

- תפקיד האור בהתפתחות שגיאות תשבורת ומוקוצר ראייה

Dr. Elise Harb

OD, PhD, FAAO

Biomedical Science, Faculty of Science, University of
Canberra, Australia
John Curtin School of Medical Research, Australian National
University, Australia

Dr. Regan Ashby

PhD

Biomedical Science, Faculty of Science, University of
Canberra, Australia
John Curtin School of Medical Research, Australian
National University, Australia

זמן שהייה בחוץ

זמן שהייה בחוץ קשור באופן עקבי להגנה מפני הופעה מוקדמת של קוצר ראייה בילדים – קשר שמיוחס, בין היתר, לחשיפה לאור שמש.

מדינות רבות כבר אימצו הנחיות רשמיות בנושא (למשל: שעתיים בחוץ ביום), כאשר מחקרים קליניים ותוכניות לאומיות רחבות היקף **בסינגפור, טיוואן וסין** הדגימו ירידה בשיעור הופעת קוצר ראייה בעקבות יישום ההתערבות. לגבי עצירת התקדמות קוצר ראייה – הראיות פחות חד משמעיות. עם זאת, קיימות עדויות למשתנים עונתיים, ובירידה בזמן שהייה בחוץ במהלך מגפת הקורונה נצפו עלויות בשיעורי ההופעה וההחמרה של קוצר ראייה. למרות הממצאים המעודדים, עדיין קיימת אי-ודאות משמעותית באשר למנגנונים המדויקים ולמאפייני החשיפה לאור – כגון **עוצמה, ספקטרום, ותזמון** – הנדרשים להשגת ההשפעה המגנה המרבית.

תפקיד החשיפה לאור חזק

קיימות עדויות משמעותיות ממודלים בבעלי-חיים המראות שמאפייני האור – כולל עוצמת ההארה, הרכב ספקטרלי (chromaticity) ואורך מחזור האור-חושך – יכולים להשפיע על התפתחות העין ועל מנגנוני הבקרה של השגיאה הרפרקטיבית. ההשפעה הזו עשויה להיות מתווכת בין היתר דרך מודולציה של דופמין רטינלי. באופן ספציפי, חשיפה לאור בעוצמה גבוהה מגבירה את שחרור הדופמין ברשתית ופועלת כמעין "בלם" פיזיולוגי שמאט את ההתארכות האקסיאלית המופרזת – תהליך מרכזי בהתפתחות קוצר ראייה. בבני אדם, מחקרים אפידמיולוגיים ומדידות אובייקטיביות באמצעות חיישני אור לבישים מצביעים על כך ששהייה בחוץ המוערכת באמצעות פרמטרים כמו חשיפה לתאורה סביבתית מעל 1000 לוקס (מאטה את הופעת קוצר ראייה בילדים – וממצא זה כבר שולב ביוזמות מניעה רחבות-היקף. עדויות עקיפות ממחקרים בבני אדם מציעות שחשיפה לאור חזק עשויה להיות קשורה לשבירה פחות מיופית. עם זאת, הנתונים הקיימים אינם מאפשרים לקבוע בוודאות האם האור החזק עצמו משפיע ישירות על התפתחות הרפרקציה, או שמדובר במדד עקיף בלבד לזמן שהייה בחוץ – כאשר ההשפעה המגינה יכולה לנבוע מגורמים אחרים הקשורים לסביבה החיצונית, כגון:

- ספקטרום אור רחב יותר
- הפחתת טשטוש היקפי
- שינויים במרכיבי התדירות המרחבית

הרכב ספקטרלי ומקורות אור מודרניים

מחקרים בבעלי-חיים מצביעים על כך שגם הרכבו הספקטרלי של האור בסביבת ההארה יכול להשפיע על התפתחות השבירה. תאורה צרת-ספקטרום או מונוכרומטית עשויה לגרום לשינויים רפרקטיביים במודלים ניסויים של קוצר ראייה. עם זאת, תוצאות המחקרים אינן אחידות בין מינים שונים – ככל הנראה עקב הבדלים פיזיולוגיים בין מערכות הראייה שלהם. בשנים האחרונות נבחנות מספר התערבויות מבוססות-אור לשליטה בקוצר ראייה, אולם נכון לעכשיו, הראיות ליעילותן ו/או בטיחותן אינן חזקות מספיק. בנוסף, ייתכן כי הבדלים בתבניות ההפעלה של פוטורצפטורים ברשתית בין אור שמש טבעי לבין מקורות אור מלאכותיים תורמים גם הם לסיכון להתפתחות קוצר ראייה. חשוב לזכור ש"אור לבן" אינו ישות אחידה – מקורות אור שונים מייצרים ספקטרום שונה, המשפיע אחרת על הפעלת אופטינים.

מאחר שסביבות מודרניות נשלטות במידה רבה על ידי תאורה מלאכותית) כגון (LED ומסכים, מדובר בתחום הזקוק למחקר נוסף כדי להבין את השפעתם האפשרית על הסיכון לקוצר ראייה בבני אדם.

שינה וזמן מסך

צמיחת העין התקינה נשלטת בין היתר באמצעות מקצב צירקדי (יום-לילה), כאשר האור הוא הגירוי החיצוני המרכזי שמווסת אותו. במודלים בבעלי-חיים, פגיעה בסנכרון הצירקדי — עקב חשיפה מתמשכת לאור/חושך או עקב שינויים משמעותיים בדפוס השינה — מובילה להתפתחות רפרקטיבית לא תקינה. אצל ילדים, איכות שינה ירודה או שיבוש בזמני השינה (שלפעים נובע משימוש מופרז במסכים או מחשיפה לאור בשעות הלילה) עשויים לתרום להתפתחות קוצר ראייה, אם כי הקשר עדיין אינו חד-משמעי. באשר לשימוש במכשירים דיגיטליים — העדויות הקיימות כיום אינן מספקות מסקנה ברורה לגבי השפעתם הישירה על הופעה או התקדמות של קוצר ראייה.

מנגנונים ופערי ידע

למרות שמחקרים בבעלי-חיים תומכים בהשפעה המגנה של חשיפה לאור חזק, ההשלכה לבני אדם עדיין מורכבת ומוגבלת. קיימים פערים משמעותיים בהבנת עוצמות האור המדויקות, משך החשיפה, הרכב הספקטרום, ותבניות הזמן הנדרשים כדי להעניק הגנה מיטבית לבני אדם. במקביל, יש לזכור שהסביבה החיצונית מספקת מכלול עשיר יותר של גירויים חזותיים בהשוואה לפנים הבית — לדוגמה (טווח דיפוזיבי רחב יותר, כמות שונה של טשטוש היקפי, רמזים טמפורליים שונים במרחב). כל אלה עשויים לתרום להשפעת ההגנה מפני קוצר ראייה, מעבר לחשיפה לאור בלבד.

המלצות קליניות מבוססות-ראיות

ההמלצה הקלינית הנוכחית — לעודד ילדים לשהות **לפחות שעתיים ביום בחוץ** כאמצעי לעיכוב הופעת קוצר ראייה — נותרת בעינה.

למרות שקיימים עדיין פערי ידע לגבי **המאפיינים האופטימליים של החשיפה לאור** (עוצמה, ספקטרום ותזמון), ישנה **הסכמה רחבה וברורה** כי הגברת הפעילות בחוץ היא אסטרטגיה מבוססת-ראיות ויעילה לעיכוב הופעת קוצר ראייה.

מספר טיפולים מבוססי אור – בעיקר כאלה המתבססים על **מניפולציה כרומטית** (לדוגמה, טיפול באור אדום) – נמצאים כיום בשלבי מחקר קליניים.

אף שיש מחקרים ראשוניים המצביעים על פוטנציאל לבלימת התקדמות קוצר ראייה, הטיפולים הללו עדיין **ניסיוניים בלבד**, וקיימים חששות לגבי **בטיחותם והשפעותיהם ארוכות הטווח**.

ארגון ה-IMI ממשיך לעקוב ולהעריך את הגישות הללו ככל שמצטברים נתונים נוספים על יעילותן ועל בטיחותן. יניתן להרגיע הורים ולציין כי **השייה בחוץ מועילה בכל תנאי תאורה** – גם בימים מעוננים או בסביבה מוצלת. חבישת כובע או משקפי שמש אינה מפחיתה מההשפעה ההגנתית של זמן בחוץ.

כיווני מחקר עתידיים

נדרשים מחקרים קליניים מבוקרים נוספים, המבוססים על מתודולוגיה קפדנית, מדידות סטנדרטיות וטכנולוגיות לבישות, כדי להבהיר את תפקידיהם ומנגנוני פעולתם של רכיבי החשיפה לאור — כולל עוצמה, ספקטרום, ותזמון — במניעה ובניהול של קוצר ראייה. בניית בסיס נתונים מחקרי עשיר ומדויק יותר תאפשר ל-IMI ולקהילה הקלינית הרחבה לגבש הנחיות ממוקדות ומבוססות ראיות, שיתרחקו מעבר להמלצה הכללית הנוכחית להגדיל את זמן השייה בחוץ.

לסיכום

תקציר זה מאגד את עיקרי המסמך הלבן של IMI לשנת 2025 ומציג את ההנחיות המרכזיות עבור קלינאים: לעודד מקסימום זמן בחוץ — כהתערבות בריאות ציבור מבוססת-ראיות לעיכוב הופעת קוצר ראייה בילדים — תוך הכרה בכך שבעתיד יידרשו הנחיות מדויקות ומפורטות יותר הנוגעות לפרמטרים של חשיפה לאור, וכן הרחבת המבט למכלול הסביבה החזותית.

ACKNOWLEDGMENTS

A full list of the IMI taskforce members and the complete IMI white papers can be found at myopiainstitute.org. The publication and translation costs of the clinical summary was supported by donations from the BHVI, ZEISS, Essilorluxottica, CooperVision, Alcon, HOYA, Théa, and Oculus.

REFERENCE

Ashby R, Harb EN, Ostrin LA, et al. IMI—The Role of Light in Refractive Development and Myopia: Evidence from Animal and Human Studies. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 2025

CORRESPONDENCE

Brien Holden Vision Institute Ltd
Level 4, North Wing, Rupert Myers Building, Gate 14 Barker Street,
University of New South Wales, UNSW NSW 2052