

# נושאים מרכזיים בעצירת קוצר ראייה בילדים - היבטים של השימוש בעדשות מגע

ד"ר ניר ארדינסט<sup>1</sup>  
פרופ' יאיר מורד<sup>2</sup>

<sup>1</sup>מחלקת עיניים, מרכז רפואי הדסה, בית החולים הדסה עין כרם

<sup>2</sup>מחלקת עיניים, המרכז הרפואי אסף הרופא

אופטיים, תרגילי עיניים ומשוב ביולוגי (ביופידבק). רובם התפרסמו בכתבי עת בתחום האופטומטריה, ומקצתם בכתבי עת בתחום רפואת העיניים. מטרתו של המאמר הנוכחי היא לסקור את המחקרים שנעשו בתחום זה בשנים האחרונות תוך התמקדות באמצעים האופטיים והשימוש בעדשות מגע למניעת התקדמות קוצר ראייה בפרט.

## תרגילי עיניים ומשוב ביולוגי

### תרגילי עיניים למניעת התקדמות קוצר הראייה

הקו המנחה של תרגילי עיניים ושליטה בקוצר הראייה מתבסס על הקשר בין פעילות יתר של אקומודציה לבין קוצר ראייה. גישה זאת נתמכה על ידי חברי Optometric Extension Program (OEP) בראשית שנות הארבעים של המאה הקודמת. המחקר המרכזי נשא את השם פרויקט בולטימור לשליטה בקוצר הראייה. במחקר זה השתתפו כ-111 נבדקים אשר ביצעו תרגילי עיניים לשליטה בקוצר הראייה. לימים התברר כי תוצאות המחקר הוטו לטובה על ידי אופטומטריסטים,<sup>11</sup> ובפועל לא היו כלל ירידה, שיפור או מניעת התקדמות של קוצר הראייה.<sup>11</sup>

### משוב ביולוגי למניעת התקדמות קוצר ראייה

שיטת בייטס (Bates) היא טכניקה המשלבת משוב ביולוגי לרפיון מתח עיני עם פעילות מגוונת של אימוני שרירי העיניים.

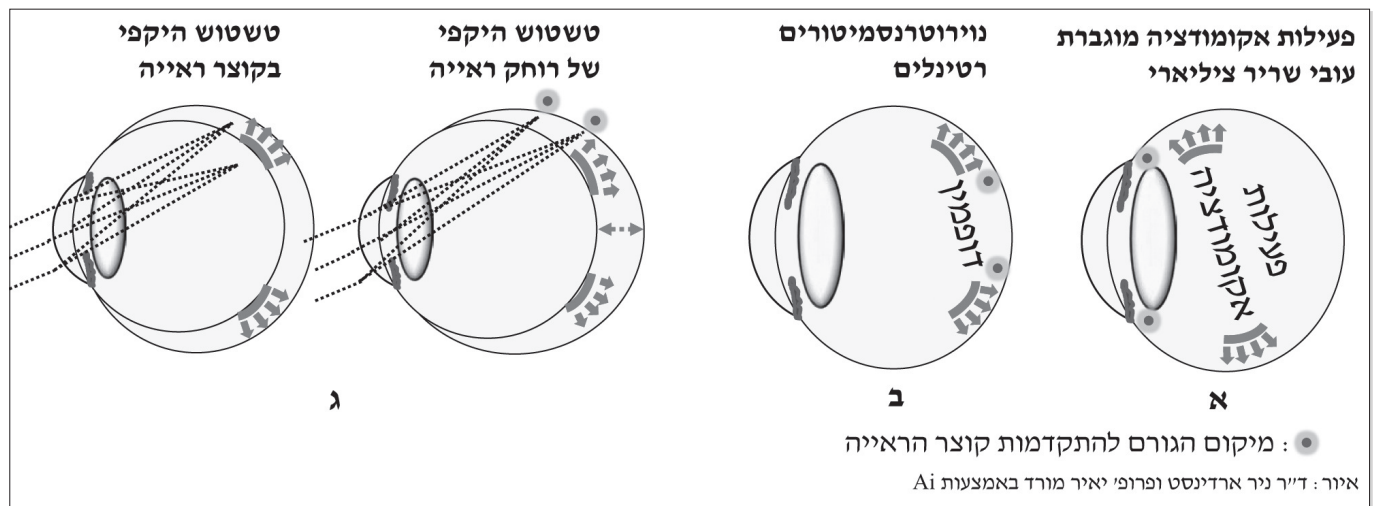
מיופיה (קוצר ראייה) היא הליקוי הרפקטיבי (תשבורתי) הנפוץ ביותר. שכיחות קוצר הראייה בארצות הברית נעה בין 20% ל-50% מהאוכלוסייה, ובמדינות אסיה שכיחותה מגיעה ל-1.86% כך למשל, נמצאה בדרום קוריאה שכיחות גבוהה ביותר של מיופיה - 96.5% בקרב גברים צעירים בני 19. שכיחות קוצר ראייה נמצאת במגמת עלייה מתמדת<sup>2</sup> ברחבי העולם וגם בקרב מתגייסים חדשים לצה"ל.<sup>3</sup>

קוצר ראייה מתפתח לרוב בגילאי 6-10,<sup>4</sup> וידוע כי קצב התפתחות קוצר הראייה מהיר ביותר בקרב ילדים סביב גילאי העשרה המוקדמים, תוך התייצבות יחסית סביב גיל 16 שנים.<sup>5</sup>

קוצר ראייה הוא מחלה בעלת השלכות כבדות הן מבחינת עלויות הטיפול, והן מבחינת הסיבוכים העיניים האפשריים לרבות גלאוקומה, חורים ברשתית, קרעים ברשתית והיפרדות רשתית.<sup>6</sup>

תיאוריות ותהליכים רבים נקשרו להתקדמות קוצר הראייה, לרבות פעילות אקומודציה מוגברת על ידי השריר הציליארי,<sup>7,8</sup> שחרור של מדיאטורים כימיים המשפיעים על גדילת הסקלרה והרשתית<sup>9</sup> וטשטוש היקפי<sup>10</sup> (איור 1).

מגמת העלייה בקוצר הראייה מציבה אתגר מקצועי לאנשי המקצוע. בשנים האחרונות פורסמו בספרות מחקרים רבים אשר בדקו שיטות שונות למניעת התקדמות קוצר הראייה, עצירתה או בלימתה המוחלטת, לרבות תכשירים פרמקולוגיים, אמצעים



## שליטה בקוצר ראייה בעזרת עדשות מגע רכות

מחברים	שנת פרסום וכתב העת	שם המחקר	מספר נבדקים	תוצאות
Walline JJ et al.	2004, Arch Ophthalmol	A randomized trial of the effects of rigid contact lenses on myopia progression.	116	בהרכבת עדשות מגע רכות הטעות התשבורתית שהתקדמה (ערך ספריי אקוויוולנטי) עלתה קלות.
Walline JJ et al.	2008, IOVS	A randomized trial of the effect of soft contact lenses on myopia progression in children.	247	בסיום המחקר(לאחר 3 שנים) לא נמצא הבדל בהתקדמות קוצר הראייה, אורך העין וקימורי הקרנית בין מרכבי עדשות המגע ומרכיבי המשקפיים (237 נבדקים).
Horner DG et al.	1999, IOVS	Myopia progression in adolescent wearers of soft contact lenses and spectacles.	175	במשך 3 שנים נבדקה השפעת התקדמות קוצר הראייה בזמן הרכבת עדשות רכות למרכיבי משקפיים. במחקר לא נמצא הבדל משמעותי בין מרכיבי עדשות המגע ומרכיבי המשקפיים.

טבלה: ד"ר ניר ארדינסט ופרופ' יאיר מורד

### טבלה 1

מופחת דווקא מאיצים את התקדמות קוצר הראייה (בערך ממוצע של 0.15D), גם מחקר רטרוספקטיבי שנערך בזמן האחרון הציג תוצאות דומות,<sup>19</sup> ובניגוד לתוצאות המחקרים שנערכו במודל הקופים.

### משקפיים לשליטה בתשבורת היקפית

מחקרים הראו כי טשטוש היקפי ברשתית גורם לעלייה באורך העין וקיימת חשיבות בצמצום הטשטוש הרחוק ואי ההיקפי כדי לשלוט בקוצר הראייה.<sup>20</sup> בהתאם, פותחו באחרונה עדשות משקפיים חדשות בעלות פרופיל הדרגתי של תוספת כוח חיובי, העולה ככל שמתקדמים לאזור ההיקפי של העדשה. באזור המרכזי של העדשה (2 ס"מ) יש כוח קבוע, באזור ההיקפי האמצעי יש תוספת הדרגתית - מ-+1.00D עד תוספת שמגיעה ל-+2.00D. בהיקף העדשה. המחקר בדק ב-210 ילדים ובני נוער בני 6-16 את שלושת העיצובים החדשים של עדשות אלו. המחקר שהיה מתוכנן להיערך כשנתיים הופסק לאחר שנמצא כי רק העיצוב השלישי של העדשה החדשה הציג ירידה קלה בהתקדמות קוצר הראייה, ולא נמצא כל הבדל במניעת התקדמות קוצר הראייה בין סוגי העיצוב החדשים של העדשות לבין משקפים חד-מוקדים רגילים.<sup>21</sup>

### משקפיים בעלי עדשות דו-מוקדיות (ביפוקליים)

הקשר בין עבודה מקרוב והתקדמות קוצר הראייה הוכח במחקרים רבים. כך למשל, ידוע כי קיים קשר בין מספר שנות הלימוד לבין התפתחות קוצר ראייה בקרב מתגייסים לצה"ל.<sup>3</sup> אחת הסברות לגבי הסיבה לתופעה זו היא שהמאמץ האקומדטיבי המצטבר גורם לטשטוש התמונה על גבי הרשתית ומאיץ את גדילת אורך העין, ולפיכך הקלה של המאמץ המצטבר בעזרת משקפיים ביפוקליים או מולטיפוקליים תוכל להאט את התקדמות קוצר הראייה. ניסיונות כאלו נעשו עוד בשנות הארבעים של המאה

שיטה זאת פותחה בתחילת המאה ה-20 על ידי רופא העיניים האמריקאי ויליאם הוראציו בייטס (William Horatio Bates), ודגלה ברעיון הפיזיולוגי כי פעילות יתר של השרירים החיצוניים של העין (אקסטרה-אוקולריים) היא זו הגורמת לעלייה בקוצר הראייה. יעילותה של שיטה זו מעולם לא הוכחה במחקר רפואי.<sup>12</sup> שיטות אחרות ומגוונות של משוב ביולוגי שנבחנו מדעית לא הראו גם הן שינוי כלשהו בקצב עליית קוצר הראייה.<sup>14,13</sup>

### משקפיים

#### תיקון מלא

תיקון אופטי מלא בעזרת עדשות אופתלמיות (משקפיים) חד-מוקדיות לילדים קצרי ראייה הוא טיפול רווח ונפוץ, הנתפס בציבור הרחב כהליך המאיץ את קצב עליית המספר. טענה זו נבדקה במחקר בקרב קצרי ראייה שחולקו לקבוצות נבדקים בעלי תיקון אופטי מלא, נבדקים בעלי תיקון אופטי למרחק ונבדקים שלא זכו לתיקון אופטי כלל. נמצא כי לא היה הבדל בהתקדמות קוצר הראייה בין הקבוצות.<sup>15</sup> במחקר נוסף, שכלל חלוקה לקבוצות דומות, ושנערך בקרב 240 ילדים בפינלנד, נצפו תוצאות זהות ולא נמצא הבדל בין הקבוצות.<sup>16</sup>

#### תת-תיקון (תיקון מופחת) של קוצר הראייה

הרציונל לספק תיקון מופחת בקוצר הראייה הגיע מהצלחת מחקר שנערך בקופים צעירים.<sup>7</sup> במודל אנוש נערכו שלושה מחקרים: מחקר ראשון אקראי וסמוי שבדק במשך שנתיים 94 ילדים בני 9-14 עם תיקון תשבורתי מלא או תיקון מופחת של 0.75D+ במשקפיים.<sup>17</sup> המחקר השני נערך לאחר 4 שנים והיה דומה במתודולוגיה שלו, הוא בדק 62 ילדים בני 6-15 לתקופה קצרה יותר (שנה וחצי) ובעלי תיקון מופחת של 0.50D+ במשקפיים.<sup>18</sup> תוצאות המחקרים הצביעו כי תת-תיקון או תיקון

## שליטה בקוצר ראייה בעזרת עדשות מגע קשות

מחברים	שנת פרסום וכתב העת	שם המחקר	מספר נבדקים	תוצאות
Grosvenor T et al.	1991, Optom Vis Sci.	Rigid gas-permeable contact lenses for myopia control: effects of discontinuation of lens wear.	23	לאחר מעקב של 3.5 שנים עם הרכבת עדשות מגע, הטעות התשבורתית שהתקדמה (ערך ספריי אקוויולנטי) היא -0.76D.
Khoo CY et al.	1999, Singapore Med J.	A 3-year study on the effect of RGP contact lenses on myopic children.	100	על פי ממצאי המחקר רק אצל 10% נצפתה עצירה של קוצר הראייה. המלצות המחקר שיש להרכיב את העדשות המגע הקשות במשך 8 שעות ביום.
Walline JJ et al.	2001, Optom Vis Sci.	The contact lens and myopia progression (CLAMP) study: design and baseline data.	148	תחילת מחקר CLAMP - The Contact Lens and Myopia Progression לאורך 3 שנים. התוצאות הראו כי 116 ילדים מתוך 148 הצליחו להסתגל לעדשות מגע והליקוי התשבורתי (ערך ספריי שווינג) עמד על $-2.09 \pm 0.89 D$ .
Katz J et al.	2003, Am J Ophthalmol.	A randomized trial of rigid gas permeable contact lenses to reduce progression of children's myopia.	428	לאחר מעקב של שנה ושנתיים בהרכבת עדשות מגע הטעות התשבורתית שהתקדמה (ערך ספריי שווינג) הינה: <ul style="list-style-type: none"> <li>לאחר שנה: <math>-1.33D</math> ואורך עין גדל ב <math>0.84</math> מ"מ</li> <li>לאחר שנתיים: <math>-1.28D</math> ואורך עין גדל ב <math>0.79</math> מ"מ</li> </ul>
Walline JJ et al.	2004, Arch Ophthalmol.	A randomized trial of the effects of rigid contact lenses on myopia progression.	116	לאחר מעקב של 3 שנים בהרכבת עדשות מגע הטעות התשבורתית שהתקדמה (ערך ספריי אקוויולנטי) הינה: <ul style="list-style-type: none"> <li>עדשות מגע קשות: <math>-1.56 \pm 0.95 D</math></li> <li>עדשות מגע רכות: <math>-2.19 \pm 0.89 D</math></li> </ul> לא נצפו שינויים עם מובהקות סטטיסטית בשינוי אורך העין בין סוגי עדשות המגע.

טבלה: ד"ר ניר ארדינסט ופרופ' יאיר מורד

### טבלה 2

לקריאה של  $+2.00D$  בהשוואה לקבוצת ילדים שלא זכו לתוספת לקריאה כלל. במחקר נמצא כי קצב ההתקדמות בקרב אלה שקיבלו תיקון לקירוב היה  $-1.28D$  לעומת  $-1.48D$  אצל אלה שלא קיבלו כלל תיקון לקירוב,<sup>25</sup> אולם נמצא כי האפקט התרכז בשנה הראשונה של המחקר. לאחריה לא נמצא עוד הבדל בקצב ההתקדמות של הקבוצות. החוקרים הגיעו למסקנה שאין הצדקה לרשום משקפי מולטיפוקל כיוון שאפקט עצירת קוצר הראייה אינו משמעותי. מחקר נוסף שנערך בקבוצה שמנתה 227 ילדים הגיע למסקנה זהה.<sup>26</sup>

בהמשך הצליחו החוקרים לבודד תת-קבוצה שאצלה היה אפקט ניכר בעקבות השימוש במשקפי מולטיפוקל. התקדמות מהירה יותר של קוצר ראייה שכיחה בילדים בעלי נטייה לפיגור באקומודיציה (accommodation lag), קרי, שכמות האקומודיציה המבוצעת היא קצת פחות מהנדרש, ולמרות ביצוע האקומודיציה נותר טשטוש קל.<sup>27</sup> בקרב ילדים הסובלים מאזופוריה עם פיגור באקומודיציה, קצב עליית המספר הואט ב-50% לאחר שימוש במשקפי מולטיפוקל.<sup>28</sup>

### עדשות מגע

#### עדשות מגע רכות

במחקר אקראי, מבוקר שנמשך שלוש שנים בקרב 175 ילדים בני 11-14 בדקו את ההשפעה של התקדמות קוצר

הקודמת. באחרונה נערכו מחקרים מבוקרים אחדים מסוג זה בארצות הברית, בפינלנד ובדנמרק. הם בדקו מתן תוספת לקרוב של  $+1.00D$  עד  $+2.00D$  ולא נמצאה השפעה כלשהי לכך.<sup>22</sup> תמיכה נוספת בנתונים אלו נמצאה במחקר רב-מרכזי בשם Houston. המחקר נערך בהיקף נבדקים נרחב ביותר לאורך 3 שנים. תוצאות המחקר לא מצאו יתרון של משקפיים ביפוקליים (טבלה 8). אך מחקר אחר שבדק את השפעת התיקון לקרוב על ילדים בעלי אזופוריה (esophoria) לקרוב מצא האטה בקצב עליית המספר.<sup>23</sup>

#### משקפיים בעלי עדשות רב-מוקדיות (מולטיפוקליים)

השימוש במשקפיים מולטיפוקליים הוצע כפתרון לשיפור היענות הלקויה של ילדים בהרכבת משקפיים ביפוקליים הן בגלל המראה שלהם והן עקב אי שימוש בסגמנט התחתון של משקפי הביפוקל, שכן הילדים הצליחו לראות היטב מבעד לסגמנט העליון.

במחקר שנערך הותאמו משקפי מולטיפוקל עם תוספת קריאה של  $+1.50D$  ותוספת קריאה בעוצמה של  $+2.00D$  בהשוואה למשקפיים חד-מוקדיים. נמצא כי קצב התקדמות קוצר הראייה בשנה היה  $-0.66D$  ו- $-0.76D$  אצל הילדים שקיבלו תוספת תיקון לקרוב של  $+2.00D$  ו- $+1.50D$ , בהתאמה לעומת  $-0.23D$  אצל ילדים שקיבלו תיקון רגיל.<sup>24</sup> מחקר רחב היקף בדק מאות ילדים בני 6-11 לאחר התאמת משקפי מולטיפוקל עם תוספת

## שליטה בקוצר ראייה בעזרת עדשות מגע אורטו-קיי

מחברים	שנת פרסום וכתב העת	שם המחקר	מספר נבדקים	תוצאות
Cho P et al.	2005, Curr Eye Res	The longitudinal orthokeratology research in children in Hong Kong: a pilot study on refractive changes and myopic control.	35	לאחר שנתיים עם הרכבת עדשות מגע אורטו-קיי הטעות התשבורתית שהתקדמה בסיום המחקר (ערך ספריי אקוויולנטי) הינה $-0.18 \pm 0.69$ D. ירידה של 60% בקוצר ראייה בעזרת עדשות מגע אורטו-קיי (מחקר צר נבדקים)
Kakita T et al.	2011, IOVS	Influence of overnight orthokeratology on axial elongation in childhood myopia.	105	לאחר שנתיים עם הרכבת עדשות מגע אורטו-קיי הטעות התשבורתית שהתקדמה בסיום המחקר (ערך ספריי אקוויולנטי) הינה : בקבוצת הביקורת (משקפיים): $-2.59 \pm 1.66$ במרכיבי עדשות אורתוקרטולוגיה: $-2.55 \pm 1.86$ אורך העין גדל ב 0.13 מ"מ יותר בקבוצת הביקורת.
Santodomingo-Rubido J. et al.	2012, IOVS	Myopia control with orthokeratology contact lenses in Spain: refractive and biometric changes.	31	לאחר הרכבת עדשות מגע אורטו-קיי הטעות התשבורתית שהתקדמה בסיום המחקר (ערך ספריי) הינה : לאחר 6 חודשים: $-0.19 \pm 0.23$ D לאחר 12 חודשים: $-0.22 \pm 0.27$ D לאחר 18 חודשים: $-0.21 \pm 0.27$ D לאחר 24 חודשים: $-0.34 \pm 0.29$ D אורך העין גדל ב 0.47 מ"מ לאחר שנתיים.
Cho P and Cheung SW	2012, IOVS	Retardation of myopia in Orthokeratology (ROMIO) study: a 2-year randomized clinical trial.	102	לאחר הרכבת עדשות מגע אורטו-קיי במשך שנתיים אורך עין גדל : בקבוצת הביקורת: $0.63 \pm 0.26$ מ"מ. במרכיבי עדשות אורתוקרטולוגיה: $0.36 \pm 0.24$ מ"מ.

טבלה: ד"ר ניר ארדינסט ופרופ' יאיר מורד

### טבלה 3

חלק מבלימת ההתקדמות בקוצר הראייה היה עקב השפעה חולפת של העדשה על קמירות הקרנית שנעלמה לאחר הפסקת השימוש בה.<sup>32</sup> השערה זו נתמכה גם על ידי מחקר נוסף של Walline JJ ועמיתיו שבוצע בכ-100 ילדים שקיבלו עדשות קשות או רכות. נמצא כי קוצר הראייה התקדם פחות אצל מרכיבי העדשות הקשות בעיקר עקב גידול אטי יותר בקמירות הקרנית, ולא בגלל עלייה שונה בגודל אורך העין.<sup>31</sup> מחקר נוסף רחב היקף שהתבצע בקרב מאות ילדים מסינגפור הצביע על כך שלא נמצא כל הבדל בין מרכיבי העדשות למרכיבי המשקפיים.<sup>33</sup> יש לציין כי עדשות מגע מסוגים שונים, ובפרט עדשות מגע קשות, עלולות להוביל ל-Warpage Contact (עיוות הקרנית). Warpage Contact lens גורם לעיוות ולשינויים בקימורי הקרנית עקב השפעות מכניות ומטבוליות כתוצאה מהרכבת עדשות המגע.<sup>34</sup>

לסיכום, בניגוד לדעה שרווחה בקרב אנשי המקצוע בעבר כי עדשות מגע קשות בולמות התקדמות בקוצר ראייה, המחקרים הציגו תמונה שונה לגמרי. תהליך השליטה בקוצר הראייה לא היה כרוך בהאטה של התארכות העין, מכאן שהרכבת עדשות מגע קשות אינה יעילה למניעת התקדמות קוצר ראייה. ההאטה בהתקדמות קוצר הראייה בזמן הרכבת עדשות המגע הקשות נבעה משינוי בקמירות הקרנית בזמן הרכבת עדשות המגע, והשפעה זאת התפוגגה לאחר הפסקת הרכבת העדשות (טבלה 2). תמיכה נוספת בנתונים אלו נצפתה במחקר רב מרכזי בשם

הראייה במרכיבי משקפיים ובאלה שהרכיבו עדשות רכות. במחקר לא נמצא הבדל משמעותי בין הקבוצות.<sup>29</sup> מחקר נוסף השווה בין 247 מרכיבי עדשות מגע רכות לבין 237 מרכיבי משקפיים במהלך שלוש שנים. המחקר מצא כי התקדמות קוצר הראייה בקרב מרכיבי עדשות המגע הרכות הייתה 0.06D יותר מאשר במרכיבי המשקפיים לאחר שנת מעקב. בסיום שלוש שנות המחקר לא נמצא כל הבדל בהתקדמות קוצר הראייה, אורך העין וקימורי הקרנית בין מרכיבי עדשות המגע ומרכיבי המשקפיים.<sup>30</sup> מחקר נוסף שערך השוואה בין מרכיבי עדשות מגע רכות לעדשות מגע קשות דיווח כי ייתכן שלהרכבת עדשות מגע רכות יש אפקט שלילי (מאיץ) על התקדמות קוצר הראייה (טבלה 1). המחקר הראה כי קוצר ראייה בקרב ילדים שהרכיבו עדשות קשות התקדם בצורה פחות משמעותית בהשוואה לילדים שהרכיבו עדשות מגע רכות.<sup>31</sup>

### עדשות מגע קשות נוסמות

שני מחקרים ראשוניים שבדקו את התקדמות קוצר הראייה בקרב מרכיבי העדשות הקשות הראו תוצאות מעודדות: במחקר הראשון הותאמו עדשות מגע קשות, ולקבוצת הביקורת הותאמו משקפיים. קצב עליית המספר היה נמוך יותר בקרב מרכיבי עדשות המגע הקשות בתקופת זמן של שנה לעומת מרכיבי המשקפיים. אולם המחקר זכה לביקורת כיוון שנראה היה כי

## שליטה בקוצר ראייה - קבוצות מחקר רב מרכזיות באורתוקרטולוגיה

שנה	כינוי	שם	תוצאות
1983	Berkeley OR	The Berkeley Orthokeratology Study	מחקר שבדקת את השפעת עדשות אורטו-קיי על קוצר ראייה באוכלוסייה שאינה ילדים (גילאים 21 עד 29 שנים)
2003	REIM	Orthokeratology and adolescent myopia control	ירידה של 60% בקוצר ראייה בעזרת עדשות מגע אוטו-קיי
2005	MCOS	Myopia Control with Orthokeratology Contact Lenses in Spain (MCOS)	המחקר לא מצא הבדל בין קבוצה של 31 נבדקים שהרכיבו עדשות אוטו-קיי לבין 31 נבדקים שהרכיבו משקפיים חד-מוקדיים (גיל הנבדקים 6 עד 12)
2007	CRAYON	The Corneal Reshaping and Yearly Observation of nearsightedness(CRAYON)	ירידה של 57% בקוצר ראייה בעזרת עדשות מגע אוטו-קיי (מחקר צר נבדקים)
2009	SMART	The Stabilization of Myopia by Accelerated Reshaping Technique (SMART)	(מחקר רחב נבדקים שמתקיים במשך 5 שנים)
2010	CRIMP	Corneal reshaping inhibits myopia progression (CRIMP)	(מחקר רחב נבדקים שנערך באוסטרליה שמתקיים במשך 10 שנים)
2013	TO-SEE study	Myopia control using toric orthokeratology	במחקר נערכה השוואה בין 43 נבדקים שהרכיבו עדשות אוטו-קיי לבין 37 נבדקים שהרכיבו משקפיים חד-מוקדיים (גיל הנבדקים 6 עד 12). לאחר שנתיים נמצא כי עדשות אורטו-קיי האטו את התקדמות אורך העין ב 52%.

טבלה: ד"ר ניר ארדינסט ופרופ' יאיר מורד

### טבלה 4

(משקפיים), ובמרכיבי עדשות אורטו-קיי  $-2.55 \pm 1.86D$ . כמו כן, אורך העין גדל ב-0.13 מ"מ בקבוצת הביקורת בהשוואה למרכיבי עדשות אורטו-קיי.<sup>37</sup>

במחקר נוסף נערכה השוואה בין 43 נבדקים שהרכיבו עדשות אורטו-קיי לבין 37 נבדקים שהרכיבו משקפיים חד-מוקדיים ונמצא כי עדשות אורטו-קיי האטו ב-52% את התקדמות אורך העין לאחר שנתיים של מעקב.<sup>38</sup> מחקרים נוספים שבדקו מדגם נבדקים רחב ועקבו במשך שנתיים תמכו גם כן בנתונים אלו.<sup>39,40</sup>

מחקר נוסף שהתבצע באותה קבוצת גילאים ובתקופת מחקר קצרה יותר מצא כי עדשות אורטו-קיי האטו ב-63% את התקדמות אורך העין.<sup>41</sup> בתחום העדשות האורתוקרטולוגיות בוצעו מחקרים רבים (טבלה 3), בהם מחקרים רב-מרכזיים שרובם בוצעו בעשור האחרון (טבלה 4).

יש לציין כי התאמת עדשות אורטו-קיי והרכבתן דורשות ניטור קפדני. הנתונים מצביעים כי מרכיבי העדשות הם בעיקר צעירים, שישינים איתן ושהקרנית שלהם מידקת. הללו מהווים גורמי סיכון מוגברים לזיהומי קרנית.

במחקר שנערך בסין, בטיוואן ובהונג קונג בקרב מרכיבי עדשות אורטו-קיי בני 8-15 התגלתה שכיחות גבוהה ביותר של זיהום קרנית חיידקי (Microbial Keratitis). זיהום הקרנית המוביל (כ-38%) נבע ממקור פסאודומנס אארוגינזה (*Pseudomonas aeruginosa*), ואחריו זנים שונים של אקנתמבה (33%).<sup>42</sup>

CLAMP, שנערך בהיקף נבדקים נרחב לאורך 3 שנים. תוצאות המחקר לא מצאו כל יתרון בעדשות מגע קשות (טבלה 8).

### אורתוקרטולוגיה

אורתוקרטולוגיה או עדשות אורטו-קיי שייכות למשפחת עדשות המגע בעלות פרופיל עיצובי של גאומטריה הפוכה, והיא טכניקה שבה מרכיבים עדשת מגע במשך הלילה, בזמן השינה. העדשה משנה את קמירות הקרנית כך שבבוקר, לאחר הסרתה, קמירות הקרנית שטוחה יותר ומאפשרת תיקון אופטי של קוצר הראייה. דיווחים על האטת הגידול בקוצר הראייה בנבדקים שהשתמשו בעדשה זו רק בעין אחת, הביאו למחקר שבדק את השפעת הרכבת העדשות האלה אצל 35 ילדים שהשוו ל-35 ילדים מרכיבי משקפיים.<sup>35</sup> נמצא כי לאחר שנתיים של הרכבת עדשות חלה ירידה של 50% בקצב גידול אורך העין וכן בעומק הלשכה הקדמית. כפועל יוצא נמצא במחקר אחר כי קצב גידול המספר היה נמוך משמעותית במרכיבי העדשות, וכי אורך העין היה נמוך ב-53% בקבוצת מרכיבי עדשות מגע מסוג אורטו-קיי לעומת קבוצת הביקורת.<sup>36</sup>

במחקר נוסף שנמשך שנתיים נמצאו תוצאות מעט פחות מרשימות. במחקר נמצא כי בהרכבת עדשות מגע אורטו-קיי הטעות התשבורתית שהתקדמה בסיום המחקר (ערך פריי אקוויולנטי) הייתה  $-2.59 \pm 1.66D$  בקבוצת הביקורת

## שליטה בקוצר ראייה בעזרת עדשות מגע רב-מוקדיות לשליטה ברפרקציה ההיקפית

תוצאות	מספר נבדקים	שם המחקר	שנת פרסום וכתב העת	מחברים
עדשות אלו הצליחו להוריד את התקדמות קוצר הראייה ב 45% במהלך עשרה חודשים של מעקב.	35	Myopic retinal defocus with a simultaneous clear retinal image slows childhood myopia progression.	2010, ARVO Poster	Phillips JR and Anstice NS
לאחר שנת מחקר התגלה כי התקדמות התשבורתית של קוצר הראייה ירדה ב 34% ואורך העין פחת ב 33% בקבוצת הילדים שהרכיבו את עדשת המגע.	45	Decrease in rate of myopia progression with a contact lens designed to reduce relative peripheral hyperopia: one-year results.	2011, IOVS	Sankaridurg P. et al.

טבלה : ד"ר ניר ארדינסט ופרופ' יאיר מורד

### טבלה 5

## שליטה בקוצר ראייה בעזרת עדשות מגע רכות דו-מוקדיות

תוצאות	מספר נבדקים	שם המחקר	שנת פרסום וכתב העת	מחברים
במחקר נמצא כי בקבוצת הילדים שהרכיבו עדשות מגע רכות דו-מוקדיות התקדמות קוצר הראייה הייתה -0.22D לעומת -0.78D בקבוצת הילדים (40 נבדקים) שהרכיבו עדשות מגע חד-מוקדיות.	38	Myopia progression in adolescent wearers of soft contact lenses and spectacles.	2006, Ophthalmic and Physiological Optics	Aller TA and Wildsoet C
לאחר שנה, הנבדקת הראשונה לא הראתה התקדמות בקוצר הראייה (+0.13D) ואילו בנבדקת השנייה הייתה התקדמות איטית בקוצר הראייה (-0.28D) ביחס להרכבת עדשות מגע חד-מוקדיות. ערכי התארכות אורך העין הציגו דפוס זהה לתשבורת.	2	Bifocal soft contact lenses as a possible myopia control treatment: a case report involving identical twins.	2008, Clin Exp Optom	Aller TA and Wildsoet C[42]

טבלה : ד"ר ניר ארדינסט ופרופ' יאיר מורד

### טבלה 6

תיקון קוצר הראייה נמצא במרכז העדשה, ומחלק זה כוח העדשה עולה בצורה הדרגתית (בעיצוב קונצנטרי) עד היקפה, והתוספת למרשם קוצר הראייה מגיעה עד +2.00D. פיליפס ואנסטיס (פוסטר, Invest Ophthalmol Vis Sci 2010;51:E2232) בדקו את עדשות המגע לשליטה בתשבורת ההיקפית בקרב 40 ילדים בני 11-14 במשך שתי תקופות של 10 חודשים. המחקר נעזר בקבוצת ביקורת של ילדים שהרכיבו עדשות מגע חד-מוקדיות. תוצאות המחקר הראו שעדשות אלו הצליחו להוריד את התקדמות קוצר הראייה ב-45% במהלך 10 חודשים. עדשות בעלות מבנה דומה נבדקו גם במחקר אקראי, פרוספקטיבי במהלך שנה בקרב 45 ילדים סינים בני 7-11 בעלי קוצר ראייה של -0.75D עד -3.50D (עם פחות מ-1.00D אסטיגמציה).

### עדשות מגע לשליטה בתשבורת ההיקפית

באחרונה מצאו מחקרים כי טשטוש היקפי ברשתית הוא גורם מוביל לעלייה באורך העין, ומכאן חשיבות התשבורת ההיקפית בשליטה על קוצר ראייה.<sup>20</sup> לאור זאת, נבדקו עדשות מגע רב-מוקדיות לטיפול במניעת התקדמות קוצר הראייה.

עדשות מגע לשליטה בתשבורת ההיקפית (רפרקציה) הן עדשות מגע רב-מוקדיות למניעת התקדמות קוצר הראייה, בדומה לעדשות מגע בעלות התוויה לזקן ראייה תוך התמקדות בתשבורת ההיקפית מסוג רוחק ראייה. נכון לעתה, קיימים שני סוגי עדשות מגע בעיצוב זה, עדשת MiSight® של חברת CooperVision, ועדשות מגע בייצור מיוחד של The Brien Holden Vision Institute (BHVI).

## שליטה בקוצר ראייה בעזרת עדשות מגע רכות רב-מוקדיות

מחברים	שנת פרסום וכתב העת	שם המחקר	מספר נבדקים	תוצאות
Walline JJ et al.	2013, Optom Vis Sci	Multifocal contact lens myopia control.	40	לאחר שנתיים, התקדמות קוצר הראייה היו - 0.51D ו 1.03D- בקבוצות מרכיבי עדשות הרב-מוקדיות ועדשות מגע חד-מוקדיות בהתאמה. בהתייחס להתקדמות אורך העין התוצאות היו 0.41 מ"מ ו 0.29 מ"מ אצל מרכיבי עדשות מגע חד-מוקדיות ועדשות מגע רכות רב-מוקדיות בהתאמה.

טבלה: ד"ר ניר ארדינסט ופרופ' יאיר מורד

### טבלה 7

ילדים בני 8-11 בעלי מרשם של 1.00D- עד 6.00D- (עד 1.00D אסטיגמזיה) במשך שנתיים (טבלה 7). המחקר בוצע על שתי קבוצות: הראשונה הייתה קבוצת ילדים שהרכיבו עדשות מגע רכות רב-מוקדיות מסוג Proclear® Multifocal, וקבוצה שנייה הרכיבה עדשות מגע רכות חד-מוקדיות.

תוצאות המחקר הראו שהתקדמות קוצר הראייה בקבוצת מרכיבי עדשות רב-מוקדיות הייתה 0.51D-, ואילו בקבוצת הנבדקים שהרכיבו עדשות מגע חד-מוקדיות התוצאה הייתה 1.03D- לאחר שנתיים. בהתייחס להתקדמות אורך העין התוצאות היו 0.41 מ"מ ו-0.29 מ"מ אצל מרכיבי עדשות מגע חד-מוקדיות ועדשות מגע רכות רב-מוקדיות, בהתאמה.<sup>46</sup> תוצאות המחקר תומכות במחקרים שנערכו במודל חיות לרבות תרנגולות<sup>47</sup> ומודל קופים.<sup>48</sup>

### היענות ילדים להרכבת עדשות מגע

מחקר אקראי, חד-סמיות שנערך בקרב 237 ילדים בני 8-11 השווה בין התפיסה העצמית בהרכבת משקפיים ועדשות מגע.<sup>49</sup> במחקר נמצא כי הרכבת עדשות מגע משפרת בצורה משמעותית את המראה החיצוני, היכולת האתלטית והיכולת החברתית בהשוואה להרכבת משקפיים.<sup>49</sup> הרכבת עדשות מגע אצל ילדים משפרת במעט את חדות הראייה אצל מרכיבי עדשות מגע קשות, אך הרכבת עדשות מגע קשות מלווה בדיווחים רבים על אי נוחות, תסמינים שונים ונשירה משימוש.<sup>50,51</sup> כמו כן, נמצאה עדיפות ברורה להרכבת עדשות מגע רכות לאורך זמן.<sup>51,50</sup>

### טיפול תרופתי

#### טיפול להורדת הלחץ התוך-עיני

אחת הטענות שנשמעות לגבי התקדמות קוצר הראייה היא כי האקומודיציה גורמת ללחץ של השריר הציליארי על הסקלרה, ולכן לעליית הלחץ התוך-עיני הגורם לגדילת העין.<sup>8</sup> אולם התברר כי בזמן האקומודיציה אין עלייה משמעותית בלחץ התוך-עיני, ואכן מחקר שנערך בקרב 150 ילדים דנים ובדק מתן 0.25% Timolol במשך שנתיים, מצא כי אין השפעה על התקדמות קוצר הראייה.<sup>52</sup>

בהשוואה להרכבת משקפיים. לאחר שנת מעקב הראו תוצאות המחקר כי התקדמות קוצר הראייה ואורך העין פחתו ב-34% ו-33%, בהתאמה, בקבוצת הילדים שהרכיבו את עדשות המגע לשליטה ההיקפית לעומת קבוצת הילדים שהרכיבה משקפיים.<sup>43</sup> עדשות אלו נבחנו בהשפעתן על תפקודי ראייה שונים ונמצא כי הייתה השפעה קלה לרעה רק על איכות הראייה.<sup>44</sup> סיכומי שני המחקרים שנערכו לגבי היכולת של עדשות מגע לשליטה בתשורת ההיקפית אפשר למצוא בטבלה 5.

### עדשות מגע רכות דו-מוקדיות (ביפוקליות)

מחקרים שהציגו טיפול באמצעות משקפיים עם עדשות דו-מוקדיות ורב-מוקדיות בילדים אזופוריים עם קוצר ראייה, סיפקו ידע למחקרים על עדשות מגע באותו סגמנט אופטי. במחקר רנדומלי, כפול-סמיות נבחנה בלימה בהתקדמות קוצר הראייה בקרב מרכיבי עדשות מגע רכות דו-מוקדיות. במחקר נבדקו שתי קצרות רואי אזופוריות בנות 12, ונערכה במהלך שנה השוואה למרכיבות עדשות מגע רכות חד-מוקדיות. השינויים בהתקדמות קוצר הראייה בקרב הילדות לא היו אחידים. בקרב הנבדקת הראשונה לא הייתה התקדמות בקוצר הראייה והיא עמדה על ערך של 0.13D+, ואילו נבדקת השנייה הייתה התקדמות אטית בקוצר הראייה של 0.28D- לערך בהשוואה לעדשות המגע החד-מוקדיות. לאחר שנה נראתה התארכות באורך העין בקרב מרכיבות העדשות הדו-מוקדיות.<sup>45</sup> Aller ועמיתיו הציגו נתונים נוספים (תוספות, Ophthalmic and Physiological Optics, 2006) במחקר פרוספקטיבי שנערך במשך שנה. המחקר בדק 38 ילדים שהרכיבו עדשות מגע דו-מוקדיות בהשוואה ל-40 ילדים שהרכיבו עדשות מגע חד-מוקדיות. במחקר נמצא כי בקבוצת הילדים שהרכיבו עדשות מגע דו-מוקדיות התקדמות קוצר הראייה הייתה 0.22D-, לעומת 0.78D- בקבוצת הילדים שהרכיבו עדשות מגע חד-מוקדיות. אפשר לראות את סיכום שני מחקרים שנערכו בתחום בטבלה 6.

### עדשות מגע רכות רב-מוקדיות (מולטיפוקליות)

עד עתה, רק מחקר אחד בדק את השפעתן של עדשות מגע רכות רב-מוקדיות על התקדמות קוצר ראייה. במחקר נבדקו 40

## שליטה בקוצר ראייה – קבוצות מחקר רב-מרכזיות

שנה	כינוי	שם	תוצאות
2001	CLAMP	The contact lens and myopia progression (CLAMP).	במהלך 3 שנים בוצעה השוואה בין 148 מרכיבי עדשות מגע רכות למרכיבי עדשות מגע קשות (גיל הילדים 8 עד 12). התקדמות אורך העין: <ul style="list-style-type: none"> <li>בקבוצת הביקורת <math>0.59 \pm 0.36</math> מ"מ</li> <li>במרכיבי עדשות המגע הקשות <math>0.6 \pm 0.39</math> מ"מ</li> </ul>
2009	ATOM	Atropine for the treatment of childhood myopia (ATOM).	400 ילדים מסינגפור בין גיל 6 לגיל 12 בעלי קוצר ראייה של עד -6.00D ועד 1.50D של אסטיגמציה טופלו באטרופין בריכוז 0.1%. לאחר 3 שנים התקדמות אורך העין: <ul style="list-style-type: none"> <li>בקבוצת הביקורת (אינבו) <math>0.52 \pm 0.45</math> מ"מ</li> <li>בקבוצת האטרופין <math>0.29 \pm 0.37</math> מ"מ</li> </ul>
2005	MIT	Design and statistical analysis for the myopia intervention trial in taiwan.	227 נבדקים נבדקו לאחר הרכבת משקפיים עד עדשות חד מוקדיים, משקפיים רב מוקדיים ומשקפיים רב מוקדיים בשילוב עם אטרופין. התקדמות אורך העין לאחר שנה: <ul style="list-style-type: none"> <li>בקבוצת הביקורת (אינבו) <math>0.59 \pm 0.31</math> מ"מ</li> <li>בקבוצת האטרופין <math>0.22 \pm 0.24</math> מ"מ</li> </ul>
1987	Houston	The Houston myopia control study	במחקר נבדקו 207 ילדים בגילאים 6 עד 15 שהרכיבו משקפיים חד מוקדיים, משקפיים דו-מוקדי עם תוספת לקריאה של +1.00D ו +2.00D. לאחר 3 שנות מחקר התקדמות קוצר הראייה הייתה: <ul style="list-style-type: none"> <li>משקפיים חד מוקדיים: -0.34D</li> <li>משקפיים דו מוקדי +1.00D: -0.36D</li> <li>משקפיים דו מוקדי +2.00D: -0.34D</li> </ul>

טבלה: ד"ר ניר ארדינסט ופרופ' יאיר מורד

### טבלה 8

הציגו כי התקדמות קוצר הראייה היא:  $-0.219D, -0.910D$  ו- $-0.578D$  בקבוצות מי המלח, האטרופין 1% והציקלופנטולט 1% בהתאמה.<sup>54</sup>

#### פירנזפיין (Pirenzepine)

Pirenzepine הוא אנטגוניסט מוסקריני סלקטיבי יותר מאטרופין, שלו השפעה מעטה בלבד על האקומודציה ועל הרחבת האישון.<sup>56,55</sup> מחקרים בתרנגולות הראו את יעילותו במניעת קוצר ראייה. תוצאות ראשוניות בדבר השימוש בו בילדים היו מעודדות.<sup>55</sup> באחרונה הסתיים מחקר כפול-סמיות בן שנתיים, שבו נבדקה השפעת ג'ל 2% Pirenzepine על עליית קוצר הראייה בילדים בני 8-12. נמצא כי קצב עליית קוצר הראייה במטופלים היה נמוך משמעותית מאשר אלה שטופלו באינבו ( $-0.26D$ ) לעומת ( $-0.53D$ ) לאחר השנה הראשונה, ו- $-0.58D$  לעומת ( $-0.99D$ ) לאחר שנתיים.<sup>56</sup>

מחקר רב-מרכזי בדק את השפעתה של Pirenzepine ב-353 ילדים בני 6-12 עם קוצר ראייה שנע בין  $-0.75D$  ל- $-4.00D$  (הכולל פחות מ- $1.00D$  של אסטיגמציה). המחקר התבצע במשך שנה וכלל קבוצות ביקורת ב-7 מרכזים רפואיים אקדמיים באסיה. תוצאות המחקר הראו כי בקבוצת האינבו קוצר הראייה גדל ב- $0.84D$ ; בקבוצה שטופלה בג'ל Pirenzepine בריכוז 2% בלילה קוצר הראייה גדל ב- $0.70D$ ; בקבוצה שטופלה

#### Tropicamide (טרופיקאמיד)

טרופיקאמיד הוא תכשיר cycloplegic קצר טווח. מחקר שעקב במשך שלוש שנים וחצי אחר תאומים שטופלו בטרופיקאמיד בריכוז 1% בשילוב משקפיים דו-מוקדיים, ובהשוואה למרכיבי משקפיים כקבוצת ביקורת, לא מצא כל שיפור בהתקדמות קוצר הראייה.<sup>53</sup> מחקר נוסף בדק 61 ילדים שטופלו בטרופיקאמיד בריכוז 0.4% ומצא כי הייתה ירידה של כ- $-0.70D$  בהתקדמות קוצר הראייה. עם זאת יש לציין כי המחקר לא נעזר בקבוצת ביקורת וחלק מהנבדקים היו בני 12 ומעלה.<sup>37</sup>

#### Cyclopentolate (ציקלופנטולט)

ציקלופנטולט נחקר רבות (בשילוב עם טרופיקאמיד) בהשוואה לאטרופין ביכולת שיתוק האקומודציה וההשלכות בתחום. בנושא מניעת התקדמות של קוצר הראייה התבצע מחקר יחיד שבדק את היכולת של ציקלופנטולט 1% והשפעתו במשך שנה. במחקר נבדקו 96 ילדים שחולקו ל-3 קבוצות שוות של 32 נבדקים. בקבוצה הראשונה, שלמעשה שימשה כקבוצת ביקורת, קיבלו הנבדקים טיפול אינבו של מי מלח בריכוז של 0.9%. קבוצה שנייה טופלה בטיפות אטרופין בריכוז של 1% מדי יומיים, והקבוצה האחרונה טופלה בטיפות ציקלופנטולט בריכוז של 1% (כל הטיפולים בוצעו בלילה). תוצאות המחקר לאחר שנה



### סיכום

עקב עליית השכיחות בקוצר ראייה בעולם נעשה מאמץ ניכר למציאת דרך להאט את התהליך. עדשות מגע מסתמנות כמכשיר חשוב ונרחב בטיפול בקוצר ראייה, בייחוד לנוכח העלייה בשימוש בעדשות מגע ברחבי העולם. תת-תיקון של קוצר הראייה מגביר את התקדמות קוצר הראייה בהשוואה לתיקון מלא. עדשות משקפיים בעיצוב דו-מוקדי או רב-מוקדי הציגו שיפור מצומצם בעצירת קוצר הראייה עם יעילות גבוהה יותר בילדים קצרי רואי עם אזופוריה בעלי פיגור של יכולת האקומודציה (lag of accommodation).

בעבר סברו כי לעדשות מגע קשות יש השפעה על עצירת קוצר הראייה. המחקרים שבדקו את השפעתן של עדשות המגע הקשות נעשו בתחילה בקבוצות קטנות, ללא קבוצת ביקורת ועם אחוז נשירה גבוה. ברבות הימים התברר כי עדשות מגע קשות אינן מונעות התקדמות בקוצר הראייה כיוון שהשפעתן בולטת בהשטחת הקרנית, ולאחר הפסקת השימוש האפקט מתפוגג. גם עדשות מגע רכות אינן משפיעות על קוצר הראייה, אך נתונים ראשוניים מראים כי לעדשות מגע רכות בעלות עיצוב ביפוקלי או מולטיפוקלי יש יכולת להשפיע על שליטה בקוצר ראייה. אורטוקרטולוגיה ועדשות מגע בעלות פרופיל עיצובי של גאומטריה הפוכה, הציגו יכולת בינונית לעצור את התקדמות קוצר הראייה בכמה מחקרים קצרי טווח. רוב המחקרים שבחנו את האורטוקרטולוגיה הציגו ירידה בהתקדמות קוצר הראייה בקצב של 0.30- בשנה. מחקרים מהעת האחרונה מצאו כי טשטוש היקפי ברשתית הוא שמוביל לעלייה באורך העין, ולשם כך פותחו עדשות מגע המתקנות את התשבורת ההיקפית. עדשות מגע אלו נבחנו ביכולתן למנוע את התקדמות קוצר הראייה, והציגו יכולת דומות לעדשות בעלות עיצוב אורטוקרטולוגי.

ההשפעה הגדולה ביותר במניעת התקדמות קוצר הראייה מגיעה מתכשירים אנטי-מוסקריניים. Pirenzepine הציג יעילות בשליטה בקוצר ראייה ואפקטיביות גדולה הושגה בעזרת טיפול באטרופין. מינון נמוך של אטרופין (ריכוז של 0.01%) הציג יעילות וסבילות גבוהות לטיפול.

העלייה בשכיחות קוצר הראייה בחברה המודרנית מציבה אתגר בפני המערכת הרפואית. האטת התקדמות קוצר הראייה אפשרית, ונראה כי טיפולים כאלה יוצעו לציבור הרחב בשנים הקרובות. השאלה שנותרה היא האם טיפולים אלה אכן יעילים מבחינת עלות-תועלת למערכת הציבורית.



בגל Pirenzepine בריכוז 2% במהלך היום גדל קוצר הראייה ב-0.47D וכאמור השיג את התוצאות הטובות ביותר.<sup>57</sup>

אף על פי שהמטופלים בתרופה סבלו מהרחבת אישונים קלה, לא היו תלונות רבות על טשטוש ראייה מקרוב או סנוור, ומעט מטופלים יחסית הפסיקו את הטיפול. מסקנתם של החוקרים הייתה כי מדובר בטיפול יעיל ובטוח.<sup>55,56,58</sup>

### אטרופין

מתן אטרופין פועל בכמה מישורים לשליטה בקוצר ראייה. ראשית, אטרופין חוסם את האקומודציה שהיא בעלת תפקיד בהתקדמות קוצר הראייה. בהיותו אנטגוניסט מוסקרני, הוא מאט את קצב התארכות העין.<sup>55,58</sup> כמו כן הוא משפיע על שחרור דופמין תאי, ולכן משפיע על הסיגנלים הרטינליים השולטים בקצב גידול העין.<sup>59</sup> אטרופין הנספג סיסטמית, יכול גם לעכב את הפרשת הורמון הגדילה ולעכב את גדילת העין.<sup>60</sup>

מחקר שבדק ב-212 ילדים טיפול אטרופין ומשקפיים ביפוקליים למשך שלוש שנים וחצי בממוצע, הראה כי קצב גידול קוצר הראייה היה קטן יותר בקרב המטופלים בהשוואה לקבוצת הביקורת.<sup>61</sup> גם הטיפול של אטרופין בשילוב משקפיים מולטיפוקליים הציג יעילות רבה.<sup>26</sup> מחקרים רב-מרכזיים (ATOM-I MIT) הראו גם הם את יעילות הטיפול באטרופין בריכוז 1%. לאחר 3 שנות התקדמות ירד אורך העין באופן משמעותי בהשוואה לקבוצת הביקורת (טבלה 8).

מחקרים נוספים בדקו ריכוזי אטרופין בין 0.05% ל-1%. בכלם דווח כי הטיפול באטרופין, בחלקו בשילוב משקפיים ביפוקליים, האט את קצב התקדמות קוצר הראייה. עם זאת הנבדקים דיווחו על תלונות רבות של טשטוש ראייה וסנוור.<sup>58,62,63</sup> חרף הצלחת הטיפול באטרופין טרם נקבעו ריכוזי טיפול ומשך הטיפול. כמו כן לאטרופין יש שתי השפעות נרחבות וממושכות: הראשונה היא שיתוק האקומודציה, והשנייה היא הרחבת האישון. שיתוק האקומודציה מחייב תיקון אופטי לקרוב אצל משתתפי המחקר. אישון מורחב ותיקון אופטי לקרוב משפיעים על היכולת למסך את סמיות המחקר ומכאן איכות הניסויים עלולה להיפגע.<sup>58</sup> כמו כן ההשפעה של אטרופין לטווח הארוך על בריאות העין לרבות זקון ראייה מוקדם, נזק לרשתית וירוד, טרם ברורה.<sup>58,62,63</sup>

תוצאות מעודדות מגיעות דווקא בשימוש בריכוזים נמוכים של אטרופין. טיפול באטרופין בריכוז של 0.01% אינו גורם להשפעות קליניות על הראייה והציג תוצאות יעילות של סבילות גבוהה ביותר ביחס לריכוזים גבוהים יותר.<sup>64</sup> לאטרופין בריכוז של 0.01% יש השפעה זניחה על האקומודציה וגודל האישון ולכן אינו משפיע על איכות וחדות הראייה מקרוב.<sup>64</sup>

### References

- Lin LL, Shih YF, Tsai CB et al. Epidemiologic study of ocular refraction among schoolchildren in Taiwan in 1995. *Optom Vis Sci* 1999;76:275-281.
- Kempner JH, Mitchell P, Lee KE et al. The prevalence of refractive errors among adults in the United States, Western Europe, and Australia. *Arch Ophthalmol* 2004;122:495-505.
- Bar DY, Levin A, Morad Y et al. The changing prevalence of myopia in young adults: a 13-year series of population-based prevalence surveys. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:2760-2765.
- Zadnik K, Mutti DO, Friedman NE et al. Ocular predictors of the onset of juvenile myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40:1936-1943.