

# Οπτική Τομογραφία (OCT) - ένα σύγχρονο διαγνωστικό εργαλείο στην οφθαλμολογία



Από την  
**Δρ Αλεξάνδρα Μεϊδάνη MD, PhD,**  
Χειρουργό Οφθαλμίατρο,  
Τμήμα LASER –  
Φθουροαγγειογραφίας,  
Ιατρικού Κέντρου Αθηνών

## Τι είναι η οπτική τομογραφία

Η οπτική τομογραφία (optical coherence tomography:OCT) ή ακριβέστερα **η οπτική τομογραφία συνοχής** είναι ένα σημαντικό σύγχρονο διαγνωστικό εργαλείο εκτίμησης των οφθαλμικών νόσων που χρησιμοποιείται σε όλες τις χώρες του κόσμου.

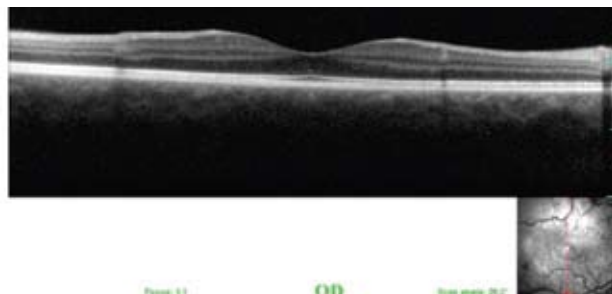
Η τεχνική στην οποία στηρίζεται (αρχή συμβολομετρίας) χρησιμοποιήθηκε αρχικά για τον εντοπισμό του σημείου της βλάβης σε καλώδια οπτικών ινών σε δίκτυα τηλεπικοινωνίας.

Η οπτική τομογραφία ανακοινώθηκε πρώτη φορά από τον Huang το 1991, όταν έγινε δυνατή η απεικόνιση σε δύο διαστάσεις βιολογικών ιστών.

Η σημαντική διαφοροποίηση της διαγνωστικής αυτής μεθόδου σε σχέση με τη φθουροαγγειογραφία

ή την αγγειογραφία με ινδοκυανίνη έγκειται κυρίως:

1. Στο μη επεμβατικό χαρακτήρα της μεθόδου, που σημαίνει ότι μπορούμε να έχουμε εικόνες υψηλής ανάλυσης χωρίς επαφή με το βοήθη και
2. Στη δυνατότητα αναγνώρισης των διαφόρων εσωτερικών μικροδομών του αμφιβληστροειδούς (ανάλυση της τάξης των 1-15 μ). Έτσι μπορούμε να δούμε τομές ιστών, να διαχωρίσουμε το παθολογικό από τον υγιή ιστό και να εκτιμήσουμε την εξέλιξη της νόσου στη διάρκεια του χρόνου.



**ΕΙΚΟΝΑ 1: OCT χωρίς κηλίδας σε κλίμακα γκρι χρώματος.**





### Αρχή λειτουργίας

Το OCT έχει πολλές ομοιότητες με τη Β-υπερηχογραφία, όμως αντί για ηχητικά κύματα χρησιμοποιεί **κύματα φωτός**, με φάσμα κοντά στο υπέρυθρο και μήκος κύματος περίπου 800 nm. Έτσι, η ανάλυση του OCT υπερέρχει εκείνης της υπερηχογραφίας, της αξονικής τομογραφίας αλλά και της μαγνητικής τομογραφίας.

**Η αρχή λειτουργίας του OCT στηρίζεται στη μερική σκέδαση και αντανάκλαση μιας συνεχούς δέσμης φωτός που προβάλλεται επάνω στον αμφιβληστροειδή** (χαμηλής συνοχής ιντερφερομετρία). Η αρχική δέσμη φωτός παράγεται από μία φωτοδίοδο που στη συνέχεια αυτή διαχωρίζεται σε δύο άηλες δέσμες από ένα διαχωριστή ακτινοβολίας. Η μία δέσμη ανακλάται από την υαλοαμφιβληστροειδική επιφάνεια και τις διάφορες στιβάδες του αμφιβληστροειδούς και χοριοειδούς, ενώ η άλλη από ένα κάτοπτρο αναφοράς. Οι δύο ανακλώμενες δέσμες ακολουθούν την ίδια οδό επιστροφής και εκεί που συναντώνται δημιουργούνται φαινόμενα παρεμβολής, που οφείλονται στην ασυμφωνία μεταξύ των ανακλώμενων κυμάτων που προέρχονται από τον ιστό ενδιαφέροντος και το πρότυπο αναφοράς. Η δέσμη που προκύπτει, ανιχνεύεται από ένα ανιχνευτή φωτός. Μετατοπίζοντας

το κάτοπτρο που βρίσκεται στη πορεία του κάτοπτρου αναφοράς μπορούμε να αναλύσουμε τις δομές που βρίσκονται στα διάφορα επίπεδα του αμφιβληστροειδούς και έτσι λαμβάνουμε ένα A-scan. Από τα ποικίλα A-scan προκύπτει ένα προσδιορισμένο B-scan των αμφιβληστροειδικών ιστών (time domain-OCT). Οι απεικονίσεις μπορούν να εμφανισθούν σε μία κλίμακα από το κόκκινο (υψηλή αντανακλαστικότητα) μέχρι το μπλε χρώμα (χαμηλή αντανακλαστικότητα) ή σε μία κλίμακα γκρι χρώματος (ΕΙΚΟΝΑ 1). Τα σύγχρονα OCT (spectral domain-OCT) επιτρέπουν ταχύτερη απεικόνιση διότι γίνεται ταυτόχρονη μέτρηση του φωτός που λαμβάνεται από τις διάφορες στιβάδες του αμφιβληστροειδούς. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται βασίζεται στην εξίσωση του FOURIER (Fourier transform mathematical equation), όπου θεωρείται ότι το σήμα συμβολής είναι οπτικό κύμα. Στα τελευταίου τύπου OCT δεν απαιτείται μετατόπιση του κάτοπτρου που βρίσκεται στη πορεία του κάτοπτρου αναφοράς.

Με το spectral domain-OCT, η απεικόνιση γίνεται ταχύτερα (15.000-40.000 A-scans το δευτερόλεπτο). Επίσης, εξασφαλίζεται υψηλότερη ανάλυση (4-6 μικρά σε σχέση με 8-10 του time domain-OCT) άρα καθαρότερη εικόνα. Έτσι μπορούμε να μετρήσουμε τις αποστάσεις ανάμεσα στις διάφορες στιβάδες του αμφιβληστροειδούς. Εξάλλου, μπορούμε να λάβουμε και 3D απεικόνιση όταν εξετασθούν ταυτόχρονα πολλοί άξονες ΕΙΚΟΝΑ 2,3).

### Εφαρμογές

Το OCT χρησιμοποιείται:

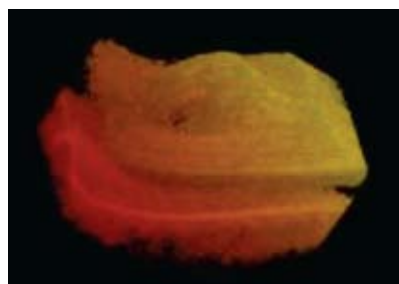
- 1. Στη διάγνωση νόσων του βυθού**, δηλ. νόσων που μπορούν να μεταβάλλουν τη μορφολογία του αμφιβληστροειδούς, ώστε να ακολουθηθεί η καλύτερη θεραπευτική στρατηγική.
- 2. Στην παρακολούθηση της εξέλιξης της νόσου και στον έλεγχο της ανταπόκρισης στην εφαρμοζόμενη θεραπεία.**

Η πιο συχνή εφαρμογή του OCT είναι η μέτρηση του πάχους του αμφιβληστροειδούς. Η διαγνωστική αξία του σε νόσους όπως η **διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια** (ΕΙΚΟΝΑ 4), η **ηλικιακή εκφύλιση της ωχράς κηλίδας** (ΕΙΚ. 5) και

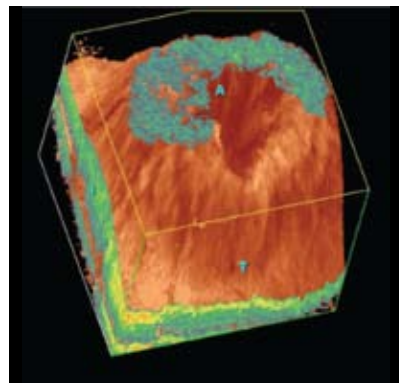
η **θρόμβωση φλέβας** (ΕΙΚ. 6) είναι σημαντική.

Στη **διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια** π.χ., η εξέταση με OCT επιτρέπει τη μέτρηση του πάχους του αμφιβληστροειδούς και επομένως την ποσοτικοποίηση του οιδήματος της ωχράς κηλίδας που είναι μία από τις κύριες αιτίες έκπτωσης της όρασης σε διαβητικά άτομα. Έτσι, το OCT βοηθάει όχι μόνο στη διάγνωση, αλλά και εκτίμηση της ανταπόκρισης της νόσου στη θεραπεία που εφαρμόζουμε (ΕΙΚΟΝΑ 4).

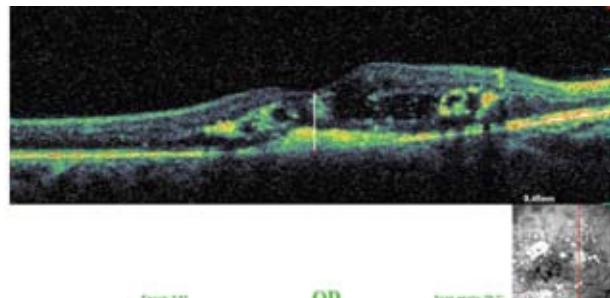
Στην **ηλικιακή εκφύλιση της ωχράς κηλίδας** αντίστοιχα, πέραν του διαγνωστικού ρόλου, η σημαντικότερη



**ΕΙΚΟΝΑ 2:** 3D εικόνα οιδήματος ωχράς κηλίδας σε έδαφος απόφραξης φλέβας.



**ΕΙΚΟΝΑ 3:** 3D εικόνα οιδήματος οπτικής θηλής.

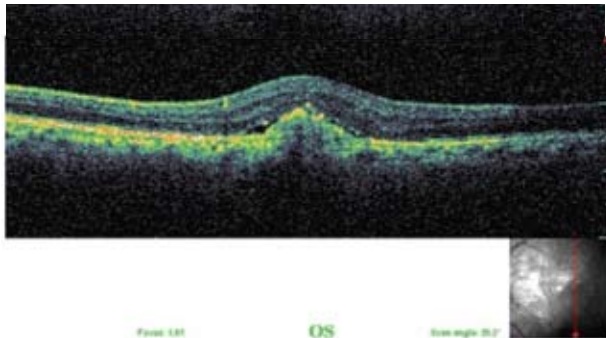


**ΕΙΚΟΝΑ 4:** Διαβητικό οίδημα ωχράς.

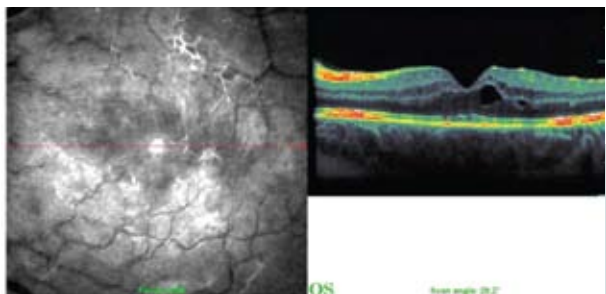


ένδειξη του OCT είναι η ακρίβεια εκτίμησης της ανταπόκρισης στη θεραπεία καθώς και αναγνωρίζει τις παθολογικές αλλοιώσεις των στιβάδων του αμφιβληστροειδούς, π.χ. παρουσία υπαμφιβληστροειδικού υγρού, ενδοαμφιβληστροειδικού υγρού και μεταβολές στο πάχος του αμφιβληστροειδούς (ΕΙΚΟΝΑ 5).

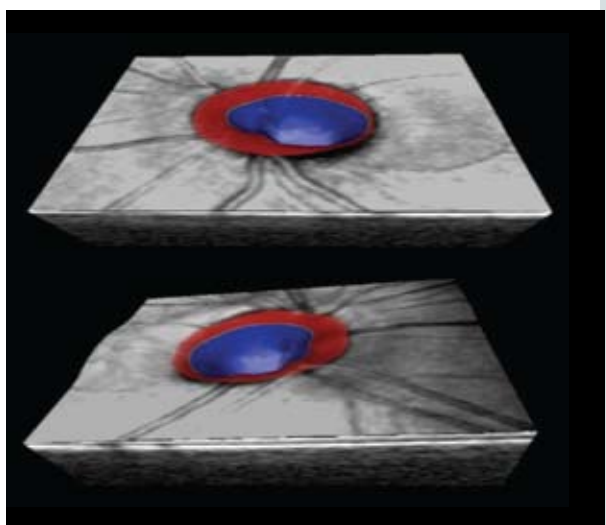
Επιπλέον το OCT συνεισφέρει διαγνωστικά σε νόσους του οπτικού νεύρου όπως το **γλαύκωμα**: μέτρηση και ανάλυση της νευροαμφιβληστροειδικής στιβάδας, ανάλυση της κεφαλής του οπτικού νεύρου (ΕΙΚΟΝΑ 7). Τέλος, είναι χρήσιμο σε διαγνωστικά προβλήματα της νευροοφθαλμολογίας (ΕΙΚΟΝΑ 8).



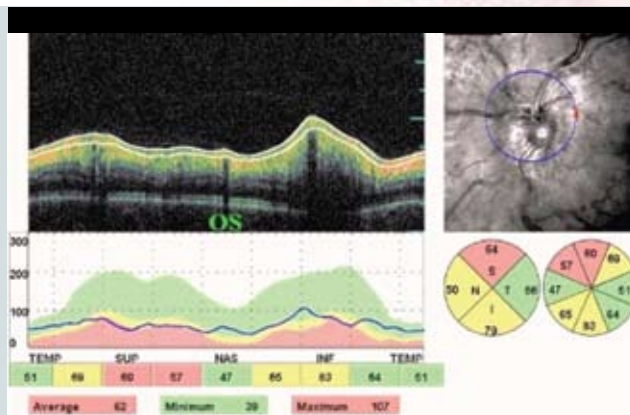
**ΕΙΚΟΝΑ 5:** Ηλικιακή εκφύλιση ωχράς κηλίδας υγρού τύπου



**ΕΙΚΟΝΑ 6:** Κυστικό οίδημα ωχράς σε έδαφος θρόμβωσης φλέβας.



**ΕΙΚΟΝΑ 7:** Στερεοσκοπική εικόνα οπτικών θηλών σε χρόνια απλού γλαύκωμα.



**ΕΙΚΟΝΑ 8:** Λέπυνση νευροαμφιβληστροειδικής στιβάδας σε έδαφος καλοήθους ενδοκράνιας υπέρτασης.



Το OCT είναι αποτέλεσμα συνεργασίας ερευνητών αλλά και κλινικών προς όφελος των αρρώστων. Οι ποικίλες εφαρμογές του δίνουν τη δυνατότητα πλέον για **έγκαιρη διάγνωση** αλλά και **παρακολούθηση της ανταπόκρισης στη θεραπεία σε νόσους απειλητικές για την όραση.** ♦