

Μέρος 1.

**Εισαγωγή στην οφθαλμική κινητικότητα και τη
διόφθαλμη όραση**

Κεφάλαιο

A

Οφθαλμική κινητικότητα

A.1. Η κίνηση κάθε ματιού χωριστά

Όταν το μάτι κοιτάζει κατ' ευθείαν μπροστά, με το κεφάλι κατακόρυφο και χωρίς οριζόντια στροφή, λέμε ότι το μάτι βρίσκεται στην **πρωτεύουσα θέση**.

Οι οριζόντιες κινήσεις του βολβού εκτελούνται γύρω από τον κατακόρυφο άξονα του βολβού και είναι η **απαγωγή**, όπου ο πρόσθιος πόλος του βολβού στρέφεται προς τα έξω (κροταφικά) και η **προσαγωγή**, όπου ο πρόσθιος πόλος του βολβού στρέφεται προς τα μέσα (ρινικά).

Οι κάθετες κινήσεις του βολβού εκτελούνται γύρω από τον οριζόντιο άξονα του βολβού και είναι η **άνω στροφή**, όπου ο πρόσθιος πόλος του βολβού στρέφεται προς τα πάνω και η **κάτω στροφή**, όπου ο πρόσθιος πόλος του βολβού στρέφεται προς τα κάτω.

Οι λοξές κινήσεις του βολβού, π.χ. προς τα πάνω και έξω, προκύπτουν από την ταυτόχρονη περιστροφή του βολβού γύρω από τον οριζόντιο και τον κάθετο άξονα.

Οι κινήσεις περιστροφής του βολβού γύρω από τον προσθοπίσθιο άξονα ονομάζονται κυκλοστροφικές και διακρίνονται σε **έσω κυκλοστροφή**, όπου η 12^η ώρα του κερατοειδούς στρέφεται προς τα μέσα (ρινικά), και **έξω κυκλοστροφή**, όπου η 12^η ώρα του κερατοειδούς στρέφεται προς τα έξω (κροταφικά).

A.2. Συζυγείς κινήσεις των ματιών

Συζυγής κίνηση ονομάζεται η ταυτόχρονη κίνηση των ματιών προς την ίδια κατεύθυνση.

Οι οριζόντιες συζυγείς κινήσεις είναι: η **δεξιά βλεμματική στροφή**, όπου και τα δύο μάτια στρέφονται προς τα δεξιά, και η **αριστερή βλεμματική στροφή**, όπου και τα δύο μάτια στρέφονται προς τα αριστερά.

Οι κάθετες συζυγείς κινήσεις είναι η **άνω βλεμματική στροφή**, όπου και τα δύο

μάτια στρέφονται προς τα πάνω, και η **κάτω βλεμματική στροφή**, όπου και τα δύο μάτια στρέφονται προς τα κάτω.

Οι κυκλοστροφικές συζυγείς κινήσεις είναι η **δεξιά αμφοτερόπλευρη κυκλοστροφή**, όπου η 12η ώρα και των δύο κερατοειδών στρέφεται προς τα δεξιά, και η **αριστερή αμφοτερόπλευρη κυκλοστροφή**, όπου η 12η ώρα και των δύο κερατοειδών στρέφεται προς τα αριστερά.

A.3. Μη συζυγείς κινήσεις των ματιών

Μη συζυγής κίνηση ονομάζεται η ταυτόχρονη κίνηση των ματιών προς αντίθετες κατευθύνσεις.

Οι οριζόντιες μη συζυγείς κινήσεις είναι: η **σύγκλιση**, όπου και τα δύο μάτια στρέφονται προς τα μέσα (ρινικά), και η **απόκλιση**, όπου και τα δύο μάτια στρέφονται προς τα έξω (κροταφικά).

Οι κάθετες μη συζυγείς κινήσεις είναι: η **θετική κάθετη απόκλιση**, όπου, ταυτόχρονα, το δεξιό μάτι ανεβαίνει και το αριστερό κατεβαίνει, και η **αρνητική κάθετη απόκλιση**, όπου, ταυτόχρονα, το δεξιό μάτι κατεβαίνει και το αριστερό ανεβαίνει.

Οι κυκλοστροφικές μη συζυγείς κινήσεις είναι: η **αμφοτερόπλευρη έσω κυκλοστροφή**, όπου η 12η ώρα και των δύο κερατοειδών στρέφεται προς τα μέσα (ρινικά), και η **αμφοτερόπλευρη έξω κυκλοστροφή**, όπου η 12η ώρα και των δύο κερατοειδών στρέφεται προς τα έξω (κροταφικά).

A.4. Συναγωνιστές και ανταγωνιστές μύες

Συναγωνιστές ονομάζονται οι μύες που στο ίδιο μάτι εμφανίζουν ίδια δράση. Π.χ. ο άνω ορθός και ο κάτω λοξός του ίδιου ματιού είναι ομόπλευροι συναγωνιστές άνω-στροφικοί μύες. Ο κάτω ορθός και ο άνω λοξός είναι ομόπλευροι συναγωνιστές κάτω-στροφικοί μύες.

Ανταγωνιστές ονομάζονται οι μύες που στο ίδιο μάτι εμφανίζουν αντίθετες δράσεις. Π.χ. ομόπλευροι ανταγωνιστές είναι ο άνω ορθός με τον κάτω ορθό, ο έσω ορθός με τον έξω ορθό, και ο άνω λοξός με τον κάτω λοξό.

Συζυγείς μύες ονομάζονται τα ζεύγη των μυών (ένας σε κάθε μάτι) που εμφανίζουν την ίδια δράση κατά τις συζυγείς κινήσεις των ματιών. Π.χ. ο δεξιός έξω ορθός έχει συζυγή (ή ετερόπλευρο συναγωνιστή) μυ τον αριστερό έσω ορθό, γιατί οι δύο αυτοί μύες συσπώμενοι στρέφουν τα μάτια προς την ίδια κατεύθυνση (στην περίπτωση αυτή προς τα δεξιά).

A.5. Οι θεμελιώδεις νόμοι της οφθαλμικής κινητικότητας

Ο νόμος του Hering

Όταν σε ένα οφθαλμοκινητικό μυ αποστέλλεται μια νευρική ώση για να συσπασθεί, μια ίσου μεγέθους νευρική ώση αποστέλλεται και στον συζυγή μυ του. Π.χ. όταν μια νευρική ώση αποσταλεί στον δεξιό έξω ορθό, αναγκαστικά, το ίδιο ποσό νευρικής ώσης θα αποσταλεί και στον αριστερό έσω ορθό, με αποτέλεσμα τα μάτια να κάνουν μια συζυγή κίνηση προς τα δεξιά.

Μεμονωμένη διέγερση ενός οφθαλμοκινητικού μυός δεν είναι δυνατή.

Ο νόμος του Hering έχει εφαρμογή και στις συζυγείς και στις μη συζυγείς κινήσεις των ματιών. Π.χ. κατά τη σύγκλιση συζυγείς μύες είναι οι δύο έσω ορθοί και σύμφωνα με το νόμο του Hering δέχονται ίσα ποσά νευρικού ερεθισμού.

Ο νόμος του Sherrington

Όταν σε ένα οφθαλμοκινητικό μυ αποστέλλεται μια νευρική ώση για να συσπασθεί, μια ίσου μεγέθους ανασταλτική ώση αποστέλλεται στον ανταγωνιστή του για να χαλαρώσει. Π.χ. κατά τη δεξιά βλεμματική στροφή διεγείρονται ο δεξιός έξω ορθός και ο συζυγής μύς του, ο αριστερός έσω ορθός. Ταυτόχρονα, αναστέλλονται οι ανταγωνιστές τους, ο δεξιός έσω ορθός και ο αριστερός έξω ορθός. Η παράλληλη αυτή σύσπαση και χαλάρωση των ανταγωνιστών γίνεται βαθμιαία και κατά το ίδιο ποσόν, γεγονός που εξασφαλίζει την ομαλότητα και σταθερότητα των οφθαλμικών κινήσεων.

Ο νόμος του Sherrington, ή «νόμος της αντίστροφης νεύρωσης» όπως αλλιώς ονομάζεται, ισχύει όχι μόνο για τις συζυγείς, αλλά και για τις μη συζυγείς κινήσεις των ματιών. Π.χ. κατά τη σύγκλιση, η αύξηση του τόνου των έσω ορθών συνοδεύεται από παράλληλη μείωση του τόνου των έξω ορθών.

A.6. Η κοντινή όραση

Το «εγγύς αντανακλαστικό»

Όταν ένα άτομο χωρίς διαθλαστική ανωμαλία (εμμετρικό), ή ένα άτομο αμετρικό με πλήρως διορθωμένη τη διαθλαστική του ανωμαλία, προσηλώνει σε ένα αντικείμενο που βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από τα μάτια του (θεωρητικά στο άπειρο, πρακτικά στα 6 μ.) οι άξονες της όρασης των δύο ματιών του είναι σχεδόν παράλληλοι και ο μηχανισμός της προσαρμογής βρίσκεται σε ηρεμία.

Όταν το άτομο αυτό μεταφέρει την προσήλωσή του σε ένα αντικείμενο που βρίσκεται πιο κοντά, προκειμένου να διατηρήσει τη διόφθαλμη όραση με αμφιβοθρική

προσήλωση και ευκρινή απεικόνιση του αντικειμένου στους δύο αμφιβληστροειδείς, θα πρέπει αφ' ενός να αυξήσει τη διαθλαστική δύναμη του κάθε ματιού και αφ' ετέρου να στρέψει τα μάτια του προς τα μέσα, ώστε οι άξονες της όρασης να συνεχίσουν να συναντώνται στο σημείο προσήλωσης.

Το πρώτο, δηλαδή το ευκρινές είδωλο, το επιτυγχάνει κάνοντας **προσαρμογή**, ενώ το δεύτερο, δηλαδή τη διατήρηση της αμφιβοθρικής προσήλωσης, κάνοντας **σύγκλιση**. Παράλληλα με την προσαρμογή και τη σύγκλιση συμβαίνει και **μύση** της κόρης. Το σύμπλεγμα αυτό (προσαρμογή – σύγκλιση – μύση) ονομάζεται «**εγγύς αντανακλαστικό**» (στην πραγματικότητα δεν είναι αντανακλαστικό, με την ακριβή σημασία του όρου, αλλά συν-κινησία).

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι προκειμένου να εξασφαλιστεί φυσιολογική όραση για κοντά, απαιτείται η ενεργοποίηση δύο μηχανισμών, της σύγκλισης και της προσαρμογής.

Οι δύο αυτοί μηχανισμοί είναι στενά συνδεδεμένοι γιατί, όπως θα δούμε παρακάτω, από τη μεταξύ τους αρμονική ισορροπία εξαρτάται η σωστή ρύθμιση της θέσης των ματιών κατά την κοντινή όραση.

Προσαρμογή

Ο ακτινωτός μυς συστέλλεται δεχόμενος νευρικές ώσεις που φθάνουν σ' αυτόν με τις παρασυμπαθητικές ίνες του κοινού κινητικού. Η συστολή του ακτινωτού μυός προκαλεί χαλάρωση των ινών της ζώνης του Zinn και ο φακός του ματιού υφιστάμενος τις ελαστικές δυνάμεις του περιφακίου γίνεται πιο σφαιρικός. Η αύξηση της κυρτότητας των επιφανειών του φακού προκαλεί αύξηση της θετικής διαθλαστικής του δύναμης και εξασφαλίζει την επιπλέον διαθλαστική δύναμη που απαιτείται για την ευκρινή εστίαση στον αμφιβληστροειδή των κοντινών αντικειμένων. Η λειτουργία αυτή ονομάζεται «προσαρμογή». Η προσαρμογή μετριέται σε διοπτρίες (D).

Κατά την προσήλωση στο άπειρο το μάτι δεν χρειάζεται προσαρμογή. Για να δει καθαρά ένα αντικείμενο στο 1 μ. το μάτι χρειάζεται προσαρμογή 1 D. Στα 50 εκ. χρειάζεται προσαρμογή 2 D, στα 33 εκ. χρειάζεται 3 D, κ.ο.κ.

Η προσαρμογή (σε διοπτρίες) που απαιτείται για ευκρινή όραση σε μια ορισμένη απόσταση ισούται με το αντίστροφο αυτής της απόστασης (σε μέτρα). Σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Προσαρμογή (σε D)} = \frac{1}{\text{Απόσταση προσήλωσης (σε μ.)}}$$

«**Εγγύς σημείο προσαρμογής**» ονομάζεται το πλησιέστερο σημείο που μπορεί κάποιος να δει καθαρά ενεργοποιώντας το μέγιστο της προσαρμογής του.

Σύγκλιση

Προκειμένου να επιτευχθεί αμφιβοθρική προσήλωση σε ένα κοντινό αντικείμενο, πρέπει οι άξονες της όρασης να τέμνονται στο σημείο προσήλωσης. Η γωνία που σχηματίζουν οι δύο αυτοί άξονες είναι η **γωνία της σύγκλισης**. Το πλησιέστερο σημείο που οι δύο άξονες τέμνονται με μέγιστη σύγκλιση είναι το «**εγγύς σημείο σύγκλισης**».

Η γωνία της σύγκλισης εξαρτάται από την απόσταση του αντικειμένου προσήλωσης και από τη διακορική απόσταση του ατόμου. Όσο πιο κοντά είναι το αντικείμενο και όσο πιο μεγάλη είναι η διακορική απόσταση, τόσο μεγαλύτερη σύγκλιση απαιτείται και τόσο μεγαλύτερη είναι η γωνία της σύγκλισης.

Η σύγκλιση (σε πρισματικές διοπτρίες) που απαιτείται για αμφιβοθρική προσήλωση σε μια ορισμένη απόσταση, ισούται με το αντίστροφο αυτής της απόστασης (σε μέτρα) επί τη διακορική απόσταση (σε εκατοστά του μέτρου). Σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Σύγκλιση (σε Δ)} = \frac{1}{\text{Απόσταση προσήλωσης (σε μ.)}} \times \text{Διακορική απόσταση (σε εκ.)}$$

Π.χ. Αν η απόσταση προσήλωσης είναι 1 μ. και η διακορική απόσταση 6 εκ., η απαιτούμενη σύγκλιση είναι 6 Δ.

Αν η απόσταση προσήλωσης είναι 0.33 μ. και η διακορική απόσταση 6 εκ., η απαιτούμενη σύγκλιση είναι 18 Δ.

Εκτός από την προσαρμογή, και άλλοι παράγοντες μπορεί να επιδράσουν και να διεγείρουν τη σύγκλιση, γι' αυτό και διακρίνονται διάφορες συνιστώσες (ή είδη) σύγκλισης.

Η **βουλητική σύγκλιση** είναι δυνατή σε πολλά άτομα, ή μπορεί να γίνει δυνατή μετά από εξάσκηση.

Η **σύγκλιση εγγύτητας** προκαλείται από την αίσθηση και μόνο, ότι ένα αντικείμενο είναι κοντά. Φαίνεται ότι οφείλεται σε εγκεφαλικούς παράγοντες, γιατί εκλύεται όχι μόνο όταν κοιτάζουμε ένα κοντινό αντικείμενο, αλλά και όταν νομίζουμε ότι είναι κοντά, ενώ αυτό δεν είναι.

Η **σύγκλιση ταύτισης** είναι η προς τα μέσα στροφή των οπτικών αξόνων της όρασης που αποβλέπει στη διατήρηση της αισθητηριακής ταύτισης των δύο αμφιβληστροειδικών εικόνων.

Η **τονική σύγκλιση** οφείλεται στον τόνο των οφθαλμοκινητικών μυών και πιστεύεται ότι ανταγωνίζεται την απόκλιση που είναι η φυσιολογική θέση ηρεμίας. Η τονική σύγκλιση επηρεάζεται από παράγοντες του κεντρικού νευρικού συστήματος, καθώς και από το επίπεδο συναισθηματικής φόρτισης του ατόμου. Η τονική σύγκλιση είναι ισχυρότερη στην παιδική ηλικία και μειώνεται με την πάροδο των χρόνων.

Πηλίο ΠΣ/Π

Αν σε ένα άτομο που προσηλώνει σε ένα μακρινό στόχο, καλύψουμε το ένα μάτι και μπροστά από το άλλο τοποθετήσουμε ένα αρνητικό φακό (π.χ. $-3,00D$) πρέπει να κάνει 3 διοπτρίες προσαρμογής για να δει καθαρά το στόχο. Ταυτόχρονα, το καλυμμένο μάτι θα κάνει κάποιου βαθμού σύγκλιση. Για τη σύγκλιση αυτή μοναδικό ερέθισμα είναι η προσαρμογή, και ονομάζεται «**προσαρμοστική σύγκλιση**» (ΠΣ).

Κατά την προσήλωση σε ένα κοντινό στόχο απαιτείται κάποιου βαθμού προσαρμογή, π.χ. στα 33 εκ. απαιτούνται 3 διοπτρίες προσαρμογής, και κατά τρόπο αντίστοιχο θα προκαλέσουν κάποιου βαθμού σύγκλιση. Αν αυτή η σύγκλιση είναι μικρότερη από αυτή που απαιτεί η απόσταση (αυτό είναι και το πιο συχνό) συμπληρώνεται από τη σύγκλιση ταύτισης. Αν είναι μεγαλύτερη, η περίσσεια εξουδετερώνεται από την απόκλιση ταύτισης.

Το ποσό της προσαρμοστικής σύγκλισης που συνοδεύει κάθε μονάδα προσαρμογής, εκφράζεται με το πηλίο **ΠΣ/Π (προσαρμοστική σύγκλιση / προσαρμογή)**.

Π.χ. αν ένα άτομο όταν κάνει προσαρμογή 3,00D, τα μάτια του κάνουν σύγκλιση 12Δ, έχει πηλίο ΠΣ/Π = 12: 3 = 4.

Στο γενικό πληθυσμό το 65% - 90% των ατόμων έχει πηλίο ΠΣ/Π που κυμαίνεται από 3 μέχρι 5. Το πηλίο ΠΣ/Π ποικίλλει μεταξύ των διαφόρων ατόμων, αλλά είναι αρκετά σταθερό στο κάθε άτομο, αποτελώντας κατά κάποιο τρόπο σταθερό χαρακτηριστικό του.

Κλινική σημασία του πηλίου ΠΣ/Π

Στο πηλίο ΠΣ/Π οφείλονται οι περισσότερες διαφορές μεταξύ μακρινής και κοντινής γωνίας που παρατηρούνται σε ορισμένες μορφές στραβισμού.

Υψηλό πηλίο ΠΣ/Π σημαίνει ότι αυξημένη σύγκλιση συνοδεύει κάθε μονάδα προσαρμογής. Κατά την κοντινή προσήλωση η φυσιολογική προσαρμογή ακολουθείται από αυξημένη σύγκλιση (**καθ' υπερβολήν σύγκλιση**).

- Αν το άτομο ορθοφορεί (έχει ίσια μάτια) κατά τη μακρινή προσήλωση, εμφανίζει συγκλίνοντα στραβισμό (έκδηλο ή λανθάνοντα) κατά την κοντινή προσήλωση.
- Αν έχει συγκλίνοντα στραβισμό κατά τη μακρινή προσήλωση, εμφανίζει αύξηση της γωνίας κατά την κοντινή προσήλωση.
- Αν έχει αποκλίνοντα στραβισμό κατά τη μακρινή προσήλωση, εμφανίζει μείωση της γωνίας κατά την κοντινή προσήλωση.

Χαμηλό πηλίο ΠΣ/Π σημαίνει ότι μειωμένη σύγκλιση συνοδεύει κάθε μονάδα προσαρμογής. Κατά την κοντινή προσήλωση η φυσιολογική προσαρμογή ακολουθείται από μειωμένη σύγκλιση (**ανεπάρκεια σύγκλισης**).

- Αν το άτομο ορθοφορεί για μακριά, εμφανίζει αποκλίνοντα στραβισμό για κοντά.
- Αν έχει συγκλίνοντα στραβισμό για μακριά, εμφανίζει μείωση της γωνίας για κοντά.
- Αν έχει αποκλίνοντα στραβισμό για μακριά, εμφανίζει αύξηση της γωνίας για κοντά.