



ΟΦΘΑΛΜΟΣ

Αναπαοδογυρίζοντας την εικόνα

Γυναίκα



Άνδρας



Άνδρας



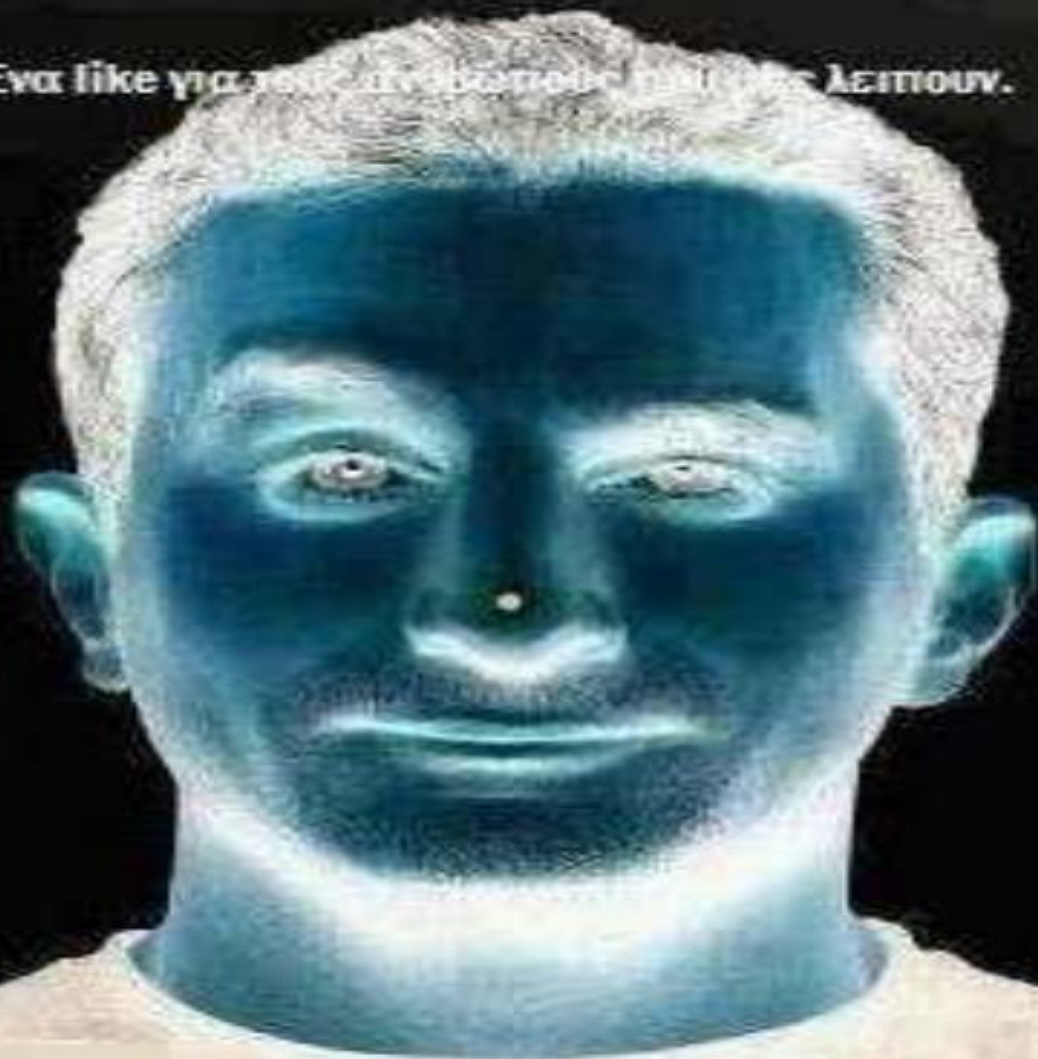
Γυναίκα


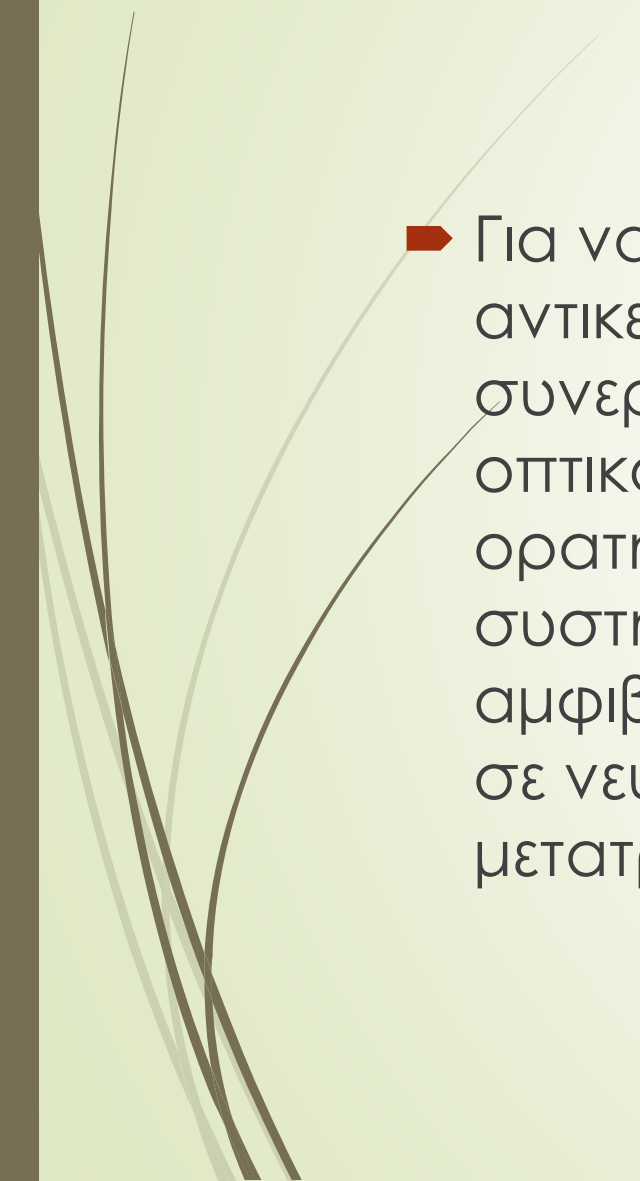
**Κοιτά 30 δευτερολεπτα  
την κουκίδα στην μυτη**


**ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΔΕΣ ΕΔΩ**





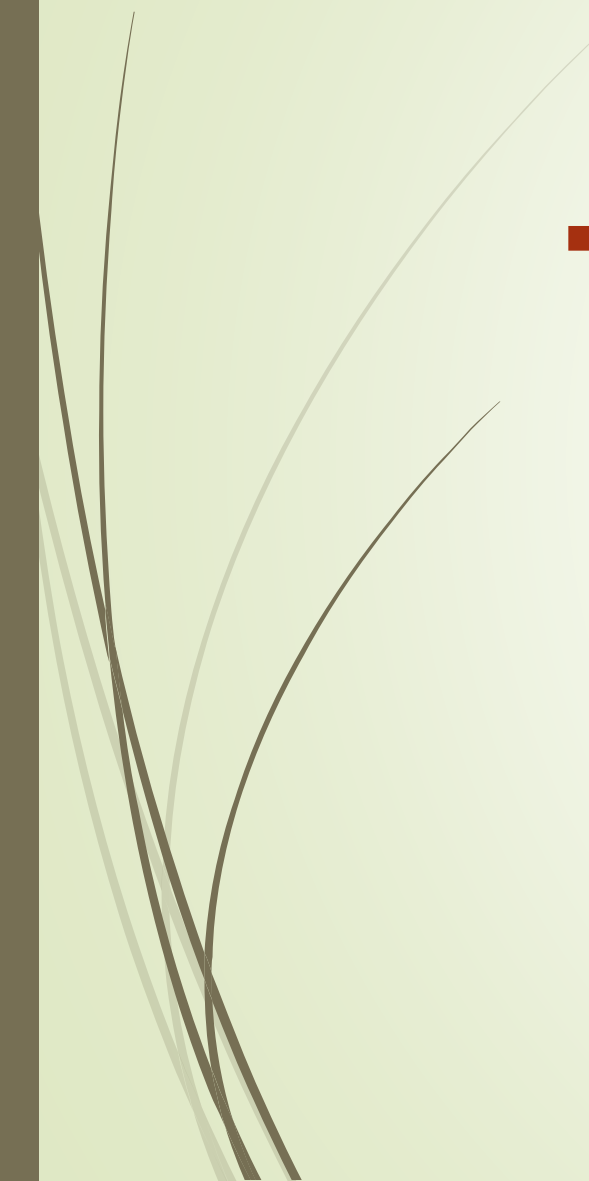
Ενα Πικε για τους ανθρώπους που λείπουν.


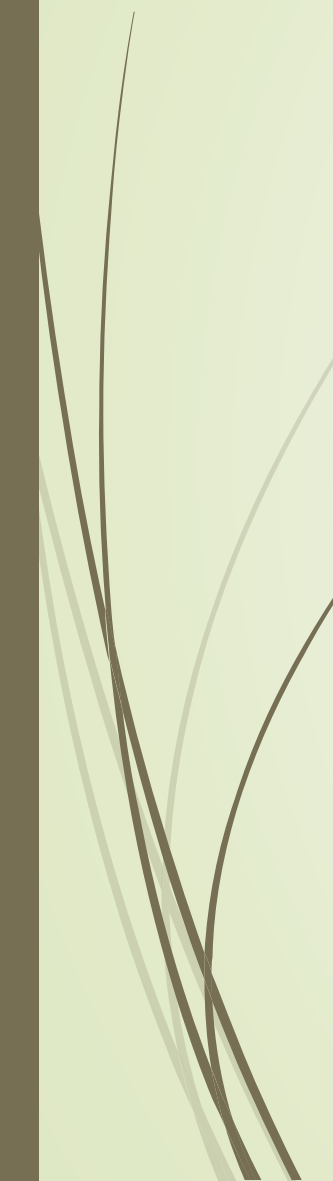


- 
- 
- ▶ Για να μπορέσει ο άνθρωπος να δει τα χρώματα των αντικειμένων του περιβάλλοντός του, χρειάζεται να συνεργαστούν τρεις παράγοντες : α) η φωτεινή πηγή, β) το οπτικό όργανο, που είναι ο οφθαλμός και γ) το αντικείμενο. Η ορατή ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, μέσω του οπτικού συστήματος του οφθαλμού, (ματιού), μεταφέρεται στον αμφιβληστροειδή. Εκεί, το φυσικό αυτό ερέθισμα μετατρέπεται σε νευρική διέγερση, η οποία μεταβιβάζεται στον εγκέφαλο και μετατρέπεται σε αίσθηση του χρώματος


- 
- ▶ Το σύστημα της όρασης μπορεί να παρομοιαστεί με δύο βιντεοκάμερες, συνδεδεμένες σε έναν υπολογιστή, μέσω ηλεκτρικών καλωδίων. Στην περίπτωση αυτή, οι βιντεοκάμερες είναι οι δύο οφθαλμοί, δεξιά και αριστερά, ο κεντρικός υπολογιστής είναι ο ανθρώπινος εγκέφαλος, ενώ τα ηλεκτρικά καλώδια που συνδέουν τις βιντεοκάμερες με τον υπολογιστή είναι τα οπτικά νεύρα. Ο κερατοειδής χιτώνας του βολβού και ο φακός σχηματίζουν το σύστημα φακών των δύο βιντεοκαμερών. Το διάφραγμα του συστήματος είναι η ίριδα του οφθαλμού, ενώ το φιλμ αποτελεί ο αμφιβληστροειδής χιτώνας


- 
- Έτσι, κάθε φορά που πέφτει το φως πάνω στους οφθαλμούς, ο κερατοειδής και ο φακός εστιάζουν το φως αυτό για το σχηματισμό ενός ειδώλου πάνω στον αμφιβληστροειδή, στο πίσω μέρος του οφθαλμού. Στη συνέχεια, οι φωτοϋποδοχείς του αμφιβληστροειδή, (που είναι τα ραβδία και τα κωνία), μεταφράζουν την ενέργεια του φωτός σε ηλεκτρικό σήμα, το οποίο μεταδίδεται κατά μήκος των οπτικών νεύρων, προς τα ειδικά σημεία του εγκεφάλου, (τους οπτικούς φλοιούς). Η εικόνα στον αμφιβληστροειδή είναι ανεστραμμένη και με αντίστροφη τη διάσταση του βάθους. Ωστόσο, ο εγκέφαλος μαθαίνει και προγραμματίζεται από τη γέννηση να ερμηνεύει αυτό το είδωλο στη σωστή του διάσταση. Ο οπτικός φλοιός του εγκεφάλου ερμηνεύει τα ηλεκτρικά σήματα που λαμβάνει από τους οφθαλμούς και τα μεταφράζει σε εικόνες με χρώματα.



- 
- 
- ▶ Η χρωματική ευαισθησία του οφθαλμού, δηλ. η ικανότητά του να ξεχωρίζει τα χρώματα, οφείλεται στις διαφορετικές χρωμοευαίσθητες χρωστικές ουσίες, (φωτοχρωστικές), που περιέχουν τα ραβδία και τα κωνία. Η φωτοχρωστική των ραβδίων ονομάζεται οπτική πορφύρα ή ροδοψίνη και η διέγερσή της γίνεται από φωτόνια μήκους κύματος αντίστοιχου προς τις περιοχές πορτοκαλί μέχρι ιώδες του ορατού ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, δηλαδή 420 – 600 nm. Το μέγιστο της ευαισθησίας τους αντιστοιχεί στα 500 – 505 nm περίπου, δηλαδή στην περιοχή του πράσινου


- 
- 
- Όσον αφορά τα κωνία, έχει αποδειχθεί ότι υπάρχουν 3 τύποι κωνίων, (κόκκινα, πράσινα και κυανά), τα οποία περιέχουν τρεις διαφορετικές μορφές φωτοχρωστικής. Έτσι η κυανή χρωστική εμφανίζει ένα μέγιστο απορρόφησης, (και το αντίστοιχο κωνίο ένα μέγιστο ευαισθησίας), στα 445 nm, η πράσινη στα 536 nm και η κόκκινη στα 570 nm. Το τελευταίο αυτό μήκος κύματος αντιστοιχεί ουσιαστικά στο κίτρινο χρώμα, εντούτοις η αντίστοιχη χρωστική χαρακτηρίζεται για λόγους ιστορικούς ως κόκκινη, (ιωδοψίνη), γιατί από τις τρεις χρωστικές των κωνίων είναι η πιο ευαίσθητη στο κόκκινο χρώμα. Είναι σαφές ότι υπάρχουν φωτόνια ορισμένου μήκους κύματος, (π.χ. 490 nm), τα οποία είναι δυνατόν να διεγείρουν και τις τρεις κατηγορίες κωνίων. Φαίνεται επίσης ότι η ισχυρότερη διέγερση αθροιστικά προέρχεται από τα φωτόνια μήκους κύματος 560 nm, δηλαδή συνδυασμού των δύο μεγίστων του πράσινου και του κόκκινου χρώματος, 535 nm και 570 nm αντίστοιχα




- 
- ▶ Η όραση είναι τόσο σημαντική αίσθηση, που ένα μεγάλο μέρος του εγκεφάλου είναι αφιερωμένο στην ερμηνεία αυτών που γίνονται ορατά. Προκαλεί ενδιαφέρον ότι το αριστερό μέρος του εγκεφάλου επεξεργάζεται τις εικόνες του δεξιού οπτικού πεδίου, (και από τα δύο μάτια), και το δεξί μέρος αυτές του αριστερού. Έτσι, τα άτομα που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο που επηρεάζει τον οπτικό φλοιό στο ένα ημισφαίριο του εγκεφάλου, έχουν χάσει το αντίθετο από την πλευρά του εγκεφαλικού οπτικού πεδίου και στα δύο μάτια.
  - ▶ Η χρωματική ευαισθησία του οφθαλμού είναι διαφορετική σε κάθε άτομο και ως εκ τούτου η αντίληψη των χρωμάτων γίνεται υποκειμενική. Παράγοντες που επιδρούν αρνητικά στη σωστή όραση είναι διάφορα ανατομικά προβλήματα του οφθαλμού, η ηλικία, και οι διάφορες παθολογικές καταστάσεις, (καταρράκτης, αχρωματοψία). Περίπου 8% του ανδρικού πληθυσμού και 0,5% του γυναικείου έχουν ελαττωματική χρωματική όραση

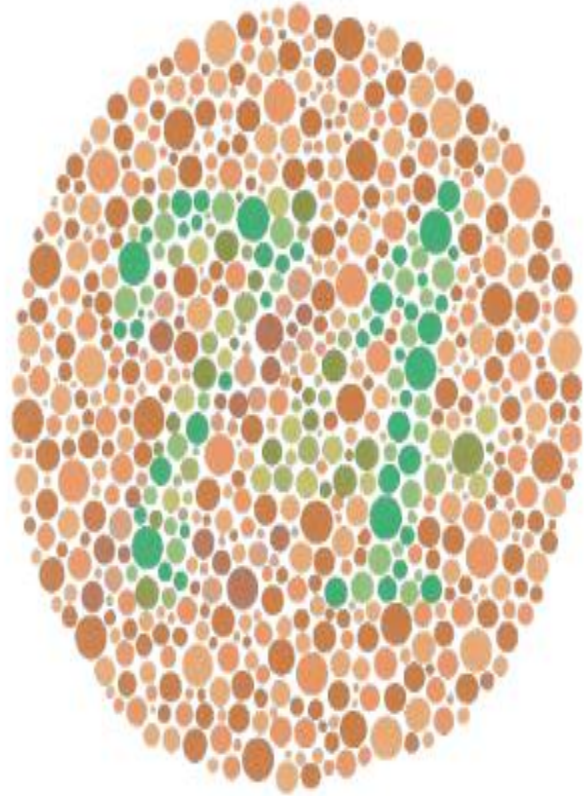
- 
- ▶ Το μεγαλύτερο μέρος των προβλημάτων της όρασης προέρχονται από βλάβες στο σύστημα των φακών και τον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Τελευταία, όμως, έχουν αναγνωριστεί και βλάβες που οφείλονται στην αδυναμία του εγκεφάλου να αναγνωρίσει τα χρώματα, όπως το σύνδρομο εγκεφαλικής δυσχρωματοψίας.
  - ▶ Οι βλάβες στους φακούς επηρεάζουν κυρίως την καθαρότητα και ακρίβεια της εικόνας, αφού μεταβάλλουν την εστίασή της στον αμφιβληστροειδή χιτώνα και δευτερευόντως μόνο το χρώμα. Στις βλάβες στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του οφθαλμού υπάγονται οι αμφιβληστροπάθειες και οι συγγενείς ελλείψεις των οπτικών κυττάρων. Οι αμφιβληστροπάθειες είναι βλάβες που επηρεάζουν τη σωστή διέγερση όλων των σημείων της επιφάνειας του χιτώνα και επομένως η εικόνα είναι ατελής. Στη μελαγχρωστική αμφιβληστροπάθεια, λόγω εκφύλισης του χιτώνα στη περιφέρεια, δημιουργείται εικόνα σαν μέσα από σωλήνα, ενώ στις τραυματικές βλάβες που οδηγούν σε εκφύλιση της ωχράς κηλίδας δημιουργείται εικόνα με σκοτεινή την κεντρική περιοχή

- 
- 
- Σε συγγενείς ελλείψεις των οπτικών κυττάρων παρουσιάζονται οι διάφορες μορφές αχρωματοψίας. Έτσι σε συγγενή έλλειψη των υποδοχέων του πράσινου, (πράσινα κωνία), τα άτομα πάσχουν από τη λεγόμενη αχρωματοψία του πράσινου/κόκκινου ή δευτεροανοψία ή δευτεροανομαλία, κατά την οποία τα άτομα αυτά δεν μπορούν να ξεχωρίσουν το πράσινο, το κόκκινο και το μπλε, όταν έχουν την ίδια φωτεινότητα και τον ίδιο βαθμό κορεσμού. Επίσης, το ιώδες και το μπλε-ιώδες δεν μπορεί να ξεχωρίσει από το μπλε. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και στη περίπτωση της έλλειψης των υποδοχέων του κόκκινου, (κόκκινα κωνία), παθολογική κατάσταση που ονομάζεται αχρωματοψία πράσινου / κόκκινου ή πρωτανοψία ή πρωτανομαλία. Τα άτομα αυτά επιπλέον δεν μπορούν να ξεχωρίσουν το μπλε-πράσινο από το γκρι

- 
- Μειωμένος αριθμός, ή έλλειψη των κυανών υποδοχέων, (κυανὰ κωνία), έχει σαν αποτέλεσμα τα άτομα αυτά να βλέπουν τα χρώματα μπλε και κίτρινο σαν κόκκινο και πράσινο αντίστοιχα και η παθολογική αυτή κατάσταση ονομάζεται τριτανοψία ή τριτανωμαλία.
  - Η πιο συχνή διαταραχή είναι η δευτερανωμαλία, ενώ η τριτανοψία και η τριτανωμαλία είναι πολύ σπάνιες.
  - Τέλος, η έλλειψη όλων των υποδοχέων χρώματος, δημιουργεί τη παθολογική κατάσταση που λέγεται μονοχρωματισμός η δαλτωνισμός, κατά την οποία δημιουργείται πλήρης αχρωματοψία.



Η διάγνωση των προβλημάτων αντίληψης των χρωμάτων γίνεται κλινικά με μεθόδους ανάγνωσης καρτών από τον ασθενή, οι οποίες αποτελούνται από έγχρωμες κουκκίδες διαφόρων χρωμάτων και μεγέθους που συνθέτουν γράμματα ή αριθμούς, τις γνωστές κάρτες Ishihara (Εικ. 5.4). Τα φυσιολογικά άτομα, τα οποία διακρίνουν όλα τα χρώματα, διαβάζουν τα ψηφία αυτά χωρίς δυσκολία, ενώ αντίθετα, αυτό είναι δύσκολο ή και αδύνατο για εκείνα που έχουν αχρωματοψία και δεν διακρίνουν ένα ή περισσότερα χρώματα. Ορισμένες κάρτες μάλιστα είναι έτσι κατασκευασμένες, ώστε όποιος πάσχει από ειδικού τύπου διαταραχή έγχρωμης όρασης να διαβάζει διαφορετικό ψηφίο από εκείνο που βλέπει ένα φυσιολογικό άτομο.




**Εικόνα 5.4:** Ο φυσιολογικός οφθαλμός διακρίνει τον αριθμό 74, ενώ ο πάσχων από αχρωματοψία κόκκινου-πράσινου βλέπει τον αριθμό 21.<sup>11</sup>


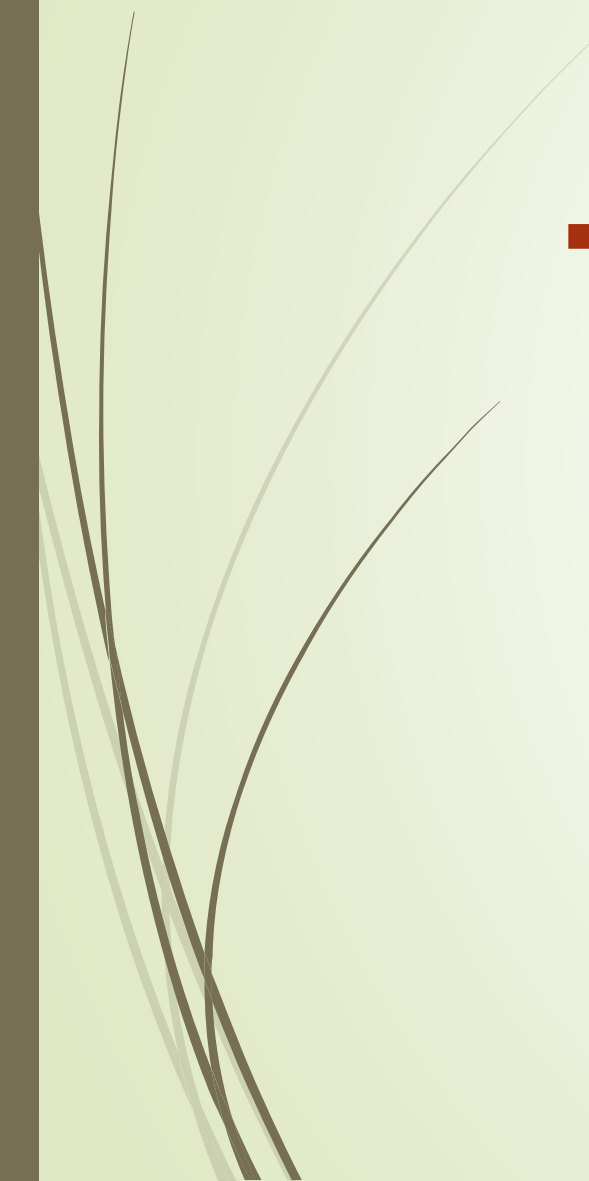


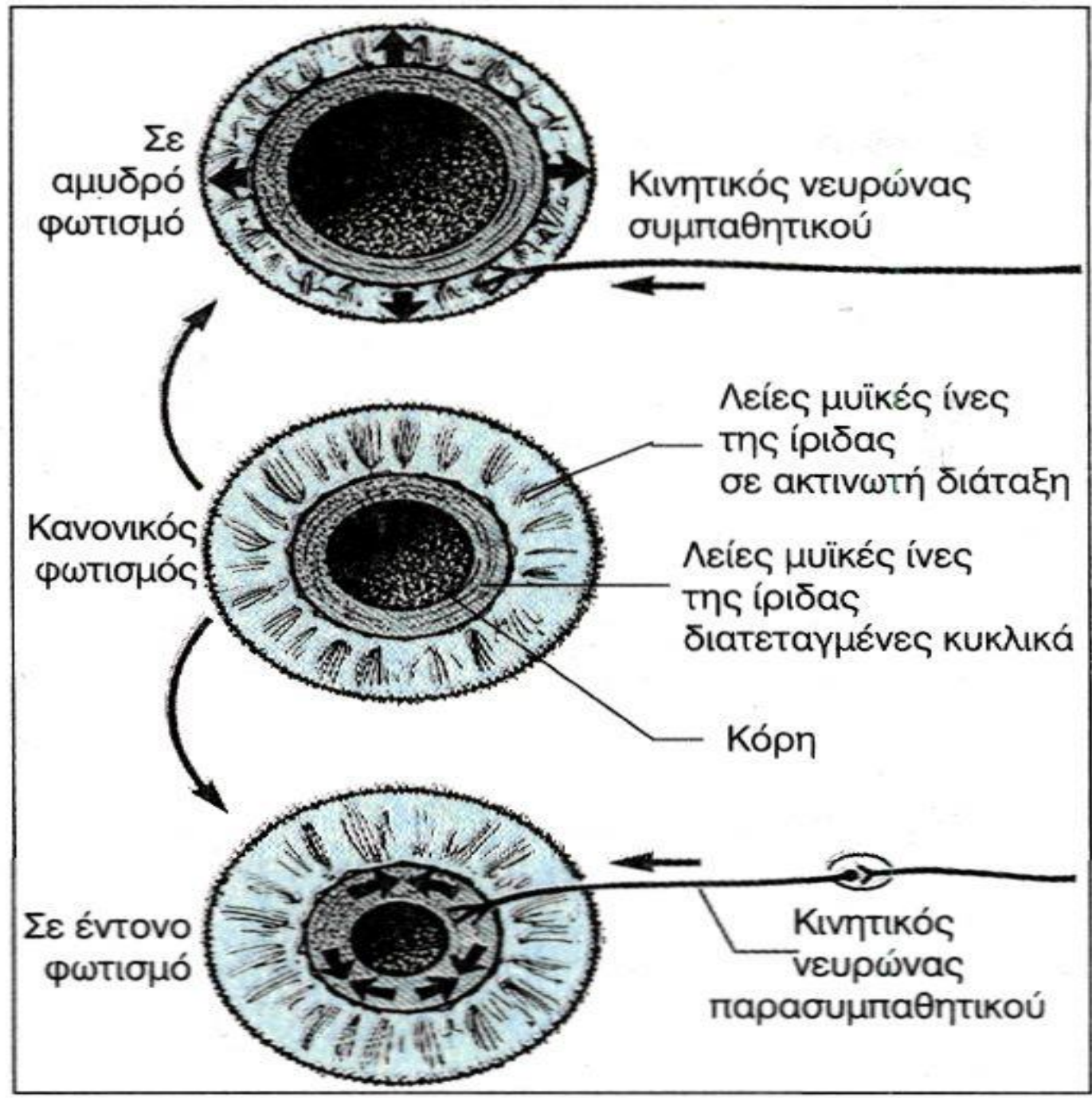
# Έλεγχος έντασης του εισερχόμενου φωτός και εστίαση

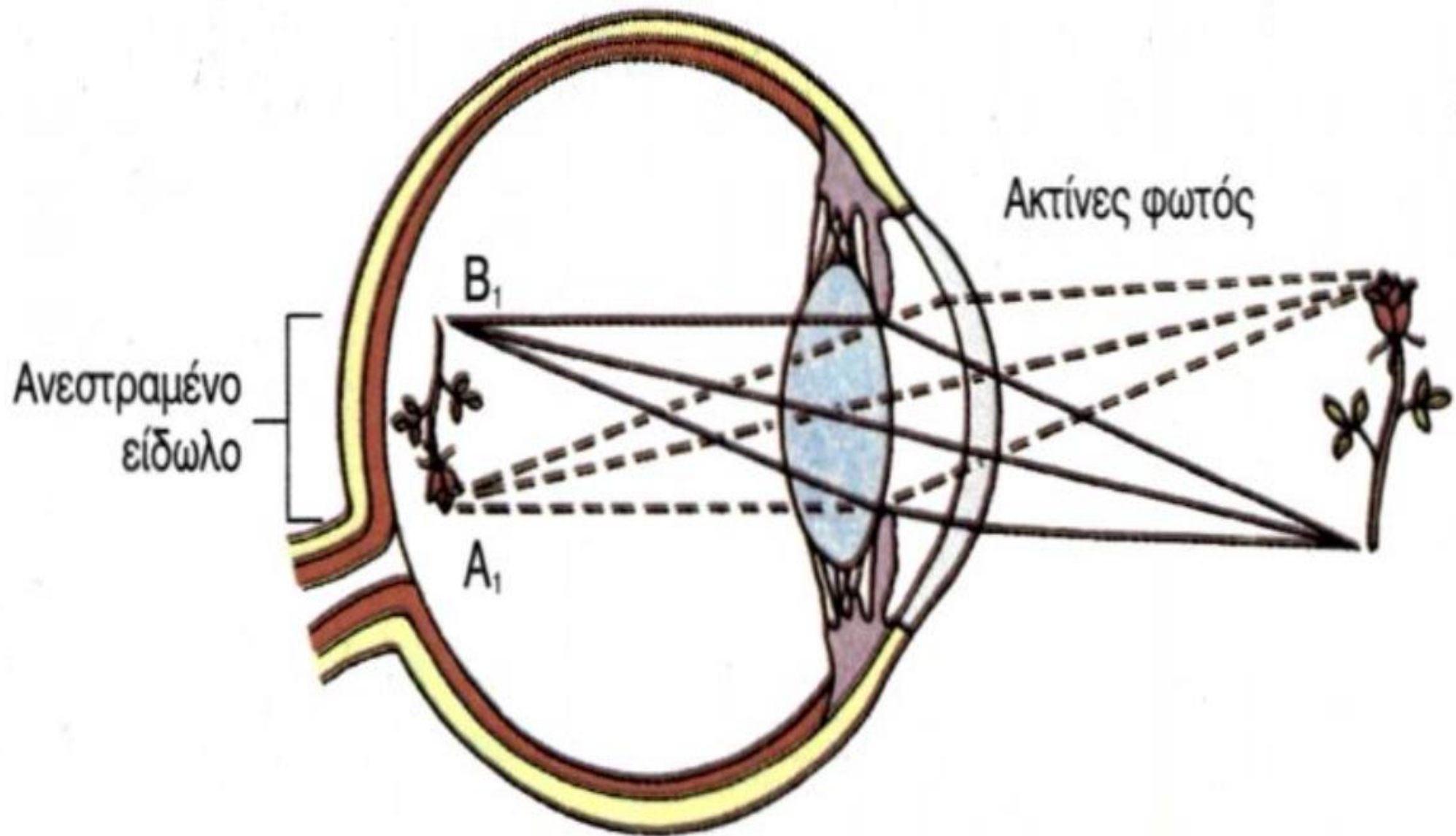
- ▶ Στην ίριδα υπάρχουν λείες μυϊκές ίνες, οι οποίες μεταβάλλουν τη διάμετρο της κόρης του οφθαλμού και συνεπώς την ένταση του φωτός που φτάνει στα φωτοευαίσθητα κύτταρα του αμφιβληστροειδούς. Το έντονο φως προκαλεί, αντανακλαστικά, τη μείωση της διαμέτρου της κόρης του οφθαλμού, ενώ, αντίθετα, το ασθενές φως την αύξηση .

- 
- ▶ Η υψηλής ευκρίνειας όραση εξαρτάται από τον ακριβή σχηματισμό του ειδώλου του παρατηρούμενου αντικειμένου πάνω στον αμφιβληστροειδή. Για να γίνει εστίαση του αντικειμένου, είναι απαραίτητο οι ακτίνες του φωτός που εισέρχονται στο οφθαλμό να διαθλαστούν. Η γωνία διάθλασης των ακτινών εξαρτάται από την απόσταση του αντικειμένου από τον αμφιβληστροειδή. Η διάθλαση του φωτός επιτυγχάνεται με τη διέλευση των ακτινών από τον κερατοειδή το υδατοειδές υγρό, τον κρυσταλλοειδή φακό και το υαλώδες σώμα (διαθλαστική συσκευή του οφθαλμού).


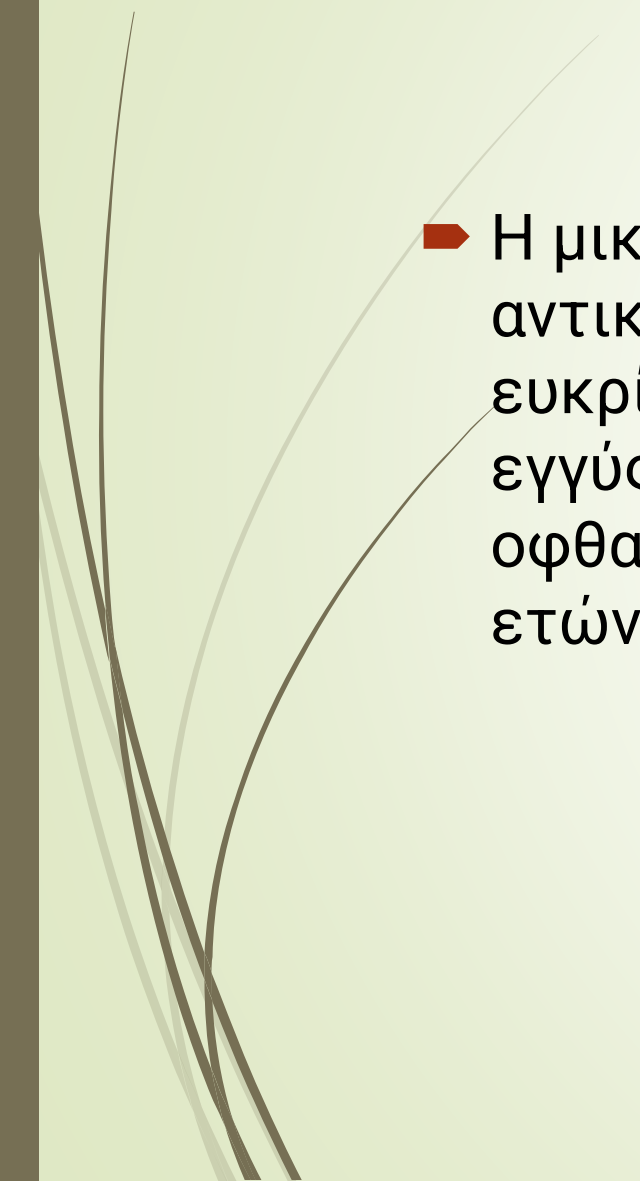


- 
- 
- ▶ Για την εστίαση αντικειμένων που βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 6 m είναι απαραίτητη η αύξηση της κυρτότητας του κρυσταλλοειδούς φακού, και αυτό επιτυγχάνεται με σύσπαση των μυών του ακτινωτού σώματος. Η ικανότητα μεταβολής της κυρτότητας του κρυσταλλοειδούς φακού ονομάζεται **προσαρμογή**. Το είδωλο σχηματίζεται στον αμφιβληστροειδή ανεστραμμένο (εικ. 10.4). Μαθαίνουμε όμως και από τις εμπειρίες να βλέπουμε τα είδωλα ανορθωμένα.




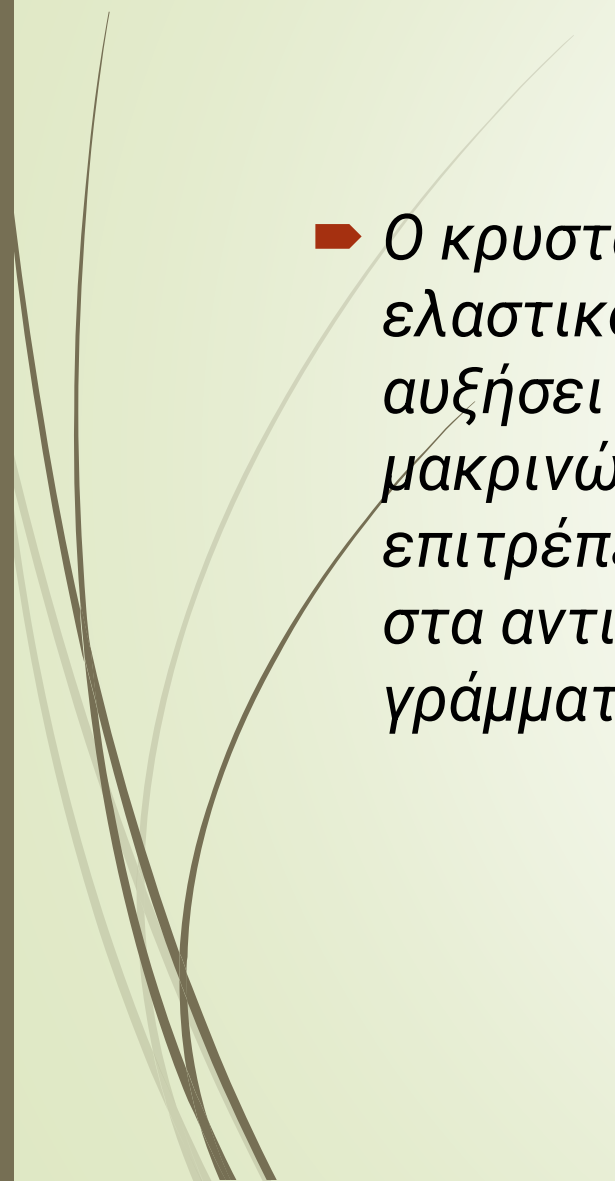



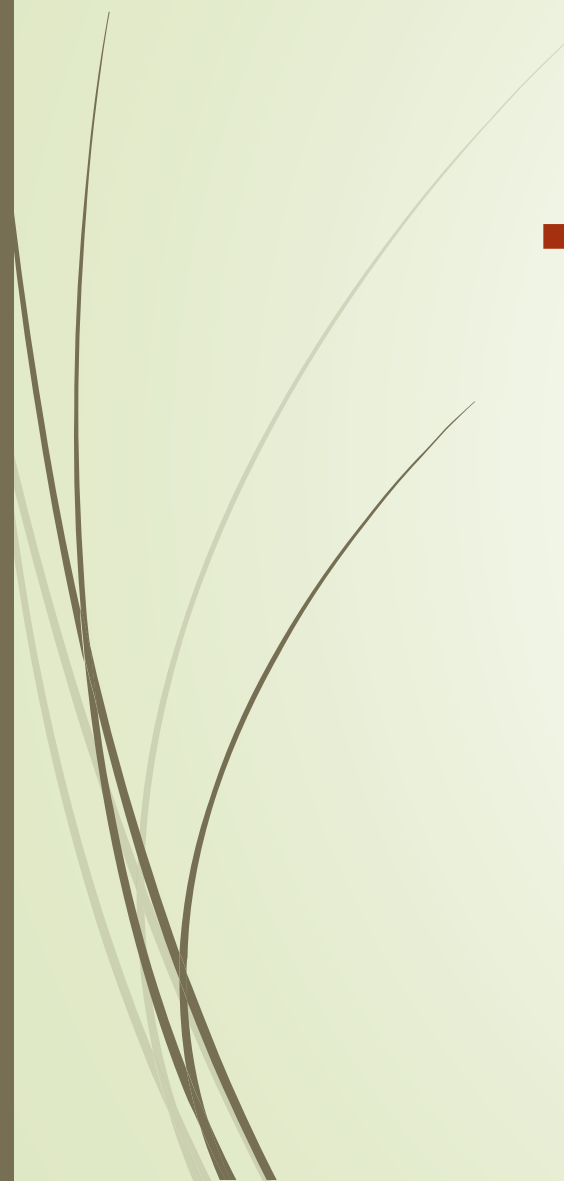
εικ. 10.4 Σχηματισμός ειδώλου στον αμφιβληστροειδή χιτώνα

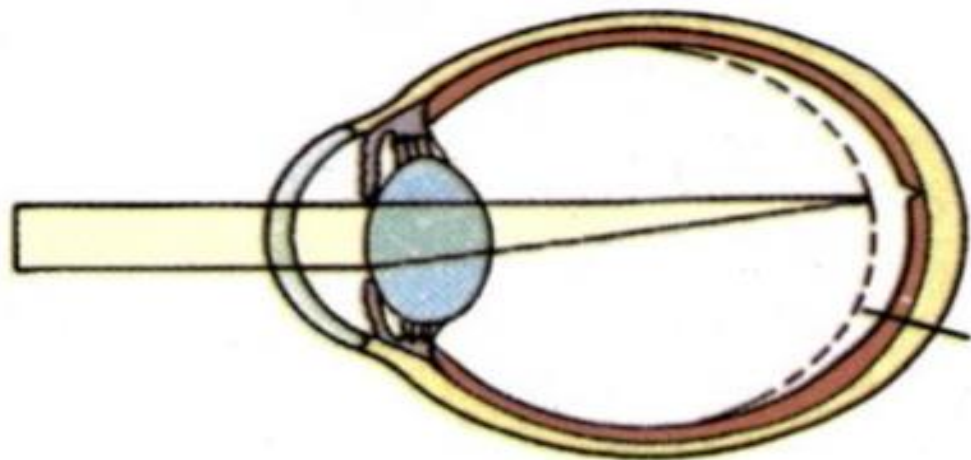
- 
- 
- ▶ Η μικρότερη απόσταση στην οποία όταν βρίσκεται ένα αντικείμενο ο οφθαλμός έχει την ικανότητα να εστιάζει με ευκρίνεια ονομάζεται εγγύς σημείο όρασης. Για τα παιδιά το εγγύς σημείο όρασης βρίσκεται σε απόσταση 7-9 cm από τον οφθαλμό, στους εφήβους στα 15-20 cm, ενώ σε άτομα ηλικίας 60 ετών στα 80 περίπου cm.

# Προβλήματα που αφορούν την εστίαση

- ▶ Όταν οι μύες του ακτινωτού σώματος λειτουργούν κανονικά και ο κρυσταλλοειδής φακός διατηρεί την ελαστικότητά του, τότε ανεξάρτητα από την απόσταση (αρκεί να μην είναι μικρότερη από το εγγύς σημείο όρασης) στην οποία βρίσκεται το αντικείμενο, το είδωλό του σχηματίζεται με ακρίβεια στον αμφιβληστροειδή χιτώνα.

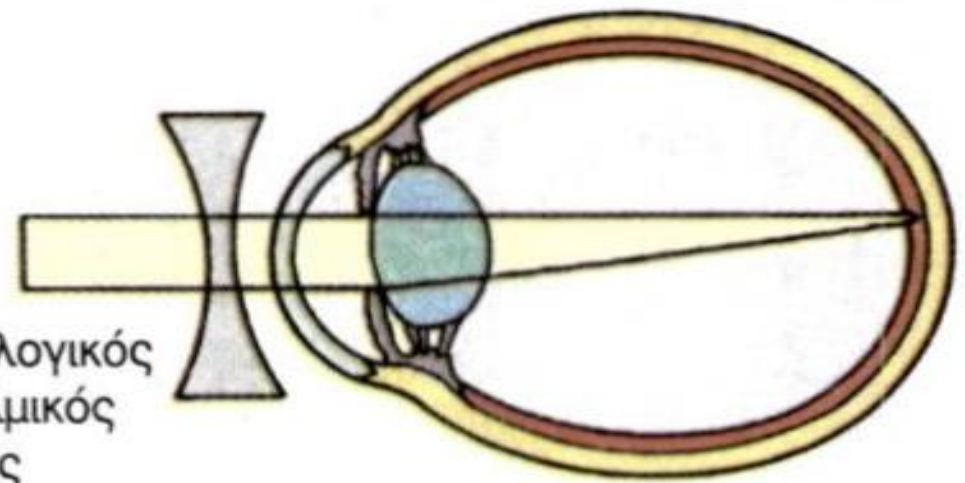
- 
- 
- Ο κρυσταλλοειδής φακός με την πάροδο του χρόνου χάνει την ελαστικότητά του και στην ηλικία των 45-50 ετών δεν μπορεί να αυξήσει την κυρτότητά του. Έτσι επιτρέπει την εστίαση μόνο μακρινών αντικειμένων (πρεσβυωπία). Η χρήση διορθωτικών φακών επιτρέπει στα άτομα που πάσχουν από πρεσβυωπία να εστιάζουν και στα αντικείμενα που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση (π.χ. τα γράμματα της εφημερίδας που διαβάζουν).

- 
- 
- Προβλήματα στην εστίαση προκύπτουν και από ανωμαλίες στο σχήμα του οφθαλμικού βολβού. Όταν ο βολβός έχει μεγαλύτερη από το φυσιολογικό προσθοπίσθια διάμετρο, τα είδωλα σχηματίζονται σε επίπεδο μπροστά από τον αμφιβληστροειδή (μυωπία). Αν, αντίθετα, η διάμετρος είναι μικρότερη από τη φυσιολογική, τα είδωλα σχηματίζονται σε επίπεδο πίσω από τον αμφιβληστροειδή (υπερμετρωπία). Και οι δύο αυτές παθολογικές καταστάσεις αντιμετωπίζονται με την τοποθέτηση κατάλληλων διορθωτικών φακών (γυαλιά ή φακοί επαφής), που διορθώνουν τα σφάλματα εστίασης.

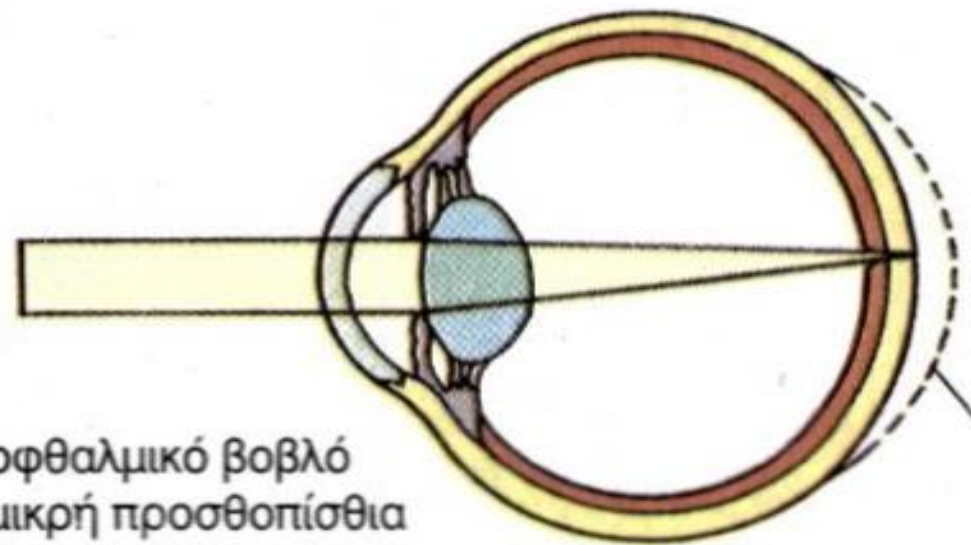


Φυσιολογικός  
οφθαλμικός  
βολβός

Σε οφθαλμικό βοβλό με μεγάλη προσθοπίστια  
διάμετρο το είδωλο μακρινού αντικειμένου  
σηματίζεται μπροστά από τον αμφιβληστροειδή.

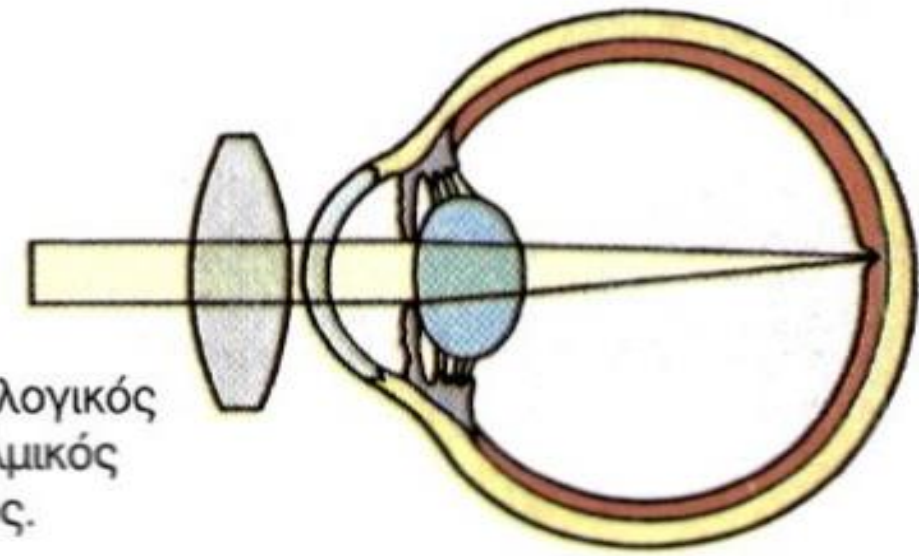


Αμφίκοιλοι φακοί επιτρέπουν την  
όραση μακρινών αντικειμένων.



Φυσιολογικός  
οφθαλμικός  
βολβός.

Σε οφθαλμικό βοβλό  
με μικρή προσθοπίστια  
διάμετρο το είδωλο κοντινού αντικειμένου  
σηματίζεται πίσω από τον αμφιβληστροειδή.

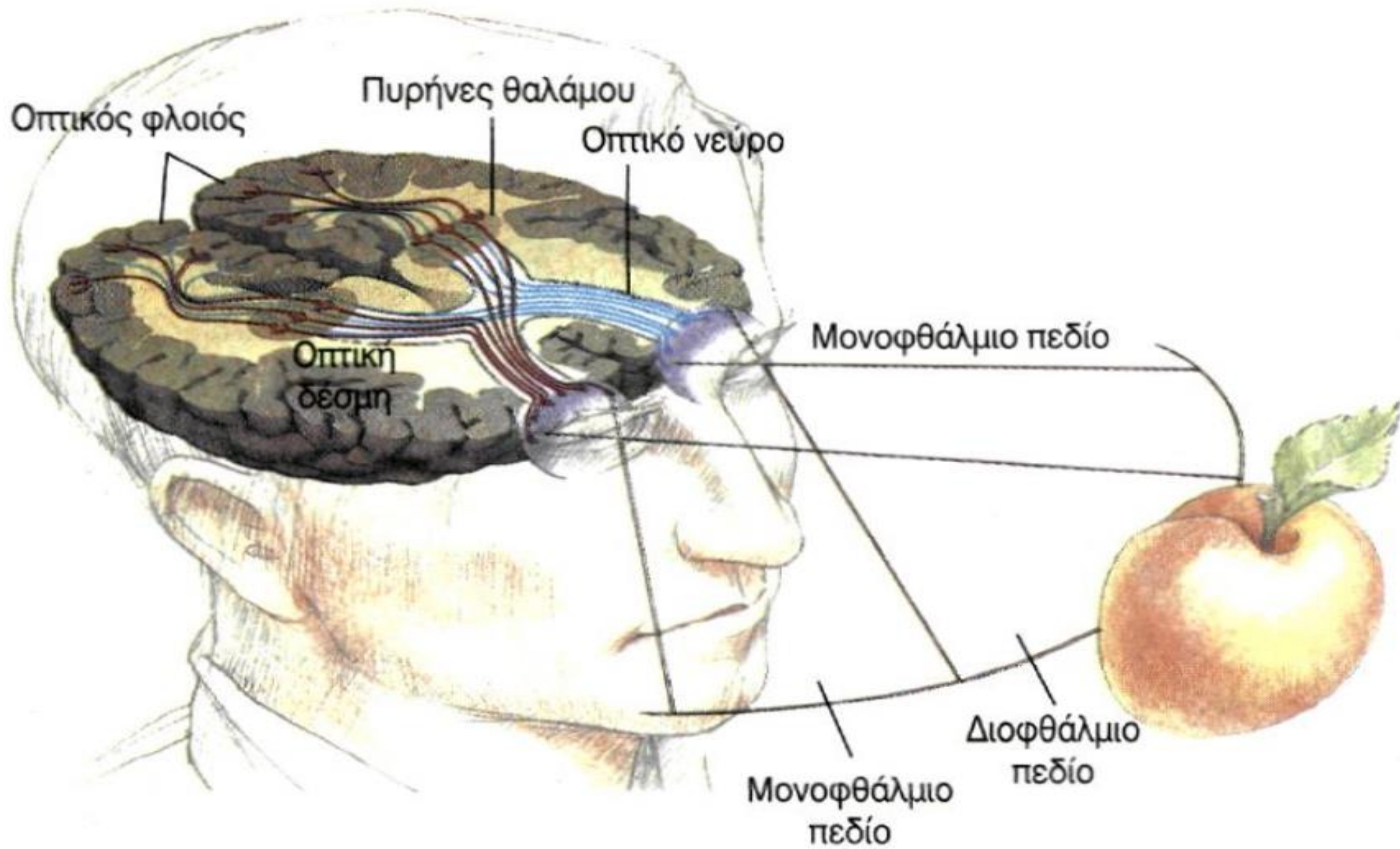


Οι αμφίκυρτοι φακοί επιτρέπουν  
την όραση κοντινών αντικειμένων.



# Στερεοσκοπική όραση

- ▶ Αν και το είδωλο που σχηματίζεται στον αμφιβληστροειδή έχει μόνο δύο διαστάσεις, ο άνθρωπος είναι σε θέση να έχει μία τρισδιάστατη αντίληψη του αντικειμένου. Αυτό οφείλεται στη θέση των οφθαλμών, που απέχουν 6-7 cm μεταξύ τους. Κάθε αντικείμενο που βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 6 m παρατηρείται από διαφορετική οπτική γωνία και σχηματίζει ελαφρώς διαφορετικά είδωλα στους δύο οφθαλμούς. Στον εγκέφαλο φτάνουν δύο διαφορετικές πληροφορίες για το ίδιο αντικείμενο. Εκεί συνδυάζονται, συντίθενται και ερμηνεύονται. Το αποτέλεσμα των διεργασιών αυτών είναι η τρισδιάστατη αντίληψη του χώρου.





# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ▶ <https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/984/2/Kef.%205.pdf>
- ▶ [http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2666/Biologia\\_A-Lykeiou\\_html-empl/index10.html](http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2666/Biologia_A-Lykeiou_html-empl/index10.html)