รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

ความยาวลูกตา กับความสัมพันธ์ กับเพศ อายุ และสายตาผิดปกติ ในผู้ป่วยคลินิกตา มหาวิทยาลัยรังสิต

Ocular axial length as a function of age, gender, and its association with refractive error in patients in Rangsit University eye clinic.

โดย

อาจารย์อุปการ ปัญญามี

อาจารย์เมธี จรัสอรุณฉาย

ผศ. พญ. วัฒนีย์ เย็นจิตร

สนับสนุนโดย

สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต

2562

ชื่อเรื่อง : ความยาวของลูกตากับความสัมพันธ์กับเพศ อายุ และสายตาผิดปกติในคลินิกตา มหาวิทยาลัยรังสิต

ผู้วิจัย : อาจารย์อุปการ ปัญญามี
อาจารย์เมธี จรัสอรุณฉาย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิงวัฒนีย์ เย็นจิตร

สถาบัน : คณะทัศนมาตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีที่พิมพ์ : 2562

สถานที่พิมพ์ : มหาวิทยาลัยรังสิต

แหล่งที่เก็บรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ : มหาวิทยาลัยรังสิต

จำนวนหน้างานวิจัย : 63 หน้า

คำสำคัญ : สายตาผิดปกติ ความยาวของลูกตา คลินิกตา มหาวิทยาลัยรังสิต

ลิขสิทธิ์ : มหาวิทยาลัยรังสิต

บทคัดย่อ

รายงานวิจัยเรื่องความยาวของลูกตากับความสัมพันธ์กับเพศ อายุ และสายตาผิดปกติในผู้ป่วยคลินิกตา มหาวิทยาลัยรังสิต เป็นการวิจัยศึกษาแบบพรรณนาภาคตัดขวางย้อนหลัง มุ่งศึกษาให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลูกตากับสายตาผิดปกติ รวมถึงเพศและอายุ โดยใช้การศึกษาค้นคว้าย้อนหลังจากประวัติผู้ป่วยตั้งแต่ปี พ.ศ.2558-2562

วิธีการศึกษาโดยเก็บรวมรวมข้อมูลจากประวัติผู้ป่วยคลินิกตา มหาวิทยาลัยรังสิต อายุ 40-80 ปี ระหว่างปี 2558-2562 โดยผู้ป่วยจะได้รับการวัดความยาวของลูกตา (Axial length) ด้วยเครื่อง A scan และ IOL Master หาค่าเฉลี่ยและ 95% confidence intervals รวมถึงใช้สถิติ Linear regression และ unpaired t test เพื่อหาความสัมพันธ์ของความยาวลูกตากับเพศ อายุ ตาขวา ตาซ้าย และความผิดปกติของสายตา ซึ่งวัดโดย auto kerato-refractometer (KR- 800) และ manifest refraction

ผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยจำนวน 2, 894 คน อายุ 40-80 ปี (เฉลี่ย 60.19±10.634) ได้รับการวัดความยาวของลูกตา 592 คน มีค่าความยาวลูกตาเฉลี่ย 24.13 ±0.42 มิลลิเมตร (95% CI:23.71-24.55) เมื่อใช้สถิติ Unpaired t test พบว่าความยาวของลูกตาไม่มีความสัมพันธ์กับเพศ (p=0.2246) อายุ (p=0.7710) และตาทั้งสองข้างไม่มีความแตกต่างของความยาวลูกตา (p = 0.6390) แต่ความยาวลูกตามีความสัมพันธ์กับสายตาผิดปกติในตาขวา (p=0.0399) และในตาซ้าย (p=0.0367) ความยาวของลูกตามีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับ spherical equivalent คือเมื่อ Spherical equivalent มากหรือมีค่าเป็นบวก (สายตายาว จะมีความยาวของลูกตาสั้น เมื่อ Spherical equivalent น้อยหรือมีค่าเป็นลบ (สายตาสั้น จะมีความยาวของลูกตามาก และเป็นความสัมพันธ์ที่เข้มแข็ง (Pearson correlation R= - 0.664)

สรุปจากการศึกษาแบบตัดขวาง เรื่องความยาวของลูกตา พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับเพศ อายุ และตาสองข้างมีความยาวไม่แตกต่างกัน แต่พบความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับสายตาผิดปกติ คือสายตาสั้นจะมีความยาวลูกตามากกว่าสายตายาวซึ่งมีความยาวลูกตาสั้นกว่าและเป็นความสัมพันธ์ที่เข้มแข็ง

Title: Ocular axial length as a function of age, gender, and its association with refractive error in patients in Rangsit University eye clinic.

Researchers : Upakarn Panyamee, OD
Metee Jaradaroonchay, BSc, OD, MSc.
Assistant Profressor Watanee Jenchitr, MD.

Institution: Faculty of Optometry, Rangsit University

Year of publication :2020

Publisher : Rangsit University

Sources : Rangsit University

Number of Pages : 63 pages

Keyword : Refractive error, Axial length, eye clinic, Rangsit University

Copyrights : Rangsit University

Abstract

The purpose of this study is to determine the distribution of ocular biometric components as axial length, their relationship with personal characteristics, age, sex, eye side, and refractive error. By cross-sectional retrospective study used clinic-based data from Eye clinic of RSU Healthcare from 2015 to 2019

Among 40- to 80-year, subjects were selected using ocular biometrics as axial length measurement by A scan and IOL Master. Data were summarized as mean and 95% confidence intervals. Linear regression and unpaired t test were used to investigate the relationships between the study variables.

Data from 2,894 patients, 40-80 years old were analyzed. (Mean age were 60.19±10.634 years) Mean axial length was 24.13 ±0.42 (95% confidence interval: 23.71-24.55) millimetres. According to unpaired t test, axial length was not related with sex (p=0.2246), age (p=0.7710) and eye side (p = 0.6390). After adjusting for personal characteristic, refractive error as spherical equivalent had an inversely relationship with axial length, as more or positive spherical equivalent (hyperopia) had shorter axial length and less or negative spherical equivalent (myopia) had longer axial length. Linear regression analysis showed axial length had the strong negative association with spherical equivalent (Pearson correlation R=- 0.664).

In conclusion, this cross-sectional study of ocular biometric components, axial length was strong determinant for spherical equivalent and refractive error.

กิตติกรรมประกาศ

คณะทัศนมาตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ขอขอบคุณสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต ที่สนันสนุนเงินทุนในการวิจัย และเก็บรวบรวมข้อมูล ขอขอบคุณ น.พ. วิวัฒน์ โกมลสุรเดช ผู้อำนวยการศูนย์จักษุ RSU Healthcare ของมหาวิทยาลัยรังสิต ที่อนุญาตให้ใช้ข้อมูลของผู้ป่วยในการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ของสายตาผิดปกติและต้อหิน อาจารย์ ดร. กิตติศักดิ์ แถวนาชม จากคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อาจารย์ ดร. พิชิต บุญครอง จากวิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี ที่เป็นผู้ให้คำปรึกษาในการคิดคำนวณทางสถิติ อาจารย์ เจอรี่ วินเซ็นต์ ผู้แก้ไขบทความภาษาอังกฤษ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ของ RSU Healthcare ปฏิบัติงาน ณ ห้องบัตร ห้องคอมพิวเตอร์ นักทัศนมาตรผู้วัดสายตา และเจ้าหน้าที่เทคนิคทางตาผู้ช่วยในการตรวจเครื่องมือพิเศษทางตา ทุกท่านทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**ง**
กิตติกรรมประกาศ	**จ**
สารบัญ	**ฉ**
สารบัญตาราง	**ซ**
สารบัญรูปภาพ	**ฌ**
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	2
ขอบเขตงานวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
การเจริญเติบโตของตา	16
ชีวมาตรทางตาและสายตาผิดปกติ	18
การเพ่ง กิจกรรมกลางแจ้ง และความยาวตา	20
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	25
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	25
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	25
การเก็บรวบรวมข้อมูล	25
การวิเคราะห์ข้อมูล	25
บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย	26
บทที่ 5 อภิปราย ข้อเสนอแนะ สรุป	34
อภิปราย	34
ข้อเสนอแนะ	34
สรุป	35
เอกสารอ้างอิง	

ภาคผนวก 39
ก.แบบฟอร์มที่ใช้สำรวจสายตาผิดปกติ 39
ข.Ocular axial length as a function of age, gender, and its association with refractive error in patients in university eye clinic. 48

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.เปรียบเทียบความยาวลูกตา ในผู้ป่วย แบ่งเป็นเพศและช่วงอายุ 28

2.เปรียบเทียบความยาวลูกตาระหว่างตาขวาและตาซ้ายในผู้ป่วย 29

3.สรุปสายตาผิดปกติในแต่ละช่วงกลุ่มอายุ 30

4.เปรียบเทียบความยาวลูกตาระหว่างสายตาสั้นและสายตายาวในตาขวาและตาซ้าย 30

5.แสดงการกระจายตัวของค่าความยาวลูกตาในแต่ละค่าสายตา 31

6.แสดง Chi-square ของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลูกตาและค่าสายตา 32

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ หน้า

1.แสดงภาวะ hyperopic defocus และ myopic defocus 5
2.แสดงจุดรวมแสงของสายตาสั้นที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข และจุดรวมแสงที่แก้ไขด้วยเลนส์เว้าแล้ว 6
3.แสดง สายตายาวที่ยังไม่ได้แก้ไข และที่แก้ไขด้วยเลนส์นูน 9
4.รูปแสดงจุดรวมแสงของสายตาเอียง และการแก้ไขด้วยเลนส์องศาเอียง 11
5.แสดงแนวองศาของสายตาเอียง ชนิด with the rule, against the rule astigmatism, oblique astigmatism) 12
6.แสดงสายตาเอียงที่เกิดขึ้นร่วมกับสายตาสั้น 13
7.แสดงภาวะ Emmetropization, myopia, และ accommodation ของตา 17
8.แสดงความยาวลูกตาในตาทั้งสองข้าง 32
9.แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นของความยาวลูกตาระหว่างตาขวากับค่าสายตาผิดปกติตาขวา 33
10.เปรียบเทียบความยาวลูกตาระหว่างสายตาสั้นและสายตายาว 33

บทที่ 1
บทนำ

1.1ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการศึกษาส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับการหักเหแสงของตาพบว่ามีกระบวนการเปลี่ยนแปลงความยาวของลูกตาเพื่อทำให้ตามีภาวะสายตาปกติหรือ emmetropization (Hirsch และ Weymouth,1947) โดยอธิบายว่าเมื่อตามีความยาวเพิ่มขึ้นจะทำให้มีแนวโน้มเป็นสายตาสั้นมากขึ้น หรือสายตายาวลดลงและ ช่องหน้าม่านตาจะลึกขึ้นทำให้สายตาสั้นลดลง (Kato และคณะ, 2019) ถ้าพิจารณาที่กระจกตา พบว่ากระจกตามีแนวโน้มที่จะแบนลงมีส่วนทำให้สายตาสั้นลดลง จึงสรุปไว้ว่า ครึ่งหนึ่งหรือ 50% ของการเปลี่ยนแปลงของค่าสายตาผิดปกติมาจากความยาวลูกตา อีก 25% คือมาจากความโค้งของกระจกตา 5% มาจากความลึกของช่องหน้าม่านตา ที่เหลืออีก 20% คือการเปลี่ยนแปลงของ crystalline lens

จากการศึกษาสายตาปกติ (Grosvener,2007) พบว่าตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่ ตามีการเจริญในทางความยาวประมาณ 8 มิลลิเมตร (ความยาวของลูกตาเฉลี่ยโดยประมาณ 16-24 มม.) การเปลี่ยนแปลงของความโค้งกระจกตาและกำลังของเลนส์ตา (แก้วตา) จะทำหน้าที่คล้ายกับความพยายามที่จะทำให้ตาเข้าสู่สายตาปกติ และยังพบว่าค่าความยาวของลูกตา ค่ากำลังหักเหของกระจกตา และเลนส์ตาที่อยู่ในช่วงค่าเดียวกับที่พบในสายตาปกติ แต่ถ้าวัดสายตา ก็พบสายตาสั้น -4.00 Diopters (D) ได้ ส่วนอีก 2 % จะพบสายตาผิดปกติที่มากกว่า -4.00D

มีการศึกษาการเพิ่มขึ้นของความยาวลูกตาร่วมกับการวัดทางชีวภาพอื่นๆ เช่น ขณะใช้สายตาในระยะใกล้ พบว่าความยาวของลูกตาจะมีขนาดเพิ่มขึ้นร่วมกับการเพ่ง และมากขึ้นเมื่อเหลือบมองต่ำร่วมกับการเพ่ง (เปลี่ยนแปลง, 23 ± 13 um ที่ 10 นาที) เมื่อเปรียบเทียบกับการมองตรงร่วมกับมีการเพ่ง (8 ± 15 um ที่ 10 นาที) ($p< 0.05$ ปริมาณความหนาของ choroid ที่บางลงเพียงเล็กน้อย พบในขณะที่เกิดการเพ่ง ในตำแหน่งมองลง (13 ± 14um ที่ 10 นาที ; $p< 0.05$) การเพ่งในตำแหน่งมองลงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในช่องหน้าม่านตา และความหนาของเลนส์ตา เมื่อเปรียบเทียบกับการเพ่งในตำแหน่งมองตรง ทำให้สรุปได้ว่า ความยาวของลูกตา ความหนาของชั้น choroid และความลึกของช่องตาส่วนหน้า มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญขณะมีการเพ่งในตำแหน่งมองลง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการเพ่งในตำแหน่งมองลงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวกลศาสตร์ (Ghosh และคณะ, 2012) ในการศึกษาปัญหาสายตาผิดปกติ มีความพยายามที่จะหาปัจจัยที่เป็นตัวกระตุ้นในการเพิ่มขึ้นของค่าความผิดปกติของสายตา จากการศึกษาพบว่า นอกจาก

การเจริญของลูกตาที่ทำให้เกิดความผิดปกติทางสายตาแล้ว การใช้สายตาระยะใกล้เป็นเวลานาน หรือการออกไปพบกับแสงธรรมชาติในช่วงเวลาที่น้อยลง มีแนวโน้มทำให้สายตาสั้นเพิ่มมากขึ้น ด้วยอิทธิพลของการเพ่งเพื่อปรับกำลังหักเหแสงภายในตา เป็นผลทำให้ผู้ที่เป็นสายตาสั้นมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่มีสายตาปกติ (Read และคณะ, 2015) และยังมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลูกตา ความโค้งกระจกตา และอายุที่เริ่มเป็นสายตาสั้นพบว่าความยาวลูกตาเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อสายตาสั้น ส่วนกระจกตาสามารถที่จะชดเชยการเพิ่มขึ้นของความยาวลูกตาได้ เมื่อการเพิ่มขึ้นของความยาวลูกตามีเพียงเล็กน้อย เมื่อไรก็ตามที่มีการเพิ่มขึ้นของความยาวลูกตามากเกินไป กระจกตาไม่สามารถชดเชยสายตาสั้นที่เพิ่มขึ้นได้ (Blanco และคณะ, 2008)

ความสัมพันธ์ของสายตาผิดปกติและความยาวลูกตามีการศึกษาในต่างประเทศมาเป็นเวลานาน โดยจะพบว่าตั้งแต่แรกเกิดจะมีการเจริญของลูกตา จนเข้าสู่ช่วงอายุ 13 ปีจึงจะเริ่มคงที่ โดยแรกเกิดส่วนใหญ่จะพบว่าเป็นสายตาผิดปกติชนิดสายตายาว และมีกระบวนการที่ทำให้เกิดการเจริญของลูกตาจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่การเป็นสายตาปกติ (Emmetropization) แต่จากการศึกษาพบว่าการเจริญของลูกตาไม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสายตาปกติทุกคน เพราะพบว่าการเจริญของลูกตาในบางคนทำให้เกิดสายตาผิดปกติ แบ่ง เป็นสายตายาว สายตาสั้น สายตาเอียง ซึ่งทำให้เกิดปัญหาทางการมองเห็นจะต้องแก้ไขด้วยแว่นตาหรือคอนแทคเลนส์ถึงจะมองเห็นชัด ในประเทศไทยยังไม่ได้มีการศึกษาเรื่องการเจริญเติบโตของความยาวลูกตาที่มีความสัมพันธ์กับสายตาผิดปกติการศึกษานี้จะเป็นหลักฐานในการเฝ้าระวังผู้ป่วยที่มารับบริการตรวจวัดสายตา ว่าการเติบโตของลูกตา ค่าความยาวลูกตาเท่าใดที่จะทำให้ประเมินความผิดปกติของสายตาและประเมินโรคร่วมได้ รวมถึงวิธีการแก้ไขให้ถูกต้อง

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลูกตาเฉลี่ยกับสายตาผิดปกติแต่ละชนิด

1.2.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของความยาวลูกตาระหว่าง เพศ อายุและชนิดของสายตาผิดปกติในตาแต่ละข้าง

1.2.3 เพื่อหาค่าความยาวลูกตาเฉลี่ยโดยแบ่งเป็น เพศ อายุ และชนิดของสายตาผิดปกติในตาแต่ละข้างในคลินิกตามหาวิทยาลัยรังสิต

1.2.4 เพื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของสายตาผิดปกติและความยาวลูกตากับรายงานที่ผ่านมา

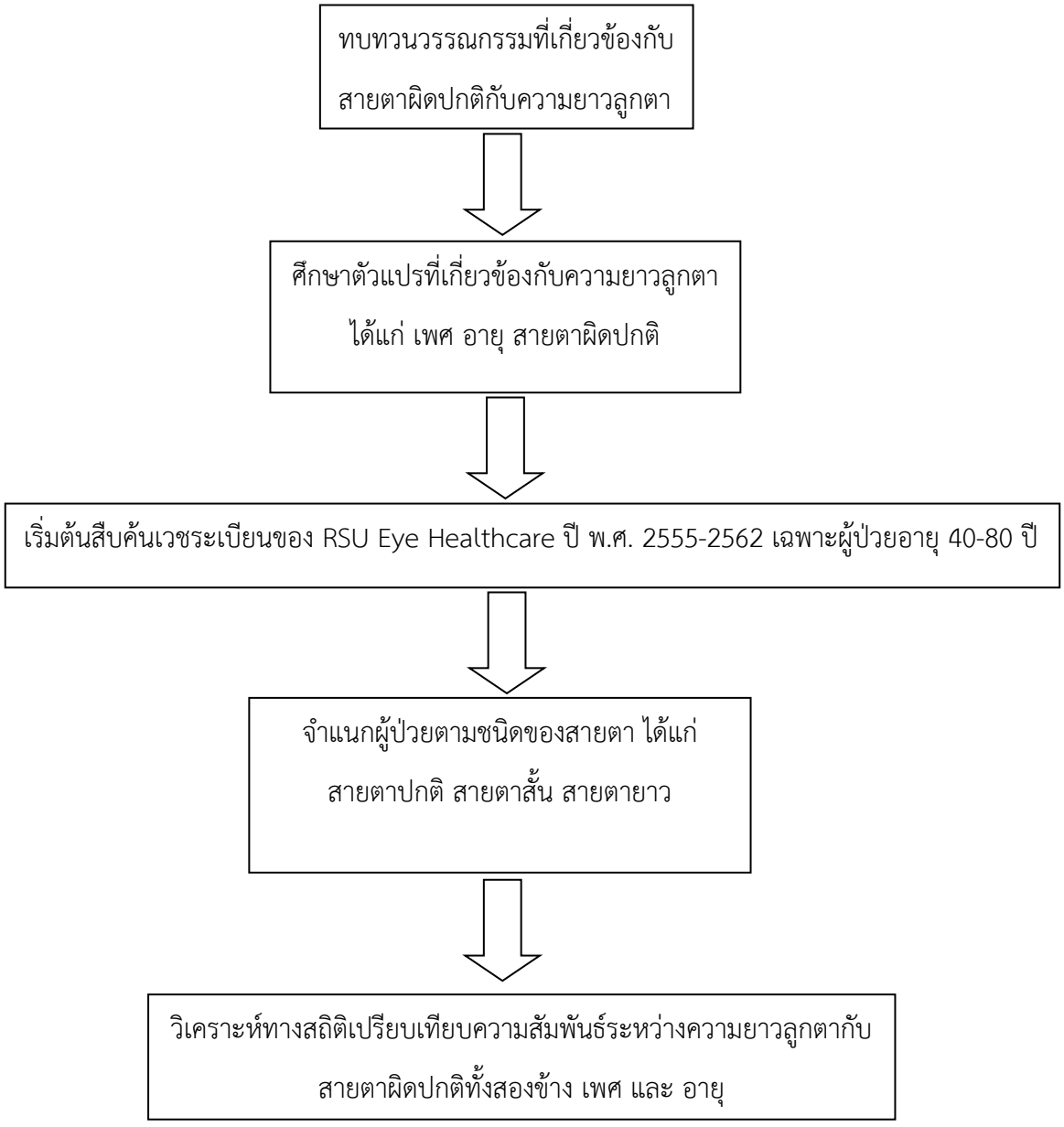
1.2.5 เพื่อนำไปพัฒนาให้ความรู้กับนักศึกษาคณะทัศนมาตรศาสตร์มหาวิทยาลัยรังสิตและ

เป็นการทบทวนความรู้ให้กับนักทัศนมาตรในเรื่องของสายตาผิดปกติที่มีปัจจัยของชีวมาตรทางตามาเกี่ยวข้อง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ ที่เชื่อมโยงความยาวลูกตากับปัญหาสายตาผิดปกติ โดยจะศึกษาเฉพาะผู้ป่วยที่มีสายตาผิดปกติ (Refractive error หรือ Physiological ametropia) ที่พบตั้งแต่อายุ 40-80 ปี แต่ไม่รวมสายตายาวของคนแก่ (presbyopia) ที่เกิดจากการเสื่อมตามวัย และไม่รวมสายตาผิดปกติที่เกิดจากโรคหรือเกิดจากการรักษาโรค ในผู้ป่วยที่มารับการตรวจตาในคลินิกตามหาวิทยาลัยรังสิต ตั้งแต่ปี พ.ศ.2558-2562

1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย



1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การเจริญเติบโตของลูกตา

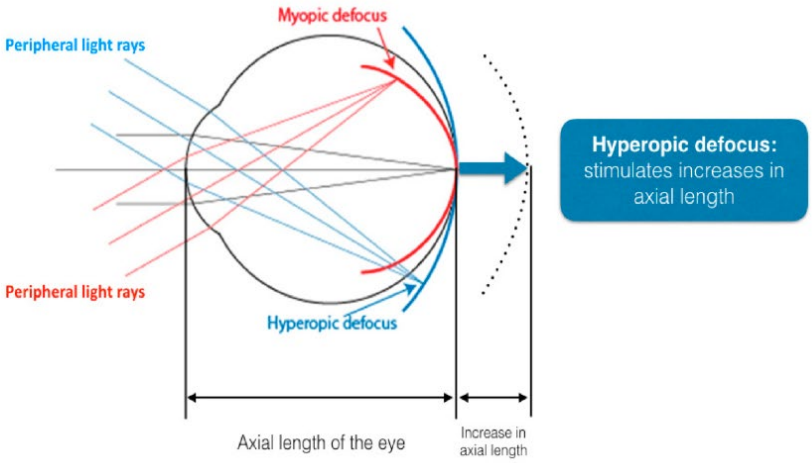
การเจริญเติบโตของลูกตานั้นพบมากในช่วงที่เป็นทารก และ 2 - 3 ขวบปีแรก โดยมีการเปลี่ยนแปลงทั้งของรูปร่างและขนาดของส่วนประกอบของตาเป็นผลให้มีการเปลี่ยนแปลงด้านสายตาและโรคทางตาอื่น ๆ เกิดขึ้นได้ บิดามารดาและนักทัศนมาตรจึงควรรู้ว่าเมื่อไรจะเป็นเวลาที่เหมาะสมในการตรวจวัดสายตาเพื่อพัฒนาการมองเห็นให้ดีที่สุด

1.5.2 ขนาดลูกตา

ช่วงขวบปีแรกลูกตาจะมีอัตราการเจริญเติบโตมากที่สุด ความยาวของลูกตาจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งโดยเฉลี่ยแรกคลอดความยาวของลูกตาประมาณ 17 มิลลิเมตร พบว่าช่วงขวบปีแรกลูกตาจะยาวเพิ่มขึ้นถึง 4 มิลลิเมตร ต่อมาช่วงอายุ 2 - 5 ขวบ ลูกตาจะยาวขึ้นเพียง 1 มิลลิเมตร และช่วงสุดท้ายคือ อายุ 5 – 13 ปี ความยาวก็จะเพิ่มอีกเพียงประมาณ 1 - 2 มิลลิเมตรเท่านั้น ขณะนั้นลูกตาจะมีขนาดเท่าผู้ใหญ่ คือ เฉลี่ย 24 มิลลิเมตร แต่หากการเจริญของลูกตามีการเปลี่ยนแปลง เช่น สั้นหรือยาวมากผิดปรกติก็จะทำให้เกิดปัญหาสายตายาวหรือสายตาสั้นตามมาได้ ตาที่มีความยาวมากกว่า 24 มิลลิเมตร จะมีแนวโน้มที่จะเป็นสายตาสั้น และ ตาที่มีความยาวน้อยกว่า 24 มิลลิเมตร จะมีแนวโน้มที่จะเป็นสายตายาว

นอกจากความยาวลูกตาแล้ว ปัจจัยที่มีผลต่อสายตาอีก 2 อย่าง (Adler's physiology of the eye 8th,2011) คือ ความโค้งของกระจกตา และเลนส์ตา แรกคลอดกระจกตาจะมีความโค้งมาก โดยมีกำลังมากถึง 52 diopters (D) ในช่วง 6 เดือนแรก ต่อมากระจกตาจะแบนลงเรื่อย ๆ ทำให้กำลังการหักเหแสงลดลงมาที่ 46 D และความโค้งจะลดลงมาจนเท่าผู้ใหญ่ที่อายุ 12 ปี (มีกำลังหักเหแสงที่ 42 D) สำหรับเลนส์ตาก็เป็นอวัยวะสำคัญอีกอย่างซึ่งมีผลต่อการหักเหแสงที่จะเข้าสู่ลูกตา โดยเฉลี่ยความหนาของเลนส์ตาเมื่อแรกคลอดจะเท่ากับ 0.96 มิลลิเมตร และอายุ 6 เดือนจะลดความหนาลงมาเหลือ 0.52 มิลลิเมตร การเปลี่ยนแปลงของความหนากระจกตาและความโค้งของกระจกตาเพื่อเป็นการเปลี่ยนแปลงตามการเพิ่มขึ้นของความยาวลูกตา ที่กล่าวไปก่อนหน้าคือเมื่อลูกตามีขนาดเล็กมีความยาวน้อย และจะค่อยๆมีความยาวเพิ่มมากขึ้น ถ้ากระจกตายังโค้งอยู่เท่าเดิมจะทำให้แสงเมื่อผ่านกระจกตาแล้วไม่รวมที่จอตาพอแต่จะรวมก่อนหน้าจอตา การลดลงของความโค้งกระจกตาหรือเป็นการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางของกระจกตาจะทำให้กำลังหักเหลดลง แสงที่มารวมกันก่อนถึงจอตา จะค่อยๆถอยออกไปจนไปพอดีกับจอตา แต่ตามปกติการเปลี่ยนแปลงของความยาวลูกตามักจะเปลี่ยนแปลงได้มากกว่าการเปลี่ยนแปลงของกระจกตาทำให้ เมื่อแรกเกิดถ้าลูกตายาวกว่าค่าเฉลี่ยจะทำให้เมื่อสิ้นสุดการเจริญเติบโตแล้วอาจจะทำให้เป็นสายตาผิดปกติชนิดสายตาสั้น อัตราการเปลี่ยนแปลงของความยาวลูกตามักสัมพันธ์กับค่าภาวะสายตาตั้งแต่แรกเกิด (Mutti **และคณะ** ,2005) กล่าวคือถ้าแรกเกิดเป็นสายตายาวความยาวลูกตาจะเจริญเร็วมากกว่าการเปลี่ยนแปลงของ

กระจกตา และถ้าเมื่อแรกเกิดเป็นสายตาสั้นถ้าในขณะที่เป็นสายตาสั้นการเจริญของความยาวลูกตาจะช้าลงแต่จะมีการเปลี่ยนแปลงของกระจกตาเร็วขึ้น



รูปที่ 1 แสดงภาวะ hyperopic defocus และ myopic defocus
จาก https://www.researchgate.net/

จากรูป สามารถอธิบายถึงสิ่งกระตุ้นที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของความยาวลูกตา ซึ่งสิ่งทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของความยาวลูกตาคือแสงที่ผ่านกระจกตาเข้ามาแล้วไปรวมกันที่ตำแหน่งใด โดยมีจุดของจอประสาทตาเป็นตำแหน่งอ้างอิง ถ้าแสงไปรวมกันที่ด้านหลังตาจะทำให้เกิด hyperopic defocus จะกระตุ้นให้ลูกตายาวขึ้น ถ้าแสงรวมกันก่อนถึงจอประสาทตาเรียกว่า myopic defocus ซึ่งสองแบบนี้มีความเกี่ยวข้องการการเจริญเติบโตของตาและสายตาผิดปกติ ที่จะกล่าวในลำดับถัดไป

1.5.3 การเปลี่ยนแปลงของสายตา

การเปลี่ยนแปลงของสายตาขึ้นกับความยาวของลูกตาที่เพิ่มขึ้นรวมถึงการเปลี่ยนแปลงความโค้งของกระจกตาและเลนส์ตา เด็กทารกโดยทั่วไปจะมีภาวะสายตายาวประมาณ + 1.00 diopters สายตาจะยาวมากขึ้นเล็กน้อยเมื่ออายุประมาณ 2 - 4 ปี คือ จะยาวประมาณ + 2.00 ถึง + 3.00 diopters จากนั้นภาวะสายตายาวจะลดลงเรื่อย ๆ จนกลับมามีสายตาปรกติที่อายุเฉลี่ยประมาณ 16 ปี โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลงของสายตาในแต่ละบุคคลอาจแตกต่างกันไปบ้าง แต่พบว่าหากเด็กมีอาการสายตาสั้นก่อนอายุ 10 ปี จะมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดสายตาสั้นมากกว่า - 6.00 diopters เมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ เมื่อทราบว่าสายตาจะมีการเปลี่ยนแปลงมากในช่วงวัยเด็ก ดังนั้นจึงควรได้รับการแก้ไขเรื่องสายตาผิดปกติตั้งแต่วัยเด็กซึ่งมีส่วนสำคัญมากต่อการพัฒนาความสามารถในการมองเห็นให้ดีที่สุด เนื่องจากสมองจะต้องได้รับการกระตุ้นจากการมองเห็นที่ดีหรือภาพที่มีความชัดเจนด้วย

เพื่อให้การมองเห็นถูกพัฒนาทั้งทางด้านระบบการเพ่งและการควบคุมกล้ามเนื้อตาให้สัมพันธ์กับการใช้สายตาที่เป็นปกติมากที่สุด

1.5.4 สายตาปกติ

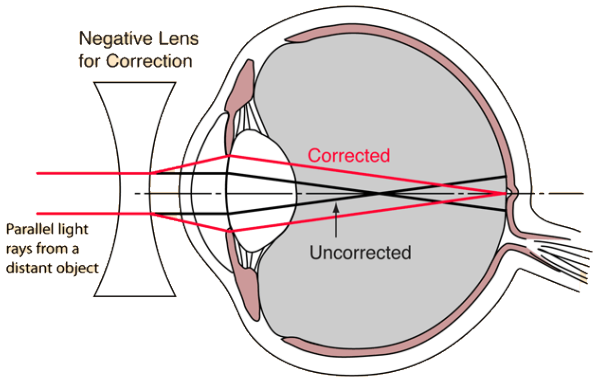
สายตาปกติ (Emmetropia) ในการมองเห็นที่เป็นปกติ แสงจากวัตถุเมื่อผ่านกระ จกตา และเลนส์แก้วตา จะถูกหักเหและโฟกัสลงบนจอตา ถ้าตาปกติดีและ แสงโฟกัสลงบนจอตาพอดี ภาพที่เห็นก็จะชัด **ถ้ากำลังการรวมแสงของตาไม่ตกพอดีที่จอตา จะทำให้เกิดภาวะสายตาผิดปกติ** ภาพที่เห็นก็จะไม่ชัด ดังนั้นในขณะที่มองไกลเมื่อแสงผ่านกระจกตาจะต้องตกลงที่ตำแหน่งชัดบนจอตาพอดี และเมื่อมองใกล้จะมีการเพ่งช่วยให้แสงตกลงบนจุดรับภาพพอดีทำให้มองเห็นได้ชัดทั้งใกล้และไกล

1.5.5 สายตาผิดปกติ

สายตาผิดปกติ (Refractive error) ไม่ใช่โรค แต่เกิดจากกำลังการรวมแสงของตาอยู่ในระดับไม่พอดีเมื่อเทียบกับความยาวของลูกตา และกระจกตา มีความโค้งไม่พอเหมาะ แสงจึงตกไม่พอดีที่จอประสาทตา ทำให้มองเห็นไม่ชัดเจน อาจเป็นทั้งใกล้และไกลขึ้นกับว่าเป็นความผิดปกติชนิดใด สายตาผิดปกติ มีอยู่ 4 ชนิดดังนี้คือ

1.5.5.1 สายตาสั้น (Myopia)

เกิดจากกำลังการรวมแสงของตามากเกินไปเมื่อเทียบกับความยาวของลูกตา อาจเกิดจากการที่กระจกตาโค้งมากเกินไป หรือขนาดของลูกตายาวเกินไป แสงรวมก่อนถึงจอตาทำให้มองไกลไม่ชัดในขณะที่ มองใกล้ชัด แสงโฟกัสก่อนที่จะถึงจอตา



รูปที่ 2 แสดงจุดรวมแสงของสายตาสั้นในเส้นสีดำที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข Uncorrected เส้นสีแดงคือจุดรวมแสงที่แก้ไขด้วยเลนส์เว้าแล้ว Corrected

จาก https://eduladder.com

จากรูปที่ 2 สามารถอธิบายถึงสายตาสั้นได้ดังนี้ แรกเกิดลูกตามีขนาดเล็กทำให้เมื่อแสงผ่านกระจกตาเข้าไปแล้วไปรวมกันที่หลังจุดรับภาพชัดบนจอตาด้วยปรากฏการณ์นี้เป็นกลไกลกระตุ้นให้

ลูกตามีขนาดเพิ่มขึ้นทั้งในแนวตั้งและแนวนอนรวมถึงการเจริญของกระโหลกศรีษะที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ขนาดของเบ้าตาที่เป็นที่อยู่ของลูกตาต้องมีขนาดเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ตามปกติถ้าการเจริญเติบโตในส่วนนี้ไม่ถูกรบกวนโดยภาพมัวที่เกิดขึ้น การบดบังของแสงที่จะเข้าสู่ดวงตา จะทำให้เมื่อลูกตาเจริญเต็มที่แล้วจะพบกว่าเป็นสายตาปกติ แต่ในผู้ป่วยสายตาสั้นจะพบว่าลูกตามีขนาดยาวเมื่อเทียบกับสายตาชนิดอื่น ตามปกติแล้วการเจริญของตาจะต้องมีความสัมพันธ์ร่วมกันทั้งความยาวลูกตา กำลังหักเหของกระจกตาและกำลังหักเหของเลนส์ตา ถ้าความยาวของลูกตาเจริญเร็วมากกว่าส่วนอื่นจะจนทำให้การปรับเปลี่ยนของส่วนกระจกตาและเลนส์เกินกว่าที่จะทำให้เป็นสายตาปกติได้ หรือลูกตายาวจนแสงที่หักเหแล้วรวมกันก่อนจุดรับภาพชัด

ในปัจจุบันสายตาสั้นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้สายตาระยะใกล้ที่มากขึ้น เนื่องจากสภาพ ทางเศรษฐกิจและสังคม รวมถึงการศึกษา ในผู้ป่วยที่มีสายตาสั้นตั้งแต่อายุยังน้อยควรมีความจำเป็นที่ต้องเฝ้าระวังการเพิ่มขึ้นของสายตาสั้นในอนาคต เนื่องจากสายตาสั้นพบได้ประมาณ 25% ของผู้ใหญ่ทั่วโลก โดยจะเริ่มพบได้เมื่ออายุ 8-12 ปี และสั้นมากขึ้นในช่วงวัยรุ่นรวมทั้งในระยะต้นของการทำงาน ถ้าสายตาสั้นเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนมากกว่า -6.00 D. นักทัศนมาตรต้องระวังว่าอาจมีปัญหาที่น้ำวุ้น หรือจอตาได้

การจำแนกสายตาสั้น

สายตาสั้นได้สามารถจำแนก (American Optometric Association) ได้ดังนี้

1. จำแนกตามอาการแสดงทางคลินิก

Simple Myopia สายตาสั้นที่เกิดจากกระจกตาเลนส์ตาและความยาวลูกตา คนที่เป็นสายตาสั้นชนิดนี้ตาอาจยาวกว่ากำลังหักเหของกระจกตา หรือกำลังหักเหอาจมากกว่าความยาวตาก็ได้

Nocturnal Myopia เป็นสายตาสั้นในที่มืดหรือมีแสงน้อยเป็นผลมาจากการเพ่งที่ตอบสนองมากขึ้นในภาวะแสงน้อย เพราะว่าในที่มืดการมองเห็นมีความชัดไม่เพียงพอต่อการกระตุ้นให้เกิดการเพ่งที่แม่นยำทำให้เกิดการเพ่งขึ้นในที่มืด

Pseudomyopia สายตาสั้นเทียมเกิดจากการเพิ่มขึ้นของกำลังหักเหของตา เกิดจากการเพ่งที่มากเกินไปหรือกล้ามเนื้อที่ควบคุมการเพ่งกิดการเกร็งค้าง

Degenerative Myopiaเป็นสายตาสั้นมากที่เกิดร่วมกับการเสื่อมสภาพของตาส่วนหลัง หรือเรียกว่าสายตาสั้นที่ทำให้เป็นโรค ผลของสายตาสั้นชนิดนี้ต่อการมองเห็นคือ ทำให้การมองเห็นลดลง มีการเปลี่ยนแปลงของลานตา อาจทำให้เกิดโรคจอประสาทตาลอก และต้อหิน

Induced Myopia สายตาสั้นที่เกิดมาจากสาเหตุอื่น เช่น เกิดจากยาที่ใช้ ระดับน้ำตาลในเลือดที่ไม่คงที่ เลนส์ตาที่แข็งขึ้น หรือความผิดปกติอื่นๆ สายตาสั้นชนิดนี้เป็นไม่นานและสามารถหายได้

2. จำแนกตามระดับความรุนแรง

Low myopia (<3.00D)

Medium myopia (3.00D-6.00D)

High myopia (>6.00D)

ปัจจุบันในประเทศออสเตรเลีย (Holden Vision Institute) แบ่ง สายตาสั้นปานกลางอยู่ที่ -3.00D ถึง - 5.00D และสายตาสั้นมากที่ > -5.00D

3. จำแนกตามช่วงอายุที่เป็นสายตาสั้น

Congenital myopia สายตาสั้นที่เกิดขึ้นตั้งแต่เกิดและคงอยู่ตลอดในช่วงเป็นวัยทารก

Youth-onset myopia สายตาสั้นที่เกิดขึ้นตอนอายุน้อยกว่า 20 ปี

Early adult-onset myopia สายตาสั้นที่เกิดขึ้นตอนอายุ 20-40 ปี

Late adult-onset myopia สายตาสั้นที่เกิดขึ้นตอนอายุ 40 ปีขึ้นไป

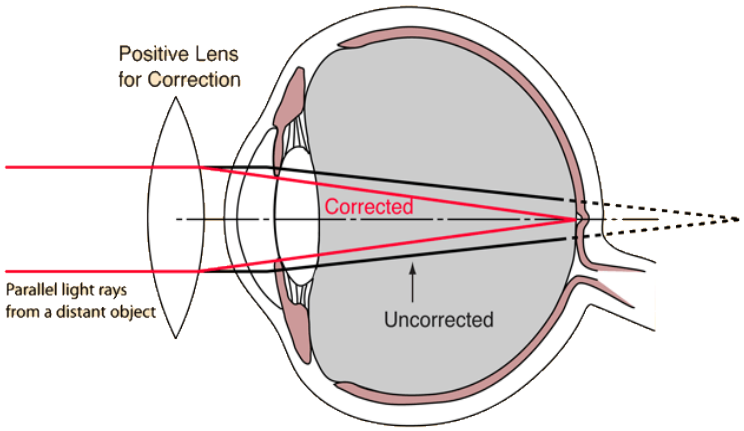
1.5.5.2 สายตายาว (Hyperopia, Hypermetropia)

เกิดจากกำลังการรวมแสงของตาน้อยเมื่อเทียบกับความยาวของลูกตาอาจเกิดจากการที่กระจกตาโค้งน้อยหรือขนาดลูกตาสั้นเกินไป ทำให้แสงรวมตัวกันหลังจอตา แสงโฟกัสหลังจอตาสายตายาวจะ ทำให้มองไม่ชัดทั้งใกล้และไกล นักทัศนมาตรเรียกสายตายาวชนิดนี้ว่า สายตายาวโดยกำเนิด ผู้ป่วยกลุ่มนี้อาจมีอาการปวดหัว ปวดตาได้ อาการปวดจะมากหรือน้อยขึ้นกับระดับสายตายาว และการใช้สายตา สายตายาวชนิดนี้อาจหายเองได้ จากการปรับขนาดความยาวของลูกตา และการเปลี่ยนแปลงของกระจกตา

ในขณะแรกเกิดลูกตาจะมีขนาดเล็กกว่าเมื่อเทียบกับวัยผู้ใหญ่ ทำให้การหักเหแสงไม่ตกลงบนจุดรับภาพชัดบนจอประสาทตาพอดี ทำให้ในเด็กเล็กมักจะเป็นสายตายาว แต่เมื่ออายุมากขึ้นลูกตาจะเจริญเติบโตทั้งในแนวตั้งและแนวนอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสายตาขึ้น เนื่องจากเมื่อลูกตามีขนาดยาวมากขึ้น จากแสงที่ตกหลังจุดรับภาพชัดจะมีระยะทางสั้นลงจนเข้าใกล้จุดรับภาพชัดรวมกับมีการเปลี่ยนแปลงของกระจกตาให้มีกำลังหักเหเพิ่มมากขึ้น ภาพที่ตกหลังจุดภาพชัดจึงเป็นกลไกหลักในการกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มขึ้นของขนาดลูกตารวมไปจนถึงมีการเปลี่ยนแปลงของสายตาจนเข้าสู่สายตาปกติ แต่ในสายตายาวความยาวลูกตาอาจเจริญไม่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของกำลังหักเหของกระจกตา ทำให้เมื่อตาเจริญเต็มที่ แสงยังคงตกอยู่หลังจุดรับภาพชัด ทำให้มีอาการตามัวทั้งที่ไกลและที่ใกล้ ถ้าระดับสายตายาวน้อยอาจส่งผลต่อการมองเห็นน้อย เนื่องจากภายในตามีเลนส์และกล้ามเนื้อที่ช่วยปรับภาพชัดได้ การมองเห็นชัดที่ระยะไกลของผู้ป่วยสายตายาวจะต้องอาศัยกล้ามเนื้อและเลนส์ตลอดเวลา เมื่อเทียบกับสายตาปกติที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยการทำงานของสองส่วนนี้ ทำให้เมื่อมองใกล้จะต้องใช้การเพ่งมากกว่าผู้ป่วยสายตาปกติ ส่งผลให้ผู้ป่วยที่มีระดับสายตายาวปานกลาง

ถึงมากทำให้เกิดความไม่สบายของการใช้สายตาทั้งในระยะไกลและระยะใกล้ ถ้าไม่ได้รับการแก้ไข อาจส่งผลกระทบต่อระบบการมองเห็นสองตาไปด้วย อาจทำให้เกิดการกลอกตาเข้ามากเกินไปทั้งในระยะไกลและระยะใกล้เนื่องจากการเพ่งจะทำงานร่วมกับการกลอกตาเข้าเสมอ

โดยทั่วไปผู้ป่วยสายตายาวมักจะไม่รู้ตัวเอง เนื่องจากยังคงมองเห็นชัดแต่เนื่องจากความชัดที่เกิดขึ้นเกิดจาการทำงานของการเพ่งที่คอยช่วยอยู่ตลอดเมื่อเปลี่ยนระยะมามองใกล้จะยิ่งทำให้การเพ่งทำงานหนักมากขึ้นส่งผลให้เกิดอาการที่ไม่สบายตาได้ และเมื่ออายุเข้าใกล้ 40 ปี จะพบว่ามองใกล้ไม่ชัดเนื่องจากการเพ่งที่ลดลงตามอายุรวมกับการเพ่งที่ถูกใช้ไปที่ระยะมองไกล ทำให้ถ้าไม่แก้ไขสายตายาวให้ถูกต้อง เมื่อการเพ่งลดลงจะหมดจะพบกับการมองเห็นไม่ชัดทั้งใกล้และไกล ส่งผลให้การใช้ชีวิตลำบากขึ้น



รูปที่ 3 แสดง สายตายาวลูกศรสีดำ หมายถึงสายตายาวที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข สีแดง หมายถึงสายตายาวที่ได้รับการแก้ไขด้วยเลนส์นูนแล้ว

จาก http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/

การจำแนกสายตายาว

สายตายาวสามารถแจกแนกได้ดังนี้

1. จำแนกตามระดับความรุนแรง (Classification by Degree of Hyperopia)

   Low (0.00 ถึง +3.00D)

   Medium (+3.12 ถึง + 5.00D)

   High (>+5.00D)

2. จำแนกตามการทำงานของการเพ่ง (Classification by the Action of Accommodation)

Latent Hyperopia สายตายาวที่สามารถขจัดด้วย การเพ่งและไม่สามารถพบได้ด้วยวิธีการวัดสายตาแบบ noncycloplegic จะพบได้เมื่อทำการวัดสายตาร่วมกับ cycloplegic agent

Manifest hyperopia สายตายาวที่สามารถบอกปริมาณได้ด้วยเลนส์บวกมากที่สุด ที่ทำให้มองเห็นระยะไกลได้ชัด

Total hyperopia สายตายาวที่เป็นผลรวมทั้ง latent และ manifest สายตายาวที่ได้จากผลรวมทั้งสองนี้จะถูกแบ่งออกเป็น Facultative และ Absolute Hyperopia

Facultative hyperopia สายตายาวที่สามารถขจัดได้ด้วยการเพ่งแต่สามารถพบได้จากการวัดสายตาด้วยวิธี noncycloplegic

Absolute hyperopia สายตายาวที่ไม่สามารถขจัดด้วย การเพ่งเพราะปริมาณของสายตายาวมีมากว่า amplitude of accommodation

3. แบ่งตามการเกิดจากลักษณะของลูกตาและโรคตา(Classification into Physiological and Pathological Hyperopias)

Physiological hyperopia หรือเรียกว่า nonpathological hyperopia เป็นสายตายาวที่มีลักษณะทางกายภาพของตาเป็นปกติ

Pathological hyperopia เกิดจากโรคตาที่ทำให้ความยาวลูกตามีขนาดสั้นลง เช่น เนื้องอกภายในตา เลือดออก การบวม และโรคที่ทำให้กระจกตาแบนลง

4. จำแนกตามลักษณะทางกายวิภาค (Classification by Anatomical Feathures)

Axial ความยาวลูกตาที่สั้นกว่ากำลังหักเหของตา

Refractive กำลังหักเหของตาที่น้อยกว่าความยาวลูกตา ซึ่งแบ่งออก เป็นอีกสามชนิดดังนี้

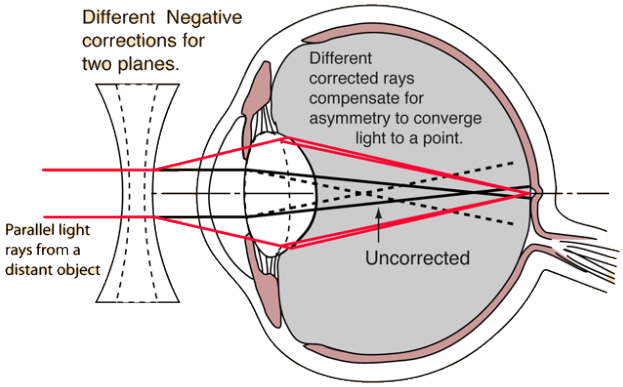
Index hyperopia ดัชนีหักเหของตัวกลางใดตัวกลางหนึ่งในตามีความผิดปกติ

Curvature hyperopia การเพิ่มขึ้นของรัศมีความโค้งในหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งของพื้นผิวที่ทำการหักเหแสง ทำให้กำลังในการหักเหแสงลดลง

Anterior chamber hyperopia มีการลดลงของ ความลึกของ anterior chamber ส่งผลให้กำลังหักเหของตาลดลง

1.5.5.3 สายตาเอียง (Astigmatism)

เกิดจากกำลังการรวมแสงของตาในแนวต่างๆไม่เท่ากัน เกิดจากรูปร่างกระจกตาไม่กลม ทำให้แสงที่ตกในแนวต่างๆ ของ กระจกตา ไม่สามารถรวมเป็นจุดเดียวกันได้ เกิดภาพซ้อน มองไม่ชัดทั้งใกล้และไกล บางรายมีอาการปวดศรีษะ สายตาเอียงอาจเกิดร่วมกับสายตาสั้นและสายตายาวโดยกำเนิดได้



รูปที่ 4 รูปแสดงจุดรวมแสงของสายตาเอียง Uncorrected เส้นประจุดรวมแสงที่ 1 เส้นทึบดำเป็นจุดรวมแสงที่ 2 และการแก้ไขด้วยเลนส์องศาเอียง เส้นสีแดง
จาก http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/

สายตาเอียงสามารถจำแนกได้ตามสาเหตุการเกิดได้ ดังนี้

1. แบ่งเป็นสายตาเอียงปกติและไม่ปกติ (Classification into Regular and Irregular Astigmatism) ในสายตาเอียงปกติ แนวกำลังหักเหที่มากที่สุดและน้อยที่สุดจะทำมุมต่างกัน 90 องศา ดังนั้นในแนวองศาหลักจะทำมุมตั้งฉากกัน ในสายตาเอียงไม่ปกติ แนวกำลังหักเหมากที่สุดและน้อยที่สุดไม่ได้ทำมุม ตั้งฉากกัน สายตาเอียงไม่ปกติมักเกิดจากโรคกระจกตาโป่ง(keratoconus) หรือกระจกตามีแผลเป็น
2. แบ่งตามการเกิดจากองค์ประกอบของลูกตา(Classification with respect to contributing ocular component)

The Anterior Cornea สายตาเอียงส่วนใหญ่เกิดจาก ความโค้งของผิวด้านหน้าของกระจกตา เพราะระหว่างชั้นน้ำตากับอากาศมีความแตกต่างของดัชนีหักเหมาก รัศมีความโค้งของกระจกตาที่ไม่คงที่มีผลต่อกำลังในการหักเหแสงมาก ในการศึกษาบางการศึกษาพบว่าแรงกดจากภายนอกที่เกิด

จากเปลือกตา หรือจากโรคที่เปลือกตา เช่น chalazia หรือ เนื้องอก สามารถทำให้เกิดสายตาเอียงจากผิวหน้ากระจกตา (anterior corneal astigmatism

The Posterior Cornea เมื่อทำการวัดความโค้งของกระจกตาด้วย keratometry พบว่า ในแนว horizontal มีค่า 43.00 D และในแนว vertical มีค่า 46.00 D โดยผิวด้านหน้าของกระจกตากับด้านในขนานกัน เมื่อทำการคำนวณ สายตาเอียงจากกระจกตาพบว่า ที่ผิวหน้ากระจกตามีค่า +3.35 D และที่ผิวหลังของกระจกตามีค่า -0.45 D อย่างไรก็ตามเพราะว่าความโค้งของกระจกตาด้านหลัง วัดได้ยากทางคลินิก และมีค่าน้อยจึงไม่ได้ให้ความสำคัญ

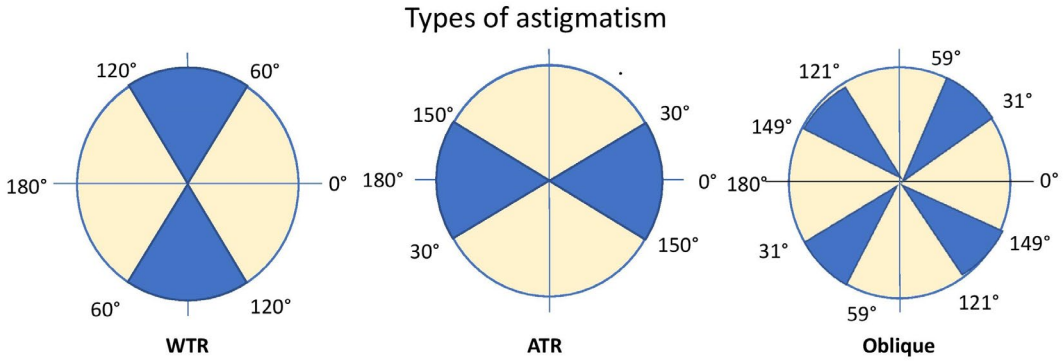
The Crystalline Lens สายตาเอียงอาจเกิดขึ้นจากความโค้งของเลนส์ตาหรือการเอียงตัวของเลนส์ตา และผิวหน้าและหลังของเลนส์ตาพบว่ามีภาวะสายตาเอียง อย่างไรก็ตาม ปริมาณของสายตาเอียงมีค่าน้อยและมีแนวองศาเอียงตรงกันข้ามกับภาวะสายตาเอียงของกระจกตา ลักษณะเอียงที่เป็นผลมาจากสรีระของเลนส์ตานั้น จะมีแนวเอียงที่มีแกนระหว่าง 3 ถึง 7 องศา ในแนวตั้งและเอียงอยู่ในแนวนอนเป็นองศา 3 องศาในลักษณะจากด้านบนของเลนส์ตาไปจนถึงด้านล่างของเลนส์ตา ผลของลักษณะของเลนส์ตา ทำให้เกิด against the rule astigmatism มีค่าประมาณ 0.25D

3.แบ่งตามแนววางตัวขององศาเอียง (Classification by Orientation)

With the rule astigmatism ถ้าแนวกำลังหักเหของกระจกตา มีค่ากำลังหักเหน้อยที่สุดอยู่ที่ แนวนอนระหว่าง 160 และ 20 องศา (±20 องศา)

Against the rule astigmatism ถ้าแนวกำลังหักเหของกระจกตา มีค่ากำลังหักเหน้อยที่สุดอยู่ที่ แนวตั้ง ระหว่าง 70 และ 110 องศา

Oblique astigmatism ถ้าแนวกำลังหักเหของกระจกตา มีค่ากำลังหักเหน้อยที่สุด อยู่ที่ระหว่าง 110 และ 160 องศา

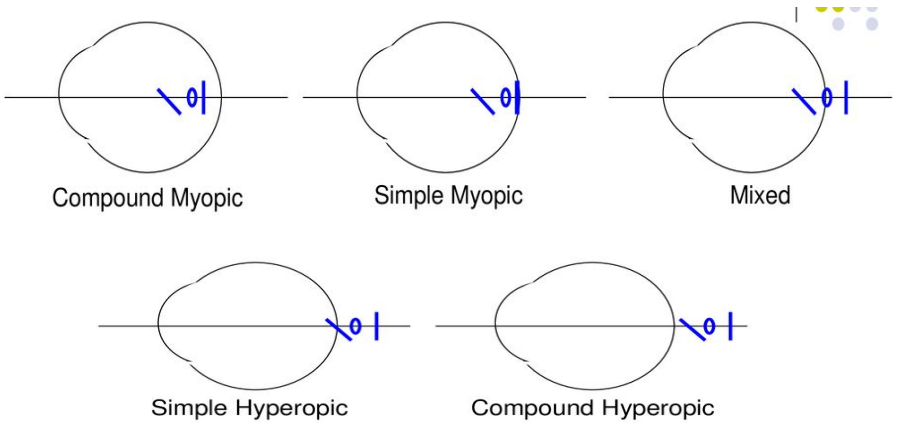


รูปที่ 5 แสดงแนวองศาของสายตาเอียง WTR (with the rule astigmatism) ATR (Against the rule astigmatism) และ OTR(Oblique astigmatism)

จาก https://eyewiki.aao.org/

4.แบ่งตามความผิดปกติของสายตา (Classification with respect to the refractive error)

สายตาเอียงสามารถพิจารณาจากตำแหน่งที่เกิดภาพมัวจากวัตถุบนจุดรับภาพชัดบนจอประสาทตา ในภาวะที่มีการเพ่งน้อยที่สุดหรือมองที่วัตถุในระยะไกล ถ้าภาพในแนวองศาใดองศาหนึ่งตกอยู่บน จุดรับภาพชัดบนจอตา จะมีชื่อเรียกว่า simple myopia และมีชื่อขึ้นอยู่กับตำแหน่งภาพมัวที่เกิดขึ้นว่าห่างจากจอตา ในลักษณะใด เช่น ถ้าเป็น ด้านหน้าจอตา คือ simple myopic astigmatism ถ้าภาพทั้งสองแนวอยู่ด้านหน้าหรือด้านหลัง จุดรับภาพชัดบนจอตา คือ compound astigmatism เช่น ถ้าภาพทั้งสองแนวองศาเกิดขึ้นด้านหลังจอตา เรียกว่า compound hyperopic astigmatism และถ้าภาพในแนวองศาทั้งสองเกิดขึ้นด้านหน้าและด้านหลัง จะเรียกว่า mixed astigmastism



รูปที่ 6 แสดงสายตาเอียงที่เกิดขึ้นร่วมกับสายตาสั้นสายตา
จาก https://slideplayer.com/

1.5.5.4 สายตาคนแก่ หรือสายตายาวตามอายุ (Presbyopia)

เกิดเมื่อมีอายุมากขึ้น (ประมาณ 40 ปี เลนส์ตาที่ใช้ในการเพ่ง หรือปรับโฟกัสเริ่มแข็งตัว เสื่อมประสิทธิภาพในการปรับเปลี่ยนโฟกัส ร่วมกับการเสื่อมประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อยึดเลนส์ตา ขาดความยืดหยุ่นในการปรับเลนส์ในการโฟกัสภาพในระยะใกล้ให้ไปตกที่จอตา จึงทำให้มองใกล้ไม่ชัด ต่างจากสายตายาวตั้งแต่กำเนิด ที่มองไม่ชัดทั้งไกลและใกล้ แต่ถ้าระดับของสายตายาวที่เป็นไม่ได้มีความรุนแรงมากความสามารถในการเพ่งจะช่วยปรับภาพให้มองเห็นชัดได้ (facultative hyperopia) จนเมื่ออายุมากขึ้นสามารถในการดูใกล้ จะค่อยๆลดลงจนถึงอายุ 60 ปี เนื่องจาก

ความสามารถในการเพ่งจะลดลงตามอายุ เป็นผลมาจากเลนส์แข็งและขุ่นจนไม่สามารถปรับดูใกล้ได้เลย ถ้าไม่ใช้แว่นตาช่วย และจะเปลี่ยนเป็นต้อกระจกในที่สุด

1.5.6 ความยาวของลูกตา (Axial length)

เป็นระยะทางระหว่างจุดหน้าสุดของตา ไปยังจุดหลังสุดของตา (อาจจะเป็นผิวหน้าของจอตาในเด็ก หรือ Bruch's membrane) ในสิ่งมีชีวิตวัดได้จากเครื่องมือที่ใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonography) ในเด็กแรกเกิด ลูกตาจะยาวประมาณ 17 มิลลิเมตร และเพิ่มเป็น 24 มิลลิเมตร เมื่อเป็นผู้ใหญ่ แต่ละ 1 มิลลิเมตรของความยาวลูกตา จะเปลี่ยนแปลงสายตาได้ประมาณ 3.00 ไดออปเตอร์ ตาที่มีความยาวมากกว่า 24 มิลลิเมตร มีแนวโน้มที่จะเป็นสายตาสั้น และตาที่มีความยาวน้อยกว่า 24 มิลลิเมตร มีแนวโน้มที่จะเป็นสายตายาว

ในปัจจุบันสายตาสั้นพบมากขึ้น พบได้ 1,890 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2548 (Resnikoff และคณะ, 2004) และจะเพิ่มเป็น 2,560 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2563 และคาดการณ์ว่าจะมีผู้ป่วยสายตาสั้นถึง 4,949 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2593 (Holden และคณะ, 2015) นักทัศนมาตรจึงต้องให้ความสนใจเรื่องสายตาสั้น และการพยากรณ์โรคแทรกซ้อนโดยดูหรือทำนายจากความยาวของลูกตา เพื่อลดภาวะสายตาพิการ (Jong et al, 2018)

1.5.7 เครื่องวัดความยาวลูกตาและตรวจตาด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง(A&B-Scan)

A-Scan ใช้ตรวจวัดค่าความยาวของลูกตาด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง และคำนวณค่ากำลังเลนส์แก้วตาเทียมสำหรับ ผู้ป่วยที่จะทำการผ่าตัดต้อกระจก

B-Scan ใช้ตรวจตาโดยคลื่นเสียงความถี่สูง เพื่อดูความผิดปกติภายในลูกตาและตาส่วนหลังลูกตาเมื่อมีความขุ่นมาบังอยู่ ทำให้มองเข้าไปไม่ได้ เช่นต้อกระจกที่เป็นมาก (Mature cataract) และตรวจสภาวะหลุดลอกของจอตา หรือเมื่อมีน้ำวุ้นตาขุ่น

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.6.1เพื่อนำไปสู่วิธีการตรวจและแก้ไขกลุ่มผู้ป่วยที่มีปัญหาสายตาผิดปกติ

1.6.2เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจของความเสี่ยงของปัญหาสายตาที่อาจเกิดจากความยาวลูกตาที่เพิ่มขึ้น

1.6.3เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความยาวลูกตากับความรุนแรงของสายตาผิดปกติแต่ละชนิด

1.6.4ส่งเสริมให้นักศึกษาคณะทัศนมาตรศาสตร์ให้ความสนใจสุขภาพตาของกลุ่มผู้ป่วยที่มีปัญหาสายตาผิดปกติ นอกเหนือจากการวัดสายตา

1.6.5เพื่อให้เข้าใจถึงสภาพของความยาวลูกตาที่มีผลต่อสายตาผิดปกติและนำไปสู่การแก้ไขรักษาอย่างเหมาะสมในฐานะนักทัศนมาตร

1.6.6ส่งเสริมให้นักศึกษาพิจารณาความยาวลูกตาประกอบกับการวินิจฉัยสายผิดปกติว่าเกิดจากสาเหตุใดและนำไปสู่การเลือกใช้การรักษาอย่างถูกวิธี

1.6.7เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในวิชา OPM 591 Optometric ClinicI, OPM 592 Optometric Clinic II

1.6.8เป็นการพัฒนาความรู้และการฝึกความชำนาญทางด้านวิชาชีพแก่นักศึกษาทัศนมาตรศาสตร์ของมหาวิทยาลัยรังสิต

1.6.9เพื่อให้นักศึกษาคณะทัศนมาตรศาสตร์เกิดกระบวนการมีส่วนร่วมและจิตสำนึกในเรื่องการทำงานแบบองค์รวม ร่วมกับเพื่อนร่วมวิชาชีพ เช่นจักษุแพทย์ พยาบาลเวชปฏิบัติทางตา

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเจริญเติบโตของตา

การเจริญเติบโตของตา มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วหลังคลอด กระบวนการเจริญเติบโตของตาถูก เรียกว่า emmetropization หรือเรียกว่าการเจริญเข้าสู่สายตาปกติ กล่าวคือเมื่อสิ้นสุดการเจริญเติบโตของลูกตาแล้วสายตาจะต้องเป็นสายตาปกติไม่ต้องได้รับการแก้ไข ด้วยแว่นตา แต่ในความเป็นจริง เมื่อสิ้นสุดการเจริญเติบโตทางตาแล้วมีผู้ป่วยสายตาสั้นและสายตายาว ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากรายงานที่ผ่านมาที่ได้ทำการศึกษาการเจริญเติบของตาในกลุ่มเด็กนักเรียนที่มีสายตาปกติ (Zadnik และคณะ, 2004) ในช่วงอายุ 6-15 ปี มีการติดตามเป็นระยะเวลา 2 ปี พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของตามีขนาดตามยาวเพิ่มขึ้น เลนส์แก้วตาแบนลงและบางลงทำให้เลนส์มีกำลังลดลง ทำให้สรุปได้ว่าการเจริญเติบโตของตาจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งรูปร่างและกำลังหักเหของตาเพื่อให้เข้าสู่ภาวะสายตาปกติ

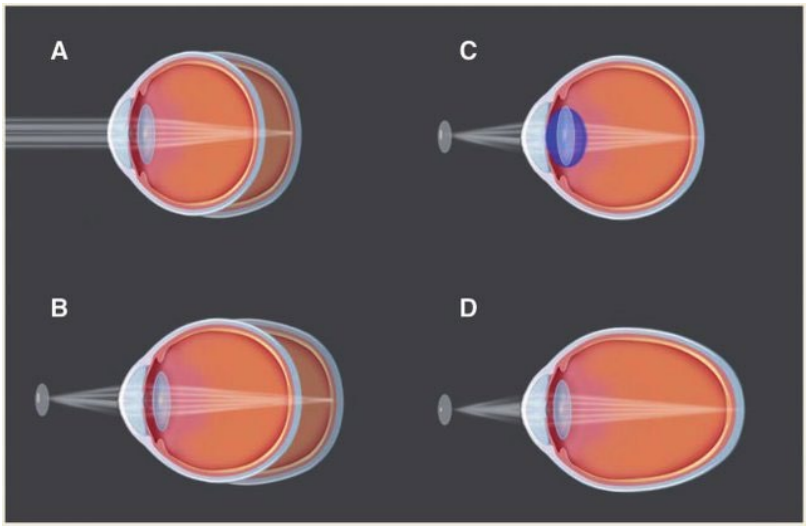
มีรายงานกล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงของความยาวตา เลนส์แก้วตาและกำลังหักเหของกระจกตา ในทารก 3-9 เดือน (Mutti และคณะ, 2005) พบว่า มีการลดลงของระดับสายตายาวตั้งแต่ 3-6 เดือน ซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความยาวตา และมีการอธิบายเพิ่มเติมว่าถ้าการลดลงของสายตาผิดปกติเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การเพิ่มขึ้นของความยาวตาจะช้า เมื่อเทียบกับการลดลงของระดับสายตาผิดปกติที่ลดลงช้ากว่า เมื่อลูกตายาวขึ้น ช่องหน้าม่านตาจะมีความลึกมากขึ้น กระจกตาและเลนส์ตาจะแบนลง กำลังหักเหลดลง ซึ่งการลดลงของทั้งสองส่วนนี้ทำให้เกิด hyperopic defocus เพื่อกระตุ้นให้ตายังคงเกิดการเจริญเติบโตต่อไป ดังนั้นการเจริญเติบโตของตาเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทั้งรูปร่างของตาและระดับของสายตาผิดปกติ ซึ่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงของทั้งรูปร่างและกำลังเหแสงของตาให้เข้าส่ายตาปกติ สามารถแยกเป็นสองกลไกได้ ดังนี้

1.Active mechanism คือ การควบคุมการเจริญของตาเพื่อลดความสายตาผิดปกติโดยอาศัยภาพมัวเป็นตัวกระตุ้นให้ลูกตามีความยาวมากขึ้นจนสายตาผิดปกติหมดไป (hyperopic defocus)

2. Passive mechanism คือ ผลจากการเปลี่ยนแปลงร่วมกันของระบบหักเหแสงจากเลนส์ตาที่มีกำลังเปลี่ยนแปลงไปและกำลังของกระจกตาที่เปลี่ยนแปลงไปต่อสายตาผิดปกติในขณะนั้นเป็นการถูกกระตุ้นต่อเนื่องมาจาก Active mechanism ซึ่งพันธุกรรมเป็นตัวกำหนด

อาจกล่าวได้ว่าการเจริญเติบโตของตาเป็นกลไลส่งสัญญาณย้อนกลับ (feedback mechanism) จากระบบประสาทของตาและการเปลี่ยนแปลงเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของตา หรือเรียกได้ว่าเป็นการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นซึ่งเกิดขึ้นแต่แรกเกิดไปจนเมื่อตา

เจริญเต็มที่ เพื่อให้เกิดกระบวนการเจริญเติบโตของตา จะพบว่าสายตาเมื่ออายุน้อยมักจะเป็นายตายาว เพราะว่าลูกตายังมีขนาดเล็กทำให้เกิดภาวะ hyperopic defocus กระตุ้นให้เกิดการเจริญเติบโตของตาให้มีการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดและรูปร่างของตา ถ้าแรกเกิดมีสายตาเป็นสายตาสั้น การเปลี่ยนแปลงของลูกตาจะช้ากว่า แต่จะพบการเปลี่ยนแปลงของระบบหักเหแสงอย่างกระจกตาและเลนส์ตามากว่า ไม่ว่าเริ่มต้นจะมีลักษณะสายตาแบบใดเมื่อสิ้นสุดแล้วจะต้องกลายเป็นสายตาปกติ แต่ (Blanco และคณะ, 2008) พบว่าคนสายตาสั้นจะมีลักษณะทางกายภาพแตกต่างจากคนสายตาปกติและสายตายาว คือ มีความยาวลูกตามากกว่า กระจกตาแบนกว่า และเลนส์ตาแบนกว่าสายตาแบบอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความยาวลูกตาที่มีความสัมพันธ์กับสายตาสั้นมากที่สุด



รูปที่ 7 Emmetropization, myopia, และ accommodation.

จาก Evolutionary medicine Erping, 2018

(https://academic.oup.com/emph/article/2018/1/151/5046312

ภาพ A ในทารกที่เกิดมาจะมีภาวะสายตายาวและหลังจากนั้นดวงตาของพวกเค้าจะมีการพัฒนาทีละน้อยโดยอาศัยปัจจัยการมองเห็น

ภาพ B เมื่อมองวัตถุใกล้มากขึ้นภาพจะโฟกัสอยู่ด้านหลังขอประสาทตา การยืดตัวตามแนวแกนของลูกตาจะถูกกระตุ้นและเกิดภาวะสายตาสั้น

ภาพ C สำหรับตา emmetropic คือภาวะสายตาปกติ ควรโฟกัสวัตถุที่อยู่ใกล้กว่าภายใต้ความช่วยเหลือของการเพ่งจากเลนส์ตา

ภาพ D สำหรับสายตาสั้นสามารถโฟกัสวัตถุที่อยู่ใกล้ได้มากขึ้นโดยไม่ต้องมีการเพ่ง

2.2 ชีวมาตรทางตาและสายตาผิดปกติ

มีการวิจัย (Hirsch และคณะ, 1947) ได้สรุปถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสายตาผิดปกติไว้ดังนี้

1.กระจกตาเป็นส่วนที่สำคัญในการพิจารณาถึงภาวะของสายตา แต่ความยาวลูกตาของตามีความสำคัญมาก

2.มีความสัมพันธ์ของสามส่วนของตา ได้แก่ กระจกตา ความยาวลูกตา และความลึกของช่องหน้าม่านตา อธิบายได้ว่า ถ้าลูกตายาว กระจกตาแบนลง และช่องหน้าม่านตาลึกขึ้น หรือการเปลี่ยนแปลงของกระจกตาและช่องหน้าม่านตาจะตรงกันข้ามกับความยาวตาเพื่อปรับให้เป็นสายตาปกติ

3.กระจกตาและความลึกช่องหน้าม่านตามีผลต่อการเกิดสายตาปกติ แต่ความยาวตามีความผลต่อการเกิดสายตาปกติมากที่สุด

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถบอกได้ว่าส่วนประกอบชีวมาตรทางตามีผลต่อสายตาผิดปกติ สามารถยืนยันได้จากรายงาน (He และคณะ,2009) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของสายตาผิดปกติในผู้ป่วยอายุมาก พบว่าช่วงอายุ 50-60 ปี มีสายตาผิดปกติชนิดสายตายาวมากกว่าสายตาสั้น ในขณะที่อายุถึง 75 ปีจะเริ่มเปลี่ยนแปลงเข้าสู่สายตาสั้น ซึ่งความยาวลูกตาจะคงที่จะมีขนาดสั้นลงในผู้หญิง และความหนาของเลนส์ตาเพิ่มขึ้นตามอายุและในเพศหญิงจะมีขนาดหนากว่าเพศชาย มีข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของเพศชายจากการศึกษา จะพบว่า ผู้ชายมีความยาวของลูกตามากกว่า มีกระจกตาแบนกว่า มีความลึกของช่องหน้าม่านตามากกว่าและเลนส์ตาแบนกว่าเพศหญิง ในทุกช่วงอายุ ถึงแม้จะมีค่าเหล่านี้แตกต่างกันแต่การกระจายตัวของสายตาผิดปกติกลับเหมือนกันทั้งสองเพศ ดังนั้นสิ่งที่มีความสำคัญที่สุดในการพิจารณาขณะวัดสายตา คือ ความยาวลูกตาและกำลังหักเหของกระจกตา นอกจากนี้การศึกษานี้ยังเน้นย้ำว่าชาวเอเชียในภูมิภาคตะวันออกมีอัตราการเป็นสายตาสั้นมากกว่าชาติในภูมิภาคอื่นและการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าความหนาของเลนส์ที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุที่ทำการศึกษาจะพบกว่า อายุ 60-69 ปีจะมีเลนส์ตาที่หนาขึ้น 0.20 มิลลิเมตร เมื่อเทียบกับกลุ่มที่อายุน้อยกว่า เลนส์ที่หนากว่าอาจเป็ผลทำให้มีสายตาสั้นมากขึ้น และผู้ที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นสายตายาวมากขึ้น (hyperopic shift) เป็นผลจากการลดลงของดัชนีหักเหของเลนส์ตา สิ่งที่น่าสนใจของการศึกษาครั้งนี้คือความสัมพันธ์ระหว่างค่าของความยาวลูกตากับค่าสายตาผิดปกติมีความสัมพันธ์

มากในคนที่มีความยาวลูกตามากกว่า 23 มิลลิเมตรและในคนที่มีความยาวลูกตาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 23 มิลลิเมตรจะมีความเกี่ยวข้องกับ กำลังเลนส์ตาที่เปลี่ยนแปลงไปมากกว่า ในคนที่มีสายตาเป็นปกติและสายตายาว นอกจากนี้ยังมีรายงาน (Hasemi และคณะ, 2016) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสายตาผิดปกติชาวอิหร่านภายในระยะเวลาห้าปีและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ในช่วงอายุ 40-64 ปี พบว่า ในเพศหญิงมี hyperopic shift มากกว่าเพศชาย โดยเพศชายจะเกิด myopic shift และมักจะเกิดพร้อมกับ nuclear cataract ในช่วงอายุนี้มีการเปลี่ยนแปลงของความยาวของลูกตาและกำลังหักเหของกระจกตาเพียงเล็กน้อย แต่ในสายตาสั้นพบว่ามี ความยาวลูกตา เพิ่มขึ้นมากที่สุด และการศึกษาพบอีกว่า การเปลี่ยนแปลงของสายตาผิดปกติ hyperopic shift ไม่ได้เกิดจากการลดลงของการเพ่ง จากงานวิจัยนี้สรุปไว้ว่าการเพิ่มขึ้นของสายตายาว เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างภายในเลนส์ตา นอกจากนี้คนสายตาสั้นความยาวลูกตายังเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่คนสายตายาวจะคงที่ และในเพศหญิงที่พบว่าเป็นสายตายาวเพิ่มมากขึ้นเป็นผลจากขนาดของลูกตาที่เล็กกว่าเพศชายและเลนส์ตามีกำลังหักเหลดลง

ซึ่งแตกต่างจากการศึกษา (Kato และคณะ, 2019) ที่ได้ศึกษาในกลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัย ได้กล่าวถึง hyperopic shift ว่าเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของกระจกตาที่โค้งน้อยลงและแบนลง ทำให้ช่องหน้าม่านตาลึกขึ้นเพื่อชดเชยลูกตาที่ยาวขึ้น เมื่อลูกตายาวขึ้นจะเกิด myopic shift ซึ่งบอกได้ว่าในขณะที่มีการเจริญของตา กระจกตาทำหน้าที่ปรับเปลี่ยนระยะรวมแสงให้เข้าใกล้จอประสาทตามความยาวของตาที่เพิ่มขึ้น จนกระจกตาไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้แล้วจะเกิดเป็นสายตาสั้น

นอกจากการศึกษาที่มุ่งเน้นไปที่สายตาผิดปกติและส่วนประกอบของตา มีผู้ศึกษา (Shimizu และคณะ,2003 ภาวะของสายตาและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดสายตาสั้นในผู้ใหญ่ชาวญี่ปุ่น พบว่าความชุกของสายตาสั้นพบมากในกลุ่มคนอายุน้อยมากกว่าคนอายุมาก การใช้สายตาระยะใกล้มากขึ้นมักจะเกี่ยวข้องกับระดับการศึกษา ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมอาจเป็นสาเหตุที่พบสายตาสั้นในคนอายุน้อยมากว่าคนอายุมาก นอกจากนี้ยังมีรายงานที่ศึกษาถึงปัจจัยของที่อยู่อาศัยของกลุ่มประชากรที่มีผลต่อส่วนประกอบของตาและสายตาผิดปกติ (Rozema และคณะ, 2019) ได้ศึกษา ความแตกต่างของตาเด็กที่อาศัยอยู่ในชุมชนเมืองและนอกชุมชนเมือง พบว่าสายตาระดับเดียวกัน เด็กที่อาศัยอยู่ในเมืองมีแนวโน้มของความยาวลูกตามากกว่าและกระจกตาแบนกว่า ซึ่งปัจจัยทางสภาพแวดล้อมอาจมีผลต่อความแตกต่างของส่วนประกอบตาทั้งสองกลุ่ม ซึ่งมีความคล้ายกับรายงานของ (Wickermasinghe และคณะ, 2004) ที่ได้ศึกษาในผู้ใหญ่ชาวมองโกเลียเมื่อเทียบกับการศึกษาก่อหน้านี้พบว่าความยาวตาในระดับสายตาที่ใกล้เคียงกัน ชาวมองโกเลียมีความยาวตาน้อยกว่า ทำให้สรุปได้ว่าสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเจริญของตาและสายตาผิดปกติ

2.3 การเพ่ง กิจกรรมกลางแจ้ง และความยาวตา

การศึกษาของ (Woodman และคณะ, 2011) ที่ได้ทำการศึกษา การเปลี่ยนแปลงของความยาวลูกตาในขณะที่เกิดการเพ่งโดยทำในกลุ่มตัวอย่าง สี่สิบคน แบ่งเป็นสายตาสั้น 20 คน สายตาปกติ 20 คน โดยสายตาสั้นแบ่งเป็น early onset และ late onset แบ่งเป็นกลุ่มย่อยของสายตาสั้น ได้แก่ สายตาสั้นคงที่ และสายตาสั้นไม่คงที่ การศึกษาทำการวัดความยาวลูกตาก่อนและหลังจาก 10 นาที ต่อเนื่องไปจนถึง 30 นาที หลังจากใช้สายตาระยะใกล้ในระดับการกระตุ้นการเพิ่งที่ 5 D ผลการทดลองพบว่าควายาวของลูกตาหลังจากใช้สายตาระยะใกล้เป็นระยะเวลานาน พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของความยาวลูกตา โดยเฉพาะของกลุ่มสายตาสั้น early onset และ สายตาสั้นที่ไม่คงที่ มีค่าความยาวลูกตามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ ความยาวลูกตาของกลุ่มสายตาปกติ สิ่งที่น่าสนใจคือ ในกลุ่มของสายตาสั้นกลุ่มย่อย สายตาสั้นไม่คงที่ แสดงให้เห็นถึงความยาวลูกตาที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดหลังจากใช้สายตาระยะใกล้ เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น อาจสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางทางกลไกชีวภาพของสายตาสั้น ในกลุ่ม มีความไวต่อการเพิ่มขึ้นของความยาวลูกตามากกว่า หรือการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิทธิพลมาจากการเพิ่งที่เกิดขึ้น

จากที่กล่าวมาการศึกษาของ (Read และคณะ,2010) ได้ทำการศึกษาในทำนองเดียวกัน ที่สรุปไว้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงของความยาวลูกตาอย่างมีนัยสำคัญแต่ไม่พบความแตกต่างของความยาวลูกตาที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างกลุ่มตัวอย่างสายตาปกติกับสายตาสั้น และ choroid ที่บางลงอาจเป็นผลทำให้ความยาวลูกตาเพิ่มขึ้นแต่ไม่อาจนำมาพิจารณาว่าทำให้ความยาวลูกตาเพิ่มขึ้นขณะมีการเพ่งได้เสมอไป

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์เกี่ยวกับกิจกรรมกลางแจ้ง กับการเจริญของลูกตาในเด็กของ (Read และคณะ, 2015) ได้ทำการศึกษาเด็กจำนวน 101 คนที่เป็นสายตานั้น 41 คน และสายตาปกติ 60 คน พบว่าในระยะเวลา 18 เดือนที่ได้ทำการศึกษา เด็กที่ได้รับแสงแดดมากกว่าจะมีความสัมพันธ์ ต่อการเพิ่มขึ้นของความยาวลูกตาน้อยกว่า ซึ่งสนับสนุนถึงกิจกรรมกลางแจ้งมีความสัมพันธ์กับสายตาสั้นในเด็ก ซึ่งในการศึกษายังได้กล่าวถึงปริมาณของแสงที่ มีนัยสำคัญต่อการลดการเพิ่มขึ้นของความยาวลูกตาในเด็ก ที่จะได้ได้ในเด็กที่อยู่ในที่มีแสงสว่างเป็นปริมาณมากกว่า 3000 Lux ขึ้นไป ซึ่งช่วยสนับสนุนให้เห็นว่าปริมาณของแสงในสภาพแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ ระหว่างกิจกรรมกลางแจ้งกับสายตาสั้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Fulk และคณะ, 2002) ได้รายงานไว้ว่าช่วงระยะเวลาที่เด็กหยุดเรียนในฤดูร้อนพบว่ามีอัตราการเพิ่มขึ้นของสายตาสั้นลดลง และพบความสัมพันธ์ของการเพิ่มขึ้นของช่องน้ำวุ้นตากับความแตกต่างของฤดูกาลมากกว่าการเพิ่มขึ้นของความยาวลูกตามากกว่า ซึ่งจากที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ควรจะเป็นความยาวลูกตาที่มีความสัมพันธ์มากกว่าเนื่องจากจากการศึกษาของ (Blanco และคณะ, 2008) พบว่าความยาวลูกตามีความสัมพันธ์ต่อระดับความผิดปกติของสายตามากที่สุด

สรุป

ความยาวของลูกตาถูกกำหนดขึ้นโดยมีปัจจัยทั้งทางด้านกายภาพของดวงตาตั้งแต่แรกเกิด รวมถึงปัจจัยด้านอื่นที่เป็นภาพแวดล้อมทางเศรษกิจและสังคม ไม่ว่าจะเป็นการใช้สายตาระยะใกล้ กิจกรรมที่ทำที่ทำให้พบกับแสงสว่างที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดประสบการณ์การมองเห็นที่แตกต่าง โดยอ้างอิงจากระยะรวมแสงที่เกิดขึ้นภายในตา ที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของตาทั้งการเจริญเติบโตตามยาวหรือการเพิ่มขึ้นของความยาวลูกตาและการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบอื่น ได้แก่ กระจกตา เลนส์ตา และความลึกช่องหน้าม่านตา เป็นผลต่อเนื่องให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสายตา ได้ทั้ง สายตาปกติ สายตายาว และสายตาสั้น โดยความความยาวลูกตามีความสัมพันธ์กับสายตาสั้นมากที่สุด

ปัจจัยที่มีผลต่อความยาวของลูกตาโดยสรุป

1.ภาวะหักเหแสงของตาในช่วงตากำลังเจริญเติบโตมีผลต่อปริมาณการเพิ่มขึ้นของความยาวตา (Mutti และคณะ, 2005)

2.สภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย ใช้สายตาพบว่าเด็กที่อาศัยอยู่ในชุมชนเมืองมีแนวโน้มที่มีความยาวของลูกตามากกว่าเด็กที่อาศัยอยู่ในชนบท (Rozema และคณะ,2019) ถึงแม้ว่าจะมีสายตาผิดปกติระดับเดียวกันเช่นเดียวกับผู้ใหญ่ที่อาศัยอยู่ในชนบท (Wickremasinghe และคณะ,2004)

3.การใช้สายตาระยะใกล้ (Read และคณะ,2010) พบว่าการใช้สายตาระยะใกล้มีการเปลี่ยนแปลงของความยาวลูกตามากขึ้นเนื่องจากการเพ่ง แต่เป็นเพียงการเปลี่ยนแปลงระยะสั้น และพบว่าในกลุ่มสายตาสั้นมีการเปลี่นแปลงมากกว่าเมื่อเทียบกับสายตากลุ่มอื่น (Woodman และคณะ ,2012)

4.กิจกรรมกลางแจ้งและแสงแดดช่วยลดการเจริญเติบโตของตา (Read และคณะ,2015) แต่มีรายงานที่มีผลตรงกันข้ามว่าการมี Physical activity ในช่วงเด็กอายุ 7 ปีไม่มีผลต่อความยาวลูกตาหรือ Spherical equivalent (Lundberg และคณะ,2018)

5.มีรายงานว่าเด็กทารกที่นอนน้อย ลูกตาอาจมีความยาวมาก แต่จากรายงาน (Sensaki และคณะ, 2018) พบว่าเด็กทารกที่นอนคืนละอย่างน้อย 12.5 ชั่วโมง จะมีแนวโน้มที่มีลูกตายาว

เอกสารอ้างอิง

1.Atchison DA, Smith G. (2004) Possible errors in determining axial length changes during accommodation with the IOLMaster. Optom Vis Sci;81: 283-6.

2.Blanco FG, Sanz Fernandez JC, Munoz Sanz MA. (2008) Axial length, corneal radius, and age of myopia onset. Optom Vis Sci. 2008 Feb;85(2):89-96.

3.Fulk GW, Cyert LA, Parker DA.(2002) Seasonal variation in myopia progression and ocular elongation. Optom Vis Sci;79: 46-51

4.Gottlieb MD, Fugate-Wentzek LA, Wallman J. (1987) Different visual deprivations produce different ametropias and different eye shapes. Invest Ophthalmol Vis Sci;28: 1225–1235

5.Gwiazda J, Thorn F, Held R. (2005) Accommodation, accommodative convergence, and response AC/A ratios before and at the onset of myopia in children. Optom Vis Sci;82: 273–278

6.Hashemi H, Khabazkhoob M, Iribarren R, Emamian MH, Fotouhi A. (2016) Five-year change in refraction and its ocular components in the 40- to 64-year-old population of the Shahroud eye cohort study. Clin Exp Ophthalmol. 2016;44: 669–677.

7.He M, Huang W, Li Y, Zheng Y, Yin Q Foster PJ. Refractive error and biometry in older Chinese adults: the Liwan eye study. Investigative ophthalmology & visual science. 2009;50: 5130–5136.

8. Hirsch MJ, Weymouth FW ,1947 Notes on ametropia; a further analysis of Stenstrom's data. Am J Optom Arch Am Acad Optom. 1947; Dec;24(12):601-8

9.Kato K, Kondo M, Takeuchi M, Hirano K. Refractive error and biometrics of anterior segment of eyes of healthy young university students in Japan. Sci Rep. 2019;9:15337Sci Rep. 2019;Oct 25, 9: 15337.

10. Mallen EA, Kashyap P. (2007) Technical note: measurement of retinal contour and supine axial length using the Zeiss IOLMaster. Ophthalmic Physiol Opt; 27: 404-11.

Mutti DO, Mitchell GL, Jones LA, et al. (2005) Axial growth and changes in lenticular and corneal power during emmetropization in infants. Invest Ophthalmol Vis Sci; 46:3074–3080.

12. Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. (2012) Worldwide prevalence and risk factors for myopia. Ophthalmic Physiol Opt; 32:3-16.

13. Read SA, Collins MJ, Woodman EC,Cheong SH. (2010) Axial length changes during accommodation in myopes and emmetropes. Optom Vis Sci; 87:656-62

14. Read SA, Collins MJ, Vincent SJ. Light Exposure and Eye Growth in Childhood. Investigative Ophthalmology & Visual Science October 2015, Vol.56, 6779-6787

15. Rose KA, Morgan IG, Ip J, Kifley A, Huynh S, Smith W, Mitchell P (2008) Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children.Ophthalmology ;115:1279-85

16. Saw SM, Hong RZ, Zhang MZ, Fu ZF, Ye M, Tan D, Chew SJ. (2001) Near-work activity and myopia in rural and urban schoolchildren in China. J Pediatric Ophthalmol Strabismus; 38:149-55.

17. Shimizu N, Nomura H, Ando F, Niino N, Miyake Y, i Shimokata H. (2003) Refractive errors and factors associated with myopia in an adult Japanese population. Jpn Ophthalmol.;47:6–12.

18.Sun J, Zhou J, Zhao P, Lian J, Zhu H, Zhou Y, et al. High prevalence of myopia and high myopia in 5060 Chinese university students in Shanghai. Investigative ophthalmology & visual science.2012;53:7504–7509.

19.Suzuki H, Uozato H, Minei R, Shimizu K. (2003) Changes in optical axial length of the eye with accommodation. Jap Orthoptic J;32: 145-9

20.Takeda T, Neveu C, Stark L. (1992) Accommodation on downward gaze. Optom Vis Sci;69: 556-61

21. Tideman JW, Snabel MC, Tedja MS , van Rijn GA, Wong KT, Kuijpers RW, et al. Association of Axial Length With Risk of Uncorrectable Visual Impairment for Europeans With Myopia. JAMA ophthalmology. 2016;134: 1355–1363.

22. Troilo D, Wallman J. (1991) The regulation of eye growth and refractive state: an experimental study of emmetropization. Vision Res;31: 1237–1250

23. Woodman EC, Read SA, Collins MJ, Hegarty KJ, Priddle SB, SmithJM, Perro JV.

(2011) Axial elongation following prolonged near work in myopes and emmetropes. Br J Ophthalmol;95: 652-6.

24. Woodman EC, Read SA, Collins MJ. (2012) Axial length and choroidal thickness changes accompanying prolonged accommodation in myopes and emmetropes. Vision Res;72: 34-41.

25. Zadnik K, Mutti DO, Mitchell GL,Jones LA, Burr D, Moeschberger ML (2004) Normal eye growth in emmetropic schoolchildren. Optom Vis Sci;81: 819–828.

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษาคือประชากรที่รับการตรวจตาที่คลินิกตาคณะทัศนมาตรศาสตร์ตั้งแต่ปี พ.ศ.2558-2562 ทั้งหมดมีข้อมูลของสายตา โรคตา และการรักษาทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ป่วยอายุ 40-80 ปี มีสายตาผิดปกติ ไม่รวมสายตาผิดปกติที่เกิดจากโรคตาและสายตายาวคนแก่ ที่มาตรวจตาตั้งแต่ ปี พ.ศ.2558-2562 และรักษาต่อเนื่องที่คลินิกตา มหาวิทยาลัยรังสิต

3.2 เครื่องมือที่ใช้

การตรวจ

1.การวัดการมองเห็นด้วย Snellen chart

2.วัดสายตาโดย auto refraction

3.วัดควมยาวตา(Axial length) ด้วยเครื่อง A scan biometry ultrasonography (Alcon Acuscan RXP) และ IOL Master (Zeiss Master XP)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เป็นการศึกษาพรรณนาแบบย้อนหลังโดย รวบรวมข้อมูลจากประวัติผู้ป่วย อายุ 40-80 ที่อยู่ในช่วงปี พ.ศ.2558-2562 ข้อมูลจะประกอบไปด้วย เพศ อายุ ความผิดปกติของสายตา(spherical equivalent) ในแต่ละข้าง และความยาวของลูกตาตาในแต่ละข้าง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.นำผลที่ได้มาศึกษาเปรียบเทียบระหว่างสายตาผิดปกติ ควมยาวลูกตา เพศ อายุ

2.ดูความสัมพันธ์หว่างควมยาวลูกตากับสายตาผิดปกติ โดยสายตาผิดปกติแบ่งเป็นชนิดและความรุนแรง

3.ดูความสัมพันธ์ระหว่างเพศ อายุ กับสายตาผิดปกติ และความยาวลูกตา

4.วิเคราะห์ โดยหาค่าเฉลี่ยของ ความยาวลูกตา(mean) 95% confidence intervals รวมทั้งใช้สถิติ Unpaired t test และ Logistic regression เพื่อหาความสัมพันธ์ของ Axial length กับเพศ ช่วงอายุ ตาซ้ายและตาขวา รวมทั้งความผิดปกติของสายตา

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการศึกษาผู้ป่วยที่มาตรวจตาครบทุกขั้นตอนในปี พ.ศ.2558 - 2562 และตรวจติดตามผลครบถ้วนที่คลินิกตา มหาวิทยาลัยรังสิต จำนวน 5,039 คนที่มีอายุ 1 - 91 ปี เลือกผู้ป่วยที่มีอายุ 40-80 ปี (ตารางที่ 1) พบว่ามีจำนวน 3,468 คน เป็นเพศชาย 1,544 คน (อายุเฉลี่ย 59.97±10.674 ปี) เพศหญิง 1,924 คน (อายุเฉลี่ย 60.19± 10.634 ปี) อายุเฉลี่ยรวมทั้งชายและหญิง 60.09±10.651 ปี ได้รับการวัดความยาวของลูกตาในเพศชาย 305 คน เพศหญิง 287 คน รวม 592 คน (17%) พบว่าค่าความยาวของลูกตาเป็น 24.13 ±0.42 มิลลิเมตร (95% confidence interval: 23.71-24.55) ความยาวของลูกตาในเพศชายและหญิงไม่แตกต่างกัน (p = 0.2246) ในแต่ละช่วงอายุไม่แตกต่างกัน (p = 0.771) (ตารางที่1) และตาขวาและตาซ้ายมีความยาวของลูกตาไม่แตกต่างกัน (p = 0. 6390) (ตารางที่2, รูปภาพที่ 1)

ในกลุ่มผู้ป่วยที่ศึกษามีอายุ 40-80 ปี มีสายตาผิดปกติ 2, 894 คน แยกเป็น สายตาสั้น (ไม่รวมผู้ป่วยที่มีสายตาสั้นจากต้อกระจก เบาหวานที่ควบคุมไม่ดี) 1,154 คน สายตายาว (ตัดผู้ป่วยที่มีเลนส์เลื่อนหรือเลนส์หลุด หรือมีน้ำรั่วในจอประสาทตา) 1,381 คน สายตาเอียง 359 คน สายตาปกติ 302 คน (ตัดผู้ป่วยสายตาปกติที่หลังจากผ่าตัดต้อกระจกและใส่เลนส์เทียม รวมทั้งผู้ป่วยหลังจากทำผ่าตัดแก้ไขสายตาผิดปกติด้วยแสงเลเซอร์) ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีสายตาสั้น แยกเป็นสายตาสั้นน้อย (-0.50 ถึง -3 ไดออปเตอร์) 672 คน สายตาสั้นปานกลาง (-3.25 ถึง -5.00 ไดออปเตอร์) 259 คน สายตาสั้นมาก (น้อยกว่า -5.00 ไดออปเตอร์) 223 คน สายตายาว แยกเป็นสายตายาวน้อย +0.50 ถึง +2 ไดออปเตอร์ 1,015 คนสายตายาวปานกลาง (+2.25 ถึง +5.00 ไดออปเตอร์) 324 คนสายตายาวมาก (มากกว่า +5.00 ไดออปเตอร์) 42 คน (ตารางที่ 3)

เมื่อนำค่าสายตาผิดปกติมาเปรียบเทียบกับความยาวลูกตาในตาขวาและตาซ้าย (ตารางที่ 4) พบว่าสายตาผิดปกติ ทั้งสายตาสั้นและยาว ทั้งตาขวา และตาซ้ายมีความสัมพันธ์กับความยาวลูกตา (p=0.039, p=0.036) เมื่อใช้ Multiple linear regression model วัดความยาวของลูกตา โดยจำแนกความยาวของลูกตาออกเป็นช่วงละ 3 มิลลิเมตร เริ่มตั้งแต่ 17.1 มิลลิเมตร จนถึงมากกว่า 29 มิลลิเมตร วัดในตาด้านขวา เทียบ กับความผิดปกติ ของสายตา (โดยดูจาก Spherical equivalent) พบว่ามีความสัมพันธ์ตรงข้ามกัน โดยสายตาผิดปกติ ชนิดสายตาสั้น (มี Spherical equivalent น้อยหรือเป็นลบ พบมากในกลุ่มผู้มีความยาวลูกตามากกว่าค่าเฉลี่ย และสายตายาว (มี Sperical equtvalent มาก หรือเป็นบวก) พบในกลุ่มผู้มีความยาวลูกตาสั้นกว่าค่าเฉลี่ย (ตารางที่ 5) และ

พบว่าสายตาสั้นมีแนวโน้มที่จะมีความยาวของลูกตามากกว่าสายตายาว และเมื่อยืนยันด้วยการตรวจทางสถิติ (Regression analysis) พบว่าสายตาผิดปกติมีความสัมพันธ์กับความยาวลูกตา แต่เป็นความสัมพันธ์ชนิดตรงกันข้าม (Pearson correlation R=- 0.664) (ตารางที่ 6)

รูปที่ 8 แสดงความยาวลูกตาที่เท่ากันในตาทั้งสองข้าง **รูปที่ 9** แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างความยาวลูกตาข้างขวาและสายตาผิดปกติข้างขวา และ**รูปที่ 10** เปรียบเทียบความยาวลูกตาระหว่างสายตาสั้นและสายตายาว

ตารางที่ 1 : เปรียบเทียบความยาวลูกตา ในผู้ป่วย 592 คน แบ่งเป็นเพศและช่วงอายุ

Age groups (years)	**Male**				**Female**				**Summary**		
	No. Patients	Max AL	Min AL	Mean AL	No. Patients	AL	Min AL	Mean AL	Total Patients	Total Mean	One-way ANOVA α = 0.05
40-50	30	31.02	19.93	24.84	11	27.02	20.84	23.71	41	24.28 ±0.80	p-value = 0.7710 Non significance
51-60	56	30.33	21.27	24.56	34	29.55	20.67	24.33	90	24.45 ±0.16	
61-70	125	29.12	21.61	24.22	137	29.87	21.00	23.67	262	23.95 ±0.39	
71-80	94	27.45	20.00	23.96	105	27.01	21.26	24.39	199	24.18 ±0.30	
Total	305			**24.40 ±0.39**	287			**24.03 ±0.39**	592	**24.13 ±0.42**	
Unpaired t-test α = 0.05	p-value = 0.2246 Non significance										

ตารางที่ 2 : เปรียบเทียบความยาวลูกตาระหว่างตาขวาและตาซ้ายในผู้ป่วย 592 คน

Age groups (years)	Right eyes				Left eyes			
	No. Patien	Max AL	Min AL	Mean AL	Patien ts	Max AL	Min AL	Mean AL
40-50	33	31.02	19.93	24.64 ±0.40	33	30.18	19.92	24.61 ±0.39
51-60	78	30.33	20.67	24.59 ±0.21	76	29.57	20.58	24.50 ±0.20
61-70	247	29.87	21.00	23.96 ±0.09	239	31.40	21.38	24.03 ±0.10
71-80	193	27.47	20.00	23.72 ±0.08	183	28.14	19.50	23.65 ±0.08
Total	551			**24.01 ±0.35**	531			**24.00 ±0.35**
Unpaired t-test α = 0.05	p-value = 0.6390 Non significance							

ตารางที่ 3 : สรุปสายตาผิดปกติในแต่ละช่วงกลุ่มอายุ

Age groups (years)	Participants			Myopia (Diopters)			Hyperopia (Diopters)			Astigmatism 1.00	*No RE	Total
	M	F	Total	-0.50 to -3.00	-3.25 to- 5.00	< -5.00	+0.50 to+2.00	+2.25 to +5.00	> +5.00			
40-50	360	419	779	191	62	72	173	22	10	69	121	720
51 -60	395	527	922	166	64	74	307	66	15	82	69	843
61 -70	508	603	1,111	183	90	62	349	148	12	110	69	1023
71 – 80	281	375	656	132	43	15	186	88	5	98	43	610
Total	1,544	1,924	3,468	672	259	223	1,015	324	42	359	302	3,196

*ตัดผู้ป่วยค่าสายตาผิดปกติ -0.25 ถึง +0.25 (ตัดผู้ป่วยสายตาปกติที่หลังจากผ่าตัดต้อกระจกและใส่เลนส์เทียม รวมทั้งผู้ป่วยหลังจากทำผ่าตัดแก้ไขสายตาผิดปกติด้วยแสงเลเซอร์)

ตารางที่ 4 : เปรียบเทียบความยาวลูกตาระหว่างสายตาสั้นและสายตายาวทั้งในตาขวาและตาซ้าย

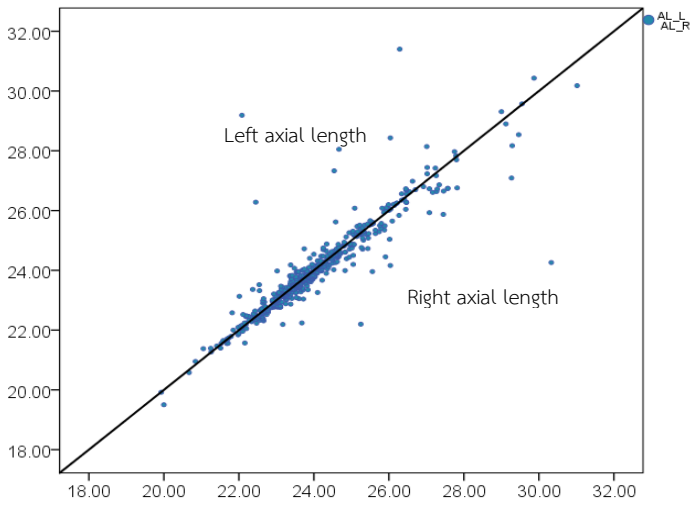
Refractive Error		Myopia (Diopters)				Hyperopia (Diopters)				
		-0.50 to -3.00	-3.25 to- 5.00	< -5.00	**Total Mean AL**	+0.50 to+2.00	+2.25 to +5.00	> +5.00	**Total Mean AL**	Unpaired t-test $\alpha = 0.05$
Right eyes	No.	101	48	45	**194**	132	87	6	**225**	p-value < 0.001 Significance*
	Mean AL	24.09 ± 0.12	25.15 ± 0.21	26.19 ± 0.29	**24.84 ± 0.88**	23.59 ± 0.07	23.05 ± 0.10	22.25 ± 0.46	**23.35 ± 0.34**	
Left eyes	No.	97	47	45	**189**	128	83	6	**217**	p-value < 0.001 Significance*
	Mean AL	24.20 ± 0.13	25.04 ± 0.19	26.10 ± 0.31	**24.86 ± 0.80**	23.55 ± 0.07	23.03 ± 0.11	21.88 ± 0.33	**23.30 ± 0.36**	

ตารางที่ 5 : แสดงการกระจายตัวของค่าความยาวลูกตาในแต่ละค่าสายตา

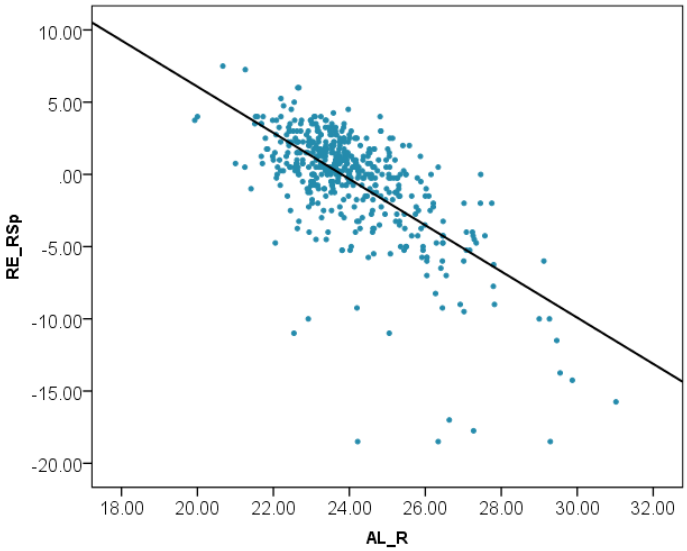
Axial Length (mm.)	Mean Axial length (mm.)		Refractive Error							No RE	Total
	Male	Female	-0.50 to -3.00	-3.25 to -5.00	-5.25 and less	0.50 t0 2.00	2.25 to 5.00	More than 5.00	Astigmatism		
17.1-21.0	5	5	1	1	1	2	2	1	0	0	10
21.1-23.0	28	88	19	4	3	27	34	4	8	5	116
23.1-25.0	175	140	59	19	8	95	49	2	38	18	315
25.1-27.0	55	32	21	17	21	10	2	0	4	8	87
27.1-29.0	10	9	2	8	6	0	0	0	1	0	19
> 29.0	6	3	0	0	7	0	0	0	1	0	9
Mean Al	**24.40 ±0.39**	**24.03 ±0.39**	**24.20 ± 0.13**	**25.04 ± 0.19**	**26.10 ± 0.31**	**23.55 ± 0.07**	**23.03 ± 0.11**	**21.88 ± 0.33**	**24.28 ± 0.14**	**25.21 ± 0.10**	**24.13 ± 0.42**
Longer AL	110	78	63	44	42	60	31	2	29	25	188
Shorter AL	165	197	41	6	5	76	57	5	23	7	362

ตารางที่ 6 : แสดง Chi-square ของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลูกตาและค่าสายตา

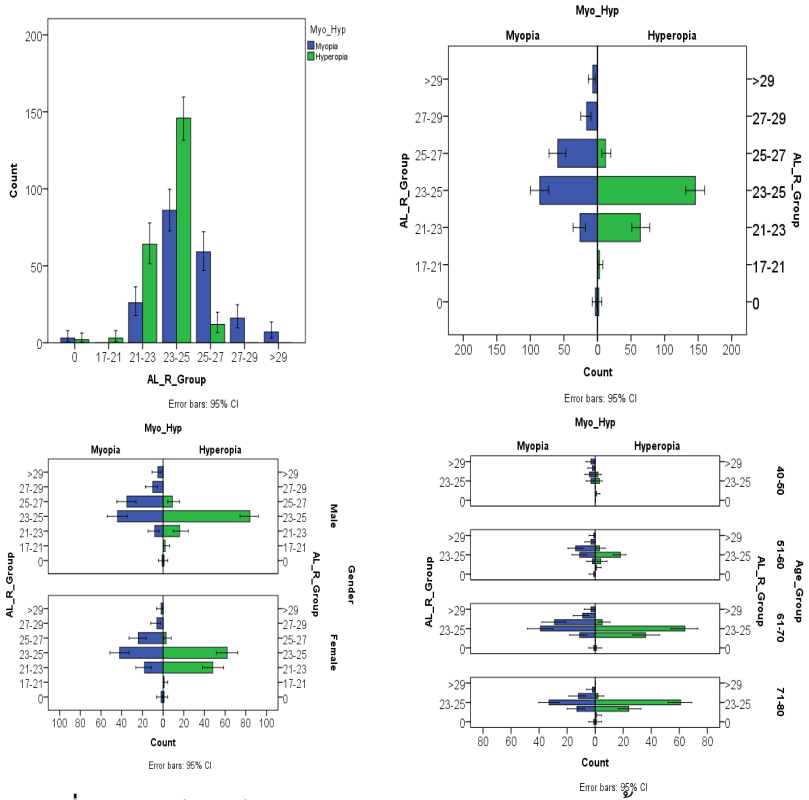
24.06	Myopia				Hyperopia				Marginal row total	Chi-square	Chi-square with Yates correction
	-0.50 to -3.00	-3.25 to -5.00	<-5.25	n (%)	0.50 to 2.00	2.25 to 5.00	>5.00	n (%)			
Longer AL	63	44	42	149	60	31	2	93	242	50.043, p-value < 0.0001 Significance*	48.6778, p-value < 0.0001 Significance*
Shorter AL	41	6	5	52	76	57	5	138	190		
Marginal column total	201				231				432		



รูปที่ 8 : แสดงความยาวลูกตาที่เท่ากันในตาทั้งสองข้าง



รูปที่ 9 : แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างความยาวลูกตาข้างขวาและสายตาผิดปกติข้างขวา



รูปที่ 10 : เปรียบเทียบความยาวลูกตาระหว่างสายตาสั้นและสายตายาว

บทที่ 5
อภิปราย ข้อเสนอแนะ สรุป

5.1 อภิปราย

รายงานการศึกษาจากประเทศญี่ปุ่น (Yamashita และคณะ, 2012) พบว่าเพศชายมีสายตาสั้นมากกว่าเพศหญิง และมีความยาวของลูกตามากกว่าในกลุ่มมีอายุมาก เนื่องจากช่องน้ำวุ้นมีความลึกมากขึ้น ต่างจากการศึกษาของมหาวิทยาลัยรังสิตที่ไม่พบความแตกต่างของความยาวลูกตาระหว่างเพศ และช่วงอายุ การศึกษาครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุ คือมีอายุเฉลี่ย 60.19 ±10.634 ปี ดังนั้น spherical equivalent มีแนวโน้มจะเป็นสายตายาวมากกว่าสายตาสั้น ซึ่งไม่แตกต่างจากการศึกษาในประเทศจีน (He และคณะ, 2009) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย66.23 ± 8.73 ปี ทำให้ค่าทางสถิติให้ผลที่อาจไม่เที่ยงตรงกับบทความอื่นที่ประชากรมีอายุน้อยกว่า

มีรายงานจำนวนมากพบว่าสายตาพิการมีความเกี่ยวข้องกับความยาวลูกตา และ Spherical equivalent (Tideman และคณะ, 2016) ดังนั้นนักทัศนมาตรควรประเมินความยาวของลูกตาในผู้ป่วยที่วัดสายตาได้ เพื่อนำมาพิจารณาว่าอาจเกิดภาวะแทรกซ้อนทางตาชนิดใดได้บ้าง โดยเฉพาะผู้ป่วยสายตาสั้นที่พบมากขึ้นในทวีปเอเชีย (Shimizu และคณะ,2003 Sun และคณะ,2012)

5.2 ข้อเสนอแนะ

ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไป มีข้อควรพิจารณา ดังต่อไปนี้

1.ในการวัดความยาวลูกตา กลุ่มตัวอย่างไม่ควรเพ่ง และถ้าหยอดยาคลายการเพ่ง (cycloplegia) ได้จะดีมาก เพราะการเพ่งอาจพบสายตาผิดปกติได้มากถึง 3-6 ไดออปเตอร์ ทำให้ค่าความยาวลูกตาเพิ่มขึ้นได้ถึง 11.9±12.3 ไมครอน - 24.1±22.7 ไมครอน (Suzuki และคณะ,2003; Atchison และคณะ,2004; Read และคณะ,2010; Woodman และคณะ,2012).

2. เนื่องจากในช่วงเวลาแต่ละวัน ค่าความยาวของลูกตาจะไม่เท่ากัน (Ulaganathan และคณะ,2019) ในการศึกษาจึงควรกำหนดเวลาที่จะวัดความยาวของลูกตา ในเวลาใกล้เคียงกัน

3. ในการหากลุ่มตัวอย่างในการศึกษา ควรพิจารณาถึงปัจจัยเรื่องภูมิลำเนาร่วมด้วย เพราะพบว่าเด็กในเมืองจะมีความยาวลูกตามากกว่าเด็กในชนบท (Rozema และคณะ,2019 และคาดว่าจะมีผลไปถึงวัยผู้ใหญ่ด้วย

4. เป็นที่ยอมรับกันว่า ในประชากรสายตาปกติ และสายตาสั้น ลูกตาจะยาวออกเมื่อมีการใช้สายตาดูใกล้มาก ดังนั้นในการเลือกกกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย จึงควรเลือกมาจากหลายสาขาอาชีพ ที่ทำงานในระยะใกล้และไกลไม่แตกต่างกัน (Woodman และคณะ,2003)

5. ในการวัดความยาวของลูกตา ควรมีกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุหลากหลาย เพื่อให้มีการกระจายของสถิติที่ต้องการวัด ได้ curve เป็นรูปทรงที่สมดุลย์ (Bell curve with symmetry หรือ normal distribution)

6. ในบทความนี้นอกจากวัดความยาวลูกตาแล้ว ควรวัดตัวแปรอื่นๆของตาด้วย ได้แก่ ความโค้ง ความหนา และกำลังของกระจกตา ความลึกของช่องตาส่วนหน้า ความหนาของเลนส์ (Hashemi และคณะ ,2020) เพราะตัวแปรเล่านี้ล้วนมีผลต่อความยาวของลูกตาทั้งสิ้น

7. ปัจจัยสำคัญที่การศึกษาในประเทศไทยครั้งนี้จะมีความสำคัญมาก คือผลของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อสายตาสั้น เพราะยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อนในประเทศไทย จากผู้ป่วยที่มีสายตาสั้นในการวิจัยครั้งนี้ควรเพิ่มคำถามเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของผู้ป่วยด้วย

จากข้อจำกัดที่กล่าวมาทั้งหมดในการศึกษาครั้งนี้ ทำให้ผลของการศึกษาแสดงได้ในรูปแบบของงานวิจัย แต่ไม่สามารถขยายผลไปยังประชากรจริงได้

5.3 สรุป

การศึกษาแบบภาคตัดขวางย้อนหลังในคลินิกตา ของมหาวิทยาลัยรังสิต เรื่องขนาดความยาวของลูกตา พบว่าขนาดความยาวของลูกตาไม่มีความสัมพันธ์กับเพศ อายุ และตาทั้งสองข้าง กับ แต่มีความสัมพันธ์กับสายตาผิดปกติ โดยเป็นความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม คือสายตาสั้น (spherical equivalent น้อย หรือเป็นลบ) จะมีความยาวลูกตามากกว่าสายตายาว (spherical equivalent มาก หรือเป็นบวก และมีความยาวลูกตาน้อยกว่า จึงสรุปได้ว่าความยาวลูกตาและสายตาผิดปกติมีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้ามและเป็นความสัมพันธ์ที่เข้มแข็ง ดังนั้นการประเมินภาวะสายตาผิดปกติของนักทัศนมาตร ควรพิจารณาถึงความยาวลูกตาร่วมด้วยเพื่อช่วยให้การรักษา และการประเมินผลแทรกซ้อน ให้ได้ผลการรักษาดี และมีความเหมาะสมกับผู้ป่วยมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Atchison DA, Smith G. (2004) Possible errors in determining axial length changes during accommodation with the IOL Master. Optom Vis Sci;81: 283-6.

2. Blanco FG, Sanz Fernandez JC, Munoz Sanz MA. (2008) Axial length, corneal radius, and age of myopia onset. Optom Vis Sci. 2008 Feb;85(2):89-96.

3. Cao K, Wan Y, Yusufu M, Wang N. (2019) Significance of Outdoor Time for Myopia Prevention: A Systematic Review and Meta-Analysis Based on Randomized Controlled Trials. Ophthalmic Res. 2019 Aug 20:1-9.

4. Fulk GW, Cyert LA, Parker DA.(2002) Seasonal variation in myopia progression and ocular elongation. Optom Vis Sci;79: 46-51

5.Theodore Grosvenor.(2002) Epidemiology of Ametropia.Primary care optometry,31. Woburn:Butterworth-Heinemann

6. Hashemi H, Pakzad R, Khabazkhoob M, Yekta A, Emamian MH, Fotouhi A. (2020) Ocular biometrics as a function of age, gender, height, weight, and its association with spherical equivalent in children. Eur Ophthalmol; 27: 1120672120908722

7. He M, Huang W, Li Y, Zheng Y, Yin Q Foster PJ.(2009) Refractive error and biometry in older Chinese adults: the Liwan eye study. Investigative ophthalmology & visual science.;50:5130–5136.

8.Holden B, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridung P, et al.(2015) Global prevalence of myopia, high myopia, and temporal trends from 2000 to 2050 Presentation in WHO-Brien Holden Vision Institute Global Scientific Meetinh on Myopia, University of New South Wales, Sydney, Australia. March 16-18, 2015

9.Jenchitr W, Raiyawa, S.(2011) Refractive error: the major visual impairment in Thailand. Rangsit Journal of Arts and Sciences, 2(2), 133-141.

10.Jenchitr W, Padungkiatsakul P.(2019) Ocular pathology of Hyperopia in University Eye Clinic. Journal of Current Science and Technology;9(2): 123-130 (Online)

11.Jong M, Sankaridung P, Li W, Resnikoff S, Naidoo K, He M.(2018) Reduced vision in highly myopic eyes without ocular pathology: the ZOC-BHVI high myopia study. Clin Exp Optom.;101(1):77-83

12.Kato K, Kondo M, Takeuchi M, Hirano K.(2019) Refractive error and biometrics of anterior segment of eyes of healthy young university students in Japan. Sci Rep. 2019;9: 15337 Sci Rep.; Oct 25, 9: 15337.

13.Lundberg K, Suhr Thykjaer A. Sogaard Hansen R, Vestergaard AH, Jacobsen N, Goldschmidt E, et al.(2018) Physical activity and myopia in Danish children-CHAMPS Eye Study. Acta Ophthalmol; 96*2):134-141

14.Schor P, Miller M.(2011) Optics.Adlers' s physiology of the eye.pp.2-3.China: Eleviser Inc.

15.Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. (2012) Worldwide prevalence and risk factors for myopia. Ophthalmic Physiol Opt ;32:3-16.

16.Ploysit P, Raiyawa S, Jenchitr W**.** (2017) Complication of Myopia in Rangsit University Eye Clinic. Proceeding RSU International Conference, 28 April 2017, 135-140

17.Read SA, Collins MJ, Woodman EC, Cheong SH. (2010) Axial length changes during accommodation in myopes and emmetropes. Optometry & Visual Science ;87:656-62

18.Read SA, Collins MJ, Vincent SJ. (2015) Light Exposure and Eye Growth in Childhood. Investigative Ophthalmology & Visual Science. ;56, 6779-6787

19.Resnikoff S, Pascolini D, Etya'ale D, Kocur I, Pararajasegaram R, Pokarel G. et al. (2004) Global data on visual impairment in the year 2002. Bull WHO;82: 844-51

20.Rose KA, Morgan IG, Ip J, Kifley A, Huynh S, Smith W, Mitchell P (2008). Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. Ophthalmology;115: 1279-85

21.Rozema JJ, Sun W, Wu JF, Jiang WJ, Wu H, Lu TL, et al. (2019) Differences in ocular biometry between urban and rural children matched by refractive error: the Shandong Children Eye Study. Ophthalmic Physiol Opt. 2019 Nov;39(6):451-458.

22.Saw SM, Hong RZ, Zhang MZ, Fu ZF, Ye M, Tan D, Chew SJ. (2001) Near-work activity and myopia in rural and urban schoolchildren in China. J Pediatr Ophthalmol Strabismus;38: 149-55.

23.Shimizu N, Nomura H, Ando F, Niino N, Miyake Y, i Shimokata H. (2003) Refractive errors and factors associated with myopia in an adult Japanese population. Jpn Ophthalmol.;47:6–12.

24.Sun J, Zhou J, Zhao P, Lian J, Zhu H, Zhou Y, et al. (2012) High prevalence of myopia and high myopia in 5060 Chinese university students in Shanghai .Investigative ophthalmology & visual science.;53:7504–7509.
25.Suzuki H, Uozato H, Minei R,Shimizu K. (2003) Changes in optical axial length of the eye with accommodation. Jap Orthoptic J ;32:145-9
26.Tideman JW, Snabel MC, Tedja MS , van Rijn GA, Wong KT, Kuijpers RW, et al. (2016) Association of Axial Length With Risk of Uncorrectable Visual Impairment for Europeans With Myopia. JAMA Ophthalmology.;134:1355–1363.
27.Ulaganathan S, Read SA, Collins MJ, Vincent SJ. (2019). Daily axial length and choroidal thickness variations in young adults:Associations with light exposure and longitudinal axial length and choroid changes. Exp Eye Res. 2019 Oct 19:107850
28.Wickremasinghe S, Foster PJ, Uranchimeg D, Lee PS, Devereux JG, Alsbirk PH, et al. (2004) Ocular biometry and refraction in Mongolian adults. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2004 Mar;45(3):776-83.
29.Woodman EC, Read SA, Collins MJ, Hegarty KJ, Priddle SB, SmithJM, Perro JV. (2011) Axial elongation following prolonged near work in myopes and emmetropes. Br J Ophthalmol;95: 652-6.
30.Woodman EC, Read SA, Collins MJ. (2012) Axial length and choroidal thickness changes accompanying prolonged accommodation in myopes and emmetropes. Vision Res;72: 34- 41.
31.Yamashita T, Minoru Tanaka M, Kii Y, Nakao K, Taiji Sakamoto T. (2012) Sex-related Differences In Axial Length, Anterior Chamber Depth And Lens Thickness In Japanese Young Healthy Eyes. Investigative Ophthalmology & Visual Science March 2012, Vol.53, 3626

ภาคผนวก

แบบสำรวจสุขภาพตาผู้ป่วยของคลินิกตามหาวิทยาลัยรังสิต ปี พศ. 2558 -2562

ของคณะทัศนมาตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

ลำดับที่ ..... วันที่ .....

ส่วนที่ 1 History

A.ชื่อ ..... B.นามสกุล ..... C.อายุ ..... ปี D.เพศ ❑ ชาย ❑ หญิง

E.เชื้อชาติ ❑ ไทย ❑ จีน ❑ อินเดีย ❑ ตะวันตก ❑ อื่น ๆ ระบุ .....

F.หมายเลขบัตรประชาชน.....

G.ที่อยู่ เลขที่ ..... หมู่บ้าน ..... ตำบล/แขวง .....

อำเภอ/เขต ..... จังหวัด ..... รหัสไปรษณีย์ .....

หมายเลขโทรศัพท์.....

H. การศึกษา ❑1.ไม่ได้รับการศึกษา ❑2.ประถม4 ❑3.ประถม 6 ❑4.มัธยม 3 ❑5.มัธยม 6

❑ 6.ปวช ❑7.ปวส ❑8.ปริญญาตรี ❑9.สูงกว่าปริญญาตรี

❑ 10.การศึกษาทางธรรม

I.ท่านมีโรคต่อไปนี้หรือไม่ ❑ 1.ไม่มีโรค ❑2.โรคเบาหวาน ❑ 3.ความดันเลือดสูง

❑ 4.ไขมันในเลือดสูง ❑ 5.โรคหัวใจขาดเลือด ❑ 6.โรคเลือดจาง

❑ 7.อัมพาต อัมพฤกษ์ ❑ 8.ไส้เลื่อน ❑10.ต่อมลูกหมาก

❑11.โรคอื่น ๆ ระบุ.....

J.ท่านเป็นผู้พิการหรือไม่ ❑ 1.พิการทางการมองเห็น

❑ 2.พิการทางการได้ยินหรือการสื่อความหมาย

❑ 3.พิการทางกายหรือการเคลื่อนไหว

❑ 4.พิการทางจิตใจหรือพฤติกรรม

❑ 5.พิการทางด้านสติปัญญาหรือการเรียนรู้

K.ประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคตาในอดีต ❑1.ไม่มี ❑ 2.มี โปรด

ระบุ.....

L.ประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคตาของคนในครอบครัว ❑1.ไม่มี ❑2.มี โปรดระบุ .....

M.ท่านเคยมีอาการทางตาต่อไปนี้หรือไม่

❑ 1.ปวดตาร่วมกับปวดหัวเป็นครั้งคราวซึ่งหายได้เอง

❑ 2.มองเห็นสีรุ้งรอบดวงไฟ

❑ 3.ปวดตาร่วมกับปวดหัว ตามัว คลื่นไส้ อาเจียนอย่างรุนแรง

❑ 4.มองเห็นภาพบิดเบี้ยว มัวตรงกลาง

❑5.มีเงาหรือตะกอนลอยไปมา

N.ท่านมีแว่นตาใช้หรือไม่ ❑ 1.ไม่มี ❑ 2.แว่นกันแดด

❑ 3.แว่นสายตาสำหรับมองไกล ❑ 4.แว่นสำหรับอ่านหนังสือ

❑ 5.แว่นสองระดับหรือ progressive

O.ปัจจุบันท่านได้รับการรักษาโรคตา . ❑1.ไม่เคย . ❑2.เคย โปรดระบุโรค.....

P.สถานพยาบาลที่ท่านรักษา ❑1.รัฐบาล ❑2.เอกชน

Q.สถานที่ของสถานพยาบาล❑3.ในโคราช ❑4.นอกโคราช ❑5.โรงพยาบาลสงฆ์.....

R.การรักษาโรคตาที่ท่านเคยได้รับ ❑ ยาหยอดตา ❑ เลเซอร์ ❑ ผ่าตัดตา.....

S.การสูบบุหรี่ของท่าน ❑1.ไม่สูบ ❑2.สูบวันละ 1-10 มวน ❑ 3.สูบวันละ 11-20 มวน ❑4.สูบมากกว่า10 มวน

T.การใช้คอมพิวเตอร์ ❑ 1.ไม่ใช้ ❑ 2.ใช้วันละ 1-2ชั่วโมง ❑ 3.ใช้วันละ 3-4 ชม. ❑4.ใช้มากกว่า 4 ชม/วัน

เก็บข้อมูลโดย _____

ส่วนที่ 2 AA.Visual Acuity

	RE	**LE**
With bare eye (no eye glasses)	AA1	AA2
With pin hole	AA3	AA4
With current distant glasses	AA5	AA6

เก็บข้อมูลโดย _____

ส่วนที่ 3 BB.Refraction & Keratometry & Non-contact tonometry

	Sphere	Cylinder	Axis	K1	K2	Axis
RE	BB1	BB2	BB3	BB4	BB5	BB6
LE	BB7	BB8	BB9	BB10	BB11	BB12

(หรือติดใบที่พิมพ์ออกจากเครื่อง)

	Right Eye	**Left Eye**
Pneumotonometry	BB13_____ mmHg	BB14 _____ mmHg

เก็บข้อมูลโดย _____

ส่วนที่ 4 CC. External Examination

	Right Eye	Left Eye
Missing/disorganized globe CC1	❑ 1Yes ❑2No	❑ 1Yes ❑2No
Manifest strabismus CC2	❑ 1ET ❑ 2XT ❑ 3Other _____	❑ 1ET❑ 2XT ❑3Othe____
Lid CC3	❑ 1Normal_____	❑1 Normal_____
	❑ 2.Ptosis _____	❑ 2Ptosis _____
	❑ 3Entropion ❑ 4Ectropion	❑ 3Entropion ❑ 4Ectropion
RAPD CC4	❑ 1Yes	❑ 1Yes

เก็บข้อมูลโดย _____

ส่วนที่ 5 DD. Slit Lamp Biomicroscopy

	Right Eye	Left Eye
Applanation IOP DD1	1 _____ mmHg	2 _____ mmHg
Cornea DD2	❑ 1 Normal	❑2 Normal
	❑ 3 Opacity _____	❑ 4 Opacity _____
	❑ 5 Other _____	❑ 6 Other _____
	❑ 7 Significant Pterygium	❑ 8 Significant Pterygium
Evidence of Surgery DD3	❑ 1 L-PI ❑ 2 S-PI ❑ 3 Filtering	❑ 4 L-PI ❑5 S-PI ❑6 Filtering
	❑ 7ECCE ❑ 8PE	❑ 9ECCE ❑ 10PE
	❑ 11 Other _____	❑ 12 Other _____
	❑ 13 Glaucomflecken	❑ 14 Glaucomflecken
Lens DD4	❑ 1 Clear	❑ 2 Clear
	❑ 3 NS	❑ 4 NS

❑ 5 Cortical ❑ 6 Cortical

❑ 7 PSC ❑ 8 PSC

❑ 9 PC-IOL ❑ 10AC-IOL ❑ 11 PC-IOL ❑ 12 AC-IOL

ส่วนที่ 6 EE. Glaucoma

C/D Ratio EE! 1 Vertical _____ 2 Horizontal _____3 Vertical _____ 4 Horizontal _____

Disc hemorrhage EE2 ❑ 1 Yes ❑ 2 No ❑ 3 Yes ❑4 No

ตรวจโดย _____

ลงข้อมูลเพิ่มเติมจากโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมาหรือโรงพยาบาลสงฆ์

	Right		Left	
Glaucoma EE3	❑1 Yes	❑2 No	❑ 3 Yes	❑ 4 No
	❑ 5 PACG	❑ 6 SACG	❑ 7 PACG	❑ 8 SACG
	❑ 9 POAG	❑ 10 SOAG	❑ 11 POAG	❑ 12 SOAG
	❑ 13 NTG	❑14 OHT	❑ 15 NTG	❑ 16 OHT
	❑17 Glaucoma suspected		❑ 18 Glaucoma suspecte	

เก็บข้อมูลโดย _____

ส่วนที่ 7 FF. Fundus photograph

Fundus photography ❑1 Yes ❑ 2 No ❑ 3 Yes ❑4 No

_____ _____

เก็บข้อมูลโดย _____

ส่วนที่ 8 GG. Fundus examination & Conclusion

Fundus Examination	**Right Eye**	**Left Eye**
Retinal examination GG1	❑ 1 Normal	❑2 Normal
	❑ 3 Optic atrophy	❑ 4 Optic atrophy
	❑4 DR (NPDR/PDR)	❑ 5 DR (NPDR/PDR)
	❑ 6 Vascular (CRVO/BRVO/other)	❑ 7 Vascular (CRVO/BRVO/other)
	❑ 8 AMD	❑ 9 AMD
	❑ 10 ERM	❑ 11 ERM
	_____	_____
	_____	_____
	_____	_____

ส่วนที่ 9 HH. Diagnosis

This person is classified as HH1: ❑1 Low vision ❑ 2 Blindness

Eye abnormalities HH2	**Right Eye**	**Left Eye**
1. Phthisis/disfigured/no eye	❑ 1 Yes	❑ 2 Yes
2. Conjunctivitis,FB,Dry eye	❑ Yes	❑ Yes
3. Significant pterygium	❑ 3 Yes	❑4 Yes

4.Strabismus ❑ 5 Yes ❑ 6 Yes

5. Amblyopia ❑ 7 Yes ❑ 8 Yes

6. Refractive error ❑ 9 Yes ❑ 10 Yes

7. Corneal diseases ❑ 11 Yes ❑ 12 Yes

Scar, opacity, band K,……..

8. Cataract ❑ 13 Yes ❑ 14 Yes

9. DR ❑ 15NPDR ❑ 16PDR ❑17 NPDR ❑18 PDR

❑19 DME ❑ 20DME

10. AMD ❑ 21Dry ❑ 22Wet ❑ 23Dry ❑ 24 Wet

11. Retinal vascular ❑ 25 Yes ❑ 26 Yes

12. RD ❑ 27 Yes ❑ 28 Yes

13. Retinitis pigmentosa ❑ 29 Yes ❑ 30 Yes

14. Cortical blindness ❑ 31 Yes ❑ 32 Yes

15. Glaucoma ❑ 33 Yes ❑ 34 Yes

16. Uveitis ❑ 35 Yes ❑36 Yes

17. Optic atrophy ❑ 37 Yes ❑ 38 Yes

18. Ptosis, ectropian, entropian ❑ 39 Yes ❑ 40 Yes

Abcess, Blepharochalasis, Tic doloroux,…….

19. ERM, EMM ❑ 41 Yes ❑ 42Yes

20. Pseudophakia ❑ Yes ❑ Yes

21. Posterior capsular opacity (PCO) ❑ Yes ❑ Yes

22. Pseudoexfoliation syndrome(PEX)	❑ Yes	❑ Yes
23. Asteroid hyalosis	❑ Yes	❑ Yes
24. Post Laser iridotomy (LPI)	❑ Yes	❑ Yes
25. Posterior Vitreous Detachment (PVD)	❑ Yes	❑ Yes
26. Retinal drusens	❑ Yes	❑ Yes
27. Chorioretinal scar	❑ Yes	❑ Yes
28. Complication from eye surgery	❑ Yes	❑ Yes
29. Ocular hypertension	❑ Yes	❑ Yes
30. Pigment dispersion syndrome	❑ Yes	❑ Yes
31. Congenital anomalies	❑ Yes	❑ Yes
32. Iris coloboma	❑ Yes	❑ Yes
33. Post-op pterygium	❑ Yes	❑ Yes
34. Gyrate atrophy	❑ Yes	❑ Yes
35. CVS	❑ Yes	❑ Yes
36. Post-traumatic maculopathy	❑ Yes	❑ Yes

ส่วนที่ 10 JJ. Principal eye disease

Causes of principle disease

Congenital	❑ 1 Yes	❑ 2 Yes
Hereditary diseases	❑ 3 Yes	❑ 4 Yes
Trauma	❑ 5 Yes	❑6 Yes

Degeneration ❑ 7 Yes ❑ 8 Yes

Comment _____

ส่วนที่ 11 Management KK.

❑ 1 None

❑ 2 Medication _____

❑ 3 Refer to _____ Hospital

for ❑4 VF examination

❑ 5 Cataract extraction

❑6 Pterygium removal

❑ 7 Laser iridotomy

❑ 8 Laser photocoagulation

❑ 9 Glaucoma evaluation

❑ 10 Other

เก็บข้อมูลโดย _____

Ocular axial length as a function of age, gender, and its association with refractive error in university eye clinic

Upakarn Panyamee OD,
Metee Jaradaroonchay*, BSc, OD, MSc.
Watanee Jenchir, MD.
Faculty of Optometry, Rangsit University, Patumthani 12000,Thailand
*Corresponding metee.j@rsu.ac.th

Abstract

Faculty of Optometry conducted the study of ocular axial length and its association with refractive error from patients attending Eye clinic of RSU Healthcare during 2015 to 2019. There were 2, 894 patients 40-80 years old (Mean 60.19±10.634) with subjective refraction for best corrected vision, 1,154 myopia, 1,381 hyperopia and 359 astigmatism. Only 302 emmetropia were found. There were 592 random sampling axial length measurement (18.5%). The mean axial length was 24.13 ±0.42 millimetre (95% confidence interval: 23.71-24.55) . The result showed no association of the axial length to sex (p = 0.2246), age (p = 0.771) and eye side (p = 0.6801). The axial length of right and left eye associated with refractive error (p=0.039, p=0.036) and were inversely association as myopia with less spherical equivalent had longer AL and hyperopia with more spherical equivalent had shorter AL. When divided AL into millimetres (mm.) starting from 17.1 mm. and increased 3 mm in each step, it was found that myopia (based on negative spherical equivalent) had longer axial length than hyperopia (positive spherical equivalent) and could prove statistically by

linear regression **(**Pearson correlation R= - 0.664**)** which was strong association**.**

In conclusion, axial length was a strong determinant for refractive error and axial length showed inverse association with spherical equivalent and refractive error.

Keywords: Ocular axial length, refractive error, spherical equivalent, eye clinic, Rangsit University

Introduction

Refractive error is becoming the most common disorder of the eye causing visual impairment globally (Resnikoff et al, 2004) and in Thailand (Jenchitr et al, 2011). Visual impairment due to myopia is associated with structural changes because of elongation of the eye especially the posterior segment. The axial elongation caused thinning of retina, choroid and sclera which precipitated to retinal detachment, choroidal neovascularization, glaucoma and macular atrophy (Jong et al, 2018, Kato et al, 2019 .

There was a study showed that visual impairment associated with ocular axial length and spherical equivalent (Tideman et al, 2016). It was projected that in 2055, eyes with axial length longer than 26 millimeters (mm) or equal to more than -6.00 D. would have 7-13 more visual impairment than emmetropic eye. Worldwide prevalence and risk factors for myopia were known (Pan et al, 2012). Control of visual impairment in high myopia is difficult so prevention was easier. Recommendation for outdoor activities (Rose et al, 2008), more sunshine exposure and more

summer time (Fulk et al, 2002) are expected to produced less axial elongation (Read et al, 2015) Evidence based of outdoor environment causing less axial length in Mongolia and China were showed (Wickremasinghe et al, 2004, Cao et al, 2019). In the other study, physical activity has no effect on myopia in Danish children (Lunberg et al, 2018)

As axial length were major contribution of refractive error (Blanco et al, 2008), optometrist should pay attention to axil length during refraction to evaluate the possibility of ocular complication. Myopia is increasing in globally (Holden et al, 2015) and in Asia (Shimizu et al, 2003, Sun et al, 2012) Higher prevalence of the elderly in the past 50 years which more cataract and more narrowing of anterior chamber causing hyperopa. Optometrist should evaluate and advised Laser Prophylaxis Iridotomy which was acceptable method in some hyperopia to prevent angle closure glaucoma. There were previous reports from Rangsit University for complication of myopia and hyperopia (Ploysit et al, 2017, Jenchitr et al, 2019)

Objective

The purpose of this study is to determine the distribution of ocular biometric components as axial length, their relationship with personal characteristics, age, sex, eye side, and refractive error.

Methods

By cross-sectional retrospective study used clinic-based data from Eye clinic of RSU Healthcare, Rangsit University from 2015 to 2019. Among 40- to 80-year, subjects were random for axial length measurement by A scan biometry ultrasonography (Alcon Acuscan RXP) and IOL Master (Zeiss

Master XP). Data were summarized as mean and 95% confidence intervals. Unpaired t test and Linear regression were used to investigate the relationships between axial length and variables including different type of refractive error.

Result

Among 5,039 patients, age ranging from 1-91 years old, 2, 894 patients were 40-80 years old (Mean age 60.19±10.634) had complete eye examination and follow up. Five hundred and ninety two patients (18.5%) had axial length (AL) measurement. The result showed no association of the axial length to sex (p = 0.2246), age (p = 0.771) and eye side (p = 0.6801) as showed in Table 1. For mean of axial length in right and left eye are not different in unpaired t-test (p-value = 0.6390) as in Table 2 and Figure 1.

Among 2,894 patients with refractive error, there were 1,154 myopia (exclusion of cataract-induced myopia and poorly controlled diabetes) 1,381 hyperopia (exclusion of lens subluxation /dislocation, central serous chorioretinopathy) 359 astigmatism and 302 emmetropia (exclusion of pseudophakia with intraocular lens implantation, post refractive laser surgery)

In myopic subgroup, there were 672 mild (-0.50 to -3.00 D.), 259 moderate (-3.25 to -5.00 D) and 223 severe myopia(Less than -5.00 D). In hyperopic subgroup, there were 1,015 mild (+0.50 to +2.00 D.), 324 moderate (+2.25 to +5.00 D.) and 42 severe hyperopia (More than +5.00 D.) as Table 3.

When divided axial length into millimetres (mm.) starting from 17.1 mm. and increased 3 mm in each step, it was found that refractive error and axial length (of right and left eye), showed both myopia and hyperopia are associated with AL (p=0.039, p=0.036). By using unpaired t-test, means axial length of right eye and refractive error (as spherical equivalent) are associated with myopia and hyperopia which are the same as left eye. They showed inversely association as myopia with negative spherical equivalent had longer axial length and hyperopia with positive spherical equivalent had shorter axial length (Table 4). By Table 5 unpaired t-test showed means of right axial lengths in different refractive errors (myopia and hyperopia) are different as same as left eye. From Figure 2 showed linear relationship between right axial length and right refractive error (spherical equivalent) The Pearson correlation between right axial length (AL_R) and refractive errors in right eye (RE_Sp) is strongly negative (R= -0.664) showed the mean Al in this study was 24.18 mm. Table 6 showed Chi-square for the association between Axial lengths and Refractive errors. Figure 3 showed comparison between myopia and hyperopia cases corresponding to axial lengths.

Discussion

In some study (Yamashita et al, 2012) stated that man had myopia more than women and had longer axial length including there had difference axial length between age group due to more vitreous chamber depth. Rangsit study gave a different result because the axial length of RSU patients had no difference in sex and age group,

In this study, because the patients were aging population (Mean age was 60.19 ±10.634 year). The spherical equivalent tended to become hyperopic and get less myopic which was the same as studied in China (He et al, 2009) including the mean age of patient with axial length measurement was 66.23 ± 8.73 years so some statistic could not be proved. In the next study, some precaution should be consider as

1. To measure axial length, the patient should be instructed not to accommodate and should using cycloplegic drug because 3 and 6 Diopters of accommodation will cause 11.9±12.3 μm and 24.1±22.7 μm increase in axial length (Suzuki et al, 2003, Atchison et al, 2004, Read et al, 2010, Woodman et al, 2012).
2. Due to diurnal variation, definite time in a day to measure axial length should be set (Ulaganathan et al, 2019)
3. To compare axial length of patients, domicile should be considered because urban children had longer axial length than rural children (Rozema et al, 2019 and the same as adult.
4. Axial elongation following prolonged near work in myopes and emmetropes were accepted, so the patients attending the study should be well proportion in occupational near work (Woodman et al, 2003).
5. Get younger population for axial length measurement so the age distribution statistic will be in a normal curve and get more accurate association.
6. In the next study, other parameter as height, weight and other ocular parameter should be considered as Corneal curvature, Corneal power, Central corneal thickness, Anterior chamber depth and Lens

thickness to complete the research result (Hashemi et al, 2020). Further study is needed to clarify the role of environmental factors in myopia.

Due to all of these conditions, this study of the association of axial length and refractive error could be showed only in text but not clearly showed in statistics

Conclusion

This cross-sectional retrospective study of axial length was inversely associated with spherical equivalent and refractive error and axial length is a strong determinant for refractive error**(**Pearson correlation R= - 0.664**)** .

Table 1: Comparison of axial lengths in 592 patients corresponding to different genders and age groups

Age groups (years)	**Male**				**Female**				**Summary**		
	No. Patients	Max AL	Min AL	Mean AL	No. Patients	Max AL	Min AL	Mean AL	Total Patients	Total Mean	One-way ANOVA α = 0.05
40-50	30	31.02	19.93	24.84	11	27.02	20.84	23.71	41	24.28 ±0.80	p-value = 0.7710 Non significance
51-60	56	30.33	21.27	24.56	34	29.55	20.67	24.33	90	24.45 ±0.16	
61-70	125	29.12	21.61	24.22	137	29.87	21.00	23.67	262	23.95 ±0.39	
71-80	94	27.45	20.00	23.96	105	27.01	21.26	24.39	199	24.18 ±0.30	
Total	305			**24.40 ±0.39**	287			**24.03 ±0.39**	592	**24.13 ±0.42**	
Unpaired t-test α = 0.05	p-value = 0.2246 Non significance										

Table 2: Comparison of axial length between left and right eyes in 592 patients

Age groups (years)	Right eyes				Left eyes			
	No. Patients	Max AL	Min AL	Mean AL	Patients	Max AL	Min AL	Mean AL
40-50	33	31.02	19.93	24.64 ±0.40	33	30.18	19.92	24.61 ±0.39
51-60	78	30.33	20.67	24.59 ±0.21	76	29.57	20.58	24.50 ±0.20
61-70	247	29.87	21.00	23.96 ±0.09	239	31.40	21.38	24.03 ±0.10
71-80	193	27.47	20.00	23.72 ±0.08	183	28.14	19.50	23.65 ±0.08
Total	551			**24.01 ±0.35**	531			**24.00 ±0.35**
Unpaired t-test α = 0.05	p-value = 0.6390 Non significance							

Table 3: Summary of Refractive errors among different age groups

Age groups (years)	Participants			Myopia (Diopters)			Hyperopia (Diopters)			Astigmatism 1.00	*No RE	Total
	M	F	Total	-0.50 to -3.00	-3.25 to- 5.00	< -5.00	+0.50 to+2.00	+2.25 to +5.00	> +5.00			
40-50	360	419	779	191	62	72	173	22	10	69	121	720
51 -60	395	527	922	166	64	74	307	66	15	82	69	843
61 -70	508	603	1,111	183	90	62	349	148	12	110	69	1023
71 - 80	281	375	656	132	43	15	186	88	5	98	43	610
Total	1,544	1,924	3,468	672	259	223	1,015	324	42	359	302	3,196

*No refractive error: - 0.25 to +0.25 (exclude Pseudophakia and Post refractive surgery)

Table 4: Comparison of axial lengths between myopia and hyperopia in both right and left eyes.

Refractive Error		Myopia (Diopters)				Hyperopia (Diopters)				
		-0.50 to -3.00	-3.25 to-5.00	< -5.00	**Total Mean AL**	+0.50 to+2.00	+2.25 to +5.00	> +5.00	**Total Mean AL**	Unpaired t-test $\alpha = 0.05$
Right eyes	No.	101	48	45	**194**	132	87	6	**225**	p-value < 0.001 Significance*
	Mean AL	24.09 ± 0.12	25.15 ± 0.21	26.19 ± 0.29	**24.84 ± 0.88**	23.59 ± 0.07	23.05 ± 0.10	22.25 ± 0.46	**23.35 ± 0.34**	
Left eyes	No.	97	47	45	**189**	128	83	6	**217**	p-value < 0.001 Significance*
	Mean AL	24.20 ± 0.13	25.04 ± 0.19	26.10 ± 0.31	**24.86 ± 0.80**	23.55 ± 0.07	23.03 ± 0.11	21.88 ± 0.33	**23.30 ± 0.36**	

Table 5: Distribution Axial lengths against different Refractive errors

Axial Length (mm.)	Mean Axial length (mm.)		Refractive Error							No RE	Total
	Male	Female	-0.50 to -3.00	-3.25 to -5.00	-5.25 and less	0.50 t0 2.00	2.25 to 5.00	More than 5.00	Astigmatism		
17.1-21.0	5	5	1	1	1	2	2	1	0	0	10
21.1-23.0	28	88	19	4	3	27	34	4	8	5	116
23.1-25.0	175	140	59	19	8	95	49	2	38	18	315
25.1-27.0	55	32	21	17	21	10	2	0	4	8	87
27.1-29.0	10	9	2	8	6	0	0	0	1	0	19
> 29.0	6	3	0	0	7	0	0	0	1	0	9
Mean Al	**24.40 ±0.39**	**24.03 ±0.39**	**24.20 ± 0.13**	**25.04 ± 0.19**	**26.10 ± 0.31**	**23.55 ± 0.07**	**23.03 ± 0.11**	**21.88 ± 0.33**	**24.28 ± 0.14**	**25.21 ± 0.10**	**24.13 ± 0.42**
Longer AL	110	78	63	44	42	60	31	2	29	25	188
Shorter AL	165	197	41	6	5	76	57	5	23	7	362

Table 6: Chi-square for the association between Axial lengths and Refractive errorss

24.06	Myopia				Hyperopia				Marginalrow total	Chi-square	Chi-square with Yates correction
	-0.50 to -3.00	-3.25 to -5.00	<-5.25	n (%)	0.50 to 2.00	2.25 to 5.00	>5.00	n (%)			
Longer AL	63	44	42	149	60	31	2	93	242	50.043, p-value < 0.0001 Significance*	48.6778, p-value < 0.0001 Significance*
Shorter AL	41	6	5	52	76	57	5	138	190		
Marginal column total	201				231				432		

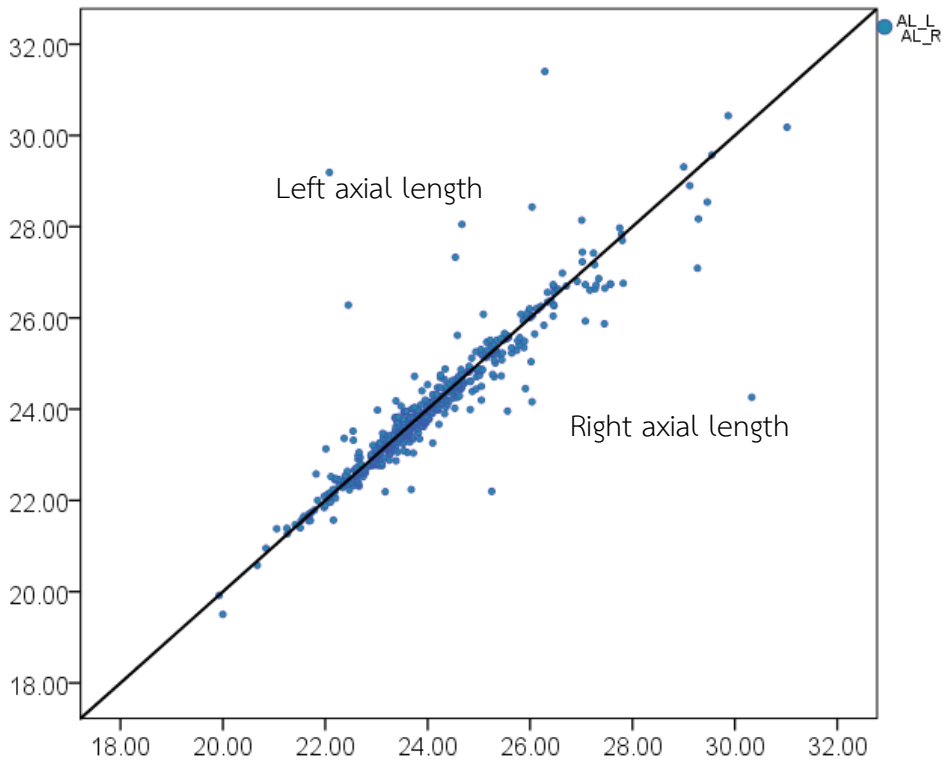


Figure 1: Similarity of axial length between left and right eye

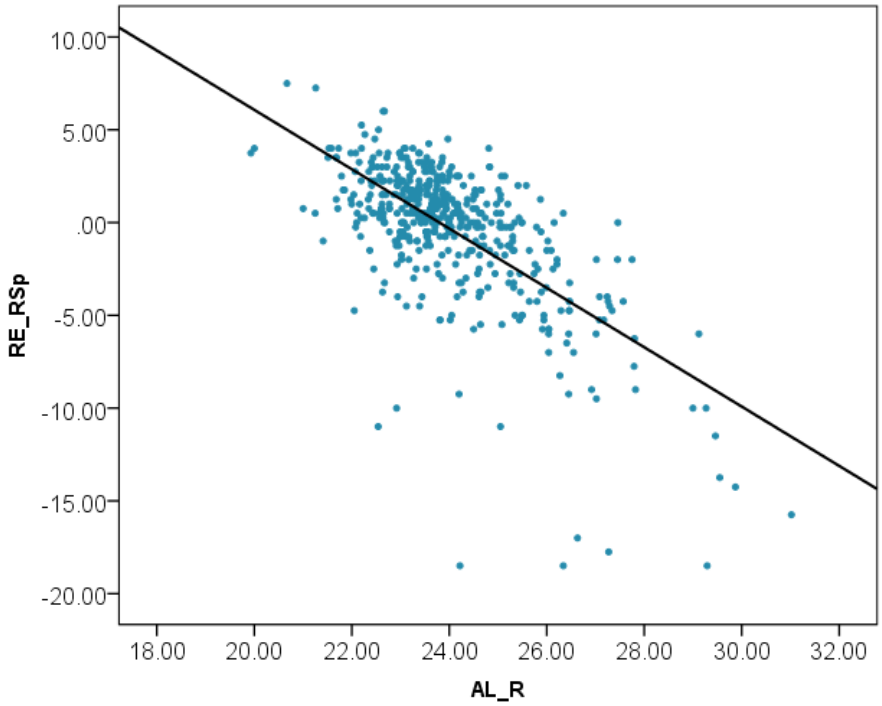


Figure 2: Linear relationship between right axial length and right refractive error (spherical) The Pearson correlation between right axial length (AL_R) and refractive errors in right eye (RE_Sp) is strongly negative (R= - 0.664)

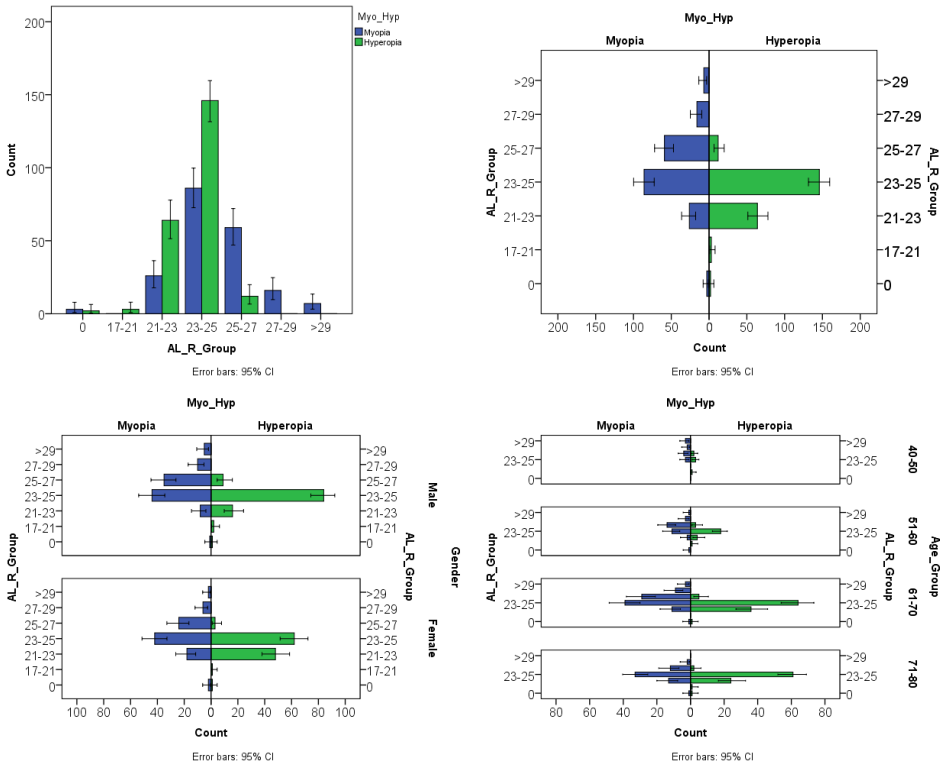


Figure 03: Comparison between myopia and hyperopia cases corresponding to axial lengths

References

1.Atchison DA, Smith G. (2004) Possible errors in determining axial length changes during accommodation with the IOL Master. Optom Vis Sci;81: 283-6.

2.Blanco FG, Sanz Fernandez JC, Munoz Sanz MA. (2008) Axial length, corneal radius, and age of myopia onset. Optom Vis Sci. 2008 Feb;85(2):89-96.

3.Cao K, Wan Y, Yusufu M, Wang N. (2019). Significance of Outdoor Time for Myopia Prevention: A Systematic Review and Meta-Analysis Based on Randomized Controlled Trials. Ophthalmic Res. 2019 Aug 20:1-9.

4.Fulk GW, Cyert LA, Parker DA.(2002) Seasonal variation in myopia progression and ocular elongation. Optom Vis Sci ;79:46-51

5.Hashemi H, Pakzad R, Khabazkhoob M, Yekta A, Emamian MH, Fotouhi A. (2020) Ocular biometrics as a function of age, gender, height, weight, and its association with spherical equivalent in children. Eur Ophthalmol; 27: 1120672120908722

6.He M, Huang W, Li Y, Zheng Y, Yin Q Foster PJ. (2009) Refractive error and biometry in older Chinese adults: the Liwan eye study. Investigative ophthalmology & visual science.;50:5130–5136.

7.Holden B, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridung P, et al. (2015) Global prevalence of myopia, high myopia, and temporal trends from 2000 to 2050 Presentation in WHO-Brien Holden Vision Institute Global Scientific Meetinh on Myopia, University of New South Wales, Sydney, Australia. March 16-18, 2015

8.Jenchitr W, Raiyawa, S. (2011). Refractive error: the major visual impairment in Thailand. Rangsit Journal of Arts and Sciences, 2(2), 133-141.

9.Jenchitr W, Padungkiatsakul P. (2019) Ocular pathology of Hyperopia in University Eye Clinic. Journal of Current Science and Technology;9(2): 123-130 (Online)

10.Jong M, Sankaridung P, Li W, Resnikoff S, Naidoo K, He M. (2018) Reduced vision in highly myopic eyes without ocular pathology: the ZOC-BHVI high myopia study. Clin Exp Optom.;101(1):77-83

11.Kato K, Kondo M, Takeuchi M, Hirano K. (2019) Refractive error and biometrics of anterior segment of eyes of healthy young university students in Japan. Sci Rep. 2019;9:15337 Sci Rep.;Oct 25, 9: 15337.

12.Lundberg K, Suhr Thykjaer A. Sogaard Hansen R, Vestergaard AH, Jacobsen N, Goldschmidt E, et al. (2018) Physical activity and myopia in Danish children-CHAMPS Eye Study. Acta Ophthalmol; 96*2):134-141

13.Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. (2012) Worldwide prevalence and risk factors for myopia. Ophthalmic Physiol Opt ;32:3-16.

14.Ploysit P, Raiyawa S, Jenchitr W**. (2017)** Complication of Myopia in Rangsit University Eye Clinic. Proceeding RSU International Conference, 28 April 2017, 135-140

15.Read SA, Collins MJ, Woodman EC, Cheong SH. (2010) Axial length changes during accommodation in myopes and emmetropes. Optometry & Visual Science ;87:656-62

16.Read SA, Collins MJ, Vincent SJ. (2015) Light Exposure and Eye Growth in Childhood. Investigative Ophthalmology & Visual Science. ;56, 6779-6787

17.Resnikoff S, Pascolini D, Etya'ale D, Kocur I, Pararajasegaram R, Pokarel G. et al.(2004) Global data on visual impairment in the year 2002. Bull WHO;82:844-51

18.Rose KA, Morgan IG, Ip J, Kifley A, Huynh S, Smith W, Mitchell P (2008). Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. Ophthalmology ;115:1279-85

19.Rozema JJ, Sun W, Wu JF, Jiang WJ, Wu H, Lu TL, et al. (2019) Differences in ocular biometry between urban and rural children matched by refractive error: the Shandong Children Eye Study. Ophthalmic Physiol Opt. 2019 Nov;39(6):451-458.

20.Saw SM, Hong RZ, Zhang MZ, Fu ZF, Ye M, Tan D, Chew SJ. (2001) Near-work activity and myopia in rural and urban schoolchildren in China. J Pediatr Ophthalmol Strabismus ;38:149-55.

21.Shimizu N, Nomura H, Ando F, Niino N, Miyake Y, i Shimokata H. (2003) Refractive errors and factors associated with myopia in an adult Japanese population. Jpn Ophthalmol.;47:6–12.

22.Sun J, Zhou J, Zhao P, Lian J, Zhu H, Zhou Y, et al. (2012) High prevalence of myopia and high myopia in 5060 Chinese university students in Shanghai.Investigative ophthalmology & visual science. ;53:7504–7509.

23.Suzuki H, Uozato H, Minei R,Shimizu K. (2003) Changes in optical axial length of the eye with accommodation. Jap Orthoptic J ;32:145-9

24.Tideman JW, Snabel MC, Tedja MS , van Rijn GA, Wong KT, Kuijpers RW, et al.(2016) Association of Axial Length With Risk of Uncorrectable Visual Impairment for Europeans With Myopia. JAMAOphthalmology.;134:1355–1363.

25.Ulaganathan S, Read SA, Collins MJ, Vincent SJ. (2019). Daily axial length and choroidal thickness variations in young adults:Associations with light exposure and longitudinal axial length and choroid changes. Exp Eye Res. 2019 Oct 19:107850

26.Wickremasinghe S, Foster PJ, Uranchimeg D, Lee PS, Devereux JG, Alsbirk PH, et al. (2004) Ocular biometry and refraction in Mongolian adults. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2004 Mar;45(3):776-83.

27.Woodman EC, Read SA, Collins MJ, Hegarty KJ, Priddle SB, SmithJM, Perro JV. (2011) Axial elongation following prolonged near work in myopes and emmetropes. Br J Ophthalmol ;95:652-6.

28.Woodman EC, Read SA, Collins MJ. (2012) Axial length and choroidal thickness changes accompanying prolonged accommodation in myopes and emmetropes. Vision Res ;72:34- 41.

29.Yamashita T, Minoru Tanaka M, Kii Y, Nakao K, Taiji Sakamoto T. (2012). Sex-related Differences In Axial Length, Anterior Chamber Depth And Lens Thickness In Japanese Young Healthy Eyes. Investigative Ophthalmology & Visual Science March 2012, Vol.53, 3626