนักของรายละเอียดบริเวณปกเสื้อได้น้อยกว่ากระดาษ Soft แต่เมื่อเทียบดูความคมชัดโดยรวมของกระดาษทั้ง Normal และ Soft จะมีความคมชัดพอสมควร

รูปที่ 14 ภาพตัวอย่างที่ 7 “ภาพโรคผิวหนัง”

1
★



2



- 1.Forte normal
- 2.Forte soft

1
★★★★



2
★★★★



- 1.Chen fu normal
- 2.Chen fu soft

1
★★



2



- 1.Kentmere normal
- 2.Kentmere soft

★ คะแนนมากอันดับหนึ่ง ★★ คะแนนอันดับสอง ★★★★★ คะแนนอันดับสาม

ตัวอย่างที่ 8 ภาพ “Copy” เปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ โดยการลงรายละเอียดเฉพาะเกรดกระดาษที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดและเรียงตามลำดับจากความเหมาะสมมากที่สุดในแต่ละชนิดดังนี้คือ

กระดาษ Kentmere

กระดาษ Normal มีน้ำของภาพโดยรวมคือขาว, เทา, ดำ มีครบหมดลดหลั่นกันไปทำให้ภาพมีความสวยงามดีมาก ในส่วนที่ดีคือตัวอักษรและลายเส้นจะมีความดำสนิทมาก แต่ในบริเวณสีรณะของภาพ Copy จะแยกแยกน้ำหนักได้ชัดเจนขึ้น ในส่วนขาวที่สุดของภาพ คือ พื้นกระดาษ มีความขาวเทียบเท่าความขาวของกระดาษ แต่เมื่อดูลักษณะมองภาพโดยรวม จะมีความชัดเจนของภาพดีมาก

กระดาษ Forte

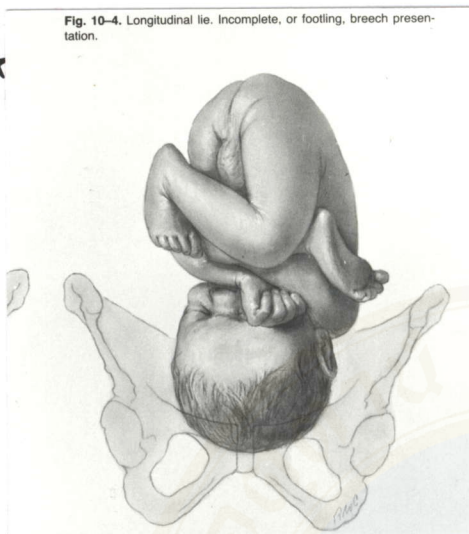
กระดาษ Normal กระดาษสามารถบันทึกน้ำหนักขาว, เทา, ดำ ของภาพโดยรวมได้ดีในส่วนมืดของภาพคือตรงสายเส้นหรือตัวหนังสือ คำว่า Fig.10 มีความดำดี แต่ไม่ดำเต็มที่เท่าค่าความดำสูงสุดของกระดาษ และบริเวณขาวสุดของภาพคือบริเวณของเท้าเด็กในภาพ มีรายละเอียดดี เมื่อมองความชัดเจนโดยรวมภาพมีความคมชัดดี

กระดาษ Chen fu

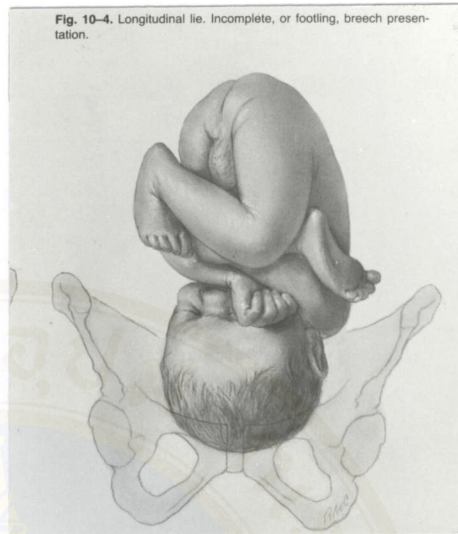
กระดาษ Soft มีน้ำหนักของภาพคือ ขาว, เทา, ดำยังไม่ดีนัก เนื่องจากกระดาษแยกน้ำหนักได้ไม่ดีทำให้ภาพโดยทั่วไปมีสีเทาแก่ ๆ ในส่วนดำของภาพ แสดงรายละเอียดของน้ำหนักภาพได้ดี เช่นดูจากตัวหนังสือและบริเวณผมส่วนที่ขาวสุดคือบริเวณพื้นเบ็คกราวด์ ยังไม่ขาวเท่าที่ควรทำให้ภาพดูนูนไปบ้าง แต่ความชัดเจนโดยรวมดีพอสมควร

รูปที่ 15 ภาพตัวอย่างที่ 8 “Copy”

1
★★

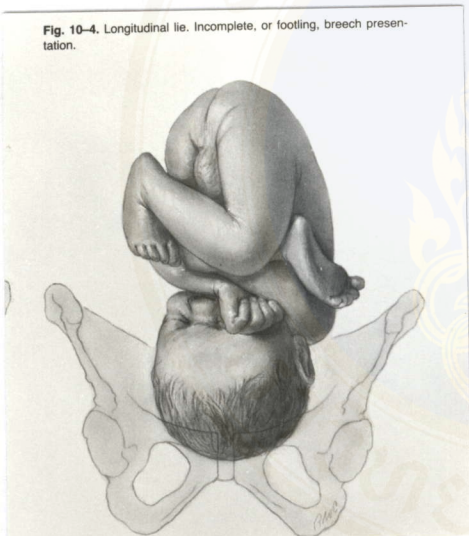


2

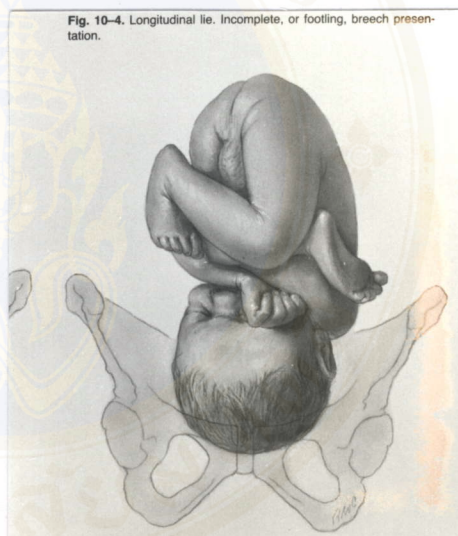


- 1.Forte normal
- 2.Forte soft

1



2



★★

- 1.Chen fu normal
- 2.Chen fu soft

1
★



2



- 1.Kentmere normal
- 2.Kentmere soft

★ คะแนนมากอันดับหนึ่ง ★★ คะแนนอันดับสอง ★★★ คะแนนอันดับสาม

ตัวอย่างที่ 9 ภาพ “ลายเส้น” เปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาศอักษายภาพขาว-ดำ โดยการลงรายละเอียดเฉพาะเกรดกระดาศที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดและเรียงตามลำดับจากความเหมาะสมมากที่สุดในแต่ละชนิดดังนี้คือ

เนื่องจากตัวอย่างภาพ “ลายเส้น” จะมีน้ำหนักภาพเป็นเพียงสีขาวกับสีดำ สีขาวคือพื้นกระดาศหรือแบ็คกราวด์ ส่วนสีดำคือเส้นที่วาดลงบนกระดาศ จากการวิเคราะห์ภาพโดยดูจากคะแนนของผู้กรอกแบบสอบถามพร้อมกับภาพประกอบกันไป ทำให้ทราบว่าค่าที่ได้สามารถอธิบายเป็นแต่ละชนิดของกระดาศ โดยไม่ต้องแยกเป็นเกรดกระดาศแต่ละชนิด

กระดาศ Kentmere

น้ำหนักของภาพขาว, เทา, ดำ โดยส่วนรวมดีมาก ความดำหรือรายละเอียดของเส้นมีความคมชัด ในส่วนสีขาวคือพื้นกระดาศมีความขาวดี ทำให้ภาพดูเด่นชัด รายละเอียดชัดเจนดีมาก

กระดาศ Chen fu

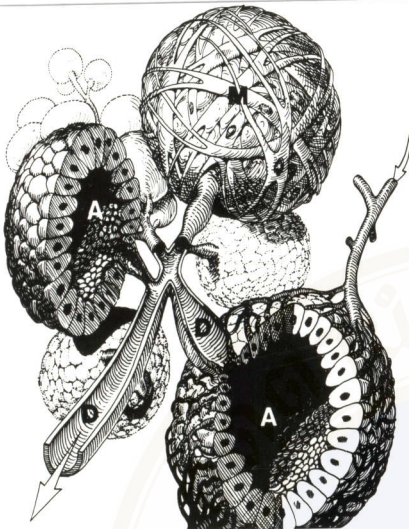
น้ำหนักขาว, เทา, ดำของภาพ โดยส่วนรวม ส่วนดำของภาพคือเส้นต่าง ๆ แสดงรายละเอียดได้ดี ความขาวของภาพคือพื้นกระดาศขาวทำให้ภาพเด่น ความชัดเจนโดยส่วนรวมดี

กระดาศ Forte

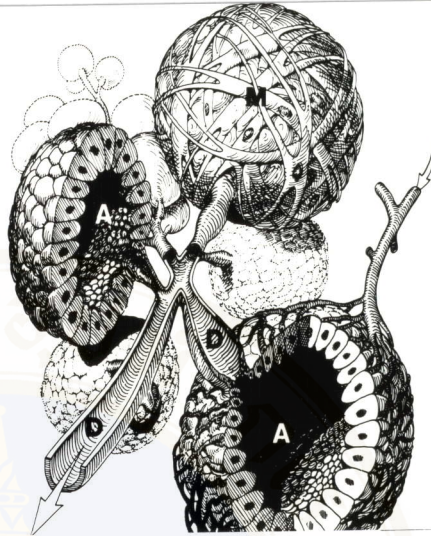
น้ำหนักของภาพในส่วนขาว, เทา, ดำ โดยส่วนรวมใช้ได้ ความดำของภาพมีความดำสูงที่สุดในค่าของกระดาศ แต่ในส่วนขาวของภาพคือพื้นผิวกระดาศจะมีโทนขาวอมเหลืองทำให้ภาพขาดความสดใส ความชัดเจนโดยรวมดีพอใช้ เห็นรายละเอียดได้ชัดเจน

รูปที่ 16 ภาพตัวอย่างที่ 9 “ลายเส้น”

1



2

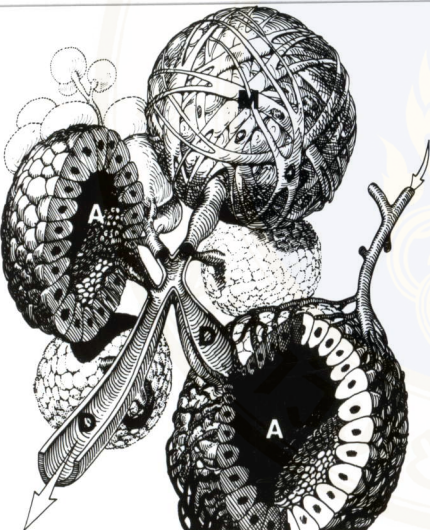


1.Forte normal

2.Forte soft

1

★★



2

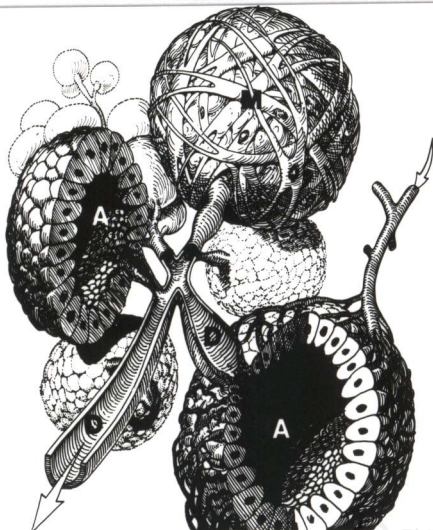


1.Chen fu normal

2.Chen fu soft

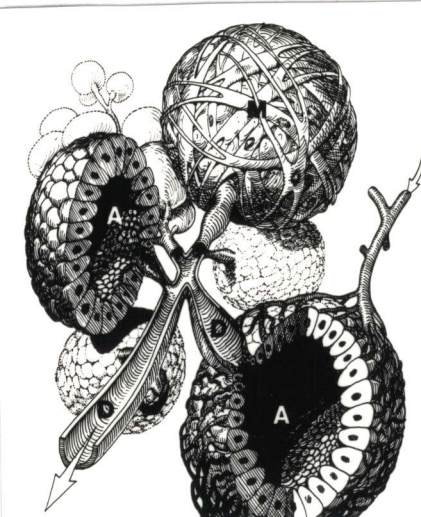
1

★



2

★★★



1.Kentmere normal

2.Kentmere soft

★ คะแนนมากอันดับหนึ่ง

★★ คะแนนอันดับสอง

★★★ คะแนนอันดับสาม

ตัวอย่างที่ 10 ภาพ “น้ำตก” เปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ โดยการลงรายละเอียดเฉพาะเกรดกระดาษที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่สุดและเรียงตามลำดับจากความเหมาะสมมากที่สุดในแต่ละชนิดดังนี้คือ

กระดาษ Forte

กระดาษ Normal กระดาษสามารถบันทึกน้ำหนักขาว, เทา, ดำของภาพโดยส่วนรวมได้ครบถ้วนดีมาก รายละเอียดในส่วนที่ดำของภาพ เช่นในเงามืด ๆ ของน้ำตก ด้านซ้ายมือจะเห็นรายละเอียดในเงามืดได้ชัดเจน และในการฟุ้งของน้ำตกในส่วนที่เป็นสีขาวจะยังคงแสดงรายละเอียดเป็นสีเทาอ่อน ๆ ทำให้ภาพดูนุ่มนวลมีมิติความชัดเจนของภาพโดยรวมแสดงรายละเอียดได้ดีมาก

กระดาษ Kentmere

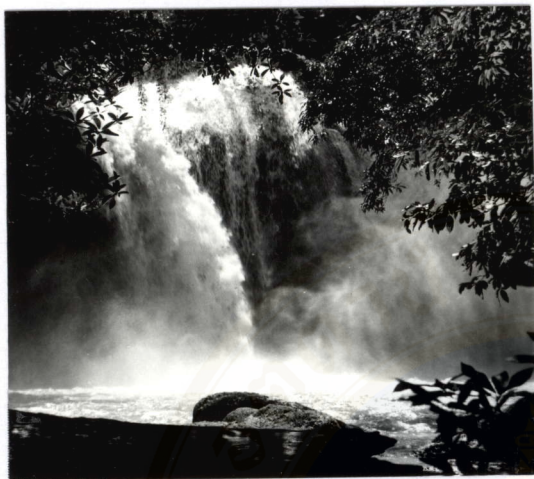
กระดาษ Normal ได้แสดงค่าน้ำหนักขาว, เทา, ดำของภาพโดยรวมได้ดี สืบเนื่องจากบริเวณเงาของน้ำตกแม้ในความดำก็ยังแยกแยะรายละเอียดของภาพได้ชัดเจนดี และในส่วนที่ขาวจะไม่ขาวโพลนมาก จะมีน้ำหนักเทาจาง ๆ แทรกอยู่ ความชัดเจนโดยรวมภาพให้ความชัดเจนที่ดี

กระดาษ Chen fu

กระดาษ Soft มีน้ำหนัก ขาว, เทา, ดำของภาพโดยส่วนรวมกระดาษสามารถเก็บรายละเอียดได้พอสมควร ในส่วนที่ดำของภาพตรงบริเวณเงาของน้ำตกด้านซ้ายมือของภาพจะแสดงรายละเอียดได้ชัดเจน ส่วนที่ขาวของภาพคือน้ำตกแสดงรายละเอียดได้ชัดเจนพอสมควร แต่มีความไม่สดใสของภาพ จากสีขาวที่ขาวไม่เต็มที่ความชัดเจนโดยรวมแสดงได้พอสมควร

รูปที่ 17 ภาพตัวอย่างที่ 10 ภาพ “น้ำตก”

★



Forte normal



Forte soft

★★★



Chen fu normal



Chen fu soft

★★



Kentmere normal



Kentmere soft

★ คะแนนมากอันดับหนึ่ง ★★ คะแนนอันดับสอง ★★★ คะแนนอันดับสาม

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ 3 ยี่ห้อที่แบ่งเป็น 2 เกรด คือ Normal และ Soft โดยต้องการทราบรายละเอียดในด้านความคมชัด โทนขาว, เทา, ดำ รายละเอียดในบริเวณที่มีด, รายละเอียดในบริเวณที่สว่างของภาพ โดยรวมว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรในขั้นตอนการสร้างภาพ, หยุดภาพและคงสภาพในสถานะเดียวกัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ ขนาดโปสการ์ด จำนวน 3 ยี่ห้อ คือ กระดาษ Forte, กระดาษ Chen fu, กระดาษ Kentmere โดยแต่ละยี่ห้อ มี 2 เกรด คือ Normal และ Soft ภาพตัวอย่างที่บันทึกในฟิล์มเนกาตีฟสำหรับขยายภาพจำนวน 10 ตัวอย่างเป็นภาพที่เกี่ยวข้องกับงานวิชาการด้านการแพทย์ โดยแบ่งบันทึกเป็น negative normal และ negative soft ในการอัดขยายใช้ negative normal สำหรับกระดาษเกรด normal และ negative Over exposure 1-2 stop สำหรับกระดาษเกรด soft

ภาพที่ได้จากการทดลอง 60 ภาพ นำมาจัดเรียงเป็นรูปเล่มพร้อมทั้งออกแบบสอบถามเพื่อประเมินคุณสมบัติของกระดาษทั้ง 3 ยี่ห้อ 2 เกรด จากกลุ่มเป้าหมายคืออาจารย์แพทย์และนักวิชาการโสตทัศนศึกษาภายในคณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 52 ท่าน แล้วนำผลจากการประเมินมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS/PC (Statistical Package for Social Science) โดยใช้สถิติในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, One Way ANOVA และ Multiple Comparisons แบบ LSD ซึ่งสรุปผลได้ว่าการใช้กระดาษต่างยี่ห้อกันให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้จากผลของคะแนน และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทำให้ทราบถึงคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว – ดำ ทั้ง 3 ยี่ห้อดังต่อไปนี้

1. กระดาษ Kentmere

1.1 กระดาษ Kentmere normal ใช้ได้ดีกับงาน copy ทุกประเภท รวมทั้งงานที่บันทึกผ่านกล้องจุลทรรศน์ เพราะมีโทนขาว, เทา, ดำ ของภาพที่มีความลดหลั่นกันดีมาก รายละเอียดในส่วนที่มีมืดและส่วนสว่างจะเห็นได้ชัดเจน ผิวกระดาษจะมีสีขาวสดใสทำให้ภาพคมชัดดีมาก

1.2 กระดาษ Kentmere soft เหมาะกับงานขยายภาพ copy ลายเส้นได้ดีในระดับหนึ่ง โทนขาว, เทา, ดำ โดยรวมของภาพยังแยกไม่เด่นชัด รายละเอียดบริเวณมืดและสว่างของภาพยังเห็นไม่ชัดเจน ส่งผลให้ความคมชัดของภาพลดน้อยลงไป มีคุณภาพด้อยกว่ากับกระดาษ Kentmere normal

2. กระดาษ Forte

2.1 กระดาษ Forte normal ในการขยายภาพที่บันทึกโดยแสงธรรมชาติ และแสงแฟลชจะให้ผลที่ดีที่สุด เช่น ภาพตัวอย่างน้ำตก และภาพโรคผิวหนัง มีโทนขาว, เทา, ดำ ของภาพโดยส่วนรวมดีรายละเอียดในส่วนมืดและสว่างแสดงรายละเอียดได้ชัดเจน ความคมชัดของภาพเห็นได้ดีทั้งภาพ แต่โทนผิวกระดาษจะเป็นโทนอุ่นทำให้ภาพขาดความสดใสเท่าที่ควร

2.2 กระดาษ Forte soft เหมาะในการขยายภาพ Copy ลายเส้น และ x – rays C.T. แต่มีคุณสมบัติที่ด้อยกว่ากระดาษ Forte normal

3. กระดาษ Chen fu

3.1 กระดาษ Chen fu normal เป็นกระดาษที่เหมาะสมกับการอัดขยายภาพ Copy ลายเส้นมากที่สุด มีโทน ขาว, เทา, ดำ ของภาพโดยส่วนรวมพอใช้รายละเอียดบริเวณที่มีมืดจะไม่ชัดเจนเท่ารายละเอียดบริเวณที่สว่างของภาพ โทนของกระดาษจะอมสีฟ้าทำให้ภาพขาดความสดใสเท่าที่ควร

3.2 กระดาษ Chen fu soft เป็นกระดาษที่เหมาะสมในการขยายภาพ x – rays C.T. ได้ดีที่สุด มีโทน ขาว, เทา, ดำ ของภาพโดยส่วนรวมค่อนข้างดี การแสดงรายละเอียดในส่วนที่มีมืดและสว่างมีความชัดเจนเห็นได้ดี โทนกระดาษจะมีสีฟ้า โดยส่วนรวมคุณสมบัติจะดีกว่ากระดาษ Chen fu Normal

อุปสรรคในการวิจัย

เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีทางภาพถ่ายได้พัฒนารุดหน้าไปมาก ผู้บริโภคมีทางเลือกเพิ่มขึ้น มีผลทำให้การผลิตชนิด (ยี่ห้อ) และเกรดของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำลดน้อยลง เช่น กระดาษ เกรด soft และเกรด hard ในปัจจุบันจะเหลือเพียงเบอร์เดียว ทำให้มีค่าดัชนีของการให้แสงไม่ตรงกับเนกาตีฟที่บันทึกภาพมา ส่วนกระดาษ normal จะไม่มีปัญหาเท่าใดนัก และมาตรฐานการล้างฟิล์มเนกาตีฟก็แตกต่างกัน ส่วนการคุมอุณหภูมิในขั้นตอนการสร้างภาพเป็นการคุมด้วยตัวบุคคลอาจจะมีผลต่อคุณภาพของภาพได้ แต่โดยส่วนรวมกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำทุกชนิดสามารถอัดขยายภาพให้มีคุณภาพที่ดีได้ เพียงแต่ต้องเลือกใช้เทคนิคที่เหมาะสมกับลักษณะของงานแต่ละประเภทและเพิ่มความพิถีพิถันในขั้นตอนการปฏิบัติ โดยเฉพาะการเลือกใช้กระดาษอัดขยายภาพให้ตรงกับฟิล์มเนกาตีฟที่บันทึกภาพมาซึ่งมีความสำคัญที่สุด

ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยต่อไป

1. เนื่องจากเทคโนโลยีทางการผลิตภาพสีเข้ามาแทนที่การอัดขยายภาพขาว-ดำทำให้กระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำที่แยกเกรดในท้องตลาดเริ่มลดน้อยลงและมีกระดาษแบบเกรดรวมขึ้นมาเป็นทางเลือกใหม่ที่สะดวกต่อผู้บริโภค ดังนั้นผลการทดลองที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับกระดาษเกรดรวมซึ่งจะมีขึ้นในอนาคต และให้เกิดความเหมาะสมกับงานทางวิชาการมากที่สุด

2. กลุ่มเป้าหมายในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้มีทั้งนักวิชาการโสตฯ ซึ่งเป็นผู้ผลิตหรือเกี่ยวข้องกับงานด้านนี้ และอาจารย์แพทย์ซึ่งเป็นผู้ใช้บริการ จากแบบสอบถามที่ให้ประเมินสามารถนำมาศึกษาวิเคราะห์หามุมมองของแต่ละฝ่ายว่าเป็นเช่นไรในคุณภาพของงาน มีมุมมองและความต้องการที่สอดคล้องกันหรือไม่ เพื่อนำผลมาวิเคราะห์และพัฒนางานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

รายการอ้างอิง

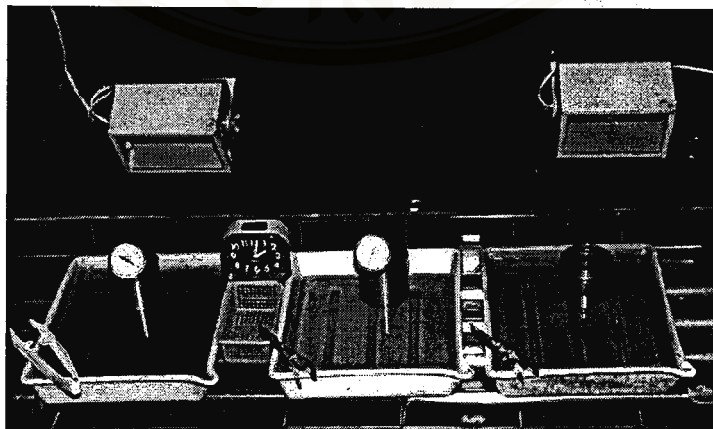
1. ——— . บริษัทไชยโฟโต้ซัพพลาย . Forte film & papers. ม.ป.ท.:ม.ป.ป. 70-72.
2. สมาน เจริญการ. การถ่ายภาพเบื้องต้น. 8. ประเทศไทย: ม.ป.ท.; 2543. 21-22.
3. ฌรงค์ สมพงษ์. หลักการถ่ายรูป.7. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติดิมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสนนครปฐม; 2539. 8,270.
4. ศักดา ศิริพันธ์. เทคนิคการทำภาพ.1.กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท.;2523.76-79,84-86,94.
5. นวลจันทร์ เจริญพัฒน์, สุดา เกียรติคำจรวงศ์, พรทวี พึ่งศรี. คู่มือปฏิบัติการถ่ายภาพขาว-ดำ.1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2541. 43,46-47,91.
6. จันจิรา โกมาสถิต, จิรรัตน์ วงษ์ษา. การหาฐานข้อมูลกระดาษอัดขยายในประเทศไทย (Senior projec ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่าย และ เทคโนโลยีการพิมพ์). กรุงเทพมหานคร:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2538. 21-31.
7. บัณฑิต หวังวิวัฒน์. การควบคุมขั้นตอนการคงสภาพภาพ และล้างน้ำในกระบวนการสร้างภาพขาว-ดำ (Senior project ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่าย และเทคโนโลยีการพิมพ์). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2536. 7-9.
8. Wayne W. Daniel Biostatistics: A Found for Analysis in the Health Sciences(six edition). John Wiley & Sons, Singapore: Inc; 1995. 273-351.
9. สนั่น ปัทมะทิน. ศัพท์บัญญัติวิชาถ่ายภาพฉบับราชบัณฑิตยสถาน.1.กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว; 2530.15,39,41.



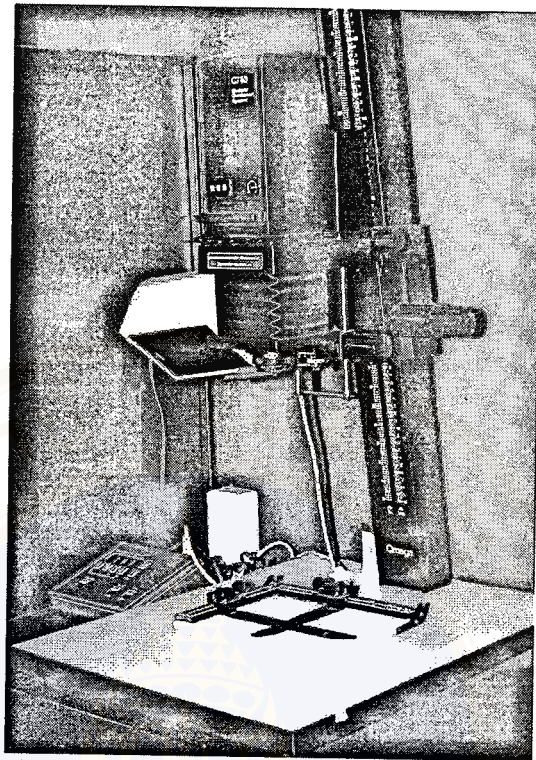
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย



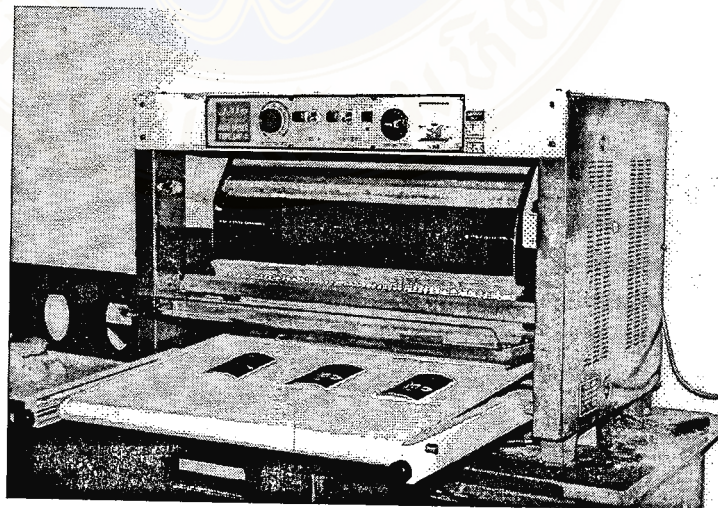
ชนิดของกระดาษ และน้ำยาสร้างภาพ



ชุดน้ำยาสร้างภาพ, หยุดภาพ และน้ำยาคงสภาพภาพ



เครื่องขยายภาพชนิดคอนเดนเซอร์



เครื่องทำภาพให้แห้ง หรือเครื่องอัดมันภาพ



รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือวิจัย

เพื่อให้เกิดความถูกต้องและได้มาตรฐานของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจึงขอแต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจเครื่องมือดังต่อไปนี้

รองศาสตราจารย์นายแพทย์สภา ลิ้มพานิชย์การ	สถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ สุรินทรวงศ์	สถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
นางสาวสุนันทา เสียงแจ้ว	นักวิชาการโสตทัศนศึกษาระดับ 9 ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
นายศักดิ์ดา สุขริน	นักวิชาการโสตทัศนศึกษาระดับ 8 หัวหน้าหน่วยถ่ายภาพสถานเทคโนโลยี การศึกษาแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

โรงเรียนเวชนิทัศน์
สถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
มหาวิทยาลัยมหิดล

6 มีนาคม 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือในการกรอกแบบสอบถาม

เรียน ท่านผู้กรอกแบบสอบถาม

ด้วยข้าพเจ้า นาง อารีย์ เอมแถม นักศึกษาปริญญาโทสาขาเวชนิทัศน์ คณะ แพทย
ศาสตร์ ศิริราชพยาบาล ซึ่งปฏิบัติงานภายในหน่วยถ่ายภาพ สถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาลมหาวิทยาลัยมหิดล ได้รับอนุมัติให้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษา
เปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ 3 ชนิด” แบบสอบถามที่จัดทำขึ้นในครั้งนี้
มีจุดประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพขาว-ดำ 3 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิด
แบ่งเป็น 2 เกรดโดยการอัดขยายผ่าน เนกาตีฟเดียวกันในแต่ละเกรดของกระดาษ

ข้อมูลที่ได้ในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ทางการศึกษา และนำผลการวิจัยมาเป็นแนว
ทางในการพัฒนาคุณภาพของงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และขอรับรองว่าข้อมูลที่ได้รับจะถูกปก
ปิดเป็นความลับ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการกรอกแบบสอบถามใน
ครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

นาง อารีย์ เอมแถม

นักศึกษาปริญญาโท สาขาเวชนิทัศน์
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

หมายเหตุ จะขอรับแบบสอบถามคืนภายในวันที่ 18 มีนาคม 2543

แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณสมบัติของกระดาสัฒนภาพ ขาว-ดำ จำนวน 3 ชนิด

แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่างของกระดาสัฒนภาพ ขาว-ดำ ทั้ง 3 ชนิด

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

โปรดกรอกข้อความลงในช่องว่าง หรือกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐

1. เพศ ☐ ชาย

☐ หญิง

2. วุฒิกการศึกษาสูงสุด

☐ ปริญญาตรี

☐ ปริญญาโท

☐ ปริญญาเอก

อื่นๆ

3. ตำแหน่ง

☐ อาจารย์

☐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

☐ รองศาสตราจารย์

☐ ศาสตราจารย์

☐ นักวิชาการ

อื่นๆ

4. สังกัดแผนก / สาขาวิชา / ภาควิชา

.....

5. ประสบการณ์ในการใช้ภาพัฒนภาพ ขาว-ดำ ในการวิจัยหรือตีพิมพ์

☐ 1-5 ปี

☐ 6-10 ปี

☐ 10 ปีขึ้นไป

อื่นๆ.....

ตอนที่ 2 ให้ท่านเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระดาษอัดขยายภาพ ขาว-ดำ 3 ชนิด ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร (โปรดดูภาพประกอบ)

ตัวอย่างภาพที่

กรุณาภาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านเห็นสมควร

หัวข้อในการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ			
	มากที่สุด (4)	มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)
กระดาษหมายเลข 1A				
1. โทน ขาว, เทา, ดำ (ความสวยงาม) ของภาพ โดยรวม				
2. รายละเอียดของภาพบริเวณที่มีมืดที่สุด				
3. รายละเอียดของภาพบริเวณที่สว่างที่สุด				
4. ความคมชัดของภาพ โดยรวม				
กระดาษหมายเลข 1B				
1. โทน ขาว, เทา, ดำ (ความสวยงาม) ของภาพ โดยรวม				
2. รายละเอียดของภาพบริเวณที่มีมืดที่สุด				
3. รายละเอียดของภาพบริเวณที่สว่างที่สุด				
4. ความคมชัดของภาพ โดยรวม				
กระดาษหมายเลข 2A				
1. โทน ขาว, เทา, ดำ (ความสวยงาม) ของภาพ โดยรวม				
2. รายละเอียดของภาพบริเวณที่มีมืดที่สุด				
3. รายละเอียดของภาพบริเวณที่สว่างที่สุด				
4. ความคมชัดของภาพ โดยรวม				
กระดาษหมายเลข 2B				
1. โทน ขาว, เทา, ดำ (ความสวยงาม) ของภาพ โดยรวม				
2. รายละเอียดของภาพบริเวณที่มีมืดที่สุด				
3. รายละเอียดของภาพบริเวณที่สว่างที่สุด				
4. ความคมชัดของภาพ โดยรวม				
กระดาษหมายเลข 3A				
1. โทน ขาว, เทา, ดำ (ความสวยงาม) ของภาพ โดยรวม				
2. รายละเอียดของภาพบริเวณที่มีมืดที่สุด				
3. รายละเอียดของภาพบริเวณที่สว่างที่สุด				
4. ความคมชัดของภาพ โดยรวม				
กระดาษหมายเลข 3B				
1. โทน ขาว, เทา, ดำ (ความสวยงาม) ของภาพ โดยรวม				
2. รายละเอียดของภาพบริเวณที่มีมืดที่สุด				
3. รายละเอียดของภาพบริเวณที่สว่างที่สุด				
4. ความคมชัดของภาพ โดยรวม				

ข้อเสนอแนะอื่นๆ (ถ้ามี)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ

นางอารีย์ เอ็มแย้ม

วันเดือนปีเกิด

22 ตุลาคม 2503

สถานที่เกิด

จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาเวชนิทัศน์)

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2526

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาเวชนิทัศน์)

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2543

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

นักวิชาการโสตทัศนศึกษา ระดับ 6

หน่วยถ่ายภาพสถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

