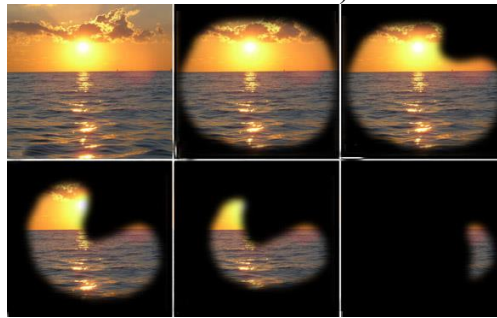


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ : ΟΠΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ (Η ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ (CS), ΩΣ ΚΡΙΤΗΡΙΟ  
ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΤΟΥ ΓΛΑΥΚΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΓΛΑΥΚΩΜΑΤΙΚΗΣ  
ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ)



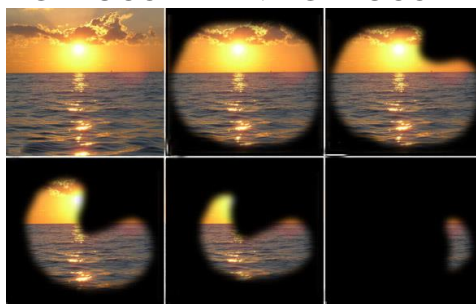
ΚΟΛΛΑΡΟΥ ΜΑΡΙΑ ΑΜ 19678118

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ ΧΑΝΔΡΙΝΟΣ (Επίκουρος καθηγητής και διευθυντής του τομέα  
Οπτικής και Οπτομετρίας)  
ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ ΚΑΚΟΥΡΑ (Διδάκτορας στο τομέα οπτικής και οπτομετρίας)  
Αθήνα 2024

UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
FACULTY OF HEALTH AND CARE SCIENCES  
DEPARTMENT OF BIOMEDICAL SCIENCES  
DIVISION: OPTICS AND OPTOMETRY

DISSERTATION: ( CONTRAST SENSITIVITY (CS) AS A CRITERION FOR THE  
DETECTION OF GLAUCOMA AND GLAUCOMA TREATMENT)



KOLLAROU MARIA CN 19678118

PROFESSOR IN CHARGE  
ARISTEIDIS CHANDRINOS (ASSISTANT PROFESSOR AND DIRECTOR IN  
THE OPTICS AND OPTOMETRY SECTOR)  
STAVROULA KAKOURA (PhD in optics and optometry)  
ATHENS 2024

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ

Ευγενία Κωνσταντακοπούλου

Αριστείδης Χανδρινός

Ευάγγελος Πατέρας

Δήλωση συγγραφέα

A handwritten signature in black ink, consisting of a horizontal line followed by stylized, overlapping letters.



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Αριστείδη Χανδρινό και την διδάκτορα κ. Σταυρούλα Κάκουρα, για τις γνώσεις τους και το αμέριστο ενδιαφέρον τους καθόλη την διάρκεια εκπόνησης της διατριβής. Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον κύριο Χανδρινό, που λόγω των συγγραμμάτων που έχει εκδώσει και τις γνώσεις που έχει, με έκανε να θέλω να εντρυφήσω στην ασθένεια του γλαυκώματος.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη.....	6
Summary.....	6
Εισαγωγή.....	
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
<b>1.Ανατομία του οφθαλμού.....</b>	
1.1 Γενική ανατομία του οφθαλμού.....	7
1.2 Αναλυτική ανατομία αμφιβληστροειδούς.....	12
1.2.1 Στιβάδες αμφιβληστροειδή.....	16
1.2.2 Μηχανισμοί και τύποι κωνίων.....	17
1.2.3 Νευρικά κύτταρα του αμφιβληστροειδή.....	18

1.2.4 Τα γαγγλιακά κύτταρα.....	21
1.3 Οπτική οδός.....	23
<b>ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	
<b>2. Γλαύκωμα.....</b>	<b>24</b>
2.1 Προσδιορισμός γλαυκώματος.....	25
2.2 Υδατοειδές υγρό και ενδοφθάλμια πίεση.....	25
2.3 Ταξινόμηση γλαυκώματος.....	27
2.3.1 Πρωτοπαθές Γλαύκωμα ανοιχτής γωνίας.....	28
2.3.2 Γλαύκωμα Κλειστής γωνίας.....	30
2.3.3 Γλαύκωμα φυσιολογικής πίεσης.....	31
2.3.4 Δευτεροπαθές Γλαύκωμα.....	33
2.3.5 Δευτεροπαθές νεογνικό και παιδικό γλαύκωμα.....	36
2.3.6 Συγγενές Γλαύκωμα.....	36
2.4 Γλαύκωμα και Ραγοειδίτιδα.....	38
2.5 Γλαύκωμα και Κυκλίτιδα.....	38
2.5.1 Κυκλίτιδα Fuchs.....	39
2.6 Κακοήθες Γλαύκωμα.....	40
2.7 Συμπτωματολογία.....	
2.7.1 Συμπτώματα γλαυκώματος ανοιχτής γωνίας.....	41
2.7.2 Συμπτώματα του γλαυκώματος κλειστής γωνίας.....	42
2.8 Παράγοντες κινδύνου εμφάνισης γλαυκώματος.....	42
2.9 Επιδημιολογία.....	43
2.10 Μέθοδοι ανίχνευσης γλαυκώματος.....	44
2.11 Θεραπεία Γλαυκώματος.....	48
<b>3. Ευαισθησία αντίθεσης (contrast sensitivity)</b>	
3.1 Η λειτουργία της όρασης.....	50
3.2 Οπτική οξύτητα και διακριτική ικανότητα.....	52
3.3 Ευαισθησία αντίθεσης.....	56
3.4 Μέθοδοι και πίνακες αξιολόγησης ευαισθησίας αντίθεσης.....	57
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΕΣ.....	61
5 .ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	62
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι, να ερευνηθεί αν η ευαισθησία αντίθεσης αποτελεί ένα κρίσιμο κριτήριο για την ανίχνευση του γλαυκώματος και την παρακολούθηση της γλαυκωματικής θεραπείας.

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας μελέτης γίνεται αναφορά στην ανατομία του οφθαλμικού βολβού. Γίνεται περιγραφή στην ανατομία του αμφιβληστροειδούς χιτώνα, ο οποίος αποτελεί σημαντικό χιτώνα του οφθαλμού.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή του γλαυκώματος. Αναλύονται τα σημαντικότερα είδη γλαυκώματος καθώς και συμπτωματολογία της ασθένειας.

Παρουσιάζονται οι πιο σημαντικοί παράγοντες κινδύνου εμφάνισης της ασθένειας.

Αναλύονται οι παράγοντες που συνδέονται με την εμφάνιση και την εξέλιξη της ασθένειας οι οποίοι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο τόσο στην πρόληψη όσο και στην αντιμετώπιση της ασθένειας.

Περιγράφονται οι μέθοδοι που διαθέτουν σήμερα οι επιστήμονες για την ανίχνευση του γλαυκώματος καθώς και τους διαθέσιμους τρόπους θεραπείας ανάλογα με το είδος του γλαυκώματος και το στάδιο της ασθένειας.

Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στην ευαισθησία της αντίθεσης, η οποία αποτελεί ένα μέτρο ποιότητας της όρασης και συμβάλλει στην καθημερινότητα του ανθρώπου. Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται τα τεστ και οι μέθοδοι αξιολόγησης της ευαισθησίας καθώς, εξηγούμε γιατί είναι αναγκαίο να εξετάζεται σε κάθε οφθαλμολογική εξέταση.

## Summary

The aim of this study is to detect whether contrast sensitivity is a critical criterion for the detection of glaucoma and the monitoring of glaucoma treatment.

In the first chapter of this study, the anatomy of the eyeball is discussed. A description is given on the anatomy of the retina, which is an important part of the eye.

In the second chapter, a description of glaucoma is given. The most important types of glaucoma are analysed as well as the symptoms of the disease.

The most important risk factors of the disease are presented.

The factors associated with the onset and progression of the disease are analysed, which play an important role in both the prevention and management of the disease.

The methods currently available to scientists for detecting glaucoma are described, as well as the treatment options available depending on the type of glaucoma and the stage of the disease.

The third chapter deals with contrast sensitivity, which is a measure of the quality of vision and contributes to people's daily lives. This chapter describes the tests and methods of assessing the sensitivity as well as, we explain why it is necessary to be tested in every eye examination.

## Εισαγωγή

Ο οφθαλμός είναι το αισθητήριο όργανο το οποίο μεταφέρει οπτικές πληροφορίες στον εγκέφαλο επιτρέποντας του την αναγνώριση του περιβάλλοντος.

Η όραση συμβάλλει στην επιβίωση, τον συντονισμό των κινήσεων και την αντίληψη των χρωμάτων, ενώ η δομή του οφθαλμού επιτρέπει την συνεχή προσαρμογή στις φωτεινές συνθήκες. Για αυτό το λόγο η υγεία των οφθαλμών είναι πολύ σημαντική υπόθεση.

Η επιστημονική κοινότητα σήμερα επιδίδεται διαρκώς στην εξεύρεση τρόπων πρόληψης των ασθενειών αλλά και στη θεραπεία τους. Το γλαύκωμα είναι μια ομάδα παθήσεων του οφθαλμού οι οποίες προκαλούν προοδευτική βλάβη στο οπτικό νεύρο η οποία μπορεί να οδηγήσει σε τύφλωση.

Η πρόληψη και η θεραπεία του είναι πολύ σημαντική για την εξελικτική πορεία της νόσου. Στην παρούσα εργασία αναφέρονται τα είδη του γλαυκώματος και εξετάστηκε

η ευαισθησία της αντίθεσης ως κριτήριο για την ανίχνευση και την παρακολούθηση του γλαυκώματος.

Στην οφθαλμολογία η ευαισθησία της αντίθεσης αποτελεί μια σημαντική παράμετρο για την αξιολόγηση της ικανότητας του οφθαλμού να ανταποκρίνεται σε διαφορετικά επίπεδα φωτεινότητας .

Σε ασθενείς με γλαύκωμα η ευαισθησία της αντίθεσης μπορεί να επηρεαστεί λόγω απώλειας οπτικού νευρικού ιστού.

## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> Ανατομία οφθαλμού

### 1.1. Γενική ανατομία Οφθαλμού

Οι οφθαλμοί, είναι πολύπλοκα όργανα σφαιροειδούς σχήματος που, αποτελούν το αισθητήριο όργανο της όρασης. Η διάμετρος του οφθαλμού είναι 22 ως 27 mm σε πρόσθια διάμετρο και 69 έως 85 στη περιφέρεια. Μια από τις σημαντικές λειτουργίες τους, είναι να μεταφέρουν τα φωτεινά ερεθίσματα του περιβάλλοντος και μέσα από σύνθετες βιοχημικές διεργασίες, οι οποίες συντελούνται στον εγκέφαλο, στο σημείο του οπτικού φλοιού, να καταγράφονται ως εικόνες. Κατά αυτόν τον τρόπο, τα άτομα έχουν την δυνατότητα να αντιλαμβάνονται το περιβάλλον στο οποίο διαβιούν, να βλέπουν τα χρώματα και τους χώρους.

Στο ανθρώπινο σώμα υπάρχουν δύο οφθαλμοί. Είναι τοποθετημένοι στο κρανίο και συγκεκριμένα στο ανώτερο ημισφαίριο του προσώπου, στον οφθαλμικό κόγχο. Περιβάλλονται από οστά, τα οποία τους παρέχουν προστασία από τραυματισμούς (Snell et al, 2006).

Ο κάθε οφθαλμός ανατομικά περιβάλλεται από τρεις χιτώνες:

- **Τον σκληρό χιτώνα**, ο οποίος έχει προστατευτικό ρόλο, σχήμα σφαιρικό, είναι παχύς, λευκού χρώματος. Συνέχεια του σκληρού χιτώνα είναι ο **κερατοειδής χιτώνας**. Έχει διαυγή όψη. Ο ρόλος του είναι η προστασία του εσωτερικού μέρους του οφθαλμού, ενώ συμμετέχει στη διάθλαση των ακτινών του φωτός. Στον



κερατοειδή χιτώνα απαντώνται στιβάδες. Εσωτερικά είναι το ενδοθήλιο, ακολουθεί το κεντρικό στρώμα και έπεται το επιθήλιο.

- **Τον ραγοειδή χιτώνα.** Έχει χρώμα σκούρο και αποτελείται από το χοριοειδή, το ακτινωτό και την ίριδα. Ο ρόλος του είναι πολλαπλός. Διαθέτει πλειάδα αγγείων, μέσω των οποίων ο οφθαλμός θρέφεται και αιματώνεται, ενώ ταυτόχρονα απορροφά τα φωτεινά ερεθίσματα του περιβάλλοντος.

- **Τον αμφιβληστροειδή χιτώνα.** Αποτελείται από πλήθος νευρικών ινών, οι οποίες με το οπτικό νεύρο μεταφέρουν τα φωτεινά ερεθίσματα. Στην ωχρά κηλίδα. Σε αυτήν συγκεντρώνονται οι φωτεινές ακτίνες οι οποίες αποστέλλονται στο φλοιό του εγκεφάλου. Είναι δηλαδή το κέντρο της όρασης. (Kels et al, 2015)

Τον οφθαλμό εξωτερικά προστατεύουν τα βλέφαρα και οι βλεφαρίδες. Ο ρόλος τους είναι να εμποδίζουν την είσοδο ξένων σωμάτων στο εσωτερικό του οφθαλμού.

Στα βλέφαρα υπάρχουν πολλοί αδένες οι οποίοι μαζί με τον δακρυϊκό αδένα δημιουργούν τα δάκρυα. Τα δάκρυα προσδίδουν πρόσθετη προστασία στον οφθαλμό.

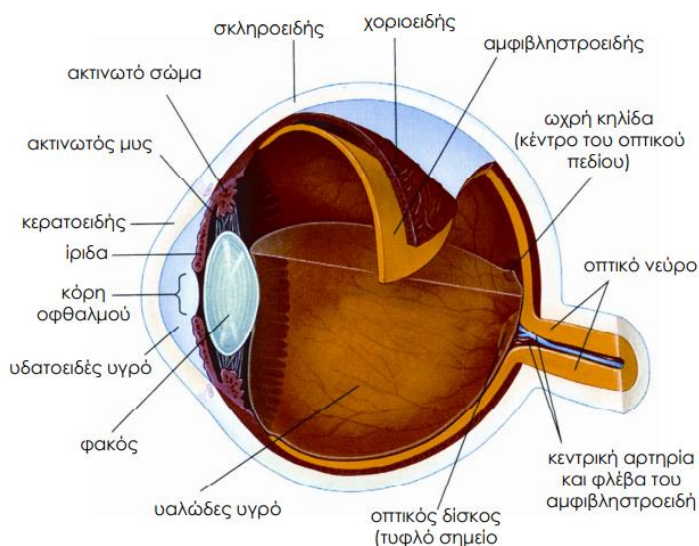
Η υγρασία στον οφθαλμό εξασφαλίζει τον επιπεφυκότα, ο οποίος περιβάλλει τα βλέφαρα εσωτερικά και τον σκληρό χιτώνα εξωτερικά (Snell et al, 2006).

Ο οφθαλμικός βολβός ανατομικά χωρίζεται σε δύο μέρη: το πρόσθιο και το οπίσθιο. Το μεν πρώτο, βρίσκεται μεταξύ του κερατοειδούς και της ίριδας, όπου περιλαμβάνει τον κερατοειδή χιτώνα, ο οποίος καθορίζει την διαθλαστική ικανότητα του οφθαλμού και η ίριδα στο κέντρο της οποίας υπάρχει η κόρη. Ο ρόλος της κόρης είναι σημαντικός γιατί έχει την ιδιότητα να αυξομειώνεται ανάλογα με την ένταση του φωτισμού. Με αυτόν τον τρόπο οι ακτίνες φωτός εστιάζονται στο εσωτερικό του οφθαλμού(Tsubota, et al., 2020).

Στο πρόσθιο θάλαμο απαντάται το υδατοειδές υγρό. Ο ρόλος του είναι πολλαπλός, εξασφαλίζει τη φυσιολογική πίεση στον οφθαλμό, την θρέψει του κερατοειδούς και λόγω της πίεσης που ασκεί στον αμφιβληστροειδή χιτώνα, καθορίζει και διατηρεί το σχήμα του οφθαλμού. Το υδατοειδές υγρό αναπαράγεται στο ακτινωτό σώμα. Στο πίσω μέρος της ίριδας διακρίνεται ο κρυσταλλοειδής φακός, ο οποίος είναι υπεύθυνος για την οξύτητα της όρασης. (Kels et al, 2015)

- Το **οπίσθιο**, βρίσκεται ανάμεσα στον αμφιβληστροειδή και στο οπίσθιο μέρος του φακού, και της ίριδας. Περιβάλλεται από το υαλοειδές σώμα, μια παχύρρευστη ουσία η οποία δεν αναπλάθεται. (Snell et al, 2006)

Η κίνηση των οφθαλμών, συντελείται από την άριστη συνεργασία έξι μυών με ειδική νεύρωση, οι οποίοι βρίσκονται εξωτερικά στον σκληρό χιτώνα του οφθαλμού. Οι μύες αυτοί ονομάζονται οφθαλμοκινητικοί. Η σύσπαση των μυών κινεί τον βολβό και έτσι δίδεται η δυνατότητα στον οφθαλμό να μπορεί να εστιάσει σε αντικείμενο. (Drake, Vogl, Mitchell, & Σκανδαλάκης, 2006).



**Εικόνα1.** Σχήμα1.Ανατομία οφθαλμικού βολβού .πηγή:(<https://eClass.uoa.gr>)  
(Ανάκτηση 05/09/2023)

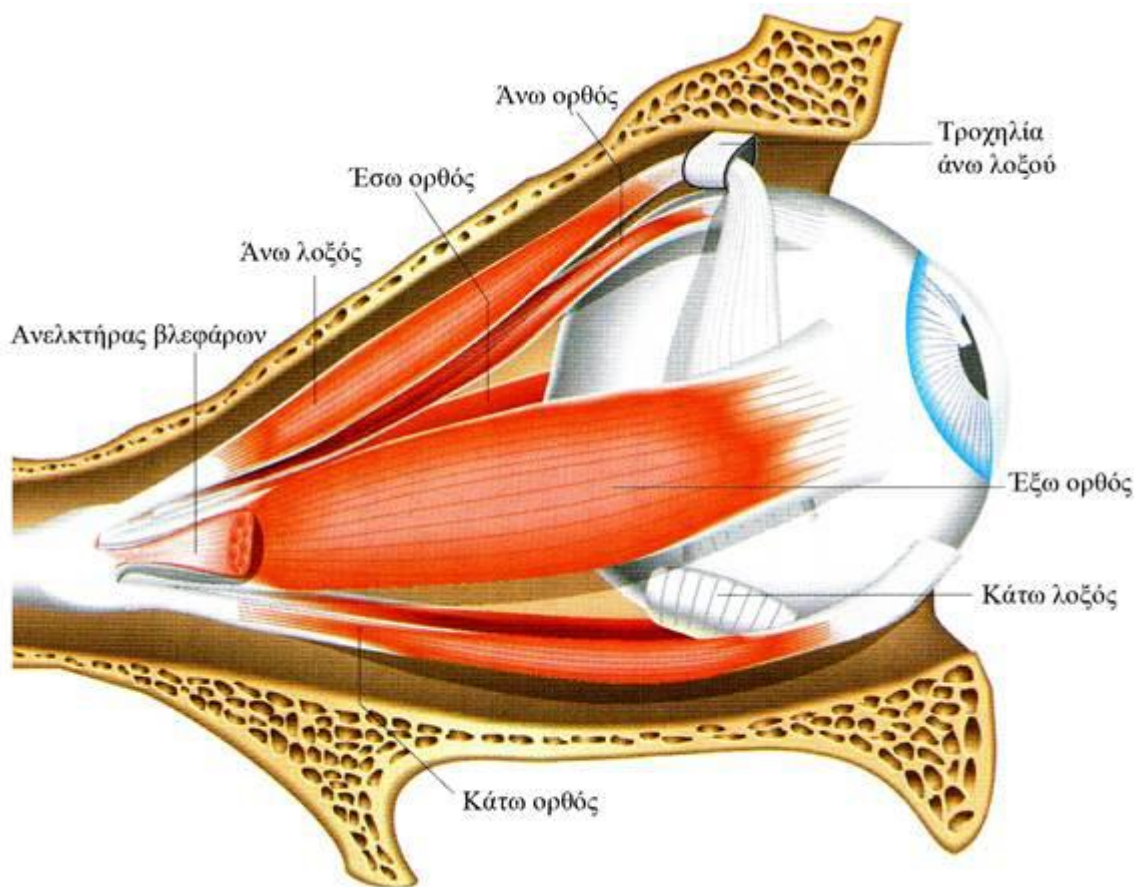
Εξωτερικοί οφθαλμικοί μύες:

Ονομάζονται οφθαλμοκινητικοί γιατί έχουν την ικανότητα να συσπώνται. Αριθμητικά είναι έξι. Η σύσπαση δίνει στο βολβό τη δυνατότητα της κίνησης. Έτσι παρέχεται η δυνατότητα του οφθαλμού να εστιάζει σε σημεία. Οι κινήσεις των οφθαλμοκινητικών μυών μπορεί να είναι οριζόντιες, κάθετες ή περιστροφικές ανάλογα με τη θέση που βρίσκεται το μάτι. Οι οφθαλμοκινητικοί μύες συνεργάζονται άψογα μεταξύ τους ώστε και οι δύο οφθαλμοί να μπορούν να κινούνται μαζί προς την

ίδια κατεύθυνση (συζυγείς κινήσεις). Για να επιτευχθούν οι συζυγείς κινήσεις πρέπει κάποιοι μύες να συσπώνται και κάποιοι να χαλαρώνουν. (Kels et al, 2015)

Συναγωνιστές ονομάζονται οι μύες που σε συνεργασία κινούν τον μάτι προς την ίδια κατεύθυνση ενώ αυτοί που το κινούν προς την αντίθετη ονομάζονται ανταγωνιστές.

- Ο έσω ορθός μυς: Έχει τη δυνατότητα της έσω οριζόντιας κίνησης του βολβού.
- Ο έξω ορθός μυς: Έχει τη δυνατότητα της έξω οριζόντιας κίνησης του βολβού.
- Ο άνω ορθός μυς: Έχει τη δυνατότητα να κινεί το βολβό κάθετα προς τα πάνω, οριζόντια ή περιστροφικά προς τα μέσα.
- Ο κάτω ορθός μυς: Έχει τη δυνατότητα να κινεί το βολβό προς τα κάτω κάθετα, οριζόντια και περιστροφικά προς τα έξω.
- Ο άνω λοξός μυς: Έχει τη δυνατότητα να κινεί το βολβό κάθετα, οριζόντια ή περιστροφικά.
- Ο κάτω λοξός μυς: Έχει τη δυνατότητα να κινεί το βολβό κάθετα, οριζόντια ή περιστροφικά.
- Ο ανελκυστήρας του άνω βλεφάρου: Έχει την ικανότητα να κινεί το βλέφαρο προς τα επάνω. (Bowling, 2018)



**Εικόνα2.** Σχήμα2.Σχηματική απεικόνιση των οφθαλμοκινητικών μυών,πηγή(eClass.uoa.gr) (Ανάκτηση 05/09/2023)

## 1.2 Αναλυτική ανατομία αμφιβληστροειδούς

Ο αμφιβληστροειδής αποτελεί μέρος του οφθαλμού, και έχει μεγάλη λειτουργική σημασία διότι μεταδίδει τις πληροφορίες του περιβάλλοντος. Αποτελεί μέρος του κεντρικού νευρικού συστήματος, με δυνατότητα να επεξεργάζεται πλήθος πληροφοριών. Είναι ένα στρώμα ιστού που περιβάλλει την υαλοειδή κοιλότητα μέσα στον οφθαλμό, προέρχεται κατά την εμβρυϊκή ανάπτυξη από τον οπτικό κύπελλο. Το κύπελλο αυτό δημιουργείται μέσω της εισχώρησης του οπτικού κυστιδίου, μιας προέκτασης του εμβρυϊκού πρόσθιου εγκεφάλου. Το εσωτερικό τμήμα του οπτικού κυπέλλου, που περιβάλλει την υαλοειδή κοιλότητα, μετατρέπεται στον νευρικό αμφιβληστροειδή, ενώ το εξωτερικό τμήμα που περικλείεται από τον χοριοειδή και τον σκληρό χιτώνα, εξελίσσεται στο αμφιβληστροειδικό χρωστικό επιθήλιο. Ο

σκληρός χιτώνας και ο κερατοειδής που τον περιβάλλουν χρησιμεύουν για να προστατεύουν και να διατηρούν σωστή τη θέση του αμφιβληστροειδούς(Remington, 2012).

Μπορεί εύκολα να εξεταστεί λόγω της θέσης του όπου οι λεπτομέρειες φαίνονται με την κάμερα βυθού και την οφθαλμοσκόπηση. Μια εξέταση φωτογραφίας βυθού, γνωστή ως φωτογραφία αμφιβληστροειδούς, είναι μια μη επεμβατική διαγνωστική διαδικασία που χρησιμοποιεί μια εξειδικευμένη κάμερα για την καταγραφή υψηλής ανάλυσης εικόνων του αμφιβληστροειδούς, του οπτικού νεύρου και των αιμοφόρων αγγείων στο πίσω μέρος του οφθαλμού. Αυτές οι εικόνες παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τη διάγνωση και διαχείριση ευρέος φάσματος οφθαλμικών ασθενειών(Kels et al, 2015).

Ο νευρικός αμφιβληστροειδής αποτελείται από έξι πρωταρχικές κατηγορίες νευρώνων: φωτοϋποδοχείς, δίπολα κύτταρα, οριζόντια κύτταρα, αμακρύινα κύτταρα και γαγγλιακά κύτταρα. Οι νευρώνες παίζουν ρόλο στη σύλληψη και την επεξεργασία των φωτεινών σημάτων, ενώ τα κύτταρα του Müller χρησιμεύουν ως το δομικό πλαίσιο του νευρικού αμφιβληστροειδούς. Η διάταξη αυτών των κυττάρων γίνεται σε πολλαπλές παράλληλες στιβάδες. Οι πυρήνες των φωτοϋποδοχικών κυττάρων βρίσκονται στην εξωτερική πυρηνική στιβάδα, με τα εξωτερικά τους τμήματα να τοποθετούνται κοντά στο επιθήλιο της χρωστικής του αμφιβληστροειδούς. Στην εσωτερική πυρηνική στιβάδα βρίσκονται οι πυρήνες των κυττάρων του Müller, των διπολικών κυττάρων, των αμυγδαλωδων κυττάρων και των οριζόντιων κυττάρων. Πλεγματικές στιβάδες υπάρχουν και στις δύο πλευρές της εσωτερικής πυρηνικής στιβάδας. Στην εξωτερική πλέξιμη στιβάδα, οι φωτοϋποδοχείς συνδέονται με τα διπολικά και τα οριζόντια κύτταρα, ενώ στην εσωτερική πλέξιμη στιβάδα τα δίπολα κύτταρα σχηματίζουν συνάψεις με τα γαγγλιακά κύτταρα. Οι πυρήνες των γαγγλιακών κυττάρων βρίσκονται στη γαγγλιακή στιβάδα και οι άξονες τους εκτείνονται στη στιβάδα των νευρικών ινών(Kels et al, 2015).

Η κυτταρική του δομή αλλά και το νευρικό δίκτυο που διαθέτει, του δίνουν την δυνατότητα να εκκινεί την οπτική διαδικασία σε διάφορες συνθήκες φωτισμού (σκοτοπική, μεσοπική ή φωτοπική) του περιβάλλοντος (Bowling, 2018).

Οι φωτοϋποδοχείς, δηλαδή τα συστήματα αντίληψης φωτός τα οποία διαθέτει, είναι λειτουργικά και δομικά και διαφέρουν μεταξύ τους. Δομικά περιέχουν χρωστικές φωτοευαίσθητες, οι οποίες όταν έρθουν σε επαφή με το φως, προκαλούν, μέσω χημικής διεργασίας, νευρική διέγερση. Λειτουργικά μέσω των

φωτοϋποδοχέων, του δίνουν την δυνατότητα να λαμβάνει πληροφορίες από το περιβάλλον, όπως χρώματα, σχήματα, βάθος, κίνηση κλπ. τα οποία επεξεργάζονται οι διάμεσοι νευρώνες οι οποίοι βρίσκονται στο εσωτερικό και στο εξωτερικό του μέρους(Snell et al, 2006).

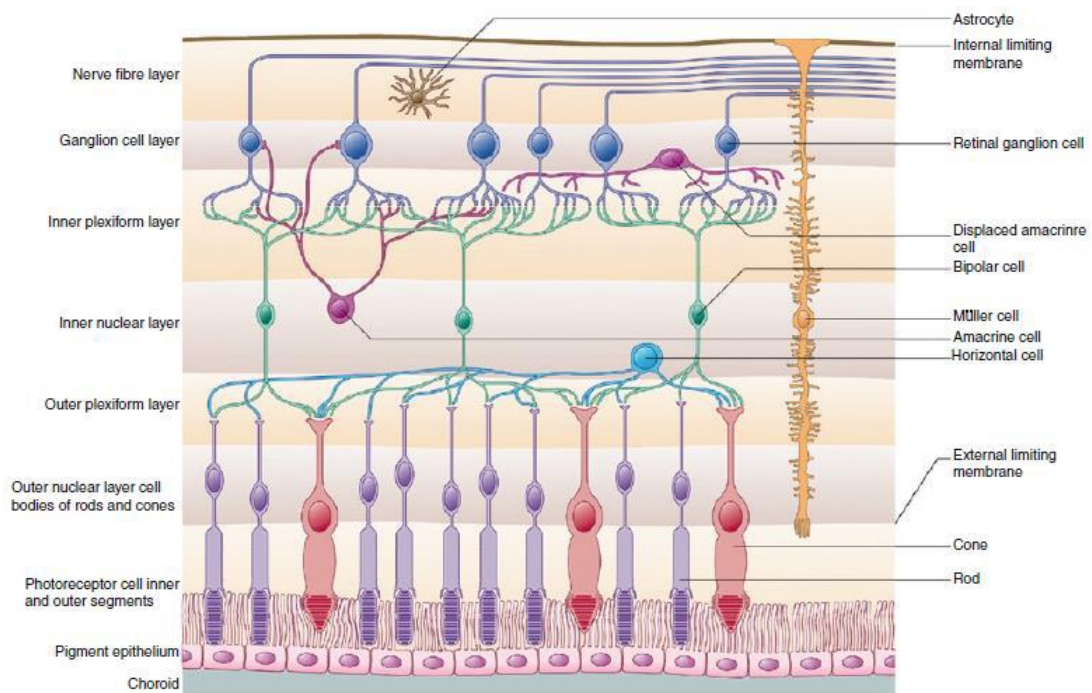
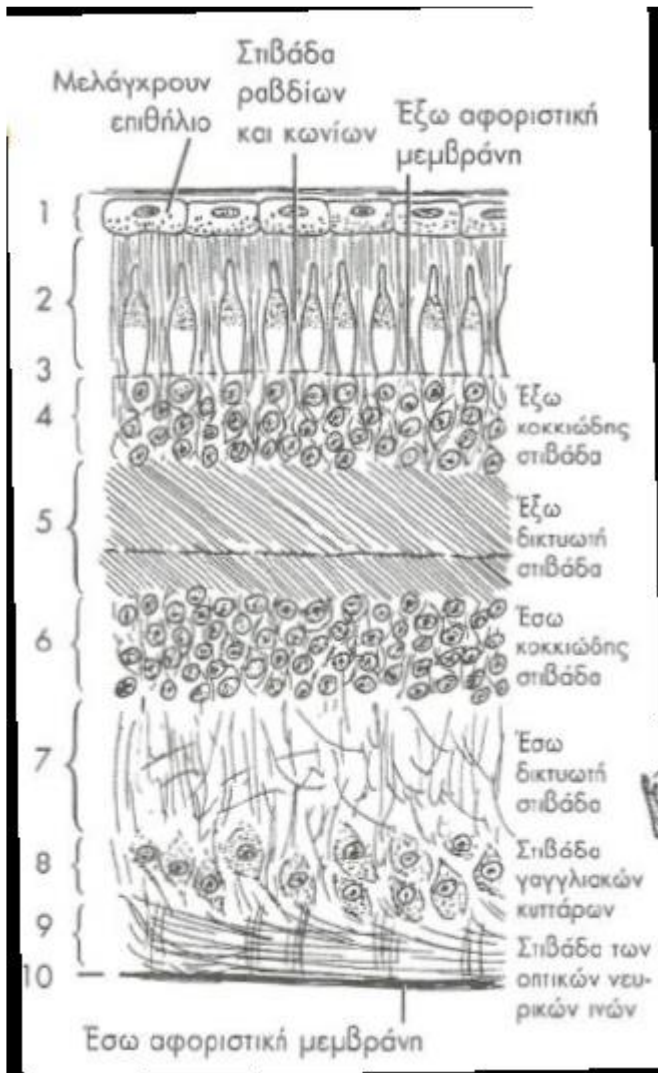
Οι φωτοϋποδοχείς αντιδρούν στο φως και στέλνουν το ερέθισμα στον εγκέφαλο. Την ενέργεια αυτή αναλαμβάνει το οπτικό κέντρο του εγκεφάλου και έτσι γίνεται η μετατροπή σε εικόνα.

Οι Φωτοϋποδοχείς είναι δυο ειδών: **τα κωνία και τα ραβδία.**

Οι φωτοϋποδοχείς των ραβδίων και των κωνίων, είναι εξειδικευμένοι νευρώνες ζωτικής σημασίας για τα αρχικά στάδια της όρασης. Επίσης, διαθέτουν ένα χαρακτηριστικό φωτοευαίσθητο τμήμα του εξωτερικού τμήματος, το οποίο διαδραματίζει κεντρικό ρόλο σε διάφορες κρίσιμες διεργασίες. Αυτό περιλαμβάνει τη φωτομεταγωγή, τον οπτικό κύκλο, την ανανέωση της μεμβράνης, τη διακίνηση πρωτεϊνών, καθώς και την εξέλιξη πολλών εκφυλιστικών ασθενειών του αμφιβληστροειδούς. Το διαμέρισμα του εξωτερικού τμήματος αποτελεί βασικό συστατικό του περίπλοκου μηχανισμού αυτών των φωτοϋποδοχέων, συμβάλλοντας σημαντικά στις λειτουργίες τους και στην ευαισθησία τους σε διάφορες φυσιολογικές και παθολογικές καταστάσεις (Snell et al, 2006).

Τα ραβδία είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στα χαμηλά επίπεδα φωτός και λειτουργούν αποτελεσματικά σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού, μεταδίδοντας ασπρόμαυρες εικόνες στον εγκέφαλο. Ενώ τα κωνία λειτουργούν βέλτιστα σε συνθήκες περιβάλλοντος και φωτοπικού φωτισμού, επιδεικνύοντας ταχεία ανταπόκριση στις μεταβολές έντασης του φωτός, και είναι υπεύθυνα για την έγχρωμη όραση και την υψηλή οπτική οξύτητα.

Παρά το γεγονός ότι αποτελούν μόνο το 5% του συνόλου των φωτοϋποδοχέων στον ανθρώπινο αμφιβληστροειδή, τα κωνία διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο καθώς είναι απαραίτητα για την όραση στο φως της ημέρας. Στον ανθρώπινο αμφιβληστροειδή υπάρχουν περίπου 120 εκατομμύρια ραβδία και 6 εκατομμύρια κωνία. Τα κωνοειδή κύτταρα συγκεντρώνονται κυρίως στην κεντρική ή ωχρά κηλίδα του αμφιβληστροειδούς, τονίζοντας τον ρόλο τους στην παροχή λεπτομερούς και πλούσιας σε χρώματα όρασης στο κεντρικό οπτικό πεδίο (Bowling, 2018).

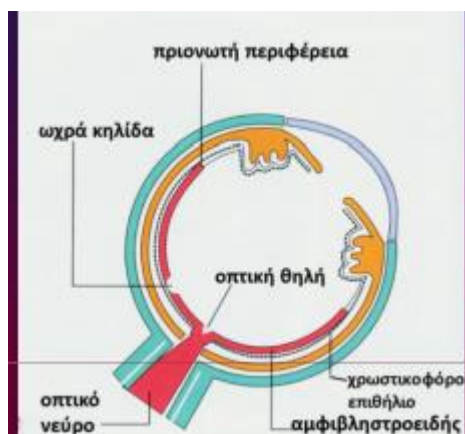


**Εικόνα 3.** Εικόνα (Α) Οι στιβάδες του αμφιβληστροειδούς όπως φαίνονται σε ιστολογική τομή (R.S. Snell, M.A. Lemp), (Β) Σχηματική απεικόνιση της διάταξης νευρικών κυττάρων (Gray's anatomy). (Ανάκτηση 08/09/2023)

### 1.2.1 Στιβάδες αμφιβληστροειδή

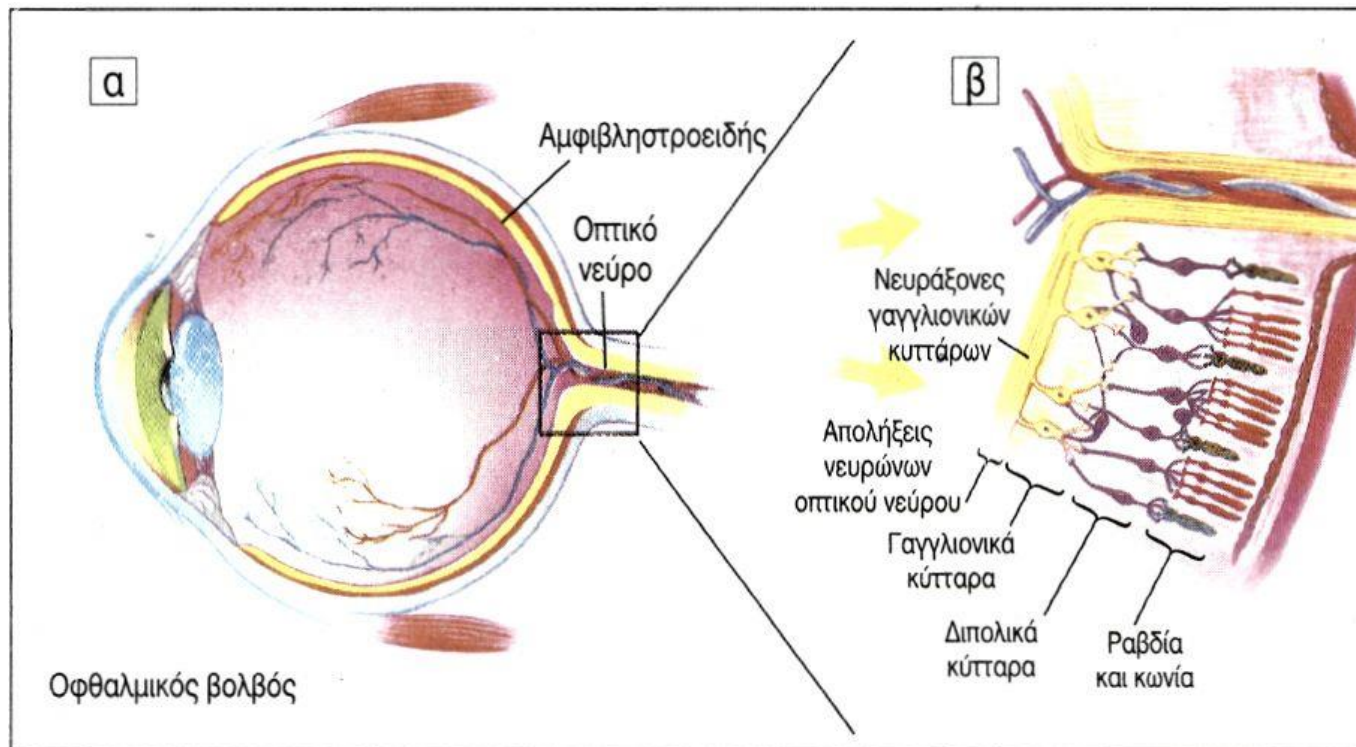
Ανατομικά στον αμφιβληστροειδή χιτώνα διακρίνουμε:

- **Την ωχρά κηλίδα** την οποία διαθέτουν μόνο τα πρωτεύοντα θηλαστικά. Έχει διάμετρο περίπου 5.0mm και περιέχει την χρωστική ουσία ξανθοφύλλη, η οποία με τη σειρά της αποτελείται από δύο καροτινοειδή την λουτεΐνη και τη ζεαξανθίνη. Η ωχρά κηλίδα είναι στο κέντρο και ευθύνεται για την στόχευση της εικόνας, ενώ η αντίληψη της αίσθησης του χώρου καθορίζεται από τον περιφερειακό αμφιβληστροειδή .
- **Το βοθρίο**, το οποίο απαντάται στο κέντρο της ώχρας κηλίδας. Έχει διάμετρο περίπου 1.5mm. Η κεντρική του περιοχή φέρει την ονομασία **κεντρικό βοθρίο** και περιέχει μόνο κώνια. Το σημείο αυτό του οφθαλμού, είναι υπεύθυνο για την λεπτομερή, έγχρωμη επεξεργασία των εικόνων.
- **Θηλή του οπτικού νεύρου ή οπτική θηλή.** Ονομάζεται η περιοχή στην οποία τελειώνουν οι νευρικές απολήξεις, δεν περιέχει φωτοϋποδοχείς και για το λόγο αυτό αποτελεί τυφλό σημείο στο οπτικό μας πεδίο.



Ανατομικά στοιχεία αμφιβληστροειδή χιτώνα





**Εικόνα 4.** Ανατομία αμφιβληστροειδούς χιτώνα Πηγή: <https://docplayer.gr/>  
(Ανάκτηση 11/09/2023)

### 1.2.2 Μηχανισμοί και τύποι κωνίων

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος έχει την ικανότητα να ανταποκρίνεται στο ερέθισμα που δέχεται από το φως του εξωτερικού περιβάλλοντος. Έτσι διαμορφώνει την αντίληψη των χρωμάτων, η οποία διαφέρει και εξαρτάται από το μήκος της ακτινοβολίας που εισέρχεται στον οφθαλμό. Μέσω του μηχανισμού της όρασης, γίνεται η αναγνώριση των διαφορετικών μηκών κύματος. Την εργασία αυτή την επιτελούν τα κώνια τα οποία βρίσκονται στον αμφιβληστροειδή και συγκεκριμένα στην ωχρά κηλίδα . Όπως ήδη έχει αναφερθεί τα κώνια είναι φωτοϋποδοχείς, οι οποίοι συλλέγουν το φως και στη συνέχεια το αναλύουν σε χρώματα.

Στον άνθρωπο, για τον λόγο αυτό υπάρχουν τρία είδη κωνίων:

- **L-κωνία:** Παρουσιάζουν ευαισθησία στα μεγάλα μήκη κύματος και ευαισθητοποιούνται από την κίτρινη και κόκκινη ακτινοβολία ,
- **M-κωνία:** Αυτά που παρουσιάζουν ευαισθησία στα μεσαία μήκη κύματος και ευαισθητοποιούνται από την πράσινη ακτινοβολία

- S-κωνία: Παρουσιάζουν ευαισθησία στα μικρά μήκη κύματος και λειτουργούν με την επίδραση της μπλε ακτινοβολίας (S-κωνία).
- Από τον συνδυασμό αυτών των βασικών χρωμάτων προκύπτουν τα υπόλοιπα χρώματα. (Snell, 2006)

Όλοι οι άνθρωποι δεν έχουν τον ίδιο αριθμό κωνίων. Αυτό έχει σαν συνέπεια να μην διακρίνουν τα ίδια χρώματα, άλλοι έχουν την δυνατότητα να διακρίνουν περισσότερα χρώματα και άλλοι λιγότερα. Ο αριθμός τους καθορίζεται από το φύλο του ανθρώπου δηλαδή από το χρωμόσωμα X. Οι γυναίκες λόγω της ύπαρξης των δύο XX στο χρωμόσωμα τους, μπορούν να αναγνωρίζουν περισσότερα χρώματα σε σχέση με τους άνδρες, οι οποίοι έχουν ένα X και ένα Y. (Anderson et al, 2021)

Πολλοί άνθρωποι παρουσιάζουν δυσκολία στην αναγνώριση ενός μέρους της ακτινοβολίας, με συνέπεια να μην μπορούν να αντιληφθούν τα χρώματα. Αυτό ονομάζεται δυσχρωματοψία ή δαλτωνισμός. Η δυσκολία στη διάκριση του κόκκινου χρώματος ονομάζεται πρωτανοπία, η δυσκολία στη διάκριση του πράσινου χρώματος ονομάζεται δυτερανοπία, ενώ η αδυναμία στη διάκριση του μπλε χρώματος ονομάζεται τριτανοπία. Μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι δυσχρωματοψία παρατηρείται στον ανδρικό πληθυσμό σε ποσοστό 8% , ενώ αντίθετα στις γυναίκες το ποσοστό ανέρχεται σε 0,4%. (Bowling, 2018)

Υπάρχουν ασθένειες όπως, η εκφύλιση της ωχράς κηλίδας, το γλαύκωμα και ο καταρράκτης, που επηρεάζουν τη χρωματική αντίληψη(Bowling, 2018).

Τέλος υπάρχουν άνθρωποι οι οποίοι μπορούν να διακρίνουν μόνο το άσπρο, το μαύρο και το γκρι χρώμα. Αυτοί πάσχουν από την ασθένεια που ονομάζεται αχρωματοψία(Anderson et al, 2021).

### 1.2.3 Νευρικά κύτταρα του αμφιβληστροειδή

Στον αμφιβληστροειδή απαντώνται τα παρακάτω είδη κυττάρων: τα **δίπολα**, τα **οριζόντια**, τα **αμακρύνα** ή **βραχύνα** και τα **γαγγλιακά**.

- **Τα δίπολα κύτταρα:** Ονομάζονται έτσι γιατί μπορούν να συνδεθούν σε δύο σημεία, δηλαδή διαθέτουν δύο πόλους σύνδεσης. Ο ένας πόλος συνδέεται με τον φωτοϋποδοχέα και ο άλλος με ένα γαγγλιακό κύτταρο. Οι πληροφορίες που

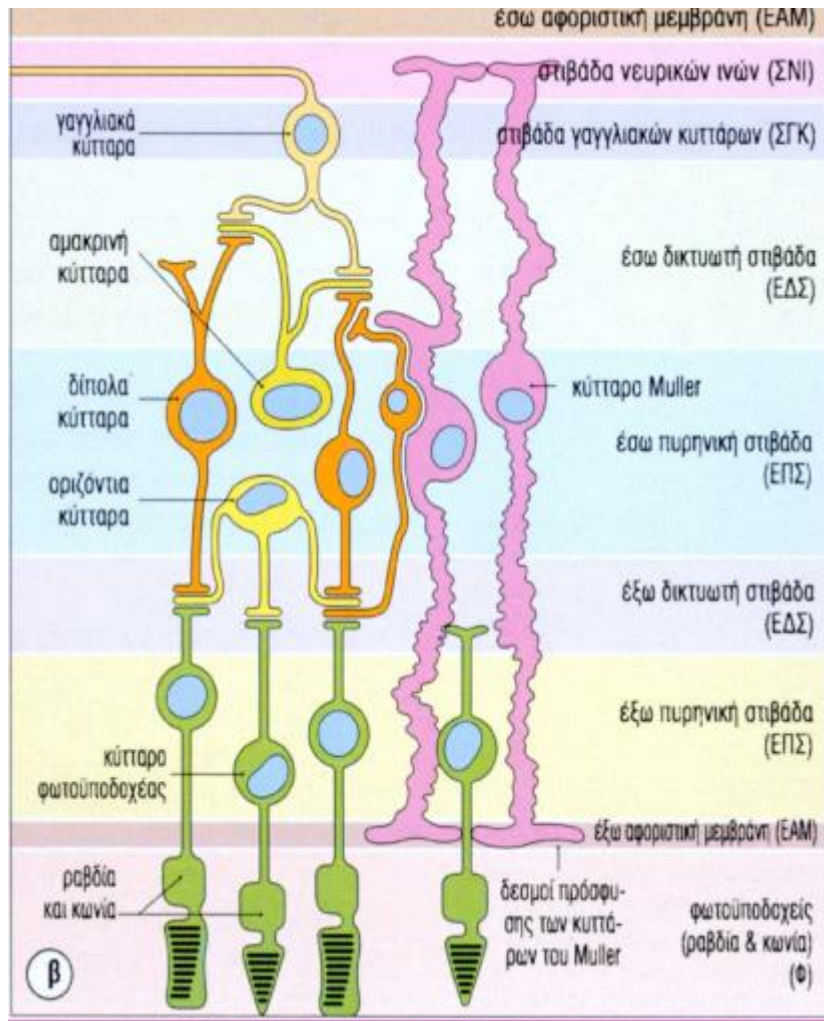
παρέχουν διαβιβάζονται κατακόρυφα στην οπτική οδό. Τα ραβδία και τα κωνία είναι ξεχωριστά στον αμφιβληστροειδή, έτσι δίνεται η δυνατότητα σε δίπολα κύτταρα να μπορούν να συνδεθούν με κάποια ραβδία ή κωνία. Πολλές φορές κωνία τα οποία βρίσκονται σε κεντρικά σημεία του αμφιβληστροειδή λαμβάνουν πληροφορίες από άλλα κωνία με έμμεσο τρόπο με τη βοήθεια των οριζόντιων κυττάρων ή λόγω της σύνδεσής τους με άλλους φωτοϋποδοχείς (Snell, 2006).

- **Τα οριζόντια κύτταρα:** Τα συναντούμε στην έσω κοκκώδη στιβάδα. Διαθέτουν μεγάλη επιφάνεια υποδοχής με αποτέλεσμα να έχουν την δυνατότητα να έρχονται σε επαφή με πολλούς φωτοϋποδοχείς. Σε αντίθεση με τα δίπολα κύτταρα μεταβιβάζουν τις πληροφορίες που δέχονται οριζόντια. Οι επιστήμονες έχουν διαχωρίσει δύο τύπους οριζόντιων κυττάρων. Ο διαχωρισμός τους έγκειται στα κώνια με τα οποία συνδέονται (Snell, 2006).

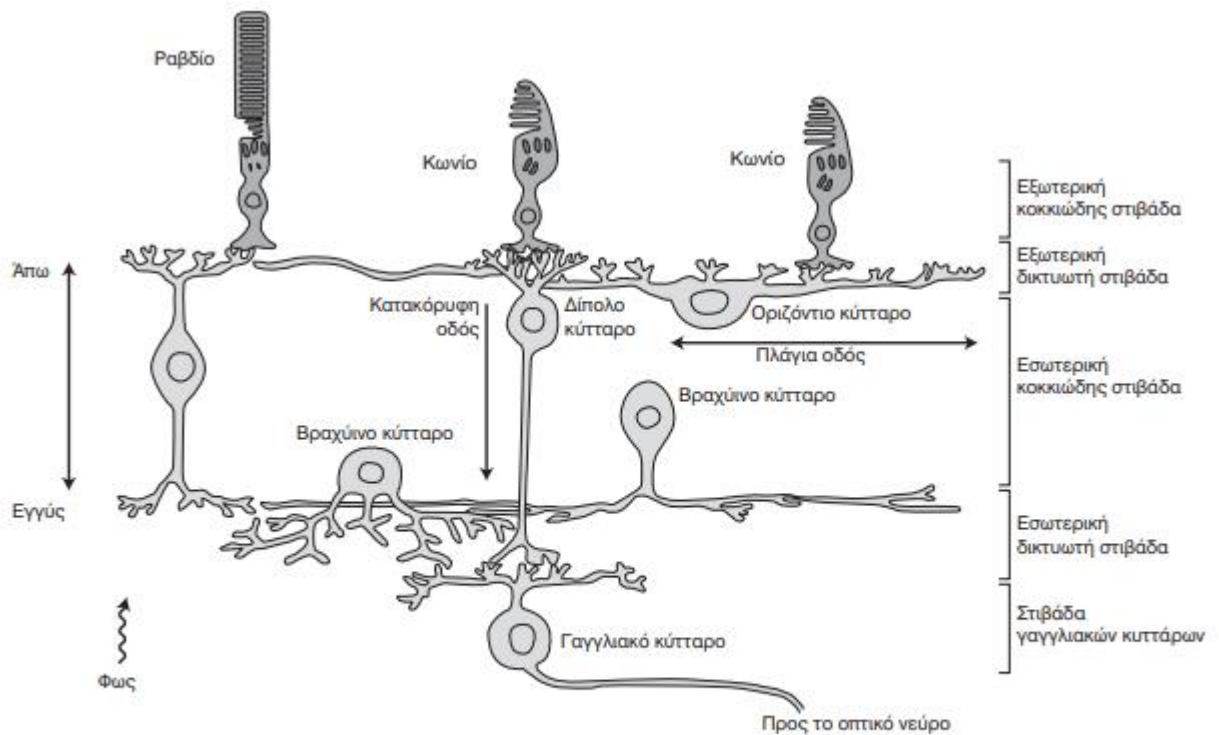
- Ο τύπος H1 συνδέεται με M-κωνία τα οποία παρουσιάζουν ευαισθησία σε μεσαία μήκη κύματος (πράσινη ακτινοβολία) και στα μεγάλα μήκη κύματος L-κωνία τα οποία ερεθίζονται από την κόκκινη και την κίτρινη ακτινοβολία (Bowling, 2018).

- Ο τύπος H2. Τα κύτταρα αυτά έχουν την δυνατότητα να δέχονται πληροφορίες από όλα τα κώνια, αλλά λαμβάνουν περισσότερες πληροφορίες από τα S-κωνία, τα οποία παρουσιάζουν ευαισθησία στα μικρά μήκη κύματος (Snell, 2006).

- **Αμακρύνα ή βραχύνα κύτταρα:** Τα συναντούμε στην έσω συναπτική μεμβράνη. Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι δεν διαθέτουν νευρίτη για το λόγο αυτό φέρουν και αυτή την ονομασία. Υπάρχουν διαφορές μεταξύ τους όσο αφορά το μέγεθος, τη μορφολογία και τη λειτουργία. Έχουν την δυνατότητα να συνδέονται με τα δίπολικά κύτταρα, τα γαγγλιακά, αλλά και μεταξύ τους. Μεταδίδουν τις πληροφορίες τόσο οριζόντια όσο και κατακόρυφα (Bowling, 2018).



**Εικόνα 5.** Κύτταρα του αμφιβληστροειδή (e-ClassEKPIA). (Ανάκτηση 20/09/2023)



**Σχ. 9.** Κατακόρυφη και πλάγια μεταβίβαση πληροφοριών στην οπτική οδό μεταξύ των πέντε κατηγοριών κυττάρων που συναντώνται στον αμφιβληστροειδή (φωτοϋποδοχείς, οριζόντια, δίπολα, βραχύινα και γαγγλιακά κύτταρα) (από Kandel et al., 200021).

**Εικόνα 6.** Η πορεία της οπτικής οδού, όσο αφορά τα κύτταρα (<https://opticvision.gr/>) (Ανάκτηση 20/09/2023)

#### 1.2.4 Τα γαγγλιακά κύτταρα

Τα κύτταρα αυτά αποτελούν την τελευταία στιβάδα κυττάρων στον αμφιβληστροειδή. Διαβιβάζουν δυναμικά τις πληροφορίες που δέχονται απευθείας στον εγκέφαλο. Διαθέτουν νευράξονες οι οποίοι σχηματίζουν το οπτικό νεύρο. Το οπτικό νεύρο προβάλλει σε τρεις υποφλοιώδεις περιοχές ποσοστιαία.

- Στον έξω γονατώδη πυρήνα, το σημείο εκείνο όπου γίνεται η επεξεργασία των οπτικών πληροφοριών σε ποσοστό 90%,
- στο άνω δίδυμο, το σημείο εκείνο στο οποίο ολοκληρώνονται οι κινήσεις των οφθαλμών σε ποσοστό 10%,

- Στην προτετραδυμική περιοχή, όπου λαμβάνουν χώρα τα αντανεκλαστικά της κόρης του οφθαλμού.

Τα τελευταία χρόνια οι επιστήμονες παρατήρησαν ένα τύπο γαγγλιακών κυττάρων τα ipRGCs. Τα κύτταρα αυτά ομοιάζουν με τους φωτουπόδοχείς, είναι φωτοευαίσθητα, αλλά διαφέρουν εντελώς από τα ραβδία και τα κωνία. Χρησιμοποιούν μόνο την μελανοψίνη και όπως τα υπόλοιπα γάγγλια επικοινωνούν απευθείας με τον εγκέφαλο. Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι παίρνουν μέρος στο συγχρονισμό του κερκαδικού ρυθμού με την ηλιακή μέρα, στην αντανάκλαση της κόρης και στην αποβολή του φωτισμού που προέρχεται από το περιβάλλον (Remington, 2012).

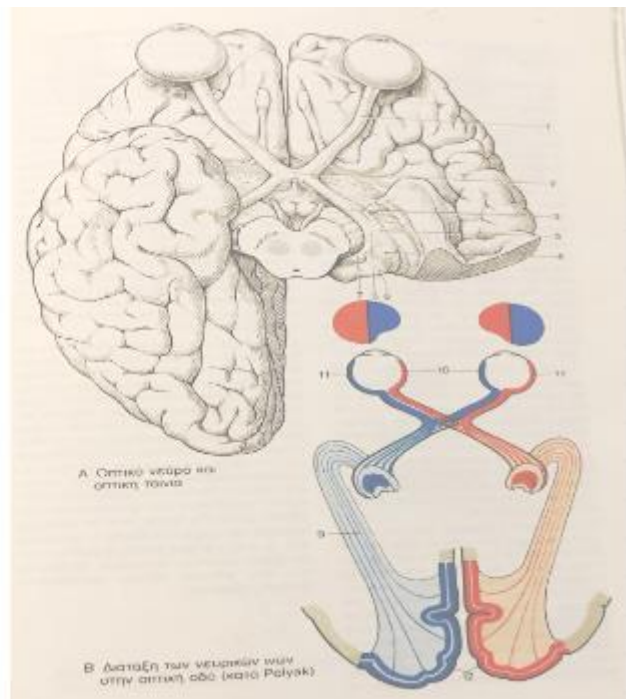
Οι πληροφορίες σε κάθε γάγγλιο κύτταρο, παρέχονται από τους ίδιους φωτουπόδοχείς, οι οποίοι βρίσκονται σε μια συγκεκριμένη περιοχή του αμφιβληστροειδή, το υποδεκτικό πεδίο. Το κάθε κύτταρο έχει τη δική του υποδεκτική περιοχή την οποία και ελέγχει. Το σημείο που βρίσκεται το υποδεκτικό πεδίο καθορίζει το μέγεθος του. Για παράδειγμα στο κέντρο του βοθρίου τα υποδεκτικά πεδία είναι μικρότερα διότι εκεί η οπτική οξύτητα είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την περιφέρεια. Επομένως τα υποδεκτικά πεδία της περιφέρειας είναι μεγαλύτερα. Σε όποια περιοχή όμως και αν βρίσκονται αντιδρούν αποτελεσματικά στις διαφορετικές εντάσεις φωτισμού. Σε κάθε υποδεκτικό πεδίο διακρίνουμε τα γαγγλιακά κύτταρα του κέντρου (φωτεινού κέντρου) και της περιφέρειας (σκοτεινού κέντρου). Ο διαχωρισμός οφείλεται στο σημείο στο οποίο το φως θα δώσει το ανάλογο ερέθισμα(Bowling, 2018).

Ανάλογα με την στιβάδα στην οποία καταλήγουν τα γάγγλια κύτταρα διακρίνονται σε κύτταρα τύπου Μ(μεγάλα), τα οποία βρίσκονται σε μικρότερο αριθμό αλλά μεγαλύτερο υποδεκτικό πεδίο και τα συναντούμε στην περιφέρεια του βοθρίου. Αντιδρούν καλύτερα σε ερεθίσματα προερχόμενα από μεγάλα αντικείμενα και κύτταρα τύπου Ρ(μικρά), των οποίων ο αριθμός είναι μεγαλύτερος αλλά έχουν μικρότερο υποδεκτικό πεδίο και βρίσκονται στο κέντρο του βοθρίου. Δέχονται πληροφορίες από L και Μ κωνία. Έχουν την ικανότητα να αναλύουν τις λεπτομέρειες μιας εικόνας. Και στις δύο αυτές κατηγορίες υπάρχουν κύτταρα φωτεινού και σκοτεινού κέντρου(Remington, 2012).

### 1.3 Οπτική οδός

Η λειτουργία της όρασης είναι μια σύνθετη διαδικασία και πραγματοποιείται μέσω της οπτικής οδού. Είναι η διαδρομή την οποία διανύει το οπτικό ερέθισμα, από την στιγμή που θα έρθει σε επαφή με τον αμφιβληστροειδή χιτώνα, έως ότου λάβει την τελική επεξεργασία και γίνει αναπαραγωγή της εικόνας στον ινιακό λοβό του εγκεφάλου (Τριβλής,2012:190).

1. Οπτικό ν.
2. Οπτικό χίασμα
3. Οπτική ταινία
4. Έξω γονατώδες σώμα
5. Έσω ρίζα (πρόσθια διδύμια –αντανακλ.)
6. Έξω ρίζα (4)
7. Έσω γονατώδες σώμα (ακουστική οδός)
8. Προσκέφαλο θαλάμου
9. Οπτική ακτινοβολία (νευράξονες από 4)
10. Κροταφικές ίνες
11. Ρινικές ίνες
12. Οπτικός φλοιός (πληκτραία σχισμή)



**Εικόνα 7.** Εικόνα της Οπτικής οδού (Doc p1yer.gr). (Ανάκτηση 25/09/2023)

Το οπτικό νεύρο είναι το αισθητήριο νεύρο της όρασης. Η οπτική οδός απαρτίζεται από τρεις νευρώνες. Οι δύο από αυτούς συναντιούνται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα και ο τρίτος στο έξω γονατώδες σώμα (Remington, 2012).

Ο πρώτος νευρώνας αποτελείται από φωτοϋποδοχείς: ραβδία και κωνία. Οι συνάψεις των δίπολων αυτών κυττάρων βρίσκονται στην έσω δικτυωτή στιβάδα του αμφιβληστροειδή χιτώνα. (Remington, 2012)

Ο δεύτερος νευρώνας, αποτελείται από γαγγλιακά κύτταρα, οι οπτικές τους ίνες συγκεντρώνονται στον οπίσθιο πόλο του οφθαλμικού βολβού και σχηματίζουν την

κεφαλή του οπτικού νεύρου, το οποίο με τη σειρά του μέσω του οπτικού χιάσματος και της οπτικής ταινίας καταλήγει στο έξω γονατώδες σώμα..

Ο τρίτος νευρώνας βρίσκεται στο έξω γονατώδες σώμα. Είναι ο τελικός αισθητικός πυρήνας του οπτικού νεύρου (Μόσχος,1998:192).

Το οπτικό χίασμα σχηματίζεται από τις χιαστές οπτικές ίνες. Οι ίνες αυτές ξεκινούν από το ρινικό αμφιβληστροειδή και φθάνουν στις αχίαστες οπτικές ίνες του προέρχονται από τον κροταφικό αμφιβληστροειδή και καταλήγουν στην οπτική οδό της σύστοιχης πλευράς (Anderson et al, 2021).

Οι οπτικές ίνες δημιουργούνται από τις οπτικές ταινίες οι οποίες βρίσκονται ανάμεσα στο έξω σκέλος του χιάσματος και του έξω γονατώδους σώματος (Kels et al, 2015).

Έξω γονατώδες σώμα υπάρχει ένα σε κάθε πλευρά και είναι τμήμα του οπτικού θαλάμου και μαζί με το έσω γονατώδες σώμα δημιουργούν τον μεταθάλαμο.

Η οπτική ακτινοβολία των στιβάδων του έξω γονιώματος, σχηματίζεται από τις απαγωγές νευρικές ίνες των κυττάρων και καταλήγει στον οπτικό φλοιό.

Ο οπτικός φλοιός βρίσκεται ανάμεσα στο άνω και κάτω χείλος της πληκτραίας σχισμής του ινιακού λοβού. Αποτελείται από έξι στιβάδες (Μόσχος et al,1998).

## **Κεφάλαιο 2: Γλαύκωμα**

Το γλαύκωμα είναι μια μη αναστρέψιμη ασθένεια του οφθαλμού. Συγκαταλέγεται στις κύριες αιτίες τύφλωσης. Η μη έγκαιρη διάγνωση της ασθένειας σταδιακά οδηγεί σε προοδευτική βλάβη του οπτικού νεύρου που μπορεί να οδηγήσει σε τύφλωση. Η κύρια αιτία της βλάβης του οπτικού νεύρου είναι, η αυξημένη πίεση μέσα στον οφθαλμό, η οποία με τη σειρά της μειώνει την ευαισθησία των γαγγλιακών κυττάρων, με συνέπεια αρχικά την απώλεια της περιφερειακής όρασης, της αντίληψης του βάθους και στο τέλος την τύφλωση. Το γλαύκωμα είναι μια οφθαλμική ομάδα παθήσεων, που η ύπαρξη τους υποβαθμίζει την ποιότητα ζωής των πασχόντων εάν δεν διαγνωστούν έγκαιρα(Chandrinis, 2018).



## **2.1 προσδιορισμός του γλαυκώματος**

Στα παλαιότερα χρόνια η διάγνωση του γλαυκώματος γινόταν από την αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης. Σήμερα η διάγνωση λαμβάνει υπόψη και άλλες παραμέτρους όπως το ιστορικό γλαυκώματος του ατόμου στην οικογένεια του, την ύπαρξη υψηλής ενδοφθάλμιας πίεσης, την ύπαρξη διαβήτη, το οποίο συνδυαζόμενα και με άλλες οφθαλμολογικές εξετάσεις. Τέτοιες εξετάσεις είναι:

-η τονομέτρηση: η οποία μετρά την εσωτερική πίεση του οφθαλμού, είναι εξέταση στην οποία πρέπει να υποβάλλονται όλοι μετά το ηλικιακό όριο των 40ετών.

-η οφθαλμοσκόπηση: εξετάζει τον βυθό του ματιού και κυρίως την περιοχή της οπτικής θηλής, παρέχει πληροφορίες για το οπτικό νεύρο και τις νευρικές ίνες , γίνεται με ειδικό όργανο το οποίο καλείται οφθαλμοσκόπιο.

- ο έλεγχος των οπτικών πεδίων ή εξέταση της περιμετρίας: εξετάζει την ικανότητα του ατόμου να αναγνωρίζει τα φωτεινά ερεθίσματα σε όλες τις περιοχές του οπτικού αμφιβληστροειδή χιτώνα.

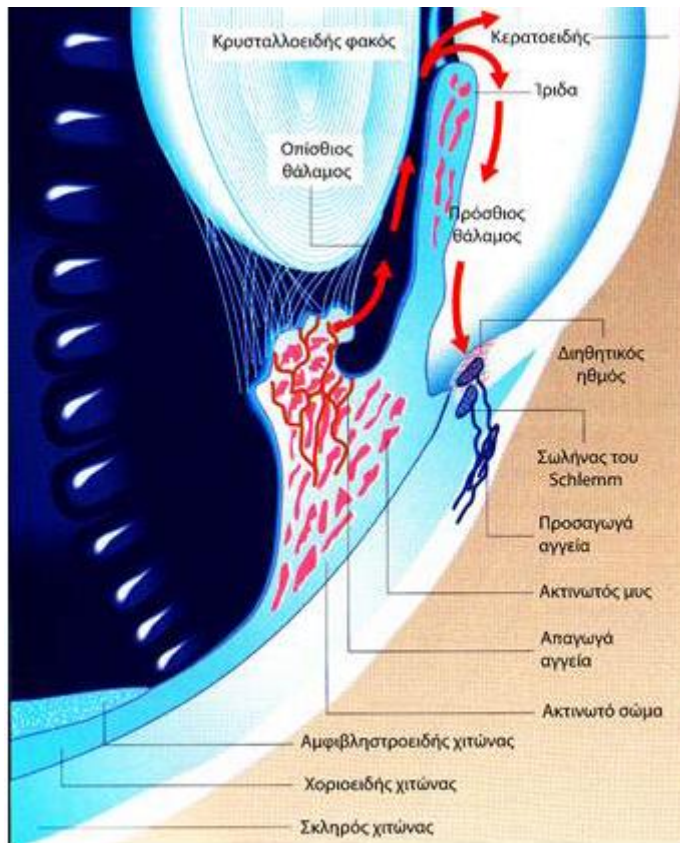
-η γωνιοσκοπία: ελέγχει την γωνία που η ίριδα συναντάτε με τον κερατοειδή. Στην περίπτωση που διαπιστωθεί πρόβλημα προσδιορίζει τον τύπο του γλαυκώματος(ανοικτής ή κλειστής γωνίας).

-η παχυμετρία: χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του πάχους του κερατοειδούς

-η ψηφιακή απεικόνιση του οπτικού νεύρου: μετράει το πάχος της στιβάδας των νευρικών ινών και μπορεί να γίνει είτε με συνεστιακή laser οφθαλμοσκόπηση ,είτε με οπτική τομογραφία συνάφιας (OCT)(Kingman et al,2004).

## **2.2 Υδατοειδές υγρό και ενδοφθάλμια πίεση.**

Το υδατοειδές υγρό παράγεται από το ακτινωτό σώμα και απαντάται στον πρόσθιο και στον οπίσθιο θάλαμο. Μέσω της κόρης μετακινείται στους δύο θαλάμους και αποχετεύεται μέσω του διηθητικού ηθμού στην γωνία του πρόσθιου θαλάμου προς τον σωλήνα του schlemm και τις επισκλήριες φλέβες. Είναι διαυγές ,έχει σύσταση παρόμοια με αυτή του πλάσματος, αλλά με μικρότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες.



**Εικόνα 8.** Κίνηση υδατοειδούς υγρού ( <http://www.eyepathology.gr/>) (Ανάκτηση 10/10/2023)

Η σημασία του υδατοειδούς υγρού είναι μεγάλη διότι: διατηρεί την ενδοφθάλμια πίεση και τον όγκο του βολβού, συμβάλει στη θρέψη του φακού και του εσωτερικού τμήματος του κερατοειδή, έχει στη σύνθεση του ασκορβικό οξύ το οποίο προσφέρει αντιοξειδωτική προστασία στο πρόσθιο ημιμόριο, διαθέτει ανοσοσφαιρίνες και κυτταροκίνες η ύπαρξη των οποίων συμβάλλει στην αμυντική θωράκιση (McMonnies et al, 2016).

Οι κύριες αιτίες αύξησης της ενδοφθάλμιας πίεσης είναι όταν παρεμποδίζεται η απρόσκοπτη ροή του υδατοειδούς υγρού. Σε κάποιες περιπτώσεις όμως, παρατηρείται αυξημένη παραγωγή υδατοειδούς υγρού ενώ σε άλλες ελαττωμένη αποχέτευση του. Η οποιαδήποτε διατάραξη της ισορροπίας παραγωγής και αποχέτευσης του υδατοειδούς υγρού μέσα στον οφθαλμό, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης των οφθαλμών. Η ενδοφθάλμια πίεση δεν έχει την ίδια τιμή σε όλους τους ανθρώπους. Η φυσιολογική της τιμή κυμαίνεται από 10 έως 21 mmHg. Η αυξημένη πίεση των οφθαλμών δεν παρουσιάζει συμπτώματα όπως π.χ. πόνο ή

αλλαγή στην όραση. Η αύξηση της ,συντελείται με αργό ρυθμό και σταδιακά, ελαττώνοντας την όραση με αργό ρυθμό χωρίς όμως εμφανή συμπτώματα. Βέβαια, η ζημιά που προκαλείται είναι μη αναστρέψιμη. Η υψηλή πίεση μέσα στον οφθαλμό πιέζει τα νευρικά γάγγλια αλλά και τα αγγεία που τρέφουν το οπτικό νεύρο με συνέπεια την αλλοίωση της όρασης. Όσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα η ενδοφθάλμια πίεση παραμένει υψηλή, τόσο περισσότερα νευρικά κύτταρα θα καταστραφούν και τόσο περισσότερο το οπτικό πεδίο θα μειωθεί. Η ελάττωση της αποχέτευσης δηλαδή η μειωμένη απέκκριση του υδατοειδούς υγρού είναι η πιο συνηθισμένη περίπτωση γλαυκώματος(Chandrinos, 2018).

Υπάρχουν διάφορες αιτίες για την αύξηση της πίεσης των οφθαλμών. Οι σημαντικότερες είναι:

Η γήρανση, το οικογενειακό ιστορικό ,η ύπαρξη υπερμετροπίας, παλαιοί τραυματισμοί των οφθαλμών, ιστορικό σοβαρής αναιμίας ,χρήση κολλυρίων ή άλλων φαρμάκων με κορτιζόνη κλπ.(Hasnain et al,2006).

### **2.3 Ταξινόμηση γλαυκώματος**

Το γλαύκωμα αποτελεί μια από τις σοβαρότερες παθήσεις των οφθαλμών, για το λόγο αυτό έχουν προταθεί κατά διαστήματα διάφοροι τρόποι ταξινόμησης. Οι πιο γνωστοί αφορούν την ταξινόμηση με ηλικιακά κριτήρια, με τη θέση του ηθμού στην οποία εντοπίζεται η δυσκολία αποχέτευσης του υδατοειδούς υγρού ,στον ιστό που συμμετέχει(φακογενές γλαύκωμα) και στην αιτιολογία (νεοαγγειακό γλαύκωμα). Σήμερα οι περισσότεροι κατατάσσουν το γλαύκωμα με βάση την παθοφυσιολογία σε κλειστής και ανοικτής γωνίας(Gillman et al, 2020).

Στο σχήμα που ακολουθεί απεικονίζεται η βασική διάκριση του γλαυκώματος.



Σχήμα 9. Βασική διάκριση γλαυκώματος

### Εικόνα 9. Ταξινόμηση γλαυκώματος (Ανάκτηση 13/10/2023)

Το **συγγενές** ή όπως συχνά αποκαλείται παιδικό γλαύκωμα, κάνει εμφανή την παρουσία του λίγο μετά την γέννηση. Αιτία της εκδήλωσης του είναι η προβληματική ανάπτυξη του οφθαλμού στο στάδιο της εμβρυϊκής διάπλασης. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε προβληματική ανάπτυξη του της γωνίας του πρόσθιου θαλάμου του οφθαλμού και ονομάζεται πρωτοπαθές γλαύκωμα είτε σε ιστούς κοντά στη γωνία και ονομάζεται δευτεροπαθές γλαύκωμα και μπορεί να οφείλεται σε πολλούς λόγους όπως (στο σύνδρομο Axenfeld ,στην ανιριδία , στο σύνδρομο Sturge-Weber και σε άλλες αιτίες).

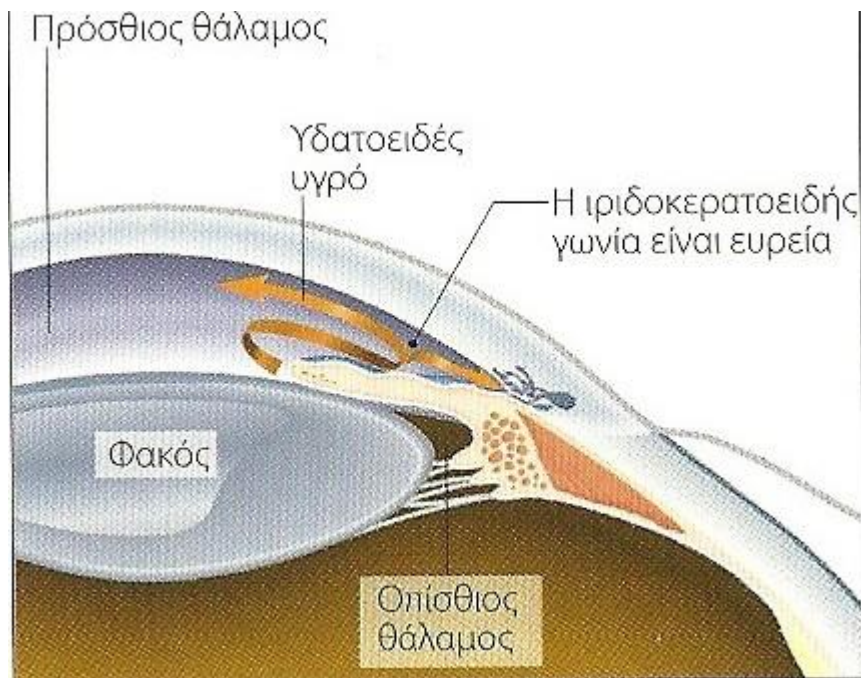
Το **επίκτητο** γλαύκωμα ,εμφανίζεται στη διάρκεια ζωής του ατόμου και οφείλεται σε παθολογικές καταστάσεις. Διακρίνεται σε πρωτοπαθές ( μοναδική παθολογική αιτία , δυσκολία αποχέτευσης του υδατοειδούς υγρού από την γωνία του πρόσθιου θαλάμου)και δευτεροπαθές (εκδηλώνεται λόγω άλλων οφθαλμολογικών παθήσεων).

Το πρωτοπαθές γλαύκωμα διακρίνεται σε πρωτοπαθές γλαύκωμα ανοιχτής γωνίας και πρωτοπαθές γλαύκωμα κλειστής γωνίας(Chandrinos, 2018).

#### 2.3.1 Πρωτοπαθές γλαύκωμα ανοιχτής γωνίας

Όπως αναφέραμε παραπάνω, στον οπίσθιο θάλαμο εκκρίνεται το υδατοειδές υγρό το οποίο ρέει προς τον πρόσθιο θάλαμο σε μια αδιάκοπη διαδικασία και αποχετεύεται στη γωνία η οποία σχηματίζεται από τον κερατοειδή χιτώνα και την ίριδα. Στην

περίπτωση του πρωτοπαθούς γλαυκώματος ανοικτής γωνίας προκαλείτε βλάβη στο οπτικό νεύρο λόγω αυξημένης ενδοφθάλμιας πίεσης, η οποία έχει την αιτία της, στη συγκέντρωση υδατοειδούς υγρού, λόγω δυσκολίας στην αποχέτευσης του και απόφραξη του διηθητικού ηθμού, όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα(Mush et al,2014).



**Εικόνα 10.** Σχήμα:Πρωτοπαθές γλαύκωμα (<https://www.bousalis.gr/glaukoma/>)  
(Ανάκτηση 15/10/2023)

Το πρωτοπαθές γλαύκωμα ανοικτής γωνίας μπορεί να οφείλεται σε πολλούς λόγους οι κυριότεροι είναι:

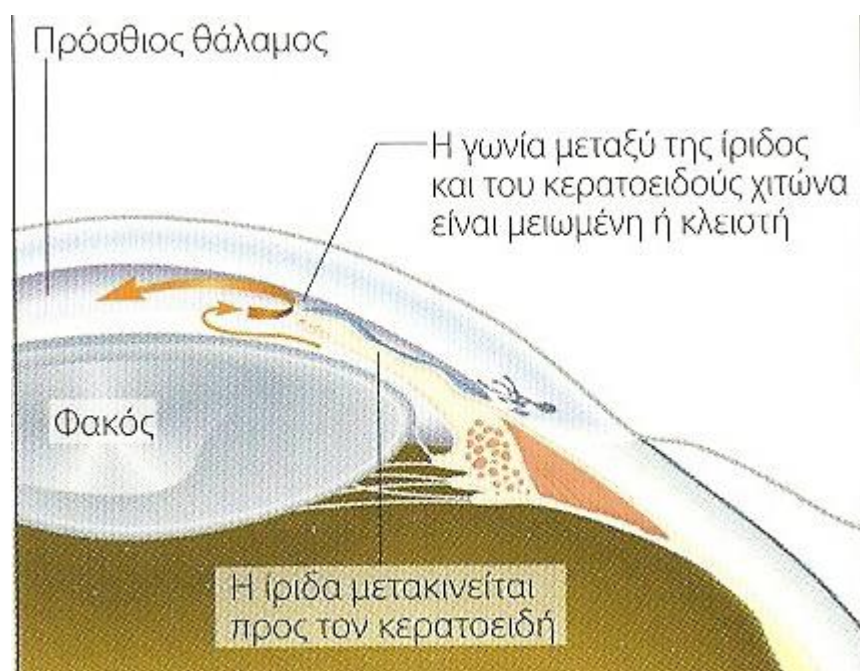
- Υψηλή ενδοφθαλμική πίεση πάνω από 21mmHg
- Προχωρημένη ηλικία (συνήθως άνω των 60 ετών)
- Η φυλή.
- Το θετικό οικογενειακό ιστορικό
- Ο σακχαρώδης διαβήτης
- Η μυωπία
- Οι καρδιαγγειακές παθήσεις (McMonnies et al, 2016)

### **2.3.2 Γλαύκωμα κλειστής Γωνίας**

Αιτία της εμφάνισης του είναι, η απόφραξη από την ίριδα του πόρου αποχέτευσης του υδατοειδούς υγρού. Σαν αποτέλεσμα αυτής της δυσκολίας είναι η αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης. Εκδηλώνεται με ξαφνικό πόνο, συνήθως στο ένα μάτι, στο οποίο προκαλεί ερυθρότητα. Ο πάσχων εμφανίζει συμπτώματα ναυτίας, πονοκέφαλο, θαμπή όραση και απαιτεί άμεση αντιμετώπιση διότι μπορεί να προκαλέσει τύφλωση (Mush et al, 2014).

Το γλαύκωμα κλειστής γωνίας εμφανίζεται περισσότερο στο γυναικείο πληθυσμό, πιθανώς λόγω του πιο ρηχού πρόσθιου θαλάμου που έχουν. Η συνήθης ηλικία εμφάνισης είναι μεταξύ 60 και 70 ετών.

Παρακάτω απεικονίζεται σχηματικά το γλαύκωμα κλειστής γωνίας



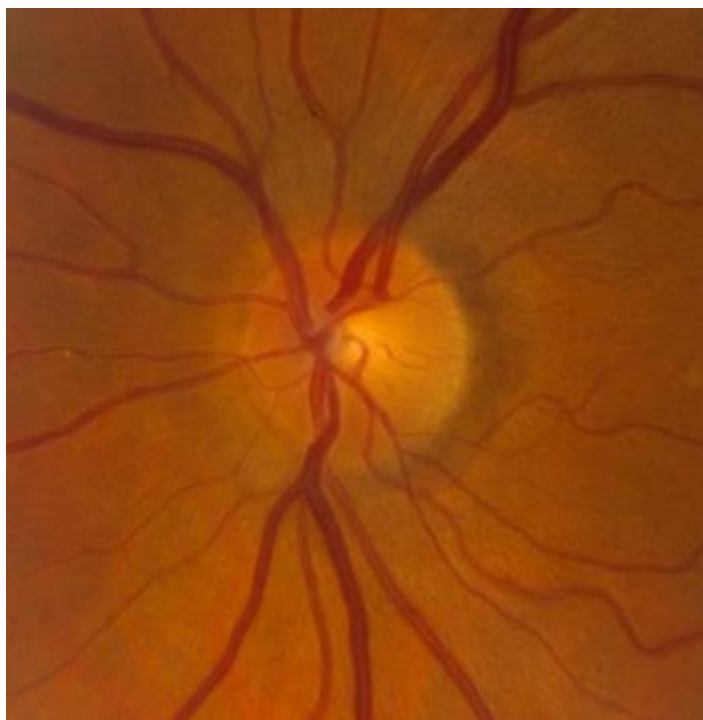
**Εικόνα 11.** (<https://www.bousalis.gr/glaukoma/>) (Ανάκτηση 15/10/2023)

Το γλαύκωμα κλειστής γωνίας οφείλεται στις παρακάτω αιτίες:

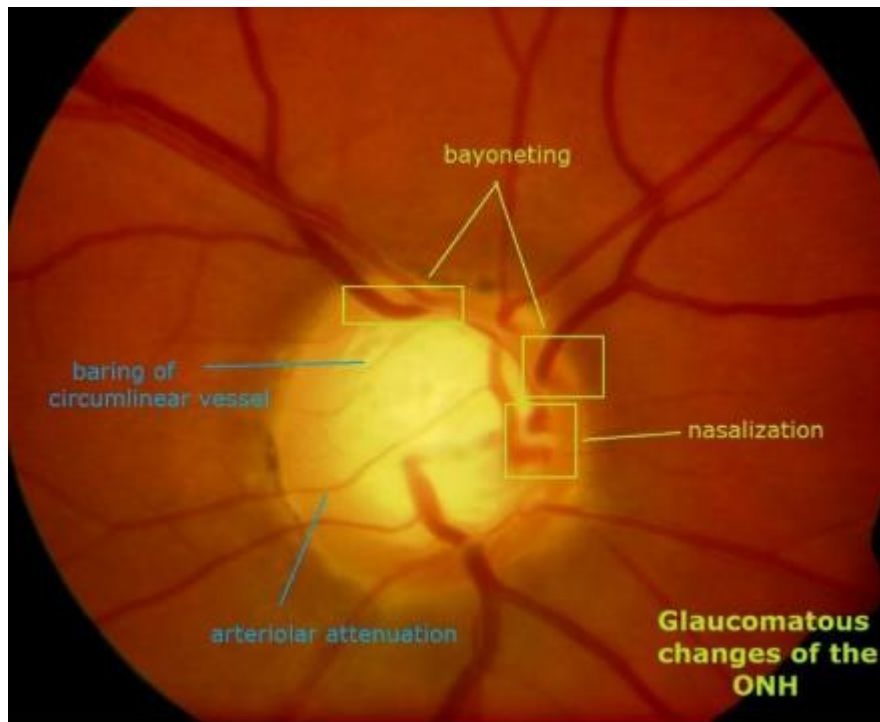
- Προχωρημένη ηλικία (άνω των 60 ετών)
- Το φύλο. Εμφανίζεται πιο συχνά στο γυναικείο πληθυσμό.
- Η φυλή. Παρατηρούνται περισσότερα περιστατικά σε Ασιάτες.
- Οικογενειακό ιστορικό πρωτοπαθούς γλαυκώματος κλειστής γωνίας.
- Η υπερμετροπία
- Μικρό αξονικό μήκος οφθαλμού (Mush et al, 2014).

### 2.3.3 Γλαύκωμα φυσιολογικής πίεσης

Το γλαύκωμα φυσιολογικής πίεσης είναι γνωστό και ως γλαύκωμα χαμηλής πίεσης. Ομοιάζει με το πρωτοπαθές γλαύκωμα ανοικτής γωνίας και διαφέρει στο γεγονός ότι οι ασθενείς δεν παρουσιάζουν αυξημένη ενδοφθάλμια πίεση, ούτε κάποιο πρόβλημα στην κυκλοφορία του υδατοειδούς υγρού. Προκαλεί αλλοιώσεις στο οπτικό νεύρο με συνέπεια απώλεια και στο οπτικό πεδίο. Μπορεί να οφείλεται σε γενετικές κατασκευαστικές ανωμαλίες, σε αυτοάνοσα νοσήματα και σε αιμοδυναμικούς λόγους οι οποίοι προκαλούν κακή θρέψη στο οπτικό νεύρο. Η εικόνα (Α) που ακολουθεί αποτυπώνει το φυσιολογικό οπτικό νεύρο ,ενώ στην εικόνα (Β) αποτυπώνονται οι αλλοιώσεις που υφίσταται το οπτικό νεύρο συνέπεια του γλαυκώματος φυσιολογικής πίεσης. Οι αλλοιώσεις διαπιστώνονται με εξέταση βυθοσκόπισης. (Γεωργιάς et al, 2010)



**Εικόνα 12.** Εικόνα:(Α) Φυσιολογικό οπτικό νεύρο  
(<https://www.athenseyehospital.gr/gr/ta-matia-enos-paidioy/alla-ofthalmologika-nosimata-tis-paidikis-ilikias/diataraxes-toy-optikoy-nevroy-p265.html>)



**Εικόνα 13.** (B)Γλαυκωματικό οπτικό νεύρο (<https://www.athenseyehospital.gr/gr/tamatiia-enos-paidioy/alla-ofthalmologika-SAnosimata-tis-paidikis-ilikias/diataraxes-toy-optikoy-nevroy-p265.html>) (Ανάκτηση 18/10/2023)

Για το γλαύκωμα φυσιολογικής πίεσης ενοχοποιούνται οι παρακάτω λόγοι:

- Το φύλο. Συνήθως παρατηρείται περισσότερο σε άτομα γυναικείου φύλου
- Η μεγάλη ηλικία
- Η φυλή στην οποία ανήκουν. Έχει παρατηρηθεί ότι άτομα ασιατικής καταγωγής και κυρίως από την Ιαπωνία εμφανίζουν περισσότερο αυτό το τύπο γλαυκώματος.
- Το οικογενειακά θετικό ιστορικό
- Το κεντρικό πάχος του κερατοειδούς
- Αγγειακά νοσήματα όπως ημικρανίες, σύνδρομοRaynaud κ.α
- Αντιϋπερτασική αγωγή και συστηματικά τις νυκτερινές ώρες υπόταση(McMonnies et al, 2016).

#### **2.3.4 Δευτεροπαθές Γλαύκωμα**



Το δευτεροπαθές γλαύκωμα, οφείλεται σε κατακράτηση του ενδοφθάλμιου υγρού λόγω παρεμπόδισης αποχέτευσης από μια ομάδα ασθενειών ή προβλημάτων του οφθαλμού.

Θεωρείται η πιο συχνή μορφή γλαυκώματος. Τα συμπτώματα ομοιάζουν πολύ με αυτά του πρωτογενούς γλαυκώματος και διαφέρουν ως προς:

-Το χρόνο που μειώνεται η οπτική λειτουργία. Συνήθως η μείωση παρατηρείται σε χρονικό διάστημα ενός έτους.

-Εμφανίζεται μονόπλευρα

-Μπορεί να εξελιχθεί σε γλαύκωμα είτε ανοικτής είτε κλειστής γωνίας

-Στους πάσχοντες η νυκτερινή καμπύλη ενδοφθάλμιας πίεσης παρουσιάζει αύξηση

-Με έγκαιρη διάγνωση και θεραπεία η διαταραχή της οπτικής λειτουργίας μπορεί να αποκατασταθεί(Chandrinos, 2018).

Παραδείγματα δευτεροπαθών γλαυκωμάτων ανοικτής γωνίας αποτελούν:

- Χρωστικό Γλαύκωμα
- Φακολυτικό Γλαύκωμα
- (Ψεύδο)αποφολιωτικό Γλαύκωμα
- Ραγοειδικό Γλαύκωμα (Μετά από διάφορες φλεγμονές του οφθαλμού)
- Τραυματικό Γλαύκωμα (μετά από τραύμα του οφθαλμού)

Παραδείγματα δευτεροπαθών γλαυκωμάτων κλειστής γωνίας αποτελούν:

- Φακομορφικό Γλαύκωμα
- Νεοαγγειακό Γλαύκωμα
- Χρόνια προσθία ραγοειδίτιδα με δημιουργία συνεχειών (μετά από φλεγμονές του οφθαλμού) (Gillman et al, 2020).

Κατά καιρούς έχουν γίνει διάφορες ταξινομήσεις με τις οποίες όμως δεν συμφωνούν όλοι οι επιστήμονες όπως: φλεγμονώδη, φακογενή, μετατραυματικά, μετεγχειρητικά, νεοαγγειακά και σε φαρμακευτικά.

Το 1982 ο Nesterov ταξινόμησε το δευτεροπαθές γλαύκωμα σε:

I - uveal μετά από φλεγμονώδη.

II - Φακογένεση (φακοτοπική, φακομορφική, φακομετρική).

III - αγγειακή (μετα-θρομβωτική, φλεβοκυτταρική).

IV - τραυματική (μούχλα, πληγή).

V - εκφυλιστική (uveal, με αμφιβληστροειδείς παθήσεις, αιμολυτική, υπερτασική).

Το μεγαλύτερο ποσοστό ασθενών εμφανίζει φλεγμονώδες δευτερογενές γλαύκωμα uveal. Οι ασθενείς παρουσιάζουν αυξημένη ενδοφθάλμια πίεση ,απόρροια κάποιου προβλήματος: π.χ. λόγω φλεγμονής, ή αγγειακής δυσλειτουργίας ή προβλήματος στον κερατοειδή( κερατίτιδα, επισκληρίτιδα, σκληρίτιδα, ραγοειδίτιδα) .

Συχνά συναντάται και το ασθενές δευτερογενές γλαύκωμα

-με οξεία ραγοειδίτιδα, μπορεί να υπάρξει αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης ως αποτέλεσμα υπερέκκρισης (20% των περιπτώσεων).

-παραβίαση αγγειακής ρύθμισης λόγω φλεβικής φλεγμονής (αύξηση αγγειακής διαπερατότητας και αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης).

-μηχανικό αποκλεισμό της γωνίας του πρόσθιου θαλάμου με εξίδρωμα, οίδημα των δοκίδων.

Οι κυριότεροι λόγοι εμφάνισης του είναι:

-Κάποιος τραυματισμός

-Από φλεγμονές

-Άτομα που πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη

-Άτομα που πάσχουν από προχωρημένο καταρράκτη

-Από χρήση φαρμάκων

-Από χειρουργικές επεμβάσεις (McMonnies et al, 2016).

### **2.3.5 Δευτεροπαθές νεογνικό και παιδικό γλαύκωμα**

Το παιδικό γλαύκωμα αναφέρεται σε ομάδα γλαυκωμάτων τα οποία συνδέονται με ανωμαλίες στην ανάπτυξη του οφθαλμού. Σε αυτούς τους λόγους οφείλεται και το δευτεροπαθές γλαύκωμα της παιδικής ηλικίας . Είναι μια σπάνια ασθένεια, η οποία επηρεάζει πολύ αρνητικά την ανάπτυξη της όρασης. Η διάγνωση της απαιτεί άμεση αντιμετώπιση ώστε να αποκατασταθεί και να ελεγχθεί η ενδοφλέβια πίεση του οφθαλμού με στόχο να μην υπάρχει απώλεια στην οπτική οξύτητα, και το οπτικό πεδίο.

Τα αιτία εμφάνισης του γλαυκώματος είναι: διάφορες παιδικές ασθένειες και παθολογικές καταστάσεις. Μπορεί να εμφανιστεί στον ένα ή και στους δύο οφθαλμούς(Yeon Lee et al, 2021).

Τα συμπτώματα τα οποία μπορεί να εμφανίσουν τα παιδιά είναι: υπερβολική δακρύρροια, ευαισθησία στο φως, ερεθισμένοι κόκκινοι οφθαλμοί, έντονο άνοιγμα και κλείσιμο όταν έρχονται σε επαφή με έντονο φως, διογκωμένοι οφθαλμοί ειδικά όταν το γλαύκωμα αφορά μόνο τον ένα οφθαλμό.

Το δευτεροπαθές γλαύκωμα αφορά ιστούς κοντά στη γωνία του πρόσθιου θαλάμου και παθολογικά αίτια. Μπορεί να προκληθεί από ασθένειες όπως:

-Το σύνδρομο sturge-weber:

το σάκχαρο, η ανιριδία,το σύνδρομο marfan,το σύνδρομο Axenfeld-Reiger, η νευροϊνωμάτωση, η χρόνια λήψη στεροειδών σκευασμάτων.

-Από τραύμα στο πρόσθιο τμήμα του οφθαλμού. Δημιουργεί αυξημένη ενδοφλέβια οφθαλμική πίεση επειδή γίνεται απόφραξη του ηθμού από ερυθροκύτταρα. Πολλές φορές η κόρη του οφθαλμού περικλείεται από μίγμα αίματος και δημιουργούνται συνθήκες κλειστής γωνίας. Η κατάσταση που δημιουργείται από τραύμα συνήθως είναι παροδική και δεν προκαλεί βλάβη. Σε καταστάσεις όπου η ενδοφθάλμια οφθαλμική πίεση είναι παρατεταμένη και μπορεί να προκαλέσει βλάβη στο οπτικό νεύρο και αιματική διαπότιση του κερατοειδούς, χορηγείτε φαρμακευτική αγωγή ή γίνεται χειρουργική επέμβαση για εκκένωση του αίματος και πλύση του πρόσθιου θαλάμου(Yeon Lee et al, 2021).

-Από ενδοφθάλμιους όγκους. Η πιο συνηθισμένη περίπτωση είναι το ρετινοβλάστωμα το οποίο αναπτύσσεται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Μπορεί να εμφανιστεί στο έμβρυο, στην νεογνική, στη βρεφική και στην νηπιακή ηλικία έως τα πέντε έτη. Τα περισσότερα παιδιά γεννιούνται με αυτό, αλλά η διάγνωση του γίνεται συνήθως στην ηλικία των 12 έως 18 μηνών. Αν είναι κληρονομικό εμφανίζεται και στους δύο οφθαλμούς σε πιο μικρή ηλικία. Αν δεν είναι κληρονομικό (ετερόπλευρο),εμφανίζεται συνήθως στον οφθαλμό. Η κόρη του οφθαλμού έχει άσπρο χρώμα στο έντονο φως (λευκοκορία), το μέγεθος της κόρης των οφθαλμών διαφέρει, υπάρχει μειωμένη οπτική οξύτητα και τα παιδιά παρουσιάζουν στραβισμό(Chandrinos, 2018).

-Από ραγοειδίτιδα: Παρατηρείται μειωμένη αποχέτευση του υδατοειδούς υγρού με συνέπεια την εμφάνιση δευτεροπαθούς γλαυκώματος ανοικτής γωνίας. Η ραγοειδίτιδα είναι φλεγμονή η οποία διακρίνεται σε πρόσθια ,ενδιάμεση και οπίσθια

ανάλογα με το σημείο στο οποίο θα εμφανιστεί. Διακρίνεται σε οξεία και χρόνια. Η οξεία αναπτύσσεται γρήγορα και εκδηλώνει πόνο και ερυθρότητα, ενώ η χρόνια αναπτύσσεται σε βάθος χρόνου ,δεν εκδηλώνει πόνο και σχετίζεται με αρθρίτιδα.

-Γλαύκωμα μετά από εγχείρηση συγγενούς καταρράκτη. Μπορεί να εμφανιστεί γλαύκωμα κλειστής γωνίας μετά την επέμβαση και οφείλεται σε ανώμαλη πρόσφυση της ίριδας στον οπίσθιο ηθμό.

Το δευτεροπαθές παιδικό γλαύκωμα αντιμετωπίζεται (Gillman et al, 2020).

### **2.3.6 Συγγενές Γλαύκωμα**

Το γλαύκωμα είναι μια πάθηση των οφθαλμών που την χαρακτηρίζει η αυξημένη πίεση μέσα στο μάτι και η οποία πολλές φορές προκαλεί βλάβη στο οπτικό νεύρο με συνέπεια την μειωμένη όραση. Μια από τις πολλές μορφές του γλαυκώματος είναι και το συγγενές γλαύκωμα(Yeon Lee et al, 2021).

Αποτελεί μια πολύπλοκη πάθηση που χρίζει ολοκληρωμένη προσέγγισης όσο αφορά τη διάγνωση ,τη θεραπεία και την παρακολούθηση. (Mush et al, 2014)

Αιτία εμφάνισης του συγγενούς γλαυκώματος μπορεί να είναι η κληρονομική προδιάθεση. Γενετικοί παράγοντας μπορεί να επηρεάσουν τόσο τους γονείς όσο και τα παιδιά τους. Η υψηλή πίεση του αίματος, τραύματα στον οφθαλμό, ο διαβήτης είναι μερικοί επιπλέον παράγοντες κινδύνου. (Mush et al, 2014)

Η αυξημένη πίεση εντός του οφθαλμού προκαλεί ανεπαρκή αποστράγγιση του υδατοειδούς υγρού και αυτό με τη σειρά του επιδρά στη λειτουργία του οπτικού νεύρου, το οποίο είναι υπεύθυνο για την μεταφορά από τον οφθαλμό των οπτικών ερεθισμάτων προς τον εγκέφαλο. Η κακή κυκλοφορία του αίματος προς τον οπτικό νευρικό δίσκο, μπορεί να προκαλέσει αύξηση της πίεσης επιδεινώνοντας την κατάσταση(McMonnies et al, 2016).

Οι ασθενείς με συγγενές γλαύκωμα ενδέχεται να παρουσιάσουν συμπτώματα όπως αλλαγές στο πεδίο της όρασης και πονοκέφαλο(McMonnies et al, 2016).

Η έγκαιρη διάγνωση είναι ζωτικής σημασίας γιατί αποφεύγεται η προοδευτική απώλεια της όρασης(McMonnies et al, 2016).

Η αντιμετώπιση του συγγενούς γλαυκώματος γίνεται με τη χρήση φαρμακευτικών σκευασμάτων κολλύρια ή χάπια, τα οποία στοχεύουν στη μείωση της παραγωγής υδατοειδούς υγρού και στη βελτίωση της ροής του προς τα έξω, με συνέπεια τη

μείωση της οφθαλμικής πίεσης ή με χειρουργική επέμβαση , η οποία στοχεύει στην απεμπλοκή των αγωγών αποστράγγισης του υγρού(Chandrinos, 2018).

Η φαρμακευτική αγωγή είναι σημαντικό να λαμβάνεται τακτικά και σε συνεχή βάση. Κάποια από αυτά τα φαρμακευτικά σκευάσματα είναι δυνατόν να προκαλέσουν παρενέργειες όπως κεφαλαλγίες, θολή όραση, να επηρεάσουν τον καρδιακό ρυθμό κ.α.

Η συστηματική παρακολούθηση του πάσχοντα από εξειδικευμένους οφθαλμιάτρους είναι σημαντική για την καλύτερη διαχείριση της πάθησης και τελικά τη διατήρηση της όρασης.

Τα άτομα τα οποία έχουν οικογενειακό ιστορικό γλαυκώματος πρέπει να υποβάλλονται σε μέτρηση ενδοφθάλμιας πίεσης, σε τακτά χρονικά διαστήματα ακόμη και στην περίπτωση που δεν παρουσιάζουν συμπτώματα.

Η πρόληψη σε αυτήν την περίπτωση είναι καίριας σημασίας, όπως και η έγκαιρη διάγνωση γιατί επιτρέπει την γρήγορη εφαρμογή αποτελεσματικών μέτρων και έτσι ελαχιστοποιείται η ζημιά(Gillman et al, 2020).

Σε επιστημονικό επίπεδο εξακολουθούν να διεξάγονται έρευνες για την ανάπτυξη καινοτόμων θεραπειών και διαγνωστικών μεθόδων, οι οποίες θα συμβάλλουν στην καλύτερη αντιμετώπιση του συγγενούς γλαυκώματος.

Τα πάσχοντα άτομα είναι πιθανό να αντιμετωπίσουν προκλήσεις στην καθημερινή τους ζωή λόγω του περιορισμού της όρασης, για το λόγο αυτό η ψυχολογική υποστήριξη και η εκπαίδευση σχετικά με τα προβλήματα που θα συναντήσουν θα τα βοηθήσει να διαχειριστούν καλύτερα την κατάσταση και να έχουν μια καλή ποιότητα ζωής(Gillman et al, 2020).

## **2.4 Γλαύκωμα και ραγοειδίτιδα**

Το γλαύκωμα και η ραγοειδίτιδα αποτελούν δύο πολύ σημαντικές παθήσεις του οφθαλμού και συνδέονται στενά με την οπτική λειτουργία του οφθαλμού. Και οι δύο αυτές κατηγορίες γλαυκώματος χαρακτηρίζονται από αυξημένη πίεση εντός του οφθαλμού και προκαλούν προοδευτικά ζημιά στο οπτικό νεύρο.

Ο ραγοειδής χιτώνας είναι ο μέσος χιτώνας του οφθαλμού ο οποίος φέρει τα αγγεία. Όταν στον ραγοειδή χιτώνα του οφθαλμού δημιουργείται φλεγμονή, τότε μιλάμε για ραγοειδίτιδα.(φλεγμονώδη κατάσταση), η οποία μπορεί να προκαλέσει πολλά

προβλήματα στην όραση. Η φλεγμονή μπορεί να επηρεάσει ολόκληρη την περιοχή του ραγοειδούς ή να εντοπιστεί σε κάποιο συγκεκριμένο τμήμα π.χ. στο πρόσθιο, στο οπίσθιο ή ενδιάμεσο τμήμα(Chandrinos, 2018).

Τα αίτια που μπορεί να προκαλούν ραγοειδίτιδα είναι διάφορα όπως:

- Τραυματισμοί
- Αλλεργικές αντιδράσεις σε σκόνη, σε χημικά ή και σε φαρμακευτικά προϊόντα.
- Μολύνσεις από ιούς ή βακτήρια και μύκητες,

Τα κυριότερα συμπτώματα που παρουσιάζουν οι ασθενείς είναι: ερεθισμός, ερυθρότητα,μυοψία, φωτοφοβία και αίσθημα ξηρότητας.

Η ραγοειδίτιδα θεραπεύεται με τη χρήση αντιβιοτικών σταγόνων ή αλοιφών και βέβαια με αποφυγή ερεθιστικών παραγόντων.

Ραγοειδίτιδα ανάμεσα στο πρόσθιο και το οπίσθιο τμήμα του οφθαλμού εμφανίζεται κυρίως στην εφηβική ηλικία ή σε παιδιά(Gillman et al, 2020).

## **2.5 Γλαύκωμα και κυκλίτιδα**

Το γλαύκωμα και η κυκλίτιδα μπορούν να χαρακτηριστούν σοβαρές οφθαλμολογικές παθήσεις, η ύπαρξη των οποίων επηρεάζει το οφθαλμικό σύστημα με ενδεχόμενο να οδηγήσουν τους πάσχοντες σε απώλεια της όρασης(Sakurada et al, 2014).

Η κυκλίτιδα είναι μια φλεγμονώδη πάθηση του ακτινωτού σώματος και επηρεάζει την αποχέτευση του υδατοειδούς υγρού. Αυτοάνοσοι και γενετικοί παράγοντες ενοχοποιούνται για την εμφάνιση της(Anderson et al, 2021).

Η θεραπευτική προσέγγιση της ασθένειας επικεντρώνεται στη μείωση της φλεγμονής. Για την σωστή αντιμετώπιση πρέπει να λαμβάνεται πλήρες ιατρικό ιστορικό κυρίως για τα αυτοάνοσα νοσήματα. Να γίνονται βιοχημικές, ανοσολογικές εξετάσεις κλπ εξετάσεις(Anderson et al, 2021).

Η έγκαιρη και σωστή διάγνωση, πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένους επαγγελματίες για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της νόσου(Anderson et al, 2021).

### **2.5.1 Κυκλίτιδα Fuchs**

Η Κυκλίτιδα Fuchs αφορά μια σπάνια γενετική διαταραχή, η οποία επηρεάζει τον αμφιβληστροειδή αναφέρεται και σαν δυστροφία Fuchs. Ονομάστηκε έτσι προς τιμή του οφθαλμίατρου Ernst Fuchs, ο οποίος περιέγραψε πρώτος αυτή τη διαταραχή το 1910(McMonnies et al, 2016).

Οι άνθρωποι που πάσχουν από αυτή την ασθένεια παρουσιάζουν προβλήματα στην όραση όπως θολερότητα και φωτοευαισθησία. (McMonnies et al, 2016).

Στην κυκλίτιδα Fuchs παρατηρείται μείωση των ενδοθηλιακών κυττάρων του κερατοειδούς χιτώνα, η οποία προκαλεί οίδημα με συνέπεια να χάνεται η διαφάνεια στον κερατοειδή χιτώνα και να ελαττώνεται η όραση(Gillman, 2020).

Αρχικά οι ασθενείς δεν παρουσιάζουν συμπτώματα ή αν παρουσιάσουν αυτά εντοπίζονται τις πρωινές ώρες με οίδημα και θολή όραση. Ο λόγος είναι διότι κατά τη διάρκεια του ύπνου ο κερατοειδής δεν ενυδατώνεται φυσιολογικά. Στην διάρκεια της ημέρας η όραση βελτιώνεται. Σε δεύτερο στάδιο με την πάροδο 10-20 χρόνων η όραση δεν βελτιώνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας και παραμένει θολή. Πολλά άτομα εκδηλώνουν πόνο και ευαισθησία στο φως(McMonnies, 2016).

Η θεραπεία της κυκλίτιδας Fuchs εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως αν ο ασθενής πάσχει ταυτόχρονα και από καταρράκτη ή από το βαθμό αλλοίωσης των κυττάρων του κερατοειδούς χιτώνα(Anderson et al, 2021).

Για τη θεραπεία χρησιμοποιούνται φαρμακευτικά σκευάσματα(υπέρτονες σταγόνες), η χρήση των οποίων βοηθά στη μείωση του οιδήματος των κυττάρων του κερατοειδούς χιτώνα, ή τοποθέτηση θεραπευτικού φακού, ενώ τέλος υπάρχει και η δυνατότητα της χειρουργικής επέμβασης η οποία συνίσταται στη μεταμόσχευση του κερατοειδούς. Στην περίπτωση της μεταμόσχευσης σήμερα υπάρχουν δύο διαθέσιμες επιλογές. Μεταμόσχευση ολόκληρου του κεντρικού τμήματος του κερατοειδούς ή μόνο του ενδοθηλίου του κερατοειδούς. Σήμερα προκρίνεται η δεύτερη διότι χρειάζεται μικρότερο χρόνο ανάρρωσης. Και οι δύο τρόποι είναι εξίσου αποτελεσματικοί. (McMonnies et al, 2016)

## **2.6 Κακοήθες Γλαύκωμα**

Το κακοήθες γλαύκωμα είναι μια σοβαρή μορφή ασθένειας, η οποία χαρακτηρίζεται από ανεξέλεγκτη αύξηση της πίεσης εντός του οφθαλμού, η οποία τελικά προκαλεί τη βλάβη στο οπτικό νεύρο και θεωρείται μια από τις πιο δύσκολες επιπλοκές της οφθαλμικής χειρουργικής. Περιεγράφηκε πρώτη φορά το 1869 από τον von Graefe. Ονομάστηκε έτσι εξαιτίας της προοδευτικής του πορείας και της κακής ανταπόκρισης του στη συμβατική θεραπεία γλαυκώματος. Πολλές φορές συναντάται και με άλλες ονομασίες όπως: γλαύκωμα βλεφαρικού αποκλεισμού, γλαύκωμα βλεφαροδιδακίου κ.α, με βάση τους πιθανούς μηχανισμούς από τους οποίους μπορεί να παραχθεί.

Η ακριβής αιτία της ασθένειας δεν είναι γνωστή. Μπορεί να εμφανιστεί μετά από κάποια οφθαλμική επέμβαση και πιο συχνά μετά από χειρουργική επέμβαση γλαυκώματος, σε οφθαλμούς με προηγούμενη χρόνια σύγκλειση γωνίας από την πρώτη μέρα της επέμβασης ή μετά από αρκετό χρονικό διάστημα, αλλά μπορεί να εμφανιστεί και σε οφθαλμούς οι οποίοι δεν υποβλήθηκαν σε χειρουργική επέμβαση.

Συσχετίζεται με αποφράξεις των κεντρικών φλεβών του αμφιβληστροειδούς, με φλεγμονή, με τραύμα, με ενδοφθάλμια λοίμωξη κλ. Μπορεί να παρατηρηθεί σε φακικούς, αφακικούς ή ψευδοφακικούς οφθαλμούς. Παρατηρείται πιο συχνά σε Ασιάτες με πιθανή εξήγηση το μικρό αξονικό μήκος τους και της προδιάθεσης τους για στενές γωνίες του πρόσθιου θαλάμου. Συνήθως προσβάλλει άτομα ηλικίας 70 ετών και περισσότερο το γυναικείο πληθυσμό.

Τα συμπτώματα που εμφανίζουν στο μάτι είναι ερυθρότητα, πόνο και μειωμένη όραση, ενώ οι πάσχοντες αναφέρουν ότι πάσχουν από πονοκέφαλο με ναυτία και έμετο.

Οι ασθενείς που υποβάλλονται σε κλινική εξέταση παρουσιάζουν αξονική επιπέδωση του πρόσθιου θαλάμου με πρόσθια μετατόπιση του φακού, του ενδοφθάλμιου εμφυτεύματος ή του υαλοειδούς προσώπου, ανάλογα τη φακοειδή κατάσταση του οφθαλμού παρουσία αυξημένης ενδοφθάλμιας πίεσης.

Για το κακοήθες γλαύκωμα ενοχοποιούνται γενετικοί παράγοντες και η χρήση στεροειδών. (Mush et al, 2014)

## **2.7 Συμπτωματολογία**



### **2.7.1 Συμπτώματα του γλαυκώματος ανοικτής γωνίας**

Το γλαύκωμα ανοικτής γωνίας είναι μια σοβαρή οφθαλμική πάθηση, τα κυριότερα συμπτώματα του είναι:

- Αλλαγές στην όραση: Οι ασθενείς παρατηρούν σταδιακή μείωση της οξύτητας στην όραση τους.
- Ερεθισμό των οφθαλμών ή πόνο ο οποίος πολλές φορές συνοδεύεται από κεφαλαλγία ειδικά σε περιόδους όπου η πίεση είναι πολύ υψηλή.
- Αλλαγές στον οφθαλμό. Η κόρη του οφθαλμού παρουσιάζει όψη διάφανη.
- Αυξημένη πίεση στους οφθαλμούς
- Αλλαγές στα βλέφαρα. Παρατηρούνται διότι η αυξημένη πίεση μπορεί να επηρεάσει την αιμοκυκλοφορία.
- Δυσκολία προσαρμογής σε σκοτεινό περιβάλλον η οποία μπορεί να οδηγήσει σε πτώσεις και ατυχήματα.
- Αλλαγές στη μορφολογία του οπτικού δίσκου οι οποίες εμφανίζονται με την πρόοδο της νόσου
- Παρουσία αίματος στον οφθαλμό όταν η ενδοφθάλμια πίεση είναι πολύ υψηλή
- Εμφανίζουν ευαισθησία στο φως (Chandrinos, 2018)

### **2.7.2 Συμπτώματα του γλαυκώματος κλειστής γωνίας**

Η μορφή αυτή του γλαυκώματος συγκαταλέγεται στις σοβαρές παθήσεις του οφθαλμού.. Παρατηρείται όταν η γωνία του περιφερειακού κερατοειδούς και της ίριδας είναι κλειστή. Η ασθένεια αυτή εμφανίζεται σε ηλικιωμένους και υπερμέτρωτες. (Sakurada et al, 2014)

Τα κυριότερα συμπτώματα της νόσου είναι;

- Οξύς πόνος στο βολβό συνήθως στον ένα οφθαλμό
- Έντονος πονοκέφαλος
- Αίσθημα ναυτίας
- Θαμπή όραση
- Ερυθρότητα στο λευκό χιτώνα του οφθαλμού
- Αιφνίδια αύξηση της ενδοφθάλμιας πίεσης
- Ξαφνική απώλεια όρασης(Sakurada et al, 2014).

## **2.8 Παράγοντες κινδύνου εμφάνισης Γλαυκώματος**

Οι κυριότεροι παράγοντες κινδύνου εμφάνισης γλαυκώματος είναι:

- Η ηλικία. Αποτελεί ένα σοβαρό παράγοντα διότι όσο αυξάνεται η ηλικία αυξάνεται και ο κίνδυνος εμφάνισης της ασθένειας .Η πιο κρίσιμη χρονική περίοδος είναι γύρω στα 60 έτη.
- Το οικογενειακό ιστορικό. Άτομα με οικογενειακό ιστορικό γλαυκώματος είναι περισσότερο ευάλωτα στην εμφάνιση της ασθένειας.
- Η ανώμαλη οπτική πίεση
- Η χρήση κορτιζονούχων και στεροειδών φαρμάκων αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης της νόσου
- Η υψηλή ενδοφθάλμια πίεση επιτείνει τον κίνδυνο.
- Η υπέρταση.
- Ο σακχαρώδης διαβήτης(Yeon Lee et al, 2021).

## **2.9 Επιδημιολογία**

Η επιδημιολογική αιτία του γλαυκώματος ερευνάται από τους επιστήμονες με στόχο να κατανοήσουν τους παράγοντες οι οποίοι συνδέονται αρχικά με την εμφάνιση του και κατόπιν με την εξέλιξη του (Chandrinos, 2018).

Το έτος 2010, 2,1 εκατομμύρια άνθρωποι τυφλώθηκαν σε ολόκληρο τον κόσμο εξ αιτίας του γλαυκώματος. Στις ηλικίες 40 έως 80 ετών στην Ευρώπη ο επιπολασμός του γλαυκώματος ανέρχεται στο 2,93%. Στην δυτική Ευρώπη το γλαύκωμα είναι η δεύτερη αιτία μη αναστρέψιμης τύφλωσης με τους περισσότερους να πάσχουν από γλαύκωμα ανοικτής γωνίας. Πηγή:(Alexander K.Schuster, et al, τμήμα οφθαλμολογίας πανεπιστημίου Mainz).

Οι μελέτες έχουν αναδείξει ως σημαντικότερους παράγοντα κινδύνου εμφάνισης της νόσου;

-Τη γήρανση και αυτό γιατί οι περισσότεροι ασθενείς ανήκουν σε ηλικιωμένες ομάδες του πληθυσμού. Στην Ευρώπη ο επιπολασμός του γλαυκώματος ανοικτής γωνίας παρουσιάζει αυξητική τάση από 0,4% στην ηλικία των 40-44 ετών σε 2,7% στην ηλικία των 70-74 ετών, ενώ αγγίζει το 10% σε άτομα ηλικίας άνω των 90 ετών.

-Την κληρονομικότητα και το οικογενειακό ιστορικό

-Τη φυλή στην οποία ανήκουν. Έχει παρατηρηθεί ότι άτομα από ορισμένες εθνοτικές ομάδες νοσούν περισσότερο. Άτομα με καταγωγή από την Αφρική νοσούν 2,8% περισσότερο σε σχέση με τους Ευρωπαίους. Σε ανθρώπους Ασιατικής καταγωγής παρατηρείται πιο συχνά γλαύκωμα κανονικής πίεσης και κλειστής γωνίας.

-Την υψηλή αρτηριακή πίεση όπου συχνά σχετίζεται και με αυξημένη ενδοφθάλμια πίεση.

-Το σακχαρώδη διαβήτη ο οποίος και αυτός επηρεάζει την ενδοφθάλμια πίεση.

-Η χρήση κάποιων φαρμακευτικών σκευασμάτων όπως είναι τα κορτικοστεροειδή.

-Το φύλο. Έχει παρατηρηθεί ότι ο ανδρικός πληθυσμός παρουσιάζει υψηλότερο κίνδυνο εμφάνισης της νόσου σε σχέση με το γυναικείο. (Sakurada et al, 2014)

## **2.10 Μέθοδοι ανίχνευσης γλαυκώματος**

Οι μέθοδοι ανίχνευσης του γλαυκώματος αποτελούν ένα διαρκές πεδίο έρευνας στον τομέα της οφθαλμολογίας. Το γλαύκωμα είναι πάθηση η οποία γίνεται συμπτωματική όταν φθάσει σε προχωρημένο στάδιο.

Οι κυριότερες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι:

**Η τονομέτρηση.** Είναι μια από τις τρεις μεθόδους μέτρησης της ενδοφθάλμιας οφθαλμικής πίεσης. Η εξέταση πραγματοποιείται με το όργανο που ονομάζεται τονόμετρο. Τα τονόμετρα σκοπό έχουν να επιτύχουν ακριβή μέτρηση της ενδοφθάλμιας πίεσης με τη μικρότερη ενόχληση στο μάτι. Η πίεση είναι αποτέλεσμα ομοιόστασης και μεταδίδεται σε όλα τα σημεία και προς όλες τις κατευθύνσεις(Αρχή του Blaise Pascai,1623-1662).

Τα τονόμετρα τα οποία εφαρμόζονται στην κλινική πρακτική σήμερα στηρίζονται σε τέσσερις αρχές οι οποίες είναι: η εσοχή, η επιτομή, η αντιστοίχιση και η ανάκαμψη.

Ο κερατοειδής είναι η μοναδική δομή έως σήμερα η οποία είναι προσβάσιμη στην εξωτερική τονομέτρηση.

Τα τονόμετρα έμμεσης δύναμης λειτουργούν με βάση την εσοχή και την επιπέδωση ή τον συνδυασμό τους.

Η τονομετρία αντιστοίχισης περιγράμματος λειτουργεί με ένα εξωτερικό πιεζοηλεκτρικό αισθητήρα πίεσης και μετρά αντίθετα από την εσοχή και την επιτομή, την πίεση και όχι μια δύναμη. Όποια μέθοδος και αν εφαρμοστεί θα πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να αποφεύγονται εξωγενείς παράγοντες οι οποίοι μπορεί να επηρεάσουν την ένδειξη της πίεσης, π. χ. τα δάκτυλα του εξεταστή τα οποία μπορούν να πιάσουν το βλέφαρο ή τον οφθαλμό κρατώντας το βλέφαρο ανοικτό, με συνέπεια την τεχνητή ανύψωση της ενδοφθάλμιας πίεσης.

Στο πέρασμα των ετών σχεδιάστηκαν διάφορα τονόμετρα. Ένα από πρώτα που κατασκευάστηκαν βασίστηκε στην τονομετρία εσοχής. Ως βάση είχε την αρχή της δύναμης (ψηφιακή πίεση ή βάρος),η οποία σπρώχνει ένα αντικείμενο γεμάτο υγρό ή αέριο σε μεγάλο βαθμό εάν η εσωτερική πίεση είναι υψηλή. Το τονόμετρο εσοχής σχεδιάστηκε από τον Von Graefe το 1862 αλλά δεν έτυχε αποδοχής. Το 1862 ο Albrecht von Graefe, ανέπτυξε ένα πειραματικό τονόμετρο για να τοποθετηθεί και να

χρησιμοποιηθεί σε κλειστά βλέφαρα, η προσπάθεια συνεχίστηκε από τον Maklakoff το 1892, τον Posner το 1965 και πολλούς άλλους με πολλά όμως μειονεκτήματα.

Πηγή: Τμήμα Οφθαλμολογίας, Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Ζυρίχης (USZ), Ζυρίχη, Ελβετία; Και Τμήμα Οφθαλμολογίας, Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια Σαν Φρανσίσκο (UCSF), Σαν Φρανσίσκο, Καλιφόρνια, Η.Π.Α.

**Η οφθαλμοσκόπηση.** Εξετάζει τη μορφολογία του οπτικού νεύρου. Νεύρο υπόλευκου χρώματος ή κοίλο αποτελεί ένδειξη γλαυκώματος. Όταν η ενδοφθάλμια πίεση δεν είναι στα φυσιολογικά επίπεδα ή αν η μορφολογία του οπτικού νεύρου δεν είναι φυσιολογική τότε χρησιμοποιούνται δύο ακόμα μέθοδοι η περιμετρία και η γωνιοσκοπία (McMonnies et al, 2016).

**Η περιμετρία** εξετάζει το οπτικό πεδίο. Χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση ορισμένων παθήσεων, οι οποίες εμφανίζουν απώλεια της περιφερειακής ή της κεντρικής όρασης. Τέτοιες ασθένειες είναι το γλαύκωμα, η οπτική νευρίτιδα και οι ωχρές παθήσεις. Η εξέταση αυτή προσφέρει μια τοπογραφική αποτύπωση της περιοχής του αμφιβληστροειδή όταν έρχεται σε επαφή με φωτεινά ερεθίσματα (Chandrinios, 2018).

Η τεχνολογία της βασίζεται στην αναγνώριση φωτεινών ερεθισμάτων διαφόρων διαστάσεων, τα οποία εμφανίζονται κατάλληλα από το διαγνωστικό σύστημα και μας δίνουν τελικά το μέγεθος του οπτικού χώρου που ο ασθενής αντιλαμβάνεται γύρω από τον οφθαλμό όταν παρατηρεί ένα σταθερό σημείο. Γνωρίζοντας ότι το πρόβλημα στους ασθενείς με γλαύκωμα δεν εντοπίζεται αρχικά στο κέντρο του οπτικού νεύρου αλλά στην περιφέρεια, αυτό προοδευτικά προκαλεί στένωση του οπτικού πεδίου (Mush et al, 2014).

Η κεντρική περιοχή της ωχράς στον αμφιβληστροειδή έχει μεγαλύτερη ευαισθησία, ενώ η ευαισθησία μειώνεται στα περιφερειακά σημεία. Η προοδευτική αυτή μείωση αποκαλείται «διάχυτο σκότωμα»

Η εξέταση δίνει τη δυνατότητα να παρακολουθείται η εξέλιξη της νόσου με την πάροδο του χρόνου και να αξιολογείται η πορεία της.

Η διαδικασία είναι μη επεμβατική και ανώδυνη για τον πάσχοντα, διότι γίνεται χωρίς μυδρίαση(χωρίς τη χρήση κολλύριου το οποίο να διευρύνει την κόρη των οφθαλμών).Η διάρκεια της εξέτασης είναι μικρή(διαρκεί περίπου 5 λεπτά για κάθε οφθαλμό),αλλά απαιτεί καλή συνεργασία του ασθενή με τον εξετάζοντα ώστε τα αποτελέσματα να είναι αξιόπιστα (Chandrinios, 2018).

Οι επιστήμονες σήμερα έχουν στη διάθεση τους πολλές τεχνικές για τη μέτρηση του οπτικού πεδίου, όμως στους ασθενείς με γλαύκωμα χρησιμοποιούνται δύο είδη περιμετρίας: η κινητή και η στατική (Sakurada et al, 2014).

Στην κινητή ο στόχος είναι να προσδιοριστούν τα ομόκεντρα ισόπτερα τα οποία διαμορφώνονται από κινητό στόχο με διαφορετική διάμετρο και φωτεινότητα (Sakurada et al, 2014).

Στην στατική περιμετρία χρησιμοποιούνται πολλοί ακίνητοι στόχοι, οι οποίοι εμφανίζονται στον εξεταζόμενο διαδοχικά με τυχαία σειρά και αυξομειώσεις φωτεινότητας (Yeon Lee et al, 2021).

Τα τεστ ελέγχου του οπτικού πεδίου μπορεί να είναι απλά στα οποία ρόλο διαδραματίζει και ο εξεταστής ή αυτοματοποιημένα (Yeon Lee et al, 2021).

Στα απλά το περίμετρο Goldmann είναι το πιο γνωστό .Αποτελείται από ένα ημισφαιρικό θόλο με φόντο λευκό φωτιζόμενο. Ο στόχος εμφανίζεται μέσα στο θόλο είναι κινητός ενώ κατά τη διάρκεια της εξέτασης μεταβάλλεται το μέγεθος του και η φωτεινότητα του. Ο εξεταστής κινεί τον στόχο που προβάλλεται (Chandrinios, 2018).

Τα αυτοματοποιημένα περιόμετρα υποστηρίζονται από ηλεκτρονικό υπολογιστή. Και εδώ υπάρχει ημισφαιρικός θόλος με φόντο λευκό φωτιζόμενο. Κατά τη διάρκεια της εξέτασης εμφανίζονται ακίνητοι στόχοι σε διάφορες θέσεις διαδοχικά και με διαφορετική φωτεινότητα τα οποία ελέγχονται από ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η μέθοδος αυτή ανήκει στη στατική περιμετρία, απαιτεί λιγότερο χρόνο εξέτασης, δεν υπάρχει παρέμβαση του εξεταστή, έχει τη δυνατότητα να συγκρίνει τα ευρήματα της

εξέτασης του ασθενούς με παλαιότερες εξετάσεις του όσο και με εξετάσεις υγείων ατόμων(Chandrinos, 2018).

Σε όλες τις περιπτώσεις, ο κάθε οφθαλμός εξετάζεται ξεχωριστά για το λόγο αυτό ο οφθαλμός που δεν εξετάζεται καλύπτεται.

Για πιο ασφαλή συμπεράσματα οι εξετάσεις θα πρέπει να διεξάγονται δύο έως τρεις φορές στη διάρκεια ενός έτους(Chandrinos, 2018).

**Η γωνιοσκοπία** εξετάζει τη γωνία όπου η ίριδα συναντά τον κεραοειδή αν είναι ανοικτή ή κλειστή. Η εξέταση αυτή βοηθά τον οφθαλμίατρο να εντοπίσει αν το γλαύκωμα είναι χρόνιο ή οξύ (Yeon Lee et al, 2021).

**Τομογραφία των οπτικών θηλών(HRT).**Η εξέταση αυτή δίνει τη δυνατότητα στον οφθαλμίατρο να δει την ανατομική κατασκευή του οπτικού νεύρου και να αναγνωρίσει ασθενείς οι οποίοι μπορεί να οδηγηθούν σε γλαύκωμα. Με τη βοήθεια ακτίνας laser σαρώνεται η επιφάνεια του αμφιβληστροειδή και το οπτικό νεύρο και σχηματίζεται τοπογραφική τρισδιάστατη (3D) απεικόνιση της κεφαλής του οπτικού νεύρου και του πάχους της στιβάδας των νευρικών ιών (Mush et al, 2014).

**Η τομογραφία συνάφειας OCT** .Δημιουργείται χάρτης με το περίγραμμα της κεφαλής του οπτικού νεύρου και μετράτε το πάχος της στιβάδας των νευρικών ιών.

**Με το laser πολαριμετρίας (GDx)** υπολογίζεται το πάχος της στιβάδας των νευρικών ιών στην επιφάνεια του αμφιβληστροειδή(Gillman et al , 2020).

**Με τεστ DARC**(Detection of Apoptosis Retinal Cells),υποστηρίζεται από ένα αλγόριθμο τεχνητής νοημοσύνης. Γίνεται έγχυση φθορίζουσας χρωστικής στο αίμα. Η φθορίζουσα χρωστική προσκολλάται στα κύτταρα του αμφιβληστροειδή και χρωματίζει εκείνα τα οποία βρίσκονται σε διαδικασία απόπτωσης, με έντονο λευκό

χρώμα. Με τη βοήθεια του αλγόριθμου οι επιστήμονες είναι βέβαιοι για το αποτέλεσμα. Το DARC χρησιμοποιείται ως βιοδείκτης όταν συνδιάζεται με τον αλγόριθμο και δίνει την σοβαρότητα της κατάστασης αλλά και προβλέπει την επιδείνωση (Anderson et al, 2021).

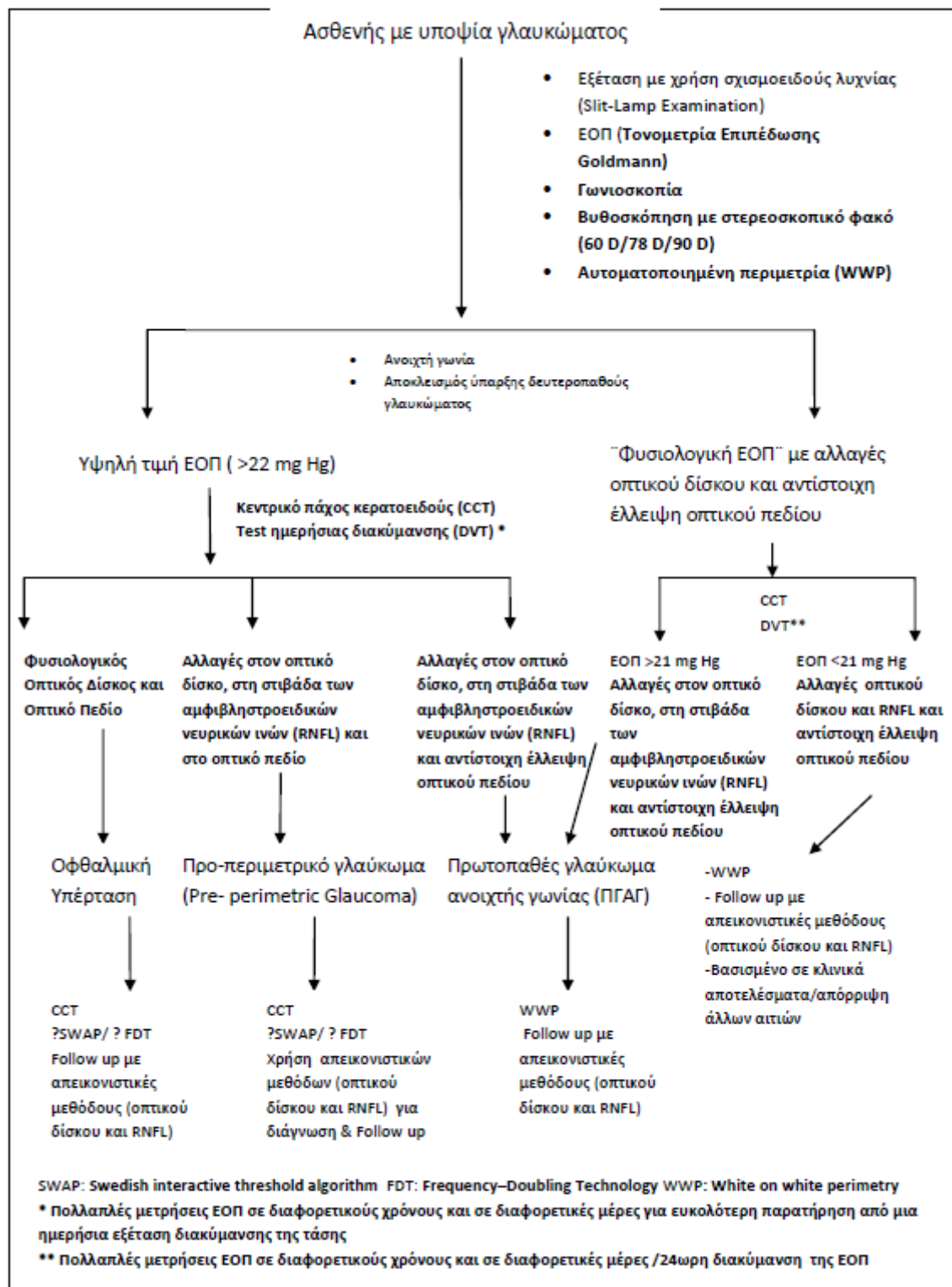
### **2.11 Θεραπεία Γλαυκώματος**

Οι πρωταρχικές θεραπευτικές επιλογές για την αντιμετώπιση του γλαυκώματος, είναι με την χρήση φαρμακευτικών σκευασμάτων όπως κολλύρια και χάπια, τα οποία σήμερα έχουν μεγάλη αποτελεσματικότητα στην μείωση της ενδοφθάλμιας πίεσης και ελάχιστες ανεπιθύμητες ενέργειες. Με τη χρήση τους επιτυγχάνεται σε ικανοποιητικό βαθμό η σταθεροποίηση της πάθησης (Bowling, 2018).

Όλες οι θεραπείες στοχεύουν στην πρόληψη της βλάβης στο οπτικό νεύρο. Η προσπάθεια επικεντρώνεται στην μείωση της ενδοφθάλμιας πίεσης μειώνοντας την παραγωγή του υδατοειδούς υγρού ή αυξάνοντας την απορροή του. Με βάση τα παραπάνω οι επιστήμονες έχουν στη διάθεση τους επιλογές όπως: Φαρμακευτικά σκευάσματα τα οποία στοχεύουν στη μείωση της έκκρισης υδατοειδούς υγρού (β-αδρενεργικοί αναστολείς και αναστολείς της καρβονικής ανυδράσης) και σκευάσματα που αυξάνουν την εκροή του υδατοειδούς υγρού μέσω της ραγοειδοσκληρικής οδού (β-αδρενεργικοί αγωνιστές και τα ανάλογα προσταγλανδίνης).

Η επιλογή του φαρμάκου που θα χορηγηθεί εξαρτάτε από τον τύπο του γλαυκώματος, τον τρόπο δράσης του, τις ιδιαίτερες ενδείξεις, αντενδείξεις, ανεπιθύμητες ενέργειες και τυχόν άλλα νοσήματα του ασθενή (Bowling, 2018).





**Εικόνα 14.** Διαγνωστικός Αλγόριθμος ΠΓΑΓ και ΟΥ (Thomas, Loibl et al. 2011).

(Ανάκτηση 15/11/2023)

Οι επιστήμονες σήμερα έχουν στη διάθεση τους για την αντιμετώπιση του γλαυκώματος το laser (Selective Laser Trabeculoplasty και Laser ιριδοτομής).

Η θεραπεία με laser θεωρείται συμπληρωματικό μέτρο εάν η τοπική θεραπεία δεν μειώσει αρκετά την ενδοφθάλμια πίεση.

Το Selective Laser Trabeculoplasty (SLT), έχει καλή αποτελεσματικότητα. Είναι μια ήπια μη-θερμική και μη-παρεμβατική μέθοδος και εφαρμόζεται για την αντιμετώπιση της υψηλής ενδοφθάλμιας πίεσης.

LASER Ιριδοτομής( Laser Iridotomy).Χρησιμοποιείται για να μειώσει την ενδοφθάλμια πίεση. Μια εστιασμένη δέσμη φωτός δημιουργεί, μια οπή στο εξωτερικό άκρο της ίριδας η οποία επιτρέπει στο υδατοειδές υγρό να κινείται ανάμεσα στον πρόσθιο και στον οπίσθιο θάλαμο μειώνοντας έτσι την πίεση. (Bowling, 2018)

Η χειρουργική επέμβαση συνιστάται εάν οι μη χειρουργικές θεραπευτικές επιλογές δεν επιτύχουν να μειώσουν την ενδοφθάλμια πίεση, στην πίεση στόχο ή προκάλεσαν στον ασθενή παρενέργειες. Είναι διαθέσιμοι ελάχιστα επεμβατικοί, φιλτραριστικοί και μη φιλτραριστικοί τύποι χειρουργικής επέμβασης. Σε μια ελάχιστα επεμβατική διαδικασία τοποθετείται στεντ στο κανάλι του Schlemm με στόχο να μειωθεί η αντίσταση εκροής μέσω του δοκιδωτού πλέγματος. Η επέμβαση αυτή μπορεί να συνδυαστεί με επέμβαση σε ασθενείς με καταρράκτη. Η ελάχιστα επεμβατική χειρουργική στο γλαύκωμα παρουσιάζει συνήθως λιγότερες παρενέργειες σε σχέση με μια διαδικασία φιλτραρίσματος, αλλά μειώνει λιγότερο την ενδοφθάλμια πίεση.

Στη διαδικασία φιλτραρίσματος δημιουργείται βοηθητική οδός για τη ροή του υδατοειδούς υγρού από τον οφθαλμό κάτω από τον επιπεφυκότα. Η τραμπεκουλεκτομή είναι το πρότυπο αναφοράς για αυτόν τον τύπο επέμβασης. Οι ασθενείς που το γλαύκωμα τους βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο, έχουν μικρότερη επιδείνωση των οπτικών πεδίων εάν υποβληθούν σε θεραπεία με δοκιδεκτομή σε σχέση με δοκιδοπλαστική με laser. Πηγή:(Alexander K.Schuster, et al,τμήμα οφθαλμολογίας πανεπιστημίου Mainz).

Σκοπό έχει τη δημιουργία οπής για την αποχέτευση του ενδοφθάλμιου υγρού (Anderson et al, 2021).

Πολλές φορές για την καλύτερη αντιμετώπιση της ασθένειάς χρειάζεται να γίνει συνδυασμός θεραπειών. Οι συνδυαστικές θεραπείες περιλαμβάνουν χρήση φαρμακευτικών σκευασμάτων και Laser ή χειρουργικών επεμβάσεων και φαρμακευτικών σκευασμάτων. Με τις συνδυαστικές θεραπείες εκτός από το γλαύκωμα αποσοβείται και ο κίνδυνος επιπλέον μολύνσεων (Bowling, 2018).

### **3. Ευαισθησία αντίθεσης**

#### **3.1 Η λειτουργία όρασης**

Η όραση αποτελείται από ένα σύνολο ικανοτήτων με κύρια λειτουργία την αντίληψη του χώρου στον οποίο βρισκόμαστε. Συγκεκριμένα, όσο αφορά την οπτική λειτουργία αναφερόμαστε στην αποτελεσματικότητα με την οποία το οπτικό σύστημα μπορεί να αναγνωρίσει ένα δεδομένο ερέθισμα. Σαν λειτουργία η όραση είναι εγκεφαλική, καθώς οι ακτίνες που φθάνουν στον οφθαλμό, αφού μετασηματισθούν στους φωτοϋποδοχείς, καταλήγουν στον ινιακό λοβό του εγκεφάλου(Bennett et al 2.019).

Η κλινική εξέταση συχνά περιλαμβάνει τη συστηματική μεταβολή μιας συγκεκριμένης παραμέτρου, όπως το μέγεθος του στόχου, και τη διενέργεια επαναλαμβανόμενων αξιολογήσεων υπό ελεγχόμενες συνθήκες έως ότου επιτευχθεί ένα όριο απόδοσης. Από την άλλη πλευρά, η λειτουργική όραση σχετίζεται με την επάρκεια ενός ατόμου στην ενασχόληση με το οπτικό περιβάλλον και αντανακλά το πόσο καλά χρησιμοποιείται η όραση του στις καθημερινές δραστηριότητες.(Bennett et al 2.019)

Η ποιότητα της όρασης επηρεάζεται από τρεις βασικούς παράγοντες: την αποτελεσματικότητα των οπτικών μέσων του οφθαλμού στην διαμόρφωση της εικόνας του αμφιβληστροειδή, τη φυσιολογική λειτουργία του ίδιου του αμφιβληστροειδούς και την επακόλουθη επεξεργασία της εικόνας αυτής στον εγκέφαλο, μαζί με την ψυχοφυσική αντίληψη που είναι μοναδική για κάθε άτομο. Το

οπτικό σύστημα παίζει καθοριστικό ρόλο στον καθορισμό της ποιότητας της εικόνας που σχηματίζεται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα (Atchison et al 2.005).

Επιπρόσθετα το οπτικό σύστημα αποτελείται από πολυάριθμες δομές και οδούς που συνδέονται μεταξύ τους, καθώς παρουσιάζουν υψηλό βαθμό λειτουργικής εξειδίκευσης ακολουθώντας μια γενική ιεραρχική οργάνωση. Η εξειδίκευση αυτή ξεκινά από τον αμφιβληστροειδή, όπου τα φωτοευαίσθητα κύτταρα, τα γαγγλιακά κύτταρα και οι φωτοϋποδοχείς ανταποκρίνονται επιλεκτικά σε πολλαπλά χαρακτηριστικά του φωτός. Οι οπτικές πληροφορίες ακολουθούν μια διαδικασία που ξεκινάει από τον οφθαλμό και ύστερα μέσω του οπτικού νεύρου περνάνε από δομές του φλοιού του εγκεφάλου και καταλήγουν στον οπτικό φλοιό που βρίσκεται στον ινιακό λοβό. Στον οπτικό φλοιό γίνεται η επεξεργασία της εικόνας. Η λειτουργία των δομών μπορεί να επηρεαστεί επιλεκτικά σε όλη την διάρκεια της ζωής ενός ατόμου. Η περίπλοκη οργάνωση του οπτικού συστήματος καθιστά αναγκαία την εφαρμογή πολλαπλών μεθόδων για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση της απόδοσης των οπτικών δομών (Bennett et al 2.019).

Στον κερατοειδή γίνεται η πρώτη διάθλαση του φωτός. Κατά την έξοδο τους από τον κερατοειδή, οι ακτίνες υφίστανται σημαντική κάμψη, πλησιάζοντας περισσότερο η μια την άλλη. Κατά συνέπεια, συγκλίνουν όταν φτάνουν στο υδατοειδές υγρό το οποίο διαθέτει δείκτη διάθλασης περίπου αντίστοιχο με του κερατοειδή, επιτρέποντας στις ακτίνες να προχωρήσουν σε ευθεία πορεία. Στην ίριδα γίνεται ο έλεγχος της ποσότητας του φωτός που εισέρχεται ρυθμίζοντας το άνοιγμα της κόρης. Ωστόσο, ο ρόλος αυτός δεν περιορίζεται μόνο στη ρύθμιση της ποσότητας του φωτός. Στη συνέχεια το φως που διέρχεται από την κόρη διασχίζει τον διαφανή κρυσταλλοειδή φακό. Ο φακός αυτός χαρακτηρίζεται από τη μη ομοιόμορφη δομή την ελαστικότητα και τη σύνθεση περίπου 2.200 εξαιρετικά λεπτών στρωμάτων. Το φως, καθώς διέρχεται μέσα από αυτά τα διαδοχικά στρώματα, υφίσταται σταδιακές διαθλάσεις με αποτέλεσμα η τροχιά του να είναι πραγματικά τεθλασμένη. Παρά τις πολλαπλές αυτές διαθλάσεις οι πλευρές είναι τόσο μικροσκοπικές που η τροχιά εμφανίζεται ως μια ομαλή συνεχής γραμμή.

### **3.2 Οπτική οξύτητα και διακριτική ικανότητα**

Οπτική οξύτητα είναι η ικανότητα του οφθαλμού να διακρίνει μεταξύ δύο αντικειμένων που απέχουν πολύ ελάχιστα μεταξύ τους.

Η οπτική οξύτητα καθορίζεται από την ελάχιστη οπτική γωνία (ελάχιστη διακριτικότητα) κατά την οποία δύο σημεία φαίνονται ως ξεχωριστά σημεία.

Η ελάχιστη οπτική γωνία μετριέται σε λεπτά της μοίρας και συμβολίζεται με το γράμμα  $\alpha$ . Η οπτική οξύτητα και η ελάχιστη οπτική γωνία είναι αντιστρόφως ανάλογες. Επομένως όσο μικρότερη είναι η γωνία, τόσο μεγαλύτερη είναι η οπτική οξύτητα και αντίστροφα (Pennsylvania State University)

Με την πάροδο του χρόνου δημιουργήθηκαν πολλά τεστ για την ακριβή μέτρηση της οπτικής οξύτητας, το ιδανικό ποσοστό οπτικής οξύτητας είναι 10/10 και ο οφθαλμός θεωρείται εμμετροπικό (Schrauf, 2000).

Το πρώτο που εφαρμόζεται ακόμη και σήμερα, είναι ο πίνακας Snellen. Κατά τη δεκαετία του 1800 υπήρξε μια κίνηση προς την κατεύθυνση τυποποίησης των οπτικών δοκιμασιών, με αποτέλεσμα τη δημιουργία διαφόρων διαγραμμάτων μέτρησης της οπτικής οξύτητας με διαφορετικούς οπτότυπους, πρόσθετα διαγράμματα που αναπτύχθηκαν περίπου την ίδια εποχή περιλαμβάνουν τους πίνακες Tumbling E, το πίνακα Landolt C και το πίνακα Allen. Πιο σύγχρονος πίνακας είναι ο LogMAR που έχει κερδίσει δημοτικότητα. Ο πίνακας LogMAR αποδίδει πιο ακριβή αποτελέσματα σε σύγκριση με άλλους πίνακες οπτικής οξύτητας και τα αποτελέσματα του είναι πιο εύκολα εφαρμόσιμα στην ανάλυση της όρασης καθιστώντας το την προτεινόμενη επιλογή σε κλινικές μελέτες (Bennett et al 2.019).

Με την λέξη οπτότυπα εννοούμε ένα πίνακα με γράμμα ή αριθμούς συγκεκριμένου μεγέθους που αξιολογείται για τον έλεγχο της οπτικής οξύτητας και αποτελούν μαύρους στόχους υψηλής αντίθεσης όπως γράμματα, που παρουσιάζονται σε λευκό φόντο (Bennett et al 2.019) (Jong, 2.024).

<b>E</b>	1	20/200
<b>F P</b>	2	20/100
<b>T O Z</b>	3	20/70
<b>L P E D</b>	4	20/50
<b>P E C F D</b>	5	20/40
<b>E D F C Z P</b>	6	20/30
<b>F E L O P Z D</b>	7	20/25
<b>D E F F O T E C</b>	8	20/20
<b>L E F O D P C T</b>	9	
<b>F D F L T C E O</b>	10	
<b>F E Z O L C F T D</b>	11	

**Εικόνα 15.** Αναπαράσταση του οπτότυπου Snellen([https://en.wikipedia.org/wiki/Snellen\\_chart](https://en.wikipedia.org/wiki/Snellen_chart)) (Ανάκτηση 8/01/2024).

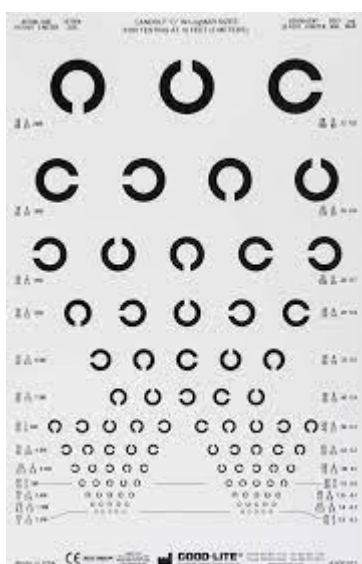
Η εξέταση της οπτικής οξύτητας αποτελεί μόνο ένα από τα συστατικά μιας ενδεδειγμένης οφθαλμολογικής αξιολόγησης, και έχει στόχο να αξιολογηθεί η οπτική διακριτικότητα του ασθενούς. Αυτό επιτυγχάνεται με την αξιολόγηση της ικανότητας του ασθενούς να διακρίνει διάφορα οπτότυπα σε μια τυποποιημένη απόσταση.(Gnugnoli et al 2.023).

Αναλυτικότερα, ο αριθμητής υποδεικνύει την απόσταση από το πίνακα, ενώ ο παρονομαστής αντιπροσωπεύει την απόσταση στην οποία ένα άτομο με κανονική όραση δηλαδή 20/20 μπορεί να διαβάσει την ίδια γραμμή στο πίνακα. Για παράδειγμα, κάποιος με όραση 20/60 θα είχε την ικανότητα να διακρίνει το ίδιο οπτότυπο στα 20 πόδια που θα μπορούσε να αναγνωρίσει ένα άτομο με κανονική όραση (20/20) στα 60 πόδια. Αντιθέτως στο πίνακα LogMar, η οπτική οξύτητα εκφράζεται ως ένας μοναδικός αριθμός με το 0,0 να υποδηλώνει την κανονική όραση. Συμπερασματικά η οπτική οξύτητα μειώνεται όσο αυξάνεται ο αριθμός και βελτιώνεται όσο μειώνεται ο αριθμός. Παρόλο που η οπτική οξύτητα 20/20 περιγράφεται σαν την ιδανική όραση είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι αυτή η μέτρηση αφορά μόνο μια πτυχή της όρασης και δεν περιλαμβάνει άλλους παράγοντες

όπως παραδείγματος χάρη η αντίληψη βάθους, η περιφερειακή όραση και η όραση χρωμάτων(Schrauf, 2000).

Μια ακόμη μέθοδος μέτρησης της οπτικής οξύτητας είναι το Landolt C, επίσης γνωστό ως δακτύλιος C. Η μέθοδος αυτή ανακαλύφθηκε από τον Ελβετό οφθαλμίατρο Έντμουντ Λάντολτ, το σύμβολο αυτό χρησιμοποιείται ευρέως στις δοκιμασίες όρασης. Το Landolt C, αποτελείται από έναν δακτύλιο με ένα αξιοσημείωτο κενό, που μοιάζει με το γράμμα C. Το κενό μπορεί να τοποθετηθεί σε διάφορες γωνίες συνήθως είναι αριστερά, δεξιά, κάτω, πάνω και σε ενδιάμεσες θέσεις 45°, και το εξεταζόμενο άτομο πρέπει να καθορίσει την πλευρά στην οποία βρίσκεται το κενό.

Το μέγεθος του γράμματος C και του διάκενου του μειώνεται σταδιακά μέχρι να επιτευχθεί ένα καθορισμένο ποσοστό σφάλματος. Η μικρότερη αντιληπτή γωνία του χάσματος λαμβάνεται στη συνέχεια ως μέτρο της οπτικής οξύτητας. Η δοκιμή αυτή διεξάγεται σε εργαστηριακό περιβάλλον. Το πλάτος διαδρομής του Landolt C είναι 1/5 της διαμέτρου του, ενώ το πλάτος του διάκενου είναι το ίδιο. Αυτός ο σχεδιασμός αντικατοπτρίζει το γράμμα C στο διάγραμμα Snellen. Το Landolt C είναι ευρέως αποδεκτό ως το τυπικό οπτότυπο για την μέτρηση της οξύτητας σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες (Schrauf et al, 2000).



Εικόνα 16. Μια απεικόνιση του οπτότυπου Landolt C (<https://tug.org/TUGboat/tb41-3/tb129frear-optotype.pdf>) (Ανάκτηση 27/01/2024)

Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για τους οποίους κάποιος άνθρωπος μπορεί να παρουσιάσει μείωση στην οπτική οξύτητα. Μια από τις συχνότερες αιτίες είναι να υπάρχει διαθλαστικό σφάλμα όπως είναι μυωπία και η υπερμετροπία. Άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν στην μείωση της οπτικής οξύτητας είναι ο αστιγματισμός, η αμβλυωπία, και τραυματικές κακώσεις. Η διενέργεια εξετάσεων οπτικής οξύτητας είναι ζωτικής σημασίας καθώς η έγκαιρη παρέμβαση μπορεί να είναι ευεργετική για πολλές από αυτές τις καταστάσεις (Gnugnoli et al 2.023).

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η μέτρια οπτική εξασθένηση ορίζεται ως η καλύτερη δυνατή διόρθωση σε οφθαλμό που βλέπει καλύτερα από 6/18, ενώ η μέγιστη οπτική εξασθένηση είναι όταν η οπτική οξύτητα χειρότερη από 3/60. Είναι σημαντικό να μετριέται η οπτική οξύτητα ενός ατόμου με την καλύτερη δυνατή διόρθωση.

Κάνοντας την καλύτερη δυνατή διόρθωση προσφέρουμε ένα καλύτερο τρόπο ζωής, δίνοντας μια άνεση στον ασθενή να κινείται και να αντιλαμβάνεται το χώρο που βρίσκεται και κινείται. Για τον λόγο αυτό αποτελεί την πρώτη και πιο αξιοσημείωτη εξέταση στην κλινική πράξη (Φωτεινάκης et al, 2.000).

### **3.2 Ευαισθησία Αντίθεσης**

Η δοκιμή ευαισθησίας φωτεινής αντίθεσης είναι μια ψυχοφυσική διαδικασία που χρησιμοποιείται για να εξεταστεί η ποιότητα της όρασης. Βασίζεται στη μεταβολή της χωρικής συχνότητας των σταθερών στόχων, είτε με την αλλαγή της έντασης του φωτός σταδιακά, είτε με τη δημιουργία μιας περιοδικής αύξησης και μείωσης αυτού (όπως στα gratings), τα οποία συνήθως διαφέρουν μόνο στη χωρική τους συχνότητα. Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας, προβάλλεται ένα ερέθισμα με συγκεκριμένη χωρική συχνότητα, του οποίου αλλάζει το κόντραστ (δηλαδή η φωτεινή αντίθεση) και ο εξεταζόμενος πρέπει να καθορίσει την ελάχιστη φωτεινή αντίθεση ( $C_{min}$ ) για την



οποία τα grating είναι ακόμα ορατά. Η ευαισθησία φωτεινής αντίθεσης (CS) ορίζεται ως το αντίστροφο του ελάχιστου κόντραστ  $C_{min}$ , δηλαδή  $CS=1/C_{min}$  (Χανδρινός κ.α.,2023).

Επιπρόσθετα, είναι σημαντικό να σημειωθεί όσο αφορά την οπτική οξύτητα και την ευαισθησία αντίθεσης, το γεγονός πως η μέτρηση της οξύτητας δεν παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ικανότητα ενός ατόμου να βλέπει αντικείμενα μεγάλου ή μεσαίου μεγέθους σε μεταβαλλόμενη φωτεινότητα. Η υπόθεση ότι η φυσιολογική οξύτητα συνεπάγει την ικανότητα αποτελεσματικής θέασης μεγάλων αντικειμένων είναι αβάσιμη, για παράδειγμα οι δοκιμασίες του Snellen έχουν σχεδιαστεί για την αντίληψη ευκρινών και καθαρών περιγραμμάτων πολύ μικρών αντικειμένων και δεν εξετάζουν τις αλλαγές στην φωτεινότητα (Karetsos & Chandrinis, 2021).

Η κατανόηση της ευαισθησίας αντίθεσης είναι ζωτικής σημασίας, καθώς η μείωση της συχνά οδηγεί σε οπτικές προκλήσεις και δυσλειτουργίες δυσανάλογες με τη μετρούμενη οπτική οξύτητα του ασθενούς. Υπάρχουν συνθήκες όπως είναι η ομίχλη ή ο καπνός που το κάθε άτομο μπορεί να βιώσει τη μείωση ευαισθησίας αντίθεσης. Ομοίως, τα άτομα που αντιμετωπίζουν έλλειψη αντίληψης της αντίθεσης υπό κανονικές συνθήκες, όπως είναι τα άτομα με διάφορες ασθένειες του αμφιβληστροειδούς αντιμετωπίζουν δυσμενείς επιπτώσεις στην οπτική τους λειτουργία. Πρέπει σε κάθε εξέταση να ελέγχεται η ευαισθησία αντίθεσης για τον λόγο ότι, το οπτικό μας σύστημα βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην αντίθεση και όχι στη χωρική ανάλυση (Owsley, 2023).

Υπάρχουν και παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την ευαισθησία αντίθεσης όπως είναι, το διαθλαστικό σφάλμα, η ηλικία, η χειρουργική επέμβαση καταρράκτη, η διαθλαστική χειρουργική, το γλαύκωμα, η διαβητική αμφιβληστροειδοπάθεια, η οπτική νευροπάθεια, το αδένωμα της υπόφυσης και άλλα (Kaur et al 2023).

Υπάρχει και ανατομική ανάλυση για τον τρόπο λειτουργίας αντίθεσης στον εγκέφαλο την οποία ανακάλυψαν οι Campbell και Green, με βάση τη θεωρία τους προσδιόρισαν τον νευρωνικό μηχανισμό που διέπει την ευαισθησία αντίθεσης, προτείνοντας διακριτά οπτικά κανάλια για την επεξεργασία πληροφοριών που σχετίζονται με διάφορες ζώνες χωρικών συχνοτήτων. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να

διαπιστώσουν πως ο αμφιβληστροειδής δεν είναι ομοιόμορφος με τον πυρήνα διότι ο πυρήνας εξειδικεύεται στις υψηλές χωρικές συχνότητες, ενώ οι χαμηλές χωρικές συχνότητες αντιπροσωπεύουν την περιφέρεια του αμφιβληστροειδή. Συνεπώς οι περιφερικές παθήσεις του αμφιβληστροειδή θα οδηγήσουν σε μειωμένη ευαισθησία αντίθεσης.

Ο Pelli-Robson μαζί με τον Campbell αναφέρθηκαν στην ύπαρξη ανεξάρτητων μηχανισμών στο νευρικό σύστημα που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι σε συγκεκριμένες χωρικές συχνότητες(Kaur et al 2.023).

Αναλυτικότερα, το εγκεφαλονωτιαίο υγρό παρουσιάζει ευαισθησία σε συγκεκριμένες χωρικές συχνότητες και λειτουργεί μέσω πολλών ανεξάρτητων και παράλληλων μηχανισμών ανίχνευσης. Όσον αφορά το οπτικό σύστημα υποδιαιρείται σε διακριτές συνιστώσες χωρικών συχνοτήτων, ενώ αποτελείται από 4 ως 6 κανάλια χωρικής συχνότητας, και οι πληροφορίες αυτές μεταδίδονται στη συνέχεια σε διάφορα κανάλια του φλοιού για περαιτέρω επεξεργασία(Kaur et al 2.023).

Οι μελέτες αυτές βοήθησαν αρκετά στη κατανόηση για το πως λειτουργεί η ευαισθησία αντίθεσης στο νευρικό σύστημα με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν τα κατάλληλα και απαραίτητα τεστ εξειδικευμένα στην εύρεση ευαισθησίας. Στις κλινικές καταστάσεις όμως, η ευαισθησία αντίθεσης συχνά διακυβεύεται καθώς και η μέγιστη ευαισθησία αντίθεσης μπορεί να μειωθεί ακόμη και όταν η οπτική οξύτητα παραμένει φυσιολογική. Υπάρχουν δύο κοινοί τύποι ερεθισμάτων, οι σχάρες και τα γράμματα που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ευαισθησίας αντίθεσης(Karetsos & Chandrinis,2021).

### **3.4 Μέθοδοι και πίνακες αξιολόγησης ευαισθησίας αντίθεσης**

Η ευαισθησία αντίθεσης είναι ακόμη πιο ουσιαστική από την οπτική οξύτητα και καθολικά αναγνωρίζεται ως εξισορρόπηση της οπτικής οξύτητας, επειδή αποκαλύπτει την ποιότητα της όρασης και πιθανώς μειώνεται αρκετά νωρίς. Ένα μέτρο αξιολόγησης της ευαισθησίας είναι η ουδός. Κατατάσσεται στην ψυχοφυσική μέθοδο καθώς βασίζεται στο οπτικό ερέθισμα. Συνήθως έχει τη μορφή εικόνας ή κάποιου χρώματος που θα προβληθεί σε μια οθόνη. Το 1860 η ανασκόπηση του Fechner

αποκάλυψε ότι η αντίθεση ουδούς είναι σταθερά περίπου 1% για μια εξαιρετικά διαφορετική σειρά στόχων και συνθηκών(Pelli et al 2.013).

Διάφορες ψυχοφυσικές μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί με την πάροδο του χρόνου για την ποσοτικοποίηση και τη μέτρηση των αποκρίσεων κατωφλίου. Για παράδειγμα, η μέθοδο της προσαρμογής έχει σαν αποστολή ο παρατηρητής να ρυθμίσει την ένταση ενός ερεθίσματος όπως είναι η αντίθεση ενός μοτίβου σχάρας, μέχρις ότου το ερέθισμα γίνει μόλις και μετά βίας αντιληπτό. Η καταγεγραμμένη τιμή έντασης θεωρείται τότε η ουδός για το συγκεκριμένο ερέθισμα.(Karetsos & Chandrinis, 2021).

Με τον όρο ψυχοφυσική αναφερόμαστε σε μια ακριβή θεωρία των λειτουργικά εξαρτημένων σχέσεων του φυσικού και του ψυχολογικού κόσμου, με βάση το θεώρημα του Fechner(Pelli et al 2.013).

Υπάρχουν δύο τύποι ευαισθησίας αντίθεσης, ο πρώτος είναι ο χρονικός και ο δεύτερος είναι ο χωρικός. Για τον χωρικό τύπο, υπάρχει μια πληθώρα μεθόδων για να επιτευχθεί η ποσοτικοποίηση της ευαισθησίας, όπως είναι ο τύπος του Michelson, ο Weber, καθώς και οι πίνακες όπως του Peli-Robson, ο πίνακας Bailey-Lovie, τα σχέδια ημιτονοειδούς σχάρας, το Ardengrating, και η δοκιμή MARS (Kaur et al 2.023).

Παρόλο που εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται τυπωμένοι πίνακες, η εξέταση με τη βοήθεια υπολογιστή κερδίζει ολοένα και μεγαλύτερη δημοτικότητα λόγω της ικανότητας της να μετρά αποτελεσματικά και προσαρμοστικά τα κατώτατα όρια για ένα ευρύ φάσμα ερεθισμάτων(Pelli et al 2.013).

Αναλυτικότερα, η αντίθεση ενός στόχου είναι ένα μέτρο της σχετικής διαφοράς φωτεινότητας σε σχέση με το φόντο και μπορεί να εκφραστεί με όρους φυσικής ως αντίθεση Weber που είναι ο τύπος  $=L_{max}-L_{min}/L_{background}$  , υπάρχει όμως και ο τύπος Michelson  $= L_{max}-L_{min}/L_{max}+L_{min}$  με το  $L_{max}$  να αντιπροσωπεύει το μέγιστο φόντο , το  $L_{min}$  το ελάχιστο και το  $L_{background}$  ( $L_{\mu}$ ,  $L_{\zeta}$ ) τη μέση τιμή και τυπική απόκλιση φωτεινότητας αντίστοιχα. Η αντίθεση Weber προτιμάται για τα ερεθίσματα γραμμάτων, ενώ η αντίθεση Michelson για τις σχάρες. Η αντίθεση της

ουδός είναι το επίπεδο αντίθεσης που απαιτείται για την αξιόπιστη αντίληψη του στόχου και το αντίστροφο του κατωφλίου αναφέρεται ως ευαισθησίας (Denis G. Pelli, 2013).

Όσο αφορά τους πίνακες η μέθοδος με την μεγαλύτερη δημοτικότητα είναι το διάγραμμα αντίθεσης Pelli-Robson. Το συγκεκριμένο διάγραμμα περιλαμβάνει οριζόντιες γραμμές από κεφαλαία γράμματα, όλα του ίδιου μεγέθους. Προχωρώντας από αριστερά προς δεξιά, η αντίθεση κάθε γράμματος μειώνεται. (Karetsos & Chandrinos 2021).

Η δοκιμασία Pelli-Robson αξιολογεί την ευαισθησία αντίθεσης χρησιμοποιώντας ένα ενιαίο, μεγάλο μέγεθος γραμμάτων οπτότυπος 20/60, με την αντίθεση να ποικίλλει σε ομάδες γραμμάτων. Οι ασθενείς διαβάζουν τα γράμματα, ξεκινώντας με την υψηλότερη αντίθεση, και συνεχίζουν έως ότου δεν μπορούν πλέον να διαβάσουν 2 ή 3 γράμματα σε μια μόνο ομάδα. Στη συνέχεια, ο εξεταζόμενος λαμβάνει βαθμολογία με βάση την αντίθεση λειτουργίας στην οποία αναγνώστηκαν δύο ή τρία γράμματα.

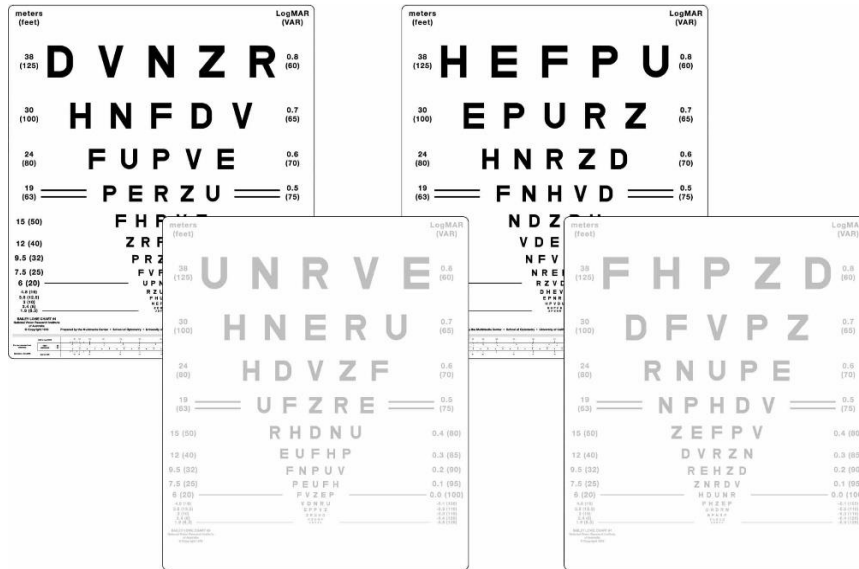
Η βαθμολογία Pelli-Robson είναι ένα λογαριθμικό μέτρο της ευαισθησίας αντίθεσης του υποκειμένου. Για παράδειγμα, μια βαθμολογία δύο σημαίνει ότι το υποκείμενο μπορούσε να διαβάσει τουλάχιστον δύο από τα τρία γράμματα με αντίθεση 1% (ευαισθησία αντίθεσης=100% ή  $\log_{10}$ ).

Επομένως, μια βαθμολογία 2,0 υποδηλώνει φυσιολογική ευαισθησία αντίθεσης 100%. Μια βαθμολογία ευαισθησίας αντίθεσης Pelli-Robson κάτω από 1,5 είναι ενδεικτική οπτικής δυσλειτουργίας και μια βαθμολογία κάτω από 1,0 αντιπροσωπεύει οπτική αναπηρία (Owsley, 2003).



Εικόνα 18.Μια απεικόνιση του Pelli-Robson test([https://www.researchgate.net/figure/Pelli-Robson-Contrast-Sensitivity-Chart\\_fig1\\_276159141](https://www.researchgate.net/figure/Pelli-Robson-Contrast-Sensitivity-Chart_fig1_276159141)) (Ανάκτηση 16/01/2024)

Υπάρχουν και άλλοι πίνακες όπως είναι το διάγραμμα Bailey-Lovie, που έχει τυποποιηθεί με σκοπό να διασφαλίσει ότι οι συνθήκες δοκιμασίας παραμένουν σταθερές, και η μόνη μεταβλητή να είναι το μέγεθος από την μια σειρά στην άλλη. Ουσιαστικά, κάθε σειρά αποτελείται από πέντε γράμματα και η απόσταση μεταξύ των γραμμάτων και των σειρών είναι ισοδύναμη με το μέγεθος των γραμμάτων. Το μέγεθος παρουσιάζει μια εξέλιξη με σταθερή αναλογία και η δυσκολία των γραμμάτων είναι ισορροπημένη για κάθε σειρά. Ο εξεταστής θα εκτιμήσει το ποσοστό ευαισθησίας αντίθεσης εξετάζοντας τη διαφορά στον αριθμό των γραμμάτων που διαβάζονται στους πίνακες υψηλής και χαμηλής αντίθεσης. Υπάρχουν δύο σετ πινάκων για την συγκεκριμένη μέθοδο, το ένα τεστ είναι για την υψηλή αντίθεση, ενώ η άλλη πλευρά του τεστ είναι για την χαμηλή αντίθεση (Karetsos & Chandrinos 2021).

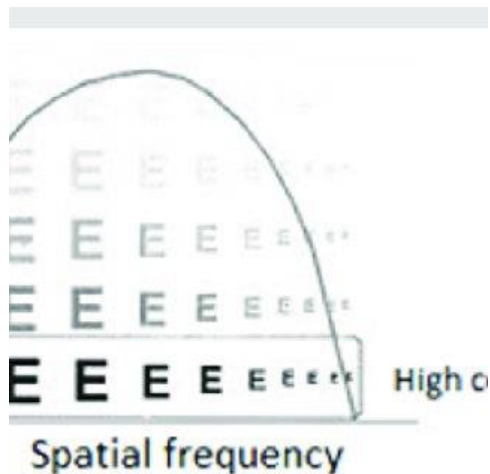


Εικόνα 19. Το διάγραμμα Bailey-Lovie(<https://precision-vision.com/products/low-vision/low-vision-tests/bailey-lovie-chart-set/>) (Ανάκτηση 16/01/2024)

Μια άλλη μέθοδος είναι τα σχέδια ημιτονοειδούς σχάρας, είναι μια μέθοδος που δεν περιλαμβάνει γράμματα αλλά έχει ένα διαφορετικό τρόπο προσέγγισης της ευαισθησίας. Συγκεκριμένα γίνεται αξιολόγηση του πλήρους φάσματος της χωρικής όρασης, με την χρήση από ημιτονοειδή μοτίβα πλέγματος ως ερέθισμα. Ο λόγος που τα μοτίβα αυτά θεωρούνται θεμελιώδη είναι επειδή μπορούν να διατρέξουν ένα οπτικό σύστημα χωρίς να υποστούν κάποια αλλαγή στο σχήμα τους. Το τεστ διεξάγεται σε ένα ημιτονοειδές πλέγμα με την φωτεινότητα των ράβδων να κυμαίνεται ημιτονοειδώς στο χώρο, και μπορεί να διακριθεί με βάση την αντίθεση, την χωρική συχνότητα και τον προσανατολισμό.(Karetsos & Chandrinos 2021)

Στην κλινική πράξη επίσης διεξάγεται και μια άλλη δοκιμασία η Arden grating test, η οποία έχει αποδειχθεί στατιστικά αξιόπιστο εργαλείο προσφέροντας ένα δείκτη ευαισθησίας αντίθεσης. Η δοκιμασία Arden χρησιμεύει ως ένα γρήγορο και αποτελεσματικό εργαλείο διαλογής. Έχει την δυνατότητα να ανιχνεύει απώλεια όρασης σε περιπτώσεις όπου άλλες κλινικές τεχνικές μπορεί να μην αποκαλύπτουν σημαντικά ευρήματα. Η φωτεινότητα της σχάρας ρυθμίζεται σε ένα εύρος αντιθέσεων από 0,5% έως 90%. Η ευαισθησία αντίθεσης αναφέρεται στην ικανότητα διάκρισης του χαμηλότερου επιπέδου αντίθεσης που μπορεί να ανιχνεύσει ο ασθενής για ένα συγκεκριμένο μέγεθος μοτίβου της σχάρας. Τα διάφορα μεγέθη πλεγμάτων αναφέρονται ως χωρικές συχνότητες. Ως κλινικό υποκατάστατο της δοκιμασίας

λειτουργίας ευαισθησίας αντίθεσης , αποδεικνύεται πολύτιμη για τον την παρακολούθηση ή τον εντοπισμό λεπτών αλλαγών στις οδούς χαμηλών και μεσαίων χωρικών συχνοτήτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι η δοκιμασία Arden έχει υποστεί αναβαθμίσεις καθώς η ενσωμάτωση της στην κλινική οφθαλμολογική εξέταση προσθέτει μια άλλη διάσταση(Woo, 1983).



**Εικόνα 20** Το Arden grating test([https://www.researchgate.net/figure/Arden-grating-chart-of-contrast-sensitivity\\_fig5\\_342361497](https://www.researchgate.net/figure/Arden-grating-chart-of-contrast-sensitivity_fig5_342361497)) (Ανάκτηση 16/01/2024)

Στην κλινική πράξη καταγράφεται και μια ακόμη δοκιμασία που διεξάγεται από επαγγελματίες οφθαλμολογικής περίθαλψης και είναι η δοκιμασία MARS(Medication Adherence Report Scale) ή Κλίμακα Αναφοράς Συμμόρφωσης Φαρμάκου. Αυτή η δοκιμασία αξιολογεί την οπτική οξύτητα χρησιμοποιώντας στόχους χαμηλής αντίθεσης. Θεωρείται πραγματική δοκιμασία ευαισθησία αντίθεσης επειδή οι ασθενείς μπορούν να τις αντιληφθούν νωρίτερα από τα μικρότερα γράμματα που μπορούν να αναγνωρίσουν σε κάποια χαμηλή, τυχαία επιλεγμένη αντίθεση. Σαν προτέρημα στη δοκιμασία αυτή είναι η αντίθεση του γράμματος που μειώνεται από την αρχή προς το τέλος του διαγράμματος (Karetsos & Chandrinos 2021).

#### **Κεφάλαιο 4: Συζήτηση και μελέτες**

Η ευαισθησία αντίθεσης αποτελεί ένα μέτρο σημαντικό στο τομέα της οφθαλμολογίας, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση του γλαυκώματος, όχι όμως για την διάγνωση του. Το γλαύκωμα είναι μια πολύ σοβαρή νόσος του οφθαλμού και η μεγαλύτερη αιτία τύφλωσης παγκοσμίως. Συνήθως γίνεται αντιληπτή η ασθένεια όταν ήδη βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο, για τον λόγο αυτό θα μπορούσαμε να αξιοποιήσουμε την ευαισθησία αντίθεσης σαν μέθοδο ανίχνευσης του γλαυκώματος καθώς τα τεστ της θα γίνουν σε κάθε οφθαλμολογική εξέταση χωρίς την παρουσία συμπτώματος. Σύμφωνα με έρευνες οι ασθενείς με γλαύκωμα θα παρουσιάσουν μειωμένη ευαισθησία αντίθεσης, επειδή υπάρχει βλάβη στο οπτικό νεύρο και επηρεάζει την περιφερική όραση. Για τον λόγο αυτό όταν εκτελείται κάποιο τεστ ευαισθησίας αντίθεσης όπως είναι το pelli-robson και το bailey-lovie, τα αποτελέσματα θα δείξουν μειωμένη ευαισθησία αντίθεσης. Με βάση μια έρευνας που έχει γίνει στην Βρετανία, τα αποτελέσματα έδειξαν πως άτομα με γλαύκωμα παρουσιάζουν σημαντικά μειωμένη ευαισθησία αντίθεσης, με την ουδό ευαισθησίας να είναι χαμηλότερο από 30%. Στις έρευνες χρησιμοποίησαν το pelli-robson και το bailey-lovie τεστ για να εξετάσουν την ευαισθησία αντίθεσης και κατέληξαν στο συμπέρασμα πως το bailey-lovie τεστ είναι μια έγκυρη καθώς και αξιόπιστη μέθοδος για ερευνητικές μελέτες που χρησιμοποιείται στην κλινική πράξη.

#### **Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα**

Όπως σε όλες τις ασθένειες έτσι και στη περίπτωση του γλαυκώματος η έγκαιρη διάγνωση διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο για την εξελικτική πορεία της νόσου.

Το γλαύκωμα θεωρείται ως μια ασυμπτωματική ασθένεια μέχρι την εξέλιξη της.

Στην Ολλανδία και συγκεκριμένα το Πανεπιστημιακό ιατρικό κέντρο Groningen (UMCG), (Διαθέσιμο στο διαδίκτυο 23 Φεβρουαρίου 2019 0042-6989/ © 2019 Δημοσίευση από την Elsevier Ltd),πραγματοποίησε μελέτη με τη μορφή



ερωτηματολογίου με θέμα την ευαισθησία χωρικής αντίθεσης από το σκοτάδι στο φως του ήλιου σε υγιή άτομα και σε ασθενείς με γλαύκωμα. Η μελέτη πραγματοποιήθηκαν με μορφή ερωτηματολογίου σε εύρος φωτεινότητας 6 log μονάδων(σκοτάδι-φως).

Η μελέτη είχε ως στόχο(α) να προσδιορίσει εάν ισχύει ο νόμος του Weber σε συνθήκες πολύ μεγάλης φωτεινότητας και(β) να συγκριθεί το cs ως συνάρτηση χωρικής συχνότητας και φωτεινότητας μεταξύ ασθενών με γλαύκωμα και υγιών ατόμων. Για τη μελέτη επιλέχθηκαν άνθρωποι οι οποίοι εργάζονταν κάτω από ακραίες συνθήκες φωτεινότητας πχ την νύκτα στο ύπαιθρο χωρίς φωτισμό ή την ημέρα κάτω από τον ήλιο. Στην μελέτη για το (α), έλαβαν μέρος 22 ασθενείς με γλαύκωμα και 51 άτομα με φυσιολογική οπτική οξύτητα(μάρτυρες).Τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού μελέτης ήταν:

Χαρακτηριστικά του πληθυσμού μελέτης.

	Υγιή άτομα (n = 51)	Στοιχεία ελάχιστου παρόμοια με την ηλικία (n = 22)	Ασθενείς με γλαύκωμα (n = 22)	Τιμή P <sup>†</sup>
Ηλικία (έτος; διάμεσος [IQR])	58 (49–66)	66 (64–70)	68 (60–73)	0,93
Φύλο, γυναίκα, n (%)	27 (53%)	11 (50%)	8 (36%)	0,54
Διάμετρος κόρης στο 1 cd/πμ(mpm; διάμεσος [IQR])	5,3 (4,7–5,8)	4,9 (4,3–5,7)	4,3 (3,4–5,1)	0,04
Διάμετρος κόρης στα 450 cd/πμ(mpm; διάμεσος [IQR])	3,0 (2,7–3,4)	3,0 (2,6–3,4)	3,1 (2,5–3,4)	0,80
Οπτική οξύτητα (logMAR; διάμεσος [IQR])	– 0,08 (–0,08–0,00)	– 0,04 (–0,08–0,00)	0,00 (–0,08–0,00)	0,15
HFA MD (dB, διάμεσος [IQR])	NA	NA	– 13,5 (–16,8––10,5)	NA

IQR = διατεταρτημόριο εύρος; MD=μέση απόκλιση. NA= δεν ισχύει.

\* Υποσύνολο που περιέχει τα 22 παλαιότερα υγιή άτομα (βλ.Τομέας 2).

<sup>†</sup>Περαιτέρω τιμές P έναντι μαρτύρων παρόμοιας ηλικίας.

**Εικόνα 21.**Πηγή: Πανεπιστημιακό ιατρικό κέντρο Groningen (UMCG), (Διαθέσιμο στο διαδίκτυο 23 Φεβρουαρίου 2019 0042-6989/ © 2019 Δημοσίευση από την Elsevier Ltd),

Για το (β) χρησιμοποιήθηκε μια υποομάδα 22 μαρτύρων σε παρόμοια ηλικία.

Η μελέτη περιέγραψε την οπτική λειτουργία ανάμεσα σε υγιείς και ασθενείς με γλαύκωμα σε ευρύ φάσμα φωτεινοτήτων κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι διαφορές ανάμεσα σε υγιείς και ασθενείς με γλαύκωμα ήταν μέτριες για το χωρικά περιττό στατικό ερέθισμα, ενώ παρουσίασε αύξηση στις χαμηλότερες φωτεινότητες.

Οι ασθενείς με γλαύκωμα παραπονιούνται για την οπτική τους απόδοση σε συνθήκες χαμηλής, υψηλής ή μεταβαλλόμενης φωτεινότητας, με την μεγαλύτερη δυσαρέσκεια να εστιάζεται σε συνθήκες χαμηλής φωτεινότητας.(Bierings et al. ,2018).

Μια ακόμα μελέτη πραγματοποιήθηκε από το τμήμα γλαυκώματος, Stein Eye Institute, David Geffen School of Medicine, University of California Los Angeles, Los Angeles, California. για να ελεγχθεί αν τα δομικά και λειτουργικά μέτρα προβλέπουν τα αποτελέσματα του cs σε ασθενείς με γλαύκωμα.

Στην μελέτη πήραν μέρος 65 ασθενείς οι οποίοι υποβλήθηκαν σε απεικόνιση οπτικής τομογραφίας συνοχής φασματικής περιοχής ωχράς κηλίδας, 24-2 τυπικά αχρωματικά οπτικά πεδία(VF) και μέτρηση cs σε 4 χωρικές συχνότητες(3,6,12 και 18 κύκλους ανά βαθμό, cpd) με αναλύσεις συσχέτισης και παλινδρόμησης.

Τα δημογραφικά και κλινικά χαρακτηριστικά του δείγματος της μελέτης ήταν:

Αριθμός ματιών (ασθενείς) Φύλο	105 (65)
(γυναίκα/άνδρας), n (%) Ηλικία,	36 (55,4%)/29 (44,6%)
μέσος όρος6SD	67,6610.4
Κατάσταση φακού (φακικός/ψευδοφακικός), n (%)	61 (58,1%)/44 (41,9%)
LogMAR οπτική οξύτητα, διάμεση (IQR)	0 (0-0,1)
Ευαισθησία αντίθεσης σε 3 cpd, σημαίνω6SD	4,6561.52
Ευαισθησία αντίθεσης στα 6 cpd, μέση 6SD	4.5461.33
Ευαισθησία αντίθεσης σε 12 cpd, σημαίνω6SD	4.1461,73
Ευαισθησία αντίθεσης σε 18 cpd, σημαίνω6SD	4.1761.62
24-2 μέση απόκλιση οπτικού πεδίου (dB), διάμεσος (IQR)	- 7,46 (-11,08 έως 2,97)
Μέσο πάχος GC/IPL (MM), διάμεσος (IQR)	64 (58-70)
Αξονικό μήκος (mm), μέσο6SD	24,4 (61,43)
IOP (mm Hg), μέση6SD	12.563.38

**Εικόνα 22.**Πηγή: Stein Eye Institute, David Geffen School of Medicine, University of California Los Angeles, Los Angeles, California, ηλεκτρονική διεύθυνση: pouri-mahdavi@jsei.ucla.edu. Τελευταία ανάκτηση 28/1/2024.

Η υπόθεση της μελέτης επιβεβαίωσε την μεγάλη συμμετοχή του cs σε συχνότητα cpd σε ασθενείς με γλαύκωμα. Η ευαισθησία αντίθεσης στο 6 cpd, επηρεάστηκε συχνότερα και έδειξε τις μεγαλύτερες συσχετίσεις με δομικά και λειτουργικά μέτρα.

Οι ερευνητές παρατήρησαν αναμενόμενη απώλεια CS και VF κυρίως στην κεντρική περιοχή. Οι συσχετίσεις ήταν μεγαλύτερες από αυτές για δομικά μέτρα της ωχράς κηλίδας. Όπως αναφέρουν αυτό το συμπέρασμα ήταν αναμενόμενο, διότι τόσο το

VF,όσο και το CS αντικατοπτρίζουν διαφορετικές λειτουργικές πτυχές του ανθρώπινου οπτικού συστήματος.

Η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι το CS δεν φαίνεται να μπορεί να καλύψει επαρκώς την επιδείνωση της νόσου του γλαυκώματος εκτός από τα πολύ πρώιμα στάδια.

Σαν συμπέρασμα των ερευνητικών αποτελεσμάτων θα λέγαμε ότι η ευαισθησία της αντίθεσης μπορεί να ανιχνεύσει πρώιμες αλλαγές στον οπτικό νευρικό ιστό πριν εμφανιστούν τα κλινικά συμπτώματα.

Στη περίπτωση του γλαυκώματος η πρώιμη ανίχνευση βλάβης του οπτικού νεύρου είναι πολύ σημαντική. Η ενδοφθάλμια πίεση, η οπτική οξύτητα και ο έλεγχος των οπτικών πεδίων δεν αποτελούν ευαίσθητους δείκτες πρώιμης γλαυκωματικής βλάβης. Αρχικά το γλαύκωμα επηρεάζει την περιφερειακή όραση, επομένως μπορεί να διαγνωστεί σαν μείωση της ευαισθησίας φωτεινής αντίθεσης σε χαμηλές χωρικές συχνότητες.

Μελέτες αναφέρουν ότι όταν η οπτική οξύτητα μειωθεί, ενδέχεται να υπάρξει καταστροφή έως και 50% των οπτικών νευρικών, ενώ όταν στην αυτόματη περιμετρία εντοπιστεί μείωση της ευαισθησίας κατά 5db τότε έχουν χαθεί το 20% των γαγγλιακών κυττάρων. Όταν η μείωση της ευαισθησίας είναι 10db, η απώλεια των γαγγλιακών κυττάρων φτάνει το 40%(Quigley et al.,1982).

Σε σύγκριση με άλλες μεθόδους αξιολόγησης, η ευαισθησία αντίθεσης, της θεωρείται ποιοτική διαγνωστική εξέταση. Έχει επιδείξει ανωτερότητα στην ανίχνευση των γλαυκωματικών αλλαγών, μπορεί να διακρίνει μεταβολές στην όραση οι οποίες δεν καταγράφονται από άλλες συνηθισμένες μεθόδους και δεν είναι επίπονη. Η συστηματική χρήση της, και ο συνδυασμός της με άλλες μεθόδους σε ασθενείς προσφέρει μια εκτενέστερη και αξιόπιστη κλινική εικόνα στον θεράποντα ιατρό.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Για την ανατομία:**

Barry D Kels, Andrzej Grzybowski, Jane M Grant-Kels, Human ocular anatomy(2014)

Brad Bowling, Κλινική οφθαλμολογία μια συστηματική προσέγγιση, Kanski (2018)

Richard S. Snell, M. Lemp, Κλινική ανατομία οφθαλμού, Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδης Π.Χ (2006)

### **ΔΙΑΔΥΚΤΙΟ :**

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25704934/>

### **Για το Γλαύκωμα:**

Quigley, H. A., & Broman, A. T. (2006). The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *British Journal of Ophthalmology*, 90(3), 262–267.

Weinreb, R. N., Aung, T., & Medeiros, F. A. (2014). The pathophysiology and treatment of glaucoma: A review. *JAMA*, 311(18), 1901–1911.

Heijl, A., Leske, M. C., Bengtsson, B., & Hyman, L. (2002). Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: Results from the Early Manifest Glaucoma Trial. *Archives of Ophthalmology*, 120(10), 1268–1279.

Για τη Ραγοειδίτιδα:

Pflugfelder, S. C., & Stern, M. E. (2014). Etiology and pathogenesis of dry eye. *Ocular Surface*, 12(2), 111–119.

Akpek, E. K., & Gottsch, J. D. (2003). Immune defense at the ocular surface. *Eye*, 17(8), 949–956.

Smith, J. A., Albenz, J., Begley, C., & Nichols, K. (2007). The epidemiology of dry eye disease: Report of the Epidemiology Subcommittee of the International Dry Eye WorkShop (2007). *The Ocular Surface*, 5(2), 93–107.

Για γλαυκωμα και κυκλιτιδα

Λεβίτζιον Μ., Χάρισον Α. Γλαύκωμα: Διάγνωση και Θεραπεία. Εκδόσεις Πασχαλίδης, 2010.

Weinreb, R. N., & Khaw, P. T. (Eds.). (2016). *Glaucoma Surgery*. Elsevier.

Shaarawy, T., Sherwood, M. B., & Hitchings, R. A. (Eds.). (2009). *Glaucoma: Medical Diagnosis and Therapy*. Springer.

Συμπτώματα του γλαυκωματος ανοικτης γωνιας

Πάλλιας, C., & Τζαμαλίδης, N. (2018). "Διαγνωστικές Αρχές του Γλαυκώματος." *Ιατρική Επιστήμη*, 5(2), 89-96.

Κωνσταντινίδης, Δ., & Παπαδοπούλου, Κ. (2017). "Συμπτώματα και Διάγνωση του Γλαυκώματος: Μια Σύγχρονη Επισκόπηση." *Οφθαλμολογία*, 30(4), 201-210.

Quigley, H. A. (2011). "Glaucoma." *The Lancet*, 377(9774), 1367-1377.

Weinreb, R. N., & Khaw, P. T. (2004). "Primary open-angle glaucoma." *The Lancet*, 363(9422), 1711-1720.

American Academy of Ophthalmology. (2015). "Primary Open-Angle Glaucoma Preferred Practice Pattern® Guidelines." *Ophthalmology*, 122(4), P1-P57.

Heijl, A., & Bengtsson, B. (2002). "The diagnosis of glaucoma." *British Journal of Ophthalmology*, 86(2), 180-182.

Συμπτώματα του γλαυκωματος κλειστης γωνιας

Weinreb RN, Aung T, Medeiros FA. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. *JAMA*. 2014;311(18):1901-1911.

Prum BE Jr, Rosenberg LF, Gedde SJ, et al. Primary Open-Angle Glaucoma Preferred Practice Pattern(®) Guidelines. *Ophthalmology*. 2016;123(1):P41-P111.

Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. Br J Ophthalmol. 2006;90(3):262-267.

Hasnain,syed(2006) «Scleral edge,not optic disc or retina is the primary site of injury in chronic glaucoma» Medical

Kingman,Sharon (2004)“Medical Hypotheses

Kingman,Sharon (2004)“Glaucoma is second leading cause of blindness globally”Bulletin of the world Health organization

Rhee, Douglas j.(August 2013)

Brad Bowling, Κλινική οφθαλμολογία, μια συστηματική προσέγγιση, εκδόσεις Kanski(2018)

Charles W. Mcmonnies, Glaucoma history and risk factors(2017)

David C Mush, Brenda W Gillespie, Paul F Palmberg, George Spaeth, Leslie M Niziol, Paul R Litcher, Visual Field improvement in the collaborative initial glaucoma treatment study(2014)

Kevin Gillman MMBS, FEBOph, March, Kaweh Mansouri MD,MPH, Minimally invasive glaucoma surgery(2020)

Jong Yeon Lee, Giochi Akiyama, Sindhu Saraswathy, Xiaobin Xie, Xiaojing Pan, Young-Kwon Hong, Alex S Huang, Aqueous Humour outflow imaging:seeing is believing (2020)

Αριστέιδης Χανδρινός, Γλαύκωμα και Περιμετρία, εκδόσεις ΟΜΙΛΟΣ ΙΩΝ(2018)

## **ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ**

Quigley, H. A., & Broman, A. T. (2006). The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. British Journal of Ophthalmology, 90(3), 262-267.

Tham, Y. C., Li, X., Wong, T. Y., Quigley, H. A., Aung, T., & Cheng, C. Y. (2014). Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. Ophthalmology, 121(11), 2081-2090.

Tielsch, J. M., Sommer, A., Witt, K., & Katz, J. R. (1991). Relationship between intraocular pressure and primary open angle glaucoma among white and black Americans. The Baltimore Eye Survey. Archives of Ophthalmology, 109(8), 1090-1095.

Leske, M. C., Wu, S. Y., Hennis, A., Honkanen, R., Nemesure, B., & BESs Study Group. (2008). Risk factors for incident open-angle glaucoma: the Barbados Eye Studies. *Ophthalmology*, 115(1), 85-93.

-ΖΙΩΓΑ,ΑΘΑΝΑΣΙΑ.ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΓΛΑΥΚΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΤΡΟΠΩΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΙΟΥΝΙΟΣ 2019

-ΜΟΣΧΟΣ,ΜΙΧΑΗΛ Ν(1998) ΝΕΥΡΟ-ΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΑ-ΑΘΗΝΑ:ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΑ

-ΜΟΣΧΟΣ, ΜΙΧΑΗΛ Ν(1998)ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΑ,ΑΘΗΝΑ ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΑ

-ΧΑΝΔΡΙΝΟΣ,ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ(2012)ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ(Notes)ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ «ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΓΛΑΥΚΩΜΑΤΟΣ.ΤΕΙ ΑΘΗΝΑΣ.ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ.ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ.<http://user.uniwa.gr>

-ΠΑΠΠΙΑ,ΘΕΟΦΑΝΗ(2009)ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΦΑΙΝΟΤΥΠΩΝ ΓΛΑΥΚΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ Laser ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΕΤΡΙΑΣ.

### **ΔΙΑΔΥΚΤΙΟ**

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24727262/>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2162098923002013>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33060830/>

<https://www.sciencedirect.com/topics/psychology/glaucoma>

### **Για την ευαισθησία αντίθεσης:**

David A Atichon, Recent advances in measurement of monochromatic aberrations of human eyes(2005)

Denis G Pelli, Peter Bex, Measuring Contrast Sensitivity (2013)

Christopher R Bennet PhD, Peter J Bex PhD, Corinna M. Bauer PhD, Lotfi B. Merabet OD PhD,MPH The Assesment of Visual Function and Functional Vision(2019)

Michael Schrauf, Claudia Stern The visual resolution of Landolt-C optotypes in human subjects depends on their orientation: the gap down effect (2001)

G C Woo, V D Prentice, An evaluation of the Arden grating test (1983)

Kindapeer Kaur, Bharat Gurnani, Contrast Sensitivity (2023)

Harrison F. Daiber, David M. Gnugnoli, Visual acuity (2023)

Paulus T V M de Jong, A history of visual acuity testing and optotypes (2024) (

Shiro Amano, Yuki Amano, Satoru Yamagami, Takashi Miyai, Tomokazu Samejima, Tetsuro Oshika, Age related changes in corneal and ocular higher order wavefront aberrations(2004)

Γεώργιος Καρέτσος, Αριστείδης Χανδρινός, Contrast sensitivity measurement test and methods (2021)

Νικήτας Κακλαμάνης, Αντώνης Κάμμας, Η ανατομική του ανθρώπου, Εκδόσεις M-Edition (1988)

Φωτεινάκης Βασίλειος, Αριστείδης Χανδρινός, Εύαγγελος Πατέρας, Κλινική Διάθλαση, Εκδόσεις Ελλην (2000)

#### ΔΙΑΔΥΚΤΙΟ:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3744596/>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1071909119300427?via=ihub>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6643901/>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35593849/>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33085445/>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35922542/>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15183781/>

<https://kipos.firenews.video/optikh-oxutha-ti-einai/>



