



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΙΓΙΟΥ)
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΣΕ ΚΩΦΟΥΣ»
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ Δ. ΜΠΑΡΔΗ

Εποπτεύων Καθηγητής :Κουτσογιάννης Κωνσταντίνος

ΑΙΓΙΟ-22/03/2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Εδώ και αρκετές δεκαετίες έχει αναγνωριστεί η καθοριστική συμβολή της φυσικοθεραπείας στην αιθουσαία αποκατάσταση, χρησιμοποιώντας προγράμματα ασκήσεων τα οποία βελτιώνουν τον έλεγχο στάσης, την ισορροπία και την σταθεροποίηση του βλέμματος.

Η τρέχουσα εργασία έχει ως στόχο τη διερεύνηση και την παράθεση των αιτιών διαταραχής της ισορροπίας κα των νεότερων εξελίξεων στην αιθουσαία αποκατάσταση σε κωφά άτομα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αυτί αποτελεί βασικό αισθητήριο όργανο το οποίο διαμεσολαβεί την αίσθηση της ακοής ενώ παράλληλα συμμετέχει στη δημιουργία μιας εσωτερικής αναπαράστασης του εξωτερικού κόσμου σε συνεργασία με το οπτικό και σωματοαισθητικό σύστημα. Αυτή ακριβώς η αναπαράσταση παρέχει τη ικανότητα της κίνησης και του προσανατολισμού του ατόμου στο χώρο, καθώς και την αίσθηση και τη διατήρηση της ισορροπίας.

Το αυτί διακρίνεται ανατομικά στο έξω, μέσο ους και έσω ους. Σε αυτή τη τελευταία ανατομική δομή, στο έσω ούς, γνωστό και ως λαβύρινθος, εντοπίζεται το αιθουσαίο σύστημα και συγκροτείται από δύο κύρια δομικά στοιχεία, τους ημικύκλιους σωλήνες και τα ωτολιθοφόρα κυστίδια (ελλειπτικό, σφαιρικό). Το αιθουσαίο σύστημα είναι υπεύθυνο σε μεγάλο βαθμό για τη διατήρηση της ισορροπίας.

Δυσλειτουργία αυτού του συστήματος μπορεί να παρατηρηθεί σε άτομα με έκπτωση της ακοής, από μερική απώλεια αυτής έως κώφωση. Ως απόρροια, διαταραχή της ικανότητας ισορροπίας συμπεριλαμβάνεται στην συμπτωματολογία κωφών ασθενών. Συγκεκριμένα, έχουν διαπιστωθεί κινητικά προβλήματα σε κωφά παιδιά με διαταραγμένη αιθουσαία λειτουργία.

Εδώ και αρκετές δεκαετίες έχει αναγνωριστεί η καθοριστική συμβολή της φυσικοθεραπείας στην αιθουσαία αποκατάσταση, χρησιμοποιώντας προγράμματα ασκήσεων τα οποία βελτιώνουν τον έλεγχο στάσης, την ισορροπία και την σταθεροποίηση του βλέμματος.

Η τρέχουσα εργασία έχει ως στόχο τη διερεύνηση και την παράθεση των αιτιών διαταραχής της ισορροπίας κα των νεότερων εξελίξεων στην αιθουσαία αποκατάσταση σε κωφά άτομα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ-ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΚΟΗΣ	6
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1.1 Εξω ους	6
1.1.2 Μέσο ους.....	7
1.1.3 Έσω ους ή λαβύρινθος	8
1.2 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΚΟΗΣ	11
1.2.1 Αίτια βαρηκοΐας και κώφωσης	14
1.2.2 Αντιμετώπιση Βαρηκοΐας και Κώφωσης	15
2 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	20
2.1 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΓΕΝΙΚΑ	20
2.2 ΑΚΟΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.....	22
2.2.1 Καλοήθης παροξυσμικός ίλιγγος θέσης (ΚΠΙΘ).....	24
2.2.2 Λαβυρινθίτιδα ή αιθουσαία και κοχλιακή νευρίτιδα.....	26
2.2.3 Νόσος Meniere.....	27
2.2.4 Περιλεμφικό συρίγγιο.....	28
2.2.5 Οστικό έλλειμμα πρόσθιου ημικύκλιου σωλήνα.....	29
2.2.6 Αμφιτερόπλευρη αιθουσοπάθεια.....	29
2.3 ΟΡΑΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ	29
2.3.1 Ανατομία του οφθαλμού.....	29
2.3.2 Φυσιολογία της όρασης	32
2.4 ΠΑΡΕΓΚΕΦΑΛΙΔΑ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.....	34
2.4.1 Ανατομία παρεγκεφαλίδας.....	34
2.4.2 Λειτουργική ανατομική της παρεγκεφαλίδας	39
2.4.3 Κλινικές παρατηρήσεις.....	39
2.4.4 Έλεγχος της ισορροπίας.....	40
2.5 ΔΟΜΗ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΧΕΩΝ	40
2.5.1 Υποδεκτικοί Υποδοχείς.....	40

2.5.2	Περιφερικοί Υποδοχείς.....	41
2.5.3	Περιφερικοί Υποδοχείς και Ισορροπία.....	45
2.5.4	Συσχετισμός ακοής-όρασης-παρεγκεφαλίδας στην ισορροπία.....	46
2.6	ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΜΕ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΑΚΟΗΣ.....	49
2.7	ΙΑΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΣΕ ΚΩΦΟΥΣ.....	50
3	ΑΙΘΟΥΣΑΙΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	51
3.1	ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΤΕΧΝΙΚΗ EPLEY.....	52
3.2	ΑΣΚΗΣΕΙΣ BRANDT-DAROFF.....	53
3.3	ΑΣΚΗΣΕΙΣ CAWTHORNE-COOKSEY.....	54
3.4	ΑΛΛΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ.....	55
3.4.1	Έλεγχος στάσης στην καθιστή θέση, στην όρθια θέση και στη βάδιση. 56	
3.4.2	Συντονισμός ματιών-κεφαλής για σταθεροποίηση βλέμματος.....	59
3.4.3	Αντίληψη κίνησης.....	61
3.4.4	Φυσική κατάσταση.....	62
3.4.5	Αιθουσαία αποκατάσταση σε παιδιά.....	62
3.5	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ.....	62
4	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	64
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	65
5	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	71

1 ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ-ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΚΟΗΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αυτί είναι το όργανο που εξυπηρετεί την αίσθηση της ακοής και την αίσθηση της ισορροπίας και του προσανατολισμού του ατόμου στο χώρο. Διακρίνεται σε δύο τμήματα, ένα εκτός του εγκεφάλου, το περιφερικό και σε ένα τμήμα εντός του εγκεφάλου, το κεντρικό.

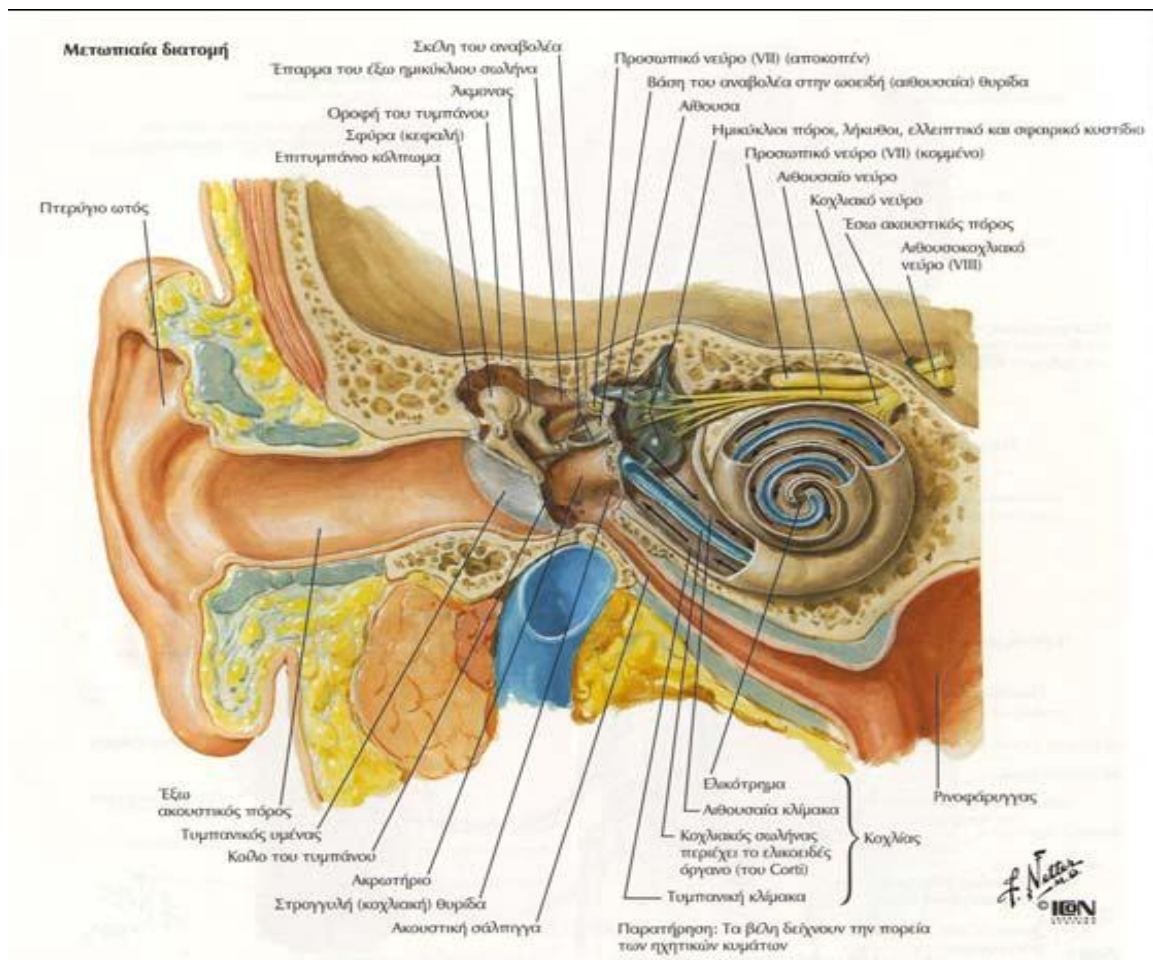
Το περιφερικό τμήμα αποτελείται από **το έξω και μέσο ους** που αποτελούν το σύστημα αγωγής του ήχου (τυμπανοοσταριώδες σύστημα).

Καθώς, και από το **έσω ους** (λαβύρινθος) και το αιθουσοκοχλιακό νεύρο (κοχλιακή και αιθουσαία μοίρα) όπου η μηχανική ενέργεια μετασχηματίζεται σε βιοηλεκτρική και μεταφέρεται μέσω του ακουστικού νεύρου προς το κεντρικό τμήμα (Εικόνα 1).

Το κεντρικό τμήμα αποτελούν η αιθουσαία και η ακουστική οδός, που έχει ως αφετηρία τους αντίστοιχους πυρήνες του εγκεφαλικού στελέχους και φτάνει μέχρι το φλοιό των ημισφαιρίων του εγκεφάλου (Δανιηλίδης, 2002).

1.1.1 Έξω ους

Το έξω ους περιλαμβάνει το πτερύγιο και τον έξω ακουστικό πόρο. Το πτερύγιο είναι μια πτυχή δέρματος, που προσκολλάται στερεά στο περιχόνδριό του πτερυγιάιου ελαστικού χόνδρου, με εξαίρεση το κατώτερο άκρο του, που καλείται λοβίο και στερείται χόνδρου, έχοντας λιπώδεις ιστό ως υπόθεμα. Το περιφερικό τμήμα άνω του πτερυγίου ονομάζεται έλικα. Ο έξω ακουστικός πόρος αποτελεί έναν οστεοχόνδρινο σωλήνα, που ξεκινά από την κόγχη φτάνοντας ως τον τυμπανικό υμένα. Το μήκος του είναι 2,5-3,5 cm και η διάμετρος του 7-9 mm. Το τμήμα του βρίσκεται εξωτερικά είναι χόνδρινο και καταλήγει στο στενότερο σημείο του έξω ακουστικού πόρου που ονομάζεται ισθμός, από όπου αρχίζει το οστέινο τμήμα. Τα δύο τμήματα ενώνονται με ινώδη ιστό που ονομάζεται δακτυλιοειδής σύνδεσμος επιτρέποντας την ευκινησία του πτερυγίου και της χόνδρινης μοίρας.



Εικόνα 1: Σχηματική παράσταση του έξω, μέσου και έσω αυτιού.

Η μεγάλη ευαισθησία της οστέινης μοίρας στον πόνο και τη θερμοκρασία, οφείλεται στο γεγονός ότι το δέρμα του είναι πολύ λεπτό, στερείται τριχών και ότι βρίσκεται σε άμεση επαφή με το οστό χωρίς την παρεμβολή υποδορίου ιστού. Επίσης, έχει τη μοναδική ιδιότητα της μετανάστευσης του επιθηλίου προς τα έξω.

1.1.2 Μέσο ους

Το μέσο ους αποτελούν ο τυμπανικός υμένας, το κοίλο του τύμπανου που περιέχει μια σειρά ακουστικών οσταρίων και τους μύες του αναβολέα, τον τείνων το τύμπανο μυ, το μαστοειδές άντρο με τις κυψέλες της μαστοειδούς απόφυσης και την ευσταχιανή σάλπιγγα.

Οι κοιλότητες του μέσου αυτιού καλύπτονται από βλεννογόνο με επιθήλιο αναπνευστικού τύπου, κυλινδρικό κροσσωτό στην περιοχή του στομίου της ευσταχιανής σάλπιγγας και στο πρόσθιο και κάτω τμήμα του κοίλου του τυμπάνου και κυβοειδές χωρίς κροσσούς στις υπόλοιπες επιφάνειες (Δανιηλίδης, 2002).

Η **ευσταχιανή σάλπιγγα** είναι ένας οστεοχόνδρινος σωλήνας που πορεύεται μέσα στο λιθοειδές οστό, μέσω του οποίου έρχονται σε επικοινωνία το μέσο αυτί με το ρινοφάρυγγα. Ξεκινάει από το κάτω τμήμα του πρόσθιου τοιχώματος του κοίλου

του τύμπανου (τυμπανικό στόμιο) και καταλήγει στο πλάγιο τοίχωμα του ρινοφάρυγγα (ρινοφαρυγγικό στόμιο). Κατά το 7ο έτος της ηλικίας η σάλπιγγα φτάνει το οριστικό μήκος της, και κυμαίνεται από 3-4 cm. Αποτελείται από δύο τμήματα: το **οστέινο** που εκτίνεται προς το κοίλο του τύμπανου και το **χόνδρινο** που εκτίνεται προς τον ρινοφάρυγγα. Το χόνδρινο τμήμα αποτελεί τα 2/3 του συνολικού μήκους της σάλπιγγας και ο αυλός του σχηματίζεται από χόνδρο, ο οποίος έχει σχήμα ανεστραμμένου "V" και το άνοιγμα κλείνεται από ινώδη μεμβράνη.

Τυμπανικός υμένας ή τύμπανο: Αποστολή της τυμπανικής μεμβράνης είναι αφ' ενός η μετάδοση των ηχητικών κυμάτων και αφετέρου η προστασία της στρογγυλής θυρίδας από την πρόσκρουση της ισχυρών ήχων σ' αυτήν. Έχει διάμετρο περίπου 1 cm, πάχος 30-90 mm και γκριζόλευκη χροιά. Ο τυμπανικός υμένας παρουσιάζει δύο μοίρες, την τεταμένη (*pars tensa*) που είναι μεγαλύτερη και τη χαλαρά ή μεμβράνη του Shrapnell (*pars flaccida*) η οποία καταλαμβάνει το ανώτερο τμήμα του.

Κοίλο του τυμπάνου Είναι μια αεροφόρος κοιλότητα που βρίσκεται μεταξύ του έξω και έσω αυτιού και αποτελεί την οδό επικοινωνίας μεταξύ τους. Η χωρητικότητα του ανέρχεται σε $0,8 \text{ cm}^3$ και έχει σχήμα αμφίκυκλου φακού. Μέσα στο κοίλο του τυμπάνου βρίσκονται σε διάταξη τα τρία **ακουστικά οστάρια**, που καλύπτονται από βλεννογόνο και συνδέονται μεταξύ τους με αρθρώσεις, ενώ στηρίζονται από τους συνδέσμους που βρίσκονται μεταξύ των οσταρίων και των τοιχωμάτων του κοίλου του τυμπάνου (Δανιηλίδης, 2002).

1.1.3 Έσω ους ή λαβύρινθος

Το έσω ους, λόγω της πολύπλοκης κατασκευής του, ονομάζεται λαβύρινθος και βρίσκεται μέσα στο λιθοειδές οστό. Περιλαμβάνει τον οστέινο λαβύρινθο που περικλείει τον υμενώδη λαβύρινθο και τον έσω ακουστικό πόρο με το αιθουσοκοχλιακό και προσωπικό νεύρο.

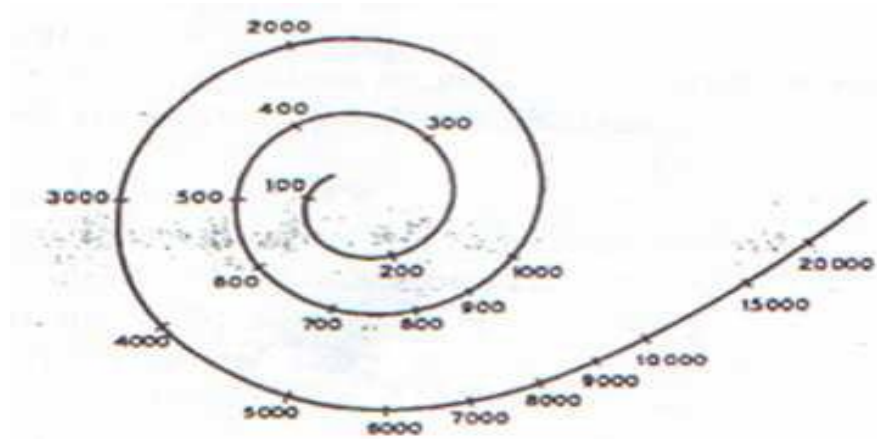
Τον **οστέινο** και **υμενώδη λαβύρινθο** αποτελούν τρεις χώροι, που επικοινωνούν μεταξύ τους. Ο κοχλίας είναι διαταγμένος εμπρός, η αίθουσα στο μέσο και οι ημικύκλιοι σωλήνες προς τα πίσω.

Η **αίθουσα (Vestibulum)** βρίσκεται μεταξύ κοχλίας και ημικύκλιων σωλήνων. Εξωτερικά, επικοινωνεί μέσω της ωοειδούς θυρίδας με το κοίλο του τύμπανου, η οποία αποφράσσεται από τη βάση του αναβολέα και το δακτυλιοειδή σύνδεσμο.

Οι **ημικύκλιοι σωλήνες** είναι τρεις και διατάσσονται στις τρεις διαστάσεις του χώρου. Ο άνω κάθετος, ο οπίσθιος κάθετος και ο οριζόντιος ή πλάγιος ημικύκλιος σωλήνας.

Ο **κοχλίας** έχει σχήμα κελύφους σαλιγκαριού με δύομισι έλικες. Ξεκινά μπροστά από την αίθουσα από και τελειώνει με κλειστό άκρο το θόλο. Το συνολικό μήκος του ανέρχεται κατά μέσο όρο σε 35mm (Εικόνα 2, Εικόνα 3, Εικόνα 4).

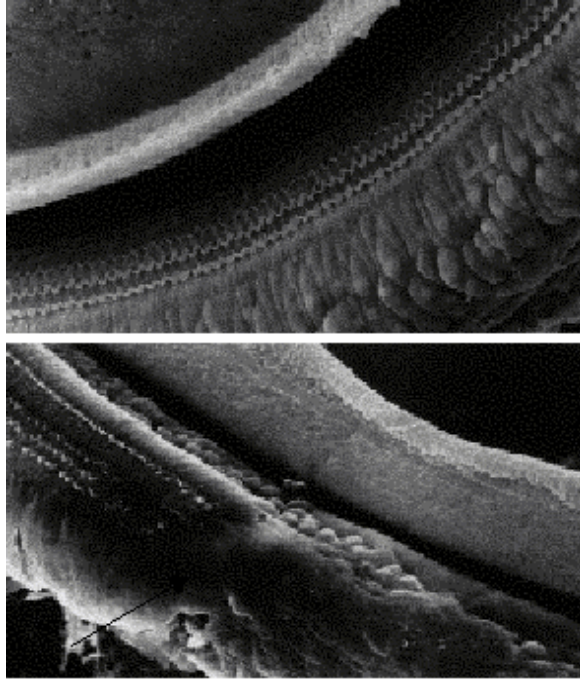
Ο κεντρικός άξονας του κοχλίας, που ονομάζεται **άτρακτος** (*modiolus*), έχει σχήμα κώνου γύρω από τον οποίο περιελίσσονται οι τρεις έλικες, η βασική η μέση και η ημιτελής κορυφαία. Μέσα σε αυτόν βρίσκεται το κοχλιακό νεύρο και η κοχλιακή αρτηρία (Δανιηλίδης, 2002).



Εικόνα 2: Η τονοτοπική οργάνωση του ανθρώπινου κοχλίου.



Εικόνα 3: Ο κοχλίας.



Εικόνα 4: Απεικόνιση ενός υγιούς κοχλίας (πάνω) και ενός κοχλίας που έχει υποστεί βλάβη (κάτω).

Αιθουσαίο σύστημα

Το αιθουσαίο σύστημα είναι ένα από τα τρία συστήματα που συνεργάζονται για την φυσιολογική στάση και κίνηση. Επιπλέον συνεισφέρει:

Στη διατήρηση της εικόνας ενός αντικειμένου πάνω στον αμφιβληστροειδή χιτώνα. Το αιθουσαίο σύστημα σταθεροποιεί τον χιτώνα κατά τους ερεθισμούς υψηλών συχνοτήτων, όπως συμβαίνει κατά τη διάρκεια της βάρδισης ή του τρεξίματος, ενώ το οπτικό σύστημα τον σταθεροποιεί στους ερεθισμούς χαμηλών συχνοτήτων. Χωρίς αυτήν την σταθεροποίηση, θα μειωνόταν η οπτική οξύτητα κατά τις κινήσεις του κεφαλιού.

Διατήρηση ισορροπίας

Επίπεδο συνείδησης και διάθεσης

Το αίθουσο-κοχλιακό νεύρο (όγδοη εγκεφαλική συζυγία) αποτελείται από δύο μέρη: το αιθουσαίο νεύρο που ανιχνεύει τις κινήσεις της κεφαλής και του σώματος και το κοχλιακό που ανιχνεύει τον ήχο (Landau et al, 2009).

Οι ίνες του αιθουσαίου νεύρου ξεκινούν από το αιθουσαίο τμήμα το οποίο είναι μέρος του λαβυρίνθου και βρίσκεται στον έσω ακουστικό πόρο. Η αίθουσα και οι ημικύκλιοι σωλήνες αποτελούν ένα μεγάλο μέρος του οστικού λαβυρίνθου και περιέχουν τον μεμβρανώδη λαβύρινθο. Μεταξύ του οστικού και του μεμβρανώδους λαβυρίνθου ρέει ένα υγρό το οποίο ονομάζεται περίλεμφος. Ο μεμβρανώδης από την άλλη είναι γεμάτος με ένα υγρό που ονομάζεται ενδόλεμφος και έχει υψηλή περιεκτικότητα σε κάλιο και χαμηλή σε νάτριο (Tascioglu, 2005).

Το μέρος του μεμβρανώδους λαβυρίνθου, το οποίο σχετίζεται με την αιθουσαία λειτουργία, αποτελείται από τους τρεις ημικύκλιους σωλήνες οι οποίοι ανιχνεύουν τη γωνιακή επιτάχυνση και τα δύο ωτολιθοφόρα κυστίδια (ελλειπτικό, σφαιρικό) που ανιχνεύουν την γραμμική (Lee et al, 2008)

1.2 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΚΟΗΣ

Όταν υπάρχει φυσιολογική ακοή, τα ηχητικά κύματα μεταφέρονται στον τυμπανικό υμένα, μέσω της αεροφόρου κοιλότητας των τριών ακουστικών οσταρίων, που περιλαμβάνονται στο μέσο αυτί. Στη συνέχεια, τα ηχητικά κύματα φτάνουν στην ωοειδή θυρίδα και στην βασική μεμβράνη του κοχλία.

Μέσω των ακουστικών οσταρίων το ερέθισμα ενισχύεται περίπου 18 φορές. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να αντισταθμίζεται η απώλεια ισχύος που επέρχεται από τη μετάβαση του ηχητικού κύματος από τον αέρα που υπάρχει στο μέσο αυτί, στο υγρό του μέσω αυτιού. Σε περίπτωση απουσίας αυτού του συστήματος τα ηχητικά σήματα άγονται δια του κροταφικού οστού, αλλά με μεγάλη απώλεια ισχύος κατά 60dB περίπου. Στη συνέχεια αισθητήρια τριχωτά κύτταρα, της κοχλιακής βασικής μεμβράνης, μετατρέπουν την παλμική κίνηση της μεμβράνης σε νευρική διέγερση. Οι νευρικές διεγέρσεις μεταδίδονται από τα τριχωτά κύτταρα δια συνάψεων σε άλλα κύτταρα, τα σώματα των οποίων βρίσκονται στο ελικοειδές γάγγλιο. Η διέγερση καταλήγει στον ομόπλευρο κοχλιακό πυρήνα και ο υμενώδης κοχλίας στο έσω αυτί αναλύει μηχανικά τους ήχους.

Στους υψηλής συχνότητας ήχους ερεθίζονται μόνο τα τριχωτά κύτταρα της βασικής έλικας του κοχλία, ενώ σε χαμηλές συχνότητες ερεθίζονται σχεδόν όλα. Επομένως, σε βλάβες του κοχλία και των κεντρομόλων νεύρων επηρεάζεται διαφορετικά η ακοή για τις διάφορες συχνότητες. Εντός του εγκεφάλου τα ακουστικά ερεθίσματα καταλήγουν στον ραχιαίο και κοιλιακό κοχλιακό πυρήνα και εν συνεχεία στο σύμπλεγμα της άνω ελαίας και των δύο πλευρών. Έτσι βλάβες κεντρικότερες του κοχλιακού νεύρου δεν προκαλούν μονόπλευρη βαρηκοΐα και μονόπλευρες κεντρικές βλάβες, δεν προκαλούν κώφωση. Στη συνέχεια η οδός διέρχεται από τον έξω λημνίσκο και το οπίσθιο διδύμιο. Από εκεί η οδός προβάλλεται στο οπίσθιο διδύμιο και στο σύστοιχο έσω γονατώδες σώμα. Από το έσω γονατώδες σώμα η νευρική οδός καταλήγει στην ακουστική έλικα, στον άνω κροταφικό λοβό (Baloh, 2003).

Κανονικά το αυτί μπορεί να αντιληφθεί ήχους με συχνότητες μεταξύ 20 και 20.000 Hertz-Hz (Εικόνα 5). Η ικανότητα της ακοής μειώνεται σημαντικά με την πάροδο της ηλικίας. Μεγαλύτερη ευαισθησία παρουσιάζεται στις συχνότητες μεταξύ 500 και 4000 Hz, οι οποίες είναι οι κύριες για την ακοή του λόγου. Έτσι, η αδυναμία αντίληψης ήχων 30- 40 dB στις συχνότητες της ομιλίας προκαλεί εμπόδια στην επικοινωνία, ενώ κάτω των 80 dB την καθιστά σχεδόν αδύνατη. Η απώλεια της ακοής έχει αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη της ομιλίας και του λόγου, την κοινωνική και συναισθηματική ανάπτυξη, τη συμπεριφορά και τη σχολική επίδοση.

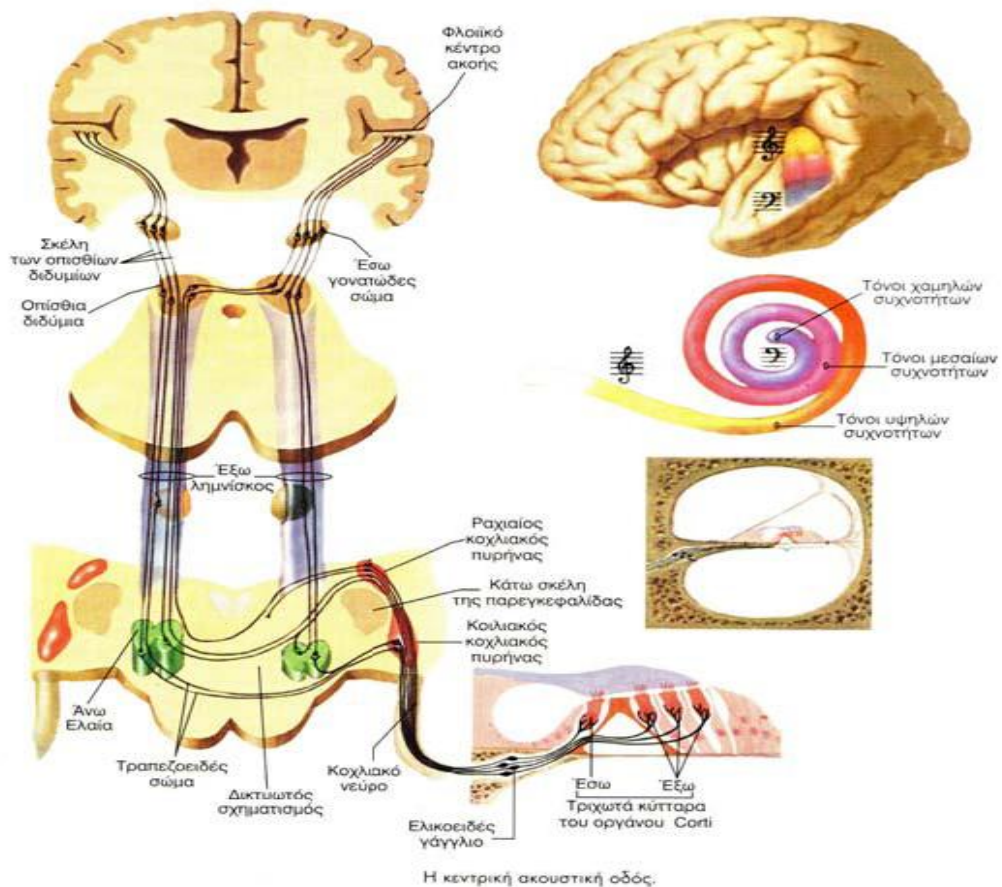
Τα άτομα με προβλήματα ακοής που έχασαν την ακοή τους πριν την νηπιακή φάση απόκτησης της ομιλίας μέσω της ακουστικής οδού, ονομάζονται προγλωσσικοί, ενώ αυτοί που την απώλεσαν μετά την απόκτηση της ομιλίας καλούνται μεταγλωσσικοί. Υπάρχουν πολλές διαφορές μεταξύ προγλωσσικών και

μεταγλωσσικών στην ακουστική και λεκτική συμπεριφορά, ακόμη και μεταξύ των μεταγλωσσικών. Όταν το πρόβλημα της βαρηκοΐας συμβεί μεταξύ των 4-7 ετών προκαλείται υποστρόφη της ομιλίας που ήδη είχε αποκτηθεί. Η έγκαιρη διάγνωση, η πρώιμη και αποτελεσματική ιατρική παρέμβαση και η συμπαράσταση των γονιών και το περιβάλλον επιδρούν θετικά στην ανάπτυξη της ικανότητας ομιλίας των παιδιών με κώφωση. Τα παιδιά με προβλήματα ακοής παρουσιάζουν δυσκολίες στη μνήμη, την αναπαράσταση εικόνων, τις αριθμητικές πράξεις και την ανάγνωση. Σε σπουδαστές με μέτρια βαρηκοΐα, το 86% έχει καταληπτό λόγο, ενώ το 75% των σπουδαστών με πλήρη κώφωση δεν έχει καταληπτή ομιλία (Αγγελοπούλου-Σακαντάμη, 2004).

Το επίπεδο της ακοής καθορίζεται από την ένταση του ηχητικού ερεθίσματος και συγκεκριμένα τον αριθμό των dB που απαιτείται, ώστε ένα άτομο να προσλαμβάνει ήχο πάνω από το ακουστικό μηδέν. Η βαρηκοΐα καθορίζεται σε βαθμούς από πολύ ελαφρά, έως βαριά βλάβη της ακοής, όπως αναφέρεται στον (Πίνακας 1)

Απώλεια ακοής	Βαθμός αναπηρίας	Δυσκολία κατανόησης ομιλίας
27-40dB	Ελαφρά εξασθένηση ακοής	Εξασθενημένη ομιλία
41-55dB	Μέτρια εξασθένηση ακοής	Κανονική ομιλία
56-70dB	Χαρακτηριστική εξασθένηση ακοής	Δυνατή ομιλία
71-90dB	Σοβαρή εξασθένηση ακοής	Έντονη ομιλία
Περισσότερο από 90dB	Πολύ βαριά εξασθένηση της ακοής	Οποιαδήποτε ομιλία, ακόμη και ενισχυμένη ομιλία

Πίνακας 1: Βαθμίδες κατηγοριοποίησης της ακοής (Winnick, 1995).



Εικόνα 5: Η κεντρική ακουστική οδός.

Ο ορισμός της κώφωσης ποικίλει ανάλογα με την εκπαιδευτική ή ιατρική άποψη. **Κώφωση** είναι η βλάβη της ακοής, η οποία είναι τόσο σοβαρή, ώστε να διαταράσσεται η διαδικασία της γλωσσικής πληροφορίας μέσω της ακουστικής οδού, με ή χωρίς τη χρήση ακουστικών ή κοχλιακών εμφυτευμάτων, με σοβαρές επιπτώσεις στην εκπαιδευτική επίδοση (Sherrill, 1998).

Κωφό είναι το άτομο που αδυνατεί στην πρόσληψη λεκτικών πληροφοριών οι οποίες συλλέγονται μέσω της ακουστικής οδού με ή χωρίς ακουστικό βοήθημα.

Βαρηκοΐα είναι η κατάσταση όπου το άτομο δυσκολεύεται να αντιληφθεί την ομιλία μέσω της ακουστικής οδού, με ή χωρίς ακουστικό βοήθημα (Bloomquist, 1997) .

Βαρήκοο είναι το άτομο με μικρή απώλεια της ακοής και δυνητικά χρησιμοποιήσιμο υπόλοιπο ακοής (Commission on Education of the Deaf, 1988).

Η ακριβής περιγραφή των όρων θα πρέπει να περιλαμβάνει τη σοβαρότητα της ακουστικής βλάβης, την αιτιολογία και την ηλικία εμφάνισης της βλάβης. Η υπολειπόμενη ακοή αποτελεί το λειτουργικό τμήμα που παραμένει μετά την εγκατάσταση της βλάβης (Nicolosi, Harryman & Kresheck, 1989).

Βαρηκοΐα αγωγιμότητας: παρατηρείται σε βλάβες του έξω ή μέσο αυτιού. Χαρακτηριστικά, η βαρηκοΐα είναι περίπου η ίδια σε όλες τις συχνότητες και

υπάρχει καλή αντίληψη του λόγου, αφού υπερβεί τον ουδό ακοής. Τα άτομα αυτά αντιλαμβάνονται την ομιλία καλύτερα σε θορυβώδες περιβάλλον παρά σε ήσυχο, καθώς, δεν έχει επηρεαστεί η ικανότητα ακοής δυνατών ήχων (Baloh, 2003).

Νευροαισθητήρια βαρηκοΐα: οφείλεται σε βλάβες του κοχλία και/ή του ακουστικού τμήματος του στατικοακουστικού νεύρου. Η βαρηκοΐα δεν είναι η ίδια σε όλες τις συχνότητες, με αποτέλεσμα συνήθως να αντιλαμβάνονται καλύτερα ήχους σε χαμηλές, παρά σε υψηλές συχνότητες. Τα άτομα αυτά συχνά δυσκολεύονται να αντιληφθούν την ομιλία σε θορυβώδες περιβάλλον και μπορεί να ενοχλούνται από τη δυνατή ομιλία. Η βαρηκοΐα αυτή έχει ως σημαντικές εκδηλώσεις, την διπλακουσία και την έκπτωση των τόνων. Στις κοχλιακές βλάβες η διπλακουσία είναι συχνή, ενώ σε βλάβες του ακουστικού νεύρου παρατηρείται έκπτωση των τόνων (Baloh, 2003).

Βαρηκοΐα κεντρικού τύπου: οφείλεται σε βλάβες της κεντρικής ακουστικής οδού. Γενικά, οι ασθενείς αυτοί δεν έχουν πρόβλημα αντίληψης των καθαρών τόνων και αντιλαμβάνονται την ομιλία όταν αυτή γίνεται σε ήσυχο περιβάλλον. Εάν προστεθεί θόρυβος ή και άλλη ομιλία, η ικανότητα αντίληψης του λόγου μειώνεται έντονα (Baloh, 2003).

Συχνότητα βαρηκοΐας: Υπολογίζεται ότι το 1-2% των ζώντων νεογνών παρουσιάζουν μέτρια, σοβαρή ή βαθιά νευροαισθητηριακή απώλεια της ακοής. Επιπλέον, το 1-2% παρουσιάζουν ελαφρότερη ή ετερόπλευρη απώλεια ακοής. Ετερόπλευρη απώλεια ακοής μεγαλύτερη των 45 dB υπάρχει στο 3% της παιδικής ηλικίας και μεγαλύτερη των 26 dB στο 13% της παιδικής ηλικίας. Η αμφοτερόπλευρη απώλεια ακοής άνω των 15 dB συμβαίνει σε συχνότητα 4%, ενώ ετερόπλευρη απώλεια ακοής άνω των 15 dB εμφανίζεται σε συχνότητα 8-10% σε παιδιά μικρότερα των 5 ετών.

1.2.1 Αίτια βαρηκοΐας και κώφωσης

Η εμφάνιση οποιασδήποτε μορφής κώφωσης οφείλεται σε:

Κληρονομικά αίτια:

Όταν η μετάδοση γίνεται με τον υπολειπόμενο ή επικρατούντα χαρακτήρα και με πιθανότητα να υπάρχουν και άλλες συγγενείς ανωμαλίες.

Ενδομήτριοι παράγοντες:

όπως λοιμώξεις κατά το τρίτο τρίμηνο της κύησης (π.χ. ερυθρά, ιλαρά, γρίπη, πολιομυελίτιδα, έρπητας ζωστήρας, σύφιλη, πιθανόν η τοξοπλάσμωση), ωτοτοξικά φάρμακα (π.χ. στρεπτομυκίνη, καναμυκίνη, νεομυκίνη), σακχαρώδης διαβήτης κλπ.

Βλάβες κατά τη διάρκεια του τοκετού, όπως τραυματισμοί, ανοξαιμία, εγκεφαλική αιμορραγία.

Πρωρότητα.

Πυρηνικός ίκτερος.

Επίκτητοι παράγοντες:

ιώσεις (παρωτίτιδα, ιλαρά), μηνιγγίτιδα, μηνιγγοεγκεφαλίτιδα, τραυματισμοί, ωτοτοξικά φάρμακα

Κρανιοπροσωπικά σύνδρομα.

Ακουστικό τραύμα από ήχους υψηλής έντασης μεγαλύτερους των 110 dB.

Σύνδρομο ξαφνικής απώλειας ακοής. Αυτοάνοσες διαταραχές και διαταραχές μεταβολισμού λιπιδίων (Αγγελοπούλου-Σακαντάμη, 2004).

1.2.2 Αντιμετώπιση Βαρηκοΐας και Κώφωσης

Σύμφωνα με τον Baloh (2003), στην περίπτωση που το αίτιο δεν έχει καταστρέψει το ακουστικό σύστημα και μπορεί να αντιμετωπιστεί, η ακοή μπορεί να διαφυλαχθεί ή να διορθωθεί. Οι περισσότεροι ασθενείς με ωτοσκλήρυνση αντιμετωπίζονται με εκτομή του αναβολέα. Επιπλέον, η σύγκλιση της περιλεμφικής επικοινωνίας μπορεί να βελτιώσει την ακοή. Ενώ η χρήση αντιβιοτικών και αποσυμφορητικών στη μέση ωτίτιδα μπορεί να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση, αναλόγως των καταστάσεων. Σε επιλεγμένες περιπτώσεις νόσου Meniere, είναι αποτελεσματικές η νατριοπενική δίαιτα και η χρήση διουρητικών, κυρίως όταν οι κρίσεις ενισχύονται από προεμνηνορρυσιακή κατακράτηση υγρών. Επίσης, η φαρμακευτική θεραπεία με χορήγηση στεροειδών έχει θέση στην αντιμετώπιση της οξείας νευροαισθητήριας απώλειας της ακοής, η οποία συνιστά επείγουσα ωτορινολαρυγγολογική κλινική οντότητα. Η οξεία νευροαισθητήρια απώλεια της ακοής καθιστά επιτακτική την ανάγκη πρώιμης θεραπευτικής αντιμετώπισης, ώστε να διασφαλιστεί η αποκατάσταση της ακοής. Η συστηματική χορήγηση (ενδοφλεβίως ή από του στόματος χορήγηση) των στεροειδών αποτελεί θεραπεία εκλογής, ενώ πρόσφατα αναδείχθηκαν τα θετικά αποτελέσματα στην θεραπεία με την εφαρμογή ενδοτυμπανικής έγχυσης στεροειδών σε περιστατικά που έχουν ένδειξη (Κούτης, 2007).

Οι εξελίξεις στην τεχνολογία έχουν βελτιώσει σημαντικά την εικόνα και την απόδοση των ακουστικών και χρησιμοποιούνται ανάλογα με την περίπτωση. Έτσι, στην περίπτωση της βαρηκοΐας αγωγιμότητας απαιτείται απλή ενίσχυση, ενώ στην περίπτωση νευροαισθητήριας, συχνά απαιτείται ενίσχυση επιλεγμένων συχνοτήτων, προκειμένου να μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ακουστικά.

Με ακουστικά βαρηκοΐας μπορούν να ενισχυθούν οι ήχοι, βοηθώντας στην δυνατότητα αντίληψης της ομιλίας. Τα ακουστικά βοηθήματα διακρίνονται σε γενικά βοηθήματα, Ακουστικές Προθέσεις ή Ακουστικά Βαρηκοΐας, Εμφυτεύσιμες Προθέσεις και Εμφυτεύσιμα Ακουστικά Συστήματα (Κοχλιακά εμφυτεύματα, Εμφυτεύματα εγκεφαλικού στελέχους). Έχουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση της βαρηκοΐας, αλλά είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι οι προθέσεις, ακουστικές και εμφυτεύσιμες, αυξάνουν την ικανότητα επικοινωνίας του ασθενή αλλά μόνο τα εμφυτεύσιμα ακουστικά συστήματα (όπως τα κοχλιακά εμφυτεύματα) παρακάμπτουν το όργανο της ακοής που δεν λειτουργεί σωστά και συμπεριφέρονται σαν ένα τεχνητό όργανο.

Τις τελευταίες δεκαετίες τα κοχλιακά εμφυτεύματα κερδίζουν συνεχώς έδαφος ως εκλεκτική θεραπεία αντιμετώπισης της βαρηκοΐας και της κώφωσης καθώς πρόκειται για μια αποδεδειγμένη, αποδεκτή, κλινική μέθοδο η οποία δίνει την

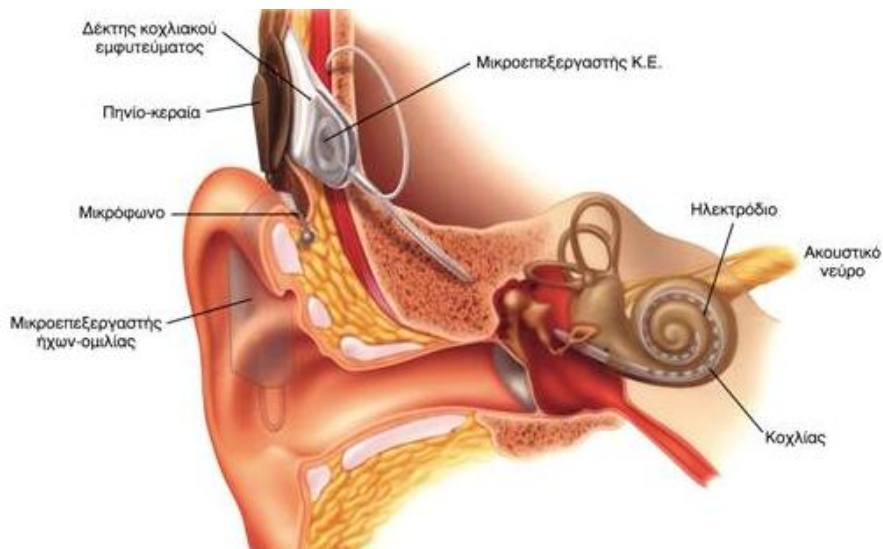
ευκαιρία σε άτομα με ακουστική αναπηρία να ακούσουν και να διακρίνουν την προφορική γλώσσα και τους ήχους στο περιβάλλον τους.

Το κοχλιακό εμφύτευμα είναι μια ηλεκτρονική συσκευή, η οποία αντικαθιστά όλο το σύστημα της ακοής (κυρίως τα αισθητικά τριχωτά κύτταρα του οργάνου του Corti, στο κοχλία) και μετατρέπει την μηχανική ηχητική ενέργεια σε ηλεκτρικά σήματα που μπορούν να μεταβιβαστούν με τη βοήθεια ηλεκτροδίων στο κοχλιακό νεύρο. Τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται εκεί κατόπιν λεπτής χειρουργικής επέμβασης, σε ασθενής με βαρηκοΐα στα όρια της κώφωσης ή κώφωση. Επομένως, πρόκειται για ένα προσομοιωτή της λειτουργίας του φυσιολογικού αυτιού. Η σημερινή μορφή του κοχλιακού εμφυτεύματος αποτελείται από δύο τμήματα: το εξωτερικό και το εσωτερικό (Εικόνα 6, Εικόνα 7).



Εικόνα 6: Το σύστημα του κοχλιακού εμφυτεύματος.

Το εξωτερικό τμήμα, ο επεξεργαστής ομιλίας (speech processor) τοποθετείται οπισθοωτιαία, έχει μέγεθος κοινού ακουστικού βαρηκοΐας και δέχεται τους ήχους με ένα μικρόφωνο, τους φιλτράρει και τους κωδικοποιεί με μια προκαθορισμένη στρατηγική. Τα επεξεργασμένα σήματα φτάνουν σ' ένα πηνίο, που συγκρατείται με τη βοήθεια ενός μαγνήτη στο δέρμα στη θέση του εσωτερικού τμήματος, δηλαδή του δέκτη. Από εκεί το σήμα, με τα δεδομένα αλλά και την απαραίτητη ενέργεια για την λειτουργία του εμφυτεύματος, μεταφέρονται με μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στο εσωτερικό τμήμα, στο εμφύτευμα. Το εμφύτευμα, αποτελείται από ένα πηνίο - δέκτη, από τον μικροϋπολογιστή και από ένα λεπτότατο καλώδιο που φέρει σειρά ηλεκτροδίων. Ο αριθμός των ηλεκτροδίων αυτών ποικίλλει από 12 έως 22, ανάλογα με το εμφύτευμα (Εικόνα 8).



Εικόνα 7: Το σύστημα του κοχλιακού εμφυτεύματος κατά την εμφύτευσή του.



Εικόνα 8: Ηλεκτρόδιο εμφυτεύματος πριν (άνω) και μετά (κάτω) την εισαγωγή του στον κοχλία.

Το πηνίο συλλέγει τις πληροφορίες και τις μεταφέρει στον μικροϋπολογιστή ώστε να αποκωδικοποιηθούν και να κατανεμηθούν στα επιμέρους ηλεκτρόδια. Αυτά είναι τοποθετημένα μέσα στη τυμπανική κλίμακα του κοχλίου, κατανεμημένα στις νευρικές απολήξεις του κοχλιακού νεύρου, ώστε το κάθε ηλεκτρόδιο να ερεθίζει τις αντίστοιχες νευρικές ίνες του ακουστικού νεύρου. Εν συνεχεία, η πορεία της ακουστικής πληροφορίας ακολουθεί τη φυσιολογική οδό μέχρι το κέντρο της ακοής στο φλοιό του εγκεφάλου, όπου προκαλείται η αίσθηση της ακοής.

Σημαντικό είναι να τονιστεί ότι ακόμα και σε βαριές βαρηκοΐες, με υπολειμματική ακοή, είναι απαραίτητη η χρήση των ακουστικών βαρηκοΐας, κυρίως στα παιδιά, μέχρι να τοποθετηθεί το κοχλιακό εμφύτευμα. Αυτή η διαδικασία συνιστάται όχι ως τελική αποκατάσταση αλλά ως πρώτο στάδιο σε συνδυασμό με την πρώιμη παρέμβαση, για την εκκίνηση ή την διατήρηση της επαφής με τον ήχο, έστω και για μόνο λίγες και χαμηλού φάσματος συχνότητες, που αποκλείει την καλή ακουστική άρα και την ομιλητική εξέλιξη του παιδιού αλλά διατηρεί ενεργό το κέντρο της ακοής και δημιουργεί την δεξαμενή της ακουστικής μνήμης που θα τελειοποιηθεί μετά την εμφύτευση.

Τέλος, τα άτομα που εκτίθενται σε δυνατό θόρυβο ή ωτοτοξικές ουσίες είναι απαραίτητο να παρακολουθούνται με διαδοχικά ακουογράμματα.

Τα επτά σημεία ή καταστάσεις που αποτελούν ενδείξεις βαρηκοΐας είναι:

Καθυστέρηση ομιλίας και διαταραχές ομιλίας.

Έλλειψη έκφρασης και απάθεια.

Απουσία κοινωνικής συμπεριφοράς και μοναχικότητα.

Ευερεθιστότητα και παρορμητικότητα.

Πτωχή αντίληψη εννοιών και πτωχή σκέψη που περιορίζεται μόνο σε πρακτικές έννοιες.

Νοητική υστέρηση (δευτερεύουσα), εξαιτίας απουσίας πολλών εξωτερικών ερεθισμάτων.

Σχολική αποτυχία με δυσκολία στη μνήμη, την αναπαράσταση εικόνων, την ανάγνωση, τη γραμματική, το συντακτικό και τις αριθμητικές πράξεις.

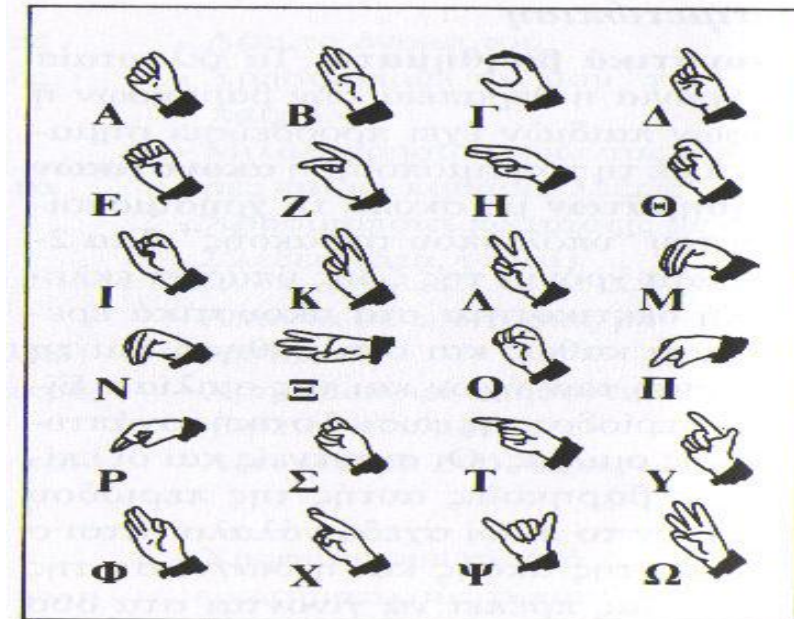
Συστήματα επικοινωνίας

Τα συστήματα επικοινωνίας περιλαμβάνουν (Αγγελοπούλου-Σακαντάμη, 2004):

Τη χειλοανάγνωση (lipreading), που είναι η ικανότητα ανάγνωσης των χειλιών με σκοπό την αναγνώριση της ομιλίας.

Τη νοηματική γλώσσα (sign language), που εφαρμόζεται όταν το μέσω έκφρασης μιας γλώσσας δεν είναι φωνητικό αλλά στηρίζεται στην κίνηση και σε συγκεκριμένες και πεπραγμένες κινήσεις των χεριών και του σώματος.

Επιπλέον, βασίζεται σε χειρονομίες και κανόνες που έχουν κοινά σημεία με τη γλώσσα κάθε χώρας (Μαγγανάρης, 1998). Τα νοήματα γίνονται με σχήματα και κινήσεις με το ένα ή και τα δύο χέρια, που εκφράζουν αντικείμενα, πράξεις, ακόμη και συναισθήματα όταν συνδυάζονται με εκφράσεις του προσώπου και του σώματος.



Εικόνα 9: Αλφάβητο της Ελληνικής Νοηματικής γλώσσας.

Το σύστημα του δακτυλοσυλλαβισμού ή του συλλαβισμού των δακτύλων (fingerspelling), κατά το οποίο με κατάλληλα διαμορφωμένα σχήματα και θέσεις των χεριών (χειρομορφές), γίνεται αντιστοιχία με σύμβολα του γραπτού αλφαβήτου. Στο δακτυλοσυλλαβισμό ή αλφάβητο των κωφών πρέπει να εκπαιδεύονται και οι τυφλοκωφοί, των οποίων, οι κινήσεις και τα σχήματα των δακτύλων με τα σύμβολα που παριστάνουν, αναπαριστάνονται μέσα στις παλάμες τους (Εικόνα 9).

Την προφορική ομιλία (spoken language), η οποία βασίζεται στον ακριβή νευρομυϊκό συντονισμό της αναπνοής, της φώνησης και της άρθρωσης με στόχο την παραγωγή ήχων (Μαγγανάρης, 1998). Την εκμάθηση της προφορικής ομιλίας από άτομα με κώφωση στηρίζουν πολλοί, χωρίς τη χρήση των άλλων μεθόδων, θεωρώντας ότι η κοινωνικοποίηση είναι πιο εύκολη με τη μέθοδο αυτή. Την ολιστική ή πλήρη επικοινωνία (total communication), η οποία συνδυάζει όλες τις επικοινωνιακές μεθόδους, όπως ομιλία, χειλοανάγνωση, νοηματική, δακτυλικό αλφάβητο, τέχνη, ηλεκτρονικά μέσα, ανάγνωση και γραφή. Ίσως είναι η πλέον αποδεκτή και αποδοτική μέθοδος, καθώς εφαρμόζεται συχνότερα και με μεγαλύτερη ευκολία (Αγγελοπούλου-Σακαντάμη, 2004).

2 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

2.1 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΓΕΝΙΚΑ

Η ισορροπία είναι μια ικανότητα που επηρεάζεται από την όραση, το εσωτερικό του αυτιού, την παρεγκεφαλίδα και τους κιναισθητικούς υποδοχείς στους μύς, στις αρθρώσεις και στους τένοντες. Η «ώριμη» κίνηση εξαρτάται από το άθικτο Νευρικό Σύστημα και την αρμονική συνεργασία του Νευρικού Συστήματος με την όραση, την αφή, την κιναισθητική αντίληψη και την λαβυρινθική λειτουργία. Ο έλεγχος της θέσης του σώματος και η διατήρηση της ισορροπίας εξαρτάται από το αιθουσαίο, το οπτικό, και το σωματοαισθητηριακό σύστημα (ιδιοδεκτικότητα) (Ryushi et al, 2000; Horak, 1996; Boswell, 1991; Mauritz, 1980; Nashner 1981).

Η ισορροπία είναι μια πολύπλοκη κινητική ικανότητα που απαιτεί την κινητοποίηση περιφερικών, οπτικών και σωματοαισθητηριακών πληροφοριών για την ενεργοποίηση του μυοσκελετικού συστήματος για την παραγωγή σωματικών κινήσεων (Shamway, 2001)

Η ισορροπία είναι η ικανότητα διατήρησης του κέντρου βάρους του σώματος μέσα στα όρια της βάσης στήριξης, όταν αυτή είναι σταθερή ή κινείται (Gallahue, 1996; Duncan et al, 1992) και βασίζεται στην καλή λειτουργία του συστήματος ελέγχου της στάσης (Hansen et al, 2000; Horak, 1997; Gallahue, 1996; Tittel, 1988). Εάν η γραμμή της βαρύτητας πέφτει έξω, το άτομο δεν μπορεί να ισορροπήσει και εκτελεί αντισταθμιστικές κινήσεις (Gallahue, 1996). Η ισορροπία απαιτείται για την διατήρηση της στάσης, για την εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων, για τη μεγαλύτερη ελευθερία κινήσεων, και γενικότερα για την άνετη μετακίνηση στον

χώρο (Hakinen et al, 2006; Bryant et al, 2005; Lee & Scuds, 2003; Woollacott; Shumaway - Cook & Nasher, 1996; Rosenhall, 1975).

Η ισορροπία διακρίνεται σε δυναμική και στατική. **Στατική ισορροπία** είναι η ικανότητα να διατηρείται η ισορροπία του ατόμου σε σταθερή θέση. Όπως όταν κάποιος στέκεται με το ένα πόδι ή πάνω σε δοκό, γενικότερα σε καταστάσεις ακινησίας ή σε πολύ αργές κινήσεις.

Δυναμική ισορροπία είναι η ικανότητα διατήρησης και επανάκτηση της ισορροπίας κατά την διάρκεια ή και μετά από μετακινήσεις του σώματος όπως όταν κάποιος περπατά σε δοκό ισορροπίας ή αναπηδά πάνω σε τραμπολίνο. Στην πραγματικότητα, όλες οι κινήσεις περιλαμβάνουν στοιχεία είτε στατικής είτε δυναμικής ισορροπίας, επειδή η ισορροπία αποτελεί βασικό στοιχείο όλων των κινήσεων (Chatzopoulos et al, 2003; Gallahue, 1996). Σε σχετικές έρευνες βρέθηκε ότι υπάρχει χαμηλή συσχέτιση μεταξύ της δυναμικής και στατικής ισορροπίας και γι' αυτό θα πρέπει η αξιολόγηση αλλά και η εξάσκηση τους πρέπει να γίνεται χωριστά (Sherill, 1993).

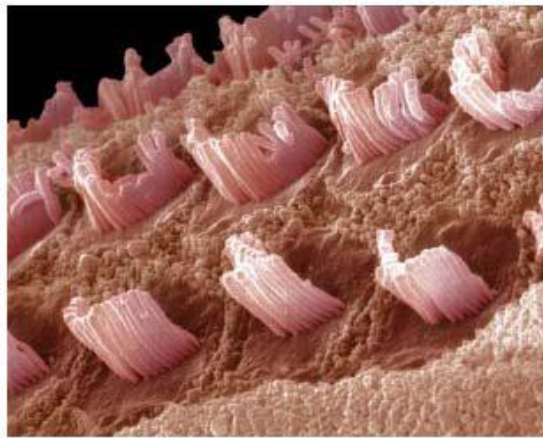
Το ανθρώπινο σώμα βρίσκεται συχνά σε καταστάσεις ασταθούς ισορροπίας, λόγω της βαρύτητας. Ακόμη και σε συνθήκες φαινομενικής ηρεμίας δημιουργούνται συνθήκες αστάθειας εξαιτίας της αναπνοής και των χτύπων της καρδιάς. Γι' αυτό το λόγο, ο έλεγχος της ισορροπίας δεν είναι απλά μια κατάσταση, αλλά μια συνεχής ρυθμιστική διαδικασία (Chatzopoulos et al, 2003; Witte & Blaser, 1998). Η ικανότητα ισορροπίας θεωρείται ότι επηρεάζεται σε μεγάλο ποσοστό από γενετικά καθορισμένα χαρακτηριστικά και μπορεί βελτιωθεί με την εξάσκηση (Chatzopoulos et al, 2003; Neumaier, 1999).

Το σύστημα ελέγχου της βάδισης βοηθά το άτομο να διατηρεί το κέντρο βάρους μέσα στη βάση στήριξης, για να μπορεί να ολοκληρώνει απλές ή σύνθετες, αδρές και λεπτές κινήσεις χωρίς να χάνει την ισορροπία και την στάση του - στατική ισορροπία (Atwater et al, 1990). Το ανθρώπινο σώμα λόγω του υψηλού κέντρου βάρους του σώματος σε συνδυασμό με τη μικρή βάση στήριξης στην όρθια στάση, βρίσκεται σε μια διαρκή αστάθεια. Κατά τη διάρκεια της προσπάθειας, το σώμα δέχεται συνεχώς προκλήσεις στην ισορροπία, τόσο από την δύναμη της βαρύτητας όσο και από θεληματικές κινήσεις, π.χ. λύγισμα, στροφές του κορμού, καθώς και από αλληλεπιδράσεις του περιβάλλοντος, π.χ. εμπόδια (Bryant et al, 2005).

Υπάρχουν πολλοί κληρονομικοί παράγοντες που συνδέονται με τον έλεγχο ισορροπίας σε ενήλικες όπως η ηλικία, το φύλο, το ύψος, ο δείκτης μάζας σώματος, η δύναμη, το εύρος κινήσεων, η αντοχή, και ο πόνος διαφόρων μελών του σώματος που οφείλεται σε αρθρίτιδα ή οστεοπόρωση (Lee et al, 2003; Ragnarsdottir, 1996; Lipsitz et al, 1991; Kauffman, 1990; Era, 1988; Whipple et al, 1987; Era & Heikkinen, 1985; Sheldon, 1963). Ο έλεγχος της ισορροπίας έχει φανεί επίσης, ότι επηρεάζεται από σοβαρές χρόνιες παθήσεις, νευρολογικές καταστάσεις, προβλήματα του έσω ωτός, ορθοστατική υπόταση, παρενέργειες φαρμάκων, νοητικές διαταραχές, καθώς και από το φόβο πτώσεων (Lee et al, 2003; Rawsy, 1998; Lipsitz et al, 1991; Kayffman, 1990; Speechely & Tinetti, 1990; Era, 1988).

2.2 ΑΚΟΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

Στα τοιχώματα του ελλειπτικού κυστιδίου και του σφαιρικού κυστιδίου της αίθουσας βρίσκονται ειδικοί αισθητικοί υποδοχείς, τα τριχωτά κύτταρα τα οποία είναι ευαίσθητα στη θέση της κεφαλής εν σχέσει προς τη βαρύτητα και άλλες δυνάμεις επιτάχυνσης (Εικόνα 10). Επίσης, οι υμενώδεις ημικύκλιοι, διατασσόμενοι καθέτως ο ένας προς τον άλλο, αντιπροσωπεύουν τα τρία επίπεδα του χώρου. Κατά συνέπεια, όταν η κεφαλή αρχίζει να κινείται ή σταματά να κινείται και όταν μια κίνηση της κεφαλής επιταχύνεται ή επιβραδύνεται, τότε μεταβάλλεται η ταχύτητα με την οποία κινείται η ενδόλεμφος (έσω λέμφος) σε σχέση με την ταχύτητα των υμενωδών ημικύκλιων σωλήνων. Η μεταβολή αυτή γίνεται αντιληπτή από τους αισθητικούς υποδοχείς των ληκύθων των υμενωδών ημικυκλίων σωλήνων (Gillespie, 2001).



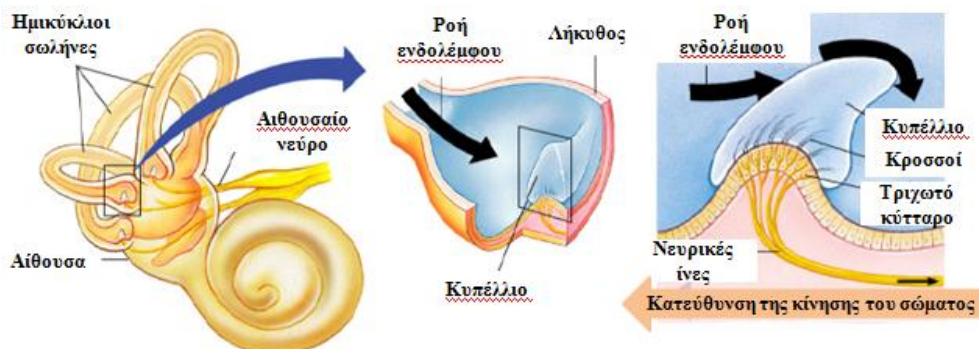
Εικόνα 10: Τα τριχωτά κύτταρα.

Συγκεκριμένα, οι κηλίδες του σφαιρικού και του ελλειπτικού κυστιδίου ανταποκρίνονται στη γραμμική επιτάχυνση. Επίσης, είναι ευαίσθητες στη δύναμη της βαρύτητας επί των ωτολίθων. Η βαρύτητα προκαλώντας μεταβολή της θέσης της κεφαλής μετατοπίζει τους ωτολίθους, τις επιφανειακές εναποθέσεις κρυστάλλων κυρίως ανθρακικού ασβεστίου που ανευρίσκονται στην κορυφή της ζελατινώδους στιβάδα (Εικόνα 11). Αυτή η μετατόπιση μεταβιβάζεται στα υποκείμενα τριχωτά κύτταρα, μέσω της ζελατινώδους ωτολιθικής μεμβράνης. Η παραμόρφωση των στερεοκροσσών των τριχωτών κυττάρων έχει ως αποτέλεσμα την έκλυση δυναμικών ενέργειας τα οποία μεταφέρονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα μέσω του αιθουσαίου κλάδου του στατικοακουστικού νεύρου (Fettiplace et al, 2006) .



Εικόνα 11: Ανταπόκριση ωτολίων σε μεταβολή της θέσης της κεφαλής.

Κατά ανάλογο τρόπο, η αλλαγή της θέσης του σώματος μετά από γωνιακή επιτάχυνση, δηλαδή στροφή του σώματος, προκαλεί μετατόπιση της έσω λέμφου στους ημικύκλιους σωλήνες, οι οποίοι και ανταποκρίνονται στις περιστροφικές επιταχύνσεις. Η αύξηση ή η ελάττωση της ταχύτητας της περιστροφικής κίνησης – γωνιακή επιτάχυνση ή επιβράδυνση – έχει ως αποτέλεσμα τη ροή του υγρού μέσα στους ημικύκλιους σωλήνες, λόγω της αδράνειας της έσω λέμφου. Αυτό συνεπάγεται αντίστοιχη κίνηση του κυπελλίου, επάνω από την ακρολοφία της ληκύθου, με αποτέλεσμα την κάμψη των στερεοκροσσών των αισθητηριακών κυττάρων. Η μετατόπιση του κυπελλίου στην κατεύθυνση του κινησιοκροσσοῦ έχει ως αποτέλεσμα τη διέγερση των υποδοχέων, η οποία ακολουθείται από τη νευρική κωδίκευση αυτής της αισθητικής πληροφορίας στις αιθουσαίες νευρικές ίνες (Εικόνα 12). Η κίνηση στην αντίθετη κατεύθυνση αναστέλλει τη νευρωνική δραστηριότητα. Όταν αποκαθίσταται η ομοιόμορφη κίνηση και παύει να υφίσταται η επιτάχυνση, το κυπέλλιο επιστρέφει στην ουδέτερη-κανονική του θέση και δεν συμβαίνει πλέον διέγερση ή αναστολή των υποδοχέων (Kiyofumi et al, 2004).



Εικόνα 12. Κινήσεις του κυπελλίου μιας ληκυθικής ακρολοφίας κατά τη διάρκεια περιστροφικής επιτάχυνσης.

Έτσι, το αιθουσαίο νεύρο άγει νευρικές ώσεις, σχετικές με τη θέση της κεφαλής, από το σφαιρικό και το ελλειπτικό κυστίδιο της υμενώδους αίθουσας που υποδέχονται τα ερεθίσματα της στατικής ισορροπίας καθώς και νευρικές ώσεις, σχετικές με τις κινήσεις της κεφαλής, από τους ημικύκλιους σωλήνες που υποδέχονται ερεθίσματα για τη δυναμική ισορροπία. Αυτές οι πληροφορίες από την αίθουσα και τους ημικύκλιους σωλήνες του έσω ωτός συμβάλλουν στη διατήρηση της ισορροπίας, επηρεάζοντας το μυϊκό τόνο του κορμού και των άκρων.

Η καθοριστική συμβολή του αιθουσαίου συστήματος στην αίσθηση του ίδιου του σώματος κίνησης (self-motion) και στη σταθεροποίηση των οφθαλμών και του σώματος στο χώρο, αναδεικνύεται από την εκτέλεση του αιθουσο-οφθαλμικού αντανάκλαστικού. Στο αντανάκλαστικό αυτό, η κίνηση της κεφαλής προς μια κατεύθυνση γίνεται αισθητή από την αίθουσα του λαβυρίνθου, η οποία προκαλεί την έναρξη κινήσεων των οφθαλμών προς την αντίθετη κατεύθυνση, για να διατηρηθεί η εικόνα στον αμφιβληστροειδή, αντισταθμίζοντας την κίνηση της κεφαλής (Gittis, 2006).

Οι διαταραχές στην ισορροπία που σχετίζονται με το εσωτερικό αυτί, συχνά χαρακτηρίζονται από ίλιγγο και τάση για εμετό. Οι αιτίες που οδηγούν σε προβλήματα ισορροπίας θα αναλυθούν στις ενότητες που ακολουθούν.

2.2.1 Καλοήθης παροξυσμικός ίλιγγος θέσης (ΚΠΙΘ)

Ο καλοήθης παροξυσμικός ίλιγγος θέσης (ΚΠΙΘ) αποτελεί μια από τις συχνότερες αιτίες ζάλης. Ο ίλιγγος προσβάλλει περίπου έξι εκατομμύρια ασθενείς στις Η.Π.Α και στο 17-24% των ασθενών αυτών γίνεται διάγνωση ΚΠΙΘ (Bhattacharyya et al, 2008). Εμφανίζεται συνηθέστερα σε άτομα ηλικίας σαράντα έως εξήντα ετών. Οι ασθενείς με ΚΠΙΘ τυπικά παραπονούνται για ίλιγγο που διαρκεί μερικά δευτερόλεπτα. Τα επεισόδια μπορεί να εμφανίζονται επανειλημμένα στη διάρκεια της ημέρας και τυπικά σχετίζονται με την κίνηση της κεφαλής. Τα συμπτώματα επιδεινώνονται κατά την κατάκλιση και την έγερση από ύπτια θέση ή όταν ο ασθενής κοιτά προς τα πάνω. Συνήθως οι ασθενείς έχουν συμπτώματα κακής ισορροπίας, δυσχέρεια στη βάδιση, ναυτία μεταξύ των επεισοδίων του ίλιγγου ή και χωρίς ίλιγγο. Ο ΚΠΙΘ μπορεί να διαρκεί για εβδομάδες, να υποχωρεί και να επανεμφανίζεται μετά από κάποιο διάστημα.

Τα συμπτώματα του ΚΠΙΘ οφείλονται στην αποκόλληση της ωτοκονίας από την κηλίδα του ελλειπτικού κυστιδίου, η οποία στη συνέχεια παραμένει μέσα σε έναν ημικύκλιο σωλήνα (Buckingham, 1999). Ο ΚΠΙΘ υποδιαιρείται στη **λιθίαση του σωλήνα** (canalithiasis), όταν οι ωτόλιθοι επιπλέουν ελεύθεροι εντός ενός ημικύκλιου σωλήνα και στη **λιθίαση της ληκύθου** (cupulolithiasis) όταν οι ωτόλιθοι προσκολλώνται στη ζελατινώδη ουσία του κυπέλλου της ληκύθου (Landau et al, 2009). Ο πιο συχνός μηχανισμός είναι η λιθίαση του οπίσθιου ημικύκλιου σωλήνα. Όταν η κεφαλή κινείται προς τα πίσω η ωτοκονία μετακινείται στο ανώτερο τμήμα του σωλήνα. Αυτό προκαλεί κίνηση της ενδολέμφου, επακόλουθη διέγερση των τριχωτών κυττάρων του κυπέλλου και ίλιγγο/ νυσταγμό μέχρι η ωτοκονία να φθάσει στον πυθμένα του σωλήνα. (Bhattacharyya et al, 2008)

Σε νεαρά άτομα, δηλαδή άτομα κάτω των πενήντα ετών, η πλέον συχνή αιτία του ΚΠΙΘ είναι ο τραυματισμός της κεφαλής. Βέβαια η συχνότητα του ΚΠΙΘ αυξάνεται με την πρόοδο της ηλικίας και στις περιπτώσεις αυτές συνήθως οφείλεται στην σταδιακή εκφύλιση του λαβυρίνθου. Έτσι σε ηλικίες άνω των πενήντα ετών είναι περισσότερο συχνός. Οι μισές περίπου περιπτώσεις του ΚΠΙΘ καλούνται «ιδιοπαθείς», που σημαίνει μη αναγνώριση εμφανούς αιτιολογίας.

Διάφοροι ιοί μπορούν να προσβάλλουν τον έσω ακουστικό πόρο και πιθανώς σχετίζονται με την εμφάνιση του ΚΠΙΘ, όπως οι ιοί που προκαλούν την αιθουσαία νευρίτιδα. Επίσης διαταραχές αιμάτωσης, όπως μικροεμβολικά επεισόδια της κάτω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας, καθώς και η νόσος του Meniere είναι σημαντικά, αλλά μάλλον ασυνήθη αίτια πρόκλησης του ΚΠΙΘ (Hain, 2005).

Η διάγνωση του ΚΠΙΘ γίνεται με τη λήψη λεπτομερούς ιστορικού, την κλινική εξέταση και τα αποτελέσματα του ακοολογικού ελέγχου. Η ηλεκτρονυσταμογραφία (ENG) μπορεί να βοηθήσει στον έλεγχο και την αναγνώριση του νυσταγμού (Hain, 2005). Η δοκιμασία των Dix-Hallpike και αυτής της πλάγιας κατάκλισης (side-lying test) χρησιμοποιούνται για να επιβεβαιώσουν τη διάγνωση. Κατά τη δοκιμασία των Dix-Hallpike, η κεφαλή του ασθενούς στρέφεται κατά 45° στο οριζόντιο επίπεδο ενώ αυτός είναι σε καθιστή θέση. Στη συνέχεια, ο ασθενής μετακινείται απότομα προς τα πίσω, ώστε το κεφάλι του να φτάσει να κρέμεται έξω από το προσκέφαλο του εξεταστικού κρεβατιού. Στον ασθενή δίνεται η οδηγία να κρατά τα μάτια του ανοιχτά και ο εξεταστής τον παρατηρεί για τουλάχιστον 30 δευτερόλεπτα. Η δοκιμασία στη συνέχεια επαναλαμβάνεται με την κεφαλή στραμμένη προς την αντίθετη πλευρά, επίσης κατά 45° ο ασθενής αναμένεται να εμφανίζει τα συμπτώματα στη θέση όπου από κάτω θα βρίσκεται η προσβεβλημένη πλευρά (Landau et al, 2009).

Η δοκιμασία της πλάγιας κατάκλισης χρησιμοποιείται σε ασθενείς που δεν μπορούν να εκτείνουν την κεφαλή ή δεν μπορούν να ξαπλώσουν στην πλάτη τους. Όταν ο ασθενής είναι καθισμένος, η κεφαλή του στρέφεται κατά 45° προς τη μία κατεύθυνση. Στη συνέχεια, ο ασθενής κατακλίνεται πλάγια, επάνω στον αντίθετο ώμο του. (Landau et al, 2009)

Ο οριζόντιος σωλήνας προσβάλλεται στο 11% των περιπτώσεων ΚΠΙΘ και σε αυτές η δοκιμασία Dix-Hallpike μπορεί να είναι αρνητική. Στη θέση της μπορεί να χρησιμοποιηθεί η δοκιμασία κύλισης (roll test). Σε ύπτια θέση και με την κεφαλή σε ουδέτερη θέση, δημιουργείται μια απότομη στροφή προς τη μια πλευρά (Bhattacharyya et al, 2008).

Υπάρχουν δύο θεραπείες του ΚΠΙΘ που είναι γνωστές ως χειρισμοί επανατοποθέτησης των σωματιδίων. Έχουν διενεργηθεί πολλές μελέτες, με ποσοστό επιτυχίας που πλησιάζουν το 80%. Στόχο έχουν να μετακινήσουν τους ωτόλιθους από τη θέση που προκαλεί την έκλυση του ιλίγγου. Τα ονόματα των χειρισμών ανήκουν στους πρώτους που αρχικά τους περιέγραψαν και κάθε χειρισμός διαρκεί περίπου δεκαπέντε λεπτά μέχρι να ολοκληρωθεί.

Ο χειρισμός του Epley ή χειρισμός επανατοποθέτησης των ωτόλιθων, περιλαμβάνει τοποθέτηση της κεφαλής σε τέσσερις διαφορετικές θέσεις και παραμονή σε αυτές για περίπου τριάντα δευτερόλεπτα. Οι ωτόλιθοι

απομακρύνονται και επιστρέφουν στην αρχική τους θέση σχεδόν από την πρώτη εφαρμογή του χειρισμού. Μια δεύτερη εφαρμογή ίσως απαιτηθεί, σε δύσκολες περιπτώσεις στις οποίες τα συμπτώματα επιμένουν και αυτό αφορά το 30% των περιπτώσεων περίπου. (Hain, 2003)

Μετά τη χρήση των χειρισμών, ο ασθενής πρέπει να προσέχει ώστε να μην κάνει απότομες κινήσεις της κεφαλής, διότι μπορεί να επαναφέρουν τον ίλιγγο. Συστήνεται για τουλάχιστον δύο εικοσιτετράωρα μετά τη χρήση των χειρισμών, ο ασθενής να κοιμάται με δύο μαξιλάρια κάτω από το κεφάλι του και να μη ξαπλώνει με την παθολογική πλευρά προς τα κάτω. (Hain, 2003)

2.2.2 Λαβυρινθίτιδα ή αιθουσαία και κοχλιακή νευρίτιδα

Πρόκειται για λοίμωξη ή φλεγμονή των αντίστοιχων νεύρων (αιθουσαίο ή κοχλιακό) που συνήθως προκαλείται από έναν ιό, αλλά μπορεί επίσης να προκληθεί από βακτηριακή λοίμωξη, τραυματισμό στο κεφάλι, υπερβολικό στρες ή μια αλλεργική αντίδραση.

Η ιώδης λαβυρινθίτιδα χαρακτηρίζεται από μια ξαφνική αιθουσαία δυσλειτουργία και μείωση της ακοής. Η οξεία εμφάνιση ίλιγγου, ο οποίος συχνά συνοδεύεται από ναυτία και εμετό είναι χαρακτηριστικό αυτής της δυσλειτουργίας. Ο ίλιγγος ελαττώνεται, συνήθως μετά από μερικές μέρες ή εβδομάδες, όμως η αστάθεια μπορεί να παραμείνει για αρκετούς μήνες. Παρατηρείται νυσταγμός των ματιών και η μείωση της ακοής είναι συνήθως το πρώτο σύμπτωμα που αντιλαμβάνεται ο ασθενής.

Στους πιθανούς παθογόνους ιούς συμπεριλαμβάνεται οι: κυταρομεγαλοϊός (CMV), ο ιός της παρωτίτιδας, του έρπητα, της ιλαράς, της ερυθράς, της γρίπης, της ανεμοβλογιάς (varicella-zoster virus VZV), ο ιός Epstein Barr (EBV), ο ιός της πολιομυελίτιδας (poliovirus), ιός του αναπνευστικού συγκυτίου (RSV), ο αδενοϊός και ο ιός της παραϊνφλουέτζας (Κούτης et al, 2006).

Οι βακτηριακής αιτιολογίας λαβυρινθίτιδες, είναι η τοξική και η πυώδης. Η τοξική λαβυρινθίτιδα είναι το αποτέλεσμα της άσηπτης φλεγμονής του έσω ακουστικού πόρου σε έδαφος οξείας ή χρόνιας μέσης ωτίτιδας ή σε έδαφος πρωτοπαθούς βακτηριακής μηνιγγίτιδας. Οι βακτηριακές τοξίνες διαπερνούν τη στρογγυλή θυρίδα, τον έσω ακουστικό πόρο ή τον υδραγωγό του κοχλία, προκαλώντας φλεγμονώδη αντίδραση στον περιλεμφικό χώρο. Η τοξική λαβυρινθίτιδα κλινικά εμφανίζεται με μικρού βαθμού απώλεια της ακοής, κυρίως στις υψηλές συχνότητες, ή με ήπια αιθουσαία δυσλειτουργία.

Η πυώδης λαβυρινθίτιδα είναι το αποτέλεσμα άμεσης βακτηριακής προσβολής του έσω ακουστικού πόρου και αποτελεί επείγον πρόβλημα, που απαιτεί ταχεία αξιολόγηση. Οι ασθενείς παραπονούνται για συμπτώματα ίλιγγου, ναυτίας, εμετού και σοβαρού βαθμού βαρηκοΐας. Η μετατόπιση του αυτόματου νυσταγμού, από το παθολογικό στο φυσιολογικό αυτί, θεωρείται ενδεικτικό σημείο συμμετοχής παθολογίας του έσω ακουστικού πόρου συνήθως σε πυώδη λαβυρινθίτιδα. Συμπτώματα που πρέπει να αξιολογούνται επίσης λόγω συσχετισμού τους με πιθανή μηνιγγίτιδα είναι η αυχενική δυσκαμψία, η κεφαλαλγία, ο πυρετός και η μείωση του επιπέδου συνείδησης.

Στη διαφορική διάγνωση της λαβυρινθίτιδας εκτός από τα μολυσματικά αίτια, συμπεριλαμβάνονται η αυτοάνοση λαβυρινθίτιδα, οι κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις, τα νεοπλάσματα, η ωτοτοξικότητα και τα αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια. Για την αξιολόγηση των ασθενών αυτών, κρίνεται αναγκαία η πλήρης κλινική εξέταση, με ιδιαίτερη έμφαση στον ωτολογικό και νευρολογικό έλεγχο. Η ακοολογική μελέτη συμβάλλει στην αξιολόγηση ενώ αναγκαία θεωρείται η εκτέλεση δοκιμασιών ελέγχου οπίσθιου λαβυρίνθου (ENG). Οι απεικονιστικές μέθοδοι εξέτασης όπως CT ή MRI, βοηθούν στην αναζήτηση οστικών βλαβών, νεοπλασμάτων και κεντρικών απομυελινώσεων .

Η φαρμακευτική αντιμετώπιση της λαβυρινθίτιδας γίνεται με τη χρήση αγγειοδιασταλτικών, αντιπηκτικών, στεροειδών και ιστατινικών. Παρότι οι ιογενείς λοιμώξεις αποτελούν τον πιθανότερο αιτιολογικό παράγοντα, η ιστατινική θεραπεία σε συνδυασμό με τα στεροειδή δεν αποδείχθηκε πως αποδίδει κάποιο πρόσθετο όφελος έναντι της μονοθεραπείας με τα στεροειδή. Σύμφωνα με μελέτες, υπολογίζεται ότι το 30%-70% των ασθενών θα έχει μερική ή πλήρη αποκατάσταση της ακοής (Hain, 2009).

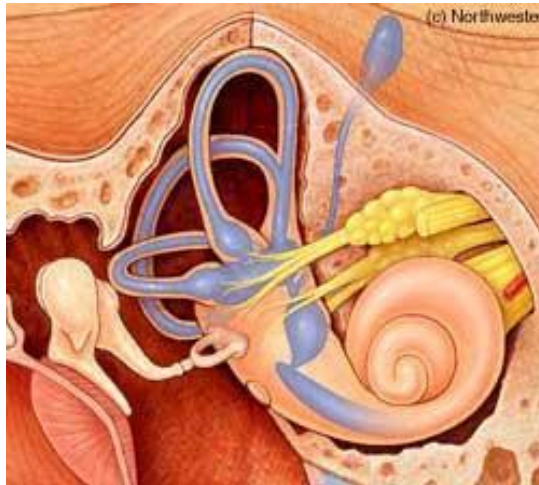
2.2.3 Νόσος Meniere

Η νόσος του Meniere είναι μια δυσλειτουργία του έσω ακουστικού πόρου και χαρακτηρίζεται από ίλιγγο, βαρηκοΐα και εμβοές. Πήρε το όνομά της από τον Prosper Meniere, ο οποίος το 1861, περιέγραψε αυτή τη νόσο.

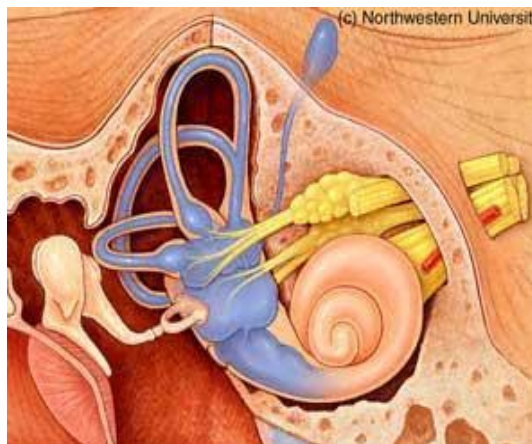
Η κλινική πορεία της νόσου ποικίλει μεταξύ των ασθενών, η κλασική μορφή της όμως, περιλαμβάνει τα εξής συμπτώματα: Ο ασθενής εμφανίζει υποτροπιάζοντα αυτόματα επεισόδια ίλιγγου που διαρκούν λεπτά έως ώρες, ομόπλευρο αίσθημα πλήρωσης ή πίεσης του αυτιού, εμβοές χαμηλής συχνότητας και μείωση της ακοής. Είναι πιθανό επίσης να εμφανίσει διαταραχές ισορροπίας και αστάθεια, που μπορεί να επιμείνουν για μέρες. (Lacour, 1997)

Η νόσος προσβάλλει περίπου το 0,2% του πληθυσμού και συνήθως στην τρίτη με τέταρτη δεκαετία της ζωής τους (Hain, 2000). Εκδηλώνεται αρχικά στο ένα αυτί και συχνά επεκτείνεται και στο άλλο.

Η νόσος του Meniere σχετίζεται με μια δομική ανωμαλία, τον ενδολεμφικό ύδρωπα (ΕΥ). Μόνο πρόσφατα εξελιγμένες μέθοδοι απεικόνισης με μαγνητική τομογραφία αποκάλυψαν την ύπαρξη ΕΥ στους ασθενείς με νόσο Meniere (Landau et al, 2009). Πριν από αυτήν την εξέλιξη, ο ΕΥ διαπιστωνόταν μόνο σε ιστοπαθολογικές εξετάσεις του κροταφικού οστού (Hain, 2003) (Εικόνα 13). Ο ενδολεμφικός ύδρωπας προκαλείται από την πίεση της ενδολέμφου μέσα στον μεμβρανώδη λαβύρινθο και εμφανίζεται περίπου στο 6% των ασθενών με τη νόσο. (Rauch et al., 2001)(Εικόνα 14).



Εικόνα 13: Φυσιολογικός μεμβρανώδης λαβύρινθος



Εικόνα 14: Διάταση μεμβρανώδους λαβυρίνθου (ύδρωπας).

Η διάγνωση της νόσου βασίζεται κυρίως στην κλινική εκτίμηση, με την ακοομετρική ανάδειξη μόνιμης ή κυμαινόμενης βαρηκοΐας, συνηθέστερα στο φάσμα των χαμηλών συχνοτήτων και το ηλεκτρονυσταγμογράφημα (Landau et al, 2009)

Η θεραπεία της Νόσου Meniere είναι κατά κανόνα συντηρητική με κατασταλτικά φάρμακα για τον ίλιγγο, κορτικοστεροειδή, διουρητικά και άναλο δίαιτα. Στην περίπτωση που η συντηρητική θεραπεία δεν ανακουφίσει τον ασθενή, επιχειρείται η κατάργηση της αιθουσαίας λειτουργίας με ενδοτυμπανική έγχυση γενταμικίνης. Το επόμενο βήμα είναι η εφαρμογή χειρουργικών επεμβάσεων του έσω ακουστικού πόρου, όπως η αποσυμπίεση του ενδολεμφικού σάκου, η αιθουσαία νευροτομή και η καταστροφή του λαβυρίνθου.

2.2.4 Περιλεμφικό συρίγγιο

Το περιλεμφικό συρίγγιο (ΠΛΣ) είναι μια παθολογική επικοινωνία ανάμεσα στον έσω και τον μέσο ακουστικό πόρο, που επιτρέπει τη μετακίνηση περιλεμφικού υγρού στο μέσο ακουστικό πόρο μέσω της στρογγυλής ή ωοειδούς θυρίδας. Μια χειρουργική επέμβαση στον αναβολέα ή μια μηχανική κάκωση μπορεί να οδηγήσουν σε ΠΛΣ.

Οι ασθενείς εμφανίζουν ίλιγγο, αστάθεια, ναυτία και εμετό. Μερικοί παραπονιούνται για κουδούνισμα και αίσθηση πίεσης μέσα στο αυτί και μπορεί να παρατηρηθεί ακόμα και μείωση της ακοής. Η δοκιμασία συριγγίου (fistula test), δηλαδή η εφαρμογή θετικής και αρνητικής πίεσης μέσω αερο-ωτοσκοπίου, μπορεί να προκαλέσει νυσταγμό και ίλιγγο, η ευαισθησία της όμως σε χειρουργικά επιβεβαιωμένες περιπτώσεις είναι χαμηλή. Η υπολογιστική τομογραφία (CT) μπορεί να αναδείξει υγρό στην περιοχή του κολπώματος της στρογγυλής θυρίδας. (Landau et al, 2009)

Το πρώτο βήμα της θεραπείας είναι η ανάπαυση, η ανύψωση της κεφαλής και η αποφυγή καταπόνησης. Αν τα συμπτώματα δεν αποχωρήσουν μετά από μερικές βδομάδες συντηρητικής θεραπείας, ενδείκνυται χειρουργική επιδιόρθωση μέσω επικάλυψης. Υποτροπές εμφανίζονται στο 10% των περιπτώσεων.

2.2.5 Οστικό έλλειμμα πρόσθιου ημικύκλιου σωλήνα

Το οστικό έλλειμμα του πρόσθιου ημικύκλιου σωλήνα οφείλεται σε ελάττωμα του κροταφικού οστού που καλύπτει τον πρόσθιο ημικύκλιο σωλήνα. Αυτό επιτρέπει στους ήχους ή στην πίεση να μεταδοθούν στον έσω ακουστικό πόρο, μετακινώντας την ενδόλεμφο του πρόσθιου ημικύκλιου σωλήνα.

Οι ασθενείς αναπτύσσουν ίλιγγο και ταλαντοψία που επάγονται από ήχο ή πίεση. Άλλα συμπτώματα περιλαμβάνουν τη χρόνια διαταραχή της ισορροπίας και την υπερακουσία στους ήχους που μεταδίδονται μέσω της οστέινης αγωγής. Εμφανίζεται νυσταγμός, ο οποίος έχει κάθετο και στροφικό στοιχείο προς την κατεύθυνση της ενεργοποίησης του πρόσθιου ημικύκλιου σωλήνα. Οι ασθενείς μπορεί επίσης να εμφανίσουν βαρηκοΐα. (Landau et al, 2009)

Η υπολογιστική τομογραφία μπορεί να αναδείξει το έλλειμμα στο κροταφικό οστό. Η θεραπεία περιλαμβάνει τη χειρουργική σύγκλιση ή την ανάπλαση του ημικύκλιου σωλήνα. (Hain, 2000)

2.2.6 Αμφιτερόπλευρη αιθουσοπάθεια

Μια κατάσταση που περιλαμβάνει την απώλεια της λειτουργίας ισορροπίας του εσωτερικού ωτός και από τις δύο πλευρές. Αυτό μπορεί να προκληθεί από ορισμένα αντιβιοτικά, αντικαρκινικά και άλλα φάρμακα ή από άλλες χημικές ουσίες, όπως διαλύτες και βαρέα μέταλλα. Αυτές οι ουσίες ονομάζονται ωτοτοξικές. Επίσης ασθένειες όπως η σύφιλη ή κάποια αυτοάνοσα νοσήματα μπορεί να είναι υπαίτιοι αυτής της κατάστασης.

2.3 ΟΡΑΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

2.3.1 Ανατομία του οφθαλμού

Ο οφθαλμός αποτελεί το αισθητήριο όργανο με τη συνδρομή του οποίου διαμορφώνεται η οπτική αντίληψη. Πρόκειται για ένα πολύπλοκο και εξαιρετικά αναπτυγμένο φωτοευαίσθητο όργανο το οποίο επιτρέπει την ακριβή ανάλυση της μορφής, της έντασης του φωτός και του χρώματος που ανακλάται από ένα αντικείμενο.

Οι οφθαλμοί βρίσκονται εντός της κοιλότητας οστέινων δομών του κρανίου, τις γνωστές κόγχες. Αυτές οι οφθαλμικές κόγχες μαζί με τα βλέφαρα και τον

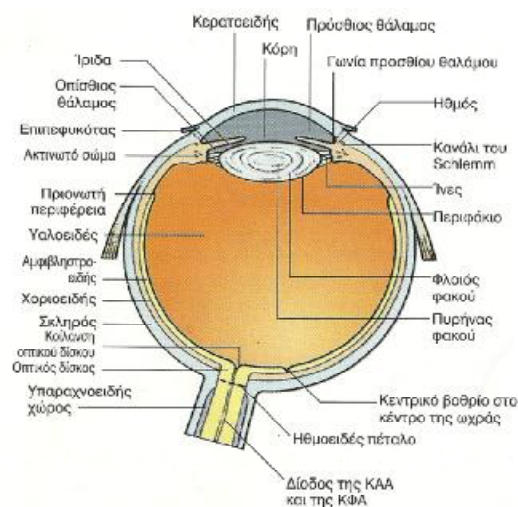
επιπεφυκότα, ένα βλεννογόνο που επενδύει τα βλέφαρα και το πρόσθιο τμήμα του βολβού ως τα όρια του κερατοειδούς, ασκούν προστατευτική δράση στους οφθαλμικούς βολβούς ενάντια ενός πιθανού εχθρικού εξωτερικού περιβάλλοντος , π.χ. τραυματισμοί, μικρόβια κ.λ.π. (Lang G.K., 2000).

Ο οφθαλμός είναι εφοδιασμένος με μια σκληρή ινώδη σφαίρα για να διατηρεί το σχήμα του, ένα σύστημα φακών για να εστιάζει την εικόνα, μια στοιβάδα φωτοευαίσθητων κυττάρων και ένα σύστημα κυττάρων και νεύρων τα οποία διεκπεραιώνουν την συλλογή, την επεξεργασία και τη μεταβίβαση οπτικών πληροφοριών προς το κεντρικό νευρικό σύστημα (Junqueira et al, 1991).

Ειδικότερα, ο οφθαλμός συγκροτείται από τρεις συγκεντρικούς χιτώνες: 1) έναν εξωτερικό χιτώνα, ο οποίος αποτελείται από το **σκληρό** και τον **κερατοειδή**, 2) ένα μέσο χιτώνα, ο οποίος ονομάζεται **αγγειώδης** ή **ραγοειδής** χιτώνας και που αποτελείται από τον χοριοειδή, το ακτινωτό σώμα και την ίριδα και 3) έναν εσωτερικό χιτώνα από νευρικό ιστό, τον **αμφιβληστροειδή** (Εικόνα 15).

Ως σύνολο, ο κερατοειδής και ο σκληρός σχηματίζουν ένα σφαιρικό κέλυφος που αποτελεί το εξωτερικό τοίχωμα του βολβού και προσδίδει το χαρακτηριστικό σφαιρικό σχήμα του οφθαλμικού βολβού. Επιπροσθέτως, ο κερατοειδής συνιστά το οπτικό "παράθυρο" του οφθαλμού που επιτρέπει στον άνθρωπο να βλέπει καθώς στις κύριες λειτουργίες περιλαμβάνεται η μετάδοση και η εστίαση (διάθλαση) του φωτός.

Ο φακός του οφθαλμού είναι μια αμφίκυρτη διαφανής δομή, που συγκρατείται στη θέση της λόγω της παρουσίας ενός κυκλικού συστήματος ινών, της **ζώνης του Zinn**. Η ζώνη εκτείνεται από το φακό έως μια πάχυνση του μέσου χιτώνα που λέγεται ακτινωτό σώμα και η οπίσθιά της επιφάνεια βρίσκεται σε στενή συνάφεια με το υαλοειδές σώμα, μια ιξώδη και ζελατινώδη ουσία. Η πρόσθια επιφάνεια του φακού καλύπτεται κατά ένα μέρος από μια αδιαφανή έγχρωμη προσεκβολή του μέσου χιτώνα, που λέγεται ίριδα. Στο κέντρο της ίριδας παρατηρείται μια κυκλικού σχήματος οπή, η κόρη.

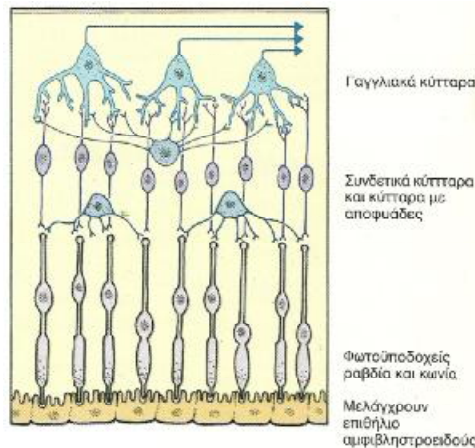


Εικόνα 15: Οβελιαία τομή του βολβού του οφθαλμού (ΚΑΑ: Κεντρική Αρτηρία Αμφιβληστροειδούς, ΚΦΑ: Κεντρική Φλέβα Αμφιβληστροειδούς)

Για τις φυσιολογικές λειτουργίες του οφθαλμού απαιτείται η αρμονική συνεργασία των προαναφερθέντων επιμέρους δομών του βολβού. Ωστόσο, ο αμφιβληστροειδής είναι ο σπουδαιότερος χιτώνας του οφθαλμού και σε αυτόν αρχίζει η οπτική αντίληψη.

Ο αμφιβληστροειδής αποτελεί πύλη του κεντρικού νευρικού συστήματος, είναι το απλούστερο και καλύτερα οργανωμένο τμήμα του και εξυπηρετεί τη μετατροπή των εστιασμένων φωτεινών εικόνων σε νευρικά ερεθίσματα ((Dowling, 1987; Cerko, 1996). Στον άνθρωπο, ο αμφιβληστροειδής αποτελείται από εξωτερικό μελαγχρωματικό επιθήλιο και εσωτερικά από τον φωτοευαίσθητο ιδίως αμφιβληστροειδή, τον νευρο-αμφιβληστροειδή ο οποίος επικοινωνεί με το κεντρικό νευρικό σύστημα μέσω του οπτικού νεύρου.

Το οπτικό τμήμα του αμφιβληστροειδή, ο νευρο-αμφιβληστροειδής αποτελείται από τις εξής στοιβάδες: 1) μια εξωτερική στοιβάδα φωτοευαίσθητων κυττάρων (γνωστά και ως φωτοϋποδοχείς), τα **ραβδία** και τα **κωνία**, 2) μια ενδιάμεση στοιβάδα δίπολων νευρώνων (συνδετικά κύτταρα και κύτταρα με αποφυάδες), οι οποίοι συνδέουν τα ραβδία και τα κωνία με τα γαγγλιακά κύτταρα και 3) μια εσωτερική στοιβάδα γαγγλιακών κυττάρων τα οποία επικοινωνούν με τα δίπολα κύτταρα διαμέσου των δένδριτών τους, ενώ οι νευράξονές τους κατευθύνονται προς το κεντρικό νευρικό σύστημα (Εικόνα 16). Αυτοί οι νευράξονες συγκλείνουν προς την οπτική θηλή όπου και σχηματίζουν το οπτικό νεύρο. Επίσης, τα κύτταρα του μελάγχρου επιθηλίου παρέχουν λειτουργική υποστήριξη στα εξωτερικά τμήματα των φωτοϋποδοχέων τα οποία ειδικεύονται στην παγίδευση του φωτός (Junqueira et al, 1991).

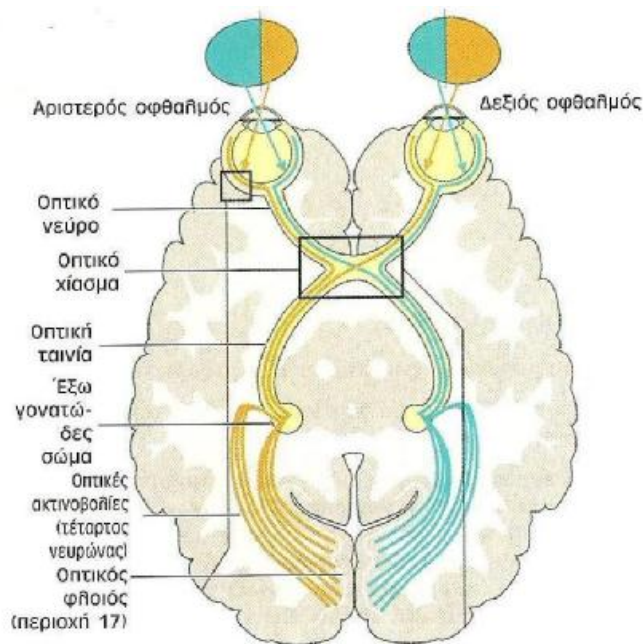


Εικόνα 16: Στιβάδες του αμφιβληστροειδούς

Το οπτικό νεύρο περιλαμβάνει όλα τα δεμάτια των νευρικών ινών που εκφύονται από το σύνολο των γαγγλιακών κυττάρων και εκτείνεται από τον οπίσθιο πόλο του οφθαλμού μέχρι το οπτικό χίασμα, την περιοχή του εγκεφάλου όπου λαμβάνει χώρα ο χιασμός (διασταύρωση) των νευρικών ινών των δύο οπτικών νεύρων. Μετά τη χαρακτηριστική διασταύρωση, οι ίνες του οπτικού νεύρου πορεύονται ως

οπτική ταινία που περιλαμβάνει τόσο τις ίνες του οπτικού νεύρου που χιάστηκαν όσο και εκείνες που δεν χιάστηκαν και απλώς διέσχισαν τη μέση γραμμή.

Οι οπτικές ίνες ως οπτική ταινία πορεύονται εντός του κρανίου μέχρι το έξω γονατώδες σώμα. Σε αυτό το σημείο, οι νευρικές ίνες που ξεκίνησαν από την επιφάνεια του αμφιβληστροειδούς, συνάπτονται με νευρώνες οι οποίοι συνεχίζουν ως οπτική ακτινοβολία για να καταλήξουν τελικά στον οπτικό φλοιό των ινιακών λοβών που αποτελεί το ανώτερο κέντρο επεξεργασίας των οπτικών ερεθισμάτων του εγκεφάλου (Εικόνα 17).



Εικόνα 17: Επισκόπηση της πορείας της οπτικής οδού

2.3.2 Φυσιολογία της όρασης

Η καταλυτική συμβολή του οπτικού συστήματος στην ανάπτυξη μιας σφαιρικής αντίληψης του ατόμου για το περιβάλλον έχει αναδειχθεί από το γεγονός ότι περισσότερο από το 80% των αισθητικών ερεθισμάτων του ανθρώπου συμβαίνει στον αμφιβληστροειδή, απασχολώντας περίπου το ένα τρίτο του εγκεφάλου για την επεξεργασία τους. Η διαδικασία που οδηγεί στην αντίληψη μιας εικόνας από τον εγκέφαλο, η όραση, είναι εξαιρετικά πολύπλοκη. Αρχίζει στον αμφιβληστροειδή και πραγματοποιείται σε δύο στάδια (Dowling, 1987; Cerko, 1996).

Όπως σε όλα τα αισθητήρια όργανα έτσι και στο οπτικό σύστημα, η ενέργεια του αρχικού ερεθίσματος μετασχηματίζεται σε ένα συμβατό στον κυτταρικό κόσμο φαινόμενο και μεταφέρεται στον εγκέφαλο διαμέσου μιας σειράς νευρώνων. Σε πρώτο στάδιο, στο οπτικό σύστημα το φως που διέρχεται τον κερατοειδή χιτώνα προβάλλεται στον βυθό του βολβού του οφθαλμού όπου τα κύτταρα των φωτοϋποδοχέων του αμφιβληστροειδούς παγιδεύουν τα φωτόνια και πραγματοποιείται μια διεργασία γνωστή ως φωτομετατροπή. Στα πλαίσια αυτής της διαδικασίας, το φως απορροφάται από τις οπτικές χρωστικές στους φωτοϋποδοχείς και μέσω ενός "καταρράκτη" βιοχημικών γεγονότων μετατρέπεται

σε ηλεκτροχημική ενέργεια (Kolb et al, 2002). Σε δεύτερο στάδιο, το προκύπτον ηλεκτρικό σήμα μεταβιβάζεται μέσω του οπτικού νεύρου σε ανώτερα κέντρα του εγκεφάλου για περαιτέρω επεξεργασία, αναγκαία για την αντίληψη.

Στον αμφιβληστροειδή διεξάγεται μια υποτυπώδης επεξεργασία των εικόνων ως προς το χρώμα, την κίνηση και τη θέση. Περαιτέρω επεξεργασία των εικόνων λαμβάνει χώρα στον εγκέφαλο, στο έξω γονατώδες σώμα και στον οπτικό φλοιό των ινιακών λοβών όπου καθίσταται δυνατή η λειτουργία της όρασης. Επίσης, οι βρεγματικοί λοβοί είναι σημαντικοί για την ανάγνωση, τον προσανατολισμό και για κινητικές λειτουργίες (Kandel et al, 2003).

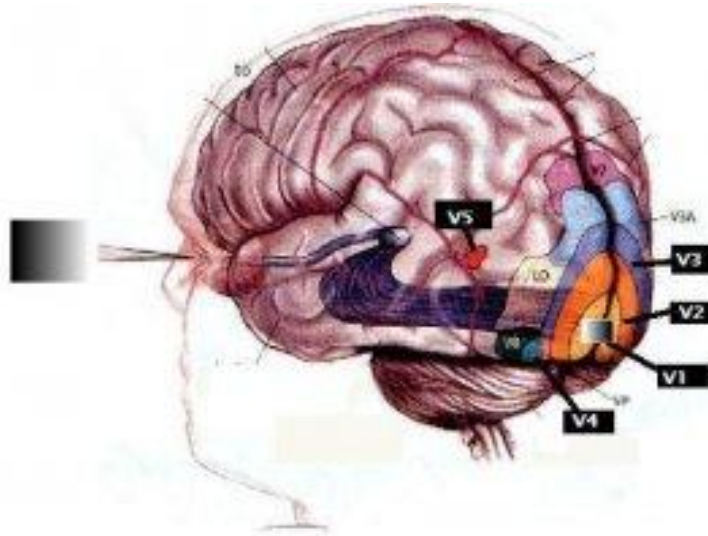
Όσον αφορά τα ανώτερα εγκεφαλικά κέντρα, έχουν διαπιστωθεί εκτεταμένες αλληλεπιδράσεις των κύριων οπτικών οδών σε όλα σχεδόν τα επίπεδα του φλοιού. Η ύπαρξη αυτών των αλληλεπιδράσεων επιτρέπει την λειτουργία τριών παράλληλων οδών επεξεργασίας των οπτικών πληροφοριών ως προς το βάθος και τη μορφή, την κίνηση και το χρώμα. Μάλιστα, ο συντονισμός μεταξύ αυτών των χωριστών οπτικών οδών διευκολύνει την αποκωδικοποίηση ορισμένων βασικών και χρήσιμων ιδιοτήτων μιας εικόνας όπως το χρώμα, ο προσανατολισμός, το μέγεθος και η απόσταση (Kandel et al, 2003).

Επιπροσθέτως, η κίνηση στο οπτικό πεδίο αναλύεται από ειδικό νευρωνικό σύστημα. Καθώς η ανίχνευση της κίνησης έχει μεγάλη σημασία στην προσαρμοστική συμπεριφορά του ανθρώπου, το οπτικό σύστημα έχει δύο τρόπους να αντιλαμβάνεται την κίνηση. Έναν τρόπο ο οποίος βασίζεται στην κίνηση της εικόνας και έναν άλλον ο οποίος βασίζεται στην κίνηση της κεφαλής και των οφθαλμών. Έχει διαπιστωθεί ότι τα σήματα που αφορούν την ανίχνευση της κίνησης επεξεργάζονται στην περιοχή V1 του οπτικού φλοιού και στην συνέχεια μεταβιβάζονται και υφίστανται περαιτέρω επεξεργασία στη μέση κροταφική και στην έσω άνω κροταφική περιοχή (V5 περιοχή) όπου και τελικά η κίνηση αντιπροσωπεύεται (Εικόνα 18).

Αυτές ακριβώς οι πληροφορίες για την κίνηση, που αποκωδικοποιούνται από το οπτικό ερέθισμα, χρησιμοποιούνται για τρεις διαφορετικούς συμπεριφορικούς σκοπούς: για την αντίληψη κινούμενων αντικειμένων, για τη διατήρηση των οφθαλμικών κινήσεων παρακολούθησης και για την καθοδήγηση των κινήσεων του σώματος στο περιβάλλον.

Επομένως, ένα μεγάλο μέρος οπτικής επεξεργασίας έχει σχέση με την κίνηση και με τις σχέσεις στον χώρο και είναι ουσιώδεις για τον έλεγχο των ίδιων των κινήσεών μας. Απλώς, η μετακίνηση μας στο περιβάλλον απαιτεί σύνθετες αναλύσεις των οπτικών ερεθισμάτων.

Έτσι, η φυσιολογική όραση είναι υψίστης σημασίας για τον έλεγχο του ισορροπιστικού συστήματος (postural control) που επιτυγχάνεται αποτελεσματικά με την αλληλεπίδραση των πληροφοριών και από τα υπόλοιπα αισθητήρια όργανα (Batterbury et al, 2003).

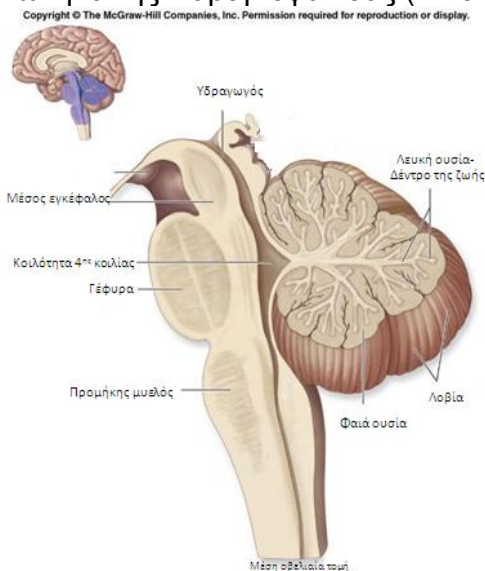


Εικόνα 18: Οι περιοχές του ινιακού λοβού και προβολή των οπτικών πληροφοριών στην περιοχή V1 και V5.

2.4 ΠΑΡΕΓΚΕΦΑΛΙΔΑ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ

2.4.1 Ανατομία παρεγκεφαλίδας

Η παρεγκεφαλίδα, το μεγαλύτερο τμήμα του οπίσθιου εγκεφάλου, βρίσκεται στον οπίσθιο κρανιακό βόθρο, πίσω από τη γέφυρα και τον προμήκη μυελό. Έχει σχήμα ωειδές, αποπλατυσμένο και κατά τη μέση μοίρα της εμφανίζει περίσφιξη. Η παρεγκεφαλίδα, αποτελείται από τα δύο παρεγκεφαλιδικά ημισφαίρια, συνδεόμενα με μια λεπτή μοίρα, το σκώληκα της παρεγκεφαλίδας (Εικόνα 19).

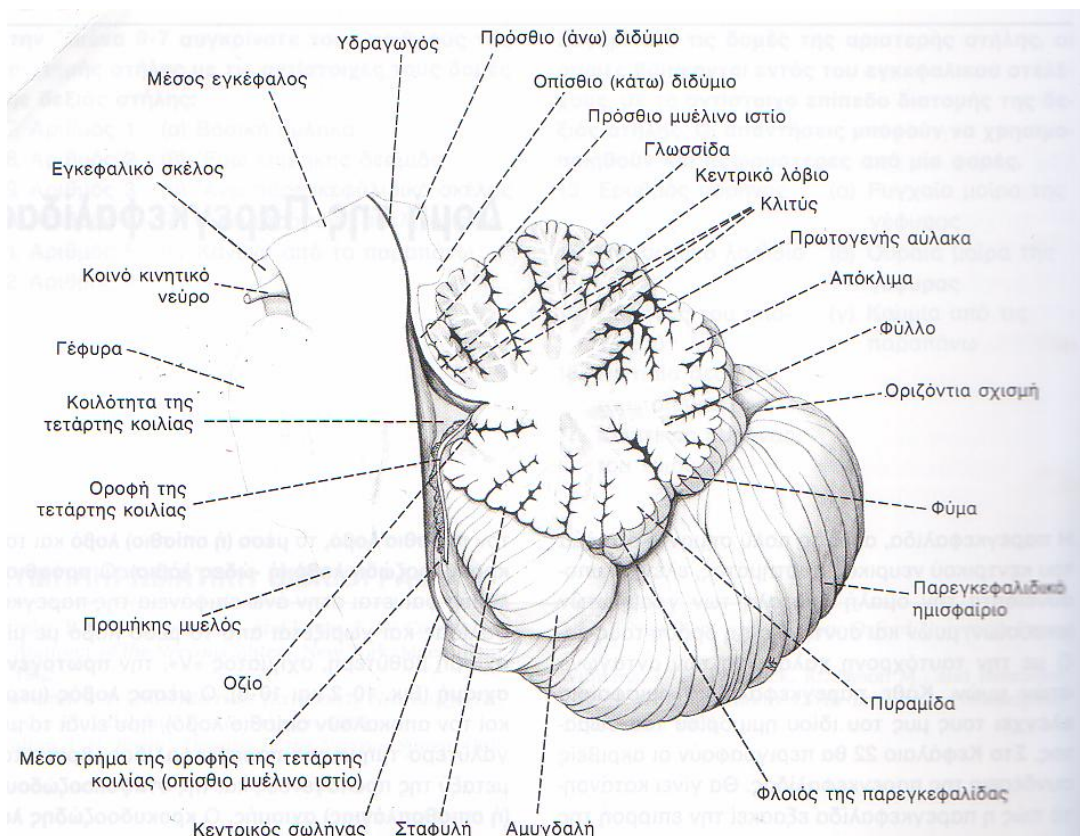


**Εικόνα 19: Θέση και σχέσεις παρεγκεφαλίδας
Εξωτερική μορφολογία**

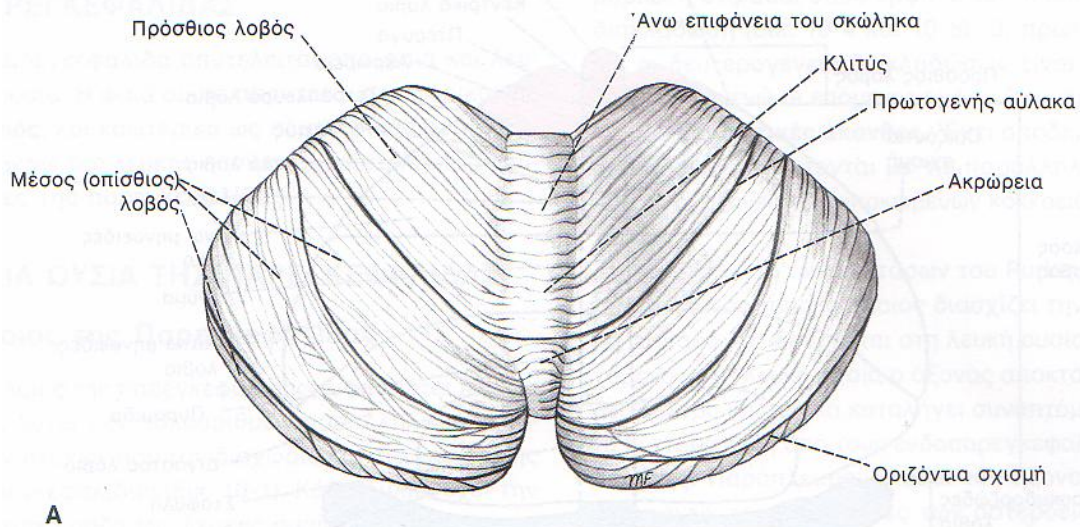
Η παρεγκεφαλίδα υποδιαιρείται σε τρεις κύριους λοβούς: τον **πρόσθιο λοβό**, τον **μέσο** ή **οπίσθιο λοβό** και τον **κροκυδοοζώδη λοβό**. Ο πρόσθιος λοβός φαίνεται στην άνω επιφάνεια της παρεγκεφαλίδας και χωρίζεται από το μέσο λοβό με μια βαθύτερη σχισμή σχήματος «V», την πρωτογενή σχισμή. Ο μέσος λοβός που είναι το μεγαλύτερο τμήμα της παρεγκεφαλίδας, βρίσκεται μεταξύ της πρωτογενούς και της οπισθοπλάγιας σχισμής. Ο κροκυδοοζώδης λοβός βρίσκεται πίσω από την οπισθοπλάγια σχισμή (Εικόνα 20).

Ο **πρόσθιος λοβός**, η **σταφυλή** και η **πυραμίδα** αποτελούν την **παλαιοπαρεγκεφαλίδα**, η οποία λειτουργικά σχετίζεται με τις αδρές κινήσεις της κεφαλής και του σώματος. Ο **μέσος λοβός**, με εξαίρεση τη σταφυλή και την πυραμίδα, αποτελεί τη **νεοπαρεγκεφαλίδα** και σχετίζεται με τις λεπτές εκούσιες κινήσεις. Ο **κροκυδοοζώδης λοβός** είναι εξελικτικά το αρχαιότερο τμήμα της παρεγκεφαλίδας και αποτελεί την **αρχαιοπαρεγκεφαλίδα** που συνδέεται με το αιθουσαίο σύστημα.

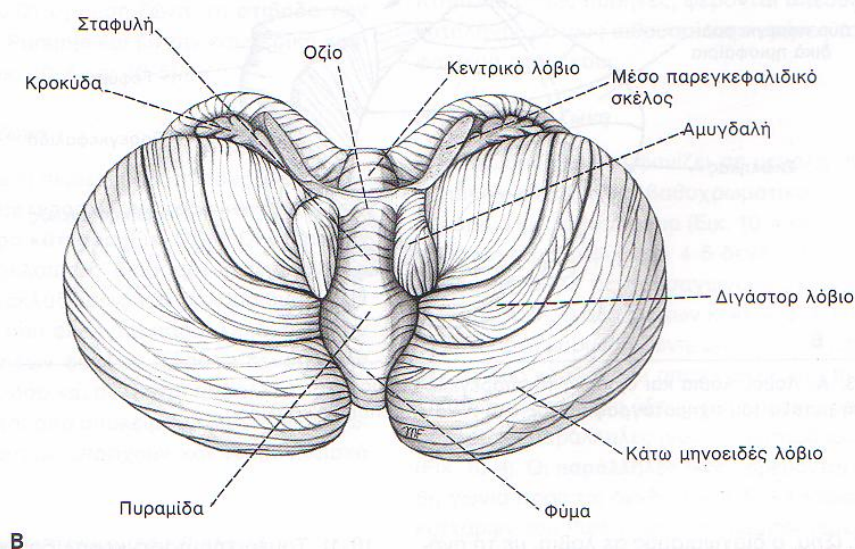
Ο φλοιός της παρεγκεφαλίδας εμφανίζεται με πολλές πτυχές που αποτελούν τις **έλικες** ή **φύλλα** της παρεγκεφαλίδας, που χωρίζονται μεταξύ τους με εγκάρσιες λεπτές σχισμές. Βαθύτερες σχισμές χωρίζουν την παρεγκεφαλίδα σε **λοβία**. Κάθε φύλλο της παρεγκεφαλίδας εμφανίζει μια κεντρική μάζα λευκής ουσίας περιβαλλόμενη εξωτερικά από τη φαιά ουσία του φλοιού.



Εικόνα 20: Μέση οβελιαία διατομή του εγκεφαλικού στελέχους και του σκώληκα της παρεγκεφαλίδας.



Εικόνα 21: Η παρεγκεφαλίδα (άνω επιφάνεια)



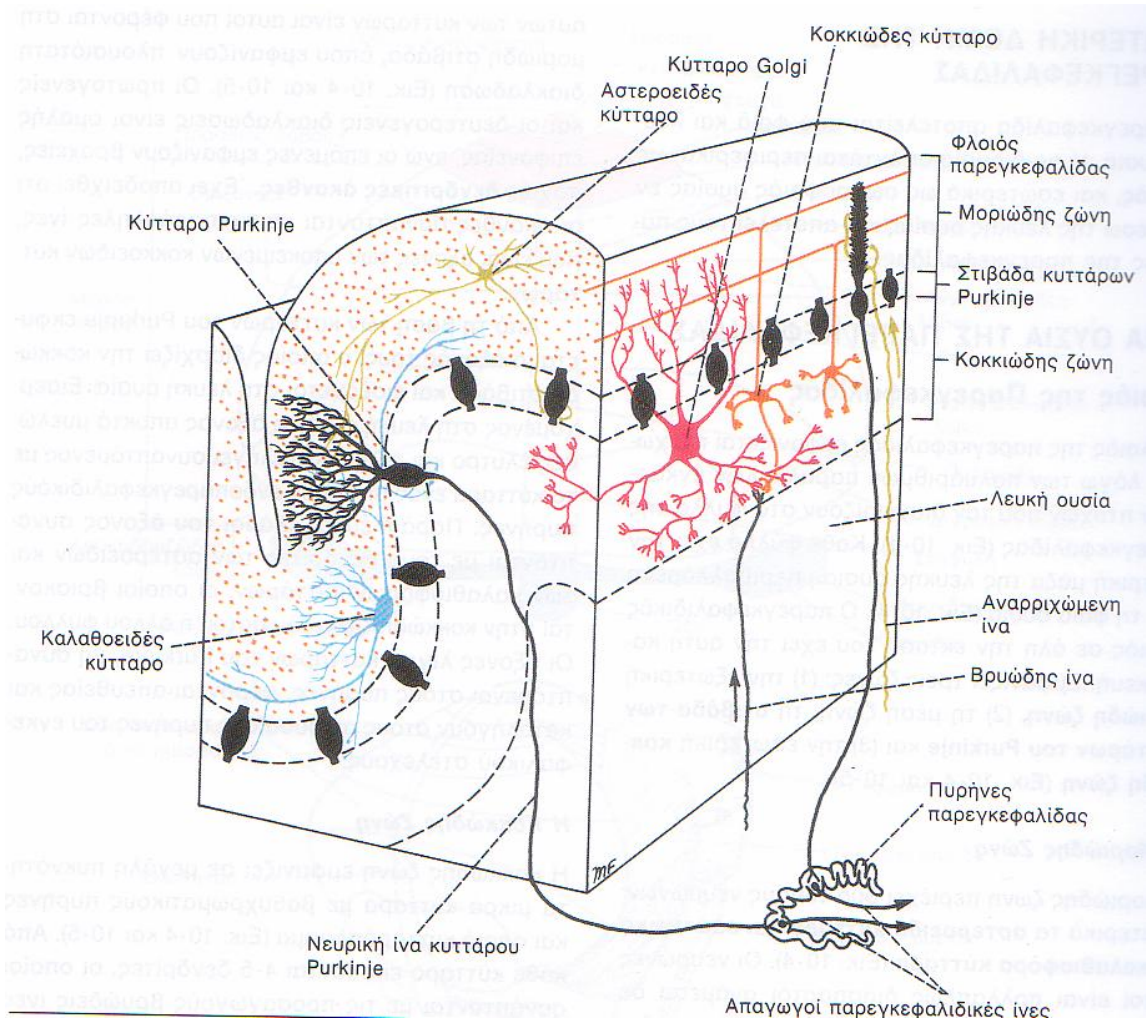
Εικόνα 22: Η παρεγκεφαλίδα (κάτω επιφάνεια).

Εσωτερική δομή

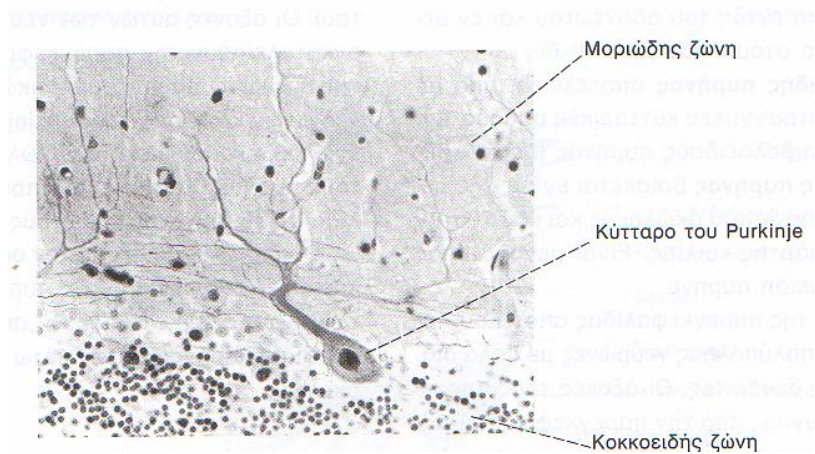
Η παρεγκεφαλίδα αποτελείται από τη **λευκή** και τη **φαιά ουσία**. Η φαιά ουσία απαντάται περιφερικά, ως φλοιός και εσωτερικά σχηματίζει σωρούς εν τω μέσω της λευκής ουσίας (πυρήνες της παρεγκεφαλίδας).

Ο φλοιός της παρεγκεφαλίδας εμφανίζεται πτυχωτός, λόγω των πολυάριθμων παράλληλων εγκάρσιων πτυχών που τον διαχωρίζουν στα φύλλα της παρεγκεφαλίδας. Κάθε φύλλο έχει την κεντρική μάζα της λευκής ουσίας περιβαλλόμενη από τη φαιά ουσία. Ο παρεγκεφαλιδικός φλοιός σε όλη την έκτασή του έχει αυτή την κατασκευή. Εμφανίζει τρεις ζώνες: (1) την **εξωτερική μοριώδη ζώνη**, (2) τη **μέση ζώνη**, τη **στοιβάδα των κυττάρων του Purkinje** και (3) την **εσωτερική κοκκιώδη ζώνη** (Εικόνα 23).

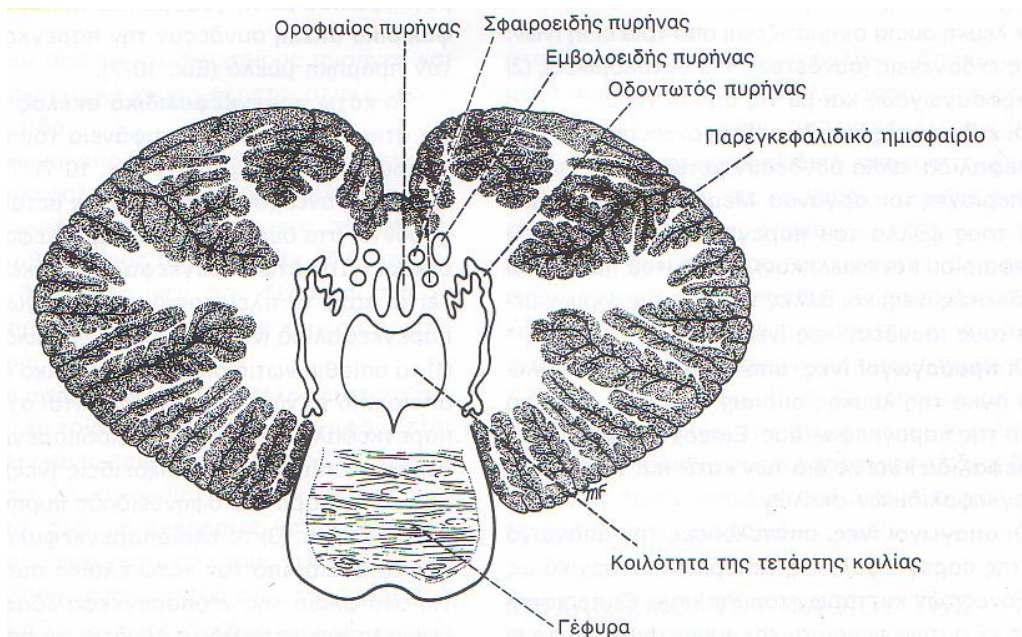
Εκατέρωθεν του μέσου οβελιαίου επιπέδου, υπάρχουν από 4 μάζες φαιάς ουσίας εντός της λευκής ουσίας, που αποτελούν τους πυρήνες της παρεγκεφαλίδας. Από έξω προς τη μέση γραμμή οι πυρήνες αυτοί είναι ο **οδοντωτός**, ο **εμβολοειδής**, ο **σφαιροειδής** και ο **οροφιαίος** (Εικόνα 25). Οι πυρήνες της παρεγκεφαλίδας αποτελούνται από μεγάλους πολύπολους νευρώνες με απλά διακλαδιζόμενους δενδρίτες. Οι άξονες αποτελούν τις απαγωγούς από την παρεγκεφαλίδα ίνες, που φέρονται στα άνω και κάτω παρεγκεφαλιδικά σκέλη.



Εικόνα 23: Η δομή των κυττάρων του παρεγκεφαλιδικού φλοιού.



Εικόνα 24: Φωτογραφία εγκάρσιας ιστολογικής τομής ενός φύλλου (έλικας της παρεγκεφαλίδας). Φαίνονται οι τρεις ζώνες του παρεγκεφαλιδικού φλοιού.



Εικόνα 25: Θέση των παρεγκεφαλιδικών πυρήνων.

Στο σκώληκα υπάρχει λίγη λευκή ουσία που η διάταξή της μοιάζει με τον κορμό και τα κλαδιά ενός δέντρου - το **δέντρο της ζωής** (arbor vitae). Σε κάθε παρεγκεφαλιδικό ημισφαίριο, υπάρχει άφθονη λευκή ουσία. Η λευκή ουσία σχηματίζεται από 3 είδη ινών: (1) τις **ενδογενείς** (συνδετικές και συνδεσμικές), (2) τις **προσαγωγούς** και (3) τις **απαγωγούς**. Οι ενδογενείς ίνες δεν εξέρχονται από την παρεγκεφαλίδα, αλλά συνδέουν μεταξύ τους τις περιοχές του οργάνου. Οι προσαγωγοί ίνες, αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της λευκής ουσίας και φέρονται προς το φλοιό της παρεγκεφαλίδας. Οι απαγωγοί ίνες αποτελούν την απαγωγό οδό της παρεγκεφαλίδας και εκπορεύονται αρχικά σαν άξονες των κυττάρων του Purkinje. Οι περισσότερες απ' αυτές συνάπτονται με τους νευρώνες των

παρεγκεφαλιδικών πυρήνων. Οι άξονες αυτών των νευρώνων, στη συνέχεια εγκαταλείπουν την παρεγκεφαλίδα διά των άνω και κάτω παρεγκεφαλιδικών σκελών.

Η παρεγκεφαλίδα συνδέεται με το υπόλοιπο κεντρικό νευρικό σύστημα με πλήθος απαγωγών και προσαγωγών ινών, που εκατέρωθεν απαρτίζουν τρεις ογκώδεις δέσμες, τα **παρεγκεφαλιδικά σκέλη**. Τα άνω παρεγκεφαλιδικά σκέλη συνδέουν την παρεγκεφαλίδα με το μέσο εγκέφαλο, τα μέσα παρεγκεφαλιδικά σκέλη συνδέουν την παρεγκεφαλίδα με τη γέφυρα, και τα κάτω παρεγκεφαλιδικά σκέλη συνδέουν τη γέφυρα με τον προμήκη μυελό.

2.4.2 Λειτουργική ανατομική της παρεγκεφαλίδας

Η **αρχαιοπαρεγκεφαλίδα**, το παλαιότερο φυλογενετικά μέρος της παρεγκεφαλίδας, δέχεται προσαγωγούς ίνες από το αιθουσαίο νεύρο και τους αιθουσαίους πυρήνες. Η απαγωγός οδός προς του κατώτερους κινητικούς νευρώνες (εγκεφαλικούς και νωτιαίους) φέρεται με το αιθουσονωτιαίο δεμάτιο, την έσω επιμήκη δεσμίδα και το δικτυονωτιαίο δεμάτιο. *Η αρχαιοπαρεγκεφαλίδα ανταποκρίνεται σε ερεθίσματα από την αίθουσα του έσω ωτός και διατηρεί την ισορροπία και τον μυϊκό τόνο.*

Η **παλαιοπαρεγκεφαλίδα**, δέχεται προσαγωγούς ίνες από τις ιδιοδέκτριες απολήξεις εντός των μυών και τενόντων και από υποδοχείς αφής και πίεσης. Είναι ευαίσθητη στις μεταβολές της τάσης των μυών και τενόντων και σε ερεθίσματα αφής και εν τω βάθει πίεσης και απαντά με τροποποίηση του μυϊκού τόνου και τη συνεργική δράση των μυϊκών ομάδων. Έτσι, *έχει ενεργό ρόλο στη διατήρηση της στάσης και στην εκτέλεση εκούσιων κινήσεων.*

Η **νεοπαρεγκεφαλίδα** δέχεται τη μεγάλη προσαγωγό φλοιογεφυροπαρεγκεφαλιδική οδό, από τον εγκεφαλικό φλοιό του αντίθετου ημισφαιρίου. Η απαγωγός οδός προς τους κατώτερους κινητικούς νευρώνες φέρεται διά του θαλάμου στην κινητική χώρα του εγκεφαλικού φλοιού και ακολούθως διά της φλοιονωτιαίας και φλοιοπυρηνικής οδού, προς τους κατώτερους κινητικούς νευρώνες. Επομένως, η νεοπαρεγκεφαλίδα *ευοδώνει τις ομαλές, συντονισμένες εκούσιες κινήσεις και εξασφαλίζει την ακριβή δύναμη, διεύθυνση και έκταση των κινήσεων.*

2.4.3 Κλινικές παρατηρήσεις

Όπως συζητήθηκε λεπτομερώς, η κύρια λειτουργία της παρεγκεφαλίδας είναι να *συντονίζει, με τη συνεργική δράση, όλες τις αντανακλαστικές και εκούσιες μυϊκές κινήσεις.* Έτσι ρυθμίζει την ένταση και την αρμονία του μυϊκού τόνου, διατηρεί τη φυσιολογική στάση και οι εκούσιες κινήσεις εκτελούνται με ακρίβεια και οικονομία προσπάθειας.

Δύο νευροανατομικά στοιχεία της παρεγκεφαλίδας έχουν μεγάλη κλινική σημασία. Πρώτον ο **φλοιός της παρεγκεφαλίδας**, σε αντίθεση με αυτόν του εγκεφάλου, έχει ενιαία μικροσκοπική δομή και οι φυσιολογικές έρευνες δείχνουν και οι λειτουργικές δραστηριότητες είναι ενιαίες σε όλες τις περιοχές του, δηλαδή δεν υπάρχει λειτουργική εντόπιση στον παρεγκεφαλιδικό φλοιό. Δεύτερον, κάθε **παρεγκεφαλιδικό ημισφαίριο**, με τις νευρικές οδούς του, συνδέεται κυρίως με το

ίδιο ημιμόριο του σώματος, έτσι ώστε βλάβη του ενός παρεγκεφαλιδικού ημισφαιρίου, εκδηλώνεται με συμπτωματολογία του ίδιου ημιμορίου του σώματος. Τα συμπτώματα των οξειών παθήσεων της παρεγκεφαλίδας διαφέρουν από αυτά των χρόνιων. Οι οξείες βλάβες προκαλούν αιφνιδίως έντονα συμπτώματα, αλλά οι ασθενείς αποκαθίστανται. Αυτό δείχνει ότι οι άλλες περιοχές του κεντρικού νευρικού συστήματος, αντιρροπούν την χαμένη παρεγκεφαλιδική λειτουργία. Οι χρόνιες βλάβες, προκαλούν ηπιότερα συμπτώματα. Τα ακόλουθα είναι χαρακτηριστικά συμπτώματα της παρεγκεφαλιδικής δυσλειτουργίας: **υποτονία, μεταβολές της στάσης και του βαδίσματος, διαταραχές των εκούσιων κινήσεων** (παρεγκεφαλιδική αταξία), **δυσδιαδοχοκινησία, διαταραχές των αντανακλαστικών, διαταραχές των κινήσεων του οφθαλμικού βολβού, διαταραχές του λόγου, σύνδρομο του σκώληκος και σύνδρομο του παρεγκεφαλιδικού ημισφαιρίου.**

Οι κυριότερες και πιο συχνές παθήσεις της παρεγκεφαλίδας είναι η συγγενής αγενεσία ή υποπλασία της παρεγκεφαλίδας, νεοπλάσματα, τραυματικές κακώσεις, λοιμώξεις, θρόμβωση των παρεγκεφαλιδικών αρτηριών και εκφυλιστικές παθήσεις (Snell, 1995).

2.4.4 Έλεγχος της ισορροπίας

Είναι γνωστό ότι βλάβες στη μέση ζώνη της παρεγκεφαλίδας προκαλούν προβλήματα στη στατική και δυναμική ισορροπία κατά τη διάρκεια της κίνησης. Μερικά από τα τυπικά χαρακτηριστικά της αταξίας του βαδίσματος είναι η μειωμένη συχνότητα βημάτων με επιμηκυμένη στάση και ο διπλός χρόνος στήριξης των άκρων. Ασθενείς με αιθουσο-παρεγκεφαλιδικές βλάβες μπορεί να εμφανίσουν χαμηλής συχνότητας παρεκκλίσεις προς όλες τις κατευθύνσεις (Konczac & Timmann, 2007)

Σε μια πρόσφατη μελέτη, συμμετείχαν 22 παιδιά και έφηβοι που είχαν υποβληθεί σε εκτομή ενός παρεγκεφαλιδικού όγκου. Κατά την διάρκεια κλινικού ελέγχου οι ασθενείς αυτοί βρέθηκε ότι εμφάνιζαν ήπια προβλήματα στάσης. Όταν η όραση ήταν παρούσα, όλοι οι ασθενείς είχαν πιο φυσιολογική στάση, ενώ όταν η όραση παρεμποδιζόταν η παρέκκλιση ήταν πολύ έντονη (Konczac et al, 2005).

2.5 ΔΟΜΗ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΧΕΩΝ

2.5.1 Υποδεκτικοί Υποδοχείς

Το άτομο δέχεται πληθώρα ερεθισμάτων από τον εξωτερικό κόσμο και από το εσωτερικό του σώματός του με ειδικές αισθητικές νευρικές απολήξεις ή υποδοχείς που ονομάζονται αισθητικοί υποδοχείς.

Οι αισθητικοί υποδοχείς αποτελούν απολήξεις αισθητήριων νευρώνων ή και ολόκληρα κύτταρα τα οποία έχουν υποστεί κατάλληλη διαφοροποίηση ώστε να δέχονται συγκεκριμένα ερεθίσματα. Κάθε υποδοχέας είναι ευαίσθητος κυρίως σε μια μορφή φυσικής ενέργειας. Παρ' όλα αυτά, όλες οι ενέργειες ερεθισμάτων μετασχηματίζονται σε ηλεκτροχημική ενέργεια, έτσι ώστε όλα τα αισθητικά συστήματα να έχουν ένα κοινό μέσο διαβίβασης σημάτων. Έτσι, οι αισθητικοί υποδοχείς συνιστούν το μέσο που μετατρέπει την πληροφορία από το περιβάλλον (ερέθισμα) στην ηλεκτροχημική ενέργεια της νευρικής ώσης που χρησιμοποιεί το νευρικό σύστημα.

Στα ζώα, και κατ' επέκταση στον άνθρωπο, οι αισθητικοί υποδοχείς υπάγονται σε πέντε λειτουργικούς τύπους:

- *Μηχανοϋποδοχείς*: Ανταποκρίνονται σε μηχανική παραμόρφωση.
- *Θερμοϋποδοχείς*: Ειδικεύονται στην ανίχνευση θετικών διαφορών θερμοκρασίας (αίσθημα ζέστης) ή αρνητικών διαφορών θερμοκρασίας (αίσθημα κρύου).
- *Υποδοχείς ιστικής βλάβης ή Αλγοϋποδοχείς*: Ανταποκρίνονται σε ερεθίσματα, που προκαλούν βλάβη στους ιστούς. Πολλοί σημαντικοί για την άμυνα και προστασία του οργανισμού σε διάφορους εισβολείς.
- *Ηλεκτρομαγνητικοί υποδοχείς*: Ειδικεύονται στην ανίχνευση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (π.χ. φως, υπέρυθρη ακτινοβολία).
- *Χημειοϋποδοχείς*: Ανταποκρίνονται σε χημικές μεταβολές, που έχουν σχέση με τη γεύση (γευστικοί κάλυκες) και την όσφρηση (οσφρητικά κύτταρα) και με τη συγκέντρωση του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακος στο αίμα.

Μια απλούστερη διάκριση των αισθητικών υποδοχέων συνίσταται ως προς την ανατομία τους. Έτσι, οι αισθητικοί υποδοχείς, επί τη βάση της δομής, ταξινομούνται σε ανέλυτρους (χωρίς κάψα) και ενέλυτρους (με κάψα) υποδοχείς.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν το γεγονός ότι οι αισθητικοί υποδοχείς αποτελούν το "μεσάζοντα" της αρχικής επαφής κάθε αισθητικού συστήματος με το περιβάλλον, μια περαιτέρω διάκριση τους ανάλογα με την εντόπισή τους, σε κεντρικούς και περιφερικούς υποδοχείς, είναι δόκιμη. (Guerraz, 2008) Χαρακτηριστικά παραδείγματα κεντρικών υποδοχέων αποτελούν οι φωτοϋποδοχείς για την όραση και οι μηχανοϋποδοχείς ισορροπίας στο αιθουσαίο σύστημα (Gillespie, 2001).

Οι φωτοϋποδοχείς της όρασης, τα ραβδία και τα κωνία, ανήκουν στην κατηγορία των ηλεκτρομαγνητικών υποδοχέων και είναι ευαίσθητα σε μεταβολές της έντασης και του μήκους κύματος του φωτός (Batterbury et al, 2003; Kolb et al, 2002). Αντίθετα, οι μηχανοϋποδοχείς ειδικεύονται στην ανίχνευση μηχανικών ερεθισμάτων. Τέτοια κύτταρα υποδοχείς που εντοπίζονται στην αίθουσα και στους ημικύκλιους σωλήνες είναι τα τριχωτά κύτταρα του λαβύρινθου. Αυτά τα ειδικά κύτταρα-υποδοχείς αποτελούν "μεσάζοντες" της αιθουσαίας συσκευής, εξυπηρετούν την αίσθηση της ισορροπίας και ανταποκρίνονται στις κινήσεις της κεφαλής υπό το ερέθισμα της βαρύτητας.

2.5.2 Περιφερικοί Υποδοχείς

Το σωματοαισθητικό σύστημα συμβάλλει καθοριστικά στον έλεγχο της θέσης του σώματος και στη διατήρηση της ισορροπίας και σχετίζεται με τις δερματικές αισθήσεις στην επιφάνεια του σώματος (Ryushi, Kumagai, Hayase, Abe, Shibuya, & Akira, 2000; Horak & Macpherson, 1996; Boswell, 1991; Mauritz & Dietz, 1980; Nashner, 1981). Η θεμελιώδης σημασία του συστήματος στον έλεγχο της στάσης και της κίνησης του σώματος αναδεικνύεται από την εκδήλωση τραγικών ελλειμμάτων κίνησης σε ασθενείς με διαταραγμένο σωματοαισθητικό σύστημα, π.χ. στην περίπτωση αισθητήριας νευροπάθειας των μεγάλης διαμέτρου ινών - large-fibre sensory neuropathy (Marsden & Fowler, 2001).

Το σωματοαισθητικό σύστημα καθίσταται ικανό να διεκπεραιώνει πλήθος αισθήσεων μέσω εξωδέκτριων και ιδιοδέκτριων πληροφοριών που παρέχει στον

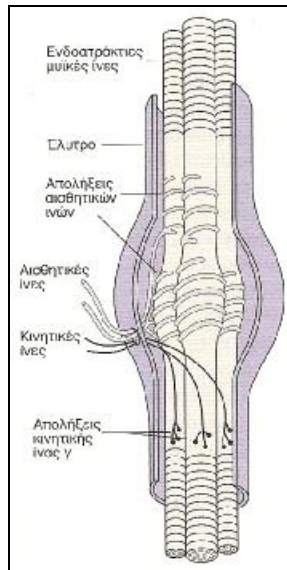
εγκέφαλο. Η αντίληψη αυτών των αισθήσεων επιτυγχάνεται χάριν στη παρουσία περιφερικών υποδοχέων, των **εξωδέκτριων** και **ιδιοδέκτριων υποδοχέων** του σωματοαισθητικού συστήματος, οι οποίοι βρίσκονται στην περιφέρεια του σώματος (Kandel et al, 2003).

Οι ιδιοδέκτριοι υποδοχείς ανήκουν στην κατηγορία των μηχανοϋποδοχέων και αντιλαμβάνονται τις μηχανικές μετατοπίσεις των μυών και των αρθρώσεων, εξυπηρετώντας την ιδιοδεκτική αισθητικότητα των άκρων. Η ιδιοδεκτικότητα του σωματοαισθητικού συστήματος είναι η αίσθηση της στατικής θέσης και της κίνησης των δακτύλων και των άκρων μας. Οι ιδιοδέκτριοι υποδοχείς εδράζουν στις αρθρώσεις, στους μύες και στους τένοντες.

Στους θυλάκους και τους συνδέσμους των διαρθρώσεων απαντώνται τέσσερις τύποι αισθητικών υποδοχέων των αρθρώσεων. Τρεις από αυτούς επενδύονται με κάψα και παρέχουν στο κεντρικό νευρικό σύστημα πληροφορίες για τη θέση και την κίνηση των αρθρώσεων. Ο τέταρτος υποδοχέας στερείται κάψας και θεωρείται ευαίσθητος στην υπέρμετρη κίνηση και στα αλγινά ερεθίσματα.

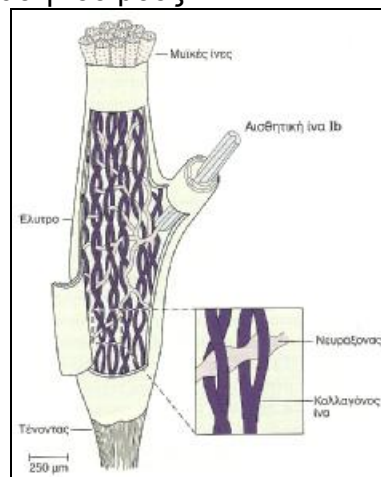
Οι μύες περιέχουν δύο είδη αισθητικών υποδοχέων οι οποίοι μεταφέρουν στο κεντρικό νευρικό σύστημα πληροφορίες σχετικές με την αλλαγή του μήκους του μυός και τις δυνάμεις τις οποίες παράγουν αυτές οι μεταβολές της κατάστασης του μυός. Αυτοί οι εξειδικευμένοι υποδοχείς, οι νευρομυϊκές ή μυϊκές άτρακτοι και οι νευροτενόντιες άτρακτοι ή τενόντια όργανα Golgi είναι ελυτροφόρες δομές που απαντούν στους γραμμωτούς μύες (Snell, 1992).

Οι μυϊκές άτρακτοι απαντώνται στους σκελετικούς μυς, βρίσκονται μέσα στη γαστέρα του μυός και είναι περισσότερες κοντά στον τένοντα του μυός. Παρέχουν στο κεντρικό νευρικό σύστημα τις αισθητικές πληροφορίες που χρειάζονται για τον έλεγχο της μυϊκής λειτουργίας. Κάθε άτρακτος, μήκους 1-4 mm, περιβάλλεται από ατρακτοειδούς σχήματος κάψα συνδετικού ιστού. Εντός της κάψας υπάρχουν 6-14 λεπτές ενδοκαψικές μυϊκές ίνες. Οι συνήθεις μυϊκές ίνες, που βρίσκονται έξω από τις ατράκτους, αναφέρονται ως εξωκαψικές ίνες. Οι μυϊκές άτρακτοι εμφανίζουν δύο τύπους αισθητικής νεύρωσης, τη σπειροειδή και την ανθοκραμβοειδή (δίκηνη ανθοδέσμης) νεύρωση. Η διάταση (επιμήκυνση) των ενδοκαψικών ινών προκαλεί διέγερση των σπειροειδών και των ανθοκραμβοειδών απολήξεων των οποίων οι νευρικές ώσεις φέρονται στο νωτιαίο μυελό με κεντρομόλους (προσαγωγούς) νευρώνες. Η κινητική νεύρωση των ενδοκαψικών μυϊκών ινών γίνεται με τις λεπτές "γάμμα" κινητικές ίνες. Η διέγερση των κινητικών νευρώνων προκαλεί συστολή αμφοτέρων των άκρων των ενδοκαψικών ινών και ενεργοποίηση των αισθητικών απολήξεων. Οι εξωκαψικές μυϊκές ίνες (Εικόνα 26) του υπολοιπίου μυός νευρώνονται από "άλφα" κινητικές ίνες (O'Dwyer).



Εικόνα 26: Απεικόνιση μυϊκής ατράκτου.

Τα τενόντια όργανα Golgi υπάρχουν στους τένοντες κοντά στο όριό τους με τη μυϊκή γαστέρα. Κάθε άτρακτος αποτελείται από μια ινώδη κάψα, η οποία περιβάλλει μια μικρή δεσμίδα χαλαρών τενοντίων (κολλαγόνων) ινών. Μια ή περισσότερες εμμέλες αισθητικές νευρικές ίνες διαπερνούν την κάψα, αποβάλλουν το μυελώδες έλυτρο, διακλαδίζονται και καταλήγουν σε πληκτροειδούς σχήματος απολήξεις (Εικόνα 27). Οι νευρικές απολήξεις διεγείρονται με τη σύνθλιψη από τις παρακείμενες τενόντιες ίνες εντός της ατράκτου, όταν υπάρχει τάση του τένοντος. Αντίθετα προς τη νευρομυϊκή άτρακτο, η οποία είναι ευαίσθητη στις μεταβολές μήκους του μυός, η νευροτενόντια άτρακτος διαπιστώνει την τάση του μυός.



Εικόνα 27: Απεικόνιση τενοντίου οργάνου Golgi

Οι εξωδέκτριοι υποδοχείς ανήκουν στην κατηγορία των πιεσοϋποδοχέων οι οποίοι ανιχνεύουν μεταβολές της πίεσης που ασκείται στην επιφάνεια του πέλματος της άκρας πόδας. Οι συγκεκριμένοι υποδοχείς εντοπίζονται στο δέρμα και στον υποδόριο ιστό και μεταβιβάζουν τις εξωδέκτριες πληροφορίες (Johansson &

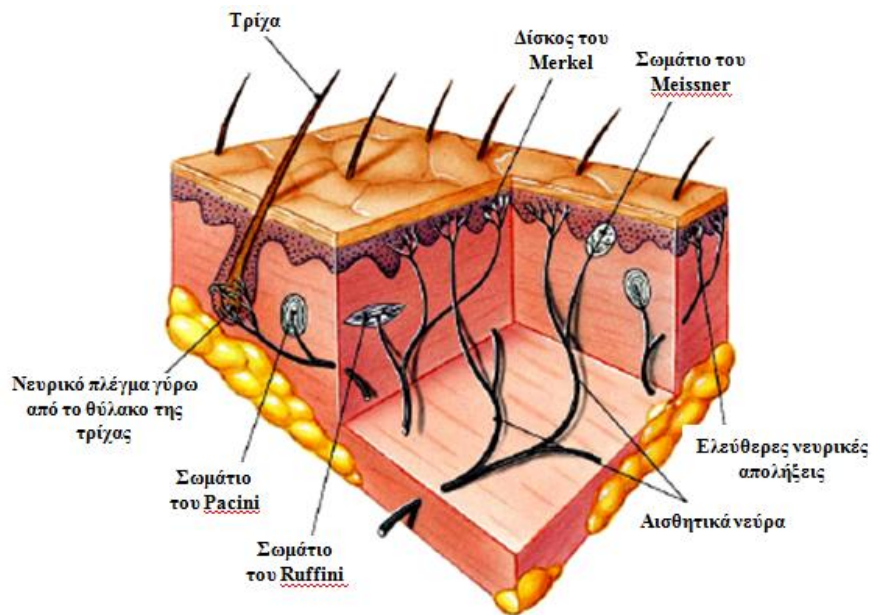
Vallbo,1980) που προέρχονται από τα εκτός του σώματος ερεθίσματα (π.χ. άλγος, θερμοκρασία, αφή). Οι κύριοι τύποι δερματικών υποδοχέων είναι οι δίσκοι του Merkel και τα σωμάτια του Meissner, που βρίσκονται εγγύς της επιφάνειας του δέρματος, και τα σωμάτια του Pacini και τα σωμάτια του Ruffini που ανευρίσκονται σε βαθύτερες στιβάδες του δέρματος.

Οι δίσκοι του Merkel είναι μη-ελυτροφόρες δομές οι οποίες υπάρχουν στο άτριχο δέρμα (π.χ. στις θηλές των δακτύλων) και στους θυλάκους των τριχών. Η νευρική ίνα φέρεται στην επιδερμίδα και καταλήγει σε δισκοειδή διόγκωση, που έρχεται σε άμεση επαφή με ένα σκοτεινόχροο επιθηλιακό κύτταρο των βαθύτερων στιβάδων της επιδερμίδας, ονομαζόμενο κύτταρο του Merkel ή απτικό κύτταρο. Στο τριχωτό δέρμα, σωροί δίσκων του Merkel ονομάζονται απτικοί θόλοι και βρίσκονται στην επιδερμίδα μεταξύ των θυλάκων των τριχών. Οι δίσκοι του Merkel είναι βραδείας εξοικείωσης υποδοχείς της αφής, που άγουν πληροφορίες για το βαθμό της εξασκούμενης στο δέρμα πίεσης.

Τα σωμάτια του Meissner αποτελούν ενέλυτροι υποδοχείς οι οποίοι εντοπίζονται στις θηλές του χορίου του δέρματος, ιδιαίτερα της παλάμης και του πέλματος. Κάθε σωμάτιο, συνήθως ωοειδούς σχήματος, αποτελείται από στιβάδες τροποποιημένων αποπλατυσμένων κυττάρων του Schwann, φερομένων εγκαρσίως προς τον επιμήκη άξονα του σωματίου. Το σωμάτιο περιβάλλεται από κάψα συνδετικού ιστού, που συνεχίζεται με το ενδονεύριο των εισερχομένων νεύρων. Μερικές εμμύελες νευρικές ίνες εισέρχονται από το βαθύτερο (έσω) άκρο του σωματίου. Οι εμμύελες και οι αμύελες ίνες λεπτύνονται και διακλαδίζονται μεταξύ των κυττάρων του Schwann. Από τη γέννηση μέχρι το γήρας επέρχεται ελάττωση του αριθμού των σωματίων του Meissner. Τα σωμάτια του Meissner είναι πολύ ευαίσθητα στην αφή και αποτελούν ταχείας εξοικείωσης μηχανικούς υποδοχείς.

Τα σωμάτια του Pacini επίσης είναι ελυτροφόρες δομές, ευρύτατα κατανεμημένα σε όλο το σώμα και αφθονότερα στο χόριο του δέρματος, στον υποδόριο ιστό, στους συνδέσμους και στους αρθρικούς θυλάκους. Κάθε σωμάτιο, ωοειδούς σχήματος, έχει μήκος περίπου 2 mm και πλάτος 100-500 μm. Έχει μια κεντρική μοίρα η οποία περιέχει την τελική απόληξη του νεύρου. Η κάψα αποτελείται από πολλά συγκεντρικά πετάλια αποπλατυσμένων κυττάρων. Μια μεγάλη εμμύελη νευρική ίνα εισέρχεται στο σωμάτιο και αποβάλλει το μυελώδες έλυτρο και το έλυτρο του Schwann. Ο γυμνός άξονας, περιβαλλόμενος από αποπλατυσμένα κύτταρα, διέρχεται από το κέντρο του σωματίου και καταλήγει με διογκωμένο άκρο. Τα σωμάτια του Pacini είναι ταχέως εξοικειούμενοι μηχανικοί υποδοχείς, ιδιαίτερα ευαίσθητοι στις δονήσεις (παλλαισθησία).

Στο χόριο του τριχωτού δέρματος βρίσκονται τα σωμάτια του Ruffini. Κάθε σωμάτιο αποτελείται από πολλές παχείες αμύελες νευρικές ίνες που καταλήγουν εντός δέσμης κολλαγόνων ινών. Αυτοί οι ενέλυτροι βραδέως εξοικειωμένοι μηχανικοί υποδοχείς είναι υποδοχείς διάτασης, ανταποκρινόμενοι στη διάταση του δέρματος (Εικόνα 28).



Εικόνα 28: Απεικόνιση και εντόπιση εξωδέκτριων υποδοχέων.

2.5.3 Περιφερικοί Υποδοχείς και Ισορροπία

Η ικανότητα ενός ατόμου να επιτύχει και να διατηρήσει την ισορροπία του εκδηλώνεται με τη διαμόρφωση της στάσης του σώματος του ατόμου σε κάθε δεδομένη χρονική στιγμή, δηλαδή της θέσης που εκάστοτε έχει το άτομο εντός του περιβάλλοντός του. Στην όρθια στάση η γραμμή του κέντρου βάρους διέρχεται κατά σειρά εκ των άνω προς τα κάτω από τον οδόντα του άξονος, πίσω από το κέντρο των διαρθρώσεων του ισχίου και μπροστά από τη διάθρωση του γόνατος και την ποδοκνημική διάθρωση. Επίσης, στην όρθια στάση παρατηρείται μικρή μυϊκή δραστηριότητα στους μύς του κορμού και των άκρων διότι το κέντρο βάρους οποιουδήποτε μέρους του σώματος αντιστοιχεί κυρίως ύπερθεν αρθρώσεων, προς τις οποίες και διευθύνεται το βάρος. Επιπρόσθετα, πολλές αρθρώσεις (π.χ. του ισχίου και του γόνατος) διαθέτουν πολύ ισχυρούς συνδέσμους και στηρίζουν το σώμα στην όρθια θέση.

Στον άνθρωπο οι αντιπασσόμενοι στη βαρύτητα μύες είναι καλώς ανεπτυγμένοι και εμφανίζουν το μέγιστο βαθμό μυϊκού τόνου (κατάσταση μερικής συστολής κάθε γραμμωτού μυός σε ηρεμία) για να σταθεροποιούν και να ισορροπούν το σώμα ώστε να μην καταρρεύσει. Η στάση του σώματος και των μελών του εξαρτάται από το βαθμό και την κατανομή του μυϊκού τόνου και επομένως από τη δραστηριότητα των κινητικών νευρώνων που διανέμονται στους μύς.

Ένα άτομο μπορεί να διατηρεί μια συγκεκριμένη στάση (καθιστή ή όρθια) επί αρκετό χρόνο χωρίς ενδείξεις κόπωσης. Αυτό οφείλεται στο ότι ο μυϊκός τόνος διατηρείται με την εναλλακτική συστολή ομάδων μυϊκών ινών. Έτσι, ανά πάσα στιγμή μικρός αριθμός μυϊκών ινών εντός ενός μυός δέχεται ώσεις και συστέλλεται. Οι ενεργείς ομάδες μυϊκών ινών είναι διεσπαρμένες σε όλο το μυ. Έτσι, η ελεγχόμενη σύσπαση των μυών είναι εκείνη που επιτρέπει στο άτομο να κινεί τα

άκρα του, να διατηρεί τη στάση του σώματός του και να εκτελεί διάφορες εργασίες με μεγάλη ακρίβεια (Schmidt & Lee, 1999).

Η δύναμη η οποία παράγεται στον συσπώμενο μυ και η προκαλούμενη αλλαγή του μήκους του μυός εξαρτώνται από τρεις παράγοντες, το αρχικό μήκος, την ταχύτητα αλλαγής του μήκους και το εξωτερικό φορτίο που δρα για να εναντιωθεί στην κίνηση. Έτσι, το κεντρικό νευρικό σύστημα χρειάζεται πληροφορίες για το μήκος των μυών και για τις δυνάμεις που αυτοί παράγουν. Αυτές οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες καταγράφονται από τις μυϊκές ατράκτους και τα τενόντια όργανα Golgi.

Ειδικότερα, η μυϊκή άτρακτος είναι σημαντικό αισθητήριο όργανο το οποίο περιέχει εξειδικευμένα στοιχεία για την ανίχνευση του μήκους του μυός και της ταχύτητας αλλαγής του μήκους των μυϊκών ινών. Μάλιστα, σε συνδυασμό με το τενόντιο όργανο Golgi το οποίο είναι επιφορτισμένο να ανιχνεύει την τάση του μυός, παρέχει στο κεντρικό νευρικό σύστημα συνεχείς πληροφορίες για τη μηχανική κατάσταση του μυός. Οι πληροφορίες από τις μυϊκές ατράκτους και από τα τενόντια όργανα Golgi φθάνουν σε όλα τα επίπεδα του νευρικού συστήματος. Στον φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων χρησιμοποιούνται για την αντίληψη της θέσης των άκρων και για τον έλεγχο των εκούσιων κινήσεων. Σε κατώτερα επίπεδα, χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των αντανεκλαστικών τόξων, δηλαδή των απλούστερων μορφών κινητικής συμπεριφοράς. Έτσι, λόγω της στενούς σχέσης μεταξύ αισθητικής και κινητικής διεργασίας που συνυπάρχουν στους συγκεκριμένους περιφερικούς υποδοχείς, ο εγκέφαλος πρέπει να συσχετίζει τις αισθητικές πληροφορίες με τις κινητικές εντολές, προκειμένου να εκτιμά ακριβώς την αλληλεπίδραση του σώματος με το περιβάλλον του, για όλες σχεδόν τις αντιληπτικές διεργασίες ανώτερης τάξης (Riemann & Lephart, 2002).

Η καθοριστική συμβολή των περιφερικών υποδοχέων στην διατήρηση της ισορροπίας αναδεικνύεται από το γεγονός ότι το άτομο δεν μπορεί να παραμείνει όρθιο αν παραλύσουν όλοι οι μύες παρά τη αέρινη λειτουργία της των κεντρικών υποδοχέων των οφθαλμών και του υμενώδους λαβύρινθου. Από τη στιγμή που ένα άτομο αρχίζει να πέφτει προς τα εμπρός, προς τα πίσω ή πλάγως, οι μυϊκές άτρακτοι και οι άλλοι τασεοϋποδοχείς αυξάνουν αμέσως τη δραστηριότητά τους, ενεργοποιούνται τα αντανεκλαστικά τόξα και προκαλούνται αντισταθμιστικές συστολές των μυών για να αποκατασταθεί η ισορροπία (Marsden & Fowler, 2001).

Επομένως, ο επιτυχής συνδυασμός όλων των νευρικών επιδράσεων, αισθητικών και κινητικών, έχει ως αποτέλεσμα την εκάστοτε φυσιολογική στάση.

2.5.4 Συσχετισμός ακοής-όρασης-παρεγκεφαλίδας στην ισορροπία

Τα αισθητικά συστήματα δημιουργούν μια εσωτερική αναπαράσταση του εξωτερικού κόσμου. Μια κύρια λειτουργία της αναπαράστασης αυτής είναι να κατευθύνει τις κινήσεις που συγκροτούν το σύνολο των συμπεριφορών μας. Οι κινήσεις αυτές ελέγχονται από τα κινητικά συστήματα του εγκεφάλου, δηλαδή τα κατιόντα συστήματα του εγκεφαλικού στελέχους και τις κινητικές περιοχές του φλοιού των εγκεφαλικών ημισφαιρίων, και του νωτιαίου μυελού, τα οποία μας επιτρέπουν μεταξύ άλλων να διατηρούμε την ισορροπία και τη στάση μας.

Σε αντίθεση με τα αισθητικά συστήματα, τα οποία μετασχηματίζουν τη φυσική ενέργεια σε νευρικά σήματα, τα κινητικά συστήματα μεταφράζουν τα νευρικά σήματα σε συσπαστική δύναμη στους μυς, προκειμένου να παραχθούν οι κινήσεις. Αυτή η σύνθετη διεργασία καθίσταται εφικτή χάριν της οργάνωσης των αισθητικών και κινητικών συστημάτων σε ένα πολύπλοκο δίκτυο που τους επιτρέπει να βρίσκονται σε μια συνεχή δυναμική αλληλεπίδραση για την επίτευξη της ισορροπίας και την διατήρηση αυτής μέσω της διόρθωσης της στάσης του σώματος με τις συσπάσεις των κατάλληλων μυϊκών ομάδων.

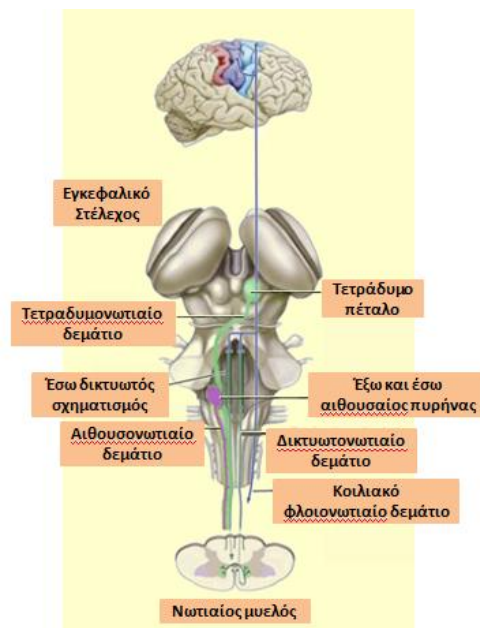
Ομάδες νευρώνων του εγκεφαλικού στελέχους συγκροτούν τις έσω οδούς ή έσω σύστημα κατιουσών οδών του εγκεφαλικού συστήματος. Το έσω σύστημα των κατιουσών οδών αποτελείται από τρία κύρια δεμάτια: το αιθουσονωτιαίο, το δικτυωτονωτιαίο και το τετραδυμονωτιαίο δεμάτιο. Οι έσω οδοί είναι σημαντικές για τη διατήρηση της ισορροπίας και της στάσης του σώματος, που εξαρτώνται από εγγύς (ιδίως οι εκτείνοντες των κάτω άκρων) και αξονικούς (της στάσης του σώματος) μυς.

Το αιθουσονωτιαίο δεμάτιο εκφύεται από τους αιθουσαίους πυρήνες και μεταβιβάζει πληροφορίες για τον αντανακλαστικό έλεγχο της ισορροπίας και της στάσης του σώματος από τον λαβύρινθο.

Το δικτυωτονωτιαίο δεμάτιο εκφύεται από πυρήνες του δικτυωτού σχηματισμού της γέφυρας και του προμήκους και είναι σημαντικό για τη διατήρηση της στάσης του σώματος. Το δεμάτιο αυτό ολοκληρώνει πληροφορίες από διάφορες πηγές, κυρίως από τους αιθουσαίους πυρήνες και από τον φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων, και πραγματοποιεί διεγερτικές και ανασταλτικές συνδέσεις με νευρώνες (διάμεσους και κινητικούς) του νωτιαίου μυελού.

Το τετραδυμονωτιαίο δεμάτιο είναι σημαντικό για τον συντονισμό των κινήσεων της κεφαλής και των οφθαλμών. Εκφύεται από το άνω διδύμιο του μέσου εγκεφάλου και ελέγχεται από τον φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων.

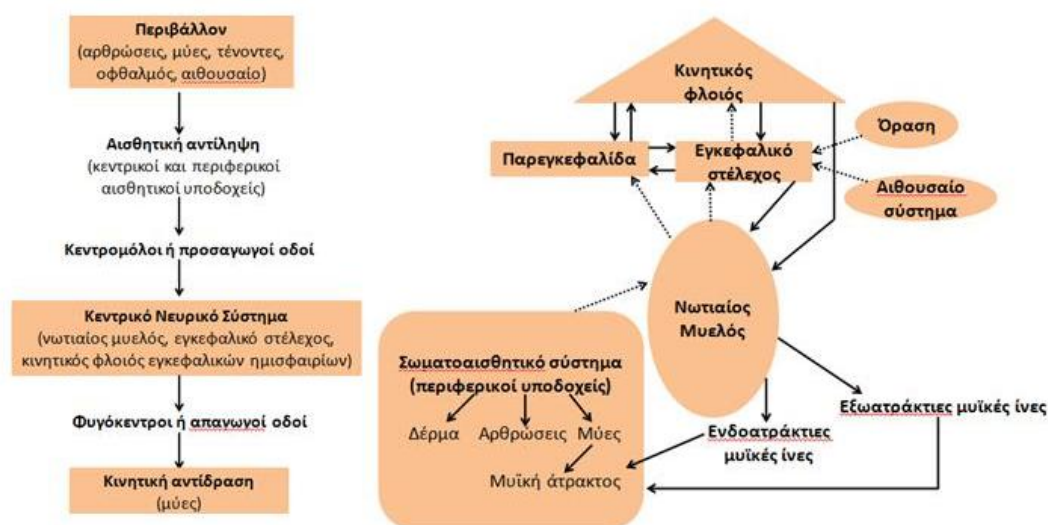
Αυτά τα δεμάτια (Εικόνα 29) κατέρχονται και προβάλλουν στη φαιά ουσία του νωτιαίου μυελού όπου καταλήγουν σε κινητικούς νευρώνες. Ακολούθως, οι συγκεκριμένοι νευρώνες νευρώνουν αξονικούς και εγγύς μυς οι οποίοι χρησιμοποιούνται κατ' εξοχήν για την διατήρηση της ισορροπίας και της στάσης του σώματος (Riemann, 2002).



Εικόνα 29: Έσω οδοί εγκεφαλικού στελέχους.

Επίσης, η παρεγκεφαλίδα ρυθμίζει την κινητική λειτουργία. Η παρεγκεφαλίδα, ούσα αποδέκτρια σωματοαισθητικών πληροφοριών απευθείας από τον νωτιαίο μυελό, επεξεργάζεται τις αισθητικές πληροφορίες. Η επεξεργασία αυτή είναι σημαντική για τον σχεδιασμό της κίνησης και την προετοιμασία των κινητικών συστημάτων για δράση. Παράλληλα, βελτιώνει την ακρίβεια των κινήσεων, συγκρίνοντας τις κατιούσες κινητικές εντολές με πληροφορίες για την προκαλούμενη κινητική δράση. Έτσι, η παρεγκεφαλίδα διαμορφώνει κινητικές εντολές, ασκώντας έλεγχο σε αυτές και διορθώνοντας τα σφάλματα που παρατηρούνται ή επιδιορθώνει επικείμενα σφάλματα στις κινητικές εντολές. Κάνει τις διορθώσεις αυτές δρώντας στο εγκεφαλικό στέλεχος και στις κινητικές περιοχές του φλοιού οι οποίες προβάλλουν άμεσα στο νωτιαίο μυελό, ελέγχοντας τόσο τη δραστηριότητά τους όσο και τα αισθητικά σήματα που δέχονται από την περιφέρεια. Με αυτό τον τρόπο, η παρεγκεφαλίδα ελέγχει τον ακριβή χρονικό συντονισμό της δραστηριότητας, ολοκληρώνοντας, με τη συνεχιζόμενη αισθητική ρύθμιση, τις κινητικές εντολές.

Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι οι παραπάνω πολύπλοκες διαδικασίες διενεργούνται εν παραλλήλω με αποτέλεσμα τα κινητικά συστήματα να δέχονται μια συνεχή ροή αισθητικών πληροφοριών μέσω κεντρομόλων ή προσαγωγών νευρικών ινών για γεγονότα του περιβάλλοντος, για τη θέση και για τον προσανατολισμό του σώματος και των άκρων και για τον βαθμό σύσπασης των μυών (Guerraz, 2008). Στη συνέχεια, τα κινητικά συστήματα χρησιμοποιούν τις πληροφορίες αυτές για να επιλέξουν μια κατάλληλη απόκριση και να κάνουν προσαγωγές στην εξελισσόμενη κίνηση μέσω φυγόκεντρων ή απαγωγών νευρικών ινών. Έτσι, η παράλληλη επεξεργασία των αισθητικών πληροφοριών επιτρέπει στον εγκέφαλο να ελέγχει τη ροή συγκεκριμένων κατηγοριών αισθητικών πληροφοριών ενώ ταυτόχρονα και η παράλληλη οργάνωση των κινητικών συστημάτων επιτρέπει στον εγκέφαλο να ελέγχει τις οδούς που παράγουν συγκεκριμένους τύπους κίνησης (Roach et al, 2006).



Εικόνα 30: Σχηματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης περιφέρειας (όραση, αιθουσαίο σύστημα, σωματοαισθητικό σύστημα) και κέντρου (παρεγκεφαλίδα, εγκεφαλικό στέλεχος, κινητικός φλοιός) για την κινητική λειτουργία και κατ' επέκταση την επιτυχή ισορροπία. (η ενδοατράκτια μυϊκή ίνα είναι εξειδικευμένη μυϊκή ίνα η οποία βρίσκεται μέσα στη μυϊκή άτρακτο και της οποίας η συστολή δραστηριοποιεί τις αισθητικές ίνες της ατράκτου, η εξωατράκτια μυϊκή ίνα είναι το κύριο συστατικό στοιχείο του μυός, οι συμπαγείς γραμμές αντιστοιχούν στις απαγωγούς οδούς, οι διακεκομμένες γραμμές αντιστοιχούν στις προσαγωγούς οδούς).

2.6 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΜΕ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΑΚΟΗΣ

Σε κλινικές έρευνες έχει δείχθει ότι υπάρχει διαφοροποιήσεις στην ικανότητα ισορροπίας στον πληθυσμό των παιδιών με διαταραγμένη την αίσθηση της ακοής. Η κινητική ικανότητα των παιδιών με προβλήματα ακοής εξαρτάται από την αιθουσαία λειτουργία. Συγκεκριμένα, παιδιά με διαταραχή της ακοής αλλά με ακέραιη την περιφερική αιθουσαία λειτουργία δεν υστερούν στην κινητική ικανότητα, συμπεριλαμβανομένου της ικανότητας της ισορροπίας, έναντι των παιδιών με φυσιολογική ακοή. Αντίθετα, παιδιά με προβλήματα ακοής και συνοδό ανώμαλη περιφερική αιθουσαία λειτουργία εμφάνισαν διαταραχή της ισορροπίας χωρίς κάποιο άλλο κινητικό πρόβλημα. Επίσης, η ομάδα των παιδιών με διαταραγμένη ακοή με ελλείμματα στην οργάνωση των αισθητικών πληροφοριών είχαν φτωχή κινητική ικανότητα καθώς και διαταραχή της ισορροπίας. Τα αποτελέσματα αυτά αναδεικνύουν την ανάγκη χρήσης κλινικών δοκιμασιών για την έγκαιρη και έγκυρη διάγνωση των διαφορετικών τύπων αιθουσαίας λειτουργίας στα παιδιά με διαταραγμένη την αίσθηση της ακοής, προκειμένου να παρακολουθήσουν τα κατάλληλα προγράμματα αποκατάστασης για τη βελτίωση της κινητικής τους συμπεριφοράς (Crowe, 1988). Επίσης, έχει δείχθει ότι βρέφη και παιδιά με συγγενή κώφωση συχνά εμφανίζουν αμφοτερόπλευρη αιθουσαία βλάβη με αποτέλεσμα διαταραχή του ελέγχου της θέσης του σώματος και αδυναμία αποκατάστασης της ισορροπίας. Σε αυτά τα παιδιά δίδεται συχνά η εσφαλμένη

διάγνωση της ψυχοκινητικής καθυστέρησης ή της εγκεφαλικής βλάβης. Τα συμπεράσματα αυτής της μελέτης ήταν ενθαρρυντικά για τη συγκεκριμένη ομάδα παιδιών καθώς έδειξαν ότι η κεντρική αιθουσαία αντιρρόπηση, μέσω του οπτικού και σωματοαισθητικού συστήματος καθώς και κινητικού συστήματος (παρεγκεφαλίδα), μπορεί να υπερσκελίσει την καθυστερημένη κινητική λειτουργία επαρκώς σε τέτοιο βαθμό ώστε τα παιδιά ασκήσεις και αθλητικές δραστηριότητες με μεγάλη επιδεξιότητα (Kaga, 2008).

Μια κλινική μελέτη με κωφά παιδιά έδειξε ότι όταν η κώφωση συνοδεύεται και από προβλήματα στο αιθουσαίο σύστημα, αυτά χρησιμοποιούν κυρίως την οπτική και σωματοαισθητική πληροφορία για την διατήρηση του ελέγχου της στάσης τους. Η αντιμετώπιση της κώφωσης με κοχλιακά εμφυτεύματα σε αυτά τα παιδιά δεν είχε κανένα αποτέλεσμα στην παρατηρούμενη στρατηγική οργάνωσης της πληροφορίας. (Suarez et al, 2007)

Αν και οι έρευνες έχουν δείξει διαφοροποίηση της ικανότητας ισορροπίας μεταξύ των παιδιών με διαταραχή της ακοής (συγγενούς και επίκτητης κώφωσης), το ερώτημα αν υπάρχει διαφορά στην επίπτωση της αιθουσαίας δυσλειτουργίας και κατ' επέκταση στην ικανότητα ισορροπίας μεταξύ των παιδιών με συγγενή κώφωση και αυτών επίκτητη κώφωση μετά την ηλικία των 5 ετών παραμένει αναπάντητο (Cushing et al, 2008).

2.7 ΙΑΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΣΕ ΚΩΦΟΥΣ

Η φαρμακευτική αγωγή για την αντιμετώπιση διαταραχών ισορροπίας σε κωφούς έχει περιορισμένη εφαρμογή. Η ιατρική έρευνα δεν έχει αναδείξει κάποιο φαρμακευτικό σκεύασμα με σκοπό την στοχευμένη αποκατάσταση της ισορροπίας αυτής καθ' αυτής. Η αντιμετώπιση της διαταραχής της ισορροπίας με τη χορήγηση φαρμακευτικής αγωγής επιτυγχάνεται στα πλαίσια της αντιμετώπισης των γενικότερων συμπτωμάτων που συνοδεύουν τις παθήσεις της απώλειας ακοής. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν ορισμένες επιλεγμένες περιπτώσεις της νόσου Meniere όπου ενδείκνυται η χορήγηση διουρητικών και η οξεία νευροαισθητήριο απώλεια της ακοής στην οποία θεραπεία πρώτης γραμμής είναι τα στεροειδή. Και στις δύο νοσογόνες καταστάσεις, η θεραπεία της νόσου αίρει την αιθουσαία συμπτωματολογία που εκδηλώνεται με ίλιγγο και διαταραχή του ελέγχου της ισορροπίας (Zhou, 2009; Κούτης, 2007; Plontke, 2005; Alexiou, 2001).

Ομοίως, οι χειρουργικές επεμβάσεις (τυμπανοπλαστική, αναβολεκτομή- Laser αναβολεκτομή) που πραγματοποιούνται σε βαριές βαρηκοΐες ή κωφώσεις (Yueh, 2003; Yousef, 1999; Nadol, 1993), στοχεύουν μόνο στην αποκατάσταση ή στην βελτίωση της αίσθησης της ακοής χωρίς να καθιστούν δυνατή την αποκατάσταση της αίσθησης της ισορροπίας και του προσανατολισμού του ατόμου στο χώρο εάν έχουν διαταραχθεί. Μοναδική εξαίρεση ίσως να αποτελεί η κοχλιακή εμφύτευση. Πρόσφατες κλινικές μελέτες έδειξαν σημαντική βελτίωση στην ισορροπιστική ικανότητα παιδιών με νευροαισθητήρια απώλεια ακοής που φέρουν κοχλιακό εμφύτευμα σε σύγκριση με παιδιά με φυσιολογική ακοή. Είναι πιθανό ότι αυτή η βελτίωση στην ισορροπία όταν το κοχλιακό εμφύτευμα χρησιμοποιείται είναι απόρροια της ηλεκτρικής διέγερσης του αιθουσαίου νεύρου (Cushing et al, 2008).

Ωστόσο, άλλες μελέτες αντικρούουν την πιθανή ευεργετική επίδραση του κοχλιακού εμφυτεύματος στην αποκατάσταση της ισορροπίας. Αυτές τονίζουν τους δυνητικούς κινδύνους που μπορεί να ελλοχεύει η κοχλιακή εμφύτευση για τα αιθουσαία ελλείμματα τα οποία μπορεί να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην κινητική ανάπτυξη και στις επιδόσεις των κωφών (Buchman et al, 2008). Επομένως, περαιτέρω ερεύνα απαιτείται στο συγκεκριμένο πεδίο προκειμένου να αποσαφηνιστεί ο ρόλος του κοχλιακού εμφυτεύματος στην βελτίωση της ισορροπίας σε παιδιά με κώφωση.

Τέλος, μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος αποκατάστασης της ισορροπίας φαίνεται να είναι η γονιδιακή θεραπεία. Πειράματα σε ενήλικα ποντίκια στα οποία η αιθουσαία λειτουργία είχε διαταραχθεί με την επίδραση ωτοτοξίνης, έδειξαν ότι η γονιδιακή μεταφορά του γονιδίου *math1* παρέχει ένα δυνητικό θεραπευτικό μέσο για την αποκατάσταση της αιθουσαίας λειτουργίας. Θα πρέπει να τονισθεί ότι η ανάκτηση της λειτουργίας του αιθουσαίου μέσω μοριακής αποκατάστασης του *math1* αφορά διαταραχές οι οποίες σχετίζονται με απώλεια των τριχωτών κυττάρων του αιθουσαίου, όπως η αιθουσαία νευρωνίτιδα, η ωτοτοξικότητα λόγω λήψης αμινογλυκοσιδών και η γήρανση (Staecker, 2007). Παρά τα θετικά ευρήματα αυτής της μελέτης δεν πρέπει να λησμονούμε ότι η γονιδιακή θεραπεία βρίσκεται ακόμα στα σπάργανα και θα πρέπει να πιστοποιηθεί η ασφαλής εφαρμογή της στον άνθρωπο.

3 ΑΙΘΟΥΣΑΙΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Σε βλάβες του αιθουσαίου συστήματος απαιτείται φυσικοθεραπευτική παρέμβαση για την μείωση των συμπτωμάτων, κυρίως της αστάθειας και του ιλίγγου, και για την επανεκπαίδευση του εγκεφάλου. Κάποιοι από τους μηχανισμούς, μέσω των οποίων λειτουργεί η αιθουσαία αποκατάσταση είναι οι εξής:

1. *Πλαστικότητα*. Με τον όρο πλαστικότητα εννοούμε την ικανότητα του εγκεφάλου να τροποποιείται τόσο μορφολογικά, όσο και λειτουργικά, ως απάντηση σε αλλαγές στο περιβάλλον. Το γεγονός ότι ο εγκέφαλος διαθέτει πλαστικότητα του επιτρέπει να «μαθαίνει». Παρόλο που η ικανότητα επανεκπαίδευσης είναι πιο μειωμένη στους ηλικιωμένους ανθρώπους, μια πρόσφατη έρευνα έδειξε ότι στην αιθουσαία αποκατάσταση δεν παίζει ρόλο η ηλικία (Wriseley et al, 2002).

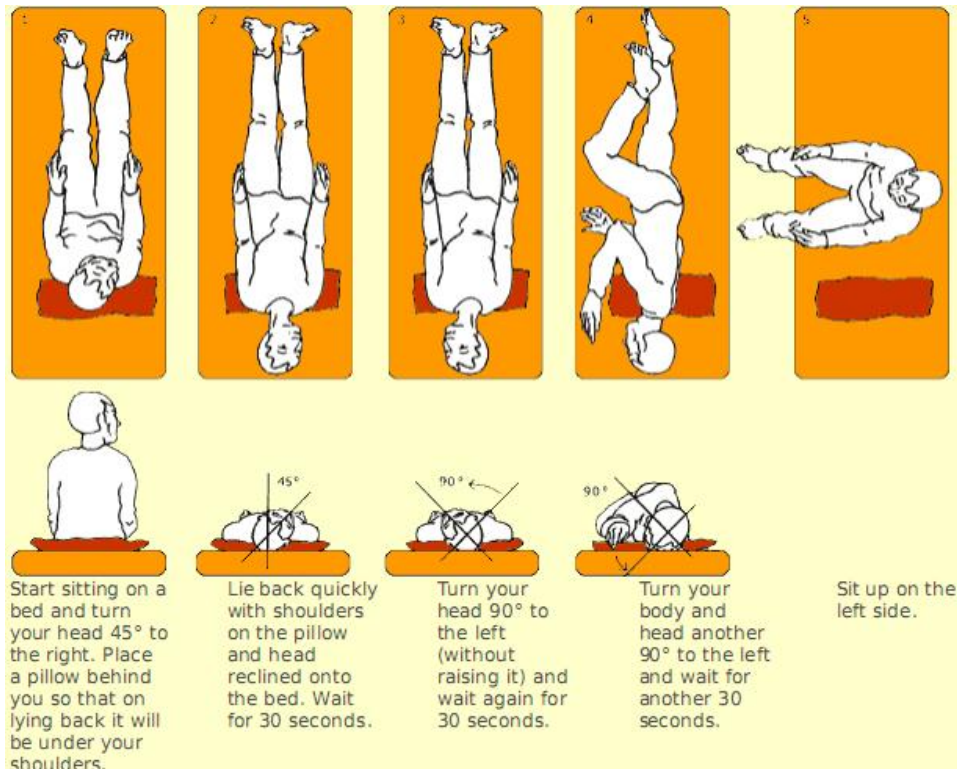
2. *Εκμάθηση ορίων*. Είναι σημαντικό ο ασθενής να κατανοεί τι είναι ασφαλές και τι όχι. Κάποιος που δε ξέρει τα όρια του, μπορεί να είναι υπερβολικά προστατευτικός και να αποφεύγει καταστάσεις που του φαίνονται επικίνδυνες, ενώ δεν είναι. Από την άλλη αν υπερεκτιμά τις δυνατότητες του μπορεί να έχει κάποιο ατύχημα (Hain, 2008).

3. Στην ισορροπία, όπως έχει αναφερθεί, συμμετέχουν η όραση, το αιθουσαίο σύστημα και η *ιδιοδεκτικότητα*. Στις περισσότερες των περιπτώσεων όμως, ο ασθενής «επιλέγει» ένα από αυτά τα συστήματα για να βασιστεί και εξαρτάται μόνο από αυτό, δημιουργώντας του προβλήματα.

3.1 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΤΕΧΝΙΚΗ EPLEY

Αυτή η τεχνική (Εικόνα 31) χρησιμοποιείται κυρίως για τη θεραπεία του *Καλοήθους Παροξυσμικού Ιλίγγου Θέσης*. Αυτή η διαταραχή προκαλείται από τους ωτόλιθους στο εσωτερικό ούς, που μεταναστεύουν κατά τη διάρκεια του ύπνου στον οπίσθιο πυθμένα του καναλιού ισορροπίας, που ονομάζεται και αλλιώς οπίσθιο ημικύκλιο κανάλι. Η επανατοποθέτηση των ωτολίθων στο σωστό σημείο βοηθά στην καλύτερη των συμπτωμάτων που προκαλούνται από αυτή τη διαταραχή.

Αυτή η τεχνική μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για την αριστερή είτε για τη δεξιά πλευρά, ανάλογα με την πλευρά όπου εκδηλώνεται ο ίλιγγος. Εδώ αναφέρονται οι ασκήσεις που αφορούν την αριστερή πλευρά.



Εικόνα 31: Τα βήματα της τεχνικής Epley

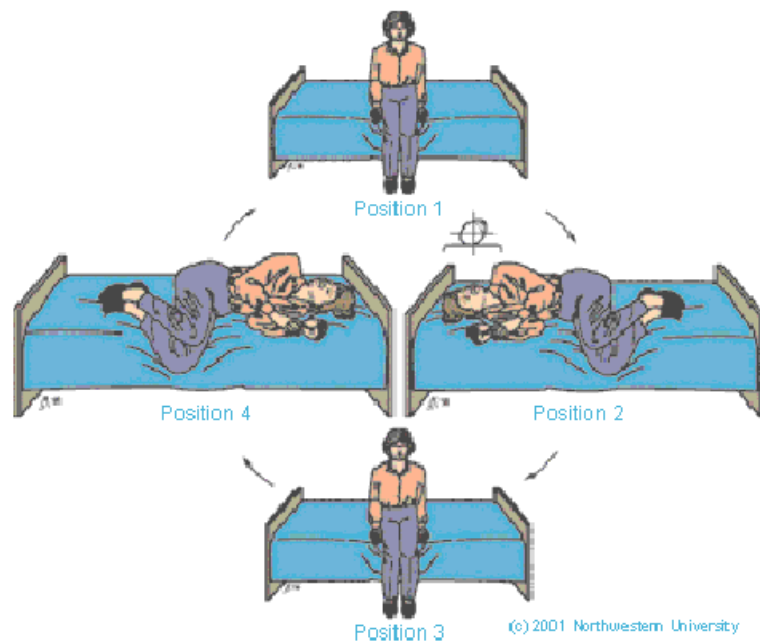
1. Αρχικά ο ασθενής κάθεται στο κρεβάτι με το σώμα του σε ορθή γωνία και γυρίζει το κεφάλι του 45° προς τα δεξιά, αφού πρώτα έχει τοποθετήσει ένα μαξιλάρι πίσω του ώστε ξαπλώνοντας αυτό να βρίσκεται στο ύψος των ώμων του.
2. Με το κεφάλι στραμμένο προς τα δεξιά ο ασθενής ξαπλώνει γρήγορα με τους ώμους του πάνω στο μαξιλάρι και το κεφάλι να ακουμπά το κρεβάτι. Αναμονή σε αυτή τη στάση για 30 δευτερόλεπτα.
3. Στη συνέχεια, ο ασθενής χωρίς να ανασηκώσει το κεφάλι του, το στρέφει 90° αριστερά και περιμένει ξανά 30 δευτερόλεπτα.
4. Κατόπιν ακολουθεί στροφή του κεφαλιού και του σώματος κατά 90° αριστερά και πάλι αναμονή 30 δευτερολέπτων.
5. Τέλος ο ασθενής σηκώνεται σε καθιστή θέση στο κρεβάτι.

3.2 ΑΣΚΗΣΕΙΣ BRANDT-DAROFF

Αυτές οι ασκήσεις (Εικόνα 32) χρησιμοποιούνται για την αποκατάσταση αιθουσαίων προβλημάτων ποικίλης αιτιολογίας. Αναλυτικά τα βήματα των ασκήσεων αυτών είναι τα εξής:

1. Ο ασθενής κάθεται στην άκρη του κρεβατιού του.
2. Γυρίζει το κεφάλι του 45° προς τα αριστερά ή δεξιά.

3. Γρήγορα ξαπλώνει προς την αριστερή ή δεξιά πλευρά (το κεφάλι πρέπει να κατευθύνεται προς τα πάνω).
4. Αναμονή σε αυτή τη θέση για όσο διαρκεί η ζάλη, ή για 15 δευτερόλεπτα αν δεν υπάρχει ζάλη.
5. Ο ασθενής ανακάθεται γρήγορα, γυρίζει το κεφάλι του κατά 45° και ξαπλώνει από την αντίθετη πλευρά, με το κεφάλι να είναι στραμμένο προς τα πάνω.
6. Ο ασθενής αναμένει σε αυτή τη θέση μέχρι να υποχωρήσει η ζάλη ή για 15 δευτερόλεπτα αν δεν παρατηρείται ζάλη.
7. Ο ασθενής πρέπει να πραγματοποιεί ένα σετ των 10 ασκήσεων 2 φορές την ημέρα.



Εικόνα 32: Τα βήματα της άσκησης Brandt-Daroff.

3.3 ΑΣΚΗΣΕΙΣ CAWTHORNE-COOKSEY

Μία από τις πρώτες γενικές επεμβάσεις για τα αιθουσαία προβλήματα ήταν οι ασκήσεις Cawthorne-Cooksey. Χρησιμοποιήθηκαν αρχικά στο Λονδίνο, την δεκαετία του '50 για να ενθαρρύνουν και να επιταχύνουν την επανεκπαίδευση της ισορροπίας και να μειώσουν τον ίλιγγο. Είναι μια απλή σειρά δραστηριοτήτων οι οποίες ξεκινούν από απλές κινήσεις κεφαλής και καταλήγουν σε πολύπλοκες ασκήσεις όπως η ρίψη μιας μπάλας .

1. Στο κρεβάτι ή σε καθιστή θέση

- Κινήσεις ματιών- πρώτα αργά, μετά γρήγορα.
 - § Πάνω –κάτω.
 - § Από πλευρά σε πλευρά.
 - § Με το βλέμμα συγκεντρωμένο σε κινούμενο στόχο από ένα με μισό μέτρο μακριά από το πρόσωπο.

- Κινήσεις κεφαλής πρώτα αργά, μετά γρήγορα, αργότερα με τα μάτια κλειστά.
 - § Κάμψη- έκταση
 - § Στροφές από πλευρά σε πλευρά.
- 2. Σε καθιστή θέση
 - Κινήσεις ματιών και κεφαλής όπως παραπάνω.
 - Ανάσπαση ωμοπλάτων και στροφές ώμου.
 - Κάμψη μπροστά πιάνοντας αντικείμενα από το πάτωμα.
- 3. Σε όρθια θέση
 - Κινήσεις ματιών, κεφαλής και ώμων όπως παραπάνω.
 - Αλλαγή από καθιστή σε όρθια θέση με μάτια ανοιχτά και κλειστά.
 - Ρίψη μικρής μπάλας από χέρι σε χέρι, στο επίπεδο των ματιών.
 - Ρίψη μπάλας από χέρι σε χέρι κάτω από το γόνατο.
 - Αλλαγή από καθιστή σε όρθια θέση και στροφές στο ενδιάμεσο.
- 4. Σε κίνηση
 - Στροφή γύρω από τον φυσικοθεραπευτή με ταυτόχρονη ρίψη μπάλας από τον ασθενή στον φυσικοθεραπευτή και πίσω.
 - Περπάτημα στο δωμάτιο με μάτια ανοιχτά και μετά κλειστά.
 - Περπάτημα πάνω-κάτω σε έδαφος με κλίση με μάτια ανοιχτά και μετά κλειστά.
 - Ανέβασμα- κατέβασμα σκαλιών με μάτια ανοιχτά και μετά κλειστά.
 - Οποιοδήποτε άθλημα περιλαμβάνει κάμψη, έκταση, στόχευση όπως το μπόουλινγκ και το μπάσκετ.

Ο ασθενής πρέπει να δείξει επιμέλεια και επιμονή, διότι όσο πιο συχνά και σωστά εκτελεί τις συγκεκριμένες ασκήσεις τόσο πιο γρήγορη θα είναι η ανάκαμψη του. Ιδανικά αυτές οι ασκήσεις θα πρέπει να εκτελούνται σε ομάδα κάτω από επιτήρηση. οι ξεχωριστοί ασθενείς θα πρέπει να συνοδεύονται από έναν φίλο ή συγγενή ο οποίος θα μαθαίνει επίσης τις ασκήσεις. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτών των ασκήσεων είναι ότι έχουν πολύ χαμηλό κόστος και είναι αποτελεσματικές. Σε μελέτες που έχουν γίνει έχει βρεθεί ότι οι ασκήσεις αυτές βελτιώνουν τον έλεγχο της ισορροπίας (Stefano et al., 2003) και μειώνουν τα συμπτώματα του ιλίγγου (Fairley, 2009).

3.4 ΑΛΛΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Εκτός από τις παραπάνω ασκήσεις, οι ασκήσεις για την αιθουσαία αποκατάσταση χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες.

1. Έλεγχος στάσης στην καθιστή θέση, στην όρθια θέση και στη βάδιση.
 - Ρόλος του μυοσκελετικού συστήματος
 - Συντονισμός της κίνησης
 - Ρόλος της ιδιοδεκτικότητας
2. Συντονισμός ματιών-κεφαλής για σταθεροποίηση βλέμματος.
3. Αντίληψη κίνησης.
4. Φυσική κατάσταση.

3.4.1 Έλεγχος στάσης στην καθιστή θέση, στην όρθια θέση και στη βάδιση.

Ο σκοπός αυτών των ασκήσεων είναι ο ασθενής να μπορεί να διατηρεί το κέντρο βάρους του μέσα στην βάση στήριξης των ποδιών του, ώστε να διατηρεί την ισορροπία του στην καθιστή και στην όρθια θέση, καθώς και όταν βαδίζει.



Εικόνα 33: Μηχανήματα και όργανα για την εκτέλεση ασκήσεων.

Ρόλος του μυοσκελετικού συστήματος

Η καλή κατάσταση του μυοσκελετικού συστήματος είναι απαραίτητη για την καλύτερη εκτέλεση των ασκήσεων ελέγχου στάσης. Όρια στη δύναμη, την τροχιά κίνησης και την ελαστικότητα εμποδίζουν την πλήρη τροχιά των κινήσεων που απαιτούνται για την ολοκλήρωση του προγράμματος. Επιπρόσθετα, οι ασθενείς με αιθουσαία δυσλειτουργία λόγω του ιλίγγου και την αδυναμίας σταθεροποίησης του βλέμματος υιοθετούν στρατηγικές οι οποίες μειώνουν την κίνηση του κεφαλιού και του κορμού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να προκαλείται αυξημένος μυϊκός τόνος, πόνος και κόπωση στην αυχενική χώρα.

Στην αξιολόγηση του μυοσκελετικού συστήματος εξετάζεται η τροχιά της κίνησης, η δύναμη, ο πόνος, η αισθητικότητα και ο συντονισμός. Έμφαση δίνεται στη μυοσκελετική λειτουργία της ποδοκνημικής άρθρωσης.

Η θεραπεία των μυοσκελετικών προβλημάτων αποτελείται από κλασικές φυσικοθεραπευτικές τεχνικές, όπως ρεύματα, υπέρηχο και μάλαξη για τον αυξημένο μυϊκό τόνο και τον πόνο. Επίσης χρησιμοποιούνται ασκήσεις ενδυνάμωσης και τροχιάς κινήσεων.

Συντονισμός κίνησης

Η διατήρηση του κέντρου βάρους ελέγχεται από έναν συνδυασμό παραγόντων, οι οποίοι μετατρέπουν την επίδραση του κορμού και τις κινήσεις των κάτω άκρων σε στρατηγικές κίνησης.

1. Στρατηγική της ποδοκνημικής .
2. Στρατηγική του ισχίου.
3. Στρατηγική βηματισμού.

Η στρατηγική της ποδοκνημικής μετακινεί το κέντρο βάρους περιστρέφοντας το σώμα γύρω από τις αρθρώσεις της ποδοκνημικής. Η στρατηγική αυτή κυρίως χρησιμοποιείται σε καταστάσεις όπου η διαταραχή της ισορροπίας είναι μικρή και η επιφάνεια στήριξης σταθερή.

Η στρατηγική του ισχίου ρυθμίζει το κέντρο βάρους παράγοντας μεγάλες και γρήγορες κινήσεις στις αρθρώσεις των ισχίων . Η στρατηγική αυτή χρησιμοποιείται σε μεγάλες διαταραχές της ισορροπίας καθώς και όταν η επιφάνεια στήριξης είναι ανώμαλη ή μικρή, για παράδειγμα σε μία δοκό. Η στρατηγική αυτή απαιτεί συντονισμένες κινήσεις του κορμού και του κεφαλιού για τη διατήρηση της ισορροπίας.

Η στρατηγική του βηματισμού χρησιμοποιείται όταν το κέντρο βάρους είναι έτοιμο να φύγει από τη βάση στήριξης. Τότε μια σειρά βημάτων χρησιμοποιούνται ώστε να επανέλθει η ισορροπία.

Η αξιολόγηση του συντονισμού κίνησης περιλαμβάνει την εξέταση της ικανότητας του ασθενούς να χρησιμοποιεί αυτές τις τεχνικές για τη διατήρηση της ισορροπίας στην στάση και στην κίνηση.

Για την επανεκπαίδευση χρησιμοποιούνται συνήθως συσκευές οι οποίες περιλαμβάνουν μια κινούμενη πλατφόρμα συνδεδεμένη με έναν υπολογιστή. Ο ασθενής ζητείται να κρατήσει το κέντρο βάρους του στη μέση ενός κουτιού που εμφανίζεται στην οθόνη του, ή να κεντράρει σε έναν στόχο αλλάζοντας το βάρος του πάνω στην πλατφόρμα. Συνήθως γίνονται δύο συνεδρίες τη βδομάδα για αρκετό χρονικό διάστημα.

Τα αποτελέσματα των μελετών είναι διάφορα. Σε δύο πρόσφατες μελέτες οι συγγραφείς ισχυρίστηκαν ότι δεν υπάρχει κανένα αποτέλεσμα λόγω της μικρής χρονικής διάρκειας που χρησιμοποιείται η συσκευή (Walker et al, 2000, Geiger et al, 2001) Άλλες μελέτες όμως έχουν δείξει θετικά αποτελέσματα (M. Mraz et al, 2007).

Ιδιοδεκτικότητα

Η στάση του σώματος διατηρείται παίρνοντας πληροφορίες από την όραση, το αιθουσαίο σύστημα και τους ιδιοϋποδοχείς. Όταν το ένα σύστημα δεν λειτουργεί

πλήρως, ο ασθενής βασίζεται περισσότερο στα άλλα δύο ώστε να καλύψει το κενό. Σε περίπτωση δυσλειτουργίας της ιδιοδεκτικότητας υπάρχουν κάποιες ασκήσεις επανεκπαίδευσης της.

Η επανεκπαίδευση γίνεται χρησιμοποιώντας ράμπες, πλατφόρμες με κλίση, σκαλοπάτια, αφρό ή απλά περπατώντας στην παραλία. Αναγκάζοντας τον ασθενή να κάνει αυτές τις ασκήσεις, τον ενθαρρύνει στο να βελτιώσει και να βασιστεί στην ιδιοδεκτικότητα και όχι μόνο στην όραση ή στο αιθουσαίο σύστημα.

Ένα παράδειγμα άσκησης είναι η εξής: ο ασθενής στέκεται στο ένα πόδι για τριάντα δευτερόλεπτα με τα μάτια ανοιχτά. Στη συνέχεια με τα μάτια κλειστά. Προοδευτικά η άσκηση μπορεί να γίνει σε αφρό ή με κίνηση της κεφαλής.

Υστερα από κλινικές μελέτες, έχει φανεί ότι ένα επιβλεπόμενο πρόγραμμα ασκήσεων μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματικό καθώς οι ασθενείς γίνονται ολοένα και λιγότερο ανεξάρτητοι από τις οπτικές πληροφορίες για τον έλεγχο της στάσης τους (Teggi et al, 2009).



Εικόνα 34 Παλτφόρμα για έλεγχο της σταθερότητας καθώς και για εκτέλεση ακήσεων.



Εικόνα 35 : Άσκηση σε πλατφόρμα.

3.4.2 Συντονισμός ματιών-κεφαλής για σταθεροποίηση βλέμματος

Όπως έχει αναφερθεί, δυσλειτουργία του αιθουσο-οφθαλμικού αντανακλαστικού προκαλεί νυσταγμό, με αποτέλεσμα ο ασθενής να αντιμετωπίζει προβλήματα στην όραση και στην σταθεροποίηση του βλέμματος.

Κατά την αξιολόγηση, εξετάζονται αρκετές μορφές συγχρονισμού ματιών-κεφαλής και σταθεροποίησης βλέμματος. Πρώτα αξιολογείται η παρουσία της φυσιολογικής σακκαδικής και απλής κίνησης των ματιών. Στη συνέχεια, αξιολογείται η ικανότητα του ασθενή να σταθεροποιεί το βλέμμα του σε έναν κινούμενο στόχο και τέλος η ικανότητα διατήρησης του βλέμματος πάνω σε έναν στόχο με ταυτόχρονες κινήσεις της κεφαλής. Η αξιολόγηση δε γίνεται μόνο σε καθιστή θέση, αλλά και όρθια καθώς και όταν ο ασθενής κινείται μέσα στον χώρο. Για παράδειγμα μπορεί να ζητηθεί από τον ασθενή να διαβάσει πινακίδες πάνω από τον δεξί ή τον αριστερό ώμο του, ενώ διασχίζει το δωμάτιο. Ο φυσικοθεραπευτής σημειώνει οποιαδήποτε παράπονα του ασθενή για προβλήματα στην όραση, αστάθεια και διαταραχή ισορροπίας.

Με τις ασκήσεις αυτές, ο ασθενής βελτιώνει την σταθεροποίηση του βλέμματος του και διεγείρει το αιθουσο-οφθαλμικό αντανακλαστικό. Οι ασκήσεις περιλαμβάνουν:

1. Ο ασθενής ακολουθεί έναν κινούμενο στόχο με τα μάτια του, χωρίς κίνηση της κεφαλής.
2. Στη συνέχεια ο ασθενής σταθεροποιεί το βλέμμα του σε ένα αντικείμενο, ενώ η κεφαλή του κινείται αρχικά σε μικρή και στη συνέχεια μεγάλη ταχύτητα.
3. Επίσης ο ασθενής μπορεί να σταθεροποιεί το βλέμμα του σε ένα αντικείμενο, ενώ αυτό κινείται μαζί με την κεφαλή.

Ο ασθενής επαναλαμβάνει αυτές τις ασκήσεις, πρώτα σε καθιστή θέση, μετά σε όρθια και περπατώντας. Επίσης η επιφάνεια στήριξης αλλάζει από σταθερή σε ανώμαλη (όπως αφρός). Κλινικές μελέτες έχουν δείξει ότι αυτές οι ασκήσεις, αν γίνουν καθημερινά, έχουν ως αποτέλεσμα την μείωση των παρεκκλίσεων, τη βελτίωση του οφθαλμοκινητικού συντονισμού και κατά συνέπεια της ισορροπίας (Mraz et al, 2007).

Σε αυτές τις ασκήσεις περιλαμβάνεται και η εικονική πραγματικότητα. Η μέθοδος αυτή είναι πολλά υποσχόμενη. Μελέτες έχουν δείξει ότι βοηθούν στην επαναφορά του αιθουσο-οφθαλμικού αντανακλαστικού (Virre et al, 2002) καθώς και στην επανεκπαίδευση της ισορροπίας (Virk, 2006). Λογω της προφανούς τους αξίας, οι ασκήσεις που περιλαμβάνουν την χρήση προσομοιωτή πρέπει να συμπεριληφθούν στο κλασικό πρόγραμμα αιθουσαίας αποκατάστασης για την μεγαλύτερη πρόοδο των ασθενών (Pavliou et al, 2004).



Εικόνα 36: Συσκευή εικονικής πραγματικότητας που επιτρέπει την αξιολόγηση της ισορροπίας και περιλαμβάνει ειδικά «παιχνίδια» αποκατάστασης.



Εικόνα 37: Εικονικό περιβάλλον για την εκτέλεση ειδικών «παιχνιδιών» που χρησιμεύουν στην αιθουσαία αποκατάσταση.

3.4.3 Αντίληψη κίνησης

Η αντίληψη της κίνησης είναι η συνειδητή αίσθηση της κίνησης του σώματος, η οποία προέρχεται από διάφορες πληροφορίες από το εξωτερικό περιβάλλον και συμφωνούν με την πραγματική κίνηση του σώματος. Ο ίλιγγος είναι η ψευδή αίσθηση της κίνησης ή ένα αίσθημα μετακίνησης του περιβάλλοντος και προκαλείται από τη λάθος επεξεργασία των πληροφοριών από το εξωτερικό περιβάλλον. Όταν συμβαίνει αυτό ο ασθενής παραπονιέται για ζάλη, αστάθεια και διαταραχή της ισορροπίας.

Η αξιολόγηση περιλαμβάνει ένα λεπτομερές ιστορικό ώστε να βρεθούν οι καταστάσεις και οι συνθήκες, οι οποίες προκαλούν τα συμπτώματα της ζάλης. Εξετάζεται η διάρκεια και η ένταση του ίλιγγου όταν:

1. Αλλάζει η θέση της κεφαλής
2. Όταν κινείται το σώμα μαζί με το κεφάλι στον χώρο.

Ο ασθενής βαθμολογεί την ένταση της ζάλης σε μία κλίμακα από το 1 ως το 10, ενώ ο φυσικοθεραπευτής μετράει τη διάρκεια των συμπτωμάτων και σημειώνει αν εμφανίζεται ναυτία, εφίδρωση και ωχρότητα.

Ο σκοπός αυτών των ασκήσεων (απευαισθητοποίησης) είναι η μείωση της ζάλης μέσω της επανάληψης των θέσεων ή των κινήσεων του σώματος και της κεφαλής που προκαλούν ίλιγγο. Αυτές οι θέσεις και οι κινήσεις βρίσκονται κατά την αξιολόγηση. Στην αρχή ο ασθενής επαναλαμβάνει μία ή δυο κινήσεις και τις αυξάνει προοδευτικά, μέχρι να μην προκαλείται ίλιγγος σε καμία από αυτές.

3.4.4 Φυσική κατάσταση

Η φτωχή φυσική κατάσταση μπορεί να περιορίσει τον ασθενή στο να ακολουθήσει σωστά το πρόγραμμα ασκήσεων αιθουσαίας αποκατάστασης. Για αυτόν τον λόγο κάποιες δραστηριότητες που προτείνονται είναι το περπάτημα, το τρέξιμο και η αεροβική γυμναστική. Ο ασθενής ξεκινά σιγά και προοδεύει μέχρι να ανταπεξέρχεται στο πρόγραμμα αιθουσαίας αποκατάστασης.

3.4.5 Αιθουσαία αποκατάσταση σε παιδιά

Οι αιθουσαίες δυσλειτουργίες υπο-διαγιγνώσκονται στα παιδιά, με συνέπεια τα προβλήματα ισορροπίας να επηρεάζουν τη σωστή ανάπτυξή τους. Παρόλο που η αιθουσαία αποκατάσταση έχει θαυμάσια αποτελέσματα στους ενήλικες, στα παιδιά δεν έχει αποφασιστεί ακόμα ποια πρέπει να είναι η ενδεδειγμένη θεραπεία. Σε μια μελέτη που έγινε σε παιδιά με προβλήματα του αιθουσαίου συστήματος τα οποία ακολούθησαν ασκήσεις αιθουσαίας αποκατάστασης, αποδείχθηκε ότι το 56% αυτών είχε πλήρη ίση των συμπτωμάτων τους, ενώ το 44% παρουσίασε πολύ σημαντική καλυτέρευση. Μέσα από αυτή τη μελέτη φάνηκε ότι οι ασκήσεις αιθουσαίας αποκατάστασης είναι ασφαλής και αποτελεσματική θεραπευτική επιλογή για τα παιδιά με προβλήματα ισορροπίας που οφείλονται σε βλάβες του αιθουσαίου συστήματος (Madeiros et al, 2005).

3.5 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Η γιόγκα, το Τάι-Τσι καθώς και διάφορες πολεμικές τέχνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικές ασκήσεις αιθουσαίας αποκατάστασης.

Η γιόγκα βοηθά στην αποκατάσταση της ισορροπίας, στην μείωση του ιλίγγου (κινήσεις κεφαλής και σώματος) καθώς και στη χαλάρωση του ασθενή μέσω των ασκήσεων αναπνοής.

Μια μελέτη σε ηλικιωμένους με «φοβία πτώσης» και ήπια προβλήματα ανισορροπίας, έδειξε ότι η γιόγκα αύξησε κατά 4% την στατική ισορροπία, μείωσε κατά 6% το «φόβο πτώσης» και αύξησε την ελαστικότητα των κάτω άκρων κατά 34%, γεγονός που έχει πολύ μεγάλη σημασία για την στήριξη του σώματος (Schmid et al, 2010). Επιπλέον, όπως έχει φανεί και από μελέτες με ασθενείς με διάφορες αρθροπάθειες και σκελετικά προβλήματα, η γιόγκα έχει πολύ θετικά αποτελέσματα τόσο στην ισορροπία, όσο και στη βάρδια (Tuzun et al, 2010 Ulger & Yagli, 2010).

Για το Τάι Τσι, έχουν γίνει κλινικές μελέτες και έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να αυξήσει τη δυναμική και την στατική ισορροπία καθώς και την αντοχή στην στάση στο ένα πόδι (Hain, 2009).

Επιπλέον, σε ασθενείς με χρόνιο αίσθημα ζάλης που προκαλείται από βλάβες στο αιθουσαίο σύστημα, έχει δείχθει ότι πολύ ευεργετική είναι και η εφαρμογή φυσικοθεραπευτικών ασκήσεων στο νερό. (Gabilan et al, 2008)



Εικόνα 38: Κάποιες ήπιες ασκήσεις yoga.



Εικόνα 39: Η εξάσκηση Τάι-Τσι βελτιώνει την ισορροπία.



Εικόνα 40: Φυσικοθεραπεία στο νερό.

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο έλεγχος της ισορροπίας βασίζεται στην συνεχή αλληλεπίδραση των αισθητικών και κινητικών συστημάτων. Στόχος της έρευνας ήταν να μελετηθεί η επίδραση της κώφωσης στην ισορροπία των ασθενών. Ωστόσο, η βιβλιογραφική έρευνα έδειξε ότι διαταραχή της αίσθησης της ακοής δεν συνεπάγεται απαραίτητα και προβλήματα στην ισορροπία. Όπως έχει φανεί από μελέτες για να υπάρξουν προβλήματα στην ισορροπία πρέπει η κώφωση να συνοδεύεται από διαταραχή της λειτουργίας του αιθουσαίου συστήματος. Οι περιπτώσεις κωφών με συνοδό αστάθεια θέσης και αδυναμία ισορροπίας αντιμετωπίζονται αποκλειστικά και μόνο με φυσικοθεραπευτικές ασκήσεις αιθουσαίας αποκατάστασης. Εξάλλου, σε κωφούς ενήλικες και παιδιά με προβλήματα ισορροπίας, στους οποίους η κώφωση αντιμετωπίστηκε με κοχλιακά εμφυτεύματα, φάνηκε ότι η αποκατάσταση της ισορροπίας δεν είναι δεδομένη. Κατά συνέπεια απαιτούνται περισσότερες μελέτες

για να διευκρινιστεί το κατά πόσον η χειρουργική αποκατάσταση του ισορροπιστικού συστήματος μέσω κοχλιακής εμφύτευσης μπορεί να αποτελέσει θεραπευτική πρακτική. Ωστόσο, ακόμα και σ' αυτή την περίπτωση η φυσικοθεραπεία θα αποτελεί ισχυρό, είτε βασικό είτε επικουρικό, μέσο για την αποκατάσταση της ισορροπίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Αγγελοπούλου-Σακαντάμη Ν (2004).** *Ειδική Αγωγή, αναπτυξιακές διαταραχές & χρόνιες μειονεξίες.* Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας.
2. **Alexiou C, Wolfgang A (2001).** Sudden Sensorineural Hearing Loss. Does Application of Glucocorticoids Make Sense? *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 127.
3. **Atwater SW., Crowe, TK, Richardson, PK (1990).** Interrater and test-retest reliability of two pediatric balance tests. *Phys Ther* 70: 79-87.
4. **Badaracco C, Sylos F (2007).** Vestibular rehabilitation outcomes in chronic vertiginous patients through computerized dynamic visual activity and gaze stabilization test. *Otology & Neurotology* 28: 809-813
5. **Baloh, RW, Goldman, L, Bennet C (2003).** *Ακοή και Ισορροπία. Νοσολογία, Φυσιοπαθολογία-Διάγνωση-Θεραπεία.* Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδη.
6. **Batterbury M, Bowling B (2003)** *Οφθαλμολογία: Εικονογραφημένο έγχρωμο εγχειρίδιο.*
7. **Bhattacharyya N, Baugh R, Orvidas L (1999).** Clinical practice guideline: benign paroxysmal positional vertigo. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery* 139: 547-581.
8. **Bloomquist E (1997).** *Deaf and Hard of Hearing.* American College of Sport Medicine.
9. **Boswell B (1991).** Comparison of two methods of improving dynamic balance of mentally retarded children. *Perceptual and motor skills.*
10. **Bryan L. Riemann, Scott M. Lephart (2002).** The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training.*

11. **Bryant EC, Trew ME, Bruce AM, Kuisma RME & Smith AW (2005).** Gender differences in balance performance at the time of retirement. *Clin Biomech* 330-335.
12. **Buchingham R (1999)** Anatomical and theoretical observations on otolith repositioning for benign paroxysmal positional vertigo. *Laryngoscope* 109, 717-722.
13. **Buchman CA (2008).** Evidence of vestibular and balance dysfunction in children with profound sensorineural hearing loss using cochlear implants. *Laryngoscope*.
14. **Cepko CL (1996).** Cell fate determination in the vertebrate retina *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*.
15. **Chatzopoulos D, Kofterou A & Georgiou M (2003).** Multifaceted Exercise of Balance and Pedagogic Framework of its Application in Primary Education. Aristotle University of Thessaloniki. *Inquiries in Sports & Physical Education*. 1(2): 176-183.
16. Commission on Education of the Deaf (1988). *Towards equality. Education of the Deaf. Washington, D.C*
17. **Corna S, Nardone A, Prestinari A, Galante M (2003).** Comparison of Cawthorne-Cooksey exercises and sinusoidal support surface translations to improve balance in patients with unilateral vestibular deficit. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 84: 1173-84.
18. **Crowe TK. , Horak F.B.. (1988)** Motor Proficiency Associated with Vestibular Deficits in Children with Hearing Impairments. *Physical Therapy*.
19. **Cushing S, Chia R, James A (2008).** A Test of Static and Dynamic Balance Function in Children With Cochlear implants. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 134.
20. **Δανιηλίδης I (2002).** *Κλινική Ωτορινολαρυγγολογία & Στοιχεία χειρουργικής κεφαλής και τραχήλου*. University Studio Press.
21. **Dowling JE (1987).** *The Retina-An approachable Part of the Brain*. Harvard Univ. Press, Cambridge.
22. **Duncan PW, Studenski S, Chandler J. & Prescott B (1992).** Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. *Clinical Biomechanics* 20(3): 330-335.
23. **Era P, Heikkinen E (1985).** Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *J Gerontol* 40: 287-295.
24. **Era P (1988).** Posture control in elderly. *Int J Technol Aging* 1: 166-179.
25. **Fairley J (2009).** Principles and practice of Cawthorne-Cooksey treatment for dizziness due to labyrinthitis and other forms of inner ear balance organ damage.
26. **Fettiplace R, Hackney CM (2006).** The sensory and motor roles of auditory hair cells. *Nature Reviews* 7.

27. **Gabilan YP, Perrancini MR, Munhoz MS, Garanc FF (2008)** Aquatic physiotherapy for vestibular rehabilitation in patients with unilateral vestibular hypofunction: exploratory prospective study. *J. Vestib. Res:Equilibrium & Orientation* 18(2-3): 139-46.
28. **Gallahue DL(1996)**. *Developmental physical education for today's children*. Indiana university and the national institute for fitness and sport. Brown &Benchmark.
29. **Geiger R, Allen J, O'Keefe J, Hicks R (2001)**. Balance and mobility following stroke: Effect of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Physical Therapy* 81: 995-1005.
30. **Gerhard LK(2000)**. *Ophthalmology, a short textbook*.
31. **Gittis A, du Lac S (2006)**. Intrinsic and synaptic plasticity in the vestibular system. *Current Opinion in Neurobiology* 16: 385-390.
32. **Gillespie PG, Walker RG (2001)**. Molecular basis of mechanosensory transduction. *Nature* 413.
33. **Guerraz M, Bronstein AM (2008)**. Ocular versus extraocular control of posture and equilibrium. *Clinical Neurophysiology* 38: 391-398.
34. **Hain T (2009)**. Vestibular neuritis. *Annals Otology* 101: 250-252.
35. **Hain T, Ostrowski V (1999)**. Limits of Normal for Pressure Sensitivity in the Fistula Test. *Audiology and Neuro-otology* 2: 384-397.
36. **Hain T, Squires M, Stone H (2005)**. Clinical implications of a mathematical mode of BPPV. *Annals Otology* 103, 384-394.
37. **Hansen MS, Dieckmann B, Jensen K & Jackobsen BW (2000)**. The reliability of balance tests performed on the kinesthetic ability trainer Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc 8:180-185.
38. **Horak FB (1997)**. Clinical assessment of balance disorders. *Gait Posture* 6: 76-84.
39. **Horak F.B., Macpherson J.M. (1996)**. *Postural orientation and equilibrium*. In L.B Rowell & J.T, Shephard (Eds), *Handbook of physiology*. New York: Oxford University Press.
40. **Junqueira CL, Carneiro J, Kelley RO (1991)**. *Βασική Ιστολογία*.
41. **Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM (2003)**. *Νευροεπιστήμη και Συμπεριφορά*.
42. **Kaga K, Shinjo Y, Jin Y, Takegoshi H (2008)**. Vestibular failure in children with congenital deafness. *International Journal of Audiology* 47: 590-599.
43. **Kauffman T (1990)**. Impact of aging-related musculoskeletal and postural changes on falls. *Top Geriatr Rehabil* 5: 34-43.
44. **Kolb H, Fernandez E, Nelson R (2002)**. *The organization of the vertebrate retina*.
45. **Konczak J, Schoch B, Dimitrova A, Gizewski E, Timmann D (2005)**. Functional recovery of children and adolescents after cerebellar tumour resection. *Brain* 128: 1428–1441.

46. **Konczak J, Timmann D (2007)**. The effect of damage to the cerebellum on sensorimotor and cognitive function in children and adolescents. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 31: 1101–1113.
47. **Κούτης Ε., Ντουμάζιος Σ., Ασημακόπουλος Δ.** (2006) Λαβυρινθίτιδα: Σύγχρονες απόψεις *Ωτορινολαρυγγολογία - Χειρουργική Κεφαλής & Τραχήλου* 26, 6-18.
48. **Κούτης Ε., Ντουμάζιος Σ., Ασημακόπουλος Δ.** (2007) Οξεία νευροαισθητήριοι απώλεια της ακοής & ενδοτυμπανική έγχυση στεροειδών: Εμπειρίες και απόψεις *Ωτορινολαρυγγολογία - Χειρουργική Κεφαλής & Τραχήλου* 27, 30-33.
49. **Lacour M (1997)**. Sensory strategies in human postural control before and after unilateral vestibular neotomy. *Experimental Brain Research* 115.
50. **Landau M, Barner K (2009)**. Vestibulocochlear Nerve. *Seminars in Neurology* 29.
51. **Lee HKM. & Scudds R (2003)**. Comparison of balance in order people with and without visual impairment. *Age and aging* 32: 643- 649.
52. **Lephart SM, Fu FH (2000)**. Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability. *Health & Fitness*.
53. **Lipsitz, LA, Jonsson, PV, Kelley MM, Koestner JS (1991)**. Causes and correlates of recurrent falls in ambulatory frail elderly. *J Gerontol Med Sci* 46: 114-122.
54. **Μαγγανάρης Θ (1998)**. *Εγχειρίδιο Νοηματικής Γλώσσας*. Θεσσαλονίκη.
55. **Madeiras IR, Bittar RS, Pedalini ME, Lorenzi MC, Formigoni LG, Bento RF** (2005) Vestibular rehabilitation in children. *Otology & Neurology* 26(4): 699-703.
56. **Marsden David C, Fowler Timothy J.** (2001) *Clinical Neurology*.
57. **Mauritz KH, Dietz V.** (1980). Characteritstics of postural instability induced by ischemic blocking of leg afferents. *Exp Brain Res.* 38(1):117-9.
58. **Mechsner F, Kerzel D, Knoblich G, Prinz W** (2001) Perceptual basis of bimanual coordination. *Nature*.
59. *Middle Ear Mechanics in Research and Otology*. Editors: Kiyofumi Gyo, Hiroshi Wada, Naohito Hato, Takuji Koike, World Scientific, 2004
60. **Minor L** (2000) Superior canal dehiscence syndrome. *Am J Otol* 21, 9-19.
61. **Mraz M, Curzytek M, Mraz MA, Gawron W, Czerwosz L, Skolimowski T.** (2007) Body balance in patients with systemic vertigo after rehabilitation exercise. *J Phys Pharm* 58(5): 427-436.
62. **Nadol JB (1993)**. Hearing Loss. *The New England Journal of Medicine* 329.
63. **Nasher LM (1981)**. Analysis of stance posture in humans. *Motor coordination* 5: 527-565.
64. **Neumaier A (1999)**. Koordinatives Anforderungsprofil und Koordinationstraining. Koln: Sport und Buch Strauss.

65. **Nicolosi L, Harryman E, Kresheck J (1989).** *Terminology of Communication disorders*. Baltimore: Williams & Wilkins.
66. **O'Dwyer N.** Sensory Input to Motor Control. Proprioception.
67. **Pan W, Jin Y, Stanger B, Kiernan AE (2010).** Notch signaling is required for the generation of hair cells and supporting cells in the mammalian inner ear. *PNAS* 107, 15798-15803.
68. **Pavlou M, Lingeswaran A, Davies RA, Gresty MA, Bronstein AM (2004).** Simulator based rehabilitation in refractory dizziness. *J Neur* 251(8): 983-995.
69. **Plontke S (2005).** Therapy of hearing disorders-conservative procedures. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg* 4.
70. **Prudham D & Evans JG (1981).** Factors associated with falls in elderly: a community study. *Age & Aging*, 10: 141-146.
71. **Ragnarsdottir M (1996).** The concept of balance. *Physiotherapy* 82: 368-375.
72. **Rawsky E (1998).** Review of the literature on falls among elderly. *J Nurs Scholarsh* 30: 47-52.
73. **Roach NW, Heron J, McGraw PV (2006).** Resolving multisensory conflict: a strategy for balancing the costs and benefits of audio-visual integration. *Proceedings of The Royal Society* 273: 2159-2168.
74. **Rosenhall U** Degenerative pattern in the aging of human vestibular sensory epithelia. *Acta Otolaryngol* 79: 67-80.
75. **Ryushi T, Kumagai K, Hayase H, Abe T, Shibuya K, Ono A (2000).** Effect of resistive knee extension training on postural control measures in middle aged and elderly person. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 19 (3):143-9.
76. **Schere M, Migliaccio A, Schubert M (2008).** Effect of vestibular rehabilitation on passive dynamic visual activity. *Journal of vestibular research* 18: 147-157.
77. **Schmid AA, van Puymbroeck M, Koceja DM (2010).** Effect of a 12-week yoga intervention of fear of falling and balance in older adults: a pilot study. *Arch. Phys. Med. Rehab.* 91(4): 576-583.
78. **Schmidt RA, Lee TD (1999).** *Motor Control and Learning. A Behavioral Emphasis*. Champaign, IL: Human Kinetics.
79. **Shabana Y, Allam H, Pedersen B (1999).** Laser stapedotomy. *The Journal of Laryngology and Otology* 113: 413-416.
80. **Sheldon JH (1963).** The effect of age in control of sway. *Geront Clin* 5: 129-138.
81. **Sherrill C (1993).** *Adapted physical activity, reaction and sports*. Dubuque: Wm. C. Brown Communications, Inc.
82. **Sherrill C (1998).** *Adapted physical activity, recreation and sport, cross disciplinary and lifespan*. Texas Woman's University, WCB /McGraw-Hill.
83. **Shumway-Cook A, Woollacot MH (2001).** *Motor Control: Theory and Practical Applications*. 2nd ed. Baltimore, Md., Lippencott Williams & Wilkins, 172-176.
84. **Snell RS (1992).** *Κλινική Ανατομική*. Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας.

85. **Snell RS (1995).** *Κλινική Νευροανατομική*. Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.
86. **Speecheley M & Tinetti M (1990).** Assessment of risk and prevention of falls among elderly person: role of physiotherapist. *Physiotherapy Canada* 42: 75-79.
87. **Staecker, Hinrich, Praetorius, Mark, Baker, Kim, Brough, Douglas (2007).** Vestibular Hair Cell Regeneration and Restoration of Balance Function Induced by Math1 Gene Transfer. *Otology & Neurotology* 28: 223-231.
88. **Suarez H, Angeli S, Suarez A, Rosales B, Carrera X, Alonso R (2007).** Balance sensory organization in children with profound hearing loss and cochlear implants. *Int J Ped OtorhinoLar* 71(4): 629-637.
89. **Tascioglou B (2005).** Brief review of vestibular system anatomy and its higher order projections. *Neuroanatomy* 4: 24-27.
90. **Teggi R, Caldirola D, Fabiano B, Reanati P, Bussi M (2009).** Rehabilitation after acute vestibular disorders. *J Laryng. Otol.* 123(4):397-402
91. **Tittel K (1988).** *Coordination and balance*. In: Dirix, A., Knuttgen, H.G., Tittel, k. (eds). *The Olympic book of sports medicine*. (194-211). Blackwell, London.
92. **Tuzun S, Aktas I, Akarimak U, Sipahi S, Tuzun F (2010).** Yoga might be an alternative training for the quality of life and balance in postmenopausal women. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 46(1): 69-72.
93. **Ulger O, Yagli NV** Effects of Yoga on balance and gait properties in women with musculoskeletal problems: A pilot study. *Comp. Ther. Clin Prac.* 17, 13-15.
94. **Vallbo AB (1981).** Basic patterns of muscle spindle discharge in man. *Muscle Receptors and Movement*. A Taylor and A Prochazka (eds.),
95. **Viire E, Sitarz R (2002).** Vestibular rehabilitation using visual displays: preliminary study. *Laryngoscope* 112: 500-503.
96. **Virk S (2006).** Virtual reality applications in improving postural control and minimizing falls. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 1.
97. **Walker C, Brouwer B, Culhan E.** Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Physical Therapy* 80.
98. **Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM (1987).** The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: An isokinetic study. *J Am Geriatr Soc* 35: 13-20.
99. **Winnick J (1995).** *Adapted Physical Education and Sport*. 2nd Ed Human Kinetics.
100. **Witte K, & Blaser P (1998).** Die Dynamik des statischen Gleichgewichts aus nichtlinearer Sicht. *Psychologie und Sport* 5(4): 130-139.
101. **Wong A, Lan C.** Tai chi and balance control. *Tai Chi Chuan* 52, 115-123.
102. **Woollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM (1996).** Aging and postural control: Changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Aging.*
103. **Γκέκα Ελένη (2009).** Αιθουσαία δυσλειτουργία και φυσιοθεραπευτική αποκατάσταση. Πτυχιακή εργασία.

104. **Yueh B., Shapiro N., MacLean C., Shekelle P.** (2003) Screening and Management of Adult Hearing Loss in Primary Care. *American Medical Association* 289.
105. **Zhou G, Kenna M (2009).** Assessment of Saccular Function in Children With Sensorineural Hearing Loss. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 135.
106. <http://www.tampabayhearing.com>
107. <http://www.audiocps.hu>
108. <http://www.wikipedia.org>
109. <http://www.isokineticsinc.com>
110. <http://www.interacoustics.com>
111. <http://technoconcept.fr>

5 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Εικόνα 1: Σχηματική παράσταση του έξω, μέσου και έσω αυτιού.	7
Εικόνα 2: Η τονοτοπική οργάνωση του ανθρώπινου κοχλία.	9
Εικόνα 3: Ο κοχλίας.	9
Εικόνα 4: Απεικόνιση ενός υγιούς κοχλία (πάνω) και ενός κοχλία που έχει υποστεί βλάβη (κάτω).	10
Εικόνα 5: Η κεντρική ακουστική οδός.	13
Εικόνα 6: Το σύστημα του κοχλιακού εμφυτεύματος.	16
Εικόνα 7: Το σύστημα του κοχλιακού εμφυτεύματος κατά την εμφύτευσή του.	17
Εικόνα 8: Ηλεκτρόδιο εμφυτεύματος πριν (άνω) και μετά (κάτω) την εισαγωγή του στον κοχλία.	17
Εικόνα 9: Αλφάβητο της Ελληνικής Νοηματικής γλώσσας.	19
Εικόνα 10: Τα τριχωτά κύτταρα.	22
Εικόνα 11: Ανταπόκριση ωτολίθων σε μεταβολή της θέσης της κεφαλής.	23

Εικόνα 12. Κινήσεις του κυπελλίου μιας ληκυθικής ακρολοφίας κατά τη διάρκεια περιστροφικής επιτάχυνσης.	23
Εικόνα 13: Φυσιολογικός μεμβρανώδης λαβύρινθος	28
Εικόνα 14: Διάταση μεμβρανώδους λαβυρίνθου (ύδρωπας).....	28
Εικόνα 15: Οβελιαία τομή του βολβού του οφθαλμού (ΚΑΑ: Κεντρική Αρτηρία Αμφιβληστροειδούς, ΚΦΑ: Κεντρική Φλέβα Αμφιβληστροειδούς)	31
Εικόνα 16: Στιβάδες του αμφιβληστροειδούς	31
Εικόνα 17: Επισκόπηση της πορείας της οπτικής οδού	32
Εικόνα 18: Οι περιοχές του ινιακού λοβού και προβολή των οπτικών πληροφοριών στην περιοχή V1 και V5.....	34
Εικόνα 19: Θέση και σχέσεις παρεγκεφαλίδας	34
Εικόνα 20: Μέση οβελιαία διατομή του εγκεφαλικού στελέχους και του σκώληκα της παρεγκεφαλίδας.	35
Εικόνα 21: Η παρεγκεφαλίδα (άνω επιφάνεια).	36
Εικόνα 22: Η παρεγκεφαλίδα (κάτω επιφάνεια).	36
Εικόνα 23: Η δομή των κυττάρων του παρεγκεφαλιδικού φλοιού.....	37
Εικόνα 24: Φωτογραφία εγκάρσιας ιστολογικής τομής ενός φύλλου (έλικας της παρεγκεφαλίδας). Φαίνονται οι τρεις ζώνες του παρεγκεφαλιδικού φλοιού.....	38
Εικόνα 25: Θέση των παρεγκεφαλιδικών πυρήνων.....	38
Εικόνα 26: Απεικόνιση μυϊκής ατράκτου.....	43
Εικόνα 27: Απεικόνιση τενοντίου οργάνου Golgi	43
Εικόνα 28: Απεικόνιση και εντόπιση εξωδέκτριων υποδοχέων.	45
Εικόνα 29: Έσω οδοί εγκεφαλικού στελέχους.	48
Εικόνα 30: Σχηματική απεικόνιση της αλληλεπίδρασης περιφέρειας (όραση, αιθουσαίο σύστημα, σωματοαισθητικό σύστημα) και κέντρου (παρεγκεφαλίδα, εγκεφαλικό στέλεχος, κινητικός φλοιός) για την κινητική λειτουργία και κατ' επέκταση την επιτυχή ισορροπία. (η ενδοατράκτια μυϊκή ίνα είναι εξειδικευμένη μυϊκή ίνα η οποία βρίσκεται μέσα στη μυϊκή άτρακτο και της οποίας η συστολή δραστηριοποιεί τις αισθητικές ίνες της ατράκτου, η εξωατράκτια μυϊκή ίνα είναι το κύριο συστατικό στοιχείο του μυός, οι συμπαγείς γραμμές αντιστοιχούν στις απαγωγούς οδούς, οι διακεκομμένες γραμμές αντιστοιχούν στις προσαγωγούς οδούς).	49
Εικόνα 31: Τα βήματα της τεχνικής Epley.....	53
Εικόνα 32: Τα βήματα της άσκησης Brandt-Daroff.	54
Εικόνα 33: Μηχανήματα και όργανα για την εκτέλεση ασκήσεων.....	56
Εικόνα 34 Παλτφόρμα για έλεγχο της σταθερότητας καθώς και για εκτέλεση ακήσεων.	58
Εικόνα 35 : Άσκηση σε πλατφόρμα.	59
Εικόνα 36: Συσκευή εικονικής πραγματικότητας που επιτρέπει την αξιολόγηση της ισορροπίας και περιλαμβάνει ειδικά «παιχνίδια» αποκατάστασης.	60
Εικόνα 37: Εικονικό περιβάλλον για την εκτέλεση ειδικών «παιχνιδιών» που χρησιμεύουν στην αιθουσαία αποκατάσταση.	61
Εικόνα 38: Κάποιες ήπιες ασκήσεις yoga.	63
Εικόνα 39: Η εξάσκηση Τάι-Τσι βελτιώνει την ισορροπία.	63
Εικόνα 40: Φυσικοθεραπεία στο νερό.	64