

Βασική ανατομία και φυσιολογία του συστήματος ισορροπίας

■ Εισαγωγή

Αν έχετε αρχίσει να διαβάζετε αυτό το βιβλίο είστε σχεδόν σίγουρα ένας πολυάσχολος κλινικός γιατρός. Καταλαβαίνου με τον δισταγμό σας σχετικά με την ανάγκη να γυρίσετε στο παρελθόν και να ξαναθυμηθείτε ορισμένες βασικές έννοιες ανατομίας και φυσιολογίας. Το μόνο που μπορούμε να πούμε είναι ότι όλα όσα θα βρείτε σε αυτό το κεφάλαιο θα έχουν άμεση εφαρμογή στη διάγνωση και αντιμετώπιση του ασθενούς σας με ζάλη! Άλλο ένα προκαταρκτικό σχόλιο: αμέσως μετά τις τρεις κύριες επικεφαλίδες αυτού του κεφαλαίου θα βρείτε σύντομες περιλήψεις στις σελίδες 1, 11 και 17. Μπορείτε να διαβάσετε αυτές τις περιλήψεις αμέσως αν είστε ήδη εξοικειωμένοι με το θέμα ή θέλετε να μάθετε ποιο είναι το περιεχόμενο του κεφαλαίου – αλλά αυτό μπορεί να σας «πέσει βαρύ». Εναλλακτικά, μπορείτε να ξαναγυρίσετε σε κάποια από τις περιλήψεις, αφού έχετε διαβάσει ολόκληρο το κεφάλαιο, για να παγιώσετε τις γνώσεις σας.

Η φυσιολογική ισορροπία αποτελεί συνέπεια συνεχούς αλληλεπίδρασης μεταξύ αιθουσαίων, ιδιοδεκτικών και οπτικών μηχανισμών, που με τη σειρά τους απαρτίωνται και υφίστανται ρυθμίσεις σε όλα τα επίπεδα του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ). Μια βλάβη ή δυσλειτουργία οποιουδήποτε από αυτούς τους μηχανισμούς μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα ισορροπίας ή να παρεμποδίσει την αποκατάσταση μιας κατά τα άλλα ξεκάθαρης αιθουσαίας διαταραχής. Για παράδειγμα, ένας ασθενής με οξεία ιογενή λοίμωξη του αιθουσαίου νεύρου (αιθουσαία νευρίτιδα), ακόμη και αν ο νόσος προκαλέσει μόνιμη μονόπλευρη κατάργηση της αιθουσαίας λειτουργίας, μπορεί να αναρρώσει γρήγορα εφόσον είναι νέος και σε καλή φυσική κατάσταση. Η ίδια αιθουσαία βλάβη μπορεί να προκαλέσει μόνιμα συμπτώματα διαταραχής της ισορροπίας σε ένα ηλικιωμένο άτομο, που, λόγω της ηλικίας, εμφανίζει δυσλειτουργία της όρασης, της ιδιοδεκτικής αισθητικότητας ή του κεντρικού νευρικού συστήματος.

■ Ανατομία και φυσιολογία του αιθουσαίου συστήματος

Περίληψη

- Ο λαβύρινθος αποτελεί μόνο ένα από τα μέρη του συστήματος ισορροπίας. Ωστόσο, οι περισσότερες περιπτώσεις ζάλης οφείλονται σε προβλήματα του έσω ωτός.

- Οι ημικύκλιοι σωλήνες (οριζόντιος, άνω και οπίσθιος) αντιλαμβάνονται τη γωνιώδη επιτάχυνση της κεφαλής. Οι αωτόλιθοι (ελλειπτικό και σφαιρικό κυστίδιο) αντιλαμβάνονται τη γραμμική επιτάχυνση της κεφαλής, όπου περιλαμβάνεται και η βαρύτητα.
- Κάθε ους διαθέτει τρεις ημικύκλιους σωλήνες και δύο κυστίδια. Να σημειωθεί ότι οι περισσότερες αιθουσαίες δοκιμασίες ελέγχουν μόνο τον οριζόντιο ημικύκλιο σωλήνα, δηλαδή το ένα πέμπτο του λαβυρίνθου.
- Ο άνω κλάδος του αιθουσαίου νεύρου περιέχει κεντρομόλες ίνες από τον άνω και τον οριζόντιο ημικύκλιο σωλήνα και από το ελλειπτικό κυστίδιο. Ο κάτω κλάδος του αιθουσαίου νεύρου περιέχει τις ίνες από τον κάτω (οπίσθιο) ημικύκλιο σωλήνα και το σφαιρικό κυστίδιο. Αυτή η οργάνωση εξηγεί γιατί οι ασθενείς με αιθουσαία νευρίτιδα είναι δυνατόν να εμφανίζουν διαταραχή της λειτουργίας του οριζόντιου ημικύκλιου σωλήνα και καλοήθη παροξυσμικό ίλιγγο θέσεως οπίσθιου ημικύκλιου σωλήνα.
- Η αγγείωση ακολουθεί περίπου την πορεία των νεύρων – έτσι εξηγείται γιατί οι αγγειακές βλάβες μπορούν να αφορούν επιλεκτικά στον κοχλία ή στην αιθουσα. Ωστόσο, με εξαίρεση την εκλεκτική διαταραχή τελικού αρτηριακού κλάδου, και τα δύο όργανα (καθώς και το εγκεφαλικό στέλεχος) προσβάλλονται εξίσου.
- Η εκφόρτιση υποβάθρου του αιθουσαίου νεύρου (αιθουσαίος τόνος) εξηγεί γιατί η μονόπλευρη αιθουσαία βλάβη προκαλεί ίλιγγο ακόμη και χωρίς κίνηση της κεφαλής. Εξηγεί επίσης γιατί ο υγιής λαβύρινθος μπορεί να σηματοδοτήσει τις κινήσεις της κεφαλής προς όλες τις κατεύθυνσεις: οι κινήσεις στην κατεύθυνση «συν» αυξάνουν την εκφόρτιση υποβάθρου ενώ οι κινήσεις στην κατεύθυνση «πλην» μειώνουν την εκφόρτιση υποβάθρου.

Κεντρικές αιθουσαίες προβολές και τα συμπτώματά τους

Αιθουσο-φλοιώδεις:	Τλιγγός
Αιθουσο-οφθαλμικές:	Νυσταγμός
Αιθουσο-νωτιαίες:	Αστάθεια
Αιθουσο-αυτονομο-μεταιχμιακές:	Ναυτία, εφίδρωση, άγχος

Τειτονικοί σχηματισμοί ως βάση της τοπογραφικής διάγνωσης

Έσω ους/κροταφικό οστό	Κοχλίας και κοχλιακό νεύρο
Έσω ακουστικός πόρος	V, VI, VII και κοχλιακό νεύρο
Εγκεφαλικό στέλεχος παρεγκεφαλίδα	III, IV, VI, VII, IX, X και

Οι περισσότεροι αναγνώστες αυτού του βιβλίου θα είναι απόφοιτοι ιατρικής και θα έχουν διδαχθεί ανατομία και φυσιολογία ως χωριστά μαθήματα. Εδώ θα προσπαθήσουμε να συνδυάσουμε αυτές τις ειδικότητες και, όποτε αυτό είναι δυνατόν, και την παθολογική ανατομική επίσης, καθώς μια συνολική προσέγγιση θα είναι πιο χρήσιμη σε κλινικό επίπεδο.

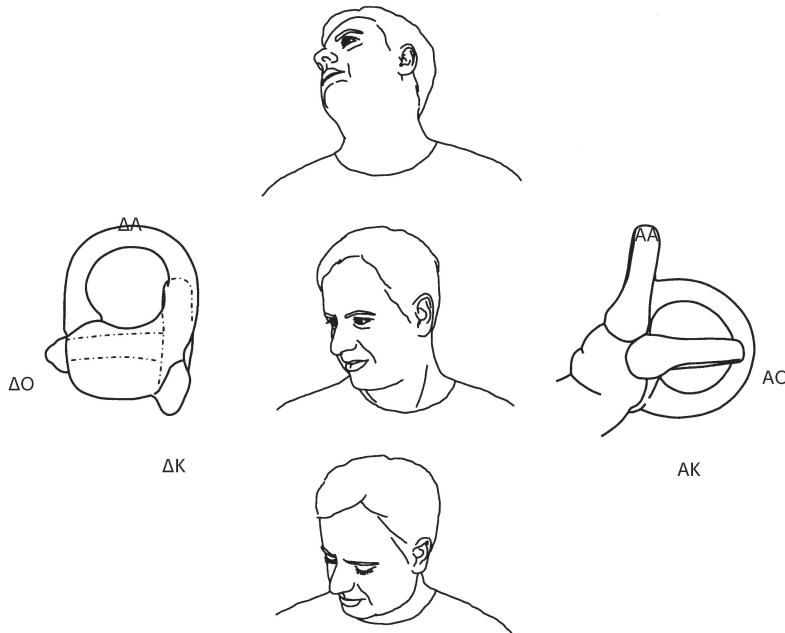
Τα πραγματικά συμπτώματα (ζάλη, ίλιγγος, διαταραχή της ισορροπίας, βλ. Κεφάλαιο 2) σε ασθενείς με ποικίλες αιθουσαίες διαταραχές είναι συχνά όμοια. Η διάγνωση, συνεπώς, βασίζεται συχνά σε επιπλέον συμπτώματα, που σε πολλές περιπτώσεις οφείλονται σε επέκταση της βλάβης προς γειτονικούς σχηματισμούς. Για αυτόν τον λόγο,

είναι σημαντικές οι γνώσεις όχι μόνο της ανατομίας του έσω ατός αλλά και των σχηματισμών που βρίσκονται σε γειτνίαση με τους αιθουσαίους σχηματισμούς και τις οδούς τους.

Ο λαβύρινθος αποτελείται από τον οστέινο λαβύρινθο στο λιθοειδές τμήμα του κροταφικού οστού και τον υμενώδη λαβύρινθο που περιέχει ο πρώτος στο εσωτερικό του. Το αισθητηριακό επιθήλιο, που μεταδίδει τον ήχο (κοχλιακό) και την κίνηση της κεφαλής (αιθουσαίο), περιέχεται στον υμενώδη λαβύρινθο. Ο μεμβρανώδης λαβύρινθος περιέχει το ενδολευματικό υγρό που υγραίνει το αισθητηριακό επιθήλιο. Η έξω λέμφης είναι το υγρό που περιέχεται στον χώρο μεταξύ οστέινου και υμενώδους λαβύρινθου. Ο αιθουσαίος (ή οπίσθιος) λαβύρινθος αποτελείται από όργανα με εξειδίκευση στη μετάδοση της γωνιώδους επιτάχυνσης, τους ημικύκλιους σωλήνες και όργανα με εξειδίκευση στη μετάδοση της γραμμικής και βαρυτικής επιτάχυνσης, τα ωτολιθικά όργανα.

Ημικύκλιοι σωλήνες

Οι ημικύκλιοι σωλήνες σε κάθε πλευρά είναι τρεις, ένας οριζόντιος και δύο κάθετοι. Βρίσκονται σε περίπου ορθές γωνίες μεταξύ τους και έτσι μπορούν να αντιληφθούν τις μεταβολές της θέσεως της κεφαλής σε κάθε επίπεδο και κατεύθυνση (Εικ. 1.1). Αυτά



Εικόνα 1.1 Προσανατολισμός των ημικύκλιων σωλήνων. Η εικόνα παρουσιάζει τα ζεύγη των ημικύκλιων σωλήνων που ενεργοποιούνται κατά τη λοξή κίνηση της κεφαλής. Αν η κεφαλή κινηθεί προς τα άνω και προς τα κάτω ενώ βρίσκεται σε στροφή 45° προς τα δεξιά, η παλινδρομική κίνηση γίνεται αντιληπτή από τον αριστερό πρόσθιο (άνω) και τον αριστερό οπίσθιο (κάτω) ημικύκλιο σωλήνα (AA και ΔΚ, αντίστοιχα).

τα επίπεδα των ημικύκλιων σωλήνων είναι συμπληρωματικά μεταξύ τους σε κάθε πλευρά της κεφαλής ώστε οι κινήσεις της κεφαλής να σηματοδοτούνται συμπληρωματικά από ένα ζεύγος ημικύκλιων σωλήνων με κοινό επίπεδο.

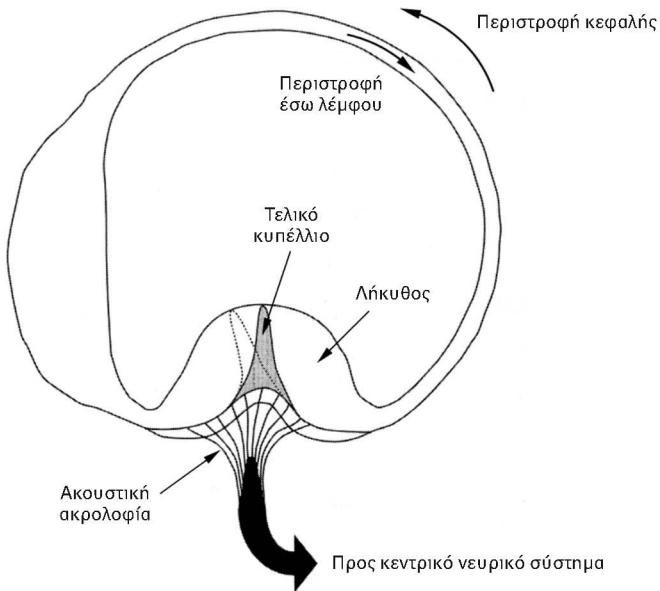
- Οι οριζόντιοι ημικύκλιοι σωλήνες αντιλαμβάνονται την οριζόντια περιστροφή της κεφαλής.
- Οι διαγώνιες ή λοξές κινήσεις της κεφαλής (π.χ. αρχική στροφή της κεφαλής προς τα δεξιά κατά 45° στο οριζόντιο επίπεδο και στη συνέχεια κάμψη του αυχένα προς τα πάνω και προς τα κάτω) καταγράφονται από τον συνδυασμό ενός πρόσθιου (ή άνω) ημικύκλιου σωλήνα από τη μια πλευρά και ενός οπίσθιου (ή κάτω) ημικύκλιου σωλήνα από την άλλη πλευρά. Στο παράδειγμα που προαναφέρθηκε, η ταλάντωση θα γίνει αισθητή από τον αριστερό πρόσθιο και τον δεξιό οπίσθιο ημικύκλιο σωλήνα (Εικ. 1.1)
- Μια αριγάς οβελισία κίνηση της κεφαλής προς τα κάτω διεγείρει και τους δύο πρόσθιους ημικύκλιους σωλήνες και αναστέλλει και τους δύο οπίσθιους ημικύκλιους σωλήνες. Κατά την προς τα άνω κίνηση συμβαίνει το αντίθετο.
- Η κάμψη του αυχένα προς τα πλάγια, όπως όταν το δεξιό πλάγιο της κεφαλής έρχεται σε επαφή με τον δεξιό άρμο, προκαλεί διέγερση του δεξιού πρόσθιου και οπίσθιου ημικύκλιου σωλήνα και αναστολή και των δύο κάθετων ημικύκλιων σωλήνων της άλλης πλευράς.

Ο μηχανισμός ενεργοποίησης ενός ημικύκλιου σωλήνα παρουσιάζεται στην Εικόνα 1.2. Κάθε σωλήνας έχει ένα ανοικτό άκρο, που επικοινωνεί ελεύθερα με την αίθουσα, και ένα διευρυσμένο ή ληκυθαίο άκρο όπου βρίσκεται το αισθητηριακό επιθήλιο, στο τελικό κυπέλλιο. Το τελικό κυπέλλιο αποτελεί ζελατινώδες άθροισμα αισθητηριακών τριχωτών κυττάρων – η πίεση επί του τελικού κυπελλίου και η επακόλουθη κάμψη των τριχών ή κροσσών παράγει βιοπλεκτρική δραστηρότητα και δυναμικά ενέργειας κατά μήκος του αιθουσαίου νεύρου. Η πίεση επί του τελικού κυπελλίου ασκείται από την έσω λέμφη στη διάρκεια της περιστροφής της κεφαλής. Όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 1.2, η περιστροφή της κεφαλής προς τα αριστερά έχει ως αποτέλεσμα σχετική κίνηση της έσω λέμφου προς την αντίθετη κατεύθυνση, που προκαλεί πίεση επί του τελικού κυπελλίου.

Περιληπτικά, το ΚΝΣ γνωρίζει σε ποιο επίπεδο έχει περιστραφεί η κεφαλή από τον τρόπο ενεργοποίησης των επιμέρους ημικύκλιων σωλήνων. Το ΚΝΣ γνωρίζει πόσο γρήγορα έχει περιστραφεί η κεφαλή από τη συχνότητα των δυναμικών ενεργείας του αιθουσαίου νεύρου, που με τη σειρά τους εξαρτώνται από το μέγεθος της παραμόρφωσης του τελικού κυπελλίου από την έσω λέμφη.

Αιθουσαίος τόνος

Η έννοια του αιθουσαίου τόνου είναι σημαντική καθώς έχει σχεδόν άμεση κλινική σημασία. Κατά βάση ο όρος τόνος χρησιμοποιείται επειδή, ακόμη και επί απουσίας οποιασδήποτε περιστροφής, οι κεντρομόλες ώσεις των ημικύκλιων σωλήνων προς το αιθουσαίο νεύρο εμφανίζουν εκφορτίσεις πρεμίας («τονικές»). Για κάθε ημικύκλιο σωλήνα υπάρχει μια γωνιώδης κατεύθυνση στην οποία η παραμόρφωση του τελικού κυπελλίου αυξάνει τις εκφορτίσεις προς το αιθουσαίο νεύρο (η κατεύθυνση «συν»), καθώς και μια αντίθετη κατεύθυνση «πλην» στην οποία μειώνεται η νευρωνική δραστηρότητα των προσαγωγών ινών του ημικύκλιου σωλήνα. Ο προσανατολισμός των κροσσών είναι τέτοιος ώστε η οριζόντια επιτάχυνση της κεφαλής προς τα δεξιά είναι κίνηση «συν» για τον δεξιό οριζόντιο ημικύκλιο σωλήνα και «πλην» για τον αριστερό.



Εικόνα 1.2 Ενεργοποίηση των ημικύκλιων σωλήνων. Καθώς το κρανίο περιστρέφεται προς μια κατεύθυνση, η έσω λέμφος μετατοπίζεται προς την αντίθετη κατεύθυνση. Αυτή η κίνηση της έσω λέμφου ασκεί πίεση επί του τελικού κυπελλίου η οποία ενεργοποιεί το αισθητηριακό επιθήλιο. Εφόσον η περιστροφή έχει μεγάλη διάρκεια (>30 sec), παύει η μετατόπιση της έσω λέμφου σε σχέση με την κεφαλή με αποτέλεσμα την προοδευτική διακοπή της διέγερσης των ημικύκλιων σωλήνων.

Ο εγκέφαλος γνωρίζει ότι η κεφαλή στρέφεται επειδή υπάρχει αύξηση της νευρωνικής δραστηριότητας στη μια πλευρά και μείωση στην άλλη πλευρά.

Οι πρακτικές επιπτώσεις είναι οι εξής:

1. Η ύπαρξη ενός αιθουσαίου τόνου πρεμίας εξηγεί γιατί ο ασθενής με μονόπλευρη υπολειτουργία του λαβυρίνθου εμφανίζει ίλιγγο αικόμη και χωρίς να πραγματοποιεί οποιανδήποτε κίνηση της κεφαλής. Το ΚΝΣ αντιλαμβάνεται διαφορά στη συχνότητα των εικφορτίσεων μεταξύ των δύο πλευρών και «συμπεραίνει» ότι η κεφαλή περιστρέφεται.
2. Αικόμη και στην περίπτωση ολικής και μόνιμης μονόπλευρης βλάβης των ημικύκλιων σωλήνων, ο εγκέφαλος έχει τη δυνατότητα αντίληψης των γωνιωδών κινήσεων. Ο υγιής λαβύρινθος μπορεί να καταγράφει και τις δύο κατευθύνσεις της κίνησης λόγω της ρύθμισης συν-πλην. Αυτή η προς δύο κατευθύνσεις δυνατότητα ενός ημικύκλιου σωλήνα αποτελεί τη βάση του φαινομένου της αιθουσαίας αναπλήρωσης στο οποίο στηρίζεται η αποκατάσταση της λειτουργίας και η υποχώρηση των συμπτωμάτων σε ασθενείς με μονόπλευρη αιθουσαία βλάβη.

Περιστροφές μικρής και μεγάλης διάρκειας

Ο τρόπος με τον οποίον λειτουργούν οι ημικύκλοι σωλήνες στη διάρκεια περιστροφών