

บทความวิจัย

การคัดกรองการมองเห็นในเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 ในเขตจังหวัดพิษณุโลก

Vision Screening of Primary School Children Grades 1 to 6 in Phitsanulok Province

จุลจิตร ตั้งตระการพงษ์ (Jullajit Tungtrakanpoung)*

สุทธิศรีบุญพงษ์ จัน โย (Sutthisaranyupong Chanyo)*

ศตพร แว่วเสียงสังข์ (Sattaporn Weawsiangsang)*

ดวงพร พิกุลทอง (Tuangphorn Phikulthong)**

ชนกนันท์ ฝากมิตร (Chanoknun Fakmit)***

นัฐการณ์ สีจ๊ะ (Nutthakan Seeja)****

อัครินทร์ ช้างทอง (Akawan Changtong)****

เจษฎากร ศิริวัฒน์ (Jesadagorn Siriwatch)****

พงศ์นุกูล คงใจดี (Pongnugoon Kongjaidee)****

กิตติกร สุพงศ์ปัญญา (Kittikom Supongpinyo)****

อดิเทพ ดารดาษ (Adithep Daradas)****

Received: October 15, 2024

Revised: November 20, 2024

Accepted: January 30, 2025

บทคัดย่อ

การตรวจคัดกรองสายตามีบทบาทสำคัญในการตรวจหาความผิดปกติทางการมองเห็นในเด็กเพื่อให้ทราบความผิดปกติได้อย่างรวดเร็ว และป้องกันการเกิดปัญหาทางการมองเห็นที่รุนแรงตามมาการวิจัยนี้เป็นการศึกษาข้อมูลแบบย้อนหลัง (Retrospective research) มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดกรองภาวะผิดปกติทางสายตา ได้แก่ ความสามารถในการมองเห็น ความผิดปกติของการมองเห็นสี และความสามารถในการมองภาพ 3 มิติ และศึกษาความสัมพันธ์ของอายุกับความสามารถในการมองภาพ 3 มิติ และอายุกับภาวะสายตาผิดปกติในเด็กชั้นประถมศึกษาในเขตจังหวัดพิษณุโลกสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติเชิงพรรณนา และสถิติทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล

****Corresponding author: Adithep Daradas; E-mail: adithepd@nu.ac.th

*อาจารย์ ภาควิชาทัศนมาตรศาสตร์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (Instructor, Department of Optometry, Faculty of Allied Health Science, Naresuan University)

**อาจารย์ สาขาวิชาการส่งเสริมสุขภาพ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา (Instructor, Division of Health Promotion, Faculty of Public Health, University of Phayao)

***อาจารย์ สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสหเวชศาสตร์ วิทยาลัยนอร์ทเทิร์น (Instructor, Division of Occupational Health and Safety, Faculty of Allied Health Science, Northern College)

****อาจารย์ ภาควิชาทัศนมาตรศาสตร์ และหน่วยวิจัยด้านสหวิทยาการสุขภาพและวิทยาศาสตร์ข้อมูล คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (Instructor, Department of Optometry and Interdisciplinary Health and Data Sciences Research Unit, Faculty of Allied Health Science, Naresuan University)

2 ตัวแปรโดยศึกษาข้อมูลจากเวชระเบียนของภาควิชาทัศนมาตรศาสตร์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผลการวิจัยพบว่า การคัดกรองทั้งหมด 474 ดวงตา จากนักเรียนจำนวน 237 คน มีอายุเฉลี่ย 9.46 ± 1.71 ปี การคัดกรองภาวะสายตาสั้นในระยะใกล้ พบสายตาสั้น 423 ตา (ร้อยละ 89.2) สายตาสั้นผิดปกติเล็กน้อย 22 ตา (ร้อยละ 4.7) และสายตาสั้นผิดปกติมาก 29 ตา (ร้อยละ 6.1) การคัดกรองภาวะสายตาสั้นในระยะไกล พบสายตาสั้น 454 ตา (ร้อยละ 95.8) สายตาสั้นผิดปกติเล็กน้อย 8 ตา (ร้อยละ 1.7) และสายตาสั้นผิดปกติมาก 12 ตา (ร้อยละ 2.5) ผลการคัดกรองการมองเห็นสีพบว่าปกติ 233 คน (ร้อยละ 98.3) และผิดปกติ 4 คน (ร้อยละ 1.7) นอกจากนี้ พบความสามารถในการมองภาพ 3 มิติอยู่ในเกณฑ์ปกติ 204 คน (ร้อยละ 86.1) และผิดปกติ 33 คน (ร้อยละ 13.9) และพบความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างอายุกับความสามารถในการมองภาพ 3 มิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r_s = -0.490$, $p\text{-value} < 0.001$)

การวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการตรวจคัดกรองการมองเห็นในเด็กนักเรียนนั้นมีความสำคัญทำให้ทราบความผิดปกติทางการมองเห็นได้อย่างรวดเร็ว ผู้เชี่ยวชาญด้านสุขภาพสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้มาใช้ในการแก้ไขปัญหาการมองเห็นในเด็กนักเรียน รวมถึงผู้กำหนดนโยบายพัฒนารูปแบบการคัดกรองการมองเห็นเพื่อการคัดกรองเด็กนักเรียนในอนาคตให้มีการมองเห็นที่ดี

คำสำคัญ: การคัดกรองการมองเห็น, นักเรียนชั้นประถมศึกษา, สายตาสั้นผิดปกติ, การมองเห็นสี, การมองภาพ 3 มิติ

Abstract

Vision screening is essential for detecting visual abnormalities in children, allowing for early identification and the prevention of more serious vision issues later on. In this retrospective study, primary school students in Phitsanulok Province were screened for abnormalities in visual acuity, color vision and stereopsis ability. Also investigated were the associations between age and stereopsis ability as well as age and refractive error. Descriptive statistics and bivariate correlation were used in the data analysis. This study used medical records from the Department of Optometry in Naresuan University's Faculty of Allied Health Science.

A total of 474 eyes were screened from 237 students, whose mean age was 9.46 ± 1.71 years. The findings indicated that in the distant vision screening, 423 eyes (89.2%) had normal vision, 22 eyes (4.7%) had mild abnormalities, and 29 eyes (6.1%) had severe abnormalities. On the other hand, in the near vision screening, 454 eyes (95.8%) had normal vision, 8 (1.7%) had mild abnormalities, and 12 (2.5%) had severe abnormalities. Other results showed that 233 students (98.3%) had normal color vision, while 4 students (1.7%) had impaired color vision. Also, 204 students (86.1%) had normal stereopsis, whereas 33 students (13.9%) had abnormal stereopsis. Finally, a significant negative correlation was found between age and stereopsis ability ($r_s = -0.490$, $p\text{-value} < 0.001$).

This research demonstrates the importance of vision screening in school children for the early detection of visual abnormalities. The findings can help healthcare professionals identify common vision issues in primary school-aged children. Additionally, the data can serve as a model for policymakers to develop more effective child eyesight screening programs, ensuring that children receive the best care for good vision.

Keywords: Vision screening, Primary school children, Refractive error, Color vision, Stereopsis

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การตรวจคัดกรองสายตามีบทบาทสำคัญในการตรวจหาความผิดปกติทางการมองเห็นในเด็ก เนื่องจากความผิดปกติเกี่ยวกับดวงตาบางอย่างไม่มีอาการแสดงถึงความผิดปกติ นอกจากนี้การตรวจคัดกรองช่วยให้เด็กได้รับการวินิจฉัยและการรักษาได้ในระยะเริ่มต้น และลดผลกระทบจากภาวะผิดปกติที่ไม่ได้รับการแก้ไขที่อาจมีผลต่อพัฒนาการทางการมองเห็นของเด็ก (Atowa, Wajuihian, & Hansraj, 2019) ซึ่งการตรวจคัดกรองสายตาในเด็กเป็นการประเมินเพื่อตรวจหาความสามารถในการมองเห็นที่ลดลงหรือปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่อพัฒนาการของดวงตาและระบบทางการมองเห็นในเด็กได้ (Wallace et al., 2018) ภาวะสายตาผิดปกติ (Refractive error) ถือเป็นปัญหาสำคัญ

ที่ส่งผลต่อความบกพร่องทางการมองเห็นทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อคุณภาพทางการศึกษาคุณภาพชีวิตที่ลดลง (Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease, & the GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators, 2024) ความบกพร่องทางการมองเห็นที่ไม่ได้รับการแก้ไขอาจนำไปสู่ปัญหาภาวะตาที่เกี่ยวข้องตาเหลือนรางและตาบอดได้ในอนาคต (Ittarat, 2018; Murthy et al., 2002; Sattabunjong, 2022) ภาวะความผิดปกติของสายตานั้นแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ภาวะสายตาสั้น ภาวะสายตาวาย ภาวะสายตาเอียง และภาวะสายตาวายตามัว (Mohammed Dhaiban, Ummer, Khudadad, & Veettil, 2021) ปัญหาเหล่านี้ควรได้รับการคัดกรอง วินิจฉัย

และแก้ไขปัญหาดังแต่ด้วยเด็ก เพื่อป้องกันการเกิดความบกพร่องทางการมองเห็น จนนำไปสู่การสูญเสียการมองเห็นของเด็กในอนาคต (Ambrosino, Dai, Antonio Aguirre, & Collins, 2023) และการคัดกรองนั้นเป็นสิ่งที่ช่วยให้ทราบความผิดปกติได้รวดเร็ว และสามารถทำได้โดยผู้ให้บริการทางด้านสายตาเบื้องต้น หรือบุคคลทั่วไปที่ได้รับการฝึกอบรมด้านการคัดกรองการมองเห็น (Loh & Chiang, 2018) จากการตรวจคัดกรองในเด็กประถมศึกษาของประเทศไทย อายุ 6-12 ปี พบว่า เด็กส่วนใหญ่มีภาวะสายตาปกติ (ร้อยละ 74.8) รองลงมาคือมีภาวะสายตาสั้น (ร้อยละ 17.0) และสายตายาว (ร้อยละ 8.2) ตามลำดับ (Yingyong, 2010) และจากการคัดกรองในเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในอำเภอปราสาท จังหวัดสุรินทร์ พบว่า มีนักเรียนที่มีระดับการมองเห็นที่ผิดปกติและไม่ได้รับการแก้ไขซึ่งเป็นสาเหตุอันดับ 1 ของการมองเห็นที่ผิดปกติ (Ittarat, 2018) นอกจากนี้ ยังมีการสำรวจความผิดปกติทางสายตาในเด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดขอนแก่นพบว่า มีนักเรียนที่มีความผิดปกติทางสายตา (ร้อยละ 0.46) และมีภาวะตาขี้เกียจร่วมด้วย (ร้อยละ 5.36) (Sattabunjong, 2022)

นอกจากภาวะสายตาผิดปกติที่มีความจำเป็นต้องคัดกรองตั้งแต่เด็ก ภาวะตาบอดสีและความสามารถในการมองภาพ 3 มิติในเด็กควรได้รับการคัดกรองเช่นกัน ปัญหาความผิดปกติของการมองเห็นสีนั้นอาจเกิดขึ้นจากปัจจัยทางพันธุกรรม ความผิดปกติของจอประสาทตา หรืออาจมีความผิดปกติทางระบบประสาทและสมอง (Suparyadi, Yusro, & Yuliatmojo, 2019) นอกจากนี้ตาบอดสียังอาจเกิดจากโรคทางตาบางชนิด การเกิดอุบัติเหตุทางตา โรคทางร่างกาย การไข้ยา หรือสารพิษ เป็นต้น (Wale, Abebe, Adamu, & Zelalem, 2018) ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมากที่เด็กและผู้ปกครองควรได้รับรู้ถึงความผิดปกติดังกล่าวเนื่องจากภาวะตาบอดสีส่งผลต่อการศึกษาและประกอบอาชีพบางอาชีพ ได้แก่ แพทย์ ทหาร ตำรวจ วิศวกร นักออกแบบกราฟิก สถาปนิก (Satyasri & Praveen, 2023; Suparyadi et al., 2019) หากเด็กและผู้ปกครองทราบถึงความผิดปกติของการมองเห็นสีได้เร็วก็จะสามารถวางแผนการเรียน การใช้ชีวิต และการประกอบอาชีพของเด็กได้ในอนาคต สำหรับความสามารถในการมองภาพ 3 มิตินั้นมีความสำคัญต่อการตรวจคัดกรองในเด็ก เนื่องจากเด็ก

ที่มีความสามารถในการมองภาพ 3 มิติลดลงสามารถบ่งบอกได้ถึงปัญหาสายตาพรั่มัว ตาขี้เกียจ และภาวะตาเหล่ ตาเขได้ (Fielder & Moseley, 1996) และพบว่าความสามารถในการมองภาพ 3 มิติ มีความสำคัญต่อการทำงานร่วมกันของตาทั้ง 2 ข้าง การรับรู้ความตื้นลึกของวัตถุ และการรับรู้ถึงภาพเสมือนจริงของภาพ (Hibbard, Haines, & Hornsey, 2017) นอกจากนี้ยังพบว่าพัฒนาการของดวงตาในเด็ก จะมีพัฒนาการจากภาวะสายตาสั้นสู่ภาวะสายตาสั้น ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วเริ่มขึ้นตั้งแต่เกิดจนถึงอายุประมาณ 12 ปี (Bullimore et al., 2023; Jones et al., 2005) โดยค่าสายตาจะมีการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ภาวะสายตาสั้นได้อย่างรวดเร็วมากกว่า -0.50 ไดออปเตอร์ต่อปี พบได้มากในกลุ่มเด็กอายุ 7 ถึง 12 ปี (Tricard, Marillet, Ingrand, Bullimore, Bourne, & Leveziel, 2022) และการพัฒนาในการมองภาพ 3 มิติในเด็กจะมีพัฒนาการเริ่มขึ้นตั้งแต่อายุ 4 เดือนจากนั้นจะมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่องจนมีระดับการมองเห็นที่ดีที่สุด (Kaur, Joy, & Yellamelli, 2020)

จะเห็นได้ว่าการคัดกรองความผิดปกติทางการมองเห็นสามารถทำให้ทราบความผิดปกติได้อย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาทางการมองเห็นที่รุนแรงตามมาเช่น ตาขี้เกียจที่เกิดขึ้นจากความบกพร่องทางการมองเห็น นอกจากนี้ทำให้เด็กได้รับโอกาสทางการรักษาได้อย่างทันทั่วทั้งที่ อย่างไรก็ตามการคัดกรองการมองเห็นที่ผิดปกติในเด็กชั้นประถมศึกษาของประเทศไทยนั้นไม่ครอบคลุมในหลายพื้นที่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญในการตรวจคัดกรองความผิดปกติทางการมองเห็น ได้แก่ ภาวะผิดปกติทางสายตา ความผิดปกติของการมองเห็นสี และความสามารถในการมองภาพ 3 มิติ ในเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาช่วงอายุ 6 ถึง 12 ปี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อคัดกรองภาวะผิดปกติทางสายตา ความผิดปกติของการมองเห็นสี และความสามารถในการมองภาพ 3 มิติ ในเด็กชั้นประถมศึกษาในเขตจังหวัดพิษณุโลก
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของอายุกับความสามารถในการมองภาพ 3 มิติ และภาวะสายตาผิดปกติในเด็กชั้นประถมศึกษาในเขตจังหวัดพิษณุโลก

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลแบบย้อนหลัง (Retrospective research) โดยศึกษาข้อมูลจากเวชระเบียนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 จำนวน 237 คน ในเขตจังหวัดพิษณุโลกที่เข้าร่วมโครงการทัศนมาตรศาสตร์ชุมชน ประจำปีการศึกษา 2567 ภาควิชาทัศนมาตรศาสตร์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาทั้งหมดได้รับการคัดกรองจากนิสิตและคณาจารย์ประจำภาควิชาทัศนมาตรศาสตร์ ผู้วิจัยนำข้อมูลจากเวชระเบียนของภาควิชาทัศนมาตรศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกข้อมูลเพื่อทำการศึกษา คือ เป็นนักเรียนทั้งเพศชายและเพศหญิงอายุ 6-12 ปีที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 หากมีข้อมูลความผิดปกติทางสายตา ข้อมูลการตรวจตาบอดสี และข้อมูลการตรวจความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิติไม่ครบถ้วนจะถูกคัดออกจากงานวิจัย ซึ่งข้อมูลจากเวชระเบียนของภาควิชาทัศนมาตรศาสตร์ที่ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล ได้แก่ เพศ อายุ ชั้นปี ระดับการมองเห็นภาวะตาบอดสีความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิติ และค่าสายตาของนักเรียนที่มีภาวะสายตาผิดปกติ

เกณฑ์การคัดกรองความผิดปกติทางสายตา

ผู้วิจัยบันทึกผลจากการอ่านแผ่นทดสอบสายตา Snellen chart ในการวัดระดับการมองเห็น (Visual acuity หรือ VA) ระยะใกล้ และแผ่นทดสอบสายตา Reduce Snellen chart ในการวัดระดับการมองเห็น (Visual acuity หรือ VA) ระยะใกล้ แบ่งเกณฑ์การคัดกรองสายตา 3 กลุ่ม ดังนี้ สายตาปกติ (VA 20/20), สายตาผิดปกติเล็กน้อย (VA $\leq$ 20/30) และสายตาผิดปกติมาก (VA $\leq$ 20/40) (Chantarachot, Tassanapitikul, & Empremsilapa, 2020; Ittarat, 2018) สำหรับผู้ที่มีสายตาผิดปกติได้รับการวัดสายตาด้วยวิธี Subjective refraction และบันทึกค่าสายตาที่เป็นสายตาสั้น สายตายาว หรือสายตาเอียงตามแบบบันทึกข้อมูลของโครงการ

เกณฑ์การคัดกรองความผิดปกติของการมองเห็นสี

ผู้วิจัยบันทึกผลจากการอ่านสมุดทดสอบตาบอดสี Ishihara test ในการวัดความผิดปกติของการมองเห็นสี โดยอ่านแผ่นทดสอบที่ 1-21 และแบ่งเกณฑ์เป็น 2 กลุ่มตามคู่มือการใช้งาน ดังนี้ มองเห็นสีปกติ (อ่านได้มากกว่า

หรือเท่ากับ 17 แผ่นทดสอบ) และมองเห็นสีผิดปกติ (อ่านได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 13 แผ่น) (Birch, 1997)

เกณฑ์การคัดกรองความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิติ

ผู้วิจัยบันทึกผลจากการอ่านสมุดทดสอบ Stereoacuity จากสมุดทดสอบชนิด Stereo fly test ในการวัดความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิติ แบ่งเกณฑ์เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ มองภาพ 3 มิติได้ปกติ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 60 seconds of arc) และผิดปกติ (มากกว่า 60 seconds of arc) (Birch et al., 2008)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS นำเสนอข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov test และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 ตัวแปรโดยใช้สถิติ Pearson correlation แต่เมื่อทำการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลแล้วพบว่าข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้สถิติ Spearman's rank correlation แทนกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ p-value < 0.05

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ได้รับการรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่ COA No. 366/2024 ลงวันที่ 7 ตุลาคม 2567 โดยผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลของอาสาสมัครแบบไม่ระบุตัวตนเป็นความลับและจะดำเนินการทำลายข้อมูลการวิจัยหลังจากเผยแพร่งานวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว 5 ปี

ผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการตรวจคัดกรองการมองเห็นของเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาในเขตจังหวัดพิษณุโลก พบว่า มีนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 ทั้งหมด 237 คนจากโรงเรียน 2 แห่งที่เข้าร่วมการตรวจคัดกรอง มีอายุเฉลี่ย 9.46 ± 1.71 ปี แบ่งเป็นเพศชาย 121 คน คิดเป็นร้อยละ 51.1 และเพศหญิง 116 คน คิดเป็นร้อยละ 48.9 รายละเอียดของจำนวนและสัดส่วนของนักเรียนแต่ละชั้นปีแสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 คุณลักษณะของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 ในเขตจังหวัดพิษณุโลก

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน n = 237	ร้อยละ
อายุ (ปี)	9.46 ± 1.71	
เพศ		
ชาย	121	51.1
หญิง	116	48.9
ชั้นปี		
ประถมศึกษาปีที่ 1	23	9.7
ประถมศึกษาปีที่ 2	30	12.7
ประถมศึกษาปีที่ 3	43	18.1
ประถมศึกษาปีที่ 4	44	18.6
ประถมศึกษาปีที่ 5	41	17.3
ประถมศึกษาปีที่ 6	56	23.6

ผลการคัดกรองภาวะสายตาสองตาของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาในระยะไกลทั้งหมด 474 ดวงตาพบสายตาสองตา 423 ตา (ร้อยละ 89.2) สายตาสองตาสองตาสองตา 22 ตา (ร้อยละ 4.7) และสายตาสองตาสองตาสองตา 29 ตา (ร้อยละ 6.1) ตามลำดับ การคัดกรองภาวะสายตาสองตาในระยะไกล พบสายตาสองตา

ปกติ 454 ตา (ร้อยละ 95.8) สายตาสองตาสองตาสองตา 8 ตา (ร้อยละ 1.7) และสายตาสองตาสองตาสองตา 12 ตา (ร้อยละ 2.5) ตามลำดับ รายละเอียดการคัดกรองในตาข้างขวาตาข้างซ้าย และสองตาแสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการคัดกรองภาวะสายตาสองตาของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 ในเขตจังหวัดพิษณุโลก

ระดับการมองเห็น	ตาทั้งหมด n = 474	ตาขวา n = 237	ตาซ้าย n = 237	สองตา n = 237
ระดับการมองเห็นระยะไกล				
สายตาสองตา (VA 20/20)	423 (89.2%)	213 (89.8%)	210 (88.6%)	221 (93.2%)
สายตาสองตาสองตาสองตา (VA ≤ 20/30)	22 (4.7%)	12 (5.1%)	10 (4.2%)	6 (2.6%)
สายตาสองตาสองตาสองตา (VA ≤ 20/40)	29 (6.1%)	12 (5.1%)	17 (7.2%)	10 (4.2%)
ระดับการมองเห็นระยะไกล				
สายตาสองตา (VA 20/20)	454 (95.8%)	228 (96.2%)	226 (95.3%)	230 (97.0%)
สายตาสองตาสองตาสองตา (VA ≤ 20/30)	8 (1.7%)	4 (1.7%)	4 (1.7%)	3 (1.3%)
สายตาสองตาสองตาสองตา (VA ≤ 20/40)	12 (2.5%)	5 (2.1%)	7 (3.0%)	4 (1.7%)

VA, Visual acuity หรือ ระดับการมองเห็น

นักเรียนที่มีระดับการมองเห็นผิดปกติและได้รับการตรวจวัดสายตาจำนวน 24 คน พบดวงตาที่มีค่าสายตารวมทั้งสิ้น 46 ค่าค่าสายตาผิดปกติเฉลี่ย -1.02 ± 2.36 ไดออปเตอร์ มีลักษณะของสายตาที่ผิดปกติ 4 แบบ ได้แก่

สายตาสั้น 11 ตา (ร้อยละ 23.9) สายตาเอียง 9 ตา (ร้อยละ 19.6) สายตาสั้นและเอียง 21 ตา (ร้อยละ 45.6) และสายตาวัวและเอียง 5 ตา (ร้อยละ 10.9) ไม่พบนักเรียนที่มีลักษณะความผิดปกติของสายตาวัวแสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 ลักษณะสายตาของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 ในเขตจังหวัดพิษณุโลกที่มีความผิดปกติ

ลักษณะของสายตา	จำนวนตา n = 46	ร้อยละ
สายตาสั้น	11	23.9
สายตาวัว	0	0.0
สายตาเอียง	9	19.6
สายตาสั้นและเอียง	21	45.6
สายตาวัวและเอียง	5	10.9

การคัดกรองภาวะตาบอดสีของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาพบว่ามีการมองเห็นสีปกติ 233 คน (ร้อยละ 98.3) และมีการมองเห็นสีผิดปกติ 4 คน (ร้อยละ 1.7) การคัดกรองความสามารถในการมองภาพ 3 มิติ พบว่า

204 คน (ร้อยละ 86.1) มีความสามารถในการมองภาพ 3 มิติอยู่ในเกณฑ์ปกติ และ 33 คน (ร้อยละ 13.9) มีความสามารถในการมองภาพ 3 มิติที่ผิดปกติแสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการคัดกรองภาวะตาบอดสีและความสามารถในการมองภาพ 3 มิติของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 ในเขตจังหวัดพิษณุโลก

การทดสอบ	จำนวน n = 237	ร้อยละ
ทดสอบตาบอดสี		
ปกติ	233	98.3
ผิดปกติ	4	1.7
ทดสอบการมองภาพ 3 มิติ		
ปกติ (≤ 60 sec of arc)	204	86.1
ผิดปกติ (> 60 sec of arc)	33	13.9

เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอายุ กับความสามารถในการมองภาพ 3 มิติ และค่าสายตา พบว่า อายุมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถในการมองภาพ

3 มิติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r_s = -0.490, p < 0.001$) และไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างอายุกับค่าสายตา ในเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาแสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 ความสัมพันธ์ของอายุกับความสามารถในการมองภาพ 3 มิติ และค่าสายตาของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึง 6 ในเขตจังหวัดพิษณุโลก

ตัวแปร	r_s	p-value
ความสามารถในการมองภาพ 3 มิติ	-0.490	< 0.001*
ค่าสายตา	-0.242	0.105

*p-value < 0.05

การอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้พบนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาส่วนใหญ่มียาตาผิดปกติร้อยละ 89.2 รองลงมา คือ มีสายตาผิดปกติมากร้อยละ 6.1 และสายตาผิดปกติเล็กน้อยร้อยละ 4.7 จากการศึกษาท่อนหน้าได้ทำการศึกษาคัดกรองภาวะสายตาผิดปกติของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2552, 2554 และ 2556 พบว่าปี พ.ศ. 2554 และ 2556 นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาส่วนใหญ่มียาตาผิดปกติร้อยละ 79.7 และ 74.8 ตามลำดับ รองลงมา คือ มีสายตาผิดปกติมากร้อยละ 10.5 และ 17.5 ตามลำดับ และสายตาผิดปกติเล็กน้อย 9.8 และ 7.7 ตามลำดับ ส่วนผลการคัดกรองในปี พ.ศ. 2552 พบว่าส่วนใหญ่มียาตาปกติ รองลงมา มีสายตาผิดปกติเล็กน้อย และสายตาผิดปกติมาก ร้อยละ 84.6, 9.1 และ 6.3 ตามลำดับ (Chantarachot et al., 2020) นอกจากนี้ มีการศึกษาระดับการมองเห็นและความผิดปกติทางสายตาของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดสุรินทร์ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีสายตาปกติ รองลงมา มีสายตาผิดปกติมาก และสายตาผิดปกติเล็กน้อย ร้อยละ 99.2, 0.2 และ 0.6 ตามลำดับ (Ittarat, 2018) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาครั้งนี้ ปัญหาสายตาในเด็กควรได้รับการแก้ไขอย่างทันทั่วทั้งที่เนื่องจากเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษา ยังอยู่ในวัยที่มีพัฒนาการด้านการเรียนรู้ ซึ่งปัญหาการมองเห็นนั้นส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้ของเด็กนักเรียน (Dudovitz, Sim, Elashoff, Klarin, Slusser, & Chung, 2020; Hark et al., 2020; Martinez-Perez, Alvarez-Peregrina, Brito, Sánchez-Tena, & Grupo de Investigación Optovisión Isec, 2022) จากปัญหาสายตาผิดปกติของการศึกษาครั้งนี้ พบว่านักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาส่วนใหญ่มียาตาผิดปกติ และสายตาผิดปกติเล็กน้อยมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 45.6

เกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของดวงตาในเด็กที่มีการพัฒนาสู่ภาวะสายตาสั้น และมีสายตาเอียงเกิดขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างของกระจกตา และเลนส์แก้วตาที่ไม่สมมาตรกัน (Gwiazda, Grice, Held, McLellan, & Thom, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ทำการศึกษายาตาผิดปกติของเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในเขตจังหวัดขอนแก่น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีลักษณะความผิดปกติของสายตาเป็นแบบสายตาสั้นหรือยาวร่วมกับสายตาเอียงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 51.79 (Sattabunjong, 2022) นอกจากนี้ มีงานวิจัยที่พบความผิดปกติของสายตาสั้นร่วมกับสายตาเอียงมากที่สุดร้อยละ 42.7 โดยทำการศึกษาในเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี ในประเทศไนจีเรีย (Olusanya, Ugalahi, Ogunleye, & Baiyeroju, 2019) อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาที่พบลักษณะความผิดปกติของสายตาในเด็กนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนพื้นที่เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร เป็นแบบสายตาเอียงมากที่สุด รองลงมา คือ สายตายาว และเอียง และสายตาสั้นและเอียง ร้อยละ 9.6, 3.4 และ 2.8 ตามลำดับ (Sangsre, Phamonvaechavan, Homchong, Playchaiyaphum, Bunthiang, & Sawangkul, 2022)

นอกจากนี้ยังพบความผิดปกติของการมองเห็นสีของนักเรียนจำนวน 4 คนคิดเป็นร้อยละ 1.7 ซึ่งปัญหาความผิดปกติของการมองเห็นสี ส่วนใหญ่นั้นเป็นปัญหาที่เกิดจากความผิดปกติของพันธุกรรมไม่สามารถแก้ไขให้หายขาดได้ (Deeb & Kohl, 2003; Fakorede, Akpan, Adekoya, & Oboh, 2022) การทราบความผิดปกติได้เร็ว ทำให้เด็กนักเรียนสามารถวางแผนการใช้ชีวิต การเรียนและการทำงานในอนาคตได้ นอกจากนี้การทดสอบความสามารถในการมองเห็นสี เพื่อคัดกรองความผิดปกติสามารถ

ใช้ทดสอบในผู้ป่วยที่มีโรคทางตาบางโรค การประเมินการตอบสนองต่อการรักษาและการติดตามการฟื้นตัวจากโรคทางตาหรือการบาดเจ็บทางตาได้ (Satyasri & Praveen, 2023) ยิ่งไปกว่านั้นการศึกษากครั้งนี้พบนักเรียนที่มีความผิดปกติของการมองเห็นภาพ 3 มิติร้อยละ 13.9 สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ทำการศึกษากการมองเห็นภาพ 3 มิติในเด็กและวัยรุ่น โดยใช้สมุดทดสอบชนิด Stereo fly test หรือ Titmus fly testing พบว่าเด็กมีการมองเห็นภาพ 3 มิติผิดปกติร้อยละ 15 (Elamurugan, Shankaralingappa, Aarthy, Kasturi, & Babu, 2022) ซึ่งความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิตินั้นชี้ให้เห็นถึงการรับรู้ความตื้นหรือลึกของวัตถุที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของตาทั้ง 2 ข้าง (Elamurugan et al., 2022; Hibbard et al., 2017) หากเด็กมีการมองเห็นที่พร่ามัว หรือมีภาวะตาเหล่ตาเขร่วมด้วย อาจทำให้ความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิติลดลงได้ (Fielder & Moseley, 1996) นอกจากนี้ การทดสอบการมองเห็นภาพ 3 มิติสามารถช่วยในการติดตามผลการรักษาภาวะตาขี้เกียจของเด็กได้ (Levi, Knill, & Bavelier, 2015) จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าทั้งการตรวจคัดกรองความผิดปกติของการมองเห็นสีและความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิตินั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในการตรวจคัดกรองการมองเห็นของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา

การศึกษากครั้งนี้ยังพบความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างอายุกับความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิติ ($r = -0.490$, $p < 0.001$) กล่าวคือหากเด็กนักเรียนมีอายุเพิ่มมากขึ้น จะสามารถมองเห็นภาพ 3 มิติที่ละเอียดได้ดียิ่งขึ้น มีการรับรู้ความตื้นลึกของวัตถุได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากค่าที่ได้จากการตรวจความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิติ มีหน่วยเป็น sec of arc ซึ่งเป็นหน่วยในการวัดมุมแสดงถึงความละเอียดในการมองเห็นภาพยังมีความสามารถในการมองเห็นได้ในมุมที่มีขนาดเล็กจะมีความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิติที่ดีกว่าคนที่มองเห็นได้ในมุมขนาดใหญ่สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ทำการศึกษากความสามารถในการมองเห็นภาพ

3 มิติในรูปแบบต่างๆ กับอายุ พบว่าความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิติมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอายุในทุกรูปแบบของการทดสอบ ($p < 0.001$) (Garnham & Sloper, 2006) ในทางตรงกันข้ามจากการศึกษากก่อนหน้านี้ได้ทำการศึกษากความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิติในกลุ่มวัยผู้ใหญ่ ไม่พบความสัมพันธ์ของอายุกับความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Greene & Madden, 1987) เนื่องจากการพัฒนาการในการมองเห็นภาพ 3 มิติในเด็กจะมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนมีระดับการมองเห็นที่ดีสุดและจะคงที่ไปจนถึงอายุ 30 ปี (Kaur et al., 2020)

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ไปใช้เพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหการมองเห็นของเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำรูปแบบการคัดกรองมาปรับใช้เพื่อการคัดกรองเด็กนักเรียนในอนาคต

ข้อเสนอแนะในการศึกษากครั้งต่อไป

1. ควรมีการตรวจคัดกรองภาวะตาเหล่ตาเข และดูความสัมพันธ์กับความสามารถในการมองเห็นภาพ 3 มิติ
2. ควรมีการศึกษาพัฒนารูปแบบการตรวจคัดกรองสายตาในเด็กนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ภาควิชาทัศนมาตรศาสตร์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลจากเวชระเบียนในการทำวิจัยครั้งนี้ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

การมีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการวิจัย

นักวิจัยไม่มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Ambrosino, C., Dai, X., Antonio Aguirre, B., & Collins, M. E. (2023). Pediatric and school-age vision screening in the United States: Rationale, Components, and Future Directions. *Children (Basel)*, 10(3). doi:10.3390/children10030490
- Atowa, U. C., Wajuihian, S. O., & Hansraj, R. (2019). A review of paediatric vision screening protocols and guidelines. *Int.J Ophthalmol*, 12(7), 1194-1201. doi:10.18240/ijo.2019.07.22
- Birch, E., Williams, C., Drover, J., Fu, V., Cheng, C., Northstone, K., . . . Adams, R. (2008). Randot preschool stereoacuity test: Normative data and validity. *Jaapos*, 12(1), 23-26. doi:10.1016/j.jaapos.2007.06.003
- Birch, J. (1997). Efficiency of the Ishihara test for identifying red-green colour deficiency. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 17(5), 403-408.
- Bullimore, M. A., Lee, S. S., Schmid, K. L., Rozema, J. J., Leveziel, N., Mallen, E. A. H., . . . Chamberlain, P. (2023). IMI-Onset and progression of myopia in young adults. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 64(6), 2. doi:10.1167/iovs.64.6.2
- Chantarachot, J., Tassanapitikul, T., & Empremsilapa, S. (2020). A vision screening to address refractive error of primary school students in a School of Bangkok Metropolitan. *Journal of Public Health Nursing*, 34(1), 1-12. [In Thai].
- Deeb, S. S., & Kohl, S. (2003). Genetics of color vision deficiencies. *Dev Ophthalmol*, 37, 170-187. doi:10.1159/000072046
- Dudovitz, R. N., Sim, M. S., Elashoff, D., Klarin, J., Slusser, W., & Chung, P. J. (2020). Receipt of corrective lenses and academic performance of low-income students. *Acad Pediatr*, 20(7), 910-916. doi:10.1016/j.acap.2020.01.001
- Elamurugan, V., Shankaralingappa, P., Aarthy, G., Kasturi, N., & Babu, R. K. (2022). Assessment of stereopsis in pediatric and adolescent spectacle-corrected refractive error-A cross-sectional study. *Indian Journal of Ophthalmology*, 70(2), 604-608. doi:10.4103/ijo.IJO_997_21
- Fakorede, S. T., Akpan, L. G., Adekoya, K. O., & Oboh, B. (2022). Prevalence and population genetic data of colour vision deficiency among students from selected tertiary institutions in Lagos State, Nigeria. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*, 23(1). doi:10.1186/s43042-022-00287-9
- Fielder, A. R., & Moseley, M. J. (1996). Does stereopsis matter in humans? *Eye (Lond)*, 10(Pt 2), 233-238. doi:10.1038/eye.1996.51
- Garnham, L., & Sloper, J. J. (2006). Effect of age on adult stereoacuity as measured by different types of stereotest. *British Journal of Ophthalmology*, 90(1), 91-95. doi:10.1136/bjo.2005.077719
- Greene, H. A., & Madden, D. J. (1987). Adult age differences in visual acuity, stereopsis, and contrast sensitivity. *Optometry and Vision Science*, 64(10), 749-753. Retrieved from https://journals.lww.com/optvissci/fulltext/1987/10000/adult_age_differences_in_visual_acuity.6.aspx
- Gwiazda, J., Grice, K., Held, R., McLellan, J., & Thorn, F. (2000). Astigmatism and the development of myopia in children. *Vision Res*, 40(8), 1019-1026. doi:10.1016/s0042-6989(99)00237-0
- Hark, L. A., Thau, A., Nutaitis, A., Mayro, E. L., Zhan, T., Dabbish, N., . . . Levin, A. V. (2020). Impact of eyeglasses on academic performance in primary school children. *Can J Ophthalmol*, 55(1), 52-57. doi:10.1016/j.jcjo.2019.07.011
- Hibbard, P. B., Haines, A. E., & Hornsey, R. L. (2017). Magnitude, precision, and realism of depth perception in stereoscopic vision. *Cogn Res Princ Implic*, 2(1), 25. doi:10.1186/s41235-017-0062-7

- Ittarat, M. (2018). Survey of visual acuity and refractive error among school children. *Medical Journal of Srisaket Surin Buriram hospitals*, 32(1), 13-20. Retrieved from <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/MJSSBH/article/view/118124>
- Jones, L. A., Mitchell, G. L., Mutti, D. O., Hayes, J. R., Moeschberger, M. L., & Zadnik, K. (2005). Comparison of ocular component growth curves among refractive error groups in children. *Investigative ophthalmology & visual science*, 46(7), 2317-2327.
- Kaur, G., Joy, A. L., & Yellamelli, A. L. (2020). Evaluation of change in stereopsis with age in normal eyes. *J Evid Based Med Healthc*, 7(2), 97-101.
- Levi, D. M., Knill, D. C., & Bavelier, D. (2015). Stereopsis and amblyopia: A mini-review. *Vision Res*, 114, 17-30. doi:10.1016/j.visres.2015.01.002
- Loh, A. R., & Chiang, M. F. (2018). Pediatric vision screening. *Pediatr Rev*, 39(5), 225-234. doi:10.1542/pir.2016-0191
- Martinez-Perez, C., Alvarez-Peregrina, C., Brito, R., Sánchez-Tena, M., & Grupo de Investigación Optoviso Isec, L. (2022). The evolution and the impact of refractive errors on academic performance: A pilot study of portuguese school-aged children. *Children (Basel)*, 9(6). doi:10.3390/children9060840
- Mohammed Dhaiban, T. S., Ummer, F. P., Khudadad, H., & Veettil, S. T. (2021). Types and presentation of refractive error among individuals aged 0-30 years: Hospital-based cross-sectional study, Yemen. *Adv Med*, 2021, 5557761. doi:10.1155/2021/5557761
- Murthy, G. V., Gupta, S. K., Ellwein, L. B., Muñoz, S. R., Pokharel, G. P., Sanga, L., & Bachani, D. (2002). Refractive error in children in an urban population in New Delhi. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 43(3), 623-631.
- Olusanya, B. A., Ugalahi, M. O., Ogunleye, O. T., & Baiyeroju, A. M. (2019). Refractive errors among child renattending atertiary eye facility in Ibadan, Nigeria: High lighting the need for school eye health programs. *Ann Ib Postgrad Med*, 17(1), 49-59.
- Sangsre, P., Phamonvaechavan, P., Homchong, N., Playchaiyaphum, S., Bunthiang, P. & Sawangkul, S. (2022). Screening for amblyopia and refractive error in grade 1 school children in Bangkok Noi Area. *Thai J Ophthalmol*, 36(2), 79-87. [In Thai].
- Sattabunjong, S. (2022). Cycloplegic refractive error survey of early school age in Khonkaen. *Mahasarakham hospital journal*, 19(3), 189-195. Retrieved from <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/MKHJ/article/view/258861>
- Satyasri, B., & Praveen, V. K. (2023). The prevalence of congenital color vision abnormality among patients attending a tertiary eye care center in Southern India. *Cureus*, 15(8), e43837. doi:10.7759/cureus.43837
- Suparyadi, D., Yusro, M., & Yuliatmojo, P. (2019). Color blindness test by ishihara method based on microcontroller system. *KnE Social Sciences*, 3(12). doi:10.18502/kss.v3i12.4114
- Tricard, D., Marillet, S., Ingrand, P., Bullimore, M. A., Bourne, R. R., & Leveziel, N. (2022). Progression of myopia in children and teenagers: A nationwide longitudinal study. *British Journal of Ophthalmology*, 106(8), 1104-1109.
- Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease, & the GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators. (2024). Global estimates on the number of people blind or visually impaired by Uncorrected Refractive Error: a meta-analysis from 2000 to 2020. *Eye (Lond)*, 38(11), 2083-2101. doi:10.1038/s41433-024-03106-0

- Wale, M. Z., Abebe, Y., Adamu, Y., & Zelalem, A. (2018). Prevalence of color blindness among school children in three primary schools of Gish-Abay town district, Amhara regional state, north-west Ethiopia. *BMC Ophthalmol*, 18(1), 306. doi:10.1186/s12886-018-0970-4
- Wallace, D. K., Morse, C. L., Melia, M., Sprunger, D. T., Repka, M. X., Lee, K. A., ...Christiansen, S. P. (2018). Pediatric eye evaluations preferred practice pattern[®]: I. vision screening in the primary care and community setting; II. Comprehensive ophthalmic examination. *Ophthalmology*, 125(1), P184-p227. doi:10.1016/j.optha.2017.09.032
- Yingyong, P. (2010). Risk factors for refractive errors in primary school children (6-12 years old) in Nakhon Pathom Province. *J Med Assoc Thai*, 93(11), 1288-1293.