

Original article

THE ACUTE EFFECTS OF PENCIL PUSH UP TRAINING ON EYES ACCOMMODATION CONVERGENCE SYSTEM IN HEALTHY UNIVERSITY STUDENTAkachai POKAISASAWAN^{1,2}, Amornpan AJJIMAPORN¹, Peeradech THIJANPIANG³,
Parunchaya JAMKRAJANG¹, Watanee JENCHITR², and Papatsorn RAMYARANGSI^{1,*}¹*College of Sports Science and Technology, Mahidol University, Nakhon Pathom, THAILAND*²*Faculty of Optometry, Rangsit University, Pathum Thani, THAILAND*³*Faculty of Physical Therapy, Mahidol University, Nakhon Pathom, THAILAND***ABSTRACT**

This study was to assess the acute effects of accommodation convergence training using Pencil push-up training (PPT) for 10 minutes on the amplitude of accommodation (AA), accommodation facility (AF), and near point of convergence (NPC) in university students. Twenty-eight healthy collegiate students ages between 18 to 25 were separated into two groups, student eyes training (ST, n=14: 7 males and 7 females) and student's eyes untraining (SU, n=14: 1 male, and 13 females). The ST performed Pencil push-up program for ten minutes whereas the SU was instructed to relax their eyes for 10 minutes, the values of AA and NPC were measured using the Royal Air Force Rule (RAF rule), and the value of AF was measured using a ± 2.00 flipper lens. All parameters were assessed before and after 10 min of the program. The results showed that when pre- and post-PTT training were compared, the ST group showed significant improvements in AA, AF, and NPC ($P < 0.05$). Whereas there was no difference for all parameters in the SU. In conclusion, the 10 minutes pencil push-up can affect the accommodation convergence in university students, such as the amplitude of accommodation, the accommodation facility, and the convergence of near points. Therefore, this training program highly recommends for people and students who are interested in exercising or relaxing their eyes during short-term study or work. Also, for the athlete who plays a specific type of sport that needed eyes focusing on different distances such as racket sports players.

(Journal of Sports Science and Technology 2023; 23(1):77-88)

(Received: 9 March 2023, Revised: 18 April 2023, Accepted: 20 April 2023)

**KEYWORD: PENCIL PUSH-UP TRAINING/ AMPLITUDE OF ACCOMMODATION/
ACCOMMODATION FACILITY/NEAR POINT OF CONVERGENCE*****Corresponding author:** Papatsorn RAMYARANGSICollege of Sports Science and Technology, Mahidol University,
Nakhon Pathom, Thailand, 73170, THAILAND

E-mail: Ramyarangsi.p@gmail.com

นิพนธ์ต้นฉบับ

**ผลเจ็บพลันของการฝึกสายตาด้วยการโฟกัสปลายดินสอดต่อบริการปรับโฟกัสของตา
ในนักศึกษามหาวิทยาลัยสุภาพดี**

เอกชัย โภคโคตรวรรค^{1,2} อมรพันธ์ อัจจิมาพร¹ พีรเดช ธิจันทร์เป็ยง³ ปรีชญญา แจ่มกระจ่าง¹ วัฒนีย์ เย็นจิตร²
และ ปภัสสร รัมยะรังสิ^{1,*}

¹ วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล จังหวัดนครปฐม ประเทศไทย

² คณะทันตศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต จังหวัดปทุมธานี นครปฐม ประเทศไทย

³ คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล จังหวัดนครปฐม นครปฐม ประเทศไทย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลแบบเจ็บพลันของการฝึกสายตา ด้วยวิธีการฝึกสายตาโดยการโฟกัสด้วยปลายดินสอด เป็นระยะเวลา 10 นาที ต่อบริการปรับโฟกัสของตา ได้แก่ กำลังเพ่งของเลนส์ตา ความยืดหยุ่นของการปรับสายตา และความสามารถในการเบนตาเข้าของตา ในนักศึกษามหาวิทยาลัยสุภาพดี จำนวน 28 คน อายุระหว่าง 18-25 ปี โดยสุ่มแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม เท่า ๆ กัน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ กลุ่มที่รับการฝึกสายตา (ชาย จำนวน 7 คน หญิงจำนวน 7 คน) และ กลุ่มไม่ได้รับการฝึกสายตา (ชาย จำนวน 1 คน หญิงจำนวน 13 คน) กลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการฝึกสายตาจะได้รับการฝึกสายตาด้วยโปรแกรมการโฟกัสด้วยปลายดินสอด เป็นระยะเวลา 10 นาที ในขณะที่กลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกจะถูกให้นั่งพักสายตาเป็นเวลา 10 นาที ค่าตัวแปรของ กำลังเพ่งของเลนส์ตา และค่าความสามารถในการเบนตาเข้าของตา จะถูกวัดด้วยไม้วัดสายตากองทัพอากาศ (Royal Air Force Rule) ส่วนตัวแปรของความยืดหยุ่นของการปรับสายตา จะถูกวัดด้วยเลนส์ผิวกระจก 2 ด้าน ที่มีค่ากำลัง ± 2.00 (flipper lens ± 2.00) ข้อมูลตัวแปรจะถูกเปรียบเทียบก่อนและหลังทดลอง ผลการศึกษาพบการเปลี่ยนแปลงแบบเจ็บพลันของการฝึกสายตาที่ดีขึ้นของกำลังการเพ่งสายตา ความคล่องตัวของ การปรับสายตา และกำลังการรวมภาพเข้าหากันของดวงตาระยะใกล้ในกลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการฝึกสายตาด้วยวิธีการโฟกัสปลายดินสอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P < 0.05$) แต่ทว่าไม่พบการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกสายตาในทุก ๆ ตัวแปร จึงสรุปได้ว่า การฝึกโฟกัสภาพด้วยปลายดินสอด เป็นเวลา 10 นาที สามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบการปรับโฟกัสภาพของตา ได้แก่ ค่ากำลังเพ่งของเลนส์ตา ความยืดหยุ่นของการปรับสายตา และความสามารถในการเบนตาเข้าของตาในกลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยได้ จึงควรแนะนำการฝึกนี้ในผู้ที่สนใจการบริหารดวงตาเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายระหว่างการเรียนหรือทำงาน รวมถึงในนักกีฬาต่างประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะกีฬาประเภท แร็กเก็ต สปอร์ต เนื่องจากเป็นกีฬาที่ต้องอาศัยการโฟกัสภาพของดวงตาในระยะทางต่าง ๆ

(วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา 2566; 23(1):77-88)

คำสำคัญ : การฝึกสายตาด้วยวิธีการโฟกัสด้วยปลายดินสอด/ กำลังเพ่งของเลนส์ตา /ความยืดหยุ่นของการปรับสายตา/
ความสามารถในการเบนตาเข้าของตา

บทนำ

จากช่วงสถานการณ์โควิด 19 ที่ผ่านมาส่งผลให้พฤติกรรมการใช้ชีวิตของนักศึกษาในปัจจุบันเปลี่ยนไป การเรียนการสอนได้มีการปรับเปลี่ยนเป็นรูปแบบออนไลน์ จึงทำให้นักศึกษาต้องใช้สายตาเพ่งมองในระยะใกล้มากขึ้น อีกทั้ง การเรียน การทำงานหรือการเล่นเกมส์มีสื่อถือในระยะใกล้เป็นเวลานานก็อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของการโฟกัสภาพของดวงตาในทางที่แย่ง และเป็นสาเหตุทำให้เกิดความล้าของสายตาได้¹ การเกิดการโฟกัสภาพของตา (Accommodation) เกิดขึ้นจากการตารับภาพจากจอตาเพื่อไปแปลผลที่สมองผ่านเส้นประสาทสมองเส้นที่ 2 (Optic nerve) โดยกล้ามเนื้อยึดเลนส์ตา (ciliary muscle) ถูกควบคุมด้วยระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (Sympathetic nervous system) เป็นระบบประสาทอัตโนมัติ มีหน้าที่ทำให้เกิดการโฟกัสภาพของตาผ่านเส้นประสาทกล้ามเนื้อตา หรือเส้นประสาทสมองเส้นที่ 3 (Oculomotor nerve) และเส้นประสาทสมองเส้นที่ 4 (Trochlear nerve) และเส้นที่ 6 (Abducens nerve) ที่มีส่วนในการควบคุมการเคลื่อนไหวของตาให้เกิดการกรอกเข้าหากัน (Convergence) เพื่อโฟกัสภาพในระยะใกล้และการทำงานร่วมกันของตาทั้งสองข้างเพื่อให้เกิดการมองเห็นภาพสามมิติ (Stereopsis)² การเกิดอาการตาล้ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับระบบการทำงานของดวงตาที่เกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนโฟกัส ได้แก่ กำลังเพ่งของเลนส์ตา (Amplitude of accommodation) ความยืดหยุ่นของการปรับสายตา (Accommodation facility) และ ความสามารถในการเบนตาเข้าของตา (Near point of convergence) ซึ่งมีความสำคัญในการทำงานร่วมกันเพื่อให้ตาเกิดการโฟกัสภาพขณะมองวัตถุในระยะใกล้ได้ชัด โดยระบบนี้จะมีการปรับเปลี่ยนไปมาระหว่างการมองวัตถุไกลและมองวัตถุใกล้ตลอดเวลา เมื่อระบบการทำงานของดวงตาเหล่านี้มีความผิดปกติจะส่งผลให้ความสามารถในการเพ่งโฟกัสสายตาผิดปกติไปด้วย ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการใช้สายตาในชีวิตประจำวันโดยเฉพาะในกลุ่มนักศึกษาได้³ ดังนั้นการหาวิธีการฝึกสายตาที่เหมาะสมอาจสามารถประยุกต์นำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้

การฝึกสายตาในอดีตมีการฝึกสายตาเพื่อพัฒนาระบบการปรับโฟกัสภาพ ด้วยอุปกรณ์เชือกบ่ามัดสายตา (Brock string) ร่วมกับ แผ่นชาร์ตใกล้ไกล (Near-far-near charts) เพื่อให้เกิดการกระตุ้นการทำงานของระบบการปรับเปลี่ยนโฟกัสในนักกีฬาฟุตบอล, บาสเก็ตบอล และแฮนด์บอล เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระบบการรวมภาพของตา (Convergence) และระบบการเพ่งของสายตา (Accommodation)⁴

ในปัจจุบันวิธีการฝึกสายตาโดยการโฟกัสด้วยปลายดินสอ (Pencil push-up training; PPT) ถูกนำมาใช้สำหรับฝึกสายตาในกลุ่มผู้ที่มีปัญหาการโฟกัสภาพในระยะใกล้ (Convergence insufficiency) เนื่องจากเป็นวิธีที่มีความสะดวกและสามารถทำต่อเองได้โดยง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการฝึกสายตาแบบอื่นๆ นอกจากนี้การฝึกด้วยปลายดินสอยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการโฟกัสภาพของตาและภาพรวมของระบบการทำงานของดวงตา เช่น การมองเห็นภาพสามมิติ (Stereopsis) ที่ดีขึ้น⁵ มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกสายตาในกลุ่มผู้ที่มีปัญหาการโฟกัสภาพในระยะใกล้ ด้วยการให้ผู้ป่วยฝึกโฟกัสที่ปลายดินสอ ผลการศึกษา พบว่าการฝึกสายตาสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการเบนตาเข้าของตา ในกลุ่มที่ได้รับการฝึกสายตาอย่างชัดเจน⁶ และมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องรายงานว่า การฝึกสายตาด้วยวิธีดังกล่าวสามารถเพิ่มกำลังเพ่งของเลนส์ตาและความยืดหยุ่นของการปรับสายตาได้อย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มผู้ป่วยนี้ได้เช่นกัน⁷

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกสายตาทั้งในผู้ที่มีสุขภาพดี โดยเฉพาะในกลุ่มวัยเรียน ยังมีจำนวนไม่มากนัก อีกทั้งผู้วิจัยได้สังเกตเห็นถึงความสำคัญของการฝึกสายตาในกลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัยยุคดิจิทัล ที่อาจสามารถนำไปใช้ฝึกในชีวิตประจำวันเพื่อลดอาการล้าของสายตาได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลแบบเฉียบพลันของการฝึกสายตา ด้วยวิธีการโฟกัสด้วยปลายดินสอ เป็นระยะเวลา 10 นาที ต่อระบบการปรับโฟกัสของตา

ได้แก่ กำลังเพ่งของเลนส์ตา ความยืดหยุ่นของการปรับสายตา และ ความสามารถในการเบนตาเข้าของตา ในนักศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้เข้าร่วมงานวิจัย

นักศึกษามหาวิทยาลัยจำนวน 28 คน (อายุ: 24 ± 2 ปี; ความสูง: 167 ± 5 เซนติเมตร; น้ำหนัก: 58.3 ± 7.1 กิโลกรัม; ดัชนีมวลกาย: 20.8 ± 1.5 กิโลกรัมต่อเมตร² (ค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้มีสุขภาพตาดีเป็นปกติได้แก่ 1) ได้รับการแก้ไขปัญหาสายตาด้านการมองเห็นด้วยแว่นตาหรือคอนแทกเลนส์แล้ว ได้ระดับสายตา (Visual acuity) ที่ 20/25 หรือดีกว่า ทั้งการมองเห็นในระยะไกลและระยะใกล้ ด้วยการตรวจโดยใช้ป้ายตรวจวัดสายตาสเนลเลน (Snellen charts) ที่ระยะ 6 เมตร และป้ายตรวจวัดสายตาสเนลเลนแบบย่อขนาด (Reduced Snellen charts) ที่ระยะ 13 เซนติเมตร 2) ไม่มีโรคตาที่ส่งผลกระทบต่อ การมองเห็น เช่น ตาเหล่ตาเข (Strabismus), ตาขี้เกียจ (Amblyopia / Lazy Eye), มีประวัติการผ่าตัดดวงตาที่เกี่ยวข้องกับการหักเหของแสงและกล้ามเนื้อตา ไม่มีโรคตากระตุก (Nystagmus) และโรคตาอื่น โดยมีการคัดกรองโรคโดยนักทัศนมาตร (Optometrist) 3) ไม่มีประวัติเกี่ยวกับโรคประจำตัวที่ส่งผลกระทบต่อ การมองเห็น เช่น การได้รับบาดเจ็บทางสมอง โรคทางระบบประสาทที่ส่งผลกระทบต่อ การมองเห็นและการเคลื่อนไหว ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทุกคนเซ็นเอกสารยินยอมเข้าร่วมงานวิจัยและได้รับข้อมูลขั้นตอนการทำวิจัยรวมถึงประโยชน์ของงานวิจัยก่อนตัดสินใจร่วมงานวิจัย โดยงานวิจัยนี้ได้ผ่านการตรวจสอบจริยธรรมจากมหาวิทยาลัยมหิดล (MU-CIRB 2021/140.2203) ตามขั้นตอนที่สอดคล้องกับปฏิญญาเฮลซิงกิปี 2013

รูปแบบงานวิจัย

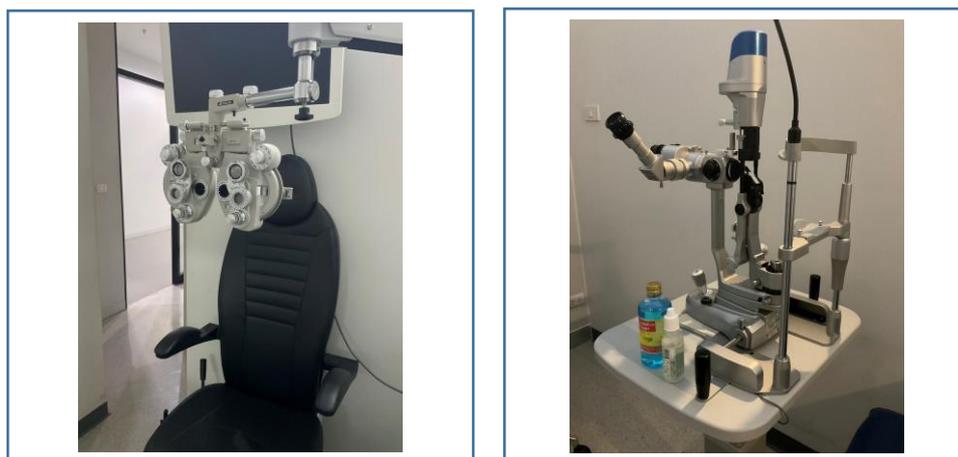
ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะถูกแบ่งออกเป็นทั้งหมด 2 กลุ่มเท่า ๆ กัน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้แก่ 1) กลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการฝึกสายตา (ST, n=14) และ 2) กลุ่มนักศึกษาที่ไม่ได้รับการฝึกสายตา (SU, n=14) โดยกลุ่ม ST ได้รับการเก็บข้อมูลก่อนการทดลองในระบบสายตา ได้แก่ กำลังเพ่งของเลนส์ตา และความยืดหยุ่นของการปรับสายตา และความสามารถในการเบนตาเข้าของตา หลังจากนั้นทำการทดลองฝึกสายตาด้วยการโฟกัสปลายดินสอ (PPT) เป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บข้อมูลหลังการทดลอง กลุ่ม SU ได้รับการเก็บข้อมูลก่อนการทดลองในระบบสายตา จากนั้นทำการพักสายตาเป็นระยะเวลา 10 นาที และเก็บข้อมูลหลังการทดลอง และนำข้อมูลวิเคราะห์ด้วยสถิติ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงวิธีการดำเนินงานวิจัย

การเก็บข้อมูลงานวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการตอบแบบสอบถาม และจากนั้นจะได้รับการประเมินระดับการมองเห็นของดวงตาโดยนักทัศนมาตรด้วยเครื่อง กะโหลกวัดสายตา (Phoropter) ร่วมกับป้ายตรวจวัดสายตาสเนลเลน (Snellen charts) ที่ระยะ 6 เมตร และป้ายตรวจวัดสายตาสเนลเลนแบบย่อขนาด (reduced Snellen charts) ที่ระยะ 13 เซนติเมตร ดังภาพที่ 2
2. ได้รับการตรวจประเมินสุขภาพตาเบื้องต้นด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดพิเศษ (Slit lamp) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กะโหลกวัดสายตา (Phoropter) และกล้องจุลทรรศน์ชนิดพิเศษ (Slit Lamp)

3. เก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลองในระบบการโฟกัสของตาได้แก่
 - กำลังเพ่งของเลนส์ตา (Amplitude of accommodation) วัดด้วยไม้วัดสายตากองทัพอากาศ (Royal Air Force Rule (RAF Rule)) ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำการนั่งที่เก้าอี้จากนั้นใช้ไม้วัดสายตาวางบนแก้มทั้งสองข้างหรือคร่อม

ระหว่างจมูกของผู้เข้าร่วมงานวิจัย จากนั้นใช้แผ่นชาร์ตตรวจวัดสายตาเนลเลนแบบย่อขนาด (Reduced Snellen charts) มองโฟกัสที่ตัวอักษรบรรทัด 20/25 ผู้ทดสอบเลื่อนแผ่นชาร์ตเข้าหาตาของผู้เข้าร่วมงานวิจัยจนกว่าผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะเห็นภาพเบลอให้ทำการหยุดและบันทึกข้อมูลหน่วยเป็น Diopter(D) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ไม้วัดสายตากองทัพอากาศ (Royal Air Force Rule (RAF Rule)) และชาร์ตตรวจวัดสายตาเนลเลนแบบย่อขนาด (Reduced Snellen charts)

-ความยืดหยุ่นของการปรับสายตา (Accommodation facility) วัดด้วยเลนส์ผิวกระจกราบ 2 ด้าน ค่ากำลัง ± 2.00 (flipper lens ± 2.00) โดยให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยนั่งที่เก้าอี้ มองที่แผ่นชาร์ตตรวจวัดสายตาเนลเลนแบบย่อขนาด (Reduced Snellen charts) มองโฟกัสที่ตัวอักษรบรรทัด 20/30 โดยจะต้องมองผ่านเลนส์ที่ละด้านเมื่อมองผ่านเลนส์และโฟกัสภาพเห็นชัดแล้วให้ทำการพลิกเลนส์ไปอีกด้านทำการโฟกัสจนชัดและพลิกกลับไปมา จับเวลา 1 นาทีและบันทึกข้อมูลหน่วยเป็นจำนวนรอบต่อนาที ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 เลนส์ผิวกระจกราบ 2 ด้าน ค่ากำลัง ± 2.00 (flipper lens ± 2.00)

-ความสามารถในการเบนตาเข้าของตา (Near point of convergence) วัดด้วยไม้วัดสายตากองทัพอากาศ (Royal Air Force Rule) ผู้เข้าร่วมงานวิจัยทำการนั่งอยู่ที่เก้าอี้ จากนั้นใช้ไม้วัดสายตาดบนแก้มทั้งสองข้างหรือคล้องระหว่างจมูกของผู้เข้าร่วมการทดลอง จากนั้นใช้แผ่นชาร์ตแบบจุดบนเส้นแนวตั้ง (A dot on a line charts) มองโฟกัสที่จุดตรงกลาง ผู้ทดลองเลื่อนแผ่นชาร์ตเข้าหาตาของผู้ร่วมวิจัยจนกว่าผู้ร่วมวิจัยจะเห็นภาพเบลอหรือแยกออกเป็นสองภาพ ให้ทำการหยุดและบันทึกข้อมูลหน่วยเป็นเซนติเมตร ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ไม้วัดสายตาทองทัพอากาศ (Royal Air Force Rule (RAF Rule)) และแผ่นชาร์ตแบบจุดบนเส้นแนวตั้ง (A dot on a line charts)

4. ขั้นตอนการฝึกโฟกัสปลายดินสอ (Pencil push-up training)

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยในกลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการฝึกสายตา (ST) นั่งที่เก้าอี้ ถัดดินสอค้างไว้ที่ปลายแขน ทำการโฟกัสที่ปลายดินสอ จากนั้นเลื่อนปลายดินสอเข้าหาตาจนกว่าปลายดินสอกลายเป็นภาพเบลอหรือเห็นเป็นภาพซ้อน ให้ทำการหยุดและโฟกัสภาพต่อถ้ายังสามารถรวมภาพหรือเห็นชัดได้ให้เลื่อนเข้าต่อไปจนกว่าจะเห็นภาพเบลอ มองที่ระยะนี้เป็นเวลา 2 วินาที จากนั้นค่อยๆเลื่อนปลายดินสอออกจนสุดแขนที่เดิม และเริ่มทำการฝึกตามรูปแบบเดิมสลับไปมาเป็นระยะเวลา 10 นาที ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การฝึกโฟกัสปลายดินสอ (Pencil push-up training)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้ Shapiro-Wilk test เพื่อหาการกระจายตัวของข้อมูลปกติ จากนั้นใช้สถิติ Independent t-test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลทั้ง 2 กลุ่ม แสดงเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สถิติ Paired t-test ในการเปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลองฝึกสายตา ทำการคำนวณการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของร้อยละ (percentage changes) และวิเคราะห์ความแตกต่างของร้อยละ ด้วยสถิติ Independent t-test กำหนดค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p\text{-value} < 0.05$ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS 18.0

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของผู้เข้าร่วมงานวิจัยทั้งสองกลุ่ม; กลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการฝึกสายตา (ST) จำนวน 14 คน และกลุ่มนักศึกษาที่ไม่ได้รับการฝึกสายตา (SU) จำนวน 14 คน

ตัวแปร	ST	SU	p-value
อายุ (ปี)	24±2	24±1	0.854
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	167±5	161±6	0.277
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	58.3±7.1	50.9±6.4	0.093
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	20.8±1.5	19.5±1.3	0.173
ระดับสายตา (ตาขวา) (ทศนิยม)	0.9±0.1	1.0±0.0	0.740
ระดับสายตา (ตาซ้าย) (ทศนิยม)	0.9±0.1	1.0±0.0	0.801
ระดับสายตา (สองตา) (ทศนิยม)	0.9±0.1	1.0±0.0	0.776
ค่าสายตา (ตาขวา) (ไดออปเตอร์)	-1.00±1.00	-0.75±1.25	0.672
ค่าสายตา (ตาซ้าย) (ไดออปเตอร์)	-1.00±1.25	-0.75±1.25	0.649

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางกายภาพของกลุ่มที่ได้รับการฝึกสายตา (ST) และกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกสายตา (SU) ได้แก่ อายุ ส่วนสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ระดับสายตา และค่าสายตาของผู้เข้าร่วมการทดลอง พบว่าไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 ตารางการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกและหลังการฝึกสายตา ของค่ากำลังฟุ้งของเลนส์ตา ความยืดหยุ่นของการปรับสายตา และ ความสามารถในการเบนตาเข้าของตา และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการฝึกสายตา (ST) และนักศึกษาที่ไม่ได้รับการฝึกสายตา (SU)

ตัวแปร	กลุ่ม	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ผลต่างค่าเฉลี่ย	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง	p-value
กำลังฟุ้งของเลนส์ตา (ไดออปเตอร์)	ST	8.59±0.55	12.29±1.03* [#]	3.70±0.79	43	<0.001 ^a
	SU	8.63±0.42	8.84±0.40	0.21±0.41	2	
ความยืดหยุ่นของการปรับสายตา (รอบต่อนาที)	ST	13.33±1.04	19.41±0.67* [#]	6.08±0.37	46	<0.001 ^a
	SU	15.36±0.64	15.37±0.45	0.01±0.19	0(0.06)	
ความสามารถในการเบนตาเข้าของตา (เซนติเมตร)	ST	13.60±0.50	9.51±0.88* [#]	-4.09±0.38	-43	0.032 ^a
	SU	11.78±0.58	11.40±0.58	-0.38±0.58	-3	

* $p < 0.05$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

$p < 0.05$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกสายตาและกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกสายตาเมื่อวัดค่าหลังการทดลอง

^a $p < 0.05$ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกสายตาและกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกสายตา

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลแบบเฉียบพลันของการฝึกสายตา ด้วยวิธีการโฟกัสด้วยปลายดินสอด เป็นระยะเวลา 10 นาที ต่อระบบการปรับโฟกัสของตา ได้แก่ กำลังเพ่งของเลนส์ตา ความยืดหยุ่นของการปรับสายตา และความสามารถในการเบนตาเข้าของตาในนักศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัย ผลการศึกษาพบว่า เมื่อมีการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการฝึกโฟกัสด้วยปลายดินสอดเป็นเวลา 10 นาที ในกลุ่มนักศึกษาที่ได้รับการฝึกสายตา พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่ากำลังเพ่งของเลนส์ตา ความยืดหยุ่นของการปรับสายตา และความสามารถในการเบนตาเข้าของตา ในขณะที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกสายตา และพบว่าค่าร้อยละการเปลี่ยนแปลงมีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกตัวแปรเมื่อมีการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการศึกษานี้มีจำนวนกลุ่มเพศหญิงและชายในสัดส่วนที่ไม่เท่ากัน แต่จากงานวิจัยของ Rutstein RP และคณะในปี ค.ศ.2016 พบว่าเพศ (ชาย หรือ หญิง) ไม่มีผลต่อความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่ากำลังเพ่งของสายตา และความสามารถของตาในการปรับโฟกัสภาพอันได้แก่ ความยืดหยุ่นในการปรับสายตา และความสามารถในการเบนตาเข้าของตา⁸

Hashemi และคณะ ในปี ค.ศ.2017 ได้รายงานค่าระบบกำลังเพ่งของเลนส์ตา (Amplitude of accommodation) ในประชากรสุขภาพดีของประเทศอิหร่าน ที่มีอายุระหว่าง 11-17 ปี ว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10.40 ไดออปเตอร์ และจะมีการลดลงตามอายุที่มากขึ้น⁹ ต่อมาในปี ค.ศ.2019 Hashemi และคณะ ก็ได้รายงานค่าความสามารถในการเบนตาเข้าของตา (Near point of convergence) ว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 9.92 เซนติเมตรในคนอายุ 18 ถึง 20 ปี โดยเมื่ออายุเพิ่มขึ้นระยะการเบนเข้าจะมากขึ้น¹⁰ ส่วนค่าความยืดหยุ่นของการปรับสายตา (Accommodation facility) นั้น O'Leary และคณะ ในปี ค.ศ. 2001 ได้รายงานว่าจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 15.6 รอบต่อนาที ในคนอายุ 22 ปี¹¹ สำหรับผลของการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าในกลุ่มนักศึกษาสุขภาพดีของประเทศไทย ที่มีอายุเฉลี่ย 24±2 ปี มีค่าระบบกำลังเพ่งของเลนส์ตาใน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.60 ไดออปเตอร์ ค่าการเบนตาเข้าของตามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10.90 เซนติเมตร ค่าความยืดหยุ่นของการปรับสายตาจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 15.5 รอบต่อนาที เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาข้างต้น พบว่าค่าระบบกำลังเพ่งของเลนส์ตามีค่าต่ำกว่าการศึกษาของ Hashemi ในปี ค.ศ.2017 ส่วนค่าความสามารถในการเบนตาเข้าของตา พบว่ามีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Hashemi ในปี ค.ศ.2019 และค่าความยืดหยุ่นของการปรับสายตา พบว่ามีค่าไม่แตกต่างจากการศึกษา O'Leary ในปี ค.ศ.2001 ซึ่งผลดังกล่าวอธิบายได้ว่า อาจเนื่องจากอายุของประชากร (11-17 ปี และ 24 ปี) ที่แตกต่างระหว่างศึกษาปัจจุบัน และการศึกษาก่อนหน้า^{9,10} และอาจบ่งชี้ถึงการใช้สายตาที่มากขึ้นในนักศึกษา มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบการปรับโฟกัสของตา ได้แก่ ระบบกำลังเพ่งของเลนส์ตาที่มีค่าต่ำลง และการเบนตาเข้าของตาที่มีค่าสูงขึ้นได้

หลังจากการฝึกด้วยวิธีการโฟกัสปลายดินสอด พบว่าค่ากำลังเพ่งของเลนส์ตามีการเพิ่มสูงขึ้น จาก 8.60 เป็น 12.30 ไดออปเตอร์, มีการรอกตาเข้าใกล้เพื่อมองภาพได้ใกล้ขึ้นของความสามารถในการเบนตาเข้าของตา จาก 13.60 เป็น 9.50 เซนติเมตร และความยืดหยุ่นของการปรับสายตาจาก 13 รอบต่อนาที เป็น 19 รอบต่อนาที ซึ่งผลการวิจัยคล้ายกับการศึกษาของ Horwood AM และคณะในปี ค.ศ. 2014 รายงานว่าหลังการฝึกสายตาด้วยรูปแบบการเพิ่มกำลังเพ่งของเลนส์ตา และความสามารถในการเบนตาเข้าของตา ในรูปแบบการฝึกโฟกัสภาพในระยะไกล ระยะกลาง และระยะใกล้ เป็นเวลา 5 นาทีต่อครั้ง 3 ครั้งต่อวัน โดยทำการฝึกทุกวันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในนักศึกษามหาวิทยาลัยจำนวน 156 คน พบว่า ความสามารถในการเบนตาเข้าของตา มีความเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ระบบกำลังเพ่งของเลนส์ตามีการเปลี่ยนแปลงที่มากขึ้นแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ¹²

จากการศึกษาของ Scheiman และคณะ ในปีค.ศ. 2012 พบว่าหลังจากการฝึกสายตาโดยรูปแบบวิจัยเป็นการฝึกด้วยการโฟกัสปลายดินสอด 10 นาทีต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ในเด็กอายุ 9-17 ปีที่มีความบกพร่องในการปรับสายตาด้านจำนวน 221 คน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงหลังจากการฝึกสายตา ค่ากำลังการเพ่งของเลนส์ตา และความยืดหยุ่นของการปรับสายตา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อธิบายได้ว่า เนื่องจากการฝึกด้วยการโฟกัสปลายดินสอด เป็นการกระตุ้นการปรับโฟกัสตาให้เกิดความยืดหยุ่นในการปรับสายตาจึงส่งผลต่อการปรับสายตาในระยะไกลและระยะใกล้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และพบว่าผลของการเปลี่ยนแปลงในระบบสายตายังคงอยู่หลังจากเวลาผ่านไป 1 ปี โดยพบว่ามีความยืดหยุ่น 12.5 ที่มีค่ากำลังการเพ่งของเลนส์ตา ลดลง และร้อยละ 11 ที่พบว่าความยืดหยุ่นของการปรับสายตาลดลง¹³ โดยผลการวิจัยเป็นไปในทางเดียวกันที่พบว่า กำลังการเพ่งของเลนส์ตา และความยืดหยุ่นของการปรับสายตา มีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นจากการฝึกโฟกัสสายตาด้วยปลายดินสอด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงของกำลังการเพ่งของเลนส์ตา และความยืดหยุ่นของการปรับสายตา แม้ทำการฝึก 10 นาทีเพียง 1 ครั้ง

จากผลการศึกษาข้างต้น สามารถอธิบายได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของระบบ การกรอกตาเข้าหากัน (convergence) และ โฟกัสตาของตา (accommodation) นั้น เกิดเมื่อตาโฟกัสมองวัตถุที่ปรากฏอยู่ใกล้ กลไกของลูกตาจะพยายามปรับให้กลับมาสู่สภาวะตาปกติที่เคยเป็น (set point) คือตำแหน่งตาปกติ ซึ่งเป็นการทำงานของกลไกในการรักษาสมดุลภาพ ผู้วิจัยพบว่าหลังจากการฝึกสายตาด้วยการโฟกัสปลายดินสอด การเพ่งของตาที่เกิดขึ้นมากเกินไป (Excessive tonic adaptation of accommodation) ลดลง และสร้างสมดุลของการเพ่งสายตาและการกรอกตาเข้าหากัน (accommodation-convergence) เพื่อให้การโฟกัสตาได้สมดุลมากขึ้น จึงกล่าวได้ว่า การฝึกสายตาด้วยการโฟกัสปลายดินสอดเป็นการเปลี่ยนแปลงของระบบการปรับภาพของตา โดยจากงานวิจัยกล่าวว่าการฝึกสายตาด้วยการโฟกัสปลายดินสอดจะเริ่มส่งผลการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนเมื่อมีการฝึกเป็นระยะเวลาตั้งแต่ 10 นาที¹⁴

การฝึกโฟกัสด้วยปลายดินสอดเป็นการฝึกที่ส่งผลต่อการฟื้นฟูการปรับโฟกัสสายตาในระยะต่าง ๆ และเป็นการฝึกที่ได้รับความนิยมในกลุ่มผู้ที่มีอาการกำลังการกรอกตาเข้าหากันไม่เพียงพอ (Convergence Insufficiency) ซึ่งส่งผลต่อการปรับโฟกัสสายตาที่ผิดปกติของการปรับสายตาในระยะไกล ระยะกลาง และระยะใกล้สลับไปมา โดยเกี่ยวข้องกับระบบในดวงตา ได้แก่ กำลังการเพ่งของเลนส์ตา ความยืดหยุ่นของการปรับสายตา และ ความสามารถในการเบนตาเข้าของตา การฝึกโฟกัสด้วยปลายดินสอดเป็นการจำลองระยะการโฟกัสตาและฝึกปรับให้ดวงตาลกลับมาที่มีความยืดหยุ่นในการปรับสายตามากขึ้นเพิ่มกำลังในการกรอกตาเข้าหากัน (Convergence function) จึงทำให้การปรับโฟกัสตาของตาทำได้คล่องตัวมากยิ่งขึ้นและลดอาการตาตำ (Asthenopia) ในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการฝึกโฟกัสด้วยปลายดินสอด¹⁵ โดยในงานวิจัยนี้พบว่า การฝึกโฟกัสด้วยปลายดินสอดสามารถส่งผลกระทบต่อระบบที่จำเป็นต่อการปรับสายตาได้ตั้งแต่การฝึกเป็นเวลา 10 นาทีในครั้งแรก มีการศึกษาการฝึกสายตาในนักกีฬาระยะยาว เช่น จากการฝึกของ Quevedo และคณะ ในปีค.ศ. 2012 พบว่าการฝึกสายตาในกลุ่มนักกีฬาวิ่งเป็นเวลา 9 สัปดาห์พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในระบบ การเพ่งของสายตา (Accommodation) และความยืดหยุ่นของการปรับสายตา (Accommodation facility) และพบค่าคะแนนการยิงเป้าที่สูงขึ้นเมื่อเทียบก่อนและหลังการฝึก¹⁶ และการศึกษาของ Rezaee และคณะ พบการเปลี่ยนแปลงที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของ ความยืดหยุ่นของการปรับสายตา (Accommodation facility) และความสามารถในการกรอกตา (Vergence) ในกลุ่มนักกีฬาบาสเก็ตบอล และปิงปอง หลังจากมีการฝึกสายตาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์¹⁷ ทั้งนี้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงผลของการฝึกสายตาแบบฉบับพรีน การศึกษาต่อไปในอนาคตจึงควรศึกษาเปรียบเทียบระหว่างผลแบบฉบับพรีนและระยะยาวต่อไป

สรุปผลงานวิจัย

การฝึกโฟกัสภาพด้วยปลายดินสอ เป็นเวลา 10 นาที สามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบการปรับโฟกัสภาพของตา ได้แก่ ค่ากำลังเพ่งของเลนส์ตา ความยืดหยุ่นของการปรับสายตา และความสามารถในการเบนตาเข้าของตา ในกลุ่มนักศึกษามหาวิทยาลัย โดยให้ผลหลังการฝึกที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก ผู้วิจัยจึงแนะนำการฝึกนี้ในผู้ที่สนใจการบริหารดวงตาเพื่อเพิ่มความสบายตาระหว่างการเรียนหรือทำงาน จนถึงกลุ่มที่ต้องใช้สายตาอย่างจริงจังในอาชีพเช่น นักกีฬาต่างประเภทต่าง ๆ โดยเฉพาะกีฬาประเภทแร็กเก็ต สปอร์ต (racket sports) เนื่องจากเป็นกีฬาที่ต้องอาศัยการโฟกัสภาพของดวงตาในระยะทางต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

1. Kaya, Huseyin. (2020). Investigation of the effect of online education on eye health in Covid-19 pandemic. *Int J Assess Tool. Educ.* 488-496.
2. Oveneri-Ogbomo, G., & Oduntan, O. (2015). Mechanism of accommodation: A review of theoretical propositions. *African Vis Eye Health*, 74(1), 6.
3. Iribarren R, Fornaciari A, Hung GK. Effect of cumulative nearwork on accommodative facility and asthenopia. *Int Ophthalmol.* 2001 Jul;24, 205-212.
4. Zwierko, T., Puchalska-Niedbat, L., Krzepota, J., Markiewicz, M., Wozniak, J., & Lubinski, W. (2015). The Effects of Sports Vision Training on Binocular Vision Function in Female University Athletes. *J Hum Kinet*, 49, 287–296.
5. Gallaway, M., Scheiman, M., & Malhotra, K. (2002). The effectiveness of pencil pushups treatment for convergence insufficiency: a pilot study. *Optom Vis Sci: official publication of the American Academy of Optometry*, 79(4), 265–267.
6. Suner, A., Trisna, L., & Bahar, E. (2019). Effectiveness of eight weeks pencil push up therapy for patients with convergence insufficiency in RSMH Ophthalmology Clinic Palembang. *Ophthalmological Indonesian*, 43(1), 76.
7. Song D, Yin L, Chen D, Qian J, Chen Z. Comparison of alternate part-time patching and pencil push-up training for patients with intermittent exotropia. *BMC Ophthalmol.* 2022 Dec;22(1):1-7.
8. Rutstein, R. P., Fuhr, P. D., & Swiatocha, J. (1993). Comparing the amplitude of accommodation determined objectively and subjectively. *Optom Vis Sci : official publication of the American Academy of Optometry*, 70(6), 496–500.
9. HashemiH, Nabovati, P., Yekta, A. A., Ostadimoghaddam, H., Forouzesh, S., Yazdani, N., & Khabazkhoob, M. (2017). Amplitude of accommodation in an 11- to 17-year-old Iranian population. *Clin Exp Optom*, 100(2), 162–166.

10. Hashemi H, Pakbin M, Ali B, Yekta A, Ostadimoghaddam H, Asharlous A, Aghamirsalim M, Khabazkhoob M. Near Points of Convergence and Accommodation in a Population of University Students in Iran. *J Ophthalmic Vis Res.* 2019 Jul 18;14(3):306-314.
11. O'Leary, D. J., & Allen, P. M. (2001). Facility of accommodation in myopia. *Ophthalmic Physiol Opt: the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 21(5), 352–355.
12. Horwood, A. M., Toor, S. S., & Riddell, P. M. (2014). Change in convergence and accommodation after two weeks of eye exercises in typical young adults. *J AAPOS: the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 18(2), 162–168..
13. Scheiman, M., Cotter, S., Kulp, M. T., Mitchell, G. L., Cooper, J., Gallaway, M., Hopkins, K. B., Bartuccio, M., Chung, I., & Convergence Insufficiency Treatment Trial Study Group (2011). Treatment of accommodative dysfunction in children: results from a randomized clinical trial. *Optom Vis Sci: official publication of the American Academy of Optometry*, 88(11), 1343–1352..
14. Hazman, Azam & Abdmanan, Faudziah. (2015). Effects of 10 minutes Opened-Loop Vergence training on accommodation parameters. *SEGi Review.* 9. 75-81.
15. Sapkota K, Sah DK, Bhattarai S, Sharma AK, Shrestha JK, Shah DN. Effectiveness of pencil push up therapy in patients with convergence insufficiency: a pilot study. *Health Renaissance.* 2011;9(3):157-161.
16. Quevedo, Luisa & Forto, Joan. (1995). Visual training programme applied to precision shooting. *Ophthalmic Physiol Opt: the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*. 15. 519-523. 10.1016/0275-5408(95)00068-O.
17. Rezaee, M., Ghasemi, A., & Momeni, M. (2012). Visual and athletic skills training enhance sport performance. *Eur J Exp Biol.*, 2. 2243-2250