บทที่ 4

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ ได้ดำเนินการวิจัยตามที่ได้ระบุในบทที่ 3 จนแล้วเสร็จ โดยได้เก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้ถูกทดสอบ ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนหญิงจำนวน 5 คน มีอายุเฉลี่ย 17.8 ปี มีความสามารถในการพิมพ์ดีดด้วยความเร็วเฉลี่ย 35 คำต่อนาที และทั้งหมดได้ผ่านการวัดสายตาด้วยเครื่อง Autorefractometer ปรากฏว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ ($\leq$ 0.5 D)

ในงานวิจัยผู้ถูกทดสอบจะได้ทำการทดลองเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 งานพิมพ์บนจอภาพคอมพิวเตอร์ และตอนที่ 2 งานตรวจสอบธนบัตรใบละ 20 บาทที่ได้ทำตำหนิไว้ และได้ออกแบบการทดลองโดยแบ่งตัวแปรได้เป็น 4 ชนิดคือ

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่
   - เวลาในการทำงาน
   - เวลาในการพัก
2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่
   - ค่ากำลังการหักเห (Refractive Power)
   - ค่าความถี่ CFF
3. ตัวแปรควบคุม (Control Variables)ได้แก่
   - ความส่องสว่าง
   - อุณหภูมิ
   - ความชื้นสัมพัทธ์
4. ตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous Variables) ได้แก่

	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	เฉลี่ย	ความเบี่ยงเบน
อายุ (ปี)	17	19	17.8	0.83
ปริมาณการนอนหลับ ก่อนการทดลอง(ชม.)	5	10	7.4	1.29

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็นดังนี้

1. วิเคราะห์ผลการฝึกหัด (Training) การใช้เครื่องมือของผู้ถูกทดสอบ

ในการวิจัยนี้ มีการใช้เครื่องมือวัดความล้าทางสายตา 2 ชนิด คือ Critical Flicker Frequency (CFF) และ Autorefractometer สำหรับเครื่องมืออันแรกจะต้องใช้การบอกเล่าจากผู้ถูกทดสอบจึงเป็นการวัดแบบ Subjective ซึ่งความแม่นยำ หรือความน่าเชื่อถือของข้อมูลจึงขึ้นอยู่กับความชำนาญของการใช้เครื่องมือนั้น จึงจำเป็นจะต้องทำการฝึกหัดก่อนการใช้ข้อมูลจริง ส่วนเครื่องมือชนิดที่ 2 นั้นจะเป็นการวัดแบบ Objective ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ต้องฟังการบอกเล่าจากผู้ถูกทดสอบ เครื่องสามารถวัดค่าออกมาได้เลย จึงไม่ต้องทำการฝึกหัดก่อน

2. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดความล้าทางสายตา ทั้งก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และหลังพัก ว่ามีความเชื่อถือได้หรือไม่ โดยการนำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์เชิงสถิติ ด้วยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) โดยการเลือกตัวสถิติ T-test ซึ่งพิจารณาตามสมมุติฐานของแต่ละเครื่องมือ เพื่อดูความแตกต่างของแต่ละเครื่องมือ เพื่อจะได้นำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปได้

3. วิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบผลความล้าทางสายตาโดยดูที่ค่า ผลต่างความถี่ CFF หลังพิมพ์และหลังพักโดยพิจารณาถึงปัจจัยทั้ง 2 คือ เวลาทำงาน และเวลาพัก โดยปัญหาที่ต้องการทราบคือ

- ระยะเวลาทำงานมีผลต่อความล้าทางสายตาหรือไม่
- ระยะเวลาพักมีผลต่อความล้าทางสายตาหรือไม่
- ระยะเวลาทำงานและระยะเวลาพักมีผลร่วมกันต่อความล้าทางสายตาหรือไม่

4. วิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบแต่ละรูปแบบการทดลองทั้ง 9 รูปแบบ ซึ่งแต่ละผู้ถูกทดสอบจะต้องทำการทดลองทุกรูปแบบ โดยการสุ่ม การทดลองนี้จะไม่นำปัจจัยที่เกิดจากผู้ถูกทดสอบมาพิจารณาเนื่องจากความแตกต่างของคน เป็นปัจจัยที่ควบคุมยากจึงทำการ Block ไว้ การออกแบบการทดลองนี้จึงเป็นลักษณะ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยแต่ละผู้ถูกทดสอบจะเป็น Block แต่ละรูปแบบการทดลองเป็น Treatment มี ตัวตอบสนองเป็น ผลต่างหลังจากการทำงานและหลังพัก การวิเคราะห์ผลทางสถิติ ด้วยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System)

5. เปรียบเทียบแบบสอบถามทั้งงานพิมพ์บนจอภาพคอมพิวเตอร์และงานตรวจสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

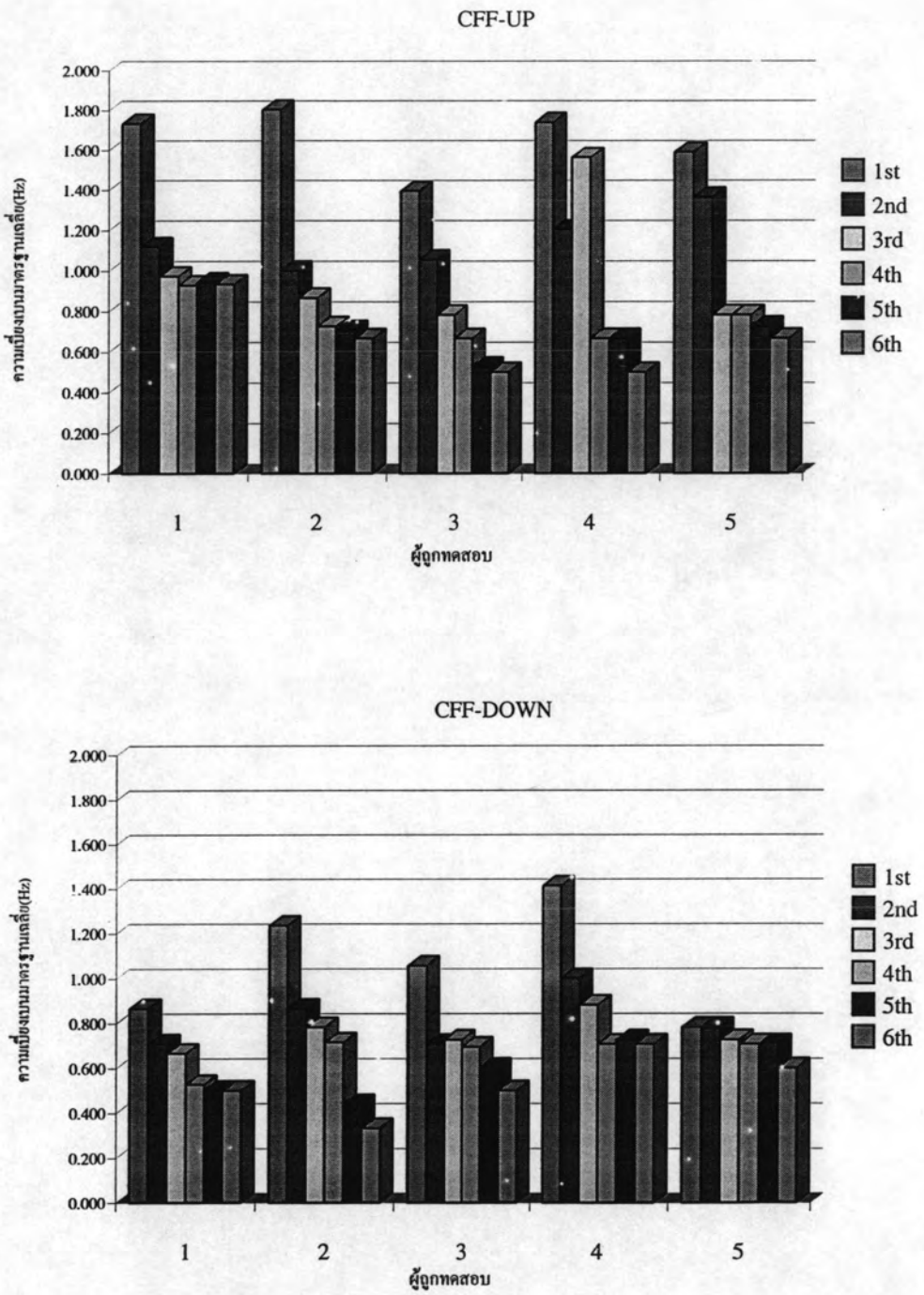
1. วิเคราะห์ผลการฝึกหัดการใช้เครื่องมือ ของผู้ถูกทดสอบ

เนื่องจากผู้ถูกทดสอบเป็นกลุ่มนักเรียนหญิงมีอายุเฉลี่ย 17.8 ปี และไม่เคยรู้จักกับเครื่องมือวัดความล้าทางสายตาที่เรียกว่า Critical Flicker Frequency (CFF) มาก่อน จึงจำเป็นต้องให้มีการฝึกการใช้เครื่องมือ เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือของค่าที่อ่านได้ โดยได้ทำการฝึกหัดเป็นเวลา 3 วันๆละ 2 ครั้ง ดังนั้นผู้ถูกทดสอบจะถูกฝึกการใช้เครื่องมือคนละ 6 ครั้ง ทั้งแบบปรับความถี่ขึ้น และปรับความถี่ลง โดยในแต่ละครั้งจะทำการอ่านค่าอย่างละ 3 ครั้ง

ผลปรากฏดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 ซึ่งจะพบว่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วงแรกจะสูงมาก และจะเริ่มลดลงในครั้งต่อๆไป ซึ่งเป็นเพราะผู้ถูกทดสอบเริ่มคุ้นเคยและเข้าใจการใช้เครื่องมือ เมื่อพบว่าความเบี่ยงเบนเริ่มลดลงจนเกือบจะคงที่ จึงคิดว่าการฝึกหัดเพียงเท่านี้ จะให้ความเชื่อถือของข้อมูลได้พอเพียง

ตารางที่ 4.1 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของการฝึกหัดใช้เครื่อง Critical Flicker Frequency

ความถี่ CFF	ลำดับ ผู้ถูกทดสอบ	ลำดับครั้งของการวัด					
		1	2	3	4	5	6
UP	1	1.732	1.118	0.972	0.928	0.943	0.933
	2	1.803	1.000	0.866	0.726	0.707	0.666
	3	1.394	1.054	0.782	0.666	0.527	0.500
	4	1.740	1.202	1.0563	0.666	0.666	0.500
	5	1.590	1.364	0.782	0.782	0.726	0.666
DOWN	1	0.866	0.707	0.666	0.527	0.500	0.500
	2	1.236	0.866	0.782	0.715	0.440	0.333
	3	1.057	0.707	0.726	0.695	0.601	0.500
	4	1.414	1.000	0.882	0.707	0.726	0.707
	5	0.782	0.782	0.726	0.707	0.707	0.601



รูปที่ 4.1 แสดงการลดลงของความถี่ CFF ในการฝึกหัดแต่ละครั้ง

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาระยะเวลาในการพิมพ์งานและระยะในการพักที่เหมาะสม

เงื่อนไขสำหรับระยะการพักที่เหมาะสม หมายถึง ระยะเวลาที่ทำให้สายตาสามารถ Recovery คืนสู่สภาพเดิมได้ โดยพิจารณาจาก

- ค่าความถี่ CFF ทั้ง 2 (UP และ DOWN) หลังการพักจะสูงกว่าหลังการทำงาน
- ค่า Refractive Power หลังการพักจะต่ำกว่าหลังการทำงาน

2.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่อง มือวัดความล้าทางสายตา

2.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่อง Critical Flicker Frequency (CFF)

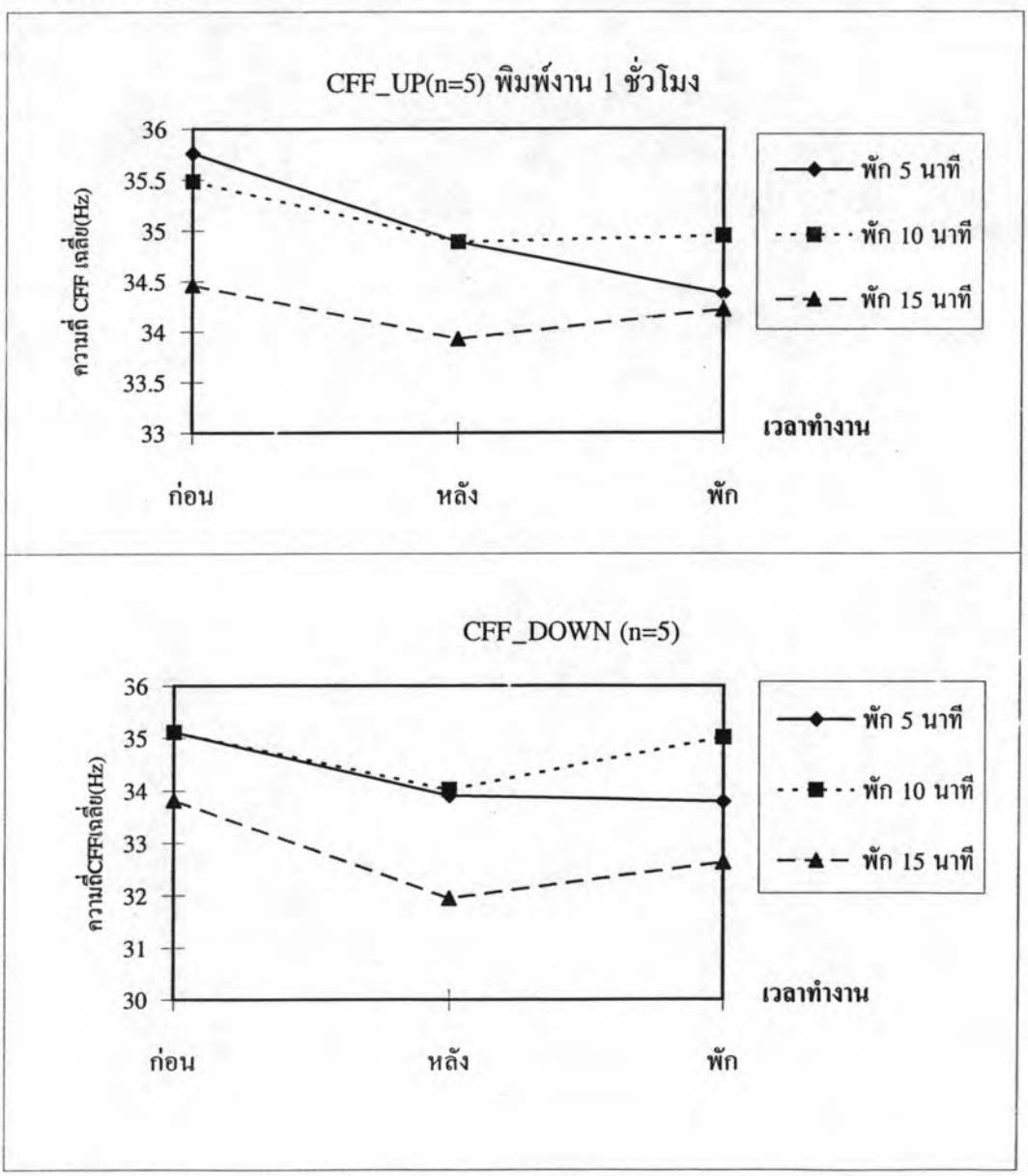
โดยมีสมมุติฐานว่าความถี่เปลี่ยนแปลงที่ผู้ถูกทดสอบตรวจจับได้หลังการพิมพ์งานจะน้อยกว่าก่อนการพิมพ์งาน หากเกิดความล้าขึ้น และหลังจากพักแล้วค่าความถี่จะเพิ่มขึ้นจากหลังทำงาน ทั้งนี้เพราะสายตาได้มีการพักจึงสามารถคืนกลับสู่สภาพเดิมได้ (Recovery) โดยจะวิเคราะห์ทั้ง 9 รูปแบบการทดลอง เพื่อดูว่าข้อมูลมีความแตกต่างดังสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยใช้ตัวสถิติที่มาทดสอบคือ T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กล่าวคือ จากการออกแบบการทดลองทั้ง 9 รูปแบบ นั้นได้แบ่งระยะเวลาในการพิมพ์งานออกเป็น 3 ระดับ คือ 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมง และมีการพักเป็น 3 ระดับเช่นกัน คือ 5 นาที 10 นาที และ 15 นาที ตามลำดับ โดยแต่ละรูปแบบการทดลองจะเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงจะพิจารณาออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

ก. พิจารณาจากระยะเวลาพิมพ์ เปรียบเทียบกับระยะพัก

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความถี่ CFF ทั้ง 2 ความถี่พบว่า ก่อนและหลังพิมพ์ ของผู้ถูกทดสอบทั้งหมดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และค่าความถี่ CFF เฉลี่ยหลังพิมพ์จะต่ำกว่าก่อนพิมพ์ ส่วนค่าความถี่ CFF หลังพักและหลังพิมพ์ ของผู้ถูกทดสอบทั้งหมดก็มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และค่าความถี่ CFF เฉลี่ยหลังพักมีแนวโน้มจะสูงกว่าหลังพิมพ์ ซึ่งขึ้นกับระยะเวลาในการพักด้วย

ก.1 เมื่อพิมพ์งาน 1 ชั่วโมง

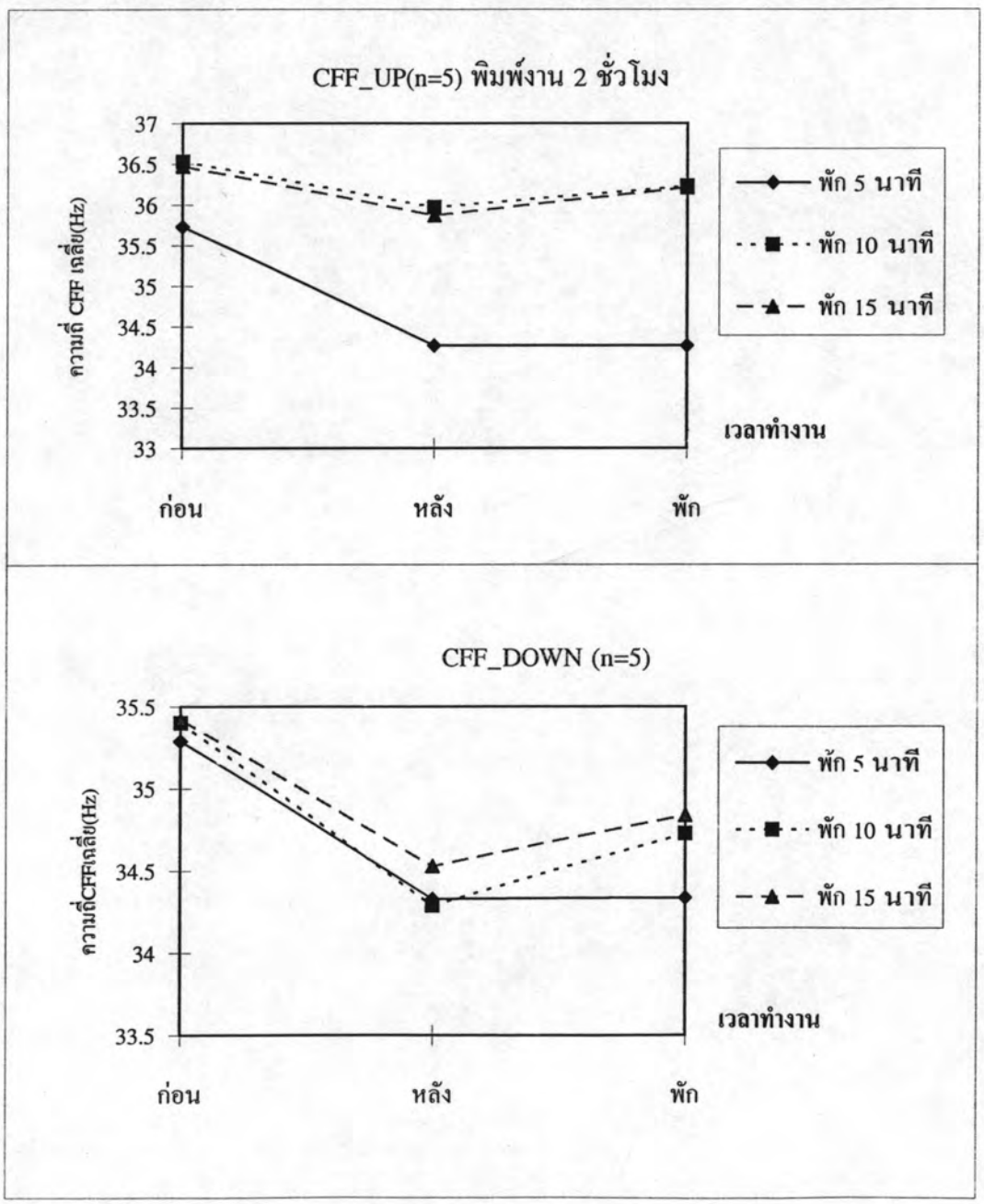
จากรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า เมื่อพิมพ์งานเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ค่าความถี่ CFF ทั้ง 2 ความถี่ จะมีค่าลดลง และเมื่อมีการหยุดพัก ค่าความถี่ CFF มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น และจากรูปดังกล่าวยังชี้ให้เห็นว่า ที่ระยะพัก 10 และ 15 นาที ค่าความถี่ CFF มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ระยะพัก 5 นาที ค่าความถี่ CFF_DOWN จะเท่าเดิม และค่าความถี่ CFF_UP จะลดลง นั่นแสดงให้เห็นว่า ระยะพัก 5 นาที ไม่เพียงพอที่สายตาจะสามารถ Recovery ได้ จึงสรุปได้ว่า การพิมพ์งาน 1 ชั่วโมง ควรมีระยะพักเป็น 10 หรือ 15 นาที



รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าความถี่ CFF เมื่อพิมพ์งาน 1 ชั่วโมง และพัก 5 , 10 และ15 นาที

ก.2 เมื่อพิมพ์งาน 2 ชั่วโมง

จากรูปที่ 4.3 พบว่า เมื่อพิมพ์งานเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ค่าความถี่ CFF จะมีค่าลดลง และเมื่อมีการหยุดพัก มีแนวโน้มสูงขึ้น และที่ระยะพัก 10 และ 15 นาที ค่าความถี่ CFF จะมีแนวโน้มสูงขึ้น ในขณะที่ ระยะพัก 5 นาที จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ จึงอาจกล่าวสรุปได้ว่า ในการพิมพ์งาน 2 ชั่วโมง ควรจะพัก 10 หรือ 15 นาที จึงจะเพียงพอที่สายตาจะ Recovery ได้

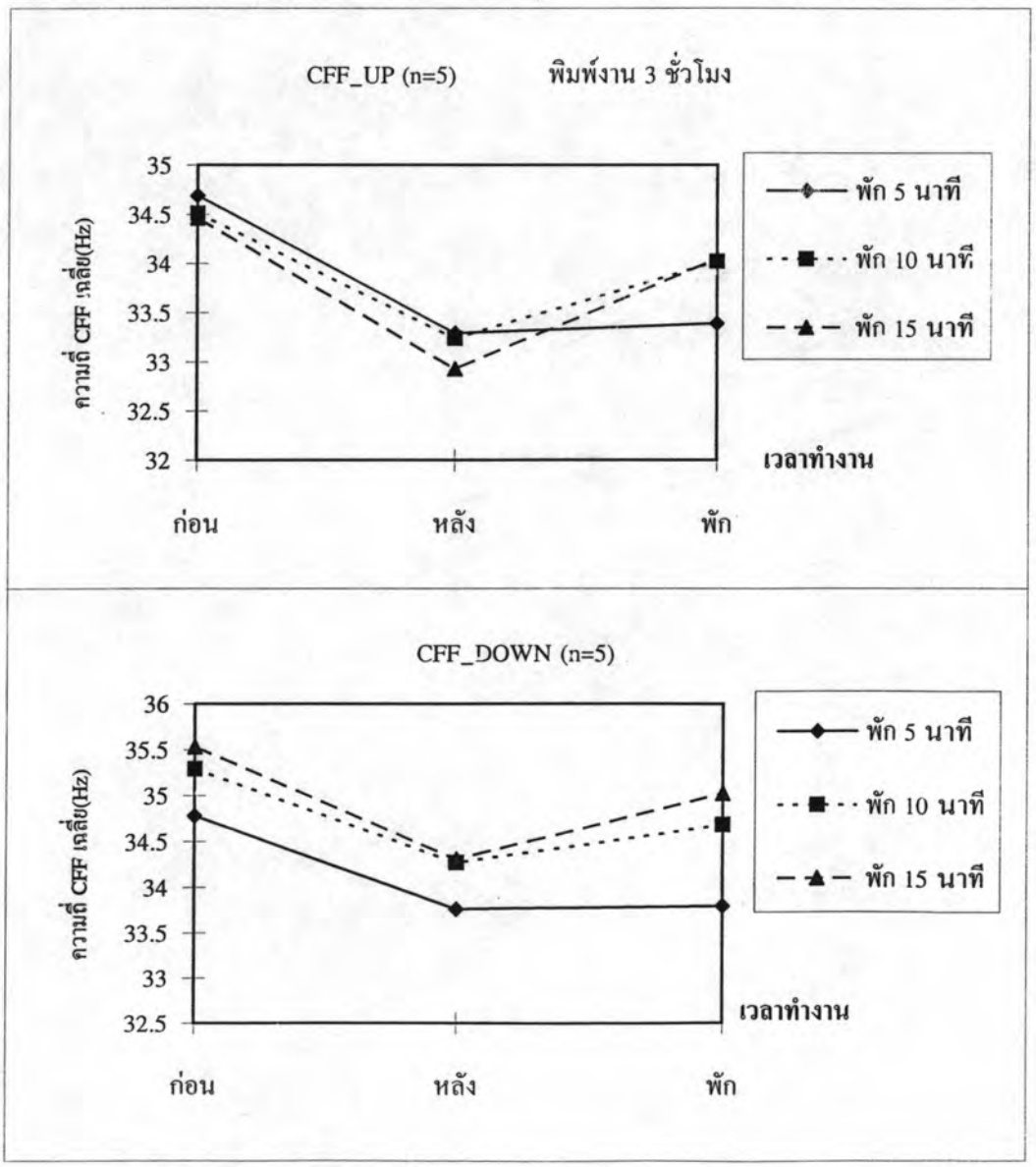


รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าความถี่ CFF เมื่อพิมพ์งาน 2 ชั่วโมง และมีระยะพัก 5, 10 และ 15 นาที

I 17946531X

ก.3 เมื่อพิมพ์งาน 3 ชั่วโมง

จากรูปที่ 4.4 ปรากฏว่า ค่าความถี่ CFF จะลดลงหลังการพิมพ์งาน 3 ชั่วโมง และเมื่อมีการหยุดพัก ค่าความถี่ CFF มีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นกันกับการพิมพ์งาน 1 หรือ 2 ชั่วโมงที่กล่าวไปแล้ว และจากรูปยังชี้ให้เห็นว่า ที่ระยะพัก 5 นาที ค่าความถี่ CFF_UP หลังพักจะเท่ากับหลังพิมพ์ นั่นแสดงว่าสายตายังเกิดความล้าอยู่ ส่วนที่ความถี่ CFF_DOWN พบว่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ระยะพัก 10 และ 15 นาที มีแนวโน้มสูงขึ้นมากกว่า ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เมื่อมีการพิมพ์งาน 3 ชั่วโมง ควรที่จะหยุดพัก 10 หรือ 15 นาที เพื่อสายตาจะสามารถ Recovery ได้

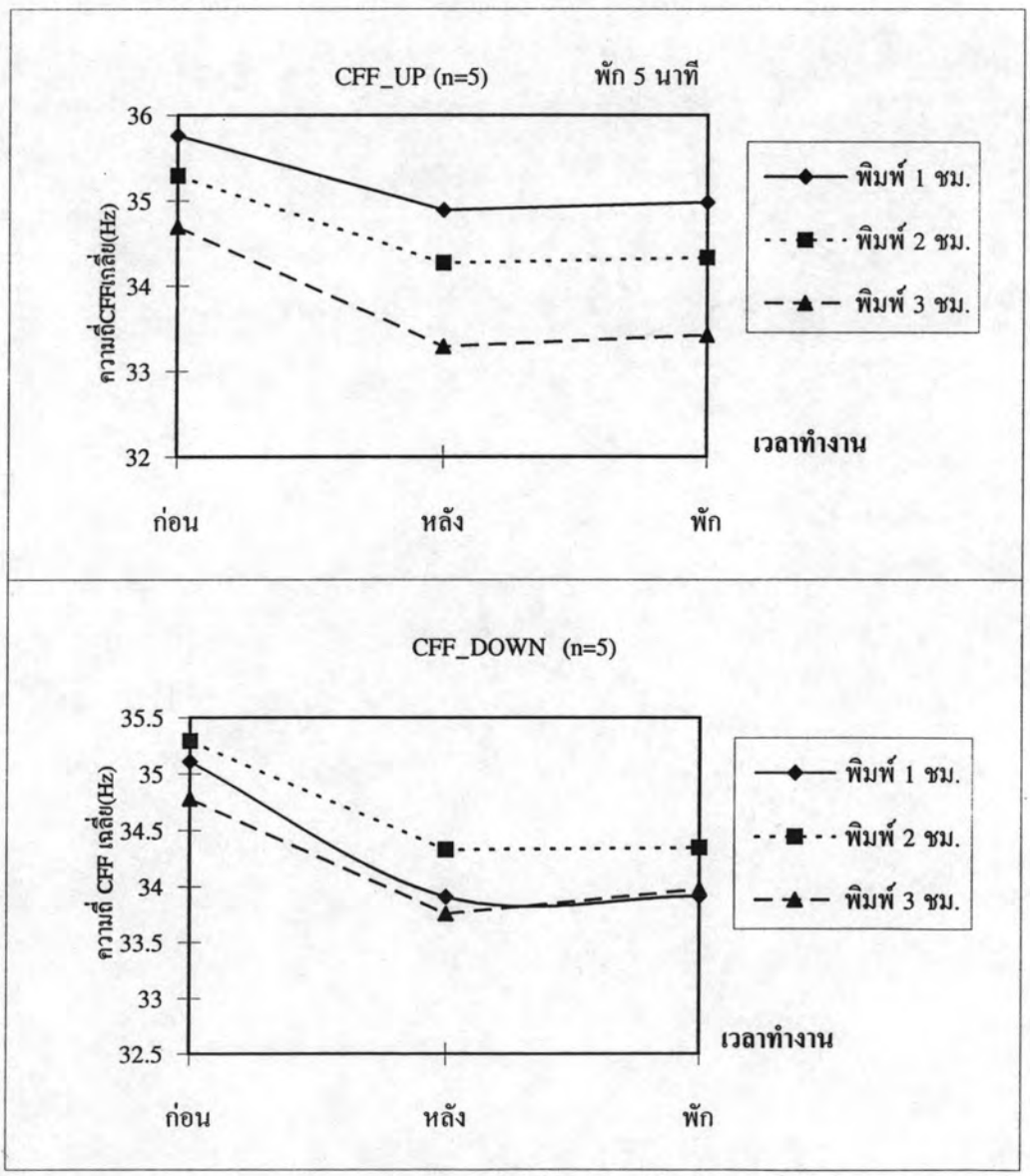


รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าความถี่ CFF เมื่อพิมพ์งาน 3 ชั่วโมง และมีระยะพัก 5, 10 และ 15 นาที

ข. พิจารณาจากระยะเวลาพัก เปรียบเทียบกับระยะเวลาพิมพ์

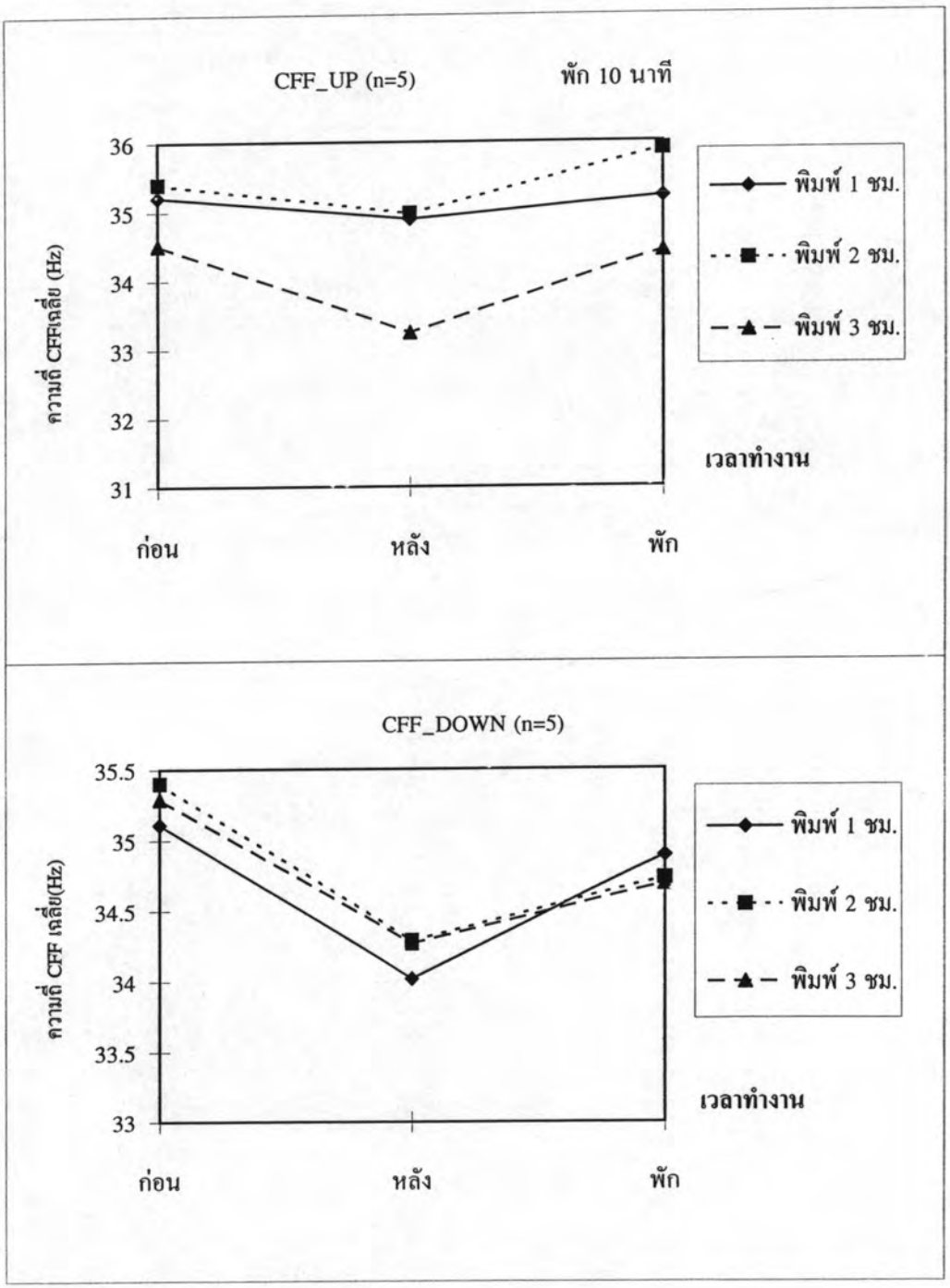
ข.1 เมื่อมีระยะพัก 5 นาที

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่า ที่เวลาพิมพ์งาน 3 ชั่วโมง ค่าความถี่หลังทำงานจะลดลงกว่าการพิมพ์งาน 1 หรือ 2 ชั่วโมง นั่นแสดงถึงว่าการพิมพ์งาน 3 ชั่วโมงเกิดความล้ามากกว่า 1 หรือ 2 ชั่วโมง และเมื่อมีระยะพักเท่ากันคือ 5 นาที จะสังเกตุเห็นว่า ค่าความถี่ CFF ของ ระยะเวลา พิมพ์ทั้ง 3 หลังการพักจะไม่เพิ่มขึ้น นั่นแสดงว่า ระยะพัก 5 นาทีไม่เพียงพอต่อการพิมพ์งาน 1 หรือ 2 หรือ 3 ชั่วโมง



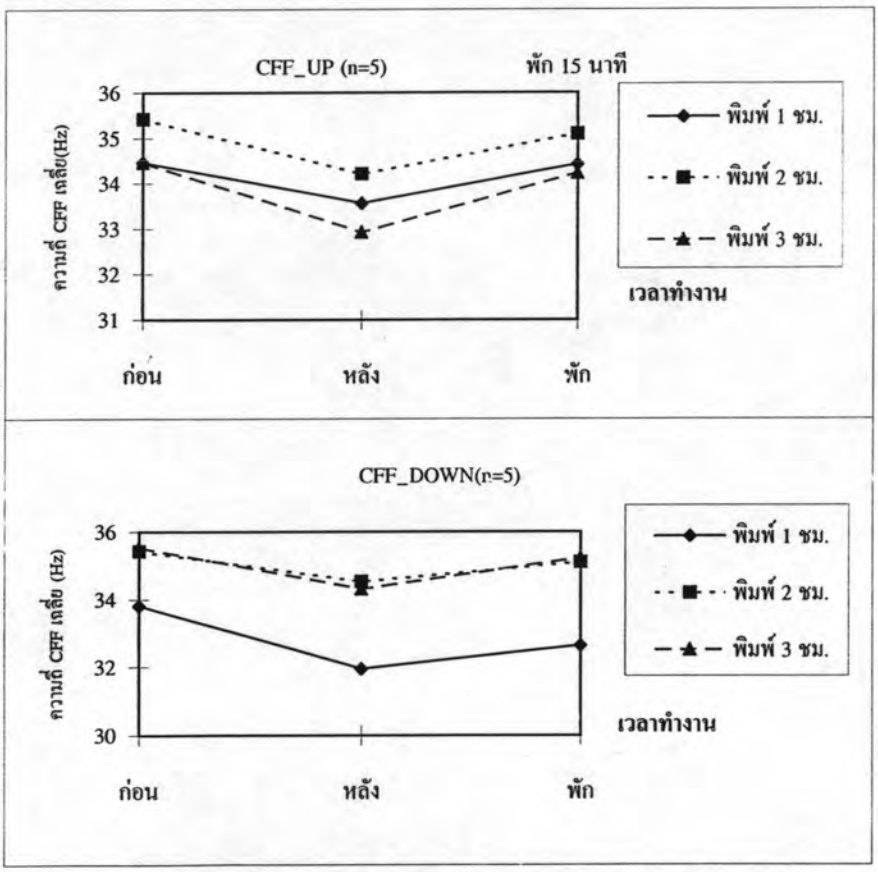
รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบค่าความถี่ CFF เมื่อมีระยะพัก 5 นาที ในงานพิมพ์ 1, 2 และ 3 ชั่วโมง

จากรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า เมื่อมีระยะพัก 10 นาที หลังการพิมพ์งาน 1 หรือ 2 หรือ 3 ชั่วโมง ค่าความถี่มีแนวโน้มจะสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่า ระยะพัก 10 นาที เหมาะกับการพิมพ์งาน 1 หรือ 2 หรือ 3 ชั่วโมง เพื่อสายตาสามารถ Recovery ได้



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบค่าความถี่ CFF เมื่อมีระยะพัก 10 นาที ในงานพิมพ์ 1, 2 และ 3 ชั่วโมง

จากรูปที่ 4.7 เปรียบเทียบ เวลาพิมพ์ เมื่อมีระยะพัก 15 นาที เท่ากัน พบว่า หลังการพัก 15 นาที ทั้ง 3 ระยะการพิมพ์ มีค่าความถี่ CFF สูงขึ้นแสดงให้เห็นว่า สายตามีการหยุดพักที่เพียงพอ ไม่เกิดความล้าหลังระยะพักนี้ จึงกล่าวได้ว่า ควรมีระยะพัก 15 นาที หลังพิมพ์งานเป็นเวลา 1 หรือ 2 หรือ 3 ชั่วโมง



รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าความถี่ CFF เมื่อมีระยะพัก 15 นาที ในงานพิมพ์ 1, 2 และ 3 ชั่วโมง

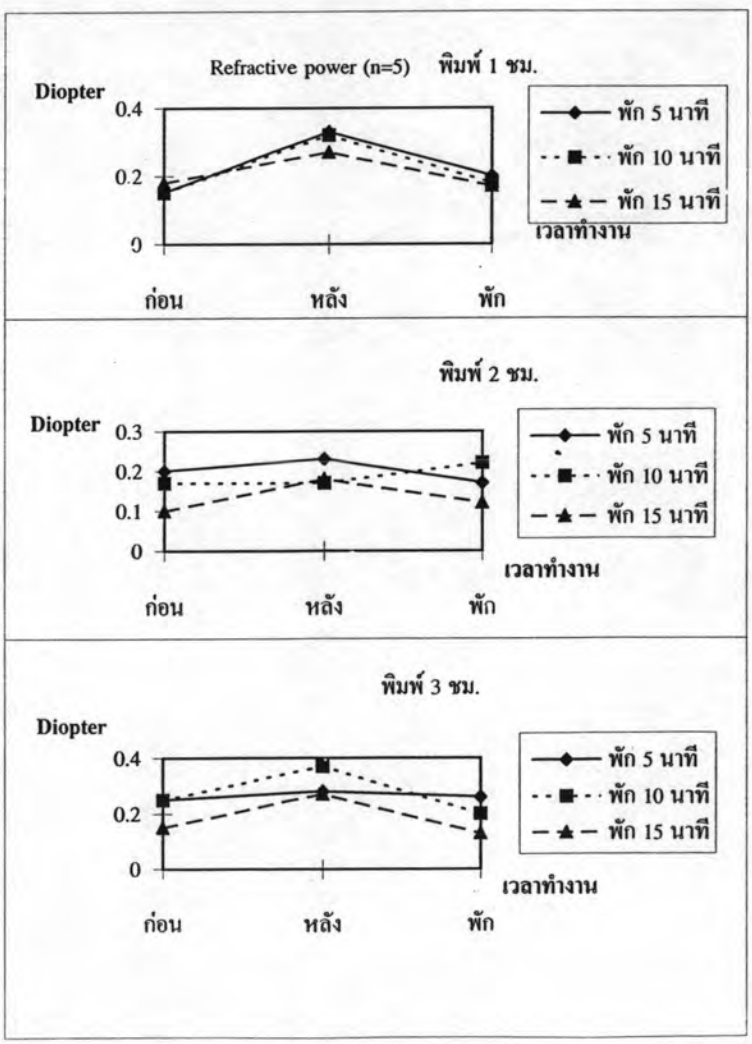
2.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่อง Autorefractometer

พบว่าค่า Refractive Power ก่อน-หลังการพิมพ์งาน และหลังพิมพ์-หลังพัก มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$) จึงไม่นำข้อมูลไปวิเคราะห์ขั้นต่อไป แต่ผลการวัดค่า Refractive Power ของผู้ถูกทดสอบทั้งหมดพบว่า หลังการพิมพ์งาน จะมีค่าเพิ่มขึ้น และหลังพักมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐาน แต่ก็มีบางรูปแบบการทดลองที่ไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน ซึ่งอาจเกิดจากลักษณะการวัดสายตาในงานวิจัยนี้เป็นลักษณะ Static ซึ่งอาจทำให้เห็นผลไม่ชัดเจนเท่าการวัดแบบ Dynamic ซึ่งได้อธิบายรายละเอียดไว้บทที่ 2

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลการวัดค่า Refractive Power เฉลี่ยของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด สามารถอธิบาย โดยพิจารณาเป็น 2 ลักษณะเช่นเดียวกับการพิจารณาจากค่าความถี่ CFF คือ

ก. <u>พิจารณาจากระยะเวลาพิมพ์ เปรียบเทียบกับระยะพัก</u>

จากรูปที่ 4.8 พบว่า หลังการพิมพ์งาน 1 หรือ 2 หรือ 3 ชั่วโมง ค่า Refractive Power จะสูงขึ้น และเมื่อมีการหยุดพัก มีแนวโน้มจะลดลง แต่ที่ระยะพิมพ์ 2 ชั่วโมง พบว่าหลังพักจะค่าสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเกิดจากความผิดพลาดของเครื่องมือวัด เพราะ เครื่อง Autorefractometer นี้ได้ให้ค่า Error ไว้ ± 0.25 D อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาแนวโน้มทั้ง 3 ระยะเวลาพิมพ์ อาจสรุปได้ว่า หลังระยะพัก 5 นาที ค่า Refractive Power ไม่เปลี่ยนแปลง นั่นแสดงว่า ระยะพักไม่เพียงพอที่สายตาจะสามารถ Recovery ได้ แต่ที่ระยะพัก 10 หรือ 15 นาที มีแนวโน้มที่สายตาจะคืนกลับได้

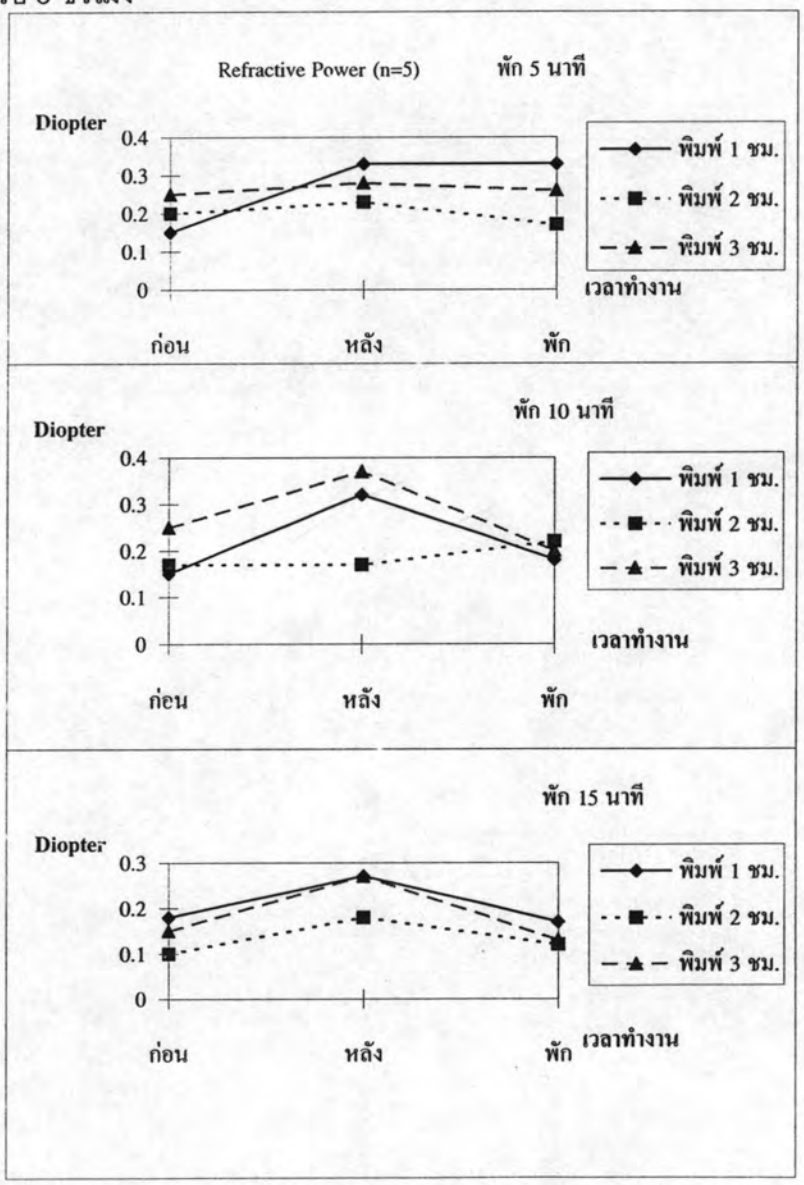


รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบค่า Refractive Power เมื่อพิมพ์งาน 1, 2 และ 3 ชั่วโมง และมีระยะพักเป็น 5, 10 และ 15 นาที

ข. <u>พิจารณาจากระยะพักเปรียบเทียบกับระยะเวลาพิมพ์</u>

จากรูปที่ 4.9 เมื่อพิจารณาจากระยะการพิมพ์พบว่า หลังระยะพัก 5 นาที ในการพิมพ์งานเป็นเวลา 1 หรือ 2 ชั่วโมง หรือ 3 ชั่วโมง พบว่า ค่าRefractive Power จะคงเดิม ในขณะที่ หลังระยะพัก 10 และ 15 นาที มีแนวโน้มลดลง ทั้ง 3 ระยะเวลาพิมพ์ ยกเว้นที่ระยะพิมพ์ 2 ชั่วโมง และพัก 10 นาที จะมีค่าเพิ่มขึ้นหลังพัก ซึ่งก็อาจเกิดความผิดพลาดดังที่กล่าวไว้ข้างต้น

ดังนั้นอาจกล่าวสรุปได้ว่า ควรมีระยะพัก 10 หรือ 15 นาที หลังการทำงานพิมพ์ 1 หรือ 2 หรือ 3 ชั่วโมง



รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบค่า Refractive Power เมื่อมีระยะพัก 5, 10 และ 15 นาที และระยะพิมพ์ 1, 2 และ 3 ชั่วโมง

สรุปผลการวัดค่าความล้าทางสายตาในงานพิมพ์บนจอภาพคอมพิวเตอร์ จากเครื่อง Critical Flicker Frequency และ เครื่อง Autorefractometer เพื่อหาระยะเวลาในการพิมพ์งาน และระยะเวลาในการพัก ที่ไม่เกิดความล้าทางสายตา พบว่า มีข้อเลือกได้หลายทาง ดังนั้นจึงพิจารณาในแง่ของการนำไปใช้ปฏิบัติในทางอุตสาหกรรม เพื่อให้เกิดผลงานมากที่สุด และให้คุณภาพชีวิตต่อผู้ปฏิบัติงานมากที่สุด โดยใช้เวลาน้อยที่สุด

จากผลวิเคราะห์ สามารถสรุปเพื่อให้เกิดผลดังกล่าวข้างต้น ก็โดยการพิจารณาระยะพิมพ์งานมากที่สุด และระยะพักน้อยที่สุดที่ไม่เกิดความล้าทางสายตา

ตารางที่ 4.2 สรุปผลการวิเคราะห์หาระยะในการพิมพ์งาน และระยะเวลาพักที่เหมาะสม

ระยะเวลาพิมพ์งาน (ชั่วโมง)	ระยะเวลาพัก (นาที)	ระยะเวลาพักที่เหมาะสม (นาที)
1	10, 15	10
2	10, 15	10
3	10, 15	10

ระยะเวลาพัก (นาที)	ระยะเวลาพิมพ์งาน(ชั่วโมง)	ระยะเวลาพิมพ์ที่เหมาะสม(ชั่วโมง)
5	-	-
10	1, 3	3
15	1, 2, 3	3

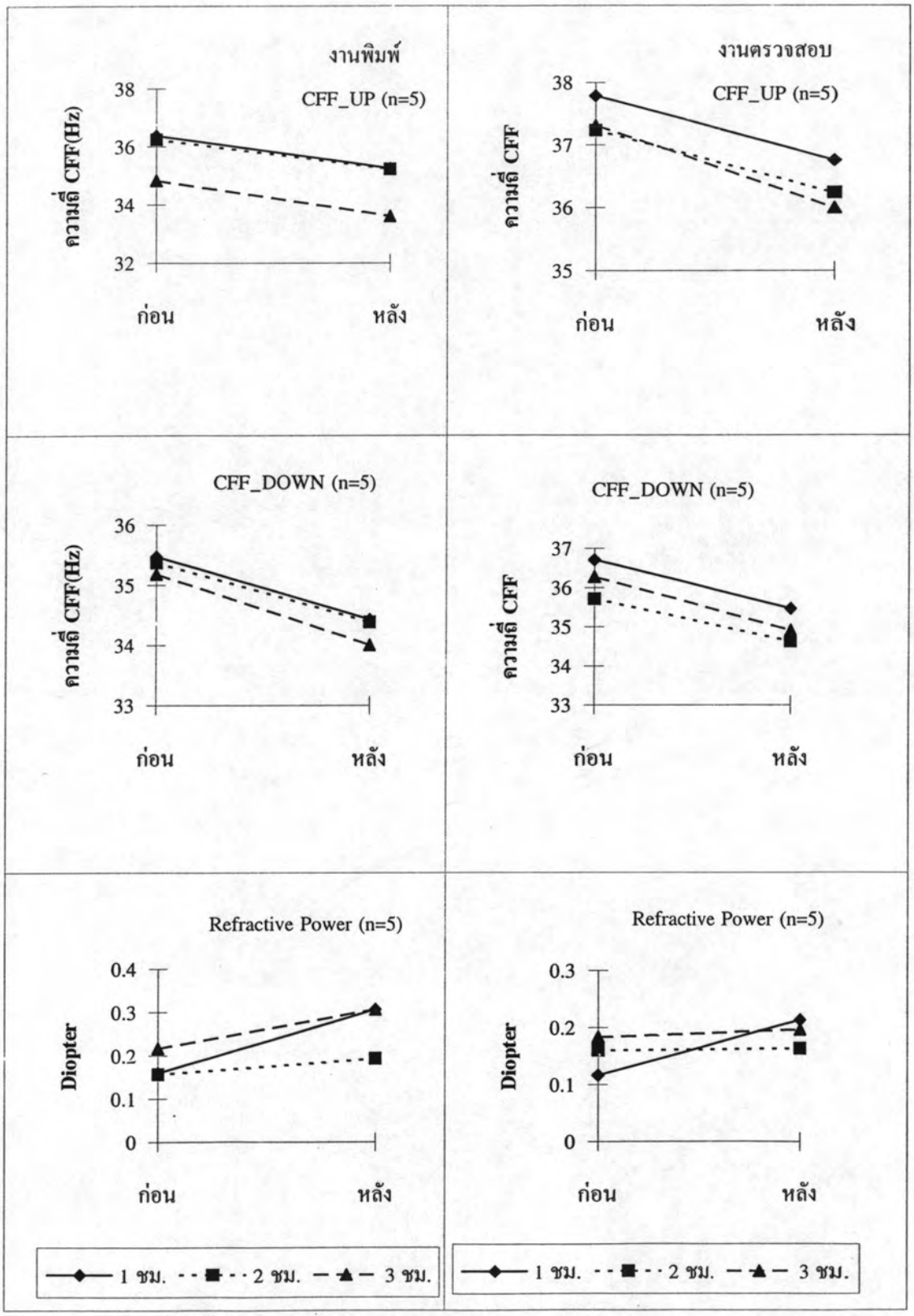
จากตารางที่ 4.2 สามารถสรุปได้ว่า

1. หลังการพิมพ์งาน 1 หรือ 2 หรือ 3 ชั่วโมง ควรมีการหยุดพัก 10 นาที
2. ถ้ามีระยะเวลาพักให้ 10 หรือ 15 นาที สามารถพิมพ์งานได้ 3 ชั่วโมง

3. <u>วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความล้าทางสายตาในงานพิมพ์และงานตรวจสอบ</u>

3.1 ผลการวัดค่าความถี่ CFF และค่า Refractive Power ก่อน-หลังการพิมพ์งานและการตรวจสอบ

จากรูปที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่า หลังการพิมพ์งานหรือการตรวจสอบ เพียง 1 ชั่วโมง ก็เกิดความล้าทางสายตา โดยค่าความถี่ CFF จะลดลง และค่า Refractive Power จะเพิ่มขึ้น ในทิศ

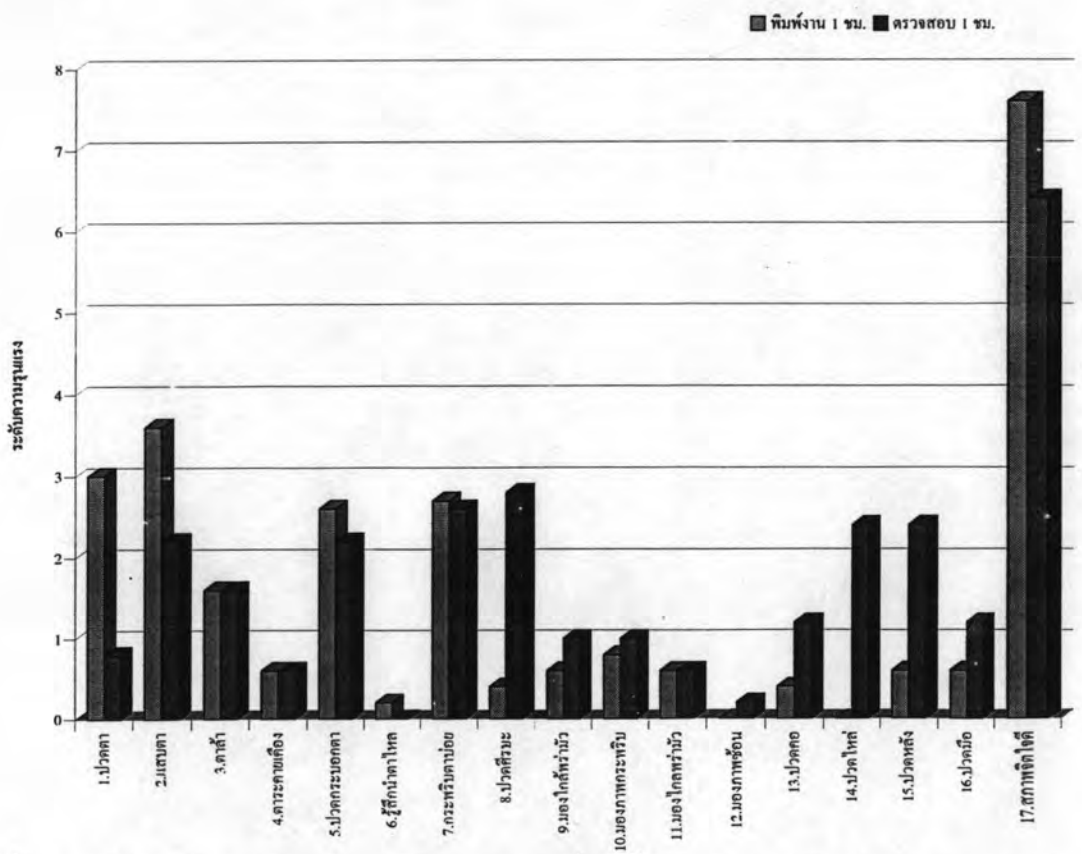


รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบผลการวัดค่า ความถี่ CFF และค่า Refractive Power ก่อน-หลัง การพิมพ์งาน และการตรวจสอบ เป็นระยะเวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมง

ทางเดียวกัน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การเกิดความล้าทางสายตาในงานพิมพ์และงานตรวจสอบไม่แตกต่างกัน แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือการประเมินผลการตอบแบบสอบถาม

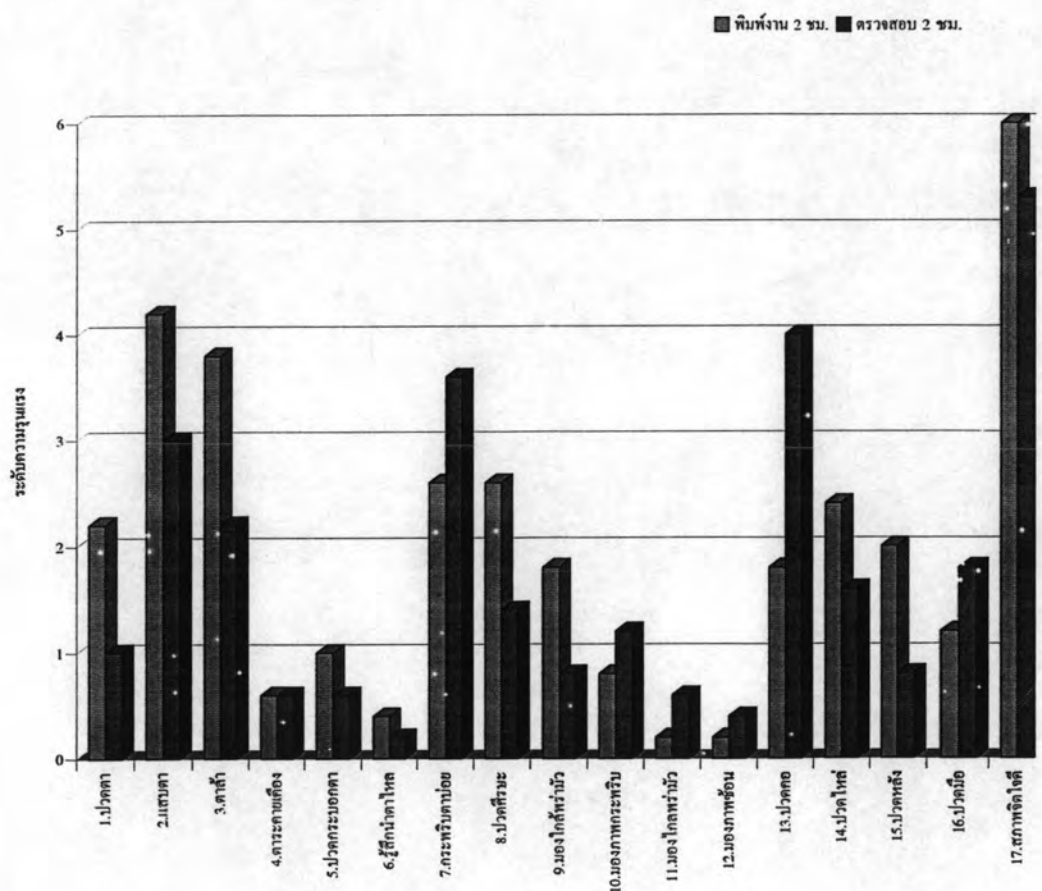
ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถาม

รูปที่ 4.11 แสดงให้เห็นระดับความรุนแรงเฉลี่ยจากแบบสอบถามก่อนและหลังการทดลองของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด ในการทดลอง 1 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า ในงานพิมพ์บนจอภาพคอมพิวเตอร์จะเกิดอาการปวดตา แสบตา ปวดกระบอกตา กระพริบตาบ่อย ในระดับสูงกว่าในงานตรวจสอบ และในงานตรวจสอบจะเกิดอาการปวดศีรษะ เวลามองใกล้ตาพร่ามัว มองภาพกระพริบ มองภาพซ้อน ปวดคอ ปวดหลัง และปวดมือ ในระดับความรุนแรงมากกว่างานพิมพ์บนจอภาพคอมพิวเตอร์ และสภาพจิตใจในงานพิมพ์จะดีกว่าในงานตรวจสอบ ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่างานที่ทำซ้ำซากจะก่อให้เกิดความเบื่อหน่าย ในขณะที่งานพิมพ์ฯ จะมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ใช้พิมพ์จึงเกิดความเบื่อหน่ายน้อยกว่างานตรวจสอบ สภาพจิตใจดีจึงมีระดับสูงกว่างานตรวจสอบ



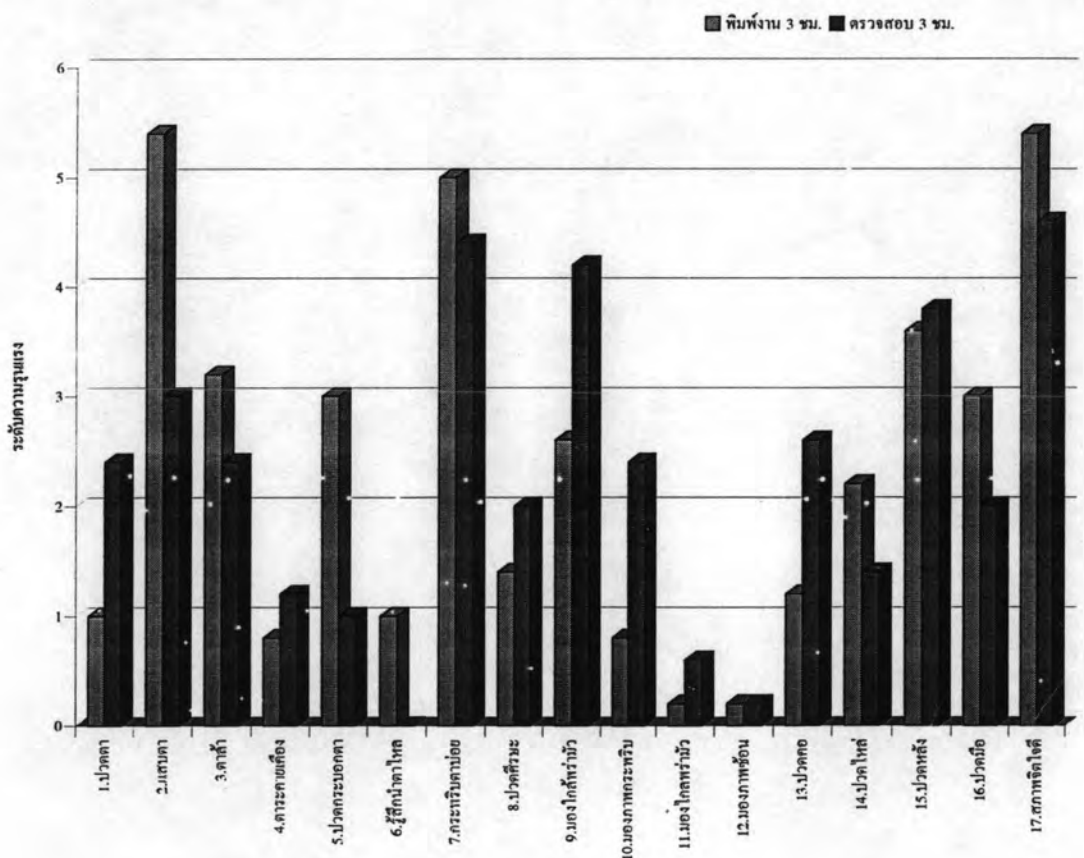
รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบระดับความรุนแรงของอาการที่เกิดขึ้นระหว่างงานพิมพ์ฯและงานตรวจสอบเมื่อทำงาน 1 ชั่วโมง

จากรูป4.12 ปรากฏว่าในงานพิมพ์ฯจะเกิดอาการปวดตา แสบตา ตาล้า ปวดศีรษะ เวลามองใกล้ตาพร่ามัว ปวดไหล่ ปวดหลัง ในระดับความรุนแรงสูงกว่าในงานตรวจสอบ ในขณะที่ในงานตรวจสอบจะเกิดอาการกระพริบตาบ่อย มองภาพกระพริบ มองไกลตาพร่ามัว มองภาพซ้อน ปวดคอ และปวดมือในระดับความรุนแรงสูงกว่างานพิมพ์ โดยเฉพาะปวดคอจะมีความรุนแรงสูงกว่าในงานพิมพ์มาก ที่เป็นดังนี้ก็เพราะการจัดสถานีงาน สำหรับงานตรวจสอบอาจไม่เหมาะสมผู้ถูกทดสอบต้องทำการทดลองในลักษณะที่ต้องก้มมากกว่าในงานพิมพ์บนจอภาพคอมพิวเตอร์ซึ่งจะไม่อยู่ในลักษณะต้องก้มคอ อาการปวดบริเวณนี้จึงน้อย



รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบระดับความรุนแรงของอาการที่เกิดขึ้นระหว่างงานพิมพ์ฯและงานตรวจสอบเมื่อทำงาน 2 ชั่วโมง

เมื่อทำการทดลองเป็นเวลานานขึ้นคือ 3 ชั่วโมง ไม่ว่าจะเป็นงานพิมพ์ฯหรืองานตรวจสอบจะเกิดความล้าขึ้นมากกว่าการทำงานในระยะที่สั้นกว่า ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ปรากฏว่าในงานพิมพ์ฯจะเกิดอาการแสบตา ตาล้า ปวดกระบอกตา กระพริบตาบ่อย ในระดับความรุนแรงสูงกว่าในงานตรวจสอบ โดยเฉพาะแสบตาจะสูงกว่างานตรวจสอบมาก ทั้งนี้เพราะในงานพิมพ์ต้องเพ่งมองที่จอภาพซึ่งมีแสงสว่างออกมา เมื่อจ้องเป็นระยะเวลานานโดยมิได้หยุดพักย่อมเกิดอาการแสบตาในขณะที่งานตรวจสอบมองวัตถุที่ตรวจสอบเป็นเวลาเท่ากัน แต่วัตถุไม่มีแสงเปล่งออกมาอาการนี้จึงเกิดรุนแรงน้อยกว่างานพิมพ์ จะทำให้เกิดอาการปวดตา ไหล่ ในระดับที่สูงกว่างานพิมพ์ฯ ทั้งนี้อาจตั้งข้อสังเกตได้ว่าการตรวจสอบธนบัตรใบละ 20 บาทซึ่งธนบัตรนั้นจะมีการลวดลายสวยงามทำให้เกิดปวดตาเพราะใช้สายตามากเป็นระยะเวลานานโดยมิได้หยุดพัก



รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบระดับความรุนแรงของอาการที่เกิดขึ้นระหว่างงานพิมพ์ฯและงานตรวจสอบเมื่อทำงาน 3 ชั่วโมง

สรุปผลการตอบแบบสอบถาม ได้ว่าอาการที่เกิดขึ้นในเรื่องของตา ในงานพิมพ์จะมีระดับความรุนแรงกว่าในงานตรวจสอบ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่างานพิมพ์บนจอภาพคอมพิวเตอร์จะมีข้อร้องเรียนเกี่ยวกับเรื่องตามากกว่า หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเกิดความล้าได้มากกว่างานตรวจสอบ แสดงให้เห็นว่างานที่ต้องเพ่งมองที่จอภาพคอมพิวเตอร์ตลอดเวลา จะเกิดความล้ากว่างานตรวจสอบธนบัตร ทั้งนี้เพราะบนจอภาพคอมพิวเตอร์มีความเข้มของแสงส่องออกมา และอาจมีการกระพริบที่จอเกิดขึ้นเป็นบางครั้ง ทำให้กล้ามเนื้อ Ciliary มีการเกร็งเพราะเกิดการเพ่งมอง เมื่อเกร็งนานขึ้นก็ก่อให้เกิดการล้า ส่วนงานตรวจสอบธนบัตร ซึ่งใบธนบัตรไม่มีความเข้มของแสงส่องออกมา และไม่มีแสงกระพริบเกิดขึ้น การเพ่งมองจึงเกิดน้อยกว่า ทำให้อาการล้ามีความรุนแรงน้อยกว่างานบนจอภาพคอมพิวเตอร์ แต่อย่างไรก็ตามสิ่งที่เห็นชัดอีกอย่างที่ได้จากการตอบแบบสอบถามก็คือ สภาพจิตใจ พบว่าในงานตรวจสอบจะมีความน่าเบื่อกว่างานพิมพ์ฯ เนื่องจากรูปแบบการทำงานซ้ำซาก ส่วนงานพิมพ์ฯ มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาที่พิมพ์ จึงมีความเบื่อน้อยกว่างานตรวจสอบ

4. <u>วิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบว่าปัจจัยทั้ง 2 คือ ระยะเวลาทำงาน และระยะเวลาพัก</u>

ในการวิจัยนี้มีตัวแปรอิสระ 2 ตัวคือระยะเวลาทำงาน และระยะเวลาพัก ส่วนตัวแปรตาม คือ ค่าความถี่ CFF และค่า Refractive Power จากการวิเคราะห์ข้างต้นพบว่าค่าความถี่ CFF มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จึงนำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ ส่วนค่า Refractive Power ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จึงไม่นำมาพิจารณา แต่ได้นำไป พล็อตกราฟ เพื่อดูแนวโน้มเป็นไปตามสมมุติฐานหรือไม่ ดังปรากฏในหัวข้อ 2.1.2

จากผลการวิเคราะห์ดังปรากฏในตารางที่ 4.8 และ 4.9 พบว่าระยะเวลาทำงานไม่มีผลต่อผลต่างความถี่ CFF ทั้ง 2 ความถี่ แต่มีปฏิสัมพันธ์ร่วม (Interaction) ระหว่างระยะเวลาทำงานกับระยะเวลาพักอย่างมีนัยสำคัญ และระยะเวลาพักมีผลต่อค่าผลต่างความถี่ CFF ทั้ง 2 ความถี่อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นจึงนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบช่วงพหุคูณ (Duncan's Multiple Rangr Test) ผลปรากฏว่า ระยะเวลาพัก 10 และ 15 นาที จะอยู่ในกลุ่มเดียวกันคือไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนระยะเวลาพัก 5 นาที จะแตกต่างจากกลุ่มแรก ดยมีค่าผลต่างความถี่ CFF น้อยกว่า นั่นหมายความว่า ระยะเวลาพัก 5 นาที เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ CFF เพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับระยะพัก 10 และ 15 นาที ซึ่งมีผลต่างมากกว่า กล่าวคือระยะพักนานขึ้นก็สามารถทำให้สายตาคืนกลับสู่สภาพเดิมได้

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบผลต่างความถี่ CFF หลังทำงาน-หลังพัก

Dependent variable : CFF_UP

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	Prob > F
WT	2	3.43881481	1.71940741	3.24	0.0539
RT	2	5.05437037	2.52718519	4.76	0.0109
WT*RT	4	20.471407	5.11785185	9.63	0.0001
SUB	4	2.66074074	0.66518519		
WT*SUB	8	13.9041481	1.7380185		
RT*SUB	8	16.3530370	2.044123		
WT*RT*SUB	16	30.77674074	1.923546		

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบผลต่างความถี่ CFF หลังทำงาน-หลังพัก

Dependent variable : CFF_UP

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	Prob > F
WT	2	3.01081481	1.50540741	2.68	0.0739
RT	2	6.94325926	3.47162963	6.18	0.0030
WT*RT	4	16.70696296	4.17674074	7.44	0.0001
SUB	4	2.88074074	0.72018519		
WT*SUB	8	6.72770370	0.84096296		
RT*SUB	8	4.92637037	0.61579630		
WT*RT*SUB	16	24.28296296	1.51768519		

หมายเหตุ WT = ระยะเวลาทำงาน

RT = ระยะเวลาพัก

5. <u>การวิเคราะห์รูปแบบการทดลองที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความล้าทางสายตา</u>

จากรูปแบบการทดลองทั้ง 9 รูปแบบ ได้ทำการทดลองโดยสุ่ม เพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของสายตาหลังทำการทดลอง และหลังพัก จากการทดลองในงานวิจัยสามารถสรุปได้ว่าเป็นการออกแบบการทดลองชนิด RCBD (Randomize complete block design) โดย Block ที่ผู้ถูกทดสอบ และมีการทำซ้ำ 3 ครั้งภายใน Block ดังแสดงเป็นตารางที่ 4.5 และ 4.7

ตารางที่ 4.6 RCBD สำหรับผลต่างความถี่ CFF_UP หลังพิมพ์งานและหลังพัก

รูปแบบการทดลอง	ผู้ถูกทดสอบ				
	1	2	3	4	5
1-5	-3.30	0.60	0.00	0.00	-1.00
	-0.60	-0.30	0.60	1.00	0.30
	-1.30	-0.60	0.30	-2.60	-0.30
1-10	1.00	2.30	0.30	0.00	0.30
	1.30	1.60	1.00	1.30	0.30
	0.60	3.00	1.30	0.60	1.00
1-15	5.00	0.00	0.00	1.00	0.60
	3.60	0.00	0.30	0.30	0.60
	3.30	0.00	0.00	0.60	0.30
2-5	1.30	0.30	2.60	-0.60	1.60
	1.00	0.00	1.60	-1.30	1.00
	0.60	-0.30	0.60	2.00	1.00
2-10	0.00	0.30	0.30	1.00	0.00
	0.00	0.00	1.30	0.00	1.60
	0.60	-1.00	1.30	0.30	1.30
2-15	0.00	0.60	0.00	-0.30	1.00
	0.00	0.00	0.30	2.00	1.30
	0.30	0.30	0.60	0.00	1.00
3-5	-0.30	0.30	1.00	0.00	0.30
	0.30	-0.30	0.00	0.60	1.00
	-1.60	0.60	0.00	0.30	1.60
3-10	0.00	0.30	0.60	1.00	0.00
	-1.00	-1.00	0.60	0.00	-0.30
	-0.60	0.30	-0.30	0.00	0.30
3-15	-1.00	0.00	-0.30	0.00	0.00
	0.60	0.30	0.60	0.00	0.60
	0.60	0.00	0.60	2.00	2.00

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับผลต่างความถี่ CFF_UP

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	Prob>F
Treatment	8	28.96459	3.62057	4	0.0003
Subject	4	2.66074	0.66518		
Replicate	2	0.33170	0.16585		

R-sq.= 0.22751 C.V = 215.753 Root MSE = 0.950915

ตารางที่ 4.8 RCBD สำหรับผลต่างความถี่ CFF_DOWN หลังพิมพ์งานและหลังพัก

รูปแบบการทดลอง	ผู้ถูกทดสอบ				
	1	2	3	4	5
1-5	-1.30	-0.30	0.60	1.00	0.30
	-1.30	0.30	1.60	0.30	0.30
	-1.30	-1.00	0.00	-1.30	0.30
1-10	0.30	1.00	0.30	0.30	0.30
	0.60	1.00	0.60	0.00	0.60
	0.30	0.30	0.30	0.00	0.60
1-15	-3.30	-0.30	-1.00	0.60	1.00
	-2.60	-0.30	0.00	0.30	0.30
	-2.30	1.00	0.30	-0.30	0.30
2-5	1.00	-0.30	0.30	1.00	0.60
	-1.30	0.30	1.30	-3.30	0.00
	0.00	0.00	0.30	0.60	0.00
2-10	0.60	0.30	1.60	0.60	0.60
	0.30	1.60	1.30	1.00	0.60
	0.00	-1.00	1.30	0.00	1.00
2-15	0.00	0.60	0.30	0.00	0.30
	0.30	0.00	0.30	0.00	0.60
	0.30	0.30	0.00	0.30	0.60
3-5	-0.30	0.60	0.60	1.00	0.30
	1.30	0.30	-0.30	0.00	0.00
	-0.30	1.00	0.00	0.30	0.60
3-10	-1.00	-0.60	1.00	1.00	0.00
	0.30	-1.00	0.00	3.30	0.00
	-1.30	1.30	1.30	0.00	1.00
3-15	0.00	-1.00	0.30	-1.30	0.60
	-1.00	0.00	0.30	-2.60	1.00
	0.00	0.30	2.00	0.00	1.30

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับผลต่างความถี่ CFF_DOWN

Source	DF	Sum of Sq.	Mean Sq.	F Value	Prob>F
Treatment	8	12.83481	1.60435	2.23	0.0293
Subject	4	16.70696	4.1764		
Replicate	2	0.05970	0.02985		

R-sq.= 0.25517 C.V = 500.23559 Root MSE = 0.8485477

การเก็บข้อมูลจะเก็บโดยวัดสายตาก่อนการทดลอง หลังการทดลอง และหลังพัก ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ จะเป็นผลต่างระหว่างหลังการพักและหลังการทดลอง ในงานพิมพ์บนจอภาพคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เพราะสายตาของผู้ถูกทดสอบแต่ละคนก่อนการทดลองไม่เท่ากัน จากข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์โดยโปรแกรมทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ผลปรากฏตารางที่ 4.7 และ 4.9 ซึ่งอธิบายผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ จากเครื่อง Critical flicker frequency ทั้งแบบปรับความถี่เพิ่ม และปรับความถี่ลง พบว่าแต่ละรูปแบบการทดลองมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความล้าทางสายตาอย่างมีนัยสำคัญด้วย R^2 = .23 สำหรับค่าความถี่จาก CFF_UP และ R^2 = .26 สำหรับค่าความถี่จาก CFF_DOWN ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการเลือกตัวแปร(รูปแบบการทดลอง)นี้ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความถี่ระหว่างหลังพัก และหลังทดลอง ด้วยเปอร์เซ็นต์ค่อนข้างน้อย หรืออาจกล่าวได้ว่าการวัดตัวแปรตอบสนอง ไม่เหมาะสมสำหรับตัวแปรอิสระ เหตุผลที่พอสรุปได้ดังนี้

1. การวัดตัวตอบสนอง (Response) ที่เป็น Subjective หรือจากคำบอกเล่าจากผู้ถูกทดสอบอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากเป็นการใช้ความรู้สึกในการตรวจจับค่า Response

2. ในการตรวจจับตัวตอบสนองในแต่ละบุคคล ย่อมจะไม่เหมือนกัน โอกาสที่จะควบคุมให้เป็นไปในแนวทางเดียวกัน ต้องใช้เวลาในการฝึกหัดนาน และก็ไม่แน่ใจว่าหลังฝึกแล้วความรู้สึกแต่ละคนในการตรวจจับตัวตอบสนองจะเหมือนกันหรือไม่

แต่อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ก็มีแนวโน้มเป็นไปตามสมมุติฐาน เมื่อพิจารณาผลลัพธ์เป็นรูปกราฟ ดังที่กล่าวมาข้างต้น