



ผลของเลนส์นูนกำลังต่ำต่อ Fixation Disparity
ในผู้ที่ทำงานระยะใกล้เป็นเวลานาน



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทัศนมาตรคลินิก
คณะทัศนมาตรศาสตร์

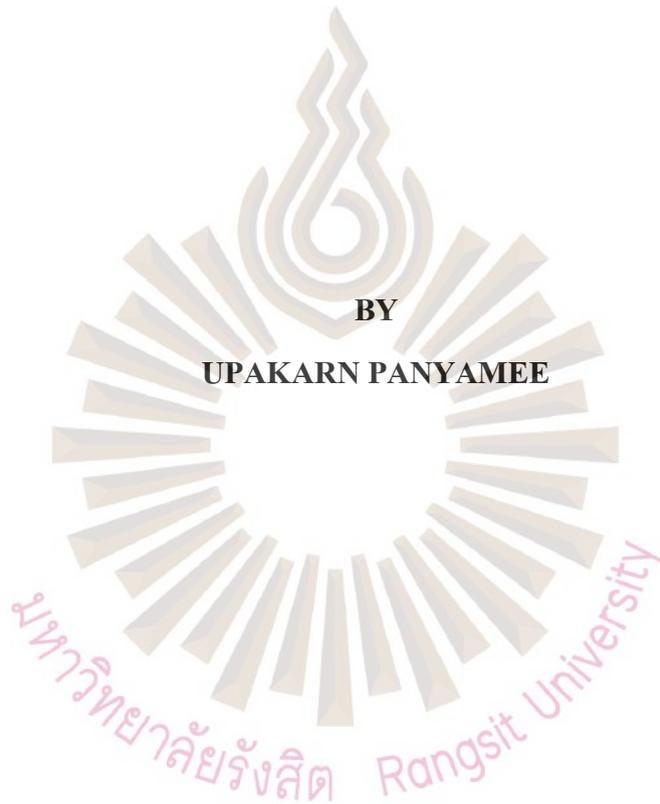
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2567



**EFFECT OF LOW PLUS LENSES ON FIXATION DISPARITY IN
SUSTAINED NEAR WORK USERS**

BY

UPAKARN PANYAMEE



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN CLINICAL OPTOMETRY
FACULTY OF OPTOMETRY**

**GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2024**

วิทยานิพนธ์เรื่อง

ผลของเลนส์นูนกำลังต่ำต่อ Fixation Disparity ในผู้ที่ทำงานระยะใกล้เป็น
เวลานาน

โดย
อุปการ ปัญญาณี

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทัศนมาตรคลินิก

มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2567

รศ.นพ.ภฤศ หาญอุตสาหะ
ประธานกรรมการสอบ

รศ.พญ.วัฒน์ย์ เอ็นจิตร
กรรมการ

ศ.เกียรติคุณ นพ.ยศอนันต์ ยศไพบุลย์
กรรมการ

ศ.เกียรติคุณ พญ.สมสงวน อัญญคุณ
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ศ.ดร.สือจิตต์ เพ็ชรประสาน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

5 สิงหาคม 2567

Thesis entitled

**EFFECT OF LOW PLUS LENSES ON FIXATION
DISPARITY IN SUSTAINED NEAR WORK USERS**

by

UPAKARN PANYAMEE

was submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master of Science in Clinical Optometry

Rangsit University
Academic Year 2024

Assoc. Prof. Prut Hanutsaha, MD.
Examination Committee Chairperson

Assoc. Prof. Watanee Jenchitr, MD.
Member

Prof. Emer. Yosanan Yospaiboon, MD.
Member

Prof. Emer. Somsanguan Ausayakhun, MD.
Member and Advisor

Approved by Graduate School

(Prof. Suejit Pechprasarn, Ph.D.)

Dean of Graduate School

August 5, 2024

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดีเนื่องมาจากได้รับความอนุเคราะห์จาก ศ.เกียรติคุณ พญ.สมสงวน อัมมฤคคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความเอาใจใส่ช่วยเหลือ และคอยให้คำปรึกษาแนะนำ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด และขอบคุณ ศ.เกียรติคุณ นพ.ยศอนันต์ ยศไพบูลย์ กรรมการ และ รศ.นพ. ภฤศ หาญอุตสาหะ ประธานกรรมการสอบ ผู้ให้คำแนะนำติชมและแก้ไขข้อบกพร่องของข้อเสนอ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนทำให้ผู้วิจัยสามารถปรับแก้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

อุปการ ปัญญาณี

ผู้วิจัย



6407154 : อุปกรณ์ ปัญหา
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : ผลของเลนส์นูนกำลังต่ำต่อ Fixation Disparity
 ในผู้ที่ทำงานระยะใกล้เป็นเวลานาน
 หลักสูตร : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาทัศนมาตรคลินิก
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ศ.เกียรติคุณ พญ.สมสงวน อัญญคุณ

บทคัดย่อ

เลนส์นูนกำลังต่ำถูกใช้เพื่อรักษาอาการตาล้าจากการใช้สายตาระยะใกล้เป็นเวลานานซึ่งเป็นผลมาจากการลดลงของการเพ่งนอกเหนือจากนี้การเพ่งยังทำงานร่วมกับการเคลื่อนไหวของตาที่ต้องทำงานร่วมกันจึงเป็นที่มาของการศึกษาเพื่อหาผลกระทบของเลนส์นูนกำลังต่ำต่อการมองเห็นสองตาโดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ Fixation Disparity, Heterophoria และ Accommodative Lag

ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 80 คน แบ่งเป็นกลุ่ม A และ B ในจำนวนที่เท่ากัน การทดลองแบ่งเป็น 2 ครั้งห่างกัน 15 นาที ในครั้งที่ 1 กลุ่ม A ไม่ใช้เลนส์นูนกำลังต่ำ และกลุ่ม B ใช้เลนส์นูนกำลังต่ำ ครั้งที่ 2 กลุ่ม A และ B สลับปัจจัยกัน โดยการทดลองใช้เวลาครั้งละ 30 นาที ภายหลังจากการทดลองแต่ละครั้ง จะทำการวัดค่า Fixation Disparity, Accommodative Lag และ Heterophoria ผลการวิจัยพบว่าการทดลองครั้งที่ 1 พบว่าค่าของ Heterophoria และ Accommodative Lag ในกลุ่ม B มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p=0.002$ และ $p<0.001$ ตามลำดับ ในกลุ่ม A พบผลเช่นเดียวกันในการทดลองครั้งที่ 2 ($p<0.001$) ค่า Fixation Disparity, Heterophoria และ Accommodative Lag พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการทดลองครั้งที่ 2 ($p=0.006, p<0.001$) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพบความสัมพันธ์ระหว่างค่า Fixation Disparity กับ Heterophoria ในการทดลองครั้งที่ 1 ในกลุ่ม A ($r=0.422, p=0.007$) และ B ($r=0.464, p=0.003$) ส่วนการทดลองในครั้งที่ 2 พบแค่ในกลุ่ม A ($r=0.452, p=0.003$) เลนส์นูนกำลังต่ำมีผลทำให้ Fixation Disparity และ Heterophoria มีทิศทางเป็น Exo เพิ่มขึ้น ในขณะที่ Accommodative Lag มีค่าลดลงสามารถสรุปได้ว่า เลนส์นูนกำลังต่ำช่วยลด Accommodative Lag แต่มีผลให้ Fixation Disparity และ Heterophoria มีทิศทางและปริมาณเป็น Exo เพิ่มมากขึ้น

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 49 หน้า)

คำสำคัญ: Fixation disparity, Heterophoria, Accommodative Lag, Low Plus Lens

ลายมือชื่อนักศึกษา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

6407154 : Upakarn Panyamee
 Thesis Title : Effect of Low Plus Lenses on Fixation Disparity
 in Sustained Near Work Users
 Program : Master of Science in Clinical Optometry
 Thesis Advisor : Prof. Emer. Somsanguan Ausayakhun, MD.

Abstract

The use of low-powered lenses has been explored as a potential remedy for symptoms of asthenopia associated with prolonged near work, often leading to a reduced accommodative response. Accommodation and convergence are intricately linked processes that must harmonize for effective binocular vision. This study aims to investigate the impact of low-powered lenses on binocular vision, focusing on changes in fixation disparity, heterophoria, and accommodative lag.

The study comprised 80 participants equally divided into Group A and Group B. Each participant underwent two experimental phases with a 15-minute interval between them. During the first phase, Group A did not use low-powered lenses, while Group B did. In the subsequent phase, the groups switched conditions. Each experimental phase lasted 30 minutes, during which fixation disparity, accommodative lag, and heterophoria were measured. The results revealed significant differences in heterophoria and accommodative lag between Group B and Group A during the first experiment ($p=0.002$ and $p<0.001$, respectively), with similar trends observed in the second experiment ($p<0.001$). Furthermore, in the second experiment, Group B exhibited significant differences in fixation disparity, heterophoria, and accommodative lag ($p=0.006$, $p<0.001$). Correlation analysis indicated a positive correlation between fixation disparity and heterophoria in both Group A ($r=0.422$, $p=0.007$) and Group B ($r=0.464$, $p=0.003$) during the first experiment, while in the second experiment, this correlation was observed only in Group A ($r=0.452$, $p=0.003$). The use of low-powered lenses resulted in increased exo-direction in fixation disparity and heterophoria, coupled with decreased accommodative lag. In summary, low-powered lenses demonstrated efficacy in reducing accommodative lag but were associated with increased exo-direction and magnitude of fixation disparity and heterophoria.

(Total 49 pages)

Keywords: fixation disparity, heterophoria, accommodative lag, low plus lens

Student’s Signature Thesis Advisor’s Signature

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1	
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	1
1.3 คำถามการวิจัย / สมมติฐานการวิจัย	1
1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	2
1.5 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2	
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 Fixation Disparity	7
2.2 การวัด Fixation Disparity ด้วย Wesson Card	11
2.3 การศึกษา Fixation Disparity กับการใช้สายตาระยะใกล้	12
2.4 Heterophoria	12
2.5 Accommodative Response	13
2.6 การศึกษาผลของ Low Plus Lens	13
2.7 การเปลี่ยนแปลงของ Accommodation, Heterophoria และ Fixation Disparity	14
บทที่ 3	
ระเบียบวิธีการวิจัย	16
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	18
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	21
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	23
บทที่ 4 ผลการวิจัย	24
4.1 Fixation Disparity	25
4.2 Heterophoria	26
4.3 Accommodative Lag	27
4.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร	28
บทที่ 5 อภิปรายผล	34
บรรณานุกรม	37
ภาคผนวก	40
ภาคผนวก ก การขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์	41
ภาคผนวก ข เครื่องมือวิจัย	43
ประวัติผู้วิจัย	49

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
3.1	แสดงเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออก	16
3.2	แสดงการสุ่มจำแนกกลุ่ม	17
3.3	แบบบันทึกข้อมูล	22
4.1	ตารางแสดงค่า Accommodation และ Vergence ของกลุ่ม A และ B	24
4.2	ตารางแสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของ Fixation Disparity Heterophoria และ Accommodative Lag ใน กลุ่ม A	25
4.3	ตารางแสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของ Fixation disparity Heterophoria และ Accommodative Lag ใน กลุ่ม B	26
4.4	ตารางเปรียบเทียบค่า Fixation Disparity, Heterophoria, Accommodative ag ทั้งสองกลุ่ม ในการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	27

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	2
2.1	7
2.2	7
2.3	8
2.4	9
2.5	10
2.6	11
2.7	15
3.1.1	16
3.2.1	18
3.2.2	19
3.2.3	19
3.2.4	20
3.2.5	20
4.1	29
4.2	30
4.3	30
4.4	31
4.5	31
4.6	32

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Fixation Disparity และ Near Heterophoria ในการทดลองครั้งที่ 2 ของ Group B	32
4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Fixation Disparity และ Accommodative Lag ในการทดลองครั้งที่ 2 ของ Group B	33



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องด้วยสถานการณ์ในปัจจุบันที่มีการแพร่ระบาดของ Covid 19 ทำให้คนส่วนใหญ่อยู่ในที่พักอาศัยมากขึ้น พร้อมกับการทำงานที่ต้องใช้ หน้าจอ มากขึ้นส่งผลให้การมองเห็นเปลี่ยนไปเป็นลักษณะการมองในระยะใกล้และมีระยะเวลาในการมองนานขึ้นซึ่งส่งผลเกิดอาการตาล้า (Asthenopia) กลุ่มอาการเหล่านี้เกิดจากภาวะการทำงานของระบบ Accommodation และ Vergence ที่ต้องทำงานอย่างต่อเนื่องที่ตำแหน่งเดิมเป็นระยะเวลานานและในปัจจุบันมีการรักษาด้วย เลนส์นูน ที่มีค่ากำลังต่ำสำหรับผู้ที่มีอาการไม่สบายตาขณะใช้สายตาระยะใกล้ ซึ่งในรายงานที่ผ่านมาได้มีหลักฐานพิสูจน์แล้วว่าเมื่อใส่เลนส์นูนกำลังต่ำแล้ว ทำให้ค่าทาง Vergence และ Accommodation เปลี่ยนแปลงไป อาจมีผลทำให้อาการที่ดีขึ้น แต่อีกปัจจัยอีกหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับ Accommodation และ Vergence ยังไม่ได้รับการรายงานถึงผลของ เลนส์นูนกำลังต่ำคือ ผลต่อ Fixation Disparity ทางผู้ทำวิจัยจึงศึกษาในประเด็นของ Fixation Disparity

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของ Low Plus Lens ที่มีต่อ Fixation Disparity

1.2.2 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Heterophoria ภายหลังจากใส่ Low Plus Lens

1.2.3 เพื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของ Accommodative Lag ภายหลังจากใส่ Low Plus Lens

1.2.4 เปรียบเทียบผลของ Low Plus Lens ต่อ Fixation Disparity ,Accommodative Lag, Heterophoria ก่อนใส่และหลังใส่เมื่อใช้สายตาในระยะใกล้เป็นระยะเวลา 30 นาที

1.3 คำถามการวิจัย

1.3.1 ปริมาณและทิศทางของ Fixation Disparity จะเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างไร เมื่อใส่ Low Plus Lens

1.3.2 เมื่อเปรียบเทียบ การใส่ Low Plus Lens 30 นาที และการไม่ใส่ Fixation Disparity, Heterophoria และ Accommodative Lag มีค่าแตกต่างกันหรือไม่

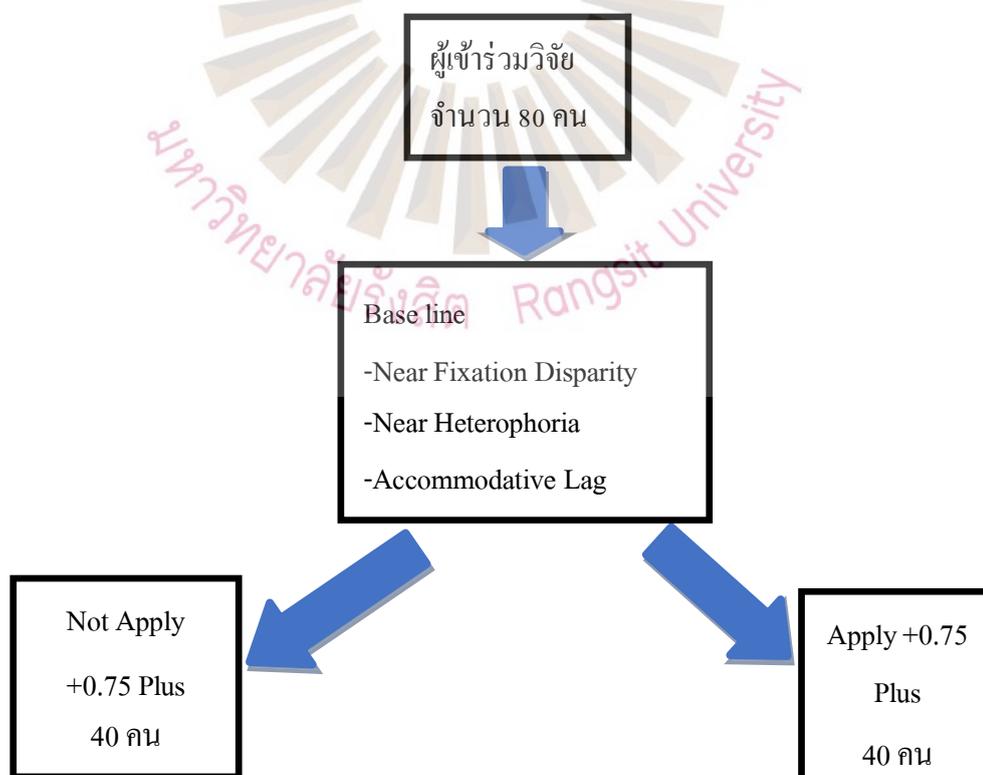
1.3.3 ผลของการใส่ Low Plus Lens สามารถอธิบาย ได้ด้วย Fixation Disparity ได้หรือไม่ สมมติฐานการวิจัย

1.3.4 Fixation Disparity มีค่าเพิ่มขึ้นในทิศทางเดิม หรืออาจมีทิศตรงข้ามภายหลังใส่ Low Plus Lens

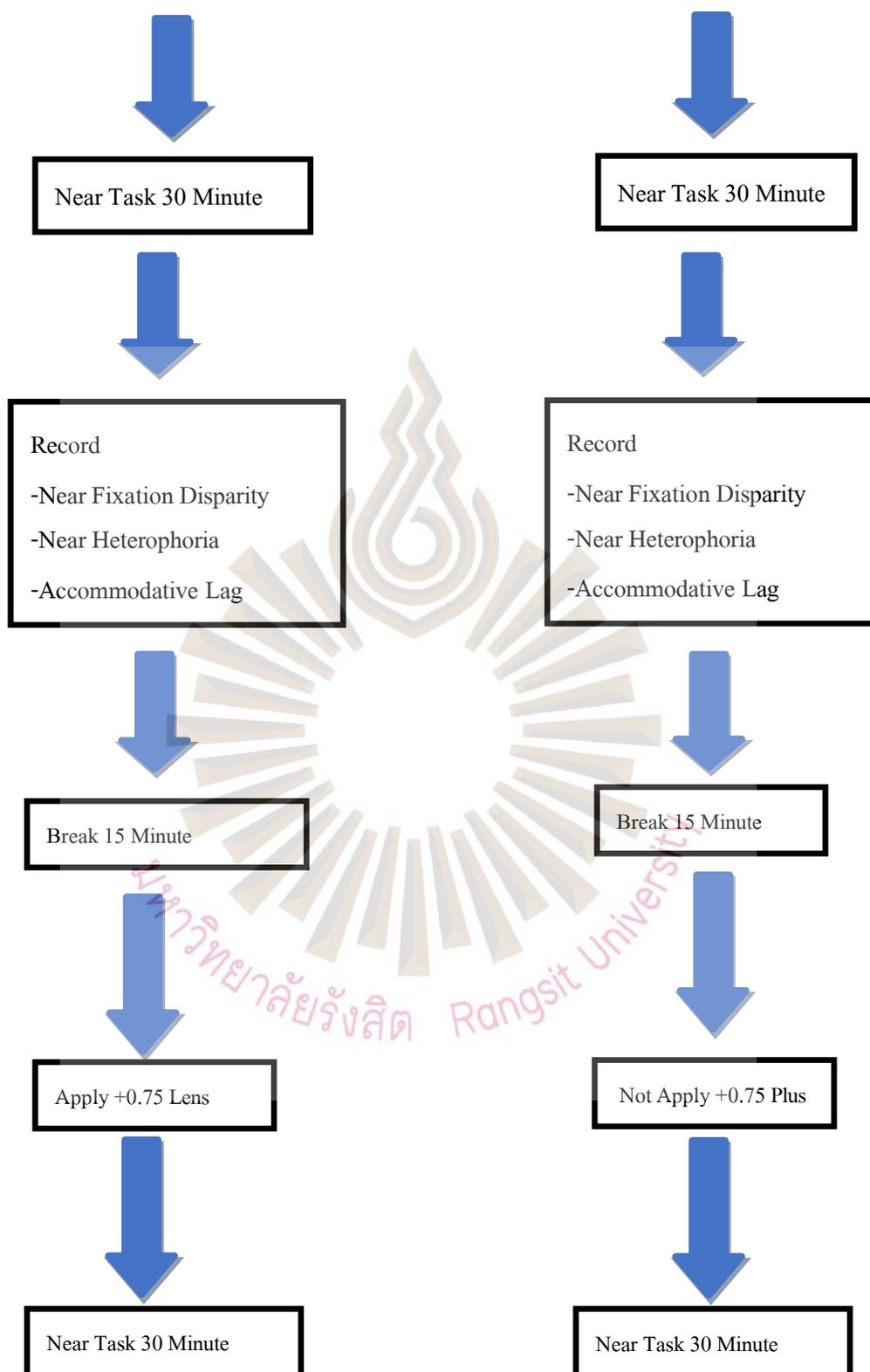
1.3.5 Fixation Disparity เปลี่ยนแปลง ในทิศทางเดียวกับ Heterophoria ที่เปลี่ยนแปลงไป

1.3.6 มีความแตกต่างของค่า Fixation disparity ,Heterophoria และ Accommodative Lag หรือไม่ ระหว่างการใส่ Low Plus Lens และการไม่ใส่

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย (ต่อ)



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย (ต่อ)

1.6 นิยามศัพท์

Fixation Disparity คือ ภาวะของภาพจากวัตถุที่มองเห็นด้วยสองตา ไม่ตรงกับตำแหน่งบนจอตาทั้งสองข้างที่สัมพันธ์กัน แต่ยังคงอยู่ในบริเวณของ Panum's Fusional ทำให้วัตถุที่มองเห็นเป็นภาพเดี่ยว การมี Fixation Disparity อาจหมายถึง ภาวะ Over-convergence หรือ Under-convergence ของเนื้องานมองภายใต้การมองเห็นสองตา การไม่ตรงพอดีของเนื้องานมองมีค่าน้อยซึ่งไม่มากไปกว่า 5 ถึง 10 Minute of Arc หรือวัดเป็นปริซึม มีน้อยกว่า 0.75Δ

Heterophoria คือ ตำแหน่งของตาที่ไม่มีการกระตุ้นให้รวมภาพ ด้วย Fusional Vergence หรือเรียกว่า Physiological Position of Rest ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ถูกกระตุ้นโดย Tonic Convergence เพื่อให้ตาที่มี Convergence มากขึ้นจากตำแหน่งของ Anatomical Position of Rest สามารถวัดโดยทำการขีดขวางการรวมภาพของตาทั้งสอง ได้แก่ การ ใส่ Vertical Prism เพื่อให้เกิดการมองเห็น เป็นสองภาพ (Dissociation) การปิดตาสลับข้างอย่างรวดเร็ว (Alternating Cover Test) การใช้เลนส์ Maddox ในตาข้างหนึ่ง

Accommodative Lag คือ การวัดการตอบสนองของ Accommodation ในระยะใกล้จาก ระยะทดสอบที่ระยะ 40 เซนติเมตร หรือเป็นระยะใช้สายตาระยะใกล้ของผู้ป่วย โดยทั่วไป จะมีค่าตั้งแต่ 0 จนถึง +1.00 D ถ้ามีอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไปมักจะพบกว่าค่าของ Accommodative Lag มีค่า

มาก หมายถึงจะต้องทำการรักษาด้วยเลนส์สำหรับอ่านหนังสือในระยะใกล้

Accommodative Convergence คือ ปฏิกริยาระหว่าง Accommodation และ Convergence เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของ Convergence ต่อ Accommodation ที่ตอบสนองต่อการกระตุ้น หรือเรียกว่า AC/A Ratio ในทางคลินิก จะสามารถวัดได้ ด้วยการหาผลต่างของ Heterophoria สองครั้ง โดยทั้งสองครั้งมีการกระตุ้นการทำงานของ Accommodation ที่ไม่เท่ากัน

AC/A Ratio (Accommodative Convergence/Accommodation) คือ อัตราการเปลี่ยนแปลง Vergence ต่อ Accommodation ที่เปลี่ยนแปลงไป สามารถวัดได้ด้วยการใส่เลนส์ Spherical ที่มีกำลัง +1.00D หรือ -1.00D ให้กับผู้ป่วยจากนั้นทำการวัด Dissociated Phoria ก่อน นำค่าที่ได้มาหาผลต่างกับการวัด Dissociated Phoria ก่อนหน้า เรียกว่า Gradient AC/A ratio และอีกวิธีหนึ่งได้จากการคำนวณหรือ Calculated AC/A Ratio โดยใช้ค่า Interpupillary Distance ค่า Meter-angle ค่า Phoria ที่วัดได้ในระยะไกล และระยะใกล้ คำนวณ ดังนี้ $[IPD+(D'-D)/2.5]$

Fusional Vergence Range คือ กำลังการรวมภาพสองตา วัดโดยใช้เลนส์ปริซึม วางหน้าตา และเพิ่มค่ากำลัง ปริซึม จนไม่สามารถมองเห็นเป็นภาพเดียวได้ สามารถวัดได้ทั้งในทิศทางของ Base In และ Base Out

Low Plus Lenses หรือ **Anti-Fatigue Lenses** คือ เลนส์นูนที่มีค่ากำลังต่ำ มีค่าตั้งแต่ +0.25D ไปจนถึง +0.75 D ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นเลนส์ที่ถูกผลิตร่วมกับเลนส์ที่ใช้แก้ไขสายตา ผิดปกติ มีลักษณะเป็นเลนส์ชนิดหลายโฟกัสเหมือนกับเลนส์ Progressive จุดประสงค์เพื่อแก้ไขอาการตาล้าที่เกิดขึ้นในผู้ป่วยที่ยังไม่เป็นสายตาสูญวัย (Presbyopia)

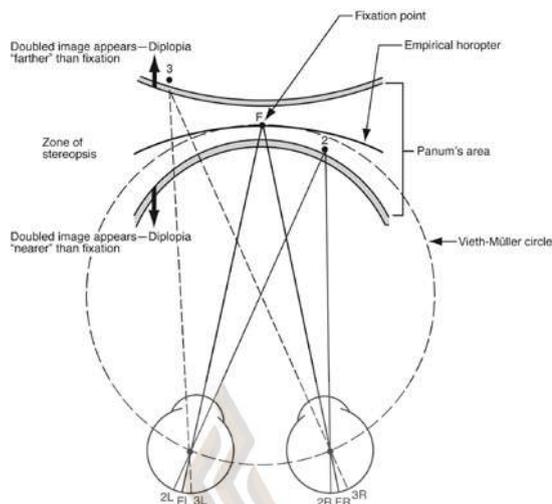
บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การมองเห็นสองตาเป็นความสามารถขั้นพื้นฐานของการมองเห็นที่เป็นปกติของมนุษย์ ในอดีตที่ผ่านมามนุษย์มีการใช้ความสามารถในการมองเห็นที่มีการปรับเปลี่ยนระยะการมองอยู่ตลอด แต่ในปัจจุบันด้วยภาวะทางเศรษฐกิจสังคม การศึกษา การทำงาน ทำให้การใช้ชีวิตของมนุษย์เปลี่ยนไป ซึ่งมีการใช้สายตาในระยะใกล้เพิ่มขึ้นและต่อเนื่องเป็นระยะเวลาานาน (Jaiswal et al., 2019) ส่งผลให้ มีการใช้การมองเห็นสองตาที่เกิดทำให้เกิดภาวะเครียดของระบบการมองเห็นสองตาเพิ่มมากขึ้น ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะมุ่งเน้นไปที่ Fixation Disparity ซึ่งเป็นภาวะที่มีอยู่ภายหลังการมีการรวมภาพสองตาแล้ว และการปรับเปลี่ยน Fixation Disparity จาก เลนส์นูน โดยเลนส์นูนจะปรับเปลี่ยนของกำลังของ Accommodation ซึ่งจะปรับเปลี่ยน Accommodative Convergence จนส่งผลต่อตำแหน่งและปริมาณของ Heterophoria และ Fixation Disparity

2.1 Fixation disparity

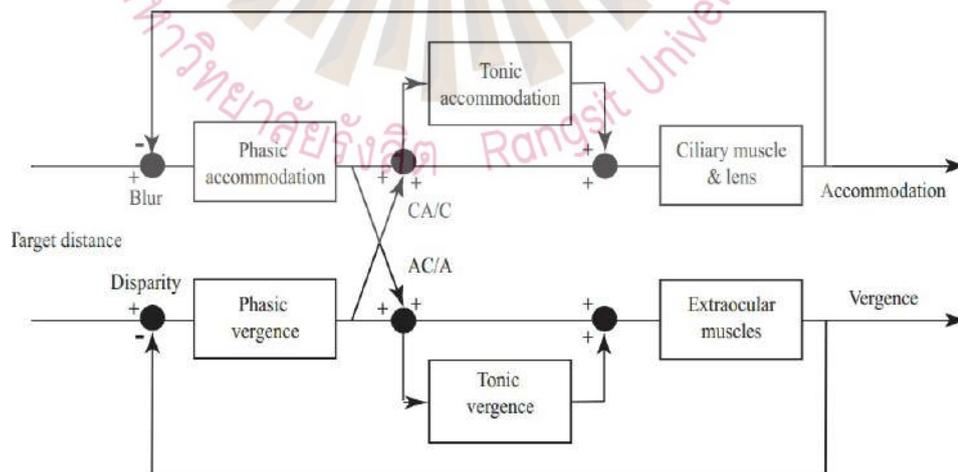
คือ ภาวะที่มีการเคลื่อนเล็กน้อยของแนวการมอง (Visual Axis) ของตาทั้งสองข้างที่ไม่ได้ตัดกันที่วัตถุพอดี แต่ยังคงเกิดการรวมภาพในสมองให้มองเห็นเป็นภาพเดียวได้ การมีอยู่ของ Fixation Disparity เกิดขึ้นจากการทดลองเพื่อหาแนวการมองเห็นที่สมองยังสามารถรวมภาพทั้งสอง เป็นภาพเดียวได้ เรียกว่า Horopter ซึ่ง Horopter มีลักษณะเป็นแนวเส้นโค้ง ตามทฤษฎี เมื่อวัตถุอยู่บนเส้น Horopter การมองเห็นของตาทั้งสองข้างจะรวมเป็นภาพเดียว เมื่อวัตถุอยู่นอกแนวเส้นของ Horopter สมองยังคงรับรู้เป็นภาพเดียวได้ซึ่งบริเวณที่แนวการมองของตาทั้งสองข้างไม่ได้ตัดกันที่วัตถุบนเส้น Horopter และสมองยังสามารถรวมภาพให้มองเห็นเป็นภาพเดียวได้นี้เรียกว่า Panum's Fusional Area (Vojnikovi & Tamajo, 2013)



รูปที่ 2.1 แสดง Horopter และ Panum's Area
 ที่มา: American Academy of Ophthalmology, 2023

การมีอยู่ของ Panum's Fusional Area ทำให้การมองเห็นของตาทั้งสองข้างมีความยืดหยุ่นสามารถมองเห็น เป็นภาพเดียว โดยไม่เกิดภาพซ้อนหรือเลื่อนไปมา เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งของ สรีระเพียงเล็กน้อยและเกิดการรับรู้ภาพเป็นสามมิติ

Fixation Disparity ที่เกิดขึ้นสามารถอธิบายได้ด้วย แผนผัง ดังรูปด้านล่าง

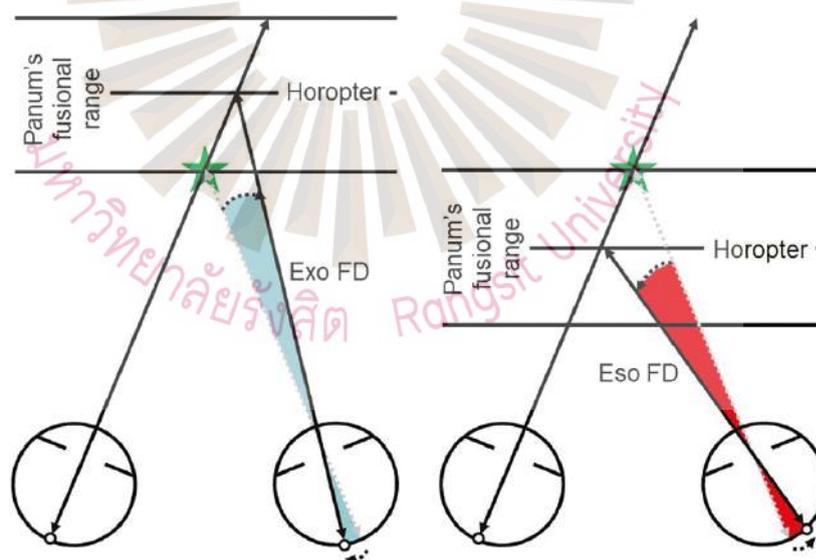


รูปที่ 2.2 แสดง ความสัมพันธ์ ระหว่าง Accommodation และ Vergence
 ที่มา: Sreenivasan & Bobier, 2015

จากรูปที่ 2.2 จะเห็นได้ว่า เมื่อมีการกระตุ้นจากภาพที่ไม่ชัด และ Disparity เกิดขึ้นแล้ว

ปลายทางจะให้ผลออกมาเป็น Accommodation และ Vergence ที่ต้องตอบสนองตามระดับของการกระตุ้น แต่การตอบสนองอย่างต่อเนื่องทำให้เกิด Lag of Accommodation และ Fixation Disparity (Hung, 1992a, 1997b) จะเห็นได้จากลูกศรที่ย้อนกลับไปยังจุดเริ่มต้น ด้วยเหตุนี้ทำให้การทำงานของ การมองเห็นสองตาไม่ได้ ทำให้รับภาพชัดในจอตา มาตรงที่ตำแหน่งมองพอดี แต่จะต้องเหลือไว้ให้มีการกระตุ้นอย่างต่อเนื่อง ไม่เช่นนั้นระบบการทำงานของ Vergence จะหยุดทำงานทำให้มองเห็นเป็นภาพซ้อน และถูกกระตุ้นให้รวมภาพอีกครั้ง ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สะดวกของการมองด้วยตาทั้งสองข้าง

ในทางคลินิกที่สนมาตร Fixation Disparity เป็นค่าความคลาดเคลื่อนการมองของสองตา ในขณะที่ยังมีการรวมภาพในสมองเกิดขึ้น ซึ่งแตกต่างจาก Dissociated Phoria ที่ถูกวัดในภาวะที่ไม่มีการรวมภาพในสมอง (van Haeringen, McClurg, & Cameron, 1986) อาจกล่าวได้ว่า Fixation Disparity มีความใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่า นอกจากนี้ความแตกต่างยังอยู่ที่หน่วยที่ใช้วัด เช่น Fixation Disparity ถูกวัดค่าออกมาเป็น Minute of Arc ส่วน Dissociated Phoria วัดออกมาเป็นหน่วยปริซึมไดออปเตอร์ แต่สิ่งที่เหมือนกันคือการระบุทิศทาง (Dittemore, Crum, & Kirschen, 1993)



รูปที่ 2.3 แสดง Eso-fixation disparity และ Exo-fixation disparity

ที่มา: Ennis, 2020

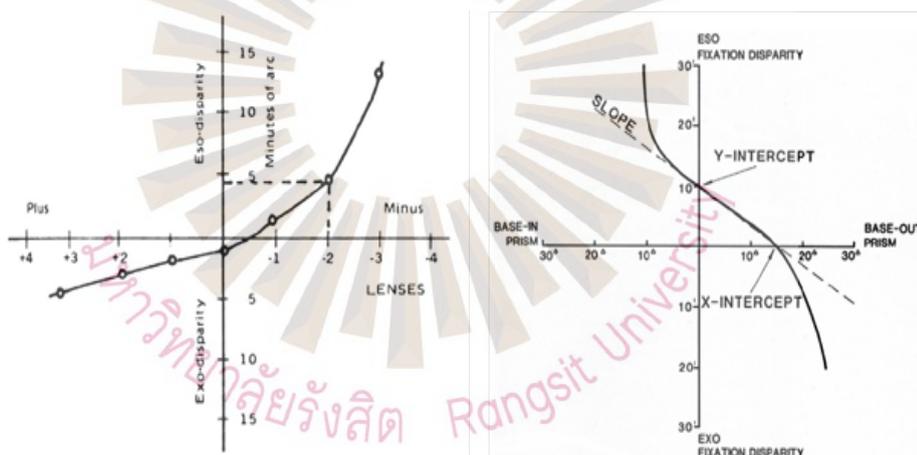
จากรูปที่ 2.3 จะเห็นว่าเมื่อแนวการมองของตาทั้งสองไม่ตัดกันที่วัตถุพอดี ถ้าตัดก่อนจุดมองเรียกว่า Exo-Fixation Disparity หรือ Uncross-Fixation Disparity ถ้าตัดด้านหลังของจุดมอง

เรียกว่า Eso- Fixation Disparity หรือ Cross-Fixation Disparity ซึ่งหมายถึงภาวะของ Over-Convergence ในทิศทาง Eso-Fixation Disparity และ Under-Convergence ในทิศทาง Exo-Fixation Disparity

ในทางทัศนมาตรการตรวจวัด Fixation Disparity มีเครื่องที่ใช้ตรวจวัดหลายรูปแบบ แต่ในการศึกษาครั้งนี้ทางผู้วิจัยจะใช้ Wesson's Card เป็นหลัก ซึ่งในทางปฏิบัติ จะแยกการพิจารณาออกเป็นสองรูปแบบได้แก่ Sensory และ Motor (London & Crelier, 2006)

1) Motor Approach หมายถึง การวัด Fixation Disparity ในรูปแบบของค่าปริซึม ที่ทำให้ Fixation Disparity กลายเป็น 0 และวัดด้วยการเพิ่มค่ากำลังปริซึมต่อเนื่อง หรือวัดโดยวิธีการเพิ่มกำลังเลนส์ และบันทึก ออกมาเป็นกราฟ ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มขึ้นของค่ากำลังเลนส์ หรือ ปริซึม หรือเรียกว่า Fixation Disparity Curve

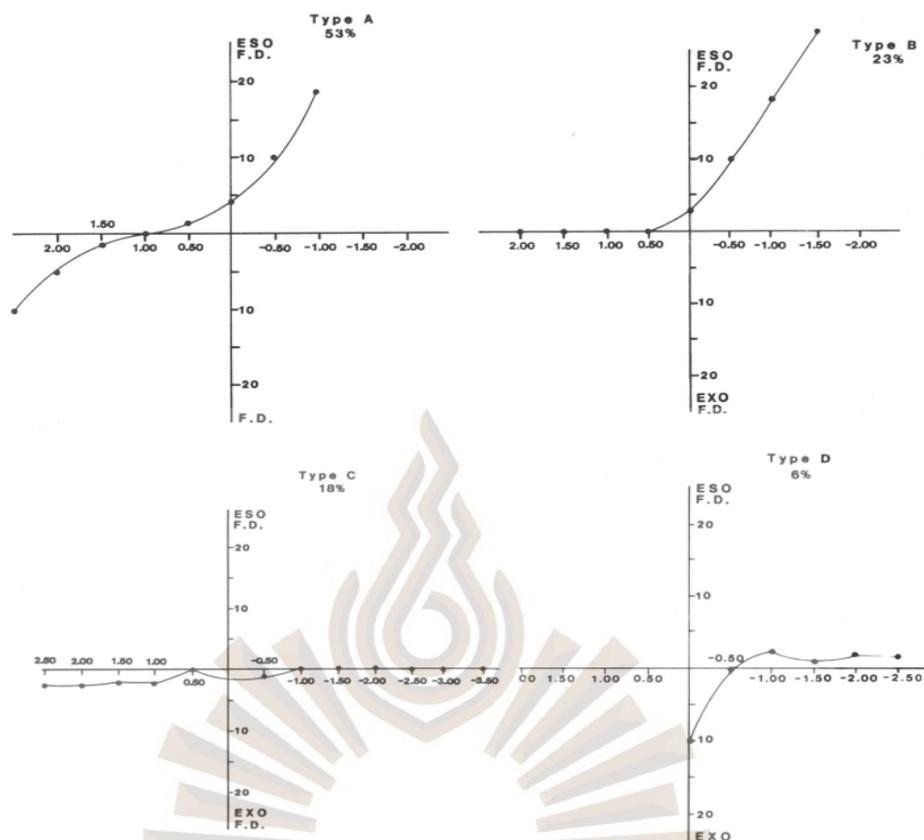
2) Sensory Approach วิธี นี้ ไม่ใช้เลนส์ และ ปริซึม เพื่อกระตุ้น Accommodative Convergence หรือ Vergence ดูเพียงแก่ ทิศทางและขนาดของ Fixation Disparity เท่านั้น



รูปที่ 2.4 แสดงกราฟของ Fixation disparity เมื่อถูกกระตุ้นด้วยเลนส์ และปริซึม

ที่มา: London & Crelier, 2006

Fixation Disparity Curve สามารถใช้ปริซึมและเลนส์ในการวัด ในส่วนของเลนส์จะใช้ การกระตุ้น Accommodation เพื่อดูความสัมพันธ์กับ Fixation Disparity ซึ่งในที่ระยะไกลไม่สามารถใช้เลนส์ที่มีค่ากำลังบวกได้เพราะไม่มี Accommodation การใช้เลนส์สามารถจำแนกชนิดของ กราฟได้ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ทดสอบที่ระยะใกล้และใช้เฉพาะเลนส์ จึงอธิบายเฉพาะเลนส์ใน ระยะใกล้เท่านั้น (Wick & Joubert, 1988)



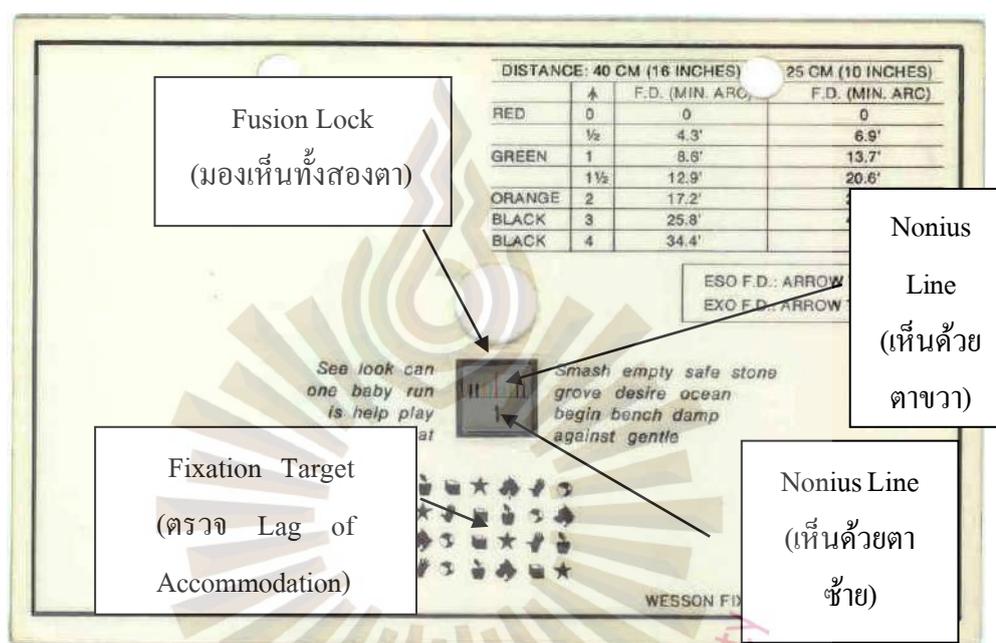
รูปที่ 2.5 แสดงชนิดของกราฟ Fixation disparity ในระยะใกล้เมื่อใช้เลนส์ทดสอบ
ที่มา: Wick & Joubert, 1988

จากกราฟสามารถแบ่ง Fixation Disparity ออกได้เป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

- 1) Type A จากรูป Fixation Disparity จะตอบสนองต่อค่าเลนส์ทั้งเลนส์ที่มีค่ากำลัง บวก และกำลังลบ ซึ่งจะมีค่า Eso-Fixation Disparity เพิ่มขึ้นเมื่อใส่เลนส์ลบ และมีค่า Exo-Fixation Disparity เพิ่มขึ้นเมื่อใส่เลนส์บวก
- 2) Type B จากรูป Fixation Disparity จะตอบสนองต่อค่าเลนส์กำลังลบจะเห็นได้ว่าเมื่อมีค่าเลนส์กำลังลบเพิ่มมากขึ้น Eso-Fixation Disparity มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนเลนส์บวก ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเพิ่มมากขึ้นไปกว่า +0.50D สังกัดได้จากแนวราบของกราฟทางด้านเลนส์บวก
- 3) Type C จากรูปมีส่วน แนวราบของกราฟเกิดขึ้นทั้งเลนส์บวก และเลนส์ลบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า Fixation Disparity เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเพิ่มกำลังเลนส์
- 4) Type D จากรูปจะเห็นว่า Fixation Disparity มีทิศทางเป็น Exo เพิ่มขึ้นเมื่อเลนส์มีค่ากำลังบวกเพิ่มมากขึ้น

2.2 การวัด Fixation disparity ด้วย Wesson card

Wesson Card เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัด Fixation Disparity ในระยะใกล้ หลักการตรวจของ Fixation Disparity จะต้องมีสิ่งกระตุ้นให้มองเห็นพร้อมกันสองตา และมองเห็นแยกกันในตาแต่ละข้างดังนี้ (Goss, 1995)



รูปที่ 2.6 แสดง Wesson Fixation Disparity Card

ที่มา: Taub & Harris, 2021

การตรวจวัดสามารถทำได้ทั้งระยะ 25 เซนติเมตร และระยะ 40 เซนติเมตร โดยจะมีค่าที่วัดได้ (Minute of Arc) แสดงอยู่มุมด้านขวาของ Wesson Card ตามตำแหน่งของลูกศรสีดำที่จะตรงกับเส้นที่อยู่ด้านบน โดยลูกศรถ้าอยู่ทางด้านขวา หมายถึง Exo-Fixation Disparity ส่วนด้านซ้ายเป็น Eso-Fixation Disparity ปริมาณ ถูกระบุโดยเส้นที่ลูกศรชี้เทียบกับตารางมุมด้านขวาของ Wesson Card

การตรวจ Fixation Disparity โดย Wesson Card จะมีค่าแตกต่างจากอุปกรณ์อื่น เช่น Sheedy Disparometer โดย Wesson Card มีค่าที่วัดได้เป็น Exo มากกว่า (van Haeringen et al., 1986) แต่ความแตกต่างของผลการตรวจที่ได้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Dittemore et al., 1993)

2.3 การศึกษา Fixation Disparity กับการใช้สายตาระยะใกล้

อย่างที่ทราบมาก่อนหน้าว่า Fixation Disparity เป็นสิ่งกระตุ้นที่ทำให้เกิดการรวมภาพในสมองอยู่ตลอดเป็น Feedback Loop ซึ่งในการศึกษาก่อนหน้า (Jaschinski, 2017) พบว่า Fixation Disparity มีขนาดและทิศทางเป็น Exo เมื่อระยะเวลาใช้สายตาระยะใกล้มากขึ้น แต่มีการศึกษาที่ขัดแย้งกันพบว่า Fixation Disparity ที่เกิดขึ้นขณะอ่านหนังสือ มีทิศทางเป็น Eso (Jainta, Hoormann, Kloke, & Jaschinski, 2010) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของตาแบบ Saccade ขณะอ่านหนังสือ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาภาวะของ Fixation Disparity ทั้งภายหลังการเคลื่อนไหวของตาและอยู่นิ่ง (Jainta & Jaschinski, 2010) ซึ่งจะพบว่าเมื่ออยู่นิ่ง Fixation Disparity จะมีทิศทางเป็น exo มากขึ้นเมื่อเทียบกับภายหลังการเคลื่อนไหวของตาทันที นอกจากนี้ การวัดค่า Fixation Disparity แบบ Subjective ผลที่ได้อาจได้รับอิทธิพลมาจาก ภาวะ Vergence และ Nonius Bias ที่ใช้ในการตรวจวัด (Švede, Hoormann, Jainta, & Jaschinski, 2011) ซึ่งมีผลให้ค่าที่วัดได้มีทิศทางเป็น Exo น้อยกว่า เมื่อเทียบกับการวัดด้วยวิธี Objective (Jaschinski, Jainta, & Kloke, 2010)

Subjective Fixation Disparity ที่วัดได้มีทิศทางเป็น Exo จะมีปริมาณน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการวัดโดย Objective ซึ่งสามารถอธิบายได้จากเทคนิคการตรวจแบบ Subjective ที่ได้รับผลมาจากเครื่องมือที่ใช้ตรวจ และภาวะ Exo ที่น้อยกว่าอาจ หมายถึง การขยายออกของพื้นที่ Panum's Fusional เมื่อมองที่จุดมองเป็นระยะเวลานาน (Jaschinski et al., 2010)

2.4 Heterophoria

Heterophoria หรือ Phoria คือ ภาวะของตาที่แนวการมองของตาทั้งสองข้างไม่ตรงกันทั้งสองข้างในตำแหน่งที่มองจะเกิดขึ้น เมื่อไม่มีการรวมภาพในสมองเกิดขึ้น เมื่อแนวการมองของตาทั้งสองข้างตัดกันไกลกว่าจุดที่มอง เรียกว่า Exophoria ถ้าแนวการมองของตาทั้งสองข้างตัดกันใกล้กว่าจุดที่มอง เรียกว่า Esophoria และ เมื่อแนวการมองของตาทั้งสองข้างตัดกันพอดีที่จุดมอง เรียกว่า Orthophoria ซึ่งปริมาณของ Heterophoria สามารถวัดออกมาได้ทั้งทิศทางและปริมาณเป็น ปริซึมไดออปเตอร์

ในทางด้านการรักษา Phoria จะสัมพันธ์กับอาการที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นของผู้ป่วย เช่น มองไม่ชัด ปวดหัว และไม่สบายตา หรือมองเห็นภาพเป็นสองภาพ ซึ่งการวินิจฉัยจะดูความแตกต่างของ ปริมาณและทิศทางของ Phoria ในระยะใกล้กับระยะใกล้ร่วมกับอาการที่เกิดขึ้น

เนื่องจาก Phoria จะพบได้เมื่อ ไม่มีการรวมภาพในสมองจึงต้องมี การขัดขวางกระบวนการรวมภาพ จึงจะพบ Phoria ซึ่งวิธีที่ใช้ในการวัดมีหลายวิธี เช่น ปิดตาเพื่อขัดขวาง การรวมภาพของตาทั้งสองข้างการใส่ปริซึมที่เป็นฐานในแนวตั้งเป็นปริมาณที่มากพอจนกล้ามเนื้อตาไม่สามารถรวมภาพได้ แล้วจึงวัดปริมาณของเลนส์ปริซึมที่ทำให้ภาพในตาทั้งสองข้างมาตรงกัน และการทำให้มองเห็นภาพในตาทั้งสองแตกต่างกันเพื่อให้ไม่สามารถรวมภาพได้ แล้วจึงวัดออกมาเป็นปริมาณของเลนส์ปริซึม (Schroeder, Rainey, Goss, & Grosvenor, 1996)

2.5 Accommodative Response

คือการตอบสนองของ Accommodation หรือการเพ่ง ที่เกี่ยวข้องกับระยะทาง เมื่อเปลี่ยนจากมองไกลมามองใกล้ สามารถวัดออกมาเป็นปริมาณได้ มีหน่วยเป็นค่า ไดออปเตอร์เช่นเดียวกับกำลังหักเหของเลนส์ ซึ่งการทำงานของ Accommodation จะถูกกระตุ้นด้วยภาพมัวที่เกิดขึ้นบนจอตา แล้วกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกำลังหักเหของตาให้สูงขึ้น ด้วยรูปร่างของเลนส์แก้วตาที่มีความโค้งและดัชนีหักเหที่เพิ่มมากขึ้น ทางด้านคลินิกที่สนใจการตอบสนองของ Accommodation ไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถวัดได้โดยการตั้งระยะของการทดสอบไว้ที่ 40 เซ็นติเมตร การตอบสนองของ Accommodation ด้วย Retinoscope แล้วใช้เลนส์ในการหาค่า การตอบสนองของ Accommodation ซึ่งจะต้องทำอย่างรวดเร็ว เพื่อป้องกันการปรับตัวของ Accommodation ซึ่งค่าที่วัดได้ถ้าเป็นค่ากำลังเลนส์นูน หรือมีค่าไปทางบวก จะเรียกว่า Accommodative Lag หรือ การตอบสนองของ Accommodation น้อยกว่าระยะกระตุ้น แต่ถ้าวัดได้เป็นค่ากำลังลบ จะเรียกว่า Lead of Accommodation หรือ การตอบสนองของ Accommodation มีมากกว่าระยะกระตุ้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่พบว่าคนทั่วไปจะมีการทำงานของ Accommodation น้อยกว่าระยะกระตุ้นหรือมีค่าเป็น Accommodative Lag (Goss, 1995)

2.6 การศึกษาผลของ Low Plus Lens

มีการศึกษาผลของ Low Plus Lens +0.50 D ในเรื่องของผลกระทบในระยะสั้น พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่เป็น Placebo และกลุ่มที่ทำการทดลอง และมีการศึกษาถึงค่าเลนส์ที่ให้ผลของความพึงพอใจมากที่สุด เริ่มตั้งแต่ +0.12 D ไปจนถึง +1.00 D จากการใส่ในระยะสั้น ไม่พบเลนส์ที่ให้ความพึงพอใจมากที่สุด (Press, 1985) ผลกระทบของ Low Plus Lens ไม่

พบในการทดลอง แต่การใช้ Low Plus Lens พบว่ามีผลต่อความเร็วในการอ่านตัวหนังสือเพิ่มขึ้น (Iyer & Harris, 2013)

จากการใช้ Plus lens จะทำให้ Accommodation ทำงานลดลง ซึ่งสัมพันธ์กับการปรับตัวของ Accommodative Vergence ในคนสายตปกติ ขณะที่ใส่เลนส์ +2.00 D มองในระยะใกล้ 33 เซ็นติเมตร การใส่เลนส์ เข้าไปในตอนแรกจะมีภาวะของ Exophoria เกิดขึ้นก่อน เมื่อภายหลังการใส่เลนส์ ผ่านไป 3 นาที เกิดการปรับตัวของระบบ Vergence เกิดขึ้น มีการลดลงของ Exophoria ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับ AV/A Ratio โดยที่กลุ่มของ High AV/A Ratio จะมีระยะเวลาในการปรับค่าของ exophoria นานกว่ากลุ่มที่เป็น Low AV/A Ratio (Sreenivasan, Irving, & Bobier, 2008)

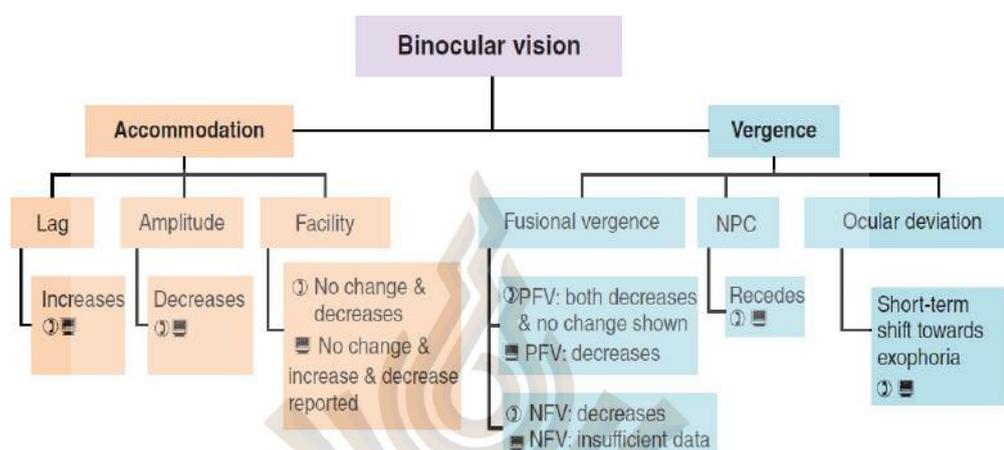
และยังมีการศึกษาซึ่งทำในรูปแบบของ Randomize Controls Trial ในเลนส์ Low Plus Lens ช่วยลดอาการ Computer Vision Syndrome ได้หรือไม่ โดยเลือกใช้ค่ากำลังเลนส์ +0.75 D จากการศึกษาหลังจากใช้ไป 6 เดือนพบว่าไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของ Accommodation และการใช้ เลนส์ชนิดนี้ไม่มีผลเสียต่อผู้ป่วย รวมถึงเมื่อมีการให้กลุ่ม Control สลับมาใช้ Low Plus Lens พบว่ามีความพึงพอใจต่อการใช้ เลนส์ชนิดนี้ (Del Mar Seguí-Crespo, Ronda-Pérez, Yammouni, ArroyoSanz, & Evans, 2022)

การใช้ Low Plus Lens เพื่อการรักษาภาวะตาถลันนั้น เป็นที่แพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งสิ่ง ที่ Low Plus Lens ได้กระทำต่อระบบ Accommodation คือ ลดการกระตุ้นของ Accommodation แต่จากการศึกษา (Jaiswal et al., 2019) พบว่าเมื่อมองในระยะใกล้ ผ่านไป จะพบว่าค่า Accommodative Lag มีค่าเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการอ่อนแรงของ Accommodation ดังนั้นการลดระดับการทำงานของ Accommodation ด้วย Low Plus Lens อาจทำให้ ค่าของ Accommodative Lag มีค่าเพิ่มมากยิ่งขึ้น และส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของ Vergence ร่วมด้วย (Sreenivasan & Bobier, 2015) ทำให้เกิด ภาวะของ Exophoria เพิ่มขึ้นด้วย แต่มีการศึกษาวิจัยที่ให้ผลสนับสนุนการใช้ Low Plus Lens เมื่อ ช่วยลดการทำงานของ Accommodation ลงแล้ว สามารถลดอาการตาถลันได้ (Yammouni & Evans, 2020) ซึ่งการใช้ เลนส์ +0.75D สำหรับผู้ป่วยที่มี ภาวะ Eso-Fixation Disparity จะช่วยลดภาวะตาถลัน ได้ (Yammouni & Evans, 2021)

2.7 การเปลี่ยนแปลงของ Accommodation, Heterophoria และ Fixation Disparity

จากการทำงานของระบบ Accommodation และ Vergence เมื่อมองในระยะใกล้เป็นระยะ เวลานาน จะพบว่ามีการ ปรับตัวเมื่อเวลาผ่านไป จะมีค่า Accommodative Lag เพิ่มขึ้นมี Exophoria เพิ่มขึ้น ซึ่ง Fixation Disparity เป็น Exo-Fixation Disparity เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกัน จะพบว่าเมื่อมี

ระยะเข้ามาใกล้มากขึ้น Fixation Disparity จะมีลักษณะเป็น Exo-Fixation Disparity เพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการพยายามลดภาระของระบบ Fusional Vergence ที่ต้องทำงานมากขึ้น (Jaschinski, 2017)



รูปที่ 2.7 แสดง การเปลี่ยนแปลงของค่าทาง Binocular vision เมื่อใช้สายตาในระยะใกล้
ที่มา: Jaiswal et al., 2019

จากรูปที่ 2.7 ได้แสดงให้เห็นถึง การเปลี่ยนแปลงของ Accommodation, Heterophoria และ Fixation Disparity ที่เปลี่ยนแปลงแปลงจากการใช้สายตาในระยะใกล้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับอาการตาล้า ในภาวะนี้เมื่อทำการพักสายตาจะทำให้มีอาการดีขึ้น รวมถึงค่าเหล่านี้จะกลับไปตำแหน่งเดิมภายในระยะเวลา 10 นาที (Jaiswal et al., 2019)

แม้ว่าจะมีหลักฐานของการใช้ เลนส์นูนกำลังต่ำรักษาอาการตาล้าได้ (Yammouni & Evans, 2020) แต่ยังคงขาดการตรวจสอบของ Fixation Disparity ที่ได้รับ อิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของ Accommodation และ Heterophoria ด้วยเช่นกัน ซึ่งตามทฤษฎีแล้ว การใช้สายตาเป็นระยะเวลานานจะมีการปรับตัวของระบบ Accommodation และ Vergence ตามที่ได้กล่าวไปข้างต้นแล้ว การใช้เลนส์นูนกำลังต่ำ อาจจะส่งผลให้เกิดการลดลงการทำงานของ Accommodation มีผลทำให้ Accommodative Convergence ทำงานลดลง อาจทำให้การทำงานของ Fusional Vergence ทำงานเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการใช้เลนส์นูนกำลังต่ำอาจมีผลทำให้มีอาการตาล้ามากยิ่งขึ้น แต่ด้วยภาวะการปรับตัวของ ระบบ Accommodation อาจทำให้ Exophoria ที่เพิ่มขึ้นลดลงได้ (Rosenfield, Ciuffreda, Hung, & Gilmartin, 1994) ดังนั้นการตรวจสอบ Fixation Disparity อาจช่วยบ่งบอกถึง

การปรับตัวที่เกิดขึ้นของระบบ Accommodation และ Vergence ที่ทำงานร่วมกันภายใต้การใช้เลนส์
นูนกำลังต่ำ



บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

รูปแบบของการศึกษาวิจัยเป็นแบบ Perspective Randomized Cross Over Design Single Blind โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะไม่ทราบถึงชนิดของเลนส์เมื่อทำการทดลองมีเพียงแต่ผู้วิจัยเท่านั้นที่ทราบถึงชนิดเลนส์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น บุคคลากรและนักศึกษา ที่ทำงานหรือศึกษาอยู่ภายในมหาวิทยาลัยรังสิต มีอายุตั้งแต่ 20-35 ปี ไม่เป็นโรคตา และไม่เคยได้รับการผ่าตัดกล้ามเนื้อตา มีระดับการมองเห็น (Visual Acuity) ภายหลังการแก้ไข ไม่แย่กว่า 20/30 มีระดับของการมองเห็นสามมิติ (Stereopsis) ไม่แย่กว่า 40 Sec of Arc

ตารางที่ 3.1 แสดงเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออก

เกณฑ์การคัดเข้า	เกณฑ์การคัดออก
อายุ 20-35 ปี	เป็นโรคตา
Best Corrected Visual Acuity 20/30	เป็นตาเข
Stereopsis 40 sec of arc	เป็นโรคทางระบบประสาทที่มีผลต่อการเคลื่อนไหวของตาแบบ vergence

3.1.1 การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง

Tests for Pairwise Mean Differences in a Williams Cross-Over Design

Numeric Results for a Two-Sided T-Test in a 2x2 Williams Cross-Over Design

H0: $\mu_u - \mu_v = 0$ vs. H1: $\mu_u - \mu_v \neq 0$ for $u, v = 1, 2$ with $u \neq v$.

Number of Possible Tests = 1

	Sequence Sample Size n	Total Sample Size N	Minimum Difference D1	Standard Deviation SD	Alpha	
Power	0.90753	19	38	0.83	1.15	0.05

รูปที่ 3.1 แสดงการคำนวณกลุ่มตัวอย่าง

Dropout-Inflated Sample Size

Group	Dropout Rate	Sample Size	Dropout-Inflated Enrollment Sample Size	Expected Number of Dropouts
		Ni	Ni'	Di
1 - 2	20%	19	24	5
Total		38	48	10

รูปที่ 3.1 แสดงการคำนวณกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

คำนวณกลุ่มตัวอย่าง ด้วยโปรแกรม PASS 2024 Version : 24.0.2 โดยกำหนดให้ Power มีค่า 0.9 Alpha มีค่า 0.05 Minimum Difference มีค่า 0.63 Standard Deviation มีค่า 1.15 โดยค่า Minimum Difference และ Standard Deviation อ้างอิงจากการศึกษาก่อนหน้า (Pickwell et al., 1987) กำหนดได้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 48 คน กลุ่มละ 24 คน โดยผู้วิจัยเลือกใช้ 80 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม

- 1) กลุ่มที่ไม่ใช้ Low Plus Lens ในตอนแรก 40 คน
- 2) กลุ่มที่ใช้ Low Plus Lens ในตอนแรก 40 คน

ตารางที่ 3.2 แสดงการสุ่มจำแนกกลุ่ม

ลำดับที่	กลุ่ม	ลำดับที่	กลุ่ม	ลำดับที่	กลุ่ม	ลำดับที่	กลุ่ม
1	B	21	B	41	B	61	A
2	B	22	A	42	A	62	B
3	A	23	B	43	B	63	A
4	B	24	B	44	B	64	B
5	A	25	B	45	A	65	B
6	A	26	B	46	B	66	A
7	B	27	B	47	B	67	B
8	A	28	A	48	B	68	A
9	B	29	A	49	A	69	B
10	A	30	B	50	A	70	A

ตารางที่ 3.2 แสดงการสุ่มจำแนกกลุ่ม(ต่อ)

ลำดับที่	กลุ่ม	ลำดับที่	กลุ่ม	ลำดับที่	กลุ่ม	ลำดับที่	กลุ่ม
11	A	31	B	51	B	71	A
12	A	32	A	52	A	72	A
13	A	33	B	53	A	73	A
14	B	34	A	54	A	74	B
15	B	35	A	55	A	75	A
16	A	36	A	56	B	76	A
17	A	37	B	57	B	77	B
18	A	38	A	58	B	78	B
19	B	39	B	59	B	79	B
20	A	40	A	60	B	80	A

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 Wesson Card/ Polarized Goggle



รูปที่ 3.1 อุปกรณ์สำหรับการตรวจ Fixation Disparity

3.2.2 Phoropter /Near Rod / Near Chart (REICHERT Phoropter , Nearpoint Rotochart)



รูปที่ 3.2 อุปกรณ์สำหรับวัดสายตา

3.2.3 Retinoscope / Near Fixation Card (WelchAllyn Elite 18245 Retinoscope)



รูปที่ 3.3 อุปกรณ์สำหรับการตรวจ Accommodative Lag

3.2.4 Trial frame / Trial lens set (MAGNON 266)



รูปที่ 3.4 อุปกรณ์สำหรับการทดลองค่าสายตา

3.2.5 Butterfly-S Stereopsis Test with Standard Shapes (Vision Assessment Corporation)



รูปที่ 3.5 อุปกรณ์สำหรับการตรวจการมองเห็นสามมิติ

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้เข้าร่วมวิจัย มีอายุ 20-35 ปี และผ่านเกณฑ์ คัดเข้าและคัดออก โดยมีกระบวนการดังนี้

3.3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัย อายุ เพศ ประวัติสุขภาพตาและสุขภาพร่างกาย

3.3.2 ประเมินระดับการมองเห็นด้วย Snellen Chart ตรวจวัดสายตาด้วย Phoropter

3.3.3 ตรวจสุขภาพตาส่วนหน้าและส่วนหลังด้วยเครื่อง Slit-lamp Topcon DC-3 และ TOPCON TRC-NW6S Non-Mydriatic Retinal Camera

3.3.4 ประเมินการมองเห็นสามมิติ ด้วย Butterfly-S Stereopsis Test

3.3.5 วัด Heterophoria ที่ระยะไกล และระยะใกล้ ด้วย เทคนิค Von Graefe's Method

3.3.6 ตรวจวัด Fusional Reserve ด้วย Smooth Vergence Testing

3.3.7 วัด Amplitude of Accommodation ด้วย วิธี Minus Lens to Blur

3.3.8 วัด Accommodative Lag(Monocular Estimate Method), Fixation Disparity ในระยะใกล้ ด้วย Wesson card

3.3.9 ก่อนเริ่มทำการทดลองผู้วิจัยจะทำการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากและหยิบหมายเลขที่สุ่มได้ออก โดยกำหนดหมายเลขถ้าผู้เข้าร่วมวิจัยสุ่มได้เลขคี่ เป็นกลุ่ม A คือ กลุ่มที่ไม่ใช้ low plus lens ในตอนแรก และเลขคู่เป็นกลุ่ม B คือกลุ่มที่ใช้ low plus lens +0.75 D ในตอนแรก แล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัย มองในระยะใกล้โดยใช้ เวลา 30 นาที ซึ่งผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่ทราบถึงชนิดเลนส์ที่ใช้ โดยทำการปิดหมายเลขของค่ากำลังเลนส์ก่อนที่จะทำการสวมใส่ให้กับผู้เข้าร่วมวิจัย และผู้ทำการวิจัยจัดเตรียม trial lens ภายนอกห้องที่ทำการวิจัย

3.3.10 ทำการวัด Heterophoria ที่ระยะใกล้ Fixation Disparity ระยะใกล้ และ Accommodative Lag ภายหลัง 30 นาที

3.3.11 ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการพักสายตาเป็นระยะเวลา 15 นาที โดยให้ลุกเดินไปยังสถานที่อื่น และงดใช้สายตาในระยะใกล้

3.3.12 ภายหลังการพักสายตาให้ผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่มที่ไม่ใส่เลนส์ สลับมาใส่เลนส์ และกลุ่มที่ใส่เลนส์ตอนแรกไม่ต้องใส่เลนส์ แล้วให้มองในระยะใกล้เป็นระยะเวลา 30 นาที

3.3.13 ทำการวัด Heterophoria ที่ระยะใกล้ Fixation Disparity ระยะใกล้และ Accommodative Lag อีกครั้ง

ตารางที่ 3.3 แบบบันทึกข้อมูล

Date			
ID			
Gender	Male	Female	
Age			
Visual Acuity	OD :	OS:	
Objective Refraction	OD :	VA :	
	OS :	VA :	
Subjective Refraction	OD :	VA :	
	OS :	VA :	
Stereopsis			
Phoria	D:	N:	
Fusional Reserve	BI N:		
	BO N:		
AC/A Ratio			
Accommodative Lag	OD :	OS :	
Amplitude of Accommodation			
Fixation Disparity			
	Acc Lag	Phoria	FD
30 minutes (No Plus , With Plus)			
30 minutes (No Plus , With Plus)			

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ โปรแกรม SPSS for Window ตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูล ด้วย Normality Test (Shapiro-Wilk Test) ใช้ paired t-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลเมื่อมีการกระจายตัวเป็นปกติ ถ้ามีการกระจายตัวไม่ปกติใช้ Wilcoxon Sign Rank Test ใช้ independent t-test เปรียบเทียบระหว่างสองกลุ่มทดลองเมื่อมีการกระจายตัวเป็นปกติ ใช้ Mann-Whitney U Test เมื่อการกระจายตัวไม่ปกติ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรกวนต่างๆ ด้วย Simple Regression Analysis หรือ Spearman's Correlation



บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 80 คน แบ่งเป็น ชาย 22 คน หญิง 58 คน โดยมีอายุเฉลี่ยอยู่ที่ 23.21 ± 3.32 ปี (ช่วงอายุ 20-35) และทำการสุ่มเพื่อแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A ทำการทดลองโดยใช้ Low Plus Lens ในครั้งที่ 2 กลุ่ม B ทำการทดลองโดยใช้ Low Plus Lens ครั้งแรก ซึ่งค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ค่า Accommodation และ Vergence ของทั้งสองกลุ่ม แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่า Accommodation และ Vergence ของกลุ่ม A และ B

	Group A Median/IQR	Group B Median/IQR
Age	23 (21 to 24)	23 (21 to 24)
Amplitude of Accommodation	10.00/ (8.50 to 10.88)	10.00 (8.50 to 10.88)
Accommodation Lag	+0.75 (+ 0.50 to +0.75)	+0.75 (+0.50 to +0.75)
Accommodation Lag Phase 1	+0.75 (+0.50 to +0.75)	+0.50 (+0.25 to +0.50)
Accommodation Lag Phase 2	+0.38 (+0.25 to +0.69)	+0.63 (+0.50 to +0.75)
Phoria Distance	-1.75 (-4.00 to 0.00)	-2.00 (-3.00 to 0.00)
Phoria Near	-7.50 (-10.00 to -5.00)	-8.00 (-11.37 to -4.00)
Phoria Near Phase 1	-7.00 (-9.75 to -6.00)	-9.00 (-12.00-6.00)
Phoria Near Phase 2	-9.00 (-12.00 to -6.00)	-8.00 (-9.75-4.00)
Near Fixation Disparity	-8.6 (-8.6 to -4.3)	-8.6 (-8.6 to -4.3)
Near Fixation Disparity Phase 1	-4.3 (-8.6 to -4.3)	-4.3 (-8.6 to -4.3)
Near Fixation Disparity Phase 2	-4.3 (-4.3 to -11.8)	-4.3 (-8.6 to 0.00)
Base In Blur	18.0 (15.00 to 22.00)	20.00 (15.00 to 22.00)

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่า Accommodation และ Vergence ของกลุ่ม A และ B (ต่อ)

	Group A Median/IQR	Group B Median/IQR
Base In Break	23.00 (20.00 to 25.00)	24.00 (18.50 to 28.00)
Base In Recovery	12.00 (12.00 to 18.00)	12.00 (8.00 to 18.00)
Base Out Blur	18.00 (12.00 to 26.00)	0.00 (0.00 to 18.00)
Base Out Break	24.00 (17.50 to 30.00)	20.00 (14.00 to 30.00)
Base Out Recovery	7.00 (5.00 to 12.00)	8.00 (6.00 to 16.00)

4.1 Fixation Disparity

จากตาราง ที่ 4.2 ในกลุ่ม A การวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบว่ามี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่า Baseline ของ Fixation Disparity เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองในครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 และมีผลลัพธ์เช่นเดียวกัน ($P=0.416, P=0.904$) ในกลุ่ม B การวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบว่ามี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง Baseline กับ การทดลองครั้งที่ 1 ($P=0.940$) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดลองครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 พบว่ามี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P=0.006$) ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ในการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ไม่พบว่ามี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P=0.905, P=0.192$) ดังที่แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของ Fixation Disparity, Heterophoria และ

Accommodative Lag ใน กลุ่ม A

	Baseline Group A Median/IQR	Phase 1 Group A Median/IQR	Willcoxon Baseline/ phase 1	Phase 2 Group A Median/IQR	Willcoxon Phase 1/ Phase 2
Fixation Disparity	-8.6 (-8.6 to -4.3)	-4.3 (-8.6 to -4.3)	0.992	-4.3 (-4.3 to -11.8)	<0.001
Heterophoria	-7.50 (-7.50 to -5.00)	-7.00 (-9.75 to -6.00)	0.992	-9.00 (-12.00 to -6.00)	<0.001

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของ Fixation disparity, Heterophoria และ Accommodative Lag ใน กลุ่ม A (ต่อ)

	Baseline Group A Median/IQR	Phase 1 Group A Median/IQR	Willcox on Baseline / phase 1	Phase 2 Group A Median/IQR	Willcox on Phase 1/ Phase 2
Accommodative Lag	+0.75 (+0.50 to +0.75)	+0.75 (+0.50 to +0.75)	0.883	-0.38 (+0.25 to +0.69)	<0.001

4.2 Heterophoria

จากตารางที่ 4.2 ค่าของ Heterophoria ในกลุ่ม A เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง baseline กับ การทดลองในครั้งที่ 1 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P=0.992$) การเปรียบเทียบระหว่างการทดลองในครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.001$) ในกลุ่ม B ค่าของ Heterophoria เมื่อเปรียบ Baseline กับ การทดลองในครั้งที่ 1 และเปรียบเทียบระหว่างการทดลองครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P=0.002$, $P<0.001$) ดังแสดงในตารางที่ 4.3 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม A และ B พบว่าค่า Heterophoria มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการทดลองครั้งที่ 2 ($P=0.048$) แต่ในการทดลองครั้งที่ 1 ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P=0.080$) ดังที่แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของ Fixation Disparity, Heterophoria และ Accommodative Lag ใน กลุ่ม B

	Baseline Group B Median/IQR	Phase 1 Group B Median/IQR	Willcoxon Baseline/phase 1	Phase 2 Group B Median/IQR	Willcoxon n Phase 1/ Phase 2
Fixation Disparity	-8.6 (-8.6 to - 4.3)	-4.30 (-8.6 to -4.3)	0.940	-4.3 (-8.6 to 0.00)	0.006

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงการวิเคราะห์ทางสถิติของ Fixation Disparity, Heterophoria และ

Accommodative Lag ใน กลุ่ม B (ต่อ)

	Baseline Group B Median/IQR	Phase 1 Group B Median/IQR	Willcoxon Baseline/ phase 1	Phase 2 Group B Median/IQR	Willcoxon Phase 1/ Phase 2
Heterophoria	-8.00 (-11.4 to -4.00)	-9.00 (-12.00 to -6.00)	0.002	-8.00 (-9.75 to -4.00)	<0.001
Accommodative Lag	+0.75 (+0.50 to +0.75)	+0.50 (+0.25 to +0.50)	<0.001	+0.63 (+0.50 to +0.75)	<0.001

4.3 Accommodative lag

จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าของ Accommodative Lag ของกลุ่ม A ในการเปรียบเทียบระหว่าง Baseline กับ การทดลองครั้งที่ 1 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P=0.883$) ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างการทดลองในครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.001$) ในกลุ่ม B พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่า Accommodative Lag เมื่อเปรียบเทียบตัวแปรระหว่าง Baseline กับ การทดลองครั้งที่ 1 และเปรียบเทียบการทดลองระหว่างครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 2 ($P<0.001$, $P<0.001$) ดังแสดงในตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม A และ B ในค่า Accommodative Lag พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ($P<0.001$, $P<0.002$) ดังที่แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตารางเปรียบเทียบค่า Fixation Disparity, Heterophoria, Accommodative Lag ทั้งสองกลุ่มในการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

	Group A Median/IQR	Group B Median/IQR	Mann-Whitney U Test
Fixation Disparity Baseline	-8.6 (-8.6 to -4.3)	-8.6 (-8.6 to -4.3)	0.501

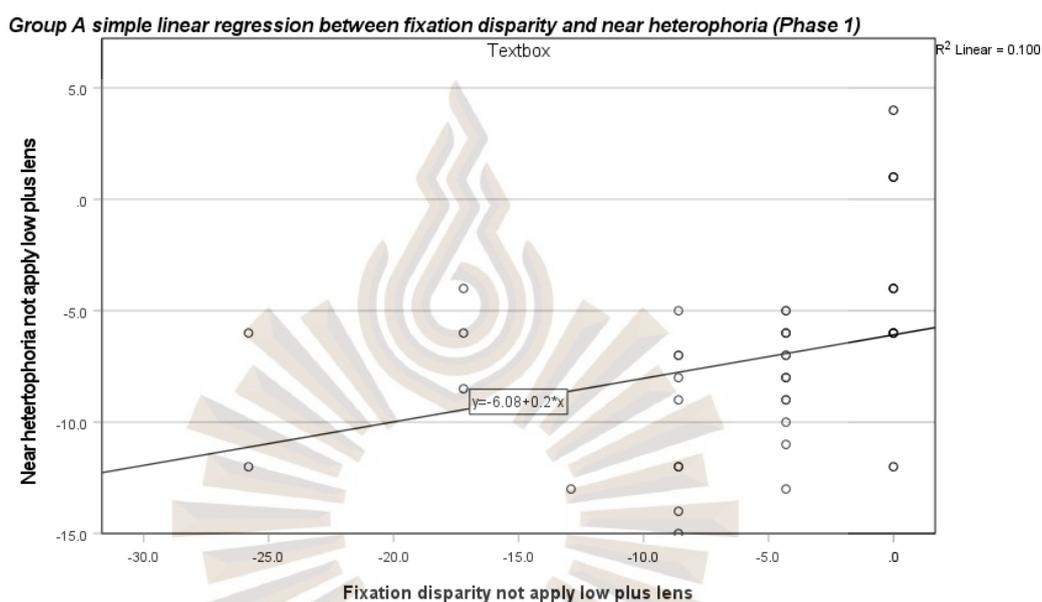
ตารางที่ 4.4 ตารางเปรียบเทียบค่า Fixation Disparity, Heterophoria, Accommodative lag ทั้งสองกลุ่ม ในการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (ต่อ)

	Group A Median/IQR	Group B Median/IQR	Mann-Whitney U Test
Fixation Disparity Phase One	-4.3 (-8.6 to -4.3)	-4.3 (-8.6 to -4.3)	0.905
Fixation Disparity Phase Two	-4.3 (-4.3 to - 11.8)	-4.3 (-8.6 to 0.00)	0.192
Heterophoria Baseline	-7.50 (-10.00 to - 5.00)	-8.00 (-11.37 to -4.00)	0.858
Heterophoria Phase One	-7.00 (-9.75 to - 6.00)	-9.00 (-12.00 to -6.00)	0.080
Heterophoria Phase Two	-9.00 (-12 to - 6.00)	-8.00 (-9.75 to -4.00)	0.048
Accommodative Lag Baseline	+0.75 (+0.50 to 0.75)	+0.75 (+0.50 to +0.75)	0.885
Accommodative Lag Phase One	+0.75 (+0.50 to +0.75)	+0.50 (+0.25 to +0.50)	<0.001
Accommodative Lag Phase Two	+0.38 (+0.25 to +0.69)	+0.63 (+0.50 to +0.75)	<0.002

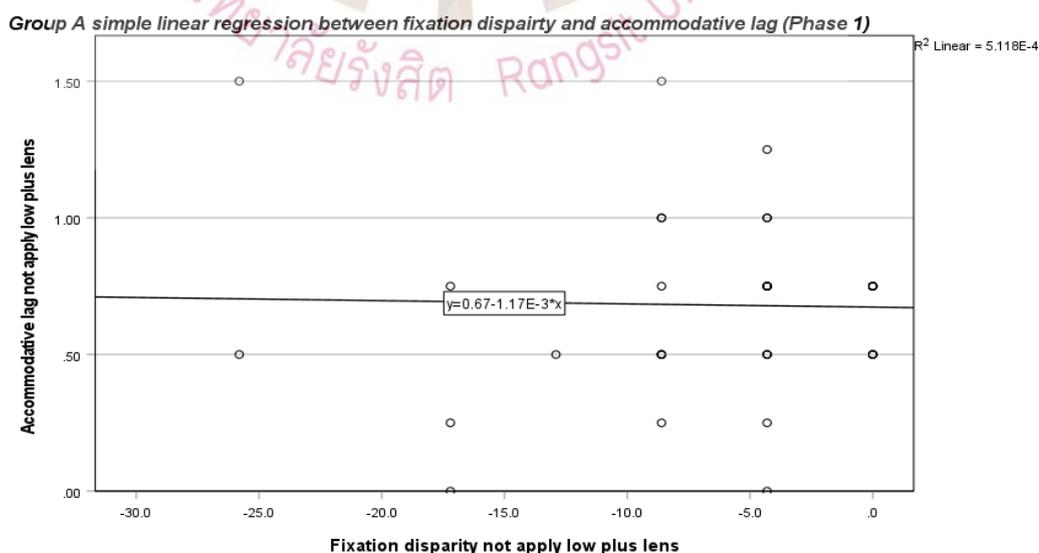
4.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

จากการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับ Fixation Disparity ในกลุ่ม A ด้วย Spearman's Correlation พบว่า Fixation Disparity มีความสัมพันธ์กับ Heterophoria ในการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ที่ค่า Spearman's Correlation $r=0.422$ ($p=0.007$) และ 0.452 ($p=0.003$) ตามลำดับ ในกลุ่ม B พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกับกลุ่ม A โดยที่ค่าความสัมพันธ์ Spearman's Correlation ระหว่างตัวแปร Fixation Disparity กับ Heterophoria ในการทดลองครั้งที่ 1 การทดลองครั้งที่ 2 มีความค่าความสัมพันธ์ที่ $r=0.464$ ($p=0.003$) และ $r=0.398$ ($p=0.011$) ส่วนการ

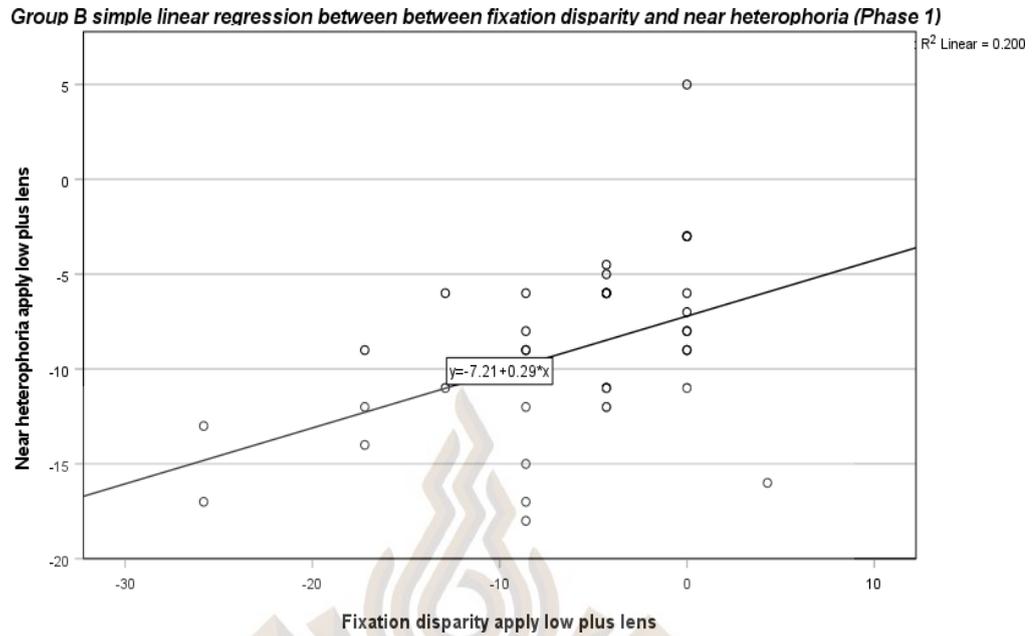
ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง Fixation Disparity กับ Accommodative Lag ในกลุ่ม A พบว่าไม่มี ความสัมพันธ์ทั้งการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ที่ค่าความสัมพันธ์ $r=0.078$ ($p=0.632$) และ $r=0.059$ ($p=0.719$) ส่วนในกลุ่ม B พบว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับกลุ่ม A ทั้งในการ ทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยมีค่าความสัมพันธ์ที่ $r=-0.049$ ($p=0.762$) และ $r=-0.136$ ($p=0.855$) ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจะแสดงอยู่ในรูปที่ 4.1 ถึง 4.8



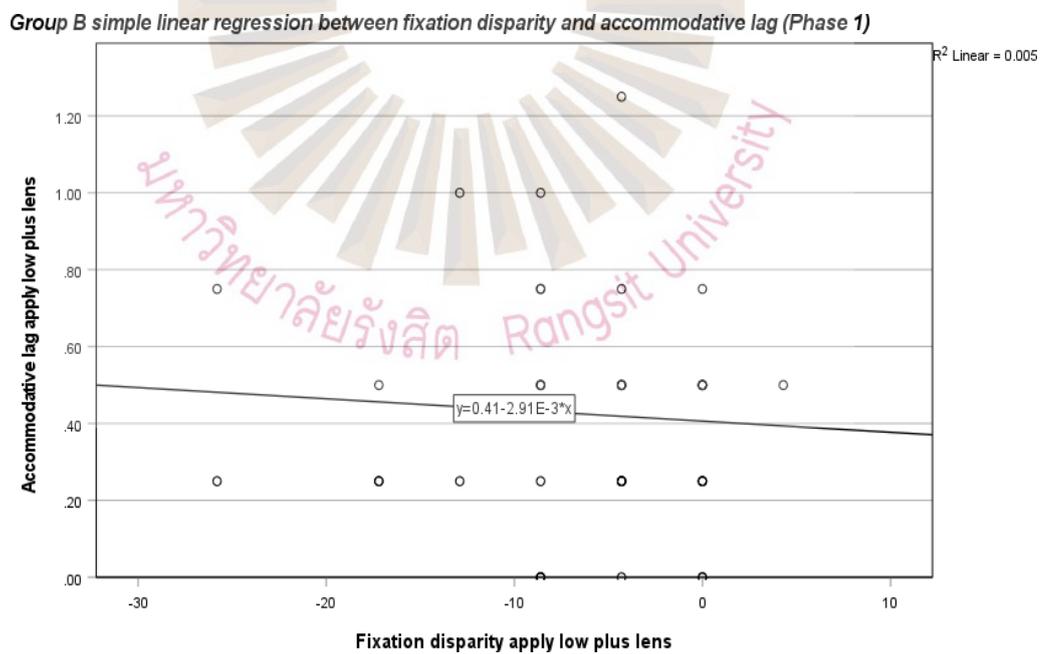
รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Fixation Disparity และ Near Heterophoria ในการทดลองครั้งที่ 1 ของ Group A



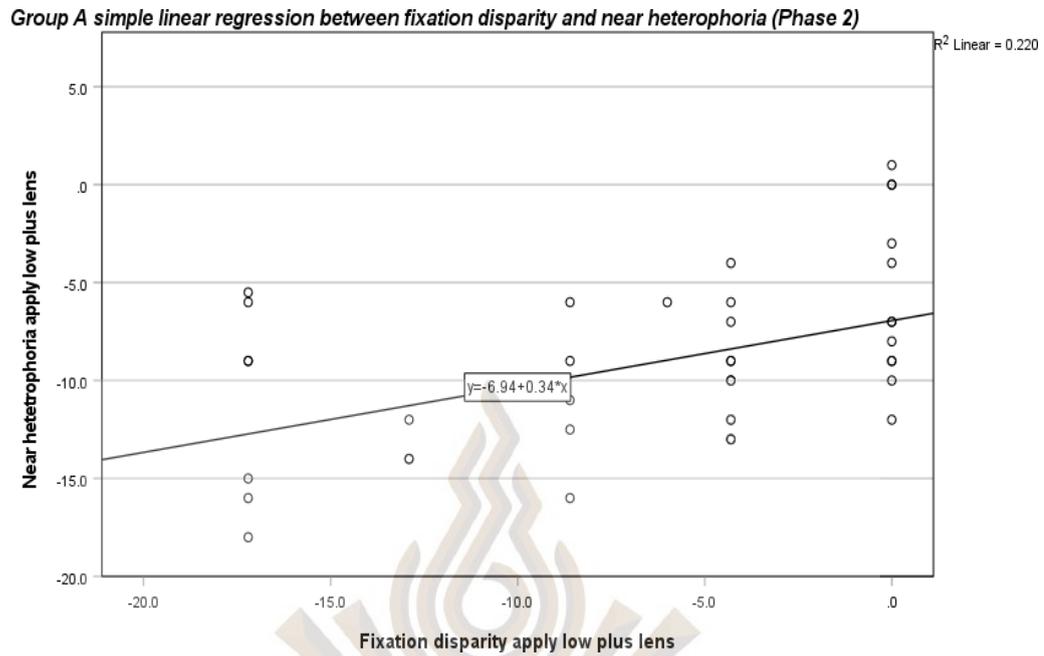
รูปที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Fixation Disparity และ Accommodative Lag ในการทดลองครั้งที่ 1 ของ Group A



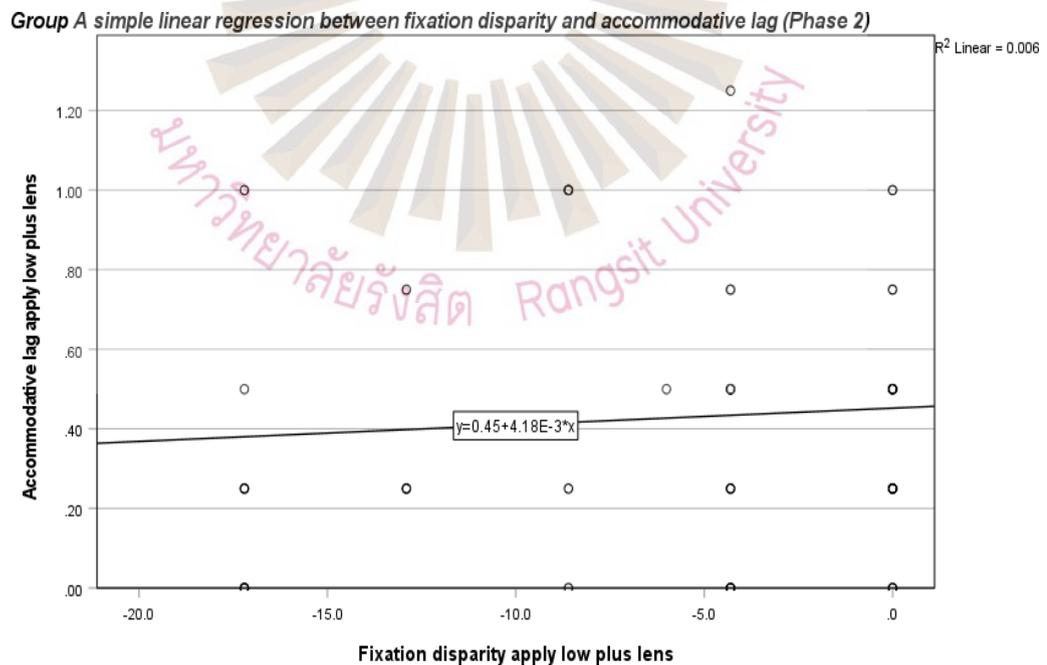
รูปที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Fixation Disparity และ Near Heterophoria ในการทดลองครั้งที่ 1 ของ Group B



รูปที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Fixation Disparity และ Accommodative Lag ในการทดลองครั้งที่ 1 ของ Group B

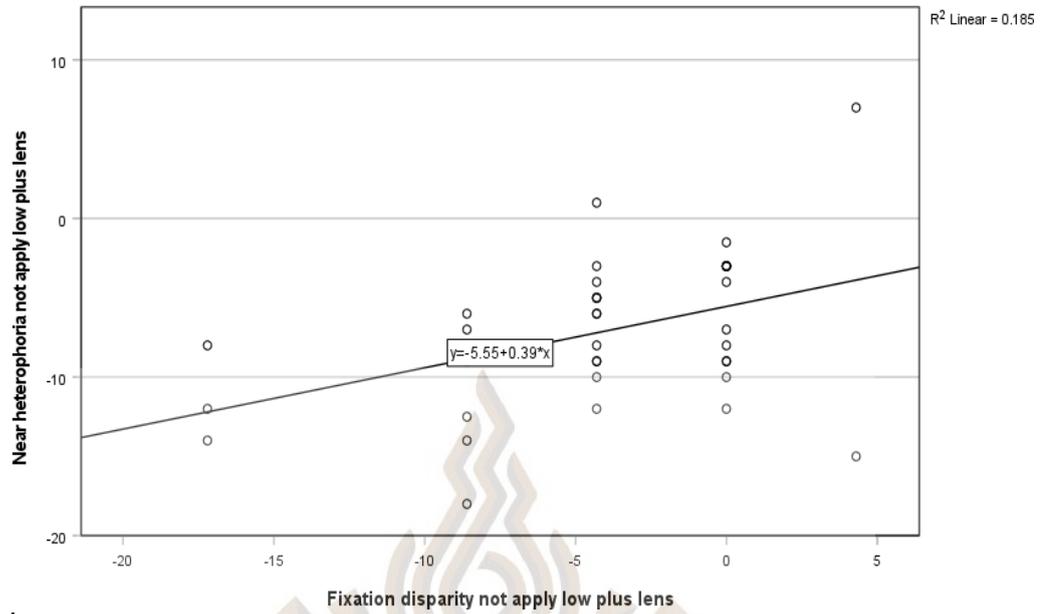


รูปที่ 4.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Fixation Disparity และ Near Heterophoria ในการทดลองครั้งที่ 2 ของ Group A



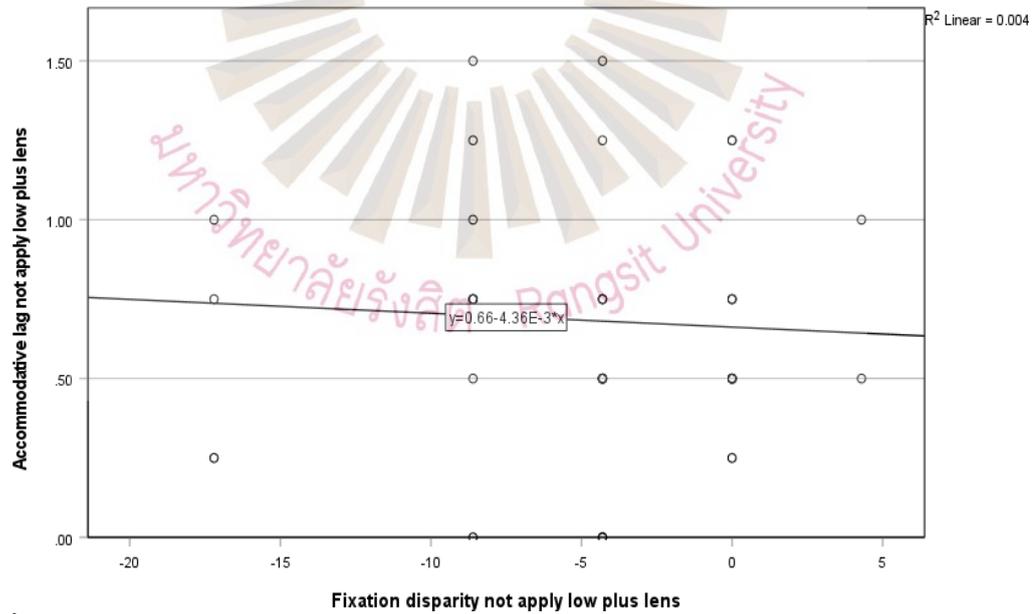
รูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Fixation Disparity และ Accommodative Lag ในการทดลองครั้งที่ 2 ของ Group A

Group B simple linear regression between fixation disparity and near heterophoria (Phase 2)



รูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Fixation Disparity และ Near Heterophoria ในการทดลองครั้งที่ 2 ของ Group B

Group B simple linear regression between fixation disparity and accommodative lag (Phase 2)



รูปที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Fixation Disparity และ Accommodative Lag ในการทดลองครั้งที่ 2 ของ Group B

บทที่ 5

อภิปรายผล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลกระทบของ Low Plus Lens ที่ถูกใช้ในการรักษาอาการตาล้า (Asthenopia) ว่ามีต่อ Fixation Disparity และค่าที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ Heterophoria และ Accommodative Lag เพื่อต้องการชี้ให้เห็นว่าเลนส์นูนกำลังต่ำ มีผลอย่างไรต่อ การเคลื่อนไหวของตาแบบ Vergence เพราะว่าการใช้สายตาระยะใกล้กับ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ Vergence และ Accommodation (Jaiswal et al., 2019) ทำให้ Fixation Disparity มีค่าเป็น Exo มากขึ้น Heterophoria มีค่าเป็น Exo เพิ่มขึ้น และ Accommodative lag เพิ่มมากขึ้น

ในการทดลองขั้นแรกกลุ่มที่ทำการทดลองทั้งสองกลุ่มจะได้รับปัจจัยที่แตกต่างกันคือ กลุ่ม A ไม่ได้ใช้ Low Plus Lens ส่วนกลุ่ม B จะใช้ Low Plus Lens ในเวลา 30 นาทีภายหลังจากทดลอง ในกลุ่ม A มีค่า Fixation Disparity เปลี่ยนแปลงไป 0.97 Exo-Fixation Disparity (7.53 Exo-Fixation Disparity, 6.56 Exo-Fixation Disparity) Heterophoria เปลี่ยนแปลงไป 0.08 exophoria (7.44 Exophoria , 7.36 Exophoria) และ Accommodative Lag เพิ่มขึ้น +0.006 D (+0.675D , +0.425D) ซึ่งมีผลเป็นแบบเดียวกับการศึกษาก่อนหน้านี้ (Padavettan, Nishanth, Vidhyalakshmi, Madhivanan, & Madhivanan, 2021) ส่วนในกลุ่ม B มีการเปลี่ยนแปลงของค่า Fixation Disparity 0.26 Exo-Fixation Disparity (6.24 Exo-Fixation Disparity, 6.50 Fixation Disparity) Heterphoria เพิ่มขึ้น 1.5 Exo (7.6 exophoria , 9.1 Exophoria) $P=0.002$ และ Accommodative Lag ลดลง 0.25D (+0.675D, +0.425D) $P<0.001$ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของกลุ่ม B เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากผลของ Low Plus Lens ซึ่งมีผลไปในทางเดียวกับการศึกษาโดยใช้ เลนส์นูนค่ากำลัง +2.00D (Sreenivasan, Irving, & Bobier, 2008) ซึ่งในการทดลองครั้งที่ 2 เป็นการยืนยันว่า Low Plus Lens มีผลต่อ Fixation Disparity หรือไม่โดยการสลับปัจจัยที่แตกต่างกันคือในกลุ่ม A จะใช้ Low Plus Lens ในกลุ่ม B จะไม่ได้ใช้ ซึ่งจะพบว่า ในกลุ่ม A มีการเปลี่ยนแปลงของ Fixation Disparity เล็กน้อย คือ 0.07 Exo-Fixation Disparity (6.56 Exo-Fixation Disparity, 6.49 Exo-Fixation Disparity) ในทิศทางที่ Exo ลดลง ส่วนค่า Heterophoria มีค่า Exo เพิ่มขึ้น 1.77 Exophoria (7.36 Exophoria , 9.13 Exophoria) $P<0.001$ และ ค่าของ Accommodative Lag ลดลง 0.256D (+0.681D , +0.425D) $P<0.001$ ส่วนในกลุ่ม B มีค่า Fixation Disparity เป็น Exo ลดลง 2.1 Exo-Fixation

Disparity (6.5 Exo-Fixation Disparity, 4.4 Exo-Fixation Disparity) $P=0.006$ Heterophoria ถึง ถึง 1.8 Exo (9.1 Exophoria, 7.3 Exophoria) $P<0.001$ และ Accommodative Lag เพิ่มขึ้น 0.256 D (0.425D, 0.681D) $P<0.001$ ทำให้ยืนยันได้ว่า Low Plus Lens มีผลต่อ Fixation Disparity, Heterophoria และ Accommodative Lag ถึงแม้ว่าการเปรียบเทียบทางสถิติจะไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของในกลุ่ม A ในค่าของ Fixation Disparity แต่ในกลุ่ม B พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.006$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการทดลองครั้งที่ 1 กับ ครั้งที่ 2

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรควบกับ Fixation Disparity พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Heterophoria เท่านั้น แต่ไม่พบกับ Accommodative Lag ซึ่งในผลการทดลองจะพบว่าการใช้เลนส์นูนกำลังต่ำทำให้ Fixation Disparity เป็น Exo เพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อหยุดใช้ซึ่ง Heterophoria จะเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะเดียวกับ Fixation Disparity แต่ Accommodative Lag จะลดลงเมื่อใช้ เลนส์นูนกำลังต่ำซึ่งขัดแย้งกับกลไก การเปลี่ยนแปลงของ Fixation Disparity ที่จะเปลี่ยนแปลงเป็น Exo เพิ่มขึ้นเมื่อมีการลดลงของ Accommodation จากการใช้เลนส์นูนทำให้ การตอบสนองของ Accommodation ลดลง (Wick & Joubert, 1988) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของ Accommodative Lag มีความใกล้เคียงกับงานวิจัยที่ทำการศึกษา เลนส์นูน +2.00 D (Sreenivasan et al., 2008) ได้อธิบายว่าการใช้เลนส์นูน จะทำให้เกิดการ กระตุ้นระบบ Vergence ให้ทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อชดเชยการลดลงของ Accommodation

การเลือกใช้ Low Plus Lens ค่ากำลังเลนส์ +0.75D ทางผู้วิจัยได้นำมาจากการศึกษาถึงการ ใช้เลนส์นูนที่มีค่ากำลังเหมาะสมที่สุด (Yammouni & Evans, 2020) โดยพิจารณาจากค่ากำลังที่ ผู้เข้าร่วมวิจัยได้เลือกจากความพึงพอใจมากที่สุดแต่ภายในงานวิจัยไม่ได้กล่าวถึงผลที่เกิดขึ้นกับ Binocular Vision และได้ให้คำแนะนำว่า เลนส์ชนิดนี้ ควรใช้กับ ผู้ป่วยที่มี Eso-Fixation Disparity จะได้รับประโยชน์มากที่สุด แต่ในกลุ่ม ตัวอย่างของผู้ทำวิจัยทั้งสองกลุ่มส่วนมากเป็น Exo-Fixation Disparity และ Exo Heterophoria แต่ขาดข้อมูลยืนยันในเรื่องของอาการไม่พึงประสงค์ทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าเลนส์ชนิดนี้มีผลกระทบอย่างไรต่อ Binocular Vision

ถึงแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของ Fixation Disparity จะเกิดขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้ไม่สามารถยืนยันผลทางสถิติได้ มีเพียงการทดลองในครั้งที่ 2 เทียบกับครั้งที่ 1 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของกลุ่ม B ทางผู้วิจัยจึงแนะนำการศึกษาในอนาคตควรที่จะใช้เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดมากขึ้นและมีรูปแบบการวัดเป็น Objective (Jaschinski, 2017) เพราะว่าการใช้ เทคนิคการวัดแบบ Subjective มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้จากผู้วิจัยและผู้เข้าร่วมวิจัย

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้พบว่า Low Plus Lens มีผลต่อ Fixation Disparity Heterophoria และ Accommodative Lag จริงโดยพบได้จากค่าเฉลี่ย ที่แตกต่างกันระหว่างการ

ทดลอง แต่ผลการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญทางสถิติเกิดขึ้นกับ Heterophoria และ Accommodative Lag จึงสรุปได้ว่าการใช้สายตาในระยะใกล้ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของ Fixation Disparity เป็น Exo ลดลง Heterophoria เป็น Exo เพิ่มมากขึ้น แต่ Accommodative Lag มีค่าลดลง ซึ่งเป็นเหตุผลทางด้านคลินิกว่าเลนส์นูนกำลังต่ำมีแนวโน้มที่จะมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยที่มี Accommodative Lag สูง และไม่ควรมานำมาใช้ในผู้ป่วย ที่มี Exo Fixation Disparity และ Exo-Heterophoria เพราะอาจทำให้เกิดอาการไม่พึงประสงค์ได้ ดังนั้นการใช้เลนส์ชนิดนี้จึงควรทำการประเมินการทำงานของระบบ Binocular Vision ให้ละเอียดก่อนใช้กับผู้ป่วย



บรรณานุกรม

- American Academy of Ophthalmology. (2023). *The physiology of normal binocular vision*. Retrieved from [http:// https://www.aao.org/education/bcscsnippetdetail.aspx?id=928cbd4b-0805-49c4-99bd-f39ab2fb5d28](http://https://www.aao.org/education/bcscsnippetdetail.aspx?id=928cbd4b-0805-49c4-99bd-f39ab2fb5d28)
- Del Mar Seguí-Crespo, M., Ronda-Pérez, E., Yammouni, R., Arroyo Sanz, R., & Evans, B. J. W. (2022). Randomised controlled trial of an accommodative support lens designed for computer users. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 42(1), 82–93. <https://doi.org/10.1111/opo.12913>
- Dittemore, D., Crum, J., & Kirschen, D. (1993). Comparison of fixation disparity measurements obtained with the Wesson Fixation Disparity Card and the Sheedy Disparometer. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 70(5), 414–420. <https://doi.org/10.1097/00006324-199305000-00013>
- Goss, D. A. (1995). *Ocular accommodation, convergence, and fixation disparity: A manual of clinical analysis* (2nd ed). Newton, MA: Butterworth-Heinemann.
- Hung, G. K. (1992). Quantitative analysis of associated and disassociated phorias: Linear and nonlinear static models. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 39(2), 135–145. <https://doi.org/10.1109/10.121644>
- Hung, G. K. (1997). Quantitative analysis of the accommodative convergence to accommodation ratio: Linear and nonlinear static models. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 44(4), 306–316. <https://doi.org/10.1109/10.563300>
- Iyer, J., & Harris, P. (n.d.). *Article 4 _The Effect of Low Plus Lenses on Reading Rate and Comprehension*. 1(2), 3.
- Jainta, S., Hoormann, J., Kloke, W. B., & Jaschinski, W. (2010). Binocularity during reading fixations: Properties of the minimum fixation disparity. *Vision Research*, 50(18), 1775–1785. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.05.033>
- Jainta, S., & Jaschinski, W. (2010). “Trait” and “state” aspects of fixation disparity during reading. *Journal of Eye Movement Research*, 3(3). <https://doi.org/10.16910/jemr.3.3.1>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Jaiswal, S., Asper, L., Long, J., Lee, A., Harrison, K., & Golebiowski, B. (2019). Ocular and visual discomfort associated with smartphones, tablets and computers: What we do and do not know. *Clinical and Experimental Optometry*, *102*(5), 463–477.
<https://doi.org/10.1111/cxo.12851>
- Jaschinski, W. (2017). Individual Objective and Subjective Fixation Disparity in Near Vision. *Plos One*, *12*(1), e0170190. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170190>
- Jaschinski, W., Jainta, S., & Kloke, W. B. (2010). Objective vs subjective measures of fixation disparity for short and long fixation periods: Objective and subjective fixation disparity. *Ophthalmic and Physiological Optics*, *30*(4), 379–390. <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2010.00753.x>
- London, R., & Crelier, R. S. (2006). Fixation disparity analysis: Sensory and motor approaches. *Optometry - Journal of the American Optometric Association*, *77*(12), 590–608.
<https://doi.org/10.1016/j.optm.2006.09.006>
- Padavettan, C., Nishanth, S., Vidhyalakshmi, S., Madhivanan, N., & Madhivanan, N. (2021). Changes in vergence and accommodation parameters after smartphone use in healthy adults. *Indian Journal of Ophthalmology*, *69*(6), 1487.
https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_2956_20
- Pickwell, D., Jenkins, T., & Yekta, A. A. (1987). The effect on fixation disparity and associated heterophoria of reading at an abnormally close distance. *Ophthalmic & Physiological Optics: The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, *7*(4), 345–347.
- Press, L. J. (1985). Physiological effects of plus lens application. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, *62*(6), 392–397. <https://doi.org/10.1097/00006324-198506000-00006>
- Rosenfield, M., Ciuffreda, K. J., Hung, G. K., & Gilmartin, B. (1994). Tonic accommodation: A review. II. Accommodative adaptation and clinical aspects. *Ophthalmic and Physiological Optics*, *14*(3), 265–277. <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.1994.tb00007.x>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Schroeder, T. L., Rainey, B. B., Goss, D. A., & Grosvenor, T. P. (1996). Reliability of and Comparisons Among Methods of Measuring Dissociated Phoria: *Optometry and Vision Science*, 73(6), 389–397. <https://doi.org/10.1097/00006324-199606000-00006>
- Sreenivasan, V., & Bobier, W. R. (2015). Increased onset of vergence adaptation reduces excessive accommodation during the orthoptic treatment of convergence insufficiency. *Vision Research*, 111, 105–113. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2015.04.001>
- Sreenivasan, V., Irving, E. L., & Bobier, W. R. (2008). Binocular adaptation to near addition lenses in emmetropic adults. *Vision Research*, 48(10), 1262–1269. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2008.02.015>
- Švede, A., Hoormann, J., Jainta, S., & Jaschinski, W. (2011). Subjective Fixation Disparity Affected by Dynamic Asymmetry, Resting Vergence, and Nonius Bias. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 52(7), 4356. <https://doi.org/10.1167/iovs.10-6499>
- van Haeringen, R., McClurg, P., & Cameron, K. D. (1986). Comparison of Wesson and modified Sheedy fixation disparity tests. Do fixation disparity measures relate to normal binocular status? *Ophthalmic and Physiological Optics*, 6(4), 397–400. <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.1986.tb01159.x>
- Vojnikovi, B., & Tamajo, E. (2013). Horopters – Definition and Construction. *Coll. Antropol.*, 37(4), 9-12.
- Wick, B., & Joubert, C. (1988). Lens-Induced Fixation Disparity Curves. *Optometry and Vision Science*, 65(8), 606–612.
- Yammouni, R., & Evans, B. J. (2020). An investigation of low power convex lenses (adds) for eyestrain in the digital age (CLEDA). *Journal of Optometry*, 13(3), 198–209. <https://doi.org/10.1016/j.optom.2019.12.006>
- Yammouni, R., & Evans, B. J. W. (2021). Is reading rate in digital eyestrain influenced by binocular and accommodative anomalies? *Journal of Optometry*, 14(3), 229–239.





ภาคผนวก ก

การขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



COA. No. RSUERB2023-090

เอกสารรับรองโครงการวิจัย (Certificate of Approval)

โดย คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยรังสิต

เอกสารรับรองเลขที่	:	COA. No. RSUERB2023-090
ชื่อโครงการวิจัย	:	ผลของเลนส์นูนกำลังต่ำต่อ Fixation disparity ในผู้ที่ทำงานในระยะใกล้เป็นเวลานาน Effect of Low Plus Lenses on Fixation Disparity in Sustained Near Work Users
ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย	:	อุปการ ปัญญาณี
หน่วยงานที่สังกัด	:	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
วิธีทบทวน	:	พิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคนแบบเต็มคณะ (Full Board Review)
เอกสารที่รับรอง	:	1. แบบเสนอโครงการวิจัย 2. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย 3. หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย 4. แบบสอบถาม/แบบสัมภาษณ์
วันที่รับรอง	:	12 มิถุนายน 2566
วันที่หมดอายุ	:	12 มิถุนายน 2568

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยรังสิต ได้พิจารณาและมีมติรับรองเอกสาร ดังที่ระบุไว้ข้างต้น โดยยึดหลักจริยธรรม Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP

ลงนาม



(รองศาสตราจารย์ ดร. ปานิช กวัญจภูมิ)

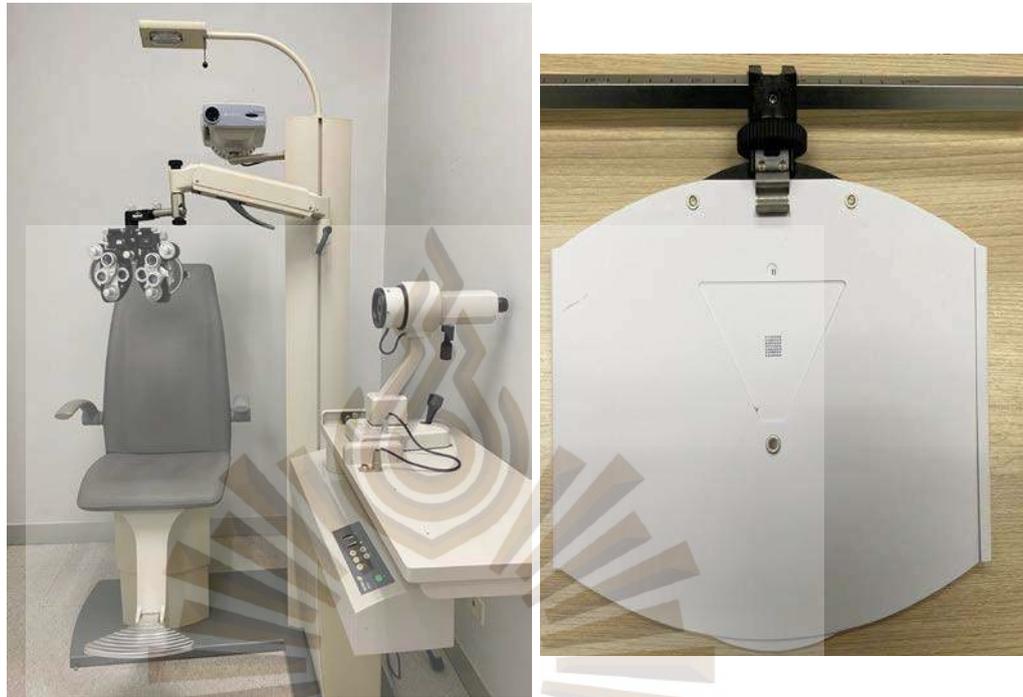
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยรังสิต

ภาคผนวก ข
เครื่องมือวิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

เครื่องมือในการดำเนินงานวิจัย

1. Refraction Unit/near point card



2. Wesson card/Polarized Goggle



3. Retinoscope / near fixation card



4. Trial frame / trial lens set



5. Butterfly-S Stereopsis Test with standard Shapes



6. Slit-lamp Topcon DC-3



7. TOPCON TRC-NW6S Non-Mydriatic Retinal Camera



เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ตารางการเก็บข้อมูลวิจัย

Date			
ID			
Gender	Male	Female	
Age			
Visual Acuity	OD :	OS:	
Objective Refraction	OD :	VA :	
	OS :	VA :	
Subjective Refraction	OD :	VA :	
	OS :	VA :	
Stereopsis			
Phoria	D:	N:	
Fusional Reserve	BI N:		
	BO N:		
AC/A ratio			
Acc. Lag	OD :	OS :	
Amplitude of Acc.			
Fixation Disparity			
	Acc Lag	Phoria	FD
30 Minutes (No Plus , With Plus)			
30 Minutes (No Plus , With Plus)			

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	อุปการ ปัญญาณี
วัน เดือน ปีเกิด	9 ธันวาคม 2537
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาโทศนมาตรศาสตรบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับ 1, 2561
ที่อยู่ปัจจุบัน	51 หมู่ที่ 7 ตำบลห้วยม่วง อำเภอกำแพงแสน จังหวัด นครปฐม 73180
สถานที่ทำงาน	คณะที่ศนมาตรศาสตร์ ตึก 12/1 อาคารรังสิตประยูร ศักดิ์ มหาวิทยาลัยรังสิต หมู่บ้านเมืองเอก ตำบลหลักหก อำเภอเมืองจังหวัดปทุมธานี 12000
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์ประจำ