

## מיפוי קרנית, עדשות מגע והקשר ביניהם

ד"ר הניה ליכטר<sup>1</sup>  
 ד"ר עמי הירש<sup>2</sup>  
 ד"ר שמואל לוינגר<sup>2</sup>  
 ד"ר ניר ארדינסט<sup>3</sup>

<sup>1</sup>מרכז רפואי עיניים ומכון מור  
<sup>2</sup>מרכז רפואי עיניים ועתידים  
<sup>3</sup>מחלקת עיניים, בית החולים  
 הדסה עין כרם

מיפוי קרנית יכול לחשוף קרטוקונוס במיקום עליון (תמונה 3), במקרה זה הגיע הנבדק לביצוע מיפוי קרנית במהלך המעקב, והסרת עדשות המגע נעשתה יום לפני הבדיקה. אמינות הבדיקה וההשוואה הממוחשבת לבדיקה מהעבר ירודות כמובן, ובמפת ההשוואה אפשר לראות השטחה בקונוס העליון המתבטאת בצבעים כחולים קרים (תמונות 3א-ב).

קבוצה נוספת שבה מיפוי קרנית מבוצע באופן שגרתי כוללת נבדקים לפני ניתוחים, בעיקר לפני ניתוח להסרת משקפיים. סביר להניח שכיום לא יעלה אף רופא על דעתו לבצע ניתוח להסרת משקפיים ללא ביצוע מיפוי קרנית, שכן במיפויים בדור החדש אפשר לשלול לא רק קרטוקונוס קדמי אלא גם קרטוקונוס אחורי, ולקבל מדד נוסף לגבי עובי הקרנית - שהינם מדדים הכרחיים וחשובים ביותר לגבי החלטת אופציה ניתוחית.

נבדקים רבים מרכיבים במשך שנים עדשות מגע מסוגים שונים. הרכבת יתר של עדשות מגע, קשות ואף רכות, עלולה לגרום לאי-סדירות פני הקרנית ולעיוות צורתה.<sup>1-3</sup> האי-סדירות מתאפיינת בקמירות הקרנית בחלק התחתון או המרכזי בדרך כלל, היכולה לחקות קרטוקונוס.<sup>4</sup> בבדיקה אפשר לראות פעמים רבות (SPK) Superficial Punctate Keratitis מרובים, קיים קושי רב בקריאת ערכי הקרטומטריה, ובטופוגרפיה של הקרנית קיימת אירגולריות. ראשית, בחשד קליני של הרכבת יתר של עדשות מגע מקובל לטפל בטיפות ליובש ולעתים גם טיפות אנטי-דלקתיות. כמו כן הטיפול משולב בהתנזרות מעדשות מגע לתקופה ארוכה - כמה שבועות ואפילו כמה חודשים - עד לקבלת יציבות וטופוגרפיה אמינות ללא תבנית עדשות המגע "Contact Lens Warpage". יש לציין שבתקופה זו גם הרפרקציה, הקרטומטריה והפכימטריה (עובי קרנית) של המטופל משתנות עם השינוי בטופוגרפיה,<sup>5</sup> ולכן לפני ההחלטה אם המטופל מתאים או לא מתאים לניתוח להסרת משקפיים ולאיזה סוג של ניתוח הוא מתאים, יש לוודא אם הנבדק מרכיב עדשות מגע, ואם כן יש לבדוק את הרגלי ההרכבה של הנבדק, איזה סוג של עדשות מגע ומתי הסיורן. אם קיים חשד שהמיפוי מושפע מעדשות המגע, על הנבדק להימנע מהרכבת עדשות מגע ולהיות במעקב - לעתים במשך שבועות ואף במשך חודשים - לפני יציבות הרפרקציה, הקרטומטריה, הפכימטריה והטופוגרפיה.<sup>3-8</sup>

בבדיקת התאמה לפני ניתוח להסרת משקפיים אפשר לראות מיפוי קרנית של נבדקת בת 28 שבאה לבדיקת התאמה

מיפוי קרנית (טופוגרפיה של הקרנית) הוא כלי עזר חשוב ויעיל באבחון מצבי עיניים שונים, וחשיבותו רבה לא רק באבחנה אלא גם במהלך המעקב והטיפול. במאמר זה נדון במקרים השכיחים המופנים למיפוי קרנית שהינם איתור ומעקב אחר מחלת הקרטוקונוס ונבדקים לפני ניתוחים. נראה באיזה אופן וכיצד יכולה האבחנה להשתנות בעקבות הרכבת יתר של עדשות מגע או אי הסרתן בזמן, וליצור מצבים מטעים היכולים לשבש את מהלך המעקב. במאמר זה נרחיב על מצבים נוספים בהם הרכבת עדשות מגע לפני בדיקת מיפוי קרנית עלולה לתת ערכים לא מדויקים וכל זאת יחד עם ההבנה כיצד מיפוי הקרנית עצמו משפיע על ההחלטה להרכיב עדשות מגע ומשמש להתאמת עדשות מגע.

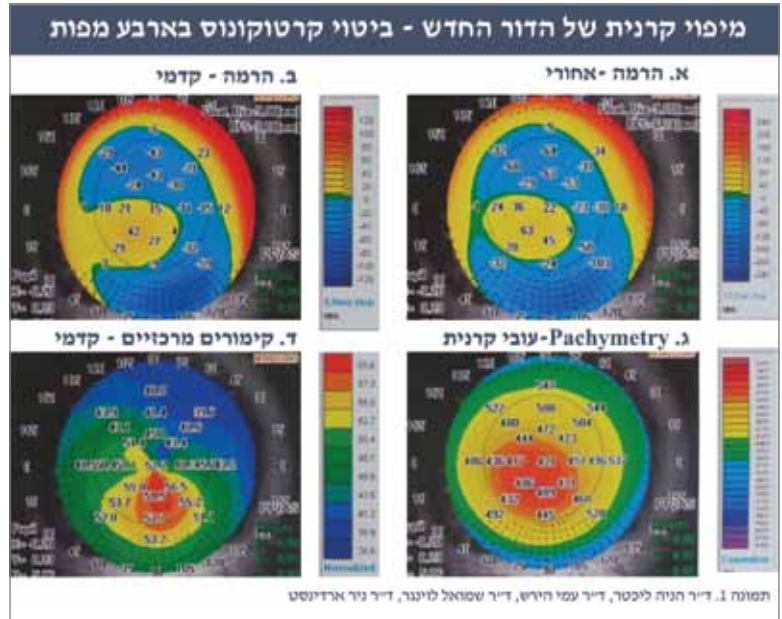
הסיבה העיקרית להפניית נבדקים לביצוע מיפוי קרנית באוכלוסייה הכללית היא איתור מחלת הקרטוקונוס ומעקב אחר התקדמותה. בתקופה זו המעקב אחר התקדמות המחלה הוא קפדני יותר, מכיוון שכעת אפשר לעצור את התקדמותה בעזרת טיפול בקשרי צילוב (קרוס לינקינג).

קרטוקונוס היא מחלה ניוונית של הקרנית המתבטאת בבלט ובהידקקות פורגריטבית (מתקדמת) של הקרנית והפיכת צורתה לקונוס. העיוות בקרנית גורם להידרדרות הראייה. האבחנה הדפניטיבית של קרטוקונוס היא באמצעות טופוגרפיה של הקרנית שבה, בעזרת אינדקסים וערכים טופוגרפיים, נראית אסטיגמציה אירגולרית המתבטאת בקמירות קדמית ו/או אחורית בחלקה התחתון של הקרנית. במיפוי קרנית של הדור החדש אפשר לראות ביטוי של קרטוקונוס בארבע מפות (תמונה 1).

מכיוון שהקרנית בחולי הקרטוקונוס היא אירגולרית, פעמים רבות אי אפשר לשפר את חדות הראייה בעזרת משקפיים, וחלק ניכר מחולי הקרטוקונוס מרכיבים עדשות מגע. זאת ועוד, מכיוון שהמחלה מתקדמת, המטופלים נמצאים במעקב תקופתי בתדירות של אחת לחצי שנה-שנה, לאיתור התקדמות המחלה. כשמטופלים אלה מגיעים למיפוי קרנית ועדשות המגע על עיניהם ביום הבדיקה או הוסרו יום קודם לכן - אמינות הבדיקה ירודה ולפעמים לא רק שאיננו מקבלים מידע על קצב התקדמות המחלה, לעתים אפילו נצפית השטחה של הקונוס בקרנית. במפות של השוואה ממוחשבת במיפוי קרנית אפשר לראות את התקדמות מחלת הקרטוקונוס במהלך שנה, בנבדק שהסיר עדשות מגע קשות 10 ימים לפני ביצוע הטופוגרפיה (תמונה 2).

**תמונה 1:** תמונת מיפוי קרנית מהדור החדש במכשיר Tomey TMS 5 מור - בני ברק. בארבע המפות שבתמונה אפשר לראות עדות לקרטוקונוס המתבטא בהרמה קדמית (תמונה 1ב), אחורית (תמונה 1א), בקמירות גבוהה במפה הדיופטית (תמונה 1ד) ובהידקקות הקרנית (תמונה 1ג) באזורים תואמים - מרכזי ותחתון.

במיפוי קרנית מהדור החדש: נוסף על מצלמת הפלסידו המשתמשת באלומות אור קונצנטריות וסטייתן מהחזר המצופה, מתקבלים 32 תצלומים רדיאליים של כל המקטע הקדמי של העין בעזרת מצלמת השיימפלוג - Scheimpflug 3D. מצלמה זו מאפשרת לקבל תצלומים חדים ומדויקים מהפנים הקדמיות של הקרנית, מהפנים האחוריות שלה ואף מהעדשה הנמצאת בתוך העין. המפה מיפוי פני הקרנית בערכים דיופטריים (תמונה 1ד), אנו מקבלים מפות הרמה - Elevation Maps המשוות את קמירות הקרנית הקדמית והאחורית למרחקה ממישור כדורי מותאם. Anterior Elevation Map (תמונה 1א) היא ההרמה של הקרנית ו- Posterior Elevation Map (תמונה 1ב) היא ההרמה של הקרנית הקדמית. במפה זו, יכולה להתאים לקרטוקונוס אחורי. תמונה 1ג מציגה את עובי הקרנית בפיוזר הערכים על פני שטח כל הקרנית.



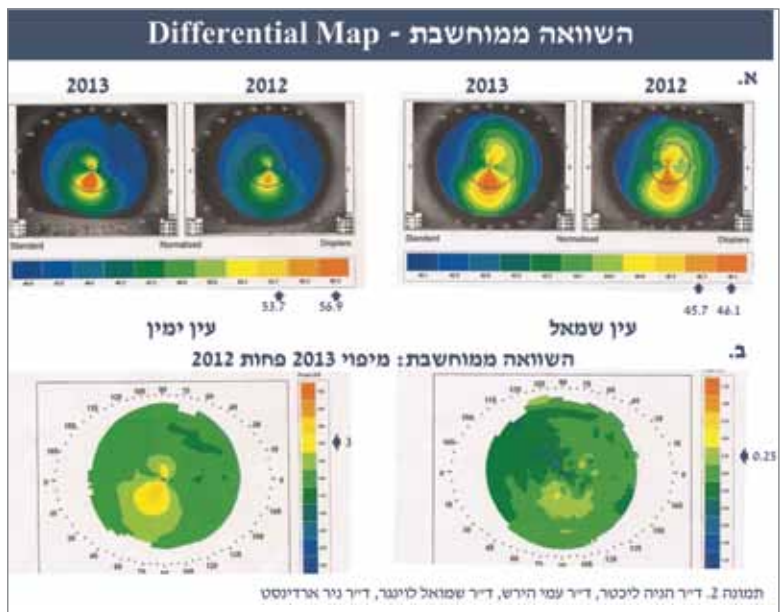
מבנה טופוגרפי המראה אסטיגמציה נמוכה מסוג with the rule. במהלך תקופה זו השתנו גם ערכי הרפרקציה והקרטומטריה של הנבדקת (תמונה 1ב). לאחר כחודשיים ללא עדשות מגע נמצאה הנבדקת מתאימה לניתוח להסרת משקפיים ועברה ניתוח מסוג Photorefractive Keratectomy (PRK).

בשני המצבים הקודמים של מיפוי קרנית במחלת קרטוקונוס ולפני ניתוח הסרת משקפיים, הראנו איך מיפוי הקרנית עלול להיות מושפע מהרכבת עדשות המגע, לשנות את האבחנה וליצור מצבים מטעים העלולים לשבש את מהלך המעקב.

לאחר הרכבת עדשות מגע מכל הסוגים יש להמתין שבועות ואף חודשים עד ליציבות מבחינת רפרקציה, קרטומטריה, פכימטריה וטופוגרפיה.<sup>3-8</sup> Wilson ואח<sup>6</sup> הצביעו על כך שהקרנית מגיעה ליציבות באנשים המרכיבים עדשות מגע קשות ובאנשים המרכיבים עדשות מגע רכות בסוג הרכבה של Extended Wear (הרכבה ממושכת) לאחר 5-6 חודשים.

NG ואח<sup>5</sup> הראו שלאחר הסרת עדשות מגע רכות ערכי הרפרקציה והקרטומטריה הם הראשונים שמגיעים ליציבות (10 ימים ו-18 ימים בהתאמה), בעוד ערכי הטופוגרפיה של הקרנית והפכימטריה הם האחרונים שמגיעים ליציבות (28 ימים ו-35 ימים בהתאמה).

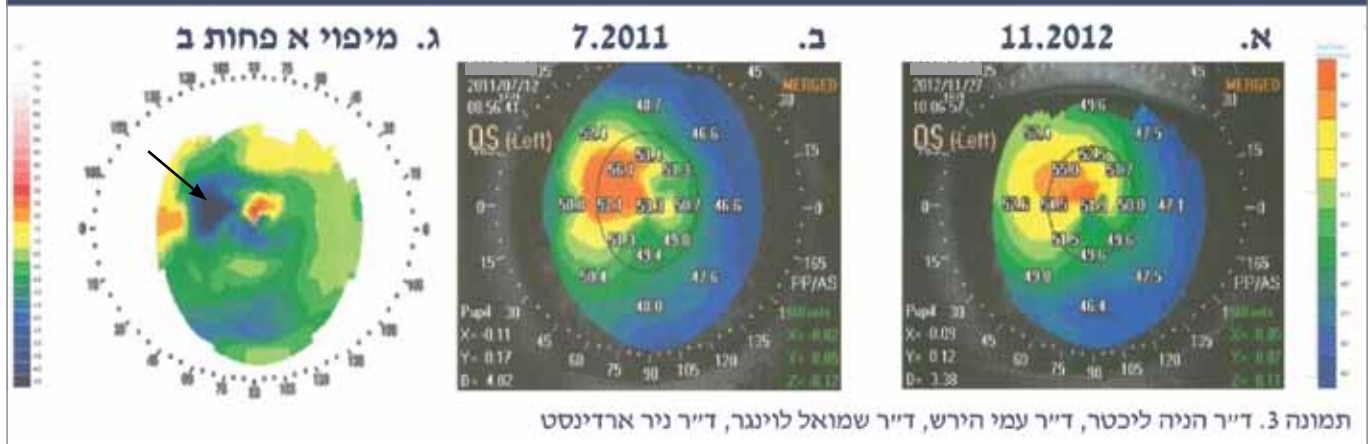
התשובה הנכונה לשאלה כמה זמן לפני ניתוחים רפרקטיביים ולפני ביצוע מיפוי קרנית יש להסיר את עדשות המגע היא: הזמן הנדרש לקרנית להגיע ליציבות לאחר הסרת העדשה.<sup>3-8</sup> ובכמה זמן מדובר? התשובה השכיחה לשאלה זו היא שבוע אם מדובר בעדשות רכות, ושבועיים אם מדובר בעדשות קשות או טוריות או בהרכבה ממושכת. כדי לקבל תשובה מדויקת יותר נערך סקר טלפוני ואינטרנטי מקצועי במרכזים השונים בארץ ומפגש מומחים. מסקנות



**תמונה 2:** התקדמות מחלת הקרטוקונוס במהלך שנה, במפות של השוואה ממוחשבת, מור - בני ברק. בחלק העליון (תמונה 2א) אפשר לראות את עין ימין ואת עין שמאל בהדלי תקופה של שנה. בחלק התחתון (תמונה 2ב) אפשר לראות את מפת השוואה הממוחשבת בין הבדיקה שנעשתה בכל עין למפה שנעשתה בעבר, במקרה זה לשנה שחלפה. בעין שמאל ההתקדמות בקימור הקונוס התחתון הייתה ב-0.25 דיופטר בשנה, ובעין ימין ההתקדמות הייתה ב-3.00 דיופטר. זוהי התקדמות משמעותית מאוד של המחלה. יש לשים לב לערכי הסקלה ולא רק לצבעים, שכן הצבעים יכולים להשתנות בין מפה למפה. יש לציין שהמטופל הסיר את עדשות המגע הקשות 10 ימים לפני ביצוע הטופוגרפיה.

לפני שקילת ניתוח להסרת משקפיים. נבדקת זו מרכיבה מגיל 16 עדשות מגע רכות, והיא הסירה אותן יומיים טרם הבדיקה. SPK מרחבים נראו בקרנית ובמיפוי קרנית אירגולריות, והדבר העלה חשד לקרטוקונוס (תמונה 4א). לאחר מעקב של חודשיים ללא עדשות מגע אפשר לראות קרנית רגולרית עם

## מפה השוואתית לאחר הסרת עדשת המגע יום לפני הבדיקה



**תמונה 3:** במיפוי הקרנית נראה קרטוקונוס עליון בעין שמאל. תמונה 3א מציגה את מיפוי הקרנית שנה אחרי שבוצע מיפוי בתמונה 3ב. יש לציין כי הנבדק התייצב למיפוי קרנית לאחר שהסיר את עדשות המגע יום אחד בלבד לפני הבדיקה. ב-Differential Map (מפת ההשוואה), תמונה 3ג, אפשר לראות השטח בקונוס העליון המתבטאת בצבעים כחולים קרים ברוב אזור הקונוס העליון בהשוואה לשנה הקודמת. ההשטח נובעת, קרוב לוודאי, מתבנית עדשת המגע שעדיין נשארה בעת הבדיקה.

תוך הימנעות מהרכבת עדשות מגע לתקופות ארוכות יותר.

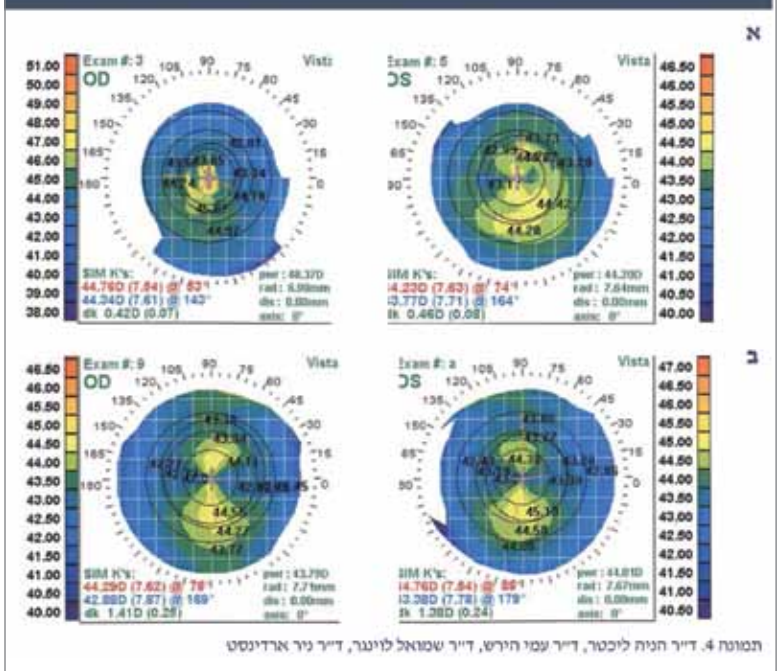
להלן מצבים נוספים שבהם הרכבת עדשות מגע לפני בדיקת מיפוי קרנית עלולה לתת ערכים לא מדויקים או אפילו ליצור עיוות בתוצאה:

1. בנוכחות פטריגיום - פטריגיום הוא תהליך ניווני מתקדם של הלחמית, המתבטא בצמיחת רקמה מהלחמית על פני הקרנית. אמנם לעתים קרובות קשה להרכיב עדשות מגע בנוכחות פטריגיום, אך במעקב ואינדיקציה לניתוח אנו מבצעים מיפוי קרנית כדי לראות עד כמה האירגולריות - שמתבטאת בדרך כלל בהשטח באזור הנאזלי (מקום הימצאו של הפטריגיום) - משפיעה על האזור המרכזי - האופטי (תמונה 5).

2. לפני ניתוחי קטרקט - בעיקר בקרניות אירגולריות יש קושי בהערכת הקרטומטריה במכשירים השונים. ערכי קרטומטריה מדויקים חשובים לחישוב עוצמת העדשה להשתלה. בטופוגרפיות הדור החדש אפשר לקבל את ערכי הקרטומטריה בשתי דרכים: במצלמת Placido (פלסידו) ובמצלמת Scheimpflug 3D (שיימפלוג) תלת-ממד שסורקת את כל פני השטח הקדמיים והאחוריים. כשערכי הקרטומטריה זהים או דומים מאוד במכשירים השונים, אמינות הקריאות גבוהה. מיפוי קרנית עוזר גם בתכנון ניתוח הקטרקט: אם קיימת אסטיגמציה גבוהה בציר מסוים (קמירות לאורך ציר זה) אפשר לתכנן את הניתוח כך שפתח הכניסה של החתך הניתוחי יהיה בציר זה, ולאחר הניתוח יגרום החתך להורדת הקמירות בציר זה ועל ידי כך - להפחתת האסטיגמציה.

3. מצבים לאחר ניתוחים - באיתור ותיקון אסטיגמציה בהתאם למיפוי, הוצאת תפרים לאחר השתלת קרנית, מעקב אחר יציבות לאחר ניתוחי רפרקציה, אחר ניתוחי קטרקט או

## שימוש ממושך בעדשות מגע יכול לחקות תבנית קרטוקונוס



**תמונה 4:** מיפוי קרנית של נבדקת בת 28 (תמונה 4א). הנבדקת הרכיבה עדשות מגע רכות מגיל 16 ברציפות והסירה אותן יומיים טרם בדיקתה. במיפוי קרנית נצפה בשתי העיניים אירגולריות המעלה חשד לקרטוקונוס. לאחר מעקב של חודשיים ללא עדשות מגע אפשר לראות קרנית רגולרית עם מבנה טופוגרפי המראה אסטיגמציה קטנה מסוג with the rule (תמונה 4ב).

הסקר והמלצות המפגש היו כי יש להסיר עדשות מגע רכות ועדשות מגע קשות שלושה ימים לפחות ושבועיים לפחות, בהתאמה, לפני מועד מיפוי הקרנית. במקרים שבהם יש חשד להשפעת עדשות המגע על תוצאות המיפוי יש לחזור על הבדיקה

פטריגיום או אחר כל ניתוח עיני כשחדות הראייה לא מספקת.

4. מצבים שבהם חדות הראייה נמוכה ללא סיבה ברורה: כשהתלונות לגבי ירידה בחדות הראייה אינן מוסברות בפתולוגיות ברשתית או בעדשה.

5. לפני ביצוע טיפול קישור צולב (קרוס לינקינג), לפני השתלת טבעות בקרנית או שתלים בקרנית.

עד כה דנו בשאלה כיצד הרכבת עדשות מגע עלולה לשנות את המבנה הטופוגרפי במצבים קליניים שונים. כעת נדון במצבים שבהם אפשר להיעזר במיפוי קרנית כדי להתאים עדשות מגע, שלעיתים עשויות להיות האפשרות היחידה של הנבדק להשיג חדות ראייה תפקודית טובה.<sup>13-9</sup>

בכל המצבים שבהם קיימת אירגוליות ניכרת בקרנית, קשה לשפר את ראיית המטופל על ידי משקפיים. במצבים אלה נבחר לשפר באמצעות עדשות מגע. בחלק הקודם של המאמר דנו בהיבטים שונים של מחלת הקרטוקונוס ועל הקשר שלהם למיפוי הקרנית. במחלת הקרטוקונוס אפשר לעתים לגלות במיפוי אירגוליות ניכרת שלעיתים עולה על 10 דיופטרים בין החלק התחתון של הקרנית לחלק העליון. במצבים אלה ברור שנכון את המטופל להתאמת עדשות מגע, וזו תהיה האפ

היחידה שלו להשיג ראייה טובה בדרך שמרנית.

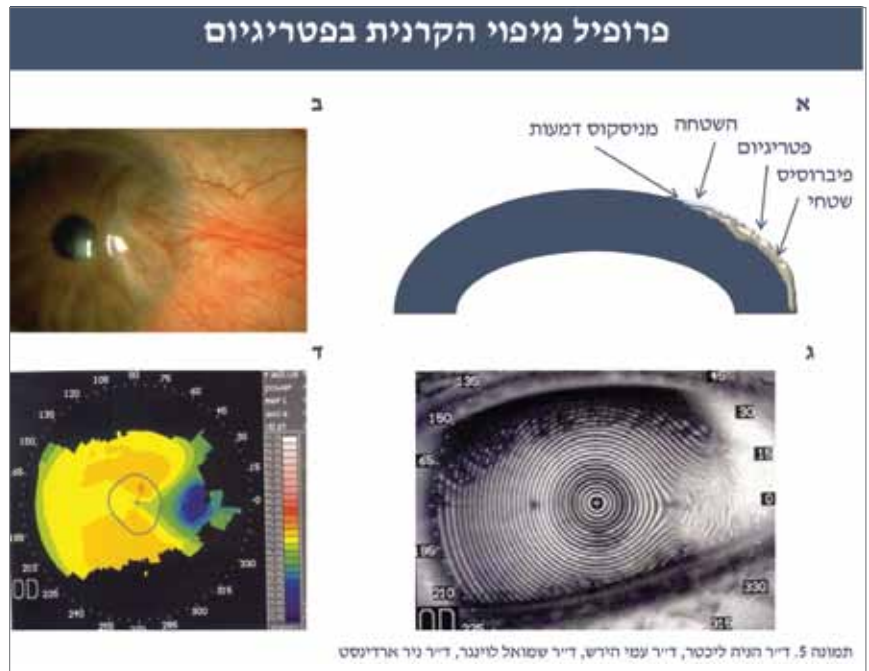
במקרים שהאסטיגמזיה האירגולרית קלה או שממוקמת במרכז הקרנית (תמונה 6) ועלולה לגרום לדיפלופיה מונוקולרית ממקור קרנית - עדשות מגע קשות יכולות לתפקד הן ככלי אבחוני בעזרת שלילה של הדיפלופיה המונוקולרית לאחר הרכבתן והן ככלי טיפולי לשיפור הראייה ולהעלמת הדיפלופיה.

שיפור הראייה בעזרת עדשות מגע יכול להיות יעיל בכל מקרה של אסטיגמזיה אירגולרית המזוהה על ידי מיפוי קרנית בכל האוכלוסייה בכלל ובמצבים של מחלות עיניות ואחר ניתוחים בפרט.<sup>13-9</sup>

נוסף על כך מיפוי קרנית יכול לשמש אותנו להתאמת עדשות מגע בצורה יעילה ביותר לטובת המטופל. את עדשות המגע אפשר להתאים בעזרת סט של עדשות מגע ייעודיות, שיטה אמפירית וסוגים שונים של וידיאו-קרטוסקופיה. בשנים האחרונות השימוש במיפוי הקרנית נפוץ ביותר, ובמקרים מסוימים מקובל להתאים עדשות מגע רק באמצעות מיפוי הקרנית.<sup>16-14</sup> מכשירי מיפוי קרנית מבצעים מדידות ובדיקות שונות, בהן תכנון וניטור אורטוקרטולוגיה, חישוב כוח הדמעות בין הקרנית לעדשת המגע, קוטר נראה של הקשתית (VID, Visible Iris Diameter), קביעת בסיס הקימור של עדשת המגע וקביעת הכוח הסופי של העדשה.<sup>18-14</sup>

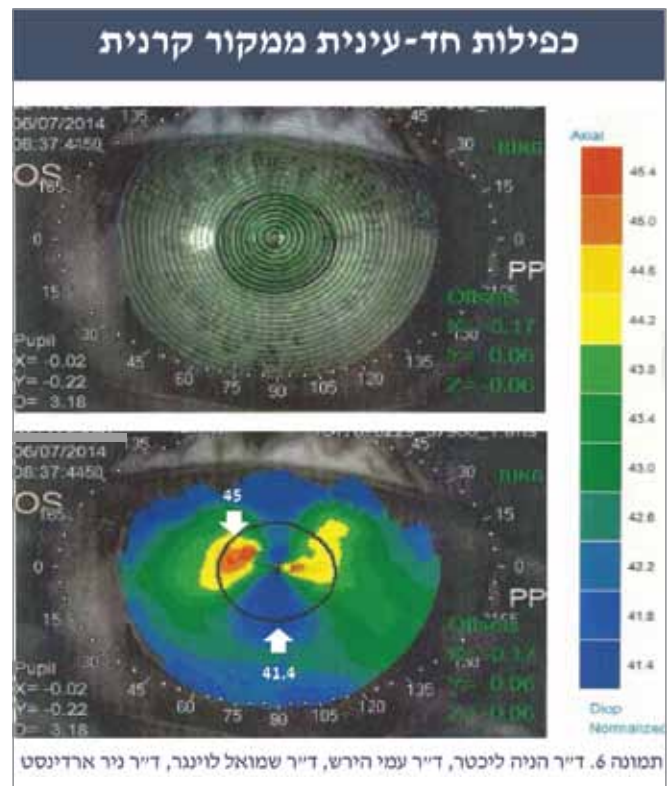
במאמר זה הצגנו את הקשר בין מיפוי הקרנית לעדשות מגע משני היבטים: האופן שבו הטופוגרפיה מושפעת מתבנית עדשות המגע והשפעת הטופוגרפיה על עצם ההחלטה להרכיב

עדשות מגע ועל התאמתן.



תמונה 5. דייר הניה ליכטר, דייר עמי הירש, דייר שמואל לוינגר, דייר ניר ארדינסט

**תמונה 5:** פטריגיום: בחלק העליון של התמונות אפשר לראות פטריגיום (תמונה 5ב) וסכמה ציורית איך נגרמת השטחה של הקרנית באזור (תמונה 5א). בחלק התחתון אפשר לראות את עיגולי פלסידו אירגולריים באזור הפטריגיום (תמונה 5ג). בטופוגרפיה של הקרנית אפשר לראות אירגולריות גבוהה שמתבטאת בהשטחה באזור הנאזלי (מקום הימצאו של הפטריגיום (תמונה 5ד) ומשפיעה על האזור האופטי המרכזי.



תמונה 6. דייר הניה ליכטר, דייר עמי הירש, דייר שמואל לוינגר, דייר ניר ארדינסט

**תמונה 6:** בטופוגרפיה זו אפשר לראות אירגולריות במרכז העלולה לגרום לכפילות חד-עינית ממקור קרנית. כדי לדעת אם מקור הכפילות הוא קרנית וכדי לשפר זאת - אפשר להשתמש בעדשת מגע קשה לאישור האבחנה ושיפור תפקוד הראייה.

## References

1. Asbell PA, Wasserman D. Contact lens-induced corneal warpage. *Int Ophthalmol Clin.* 1991;31:121-126.
2. Schornack M. Hydrogel contact lens-induced corneal warpage. *Cont Lens Anterior Eye.* 2003;26:153-159.
3. Hashemi H, Firoozabadi MR, Mehravaran S, Gorouhi F. Corneal stability after discontinued soft contact lens wear. *Cont Lens Anterior Eye.* 2008;31:122-125.
4. Tseng SS, Hsiao JC, Chang DC. Mistaken diagnosis of keratoconus because of corneal warpage induced by hydrogel lens wear. *Cornea.* 2007;26:1153-1155.
5. Ng LT, Lee EM, Nguyen AL. Preoperative assessment of corneal and refractive stability in soft contact lens wearing photorefractive candidates. *Optom Vis Sci.* 2007;84:401-409.
6. Wilson SE, Klyce SD. Screening for corneal topographic abnormalities before refractive surgery. *Ophthalmology.* 1994;101:147-152.
7. Tsai PS, Dowidar A, Naseri A, McLeod SD. Predicting time to refractive stability after discontinuation of rigid contact lens wear before refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30:2290-2294.
8. Wang X, McCulley JP, Bowman RW, Cavanagh HD. Time to resolution of contact lens-induced corneal warpage prior to refractive surgery. *CLAO J.* 2002;28:169-171.
9. Ortenberg I, Behrman S, Geraisy W, Barequet IS. Wearing time as a measure of success of scleral lenses for patients with irregular astigmatism. *Eye Contact Lens.* 2013;39:381-384.
10. Kamar S, Vervaet C, Luyten GP, Jager MJ. Pancorneal contact lens with a toric edge: a new concept in keratoconus. *Eur J Ophthalmol.* 2011;21:685-690.
11. Mahadevan R, Jagadeesh D, Rajan R, Arumugam AO. Unique hard scleral lens post-LASIK ectasia fitting. *Optom Vis Sci.* 2014;91:S30-S33.
12. Gupta R, Sinha R, Singh P, Sharma N, Tandon R, Titiyal JS. Rose-K versus Soper contact lens in keratoconus: a randomized comparative trial. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2014;21:50-55.
13. Alio JL, Belda JI, Artola A, Garcia-Lledo M, Osman A. Contact lens fitting to correct irregular astigmatism after corneal refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28:1750-1757.
14. Rufer F, Schroder A, Erb C. White-to-white corneal diameter: normal values in healthy humans obtained with the Orbscan II topography system. *Cornea.* 2005;24:259-261.
15. Ramdas WD, Vervaet CJ, Bleyen I. Corneal topography for pancorneal toric edge rigid gas-permeable contact lens fitting in patients with keratoconus, and differences in age and gender. *Cont Lens Anterior Eye.* 2014;37:20-25.
16. Young G, Schnider C, Hunt C, Efron S. Corneal topography and soft contact lens fit. *Optom Vis Sci.* 2010;87:358-366.
17. Yebra-Pimentel E, Giraldez MJ, Arias FL, et al. Rigid gas permeable contact lens and corneal topography. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2001;21:236-242.
18. Szczotka LB, Roberts C, Herderick EE, Mahmoud A. Quantitative descriptors of corneal topography that influence soft toric contact lens fitting. *Cornea.* 2002;21:249-255.