

Σύγκριση απεικόνισης του προσθίου ημιμορίου με OCT και UBM

Α. Χρανιώτη, Δ. Πειρονίδης, Α. Μάλαμας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός: Η σύγκριση της αποτελεσματικότητας της απεικόνισης του προσθίου ημιμορίου του οφθαλμού χρησιμοποιώντας υπερηχογραφική βιομικροσκόπηση (ΥΒ) και οπτική τομογραφία συνοχής (ΟΤΣ).

Υλικό και μέθοδος: Αναδρομή της βιβλιογραφίας.

Συμπέρασμα: Και οι δύο μέθοδοι καταφέρνουν να απεικονίζουν τις ανατομικές δομές του προσθίου ημιμορίου με συγκρίσιμα αποτελέσματα. Με εξαίρεση τους όγκους του προσθίου ημιμορίου, η ΟΤΣ φαίνεται να υπερτερεί της ΥΒ, λόγω της ανέπαφης λήψης των εικόνων.

Λέξεις κλειδιά: AS OCT, UBM, πρόσθιο ημιμόριο.

Η εκτίμηση των δομών του προσθίου ημιμορίου του οφθαλμού αποτελεί ουσιαστικό μέρος της οφθαλμολογικής εξέτασης. Στην κλινική πράξη, η απεικόνιση του προσθίου ημιμορίου διενεργείται παραδοσιακά με τη βιομικροσκόπηση στη σχισμοειδή λυχνία. Η δυνατότητα αντικειμενικής ποσοτικής εκτίμησης των δομών του προσθίου ημιμορίου είναι περιορισμένη ενώ για την άμεση εκτίμηση της ιριδοκερατοειδικής γωνίας απαιτούνται διαγνωστικοί φακοί επαφής. Νεότερες μέθοδοι απεικόνισης του προσθίου ημιμορίου ξεπερνούν τους περιορισμούς αυτούς και βελτιώνουν την κλινική πράξη και την έρευνα στην οφθαλμολογία.

Η υπερηχογραφική βιομικροσκόπηση (ΥΒ) (Ultrasound biomicroscopy, UBM) έχει χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση ποικιλίας παθολογικών καταστάσεων του προσθίου ημιμορίου, συμπεριλαμβανομένου του γλαυκώματος¹⁻³, όγκων προσθίου ημιμορίου^{4,5}, προβλημάτων σχετιζόμενων με ενδοφακούς^{6,7}, τραύματος⁸, παθήσεων του σκληρού⁹. Η ΥΒ, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απεικόνιση οποιασδήποτε παθολογίας εμπίπτει στα όρια διείσδυσης της. Χρησιμοποιεί υπέρηχους εύρους 20-50 MHz. Στους 50 MHz μπορεί να πετύχει ανάλυση 25 μm και διείσδυση 5-6 mm. Η ΥΒ αποτελεί καλά εδραιωμένη μέθοδο για την απεικόνιση όγκων προσθίων μορίων, αν και απαιτεί λουτρό οφθαλμού σε θέση ανάκλισης και έναν πεπερασμένο χρήστη για τη λήψη της απεικόνισης. Αρχικά αναπτύχθηκε από τον Pavlin και συν. το 1990.

Η επιφανειακή εντόπιση του κερατοειδούς επιτρέπει τη διείσδυση της δομής αυτής και τη δυνατότητα απεικόνισης του προσθίου ημιμορίου. Οι υπέρηχοι υψηλότερων συχνοτήτων (60-80 MHz) χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του κερατοειδούς αφού υπάρχει μικρό-

Ά Οφθαλμολογική Κλινική, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Νοσοκομείο ΑΧΕΠΑ, Θεσσαλονίκη

Corresponding author: A. Malamas
e-mail: malamasaggelos@gmail.com

τερη ανάγκη βαθύτερης διεξόδου και μεγαλύτερη ανάγκη υψηλής ανάλυσης. Η απεικόνιση του κερατοειδούς συνήθως γίνεται με οπτικές τεχνικές, σε αρκετές καταστάσεις όμως, η ΥΒ μπορεί να προσφέρει πρόσθετες πληροφορίες. Η ΥΒ, όπου χρησιμοποιείται ήχος αντί για φως, προσφέρει διαφορετική πληροφόρηση για τις εσωτερικές δομές και επιτρέπει τη διεξόδου οπτικών θολεροτήτων¹⁰⁻¹³.

Η οπτική τομογραφία συνοχής (ΟΤΣ) (Optical Coherence Tomography, OCT) προσθίων μορίων, για την απεικόνιση δομών του προσθίου ημιμορίου του οφθαλμού παρέχει ένα εργαλείο για τη διάγνωση και ανάλυση πολλαπλών τομέων της οφθαλμολογίας, όπως ο τομέας του κερατοειδούς, του γλαυκώματος, της διαθλαστικής χειρουργικής και των οφθαλμικών όγκων. Αρχικά αναπτύχθηκε από τους Huang και συνεργάτες ως μέθοδος απόκτησης εικόνων σχεδόν ιστολογικής ανάλυσης ιστών χωρίς την ανάγκη βιοψίας¹⁴. Στην ΟΤΣ, μια δέσμη φωτός, τυπικά στο υπέρυθρο μήκος κύματος, σκανάρεται σε ένα δείγμα, όπως ο οφθαλμός. Η οπτική καθυστέρηση του ανακλώμενου φωτός καθορίζεται με ιντερφερομετρία για να παράγει μία ποικίλουσα μέτρηση που ονομάζεται αξονικό scan (A-scan). Η αξονική ανάλυση του A-scan εξαρτάται από το μήκος κύματος του χρησιμοποιούμενου φωτός, και τυπικά είναι αρκετά μικρά (μm). Η αρχή απεικόνισης της ΟΤΣ είναι παρόμοια με αυτή των υπερήχων, αλλά η χωρική ανάλυση της ΟΤΣ είναι λεπτομερέστερη λόγω του μικρότερου μήκους κύματος του φωτός. Οι Izatt και συνεργάτες δημοσίευσαν το 1994, την πρώτη εφαρμογή της ΟΤΣ στην απεικόνιση του κερατοειδούς και των προσθίων μορίων¹⁵, κατά την οποία χρησιμοποιήθηκε φως με μήκος κύματος όμοιο με αυτό που χρησιμοποιούνταν για την απεικόνιση του αμφιβληστροειδούς (830 nm). Η επακόλουθη χρήση φωτός μεγαλύτερου μήκους κύματος στα 1310 nm επέτρεψε καλύτερη απεικόνιση της περιοχής της γωνίας λόγω αυξημένης διεξόδου ιστών που διαχέουν τον ήχο, όπως ο σκληρός χιτώνας. Τα χαρακτηριστικά του φωτός στα 1310 nm επέτρεψαν τη χρήση μεγαλύτερης ενέργειας με αποτέ-

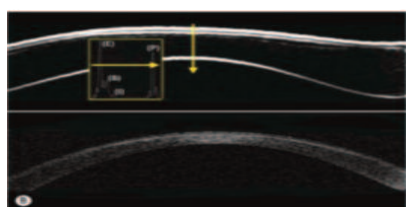
λεσμα τη μεγαλύτερη ταχύτητα σκαναρίσματος, ώστε η απεικόνιση με χρονική τομογραφία οπτικής συνοχής (time domain OCT) προσθίων μορίων, να μπορεί να πραγματοποιηθεί σε πραγματικό χρόνο, ενώ η απεικόνιση του αμφιβληστροειδούς ακόμη απαιτούσε 1-2 sec ανά τομή¹⁶.

Κερατοειδής

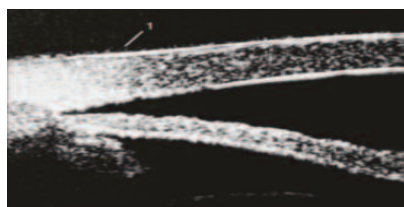
Η φυσιολογική κερατοειδική επιφάνεια εμφανίζεται ως μια λεία, καμπύλη αντανάκλαση στην ΥΒ (Εικόνα 1). Υπό αυτής εμφανίζεται ακόμη μια ομαλή ανακλαστική γραμμή που αντιστοιχεί στη μεμβράνη του Bowman (BM) (Εικόνα 1). Η απόσταση ανάμεσα στις δύο αυτές γραμμές αντιπροσωπεύει το πάχος του επιθηλίου. Το στρώμα έχει ομοιόμορφη, χαμηλή ανακλαστικότητα. Στο οπίσθιο όριο του κερατοειδούς υπάρχει μία ακόμη υψηλά ανακλαστική γραμμή που αντιστοιχεί στην επιφάνεια ανάμεσα στη δεσμετέιο μεμβράνη (ΔΜ)/ενδοθήλιο και το υδατοειδές υγρό. Συνήθως δε διακρίνεται η ΔΜ από το ενδοθήλιο.

Η σκληροκερατοειδική σύζευξη διακρίνεται εύκολα (Εικόνα 2). Ο σκληρός αποτελείται από ακανόνιστες δεσμίδες σκληρικού κολλαγόνου οι οποίες έχουν υψηλότερη ανακλαστικότητα από τα ομαλά πετάλια του κερατοειδούς. Η σύνδεση δείχνει μία καμπύλη περιοχή μετάβασης όμοια με την ιστολογική εικόνα. Ο σκληραϊός περυστήρας αποτελεί δομή, που χρησιμοποιείται για μετρήσεις που απαιτούν σταθερό σημείο αναφοράς. Το έξω όριο του σκληροκερατοειδικού ορίου (ΣΚΟ) βρίσκεται 1 mm επί τα εντός του σκληραϊού περυστήρα.

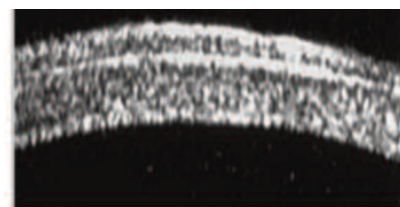
Η ΥΒ ενός οίδηματώδους κερατοειδούς αναδεικνύει αυξημένο πάχος κερατοειδούς και υψηλότερη ανακλαστικότητα του στρώματος (Εικόνα 3). Το επιθήλιο συνήθως εμφανίζεται παχυνμένο, και η ομαλή, υψηλά ανακλαστική γραμμή της επιφάνειάς του, αντικαθίσταται από μία ανώμαλη, λιγότερο ανακλαστική γραμμή. Οι επιθηλιακές κύστες διακρίνονται ως ήπιος διαχω-



Εικόνα 1. Υπερηχογραφική βιομικροσκοπία. Φυσιολογικός κερατοειδής. (Corneal Diseases, Radiology Key)



Εικόνα 2. Υπερηχογραφική βιομικροσκοπία. Σκληροκερατοειδικό όριο. (Α' Οφθαλμολογική Κλινική ΑΧΕΠΑ)



Εικόνα 3. Υπερηχογραφική βιομικροσκοπία. Οίδηματώδης κερατοειδής. (Α' Οφθαλμολογική Κλινική ΑΧΕΠΑ)

ρισμός του επιθηλίου από τη ΒΜ. Η ΥΒ αποτελεί ακριβή ποσοτική μέθοδο μέτρησης του πάχους του κερατοειδούς και των επακόλουθων προοδευτικών αλλαγών στις παθήσεις του κερατοειδούς¹⁷.

Η απόσπαση της δεσμετείου μεμβράνης μπορεί να αποτελέσει επιπλοκή ενδοβολβικής επέμβασης¹⁸. Η ΥΒ δείχνει ξεκάθαρα τη ΔΜ αποσπασμένη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη χαρτογράφηση της περιοχής πριν τη χειρουργική αποκατάσταση (Εικόνα 4).

Η μετατόπιση ενδοφακού με βλάβη του κερατοειδούς μπορεί να συμβεί. Η επιπλοκή αυτή ήταν πιο συχνή με τους ενδοφακούς προσθίου θαλάμου, μπορεί να συμβεί όμως ακόμη και με τους ενδοφακούς οπίσθιου θαλάμου. Η θέση του μετατοπισμένου ενδοφακού διακρίνεται εύκολα με την ΥΒ.

Πληροφορίες για την κατάσταση των προσθίων μορμών πίσω από θολερότητες του κερατοειδούς μπορεί να βοηθήσουν στην προεγχειρητική εκτίμηση^{19,20}. Η ΥΒ επιτρέπει την απεικόνιση όλου του προσθίου ημιμορίου, εκτός και αν εκτεταμένη ασβέστωση του κερατοειδούς προκαλέσει σκίαση. Μπορεί να γίνει εκτίμηση του βάθους του προσθίου θαλάμου, της κατάστασης της γωνιάς, του ενδοφακού και της παρουσίας οπίσθιων μεμβρανών (Εικόνα 5). Απεικονίζονται ακόμη αποσπάσεις της ΔΜ και ιριδοκερατοειδικές συνέχειες.

Με την ΥΒ μπορεί να απεικονιστεί ενδοστρωματική παθολογία του κερατοειδούς όπως σε δυστροφίες κερατοειδούς, συγγενείς ανωμαλίες και συστηματικές

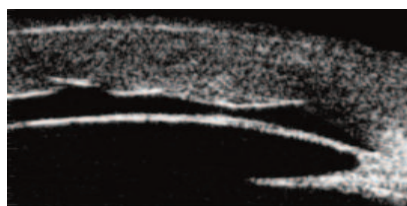
παθήσεις^{19,21}. Μπορούν να ανιχνευτούν ανωμαλίες είτε ως διαταραχή των φυσιολογικών ομαλών πεταλιών κολλαγόνου, είτε ως εναπόθεση υλικού διαφορετικής ανακλαστικότητας από το φυσιολογικό κερατοειδή (Εικόνα 6).

Με την ΥΒ μπορούν να απεικονιστούν σύνδρομα περιφερικής τήξης κερατοειδούς²². Περιοχές λέπτυνσης εκτιμώνται ποσοτικά. Η πάχουσα περιοχή δείχνει λέπτυνση κερατοειδούς δίκην κλεψύδρας, υποδεικνύοντας λέπτυνση και από τις δύο μεριές (Εικόνα 7).

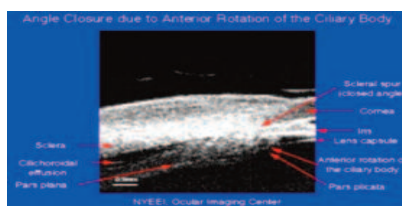
Στον κερατόκωνο μπορούν να ελεγχθούν διαφοροποιήσεις κερατοειδικής καμπυλότητας και πάχους²³. Στην εικόνα 8 απεικονίζεται ύδρωπας κερατοειδούς, όπου φαίνεται καθαρά η ρήξη της ΔΜ.

Ποικίλοι όγκοι μπορούν να επηρεάσουν τον κερατοειδή, είτε άμεσα είτε έμμεσα στα πλαίσια νόσου γειτονικών δομών (Εικόνα 9-10). Συγγενείς όγκοι όπως τα δερμοειδή μπορεί να συμπεριλάβουν τον κερατοειδή^{24,25}. Συχνά είναι αβέβαιο το κατά πόσο οι όγκοι αυτοί είναι επιφανειακοί ή εισβάλλουν στον κερατοειδή. Η διαφοροποίηση αυτή είναι σημαντική στο σχεδιασμό θεραπείας. Η ΥΒ μπορεί να απεικονίσει τις βλάβες αυτές σε βάθος, και να προσδιορίσει αν είναι επιφανειακοί περιοριζόμενοι στη ΒΜ, ή αν εντοπίζονται βαθύτερα στο στρώμα.

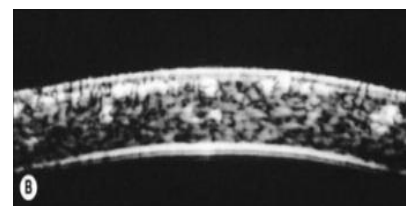
Στη διαμπερή μεταμόσχευση κερατοειδούς, η περιοχή σύνδεσης ανάμεσα στον ξενιστή κερατοειδή και το μόσχευμα απεικονίζεται καθαρά με την ΥΒ. Συχνά ο ξενιστής κερατοειδής έχει υψηλότερη εσωτερική



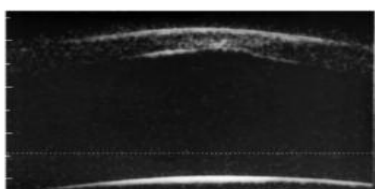
Εικόνα 4: Υπερηχογραφική βιομικροσκόπηση. Απόσπαση ΔΜ (Corneal Diseases, Radiology Key).



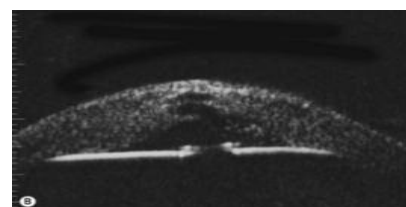
Εικόνα 5: Υπερηχογραφική βιομικροσκόπηση. Θολός κερατοειδής, κλειστή γωνία και ιριδοκερατοειδική πρόσφυση. (nyee.edu)



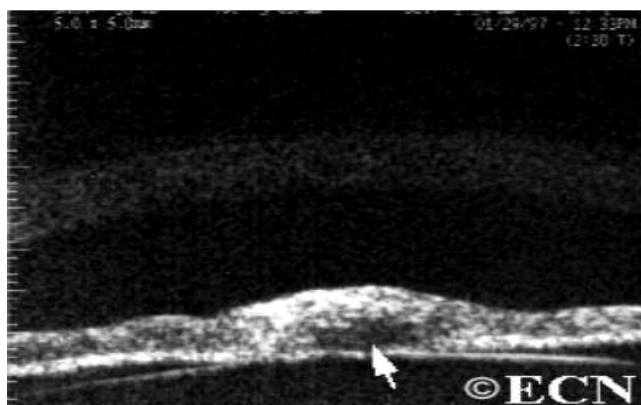
Εικόνα 6: Υπερηχογραφική βιομικροσκόπηση. Κοκκώδης δυστροφία (Corneal Diseases, Clinical Gate).



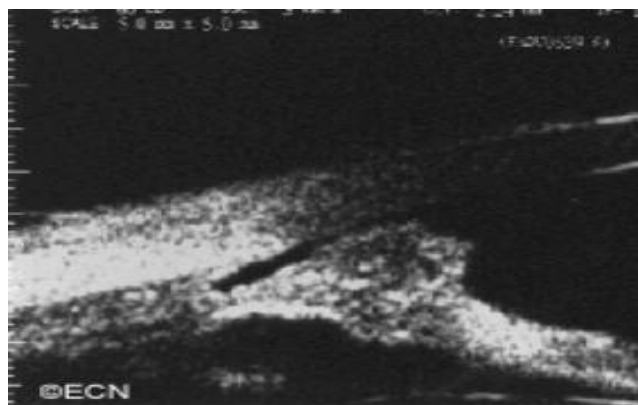
Εικόνα 7: Υπερηχογραφική βιομικροσκόπηση. Οπίσθιος κερατόκωνος. (Robert Rejda et al. Bilateral Circumscribed Posterior Keratoconus: Visualization by Ultrasound Biomicroscopy and Slit-Scanning Topography Analysis. Journal of Ophthalmology, Volume 2012, Article ID 587075)



Εικόνα 8: Υπερηχογραφική βιομικροσκόπηση. Ύδρωπας κερατοειδούς (Corneal Diseases, Radiology Key).



Εικόνα 9: Υπερηχογραφική Βιομικροσκόπηση. Μελά-
νωμα ίριδας (eyecancer.com).



Εικόνα 10: Υπερηχογραφική Βιομικροσκόπηση. Μελά-
νωμα ίριδας (eyecancer.com).

ανακλαστικότητα, εξαρτώμενη από την αρχική παθολογία. Το ίδιο το μόσχευμα, αν είναι διαυγές, διαθέτει χαμηλή στρωματική ανακλαστικότητα. Η αποτυχία του μοσχεύματος εκφράζεται με σημεία κερατοειδικού οιδήματος και μπορεί να μετρηθεί και το πάχος του μοσχεύματος.

Η εικόνα της σύνδεσης ποικίλει, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του μοσχεύματος και το μετεγχειρητικό διάστημα. Στην πρώιμη μετεγχειρητική περίοδο, διακρίνεται η γραμμή της σύνδεσης. Καθώς επέρχεται η επούλωση, η στρωματική διασύνδεση φαίνεται λιγότερο. Συχνά ανευρίσκεται διαφορά πάχους ανάμεσα στον ξενιστή και το μόσχευμα, συνήθως ο ξενιστής είναι παχύτερος, αλλά περιστασιακά σε καταστάσεις όπως ο κερατόκωνος, το μόσχευμα μπορεί να εμφανίζεται παχύτερο. Διακρίνονται ανωμαλίες του εσωτερικού χειρουργικού τραύματος, μπορεί να είναι εμφανές βήμα, ή ανωμαλία της ΔΜ. Απεικονίζονται διάφορα άλλα χαρακτηριστικά όπως προσφύσεις της ίριδας στο χειρουργικό τραύμα.

Στην πετάλοειδή μεταμόσχευση, απεικονίζεται η επιφάνεια ανάμεσα στο μόσχευμα και τον ξενιστή. Μπορούν να μετρηθούν ανεξάρτητα το πάχος του μοσχεύματος και του ξενιστή. Απεικονίζονται ακόμη ανωμαλίες όπως επηρμένα όρια ή επιθηλιακός πολλαπλασιασμός.

Στη φωτοδιαθλαστική και τη φωτοθεραπευτική κερατεκτομή αφαιρείται ένα λεπτό στρώμα επιφανειακού κερατοειδούς. Η περιοχή της φωτοκερατεκτομής με το excimer laser απεικονίζεται ως απώλεια της διπλής γραμμής που ανευρίσκεται επιφανειακά σε φυσιολογικούς κερατοειδείς. Η διαχωριστική επιφάνεια ανάμεσα στο στρώμα και το αναγεννημένο επιθήλιο είναι γενικά λιγότερο ανακλαστική από τη διαχωριστική επιφάνεια ανάμεσα στο επιθήλιο και τη ΒΜ. Η περιοχή ανάμεσα

στον κερατοειδή που έχει υποστεί κερατεκτομή και τον υπόλοιπο αναγνωρίζεται από τη μετάβαση της διπλής γραμμής σε μονή. Η λεπτή επιφανειακή στρωματική θόλωση συνήθως είναι υπό του επιπέδου ανάλυσης της ΥΒ. Ωστόσο, πιο εκτεταμένη ουλοποίηση, ανιχνεύεται ως ανακλαστική περιοχή του επιπολής στρώματος. Η ΥΒ μπορεί να δώσει κάποιες ενδείξεις για το βάθος της κερατοειδικής παθολογίας, προτού αποφασιστεί φωτοθεραπευτική κερατεκτομή^{26,27}.

Στη laser-associated in situ keratomileus (LASIK) η γραμμή τομής με τον κερατόμο μπορεί να απεικονιστεί, επιτρέποντας την εκτίμηση του βάθους της τομής και ανωμαλιών όπως ο επιθηλιακός πολλαπλασιασμός. Η ΥΒ δείχνει ξεκάθαρα τα όρια του επιφανειακού πετάλου που εκτείνεται ως τη ΒΜ κεντρικά.

Ο κερατόκωνος αποτελεί εκτασία του κερατοειδούς, που χαρακτηρίζεται από προοδευτική στρωματική λέπτυνση και κυρτότητα του κερατοειδούς, που οδηγεί σε απώλεια οπτικής οξύτητας. Ο κερατόκωνος μετρίου ως μεγάλου βαθμού εύκολα αναγνωρίζεται από διακριτά κλινικά χαρακτηριστικά, η διάγνωση όμως αρχόμενου κερατόκωνου μπορεί να είναι δύσκολη. Από την άλλη η εκτίμηση κερατόκωνου με τοπογραφία κερατοειδούς μπορεί να είναι αμφίβολη. Όταν παρουσιάζεται ασθενής με φυσιολογική όραση και με ήπια μόνο κατώτερη κυρτότητα κερατοειδούς, γεννιέται η απορία αν πρόκειται για υποκλινικό κερατόκωνο. Σε ανάλογες περιπτώσεις η διάγνωση μπορεί να επιβεβαιωθεί με χάρτες παχυμετρίας ΟΤΣ που ανιχνεύουν την έκκεντρη τοπική λέπτυνση, χαρακτηριστικό του κερατόκωνου²⁸.

Η ΟΤΣ επιτρέπει την εκτίμηση του LASIK flap στην άμεση μετεγχειρητική περίοδο (Εικόνα 11). Ο Li και συν. έδειξαν ότι ανιχνεύονται τα LASIK flaps σε όλους τους ασθενείς την 1^η και την 7^η μετεγχειρητική ημέρα²⁹. Η απει-

κόνιση του flap στην άμεση μετεγχειρητική περίοδο επιτρέπει την αξιολόγηση της επίδοσης του μικροκερατόμου και του femtosecond laser. Πέρα από την εκτίμηση του πάχους του flap, μπορεί να αναλυθεί και η μορφολογία του. Η ανάλυση με την ΟΤΣ έδειξε ότι τα flaps που έχουν δημιουργηθεί με το femtosecond laser έχουν πιο ομοιόμορφο πάχος, ενώ αυτά που έχουν δημιουργηθεί με μικροκερατόμο είναι λεπτότερα στο κέντρο³⁰.

Η εκτασία κερατοειδούς μετά από διαθλαστική χειρουργική με laser αποτελεί καλά καταγεγραμμένη επιπλοκή, και έναν σημαντικό παράγοντα κινδύνου αν το πάχος του υπολοιπούμενου στρώματος είναι λιγότερο από 250 μm . Η δυνατότητα ανάλυσης των flaps αρκετά χρόνια μετά από LASIK, χρησιμοποιώντας την ΟΤΣ είναι χρήσιμη στην εκτίμηση παρεμβάσεων διαθλαστικών βελτιώσεων. Ακριβείς μετρήσεις του πάχους του υπολοιπούμενου στρώματος μπορούν να προσδιορίσουν αν μία διαθλαστική βελτίωση με LASIK είναι ασφαλής ή όχι. Ένα ακόμη ελκυστικό χαρακτηριστικό της ΟΤΣ είναι ότι μπορεί να μετρήσει το υπολοιπούμενο στρωματικό πάχος, χωρίς να χρειάζεται να σηκωθεί το flap, σε αντίθεση με την υπερηχογραφική παχυμετρία³¹.

Η Fourier-domain ΟΤΣ είναι αρκετά γρήγορη, ώστε να μπορεί να υπολογίσει την κεντρική κερατοειδική δύναμη, υπολογίζοντας το μέσο όρο ταυτόχρονων μετρήσεων της κυρτότητας της κεντρικής περιοχής. Σε ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε διαθλαστική επέμβαση, καταργείται πλέον η συνήθης σχέση ανάμεσα στην καμπυλότητα της πρόσθιας και της οπίσθιας επιφάνειας. Η συμβατική κερατομετρία υπερεκτιμά την κεντρική διαθλαστική δύναμη μετά από μωπικό LASIK και υποεκτιμά την κεντρική διαθλαστική δύναμη κατόπιν υπερωπικού LASIK. Μία τέτοια μέθοδος που μετρά και την πρόσθια και την οπίσθια καμπυλότητα του κερατοειδούς είναι χρήσιμη στον υπολογισμό της πραγματικής κεντρικής κερατοειδικής δύναμης σε ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε διαθλαστική επέμβαση και προγραμματίζονται για χειρουργείο καταρράκτη.

Η υπερηχογραφία παραδοσιακά χρησιμοποιούνταν για την απεικόνιση θολού κερατοειδούς και των προσθίων μορίων πίσω από αυτόν. Πέρα από την υψηλότερη ανάλυση, η ΟΤΣ διαθέτει επιπλέον πλεονέκτημα,

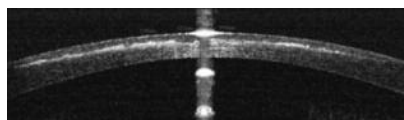
αφού δεν απαιτείται επαφή. Η ΟΤΣ παρέχει ακριβείς χάρτες παχυμετρίας θολών κερατοειδών³². Με την ΟΤΣ μπορεί ακόμη να μετρηθεί το βάθος εντόπισης θόλωσης του κερατοειδούς, βοηθώντας έτσι στον προεγχειρητικό σχεδιασμό (Εικόνα 12). Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα βάθους, ο χειρουργός μπορεί να αποφασίσει φωτοθεραπευτική κερατεκτομή, αν η επιπόλη θόλωση μπορεί να αφαιρεθεί, διατηρώντας στρώμα πάχους μεγαλύτερο από 250 μm , ή να επιλέξει πρόσθια πεταλοειδή κερατοπλαστική, αν απαιτείται αντικατάσταση ιστού. Αν το βάθος της θόλωσης είναι απαγορευτικό για κερατεκτομή ή πρόσθια κερατοπλαστική, μπορεί να αποφασιστεί διαμπερής κερατοπλαστική. Η ΟΤΣ μπορεί ακόμη να χρησιμοποιηθεί για την απεικόνιση δομών του προσθίου θαλάμου, όπως η γωνία, η ίριδα, ο φακός και η βαλβίδα, μέσα από θολό κερατοειδή, βοηθώντας έτσι την εκτίμηση του μηχανισμού μετεγχειρητικής ανύψωσης της ενδοφθάλμιας πίεσης³³.

Από τη σύλληψη της ιδέας της μοντέρνας οπίσθιας κερατοπλαστικής στα τέλη του 1990, η τεχνική έχει υποστεί αρκετές βελτιώσεις μέχρι την επικράτηση της Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty (DSAEK)³⁴. Πλεονεκτήματα της DSAEK έναντι της διαμπερούς κερατοπλαστικής είναι το μικρότερο και ασφαλέστερο χειρουργικό τραύμα, μικρότερος μετεγχειρητικός αστιγματισμός, ταχύτερη αποκατάσταση όρασης³⁵. Μετεγχειρητικές τομές ΟΤΣ μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον έλεγχο απόσπασης μωσχεύματος ενδοθηλίου σε ασθενείς με επίμονο μετεγχειρητικό οίδημα κερατοειδούς (Εικόνα 13).

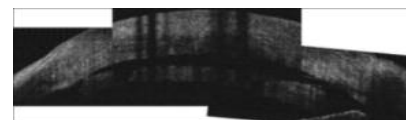
Η διαμπερής κερατοπλαστική (ΔΚ) εξελίσσεται χάρη στη δυνατότητα τομών πολύπλοκου σχήματος με τη χρήση του femtosecond laser. Η παραδοσιακή ΔΚ με τη χρήση τρυπάνων προβληματίζει όσον αφορά την καθυστερημένη επούλωση και την αδύναμη σύνδεση δέκτη-δότη. Τομές με συγκεκριμένο σχεδιασμό σχήματος με το femtosecond laser, όπως zigzag, καπέλο και μανιτάρι έχουν ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη αντίσταση στη διαρροή από το χειρουργικό τραύμα σε σύγκριση με την παραδοσιακή ΔΚ³⁶. Η σωστή επαφή δότη-δέκτη μπορεί να επιβεβαιωθεί με την ΟΤΣ (Εικόνα 14).



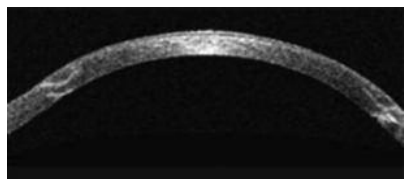
Εικόνα 11: OCT προσθίων μορίων LASIK flap.
(Α' Οφθαλμολογική Κλινική ΑΧΕΠΑ)



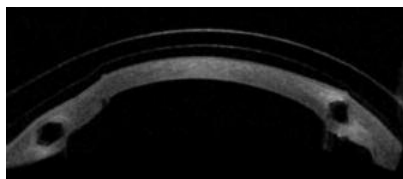
Εικόνα 12: OCT προσθίων μορίων. Θόλωση και ουλοποίηση μετά από φωτοδιαθλαστική κερατεκτομή.
(Α' Οφθαλμολογική Κλινική ΑΧΕΠΑ)



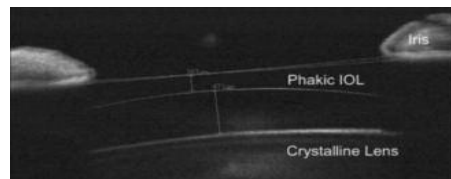
Εικόνα 13: OCT προσθίων μορίων. Απόσπασση μωσχεύματος ενδοθηλίου.
(Α' Οφθαλμολογική Κλινική ΑΧΕΠΑ)



Εικόνα 14: OCT προσθίων μοριών. ΔΚ με τη χρήση femtosecond laser. (eyeinstitute.co.nz)



Εικόνα 15: OCT προσθίων μοριών. Intacs. (ScleralLens.com)



Εικόνα 16: OCT προσθίων μοριών. Εμφύτευση ΦΕ (Amar Agarwal. Sulcus-implanted mirror telescopic IOL helpful for AMD, other macular disorders, Healio, Ocular surgery news)

Στην κερατοφακία τοποθετείται φακός εντός του στρώματος του κερατοειδούς, κάτω από πεταλοειδές πέταλο, που σχηματίζεται με τη βοήθεια μικροκερατόμου ή femtosecond laser. Η χρήση των παλαιότερων συνθετικών υλικών είχε ως αποτέλεσμα την ιστική νέκρωση και την αποβολή του υλικού λόγω της αδιαπερατότητας του υλικού σε θρεπτικά συστατικά εντός του στρώματος του κερατοειδούς³⁷. Η νεότερη γενιά συνθετικών υλικών, όπως η υδρογέλη σιλικόνης, υπόσχεται ασφάλεια και διαθλαστική προβλεψιμότητα. Τα κερατοφακικά εμφυτεύματα είναι οπτικά καθαρά στην ΟΤΣ και εμφανίζονται ως σκούρες περιοχές ανάμεσα στο flap και το στρώμα. Η ΟΤΣ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της θέσης και του βάθους του εμφυτεύματος στον κερατοειδή χωρίς την ανάγκη ανύψωσης του flap.

Τα Intacs (ενδοστρωματικά τμήματα δακτυλίου), αναπτύχθηκαν αρχικά για την αντιμετώπιση της μυωπίας. Τα τμήματα αυτά των 150 μοιρών λειτουργούν ως διαχωριστές ινών κολλαγόνου, μειώνοντας το μήκος τόξου των ινών και επιπεδώνοντας τον κεντρικό κερατοειδή. Ο βαθμός επιπέδωσης είναι ανάλογος του πάχους των Intacs. Βελτιώνουν την καλύτερη διορθώσιμη οπτική οξύτητα και μειώνουν τη μυωπία και τον αστιγματισμό κερατοκωνικών οφθαλμών. Το κατάλληλο βάθος εμφύτευσης είναι κρίσιμο για την εξασφάλιση καλού οπτικού αποτελέσματος. Τα Intacs εμφανίζονται ως σκοτεινοί χώροι εντός του στρώματος του κερατοειδούς στην απεικόνιση με την ΟΤΣ (Εικόνα 15). Το βάθος εμφύτευσης, ιδανικά στο 70%, πρέπει να μετράται στο έσω όριο του τμήματος για την αποφυγή συμπίεσης και οπτικών εκτροπών πάνω και κάτω από το εμφύτευμα^{38,39}.

Οι φακικοί ενδοφακοί (ΦΕ) σχεδιάστηκαν για την αντιμετώπιση της μυωπίας, παρέχοντας πρόσθετη διαθλαστική δύναμη. Πλεονεκτήματα των ΦΕ έναντι διαθλαστικού χειρουργείου αποτελούν το μεγαλύτερο εύρος αμετροπίας που μπορεί να αντιμετωπιστεί, η ταχύτερη αποκατάσταση της όρασης και η καλύτερη ποιότητα όρασης^{40,41}. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε ασθενείς που δεν είναι υποψήφιοι

για διαθλαστική χειρουργική. Η διαθλαστική επιτυχία και η μακροπρόθεσμη ασφάλεια των ΦΕ εξαρτώνται από τη διατήρηση και προστασία των δομών του προσθίου ημιμορίου, όπως το ενδοθήλιο, ο διηθητικός ηθμός, η ίριδα και ο κρυσταλλοειδής φακός, και από μηχανικό τραύμα σχετιζόμενο με το ΦΕ. Οι χρησιμοποιούμενες λευκό-με-λευκό μετρήσεις της γωνίας ίσως να μην αντιπροσωπεύουν με ακρίβεια το βάθος του προσθίου θαλάμου. Η ΟΤΣ παρέχει ακριβείς μετρήσεις πλατών του προσθίου θαλάμου σε διάφορους μεσημβρινούς⁴². Η ΟΤΣ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του ύψους του κρυσταλλοειδούς φακού, και της απόστασης ανάμεσα στον πρόσθιο πόλο του φακού και της γωνίας. Η ΟΤΣ μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για την εικονική αναπαράσταση εμφύτευσης ΦΕ και τον προσδιορισμό της εικονικής απόστασης του ΦΕ από το ενδοθήλιο και τον κρυσταλλοειδή φακό. Η ΟΤΣ παρέχει μετεγχειρητικά τις αποστάσεις ανάμεσα στον ΦΕ και το ενδοθήλιο, την ίριδα και τον κρυσταλλοειδή φακό (Εικόνα 16). Η μακροπρόθεσμη παρακολούθηση κατόπιν εμφύτευσης ΦΕ μπορεί να ανιχνεύσει οφθαλμούς με κίνδυνο επιπλοκών, όπως βλάβη του κερατοειδούς, κορικό αποκλεισμό, και σχηματισμό καταρράκτη από την επαφή του ΦΕ και του κρυσταλλοειδούς φακού⁴³.

Γλαύκωμα

Οι στρατηγικές θεραπείας του γλαυκώματος διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο και βασίζονται στην αναγνώριση του μηχανισμού ανύψωσης της ενδοφθάλμιας πίεσης (ΕΟΠ). Οι αρχικές θεραπευτικές επιλογές για το πρωτοπαθές γλαύκωμα ανοικτής γωνίας (ΠΓΑΓ) αποτελούν τα φάρμακα, η laser τραμπεκουλοπλαστική, ή και τα δύο, ενώ για το πρωτοπαθές γλαύκωμα κλειστής γωνίας (ΠΓΚΓ) γενικά απαιτείται θεραπεία με laser περιφερική ιριδοτομή. Η εκτίμηση της γωνίας του προσθίου θαλάμου είναι ουσιαστική στη διαφοροποίηση του ΠΓΑΓ από το ΠΓΚΓ. Η εκτίμηση είναι κλινική με γωνιοσκοπία, επιτρέποντας την άμεση παρατήρηση των ανατομικών σχέσεων της ίριδας, του κερατοειδή και των δομών της γωνίας του προσθίου θαλάμου.

Ωστόσο η γωνιοσκοπία αποτελεί υποκειμενική μέθοδο και δεν υπάρχουν καθολικά αποδεκτά γωνιοσκοπικά κριτήρια για τον προσδιορισμό του ανατομικού ορίου που δικαιολογεί αντιμετώπιση για την πρόληψη του ΠΓΚΓ^{44,45}.

Η ΥΒ υψηλής συχνότητας ήταν η πρώτη μέθοδος με επαρκή ανάλυση, που επέτρεπε την ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση της γωνίας του προσθίου θαλάμου, που χρησιμοποιήθηκε για την απεικόνιση των δομών της γωνίας¹⁰. Οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες συσκευές ΥΒ διαθέτουν μεταδότη υπερήχων στους 50 MHz, που απαιτεί λουτρό οφθαλμού για την απόκτηση ισορροπίας ανάμεσα στην ανάλυση της εικόνας και το βάθος ιστικής διείσδυσης. Εναλλακτικά, η ΟΤΣ αποτελεί μέθοδο απεικόνισης που δεν απαιτεί επαφή με τον οφθαλμό, και προσφέρει άνεση και ταχύτητα κατά τη διάρκεια της απεικόνισης.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η ποσοτική και ποιοτική ανάλυση εικόνων ΥΒ της γωνίας του προσθίου θαλάμου σχετίζεται με τα αντίστοιχα γωνιοσκοπικά ευρήματα⁴⁶. Επιπρόσθετα, η ΥΒ παρέχει συμπληρωματικές ανατομικές και βιομετρικές πληροφορίες τυπικές προσθίου ημιμορίου με ΠΓΚΓ, όπως επίσης και ποσοτικές παραμέτρους που περιγράφουν τα ανατομικά χαρακτηριστικά της γωνίας, της θέσης του ακτινωτού σώματος, της απόστασης ανάμεσα στον ηθμό και την ίριδα, και της παρουσίας plateau ίριδας. Ακόμη, φαίνεται πως διαφέρουν οι αλλαγές των ανατομικών χαρακτηριστικών του προσθίου ημιμορίου ως απάντηση στο φως ή κατόπιν φαρμακευτικής μύσης, ανάμεσα σε άτομα με ή χωρίς κίνδυνο πρωτοπαθούς κλειστής γωνίας. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της ΥΒ μπορεί να βοηθήσουν στην πρόβλεψη των ύποπτων ασθενών για κλειστή γωνία⁴⁷. Τέλος, με την ΥΒ έχουν καταδειχτεί οι ανατομικές αλλαγές κατόπιν laser περιφερικής ιριδοτομής που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της θεραπείας στη μείωση του επακόλουθου κινδύνου για οξύ γλαύκωμα κλειστής γωνίας.

Η ΟΤΣ, όπως και η ΥΒ, παρέχει χρήσιμες συμπληρωματικές πληροφορίες στην κλινική εκτίμηση με τη γωνιοσκοπία. Οι παράμετροι που περιγράφουν τις ανατομικές δομές του προσθίου ημιμορίου έχουν καλή συσχέτιση και με τη γωνιοσκοπία και με την ΥΒ. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η ΟΤΣ προσθίων μορίων δεν παρέχει αξιόπιστη απεικόνιση των δομών που εντοπίζονται πίσω από την ίριδα. Ωστόσο, αποτελέσματα μελετών ότι η απεικόνιση με την ΟΤΣ, που διεξάγεται σε σκοτεινές συνθήκες, αναγνωρίζει μεγαλύτερο αριθμό οφθαλμών με επικείμενο κλείσιμο της γωνίας, υποδεικνύει ότι ίσως να είναι πιο ευαίσθητη μέθοδος από τη γωνιοσκοπία στην αναγνώριση οφθαλμών με τον κίν-

δυνο αυτό.

Οι δύο απεικονιστικές μέθοδοι παρέχουν αντικειμενική εκτίμηση και καταγραφή της γωνίας, καθώς επίσης και ποσοτικές πληροφορίες που περιγράφουν τις ανατομικές δομές του προσθίου ημιμορίου, που συμπληρώνουν την ποιοτική πληροφόρηση που παρέχει κλινικά η γωνιοσκοπία. Η απεικόνιση με την ΥΒ παρέχει μεγαλύτερο εύρος ανατομικών πληροφοριών, δεδομένου ότι οι υπέρηχοι μπορούν να διεισδύσουν μέσα από οφθαλμικούς ιστούς που είναι αδιαφανείς στο φως. Η ΟΤΣ, όπου δεν απαιτείται επαφή του μηχανήματος με τον οφθαλμό, επιτρέπει ευχερέστερη απόκτηση εικόνων από ότι η ΥΒ, καθιστώντας τη πιο εύχρηστη για χρήση σε προγράμματα ελέγχου πληθυσμού μεγάλης κλίμακας. Προς το παρόν, καμία από τις δύο μεθόδους απεικόνισης δεν παρέχουν επαρκείς πληροφορίες για τα ανατομικά χαρακτηριστικά του προσθίου ημιμορίου, ώστε να θεωρηθούν υποκατάστατο της γωνιοσκοπίας. Οι πρόσθιες συνέχειες, η χρωστική στις δομές της γωνίας και η νεοαγγείωση της γωνίας, για παράδειγμα, δεν μπορούν να απεικονιστούν με αξιοπιστία, με τα μηχανήματα αυτά. Η απεικόνιση του προσθίου ημιμορίου μπορεί να θεωρηθεί μόνο ως συμπληρωματική της γωνιοσκοπίας⁴⁶.

Όγκοι προσθίου ημιμορίου

Οι τεχνικές απεικόνισης για την εκτίμηση όγκων του προσθίου ημιμορίου του οφθαλμού παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με το μέγεθος του όγκου, το σχήμα, τα εσωτερικά χαρακτηριστικά και την επέκτασή του, οι οποίες πληροφορίες βοηθούν στην ακριβή διάγνωση και το σχεδιασμό της αντιμετώπισης. Δεδομένου ότι κάποιες από τις παθήσεις αυτές απειλούν την όραση και τη ζωή, όπως το μελάνωμα της ίριδας, η ακριβής και πλήρης απεικόνιση της βλάβης είναι εξαιρετικά σημαντικό στις περιπτώσεις αυτές.

Στον τομέα της οφθαλμικής ογκολογίας, οι Pavlin και συν. βρήκαν ότι η ΟΤΣ μπορούσε να απεικονίσει όλα τα όρια μόνο μικρών όγκων χωρίς χρωστική, ενώ η ΥΒ είχε μεγαλύτερη δυνατότητα διείσδυσης μεγαλύτερων όγκων, με υπέρχρωση και όγκων με εντόπιση στο ακτινωτό σώμα⁴⁸. Παρόμοια, οι Biancotto και συν. βρήκαν ότι η ΥΒ είναι γενικά αποτελεσματικότερη στην απεικόνιση όγκων του προσθίου ημιμορίου, καθώς επίσης και των χρωστικοφόρων όγκων, όγκων του ακτινωτού σώματος, και του μελανώματος της ίριδας⁴⁹. Οι Siahmed και συν. περιγράφουν τη χρήση της ΥΒ και της ΟΤΣ για την απεικόνιση 61 περιπτώσεων όγκων της ίριδας. Παρατήρησαν ότι μόνο η ΥΒ παρέχει ακριβείς μετρήσεις και δυνατότητα συχνών εκτιμήσεων παρακολούθησης συγκριτικά με την ΟΤΣ προσθίων

μορίων⁵⁰. Οι Shields και συν. ανέλυσαν 22 συναπτούς σπίλους επιπεφυκότα που απεικονίστηκαν με ΟΤΣ προσθίων μορίων και κατέδειξαν ότι η μέθοδος αυτή είναι εξαιρετική στην ανίχνευση εσωτερικών κύστεων εντός του σπίλου⁵¹.

Στη μελέτη των Biancotto και συν. η ΟΤΣ προσθίων μορίων ήταν αποτελεσματικότερη στην απεικόνιση της πρόσθιας επιφάνειας των όγκων, καθώς επίσης στη γενικότερη απεικόνιση της ανατομίας τως προσθίων μορίων και επίσης στην απεικόνιση βλαβών του επιπεφυκότα. Αυτό σχετίζεται με το γεγονός ότι η ΟΤΣ προσθίων μορίων διαθέτει υψηλότερη ανάλυση εικόνας, με την ικανότητα να πετυχαίνει ανάλυση υψηλής ποιότητας στα 18 μικρά, και ότι οι βλάβες του επιπεφυκότα είναι επιφανειακές και στις περισσότερες περιπτώσεις άνευ χρωστικής. Ωστόσο το πρόσθιο όριο των

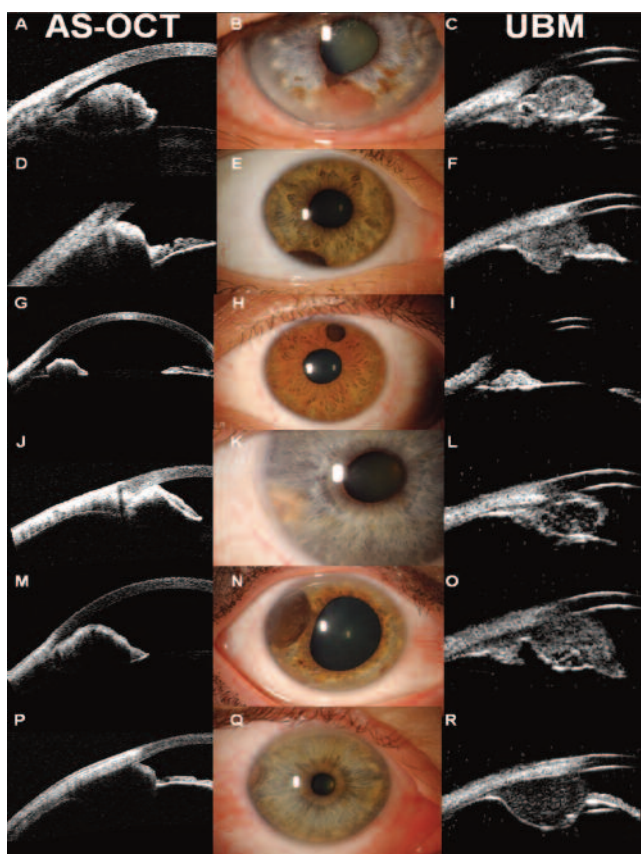
όγκων απεικονίζεται καλώς τις περισσότερες φορές και με τη σχισμοειδή λυχνία, και για το λόγο αυτό δεν είναι απαραίτητη η ΟΤΣ προσθίων μορίων για απεικονιστικούς λόγους. Βέβαια, η ΥΒ αποδείχτηκε να είναι ανώτερη από πολλές απόψεις: απεικονίζονται όλα τα όρια του όγκου, υπάρχουν λιγότερα προβλήματα οπίσθιας σκίασης του όγκου, διαθέτει γενικά υψηλότερη ποιότητα εικόνας και γενικά καλύτερη απεικόνιση του όγκου, υπάρχει καλύτερη ανάλυση του οπίσθιου ορίου, καλύτερη ανάλυση χρωστικοφόρων και μη όγκων, ελαφρώς καλύτερη ανάλυση όγκων και κύστεων της ίριδας, και πολύ καλύτερη ανάλυση όγκων του ακτινωτού σώματος (Εικόνα 17).

Οι παρατηρήσεις αυτές θα μπορούσαν να σχετίζονται με το γεγονός ότι η ΥΒ, όπως κάθε συσκευή υπερήχων, χρησιμοποιεί κύματα ήχου για την απεικόνιση, ενώ η ΟΤΣ προσθίων μορίων χρησιμοποιεί σαν πηγή το φως, που επιτρέπει μεν ανετότερη εξέταση χωρίς λουτρό οφθαλμού, αλλά πάσχει από ανεπαρκή διείσδυση, καθώς το φως παρεμποδίζεται από αδιαφανείς ιστούς, όπως το χρωστικοφόρο επιθήλιο της ίριδας, το σκληρό ή τη χρωστική, ενώ ο ήχος όχι⁴⁹.

Συμπερασματικά, η ΟΤΣ προσθίων μορίων αποτελεί χρήσιμο εργαλείο στην εκτίμηση επιφανειακών, μη-χρωστικοφόρων αλλοιώσεων του οφθαλμού, όπως οι όγκοι του επιπεφυκότα. Ωστόσο, διαθέτει φτωγή ανάλυση με σκίαση σε περιπτώσεις μεγάλων ή χρωστικοφόρων αλλοιώσεων, ή αυτών που προέρχονται από το χρωστικοφόρο επιθήλιο της ίριδας ή από το ακτινωτό σώμα, όπου η ΥΒ πλεονεκτεί. Φαίνεται πως η ΥΒ έχει μεγαλύτερη δυνατότητα διείσδυσης διαμέσου της αλλοίωσης μέσα στον οφθαλμό, παρέχοντας καλύτερες εικόνες του οπίσθιου ορίου, καθώς επίσης και ολόκληρου του σχηματισμού του όγκου, σε σύγκριση με την ΟΤΣ προσθίων μορίων.

Φλεγμονή προσθίου ημιμορίου

Η φλεγμονή του προσθίου ημιμορίου του οφθαλμού προκαλεί κατάρρευση του αιματοϋδατοειδικού φραγμού και έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των κυττάρων και των πρωτεϊνών στο υδατοειδές υγρό. Η πρόσθια ραγοειδίτιδα χαρακτηρίζεται κλινικά από θολή όραση, περικεράτια ένεση, φαινόμενο Tyndall και παρουσία φλεγμονωδών κυττάρων εντός του προσθίου θαλάμου. Η εξέταση με τη σχισμοειδή λυχνία αποτελεί την πρωταρχική μέθοδο εκτίμησης της σοβαρότητας της φλεγμονής του προσθίου ημιμορίου. Ωστόσο, η σταδιοποίηση του αριθμού των κυττάρων αποτελεί υποκειμενική διαδικασία, εξαρτώμενη κατά κύριο λόγο από την εμπειρία του εξεταστή. Επίσης η



Εικόνα 17. Σύγκριση απεικόνισης μελανοκυτταρικών αλλοιώσεων ίριδας με ΥΒ και ΟΤΣ. (B): μελάνωμα ίριδας, (E) μελάνωμα ίριδας-ακτινωτού σώματος, (H): μελανοκύττωμα ίριδας, (K): σπίλος ίριδας-ακτινωτού σώματος, (N): μελάνωμα ίριδας, (Q): μελάνωμα ίριδας-ακτινωτού σώματος⁴⁹. (Biancotto C, Shields CL, Guzman JM, Romanelli-Gobbi M, Mazzuca D, Green WR, Shields JA. Assessment of anterior segment tumors with ultrasound biomicroscopy versus anterior segment optical coherence tomography in 200 cases. *Ophthalmology* 2011;118(7):1297-1302.)

εκτίμηση με τη σχισμοειδή λυχνία είναι δύσκολη σε οφθαλμούς με θόλωση κερατοειδούς εξαιτίας οιδήματος κερατοειδούς, και είναι αδύνατη η εκτίμηση των αλλαγών εντός και γύρω από το ακτινωτό σώμα χρησιμοποιώντας αυτή τη συμβατική τεχνική^{52,53}.

Οι Tran και συν. έδειξαν ότι η ΥΒ αποτελεί εργαλείο μεγάλης κλινικής σημασίας στην εκτίμηση φλεγμονωδών αλλοιώσεων της ίριδας, του ακτινωτού σώματος, της pars plana και του περιφερικού υαλοειδούς⁵⁴. Οι Reizeng και συν. κατέδειξαν με την ΥΒ, σοβαρές αλλαγές στον πρόσθιο και οπίσθιο θάλαμο, και εντός και γύρω από το ακτινωτό σώμα και το πρόσθιο υαλοειδές στην αιχμή της φλεγμονής σε ασθενείς με οξεία πρόσθια ραγοειδίτιδα. Επίσης φάνηκε πως η συμμετοχή του ακτινωτού σώματος ήταν πιο σοβαρή από ότι αρχικά πιστευότο. Η ανάλυση της ΥΒ υπέδειξε πως η θεραπεία θα έπρεπε να συνεχιστεί για μακρύτερη χρονική περίοδο και ίσως δε θα έπρεπε να βασίζεται στην εκτίμηση της παρουσίας κυττάρων στον πρόσθιο θάλαμο με τη σχισμοειδή λυχνία. Τέλος τα αποτελέσματα της ΥΒ ήταν συγκρίσιμα με αυτά της κλινικής εκτίμησης, και επιβεβαίωσαν την κλινική εξέλιξη των ασθενών με οξεία πρόσθια ραγοειδίτιδα.

Η πρόσθια ραγοειδίτιδα περιλαμβάνει την ιρίτιδα, την ιριδοκυκλίτιδα και την πρόσθια κυκλίτιδα. Η κλινική διαφοροποίηση των τριών αυτών τύπων βασίζεται στην παρουσία των κυττάρων στον πρόσθιο θάλαμο και τον οπισθοφακικό χώρο. Συχνά είναι δύσκολη η διαφοροποίηση της οξείας ιρίτιδας από την οξεία ιριδοκυκλίτιδα, καθώς η σοβαρή φλεγμονή του προσθίου θαλάμου μπορεί να εμποδίσει την εκτίμηση του προσθίου υαλοειδούς. Από την άλλη, σπανίως γίνεται εκτίμηση του οπισθίου θαλάμου και του ακτινωτού σώματος και των γύρω ιστών με τις συμβατικές μεθόδους. Με την εξέλιξη της, η ΥΒ παρέχει χρήσιμο εργαλείο για την εκτίμηση των αλλαγών μέσα και γύρω από τους ιστούς αυτούς⁵².

Οι Agarwal και συν. το 2009 δημοσίευσαν την πρώτη μελέτη εκτίμησης της φλεγμονής του προσθίου θαλάμου με την ΟΤΣ προσθίων μορίων. Χρησιμοποίησαν την ΟΤΣ προσθίων μορίων για την εκτίμηση της φλεγμονής του προσθίου θαλάμου σε οφθαλμούς ασθενών με διαφανή ή οιδηματώδη-θολό κερατοειδή. Χρησιμοποίησαν και αλγόριθμο υπολογιστή αλλά και χειροκίνητη αναγνώριση των κυττάρων του προσθίου θαλάμου, και ποσοτικοποίησαν τη φλεγμονή και τα κύτταρα, ακόμη και σε οφθαλμούς με κερατοειδείς μειωμένης διαύγειας. Έτσι μία από τις νεότερες εφαρμογές της ΟΤΣ αποτελεί και η σταδιοποίηση των κυττάρων του προσθίου θαλάμου. Οι Li και συν. παρουσίασαν μια αντικειμενική μέθοδο ποσοτικοποίησης κυττάρων εντός του υδατοειδούς υγρού και σε ασθε-

νείς με ραγοειδίτιδα και σε φυσιολογικούς ασθενείς. Η αρίθμηση των κυττάρων με την ΟΤΣ προσθίων μορίων συσχετιζόταν με την αρίθμηση με τη σχισμοειδή λυχνία. Ακόμη, με την ΟΤΣ ανιχνεύτηκαν σωματίδια στην κατώτερη περιοχή του προσθίου θαλάμου, που διέφυγαν της κλινικής εξέτασης με τη σχισμοειδή λυχνία⁵³. Τα ως τώρα αποτελέσματα δημοσιευμένων μελετών καθιστούν την ΟΤΣ προσθίων μορίων πολύτιμο εργαλείο στην εκτίμηση φλεγμονωδών καταστάσεων του προσθίου ημιμορίου του οφθαλμού.

ANTERIOR SEGMENT IMAGING USING OCT AND UBM

A. Chranioti, D. Pironidis, A. Malamas

A' Ophthalmologic Clinic of Aristotle University of Thessaloniki, AHEPA, Thessaloniki

Abstract

Purpose: To compare the efficacy of anterior segment imaging of the eye using ultrasound biomicroscopy (UBM) and optical coherence tomography (OCT).

Materials and methods: Review of the literature.

Conclusion: Both methods illustrate the anatomical structures of the anterior segment with comparable results. With the exception of tumors of the anterior segment, OCT outweighs UBM due to non-contact imaging.

Key words: AS OCT, UBM, anterior segment.

REFERENCES

1. Pavlin CJ, Harasiewicz K, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy of anterior segment structures in normal and glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol* 1992; 113:381-389.
2. Pavlin CJ, Ritch R, Foster FS: Ultrasound biomicroscopy in plateau iris syndrome. *Am J Ophthalmol* 1992; 113:390-395.
3. Mandell MA, Pavlin CJ, Weisbrod DJ, Simpson ER. Anterior chamber depth in plateau iris syndrome and pupillary block as measured by ultrasound biomicroscopy. *Am J Ophthalmol* 2003; 136(5):900-903.

4. Pavlin CJ, McWhae J, McGowan H, et al. Ultrasound biomicroscopy of anterior segment ocular tumors. *Ophthalmology* 1992; 99:1220-1228.
5. Weisbrod DJ, Pavlin CJ, Emará K, et al. Small ciliary body tumors: ultrasound biomicroscopic assessment and follow-up of 42 patients. *Am J Ophthalmol* 2006; 141(4):622-628.
6. Pavlin CJ, Rootman D, Arshinoff S, et al. Determination of haptic position of transsclerally-fixed posterior chamber intraocular lenses by ultrasound biomicroscopy. *J Cataract Refract Surg* 1993; 19:573-577.
7. Rutnin S, Pavlin CJ, Slomovic A, et al. Using ultrasound biomicroscopy to determine the ease of removal of lens haptics prior to penetrating keratoplasty – IOL exchange surgery. *J Cataract Refract Surg* 1997; 23:239-243.
8. Gentile RC, Pavlin CJ, Liebmann JM, et al. Diagnoses of traumatic cyclodialysis by ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmic Surg Lasers* 1996; 27:97-105.
9. Pavlin CJ, Easterbrook M, Hurwitz JJ, et al. Ultrasound biomicroscopy in the assessment of anterior scleral disease. *Am J Ophthalmol* 1993; 116:628-635.
10. Pavlin CJ, Sherar MD, Foster FS. Subsurface ultrasound microscopic imaging of the intact eye. *Ophthalmology* 1990; 97:244-250.
11. Pavlin CJ, Harasiewicz K, Sherar MD, Foster FS. Clinical use of ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmology* 1991; 98:287-295.
12. Pavlin CJ, McWhae JA, McGowan HD, Foster FS. Ultrasound biomicroscopy of anterior segment ocular tumors. *Ophthalmology* 1992; 99:1220-1228.
13. Maberley DA, Pavlin CJ, McGowan HD, et al. Ultrasound biomicroscopic imaging of the anterior aspect of peripheral choroidal melanomas. *Am J Ophthalmol* 1997; 123:506-514.
14. Huang D, Swanson EA, Lin CP, et al. Optical coherence tomography. *Science* 1991; 254(5035):1178-1181.
15. Izatt JA, Hee MR, Swanson EA, et al. Micrometer-scale resolution imaging of the anterior eye in vivo with optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol* 1994; 112(12):1584-1589.
16. Radhakrishnan S, Rollins AM, Roth JE, et al. Real-time optical coherence tomography of the anterior segment at 1310 nm. *Arch Ophthalmol* 2001; 119:1179-1185.
17. Pavlin CJ, Foster FS. High Resolution Ultrasound. In *Cornea*, 3rd Ed. Krachmer JH, Mannis MJ, Holland EJ.
18. Morinelli EN, Najac RD, Speaker MG, et al. Repair of Descemet's membrane detachment with the assistance of intraoperative ultrasound biomicroscopy. *Am J Ophthalmol* 1996; 121(6):718-720.
19. Pavlin CJ, Foster FS: Ultrasound biomicroscopy of the eye. New York, Springer Verlag, 1994.
20. Milner MS, Liebmann JM, Tello C, et al. High resolution ultrasound biomicroscopy of the anterior segment in patients with dense corneal scars. *Ophthalmic Surg* 1994; 25:284-287.
21. Castelo Branco B, Chalita MR, Casanova FH, et al. Posterior amorphous corneal dystrophy: ultrasound biomicroscopy findings in two cases. *Cornea* 2002; 21:220-222.
22. Berrocal AM, Chen PC, Soukiasian SH: Ultrasound biomicroscopy of corneal hydrops in Terrien's marginal degeneration. *Ophthalmic Surg Lasers* 2002; 33:228-230.
23. Avitabile T, Marano F, Castiglione F, et al. Keratoconus staging with ultrasound biomicroscopy. *Ophthalmologica* 1982; 212(Suppl 1):10-12.
24. Grant CA, Azar D. Ultrasound biomicroscopy in the diagnosis and management of limbal dermoid. *Am J Ophthalmol* 1999; 128:365-367.
25. Hoops JP, Ludwig K, Boergen KP, et al. Preoperative evaluation of limbal dermoids using high-resolution biomicroscopy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2001; 39:459-461.
26. Pavlin CJ, Harasiewicz K, Foster FS. Use of ultrasound biomicroscopy in excimer laser photokeratectomy. *J Cataract Refract Surg* 1994; 20(Suppl):206-211.
27. Reinstein DZ, Silverman RH, Trokel SL, et al. High frequency ultrasound digital signal processing for biometry of the cornea in planning phototherapeutic keratectomy (letter). *Arch Ophthalmol* 1993; 111:430-431.
28. Li Y, Meisler DM, Tang M, et al. Keratoconus diagnosis with optical coherence tomography pachymetry mapping. *Ophthalmology* 2008; 115(12):2159-2166.
29. Li Y, Netto MV, Shekhar R, et al. A longitudinal study of LASIK flap and stromal thickness with high-speed optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2007; 114(6):1124-1132.
30. Ashrafzadeh A, Steinert RF. Evaluation of LASIK flaps. In: Steinert RF, Huang D, ed. *Anterior segment optical coherence tomography*, Thorofare, NJ. Slack; 2008.
31. Randleman JB, Russell B, Ward MA, et al. Risk factors and prognosis for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology* 2003; 110(2):267-275.
32. Khurana RN, Li Y, Tang M, et al. High-speed optical coherence tomography of corneal opacities. *Ophthalmology* 2007; 114(7):1278-1285.
33. Memarzadeh F, Li Y, Francis BA, et al. Optical coherence tomography of the anterior segment in secondary glaucoma with corneal opacity after penetrating keratoplasty. *Br J Ophthalmol* 2007; 91(2):189-192.
34. Melles GR, Wijdh RH, Nieuwendaal CP. A technique to excise the descemet membrane from a recipient cornea (descemetorhexis). *Cornea* 2004; 23(3):286-288.
35. Price MO, Price FW: Descemet's stripping endothelial keratoplasty. *Curr Opin Ophthalmol* 2007; 18(4):290-294.
36. Farid M, Kim M, Steinert RF. Results of penetrating keratoplasty performed with a femtosecond laser zigzag in-

- cision initial report. *Ophthalmology* 2007; 114(12):2208-2212.
37. Horgan SE, Fraser SG, Choyce DP, Alexander WL. Twelve year follow-up of unfenestrated polysulfone intra-corneal lenses in human sighted eyes. *J Cataract Refract Surg* 1996; 22(8):1045-1051.
38. Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26(8):1117-1122.
39. Zare MA, Hashemi H, Salari MR. Intracorneal ring segment implantation for the management of keratoconus: safety and efficacy. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33(11):1886-1891.
40. El Danasoury MA, El Maghraby A, Gamali TO. Comparison of iris-fixed Artisan lens implantation with excimer laser in situ keratomileusis in correcting myopia between -9.00 and -19.50 diopters: a randomized study. *Ophthalmology* 2002; 109(5):955-964.
41. Schallhorn S, Tanzer D, Sanders DR, Sanders ML. Randomized prospective comparison of visian toric implantable collamer lens and conventional photorefractive keratectomy for moderate to high myopic astigmatism. *J Refract Surg* 2007; 23(9):853-867.
42. Baikoff G, Jitsuo Jodai H, Bourgeon G. Measurement of the internal diameter and depth of the anterior chamber: IOLMaster versus anterior chamber optical coherence tomographer. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31(9):1722-1728.
43. Baikoff G, Lutun E, Wei J, Ferraz C. Contact between 3 phakic intraocular lens models and the crystalline lens: an anterior chamber optical coherence tomography study. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30(9):2007-2012.
44. Foster PJ, Buhrmann R, Quigley HA, Johnson GJ. The definition and classification of glaucoma in prevalence surveys. *Br J Ophthalmol* 2002; 86:238-242.
45. Friedman DS. Who needs an iridotomy? *Br J Ophthalmol* 2001; 85:1019-1021.
46. Smith SD, Singh K, Lin SC, Chen PP, Chen TC, Francis BA, Jampel HD. Evaluation of the anterior chamber angle in glaucoma: a report by the american academy of ophthalmology. *Ophthalmology* 2013; 120(10):1985-1997.
47. Ramani KK, Mani B, George RJ, Lingam V. Follow-up of primary angle closure suspects after laser peripheral iridotomy using ultrasound biomicroscopy and A-scan biometry for a period of 2 years. *J Glaucoma* 2009; 18:521-527.
48. Pavlin CJ, Vásquez LM, Lee R, et al. Anterior segment optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy in the imaging of anterior segment tumors. *Am J Ophthalmol* 2009; 147:214-219.
49. Bianciotto C, Shields CL, Guzman JM, Romanelli-Gobbi M, Mazzuca D, Green WR, Shields JA. Assessment of anterior segment tumors with ultrasound biomicroscopy versus anterior segment optical coherence tomography in 200 cases. *Ophthalmology* 2011; 118(7):1297-1302.
50. Siahmed K, Berges O, Desjardins L, et al. Anterior segment tumor imaging: advantages of ultrasound (10, 20 and 50 MHz) and optical coherence tomography [in French]. *J Fr Ophtalmol* 2004; 27:169-173.
51. Shields CL, Belinsky I, Romanelli-Gobbi M, et al. Anterior segment optical coherence tomography of conjunctival nevus. *Ophthalmology* 2011; 118:915-919.
52. Peizeng Y, Qianli M, Xiangkun H, Hongyan Z, Li W, Kijlstra A. Longitudinal study of anterior segment inflammation by ultrasound biomicroscopy in patients with acute anterior uveitis. *Acta Ophthalmol* 2009; 87(2):211-215.
53. Li Y, Lowder C, Zhang X, Huang D. Anterior Chamber Cell Grading by Optical Coherence Tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54(1):258-265.
54. Tran VT, LeHoang P, Herbort CP. Value of high-frequency ultrasound biomicroscopy in uveitis. *Eye* 2001; 15:23-30.