

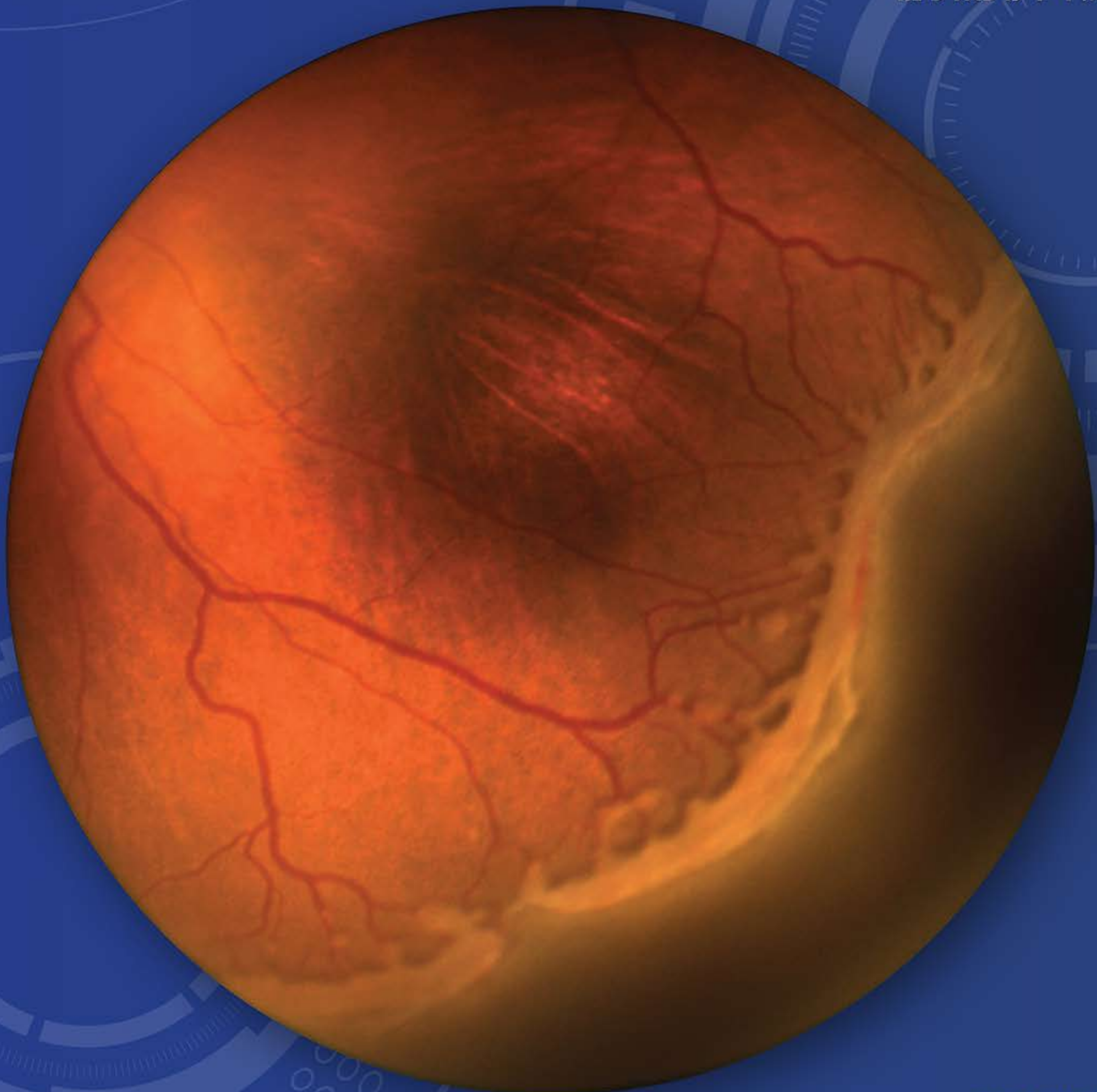
עיתון איגוד רופאי העיניים בישראל | גיליון מס' 9, יוני 2021



איגוד רופאי העיניים בישראל
ISRAELI OPHTHALMOLOGICAL SOCIETY

Israeli Ophthalmological Society Journal (IOSJ)

עורכת ראשית: ד"ר ויקטוריה (ויקי) וישנבסקיה-דאי
עורך משנה: ד"ר מיכאל כינורי



צלמת: גלית יאיר-פור

מערך עיניים המרכז הרפואי תל אביב



האם זהו ניתוח הזווית לו חיכינו? העובדות בנוגע ל-

(GATT) Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculotomy trabeculotomy

ד"ר נמרוד דר
ד"ר אבנר בלקין

מחלקת עיניים, מרכז רפואי "מאיר"
הפקולטה לרפואה ע"ש סאקלר, אוניברסיטת תל אביב

תקציר:

בשנת 2014 תיארו לראשונה Grover ו-Fellman את הטכניקה הניתוחית ליצירת טרבקולוטומיה מלאה, ללא מעורבות לחמית ובגישת ab interno, לה קראו בשם Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT). במהלך ניתוח זה מתבצעת תחילה גוניוטמיה בזווית הנאזלית, דרכה מושחל חוט פרולן 5-0 לתוך ה-Schlemm's canal אשר מועבר דרך התעלה לכל אורכה ולאחר מכן מתבצעת קריעה של הדופן הפנימי של התעלה על ידי משיכת החוט אל הלשכה הקדמית. מנתונים שפרסם Grover et al ב-2018, הירידה הממוצעת בלחץ התוך עיני לאחר ניתוח GATT בהשוואה ללחץ הקדם ניתוחי הייתה 37.3% בקבוצת מטופלים עם Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculotomy עם secondary open angle ו-49.8% בקבוצת מטופלים עם glaucoma, על פני מעקב של שנתיים. במקביל, תועדה הפחתה ממוצעת של 1.43 ו-2 טיפות להורדת לחץ תוך עיני, בהתאמה. על פי הדיווחים העדכניים בספרות המקצועית, GATT אפקטיבי במיוחד במטופלים צעירים, במטופלים עם Pseudoexfoliative glaucoma ובאלו עם Uveitic glaucoma, ללא קשר לחומרת מחלתם. בנוסף, ישנו שיעור סיבוכים נמוך לאחר ניתוח GATT, לרוב עליית לחץ (IOP spike) ודימום (hyphema), שניהם זמניים ברובם המוחלט, כאשר שני הסיבוכים מסכני הראייה העיקריים של ניתוח הטרבקולוטומיה – היפוטוניה וזיהום, נדירים ביותר לאחר ניתוח זה.

מבוא:

העשור האחרון בתחום ניתוחי הגלאוקומה התאפיין בשינויים ובתהפוכות רבות כתוצאה מהופעתן של טכניקות ניתוחיות חדשות לאחר מספר עשורים של קיפאון בתחום זה. רוב הניתוחים החדשים נכללים תחת המעטפת הקרויה ניתוחי גלאוקומה זעיר פולשניים (minimally invasive glaucoma surgery) - MIGS, אם כי קבוצה זו הטרוגנית מאד וחלוקתה לתתי קבוצות עם התייחסות נפרדת לכל קבוצה נדרשת בכל דיון ענייני בנושא. במקביל לפופולריות ההולכת ועולה של ה-MIGS, עולות שאלות חשובות לגבי יעילותם, בטיחותם ויחס העלות מול תועלת שלהם. טרבקולוטומיה אב-אינטרנו (זו המבוצעת מתוך העין ללא צורך בפתיחת הלחמית וביצירת מתלה סלקטרי), ובפרט Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) trabeculotomy מסתמנת כאופציה ניתוחית מבטיחה, שעל פי הנתונים מהשנים האחרונות עונה בצורה טובה על כל אחת משלושת הדרישות הללו. בסקירה זו נעסוק בהיסטוריה של הטרבקולוטומיה, בנתונים הידועים לגבי יעילות ניתוח ה-GATT ובטיחותו וב-CLINICAL PEARLS מניסיונו המצטבר.

ההיסטוריה של הטרבקולוטומיה:

המחשבה שטרבקולוטומיה עשויה לגרום לירידה בלחץ התוך עיני איננה חדשה, ועלתה לראשונה עוד בשנות החמישים במאה שעברה, כאשר Grant et al ואחריו Rosenquist et al שיערו כי 60%-75% מההתנגדות ל aqueous outflow מקורה ב trabecular meshwork (TM) - וכי ניתן להפחיתה באמצעות יצירת פתח בין הלשכה הקדמית ל Schlemm's canal. (1,2) בשנת 1969, תיאר לראשונה Smith et al טכניקה לביצוע טרבקולוטומיה בגישת ab externo תוך כדי שימוש בפילמנט עשוי ניילון (3). הפיתוח עורר תחילה עניין רב בקרב מומחי הגלאוקומה באותה תקופה, אך בסופו של דבר איבד מהפופולריות שלו בשל זמן הניתוח הממושך, מעורבות הלחמית והנחיתות במידת הורדת הלחץ התוך עיני בהשוואה לניתוח הטרבקולוטומיה. שנים לאחר מכן, תוארה גישה שונה לביצוע טרבקולוטומיה מלאה (360 מעלות), על ידי יצירת חלון סקלרלי ושימוש בתפר ניילון (4), שתוצאותיה ביחס להורדת הלחץ התוך עיני היו עדיפות באופן משמעותי על פני השיטות הקודמות שתוארו. במרוצת הזמן, הטרבקולוטומיה הפכה לניתוח הבחירה למטופלים המאובחנים עם גלאוקומה מולדת או בכזו המופיעה בגיל ילדות (congenital and juvenile glaucoma).

הטכניקה ניתוחית:

בשנת 2014 תיארו לראשונה Grover ו-Fellman את הטכניקה הניתוחית ליצירת טרבקולוטומיה מלאה, ללא מעורבות לחמית ובגישת ab interno, לה קראו בשם Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (5) (GATT). הניתוח מתבצע תחת ויזואליזציה בעזרת עדשה מסוג gonio-prism ובו מתבצעת תחילה גוניוטמיה באורך 1-2 מ"מ בזווית הנאזלית. דרך הפתח הנוצר בגוניוטמיה, מושחל לתוך ה-Schlemm's canal חוט פרולן 5-0 שעבר קאטרזציה בקצהו. החוט מועבר דרך התעלה לכל אורכה ולאחר מכן מתבצעת קריעה של הדופן הפנימי של התעלה על ידי משיכת החוט אל הלשכה הקדמית (תמונה 1). במידה ופתיחת התעלה לא הושלמה לכל אורכה, ניתן להכניס שוב את חוט הפרולן ולבצע את אותה פעולה בכיוון הנגדי. במידה והוחלט לשלב GATT עם ניתוח קטרקט, ניתן לבצע GATT תחילה ולאחר מכן להמשיך להסרת הירוד, או לבצע את ה-GATT לאחר ניתוח הקטרקט. בסיום הפעולה נהוג להשאיר חומר ויסקואלסטי בנפח של 25% מנפחה של הלשכה הקדמית וזאת בכדי להפחית את הסיכוי לדימום בלשכה הקדמית לאחר הפעולה, שהינו סיבוך נפוץ אחרי פרוצדורה זו. ישנם מנתחים המעדיפים לבצע טרבקולוטומיה של מחצית הזווית בלבד (Hemi GATT) מתוך נסיון לשימור חלקי של המבנה האנטומי של

הזוית. נדמה כי אופציה זו מקנה אפקטיביות טובה ובמקביל מורידה במידת מה את הסיכוי לדלקת ולדימום פוסט אופרטיבי.

היעילות והבטיחות של GATT:

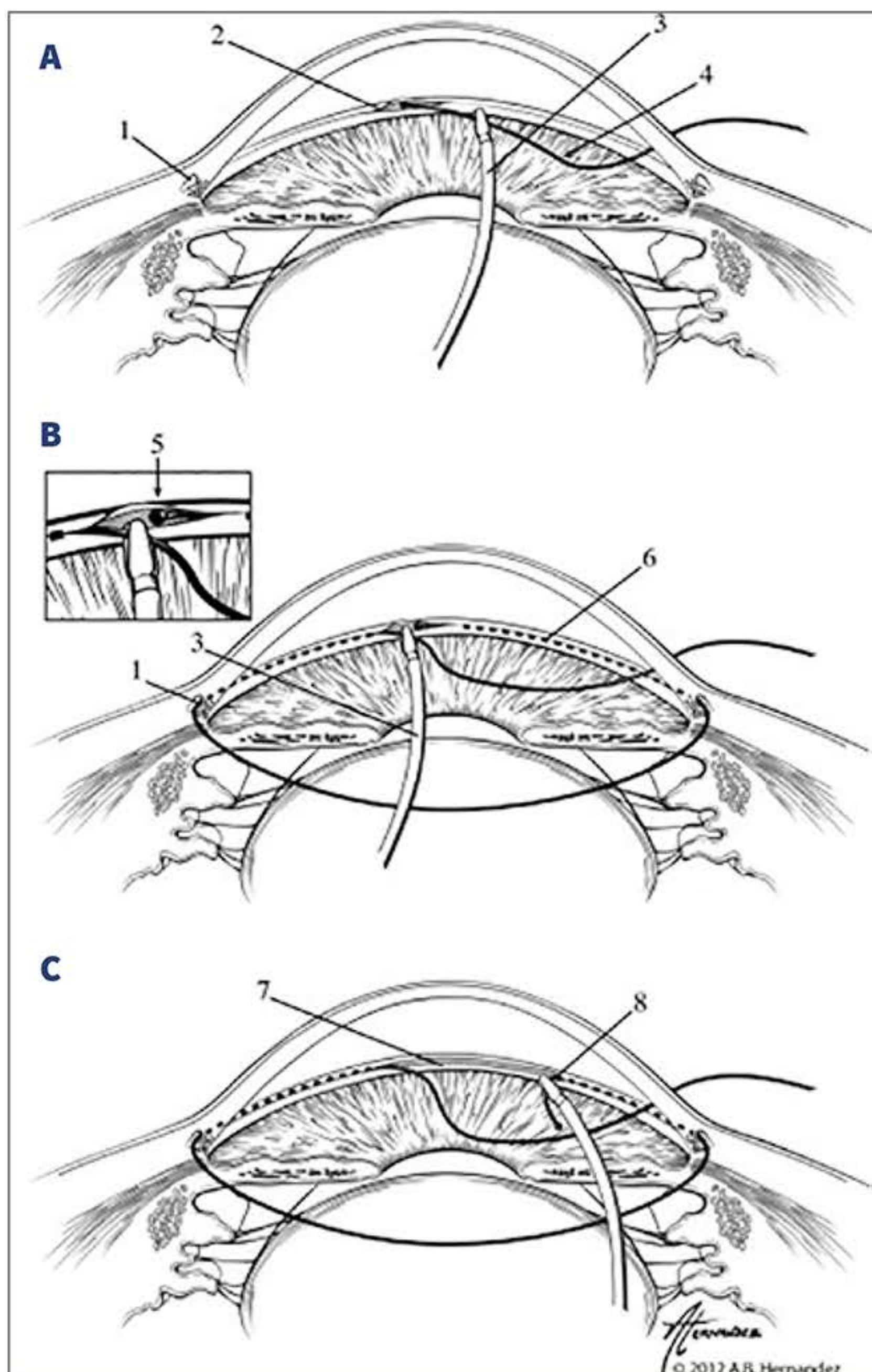
ב-2014 פרסמה קבוצתו של Grover את הדיווח הראשון על יעילות ובטיחותו של ניתוח GATT⁽⁵⁾, במחקר רטרוספקטיבי שכלל 85 עיניים. ל-57 עיניים מקבוצה זו הייתה אבחנה של primary open secondary angle glaucoma (POAG) ו-28 עיניים אבחנה של secondary open angle glaucoma (SOAG). לאחר 12 חודשי מעקב, נצפתה ירידת לחצים ממוצעת של 11.9 ו-19 מילימטר כספית (ממ"כ) בהתאמה, במקביל להפחתה של 1.1 ו-1.9 בכמות התרופות להן נזקקו המטופלים, בהתאמה. 8 מטופלים מתוך 85 שנכללו במחקר עברו לבסוף ניתוח גלאוקומה נוסף בשל אי שליטה בלחץ התוך עיני. בהמשך, פרסמה אותה קבוצה את תוצאותיה של אותה עוקבה לאחר 24 חודשים⁽⁶⁾. הירידה הממוצעת בלחץ התוך עיני הותר ניתוחי בהשוואה לזה הקדם ניתוחי, לאחר מעקב של שנתיים, הייתה 37.3% בקבוצת ה-POAG ו-49.8% בקבוצת ה-SOAG עם הפחתה ממוצעת של 1.43 ו-2 טיפות, בהתאמה. יחס המטופלים שהוגדרו כ-*failure* (צורך בניתוח נוסף לצורך שליטה על הלחץ, ירידה של פחות מ-20% מהלחץ ההתחלתי או לחץ מעל 21 ממ"כ בכל נקודת זמן לאחר חצי שנה) נע בין 0.18 במטופלים עם SOAG שעברו ניתוח משולב ועד ל-0.48, בהתאם לסוג קבוצת המטופלים.

GATT ב-Childhood glaucoma:

מזה עשרות שנים, טרבקולוטומיה מהווה אופציה ניתוחית מועדפת על ידי מומחי גלאוקומה רבים לצורך השגת שליטה באיזון הלחץ התוך עיני בקרב מטופלים עם גלאוקומה התפתחותית. היתרון בהימנעות מניתוח הכולל יצירת כר סינון, המהווה גורם סיכון להתפתחות זיהום משני (*blebitis*) במרוצת השנים, הינה בעלת חשיבות עליונה במטופלים צעירים. נוסף על כך, האפקטיביות של ניתוח GATT באה לידי ביטוי בצורה משכנעת במיוחד בקרב מטופלים אלו. ב-2015 פרסם Grover et al את תוצאת המעקב הרטרוספקטיבי של קבוצתו אחר 14 עיניים שעברו ניתוח GATT במטופלים שאובחנו עם מחלה בלתי נשלטת מסוג Primary Juvenile open angle congenital glaucoma (PCG) או Juvenile open angle glaucoma (JOAG)⁽⁷⁾. לאחר מעקב של 12 חודשים לכל הפחות (12-33 חודשים, בממוצע 20.4), הלחץ התוך עיני ירד באופן דרמטי מלחץ ממוצע של 27.3 ממ"כ לפני הניתוח ועד ל-14.8 ממ"כ לאחריו, עם ירידה ממוצעת בכמות הטיפות הנדרשות לאיזון הלחץ מ-2.6 ל-0.86. בסדרה נוספת שכללה 56 מטופלים שעברו ניתוח GATT בגיל ממוצע של 47 שנים, עליה דיווח Salimi et al ב-2020, נצפתה ירידה של 49% בלחץ התוך עיני לאחר שנת מעקב, מלחץ קדם ניתוחי ממוצע של 27.7 ממ"כ ועד לחץ תוך עיני ממוצע של 14 ממ"כ לאחר הניתוח, במקביל לירידה של 51% בכמות הטיפות⁽⁸⁾.

GATT ב-Uveitic glaucoma:

גלאוקומה המתפתחת על רקע אובאיטיס הינה תת סוג נוסף של גלאוקומה בו תועדו תוצאות מרשימות מבחינת הירידה בלחץ התוך עיני לאחר ניתוחי GATT. ניתוח הגלאוקומה השכיח והמקובל ביותר המשך בעמוד הבא «



תמונה מס' 1: השלבים העיקריים של ניתוח ה-Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy

- A: קבוצת ראשונית של התעלה ע"ש שלם מתוך הלשכה הקדמית.
 B: התפר הועבר לאורך כל אורכה של התעלה (360 מעלות)
 C: הקצה הדיסטלי של התפר הוחזר לתוך הלשכה הקדמית ועל ידי משיכתו מתבצעת טרבקולוטומיה היקפית
1. התעלה ע"ש שלם
 2. אזור הגוניוטמיה הראשוני
 3. פינצטה אינטרה-אוקולרית
 4. תפר
 5. הקצה הדיסטלי של התפר לאחר שהועבר 360 מעלות בתוך התעלת שלם
 6. המסלול של התפר בתוך תעלת שלם
 7. מדרגה טרבקולרית (*trabecular shelf*) שנוצרה לאחר הטרבקולוטומיה
 8. ביצוע הטרבקולוטומיה

מקור התמונה:

Grover DS, Godfrey DG, Smith O, Feuer WJ, Montes de Oca I, Fellman RL. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, ab interno trabeculotomy: technique report and preliminary results. *Ophthalmology*. 2014 Apr;121(4):855-61

העיקריים של ניתוח הטרבקולקטומיה – היפוטוניה וזיהום, נדירים ביותר לאחר GATT. מיותר לציין שסיבוכי כר סינון אחרים כמו דלף, הפרעה לפני משטח העין וכו' אינם מופיעים כלל לאחר ניתוח זה. יתרון נוסף הוא שניתוח זה מאפשר הדרגתיות באופן הטיפול הכירורגי. במחלה כרונית כמו גלאוקומה, נדרשים שלבי טיפול שונים לאורך שנות המחלה הארוכות ובכוחו של GATT לבטל את הצורך בטרבקולקטומיה בחלק מהמקרים ולדחות אותו באחרים. עוד יתרון של ניתוח GATT הוא שניתן לבצע אותו במשולב עם ניתוח קטרקט וזאת, קרוב לוודאי, מבלי לפגוע ביעילותו. עובדה זו מאפשרת לבצע את ניתוח הפילטרציה בהמשך במידת הצורך כ- STANDALONE, שידוע כעדיף בניתוחים אלה (13). כיוון ש-GATT אינו מערב את לחמית העין, עצם ביצועו

ניתוח GATT הינו אופציה ניתוחית בטוחה ויעילה בטיפול במגוון רחב של חולי גלאוקומה ברמות חומרה שונות עם או בלי ניתוח קטרקט.

אינו גורע דבר מהיכולת לבצע ניתוחי פילטרציה בהמשך הדרך. יתרונות אחרים נוספים הם זמן הניתוח הקצר יחסית של ה-GATT (לאחר עקומת לימוד משמעותית יש לומר), המעקב הפשוט ועלותו הכספית הנמוכה. הציוד הנדרש לניתוח הוא חוט פרולן 5-0, פינצטה אינטרא אוקולרית, ועדשת גוניופריזם ייעודית. לבסוף, מבחינת הסיבוכים התוך ובתר ניתוחיים, בספרות מתועדים שני סיבוכים עיקריים – עליית לחץ זמנית (IOP spike) ודימום (hyphema). שני הסיבוכים הללו, שמופיעים בתקופה הבתר ניתוחית הקרובה, אמנם שכיחים אבל זמניים ברובם הגדול ודורשים טיפול מקומי ומעקב בלבד (6,12,14).

הניסיון שלנו עם GATT במרכז הרפואי מאיר:

החל מסוף שנת 2019 ניתוח GATT מבוצע באופן שיגרתי במרכז הרפואי מאיר ועד כתיבת שורות אלו בוצעו במרכזנו למעלה מ-100 ניתוחים - רובם בשילוב עם ניתוח קטרקט. מניסיוננו, GATT הוא אכן ניתוח עם רמת בטיחות גבוהה והסיבוכים היחידים שנתקלנו בהם הם עליית לחץ ודימום לשכתי. נציין כי שני חולים נזקקו לניתוח טרבקולקטומיה בשבועות הראשונים לאחר ניתוח ה-GATT בשל עליות לחצים שלא נשלטו באופן שמרני. שניהם באופן זמני בלבד. לשמחתנו גם בקרב המטופלים שלנו אנו עדים לירידה משמעותית בלחץ התוך עיני ובשימוש בטיפות לגלאוקומה לאחר הניתוח. נוכחנו לדעת כי גם מטופלים עם מחלה מתקדמת מדגימים שיעורי הצלחה גבוהים לאחר ניתוח זה ובנוסף גם מטופלים המאובחנים עם גלאוקומה סגורת זווית.

בהתאם לעדויות בספרות המדעית (וכמובן שדרוש עוד ידע רב בתחום), נוכחנו לדעת כי GATT אפקטיבי במיוחד במטופלים צעירים, במטופלים עם Pseudoexfoliative glaucoma ובאלו עם Uveitic glaucoma, ללא קשר לחומרת מחלתם. יש לציין כי ישנה עקומת לימוד לא פשוטה לביצוע הניתוח. להערכתנו האתגרים העיקריים הם היכולת להגיע לויזואליזציה טובה של הזווית (ועל כן מי שיש לנו נסיון בעבודה בזווית יהנה מכך), עבודה נקיה דרך החתך הקרנית (wound management) ושליטה בדימום התוך ניתוחי.

לטיפול בחולי Uveitic glaucoma הוא השתלת מסתם (glaucoma drainage device), אך התערבות מסוג זה טומנת בחובה שיעור גבוה יחסית של סיבוכים בתר ניתוחיים, ובמיוחד היפוטוניה (9). בנוסף, השערה רווחת היא שבקרב מטופלים עם אבחנה של גלאוקומה על רקע שימוש בסטרואידים, עיקר ההתנגדות לזרימה מתרחשת ב-trabecular meshwork, האזור בו ניתוח GATT מתבצע הלכה למעשה. Purgert et al דיווח ב-2019 על ירידה ממוצעת בלחץ התוך עיני בשיעור של 16.6 מ"מ"כ והפחתה של 2.6 בכמות הטיפול בקרב 10 מטופלים שאובחנו עם גלאוקומה אובאיטית ועברו ניתוח GATT, על פני מעקב של חצי שנה (10). באופן דומה, גם במטופלים אשר פיתחו מחלת גלאוקומה לאחר טיפול סטרואידלי תוארה ירידה משמעותית בלחץ התוך עיני. ב-2019 תיאר Boese et al ירידה של 19.5 מ"מ"כ בלחץ התוך עיני (ירידה של כ-63% בהשוואה ללחץ הקדם ניתוחי) בקרב 13 מטופלים עם גלאוקומה על רקע שימוש בסטרואידים כשנתיים לאחר ביצוע ניתוח GATT, עם ירידה בכמות הממוצעת בכמות טיפות מ-3.1 ל-0.8 בסוף תקופת המעקב (11).

GATT ב-Pseudoexfoliative glaucoma:

כבר במאמרו הראשון ב-2014, תיאר Grover את העליונות מבחינת הירידה בלחץ התוך עיני בקרב מנותחי GATT עם אבחנה של SOAG בהשוואה למטופלים עם אבחנה של POAG. במרוצת הזמן, העדויות בנוגע להצלחה של ניתוח GATT בקרב מטופלים עם גלאוקומה שניונית מסוג Pseudoexfoliative glaucoma הולכות ומצטברות. במאמר מ-2020 תיאר Sharkawi et al את התוצאות של 103 ניתוחי GATT אשר בוצעו ב-84 מטופלים עם גלאוקומה פסאודואקספוליאטיבית ובמשך מעקב של עד שנתיים. הלחץ הקדם ניתוחי ירד ממוצע של 27.1 מ"מ"כ ללחץ בתר ניתוחי שעמד על 12.6 מ"מ"כ בקרב 59 מטופלים שנותרו במעקב לאחר שנה ו-13 מ"מ"כ בקרב 21 המטופלים לאחר שנתיים (12). השימוש בתרופות לגלאוקומה ירד דרמטית מ-2.9 תרופות בממוצע לפני הפעולה ועד לממוצע של 0.6 ו-1 טיפות לאחר שנה ושנתיים, בהתאמה. שיעורי ההצלחה במחקר זה (ירידה של לפחות 20% בלחץ התוך עיני ביחס ללחץ הקדם ניתוחי או לחץ בין 6 ל-21 מ"מ"כ וללא ניתוח גלאוקומה נוסף) עמדו על 89.2% לאחר שנתיים. הסיבה להצלחה המיוחדת של ניתוח GATT המבוצע במטופלים עם Pseudoexfoliative glaucoma ככל הנראה קשורה לעובדה כי יצירת הגוניוטומיה ופתיחת ה-Schlemm's canal רלוונטית במיוחד במקרים אלו, בעקבות הצטברות החומר הפסאודו-אקספוליאטיבי השוקע באותם אזורים אצל מטופלים הסובלים מסוג זה של גלאוקומה.

באיזה אופנים ניתוח GATT עשוי להיות עדיף על פני ניתוחי פילטרציה?

ניתוח ה-GATT למעשה מבצע "ניקוי" למערכת הניקוז הפיזיולוגית, זאת בניגוד למעקף שמבוצע בניתוחי הפילטרציה המקובלים. במקרי גלאוקומה רבים, אזור ההתנגדות המרבי ל-OUTFLOW הוא ה-TM, ולכן GATT מאפשר לטפל באופן ממוקד באזור הפתולוגי. לניתוח GATT ישנם מספר יתרונות בהשוואה לניתוחי פילטרציה, כאשר בראש הרשימה עומדת הבטיחות העדיפה של ניתוח זה לעומת ניתוחי הפילטרציה המקובלים. שני הסיבוכים מסכני הראייה

וזאת כדי לאפשר לעצמנו להגיע להחלטה על תחילת טיפול בטיפות באופן "נקי" לאחר תקופת ההחלמה המלאה (בדר"כ כ 6 שבועות). אנו יכולים בהחלט לומר שניתוח GATT הפך לנדבך מרכזי בפרדיגמה הטיפולית שלנו בחולי גלאוקומה במרכז הרפואי מאיר. לצד ניתוחי הגלאוקומה המקובלים שחשיבותם נותרה גבוהה גם היום, ניתוח ה-GATT מאפשר לנו גמישות רבה ויכולת לדרג ולהתאים את הטיפול באופן אישי למטופלינו.

סיכום:

ניתוח GATT הינו אופציה ניתוחית בטוחה ויעילה בטיפול במגוון רחב של חולי גלאוקומה ברמות חומרה שונות עם או בלי ניתוח קטרקט. בניתוח זעיר פולשני זה, כמו בכל ניתוח, ישנה חשיבות מכרעת לטכניקה ניתוחית מדוקדקת ולבחירת החולה המתאים. ★

משטר הטיפול הבתר ניתוחי במרכז שלנו כולל טיפות אנטיביוטיקה וסטרואידים לתקופה קצרה יחסית תוך כדי ירידה הדרגתית די מהירה, כאשר לרוב משך הטיפול הסטרואידלי הכולל לא יעלה על 3 שבועות. חריגים לכלל זה יהיו חולים עם רקע אובאיטי, עבורם נדרש טיפול סטרואידלי ממושך יותר, שנתפר לכל חולה באופן אישי. לגבי הטיפול בלחץ התוך עיני בשבועות שלאחר הפעולה – בניגוד לתקופה הבתר ניתוחית של טרבקולקטומיה בה ניתן להשתמש במסג', בנידלינג או בפתיחת תפרים זמניים או תפרים בלייזר כדי לשלוט בלחץ, ב-GATT ניתן להשתמש בתכשירים פרמקולוגיים מקובלים.

בשלב זה אין קונצנזוס לגבי הגישה הנכונה לטיפול בעליות הלחץ הזמניות בתקופה הבתר ניתוחית הראשונה, אך נציין כי אנחנו מאד מתירניים עם מתן אורמוקס אחרי הפעולה למשך שבועות בודדים,

REFERENCES »

1. Grant W. Further studies on facility of flow through the trabecular meshwork. Arch of Ophthalmology 1958;60:523-33
2. Rosenquist R, Epstein D, Melamed S, Johnson M, Grant WM. Outflow resistance of enucleated human eyes at two different perfusion pressures and different extents of trabeculotomy. Current Eye Research 1989;8:1233-1240.
3. Smith R. Nylon filament trabeculotomy. Comparison with the results of conventional drainage operations in glaucoma simplex. Trans Ophthalmol Soc N Z. 1969;21:15-26.
4. Chin S, Nitta T, Shinmei Y, Aoyagi M, Nitta A, Ohno S, Ishida S, Yoshida K. Reduction of intraocular pressure using a modified 360-degree suture trabeculotomy technique in primary and secondary open-angle glaucoma: A pilot study. J Glaucoma 2012; 21:6:401-7.
5. Grover DS, Godfrey DG, et al. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy, ab interno trabeculotomy: Technique report and preliminary results. Ophthalmology 2014;121:4:855-61.
6. Grover DS, Smith O, Fellman RL, et al. Gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy: An ab interno circumferential trabeculotomy: 24 months follow-up. J Glaucoma. 2018;27:5:393-401.
7. Grover DS, Smith O, Fellman RL, et al. Gonioscopy assisted transluminal trabeculotomy: An ab interno circumferential trabeculotomy for the treatment of primary congenital glaucoma and juvenile open angle glaucoma. Br J Ophthalmol 2015;99:8:1092-6.
8. Salimi, A., Nithianandan, H., Al Farsi, H., Harasymowycz, P., & Saheb, H. Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy in Younger to Middle-Aged Adults. Ophthalmology Glaucoma . 2020
9. Gedde SJ, Herndon LW, Brandt JD, et al. Postoperative complications in the Tube Versus Trabeculectomy (TVT) study during five years of follow-up. Am J Ophthalmol. 2012;153: 804.e1-814.e1.
10. Robert Purgert, Careen Lowder, Jonathan Eisengart; Minimally invasive glaucoma surgery efficacy in uveitic and steroid-induced glaucoma. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2019;60(9):3739.
11. Boese EA, Shah M. Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculotomy (GATT) is An Effective Procedure for Steroid-induced Glaucoma. J Glaucoma. 2019 Sep;28(9):803-807
12. Sharkawi E, Lindegger DJ, Artes PH, et al. Outcomes of gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy in pseudoexfoliative glaucoma: 24-month follow-up. BJO Published Online First: 29 July 2020
13. Delphine Rivier, Ciara Bergin, Eamon Sharkawi; Evaluation Of "Safe" Trabeculectomy Versus "Safe" Phacotrabeculectomy. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2011;52(14):631
14. Fontana, Luigi, MD, PhD, De Maria, Michele, et al. Comparison of Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculotomy Versus Trabeculectomy With Mitomycin C in Patients With Open-angle Glaucoma. J Glaucoma. 2021;30(1):101-108