



ΠΡΟΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΟ ΓΛΑΥΚΩΜΑ

Εισηγητής
Γερ. Γεωργόπουλος

ΠΡΟΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΟ ΓΛΑΥΚΩΜΑ

Συντονιστής: Γεράσιμος Θ. Γεωργόπουλος¹

Συμμετέχοντες: Ι. Χαλκιαδάκης², Δ. Παπακωνσταντίνου¹, Ε. Πατσέα², Μ. Μόσχου¹

1 Πανεπιστημιακή Οφθαλμολογική Κλινική Αθηνών

2 Β' Οφθαλμολογικό Τμήμα Οφθαλμιατρείου Αθηνών

Το γλαύκωμα είναι μια εκφυλιστική νόσος η οποία εξελίσσεται σε διάφορα στάδια ξεκινώντας από τον θάνατο των γαγγλιακών κυττάρων, την απώλεια των νευρικών ινών, τις αλλοιώσεις της οπτικής θηλής και ακόλουθα την απώλεια των οπτικών πεδίων.

Οι πρώτες αλλαγές στον αμφιβληστροειδή και στο οπτικό νεύρο είναι ασυμπτωματικές και δεν μπορούν να διαγνωσθούν κλινικά με τις υπάρχουσες διαγνωστικές μεθόδους (Εικόνα). 1



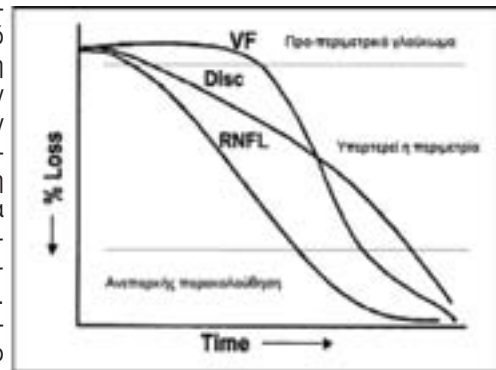
Έναρξη και εξέλιξη του γλαυκώματος. Το πρώτο βέλος σηματοδοτεί το προπεριμετρικό γλαύκωμα ενώ το δεύτερο το περιμετρικό γλαύκωμα.

Επιπλέον, δεν υπάρχει συμφωνία για τα κριτήρια της διάγνωσης των πρώιμων αλλοιώσεων που προηγούνται της βλάβης των οπτικών πεδίων στη λευκή αυτόματη περιμετρία (ΑΠ). Επομένως, κατά τη διάγνωση της λειτουργικής βλάβης στο γλαύκωμα ένας βαθμός μη αναστρέψιμης βλάβης και εξέλιξης έχει ήδη συμβεί. Ο στόχος της θεραπείας στο γλαύκωμα δεν είναι να διατηρήσουμε κάθε οπτική ίνα, αλλά να διατηρήσουμε την οπτική λειτουργία του ασθενή με την αναστολή ή καθυστέρηση της εξέλιξης του γλαυκώματος.

Το πρωτοπαθές γλαύκωμα ανοικτής γωνίας χαρακτηρίζεται από αυξημένη ΕΠ, ανάπτυξη ατροφίας του ΟΝ και αλλοιώσεις του ΟΠ. Από τον ορισμό και μόνο του χρονίου γλαυκώματος είναι φανερό ότι ο ελάχιστος έλεγχος περιλαμβάνει την ΕΠ (ημερήσια καμπύλη), τον κλινικό έλεγχο του ΟΝ, που συχνά είναι δύσκολος γιατί απαιτεί ικανότητα και εμπειρία, και βέβαια τον έλεγχο του ΟΠ.

Η κλασική αυτόματη περιμετρία αποτελεί την καθιερωμένη μέθοδο για τη διάγνωση και παρακολούθηση του γλαυκώματος. Όμως είναι γνωστό από ιστολογικές μελέτες ότι ένας αριθμός οπτικών ινών έχει ήδη καταστραφεί όταν εμφανιστούν οι διαγνωστικές γλαυκωματικές αλλοιώσεις στο ΟΠ². Για το λόγο αυτό η προσοχή έχει στραφεί σε μεθόδους πιο ευαίσθητες από την κλασική ΑΠ στην ανίχνευση πρώιμων αλλοιώσεων. Πρόσφατα έχουν αναπτυχθεί διάφορες ψυχοφυσικές και απεικονιστικές μέθοδοι για την ανίχνευση βλάβης της οπτικής οδού σε πιο πρώιμο στάδιο του

γλαυκώματος, πριν από την εμφάνιση διαγνωστικών αλλοιώσεων στην κλασική αυτόματη περιμετρία (προπεριμετρικό γλαύκωμα, Εικόνα). Είναι προφανές ότι ο έλεγχος για



πρώιμες βλάβες δεν είναι απαραίτητος σε όλους τους ασθενείς αλλά μόνο σε εκείνους που έχουν παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση γλαυκώματος (πχ. αυξημένη ΕΠ). Καθορίζεται ότι περί-

Υποπτοι για γλαύκωμα - Glaucoma suspects

A. Φυσιολογική ΕΠ

- Φυσιολογικό ΟΝ και ΟΠ (Type I)
 - Κληρονομικό ιστορικό γλαυκώματος
 - Οφθαλμικοί παράγοντες κινδύνου
 - ο Λεπτότερος κεντρικός κερατοειδής
 - ο Σύνδρομο ψευδοαποφολιδώσης
 - ο Σύνδρομο διασποράς χρωστικής
 - ο Οπισθοχώρηση γωνίας ΠΘ
 - ο Στενή γωνία ΠΘ
 - ο Αγγειακές αποφράξεις
 - ο Ραγοειδίτιδα

2. Υπόπτο ΟΝ / ΟΠ - (Type II)

B. Αυξημένη ΕΠ

- Φυσιολογικό ΟΝ και ΟΠ (Type III)
 - Οφθαλμική υπερτονία
 - Προπεριμετρικό γλαύκωμα
 - ο Παρουσία παραγόντων κινδύνου
 - ο ΟΠ χωρίς αλλοιώσεις (κλασική ΑΠ)
 - ο ΟΝ ± κλινικά εμφανείς αλλοιώσεις
 - ο Αλλοιώσεις στιβάδας νευρικών ινών
- Πιθανές αλλοιώσεις ΟΝ / ΟΠ (Type IV)
 - Πιθανό πρώιμο γλαύκωμα

που 1% των ατόμων με παράγοντες κινδύνου θα αναπτύξει γλαύκωμα ετησίως. Τα άτομα με παράγοντες κινδύνου παρακολουθούνται σαν ύποπτοι για γλαύκωμα (Glaucoma suspects). Τα τελευταία χρόνια επιχειρείται και ως ένα σημείο έχει επιτευχθεί η αναγνώριση και καταγραφή ενός αριθμού παραγόντων κινδύνου ανάλογων εκείνων που ισχύουν για την πρόγνωση των καρδιαγγειακών παθή-

σεων (Πίνακας). Μεγάλες τυχαιοποιημένες μελέτες³ παρέχουν ενδείξεις για συγκεκριμένους παράγοντες κινδύνου και είναι πλέον πιθανή η ανάπτυξη ενός προγνωστικού μοντέλου για την έναρξη και εξέλιξη του γλαυκώματος. Η συγκέντρωση και εκτίμηση των υπάρχοντων παραγόντων κινδύνου στην ΟΥ βοηθά στην εκτίμηση της πιθανότητας ανάπτυξης χρονίου γλαυκώματος, αλλά και τον τρόπο εμφάνισης και εξέλιξης της πάθησης, ενώ η παχυμετρία μας επιτρέπει την εκτίμηση της αληθούς ΕΠ. Επίσης, ο ρυθμός εξέλι-

ξης της πάθησης καθορίζεται από παράγοντες κινδύνου όπως η τιμή της ΕΠ, το κεντρικό πάχος του κερατοειδή, η ηλικία, η μορφολογία της ΟΘ, η ύπαρξη ψευδοαποφολιδωσης.

Για την πρώιμη διάγνωση του γλαυκώματος θα εκτιμηθούν τα ακόλουθα:

1. Προγνωστικοί παράγοντες – Αυξημένη ΕΠ, θετικό κληρονομικό ιστορικό, κα
2. Είναι δυνατή η διάγνωση του γλαυκώματος κατά το πρώιμο ασυμπτωματικό στάδιο? – Χρήση νέων διαγνωστικών μεθόδων χωρίς όμως να παραβλέπουμε τα όρια αλληλο-επικάλυψης φυσιολογικού – παθολογικού, αλλά και τους περιορισμούς της τεχνολογίας (BY, FDT, HRT II, OCT, GDx)
3. Ποιες ακριβώς είναι οι πρώτες κλινικά ανιχνεύσιμες αλλοιώσεις που θέτουν με σχετική σιγουριά τη διάγνωση? – Αλλοιώσεις ΟΙ, ΟΝ και ΟΠ
4. Παρακολούθηση – Ακριβείς ποσοτικές εξετάσεις για την ανίχνευση εξέλιξης

Με βάση την εικόνα των οπτικών πεδίων υπάρχουν διάφορα συστήματα σταδιοποίησης της γλαυκωματικής βλάβης που διαχωρίζουν το προπεριμετρικό από το πρώτο στάδιο του γλαυκώματος. Το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο είναι το σύστημα των Hodapp, Parrish και Anderson όπως τροποποιήθηκε πρόσφατα από τον Mills.⁴ Πρόσφατη μελέτη δείχνει ότι σε οφθαλμούς με φυσιολογικά οπτικά πεδία αλλά με παθολογικό οπτικό νεύρο οι διαφορές απεικονιστικές και ψυχοφυσικές μέθοδοι δίδουν παθολογικά αποτελέσματα, δηλαδή μπορούν να διαφοροδιαγνώσουν την οφθαλμική υπερτονία από το προπεριμετρικό γλαύκωμα.⁵

Νέες διαγνωστικές μέθοδοι

Οι μετρήσεις που παρέχονται από τις νέες μεθόδους δεν επαρκούν για το σαφή διαχωρισμό μεταξύ φυσιολογικών και γλαυκωματικών ασθενών, επειδή υπάρχει μια ευρεία αλληλοεπικάλυψη μεταξύ των δύο αυτών ομάδων. Ένα πλεονέκτημα όμως αυτών των εξετάσεων είναι η ποσοτική καταγραφή πολλών παραμέτρων και επομένως η δυνατότητα παρακολούθησης της μεταβολής τους.

Η καταγραφή εξέλιξης και όχι η απλή ανίχνευση της βλάβης είναι το πιο σημαντικό στοιχείο στις καινούργιες αυτές μεθόδους διάγνωσης του γλαυκώματος και θα έχει ιδιαίτερα βαρύτητα στις διαγνωστικές και θεραπευτικές μας αποφάσεις.

Τα τελευταία χρόνια απεικονιστικές συσκευές που επιτρέπουν την ποσοτική εκτίμηση του πάχους των νευρικών ινών και των παραμέτρων της οπτικής θηλής έχουν εισαχθεί στην διαγνωστική του γλαυκώματος. Οι συσκευές αυτές είναι εφοδιασμένες με βάσεις δεδομένων φυσιολογικών ατόμων και ενσωματωμένα στατιστικά πακέτα που εκτιμούν την πιθανότητα ένα αποτέλεσμα μέτρησης να είναι παθολογικό. Οι συσκευές αυτές είναι: Confocal scanning laser ophthalmoscope (Heidelberg Retinal Tomograph – HRT II), Scanning Laser Polarimeter (SLP – GDx VCC) Optical Coherence Tomography (Stratus OCT) Retinal thickness analyzer (RTA).

Στιβάδα οπτικών ινών

Φαίνεται ότι ένα πρώιμο σημείο ανίχνευσης της πάθησης, ακόμη και στο ασυμπτωματικό στάδιο, είναι η ανεύρεση αλλοιώσεων στη στιβάδα των οπτικών ινών (Εικόνα). Ο ποσοτικός έλεγχος της στιβάδας των οπτικών ινών γίνεται κυρίως με: GDx και OCT, και δευτερευόντως με HRT II.

Ο Sommer και συν⁸ με

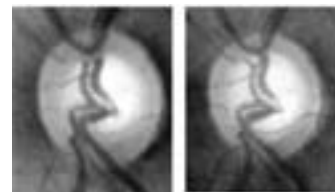


φωτογράφηση βρήκαν ότι το 60% των ασθενών με αύξηση της ΕΠ είχαν απώλεια νευρικών ινών η οποία προηγείτο έως και 6 χρόνια των σκωτωμάτων στα οπτικά πεδία. Η φωτογράφηση όμως είναι υποκειμενική μέθοδος, δεν δίνει ποσοτικά αποτελέσματα και έχει περιορισμένη ευαισθησία και εξειδίκευση.

Η SLP ανιχνεύει διαφορές στο πάχος των νευρικών αμύων και οφθαλμούς με οφθαλμική υπερτονία. Μια μελέτη έδειξε ότι τέτοιες διαφορές στο πάχος δεν υπάρχουν σε ασθενείς με οφθαλμική υπερτονία και φυσιολογική SWAP⁹. Αντίθετα τέτοιες διαφορές εντοπίστηκαν σε ασθενείς υψηλού κινδύνου όπως είναι οι ασθενείς με υψηλό C/D, μεγαλύτερη ηλικία, αυξημένη ΕΟΠ, και σε μάτια με ελαττωμένο πάχος κερατοειδούς. Τέλος μια δική μας μελέτη έδειξε ότι ελάττωση του πάχους των νευρικών ινών που εντόπισε η SLP σε ασθενείς με οφθαλμική υπερτονία και φυσιολογικά οπτικά πεδία αντιστοιχούσε στα σκωτώματα που εντόπισε η SWAP.¹⁰

Οπτική θηλή

Η διάγνωση του γλαυκώματος από την εξέταση της οπτικής θηλής βασίζεται στην αναγνώριση ορισμένων χαρακτηριστικών με υψηλή θετική διαγνωστική αξία. Το εντοπισμένο έλλειμμα του νευρο-αμφ/δικού δακτυλίου (rim) είναι δηλωτικό γλαυκώματος (προηγούμενη εικόνα). Ένα άλλο σημείο λιγότερο ειδικό όμως, είναι η αιμορραγία που διαπερνά το εξωτερικό όριο του δίσκου. Η εκτίμηση επίσης του λόγου κοίλασης προς δίσκο C/D αν και χρησιμοποιείται ευρύτατα δεν έχει μεγάλη εξειδίκευση στη διαγνωστική του γλαυκώματος λόγω του μεγάλου φυσιολογικού εύρους. Όταν ο λόγος C/D είναι πάνω από 0.3 ο οφθαλμός θεωρείται ύποπτος για



γλαύκωμα ενώ όταν ο λόγος ξεπερνά το 0.6 θεωρείται γλαυκωματικός.

Ο οφθαλμοσκοπικός έλεγχος της ΟΘ είναι απαραίτητος και η χαρτογράφησή ή καλύτερα η φωτογράφησή της ΟΘ βοηθά στην εκτίμηση εξέλιξης (Εικόνες = ελάττωση του rim στον κάτω πόλο της ΟΘ). Ο ποσοτικός έλεγχος της ΟΘ γίνεται κυρίως με: HRT II και RTA, και δευτερευόντως με OCT.

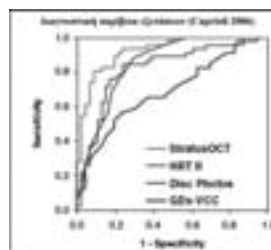
Η OHTS³ έδειξε ότι στο 55% των οφθαλμών που η οφθαλμική υπερτονία μετέπεσε σε γλαύκωμα είχαν αύξηση της γλαυκωματικής κοίλασης χωρίς την εμφάνιση διαγνωστικών σκωτωμάτων στα οπτικά πεδία.

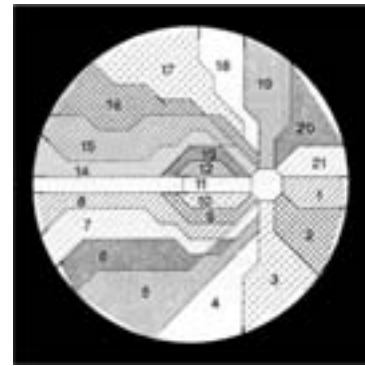
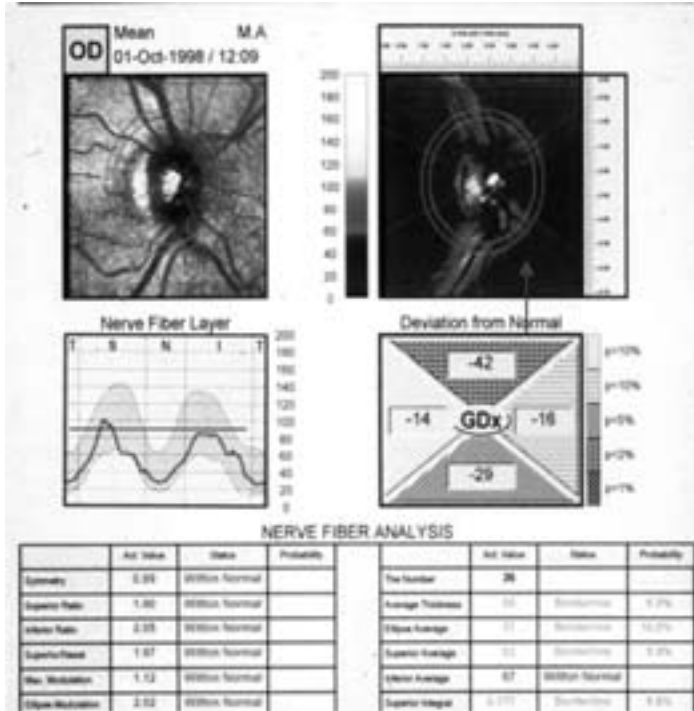
Η διαγνωστική ακρίβεια (ευαισθησία και εξειδίκευση) των διαφόρων μεθόδων μελετήθηκε από τον Carrioli και συν. και δίνεται στην εικόνα.

Ένα πολύ σημαντικό σημείο είναι ότι ο συνδυασμός περισσότερων εξετάσεων αυξάνει την αξιοπιστία και εφ' όσον υπάρχει αντιστοιχία των αλλοιώσεων στις διάφορες εξετάσεις, συμβάλλει σημαντικά στη διάγνωση του προπεριμετρικού γλαυκώματος

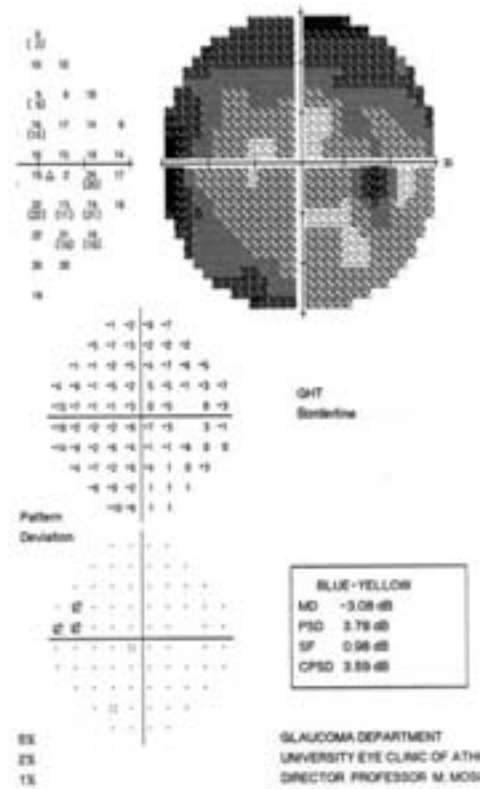
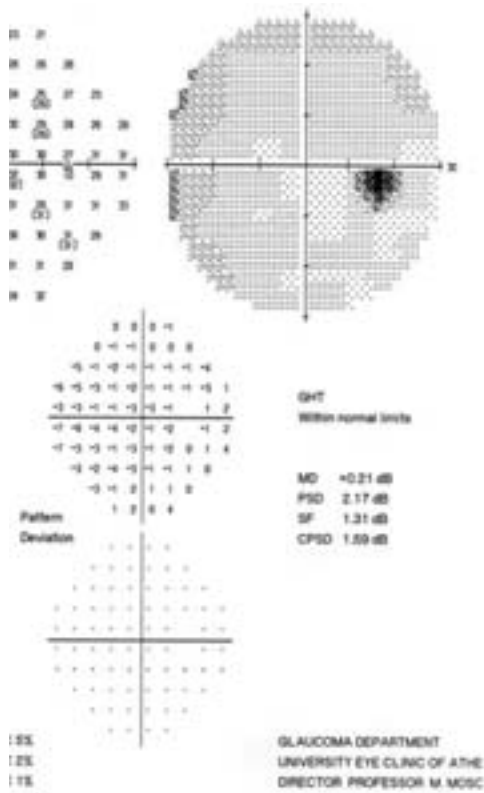
Οπτικά Πεδία

Νεότερες μέθοδοι περιμετρίας χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση αλλοιώσεων των οπτικών πεδίων προτού εμφανιστούν στην κλασική αυτόματη περιμετρία. Η Blue-on-Yellow περιμετρία (SWAP = Short wavelength automated perimetry) και η FDT περιμετρία (Frequency doubling technology) μπορούν να ανιχνεύσουν σκωτώματα στα οπτικά πεδία πολύ νωρίτερα από την κλασική αυτόματη περιμετρία.



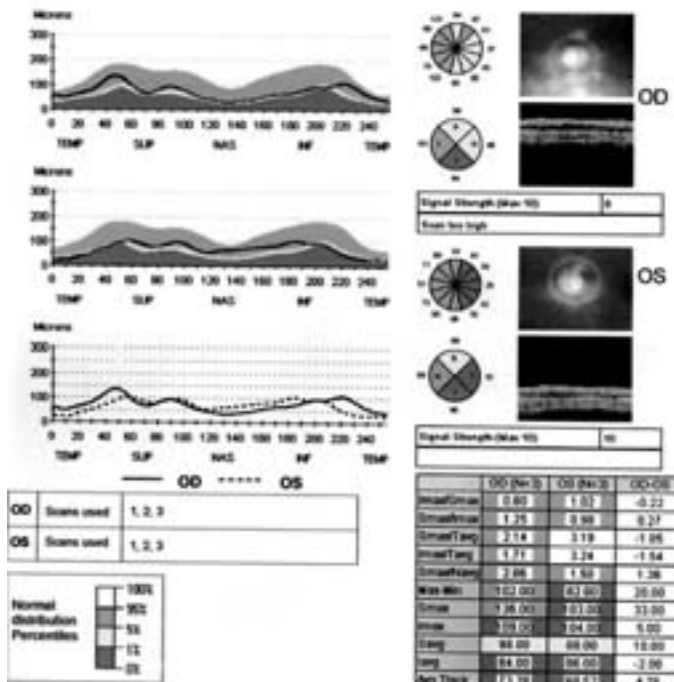
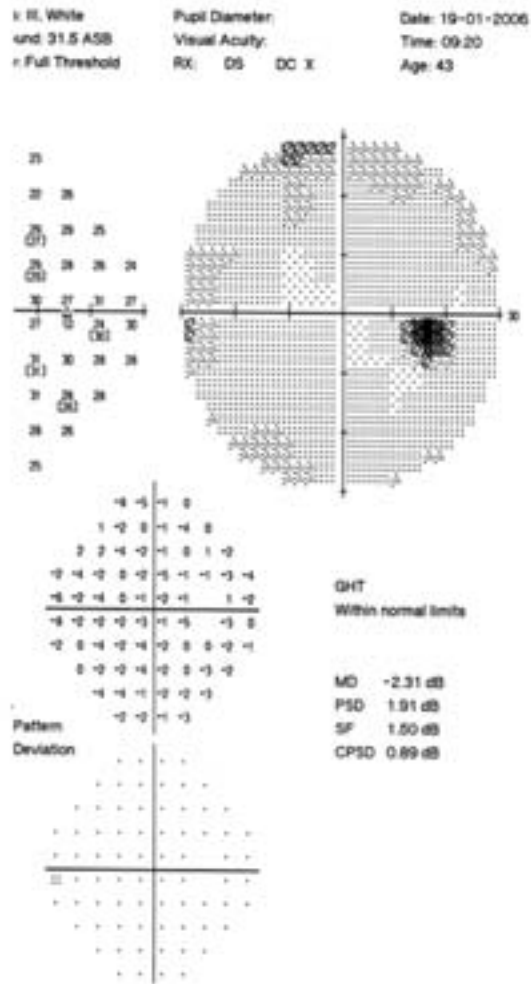
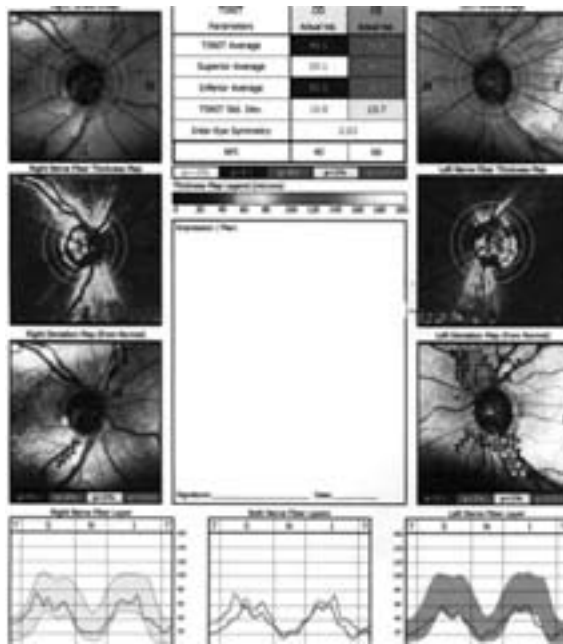


Παράδειγμα καλής συσχέτισης μεταξύ SLP (GDx) και ΒοΥ (SWAP). μεξίος οφθαλμός ασθενούς με φυσιολογική λευκή περιμετρία και αλλοιώσεις των οπτικών ινών (κάτω κροταφικά -βέλος) και ΟΠ στην ΒοΥ (άνω ρινική περιφέρεια).



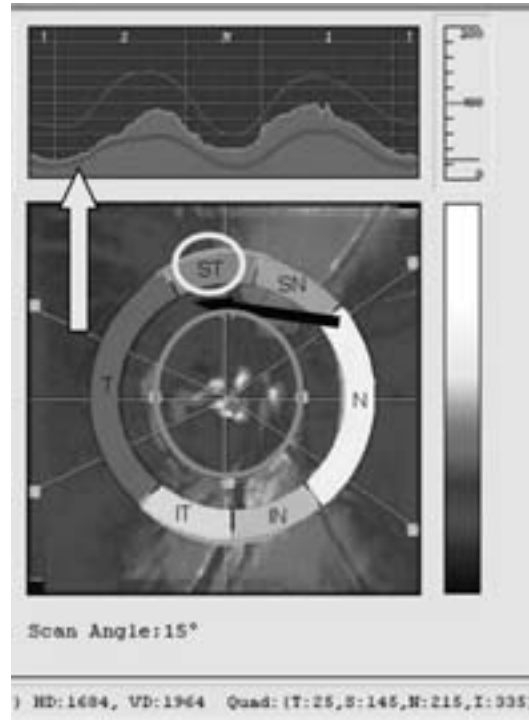
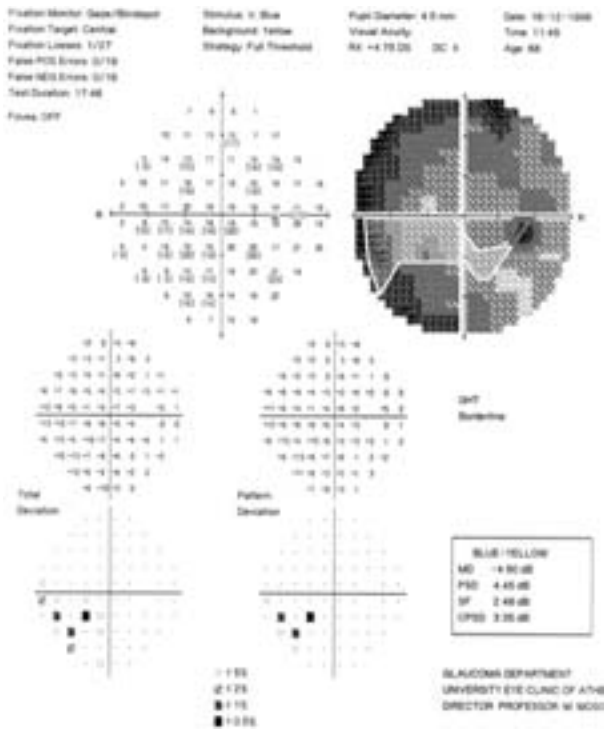
Παράδειγμα προπεριμετρικού γλαυκώματος.

Ασθενής ηλικίας 43 ετών με γλαύκωμα ΑΟ που χαρακτηρίζεται από αλλοιώσεις σταδίου 1 στα οπτικά πεδία του ΑΟ και ελάττωση του πάχους των νευρικών ινών. Ο ΔΟ δεν παρουσιάζει αλλοιώσεις στα οπτικά πεδία, όμως η SLP (NFI 40) και το OCT δείχνουν ελάττωση του πάχους των νευρικών ινών.

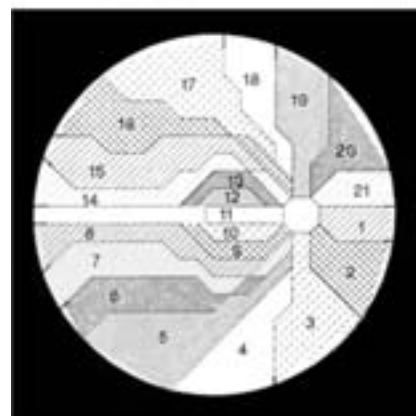
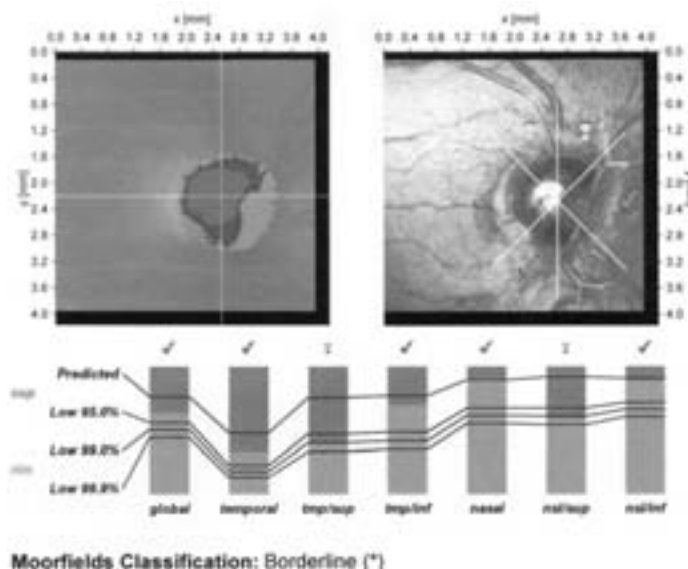
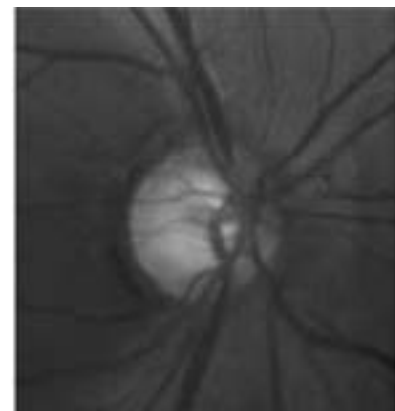


Το OCT και το GDx-VCC δείχνουν ελάττωση των οπτικών ινών και στους δύο οφθαλμούς. Μεγαλύτερη ελάττωση παρουσιάζει ο γλαυκωματικός ΑΟ και μικρότερη ο ΔΟ που έχει φυσιολογικό ΟΠ στη λευκή αυτόματη περιμετρία.

Παράδειγμα καλής συσχέτισης αλλοιώσεων SLP και SWAP



Δεξιός οφθαλμός ασθενή με φυσιολογικό οπτικό πεδίο στην κλασσική αυτόματη περιμετρία και ύποπτη ΟΘ (ελάττωση του rim άνω κροταφικά). Στην εξέταση με GDx ο ίδιος οφθαλμός εμφανίζει ελάττωση του πάχους των οπτικών ινών στον άνω κροταφικό πόλο της ΟΘ. Στην Blue-on-Yellow περιμετρία (SWAP) εμφανίζονται σκοτώματα στην κάτω ρινική περιφέρεια (Pattern Deviation Plot).



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Ένα σημαντικό πρώτο βήμα στην πρώιμη διάγνωση και πρόληψη του γλαυκώματος είναι η αναγνώριση της ύπαρξης ενός η περισσότερων μετρήσιμων και δυναμένων να μεταβληθούν παραγόντων κινδύνου. Η ανεύρεση παραγόντων κινδύνου στην ΟΥ βοηθά στην εκτίμηση της πιθανότητας ανάπτυξης χρόνιου γλαυκώματος, ενώ η παχυμετρία μας επιτρέπει την εκτίμηση της αληθούς ΕΠ.
- Φαίνεται ότι το πρωιμότερο σημείο ανίχνευσης του γλαυκώματος, ακόμη και στο ασυμπτωματικό στάδιο, είναι η ανεύρεση αλλοιώσεων στη στιβάδα των οπτικών ινών.
- Για να μπορέσουμε να διαγνώσουμε το χρόνιο γλαύκωμα νωρίτερα θα πρέπει να διερευνούμε τα πεδία έρευνας αλλά και πιθανώς τον ορισμό που έχουμε θέσει για το χρόνιο γλαύκωμα και η έρευνά μας θα πρέπει να περιλαμβάνει την ανίχνευση αλλοιώσεων των οπτικών ινών με αντίστοιχες αλλοιώσεις της ΟΘ, ή αλλοιώσεις των οπτικών ινών με αντίστοιχες αλλοιώσεις στα ΟΠ.
- Ο συνδυασμός περισσότερων εξετάσεων συμβάλλει στην πρώιμη διάγνωση γιατί η ανεύρεση αντίστοιχων αλλοιώσεων με διαφορετικές μεθόδους εξέτασης αυξάνει σημαντικά την αξιοπιστία.
- Οι μετρήσεις που παρέχονται από τις νέες μεθόδους δεν επαρκούν για το σαφή διαχωρισμό μεταξύ φυσιολογικών και γλαυκωματικών ασθενών, επειδή υπάρχει μια ευρεία αλληλοεπικάλυψη μεταξύ των δύο αυτών ομάδων. Ένα πλεονέκτημα όμως αυτών των εξετάσεων είναι η ποσοτική καταγραφή πολλών παραμέτρων και επομένως η δυνατότητα παρακολούθησης της μεταβολής τους.
- Η καταγραφή εξέλιξης και όχι η απλή ανίχνευση της βλάβης είναι το πιο σημαντικό στοιχείο στις καινούργιες αυτές μεθόδους διάγνωσης του γλαυκώματος και θα έχει ιδιαίτερη βαρύτητα στις διαγνωστικές και θεραπευτικές μας αποφάσεις.
- Η ανίχνευση αλλοιώσεων με τις νέες εξετάσεις παρέχει τη δυνατότητα απομόνωσης μιας ομάδας ασθενών με ΟΥ οι οποίοι έχουν αυξημένες πιθανότητες ανάπτυξης γλαυκωματικών αλλοιώσεων στο μέλλον. Η ομάδα αυτή χρειάζεται πιο στενή παρακολούθηση.
- Επιπλέον μας παρέχεται από τις εξετάσεις αυτές και η πιθανή θέση όπου τα μελλοντικά σκοτώματα θα αναπτυχθούν και το γεγονός αυτό έχει ιδιαίτερη διαγνωστική βαρύτητα επί αμφιβόλων αλλοιώσεων στα ΟΠ στην κλασική αυτόματη περιμετρία.

papilledema, and toxic neuropathy. Arch Ophthalmol. 1982;100:135-14

- Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA, et al. The ocular hypertension treatment study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002;120: 714-20.
- Mills RP, Budenz DL, Lee PP, Noecker RJ, Walt JG, Siegartel LR, Evans SJ, Doyle JJ. Categorizing the stage of glaucoma from pre-diagnosis to end-stage disease. *Am J Ophthalmol. 2006;141(1):24-30.*
- Bagga H, Feuer WJ, Greenfield DS. Detection of psychophysical and structural injury in eyes with glaucomatous optic neuropathy and normal standard automated perimetry. *Arch Ophthalmol. 2006 ;124(2):169-76.*
- Spaeth GL, Lopes JF, Junk AK, Grigorian AP, Henderer J. Systems for staging the amount of optic nerve damage in glaucoma: a critical review and new material. *Surv Ophthalmol. 2006 ;51(4):293-315.*
- R.M. Read and G.L. Spaeth, *The practical clinical appraisal of the optic disc in glaucoma: the natural history of cup progression and some specific disc-field correlations, Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 78 (1974) OP255-74.
- Sommer A, Katz J, Quigley HA, et al. Clinically detectable nerve fiber layer atrophy precedes the onset of glaucomatous field loss. *Arch Ophthalmol. 1991;109:77-83*
- Mistlberger A, Liebmann JM, Greenfield DS, et al. Assessment of optic disc anatomy and nerve fiber layer thickness in ocular hypertensive subjects with normal short-wavelength automated perimetry. *Ophthalmology. 2002;109:1362-1366*
- Georgopoulos GT, Halkiadakis I, Patsea E, Papakonstantinou D, Alexiou M, Vergados I, Andreanos D, Theodossiadis G, Moschos M. Study of patients with ocular hypertension with scanning laser polarimetry and short-wavelength automatic perimetry. *Ophthalmologica. 2006;220(6):361-7.*
- Lalezary M, Medeiros FA, Weinreb RN, Bowd C, Sample PA, Tavares IM, Tafreshi A, Zangwill LM. Baseline optical coherence tomography predicts the development of glaucomatous change in glaucoma suspects. *Am J Ophthalmol. 2006;142(4):576-82.*
- P.P. Chen and R.J. Park, *Visual field progression in patients with initially unilateral visual field loss from chronic open-angle glaucoma, Ophthalmology* 107 (2000), pp. 1688-1692
- J. Caprioli, K. Nouri-Mahdavi, S.K. Law, F. Badalà. *Optic disc imaging in perimetrically normal eyes of glaucoma patients with unilateral field loss. Trans Am Ophthalmol Soc* 2006;104:202-211

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Weinreb RN, Friedman DS, Fechtner RD et al. Risk assessment in the management of patients with ocular hypertension. *Am J Ophthalmol. 2004 ;138(3):458-67.*
- Quigley HA, Addicks EM, Green WR. Optic nerve damage in human glaucoma. III. Quantitative correlation of nerve fiber loss and visual field defect in glaucoma, ischemic neuropathy,