

מסע בזמן מ PKP ל DSAEK

אירית בכר, דויד רוטמן, אלן סלומוביק, דב וינברגר

יחידת קרנית, מחלקת עיניים, טורונטו- קנדה

מרכז רפואי רבין, פתח תקוה

חלפו למעלה ממאה שנים מאז Eduard Konrad Zirm בצע את **השתלת הקרנית** הראשונה בבני אדם, בצ'כוסלובקיה בשנת 1905 (1). **הקרנית להשתלה** זו, כמו גם קרניות שהושתלו ב 30 השנים הבאות נלקחו מדונור חי (!), מעיניים שעברו אינוקליאציה.

מעט מאוד התפרסם בספרות האנגלית על השתלת קרנית, עד לשנת 1920. השיפור בתנאי הרדמת החולים והתפתחות החומרים האנטיספטיים אפשרו התמקדות בשיפור המכשירים והטכניקה הניתוחית. המאמרים מאז חקרו את גודל השתל וצורתו, שיטת הפיקסציה, הטרפנציה והתפירה של השתל.

בשנת 1937 פרסם לראשונה רופא עיניים מרוסיה, בשם Vladimir Filatov על **השתלות קרנית** מדונור שנפטר (2), ועל כן זכור כאב הרוחני של בנק העיניים. בנק העיניים הראשון הוקם בניו יורק בשנת 1944 על ידי Richard Townley Paton

במקביל לפופולריות העולה של **השתלות הקרנית** בשל הקמת בנקי עיניים, שאפשרו זמינות **הרקמה להשתלה**, התפתחות הסטרואידיים והאנטיביוטיקה העלו משמעותית את שיעור ההצלחה של ניתוחים אלו.

התפתחות הטכניקה הכירורגית:

Ramon Castroviejo רופא עיניים ספרדי שהגר לארה"ב, הנו אחד האנשים המשמעותיים בהתפתחות הן הטכניקה והן המכשור **להשתלות הקרנית**.

בתחילת המאה ה-20, הטכניקה המועדפת ל**השתלת קרנית** הייתה השתלה למלרית, לא חודרנית, מאחר וההשתלה החודרנית (Penetrating Keratoplasty) גרמה לסיבוכים קשים של דלף מהחתך הניתוחי וזיהומים עיניים Castroviejo פיתח את השתלת הקרנית החודרנית, עם שתל מרובע) **תמונה 1**, (ובצע השתלות אלו עד שנות ה-50. המרובע נבחר משום שכך הייתה מינימום קרבה לזוית הלשכה הקדמית, ושיעור נמוך יותר של סיבוכיות קדמיות.

התפתחות המכשור הכירורגי:

Castroviejo בסופו של דבר עבר ל**שתל קרנית** עגול בצורתו ואף המציא trephine ניתן היה לקבוע מראש את עומק החתוך ברקמה.

בשנות ה-80, עם עליית שיעור הצלחת **השתלות הקרנית**, נוצר צורך ב trephines מדויקים יותר בחיתוך קרנית הדונור והמקבל. צורך זה הוליד את המצאתם של ה suction trephines (Hessburg-Barron trephine-1980), motorized trephines, (Hanna motorized, trephine-mid 1980), ובשנים האחרונות, את השימוש בלייזר (femtosecond laser) לחיתוך קרנית הדונור והמקבל(3-6).

הבעיה העיקרית של כל ה trephines האלו הינה שחיתוכם הינו אנכי לנורמל של מרכז הקרנית, ולכן החתך שנוצר אינו אנכי לפני שטח הקרנית. בנוסף, על פי רוב, החיתוך של הדונור נעשה מצד האנדוטל בעוד חיתוך המקבל נעשה מצד האפיתל. חיתוכים באופן זה יוצרים אי דיוק בהתאמה בין דונור למקבל, אי דיוק שמחירו אסטיגמטיזם והפרעה רפרקטיבית.

ההתפתחות האחרונה בטרפנציה של הקרנית כוללת שיטה לא מכאנית לחיתוך הקרנית. השיטה כוללת שימוש בלייזר (Femtosecond laser המשמש בניתוחי רפרקציה ליצירת ה flap בקרנית) במחקר רנדומלי פרוספקטיבי שבוצע על ידי Burrato וחבריו (6) הוכח כי הן המיפיה והאסטיגמטיזם הותר ניתוחי נמוכים בשימוש בלייזר.

טכניקות כירורגיות חדשות בהשתלת הקרנית:

Top- Hat Penetrating Keratoplasty

למרות שהשתלת הקרנית עברה שינויים מבחינת תפירת השתל והטרפנציה, העיקרון של חיתוך הדונור והתאמה "מושלמת" לחור עגול שיצרנו בקרנית המקבל, נותר ללא שינוי. בשיטה זו נוצר חתך ורטיקלי הדורש זמן ריפוי ארוך של למעלה משנה. בשנת 2003 Busin, מאיטליה (7) פרסם שיטה חדשה לחיתוך הקרנית- חתך בצורת Top hat. בצורת מדרגה (תמונה 2), מאפשר ריפוי מהיר, בשל שטח פנים גדול יותר של החתך, הוצאת תפרים מוקדמת, ושיקום ראייה מהיר יותר לאחר ההשתלה.

Femtosecond Laser- Assisted Keratoplasty

השימוש ב Femtosecond laser (IntraLase, Inc, Irvine, CA) הממוחשב הינו שיטה חדשה, מדויקת ביותר, לבצוע בהשתלת הקרנית. השימוש בלייזר זה ידוע ומוכר בשנים האחרונות בתחום הרפיקציה, בו הלייזר יצר חתך למלרי בקרנית בעובי 100-160 מיקרון, חתך ששמש ליצירת ה flap בניתוחי LASIK. בתוכנה מיוחדת שפותחה על ידי IntraLase ניתנת כעת לבצע חתך אנכי בעובי מלא בקרנית. ולא זאת בלבד, אלא חתך בכל צורה שנבקש zig-zag; : mushroom, top hat, Christmas tree (תמונה 2)

לכל אחד מהחתיכים האלו אינדיקציה משלו, אך מטרת כולם להתאים באופן מושלם בין הדונור למקבל- ממש כמו במשחק לגו. התאמה זו עשויה לשפר האסטיגמטיזם הבתר ניתוחי... לכל אחד מהחתיכים האלו אינדיקציה משלו, אך מטרת כולם להתאים באופן מושלם בין הדונור למקבל- ממש כמו במשחק לגו. התאמה זו עשויה לשפר האסטיגמטיזם הבתר ניתוחי.

חידושים בניתוחי השתלת הקרנית הלמלריים:

Deep Anterior Lamellar Keratoplasty (DALK)

השתלת הקרנית הלמלרית הראשונה בוצעה על ידי Von Hippel בסוף המאה ה-19 (8).

האבולוציה של השתלת הקרנית הלמלרית אינה דרמטית ביחס לראשונה שבוצעה, אם כי התפתחות ה Barraquer's microkeratome (9) או Malbran's "peeling off" technique (10) פשטו את הטכניקה עבור המנתח.

עדיין, חדות הראייה שמושגת בניתוחים אלו מוגבלת, וככל הנראה איכות הראייה פחותה מאשר בניתוחי השתלת הקרנית (PKP) בשל בעיות הקשורות ב interface שבין קרנית הדונור למקבל.

Archila בשנת 1985 חידש את העניין בניתוחים אלו, בתארו הזרקת אויר אינטרה סטרומלית- למציאת המישור המתאים לדיסקציה בניתוח זה (11).

מאז תוארו שיטות שונות לדיסקציה הלמלרית ולהפרדת ממברנת דסצמט מהסטרומה : הזרקת סליין (12), חומר ויסקואלסטי (13) אויר (11), או דיסקציה ידנית (14,15)

למרות האתגר והקושי הכירורגי, הייתרון הגדול של הניתוח הלמלרי הינו שימור תאי אנדותל המקבל, ובכך אלימינציה הסיכון לדחיית שתל אנדותלילית.

Posterior Lamellar Surgery (Endothelial Keratoplasty)

Gerrit Melles תיאר לראשונה בשנת 1998 טכניקה בה דרך חתך לימבלי או סקלרלי בוצעה דיסקציה של כיס למלרי בתוך סטרומת הקרנית. הסטרומה העמוקה, ממברנת דסצמט והאנדותל הוסרו בעזרת intrastromal circular trephine.

דונור דיסק המכיל אף הוא סטרומה + אנדותל מושתל לתוך הלשכה הקדמית דרך חתך של 9 מ"מ, ובעזרת פטולה, כשהאנדותל כלפי מטה. בועת אויר המוזרקת ללשכה מצמידה את הדיסק המושתל לקרנית המקבל.

לשיטה זו קרא (16) Melles: Posterior Lamellar Keratoplasty (PLK) בשיטה זו, בוצעה אלימינציה של ה"שמיים הפתוחים" שבניתוח ה PKP והתפרים הבודדים שהושמו היו לסגירת החתך הלימבלי. בהמשך דיווח Melles על ביצוע ניתוח זה בחתך של 5 מ"מ, ותוך קיפול דיסק הדונור על מנת להחזירו ללשכה (17).

במקביל לפיתוחו של Melles, Mark Terry מארה"ב שינה במעט את המכשור והטכניקה (לא השתמש בבוטת האויר להצמדת הדיסק לקרנית), (הגביר המודעות של הניתוח בארה"ב, וקרא לו Deep Lamellar Endothelial Keratoplasty (DLEK) (18) תמונה 3). (החסרון העיקרי של שיטה זו היא המורכבות של הדיסקציה הידנית, הן של קרנית הדונור והן של קרנית המקבל. דיסקציה זו יוצרת Interface מוספוס, האחראי ככל הנראה לתוצאות הראייתיות המוגבלות של השיטה).

בשנת 2004 Melles פרסם מודיפיקציה של שיטתו, בה בצע Descemetorhexis במקום לבצע דיסקציה של הסטרומה בקרנית. (19) המקבל Frank Price מ Indianapolis פרסם לראשונה תוצאות שיטה זו וקרא לה (20) Descemet's-stripping endothelial keratoplasty (DSEK). דיסקציה למרית אחת בניתוח ובכך פשטה אותו.

ניתוח ה DSEK התפתח בשנים האחרונות לניתוח ה DSAEK (Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty) (21)

בשיטה זו נעשה שימוש ב microkeratome (Moria, France) על מנת "לקצור" את סטרומת + אנדותל הדונור. בטכניקה זו, שני המישורים שנוצרו, האחד בעזרת המקרוקרטום והשני בעזרת בצע הדסצמטורקסיס, הנם חלקים- ולכן בעיית ה interface כמעט ונפתרה.

הטכניקה הנה קלה יותר לבצוע לעומת ה DLEK או ה PLK, הנה פחות טראומטית לקרנית, מאפשרת השתלת דונור דיסק גדול יותר (9 מ"מ), ובצוע השתלת קרנית ללא תפרים (!) או עם מספר תפרים בודדים. עבודות רבות דנות בנזק האנדותרליאלי המושרה במהלך ניתוח זה. ככל הנראה, אובדן תאי האנדותרל רב יותר בניתוח זה לעומת ה PKP והינו כ 30-40% לשנה. ניתוח ה DSAEK הנו היום ה gold standard במחלות הנובעות מאי ספיקה אנדותליאלית, (Pseudophakic Bullous Keratopathy, Fuchs Dystrophy).

לסיכום, רופאי העיניים בכלל ומומחי הקרנית בפרט הנם ברי מזל לחיות בעידן של התפתחות והתחדשות בתחום השתלות הקרנית. חלק מהחידושים המשמשים אותנו יומיום בחדר הניתוח היו כחלום בדור הקודם. מי היה מאמין בניתוח השתלת קרנית ללא תפרים? בחתכים בצורת זיג זג או Christmas tree בקרנית? חלק (22) מהחידושים האלו נחזו על ידי האבות המייסדים של רפואת הקרנית, ויכולים ללמד אותנו על גאונותם. הרעיונות היו שם, מזמן, אך מגבלות ההנדסה והמכשור לא אפשרו הגשמתם.

אשרינו.

Acknowledgment :

המאמר מבוסס בחלקו על מאמר סקירה ועבודת PhD של פרופ Sathish Srinivasan 'מאנגליה.