ΚΛΙΝΙΚΗ ΑΚΟΥΟΛΟΓΙΑ

Διαταραχή Ακουστικής Επεξεργασίας

Βασιλική Μαρία Ηλιάδου

Καθηγήτρια Ψυχοακουστικής ΑΠΘ
Ωτορινολαρυγγολόγος

Τίτλος: Κλινική Ακουολογία Διαταραχή Ακουστικής Επεξεργασίας

Συγγραφέας: Βασιλική Μαρία Ηλιάδου

Πρώτη έκδοση 03-03-2026

ISBN: 978-618-00-6339-4

Αυτοέκδοση: Βασιλική Μαρία Ηλιάδου

Επιμελητής Έκδοσης: Δρ Νίκος Ελευθεριάδης

Σχεδιασμός έκδοσης: Κατερίνα Ελευθεριάδου

Graphic Designer

email: k.eleftheriadoo@gmail.com

Διάθεση Δωρεάν: www.apdmaster.gr

Σημαντική σημείωση

Ο όρος Ακουολογία δημιουργήθηκε με βάση το ρήμα ακούω προκειμένου να περιγράψει το γνωστικό αντικείμενο ενασχόλησης με την διαδικασία της ακουστικής αντίληψης (στα Αγγλικά audiology). Ο Αγγλικός όρος audiology προκύπτει από το λατινό audire που σημαίνει «ακούω» και από το ελληνικό «λόγος», αφορά επομένως την μελέτη του πως ακούω. Σε μεταγενέστερο χρόνο επιλέχθηκε να χρησιμοποιείται ο όρος Ακοολογία, στον οποίο χρησιμοποιείται η ακοή και όχι το ακούω. Στο παρόν βιβλίο επιλέγεται η χρήση του όρου Ακουολογία (το πρώτο βιβλίο στην Ελλάδα κυκλοφόρησε με τον τίτλο “Κλινική Ακουολογία” από τους Καθηγητές του ΑΠΘ Ηλιάδη Θεόφιλο και Κεκέ Γεώργιο στη δεκαετία του 80).

Περιεχόμενα

1. Η ακοή και η αλληλεπίδραση της με γνωστικές λειτουργίες και ψυχική υγεία
2. Τι είναι η Διαταραχή Ακουστικής Επεξεργασίας (ΔΑΕ);
3. Βασικά στοιχεία για το ακουστικό σύστημα
4. Κατηγορίες ακουστικών ελλειμμάτων
5. Πως ελέγχουμε την περιφερική ακοή;
6. Πως γίνεται η διάγνωση ΔΑΕ;
7. Μετά την διάγνωση ΔΑΕ πως γίνεται η παρέμβαση αντιμετώπισης;
8. Τεχνολογικές εφαρμογές
9. Βασικές αρχές αναπτυξιακής Ακουολογίας
10. Οδηγίες για παιδιά με ΔΑΕ

1

Η ακοή και η αλληλεπίδραση της με γνωστικές λειτουργίες και ψυχική υγεία

Η **ακοή** είναι μια από τις βασικές αισθήσεις του ανθρώπου συνδεόμενη άμεσα με **την επικοινωνία, την γλώσσα, την ψυχική υγεία και τις γνωστικές λειτουργίες.** Σε περίπτωση που ένα άτομο δεν ακούει φυσιολογικά θα έχει επιπτώσεις σε όλους τους προαναφερόμενους τομείς ανάλογα με το πότε εμφανίστηκε το έλλειμμα ακοής. Ο χρόνος εμφάνισης της απώλειας ακοής σε συσχέτιση με την μέχρι τότε εξέλιξη της γλώσσας, της προσοχής, της μνήμης, της επικοινωνίας και της κοινωνικοποίησης του συγκεκριμένου ατόμου διαμορφώνει τον βαθμό των επιπτώσεων στους τομείς της επικοινωνίας και της ψυχικής υγείας. Ένα μικρό παιδί που δεν έχει ακόμα μάθει να μιλάει και δεν έχει αναπτύξει τις γνωστικές δεξιότητες του, θα έχει σοβαρότερα προβλήματα σε όλους τους ανωτέρω τομείς συγκριτικά με έναν νεαρό ενήλικα. Ο τελευταίος για παράδειγμα αν παρουσιάσει πρόβλημα στην ακοή του στα 25 έτη του καθώς θα έχει ήδη διαμορφωμένες γνωστικές και γλωσσικές δεξιότητες θα έχει λιγότερες επιπτώσεις στην καθημερινή του λειτουργία, στην εργασία, τις σπουδές, στην κοινωνική του ζωή. Το πρώτο που θα πρέπει να συγκρατήσουμε είναι πως **η ακοή δεν είναι ανεξάρτητη** από την γλώσσα, τις γνωστικές λειτουργίες και την ψυχική υγεία με αποτέλεσμα είτε όταν είναι φυσιολογική, είτε όταν είναι ελλειμματική να είναι δυνατόν να επηρεάσει όλες τις προαναφερθείσες λειτουργίες. Το δεύτερο είναι πως το πόσο θα τις επηρεάσει εξαρτάται από την **χρονική στιγμή εμφάνισης** του όποιου προβλήματος ακοής καθώς και από **τον βαθμό και το είδος του ελλείμματος της ακοής.**

Η αίσθηση της ακοής μας βοηθάει να αντιλαμβανόμαστε τους ήχους του περιβάλλοντος, να επικοινωνούμε με τους συνανθρώπους μας, να διατυπώνουμε τις σκέψεις μας, να μαθαίνουμε και να αναπτυσσόμαστε ως άτομα. Σε περίπτωση που η ακοή δεν είναι φυσιολογική και δεν διαγνωστεί το συγκεκριμένο έλλειμμα προκειμένου να αντιμετωπιστεί κατάλληλα, οι αρνητικές επιπτώσεις αφορούν την ανάπτυξη της γλώσσας, την ποιότητα ζωής, την ψυχοκοινωνική οντότητα, την μάθηση καθώς και την δυνατότητα εργασίας και οικονομικής ανεξαρτησίας του ατόμου. Όλα τα ανωτέρω είναι πιο ξεκάθαρα αν σκεφτούμε ένα άτομο που γεννιέται κωφό και δεν έχει την δυνατότητα ή δεν θέλουν οι γονείς του να αποκαταστήσουν την αίσθηση της ακοής. Οι αρνητικές επιπτώσεις, ωστόσο εμφανίζονται με διαφορετικό βαθμό και σε άτομα που κάποια στιγμή στη ζωή τους έχασαν τελείως την ακοή τους, σε άτομα που εμφάνισαν με την γέννηση ή αργότερα στη ζωή τους **βαρηκοΐα** (δηλαδή απώλεια ακοής), σε άτομα που παρουσιάζουν διαταραχή ακουστικής επεξεργασίας (ΔΑΕ) και σε άτομα που έχουν άλλης μορφής έλλειμμα ακοής. Από τα παραπάνω προκύπτει πως όταν ένα άτομο έχει **κώφωση, βαρηκοΐα, διαταραχή ακουστικής επεξεργασίας (ΔΑΕ)** και όποια **άλλη μορφή απώλειας ακοής** δεν έχει φυσιολογική ακοή.

Τα σύγχρονα ερευνητικά δεδομένα αναδεικνύουν πως όλα τα παραπάνω ισχύουν, αλλά παρ' όλα αυτά όταν ένα άτομο εξετάζεται για την ακοή του η συνήθης πρακτική αφορά την διενέργεια τονικού ακουογράμματος. Το τονικό ακουόγραμμα καταγράφει τον ουδό (το χαμηλότερο σημείο έντασης) στον οποίο ένας απλός ήχος γίνεται αντιληπτός από το εξεταζόμενο άτομο για συγκεκριμένες συχνότητες, που αφορούν κυρίως την ομιλία. Έχει καταγραφεί σε σειρά δημοσιευμένων μελετών (Utoomprurkporn et al, 2021; Musiek et al, 2017; Iliadou et al 2015; Bamiou et al, 2001; Musiek et al, 1986) σε έγκυρα επιστημονικά περιοδικά ότι το τονικό ακουόγραμμα δεν αποτυπώνει ορθά την δυνατότητα του ατόμου να ακούσει σε καθημερινές συνθήκες και προκειμένου να προσδιοριστεί η ακουστική ικανότητα του ατόμου θα πρέ-

πει να διενεργείται έλεγχος της ακουστικής αντίληψης σε πραγματικές συνθήκες (ακουστική αντίληψη ομιλίας σε θόρυβο, σε ανταγωνιστικά ηχητικά ερεθίσματα και ικανότητα αντίληψης γρήγορης εναλλαγής ήχων κατά την εκφορά της ομιλίας όπως είναι τα σύμφωνα μέσα στη ροή του λόγου), δηλαδή **έλεγχος της ακουστικής επεξεργασίας** (Iliadou et al, 2024). Αυτό αφορά τόσο άτομα που έχουν φυσιολογικό τονικό ακουόγραμμα με συμπτώματα (άμεσα ή έμμεσα) που μπορεί να κρύβουν ελλείμματα ακοής, όσο και βαρήκοα άτομα. Το ακουστικό προφίλ που προκύπτει με την διενέργεια αυτών των δοκιμασιών για έλεγχο της ακουστικής επεξεργασίας συμβάλλει στην **δυνατότητα παροχής καλύτερων υπηρεσιών υγείας και εκπαίδευσης** προς το άτομο με ελλείμματα ακοής.

Πρόσφατα δεδομένα διερεύνησης των παραγόντων κινδύνου για ανάπτυξη άνοιας σε ενήλικες στο έγκυρο επιστημονικό περιοδικό Lancet (Livingston et al, 2024) αναδεικνύουν την αντιμετώπιση της απώλειας ακοής ως έναν από τους ισχυρότερους παράγοντες για την ελάττωση της πιθανότητας εμφάνισης άνοιας. Συγκεκριμένα το υψηλότερο ποσοστό **παράγοντα κινδύνου (7%)** που αν προληφθεί ή αντιμετωπιστεί οδηγεί σε ελάττωση της πιθανότητας εμφάνισης της άνοιας αφορά την **απώλεια ακοής** και την υψηλή LDL "κακή" χοληστερόλη. Η έκθεση του Lancet 2024 αναφέρει συγκεκριμένα ότι 20% του παγκόσμιου πληθυσμού που παρουσιάζει απώλεια ακοής αφορά σε περιπτώσεις που θα μπορούσαν να προληφθούν, όπως είναι η έκθεση σε δυνατές εντάσεις ήχων στο περιβάλλον τους ή επαγγελματική έκθεση καθώς και λοιμώξεις που δεν αντιμετωπίζονται. Το 62% των ατόμων με βαρηκοΐα παγκοσμίως δεν αντιμετωπίζουν το έλλειμμα τους και πρόκειται για άτομα άνω των 50 ετών. Μετα-ανάλυση που συγκεντρώνει και ερμηνεύει αποτελέσματα σειράς μελετών αναδεικνύει την συσχέτιση της μη αντιμετωπίσιμης βαρηκοΐας στη μέση ηλικία με την ανάπτυξη της άνοιας στην τρίτη ηλικία. Συγκεκριμένα **για κάθε 10dB χειροτέρευσης της ακοής υπάρχει αύξηση κατά 16% κινδύνου για άνοια** (Yu el al, 2024). Επιπλέον μελέτη σε 70χρονους δείχνει ότι η απώλεια περιφερικής ακοής μπορεί να προβλέψει την ταχύτερη ατροφία του εγκεφάλου και την συνοδό ταχύτερη έκπτωση των γνωστικών λειτουργιών με την πάροδο των χρόνων (Parker et al, 2024). Υπάρχουν ενδείξεις ότι η χρήση των ακουστικών βαρηκοΐας μειώνει την πιθανότητα ανάπτυξης άνοιας, ωστόσο οι παράγοντες που εμπλέκονται είναι πολλοί, με βασικότερο τον χρόνο έναρξης χρήσης των ακουστικών βαρηκοΐας σε σχέση με την έναρξη της απώλειας ακοής. Η αύξηση του βαθμού βαρηκοΐας συνδέεται με αύξηση του κινδύνου ανάπτυξης άνοιας. Το ποσοστό αύξησης κινδύνου για ανάπτυξη άνοιας κυμαίνεται (ανάλογα με την μελέτη) από 4% έως και 24% για κάθε 10dB μείωσης της ακουστικής ικανότητας, όπως αυτή μετριέται από το τονικό ακουόγραμμα. Ο βαθμός αντίληψης ομιλίας σε θόρυβο συνδέεται με την εμφάνιση της άνοιας. Όσο χειρότερα ακούει κάποιος την ομιλία σε θόρυβο, τόσο μεγαλώνει η πιθανότητα εμφάνισης της άνοιας. Ωστόσο η έκθεση θεωρεί ότι δεν υπάρχουν μελέτες με μεγάλο κλινικό πληθυσμό για να υπάρχει σαφέστερη εικόνα. Το σημαντικό είναι ότι η έκθεση δεν έχει στοιχεία για την σύνδεση της ακουστικής επεξεργασίας με την άνοια, παρά το γεγονός ότι υπάρχουν μελέτες που αναδεικνύουν την συσχέτιση. Η έκθεση στο Lancet του 2024 αναφέρει ότι η συσχέτιση καταγράφεται προς το παρόν σε μελέτες που δεν έχουν αριθμητικά μεγάλες ομάδες ατόμων ή δεν τους παρακολουθούν σε βάθος δεκαετιών καθώς αυτό θα είχε μεγάλο κόστος. Φαίνεται πως τα ελλείμματα ακοής αν δεν αντιμετωπιστούν οδηγούν σε αυξημένη πιθανότητα ανάπτυξης άνοιας και για τον λόγο αυτό **η δεύτερη προτεινόμενη δράση για την μείωση της άνοιας στον γενικό πληθυσμό σύμφωνα με την έκθεση του Lancet 2024 είναι η προσβασιμότητα των ατόμων με βαρηκοΐα σε ακουστικά βαρηκοΐας καθώς και η πρόληψη με την αποφυγή έκθεσης σε θόρυβο υψηλής έντασης.** Έχει ενδιαφέρον ότι η πρώτη δράση που προτείνει η έκθεση αφορά στην διασφάλιση καλής ποιότητας εκπαίδευσης για όλους και στην κινητοποίηση του γενικού πληθυσμού για δραστηριότητες που διεγείρουν τις γνωστικές λειτουργίες στην μέση ηλικία με σκοπό την προστασία του γνωστικού δυναμικού του κάθε ατόμου. Η αποκατάσταση της φυσιολογικής ακοής ωστόσο, επηρεάζει θετικά τις γνωστικές λειτουργίες, οπότε συμβάλλει και αυτή στην προστασία του γνωστικού δυναμικού του ατόμου. Αν κανείς διαβάσει προσεκτικά την έκθεση θα δει πως λείπουν στοιχεία που αφορούν την ακουστική επεξεργασία (ή είναι περιορισμένα βλέπε αντίληψη ομιλίας σε θόρυβο). Μελλοντικά τα ανωτέρω δεδομένα θα συμπληρώσουν την εικόνα καθώς θα αναφέρονται στη συνολική ακοή και όχι μόνο σε αυτό που ονομάζουμε ακουστική οξύτητα και μετράμε με το τονικό ακουόγραμμα.

Στα παιδιά η φυσιολογική ακοή συμβάλλει καθοριστικά στην διαμόρφωση της λειτουργίας του

κεντρικού ακουστικού νευρικού συστήματος καθώς με την γέννηση τους ακούν το ίδιο στην ησυχία συγκρινόμενα με έναν νεαρό ενήλικα με φυσιολογική ακοή, **αλλά θα πρέπει να γίνουν 12-13 ετών για να ακούν το ίδιο με αυτόν και στο θόρυβο** (Tomlin & Rance, 2016). Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι το περιφερικό ακουστικό σύστημα είναι πλήρως διαμορφωμένο, ενώ το κεντρικό ακουστικό νευρικό σύστημα συνεχίζει την ανάπτυξη του μέχρι την έναρξη της εφηβείας. Η δυνατότητα ακοής ξεκινά ενδομητρίως (πριν την γέννηση) από τον 6ο μήνα της κύησης. Βρέφη μέχρι 6 μηνών ακούνε και διακρίνουν ομιλητικούς ήχους οποιασδήποτε γλώσσας, ενώ μετά τους 6 μήνες το ακουστικό σύστημα "κλειδώνει" στην γλώσσα που ακούει το παιδί (μητρική γλώσσα). Το "κλείδωμα" αυτό θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ότι προκύπτει από την νευροπλαστικότητα του νευρικού συστήματος του ανθρώπου. Νευροπλαστικότητα είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει ότι οι νευρωνικές λειτουργίες επηρεάζονται θετικά ή αρνητικά με βάση τα προσλαμβανόμενα ερεθίσματα. Για να γίνει κατανοητό, με τον ίδιο τρόπο που κάποιος θα ενδυναμώσει το μυϊκό του σύστημα σταδιακά όταν γυμνάζεται συστηματικά και η ενδυνάμωση αυτή θα υποχωρήσει αν διακόψει την εκγύμναση ή δεν θα αναπτυχθεί αν δεν γυμνάστηκε ποτέ, με παρόμοιο τρόπο όταν η περιφερική ακοή είναι φυσιολογική με την γέννηση, το κεντρικό ακουστικό νευρικό σύστημα θα αναπτυχθεί ώστε το παιδί να μπορεί σταδιακά να ακούει λέξεις και φράσεις σε θόρυβο ή ανταγωνιστικούς ήχους. Σε αντίθετη περίπτωση που η περιφερική ακοή είναι ελλειμματική, η κεντρική ακουστική λειτουργία θα υπολείπεται σημαντικά. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα το παιδί να δυσκολεύεται να ακούσει στις καθημερινές συνθήκες, ιδιαίτερα όταν οι ακουστικές συνθήκες του περιβάλλοντος δεν είναι ιδανικές. Το φαινόμενο αυτό της νευροπλαστικότητας επηρεάζει την κεντρική ακουστική λειτουργία ακόμα και αν η απώλεια ακοής δεν είναι μόνιμη, αλλά προσωρινή (π.χ. βαρηκοΐα αγωγιμότητας). Σε περιπτώσεις όπου παιδιά νηπιακής ή πρώτης σχολικής ηλικίας έχουν χρόνια εκκριτική ωτίτιδα με προσωρινή απώλεια ακοής και όταν αυτή δεν αντιμετωπιστεί έγκαιρα, αναπτύσσουν τελικά ΔΑΕ. Είναι σύνηθες όταν το παιδί παραπεμφθεί για εξέταση της ακουστικής του επεξεργασίας συνήθως από 6 ετών και άνω να παρουσιάζει φυσιολογικό τονικό ακουόγραμμα και ΔΑΕ. Η αιτία της ΔΑΕ σε αυτές τις περιπτώσεις είναι η παρατεταμένη απώλεια ακοής πριν την πλήρη ανάπτυξη της ομιλίας, η οποία επηρέασε αρνητικά το νευρωνικό δίκτυο του κεντρικού ακουστικού νευρικού συστήματος.

Από όλα τα παραπάνω προκύπτει η ανάγκη εξέτασης της ακοής με ψυχοακουστικές/συμπεριφορικές δοκιμασίες σε συνέχεια της τονικής ακουομετρίας. Είναι γεγονός ότι στις μέρες μας και όσο συνεχίζεται στην Ελλάδα η εξέταση της ακοής να είναι στην ευθύνη των Ωτορινολαρυγγολόγων, οι οποίοι σπάνια εκπαιδεύονται στις ανωτέρω μεθόδους, υπάρχει η τάση η εξέταση της ακοής να γίνεται κατά το δυνατόν σε σύντομο χρονικό διάστημα με συχνή χρήση ανιχνευτικών ωτοακουστικών εκπομπών και αυτόματων ακουστικών προκλητών δυναμικών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η εξέταση να είναι ελλιπής καθώς (ι) δεν περιλαμβάνει τις εξετάσεις για έλεγχο της ακουστικής επεξεργασίας και (ιι) σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι διαγνωστική αλλά ανιχνευτική. Στο διεθνές περιβάλλον η εξέταση ακοής, καθώς ειδικά ο έλεγχος ακουστικής επεξεργασίας απαιτεί 1,5-2 ώρες εξέτασης και συμβουλευτικής αποκατάστασης και ιδιαίτερη εξειδίκευση, γίνεται από Ακουολόγους που έχουν εκπαιδευτεί σε 3ετή και 4ετή προγράμματα πανεπιστημιακών σπουδών πρώτου επιπέδου (BSc). Σε κάθε περίπτωση μελλοντικά καθώς η ανάγκη για πλήρη έλεγχο της ακοής (διαγνωστική προσέγγιση) όταν υπάρχουν συγκεκριμένα συμπτώματα και ενδείξεις γίνεται ολοένα και πιο ξεκάθαρη, θα πρέπει να λυθεί το θέμα της δυνατότητας εξέτασης της ακοής από τους ειδικούς, που θα προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες και θα εκπαιδευτούν κατάλληλα ώστε να παρέχουν την βέλτιστη αντιμετώπιση στα άτομα με ελλείμματα ακοής σε όλη την διάρκεια της ζωής τους.

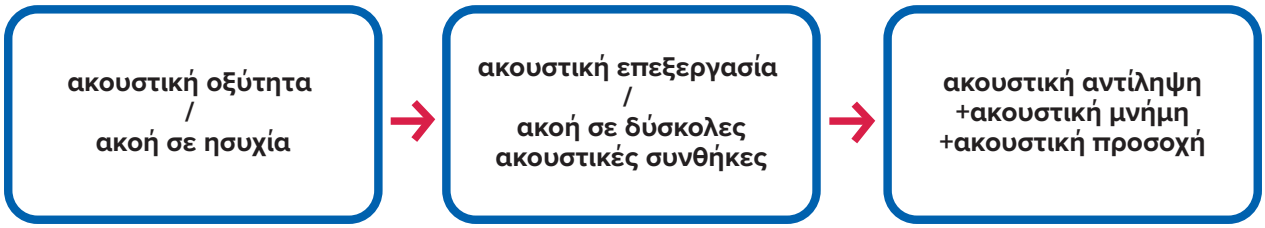
Η διεθνής τάση συμπερίληψης των ασθενών (και των γονιών τους εφόσον πρόκειται για μικρά παιδιά) στην διαγνωστική προσέγγιση και θεραπευτική αντιμετώπιση έρχεται σιγά-σιγά και στην Ελλάδα. Η κύρια εφαρμογή της αφορά σε καταγραφή των δυσκολιών ακοής όπως αυτές αποτυπώνονται από τα ίδια τα άτομα με τα πιθανά ελλείμματα ακοής και καταγράφεται από σταθμισμένα ερωτηματολόγια (σταθμισμένο είναι ένα εργαλείο όταν προσφέρει αποτελέσματα για τα οποία το κάθε άτομο μπορεί να θεωρηθεί φυσιολογικό ως προς το στοιχείο που ελέγχει το εργαλείο/ερωτηματολόγιο ή ως παθολογικό/ελλειμματικό). Θα πρέπει να γίνει ξεκάθαρο ότι η χρήση των δεδομένων αυτών θα πρέπει να είναι συμπληρωματική και σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να θεωρηθεί ως εξέταση ακοής.

Σε ότι αφορά την ψυχική υγεία οι κύριες επιπτώσεις ύπαρξης προβλημάτων ακοής (ακουστικής

ευαισθησίας ή/και ακουστικής επεξεργασίας) που παραμένουν αδιάγνωστα ή χωρίς αντιμετώπιση μπορεί να αφορούν χαμηλή αυτοεκτίμηση, αγχώδη διαταραχή, κατάθλιψη ή και κοινωνική απομόνωση. Μπορεί να εμφανιστούν σε όλο το ηλικιακό φάσμα της ζωής ανάλογα με την προσωπικότητα του ατόμου και την ύπαρξη ή όχι υποστηρικτικού περιβάλλοντος.

Σε ότι αφορά συγκεκριμένες ψυχικές διαταραχές που συνδέονται με προβλήματα ακοής, υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις τις τελευταίες δεκαετίες ότι οι ασθενείς με σχιζοφρένεια έχουν αυξημένες πιθανότητες να έχουν απώλεια ακοής, η οποία να μην γίνεται αντιληπτή από τους ίδιους ή τους οικείους τους. Επιπλέον πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση από ομάδα Γάλλων νευροεπιστημόνων (Fivel et al, 2024) αποκάλυψε την ύπαρξη βασικών ελλειμμάτων ακουστικής επεξεργασίας τα οποία είναι ανεξάρτητα από τα φάρμακα και τις γνωστικές λειτουργίες των ασθενών. Τα ελλείμματα ακουστικής επεξεργασίας αφορούν την διχωτική ακοή (ακουστική διάκριση ερεθισμάτων διαφορετικών σε δεξί και αριστερό αυτί με ταυτόχρονη χορήγηση), τον εντοπισμό της πηγής των ήχων, την διάκριση συχνοτήτων (χοντρός ή λεπτός ήχος) και την διάκριση διάρκειας απλών τόνων. Άλλες μελέτες (Moschopoulos et al, 2020 & 2021) έχουν δείξει την ελλειμματική αντίληψη της γρήγορης εναλλαγής ήχων, ικανότητα που σχετίζεται με την δυνατότητα διάκρισης συμφώνων μέσα στην ρέουσα ομιλία ιδιαίτερα σε δύσκολες ακουστικές συνθήκες. Τα ελλείμματα αυτά μπορούν να οδηγούν σε αυξημένη καταγραφή γνωστικών ελλειμμάτων και αν διαγνωσθούν και αντιμετωπιστούν με ακουστική εκπαίδευση υπάρχει βελτίωση και των γνωστικών ελλειμμάτων (Fisher et a, 2009), η οποία έχει καταγραφεί ότι παραμένει 6 μήνες μετά το τέλος της εξατομικευμένης ακουστικής εκπαίδευσης (Biagianti et al, 2020).





2

Τι είναι η Διαταραχή Ακουστικής Επεξεργασίας (ΔΑΕ);

Ο όρος ακουστική επεξεργασία περιγράφει την ποιότητα και ακρίβεια της κωδικοποίησης και μεταφοράς της ακουστικής πληροφορίας από τον κοχλία προς το κεντρικό ακουστικό νευρικό σύστημα (Iliadou et al, 2017). Η πληροφορία μπορεί να είναι ένας απλός τόνος, ήχοι του φυσικού περιβάλλοντος, ομιλία, μουσική.

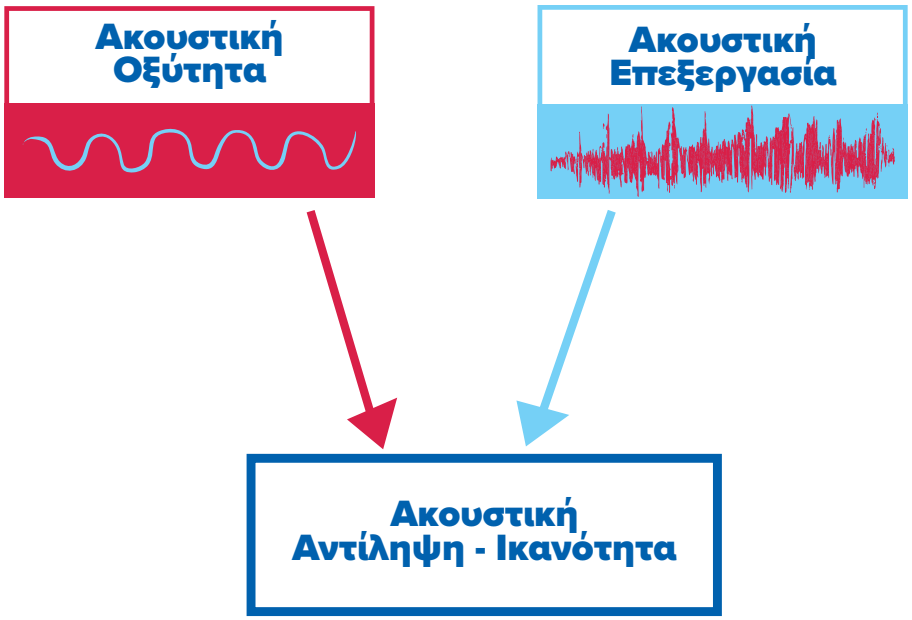
Η ακουστική επεξεργασία ενός απλού τόνου είναι εύκολο να προβλεφθεί με βάση το τονικό ακουόγραμμα ενός ατόμου. Σε αυτή την περίπτωση το πως ακούει ένα άτομο αποτυπώνεται στο ακουόγραμμα. Η ακουστική επεξεργασία πιο πολύπλοκων ακουστικών ερεθισμάτων, όπως η ομιλία δεν μπορεί να προβλεφθεί από το τονικό ακουόγραμμα και απαιτούνται εξετάσεις με πολυπλοκότερα ερεθίσματα. Επιπλέον, το πως ακούει κάποιος αφορά το κάθε αυτί χωριστά (δεξί, αριστερό), την ακοή του και με τα δύο αυτιά μαζί (αμφοτερόπλευρη ακοή), το πως μπορεί να ακούσει διαφορετικά ερεθίσματα από κάθε αυτί (διχωτική ακοή), το πως μπορεί να εντοπίσει από που έρχεται ένας ήχος (εντοπισμός πηγής ήχου), το πόσο γρήγορα μπορεί να ακούσει/παρακολουθήσει την εναλλαγή των ήχων (ακουστική αντίληψη συμφώνων σε ρέουσα ομιλία).

Κάθε έλλειμμα στην ποιότητα και ακρίβεια της κωδικοποίησης και μεταφοράς της ακουστικής πληροφορίας από τον κοχλία προς το κεντρικό ακουστικό νευρικό σύστημα ονομάζεται Διαταραχή Ακουστικής Επεξεργασίας ανεξάρτητα από το τονικό ακουόγραμμα του ατόμου. Αυτό σημαίνει ότι άτομα με φυσιολογικό τονικό ακουόγραμμα που φαίνεται να έχουν δυσκολίες στο πως ακούν, επικοινωνούν, προσέχουν ή στον χρόνο που μπορούν να διατηρήσουν την προσοχή τους, στην διαδικασία της μάθησης, στην μνήμη τους ή παρουσιάζουν φωνολογικά ελλείμματα θα πρέπει να ελεγχθούν ως προς την ακουστική τους επεξεργασία. Αυτό ισχύει για όλη την διάρκεια της ζωής. Ωστόσο, καθώς η διάγνωση απαιτεί την συνεργασία του ατόμου και την κατανόηση οδηγιών στα παιδιά η δυνατότητα διάγνωσης ξεκινά από τα 6 έτη της ζωής τους. Για παιδιά μικρότερης ηλικίας από 5 ετών μέχρι και λίγο πριν την συμπλήρωση των 6 ετών είναι δυνατόν να γίνει **ανιχνευτική** εξέταση κυρίως με εξέταση της αντίληψης λέξεων σε θόρυβο προκειμένου να δοθούν κάποιες κατευθυντήριες οδηγίες ως προς την αποκατάσταση. Στις περιπτώσεις αυτές η εξέταση επαναλαμβάνεται στην πλήρη της μορφή με την συμπλήρωση του 6ου έτους της ηλικίας τους. Επιπλέον τα άτομα με βαρηκοΐα και επομένως παθολογικό τονικό ακουόγραμμα μετά την εφαρμογή των ακουστικών βαρηκοΐας θα πρέπει να ελεγχθούν ως προς την ακουστική επεξεργασία τους. Αυτό θα συμβάλλει στην καλύτερη δυνατή αποκατάσταση των συγκεκριμένων ελλειμμάτων του κάθε ατόμου και με εξατομικευμένη ακουστική εκπαίδευση. Ιδιαίτερα τα άτομα με απώλεια ακοής ακόμα και με την χρήση ακουστικών βαρηκοΐας έχουν συχνά προβλήματα αντίληψης ομιλίας σε θόρυβο.

Η ΔΑΕ περιγράφεται στην πρόσφατη έκθεση του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας 2021 ως έλλειμμα ακοής που μπορεί να συμβεί στην παιδική ηλικία με συχνότητα 2%-10%. Στην πραγματικότητα δεν υπάρχουν μεγάλες επιδημιολογικές μελέτες για να προσδιοριστεί το ποσοστό με ακρίβεια. Ένας επιπλέον λόγος για το μεγάλο εύρος της πιθανολογούμενης συχνότητας (guesstimate) είναι και η αυξημένη πιθανότητα συνύπαρξης με άλλες αναπτυξιακές διαταραχές. Σε παιδιά με μαθησιακές διαταραχές η ΔΑΕ έχει μεγαλύτερα ποσοστά εμφάνισης. Συγκεκριμένη μελέτη στην Ελλάδα από το Εργαστήριο Ψυχοακουστικής αναδεικνύει την ύπαρξη ΔΑΕ σε 43% των παιδιών που προσέρχονται αναζητώντας λύση στα μαθησιακά

τους προβλήματα (Iliadou et al, 2009). Η συνύπαρξη ΔΑΕ με άλλες νευροαναπτυξιακές διαταραχές είναι συχνή. Στην Δυσλεξία θα πρέπει να διερευνηθεί η ακουστική επεξεργασία καθώς υπάρχει μια υποομάδα που έχει συνυπάρχουσα ΔΑΕ και για την οποία θα πρέπει η αποκατάσταση να διαφοροποιηθεί. Τα παιδιά που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού, όπως και τα άτομα με ψυχικά νοσήματα συχνά εμφανίζουν αδιάγνωστα ελλείμματα ακοής που αφορούν τόσο την περιφερική ακοή όσο και την ακουστική επεξεργασία. Όταν υπάρχει επικοινωνία με λόγο θα πρέπει να εξετάζονται καθώς η ποιότητα ζωής τους μπορεί να βελτιωθεί όταν αντιμετωπιστεί το αίτιο των ελλειμμάτων. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι δεν έχουν όλα τα παιδιά με αυτισμό ΔΑΕ, γι΄αυτό και είναι απαραίτητος ο έλεγχος.

Η ΔΑΕ αναφέρεται ως διαταραχή της ακουστικής ικανότητας σε πρόσφατη έκθεση για την ακοή του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, η οποία μπορεί να εμφανιστεί σε όλη την διάρκεια της ζωής με κύριο σύμπτωμα την παθολογική δυσκολία αντίληψης ομιλίας σε θόρυβο και ταξινομείται στο **ICD-11** με τον κωδικό **AB5Y**.



3

Βασικά στοιχεία για το ακουστικό σύστημα

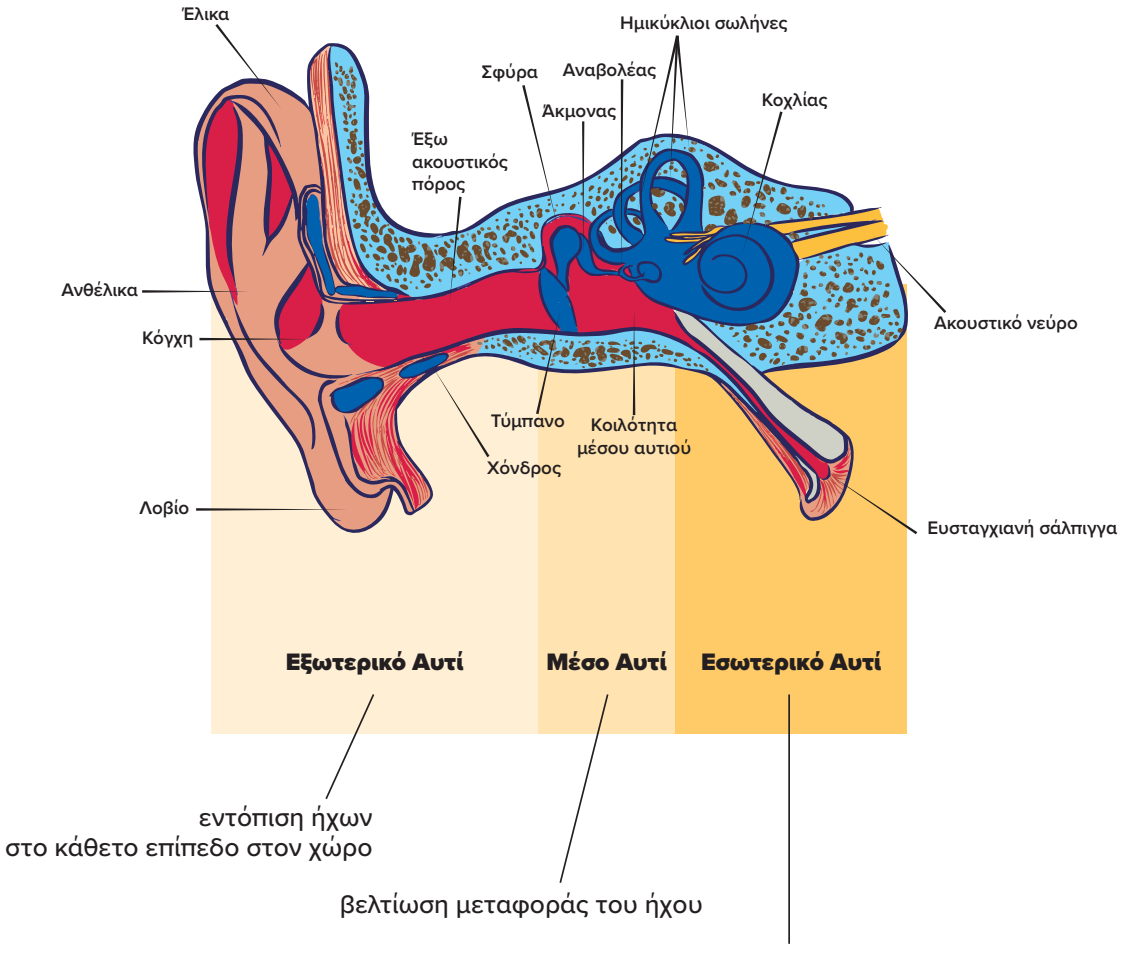
Είναι σημαντικό να γνωρίζει κάποιος τις ανατομικές δομές καθώς και τον τρόπο συνδεσιμότητας τους σε όλο το μήκος του ακουστικού συστήματος ξεκινώντας από το αυτί και φτάνοντας μέχρι τον ακουστικό φλοιό στο επίπεδο του εγκεφάλου. Η γνώση αυτή θα βοηθήσει να υπάρχει καλύτερη κατανόηση των διαταραχών ακοής καθώς και συνειδητοποίηση ότι **δεν υπάρχει ειδική νευρική οδός για την μουσική ή την γλώσσα.** Ο ήχος όσο απλός ή πολύπλοκος, με ιδιαίτερη ή όχι σημασία για τον άνθρωπο (π.χ. ομιλία ή κάποιος βόμβος, μουσική για έναν μουσικό ή για έναν καθημερινό άνθρωπο, μητρική ή ξένη γλώσσα) μεταφέρεται ως ηχητικό ερέθισμα μέσω των ίδιων δομών και φτάνει στο ίδιο σημείο του εγκεφαλικού φλοιού στις έλικες του Heschl (**Heschl's gyri**) στον κροταφικό λοβό. Όποιες διαφοροποιήσεις προκύπτουν στη συνέχεια έχουν να κάνουν με την νευροπλαστικότητα, με την έννοια του πόσο σημαντική είναι η χρήση των συγκεκριμένων ερεθισμάτων στην καθημερινότητα του καθενός. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να αλλάξει η συνδεσιμότητα μεταξύ των δομών (για ταχύτερη και ποιοτικότερη μεταφορά των ακουστικών πληροφοριών) καθώς και το πάχος συγκεκριμένων δομών (νευρικών ινών-πυρήνων). Η **νευροπλαστικότητα**, η ικανότητα του κεντρικού ακουστικού νευρικού συστήματος να αλλάζει (αναδιοργάνωση, αλλαγή χαρτογράφησης), μπορεί να είναι αποτέλεσμα μάθησης ή τραυματισμού σε όλη την διάρκεια της ζωής. Το ακουστικό σύστημα είναι εξαιρετικά πολύπλοκο. Σκοπός του συγκεκριμένου συγγράμματος είναι να προσφέρει τα βασικά στοιχεία προκειμένου να γίνει καλύτερα κατανοητή η φύση της ΔΑΕ καθώς και το τι κάνουμε ως προς την διάγνωση και αποκατάσταση της. Για καλύτερη κατανόηση ανατρέξτε στο γλωσσάρι στο τέλος του κεφαλαίου.

Το ακουστικό σύστημα το διακρίνουμε σε περιφερικό και κεντρικό. Το περιφερικό εκτείνεται από το αυτί, όπως το βλέπουμε εξωτερικά, το οποίο ονομάζεται πτερύγιο μέχρι και το ακουστικό νεύρο. Το κεντρικό ξεκινά αμέσως μετά το ακουστικό νεύρο και καταλήγει στον εγκέφαλο. Με βάση τα πλέον σύγχρονα ερευνητικά και κλινικά δεδομένα η εξέταση ακοής θα πρέπει να εμπεριέχει και το κεντρικό ακουστικό νευρικό σύστημα με αρχικές εξετάσεις: την εξέταση αντίληψης ομιλίας σε θόρυβο, την διχωτική ακοή και την χρονική ανάλυση.

Περιφερικό ακουστικό σύστημα

Το ταξίδι της ακουστικής πληροφορίας (με την μορφή ηχητικής ενέργειας) στο ακουστικό σύστημα ξεκινάει από **το πτερύγιο του εξωτερικού αυτιού.** Αυτό είναι το ορατό μέρος του ακουστικού συστήματος στο ανθρώπινο σώμα, αποτελούμενο από ελαστικό χόνδρο (ονομάζεται πτερυγιαίος) και καλυπτόμενο από δέρμα. Αν και δεν θεωρείται σημαντικό τμήμα της ακουστικής οδού, ωστόσο φαίνεται πώς **συμβάλλει στην διαφοροποίηση του εισερχόμενου ήχου, ιδιαίτερα στις υψηλές συχνότητες (λεπτοί ήχοι)**, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό για την **ικανότητα εντόπισης των ήχων**. Συγκεκριμένα, τα πτερύγια (και από τα δύο αυτιά) διαμορφώνουν τον ήχο με τέτοιο τρόπο ώστε οι ήχοι να γίνονται αντιληπτοί ως

εξωτερικοί. Η διαμόρφωση αυτή αφορά το φάσμα του εισερχόμενου ήχου και εξαρτάται από την γωνία πρόσπτωσης του ήχου σε σχέση με το κεφάλι. Φαίνεται λοιπόν, πως το κεφάλι μαζί με το πτερύγιο του αυτιού αποτελούν ως σύνολο ένα πολύπλοκο φίλτρο εξαρτώμενο από την κατεύθυνση. Οι συχνότητες των ήχων που κυρίως επηρεάζονται είναι οι υψηλές, καθώς μόνο στις υψηλές συχνότητες το μήκος κύματος του ήχου είναι αρκετά βραχύ και επιτρέπει την ισχυρή αλληλεπίδραση του με το πτερύγιο. Η επίδραση του πτερυγίου στην εντόπιση ήχων αφορά πρωταρχικά την **εντόπιση στο κάθετο επίπεδο στον χώρο**, καθώς η εντόπιση στο οριζόντιο επίπεδο επηρεάζεται κυρίως από την κίνηση του κεφαλιού ή της πηγής του ήχου. Κατά την διαδικασία εντόπισης της πηγής των ήχων, το κεφάλι δρα μειώνοντας την ένταση, για ήχους που εμπεριέχουν συχνότητες των οποίων το μήκος κύματος είναι μικρότερο από το πλάτος του κεφαλιού. Με τον τρόπο αυτό **για συχνότητες ήχων μεγαλύτερες των 2000 Hz παρουσιάζεται η δράση της "σκιάς της κεφαλής"** (head shadow) **κατά την οποία διαφορές εντάσεων πρόσπτωσης στα αυτιά (δεξί, αριστερό) από 5 έως και 15 dB χρησιμοποιούνται ως δείκτες για την εντόπιση της πηγής των ήχων.** Για χαμηλότερες συχνότητες (στις οποίες το μήκος κύματος του ήχου είναι μεγαλύτερο από το πλάτος του κεφαλιού) πολύ μικρή μείωση της έντασης υπάρχει ως συνέπεια της ύπαρξης του κεφαλιού στο χώρο. **Οι χρονικές διαφορές πρόπτωσης του ήχου στα δύο αυτιά (δεξί, αριστερό) είναι οι αθόρυβοι δείκτες που συμβάλλουν στην εντόπιση των ήχων στο χώρο. Είναι ενδεικτικό ότι χρειάζεται χρόνος 0.6 ms** (χιλιοστό του δευτερολέπτου) **για να φτάσει ο ήχος από το ένα αυτί στο άλλο μέσω του κεφαλιού.** Η δράση της "σκιάς της κεφαλής" είναι ο λόγος που παρατηρείται το φαινόμενο βαρηκοΐας από θόρυβο στο αριστερό αυτί σε δεξιόχειρες χειριστές όπλων και βαρηκοΐας στο δεξί αυτί σε αριστερόχειρες. Ο λόγος είναι πως το κύριο μέρος (muzzle of the gun) του όπλου, όπου η ακουστική ενέργεια είναι μεγαλύτερη είναι πιο κοντά στο αριστερό αυτί (στην πρώτη περίπτωση) και το δεξί αυτί προστατεύεται από την "σκιά της κεφαλής". Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι θα πρέπει να προστατεύεται από την βλαπτική επίδραση του ήχου μόνο το ένα αυτί, αλλά και τα δύο π.χ. με ειδικές ωτοασπίδες. Στη συνέχεια ο ήχος μπαίνει στον έξω ακουστικό πόρο, ο οποίος έχει σχήμα ελαφρώς κυρτού σωλήνα, μήκος 2.5cm περίπου και καταλήγει στην τυμπανική μεμβράνη.



Ο κοχλίας παρουσιάζει μεγάλη ακρίβεια στην απεικόνιση και μεταφορά των ακουστικών χαρακτηριστικών μέσω του φαινομένου του κοχλιακού ενισχυτή.

Η πρόσκρουση των ηχητικών κυμάτων στην τυμπανική μεμβράνη την θέτει σε κίνηση και σε αυτό το σημείο η ηχητική ενέργεια μεταπίπτει σε μηχανική. Η τυμπανική μεμβράνη είναι το όριο μεταξύ εξωτερικού και μέσου αυτιού και καθώς πάλλεται από την πρόσκρουση των ηχητικών κυμάτων, θέτει σε κίνηση τα τρία μικρότερα οστάρια του ανθρώπινου σώματος, την σφύρα, τον άκμονα και τον αναβολέα, τα οποία βρίσκονται στο μέσο αυτί. Οι δονήσεις των τριών οσταρίων (ακουστική αλυσίδα) οδηγούνται μέσω της βάσης του αναβολέα σε ένα άνοιγμα καλυπτόμενο από μεμβράνη, την ωοειδή θυρίδα, η οποία βρίσκεται στον κοχλία (εσωτερικό αυτί). **Η βασική λειτουργία του μέσου αυτιού είναι η επιτυχής μεταφορά του ήχου από τον αέρα στα υγρά του κοχλία.** Αν ο ήχος έμπαινε απευθείας στην ωοειδή θυρίδα, το μεγαλύτερο μέρος του θα ανακλούνταν προς το πτερύγιο και δεν θα προχωρούσε στον κοχλία. Το μέσο αυτί όμως λειτουργεί ως σύνθετη αντίσταση ή μετατροπέας **βελτιώνοντας την μεταφορά του ήχου και ελαττώνοντας την ποσότητα του ανακλώμενου ήχου.** Η βελτίωση αυτή πραγματοποιείται κυρίως **λόγω της διαφοράς μεταξύ της ωφέλιμης επιφάνειας της τυμπανικής μεμβράνης και της αντίστοιχης επιφάνειας της ωοειδούς θυρίδας** και κατά δεύτερο λόγο **λόγω της δράσης τύπου μοχλού των τριών οσταρίων**. Οι ήχοι που μεταφέρονται πιο αποτελεσματικά από το μέσο αυτί είναι αυτοί με συχνότητες από **500 Hz έως και 4000 Hz.** Η επιφάνεια της τυμπανικής μεμβράνης (στον ενήλικα) είναι περίπου 90mm^2, ωστόσο η λειτουργική (ωφέλιμη) επιφάνεια είναι μόλις 55mm^2. Συγκεκριμένα τα κάτω 2/3 της τυμπανικής μεμβράνης ανταποκρίνονται στον ήχο με την χαρακτηριστική δόνηση. Η επιφάνεια της βάσης του αναβολέα είναι 3,2mm^2. Η διαφορά της λειτουργικής επιφάνειας της τυμπανικής μεμβράνης και της επιφάνειας της βάσης του αναβολέα παρουσιάζει λόγο 17 προς 1 και οδηγεί στην αύξηση της μετάδοσης της ηχητικής ενέργειας κατά μήκος του μέσου αυτιού. Με την προσθήκη της δράσης τύπου μοχλού των τριών οσταρίων κατά 1,3 λόγω διαφοράς μεγέθους της σφύρας ως προς τον άκμονα, **το συνολικό ακουστικό κέρδος του εισερχόμενου ήχου υπολογίζεται στα 25-30dB.** Η αντανακλαστική σύσπαση των μυών των τριών οσταρίων του μέσου αυτιού ως αποτέλεσμα υψηλής έντασης ήχων ρυθμίζεται από νευρικά κέντρα στο στέλεχος του εγκεφάλου. Η προστασία που παρέχει η αντανακλαστική αυτή σύσπαση αφορά χαμηλές συχνότητες (χοντρούς ήχους) και παρέχει προστασία στη δομή του κοχλία. Η ενεργοποίηση ωστόσο του αντανακλαστικού είναι βραδεία και δεν μπορεί δυστυχώς να προστατεύσει από έντονους ήχους με απότομη εκδήλωση π.χ. πυροβολισμούς.

Πως αντιλαμβανόμαστε από που έρχεται ένας ήχος;

Από δύο βασικούς δείκτες:

1. Την διωτική χρονική διαφορά (Interaural Time Difference-ITD): αν για παράδειγμα ένας ήχος φτάνει πιο γρήγορα στο δεξί αυτί σε σχέση με το αριστερό αυτί, τότε θεωρούμε ότι τον ακούμε από δεξιά.

2. Την διωτική διαφορά ως προς την ένταση (Interaural Intensity Difference-IID): αν για παράδειγμα ένας ήχος έχει μεγαλύτερη ένταση στο αριστερό αυτί θεωρούμε ότι τον ακούμε από αριστερά.

Οι δύο δείκτες ITD & IID δεν είναι το ίδιο αποτελεσματικοί σε όλες τις συχνότητες λόγω του φίλτρου που δημιουργεί το κεφάλι μαζί με τα πτερύγια των αυτιών (σκιά της κεφαλής) και των φυσικών χαρακτηριστικών των ήχων. Συγκεκριμένα οι χαμηλές συχνότητες έχουν μεγάλο μήκος κύματος συγκρινόμενα με την σκιά της κεφαλής και μπορούν να ακυρώσουν την σημασία της (την προσπερνούν). Οι υψηλές συχνότητες έχουν μικρό μήκος κύματος και η σκιά της κεφαλής παίζει καθοριστικό ρόλο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η διωτική διαφορά ως προς την ένταση να είναι αμελητέα για συχνότητες κάτω από 500 Hz, ενώ για υψηλές συχνότητες η διαφορά μπορεί να φτάσει και τα 20dB.

Το μέσο αυτί	βελτίωση μεταφοράς του ήχου ελάττωση της ποσότητας του ανακλώμενου ήχου
βασική λειτουργία: η επιτυχής μεταφορά του ήχου από τον αέρα στα υγρά του κοχλία	κυρίως λόγω της διαφοράς μεταξύ της ωφέλιμης επιφάνειας της τυμπανικής μεμβράνης και της αντίστοιχης επιφάνειας της ωοειδούς θυρίδας
	λόγω της δράσης τύπου μοχλού των τριών οσταρίων
	ήχοι που μεταφέρονται πιο αποτελεσματικά από το μέσο αυτί είναι αυτοί με συχνότητες από **500Hz έως και 4000Hz** (οι πιο σημαντικές στην καθημερινή ομιλία)
	το συνολικό **ακουστικό κέρδος** του εισερχόμενου ήχου υπολογίζεται στα **25-30dB**
Το αντανακλαστικό του μυός του αναβολέα	προστατεύει τον κοχλία από συχνότητες μικρότερες των 2000Hz με ένταση που ξεπερνά τα 90dB. λανθάνων χρόνος εμφάνισης: 10ms

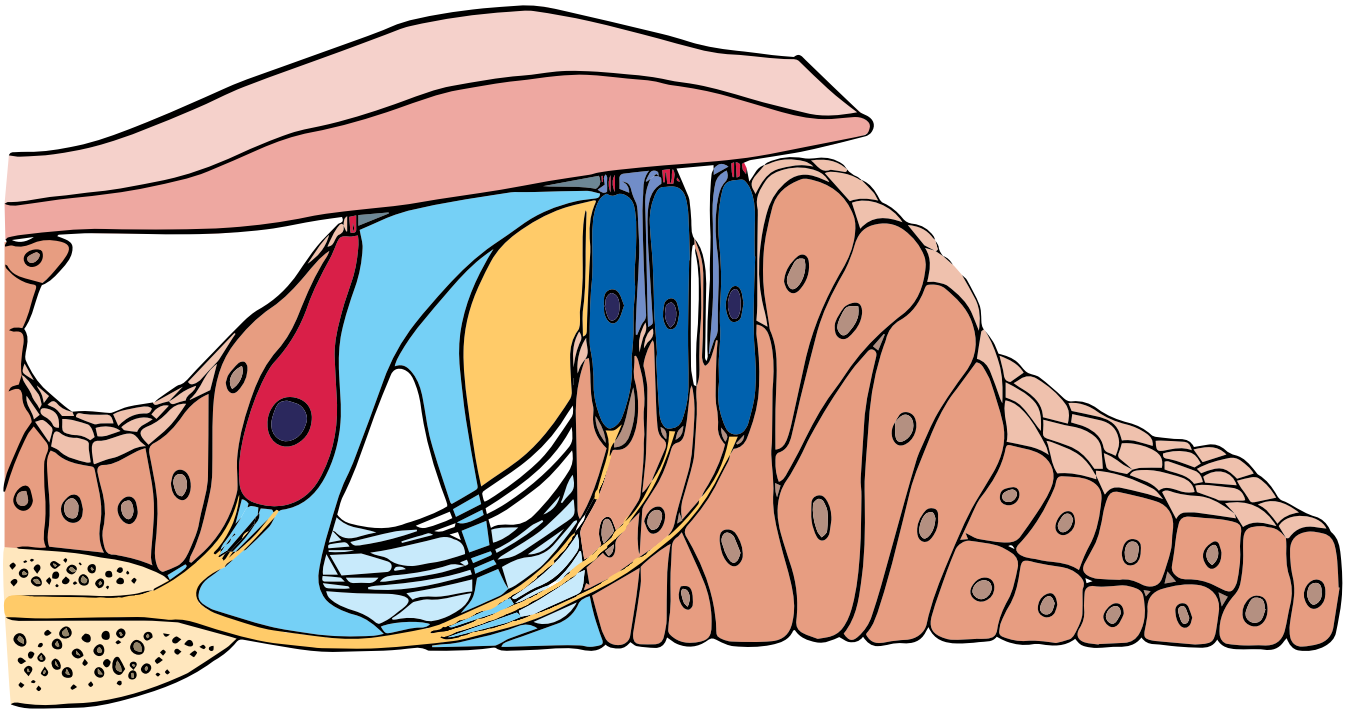
Οι ανατομικές και φυσιολογικές ιδιότητες του εξωτερικού και μέσου αυτιού συμβάλλουν στη διαμόρφωση της ιδιοσυχνότητας του αυτιού, που επιτρέπει σε ήχους συγκεκριμένων συχνοτήτων να περνούν πιο εύκολα στο έσω αυτί. **Η φυσιολογική ιδιοσυχνότητα του έξω ακουστικού πόρου είναι 3500Hz, ενώ αυτή του μέσου αυτιού είναι 800Hz**. Η τυμπανική μεμβράνη επιτρέπει την αποτελεσματικότερη μεταφορά ήχων από 800 έως και 1600 Hz. Η ακουστική αλυσίδα μεταφέρει πιο αποτελεσματικά ήχους από 500 έως και 2000 Hz. Συνολικά οι ήχοι που μεταφέρονται με μεγαλύτερη ευαισθησία προς το εσωτερικό αυτί είναι από 500 έως και 4000 Hz. Οι συχνότητες αυτές είναι οι πιο σημαντικές στην καθημερινή ομιλία. **Για ήχους 3000Hz που εισέρχονται στο αυτί υπάρχει αύξηση (ακουστικό κέρδος) έντασης κατά 15dB και για ήχους από 2000 έως 5000 Hz η αύξηση είναι μικρότερη (10dB).** Οι αυξήσεις στην ένταση των ήχων που εισέρχονται στο ανθρώπινο αυτί είναι αποτέλεσμα των ακουστικών χαρακτηριστικών κυρίως του εξωτερικού αυτιού. Τα ακουστικά χαρακτηριστικά του εξωτερικού αυτιού είναι ένας από τους κύριους λόγους που η βαρηκοΐα λόγω θορύβου (θορυβογενής βαρηκοΐα) ξεκινάει από την περιοχή των 4000Hz, όπου παρατηρείται σημαντική πτώση του ακουστικού ουδού στο τονικό ακουόγραμμα (εξέταση ακοής).

Ιδιοσυχνότητα

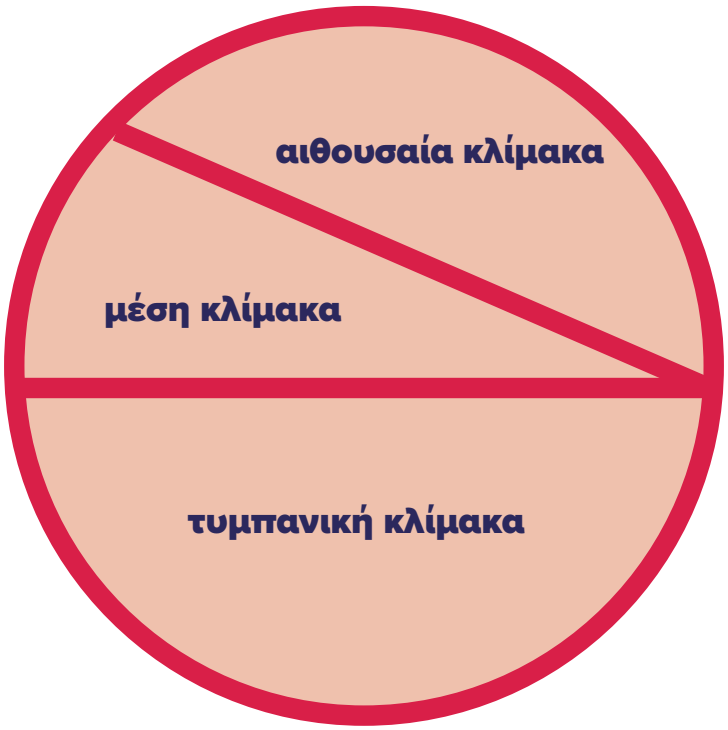
Έξω ακουστικός πόρος	8000Hz στα βρέφη
	3500Hz στον ενήλικα

Το ακουστικό κέρδος των 10-15 dB που προσφέρει το εξωτερικό αυτί για συχνότητες από 3000 έως και 5000Hz είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για τον εντοπισμό και την αναγνώριση ήχων χαμηλής ακουστικής ενέργειας και υψηλών συχνοτήτων όπως τα σύμφωνα. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε πως για τα βρέφη η ιδιοσυχνότητα του έξω ακουστικού πόρου είναι 8000Hz και μειώνεται καθώς μεγαλώνουν φτάνοντας στην τιμή των ενηλίκων (3500Hz) όταν γίνουν 2,5 ετών. Το μέσο αυτί μεταφέρει προς το έσω αυτί τους ήχους με πολύ μεγάλη πιστότητα και είναι χαρακτηριστικό πως δεν παρατηρείται παραμόρφωση του ήχου ακόμα και για εντάσεις που ξεπερνούν τα 130dB SPL. Ο άνθρωπος δεν εντοπίζει, ούτε αναγνωρίζει ήχους μεγαλύτερους από 20KHz καθώς οι ήχοι αυτών των συχνοτήτων δεν μεταφέρονται με επιτυχία από το μέσο αυτί στον κοχλία (έσω αυτί) λόγω ανατομοφυσιολογίας του.

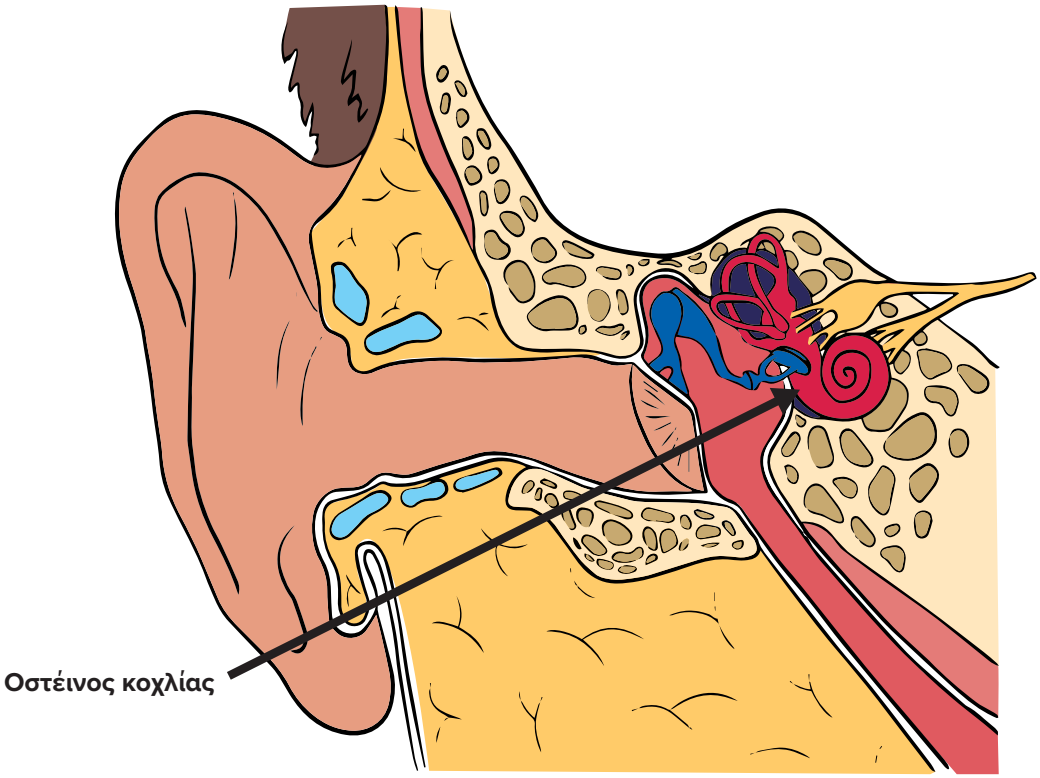
Ο κοχλίας στο εσωτερικό αυτί περιλαμβάνει τα βασικά αισθητικά κύτταρα, τα οποία ονομάζονται τριχωτά κύτταρα και διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τα έξω και τα έσω τριχωτά κύτταρα. Ο ανθρώπινος κοχλίας είναι ένας οστέινος σωλήνας σε σπειροειδή περιτύλιξη 2 & 3/4, έχει μήκος 35mm και διακρίνεται στην αιθουσαία κλίμακα, στη μέση κλίμακα (ή κοχλιακό πόρο) και στην τυμπανική κλίμακα.



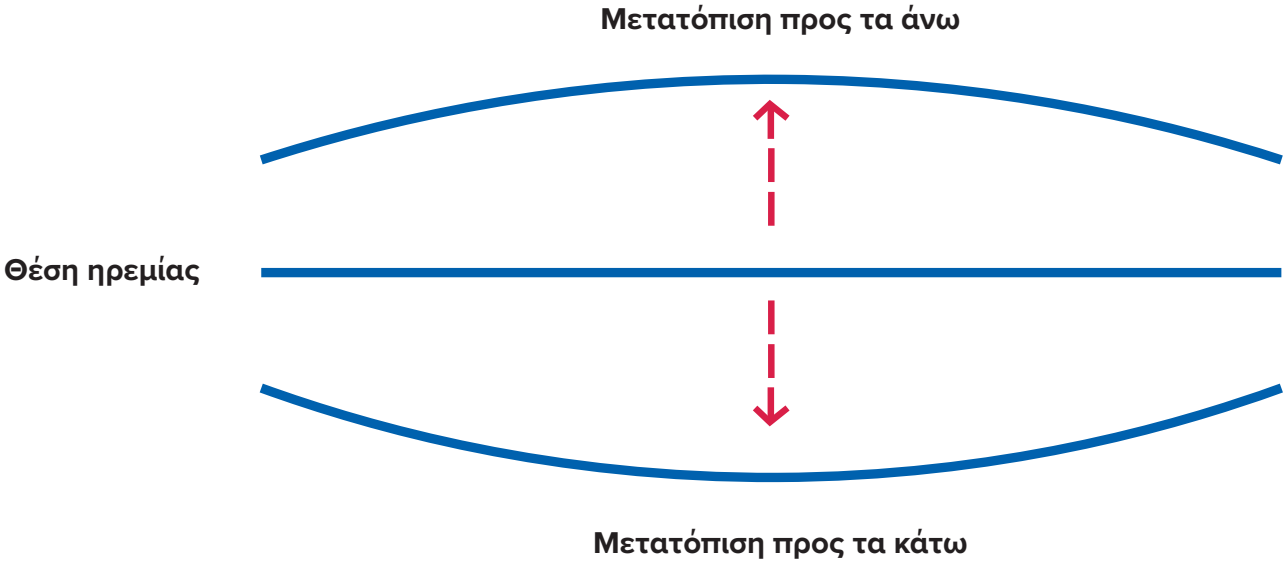
Όργανο του Corti



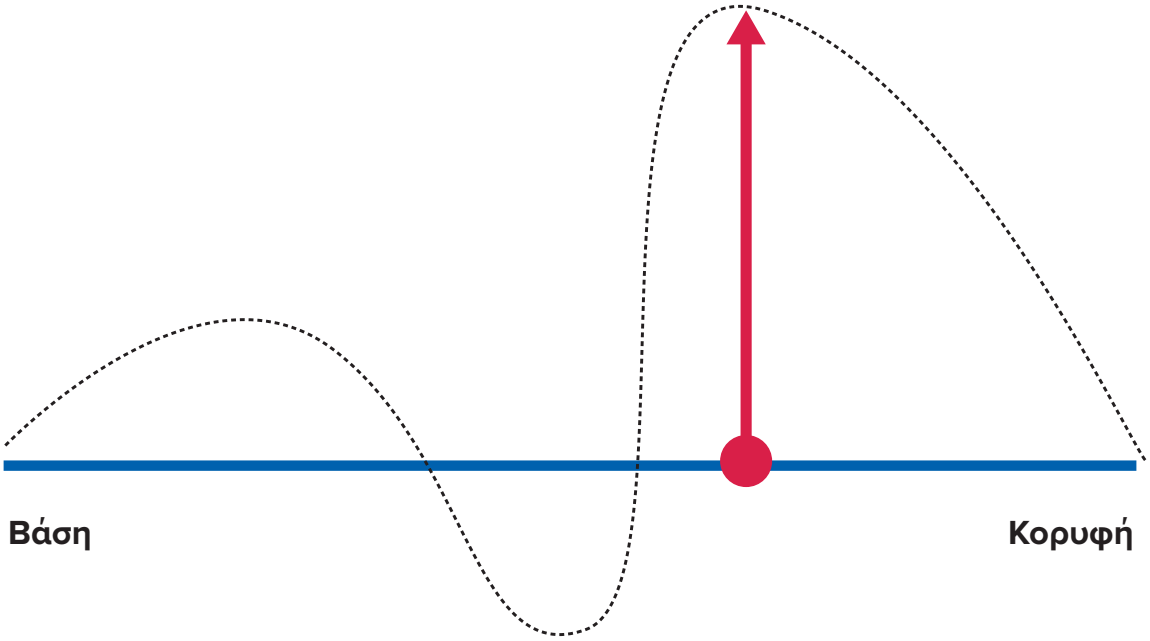
Σχηματική αναπαράσταση διατομής του κοχλία με τους τρεις χώρους (κλίμακες) των ενδοκοχλιακών υγρών. Μέσα στον κοχλιακό πόρο (μέση κλίμακα) βρίσκεται το όργανο του Corti, το οποίο επικάθεται στην βασική μεμβράνη.



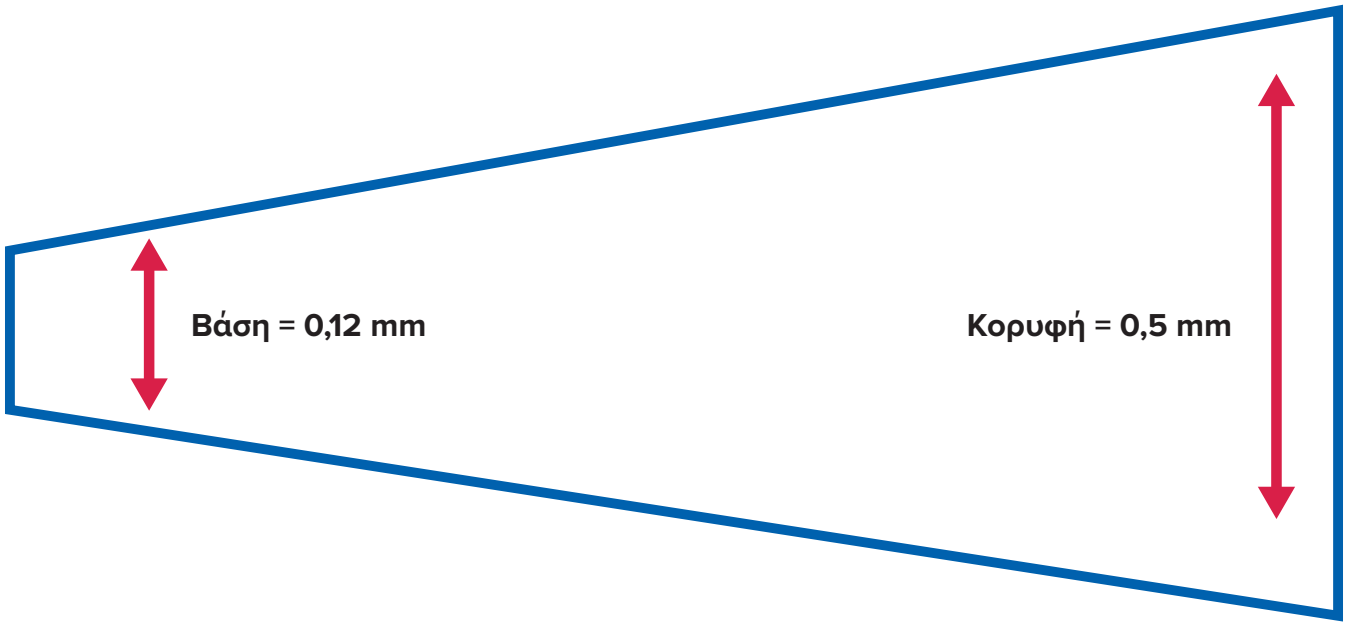
Η ακουστική ενέργεια εισέρχεται στον κοχλία ως αποτέλεσμα της κίνησης της βάσης του αναβολέα πάνω στην ωοειδή θυρίδα και μεταφέρεται στην περίλεμφο της αιθουσαίας κλίμακας. **Ως αποτέλεσμα της ταλάντωσης του αναβολέα λόγω ακουστικής ενέργειας πραγματοποιείται μετατόπιση της βασικής μεμβράνης** (η βασική μεμβράνη χωρίζει τον κοχλιακό πόρο από την τυμπανική κλίμακα).



Η μετατόπιση γίνεται με την μορφή ταξιδεύοντος κύματος (traveling wave).



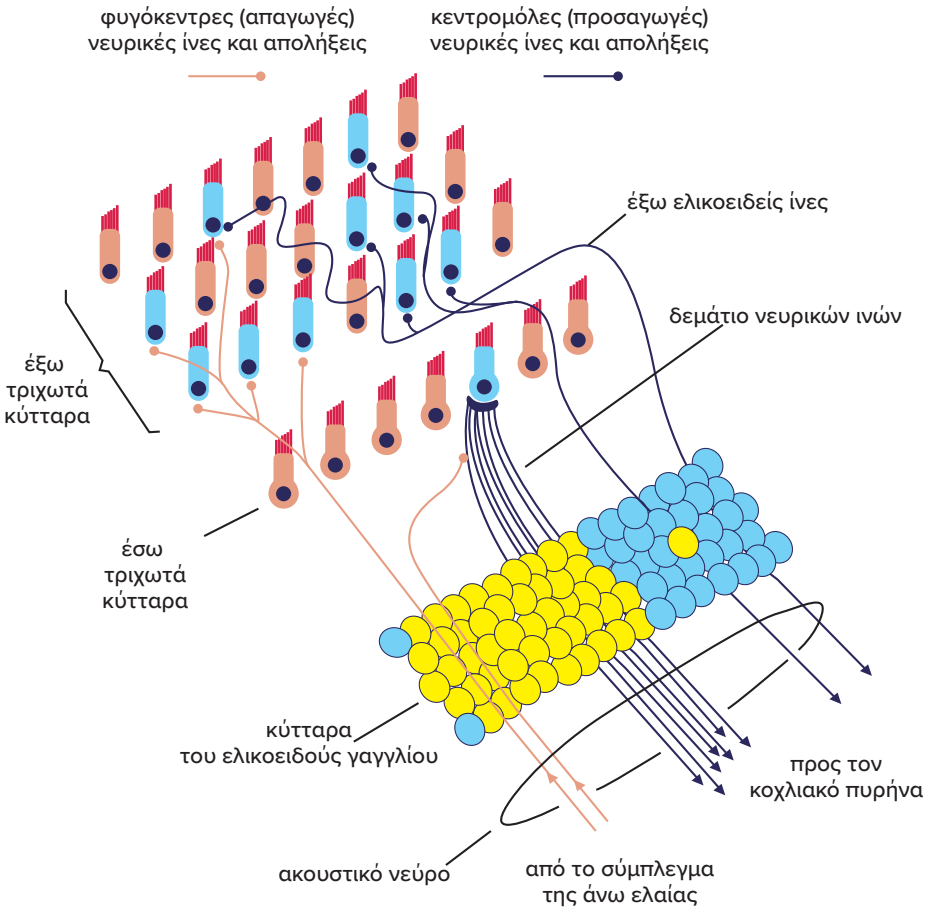
Η βασική μεμβράνη έχει εύρος 0,12mm στη βάση του κοχλία και αυξάνεται φτάνοντας τα 0,5mm στην κορυφή.



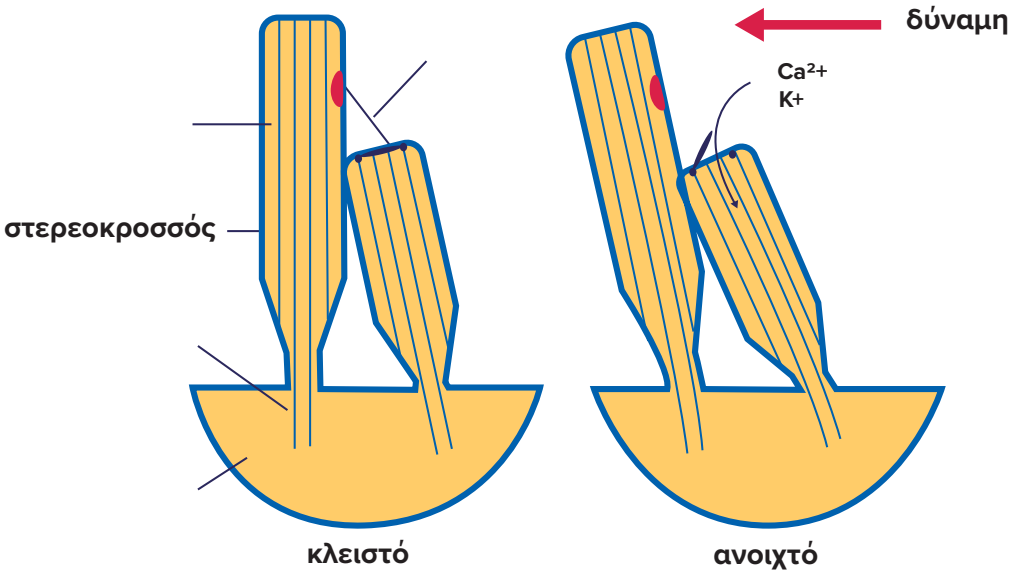
Η βασική μεμβράνη όπως θα φαινόταν από πάνω και σε σχηματική αναπαράσταση ευθειασμού της ελικοειδούς της πορείας στον κοχλία. Επισημαίνεται η διαφορά εύρους ανάμεσα στην βασική και την κορυφαία περιοχή της.

Η μέγιστη μετατόπιση της βασικής μεμβράνης διαφέρει ανάλογα με την συχνότητα του ακουστικού ερεθίσματος. Ταξιδεύοντα κύματα που παράγονται από ήχους υψηλών συχνοτήτων (10KHz) έχουν μέγιστη μετατόπιση κοντά στη βάση του κοχλία, ενώ ταξιδεύοντα κύματα που παράγονται από ήχους χαμηλών συχνοτήτων (125Hz), έχουν μέγιστη μετατόπιση κοντά στην κορυφή του κοχλία. Μόνο τα ταξιδεύοντα κύματα, που παράγονται από χαμηλές συχνότητες μπορούν να ταξιδέψουν σε όλο το μήκος της βασικής μεμβράνης. Η μελέτη του ταξιδεύοντος κύματος από τον Bekesy είχε οδηγήσει στην αντίληψη ότι ο κοχλίας

μπορεί να μεταφέρει αδρά τα χαρακτηριστικά των ακουστικών ερεθισμάτων. Με βάση τα πειραματικά του δεδομένα συγκεκριμένες συχνότητες ήχων διέγειραν εκτεταμένες περιοχές της βασικής μεμβράνης (αδρό χόρδισμα). **Σήμερα γνωρίζουμε ότι ο κοχλίας παρουσιάζει μεγάλη ακρίβεια στην απεικόνιση και μεταφορά των ακουστικών χαρακτηριστικών μέσω του φαινομένου του κοχλιακού ενισχυτή.** Ο κοχλιακός ενισχυτής στηρίζεται στις μηχανικές ιδιότητες του κοχλία και οδηγεί σε μεγάλη ακρίβεια ως προς την ταξινόμηση συχνοτήτων των εισερχόμενων ήχων. Πρόκειται για τη δραστηριότητα των έξω τριχωτών κυττάρων που ενισχύει την κίνηση-μετατόπιση της βασικής μεμβράνης σε συχνότητες που βρίσκονται κοντά στη βέλτιστη συχνότητα για την συγκεκριμένη κοχλιακή θέση. **Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται διέγερση περιορισμένων περιοχών της βασικής μεμβράνης από συγκεκριμένες συχνότητες (λεπτό χόρδισμα-fine tuning).** Η συγκεκριμένη ενίσχυση συμβάλλει στην ευαισθησία και ικανότητα του αυτιού να αναγνωρίσει με ακρίβεια συχνότητες ακόμα και σε ιδιαίτερα χαμηλούς σε ένταση ήχους. Η δραστηριότητα αυτή των έξω τριχωτών κυττάρων αποκαλύπτει την ύπαρξη ενεργητικής διαδικασίας στο εσωτερικό αυτί συσχετιζόμενης με την διεργασία της ακοής και μπορεί να μετρηθεί σε κλινικό μη επεμβατικό επίπεδο με την μέθοδο των ωτοακουστικών εκπομπών. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται και για τον έλεγχο της ακοής των νεογνών στο μαιευτήριο. Πάνω στη βασική μεμβράνη βρίσκεται το όργανο του Corti το οποίο αποτελείται από τα έξω και τα έσω τριχωτά κύτταρα, τα στηρικτικά κύτταρα (Deiters, Hensen, Claudius) και τον καλυπτήριο υμένα. Τα έξω και τα έσω τριχωτά κύτταρα παίζουν σημαντικό ρόλο στην μετατροπή της μηχανικής (ακουστικής) ενέργειας σε ηλεκτρική (νευρική) ενέργεια. Τα έξω και έσω τριχωτά κύτταρα παρουσιάζουν μεταξύ τους πολλές διαφορές τόσο μορφολογικές όσο και λειτουργικές. 90-95% της νεύρωσης του κοχλία (στην οποία συμμετέχουν 50.000 νευρώνες) πραγματοποιείται με **απευθείας συνάψεις με τα έσω τριχωτά κύτταρα (νευρώνες τύπου Ι)**. Απαιτούνται 15-20 νευρώνες τύπου Ι για την νεύρωση ενός έσω τριχωτού κυττάρου. Το υπόλοιπο 5-15% της νεύρωσης του κοχλία αφορά τα **έξω τριχωτά κύτταρα** και γίνεται με **νευρώνες τύπου ΙΙ**. Κάθε ένας νευρώνας τύπου ΙΙ διακλαδίζεται προκειμένου να νευρώσει 10 έξω τριχωτά κύτταρα. Εκτός από την προσαγωγό οδό (κεντρομόλος, afferent) που περιγράφηκε υπάρχουν και 1800 απαγωγές ίνες (efferent) προερχόμενες από το ομόπλευρο και ετερόπλευρο σύμπλεγμα της άνω ελαίας που προβάλλουν στον κοχλία.



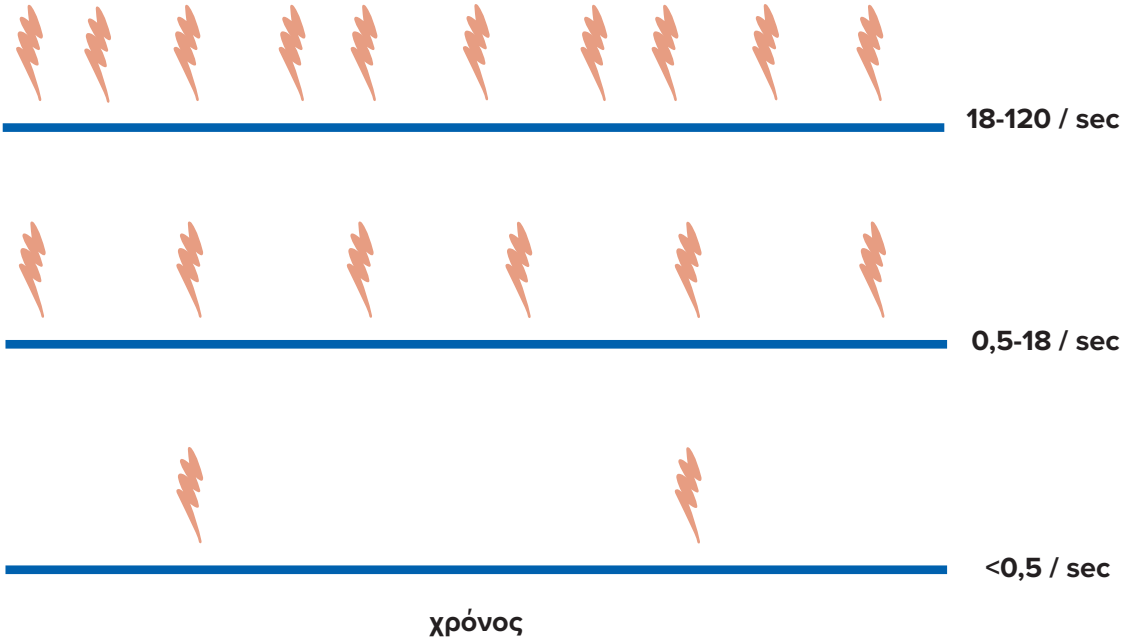
Τόσο τα έξω όσο και τα έσω τριχωτά κύτταρα φέρουν στην κορυφή τους κροσσούς (stereocilia που φαίνονται στο σχήμα της νεύρωσης των κυττάρων αυτών) οι οποίοι συμβάλλουν στην μετατροπή της μηχανικής (ακουστικής) ενέργειας σε ηλεκτρική (νευρική) ενέργεια μέσω της κίνησης τους και της μετατόπισης του καλυπτήριου υμένα. Η εκτροπή των κροσσών των τριχωτών κυττάρων από το ταξιδεύον κύμα ανοίγει και κλείνει κανάλια ιόντων στην κορυφή τους με αποτέλεσμα την είσοδο καλίου στο τριχωτό κύτταρο. Το ρεύμα καλίου προς τα τριχωτά (αισθητικά) κύτταρα προκαλείται από το ενδοκοχλιακό δυναμικό των 80mV το οποίο προστίθεται στο αρνητικό ενδοκυτταρικό δυναμικό των τριχωτών κυττάρων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κινητοποίηση ιόντων ασβεστίου, την ακόλουθη απελευθέρωση νευροδιαβιβαστών και τελικά την ενεργοποίηση του προσαγωγού συστήματος των νευρικών ινών. **Βασικός νευροδιαβιβαστής του προσαγωγού συστήματος της ακοής είναι το γλουταμινικό οξύ και του απαγωγού η ακετυλοχολίνη.**



Η κάμψη των στερεοκροσσών οδηγεί σε διάνοιξη διαύλων διέλευσης ιόντων

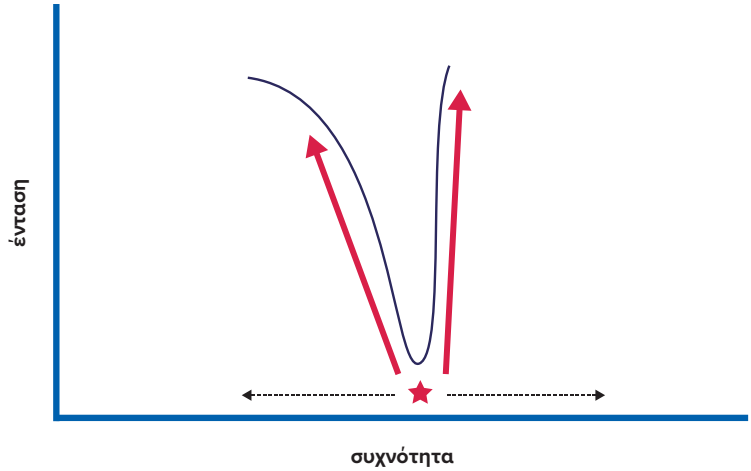
	Έξω τριχωτά κύτταρα	Έσω τριχωτά κύτταρα
Σχήμα	κυλινδρικό	καμπυλωτό σαν φλασκί
Συνολικός αριθμός	12000	3500
Φυγόκεντρος Νεύρωση (απαγωγό σύστημα, efferent)	Έσω άνω ελαία	Έξω άνω ελαία
Κεντρομόλος Νεύρωση (προσαγωγό σύστημα, afferent)	Τύπου II 2100 γαγγλιακά κύτταρα αναλογία τριχωτού κυττάρου προς γάγγλιο 5.7/1	Τύπου I 27000 γαγγλιακά κύτταρα αναλογία τριχωτού κυττάρου προς γάγγλιο 1.8/1
Σχέση με τα στηρικτικά κύτταρα	στήριξη μόνο στην επιφάνεια και την βάση τους	πλήρης στήριξη σε όλη την επιφάνεια τους
Μετασυναπτικός στόχος	βάση του τριχωτού κυττάρου	προσαγωγοί δενδρίτες

Το ακουστικό νεύρο αποτελείται από περίπου 30.000 νευρικές ίνες στον άνθρωπο, οι οποίες εκπολώνονται με τα δυναμικά ενέργειας (action potentials) κωδικοποιώντας τις ακουστικές πληροφορίες προκειμένου αυτές να γίνουν αντιληπτές. Τα δυναμικά ενέργειας θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως η γλώσσα του νευρικού συστήματος που συμβάλλει στην μετάδοση πληροφοριών. Οι νευρικές ίνες διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες με βάση τον ρυθμό της αυτόματης εκπόλωσης (εκπόλωση χωρίς την ύπαρξη ακουστικού ερεθίσματος): υψηλές (18-120 κορυφές το δευτερόλεπτο), μεσαίες (0,5-18 κορυφές το δευτερόλεπτο) και χαμηλές (0-0,5 κορυφές το δευτερόλεπτο).



Οι νευρικές ίνες με υψηλό ρυθμό αυτόματης δραστηριότητας (πιο ευαίσθητες) απαντούν στα ακουστικά ερεθίσματα σε χαμηλότερα επίπεδα έντασης απ' ότι οι νευρικές ίνες με μεσαίο ή χαμηλό ρυθμό αυτόματης δραστηριότητας. Οι νευρικές ίνες με υψηλό ρυθμό αυτόματης δραστηριότητας διαθέτουν δενδρίτες με αυξημένο πάχος, οι οποίοι καταλήγουν στα πλάγια των έσω τριχωτών κυττάρων απέναντι από τα έξω τριχωτά κύτταρα. Οι νευρικές ίνες με χαμηλό ή μεσαίο ρυθμό αυτόματης δραστηριότητας διαθέτουν δενδρίτες με μικρό πάχος και κατάληξη στα πλάγια των έσω τριχωτών κυττάρων απέναντι από τον κεντρικό άξονα του κοχλία (modiolus).

Οι νευρικές ίνες με υψηλό ρυθμό αυτόματης δραστηριότητας καταλήγουν σε διαφορετικά σημεία στο κεντρικό ακουστικό νευρικό σύστημα από ότι αυτές με χαμηλό ρυθμό. Φαίνεται πως η αυτόματη δραστηριότητα των νευρικών ινών δεν είναι τυχαία, αλλά παρουσιάζει ανατομικά και φυσιολογικά στοιχεία με συγκεκριμένη σημασία. Η βασική μέτρηση της λειτουργίας του ακουστικού νεύρου είναι η διακύμανση στη δραστηριότητα (tuning curve) μιας ακουστικής νευρικής ίνας ως απόκριση σε ηχητικό ερέθισμα.



Απεικόνιση της καμπύλη χορδισμού (tuning curve) μιας ακουστικής νευρικής ίνας. Η καμπύλη υποδεικνύει τις εντάσεις που απαιτούν οι διάφορες συχνότητες για να ερεθίσουν μία ακουστική νευρική ίνα. Ο αστερίσκος επισημαίνει την συχνότητα που προκαλεί διέγερση της συγκεκριμένης νευρικής ίνας με την ελάχιστη ενέργεια (ένταση). Η συχνότητα αυτή είναι η βέλτιστη και ονομάζεται χαρακτηριστική συχνότητα (characteristic frequency). Αποτελεί έκφραση της τονοτοπικής οργάνωσης του ακουστικού συστήματος. Συχνότητες μικρότερες ή μεγαλύτερες της χαρακτηριστικής (οριζόντια στικτά μαύρα βέλη) απαιτούν μεγαλύτερη ενέργεια (ένταση) για να την διεγείρουν (ανερχόμενα κόκκινα βέλη). Μεγαλύτερη απομάκρυνση από την χαρακτηριστική συχνότητα (αστερίσκος) απαιτεί και μεγαλύτερη ενέργεια.

Βλάβη (προσωρινή ή μόνιμη) στα τριχωτά κύτταρα μπορεί να οδηγήσει σε δραματικές αλλαγές ως προς την διακύμανση της δραστηριότητας της νευρικής ίνας, ακόμα κι όταν αυτή εντοπίζεται μόνο στους κροσσούς των αισθητικών (τριχωτών) κυττάρων. Οι αλλαγές αυτές μπορεί να είναι αύξηση του ουδού της ίνας, (δηλαδή, απαιτείται μεγαλύτερη ένταση ήχου για να διεγερθεί η νευρική ίνα) διεύρυνση της μπάντας συχνοτήτων στις οποίες ενεργοποιείται (δηλαδή, η ίνα διεγείρεται ευκολότερα και από συχνότητες αρκετά μικρότερες ή μεγαλύτερες της βέλτιστης ή χαρακτηριστικής συχνότητας), διπλακουσία (δηλαδή, ο ίδιος ήχος ακούγεται σαν διαφορετικός στο δεξί και αριστερό αυτί). Το δυναμικό εύρος των περισσότερων ακουστικών νευρικών ινών είναι της τάξης των 30dB από το επίπεδο του ουδού δραστηριότητας στο επίπεδο του κορεσμού. Κορεσμός είναι το σημείο στο οποίο αύξηση της έντασης του ερεθίσματος δεν προκαλεί περαιτέρω αύξηση της δραστηριότητας της νευρικής ίνας. Ένα από τα χαρακτηριστικά στοιχεία στην νευροαισθητήρια βαρηκοΐα είναι η μετάβαση από ήχους που δεν διακρίνονται ικανοποιητικά σε ήχους που γίνονται αντιληπτοί ως ιδιαίτερα δυνατοί (**το φαινόμενο loudness recruitment**). Το φαινόμενο είναι δύσκολο να εξηγηθεί με βάση την θεώρηση ότι η ακουστότητα (loudness) (δηλαδή, το πόσο δυνατοί ή σιγανοί μας φαίνονται οι ήχοι) είναι αποτέλεσμα της συνολικής δραστηριότητας του ακουστικού νεύρου. Αυτό που συμβαίνει στις περιπτώσεις νευροαισθητήριας βαρηκοΐας με το φαινόμενο ακουστότητας recruitment είναι **η κατάργηση της σταδιακής ενεργοποίησης ολοένα και μεγαλύτερου αριθμού ακουστικών νευρικών ινών και η απότομη ενεργοποίηση του ίδιου (μεγάλου) αριθμού ινών πάνω από ένα επίπεδο έντασης που οδηγεί τον βαρήκοο να βιώνει την απότομη εμφάνιση μεγάλης ακουστότητας εκεί που ο άνθρωπος με φυσιολογική ακοή βιώνει την σταδιακή αύξηση της έντασης με κατάληξη στο ίδιο επίπεδο ακουστότητας.**

Κεντρικό ακουστικό νευρικό σύστημα

Το κεντρικό ακουστικό νευρικό σύστημα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο ως προς τις συνδέσεις ανάμεσα στις ανατομικές δομές του και την λειτουργικότητα του. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος που γνωρίζουμε λιγότερα για την επιμέρους και συνδυαστική λειτουργία των δομών του απ' ότι για το περιφερικό ακουστικό νευρικό σύστημα. Το σύνολο των προσαγωγών ινών του ακουστικού νεύρου σταματούν στο επίπεδο του **κοχλιακού πυρήνα** μέσα στον οποίο υπάρχουν πέντε διακριτές μορφές κυττάρων με βάση μορφολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά, όπως απόκριση στην έναρξη του ερεθίσματος, στη λήξη του ερεθίσματος και στην διακύμανση της συχνότητας του. Οι περισσότερες νευρικές ίνες από τον

κοχλιακό πυρήνα περνούν από το στέλεχος του εγκεφάλου στο ετερόπλευρο σύμπλεγμα της άνω ελαίας (**χιασμός των ακουστικών νευρικών ινών**), με ένα μικρό μέρος τους να συνεχίζει στο ομόπλευρο σύμπλεγμα της άνω ελαίας.

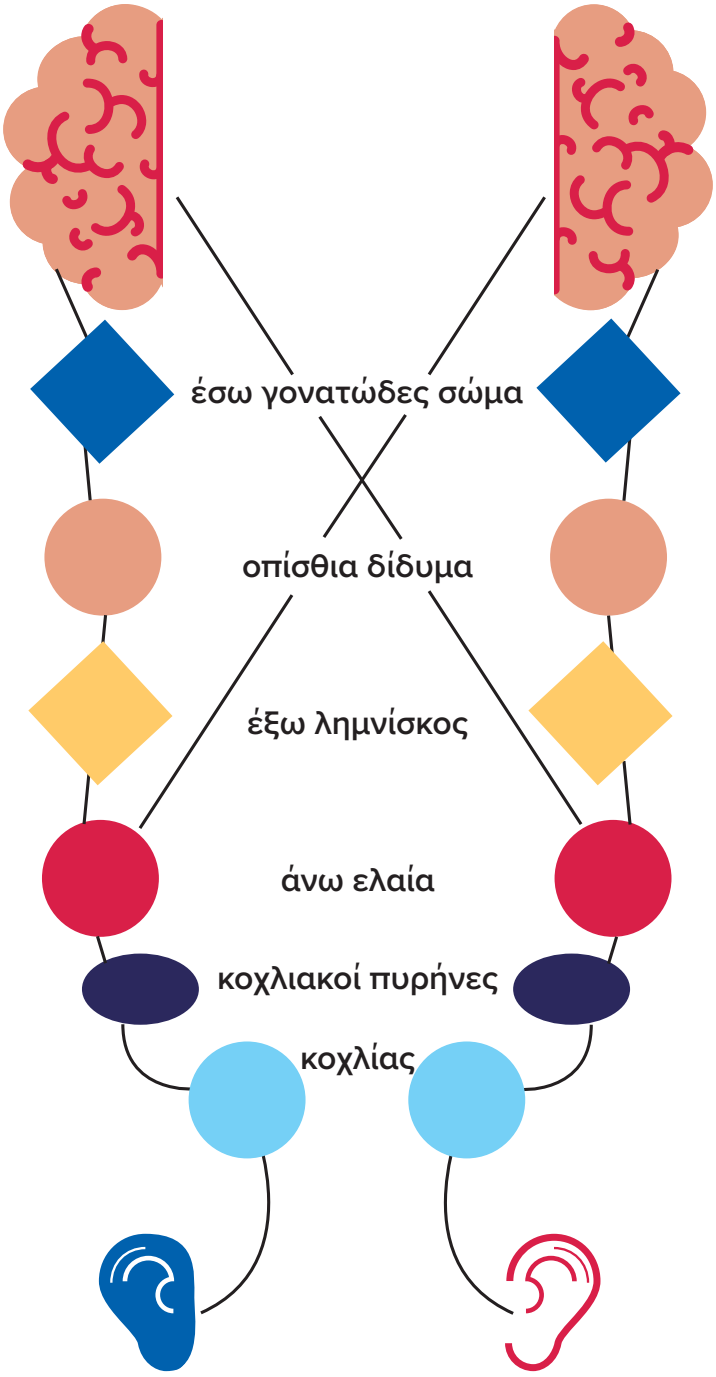
Το **σύμπλεγμα της άνω ελαίας** είναι ο πρώτος σταθμός της ανιούσας ακουστικής νευρικής οδού όπου φτάνουν ακουστικές πληροφορίες και από τα δύο αυτιά. Οι ακουστικοί πυρήνες πάνω από το επίπεδο της άνω ελαίας μπορεί να είναι είτε διεγερτικοί (δηλαδή, υποδέχονται και προωθούν ή ακόμη και ενισχύουν την διέγερση), είτε ανασταλτικοί (δηλαδή, υποδέχονται και εξασθενούν ή αναστέλλουν την προώθηση της διέγερσης) με στοιχεία της ακουστικής πληροφορίας να φτάνουν σε αυτούς και από τα δύο αυτιά. Το σύνηθες μοτίβο είναι η ακουστική πληροφορία που φτάνει στο ετερόπλευρο αυτί να είναι διεγερτική για τα κύτταρα του κεντρικού ακουστικού νευρικού συστήματος, ενώ η ακουστική πληροφορία που φτάνει στο ομόπλευρο αυτί είναι κατασταλτική. Οι χιαζόμενες απαγωγές ίνες που καταλήγουν στα έξω τριχωτά κύτταρα πηγάζουν από την έσω άνω ελαία, ενώ οι μη-χιαζόμενες απαγωγές ίνες που καταλήγουν στα έσω τριχωτά κύτταρα πηγάζουν από την έξω άνω ελαία. Οι πυρήνες της έσω και έξω άνω ελαίας έχουν τονοτοπική οργάνωση και συμβάλλουν στον προσδιορισμό της εντόπισης των ήχων στον χώρο μέσα από τα στοιχεία της διωτικής ακοής. Με τον όρο **τονοτοπία** εννοούμε ότι για κάθε συχνότητα (τόνος) υπάρχει συγκεκριμένο σημείο-περιοχή κωδικοποίησης (τόπος). Η τονοτοπική οργάνωση αναδεικνύει την μεγάλη σημασία των συχνοτήτων του ακουστικού σήματος, οι οποίες κωδικοποιούνται σε πολλά επίπεδα με έναρξη από τον κοχλία και με μεγάλη ακρίβεια σε όλο το μήκος της κεντρικής ακουστικής νευρικής οδού. **Χαρακτηριστική λειτουργία του συμπλέγματος της άνω ελαίας (μέσω του ελαιοκοχλιακού δεματίου) φαίνεται να είναι η ελάττωση της ευαισθησίας σε κανάλια συχνοτήτων για ηχητικές πηγές που ο ακροατής δεν παρακολουθεί με προσοχή.** Με τον τρόπο αυτό επιτρέπεται να ξεχωρίσει η ευαισθησία των καναλιών συχνοτήτων για ηχητικές πηγές στις οποίες ο ακροατής δίνει προσοχή.

Τα **οπίσθια διδύμια** είναι ο επόμενος ιδιαίτερα πολύπλοκος πυρήνας αποτελούμενος από δεκαοκτώ διαφορετικά είδη κυττάρων και πέντε διακριτές περιοχές εξειδίκευσης. Οι λειτουργίες του είναι ποικίλες από διάκριση συχνοτήτων και έντασης μέχρι προσδιορισμό ακουστότητας και συμβολή στην διωτική ακοή (ακοή με συνδυασμό ακουστικών πληροφοριών και από τα δύο αυτιά). Οι χιαζόμενες νευρικές ίνες από την έξω άνω ελαία είναι διεγερτικές, ενώ οι μη χιαζόμενες είναι ανασταλτικές γεγονός που οδηγεί στην ενίσχυση των ακουστικών πληροφοριών στα ετερόπλευρα οπίσθια διδύμια. Οι συνδέσεις του οπίσθιου πυρήνα του έξω λημνίσκου είναι οργανωμένες με αντίστοιχο τρόπο με την διαφορά ότι οι χιαζόμενες ίνες είναι αυτές με την ανασταλτική λειτουργία με τελικό αποτέλεσμα η ενίσχυση της ετερόπλευρης οδού κεντρικά στο ακουστικό νευρικό σύστημα να παραμένει. Η κύρια λειτουργία τους φαίνεται να είναι **η μεγάλη ευαισθησία στη δυναμική καταγραφή των χαρακτηριστικών των ακουστικών ερεθισμάτων** (με αλλαγές στο χώρο και τον χρόνο).

Το **έσω γονατώδες σώμα** του θαλάμου είναι ο τελευταίος πυρήνας που στέλνει νευρικές ίνες στον ακουστικό φλοιό. Ο κύριος πυρήνας του έχει νευρικά κύτταρα με διάταξη σε στοιβάδες. Η καθεμία στοιβάδα είναι σε αντιστοιχία με συγκεκριμένη κοχλιακή περιοχή και παρουσιάζει τονοτοπική διάταξη. Η **έμφαση στην αντιπροσώπευση των συχνοτήτων** είναι έντονη και σε αυτή την ανατομική περιοχή του ακουστικού νευρικού συστήματος. Το έσω γονατώδες σώμα περιέχει **νευρικά κύτταρα με διαφορετικά χαρακτηριστικά ως προς την κωδικοποίηση της εισερχόμενης ακουστικής πληροφορίας**. Διαθέτει νευρικά κύτταρα με λανθάνοντες χρόνους βραχείας διάρκειας και με επικέντρωση σε συγκεκριμένη τονική συχνότητα, αλλά και νευρικά κύτταρα με αντίδραση σε ευρύτερες μπάντες συχνοτήτων, με μεγάλους λανθάνοντες χρόνους απόκρισης και με αντιδράσεις εξοικείωσης που σε πολλές περιπτώσεις δεν παρουσιάζουν κανονικότητα. Φαίνεται πως η ύπαρξη των διαφορετικών αυτών νευρικών κυττάρων συμβάλλει στην μεγάλη ευαισθησία σε ήχους με συγκεκριμένα ξεκάθαρα χαρακτηριστικά, αλλά και στην **δυνατότητα απόκρισης του κεντρικού ακουστικού νευρικού συστήματος με βάση την εμπειρία και εξοικείωση σε ακουστικά ερεθίσματα** με πιο ελαστικούς τρόπους από την λεπτομερή αποκωδικοποίηση των φυσικών χαρακτηριστικών του.

Ο **ακουστικός φλοιός** βρίσκεται στον κροταφικό λοβό και χωρίζεται σε διαφορετικές περιοχές με βάση την αρχιτεκτονική, την ύπαρξη ή όχι τονοτοπίας και την ύπαρξη συνδέσεων με τον θάλαμο και άλλες

περιοχές του εγκεφάλου. **Οι τονοτοπικά οργανωμένες περιοχές συνδέονται με τον θάλαμο** μέσω του κύριου πυρήνα του έσω γονατώδους σώματος και δημιουργούν τον πρωτογενή ακουστικό φλοιό. **Οι μη-τονοτοπικά οργανωμένες περιοχές συνδέονται με τους περιφερικούς πυρήνες του έσω γονατώδους σώματος.** Οι θαλαμο-φλοικές συνδέσεις είναι σημαντικές και δημιουργούν μια κλειστή σύνδεση (loop) ανάμεσα στον μεσεγκέφαλο, τον θάλαμο και τον φλοιό. Η κλειστή αυτή σύνδεση επιτρέπει την επιλογή ή την ρύθμιση των ακουστικών ερεθισμάτων με βάση την τονοτοπία τους ή άλλα αντιπροσωπευτικά χαρακτηριστικά. Η σύνδεση του εγκεφαλικού φλοιού με τον κοχλία γίνεται και με την **ύπαρξη κατιούσας οδού νευρικών ινών**, γεγονός που συνδέεται άμεσα με το **φαινόμενο top-down** (από τον εγκέφαλο προς το περιφερικό ακουστικό σύστημα) κατά την ακρόαση ηχητικών ερεθισμάτων. Για παράδειγμα το άκουσμα μιας φράσης που δεν ταιριάζει σε μια συγκεκριμένη περίσταση εύκολα θα θεωρηθεί ως αντιληπτικό λάθος γιατί συνειρμικά, γνωστικά, γλωσσικά κέντρα στον εγκέφαλο θα το “διορθώσουν”. Οι τονοτοπικές περιοχές του πρωτογενούς ακουστικού φλοιού είναι οργανωμένες σε παράλληλες λωρίδες νευρικών κυττάρων και η καθεμία από αυτές δέχεται εισερχόμενο σήμα ακουστικής πληροφορίας από συγκεκριμένη περιοχή του κοχλία. Ο τονοτοπικός αυτός χάρτης χαρακτηρίζεται από την **ύπαρξη λωρίδων με ίδια χαρακτηριστική συχνότητα** σε όλα τα στρώματα του φλοιού. Η πλειοψηφία των φλοιικών ακουστικών νευρικών κυττάρων επηρεάζονται από ερεθίσματα και των δύο αυτιών. Υπάρχουν **ομάδες κυττάρων** στον φλοιό που επηρεάζονται από ερεθίσματα με βάση την **καταστολή** της διωτικής αλληλεπίδρασης ή με βάση την **άθροιση** της και φαίνεται να συνδέονται με την ικανότητα του ακουστικού συστήματος **να εντοπίσει αν ένας ήχος έρχεται από μια πλευρά ή βρίσκεται στη μέση γραμμή.** Η οργάνωση της χωρικής επεξεργασίας των ηχητικών πηγών κοντά στη μέση γραμμή εξαρτάται και από τα δύο αντιληπτικά κανάλια (δεξιό και αριστερό), ενώ η χωρική επεξεργασία στη μία ή την άλλη πλευρά του ακουστικού φλοιού εξαρτάται από ένα από τα δύο αντιληπτικά κανάλια. **Η αντίληψη ομιλίας σε θόρυβο (ελεύθερου πεδίου) οδηγεί σε αντιληπτικό όφελος 1,8dB όταν η ομιλία και ο θόρυβος είναι στο ίδιο ακουστικό πεδίο, ενώ σε όφελος 8,6 dB όταν βρίσκονται σε διαφορετικό, όταν η μεταξύ τους (ομιλία/θόρυβος) γωνία είναι 90 μοίρες**. Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι είναι πιο εύκολη η διάκριση/αντίληψη της ομιλίας σε θόρυβο, όταν ο θόρυβος έρχεται από άλλο σημείο στο χώρο. Οι τονοτοπικοί χάρτες στο εγκέφαλο περιγράφουν την χωρική αντιπροσώπευση των ακουστικών ερεθισμάτων. Η φλοιική αντιπροσώπευση ενός ηχητικού ερεθίσματος στηρίζεται στο πως διανέμονται οι νευρικές απαντήσεις ως αποτέλεσμα της αντίληψης του ερεθίσματος στο χώρο και στον χρόνο μέσα στον εγκεφαλικό φλοιό.



Σχηματική αναπαράσταση της σύνδεσης περιφερικού ακουστικού συστήματος με το κεντρικό ακουστικό νευρικό σύστημα (ΚΑΝΣ) και των πιο σημαντικών συνδέσεων ανάμεσα στις διάφορες απεικονιζόμενες δομές του ΚΑΝΣ. Οι συνδέσεις στην πραγματικότητα είναι περισσότερες (το σχήμα έχει τις πιο βασικές).

Γλωσσάρι

Συχνότητα: Ο αριθμός των επαναλήψεων ενός απλού τόνου σε ένα δευτερόλεπτο. Η μονάδα μέτρησης είναι το Hertz (Hz). Για παράδειγμα, ένας τόνος 1000Hz επαναλαμβάνεται 1000 φορές σε ένα δευτερόλεπτο. Ήχοι χαμηλών συχνοτήτων είναι π.χ. οι χοντροί (μπάσοι) ήχοι, ήχοι υψηλών συχνοτήτων είναι οι λεπτοί (πρίμοι) ήχοι. Μια ανδρική φωνή είναι συνήθως πιο χοντρή (μπάσα) από μια γυναικεία (λεπτή, πρίμα).

Μήκος κύματος: Η απόσταση στον χώρο που διανύει η κάθε επανάληψη του τόνου. Δίνεται από την εξίσωση μήκος κύματος=ταχύτητα του ήχου/συχνότητα. Η ταχύτητα του ήχου εξαρτάται από το μέσο μεταφοράς του (στερεά, υγρά, αέρια) και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (υψόμετρο, θερμοκρασία κλπ). Ως συνήθης τιμή για την μετάδοση του στον αέρα λαμβάνεται η τιμή 340 μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Για παράδειγμα, ένας ήχος με πολύ χαμηλή συχνότητα π.χ.. 34Hz έχει μήκος κύματος=340/34=10 μέτρα! Δηλαδή, ένας κύκλος του ολοκληρώνεται σε μια απόσταση 10 μέτρων. Αντίθετα, ένας ήχος υψηλής συχνότητας π.χ.. 3400Hz έχει μήκος κύματος 340/3400=0,1 μέτρο=10 εκατοστά! Δηλαδή, ένας κύκλος του ολοκληρώνεται σε μια απόσταση 10 εκατοστών. Από τα προαναφερόμενα συμπεραίνεται ότι ήχοι υψηλής συχνότητας έχουν μικρό μήκος κύματος, ενώ ήχοι χαμηλής συχνότητας έχουν μεγάλο μήκος κύματος. Το μήκος κύματος έχει πολύ μεγάλη σημασία για την αλληλεπίδραση των ηχητικών κυμάτων με αντικείμενα του χώρου μέσα στον οποίο διαδίδονται.

Decibel (dB): Λογαριθμική μονάδα με την οποία συγκρίνεται η ένταση ή η ηχητική πίεση ενός ήχου με μια τιμή αναφοράς.

Ουδός: Ως γενική έννοια στις επιστήμες της ακοής είναι το ελάχιστα αντιληπτό μέγεθος. Κατά την διενέργεια της τονικής ακουομετρίας η έννοια εξειδικεύεται και σημαίνει την ελάχιστη αντιληπτή από τον εξεταζόμενο ένταση ενός ηχητικού ερεθίσματος. Κατά την μελέτη της χρονικής επεξεργασίας με την μέθοδο ανίχνευσης των κενών σε ένα ερέθισμα θορύβου η έννοια εξειδικεύεται και σημαίνει την ελάχιστη αντιληπτή χρονική διάρκεια ενός κενού. Αντίστοιχα εξειδικεύεται η έννοια του ουδού σε άλλες ψυχοακουστικές μετρήσεις όπως η ελάχιστη διακριτή διαφορά έντασης, συχνότητας κλπ.

Τονοτοπία: Η ιδιότητα του ακουστικού συστήματος κατά την οποία συγκεκριμένα σημεία και δομές (τόποι) αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες συχνότητες ήχων (τόνοι). Η αντιστοίχιση αφορά στο ότι οι περιοχές (σημεία-δομές) που αντιστοιχούν για παράδειγμα στις υψηλές συχνότητες εμφανίζουν την ιδιότητα να ενεργοποιούνται (διεγείρονται) στο μέγιστο τους σε αυτές τις συχνότητες, θα λέγαμε πως είναι εξειδικευμένες οι περιοχές αυτές σε αυτές τις συχνότητες. Έχει γενικό χαρακτήρα στο ακουστικό σύστημα και αφορά την περιφερική και κεντρική ακουστικής οδό.

Ακουστότητα (loudness): Η ψυχοακουστική ιδιότητα κατά την οποία προσδίδονται στους ήχους χαρακτήρες από το πολύ σιγανό έως το πολύ δυνατό. Το φυσικό υπόβαθρο της ακουστότητας είναι η ένταση του ήχου. Αύξηση ή μείωση της έντασης ενός ήχου οδηγεί και σε αύξηση ή μείωση της ακουστότητας. Ωστόσο, ένταση και ακουστότητα δεν ταυτίζονται. Η ένταση είναι φυσικό μέγεθος, το οποίο μπορεί να μετρηθεί με αντικειμενικά όργανα, ενώ η ακουστότητα αντιστοιχεί σε υποκειμενική εμπειρία του παρατηρητή και μετριέται με πειράματα Ψυχοακουστικής. Μονάδα μέτρησης της ακουστότητας είναι το sone. Για παράδειγμα η ίδια ένταση ήχου από ένα κομπρεσέρ μας είναι ανυπόφορη ενώ από το αγαπημένο μας μουσικό κομμάτι όχι.

Κορεσμός: είναι το σημείο στο οποίο αύξηση της έντασης του ερεθίσματος δεν προκαλεί περαιτέρω αύξηση της δραστηριότητας της νευρικής ίνας. Οι τρεις διαφορετικοί τύποι ακουστικών νευρικών ινών χαρακτηρίζονται και από διαφορετικά επίπεδα κορεσμού. Με αυτό τον τρόπο καθίσταται δυνατή η αντίληψη όλου του δυναμικού εύρους της ακοής, δηλαδή από τον ελάχιστο σε ένταση αντιληπτό ήχο έως τον ανυπόφορα δυνατό.

Ομόπλευρο: Της ίδιας πλευράς. Για παράδειγμα δεξί αυτί, δεξί εγκεφαλικό ημισφαίριο.

Ετερόπλευρο: Της αντίθετης πλευράς. Για παράδειγμα δεξί αυτί, αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο.

Χιασμός: Η ανατομική ιδιαιτερότητα του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος κατά την οποία νευρικές ίνες από την μία πλευρά διέρχονται ή/και συνδέονται στην άλλη. Το πέρασμα από το ομόπλευρο στο ετερόπλευρο.

Διεγερτικός: Προκαλεί ή ενισχύει την διέγερση. Χαρακτηριστική ιδιότητα των νευρώνων.

Κατασταλτικός: Καταστέλλει ή επιτείνει την καταστολή. Χαρακτηριστική ιδιότητα των νευρώνων.

Ελεύθερο πεδίο: Ο όρος «ελευθέρου πεδίου» ως προς την εξέταση της ακοής (π.χ. εξέταση αντίληψης ομιλίας σε θόρυβο) αναφέρεται στις περιπτώσεις όπου ο εξεταζόμενος δεν φορά ακουστικά μέσα από τα οποία ακούει τα ερεθίσματα της εξέτασης (δοκιμασίας), αλλά τα ακούει όλα από ηχεία στο περιβάλλον όπου βρίσκεται π.χ. δωμάτιο ή ηχομονωμένος θάλαμος.

4

Κατηγορίες ακουστικών ελλειμμάτων

Προκειμένου να δηλώσουμε ότι κάποιος έχει έλλειμμα ακοής αναφέρουμε τους όρους βαρηκοΐα ή κώφωση. Στην πραγματικότητα ο όρος κώφωση δηλώνει την απουσία ακοής ή την ύπαρξη ελάχιστης ακουστικής διακριτικής ικανότητας. Ο όρος βαρηκοΐα δηλώνει οποιοδήποτε βαθμό απώλειας ακοής, από την πιο μικρή βαρηκοΐα μέχρι την κώφωση. Με την έννοια αυτή δεν θα έπρεπε να χρησιμοποιούνται μαζί, καθώς ο όρος βαρηκοΐα καλύπτει όλο το φάσμα της απώλειας ακοής. Όταν αναφέρονται μαζί ή επιλέγεται η χρήση μόνο του όρου κώφωση δεν είμαστε ακριβείς και οδηγούμαστε σε παρερμηνείες.

Ένα δεύτερο ζήτημα ορολογίας αφορά στη γενική χρήση του όρου κεντρική απώλεια ακοής ή κεντρική ακουστική διαταραχή όταν η περιφερική ακοή είναι φυσιολογική, αλλά το άτομο παρουσιάζει ελλείμματα ακουστικής αντίληψης στην καθημερινότητα του. Στην κατηγορία αυτή μπορούν να εντα-χθούν τόσο η ΔΑΕ (APD), όσο και το σύνδρομο ακουστικής νευροπάθειας (auditory neuropathy spectrum disorder), η κρυμμένη βαρηκοΐα (hidden hearing loss), η υπερακουσία και η μισοφωνία.

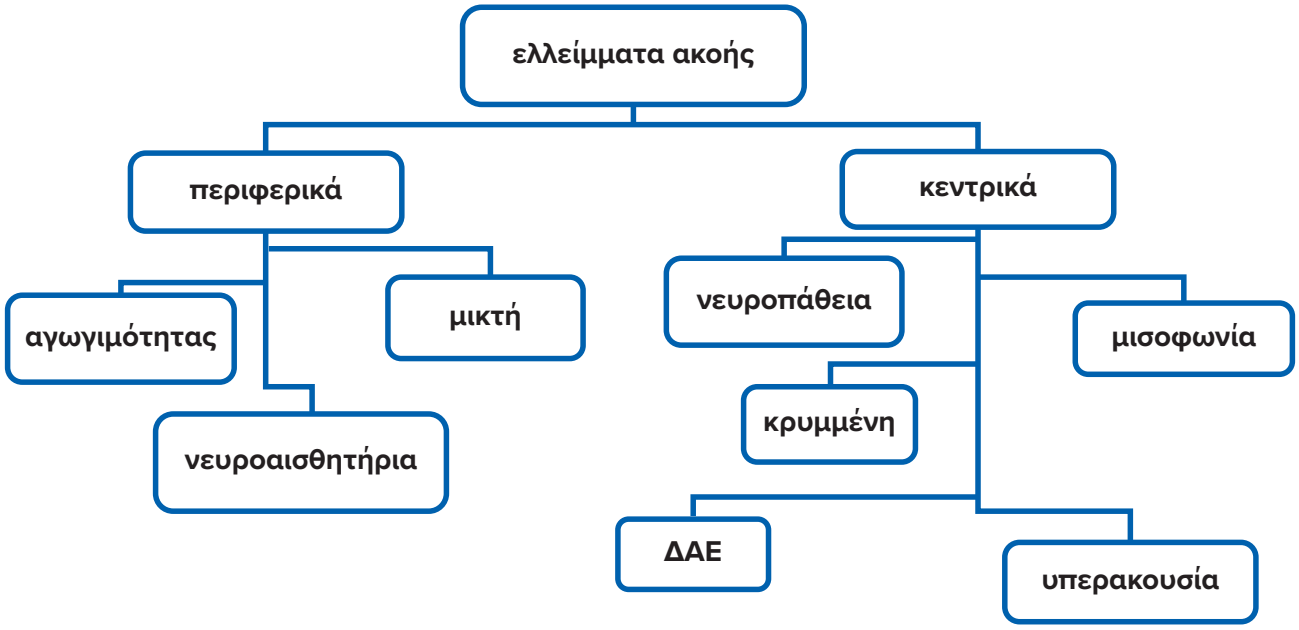
Στα περιφερικά ελλείμματα ανήκουν η βαρηκοΐα αγωγιμότητας, η νευροαισθητήρια βαρηκοΐα και η μικτή βαρηκοΐα.

Η βαρηκοΐα αγωγιμότητας είναι παροδική (μη μόνιμη) και η βλάβη εντοπίζεται στο σύστημα αγωγής του ήχου (έξω και μέσο αυτί). Τέτοιου είδους βαρηκοΐα μπορεί να έχουμε, αν υπάρχει κάποιο εμπόδιο στον έξω ακουστικό πόρο (βύσμα κυψελίδας, ξένο σώμα) ή οίδημα από φλεγμονή που μικραίνει τον πόρο, καθώς και αν υπάρχει οποιοδήποτε πρόβλημα στο μέσο αυτί. Ως προς το μέσο αυτί η πιο συνηθισμένη κατάσταση που μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια ακοής είναι η εκκριτική ωτίτιδα. Η συγκεκριμένη ωτίτιδα οδηγεί σε αρνητική πίεση ή σε εμφάνιση υγρού στο μέσο αυτί. Η παρουσία υγρού σε έναν χώρο που φυσιολογικά περιέχει αέρα αφαιρεί μέρος της εισερχόμενης ακουστικής ενέργειας. Η ιδιαιτερότητα της είναι ότι συνήθως δεν προκαλεί πυρετό με αποτέλεσμα να μπορεί να παραμείνει απαρατήρητη. Η εκκριτική ωτίτιδα, όταν συμβαίνει σε παιδιά πριν την πλήρη ανάπτυξη της ομιλίας, σε παιδιά νηπιακής και πρώτης σχολικής ηλικίας, εφόσον δεν αντιμετωπιστεί έγκαιρα, μπορεί να οδηγήσει σε ΔΑΕ. Η εκκριτική ωτίτιδα, όταν συμβαίνει σε ενήλικες, γίνεται άμεσα αντιληπτή ως ένα βάρος στο αυτί με παράλληλη δυσκολία ακοής και δεν έχει τις ίδιες επιπτώσεις ως προς την ακουστική αντίληψη όπως στα παιδιά. Για να πάρει μια μικρή γεύση ένας ενήλικας από τις δυσκολίες ενός μικρού παιδιού με εκκριτική ωτίτιδα και βαρηκοΐα αγωγιμότητας θα πρέπει να φορέσει ωτοασπίδες για μία εβδομάδα, ενώ βρίσκεται σε χώρα όπου δεν μιλούν την μητρική του γλώσσα, αλλά την γνωρίζει ως ξένη γλώσσα και μπορεί να επικοινωνεί. Σε αυτές τις συνθήκες θα διαπιστώσει ότι έχει μεγάλες δυσκολίες να ακούσει. Λόγω της νευροπλαστικότητας του ακουστικού συστήματος, αν αυτή η κατάσταση παραμείνει χωρίς αντιμετώπιση για μήνες ή χρόνια, η κεντρική ακουστική νευρική οδός διαμορφώνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να οδηγούμαστε σε ΔΑΕ. Αυτό είναι συνηθισμένο στα μικρά παιδιά.

Η νευροαισθητήρια βαρηκοΐα αφορά σε βλάβες στα τριχωτά κύτταρα του κοχλία από τα οποία ξεκινά η αποκωδικοποίηση της ακουστικής πληροφορίας ή πιο σπάνια στο ακουστικό νεύρο. Πρόκειται για μόνιμη βαρηκοΐα η αντιμετώπιση της οποίας ανάλογα με τον βαθμό της γίνεται με ακουστικό βαρηκοΐας (σε κάθε αυτί με βαρηκοΐα) ή με κοχλιακό εμφύτευμα. Ένας από τους τρόπους που μπορεί να προκληθεί βλάβη στα έξω τριχωτά κύτταρα στο έσω αυτί είναι η έκθεση σε ήχους υψηλής έντασης. Είναι γνωστή

ως θορυβογενής βαρηκοΐα (noise-induced hearing loss). Στην πραγματικότητα η βλάβη δεν προκαλείται μόνο από θόρυβο υψηλής έντασης, αλλά από κάθε ήχο υψηλής έντασης. Αυτός θα μπορούσε να είναι το αγαπημένο σας μουσικό κομμάτι, για το οποίο ο εγκέφαλος σας λέει ότι δεν είναι και τόσο δυνατά! Η αίσθηση της έντασης (ακουστότητα) ενός ήχου είναι ψυχοακουστικό φαινόμενο και επομένως υποκειμενικό. Στην ίδια ένταση που το αγαπημένο σας τραγούδι θεωρείτε ότι είναι μια χαρά, αν ακούσετε τον ήχο ενός κομπρεσέρ στον δρόμο θα κλείσετε τα αυτιά σας και θα τρέξετε να τον αποφύγετε. Άλλα αίτια ανάπτυξης της νευροαισθητήριας βαρηκοΐας είναι λοιμώξεις μικροβιακές ή ιογενείς, ελαττωμένη οξυγόνωση, χρήση ωτοτοξικών φαρμάκων, κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις. Τέλος υπάρχει και η ιδιοπαθής νευροαισθητήρια βαρηκοΐα για την οποία δεν γνωρίζουμε πως προκλήθηκε. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα προαναφερόμενα αίτια της νευροαισθητήριας βαρηκοΐας αφορούν την επίκτητη μορφή της. Σημαντικό μέρος όμως της νευροαισθητήριας βαρηκοΐας εμφανίζεται λόγω κληρονομικότητας με την επίδραση διαφόρων γονιδίων. Οι περισσότερες, αλλά όχι όλες οι κληρονομικές βαρηκοΐες εμφανίζονται ήδη κατά την γέννηση και συνιστούν τις λεγόμενες συγγενείς βαρηκοΐες. Η σύγχρονη δυνατότητα έγκαιρου εντοπισμού τους κατά τον προληπτικό έλεγχο των νεογνών κυρίως με τη μέθοδο των ωτοακουστικών εκπομπών μας προσφέρει την δυνατότητα και της έγκαιρης θεραπευτικής παρέμβασης.

Η μικτή βαρηκοΐα αφορά σε συνδυασμό βαρηκοΐας αγωγιμότητας και νευροαισθητήριας βαρηκοΐας.



Κεντρικά ελλείμματα

Στο σύνδρομο ακουστικής νευροπάθειας υπάρχει αποδιοργάνωση στην μεταφορά της ακουστικής πληροφορίας σε κάποιο σημείο της ακουστικής οδού. Το λειτουργικό αποτέλεσμα μπορεί να ποικίλει από φυσιολογική ακουστική οξύτητα μέχρι βαρηκοΐα σοβαρού βαθμού. Οι εξετάσεις δείχνουν καταγραφή ωτοακουστικών εκπομπών με παράλληλη απουσία (ή βαριά παθολογία) ακουστικών προκλητών δυναμικών.

Η κρυμμένη βαρηκοΐα αφορά περιπτώσεις κατά τις οποίες υπάρχει φυσιολογικό τονικό ακουόγραμμα αλλά αναφέρονται προβλήματα ακουστικής αντίληψης από το εξεταζόμενο άτομο. Σύμφωνα με αυτό τον ορισμό θα ήταν εύκολο να προσδιορίσουμε ότι η πιο συχνή μορφή τέτοιου είδους βαρηκοΐας είναι ουσιαστικά η Διαταραχή Ακουστικής Επεξεργασίας. Επιπλέον η συγκεκριμένη διάγνωση της κρυμμένης βαρηκοΐας απαιτεί πολύωρη εξέταση με ηλεκτροφυσιολογικές και ηλεκτροακουστικές μεθόδους σε συνδυασμό με κλινική εμπειρία και κριτική σκέψη και δεν πρέπει να τεθεί χωρίς όλα τα ανωτέρω μόνο με βάση την ύπαρξη αναφερόμενων ελλειμμάτων ακοής επί φυσιολογικού τονικού ακουογράμματος. Επι-

πλέον η τάση ο όρος να χρησιμοποιείται για ελλείμματα υπερ-υψηλών συχνοτήτων δεν είναι ορθή. Με τον όρο υπερ-υψηλές συχνότητες εννοούνται συχνότητες μεγαλύτερες των 8000Hz, που αποτελεί και το ανώτερο μετρήσιμο όριο της συμβατικής τονικής ακουομετρίας.

Η υπερακουσία είναι διαταραχή της αντίληψης της ακουστότητας. Ήχοι της καθημερινότητας μπορεί να προκαλούν από ήπια μέχρι μεγάλου βαθμού δυσφορία. Εμφανίζεται σε 9%-15% του γενικού πληθυσμού, μπορεί να συνδέεται με εμβοές και βαρηκοΐα, χωρίς να είναι απαραίτητο. Επηρεάζει την λειτουργικότητα σε ότι αφορά το συναίσθημα, την προσοχή και την κοινωνικοποίηση.

Η μισοφωνία θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένα είδος υπερακουσίας. Αναφέρεται σε έντονες συναισθηματικές αντιδράσεις σε **συγκεκριμένους** ήχους (συνήθως ήχοι όπως μάσημα, ρουθούνισμα).

5

Πως ελέγχουμε την περιφερική ακοή;

Ο έλεγχος ακοής δεν μπορεί να γίνει με ακρίβεια όταν στηριζόμαστε στο πως συνομιλεί ένα άτομο, τι εντύπωση μας δίνει κατά την λήψη του ιστορικού, τι αναφέρει το άτομο ως δυσκολίες ακοής στην καθημερινότητα, πως απαντά σε σταθμισμένα ερωτηματολόγια για το πως ακούει. Ο τρόπος με τον οποίο ελέγχεται η περιφερική ακοή θα πρέπει να είναι ξεκάθαρος (σαφής). Η βασική εξέταση είναι το **τονικό ακουόγραμμα (pure tone audiometry)** με το οποίο προσδιορίζεται ποιος είναι ο ουδός (η ελάχιστη ένταση) ακοής απλού τόνου για κάθε εξεταζόμενη συχνότητα. Αν και αναφέρεται ως έλεγχος ακοής στην πραγματικότητα είναι **έλεγχος ακουστικής οξύτητας (auditory acuity or sensitivity)**.

Το τονικό ακουόγραμμα στηρίζεται στη δυνατότητα του ατόμου να ανταποκριθεί με συγκεκριμένο τρόπο μόλις ακούσει ήχο. Η απόκριση συνήθως είναι το πάτημα ενός κουμπιού, το σήκωμα του χεριού ή η μεταφορά αντικειμένου από ένα καλάθι σε ένα άλλο. Για άτομα που μπορεί να δυσκολευτούν στο πάτημα του κουμπιού (μικρά παιδιά κάτω των 6 ετών, ηλικιωμένοι, ενήλικες με γνωστικά ελλείμματα, άτομα με άλλες διαταραχές που επηρεάζουν την συμπεριφορά) επιλέγονται άλλες μέθοδοι καθώς και άλλες εναλλακτικές προκειμένου να μπορέσει να διενεργηθεί το ακουόγραμμα. Ιδιαίτερα στα παιδιά μεταξύ 3,5-5 ετών είναι δυνατόν να καταγραφεί τονικό ακουόγραμμα με παιχνίδι. Μαθαίνουμε στο παιδί να πετά ένα τουβλάκι μέσα σε ένα καλάθι κάθε φορά που ακούει ήχο. Η εξέταση απαιτεί δύο εξεταστές με εξειδίκευση στα παιδιά. Απαιτείται υπομονή και ευρηματικότητα προκειμένου να διατηρηθεί το ενδιαφέρον του παιδιού και να εξασφαλιστεί η συνεργασία του. Η εξέταση αυτή ονομάζεται παιγνιοακουομετρία και συνήθως εξετάζει 3-4 συχνότητες ανά αυτί προς αποφυγή κόπωσης του παιδιού (με την εξέταση όλων των συχνοτήτων) που θα οδηγούσε πιθανότατα σε ελλιπή ή καθόλου δεδομένα για το δεύτερο υπό εξέταση αυτί. Η εξέταση θα πρέπει να γίνεται σε ηχομονωμένο δωμάτιο ή θάλαμο. Φυσιολογικοί ουδοί ακοής είναι για τα παιδιά μέχρι και 15dB HL (HL=Hearing Level πρόκειται για επίπεδο διορθωμένο με βάση το πως ακούει ο τυπικός άνθρωπος με φυσιολογική ακοή τις διάφορες συχνότητες, ώστε το τονικό ακουόγραμμα να παρουσιάζεται ως μια ευθεία γραμμή) και για τους ενήλικες μέχρι και 20dB HL για καθεμία από τις εξεταζόμενες συχνότητες, οι οποίες είναι 125,250,500,1000,2000,4000,6000,8000 Hz. Είναι δυνατόν ανάλογα με την περίπτωση να εξεταστούν και ενδιάμεσες συχνότητες ή να επιλεγούν ορισμένες μόνο. Το πρώτο γίνεται για πιο ενδελεχή έλεγχο, ενώ το δεύτερο για μικρότερη χρονική διάρκεια της εξέτασης, όταν βλέπουμε ότι επέρχεται κόπωση η οποία μπορεί να αποτρέψει την ολοκλήρωση της εξέτασης. Σημαντικό κατά την διενέργεια του ακουογράμματος είναι ο εξεταστής να αποφεύγει την ρυθμική χορήγηση των απλών τόνων, καθώς αυτό μπορεί να οδηγήσει στο φαινόμενο σύμφωνα με το οποίο ο εξεταζόμενος αισθάνεται ότι ακούει τους επόμενους ήχους. Αυτό μπορεί να μπερδέψει την εξέταση καθώς ο εγκέφαλος προβλέπει τον επόμενο τόνο πριν αυτός χορηγηθεί. **Η εξέταση του ακουογράμματος δεν πρέπει να γίνεται μηχανικά και πρέπει ο εξεταστής να τσεκάρει τον εξεταζόμενο ότι είναι συνεπής στις αποκρίσεις του.** Σε διαφορετική περίπτωση υπάρχει αυξημένος κίνδυνος λάθους. Όταν ο εξεταστής δίνει τον ήχο από τον ακουομετρητή δεν θα πρέπει να ρωτάει την ίδια στιγμή «ακούς, ακούς;» καθώς αυτό οδηγεί σε επιπλέον πληροφόρηση του εξεταζόμενου ότι τώρα θα ακούσει κάτι.

Ωτοακουστικές εκπομπές

Σε παιδιά κάτω των 6 ετών καθώς και σε οποιαδήποτε ηλικία σε όλη την διάρκεια της ζωής κριθεί ότι δεν υπάρχει αξιόπιστη δυνατότητα κατανόησης των οδηγιών και ανταπόκρισης στα ακουστικά ερεθίσματα, υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας του κοχλία στο εσωτερικό αυτί με ωτοακουστικές εκπομπές. Το μεγαλύτερο ποσοστό της μόνιμης νευροαισθητήριας βαρηκοΐας οφείλεται σε βλάβη στον κοχλία και επομένως θα φανεί με την εξέταση των ωτοακουστικών εκπομπών. Οι ωτοακουστικές εκπομπές εξετάζονται με την τοποθέτηση μαλακού βύσματος στον έξω ακουστικό πόρο και την διοχέτευση ηχητικού σήματος στο οποίο τα έξω τριχωτά κύτταρα μέσα στον κοχλία ανταποκρίνονται με ενεργητική κίνηση που οδηγεί στην δυνατότητα καταγραφής στον έξω ακουστικό πόρο νέου ηχητικού σήματος. Με βάση αυτή την τελευταία καταγραφή, η οποία θα πρέπει να εκπληρώνει συγκεκριμένες προϋποθέσεις, κρίνεται αν η λειτουργία του κοχλία είναι φυσιολογική ή όχι. Σε περίπτωση βαρηκοΐας μεγαλύτερης των 45-50dB HL δεν είναι δυνατή η καταγραφή των ωτοακουστικών εκπομπών και το άτομο θεωρείται ότι έχει βαρηκοΐα. Οι ωτοακουστικές εκπομπές είναι ήχοι χαμηλής έντασης που προέρχονται από την κίνηση των έξω τριχωτών κυττάρων του κοχλία. Πρόκειται για μέθοδο που δεν προκαλεί συνήθως δυσφορία στο υπό εξέταση άτομο και είναι σύντομη σε διάρκεια από 2 λεπτά και για τα δύο αυτιά (ανιχνευτική) έως 10 λεπτά και για τα δύο αυτιά (διαγνωστική). Η παραγωγή των εκπομπών θεωρείται αποτέλεσμα μιας ενεργητικής μη γραμμικής παραμόρφωσης και ενός παθητικού γραμμικού μηχανισμού. Το ενεργητικό στοιχείο συνδέεται με την κινητικότητα των έξω τριχωτών κυττάρων και το παθητικό στοιχείο με την ακαμψία των στερεοκροσσών, οι οποίοι βρίσκονται στο άνω τμήμα των έξω τριχωτών κυττάρων. Υπάρχουν δύο είδη ωτοακουστικών εκπομπών που χρησιμοποιούνται στην κλινική πράξη, οι παροδικά προκλητές (TEOAE) ως απόκριση κλικ ερεθίσματος και τα προϊόντα παραμόρφωσης (DPOAE) ως απόκριση δύο απλών τόνων διαφορετικών συχνοτήτων f1 και f2 με f1 μικρότερο του f2 και με την καταγραφόμενη κυρίαρχη ωτοακουστική εκπομπή στην συχνότητα 2f1-f2. Ως προς τις συχνότητες οι TEOAE επικεντρώνουν στις συχνότητες από 2000-4000 Hz (όπως ισχύει και για το ABR που παράγεται με κλικ), ενώ τα DPOAE εκτείνονται από 1000-8000 Hz. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η καταγραφή των ωτοακουστικών εκπομπών δεν μπορεί από μόνη της να προσδιορίσει αν πρόκειται για παροδική βαρηκοΐα (αγωγιμότητας) ή μόνιμη βαρηκοΐα (νευροαισθητήρια). Επιπλέον, ο έλεγχος με ωτοακουστικές εκπομπές δεν μπορεί να προσδιορίσει τον ουδό της ακουστικής ικανότητας. Η μη καταγραφή τους αποτελεί σοβαρή ένδειξη για την διενέργεια περαιτέρω και ενδελεχούς ακουολογικού ελέγχου για να προσδιοριστεί το είδος και η βαρύτητα του προβλήματος. Με βάση το ότι πρόκειται για γρήγορη μέθοδο (μερικά λεπτά), η εξέταση χρησιμοποιείται ως ανιχνευτική για τον έλεγχο των νεογνών κατά την γέννηση. Συνιστάται ο καθολικός έλεγχος των νεογνών ανεξαρτήτως ύπαρξης παραγόντων κινδύνου για βαρηκοΐα, καθώς έχει καταγραφεί ότι απουσία του καθολικού ελέγχου οδηγεί στην έγκαιρη διάγνωση μόνο του 50% των παιδιών με μεγάλου βαθμού νευροαισθητήρια βαρηκοΐα. Η διαγνωστική εξέταση των ωτοακουστικών εκπομπών χρησιμοποιείται στην διαφοροδιάγνωση της απώλειας ακοής καθώς και στην παρακολούθηση βαρηκοϊών, που μπορεί να παρουσιάζουν διαφοροποίηση με την πάροδο του χρόνου (π.χ. ωτοτοξικότητα, προοδευτικές βαρηκοΐες).

ABR-Ακουστικά Προκλητά δυναμικά Εγκεφαλικού Στελέχους (ABR-Auditory Brainstem Responses)

Τα ακουστικά προκλητά δυναμικά μπορούμε να τα φανταστούμε ως ένα είδος εγκεφαλογραφήματος του ακουστικού συστήματος. Χρησιμοποιούνται για να καταγράψουν την φυσιολογική ή μη μεταφορά των ηλεκτρικών δυναμικών από τον κοχλία προς το κεντρικό ακουστικό νευρικό σύστημα. Συνήθως το ηχητικό ερέθισμα είναι κλικ σε ησυχία (σύντομος ήχος με σειρά συχνοτήτων) και μας δείχνουν κυρίως πως μεταφέρονται οι ήχοι με συχνότητες μεταξύ 2000-4000 Hz. Για την διενέργεια της εξέτασης δεν απαιτείται η ενεργός συμμετοχή του εξεταζόμενου, αλλά είναι σημαντική η ήρεμη θέση του χωρίς κινήσεις. Ο έλεγχος αφορά το εγκεφαλικό στέλεχος. Το εγκεφαλικό στέλεχος αποτελεί μία κομβική περιοχή, στην οποία βρίσκονται οι νευρωνικοί πυρήνες της ακουστικής οδού.

Για την καταγραφή των ABR τοποθετούνται συνήθως δύο ηλεκτρόδια στο μέτωπο και ένα σε κάθε μαστοειδή απόφυση (πίσω από το αυτί). Υπάρχει η δυνατότητα χρήσης αυτοκόλλητων ηλεκτροδίων μίας

χρήσης, είτε η χρήση μεταλλικών ηλεκτροδίων πολλαπλών χρήσεων τα οποία στηρίζονται με ειδική πάστα. Η καλή ποιότητα και εφαρμογή των ηλεκτροδίων είναι πολύ μεγάλης σημασίας γιατί μέσω αυτών συλλαμβάνουμε το ηλεκτρικό σήμα. Η καλή εφαρμογή εξασφαλίζει την καλύτερη λήψη του σήματος.

Η καταγραφή των ακουστικών προκλητών δυναμικών απαιτεί ο εξεταζόμενος να είναι κατά το δυνατόν ακίνητος καθώς η όποια κίνηση μπορεί να καταγραφεί ως παράσιτο και να "μπλεχτεί" μέσα στις κυματομορφές των ABR. Επιπλέον ο χώρος θα πρέπει να είναι κατά το δυνατόν μονωμένος ηλεκτρικά ή τουλάχιστον να έχει λίγες ηλεκτρικές συσκευές προκειμένου η καταγραφή να μπορεί να ξεχωρίσει τα ηλεκτρικά δυναμικά του ακουστικού συστήματος από όποιο άλλο ήχο/δυναμικό. Η ανάγκη ο εξεταζόμενος να είναι ακίνητος οδηγεί στην δυνατότητα ελέγχου σε κατάσταση φυσικού ύπνου για τα νεογνά. Για βρέφη και μικρά παιδιά πριν την δυνατότητα ελέγχου με τονικό ακουόγραμμα (παίγνιοακουομετρία) χρησιμοποιείται η μέθοδος του προκλητού ύπνου. Το φάρμακο το οποίο ευρέως χορηγείται είναι η ένυδρος χλωράλη. Η χορήγηση γίνεται είτε από το στόμα είτε από το ορθό με κλύσμα. Η δοσολογία διαμορφώνεται στα 30-40mg ανά kg σωματικού βάρους και συνήθως προκαλεί ύπνο διάρκειας 30-40 λεπτών, διάστημα αρκετό για την εξέταση του παιδιού.

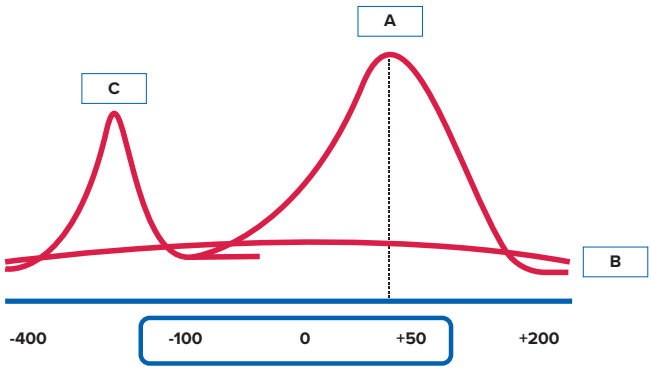
Τόσο η διενέργεια όσο και η ερμηνεία των ABR απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις και εμπειρία. Οι φυσιολογικές τιμές αφορούν τον χρόνο εμφάνισης συγκεκριμένων επτά κυμάτων μετά την έναρξη του κλικ ερεθίσματος (λανθάνων χρόνος κάθε κύματος). Ο χρόνος αλλάζει με βάση την ένταση στην οποία θα δοθεί το κλικ, όσο μεγαλύτερη η ένταση του ερεθίσματος τόσο νωρίτερα (μικρότερος λανθάνων χρόνος) εμφανίζονται τα κύματα (επάρματα, waves). Υπάρχει η δυνατότητα τα ABR να χορηγηθούν ως ανιχνευτική εξέταση σε μία μόνο ένταση, ως εξέταση στα 80dB για έλεγχο ακουστικής νευροπάθειας ή σε σειρά εντάσεων (όπως γίνεται στο τονικό ακουόγραμμα) για διαγνωστική εξέταση με ανεύρεση ουδού. Ο χρόνος που απαιτείται για την διαγνωστική εξέταση είναι μεγαλύτερος από μια ανιχνευτική. Η ανιχνευτική χρησιμοποιείται για να βρει τα παιδιά με μεγάλο βαθμό βαρηκοΐας, και μπορεί να χάσει μικρότερες απώλειες ακοής. Η διαγνωστική προσδιορίζει με ακρίβεια τον ουδό ακοής, την χαμηλότερη ένταση στην οποία τα ηλεκτρικά δυναμικά καταγράφονται ως φυσιολογικά. Η καταγραφή των ABR είναι φυσιολογική ως προς την μορφολογία και τους λανθάνοντες χρόνους των επτά κυμάτων με έναρξη τα 80dB HL και κατεβαίνοντας ανά 10dB μέχρι και τα 20 dB HL όταν η ακοή είναι φυσιολογική. Η καταγραφή των ABR μπορεί να είναι απούσα σε μεγάλου βαθμού νευροαισθητήρια βαρηκοΐα καθώς και στην κώφωση. Η καταγραφή των ABR μπορεί να είναι φυσιολογική ως προς την μορφολογία των επαρμάτων, αλλά οι λανθάνοντες χρόνοι τους να έχουν καθυστέρηση (να εμφανίζονται αργότερα από το αναμενόμενο). Τέλος η καταγραφή των ABR μπορεί να δείχνει διαταραχή τόσο στην μορφολογία όσο και στους λανθάνοντες χρόνους εμφάνισης τους σε διαταραχές ακοής μέσα στις οποίες είναι και η Διαταραχή Ακουστικής Επεξεργασίας. 10% των παιδιών με ΔΑΕ έχουν παθολογικές καταγραφές ABR.

Τα ABR υπάρχουν και σε πιο αυτοματοποιημένες μορφές προκειμένου να εξασφαλιστεί ο έλεγχος των νεογνών που μπαίνουν στην Μονάδα Εντατικής Νοσηλείας Νεογνών) MENN και για τα οποία δεν αρκεί ο έλεγχος με ωτοακουστικές εκπομπές καθώς έχουν αυξημένες πιθανότητες για νευροαισθητήρια **οπισθοκοχλιακή** βαρηκοΐα. Οι ωτοακουστικές εκπομπές σε περιπτώσεις οπισθοκοχλιακής βαρηκοΐας είναι φυσιολογικές. Ο έλεγχος με τα αυτοματοποιημένα μηχανήματα ABR γίνεται πιο γρήγορα, είναι ανιχνευτικός, απαιτεί λιγότερες γνώσεις και οδηγεί σε παραπομπή για ειδικό διαγνωστικό έλεγχο με ABR από εξειδικευμένο ΩΡΛ-Ακουολόγο. Άλλες μορφές ABR με μικρότερη συμμετοχή του εξεταστή είναι τα ASSR. Η εξέταση εδώ γίνεται με χρονικά μεταβαλλόμενα τονικά ερεθίσματα (τόσο ως προς την ένταση, όσο και ως προς την συχνότητα) με τρόπο που επιτρέπει την ταυτόχρονη εξέταση δεξιού και αριστερού αυτιού σε λιγότερο χρόνο και με άμεση εξαγωγή των αποτελεσμάτων σε μορφή ακουογράμματος. Ο εξεταστής παίζει καθοριστικό ρόλο στην εξασφάλιση των κατάλληλων συνθηκών για τη διενέργεια της.

Τυμπανομετρία & αντανακλαστικό του αναβολέα

Βασικές και γρήγορες ως προς τον χρόνο διενέργειας εξετάσεις που χρησιμοποιούνται ευρέως για αποκλεισμό ή επιβεβαίωση παθολογιών του ακουστικού συστήματος χωρίς να είναι εξετάσεις ακοής

είναι η τυμπανομετρία και το αντανακλαστικό του αναβολέα. Η τυμπανομετρία μετράει την πίεση του αέρα στο μέσο αυτί. Αποτελεί τον πιο εύκολο τρόπο ελέγχου της κοιλότητας του μέσου αυτιού, κυρίως για αποκλεισμό της εκκριτικής ωτίτιδας, αλλά και προβλημάτων υποαερισμού του μέσου αυτιού ή διαταραχών στην αλυσίδα των τριών οστάριων του μέσου αυτιού (σφύρα, άκμονας και αναβολέας). Διενεργείται με ειδικό μηχάνημα, είναι σύντομη (1-2 λεπτά και για τα δύο αυτιά) και το αποτέλεσμα της είναι μια γραφική παράσταση της κινητικότητας της τυμπανικής μεμβράνης κατά την διάρκεια μεταβολής της πίεσης του αέρα στον έξω ακουστικό πόρο. Η γραφική παράσταση είναι γνωστή ως τυμπανόγραμμα, το οποίο **δεν** είναι εξέταση ακοής. Κατά την διενέργεια της τυμπανομετρίας όταν η πίεση του αέρα στο μέσο αυτί γίνει ίση με την ατμοσφαιρική πίεση (πίεση του αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον) τότε παρατηρείται η μεγαλύτερη κινητικότητα του τυμπάνου. Σε παθολογικές καταστάσεις οι αναφερόμενες πιέσεις δεν μπορούν να εξισωθούν, γεγονός που καταγράφεται στο τυμπανόγραμμα. Σύμφωνα με την ταξινόμηση κατά Jerger καταγράφονται 3 κύριοι τύποι τυμπανογραμμάτων, οι A, B, C.



Το τυμπανόγραμμα τύπου A είναι το φυσιολογικό αποτέλεσμα όταν δεν υπάρχει κάποια παθολογία και η κορυφή του βρίσκεται ιδανικά στο 0 (τιμές από -100 έως και +50 ανήκουν στο φυσιολογικό εύρος τιμών). Το τυμπανόγραμμα τύπου C έχει την ίδια μορφολογία με το A, αλλά η κορυφή του είναι μετατοπισμένη σε τιμές περισσότερο αρνητικές από το -100 (στο παράδειγμα είναι κοντά στο -200). Στις περιπτώσεις αυτές η πίεση είναι αρνητική (δεν μπορεί να γίνει εξίσωση των πιέσεων). Τέλος το τυμπανόγραμμα τύπου B δεν έχει κορυφή και είναι πιο κοντά σε ευθεία γραμμή. Στις περιπτώσεις αυτές συνήθως υπάρχει υγρό στο μέσο αυτί, ως συνέπεια φλεγμονής.

Το αντανακλαστικό του αναβολέα αποτελεί μια ιδιαίτερα χρήσιμη εξέταση για τον έλεγχο τόσο της καλής λειτουργίας όσο και της ακεραιότητας της αλυσίδας των ακουστικών οστάριων (σφύρα, άκμονας, αναβολέας). Το αντανακλαστικό εκλύεται όταν εισέρχεται στο ακουστικό σύστημα ήχος μεγάλης έντασης. Η σύσπαση του μυός του αναβολέα είναι αποτέλεσμα διασύνδεσης των ακουστικών πυρήνων του εγκεφαλικού στελέχους με τον πυρήνα του προσωπικού νεύρου. Το αντανακλαστικό του αναβολέα δεν αποτελεί εξέταση ακοής. Μη έκλυση του σε άτομα, που διερευνώνται για ΔΑΕ θα πρέπει να εισάγει στην διαφοροδιάγνωση και το σύνδρομο ακουστικής νευροπάθειας.

τονικό ακουόγραμμα	ωτοακουστικές εκπομπές	ακουστικά προκλητά δυναμικά
παιγνιοακουομετρία 3,5-5 ≥ 5 ετών	από την γέννηση	από την γέννηση

6

Πως γίνεται η διάγνωση ΔΑΕ;

Η διάγνωση της ΔΑΕ απαιτεί εξειδίκευση και χρόνο και γίνεται από ειδικό ιατρό. Εξειδικευμένοι ιατροί διαθέτουν τις απαραίτητες γνώσεις, εφόδια και δεξιότητες προκειμένου να μπορούν να ελέγχουν με πληρότητα την ακουστική επεξεργασία και να θέτουν ή να αποκλείουν την διάγνωση της ΔΑΕ. Οι ιατροί αυτοί είναι ΩΡΛ, αλλά μπορεί να έχουν και άλλες ειδικότητες. Θα πρέπει να τονιστεί ότι υπάρχει μεγάλη ανάγκη εκπαίδευσης ως προς την διάγνωση και μειωμένο ενδιαφέρον από την πλευρά των ΩΡΛ ιατρών. Γεγονός που δεν αφορά μόνο την Ελλάδα καθώς στην Αγγλία το 2025 μόλις το 4% των ΩΡΛ γνωρίζουν σε βάθος την ΔΑΕ.

Η διάγνωση της ΔΑΕ δεν γίνεται με την αναγνώριση συγκεκριμένων συμπτωμάτων. Είναι γεγονός ότι υπάρχει σειρά συμπτωμάτων που μπορεί να υποδεικνύουν ΔΑΕ όπως είναι:

- η δυσκολία αντίληψης ομιλίας σε θόρυβο
- η αργή ανταπόκριση σε προφορικές οδηγίες και η διαρκής ανάγκη επανάληψης (τι είπες;)
- η δυσκολία προσήλωσης και παρακολούθησης ακουστικών ερεθισμάτων για ικανό χρονικό διάστημα (30 λεπτά και άνω)
- η φτωχή ακουστική μνήμη
- η ανάγκη αύξησης της έντασης στην τηλεόραση ή άλλες συσκευές (υπολογιστές, tablets κλπ.) και η δυσκολία παρακολούθησης μιας ταινίας στο σύνολο της
- η δυσκολία ορθής αναγνώρισης στίχων σε τραγούδια και η δυσκολία εκμάθησης μιας ξένης γλώσσας
- οι μαθησιακές δυσκολίες και η δυσκολία συμμετοχής στην τάξη
- έντονη ενόχληση σε ήχους της καθημερινότητας πολλές φορές με τάση αποφυγής τους και η αποφυγή παιχνιδιού με περισσότερα από ένα παιδιά στο ίδιο χρονικό διάστημα
- η εικόνα ενός ατόμου με εύκολη απόσπαση της προσοχής που κάποιες φορές επικοινωνεί άψογα και κάποιες άλλες έχει αυξημένες δυσκολίες (μη σταθερές απαντήσεις)
- και τέλος η χαμηλή αυτοεκτίμηση λόγω των ανωτέρω δυσκολιών.

Ωστόσο θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι οι δυσκολίες αυτές μπορεί να υπάρχουν ως αποτέλεσμα πολλών διαφορετικών αιτιών. Επομένως η ύπαρξη τους θα πρέπει να οδηγεί στην παραπομπή ενός παιδιού για έλεγχο ΔΑΕ και όχι στην διαπίστωση “Έχει ΔΑΕ!”.

Αντίστοιχα για έναν ενήλικα τα συμπτώματα μπορεί να ποικίλουν όπως:

- “δεν άκουσα τι είπες”

- Τάση για αύξηση της έντασης στην τηλεόραση και σε άλλες συσκευές
- προβλήματα μνήμης
- διάσπαση προσοχής σε ακουστικά ερεθίσματα και ενόχληση σε ήχους
- δυσκολία συμμετοχής σε μεγάλες οικογενειακές συγκεντρώσεις και αποφυγή κοινωνικής συναναστροφής
- παρανόηση προφορικής συνομιλίας αλλά όχι πάντα
- αίσθηση ότι οι δυσκολίες παρεμποδίζουν την λειτουργικότητα του, κλείσιμο στον εαυτό του, κατάθλιψη
- αίσθηση ότι οι γνωστικές λειτουργίες αρχίζουν να υπολείπονται και πολλές φορές απόδοση της αίσθησης αυτής στην μεγαλύτερη ηλικία
- αποφυγή εξόδων από το σπίτι και αυξημένο άγχος για όταν πρέπει να βρεθεί σε περιβάλλον με πολλαπλά και απρόβλεπτα ηχητικά ερεθίσματα που ανταγωνίζονται την ομιλία στόχο.

Τα συμπτώματα αυτά των ενηλίκων θα πρέπει να οδηγούν σε έλεγχο για ΔΑΕ και όχι στην διαπίστωση: "Έχεις ΔΑΕ!".

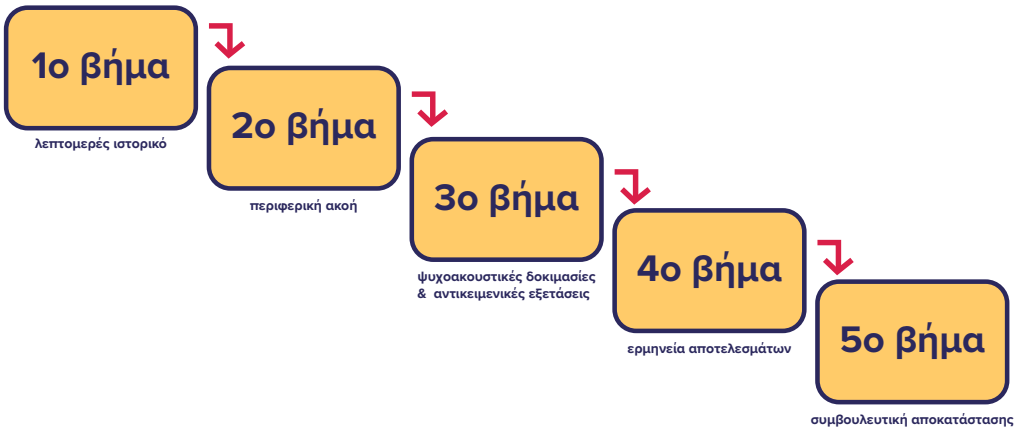
Τα ανωτέρω αναφερόμενα συμπτώματα δεν εξαντλούν την συμπτωματολογία της ΔΑΕ και δεν είναι αναμενόμενο να παρουσιάζονται όλα μαζί σε ένα άτομο, είτε πρόκειται για παιδί είτε για ενήλικα. Συνήθως υπάρχουν ή αναγνωρίζονται αρχικά 1-3 από αυτά και θα πρέπει να λειτουργούν ως "καμπανάκια" που οδηγούν στην διαγνωστική εξέταση για ακουστική επεξεργασία. Σε μια προσπάθεια ομαδοποίησης των ανωτέρω αναφερόμενων συμπτωμάτων, έχει καταγραφεί μια διεθνής τάση να μιλήσουμε για δυσκολίες ακρόασης (listening difficulties). Η αλήθεια είναι πως αυτού του είδους οι δυσκολίες μπορεί να προκύπτουν από διάφορες παθήσεις και διαταραχές. Για παράδειγμα η βαρηκοΐα μπορεί να εμφανιστεί με όλα αυτά τα συμπτώματα (σε άλλοτε άλλο βαθμό, ανάλογα με το άτομο, την χρονική στιγμή έναρξης της και την έγκαιρη ή όχι αντιμετώπισης της). Άλλες παθολογικές καταστάσεις με τέτοιου είδους συμπτώματα είναι στα παιδιά: ο αυτισμός, η δυσλεξία, η διάσπαση προσοχής, η καθυστέρηση ομιλίας, η αγχώδης διαταραχή, η αναπτυξιακή γλωσσική διαταραχή, οι μαθησιακές δυσκολίες. Στους ενήλικες παθολογικές καταστάσεις με αντίστοιχα συμπτώματα είναι: η ήπια νοητική διαταραχή, η κατάθλιψη, η αγχώδης διαταραχή, η σχιζοφρένεια, η διάσπαση προσοχής. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις θα πρέπει να γίνει έλεγχος της ακουστικής επεξεργασίας είτε για να αποκλειστεί και να επικεντρωθεί ο σχεδιασμός της αποκατάστασης σε στοιχεία που δεν αφορούν την ενίσχυση της ακουστικής αντίληψης, είτε για να διαγνωστεί ΔΑΕ και να σχεδιαστεί ένα εξατομικευμένο πρόγραμμα αποκατάστασης με στόχευση στο είδος και το βαθμό των ελλειμμάτων των διαφόρων στοιχείων της ακουστικής επεξεργασίας.

Το <u>πρώτο βήμα</u> της διαδικασίας της εξέτασης είναι η λήψη λεπτομερούς ιστορικού. Για τα παιδιά αυτό περιλαμβάνει το αναπτυξιακό ιστορικό, προκειμένου να προσδιοριστούν τυχόν αποκλίσεις στα αναπτυξιακά ορόσημα της ομιλίας και της κίνησης. Συγκεκριμένα θα πρέπει να καταγραφεί πότε ξεκίνησε να λέει τις πρώτες λέξεις το παιδί καθώς και πως εξελίχθηκε (δυο λέξεις μαζί, φράσεις, ολοκληρωμένες προτάσεις) και πότε ξεκίνησε να κάθεται, να μπουσουλάει, να στηρίζεται και να περπατάει μόνο του. Η έναρξη της ομιλίας ενδιαφέρει, γιατί σχετίζεται άμεσα με την ακουστική αντίληψη και την δυνατότητα πλήρους διαμόρφωσης του κεντρικού ακουστικού νευρικού συστήματος προκειμένου το παιδί να φτάσει να ακούει στην ηλικία των 12-13 ετών στον θόρυβο όπως και ένας υγιής ενήλικας. Στον ενήλικα αυτή η καταγραφή συνήθως δεν είναι τόσο λεπτομερής. Είναι σημαντικό στα παιδιά να καταγραφεί η πορεία της κύησης, το είδος του τοκετού (καισαρική ή φυσιολογικός), το APGAR score και η γενική εικόνα του νεογνού, τυχόν παραμονή σε μονάδα εντατικής νοσηλείας νεογνών (ΜΕΝΝ), αυξημένος ίκτερος, χρόνος τυχόν παραμονής σε μηχανική υποστήριξη αναπνοής και αν έγινε έλεγχος στο νεογνό με ωτοακουστικές

εκπομπές και ποιο ήταν το αποτέλεσμα. Κατόπιν προσδιορίζεται μέσω ερωτήσεων ο χρόνος έναρξης και το είδος των συμπτωμάτων, η ύπαρξη ή όχι συχνών ωτίτιδων ή λοιμώξεων του ανώτερου αναπνευστικού στην βρεφική και παιδική ηλικία πριν την πλήρη διαμόρφωση της γλώσσας και της ομιλίας, τυχόν κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις, ιώσεις ή μικροβιακές λοιμώξεις που χρειάστηκαν νοσηλεία. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει καταγραφή περιστατικών ΔΑΕ (όπως και βαρηκοΐας) μετά από COVID-19. Αυτά θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως σχετιζόμενα με μια συγκεκριμένη ίωση καθώς είναι δυνατόν να προκύψουν και από άλλους ιούς.

Το δεύτερο βήμα της εξέτασης αφορά στην καταγραφή της περιφερικής ακοής. Αυτό είναι σημαντικό βήμα καθώς η ύπαρξη βαρηκοΐας θα πρέπει να είναι γνωστή πριν την εξέταση της ακουστικής επεξεργασίας. Ο τρόπος ελέγχου της περιγράφεται στο πέμπτο κεφάλαιο και έχει ως βασική εξέταση το τονικό ακουόγραμμα.

Το τρίτο βήμα της εξέτασης αφορά στην επιλογή των ειδικών σταθμισμένων δοκιμασιών ελέγχου της ακουστικής επεξεργασίας που θα διενεργηθούν στο συγκεκριμένο υπό εξέταση άτομο. Οι δοκιμασίες ακουστικής επεξεργασίας διακρίνονται σε αυτές των οποίων τα ερεθίσματα είναι **λεκτικά** (ψευδολέξεις, λέξεις, αριθμοί, προτάσεις) και σε αυτές των οποίων τα ερεθίσματα είναι **μη λεκτικά** (π.χ. απλοί τόνοι). Οι δοκιμασίες ανάλογα με το πως είναι σχεδιασμένες μπορεί να χορηγούνται **αμφιωτικά** (και στα δύο αυτιά τα ίδια ερεθίσματα), **διχωτικά** (διαφορετικά ταυτόχρονα ερεθίσματα σε κάθε αυτί, δεξί και αριστερό) ή **μονόπλευρα** (εξέταση κάθε αυτιού χωριστά, δεξί και αριστερό). Ο έλεγχος διενεργείται μέσω ακουομετρητή προκειμένου να προσδιορίζεται με ακρίβεια η ένταση χορήγησης των δοκιμασιών, η οποία είναι 50-60dB HL ανάλογα με το χώρο εξέτασης. Η ένταση χορήγησης είναι στο επίπεδο έντασης της καθημερινής ομιλίας και ονομάζεται **υπερουδική** καθώς γίνεται σε επίπεδο έντασης πολύ πάνω από τον ουδό (το χαμηλότερο επίπεδο έντασης ακοής ατόμου με φυσιολογική ακουστική οξύτητα). Στην περίπτωση που η εξέταση γίνεται μέσα σε ηχομονωμένο θάλαμο ή δωμάτιο η ένταση χορήγησης είναι στα 50dB HL, όταν γίνεται σε ένα ήσυχο δωμάτιο η ένταση χορήγησης είναι στα 60dB HL. Κάθε δοκιμασία έχει εύρος φυσιολογικών τιμών ανάλογα με την ηλικία. Οι μη λεκτικές δοκιμασίες είναι δοκιμασίες, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεξάρτητα από την μητρική γλώσσα του ατόμου που εξετάζεται. Είναι οι δοκιμασίες που θα βοηθήσουν περισσότερο την ορθή διάγνωση κυρίως σε παιδιά με έκθεση σε πάνω από μία γλώσσα από μικρή ηλικία, κάτω των έξι μηνών (διγλωσσία). Σε κάθε εξεταζόμενο άτομο χρησιμοποιούμε συνδυασμό δοκιμασιών με λεκτικά και μη λεκτικά ερεθίσματα. Η εξέταση έχει σκοπό να εξετάσει την ακουστική επεξεργασία και όχι την γλωσσική επεξεργασία. Με αυτό το σκεπτικό υπήρξε στο πρόσφατο παρελθόν η συζήτηση χρησιμοποίησης μόνο μη λεκτικών δοκιμασιών για την πλήρη εξέταση της ακουστικής επεξεργασίας. Ωστόσο καθώς η πολυπλοκότητα των ηχητικών ερεθισμάτων είναι σημαντικός παράγοντας για την πλήρη εξέταση της ακουστικής επεξεργασίας έχει κριθεί πως κάτι τέτοιο είναι εφικτό από κλινικής απόψεως μόνο με την χρήση και δοκιμασιών, που περιέχουν λεκτικά ερεθίσματα. Η δημιουργία δοκιμασιών με μη λεκτικά ερεθίσματα που να φτάνουν στην πολυπλοκότητα των ερεθισμάτων ομιλίας θα οδηγούσε στην μη δυνατότητα αντίληψης τους (σε επίπεδο απάντησης ως προς το τι ακριβώς άκουσαν) από το μέσο άνθρωπο και επομένως δεν θα ήταν χρήσιμες στην κλινική πράξη. Επιπλέον είναι γεγονός ότι οι δοκιμασίες με λεκτικά ερεθίσματα στις οποίες κάποιος καλείται να επαναλάβει ότι άκουσε είναι πολύ εύκολα κατανοητές από μικρά παιδιά και ενήλικες οποιασδήποτε ηλικίας.



Λεκτικές δοκιμασίες

Ομιλητική ακουομετρία σε θόρυβο ομιλίας (SinB: Speech in Babble)

Πρόκειται για δοκιμασία που δημιουργήθηκε στο Εργαστήριο Ψυχοακουστικής της Γ' Ψυχιατρικής Κλινικής του Πανεπιστημιακού Γενικού Νοσοκομείου ΑΧΕΠΑ από την τότε Λέκτορα Νευρωτολογίας και Ψυχοακουστικής Βασιλική-Μαρία Ηλιάδου (2005-2010) υπό την διεύθυνση του τότε Καθηγητή Ψυχιατρικής Γεώργιου Καπρίνη. Η δοκιμασία περιλαμβάνει δύο ισοδύναμες λίστες 50 δισύλλαβων λέξεων, οι οποίες είναι σταθμισμένες ως προς τα φωνητικά χαρακτηριστικά τους, και ακούγονται μέσα σε θόρυβο ομιλίας πολλών ατόμων. Ο αριθμός των 50 λέξεων έχει κριθεί επαρκής για τον προσδιορισμό του ουδού αναγνώρισης λέξεων σε θόρυβο τόσο για τα Αμερικάνικα Αγγλικά όσο και για την Γαλλική γλώσσα. Ο θόρυβος καταγράφηκε σε πανεπιστημιακή καφετέρια με μικρόφωνο υψηλής ευαισθησίας και άμεση καταγραφή σε προσωπικό υπολογιστή με το λογισμικό Cool Edit της Adobe σε ώρα αιχμής. Στο θόρυβο, ο οποίος διαρκεί συνεχόμενα από την αρχή έως και το τέλος της δοκιμασίας, δεν ξεχωρίζει κάποια από τις φωνές και επομένως δεν υπάρχει θέμα ανταγωνισμού ως προς την σημασιολογία. Η δοκιμασία περιλαμβάνει πέντε διαφορετικά επίπεδα ακουστικής δυσκολίας με λόγο σήματος προς θόρυβο (SNR:Signal to Noise Ratio) από +7 σε -1 με βήμα 2. Συγκεκριμένα υπάρχουν +7, +5, +3 +1 και -1 ανά 10 λέξεις με αυτή την σταθερή σειρά ξεκινώντας από την πιο εύκολη ακουστική συνθήκη +7 και καταλήγοντας στην πιο δύσκολη -1. Το αποτέλεσμα της δοκιμασίας είναι το SNR (ο λόγος σήματος προς θόρυβο) στο οποίο το εξεταζόμενο άτομο ακούει σωστά τις μισές λέξεις της δοκιμασίας. Υψηλότερες τιμές ως αποτέλεσμα της δοκιμασίας υποδεικνύουν μεγαλύτερες ακουστικές δυσκολίες σε θόρυβο (μεγαλύτερος λόγος σήματος προς θόρυβο απαιτείται για την ορθή αναγνώριση 50% των χορηγούμενων λέξεων). Το αποτέλεσμα προκύπτει με την εφαρμογή του τύπου Spearman-Karber: SNR 50%=i+1/2(d)-[(d) * (number of corrects)]/w, όπου i είναι το αρχικό επίπεδο παρουσίασης σε dB, d είναι το βήμα και w είναι ο αριθμός των στοιχείων ανά βήμα (επίπεδο ακουστικής δυσκολίας). Οι λέξεις που συμπεριλήφθηκαν στη συγκεκριμένη δοκιμασία επιλέχθηκαν με βάση τα ακόλουθα κριτήρια: οι μικρότερες δυνατές από άποψη συλλαβών, συχνή χρήση τους στην Νέα Ελληνική γλώσσα, συχνότητα τονισμού συλλαβής και η συχνότητα εμφάνισης των φωνηέντων στις τονισμένες συλλαβές. Καθώς στην Νέα Ελληνική γλώσσα οι μονοσύλλαβες λέξεις είναι περιορισμένες και αφορούν άρθρα και συνδετικές λέξεις, επιλέχθηκαν οι δισύλλαβες ως οι πιο μικρές από άποψη συλλαβών λέξεις για μια δοκιμασία αναγνώρισης λέξεων στα ελληνικά. Χρησιμοποιήθηκε το υπολογιστικό λεξικό 2000 (Computational Lexicon of Modern Greek, Gavriilidou, 1999), από το οποίο επιλέχθηκαν οι 1000 πιο συχνά χρησιμοποιούμενες δισύλλαβες από γραπτά κείμενα. Τόσο οι επιλεγμένες λέξεις όσο και η δοκιμασία δημιουργήθηκε με γνώμονα την δυνατότητα χορήγησης σε όλο το ηλικιακό φάσμα από 6 ετών και άνω και δεν ήταν αποκλειστικά προσαρμοσμένη στα παιδιά. Όλες οι λέξεις της δοκιμασίας εκφωνούνται από γυναικεία φωνή. Σκοπός ήταν η δημιουργία μια δοκιμασίας αναγνώρισης λέξεων σε θόρυβο, που να μπορεί να χορηγηθεί τόσο σε παιδιά όσο και σε ενήλικες. Κάθε λέξη είχε πριν την εκφορά της μια φράση φορέα προκειμένου να συγκεντρώνει και να διατηρεί την προσοχή του εξεταζόμενου σε όλη την διάρκεια της δοκιμασίας. Η φράση φορέας που ηχογραφήθηκε ήταν: "πείτε την λέξη". Η επιλογή λέξεων και όχι προτάσεων κρίθηκε απαραίτητη προκειμένου να εξετάζεται κατά το δυνατόν περισσότερο η ακουστική επεξεργασία και όχι η γλωσσική επεξεργασία με παράλληλη διατήρηση της δυνατότητας χορήγησης των πολύπλοκων ηχητικών ερεθισμάτων της ομιλίας. Κάθε εξεταζόμενο άτομο καλείται να επαναλάβει ότι ακριβώς ακούει, ανεξάρτητα αν αναγνωρίζει μια συγκεκριμένη λέξη ή όχι σε αυτό που ακούει. Έχει δημιουργηθεί απαντητική καρτέλα στο πρόγραμμα Excel με τις λέξεις και με αυτόματο υπολογισμό του αποτελέσματος. Ο εξεταστής επιλέγει να τροποποιήσει το προεπιλεγμένο νούμερο 2 για κάθε λέξη της καρτέλας (το οποίο διατηρείται σε περίπτωση ορθής επανάληψης της συγκεκριμένης λέξης από τον εξεταζόμενο), σε 1 αν έχει γίνει σωστή επανάληψη μόνο της μίας συλλαβής ή σε 0 εφόσον δεν έχει γίνει ορθή επανάληψη καμίας από της 2 συλλαβές. Το αποτέλεσμα είναι το SNR στο οποίο αναγνωρίζεται το 50% των συλλαβών, των λέξεων, το επί τοις εκατό (%) ορθό αποτέλεσμα

ανά επίπεδο δυσκολίας και ο μέσος όρος της % ορθής αναγνώρισης όλων των 50 λέξεων της δοκιμασίας στα πέντε διαφορετικά επίπεδα ακουστικής δυσκολίας. Από όλα αυτά τα αποτελέσματα περισσότερη βαρύτητα έχει το SNR του 50% λέξεων και στη συνέχεια συλλαβών.

Συχνή απορία επιστημόνων, που μαθαίνουν την χρήση της δοκιμασίας είναι τι γίνεται με παιδιά που έχουν φωνολογικά και αρθρωτικά προβλήματα. Πως τα βαθμολογούμε; Η αλήθεια είναι ότι σύμφωνα με το ταξινομικό σύστημα DSM 5 (αφορά σε ταξινόμηση παθήσεων ψυχικής υγείας και στις νευροαναπτυξιακές διαταραχές συμπεριλαμβάνει την φωνολογική διαταραχή και τις μαθησιακές διαταραχές) η διάγνωση της φωνολογικής διαταραχής επιτρέπεται μόνο εφόσον έχουν αποκλειστεί οργανικά αίτια μέσα στα οποία αναφέρονται φυσικά και οι διαταραχές ακοής. Ωστόσο, αυτό δεν εφαρμόζεται με αποτέλεσμα τόσο στη χώρα μας όσο και διεθνώς η διάγνωση να μπαίνει εύκολα χωρίς να έχει διενεργηθεί εξέταση ούτε της ακουστικής οξύτητας, ούτε της ακουστικής επεξεργασίας. Επομένως θα πρέπει η δοκιμασία να βαθμολογείται κανονικά με βάση τι απαντά το παιδί καθώς δεν θα πρέπει να μας διαφεύγει πως ένα παιδί που δεν ακούει σωστά ένα σύμφωνο ή ένα σύμπλεγμα συμφώνων δεν θα μπορεί και να το επαναλάβει όχι γιατί έχει κάποιο πρόβλημα, αλλά λόγω του ακουστικού ελλείμματος. Εξαίρεση μπορεί να γίνει στο “ρ” το οποίο είναι το τελευταίο που μαθαίνουν να προφέρουν ορθά τα παιδιά. Η εξαίρεση γίνεται μόνο στην περίπτωση που το παιδί δεν μπορεί να πει το “ρ” σε καμία από τις χορηγούμενες λέξεις.

Ακολουθούν οι απαντητικές καρτέλες με τις δύο ισοδύναμες λίστες.

ΛΙΣΤΑ 1 - ΓΥΝΑΙΚΕΙΑ ΦΩΝΗ

πραγμα	2	δυτων	2	γελα	2	SNR7		100%		
γοργες	2	ηχος	2	λογων	2	SNR5		100%		
πανο	2	δρομος	2	ποτέ	2	SNR3		100%		
οψη	2	τρεχω	2	πουλά	2	SNR1		100%		
θαρρος	2	σταση	2	γευση	2	SNR-1		100%		
κυμα	2	νομων	2	λαδι	2					
βαθυς	2	μουρα	2	βροχης	2					
παλη	2	τωρα	2	τρυπες	2					
χαρα	2	ηττα	2	οπλο	2					
κουκος	2	πνοη	2	φυτων	2					
μισος	2	μηλο	2							
πρωτες	2	γλυκες	2							
χρημα	2	ξιφος	2							
πευκο	2	ζαρι	2							
ανδρας	2	συρτης	2							
σκουπα	2	ραφι	2							
πιστη	2	κρυφες	2							
εξω	2	μαχης	2							
κλειδι	2	αμμος	2					Κατά συλλαβές		
φετα		καιρων						50% SNR	-2	
	Κατά λέξεις									
	50% SNR	-2			total percentage			100%		

ΛΙΣΤΑ 2 - ΓΥΝΑΙΚΕΙΑ ΦΩΝΗ									
ώρα	2	ριζα	2	δισκος	2	SNR7		100%	
προβα	2	συζω	2	σκουφος	2	SNR5		100%	
κρεμα	2	λαμπρες	2	φαση	2	SNR3		100%	
ξερές	2	βροντα	2	ειδος	2	SNR1		100%	
γραμμη	2	νευρων	2	πονος	2	SNR-1		100%	
τερας	2	βραδυ	2	στιχος	2				
ζαλη	2	γέρος	2	πληγη	2				
πιτα	2	κιλων	2	χρηστης	2				
μυτη	2	οχλος	2	αρμα	2				
ταξη	2	χωρών	2	μέσων	2				
υφος	2	μονος	2						
ακρο	2	πικρα	2						
μελι	2	παθος	2						
τρεχω	2	δεκτές	2						
κολλω	2	θεση	2						
γερνω	2	τιμά	2						
εθνος	2	νερα	2						
λατρης	2	πλαθω	2						
βραζω	2	τριχα	2					Κατά συλλαβές	
σακι		πετά						50% SNR	-2
	Κατά λέξεις								
	50% SNR	-2			total percentage			100%	

Σε περίπτωση, που κατά την έναρξη χορήγησης της πρώτης λίστας στο δεξί ή το αριστερό αυτί το αποτέλεσμα της επί τοις εκατό ορθής αναγνώρισης των πρώτων 10 λέξεων (πρώτο και πιο εύκολο επίπεδο δυσκολίας) είναι πολύ χαμηλό <50% υπάρχει μία ισοδύναμη λίστα δισύλλαβων λέξεων σε ησυχία (η οποία έχει δημιουργηθεί με τα ίδια κριτήρια των άλλων δύο ομάδων λέξεων που έχουν ήδη αναφερθεί) και η οποία θα πρέπει να χορηγηθεί με σκοπό να προσδιοριστεί η υπερουδική αντίληψη ομιλίας σε **ησυχία**. Η λίστα λέξεων σε ησυχία είναι 50 λέξεων και έχει δημιουργηθεί ώστε οι 25 λέξεις να χορηγούνται στο ένα αυτί (π.χ. δεξί) και οι υπόλοιπες 25 στο άλλο αυτί (π.χ. αριστερό). Ακολουθεί η απαντητική καρτέλα με το αποτέλεσμα της ομιλητικής δοκιμασίας σε ησυχία να είναι η επί τοις εκατό ορθή επανάληψη των λέξεων για δεξί και αριστερό αυτί αντίστοιχα.

ΛΙΣΤΑ 3 - ΓΥΝΑΙΚΕΙΑ ΦΩΝΗ									
δασων	2	μεζες	2	κοπων	2	right ear		100%	
κοντα	2	υψος	2	σαλος	2	left ear		100%	
ογκος	2	βραχος	2	νικω	2				
πραξη	2	ταιρι	2	ξενος	2				
γαλα	2	πινω	2	πρωι	2				
συκο	2	παιζω	2	σκουρος	2				
χωμα	2	πετρα	2	στοιβα	2				
δικη	2	παγος	2	γραφη	2				
θαυμα	2	φακος	2	νοτα	2				
τερμα	2	κρατος	2	πλευρων	2				
ζεστος	2	τριζω	2						
ορκος	2	λασπη	2						
πορτα	2	αγχος	2						
αρπα	2	τραβά	2						
εδρα	2	νεων	2						
μωρα	2	χρυσος	2						
πλενω	2	γερός	2						
τηρω	2	ραβδι	2						
μηνας	2	γλυφω	2						
μελλον		υπνος							
					total percentage			100%	

Οι δημοσιεύσεις της δοκιμασίας ομιλητικής σε θόρυβο κατά Ηλιάδου, που αφορούν την δημιουργία και εφαρμογή σε διάφορες ηλικιακές ομάδες και διαταραχές, υπάρχουν στην βιβλιογραφία του βιβλίου που έχετε στα χέρια σας. Οι φυσιολογικές τιμές της δοκιμασίας ως προς τις λέξεις αφορούν SNR **μικρότερα ή ίσα με 1,3 για τα παιδιά** και **τουλάχιστον 0,5 για τους ενήλικες**.

Το 2024 δημιουργήθηκε επιπλέον μια τροποποιημένη μορφή της δοκιμασίας ομιλητικής σε θόρυβο, που περιγράφεται παραπάνω, στην οποία η φράση φορέας "πείτε την λέξη", αντικαταστάθηκε με απλό τόνο 1000Hz, ενώ ο θόρυβος ομιλίας πολλών ατόμων έγινε διακοπτόμενος και υπάρχει μόνο στην διάρκεια εκφοράς της κάθε λέξης. Οι αλλαγές επιτρέπουν να μπορεί να εφαρμοστεί σε μερίδα παιδιών, που είχαν την τάση να συνεχίζουν να επαναλαμβάνουν την φράση φορέα πριν την επανάληψη της κάθε λέξης χάνοντας χρόνο και ξεχνώντας την λέξη-στόχο. Η απαντητική καρτέλα και ο τρόπος βαθμολόγησης της δοκιμασίας παραμένει ο ίδιος. Η δημιουργία και η εφαρμογή της δοκιμασίας έγινε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας της μεταπτυχιακής φοιτήτριας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών "Διαταραχή Ακουστικής Επεξεργασίας" Παρασκευής Ρούσσου. Την ίδια χρονιά η ίδια φοιτήτρια ως μέρος της διπλωματικής της δημιούργησε υπό την επίβλεψη της Καθηγήτριας Βασιλικής Μαρίας Ηλιάδου και του Δρ. Νικόλαου Ελευθεριάδη μία δοκιμασία ψευδολέξεων στον ίδιο θόρυβο της αρχικής δοκιμασίας SinB κατά Ηλιάδου στην οποία πριν από κάθε λέξη υπάρχει απλός τόνος 1000Hz. Η δοκιμασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί διαγνωστικά προκειμένου να αποκλειστεί κατά το δυνατόν η όποια επίδραση της γνώσης λέξεων στο αποτέλεσμα της εξέτασης αντίληψης ομιλίας σε θόρυβο. Οι ψευδολέξεις δημιουργήθηκαν στα πλαίσια της αρχικής δοκιμασίας με την διατήρηση κατά το δυνατόν των αρχικών κριτηρίων και ηχογραφήθηκαν από την φοιτήτρια στον ηχομονωμένο θάλαμο του Ακοολογικού Εργαστηρίου της ΩΡΛ Κλι-

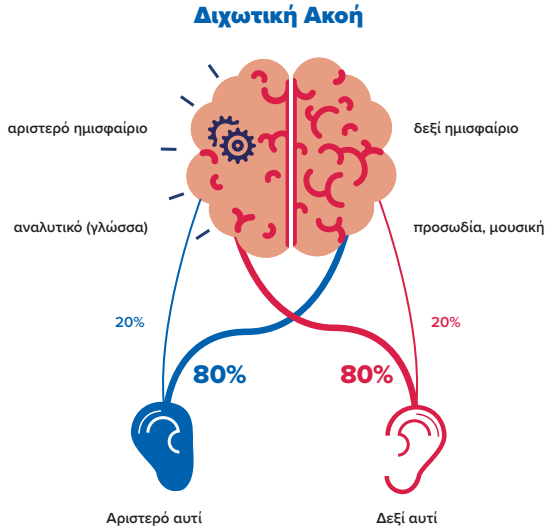
νικής του Νοσοκομείου Χανίων με Διευθύντρια ΕΣΥ την Δρ. Χειμώνα Θεογνωσία. Κατά την ηχογράφηση τηρήθηκαν όλες οι ορθές πρακτικές και προϋποθέσεις, όπως περιγράφονται στο άρθρο του 2006 Iliadou et al στο International Journal of Audiology (δείτε στην βιβλιογραφία αυτού του βιβλίου). Κάθε ψευδολέξη ηχογραφήθηκε τρεις φορές και η πιο ευκρινής ηχογράφηση χρησιμοποιήθηκε στην δοκιμασία. Ο τρόπος βαθμολόγησης παραμένει ο ίδιος. Ακολουθεί η απαντητική καρτέλα Excel.

ΨΕΥΔΟΛΕΞΕΙΣ - ΛΙΣΤΑ 1									
άρο	2	θόκα	2	χόπρα	2	SNR7		100%	
τρίδα	2	γλούδα	2	πλέγα	2	SNR5		100%	
πίβε	2	ζάνι	2	δρανό	2	SNR3		100%	
κρούπα	2	κίστρα	2	πρισί	2	SNR1		100%	
άδος	2	έρκο	2	οκάς	2	SNR-1		100%	
βρούτι	2	άξος	2	χρόφα	2				
ούμο	2	κόρβα	2	λέμα	2				
λούκε	2	φούνα	2	τάπι	2				
μάβι	2	μούφος	2	στέρα	2				
στούγα	2	πρίτα	2	πόκρα	2				
αψών	2	κράβε	2						
γιλέ	2	χούμα	2						
αβρού	2	κόπρα	2						
ξάλι	2	όβρα	2						
γριχών	2	λέστα	2						
ρούνι	2	χοβές	2						
δρέσα	2	ψόγα	2						
χέφα	2	σούμι	2						
πόρα	2	τρούνα	2					Κατά συλλαβές	
λόζα		στίλα						50% SNR	-2
	Κατά λέξεις								
	50% SNR	-2			total percentage			100%	

ΨΕΥΔΟΛΕΞΕΙΣ - ΛΙΣΤΑ 2									
ίκα	2	άφρε	2	νάλι	2	SNR7		100%	
όκρα	2	κρίλο	2	λανός	2	SNR5		100%	
κρέφα	2	όργα	2	πίρσα	2	SNR3		100%	
πορά	2	γρέπα	2	ουτών	2	SNR1		100%	
φρίτα	2	βόρι	2	κέρμου	2	SNR-1		100%	
γέρμι	2	ψάδι	2	χόλα	2				
άρκα	2	τράκο	2	πίστο	2				
δρίμα	2	φάλι	2	λίρο	2				
νίτο	2	ζούνα	2	γόκα	2				
λαμού	2	πόκος	2	ντούλα	2				
στρίπα	2	βούσα	2						
ούχα	2	όρδα	2						
δράνι	2	ατρόν	2						
έγρι	2	ακτό	2						
άφο	2	δούνα	2						
κέλο	2	ντάβι	2						
άστου	2	μόλα	2						
χρούλα	2	ογρού	2						
κλάπο	2	νόκα	2					Κατά συλλαβές	
ίγος		χέλα						50% SNR	-2
	Κατά λέξεις								
	50% SNR	-2			total percentage			100%	

Διχωτική δοκιμασία (dichotic digits)

Ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβάνεται το άτομο **ανταγωνιστικά** ηχητικά ερεθίσματα αποτυπώνεται στην εξέταση της διχωτικής ακοής. Η εξέταση μας δείχνει πως ακούει το εξεταζόμενο άτομο διαφορετικά ερεθίσματα σε κάθε αυτί. Στην πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μορφή της σε κάθε αυτί ακούγεται ζεύγος αριθμών και το εξεταζόμενο άτομο καλείται να επαναλάβει και τους τέσσερις αριθμούς που άκουσε χωρίς να ενδιαφέρει σε ποιο αυτί άκουσε ποιους αριθμούς. Οι αριθμοί της δοκιμασίας είναι αριθμοί από το ένα έως και το δέκα. Ο αριθμός τέσσερα δεν συμπεριλαμβάνεται στην δοκιμασία καθώς πρόκειται για τρισύλλαβη λέξη, ενώ οι υπόλοιποι αριθμοί είναι δισύλλαβες λέξεις. Κάθε αριθμός παρουσιάζεται με ταυτόχρονη έναρξη σε κάθε αυτί και επομένως το τέσσερα θα κρατούσε περισσότερο χρόνο και θα είχε πλεονέκτημα αναγνώρισης σε σύγκριση με τους υπόλοιπους αριθμούς. Η εξέταση γίνεται μέσα από ακουομετρητή στα 50dB HL σε ηχομονωμένο θάλαμο ή δωμάτιο και στα 60dB HL σε ήσυχο δωμάτιο. Το αποτέλεσμα της δοκιμασίας είναι το ποσοστό ορθής αναγνώρισης των αριθμών χωριστά για το δεξί και το αριστερό αυτί.



ΔΕ				ΑΡ			
8	1	6	1	10	1	7	1
10	1	6	1	5	1	7	1
6	1	5	1	8	1	10	1
6	1	5	1	2	1	8	1
10	1	8	1	7	1	9	1
7	1	9	1	8	1	2	1
9	1	3	1	6	1	8	1
5	1	9	1	1	1	10	1
8	1	3	1	1	1	6	1
8	1	1	1	5	1	7	1
1	1	6	1	8	1	5	1
3	1	1	1	7	1	2	1
	10		10		10		10

Αποτελέσματα

ΔΕ %	100
ΑΡ %	100

Η δοκιμασία όπως παρουσιάζεται με την παραπάνω απαντητική καρτέλα έχει δημιουργηθεί ώστε να είναι σύντομη. Υπάρχουν και εκδοχές μεγαλύτερης διάρκειας (με περισσότερες τετράδες αριθμών) σε περιπτώσεις που αυτό διαγνωστικά κρίνεται απαραίτητο (π.χ. σε νεαρούς ενήλικες).

Η διχωτική δοκιμασία μπορεί να δοθεί με τα ίδια ερεθίσματα (τετράδες αριθμών, δύο ανά αυτί) και να τροποποιηθεί το τι ζητάμε από τον εξεταζόμενο. Σε μία δεύτερη εκδοχή της ζητάμε την επανάληψη μόνο των αριθμών που ακούστηκαν από το δεξί αυτί. Με τον τρόπο αυτό ελέγχουμε την **ακουστική προσοχή**. Σε μία τρίτη εκδοχή ζητάμε την επανάληψη μόνο των αριθμών που ακούστηκαν από το αριστερό αυτί. Με τον τρόπο αυτό ελέγχουμε την **εκτελεστική λειτουργία** του ατόμου. Αυτή η διαφοροποίηση οφείλεται σε ένα φαινόμενο που καλείται **"πλεονέκτημα του δεξιού αυτιού"** (REA: Right Ear Advantage). Στη συντριπτική πλειοψηφία των δεξιόχειρων ατόμων παρουσιάζεται μεγαλύτερο ποσοστό ορθών απαντήσεων από το δεξί αυτί στην πιο απλή μορφή της δοκιμασίας (επανάληψη όλων των αριθμών και από τα δύο αυτιά χωρίς σκέψη από που ακούστηκε τι). Το φαινόμενο παρουσιάζεται ακόμα και σε αρκετό ποσοστό αριστερόχειρων και συνδέεται με την ανατομοφυσιολογία του κεντρικού ακουστικού νευρικού συστήματος (ΚΑΝΣ), σύμφωνα με την οποία το 80% των νευρικών ινών του ΚΑΝΣ χιάζεται και καταλήγει στον εγκέφαλο στην αντίθετη πλευρά. Λόγω του χιασμού της πλειονότητας των ινών οι πληροφορίες που ακούγονται στο δεξί αυτί πηγαίνουν στον κροταφικό λοβό του αριστερού εγκεφαλικού ημισφαιρίου. Το αριστερό ημισφαίριο είναι το αναλυτικό ημισφαίριο στο οποίο γίνεται η αποκωδικοποίηση της γλώσσας και της ομιλίας και άμεσα το άτομο μπορεί να εκφράσει λεκτικά αυτό που άκουσε (στην περίπτωση της διχωτικής δοκιμασίας, τους τέσσερις αριθμούς). Αντίθετα οι αριθμοί που ακούγονται στο αριστερό αυτί αποκωδικοποιούνται ως πληροφορίες από το δεξί ημισφαίριο (το οποίο είναι υπεύθυνο για την αποκωδικοποίηση της προσωδίας στην ομιλία, προσωδία: με ποιο τρόπο λέω κάτι) και για να ακολουθήσει η λεκτική έκφραση τους από το άτομο θα πρέπει οι ακουστικές πληροφορίες να μεταφερθούν μέσω του **μεσολοβίου** (κυρίως) στο αριστερό ημισφαίριο. Αυτή η δεύτερη οδός είναι μακρύτερη και επομένως πιο αργή και με τον τρόπο αυτό δημιουργείται το πλεονέκτημα του δεξιού αυτιού. Αυτό σημαίνει πρακτικά ότι χωρίς να το συνειδητοποιεί το εξεταζόμενο άτομο συνήθως του έρχεται πιο εύκολο να επαναλάβει ορθά ότι ακούει από το δεξί αυτί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα όταν του ζητηθεί να απαντήσει μόνο ότι άκουσε από αριστερά να πρέπει να καταστείλει αυτή την "φυσική" του τάση προκειμένου να ακολουθήσει τις οδηγίες και να απαντήσει ότι άκουσε στο αριστερό αυτί. Η διχωτική δοκιμασία μπορεί να γίνει και με συλλαβές, λέξεις ή προτάσεις.

Το αποτέλεσμα της διχωτικής δοκιμασίας αξιολογείται τόσο ως προς το ποσοστό των ορθών απαντήσεων, όσο και ως προς την συσχέτιση του ποσοστού του κάθε αυτιού. Σε περιπτώσεις που υπάρχει **διαφορά μεγαλύτερη από 10%** ανάμεσα στα αποτελέσματα δεξιού και αριστερού αυτιού, τότε το αυτί με το μικρότερο ποσοστό ονομάζεται αδύναμο αυτί και υπάρχει περιθώριο βελτίωσης της απόδοσης του με εξατομικευμένη και στοχευμένη ακουστική εκπαίδευση. Αποτελέσματα μικρότερα του 80% για τα παιδιά και μικρότερα του 90% για τους ενήλικες θεωρούνται παθολογικά και θα μπορούσαν να χρήζουν αντιμετώπισης με βάση την συνολική εικόνα του εξεταζόμενο ατόμου.

Χρονική ανάλυση (Temporal resolution):

Ένα βασικό στοιχείο της ακουστικής επεξεργασίας αφορά τον τρόπο με τον οποίο το άτομο μπορεί να παρακολουθήσει την γρήγορη εναλλαγή ήχων. Το στοιχείο αυτό συμβάλλει στην δυνατότητα του ατόμου να διακρίνει τα σύμφωνα και τα συμπλέγματα τους στη ρέουσα ομιλία ιδιαίτερα σε δύσκολες ακουστικές συνθήκες. Οι διαθέσιμες κλινικές δοκιμασίες είναι σταθμισμένες και έχουν το πλεονέκτημα ότι δεν αφορούν ως προς την εξέταση τους καθόλου την γλώσσα. Αυτό σημαίνει πως μπορούν να δοθούν ανεξάρτητα από την μητρική γλώσσα ή την ύπαρξη διγλωσσίας. Πρόκειται για τις δοκιμασίες 1. GIN (Gaps In Noise) Κενά σε θόρυβο και 2. RGDT (Random Gap Detection Threshold) Αναγνώριση ουδού τυχαιοποιημένου κενού.

Στην δοκιμασία GIN το άτομο καλείται να αναγνωρίσει κενά επιπέδου χιλιοστών του δευτερολέπτου

μέσα σε κομμάτια θορύβου. Με την δοκιμασία προσδιορίζεται ο ουδός χρονικής ανάλυσης (το μικρότερο σε χιλιοστά του δευτερολέπτου κενό που αναγνωρίζει το εξεταζόμενο άτομο). Η δοκιμασία χορηγείται σε κάθε αυτί χωριστά και παρέχει λεπτομερή διάγνωση του συγκεκριμένου στοιχείου της ακουστικής επεξεργασίας. Παρουσιάζονται χρονικά κενά 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20 χιλιοστών του δευτερολέπτου, με κάθε ένα από τα αναφερόμενα κενά να υπάρχει 6 φορές. Επιτυχής αναγνώριση ενός χρονικού κενού θεωρείται όταν αναγνωρίζονται τουλάχιστον τα 4 στα 6 κενά με την προϋπόθεση ότι στα μεγαλύτερα κενά υπάρχει συνέπεια αναγνώρισης. Αυτό εφαρμόζεται σε όλα τα αναφερόμενα χρονικά κενά. Το μικρότερο χρονικό κενό που αναγνωρίζεται αποτελεί τον ουδό του εξεταζόμενου ατόμου.

Στην δοκιμασία RGDT υπάρχουν τόνοι 500, 1000, 2000 και 4000 Hz. Κάθε συχνότητα εξετάζεται χωριστά ως εξής: υπάρχουν 2 τόνοι με κενά ανάμεσα τους από 0, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 χιλιοστά των δευτερολέπτων. Το άτομο καλείται να πει αν άκουσε έναν ή δύο ήχους. Η δοκιμασία δίνεται αμφιωτικά (παρουσίαση των ερεθισμάτων και στα δύο αυτιά) και ως αποτέλεσμα της θεωρείται ο μέσος όρος των ουδών ανά συχνότητα. Υπάρχει η δυνατότητα, σε περίπτωση που το αποτέλεσμα σε μία συχνότητα δεν είναι αξιολογήσιμο, να εξαχθεί ο μέσος όρος από τις 3 συχνότητες της δοκιμασίας. Σε περίπτωση που η συνθήκη του 0 κενού ανάμεσα στους τόνους αναγνωρίζεται ως δύο τόνοι, η δοκιμασία δεν είναι αξιολογήσιμη. Σε περίπτωση ασυνέπειας με αναγνώριση μικρότερων κενών ως 2 και μεγαλύτερων ως 1, κρίνεται απαραίτητη η επανάληψη των οδηγιών και στη συνέχεια εφόσον κριθεί απαραίτητο η χορήγηση της εκτεταμένης μορφής (extended version) της δοκιμασίας που περιέχει πολύ μεγαλύτερα χρονικά κενά. Χρήσιμη είναι η εφαρμογή της extended μορφής της δοκιμασίας και σε περίπτωση, που το εξεταζόμενο άτομο λέει ότι ακούει 1 ήχο σε όλες τις συνθήκες της δοκιμασίας RGDT. Είναι συχνό φαινόμενο μετά την εφαρμογή της extended μορφής να μπορεί να προκύψει ουδός και από την αρχική RGDT με επανάληψη της. Είναι γενικός κανόνας ότι θα πρέπει ο εξεταστής να φροντίζει να διασφαλίζει ότι το άτομο έχει κατανοήσει τις οδηγίες για το τι πρέπει να κάνει σε κάθε δοκιμασία και όχι να χορηγεί μηχανικά την όποια δοκιμασία ελέγχου στοιχείων της ακουστικής επεξεργασίας.

Δοκιμασίες αναγνώρισης μοτίβων (pattern recognition tests)

Δοκιμασία διάκρισης συχνοτήτων (Pitch Pattern Sequence-PPS)

Η δοκιμασία περιλαμβάνει δύο απλούς τόνους διαφορετικών συχνοτήτων και το άτομο καλείται όταν αυτοί χορηγούνται σε τριάδες να επαναλαμβάνει την σειρά με την οποία τους άκουσε. Οι τόνοι είναι 1430Hz (υψηλός) και 880Hz (χαμηλός). Το υψηλός και χαμηλός αναφέρεται στο συχνοτικό ύψος και στα αγγλικά οι χρησιμοποιούμενοι όροι είναι high/low. Κατά την διάρκεια στάθμισης της δοκιμασίας σε ελληνικό πληθυσμό παιδιών φάνηκε η σύγχυση που τους προκαλούσαν οι όροι. Σε πολλές περιπτώσεις νόμιζαν ότι αναφέρονται σε ένταση και όχι στην συχνότητα των ήχων. Δοκιμάστηκε με επιτυχία και υιοθετήθηκε η χρήση των όρων λεπτός/χοντρός που φάνηκε πως ήταν πιο αντιληπτοί. Στα πρώτα 100 και πλέον παιδιά, που εξετάστηκαν η δοκιμασία φαινόταν να είναι ιδιαίτερα εύκολη για τον ελληνικό πληθυσμό με τα παιδιά να έχουν ορθή αναγνώριση των μοτίβων με αποτελέσματα πάνω από 98% και για τα δύο αυτιά (δεξί, αριστερό τα οποία εξετάζονται χωριστά). Πολύ αργότερα και μετά από εκπαίδευση μέσω σεμιναρίων λογοθεραπευτών και ειδικών παιδαγωγών, αρχίσαμε να εξετάζουμε παιδιά και να βρίσκουμε ελλείμματα ως προς την διάκριση συχνοτήτων. Πριν από την κύρια δοκιμασία υπάρχει δοκιμασία για επιβεβαίωση της διάκρισης μεταξύ των διαφορετικών συχνοτήτων, που περιλαμβάνει ζεύγη συχνοτήτων και στην οποία το εξεταζόμενο άτομο θα πρέπει να έχει αποτέλεσμα τουλάχιστον 80% για να προχωρήσει στο κύριο μέρος της δοκιμασίας. Υπάρχουν διαφορετικές δοκιμασίες για ενήλικες με ταχύτερη εναλλαγή των ήχων μέσα στις τριάδες αλλά και συντομότερο διάστημα από την μία τριάδα στην επόμενη, ενώ για τα παιδιά τα διαστήματα είναι μεγαλύτερα τόσο μεταξύ των ήχων της ίδιας τριάδας, όσο και μεταξύ των τριάδων. Είναι σημαντικό με βάση τον χώρο χορήγησης να υπάρχει στάθμιση των δοκιμασιών για να είναι το εύρος των φυσιολογικών τιμών μεγαλύτερης ακρίβειας. Το στοιχείο της ακουστικής επεξεργασίας

που ελέγχεται αφορά τόσο στην διάκριση συχνοτήτων όσο και στην χρονική επεξεργασία αναγνώρισης μοτίβων.

Δοκιμασία διάκρισης διάρκειας απλών τόνων (Duration Pattern Sequence-DPS)

Η δοκιμασία περιλαμβάνει τριάδες ήχων με εναλλαγή δύο απλών τόνων διαφορετικής διάρκειας. Συνήθως η δοκιμασία αυτή συγκριτικά με αυτή των συχνοτήτων είναι πιο δύσκολη για τα μικρότερα παιδιά. Η δοκιμασία εξοικείωσης αποτελείται κι αυτή από τριάδες. Το αποτέλεσμα είναι η ορθή επί τοις εκατό αναγνώριση των τριάδων. Υπάρχουν δοκιμασίες ενηλίκων και παιδιών κατά αντιστοιχία με αυτές των συχνοτήτων. Η διάκριση αφορά στην χρονική επεξεργασία.

Υπάρχουν δοκιμασίες που αφορούν στην **ακουστική μνήμη** και για τα ελληνικά δεδομένα αφορούν σε επανάληψη αυξανόμενης σειράς αριθμών. Η δοκιμασία ήταν μέρος ελέγχου της νοημοσύνης. Ψηφιοποιήθηκε προκειμένου να έχει σταθερά χαρακτηριστικά άρθρωσης, ρυθμού και έντασης. Έχει δύο κομμάτια, το πρώτο αφορά στην με την σειρά επανάληψη των αριθμών και το δεύτερο την αντίστροφη επανάληψη των αριθμών. Η δοκιμασία είναι ιδιαίτερα σημαντική σε άτομα για τα οποία υπάρχει η υποψία ή η διάγνωση της ΔΕΠΥ προκειμένου στα πλαίσια ελέγχου της ακουστικής επεξεργασίας να προσδιοριστεί το επίπεδο της ακουστικής προσοχής.

Ο τρόπος ελέγχου των επιμέρους στοιχείων της ακουστικής επεξεργασίας είναι δυναμικός και υπάρχει συνεχής προσπάθεια για δημιουργία νέων δοκιμασιών ή νέου τρόπου χορήγησης τους. Το σημαντικό είναι να διατηρείται το ενδιαφέρον των εξεταζόμενων έτσι ώστε να εξετάζεται η δυνατότητα τους για ακουστική επεξεργασία και όχι η κόπωση ή έλλειψη κινήτρου συμμετοχής τους στην εξεταστική διαδικασία. Υπάρχουν δοκιμασίες που χρησιμοποιούν την ηχοκάλυψη ομιλητικών ή μη ερεθισμάτων με διάφορους τρόπους προκειμένου να εξεταστεί η ακουστική επεξεργασία σε διάφορες συνθήκες. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι δοκιμασίες που διενεργούνται μέσα από εφαρμογές και περιέχουν και οπτικά ερεθίσματα. Σε πολλές περιπτώσεις είναι δυναμικές, με την έννοια ότι δεν υπάρχει μια προκαθορισμένη σειρά ερεθισμάτων, αλλά ανάλογα με την ορθή ή μη απάντηση του εξεταζόμενου ακολουθεί το επόμενο ερέθισμα. Αυτό οδηγεί σε γρηγορότερη εκτίμηση της ακουστικής επεξεργασίας.

Θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι δεν διενεργούνται όλες οι δοκιμασίες σε όλους τους εξεταζόμενους καθώς ο χρόνος είναι περιορισμένος και η εξέταση κλινική και όχι ερευνητική. Η επιλογή τους στηρίζεται σε λεπτομερές ιστορικό και προσεκτική διερεύνηση των αναφερόμενων δυσκολιών ακοής, προσοχής, μάθησης και επικοινωνίας. Θα πρέπει να μην συγχέονται οι **δοκιμασίες** (οι οποίες είναι σταθμισμένες, έχουν φυσιολογικές τιμές και οδηγούν σε αποτέλεσμα που μας λέει αν το άτομο παρουσιάζει φυσιολογική ακουστική επεξεργασία για το συγκεκριμένο στοιχείο που εξετάζεται ή παθολογικό) με τις **ασκήσεις** (που δημιουργούνται εξατομικευμένα για να αντιμετωπίσουν ελλείμματα συγκεκριμένων στοιχείων της ακουστικής επεξεργασίας). Περισσότερες λεπτομέρειες για τεχνολογικές εφαρμογές που συμβάλλουν στην διάγνωση της ΔΑΕ υπάρχουν στο κεφάλαιο 8 “Τεχνολογικές εφαρμογές ΔΑΕ”.

Αντικειμενικές εξετάσεις εξέτασης της ακουστικής επεξεργασίας

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι αντικειμενικές εξετάσεις ακοής ως προς την ακουστική επεξεργασία δείχνουν τα ελλείμματα των ατόμων με ΔΑΕ και το σαφή διαχωρισμό τους σε επίπεδο ομάδας συγκριτικά με ομάδα ελέγχου. Ωστόσο η έλλειψη φυσιολογικών τιμών με συγκεκριμένη κοινά αποδεκτή μεθοδολογία στη διεθνή επιστημονική κοινότητα δεν επιτρέπει την ασφαλή χρήση τους σε ατομικό επίπεδο και επομένως σε επίπεδο διάγνωσης. Η διάγνωση στηρίζεται κυρίως στις συμπεριφορικές/ψυχοακουστικές δοκιμασίες, οι οποίες έχουν φυσιολογικές τιμές και επομένως μπορούν

να καταγράψουν αν το συγκεκριμένο άτομο που εξετάστηκε έχει φυσιολογικές τιμές ή παθολογικές (φυσιολογικές τιμές=φυσιολογική/τυπική ακουστική επεξεργασία, παθολογικές τιμές=έλλειμμα ακουστικής επεξεργασίας). Τα κριτήρια διάγνωσης για ΔΑΕ προβλέπουν κατ' ελάχιστο δύο δοκιμασίες ακουστικής επεξεργασίας (διαφορετικών στοιχείων της) να είναι παθολογικές για να οδηγηθούμε στη διάγνωση ΔΑΕ.

Καταστολή ωτοακουστικών εκπομπών

Η καταστολή των ωτοακουστικών εκπομπών είναι ένα κλινικό εργαλείο για τον έλεγχο της ανασταλτικής φυγόκεντρης δράσης στην κοχλιακή λειτουργία. Η δράση θεωρείται πως μπορεί να διευκολύνει την αντίληψη ομιλίας σε δύσκολες ακουστικές συνθήκες και υποστηρίζεται από το μέσο ελαιοκοχλιακό δεμάτιο. Σε ένα φυσιολογικό ακουστικό σύστημα οι ωτοακουστικές εκπομπές μειώνονται σε πλάτος (καταστέλλονται) με την παρουσία ετερόπλευρου θορύβου. Η καταστολή των εκπομπών είναι αποτέλεσμα ενεργοποίησης του φυγόκεντρου ακουστικού συστήματος μετά από ετερόπλευρη έκθεση σε θόρυβο ευρέος (broadband) φάσματος και αποτελεί έμμεσο δείκτη λειτουργικότητας του έσω ελαιοκοχλιακού δεματίου. Το έσω ελαιοκοχλιακό δεμάτιο περιέχει νευρικές ίνες με μυελίνη και μεγάλο πάχος και κυρίαρχη προβολή στον ετερόπλευρο κοχλία (λίγος αριθμός ινών προβάλλει και στον ομόπλευρο κοχλία). Τόσο οι ίνες που χιάζονται όσο και οι μη χιαζόμενες συνάπτονται με τα έξω τριχωτά κύτταρα. **Η συναπτική απελευθέρωση της ακετυλοχολίνης αναστέλλει την κινητικότητα των έξω τριχωτών κυττάρων, μειώνει το κέρδος του κοχλιακού ενισχυτή και τις απαντήσεις των κεντρομόλων νευρικών ινών του ακουστικού συστήματος στον εισερχόμενο ήχο.** Η λειτουργικότητα του έσω ελαιοκοχλιακού δεματίου διαφοροποιείται με την παρουσία θορύβου, οδηγώντας σε βελτίωση της αντίληψης ομιλίας σε συνεχόμενο θόρυβο.

Πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση από τον ιατρό ΩΡΛ Βασιλειάδη Αντώνη αναδεικνύει ότι όταν αναλυθούν μελέτες με έλεγχο της καταστολής των ωτοακουστικών εκπομπών που έχουν πειραματικές ομάδες με σαφή διάγνωση ΔΑΕ (με κριτήρια του Ευρωπαϊκού Consensus Iliadou et al, 2017) η καταστολή των ωτοακουστικών εκπομπών είναι μειωμένη σε άτομα με ΔΑΕ. Το γεγονός φαίνεται να συνδέεται με την μειωμένη ικανότητα των ατόμων με ΔΑΕ να διαχωρίσουν απρόσκοπτα την ομιλία μέσα σε περιβάλλον θορύβου ή ανταγωνιστικών ήχων (ομιλίας και μη). Στην βιβλιογραφία υπάρχει καταγεγραμμένη και η άποψη ότι δεν φαίνεται να υπάρχει σύνδεση ανάμεσα στην καταστολή των ωτοακουστικών εκπομπών και την αντίληψη ομιλίας σε θόρυβο. Ωστόσο αν η συγκεκριμένη βιβλιογραφία διαβαστεί προσεκτικά, ο αναγνώστης ανακαλύπτει ότι οι πειραματικές ομάδες είναι είτε άτομα ύποπτα για ΔΑΕ χωρίς σαφή διάγνωση, είτε εμπεριέχουν και διαγνωσμένα και μη διαγνωσμένα με ΔΑΕ άτομα, είτε έχουν άτομα με αυτοαναφερόμενα προβλήματα ακουστικής αντίληψης (listening difficulties). Αυτό οδηγεί σε ομάδες που δεν είναι σαφώς ΔΑΕ, αλλά έχουν αυξημένη ετερογένεια και μπορεί να εξηγήσει τα διαφοροποιημένα αποτελέσματα, τα οποία δεν αφορούν στην πραγματικότητα τα άτομα με σαφή διάγνωση ΔΑΕ. Το συμπέρασμα για τα άτομα με σαφή διάγνωση ΔΑΕ είναι ότι αναμένεται να έχουν μειωμένη καταστολή ωτοακουστικών εκπομπών. Ο αριθμός των μελετών με βάση τα σαφή κριτήρια διάγνωσης που υπάρχουν σήμερα είναι μικρός (7 μελέτες για παιδιά και 2 για ενήλικες), με μικρό αριθμό ατόμων ανά ομάδα και τα χαρακτηριστικά διενέργειας της εξέτασης ποικίλουν γεγονός που αναδεικνύει την ανάγκη μελετών με ομοιομορφία χαρακτηριστικών που να βασίζονται σε τεκμηριωμένα κριτήρια σε μεγαλύτερο αριθμό ατόμων. Ο έλεγχος για καταστολή των ωτοακουστικών εκπομπών προϋποθέτει την καταγραφή ωτοακουστικών εκπομπών με βάση συγκεκριμένα κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά θα πρέπει να είναι σταθερά. Στις μελέτες που υπάρχουν διαφοροποιείται το SNR από 3 έως και 6 προκειμένου να καταγραφεί η ύπαρξη ή μη ωτοακουστικών εκπομπών. Η χρήση μεγαλύτερου SNR εξασφαλίζει μεγαλύτερη πιστότητα αποτελέσματος. Σε κάθε περίπτωση, όπως και στα ακουστικά προκλητά δυναμικά, τα καταγραφόμενα σήματα θα πρέπει να ξεχωρίσουν πάνω από άλλα σήματα (παράσιτα-θόρυβος) και όσο αυστηρότερα τα κριτήρια, τόσο πιο αξιόπιστο το καταγραφόμενο αποτέλεσμα.

Ηλεκτροφυσιολογία

Τα Ακουστικά Προκλητά Δυναμικά Εγκεφαλικού Στελέχους στα οποία επικεντρωθήκαμε στο κεφάλαιο του ελέγχου της περιφερικής ακοής είναι τα πρώιμα (αυτά που καταγράφονται έως και 15msec μετά την έναρξη των ηχητικών ερεθισμάτων). Αυτά έχουν καταγεγραμμένες φυσιολογικές τιμές (στάθμιση) ως προς τους λανθάνοντες χρόνους των επαρμάτων καθώς και συγκεκριμένη μορφολογία των επαρμάτων (κυμάτων, waves), γεγονός που επιτρέπει με την εξέταση του κάθε ατόμου να υπάρχει συμπέρασμα αν τα ηλεκτρικά δυναμικά σε απάντηση των ηχητικών ερεθισμάτων δείχνουν φυσιολογική λειτουργία του ακουστικού συστήματος ή όχι. Τα μεσαία και όψιμα ακουστικά προκλητά δυναμικά δεν έχουν μέχρι στιγμής τέτοια στάθμιση και επομένως παρά το γεγονός πως μπορεί να δείχνουν ερευνητικά σε επίπεδο ομάδων ότι μπορούν να διαχωρίσουν άτομα με ΔΑΕ από άτομα με φυσιολογική ακουστική επεξεργασία δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν εύκολα στη κλινική πράξη. Το P300 κύμα και το MMN είναι τα πλέον υποσχόμενα να χρησιμοποιηθούν κάποια στιγμή στο μέλλον στην κλινική πράξη, όταν θα μπορέσει να υιοθετηθεί μια συγκεκριμένη μεθοδολογία σε διεθνές επίπεδο και καταγραφούν οι φυσιολογικές τιμές ανά ηλικία. Το MMN (MisMatch Negativity) καταγράφεται ως αποτέλεσμα έκθεσης του ατόμου σε μικρή σειρά νέων ακουστικών ερεθισμάτων η οποία διακόπτει μεγαλύτερη επαναλαμβανόμενη σειρά από άλλα ερεθίσματα, στα οποία το κεντρικό ακουστικό σύστημα έχει “συνηθίσει” και μοιάζει να μην τα “ακούει” πλέον. Η καταγραφή του MMN δηλώνει την έναρξη έκθεσης στα νέα ερεθίσματα σαν μια αντίδραση του κεντρικού ακουστικού συστήματος το οποίο “ακούει” τα νέα ερεθίσματα με ενδιαφέρον εφόσον το κεντρικό ακουστικό νευρικό σύστημα λειτουργεί φυσιολογικά. Όταν η ακουστική επεξεργασία δεν είναι φυσιολογική το MMN καταγράφεται ελαττωμένο ή απουσιάζει τελείως. Έχουν διατυπωθεί απόψεις ότι το MMN καταγράφει την προσοχή του εξεταζόμενου ατόμου, ωστόσο κατά την διάρκεια καταγραφής του ο εξεταζόμενος παρακολουθεί μια ταινία με κλειστό τον ήχο, ώστε η προσοχή του να στρέφεται στα οπτικά ερεθίσματα της ταινίας. Αυτή η αυτόματη απρόσκοπτη ανίχνευση (χωρίς την ανάγκη ενεργούς στροφής της προσοχής) συμβάλλει στην προσαρμογή του ατόμου στο περιβάλλον με εξελικτικές ρίζες που διευκολύνουν την εγρήγορση στο όποιο διαφορετικό ερέθισμα.

Τα ακουστικά προκλητά δυναμικά ως αποτέλεσμα ήχου κλικ (πολύ σύντομου ήχου πολλαπλών συχνοτήτων) σε νεότερες εκδοχές έχουν ως ήχο πρόκλησης τους ομιλητικό ερέθισμα, οπότε αυξάνεται η πολυπλοκότητα και καταγράφεται περισσότερο η λειτουργία του κεντρικού ακουστικού νευρικού συστήματος. Το αποτέλεσμα της καταγραφής (σε ερεθίσματα τύπου “μπα”, “ντα”, “γκα” είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο και η ανάγνωση του απαιτεί μαθηματική ανάλυση. Το γεγονός αυτό δεν καθιστά την εξέταση ιδιαίτερα φιλική προς την καθημερινή χρήση. Η μέθοδος αναφέρεται ως cABR (Complex Auditory Brainstem Responses) ή FFR (Frequency Following Response).

Έλεγχος ακουστικής επεξεργασίας σε ασθενείς με άλλες παθήσεις και διαταραχές

Οι ασθενείς με ψυχιατρικές διαταραχές και νευρολογικές παθήσεις μπορεί να έχουν διαταραχές ακοής (οξύτητας ή/και ακουστικής επεξεργασίας) που να μην είναι άμεσα «ορατές». Στις περιπτώσεις αυτές τα συμπτώματα μπορεί να μην είναι τα κλασικά «τι είπες;» «δεν σε άκουσα», «δεν κατάλαβα», αλλά μπορεί να είναι συχνοί πονοκέφαλοι από την υπερπροσπάθεια να ακούσουν ή να φαίνονται συχνά αφηρημένοι ή να αποφεύγουν την κοινωνική αλληλεπίδραση οδηγούμενοι στην κοινωνική απομόνωση. Το δύσκολο κομμάτι της διάγνωσης ΔΑΕ όταν υπάρχει διάγνωση άλλων παθήσεων οδηγεί σε πολλές περιπτώσεις είτε σε άγνοια πιθανότητας συνύπαρξης με ΔΑΕ, είτε σε αποφυγή διαγνωστικής εξέτασης με το αιτιολογικό ότι το άτομο έχει σοβαρότερα προβλήματα να αντιμετωπίσει, είτε σε άλλες περιπτώσεις στην παρανόηση ότι σε κάποιες παθήσεις ή διαταραχές είναι δεδομένο ότι υπάρχει ΔΑΕ και επομένως δεν έχει νόημα η εξέταση της ακουστικής επεξεργασίας. Η άγνοια για την πιθανότητα συνύπαρξης ΔΑΕ σε νευρολογικές

παθήσεις ή ψυχιατρικές διαταραχές οφείλεται στην ελλιπή εκπαίδευση των ιατρών κατά την διάρκεια των βασικών σπουδών τους και στην έλλειψη συγγραμμάτων Νευρολογίας, Ψυχιατρικής, Ακουολογίας και ΩΡΛ που να περιλαμβάνουν τα σύγχρονα δεδομένα. Αυτή η έλλειψη οδηγεί στην λανθασμένη εντύπωση ότι τα προβλήματα ακοής αφορούν αποκλειστικά τους ΩΡΛ και καμία άλλη ιατρική ειδικότητα. Σε πολλές περιπτώσεις τα συγγράμματα Ψυχιατρικής δεν περιλαμβάνουν την σύγχρονη γνώση που δείχνει ελλείμματα στη βασική ακουστική επεξεργασία στην σχιζοφρένεια, τα οποία αν αντιμετωπιστούν είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε βελτίωση της ποιότητας ζωής και των γνωστικών λειτουργιών των ασθενών. Η αποφυγή διαγνωστικής εξέτασης με το αιτιολογικό ότι το άτομο έχει σοβαρότερα προβλήματα (π.χ. εγκεφαλικό ή σχιζοφρένεια) δεν λαμβάνει υπόψη την στενή σύνδεση των διαταραχών ακοής με τις διαταραχές επικοινωνίας, την μειωμένη μνήμη και προσοχή, την χαμηλή αυτοεκτίμηση. Η διασύνδεση της ακοής με την επικοινωνία, την ψυχική υγεία και τις γνωστικές λειτουργίες αποτελεί δεδομένο και η διερεύνηση της ακουστικής ικανότητας (οξύτητας και επεξεργασίας) προσφέρει στοιχεία με βάση τα οποία μπορεί ο ασθενής να έχει πρόσβαση σε καλύτερη αποκατάσταση. Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι κάθε ασθενής είναι διαφορετικός και η εξέταση είναι απαραίτητη για να βρεθεί αν υπάρχουν και σε τι βαθμό ελλείμματα ακοής και ακουστικής επεξεργασίας και μόνο στην περίπτωση ανεύρεσης τους να προχωρήσει σε στοχευμένη αποκατάσταση. Μετά από ένα εγκεφαλικό επεισόδιο για παράδειγμα ανάλογα με την εντόπιση της βλάβης μπορεί να διαφοροποιηθεί η πιθανότητα ύπαρξης ΔΑΕ. Παρά το γεγονός της ύπαρξης κατευθυντήριων οδηγιών που θεωρούν απαραίτητη την πλήρη καταγραφή των λειτουργίας και των δυνατοτήτων επικοινωνίας του ασθενούς, η ακοή δεν συμπεριλαμβάνεται στις λειτουργίες που προτείνεται να ελέγχονται. Αυτό αναδεικνύει την ελλιπή μεταφορά των ερευνητικών δεδομένων στην κλινική πράξη καθώς και την απουσία διεπιστημονικής προσέγγισης. Νευρολογικές παθήσεις που μπορεί να επηρεάζουν το κεντρικό ακουστικό νευρικό σύστημα ως προς τις δομές και την συνδεσιμότητα του με άλλα κέντρα και περιοχές του εγκεφάλου δυνατόν να συνυπάρχουν με ΔΑΕ και ο έλεγχος θα πρέπει να είναι ρουτίνα. Η απουσία διαγνωστικού ελέγχου οδηγεί σε ελλιπή αντιμετώπιση των προβλημάτων του ασθενούς συνολικά και φτωχή παροχή ιατρικών υπηρεσιών. Στις ψυχιατρικές παθήσεις ενηλίκων και παιδιών είναι σύνηθες καθώς έχει αποτυπωθεί στα ερευνητικά δεδομένα η αυξημένη συνύπαρξη με ΔΑΕ να θεωρείται πως η διάγνωση δεν είναι απαραίτητη καθώς π.χ. όλα τα παιδιά που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού έχουν ΔΑΕ. Αυτή η διατύπωση είναι λανθασμένη καθώς δεν ισχύει η συγκεκριμένη συνύπαρξη σε όλα τα παιδιά με αυτισμό, γι' αυτό και είναι απαραίτητος ο έλεγχος μέσω διαγνωστικής προσέγγισης. Θα αναρωτηθεί κανείς "είναι εφικτός ο έλεγχος για ΔΑΕ σε όλους τους ασθενείς με ψυχιατρικές παθήσεις;" Η απάντηση είναι πως οι σταθεροί ενήλικοι ασθενείς (που δεν βρίσκονται στην οξεία φάση) μπορούν να δώσουν συνεπή αποτελέσματα και να ολοκληρώσουν την διαγνωστική προσέγγιση. Τα παιδιά που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού εφόσον είναι λειτουργικά και έχουν λόγο (ομιλία) μπορούν στη συντριπτική τους πλειοψηφία να εξεταστούν ως προς την ακουστική επεξεργασία. Κάθε ασθενής είναι μοναδικός και απαιτεί διαφορετικούς χειρισμούς προκειμένου να διατηρήσει την προσοχή του σε όλη την διάρκεια της εξέτασης. Επομένως ο έμπειρος εξεταστής οφείλει να έχει προσαρμοστικότητα και να δίνει τον απαιτούμενο χρόνο καθώς και εναλλακτικές ως προς τον τρόπο απάντησης του εξεταζόμενου καθώς και τον τρόπο χορήγησης των οδηγιών για τις επιμέρους δοκιμασίες της διαγνωστικής προσέγγισης.

ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ	Στοιχεία ακουστικής επεξεργασίας που μπορεί να έχουν επηρεαστεί	Λειτουργική εξήγηση
Κροταφική Επιληψία	Χρονική ανάλυση και επεξεργασία	Έλλειμμα στην δυνατότητα αντίληψης ήχων με ταχεία εναλλαγή σε επίπεδο χιλιοστών του δευτερολέπτου (πχ σύμφωνα στην ρέουσα ομιλία ιδιαίτερα σε δύσκολες ακουστικές συνθήκες)
Αγγειακό Εγκεφαλικό	Αντίληψη ομιλίας σε θόρυβο	Δυσκολίες επικοινωνίας σε θορυβώδη περιβάλλοντα που ξεπερνούν τις τυπικές σε άτομα με φυσιολογική ακουστική οξύτητα και επεξεργασία
Σχιζοφρένεια	Διχωτική ακοή	Εντοπισμός της πηγής ήχων (χρήση διωτικών στοιχείων έντασης και χρόνου εισόδου στον έξω ακουστικό πόρο)
	Χωρική ανάλυση	Εντοπισμό ήχων
	Διάκριση συχνοτήτων	Διάκριση προσωδίας
	Αντιστροφή λειτουργίας ημισφαιρίων	Διάκριση έντασης Εντοπισμό ήχων
Αυτισμός	Υπερακουσία	Ενόχληση από ήχους οι οποίοι δεν έχουν υψηλή ένταση, αλλά γίνονται αντιληπτοί ως εκνευριστικοί
	Διάκριση συχνοτήτων	Αντίληψη επικοινωνιακής πρόθεσης (προσωδία: πως λέγεται κάτι, χαρούμενα, λυπημένα, θυμωμένα, ουδέτερα, ερωτηματικά, καταφατικά κλπ)
	Αντίληψη ομιλίας σε θόρυβο	Μεγάλες δυσκολίες στην επικοινωνία ιδιαίτερα όταν ο θόρυβος ή/και τα ανταγωνιστικά ηχητικά ερεθίσματα δεν έχουν σταθερή ένταση και χαρακτηριστικά, αλλά μεταβαλλόμενα στον χρόνο

Η συνύπαρξη της ΔΑΕ είναι συχνή με ΔΕΠΥ και ειδικές μαθησιακές δυσκολίες, όπως η Δυσλεξία. Το πιο συχνό αίτημα των γονέων που παραπέμπονται για έλεγχο ΔΑΕ είναι η βελτίωση της σχολικής επίδοσης. Ο μεγαλύτερος όγκος των περιστατικών σε ένα ιατρείο ΔΑΕ είναι παιδιά με προβλήματα στο σχολείο. Υπάρχει σειρά ειδικών ερωτηματολογίων για την καταγραφή των δυσκολιών ακουστικής αντίληψης, μνήμης και προσοχής. Τα αποτελέσματα αυτών λαμβάνονται υπόψη στα πλαίσια της διαγνωστικής διερεύνησης για τον καλύτερο προσδιορισμό των στοιχείων της ακουστικής επεξεργασίας που θα εξεταστούν.

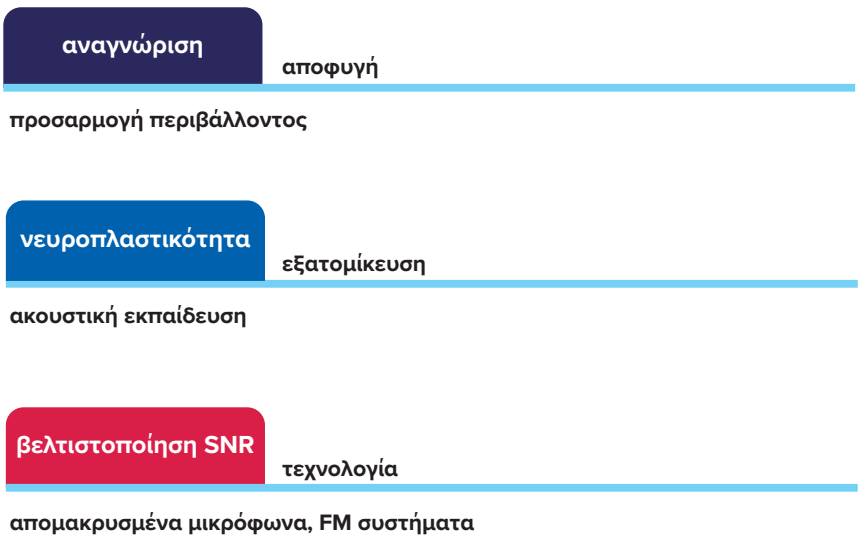
7

Μετά την διάγνωση ΔΑΕ πως γίνεται η παρέμβαση αντιμετώπισης;

Αποτελεί συνηθισμένο λάθος να σκεφτόμαστε απευθείας τις δυνατότητες παρέμβασης με βάση απλώς την υποψία για Διαταραχή Ακουστικής Επεξεργασίας. Αυτό το λάθος οδηγεί σε χαμηλά ποσοστά αποτελεσματικής παρέμβασης. Η διάγνωση παρέχει αναλυτικά δεδομένα για το είδος και το ποσοστό των ελλειμματικών στοιχείων της ακουστικής επεξεργασίας, τα οποία είναι κομβικής σημασίας για την στοχευμένη, εξατομικευμένη ακουστική εκπαίδευση.

Στην Ελλάδα οι θεραπευτές έχουν την τάση να σκέφτονται απευθείας την παρέμβαση και οι ιατροί διαφόρων ειδικοτήτων (συμπεριλαμβανομένων και των ΩΡΛ) να αγνοούν την ύπαρξη της Διαταραχής Ακουστικής Επεξεργασίας. Αυτό δημιουργεί σοβαρά προβλήματα που οδηγούν στην ελλιπή παροχή βέλτιστης και επιστημονικά τεκμηριωμένης παρέμβασης στα άτομα με ΔΑΕ όλων των ηλικιών. Η εξειδίκευση όλων των ειδικοτήτων που εμπλέκονται (ιατρών, θεραπευτών, εκπαιδευτικών) μέσα από το πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών Διαταραχή Ακουστικής Επεξεργασίας του Ιατρικού Τμήματος του ΑΠΘ www.apdmaster.gr έχει ανοίξει τον δρόμο για την ορθή, εξατομικευμένη και επιστημονικά τεκμηριωμένη αποκατάσταση της ΔΑΕ.

Η παρέμβαση αφορά σε τρεις βασικούς πυλώνες, ο πρώτος είναι η κατά το δυνατόν προσαρμογή του περιβάλλοντος στην ύπαρξη ΔΑΕ, ο δεύτερος χρησιμοποιεί την νευροπλαστικότητα μέσω της ακουστικής εκπαίδευσης και ο τρίτος είναι η βελτιστοποίηση του σήματος λόγου προς θόρυβο μέσω της τεχνολογίας ήχου (απομακρυσμένα μικρόφωνα, FM συστήματα).



Ο πρώτος πυλώνας αφορά στην αναγνώριση του προβλήματος και των δυσκολιών ακοής σε συγκεκριμένες ακουστικές συνθήκες από το άτομο και ο προγραμματισμός αποφυγής τους. Το άτομο (ενήλικας ή παιδί) που αναγνωρίζει τις δυσκολίες του σε θόρυβο μπορεί ενεργητικά να τοποθετηθεί μακριά

από πηγές ανταγωνιστικών ηχητικών ερεθισμάτων (εφόσον αυτό είναι εφικτό). Για παράδειγμα, θα αποφύγει να είναι μακριά από το άτομο με το οποίο συνομιλεί ή θα επιδιώξει να είναι μακριά από ένα ανοιχτό παράθυρο (από το οποίο μπορεί να ακούει ήχους από αυτοκίνητα, εργασίες σε οικοδομές κλπ). Οι χώροι στους οποίους βρίσκεται καθημερινά μπορεί να προσπαθήσει να εξασφαλίσει ότι θα έχουν καλή ακουστική και περιορισμένες αντανακλάσεις των ήχων (π.χ. κουρτίνες, πάνελ ηχομόνωσης, μαλακές επιφάνειες, όπως μοκέτες στο πάτωμα). Είναι σύνηθες να προτείνονται παρεμβάσεις στα σχολεία για τις αίθουσες διδασκαλίας ακόμα και με τοποθέτηση ηχείων για ομοιόμορφη κατανομή του ήχου σε όλα τα σημεία της αίθουσας. Οι μεγαλύτερες δυσκολίες σε άτομα με ΔΑΕ παρουσιάζονται σε αίθουσες ή γραφεία, που είναι ανοιχτού τύπου με πρόχειρα διαχωριστικά ή τοίχους χωρίς ιδιαίτερη μόνωση, καθώς το περιβάλλον είναι θορυβώδες και εύκολα προκαλεί απόσπαση ή διάσπαση της προσοχής. Τόσο οι ενήλικες όσο και τα παιδιά ανάλογα με την προσωπικότητα τους μπορεί να μην συνειδητοποιούν γιατί δυσκολεύονται, να αισθάνονται ματαίωση (δεν μπορώ να τα καταφέρω ότι και αν κάνω). Η διάγνωση αποκαλύπτει το πρόβλημα και στη συνέχεια επιτρέπει να πάρουν μέτρα (κατά το δυνατόν) για βελτίωση των καθημερινών χώρων δραστηριοποίησης τους. Ανάλογα με την προσωπικότητα των εμπλεκόμενων ατόμων είναι δυνατόν στο σημείο αυτό να υπάρχουν δυσκολίες στο να διαχειριστούν τον χρόνο και τον κόπο που απαιτεί η παρέμβαση. Για τον λόγο αυτό παρατηρείται σε πολλές περιπτώσεις να μην προχωρούν σε παρεμβάσεις καθώς αυτό τους φαίνεται δύσκολο ή και ακατόρθωτο. Υπάρχουν παρεμβάσεις που είναι απλές και χαμηλού κόστους και άλλες που είναι υψηλού κόστους. Σε κάθε περίπτωση το να έχει διαγνωστεί η διαταραχή και να μην γίνεται παρέμβαση για την βελτίωση της καθώς και των επιπτώσεων της είναι θέμα προτεραιοτήτων, διαχείρισης και στάσης ζωής.

Ο δεύτερος πυλώνας αφορά την ακουστική εκπαίδευση (auditory training). Με τον όρο ακουστική εκπαίδευση αναφερόμαστε στην προπόνηση του κεντρικού ακουστικού νευρικού συστήματος στην ακρόαση και διάκριση ήχων για τους οποίους το άτομο παρουσιάζει ελλείμματα. Η διαδικασία αυτή δεν συστήνεται όταν δεν υπάρχει διάγνωση ΔΑΕ καθώς το άτομο που έχει φυσιολογική ακουστική επεξεργασία έχει πρόσβαση σε όλες τις ακουστικές πληροφορίες σε όλες τις συνθήκες (κατά το μέτρο του δυνατού με βάση τους περιορισμούς του ανθρώπινου ακουστικού συστήματος). Χαρακτηριστικό λάθος αποτελεί η χωρίς διάκριση χρήση της ακουστικής εκπαίδευσης σε άτομα με συγκεκριμένη διάγνωση, η οποία έχει φανεί ότι μπορεί να συνυπάρχει με ΔΑΕ. Τέτοιο παράδειγμα αποτελούν τα άτομα με σχιζοφρένεια, στα οποία κάποιοι μελετητές προχώρησαν σε ακουστική εκπαίδευση τους και όταν ανέλυσαν τα αποτελέσματα ομάδας ασθενών με ομάδα ελέγχου (μαρτύρων) οδηγήθηκαν σε αποτελέσματα που αναδεικνύουν ότι η μέθοδος δεν δουλεύει ωφελεί. Το αποτέλεσμα αυτό οφείλεται στην συμπερίληψη στην ακουστική εκπαίδευση ατόμων με φυσιολογική ακουστική επεξεργασία, τα οποία δεν έχουν ιδιαίτερο περιθώριο βελτίωσης. Το ίδιο συμβαίνει στην Δυσλεξία και στην ΔΕΠΥ. Η <u>πρώτη</u> βασική <u>προϋπόθεση</u> για να έχει αποτέλεσμα η ακουστική εκπαίδευση είναι η εκκίνηση της να γίνεται σε <u>παρουσία διάγνωσης ΔΑΕ.</u> Άλλη περίπτωση είναι να έχουμε ένα άτομο με διάγνωση ΔΑΕ και να προχωρούμε σε ακουστική εκπαίδευση π.χ. της διάκρισης συχνοτήτων και της διχωτικής ακοής, ενώ δεν υπάρχουν ελλείμματα στα συγκεκριμένα στοιχεία για το συγκεκριμένο άτομο. Η <u>δεύτερη προϋπόθεση</u> είναι η ακουστική εκπαίδευση να επικεντρώνει στην εκπαίδευση συγκεκριμένου <u>στοιχείου</u> της ακουστικής επεξεργασίας που εμφανίζεται <u>ελλειμματικό</u>. Σε αρκετές περιπτώσεις η ακουστική εκπαίδευση φαίνεται αναποτελεσματική όταν δεν έχει την απαιτούμενη συχνότητα. Η <u>τρίτη προϋπόθεση</u> λοιπόν, είναι η συχνότητα της ακουστικής εκπαίδευσης να μην είναι μικρότερη από <u>2 φορές την εβδομάδα</u>. Πιο συχνή ακουστική εκπαίδευση (3-5 φορές την εβδομάδα) θα φέρει γρηγορότερα αποτελέσματα, αλλά σπάνια ακολουθείται καθώς αυξάνει τον χρόνο ενασχόλησης και το κόστος. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να γίνει σαφές ότι ακουστική εκπαίδευση μία φορά την εβδομάδα δεν φαίνεται να αποδίδει αποτελέσματα με βάση τα μέχρι τώρα επιστημονικά δεδομένα. Δυστυχώς, ο αυθαίρετος πολλές φορές σχεδιασμός κάλυψης των εξόδων από τα ταμεία οδηγεί σε απώλεια χρόνου και χρήματος με παρεμβάσεις που δεν αποδίδουν στο μέγιστο δυνατό. Όταν αναφερόμαστε στην ακουστική εκπαίδευση θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι οι διάφορες εφαρμογές/προγράμματα που κυκλοφορούν στο εμπόριο (κυρίως στην αγγλική γλώσσα) καθώς και προγράμματα που ακολουθούν την πρακτική one fits all (η ίδια εκπαίδευση για όλους) δεν αποδίδουν καθώς δεν ακολουθούν τον κανόνα που απαιτεί η εκπαίδευση για το κάθε άτομο να είναι επαρκώς δύσκολη. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να διατηρείται η ισορροπία που θέλει αρκετή δυσκολία για να λειτουργεί η νευροπλαστικότητα μέσω

της ενεργητικής προσπάθειας του εκπαιδευόμενου, αλλά όχι τόσο μεγάλη δυσκολία που να οδηγεί στην ματαίωση και τελικά την αποφυγή των συνεδριών ακουστικής εκπαίδευσης. Η τέταρτη προϋπόθεση επομένως είναι η διαφοροποίηση του επιπέδου δυσκολίας της ακουστικής εκπαίδευσης ανάλογα με την βαρύτητα του ελλείμματος της ακουστικής επεξεργασίας. Αυτό το επίπεδο δυσκολίας δεν παραμένει σταθερό σε όλη την διάρκεια της εκπαίδευσης, αλλά προσαρμόζεται δυναμικά καθώς βελτιώνεται η ακουστική επεξεργασία ανά στοιχείο που εκπαιδεύεται. Η πέμπτη προϋπόθεση αφορά στην δυναμική προσαρμογή του επιπέδου δυσκολίας της ακουστικής εκπαίδευσης. Από όλα τα παραπάνω προκύπτει η ανάγκη εξειδικευμένων γνώσεων των θεραπευτών που αναλαμβάνουν την εξατομικευμένη ακουστική εκπαίδευση ατόμων με ΔΑΕ με τις προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν. Θεραπευτές που γνωρίζουν πως να ηχογραφούν, χειρίζονται, προσαρμόζουν ηχητικά ερεθίσματα σε ψηφιακά προγράμματα, πως να διαμορφώνουν το αρχικό πρόγραμμα με βάση την διάγνωση και τα συγκεκριμένα ελλείμματα του ατόμου με ΔΑΕ, πως να τροποποιούν δυναμικά το πρόγραμμα ανάλογα με την απόδοση του κάθε ατόμου, πως να προσφέρουν συμβουλευτική και να παραπέμπουν για παρακολούθηση από τον εξειδικευμένο ιατρό ανά 6μηνο ακουστικής εκπαίδευσης, είναι κατάλληλοι για να προσφέρουν τις βέλτιστες υπηρεσίες προς όφελος του ατόμου με ΔΑΕ.

Η εξατομικευμένη ακουστική εκπαίδευση, που εφαρμόζεται στην Ελλάδα από το 2012, ξεκίνησε με τα πρώτα σεμινάρια μέσω του ΕΛΚΕ ΑΠΘ από την Καθηγήτρια Ψυχοακουστικής Βασιλική Μαρία Ηλιάδου και στηρίζεται αποκλειστικά σε ηχητικά ερεθίσματα. Προσαρμόζεται ανάλογα με τα αποτελέσματα της διαγνωστικής εξέτασης του κάθε ατόμου τόσο ως προς το στοιχείο της ακουστικής επεξεργασίας που θα δουλευτεί, όσο και ως προς το επίπεδο δυσκολίας από το οποίο θα γίνει η έναρξη. Αυτή η εξατομίκευση αφορά το επίπεδο ακουστικής ικανότητας του κάθε προσώπου και οδηγεί σε έναρξη με βάση τις ικανότητες του. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η υπερβολική δυσκολία από την αρχή, που μπορεί να οδηγήσει σε αποφυγή των συνεδριών και ματαίωση εκ μέρους του εκπαιδευόμενου, αλλά και σε προβληματισμό για την μέθοδο από την πλευρά του θεραπευτή. Έχει παρατηρηθεί σε πολλά παιδιά αλλά και ενήλικες πιο ομαλή πορεία στην ακουστική εκπαίδευση και καλύτερα αποτελέσματα όταν οι θεραπευτές έχουν περισσότερες σε βάθος γνώσεις για το θέμα. Η πορεία της ακουστικής εκπαίδευσης στην Ελλάδα ξεκίνησε με θεραπευτές που εκπαιδεύτηκαν εντατικά μέσα σε ένα Σαββατοκύριακο, συνεχίστηκε με αυτούς που παρακολούθησαν ενεργά ετήσιο πρόγραμμα με ένα Σαββατοκύριακο ανά μήνα και ενδιάμεσες δραστηριότητες εκμάθησης και κορυφώθηκε με την συμμετοχή τους στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών 3 εξαμήνων στο τμήμα Ιατρικής ΑΠΘ. Οι απόφοιτοι του μεταπτυχιακού ΔΑΕ έχουν πλέον την δυνατότητα να διαμορφώσουν το πρόγραμμα ακουστικής εκπαίδευσης στις ανάγκες του κάθε ατόμου με ΔΑΕ, να φτιάξουν ασκήσεις από την αρχή προσαρμοσμένες στις ικανότητες ακουστικής επεξεργασίας του κάθε προσώπου (με βάση την διάγνωση), να τις τροποποιήσουν όποτε κρίνουν απαραίτητο ανάλογα με την πρόοδο και τις δυσκολίες που παρουσιάζονται και να παρέχουν συμβουλευτική προσδοκιών στο σχολείο, στην εργασία και σε άλλες δραστηριότητες της καθημερινότητας των ατόμων με ΔΑΕ. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν κομμάτια που αφορούν την μουσική ως μέσο ακουστικής εκπαίδευσης, την εργοθεραπεία ως διαφορετική προσέγγιση στην ακουστική εκπαίδευση, την υπερακουσία σε άτομα με ΔΑΕ και την παροχή συμβουλών πρόληψης της ακοής και ασφαλούς ακρόασης.

Ο τρίτος πυλώνας αφορά τα απομακρυσμένα μικρόφωνα και τα FM συστήματα. Η τεχνολογία παρέχει την δυνατότητα στο άτομο με ΔΑΕ να έχει καλύτερη πρόσβαση στο σήμα που ενδιαφέρει (ομιλία) μέσω καλύτερου λόγου σήματος προς θόρυβο δηλαδή SNR. Η αποστολή του σήματος γίνεται κατευθείαν στο αυτί του ατόμου με ΔΑΕ, με αποτέλεσμα το σήμα να φτάνει σε δυνατότερη ένταση και καθαρή ποιότητα και ο θόρυβος ή τα ανταγωνιστικά ακουστικά ερεθίσματα να έχουν χαμηλότερη ένταση. Η πιο νέα τεχνολογία είναι αυτή των απομακρυσμένων μικροφώνων. Στα άτομα με απώλεια ακοής (βαρηκοΐα) τα συστήματα αυτά μπορούν να συνδεθούν απευθείας στα ακουστικά βαρηκοΐας που φορούν και χρησιμοποιούν. Επιπλέον τα τελευταία χρόνια έχει διατυπωθεί η άποψη ότι η χρήση ακουστικών βαρηκοΐας με μικρή ενίσχυση (low gain) μπορεί να βοηθήσει τα άτομα με διάγνωση ΔΑΕ.

8
Τεχνολογικές εφαρμογές

Η χρήση της τεχνολογίας στη διάγνωση και θεραπεία σε ότι αφορά την Ακουολογία είναι ιδιαίτερα ελκυστική. Ο κύριος λόγος είναι προκειμένου η διάγνωση να γίνει πιο διασκεδαστική και να διατηρήσει το ενδιαφέρον του εξεταζόμενου με καλύτερη εστίαση της προσοχής του. Η τεχνολογία με την ευρύτερη έννοια χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση, αν σκεφτούμε ότι χρησιμοποιείται ακουομετρητής, τυμπανομετρητής, ωτοακουστικές εκπομπές. Ωστόσο οι εξειδικευμένες δοκιμασίες ελέγχου της ακουστικής επεξεργασίας γίνονται συνήθως με ηχητικά αρχεία mp3 (μέσω cd player ή υπολογιστή/tablet) με **σταθερό τρόπο στην κλινική πράξη (απλή μέθοδος)**. Για καλύτερη κατανόηση της απλής κλινικής μεθόδου δείτε στο κεφάλαιο της διάγνωσης τα απαντητικά αρχεία με τις λέξεις και ψευδολέξεις. Στην περίπτωση αυτή θα δοθούν όλα τα ερεθίσματα που υπάρχουν ανεξάρτητα από το αν οι απαντήσεις είναι σωστές ή λάθος. Μία μέθοδος που αρχίζει να αλλάζει τα δεδομένα με κύριο στόχο την εξοικονόμηση χρόνου είναι η **προσαρμοστική μέθοδος** κατά την οποία ανάλογα με την σωστή ή λάθος απάντηση του εξεταζόμενου τροποποιείται και η δυσκολία των επόμενων ερεθισμάτων. Με τον τρόπο αυτό ξεκινάμε στην δοκιμασία ομιλίας σε θόρυβο από ένα εύκολο επίπεδο δυσκολίας SNR=+7 και ορίζουμε ότι για κάθε 2 συνεχόμενες λέξεις που ακούει και επαναλαμβάνει ορθά ο εξεταζόμενος αυξάνουμε την δυσκολία κατά 2 dB. Όταν φτάσουμε σε επίπεδο SNR που δεν μπορεί να επαναλάβει 2 συνεχόμενες λέξεις ορθά, ελαττώνουμε κατά 1dB το επίπεδο δυσκολίας με σκοπό να βρούμε το χαμηλότερο επίπεδο ορθής αναγνώρισης λέξεων σε θόρυβο στο οποίο ακούει 1 στις 2 λέξεις ορθά (50%). Φυσικά το παράδειγμα δείχνει απλώς το γενικό κανόνα και θα μπορούσε να εφαρμοστεί με διαφορετικές παραμέτρους π.χ. ξεκινώντας από ένα πολύ δύσκολο επίπεδο και ανεβαίνοντάς σταδιακά ή χρησιμοποιώντας το μέσο όρο των δύο μεθόδων μειούμενης και αυξανόμενης ακουστικής δυσκολίας. Στα θετικά μιας τέτοιας προσαρμοζόμενης δοκιμασίας είναι η μείωση του χρόνου διενέργειας της εξέτασης καθώς μπορούμε ενδεχομένως να φτάσουμε πιο γρήγορα στον ουδό (δυσκολότερο σημείο αναγνώρισης λέξεων). Στα αρνητικά της συγκεκριμένης μεθοδολογίας είναι η ανάγκη δημιουργίας λογισμικού και επομένως η αύξηση του κόστους στησίματος ενός ιατρείου ΔΑΕ.

Στην κλινική πράξη συνεχίζει να χρησιμοποιείται η απλή μέθοδος και όχι η προσαρμοστική, γεγονός που έχει ως αρνητικό τον μεγαλύτερο χρόνο εξέτασης. Η **δημιουργία λογισμικού** για έλεγχο ΔΑΕ συνήθως σημαίνει και οπτικά ερεθίσματα (ανθρωπάκια, ζωάκια κλπ) για να γίνει πιο ενδιαφέρουσα η διαδικασία εξέτασης, γεγονός που μπορεί να περιπλέκει την ερμηνεία των αποτελεσμάτων όταν η οπτική επεξεργασία μπορεί να συμβάλλει στην αποκωδικοποίηση ηχητικών ερεθισμάτων, η οποία μπορεί να ήταν εργώδης σε απουσία οπτικών ερεθισμάτων. Λογισμικό με χρήση μόνο μη λεκτικών ερεθισμάτων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε παγκόσμιο επίπεδο ανεξάρτητα από την γλώσσα της κάθε χώρας. Ωστόσο οι οδηγίες του λογισμικού στις περιπτώσεις αυτές είναι συνήθως στην Αγγλική γλώσσα και επομένως δημιουργούν περιορισμούς χρήσης. Επιπλέον καθώς τα λεκτικά ερεθίσματα είναι πιο περίπλοκα και είναι και αυτά που κυρίως ενδιαφέρουν όταν μιλάμε για ακοή και ακουστική επεξεργασία, η ανάγκη δημιουργίας λογισμικού σε διαφορετικές γλώσσες είναι υπαρκτή.

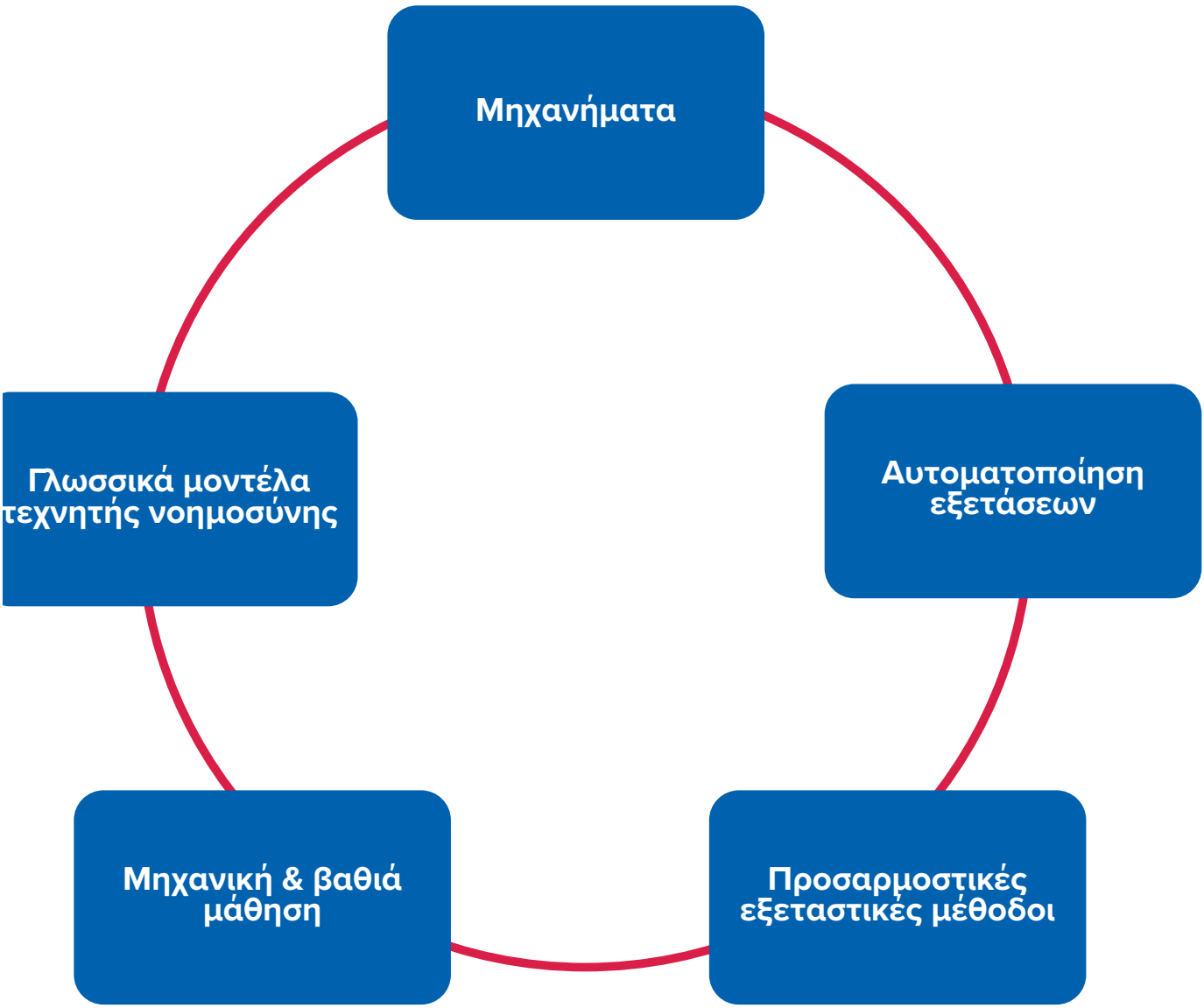
Η αναζήτηση κατά τον χρόνο συγγραφής για λογισμικά διάγνωσης ακουστικής επεξεργασίας στο google οδηγεί σε σειρά αποτελεσμάτων. Αρκετά αφορούν πράγματι σε λογισμικά που μπορούν να συμβάλλουν στην διάγνωση και συνήθως απαιτούν αγορά του προϊόντος στο οποίο η κύρια γλώσσα είναι

τα Αγγλικά. Ένα από τα λογισμικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με αποτελεσματικότητα για διάγνωση σε συνδυασμό με την απλή μέθοδο σε άτομα που γνωρίζουν Αγγλικά είναι αυτό της Acoustic Pioneer. Στον σύνδεσμο https://acousticpioneer.com/en υπάρχουν σχετικές εργασίες, σεμινάρια και workshops που καλύπτουν την θεωρία της διάγνωσης και της αποκατάστασης καθώς το συγκεκριμένο λογισμικό έχει και παιχνίδια για την θεραπεία. Στα χαρακτηριστικά του ανήκει η δυνατότητα του διαγνώστη ιατρού να παρακολουθεί την πορεία αποκατάστασης μέσω των στοχευμένων παιχνιδιών ανάλογα με το έλλειμμα ως προς την ακουστική επεξεργασία που παρουσιάζουν στην διαγνωστική προσέγγιση. Ωστόσο, απαιτείται εξειδικευμένη γνώση και παράλληλη χρήση της απλής κλινικής μεθόδου προκειμένου να μην γίνουν λάθη ως προς την διάγνωση καθώς η μη ορθή χρήση του λογισμικού μπορεί να καθυστερήσει την αποκατάσταση ή να οδηγήσει σε λανθασμένη διάγνωση ΔΑΕ. Τα περισσότερα λογισμικά συνήθως επικεντρώνονται περισσότερο σε γλωσσικά ερεθίσματα. Τελευταία υπάρχει το https://www.soundscouts.com που έχει συμπεριλάβει μία δοκιμασία αναγνώρισης ομιλίας σε θόρυβο στον χώρο χρησιμοποιώντας ψευδολέξεις. Ωστόσο στις ψευδολέξεις υπάρχει η λέξη (pita) που για μας είναι λέξη. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι ψευδολέξεις (μοιάζουν με λέξεις από άποψη δομής, αλλά δεν είναι λέξεις, δεν έχουν σημασιολογικό περιεχόμενο) θα πρέπει να διαφοροποιούνται ανάλογα με την γλώσσα που μιλά το εξεταζόμενο άτομο καθώς αναζητείται η δυνατότητα του ατόμου να ακούει ορθά τα φωνήματα της μητρικής του γλώσσας. Τα κριτήρια δημιουργίας ενός λογισμικού που να επιτρέπει το ανέβασμα ή την επιλογή διαφορετικών μητρικών γλωσσών θα πρέπει να στηρίζονται στα σύγχρονα ερευνητικά δεδομένα, αλλά αυτό πολλές φορές είναι μια ιδιαίτερα μεγάλου κόστους διεργασία με αποτέλεσμα πολλές επιλογές να στηρίζονται τελικά στα αγγλικά χωρίς να υπάρχει η επιστημονική τεκμηρίωση ότι κάτι τέτοιο είναι ορθό δίνοντας τα ανάλογα αποτελέσματα σε άλλες γλώσσες.

Η ανάγκη κριτικής σκέψης κατά την διάρκεια της διάγνωσης έχει οδηγήσει στην δυνατότητα χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης για γρηγορότερη και ασφαλέστερη διάγνωση και αποκατάσταση. Η τάση αφορά τόσο τον ευρύτερο τομέα της Ακουολογίας, όσο και τον συγκεκριμένο της Διαταραχής Ακουστικής Επεξεργασίας. Ξεκινά με την **χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης** (machine learning), πρόκειται για είδος τεχνητής νοημοσύνης που επιτρέπει σε συστήματα να μαθαίνουν από δεδομένα, να κάνουν προβλέψεις και να παίρνουν αποφάσεις χωρίς προκαθορισμένο προγραμματισμό. Στη συνέχεια επεκτείνεται στην **βαθιά μάθηση** (deep learning) **με τεχνητά νευρωνικά δίκτυα πολλαπλών επιπέδων** και καταλήγει σήμερα στην ανάπτυξη **μεγάλων γλωσσικών μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης**. Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην Ακουολογία εστιάζει σε θεραπευτικά και προγνωστικά (πρόβλεψη θεραπευτικών αποτελεσμάτων) εργαλεία στο 1/3 των περιπτώσεων, σε διαγνωστικά εργαλεία ως προς την ακοή στο υπόλοιπο 1/3 και σε ερευνητικά και ειδικά αντικείμενα στο υπόλοιπο κομμάτι. Εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης που αφορούν την Ακουολογία υπάρχουν στους τομείς της ανίχνευσης και της διάγνωσης. Η ανίχνευση της ακοής σε μεγάλους πληθυσμούς δεν μπορεί να γίνει με ταχύτητα και ακρίβεια από τους ειδικούς καθώς απαιτεί εξέταση του γενικού πληθυσμού χωρίς την ύπαρξη διακριτών συμπτωμάτων με βασική προϋπόθεση την ουσιαστική χρηματοδότηση προγραμμάτων πρόληψης (και όχι απλώς την αποσπασματική εξέταση με βάση ερευνητικά χρηματοδοτούμενα προγράμματα). Αυτό οδηγεί στη σκέψη της δυνατότητας χρησιμοποίησης της τεχνητής νοημοσύνης με την έννοια της χρήσης αλγορίθμων επεξεργασίας ερωτηματολογίων παραγόντων κινδύνου και συμπτωμάτων σε συνδυασμό με στοιχεία από το ιστορικό και εξετάσεις ακοής (ακουστικής οξύτητας και ακουστικής επεξεργασίας) και αιματολογικές εξετάσεις. Εμφανίζονται σιγά-σιγά δημοσιεύσεις που αναδεικνύουν την πιλοτική δημιουργία τέτοιων συστημάτων μηχανικής μάθησης για την ανίχνευση του επιπέδου της ακοής του γενικού πληθυσμού. Επιπλέον η δυνατότητα αυτοματοποίησης της εξέτασης της τονικής ακουομετρίας φαίνεται να προσθέτει στον τομέα των τεχνολογικών εφαρμογών στην Ακουολογία. Το μέλλον θα δείξει πόση μεγάλη ακρίβεια θα έχουν και πόσο θα είναι το κόστος χρησιμοποίησης τους καθώς θα πρόκειται για εξειδικευμένα συστήματα και όχι για τα γενικού τύπου μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης (π.χ. ChatGPT, Gemini κλπ). Ιδιαίτερα για τον έλεγχο της ακουστικής επεξεργασίας η τεχνητή νοημοσύνη θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει στοιχεία από το ιστορικό, τα συμπτώματα και τα ιδιαίτερα προβλήματα/δυσκολίες του εξεταζόμενου ατόμου, να επιλέγει συγκεκριμένες δοκιμασίες, να ελέγχει ότι ακολουθούνται οι οδηγίες και ότι δεν χάνονται ερεθίσματα λόγω απόσπασης της προσοχής, να προσαρμόζει τις δοκιμασίες ανάλογα με την ηλικία του εξεταζόμενου ατόμου και γενικά να μπορεί να λειτουργεί ως ένας έμπειρος διαγνώστης προκειμένου να

αποφεύγονται λάθη.

Στις χρήσεις της τεχνητής νοημοσύνης που απευθύνονται στον γενικό πληθυσμό ανήκει και η **αναζήτηση πληροφοριών** για παθήσεις/διαταραχές της ακοής και πιο συγκεκριμένα για τον δύσκολο κλάδο της ακουστικής επεξεργασίας. Αυτό προϋποθέτει έλεγχο από μεγάλη ομάδα ειδικών των απαντήσεων των διαφόρων μοντέλων της τεχνητής νοημοσύνης προκειμένου να αξιολογηθούν οι πληροφορίες, που μεταφέρονται στον γενικό πληθυσμό. Η συμβουλευτική για αποκατάσταση είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο θέμα και απαιτεί προσοχή και εξατομίκευση, η οποία δεν είναι σίγουρο ότι μπορεί να αφεθεί στην τεχνητή νοημοσύνη καθώς της λείπει η συναισθηματική νοημοσύνη. Αυτή η τελευταία θα πρέπει να υπάρχει στους ιατρούς και θεραπευτές που ασχολούνται με τις ΔΑΕ, προκειμένου να παρέχονται οι καταλληλότερες θεραπευτικές προσεγγίσεις ανάλογα με το πρόσωπο που έχουν απέναντι τους.



9

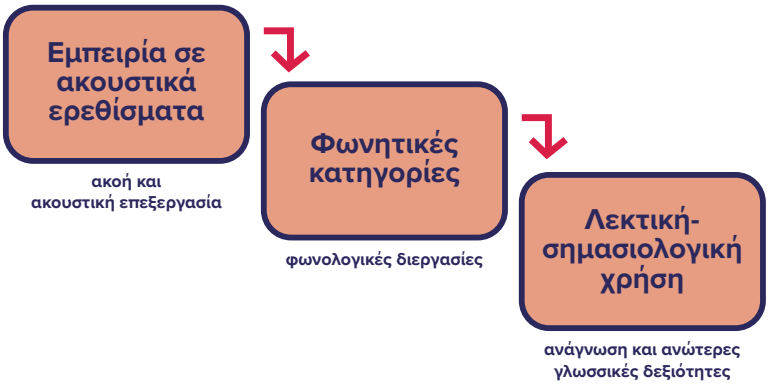
Βασικές αρχές αναπτυξιακής Ακουολογίας

Βασικές έννοιες για εμπέδωση

Τα νεογνά λόγω της ενδομήτριας έκθεσης τους σε ακουστικά ερεθίσματα από τον 5ο μήνα της κύησης συνήθως προτιμούν την μητρική ομιλία και τα παραμύθια και τραγούδια που άκουγαν πριν την γέννηση τους. Μέχρι την ηλικία των 6 μηνών (μετά την γέννηση τους) το κεντρικό τους ακουστικό σύστημα μπορεί να διακρίνει λεπτές διαφορές σε διάφορα ομιλητικά ερεθίσματα (ακόμα και γλωσσών στις οποίες δεν έχουν ιδιαίτερη έκθεση). Στη συνέχεια μετά τους 6 μήνες της ζωής τους η ικανότητα αυτή χάνεται και η ακουστική ικανότητα τους επικεντρώνει κυρίως στην μητρική τους γλώσσα. Αυτή η έκθεση σε συγκεκριμένα ομιλητικά ερεθίσματα συμβάλλει στην ανάπτυξη του κεντρικού ακουστικού νευρικού συστήματος με «δυνάμωμα» των νευρικών συνάψεων μέσα από αύξηση της ταχύτητας και της ποιότητας των ακουστικών ερεθισμάτων. Αυτό ισχύει για όλα τα ακουστικά ερεθίσματα. Ο λόγος επικέντρωσης στα ομιλητικά ερεθίσματα είναι γιατί αυτά παίζουν καθοριστικό ρόλο στην καθημερινή επικοινωνία και την κοινωνική διάδραση.

Η διαδικασία της ακοής ξεκινάει από τα αυτιά, αλλά ολοκληρώνεται από τον εγκέφαλο. Όποιο «εμπόδιο» δεν επιτρέπει την ολοκλήρωση της διαδικασίας έχει ως αποτέλεσμα το να μην ακούει σωστά ένα παιδί. Η λογική του άσπρο-μαύρο (φυσιολογική ακοή-κώφωση) οδηγεί σε εσφαλμένες αντιλήψεις και αποτρέπει την διαπίστωση προβλημάτων ακοής στην καθημερινότητα των παιδιών. Αυτά θα μπορούσαν να διαπιστώνονται από τους δασκάλους, καθηγητές, γονείς, συγγενείς αν ήταν επαρκώς ενημερωμένοι ότι ένα παιδί που δείχνει αφηρημένο, απρόσεκτο ή που έχει φτωχή μνήμη θα μπορούσε να έχει πρόβλημα στην ακουστική αντίληψη. Αυτό μπορεί για παράδειγμα να είναι παροδική απώλεια ακοής ή Διαταραχή Ακουστικής Επεξεργασίας. Η σύγχρονη προσέγγιση στην εξέταση της ακοής απαιτεί εξέταση κατ' ελάχιστο τριών στοιχείων της ακουστικής επεξεργασίας μετά το ακουόγραμμα. Τα τρία αυτά βασικά στοιχεία αφορούν την **ικανότητα αντίληψης ομιλίας σε θόρυβο,** την **διχωτική ακοή** και την δυνατότητα **παρακολούθησης της γρήγορης εναλλαγής ήχων.**

Η έκθεση στα ακουστικά ερεθίσματα θα πρέπει να ξεκινά νωρίς και να είναι συχνή καθώς η πλήρης ωρίμανση της κεντρικής ακουστικής οδού είναι προϋπόθεση για την φυσιολογική ανάπτυξη της ομιλίας και των γλωσσικών ικανοτήτων στα παιδιά. Αυτό συμβαίνει ανεξάρτητα αν έχουν απώλεια ακοής ή όχι. Η πλαστικότητα του εγκεφάλου είναι μεγαλύτερη κατά τα πρώτα 3,5 έτη της ζωής. Όσο μικρότερο το βρέφος τόσο μεγαλύτερη η πλαστικότητα. Τα ανώτερα εγκεφαλικά ακουστικά κέντρα φτάνουν στην πλήρη ανάπτυξη τους περίπου στην ηλικία των 13-15 ετών. Όσο λιγότερο καλή ανάπτυξη έχουν, τόσο πιο ιδανικό πρέπει να είναι το ακουστικό σήμα για να γίνει αντιληπτό. Οι δεξιότητες που αποκτώνται στον χρόνο που ένα παιδί είναι βιολογικά προγραμματισμένο να τις αποκτήσει οδηγούν σε **αναπτυξιακό συγχρονισμό.** Η απώλεια ακοής μπορεί να περιγραφεί ως ένα αόρατο ακουστικό φίλτρο που παραμορφώνει, μειώνει ή εξαφανίζει τους ήχους ακόμα και τους κοντινούς.



Η εμπειρία των ακουστικών ερεθισμάτων στα βρέφη είναι κομβικής σημασίας για την επαρκή γλωσσική ανάπτυξη και η επαρκής γλωσσική ανάπτυξη καθοριστική για την ανάγνωση. Μελέτες δείχνουν πως κατά την ανάπτυξη του εγκεφάλου η δομή της κεντρικής ακουστικής οδού επηρεάζεται και διαμορφώνεται με βάση τα ακουστικά ερεθίσματα. Η απεικόνιση της κεντρικής ακουστικής οδού με λειτουργική μαγνητική τομογραφία (fMRI) αναδεικνύει μεγαλύτερη δραστηριότητα όταν το παιδί ακούει με προσοχή ή διαβάζει. Αυτό είναι βασικό χαρακτηριστικό στην περίοδο ιδιαίτερα που μαθαίνει να διαβάζει και που ακούει καινούργια πράγματα. Όλες οι δεξιότητες στο παιδί αποκτώνται με εξάσκηση:

- το παιδί μαθαίνει να περπατά μετά από εξάσκηση
- μαθαίνει να ακούει με προσοχή μετά από εξάσκηση
- μαθαίνει να μιλάει μετά από εξάσκηση

Η εξάσκηση απαιτείται για την κατάκτηση κάθε δεξιότητας στον χρόνο που αυτή είναι βιολογικά προγραμματισμένη. Αν για κάποιο λόγο κάποια δεξιότητα δεν κατακτηθεί στον ιδανικό βιολογικό χρόνο, τότε απαιτείται μεγαλύτερη προσπάθεια για την κατάκτηση της σε μεταγενέστερο χρόνο και ενδεχομένως η ικανότητα κατακτάται σε χαμηλότερο επίπεδο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το παιδί είναι τώρα ψυχοκοινωνικά και νευρολογικά εκτός της τυπικής αναπτυξιακής διεργασίας. Ανάλογο είναι και το μοντέλο για την ανάπτυξη των ακουστικών δεξιοτήτων.

Στην ηλικία του ενός έτους το παιδί εκφέρει λέξεις με την προϋπόθεση ότι είχε φυσιολογική ακοή από τον 5ο μήνα της κύησης μέχρι και τους 12 μήνες της ζωής. Ο εγκέφαλος χρειάζεται τον χρόνο αυτό έκθεσης στα ακουστικά ερεθίσματα για να οργανώσει επιτυχώς την ομιλία. Η ακοή είναι η ικανότητα πρόσληψης των ακουστικών πληροφοριών του περιβάλλοντος. Η ακρόαση είναι μια δεξιότητα που προϋποθέτει μάθηση (ακρόαση: ακούω με προσοχή). Η επικέντρωση στην ανάπτυξη της δεξιότητας ενός παιδιού να ακούει με προσοχή μπορεί να ξεκινήσει μόνο εφόσον έχει εξασφαλιστεί η φυσιολογική ακοή. Η φυσιολογική ακοή που ενδιαφέρει δεν αφορά την ακουστική ικανότητα πολύ απλών ήχων σε ιδανικές συνθήκες (εξέταση ακουογράμματος), αλλά την ακουστική ικανότητα πρόσληψης της ομιλίας και σε δύσκολες ακουστικές συνθήκες. Επομένως η επιτυχής μεταφορά όλων των ακουστικών πληροφοριών που συμβάλλουν στην επικοινωνία, την μάθηση και την ψυχική υγεία απαιτεί τόσο την ακουστική οξύτητα (ακουόγραμμα) όσο και την ακουστική επεξεργασία. Βασική προϋπόθεση της όποιας λογοθεραπευτικής ή εκπαιδευτικής παρέμβασης είναι η γνώση του επιπέδου της ακουστικής αντίληψης στο σύνολο της. Κανένα παιδί μετά τα 6 έτη δεν πρέπει να ξεκινά λογοθεραπεία χωρίς να υπάρχει πλήρης καταγραφή της με τονικό ακουόγραμμα και έλεγχο ακουστικής επεξεργασίας. Για μικρότερες ηλικίες είναι απαραίτητη η καταγραφή της ακουστικής οξύτητας (βλέπε κεφάλαιο 5 Πως ελέγχουμε την περιφερική ακοή;)

Διαταραχή ακοής οποιουδήποτε βαθμού ή είδους εμφανιζόμενη στην βρεφική ή στην πρώτη παιδική ηλικία μπορεί να επηρεάσει την φυσιολογική ανάπτυξη της ομιλίας, της ανάγνωσης, της γραφής και της μαθησιακής ικανότητας. Οι αρνητικές επιπτώσεις είναι εμφανείς, αλλά συχνά μπορεί να υποτιμηθούν τόσο από τους γονείς όσο και από τους εκπαιδευτικούς. Το παιδί θα αποσπάται εύκολα, θα έχει περιορισμένη δυνατότητα συγκέντρωσης στην τάξη και σε κάθε περιβάλλον με ανταγωνιστικά ηχητικά

ερεθίσματα όποιας μορφής και μπορεί να είναι ζωηρό, απείθαρχο, επιθετικό. Στις παρέες είναι πιθανό να προτιμά να παίζει με ένα παιδί κάθε φορά και να αποφεύγει την έκθεση σε ομάδες παιδιών. Θα πρέπει να τονιστεί ότι η ανάγνωση δεν είναι αποτέλεσμα μόνο οπτικής ικανότητας. Βασικά κέντρα της φαίνεται να εδρεύουν στον ακουστικό φλοιό του εγκεφάλου. Η ανάγνωση είναι αποτέλεσμα και ακουστικής ικανότητας. Αυτό εξηγεί γιατί παιδιά που γεννιούνται με απώλεια ακοής και έχουν μειωμένη έκθεση σε ακουστικά ερεθίσματα, παρουσιάζουν συνήθως μεγαλύτερη δυσκολία στην ανάγνωση παρά την φυσιολογική τους όραση.

10
Οδηγίες για παιδιά με ΔΑΕ

Είναι σημαντικό να δίνονται οδηγίες για το σχολείο για τα παιδιά με διάγνωση ΔΑΕ καθώς δεν υπάρχει ιδιαίτερη γνώση των εκπαιδευτικών για την συγκεκριμένη διαταραχή. Το πρώτο που εξασφαλίζεται με τις οδηγίες είναι η μείωση της πιθανότητας να θεωρηθεί ότι το παιδί είναι άτακτο, αδιάφορο ή απλώς τεμπελιάζει. Το δεύτερο είναι η αύξηση της πιθανότητας να δεχτεί κάποια υποστήριξη με βελτίωση των ακουστικών συνθηκών. Οι οδηγίες που συνήθως δίνονται είναι στην ακόλουθη μορφή και πάντα τονίζεται ότι οι οδηγίες που έχετε στα χέρια σας είναι γενικές. Δεν είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν όλες μαζί. Δοκιμάστε ποιες λειτουργούν καλύτερα στο συγκεκριμένο παιδί με διάγνωση Διαταραχής Ακουστικής Επεξεργασίας (ΔΑΕ) και εφαρμόστε μόνο αυτές τελικά. Σκοπός είναι να προσφέρετε στο παιδί με ΔΑΕ τη δυνατότητα να μάθει πολύ περισσότερα και να ενσωματωθεί στο σύνολο των παιδιών της σχολικής τάξης.

Επιλέξτε από τις παρακάτω προτάσεις ποιες ταιριάζουν στο συγκεκριμένο σχολικό περιβάλλον και στο συγκεκριμένο παιδί με ΔΑΕ προκειμένου να του προσφέρετε υποστήριξη για την καλύτερη πρόσληψη των ακουστικών πληροφοριών, η οποία συμβάλλει στην μαθησιακή διαδικασία.

1. Το πρώτο και σημαντικότερο βήμα είναι η **αναγνώριση** της συγκεκριμένης διαταραχής που παρουσιάζει το παιδί, οι δυσκολίες που μπορεί να εμφανίζει στην τάξη και η αποφυγή να θεωρηθεί πως απλώς τεμπελιάζει, είναι άτακτο ή αδιάφορο.

2. Θα πρέπει κατά το δυνατόν να εξασφαλίζεται **ησυχία στην τάξη** όταν δίνονται οδηγίες. Προσοχή, το γεγονός ότι εσείς ως εκπαιδευτικός ακούτε άνετα σε δεδομένες ακουστικές συνθήκες δεν σημαίνει πως το ίδιο ισχύει και για το παιδί. Τα παιδιά (μέχρι τα 12-13 χρόνια της ζωής τους) δυσκολεύονται περισσότερο από τους ενήλικες και χρειάζονται καλύτερες ακουστικές συνθήκες με λιγότερο θόρυβο. Το γεγονός αυτό είναι πιο έντονο για ένα παιδί με διάγνωση ΔΑΕ.

3. Τοποθέτηση του παιδιού σε θρανίο **κοντά στον εκπαιδευτικό**, προκειμένου η φωνή του εκπαιδευτικού να φτάνει σε αυτό σε υψηλότερη ένταση από ότι οι ομιλίες των άλλων παιδιών ή άλλοι ανταγωνιστικοί ήχοι και πιθανός θόρυβος μέσα ή έξω από την σχολική αίθουσα.

4. Για να έχω από ένα παιδί με ΔΑΕ τις ίδιες απαιτήσεις με τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης θα πρέπει οι **προφορικές οδηγίες** να δίνονται (ακριβώς οι ίδιες) **και γραπτά** (στον πίνακα ή σε χαρτί) προκειμένου να διευκολυνθεί η κατανόηση τους.

5. Ένας τρόπος για να εξασφαλίσουμε την προσοχή του παιδιού είναι, πριν την ερώτηση ή οδηγία, η **προσφώνηση** με το όνομα του.

6. Αν το παιδί δεν μπορεί να απαντήσει σε κάποια ερώτηση, θα πρέπει να αισθάνεται άνετα προκειμένου να ζητήσει **διευκρινίσεις** για κάποια ερώτηση που του έχετε απευθύνει.

7. Θα πρέπει να είστε **διαθέσιμος/η να επαναλάβετε** ή να επαναδιατυπώσετε την ερώτηση σας καθώς και να δείτε ποιος τρόπος διευκολύνει το συγκεκριμένο παιδί περισσότερο.

8. Είναι ιδανικό **οι ερωτήσεις να είναι σύντομες και απλές** καθώς και η αποφυγή της πολυπλοκότητας, στις περιπτώσεις που αυτό είναι εφικτό. Αν δεν είναι εφικτό και μια ερώτηση έχει πολλά σκέλη, η

σύσταση είναι να δίνεται το κάθε σκέλος χωριστά στο παιδί, να περιμένετε την απάντηση και μετά να προχωράτε στο επόμενο.

9. Σημαντικό είναι να υπάρχει η δυνατότητα να γνωρίζει το παιδί **τι θα διδαχθεί την επόμενη μέρα** και κυρίως ότι αφορά σε καινούργιες λέξεις ή έννοιες.

10. Καθώς το παιδί δυσκολεύεται να ακούσει σωστά μέσα στη σχολική αίθουσα, χωρίς όμως να έχει βαρηκοΐα, είναι βασικό να γίνεται προσπάθεια **η εξήγηση εννοιών να μην στηρίζεται μόνο σε ακουστικά ερεθίσματα**, αλλά και σε **οπτικά**.

Ερωτηματολόγια

Η χρήση σταθμισμένων ερωτηματολογίων συμβάλλει στην επιλογή των καταλληλότερων δοκιμασιών κατά την διάρκεια εξέτασης της ακουστικής επεξεργασίας. Υπάρχουν ερωτηματολόγια για παιδιά και άλλα για ενήλικες. Αυτά των παιδιών είναι φτιαγμένα ειδικά για την ακουστική επεξεργασία, ενώ των ενηλίκων αφορούν γενικά τις ακουστικές δυσκολίες. Στην πραγματικότητα όλα τα ερωτηματολόγια που αφορούν ακουστικές δυσκολίες μπορεί να εντοπίσουν θέματα στην ακοή χωρίς να μπορεί να προσδιοριστεί εύκολα αν οι δυσκολίες είναι παθολογικές ή όχι (αν ξεπερνούν δηλαδή τις δυσκολίες που έχει κάποιος με φυσιολογική ακουστική οξύτητα και επεξεργασία σε ήχους και ανταγωνιστικά ηχητικά ερεθίσματα). Επίσης, είναι δύσκολο να διαχωριστεί αν αφορούν απώλεια ακοής ή διαταραχή ακουστικής επεξεργασίας. **Καταγράφουν τις συνολικές δυσκολίες. Μόνο με τις διαγνωστικές δοκιμασίες μπορεί να προσδιοριστεί αν μία αναφερόμενη δυσκολία είναι παθολογική και αν οφείλεται σε απώλεια ακοής ή σε διαταραχή ακουστικής επεξεργασίας.**

Συστηματική ανασκόπηση του 2023 της Ευρωπαϊκής Ομάδας μελέτης ΔΑΕ ανέδειξε από 266 άτομα με ΔΑΕ σε 12 διαφορετικές μελέτες ότι οι καταγεγραμμένες δυσκολίες είναι σε καλή συσχέτιση με την διάγνωση με ψυχοακουστικές σταθμισμένες δοκιμασίες για 6 ερωτηματολόγια. Τα ερωτηματολόγια αυτά είναι το CHAPPS, FAPC, SSQ και APDQ για παιδιά και το AIAD, SSQ και HQ για ενήλικες. Είναι χαρακτηριστικό ότι στις δημοσιευμένες μελέτες λείπουν τα αναλυτικά αποτελέσματα των επιμέρους κατηγοριών μέσα στο κάθε ερωτηματολόγιο και με τον τρόπο αυτό αποτυπώνεται μόνο η γενική πληροφορία, πράγμα που αποτελεί μειονέκτημα και θα πρέπει να διορθωθεί σε μελλοντικές μελέτες. Επιπλέον, λίγες μελέτες μπόρεσαν να περάσουν από μετα-ανάλυση καθώς δεν τηρούνται τα αναγνωρισμένα διαγνωστικά κριτήρια σε πλήθος δημοσιευμένων μελετών.

Ερωτηματολόγιο CHAPPS Διαταραχών Ακουστικής Επεξεργασίας για παιδιά

Όνομα παιδιού……..

Ηλικία (χρονών)…….(μηνών)……

Ημερομηνία συμπλήρωσης…….

Όνομα ατόμου που συμπληρώνει το ερωτηματολόγιο……

Συγγένεια με το παιδί……

ΟΔΗΓΙΕΣ

Το ερωτηματολόγιο αυτό είναι για παιδιά ηλικίας 7 ετών και άνω. Απαντήστε σε ΟΛΕΣ τις ερωτήσεις συγκρίνοντας το παιδί με παιδιά της ίδιας ηλικίας. Τα περισσότερα παιδιά μέχρι και την ηλικία των 12 ετών εμφανίζουν δυσκολία στην κατανόηση οδηγιών σε θόρυβο. Κάποια από αυτά μπορεί να εμφανίζουν μεγαλύτερη δυσκολία από τα υπόλοιπα. Απαντήστε τις ερωτήσεις κρίνοντας αν το παιδί αυτό έχει ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ δυσκολία από τα άλλα παιδιά σε κάθε μια από τις συνθήκες, που παρουσιάζονται στο ερωτηματολόγιο.

Κυκλώστε έναν αριθμό για κάθε μία από τις 36 ερωτήσεις. Κάθε ερώτηση έχει 7 επιλογές.

+1 σημαίνει μικρότερη δυσκολία

0 σημαίνει ίδιο βαθμό δυσκολίας

-1 σημαίνει ελαφρώς μεγαλύτερη δυσκολία

-2 σημαίνει μεγαλύτερη δυσκολία

-3 σημαίνει αρκετά μεγαλύτερη δυσκολία

-4 σημαίνει σημαντικά μεγαλύτερη δυσκολία

-5 σημαίνει δεν μπορεί να λειτουργήσει καθόλου

Μετά από κάθε ομάδα ερωτήσεων υπάρχει χώρος για να κάνετε κάποιο σχόλιο, αν το επιθυμείτε.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΚΡΟΑΣΗΣ

ΘΟΡΥΒΟΣ Αν ακούει σε ένα δωμάτιο με θόρυβο από τηλεόραση, μουσική, άλλα άτομα που μιλούν, παιδιά που παίζουν κ.α. αυτό το παιδί έχει δυσκολία στο να ακούσει και να καταλάβει όταν συγκριθεί με άλλα παιδιά της ίδιας ηλικίας.

1. Όταν προσέχει +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
2. Όταν πρέπει να απαντήσει σε μια ερώτηση +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
3. Όταν του δοθούν απλές-σύντομες οδηγίες +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
4. Όταν του δοθούν πολύπλοκες οδηγίες +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
5. Όταν δεν προσέχει +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
6. Όταν πραγματοποιεί και άλλες δραστηριότητες π.χ ζωγραφίζει, διαβάζει +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
7. Όταν βρίσκεται με ομάδα παιδιών +1 0 -1 -2 -3 -4 -5

Σχόλιο

ΗΣΥΧΙΑ Αν ακούει σε ένα ήσυχο δωμάτιο (όπου μπορεί να υπάρχουν και άλλα άτομα χωρίς όμως να κάνουν φασαρία) αυτό το παιδί έχει δυσκολία στο να ακούσει και να καταλάβει όταν συγκριθεί με άλλα παιδιά της ίδιας ηλικίας.

1. Όταν προσέχει +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
2. Όταν πρέπει να απαντήσει σε μια ερώτηση +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
3. Όταν του δοθούν απλές-σύντομες οδηγίες +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
4. Όταν του δοθούν πολύπλοκες οδηγίες +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
5. Όταν δεν προσέχει +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
6. Όταν πραγματοποιεί και άλλες δραστηριότητες π.χ ζωγραφίζει, διαβάζει +1 0 -1 -2 -3 -4 -5

7. Όταν βρίσκεται με ομάδα παιδιών +1 0 -1 -2 -3 -4 -5

Σχόλιο

ΙΔΑΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Αν ακούει σε ένα ήσυχο δωμάτιο, χωρίς άλλα ερεθίσματα, που να του αποσπούν την προσοχή, πρόσωπο με πρόσωπο και βλέποντας τον ομιλητή αυτό το παιδί έχει δυσκολία στο να ακούσει και να καταλάβει όταν συγκριθεί με άλλα παιδιά της ίδιας ηλικίας.

1. Όταν πρέπει να απαντήσει σε μια ερώτηση +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
2. Όταν του δοθούν απλές-σύντομες οδηγίες +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
3. Όταν του δοθούν πολύπλοκες οδηγίες +1 0 -1 -2 -3 -4 -5

Σχόλιο

ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΑ

Αν σε συνδυασμό με το ότι ακούει, υπάρχει και κάποιο άλλο ερέθισμα (οπτικό, αφής, κ.α), αυτό το παιδί έχει δυσκολία στο να ακούσει και να καταλάβει όταν συγκριθεί με άλλα παιδιά της ίδιας ηλικίας.

1. Όταν ακούει και βλέπει το πρόσωπο του ομιλητή +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
2. Όταν ακούει και διαβάζει από μέσα του καθώς ένα κείμενο διαβάζεται για όλη την τάξη από την δασκάλα +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
3. Όταν ακούει και παρακολουθεί τον δάσκαλο να ζωγραφίζει κάτι στον πίνακα ή να δείχνει κάτι σε διαφάνειες ή μεγάλες κάρτες +1 0 -1 -2 -3 -4 -5

Σχόλιο

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΜΝΗΜΗ

Αν πρέπει να ανακαλέσει πληροφορίες, που του δόθηκαν με προφορικό λόγο, αυτό το παιδί έχει δυσκολία στο να ακούσει και να καταλάβει όταν συγκριθεί με άλλα παιδιά της ίδιας ηλικίας.

1. Να ανακαλέσει αμέσως πληροφορίες, όπως λέξεις, ορθογραφία, αριθμούς +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
2. Να ανακαλέσει αμέσως απλές οδηγίες +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
3. Να ανακαλέσει αμέσως πολύπλοκες οδηγίες +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
4. Όχι μόνο υπάρχει δυσκολία στο να ανακαλέσει πληροφορίες, αλλά έχει δυσκολία και στο να ανακαλέσει την σειρά με την οποία ειπώθηκαν ή πρέπει να γίνουν +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
5. Όταν πρέπει να ανακαλέσει πληροφορίες μετά από τουλάχιστον 1 ώρα (λέξεις, ορθογραφία, αρι θμούς)

   +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
6. Όταν πρέπει να ανακαλέσει απλές οδηγίες μετά από τουλάχιστον 1 ώρα +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
7. Όταν πρέπει να ανακαλέσει σύνθετες-πολύπλοκες οδηγίες μετά από τουλάχιστον 1 ώρα

   +1 0 -1 -2 -3 -4 -5

8. Όταν μεσολαβεί μία ημέρα ή και περισσότερες +1 0 -1 -2 -3 -4 -5

Σχόλιο

ΧΡΟΝΟΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΣΕ ΑΚΟΥΣΤΙΚΑ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΑ

Ανάλογα με τον χρόνο που απαιτείται από το παιδί να παρακολουθήσει, αυτό το παιδί έχει δυσκολία να ακούσει με προσοχή, όταν συγκριθεί με άλλα παιδιά της ίδιας ηλικίας

1. Όταν πρέπει να ακούσει με προσοχή για λιγότερο από 5 λεπτά +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
2. Όταν ο χρόνος που πρέπει να ακούσει είναι 5-10 λεπτά +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
3. Όταν πρέπει να ακούσει για πάνω από 10 λεπτά +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
4. Όταν ακούει σε ένα ήσυχο δωμάτιο +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
5. Όταν ακούσει σε ένα δωμάτιο με θόρυβο +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
6. Όταν ακούει μόλις ξυπνήσει το πρωί +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
7. Όταν ακούει λίγο πριν πάει να κοιμηθεί το βράδυ +1 0 -1 -2 -3 -4 -5
8. Όταν ακούσει σε ένα δωμάτιο και υπάρχουν άλλα παιδιά ή το αγαπημένο του παιχνίδι

   +1 0 -1 -2 -3 -4 -5

Σχόλιο

Όταν δίνεται το ερωτηματολόγιο σε γονείς ή εκπαιδευτικούς τους εξηγείτε τι ακριβώς πρέπει να κάνουν. Το βασικότερο είναι να τους πείτε πως θα πρέπει να κυκλώσουν το νούμερο σε κάθε ερώτηση που αποδίδει καλύτερα την δυσκολία του παιδιού να ανταπεξέλθει στη συγκεκριμένη συνθήκη που περιγράφει η κάθε ερώτηση. Όποια ερμηνεία (π.χ. όταν θεωρούν πως το παιδί δυσκολεύεται αλλά αυτοί θεωρούν ότι είναι θέμα προσοχής ή εφηβείας ή κάτι άλλο) θα πρέπει να μπαίνει ως σχόλιο από κάτω από τις ομαδοποιημένες ερωτήσεις. Σε κάθε ερώτηση θα πρέπει να αποτυπώνεται η τυχόν υπάρχουσα δυσκολία.

Θα πρέπει στο τέλος να αθροίσετε τα νούμερα ανά ομάδα ερωτήσεων (ΘΟΡΥΒΟΣ, ΗΣΥΧΙΑ, ΙΔΑΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ, ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΑ, ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΜΝΗΜΗ, ΧΡΟΝΟΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΣΕ ΑΚΟΥΣΤΙΚΑ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΑ), έτσι ώστε να έχετε συνολικό αριθμητικό αποτέλεσμα για κάθε μία από τις 6 ομάδες ερωτήσεων. Αυτά τα αποτελέσματα θα πρέπει να βγάζουν νόημα για να έχετε μια αξιόπιστη καταγραφή των δυσκολιών όπως τις αντιλαμβάνεται αυτός/ή που συμπλήρωσε το ερωτηματολόγιο. Για παράδειγμα αν προκύπτει -20 στην ομάδα του θορύβου και -35 στην ησυχία, τότε οι απαντήσεις δεν θεωρούνται αξιόπιστες καθώς φυσιολογικά όλοι μας δυσκολευόμαστε περισσότερο στον θόρυβο από ότι στην ησυχία.

Πηγές:

1. Use of CHAPPS in a children's audiology clinic W. Smoski, 1990, *Ear and Hearing, 11*(5 Suppl.), pp. 53S-56S.
2. Psychometric evaluation of children with APD: comparison to a normal and a clinical non APD group. V. Iliadou, DE Bamiou, J Speech Lang Hear Res. 2012 Jan 9

Διεπιστημονική Ακουολογική Εταιρεία

Η διεπιστημονική συνεργασία είναι σημαντική όταν πρόκειται να αντιμετωπιστεί με σοβαρό, υπεύθυνο και αποτελεσματικό τρόπο οποιοδήποτε πολυπαραγοντικό πρόβλημα. Σε πολλές περιπτώσεις η δυνατότητα οργάνωσης διεπιστημονικής ομάδας μπορεί να είναι ιδιαίτερα δύσκολη έως ανέφικτη. Αυτό δεν σημαίνει πως δεν πρέπει να επιδιώκεται η ανταλλαγή πληροφοριών, δεδομένων και αποτελεσμάτων μεταξύ των διαφορετικών επιστημόνων, που ασχολούνται με την διάγνωση και την αντιμετώπιση ενός παιδιού ή ενήλικα με ΔΑΕ. Οι ειδικότητες που εμπλέκονται μπορεί να είναι από την ιατρική (ΩΡΛ, Ψυχιατρική ενηλίκων, Ψυχιατρική Παιδιού και Εφήβου, Νευρολογία, Γενική Ιατρική, Νευροχειρουργική και όποιες άλλες ειδικότητες εμπλέκονται με την ακουστική αντίληψη έμμεσα), την λογοθεραπεία, την εργοθεραπεία, την μουσική, την παιδαγωγική, καθώς και κάθε άλλη ειδικότητα (π.χ. Αρχιτεκτονική, Πολιτικός Μηχανικός) μπορεί να ασχολείται με επεξεργασία ακουστικών σημάτων. Στις συνεργασίες θα πρέπει να υπάρχουν διακριτοί ρόλοι καθώς και η γνώση ότι το μοίρασμα των πληροφοριών και δεδομένων των ατόμων με ΔΑΕ συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση και αντιμετώπιση των καθημερινών δυσκολιών των ατόμων με την συγκεκριμένη διάγνωση. Η κουλτούρα της συνεργασίας σε αυτό το επίπεδο χρειάζεται δουλειά στην χώρα μας. Στα πλαίσια αυτής της πραγματικότητας γεννήθηκε η ιδέα της Διεπιστημονικής Ακουολογικής Εταιρείας με σκοπό την ενημέρωση για τις ΔΑΕ, την διάδραση των επιστημόνων διαφορετικών ειδικοτήτων, την εκπαίδευση μέσα από σεμινάρια, ημερίδες και συνέδρια, την ενημέρωση του ευρύτερου κοινού, την συμπερίληψη των γονέων με παιδιά με διάγνωση ΔΑΕ και των ατόμων με ΔΑΕ οποιασδήποτε ηλικίας και την προσπάθεια θετικής συμβολής για την διευκόλυνση της διαδικασίας διάγνωσης και αποκατάστασης της ΔΑΕ στα πλαίσια της ελληνικής κοινωνίας. Η Εταιρεία **www.audiologyhellas.gr** είναι ανοιχτή για αιτήσεις μελών για κάθε άτομο που ενδιαφέρεται για τον χώρο της ακουστικής αντίληψης.

Αγγλική Βιβλιογραφία

Angeli D, Kelmali E, Kimiskidis VK, Bamiou DE, Maria Iliadou V. Auditory processing in patients with temporal lobe epilepsy: A systematic review and meta-analysis. Epilepsy Behav. 2024 Nov;160:110069. doi: 10.1016/j.yebeh.2024.110069

Bamiou DE, Musiek FE, Luxon LM. Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders--a review. Arch Dis Child. 2001 Nov;85(5):361-5. doi: 10.1136/adc.85.5.361. PMID: 11668093; PMCID: PMC1718975.

Bamiou DE, Iliadou VV, Zanchetta S, Spyridakou C. What Can We Learn about Auditory Processing from Adult Hearing Questionnaires? J Am Acad Audiol. 2015 Nov-Dec;26(10):824-37. doi: 10.3766/jaaa.15009. PMID: 26554488.

Bamiou DE, Sisodiya S, Musiek FE, Luxon LM. The role of the interhemispheric pathway in hearing. Brain Res Rev. 2007 Nov;56(1):170-82. doi: 10.1016/j.brainresrev.2007.07.003

Bamiou DE, Musiek FE, Luxon LM. The insula (Island of Reil) and its role in auditory processing. Literature review. Brain Res Brain Res Rev. 2003 May;42(2):143-54. doi: 10.1016/s0165-0173(03)00172-3

Barker MD, Hicks CB. Treating Deficits in Auditory Processing Abilities. Lang Speech Hear Serv Sch. 2020 Apr 7;51(2):416-427. doi: 10.1044/2019_LSHSS-19-00001

Biagianti B, Fisher M, Loewy R, Brandrett B, Ordorica C, LaCross K, Schermitzler B, McDonald M, Ramsay I and Vinogradov S (2020) Specificity and Durability of Changes in Auditory Processing Efficiency After Targeted Cognitive Training in Individuals With Recent-Onset Psychosis. Front. Psychiatry 11:857. doi: 10.3389/fpsyt.2020.00857

Buffone FRRC, Schochat E. Sensory profile of children with Central Auditory Processing Disorder (CAPD). Codas. 2022 Jan 5;34(1):e20190282. doi: 10.1590/2317-1782/20212019282

Chermak GD, Bamiou DE, Vivian Iliadou V, Musiek FE. Practical guidelines to minimise language and cognitive confounds in the diagnosis of CAPD: a brief tutorial. Int J Audiol. 2017 Jul;56(7):499-506. doi: 10.1080/14992027.2017.1284351

Chermak GD. Deciphering auditory processing disorders in children. Otolaryngol Clin North Am. 2002 Aug;35(4):733-49. doi: 10.1016/s0030-6665(02)00056-7

Chowsilpa S, Bamiou DE, Koohi N. Effectiveness of the Auditory Temporal Ordering and Resolution Tests to Detect Central Auditory Processing Disorder in Adults With Evidence of Brain Pathology: A Systematic Review and Meta-Analysis. Front Neurol. 2021 Jun 2;12:656117. doi: 10.3389/fneur.2021.656117

Crum R, Chowsilpa S, Kaski D, Giunti P, Bamiou DE, Koohi N. Hearing rehabilitation of adults with auditory processing disorder: a systematic review and meta-analysis of current evidence-based interventions. Front Hum Neurosci. 2024 Jun 21;18:1406916. doi: 10.3389/fnhum.2024.1406916. Erratum in: Front Hum Neurosci. 2024 Aug 13;18:1468962. doi: 10.3389/fnhum.2024.1468962

Clancy CM, Davidson A, Borgstrom M, Robinson K, Musiek FE. Effects of Adding Monaural and Binaural Noise to a Dichotic Listening Task. J Am Acad Audiol. 2023 Oct;34(9-10):206-216. doi: 10.1055/a-2181-2398

Cline T, Colgrove N, Bush M, Lee J, Powell D, Andersen A, Weihing J, Musiek F, Shinn J. Behavioral and Hemodynamic Changes Following Dichotic Training in Patients with Neurological Deficits of the Auditory Nervous System: A Case Series. J Am Acad Audiol. 2021 Jan;32(1):45-53. doi: 10.1055/s-0040-1719095

Colette ED, Leite Filho CA, Rabelo CM, Musiek F, Schochat E. Click Ordering Lateralization Test: Applicability and feasibility of a new paradigm for assessing sound lateralization behavior. Int J Pediatr Otorhinolaryngol.

2025 Feb;189:112215. doi: 10.1016/j.ijporl.2025.112215

Davidson A, Marrone N, Wong B, Musiek F. Predicting Hearing Aid Satisfaction in Adults: A Systematic Review of Speech-in-noise Tests and Other Behavioral Measures. Ear Hear. 2021 Nov-Dec 01;42(6):1485-1498. doi: 10.1097/AUD.0000000000001051

Fisher M, Holland C, Merzenich MM, Vinogradov S. Using neuroplasticity-based auditory training to improve verbal memory in schizophrenia. Am J Psychiatry. 2009 Jul;166(7):805-11. doi: 10.1176/appi.ajp.2009.08050757

Fivel L, Mondino M, Brunelin J, Haesebaert F, Basic auditory processing and its relationship with symptoms in patients with schizophrenia: A systematic review, Psychiatry Research, Volume 323, 2023,115144, ISSN 0165-1781, https://doi.org/10.1016/j.psychres.2023.115144.

Iliadou VV, Chermak GD, Bamiou DE. Differential Diagnosis of Speech Sound Disorder (Phonological Disorder): Audiological Assessment beyond the Pure-tone Audiogram. J Am Acad Audiol. 2015 Apr;26(4):423-35. doi: 10.3766/jaaa.26.4.9.

Iliadou VM, Bamiou DE, Keith W, Purdy SC, Thai-Van H. It is time to change the way we think about hearing evaluation. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2024 Jun;281(6):3261-3264. doi: 10.1007/s00405-024-08620-1

Iliadou VV, Ptok M, Grech H, Pedersen ER, Brechmann A, Deggouj N, Kiese-Himmel C, Śliwińska-Kowalska M, Nickisch A, Demanez L, Veuillet E, Thai-Van H, Sirimanna T, Callimachou M, Santarelli R, Kuske S, Barajas J, Hedjever M, Konukseven O, Veraguth D, Stokkereit Mattsson T, Martins JH, Bamiou DE. A European Perspective on Auditory Processing Disorder-Current Knowledge and Future Research Focus. Front Neurol. 2017 Nov 21;8:622. doi: 10.3389/fneur.2017.00622

Iliadou V, Bamiou DE, Kaprinis S, Kandylis D, Kaprinis G. Auditory Processing Disorders in children suspected of Learning Disabilities--a need for screening? Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2009 Jul;73(7):1029-34. doi: 10.1016/j.ijporl.2009.04.004

Iliadou V, Kiese-Himmel C. Common Misconceptions Regarding Pediatric Auditory Processing Disorder. Front Neurol. 2018 Jan 23;8:732. doi: 10.3389/fneur.2017.00732.

Iliadou V, Kiese-Himmel C, Bamiou DE, Grech H, Ptok M, Chermak GD, Thai-Van H, Stokkereit Mattsson T, Musiek FE. Clinical Expertise Is Core to an Evidence-Based Approach to Auditory Processing Disorder: A Reply to Neijenhuis et al. 2019. Front Neurol. 2019 Oct 18;10:1096. doi: 10.3389/fneur.2019.01096

Iliadou VV, Chermak GD, Bamiou DE, Rawool VW, Ptok M, Purdy S, Jutras B, Moncrieff D, Stokkereit Mattsson T, Ferre JM, Fox C, Grech H, Geffner D, Hedjever M, Bellis TJ, Nimatoudis I, Eleftheriadis N, Pedersen ER, Weihing J, Guillory L, Madell JR, Hurley A, Whitelaw GM, Schochat E, Spyridakou C, Sidiras C, Thai-Van H, Kostopoulou A, Veuillet E, Keith B, Mountjoy A, Koohi N, Sirimanna T, Lau C, Cone B, Kiese-Himmel C, Abramson M, Raghunathrao R, Musiek FE. Letter to the Editor: An Affront to Scientific Inquiry Re: Moore, D. R. (2018) Editorial: Auditory Processing Disorder, Ear Hear, 39, 617-620. Ear Hear. 2018 Nov/Dec;39(6):1236-1242. doi: 10.1097/AUD.0000000000000644

Iliadou V, Kiese-Himmel C, Bamiou DE, Grech H, Ptok M, Chermak GD, Thai-Van H, Stokkereit Mattsson T, Musiek FE. Clinical Expertise Is Core to an Evidence-Based Approach to Auditory Processing Disorder: A Reply to Neijenhuis et al. 2019. Front Neurol. 2019 Oct 18;10:1096. doi: 10.3389/fneur.2019.01096

Iliadou V, Moschopoulos N, Sidiras C, Eleftheriadou A, Nimatoudis I. Over-diagnosis of cognitive deficits in psychiatric patients may be the result of not controlling for hearing sensitivity and auditory processing. Psychiatry Clin Neurosci. 2018 Sep;72(9):742. doi: 10.1111/pcn.12768

Iliadou VV, Weihing J, Chermak GD, Bamiou DE. Otoacoustic emission suppression in children diagnosed with central auditory processing disorder and speech in noise perception deficits. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2018 Aug;111:39-46. doi: 10.1016/j.ijporl.2018.05.027

Iliadou VV, Ptok M, Grech H, Pedersen ER, Brechmann A, Deggouj N, Kiese-Himmel C, S Liwin Ska-Kowalska M, Nickisch A, Demanez L, Veuillet E, Thai-Van H, Sirimanna T, Callimachou M, Santarelli R, Kuske S, Barajas de Prat JJ, Hedever M, Konukseven O, Veraguth D, Mattsson TS, Martins JH, Bamiou DE. European 17 countries consensus endorses more approaches to APD than reported in Wilson 2018. Int J Audiol. 2018 May;57(5):395-396. doi: 10.1080/14992027.2018.1442937

Iliadou VV, Eleftheriadis N. Response to the Letter from Dr. Vermiglio Regarding Iliadou and Eleftheriadis (2017): CAPD is Classified in ICD-10 as H93.25. J Am Acad Audiol. 2018 Mar;29(3):264-265. doi: 10.3766/jaaa.17022

Iliadou VV, Bamiou DE, Sidiras C, Moschopoulos NP, Tsolaki M, Nimatoudis I, Chermak GD. The Use of the Gaps-In-Noise Test as an Index of the Enhanced Left Temporal Cortical Thinning Associated with the Transition between Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease. J Am Acad Audiol. 2017 May;28(5):463-471. doi: 10.3766/jaaa.16075

Iliadou VV, Sirimanna T, Bamiou DE. CAPD Is Classified in ICD-10 as H93.25 and Hearing Evaluation-Not Screening-Should Be Implemented in Children With Verified Communication and/or Listening Deficits. Am J Audiol. 2016 Dec 1;25(4):368-370. doi: 10.1044/2016_AJA-16-0055

Iliadou VV, Bamiou DE, Chermak GD, Nimatoudis I. Comparison of two tests of auditory temporal resolution in children with central auditory processing disorder, adults with psychosis, and adult professional musicians. Int J Audiol. 2014 Aug;53(8):507-13. doi: 10.3109/14992027.2014.900576

Iliadou VV, Apalla K, Kaprinis S, Nimatoudis I, Kaprinis G, Iacovides A. Is central auditory processing disorder present in psychosis? Am J Audiol. 2013 Dec;22(2):201-8. doi: 10.1044/1059-0889(2013/12-0073)

Iliadou V, Bamiou DE. Psychometric evaluation of children with auditory processing disorder (APD): comparison with normal-hearing and clinical non-APD groups. J Speech Lang Hear Res. 2012 Jun;55(3):791-9. doi: 10.1044/1092-4388(2011/11-0035)

Iliadou V, Kaprinis S, Kandylis D, Kaprinis GS. Hemispheric laterality assessment with dichotic digits testing in dyslexia and auditory processing disorder. Int J Audiol. 2010 Mar;49(3):247-52. doi: 10.3109/14992020903397820

Iliadou V, Fourakis M, Vakalos A, Hawks JW, Kaprinis G. Bi-syllabic, modern Greek word lists for use in word recognition tests. Int J Audiol. 2006 Feb;45(2):74-82. doi: 10.1080/14992020500376529

Jiang J, Johnson JCS, Requena-Komuro MC, Benhamou E, Sivasathiaseelan H, Chokesuwattanaskul A, Nelson A, Nortley R, Weil RS, Volkmer A, Marshall CR, Bamiou DE, Warren JD, Hardy CJD. Comprehension of acoustically degraded emotional prosody in Alzheimer's disease and primary progressive aphasia. Sci Rep. 2024 Dec 28;14(1):31332. doi: 10.1038/s41598-024-82694-z.

Johnson JCS, Marshall CR, Weil RS, Bamiou DE, Hardy CJD, Warren JD. Hearing and dementia: from ears to brain. Brain. 2021 Mar 3;144(2):391-401. doi: 10.1093/brain/awaa429

Konstantinou, A., Eleftheriadis, N., Moschopoulos, N. et al. Auditory training improves self-reported hyperacusis. Egypt J Otolaryngol 41, 189 (2025). https://doi.org/10.1186/s43163-025-00938-9

Koohi N, Simonyan S, Joffily L, Simister R, Bamiou DE, Kaski D. Testing hearing in suspected stroke: a diagnostic opportunity. Lancet. 2025 Feb 15;405(10478):540-541. doi: 10.1016/S0140-6736(24)02505-4

Koohi N, Thomas-Black G, Giunti P, Bamiou DE. Auditory Phenotypic Variability in Friedreich's Ataxia Patients. Cerebellum. 2021 Aug;20(4):497-508. doi: 10.1007/s12311-021-01236-9. Epub 2021 Feb 18. PMID: 33599954

Kyrtsoudi M, Sidiras C, Papadelis G, Iliadou VM. Auditory Processing in Musicians, a Cross-Sectional Study, as a Basis for Auditory Training Optimization. Healthcare (Basel). 2023 Jul 14;11(14):2027. doi: 10.3390/healthcare11142027.

Levett BA, Chandra A, Jiang J, Koohi N, Sharrad D, Core LB, Johnson JCS, Tutton M, Green T, Jayakody DMP, Yu JT, Leroi I, Marshall CR, Bamiou DE, Hardy CJD, Warren JD. Hearing impairment and dementia: cause, catalyst or consequence? J Neurol. 2025 May 16;272(6):402. doi: 10.1007/s00415-025-13140-x. PMID: 40377748

Livingston G, Huntley J, Liu KY, Costafreda SG, Selbæk G, Alladi S, Ames D, Banerjee S, Burns A, Brayne C, Fox NC, Ferri CP, Gitlin LN, Howard R, Kales HC, Kivimäki M, Larson EB, Nakasujja N, Rockwood K, Samus Q, Shirai K, Singh-Manoux A, Schneider LS, Walsh S, Yao Y, Sommerlad A, Mukadam N. Dementia prevention, intervention, and care: 2024 report of the Lancet standing Commission. Lancet. 2024 Aug 10;404(10452):572-628. doi: 10.1016/S0140-6736(24)01296-0. Epub 2024 Jul 31. PMID: 39096926.

Loo JH, Bamiou DE, Campbell N, Luxon LM. Computer-based auditory training (CBAT): benefits for children with language- and reading-related learning difficulties. Dev Med Child Neurol. 2010 Aug;52(8):708-17. doi: 10.1111/j.1469-8749.2010.03654

Le Normand MT, Thai-Van H. The role of Function Words to build syntactic knowledge in French-speaking children. Sci Rep. 2022 Jan 11;12(1):544. doi: 10.1038/s41598-021-04536-6

Musiek F, Nagle S. The Middle Latency Response: A Review of Findings in Various Central Nervous System Lesions. J Am Acad Audiol. 2018 Oct;29(9):855-867. doi: 10.3766/jaaa.16141

Musiek FE, Shinn JB, Jirsa R, Bamiou DE, Baran JA, Zaida E. GIN (Gaps-In-Noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. Ear Hear. 2005 Dec;26(6):608-18. doi: 10.1097/01.aud.0000188069.80699.41. Erratum in: Ear Hear. 2006 Jun;27(3):228

Musiek FE, Weihing J. Perspectives on dichotic listening and the corpus callosum. Brain Cogn. 2011 Jul;76(2):225-32. doi: 10.1016/j.bandc.2011.03.011

Musiek FE, Shinn J, Chermak GD, Bamiou DE. Perspectives on the Pure-Tone Audiogram. J Am Acad Audiol. 2017 Jul/Aug;28(7):655-671. doi: 10.3766/jaaa.16061. PMID: 28722648.

Musiek FE. Hearing beyond the eighth nerve. Am J Otol. 1986 Sep;7(5):313-4. PMID: 3789113.

Moschopoulos N, Nimatoudis I, Kaprinis S, Boutsikos K, Sidiras C, Iliadou V. Implications for Early Diagnosis and Treatment in Schizophrenia Due to Correlation between Auditory Perceptual Deficits and Cognitive Impairment. J Clin Med. 2021 Sep 30;10(19):4557. doi: 10.3390/jcm10194557. PMID: 34640571; PMCID: PMC8509531.

Moschopoulos N, Nimatoudis I, Kaprinis S, Sidiras C, Iliadou V. Auditory processing disorder may be present in schizophrenia and it is highly correlated with formal thought disorder. Psychiatry Res. 2020 Sep;291:113222. doi: 10.1016/j.psychres.2020.113222. Epub 2020 Jun 10. PMID: 32562936.

Moore, B. C. J. (2013). An introduction to the psychology of hearing (6th ed.). Emerald Group Publishing Limited.

Musiek, F. E., & Baran, J. A. (2018). The auditory system: Anatomy, physiology, and clinical correlates. Plural Publishing.

Moschopoulos N, Nimatoudis I, Kaprinis S, Iliadou V. Could early diagnosis and rehabilitation of Auditory Processing Disorder in schizophrenia have a positive effect on cognition? Schizophr Res. 2021 Feb;228:237-238. doi: 10.1016/j.schres.2020.12.027

Meimaroglou S, Eleftheriadis N, Iliadou VM. Better education required for professionals in healthcare regarding auditory processing disorder. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2025 Feb;282(2):669-679. doi: 10.1007/s00405-024-08942-0

Moschopoulos NP, Nimatoudis I, Kaprinis S, Iliadou V. Behavioral assessment of auditory processing deficits in schizophrenia: Literature review and suggestions for future research. Scand J Psychol. 2019 Apr;60(2):116-

127. doi: 10.1111/sjop.12514

Musiek FE, Chermak GD. Psychophysical and behavioral peripheral and central auditory tests. Handb Clin Neurol. 2015;129:313-32. doi: 10.1016/B978-0-444-62630-1.00018-4.

Musiek FE, Chermak GD, Weihing J, Zappulla M, Nagle S. Diagnostic accuracy of established central auditory processing test batteries in patients with documented brain lesions. J Am Acad Audiol. 2011 Jun;22(6):342-58. doi: 10.3766/jaaa.22.6.4

Musiek FE, Morris S, Ichiba K, Clark L, Davidson AJ. Auditory Hallucinations: An Audiological Horizon? J Am Acad Audiol. 2021 Mar;32(3):195-210. doi: 10.1055/s-0041-1722989

Musiek FE, Baran JA. Neuroaudiological Considerations for the Auditory Brainstem Response and Middle Latency Response Revisited: Back to the Future. Semin Hear. 2022 Oct 26;43(3):149-161. doi: 10.1055/s-0042-1756161

Nikitas C, Kikidis D, Bibas A, Pavlou M, Zachou Z, Bamiou DE. Recommendations for physical activity in the elderly population: A scoping review of guidelines. J Frailty Sarcopenia Falls. 2022 Mar 1;7(1):18-28. doi: 10.22540/JFSF-07-018.

Parker TD, Hardy C, Keuss S, Coath W, Cash DM, Lu K, Nicholas JM, James SN, Sudre C, Crutch S, Bamiou DE, Warren JD, Fox NC, Richards M, Schott JM. Peripheral hearing loss at age 70 predicts brain atrophy and associated cognitive change. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2024 Aug 16;95(9):829-832. doi: 10.1136/jnnp-2023-333101. PMID: 38569877; PMCID: PMC11347269.

Psarris G, Eleftheriadis N, Sidiras C, Sereti A, Iliadou VM. Temporal resolution and pitch discrimination in music education: novel data in children. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2024 Aug;281(8):4103-4111. doi: 10.1007/s00405-024-08571-7.

Purdy SC, Wanigasekara I, Cañete OM, Moore C, McCann CM. Aphasia and Auditory Processing after Stroke through an International Classification of Functioning, Disability and Health Lens. Semin Hear. 2016 Aug;37(3):233-46. doi: 10.1055/s-0036-1584408. PMID: 27489401

Reynard P, Lagacé J, Joly CA, Dodelé L, Veuillet E, Thai-Van H. Speech-in-Noise Audiometry in Adults: A Review of the Available Tests for French Speakers. Audiol Neurootol. 2022;27(3):185-199. doi: 10.1159/000518968

Reynard P, Joly CA, Damien M, Le Normand MT, Veuillet E, Thai-Van H. Age-Related Dichotic Listening Skills in Impaired and Non-Impaired Readers: A Comparative Study. J Clin Med. 2023 Jan 14;12(2):666. doi: 10.3390/jcm12020666

Samara M, Thai-Van H, Ptok M, Glarou E, Veuillet E, Miller S, Reynard P, Grech H, Utoomprurkporn N, Sereti A, Bamiou DE, Iliadou VM. A systematic review and metanalysis of questionnaires used for auditory processing screening and evaluation. Front Neurol. 2023

Sereti A, Sidiras C, Eleftheriadis N, Nimatoudis I, Chermak GD, Iliadou VM. On the Difference of Scoring in Speech in Babble Tests. Healthcare (Basel). 2022 Feb 28;10(3):458. doi: 10.3390/healthcare10030458

Stavrinos G, Iliadou VV, Pavlou M, Bamiou DE. Remote Microphone Hearing Aid Use Improves Classroom Listening, Without Adverse Effects on Spatial Listening and Attention Skills, in Children With Auditory Processing Disorder: A Randomised Controlled Trial. Front Neurosci. 2020 Aug 21;14:904. doi: 10.3389/fnins.2020.00904

Sidiras C, Iliadou VV, Nimatoudis I, Bamiou DE. Absence of Rhythm Benefit on Speech in Noise Recognition in Children Diagnosed With Auditory Processing Disorder. Front Neurosci. 2020 May 5;14:418. doi: 10.3389/fnins.2020.00418

Sidiras C, Iliadou VV, Nimatoudis I, Grube M, Griffiths T, Bamiou DE. Deficits in Auditory Rhythm Perception in Children With Auditory Processing Disorder Are Unrelated to Attention. Front Neurosci. 2019 Sep 6;13:953.

doi: 10.3389/fnins.2019.00953

Stavrinos G, Iliadou VM, Edwards L, Sirimanna T, Bamiou DE. The Relationship between Types of Attention and Auditory Processing Skills: Reconsidering Auditory Processing Disorder Diagnosis. Front Psychol. 2018 Jan 30;9:34. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00034

Sidiras C, Iliadou V, Nimatoudis I, Reichenbach T, Bamiou DE. Spoken Word Recognition Enhancement Due to Preceding Synchronized Beats Compared to Unsynchronized or Unrhythmic Beats. Front Neurosci. 2017 Jul 18;11:415. doi: 10.3389/fnins.2017.00415

Shinn JB, Chermak GD, Musiek FE. GIN (Gaps-In-Noise) performance in the pediatric population. J Am Acad Audiol. 2009 Apr;20(4):229-38. doi: 10.3766/jaaa.20.4.3

Sofokleous V, Marmara M, Panagiotopoulos GK, Mouza S, Tsofidou M, Sereti A, Grigoriadi I, Petridis E, Sidiras C, Tsiourdas M, Iliadou VV. Test-retest reliability of the Greek Speech-in-babble test (SinB) as a potential screening tool for auditory processing disorder. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2020 Apr;131:109848. doi: 10.1016/j.ijporl.2019.109848

Sidiras C, Iliadou VV, Chermak GD, Nimatoudis I. Assessment of Functional Hearing in Greek-Speaking Children Diagnosed with Central Auditory Processing Disorder. J Am Acad Audiol. 2016 May;27(5):395-405. doi: 10.3766/jaaa.15065

Teive HA, Iliadou VM, Manto M. Friedreich's Ataxia and Auditory Processing Disorder. Cerebellum. 2021 Aug;20(4):495-496. doi: 10.1007/s12311-021-01238-7

Tomlin D, Rance G. Maturation of the Central Auditory Nervous System in Children with Auditory Processing Disorder. Semin Hear. 2016 Feb;37(1):74-83. doi: 10.1055/s-0035-1570328. PMID: 27587924; PMCID: PMC4910564.

Thai-Van H, Joly CA, Idriss S, Melki JB, Desmettre M, Bonneuil M, Veuillet E, Ionescu E, Reynard P. Online digital audiometry vs. conventional audiometry: a multi-centre comparative clinical study. Int J Audiol. 2023 Apr;62(4):362-367. doi: 10.1080/14992027.2022.2052979

Thai-Van H, Veuillet E, Le Normand MT, Damien M, Joly CA, Reynard P. The Magnitude of Contralateral Suppression of Otoacoustic Emissions Is Ear- and Age-Dependent. J Clin Med. 2023 Jul 7;12(13):4553. doi: 10.3390/jcm12134553

Utoomprurkporn N, Stott J, Costafreda SG, Bamiou DE. Lack of Association between Audiogram and Hearing Disability Measures in Mild Cognitive Impairment and Dementia: What Audiogram Does Not Tell You. Healthcare (Basel). 2021 Jun 20;9(6):769. doi: 10.3390/healthcare9060769. PMID: 34203041; PMCID: PMC8234005.

Utoomprurkporn N, Hardy CJD, Stott J, Costafreda SG, Warren J, Bamiou DE. "The Dichotic Digit Test" as an Index Indicator for Hearing Problem in Dementia: Systematic Review and Meta-Analysis. J Am Acad Audiol. 2020 Oct;31(9):646-655. doi: 10.1055/s-0040-1718700

Utoomprurkporn N, Woodall K, Stott J, Costafreda SG, Bamiou DE. Hearing-impaired population performance and the effect of hearing interventions on Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Systematic review and meta-analysis. Int J Geriatr Psychiatry. 2020 Sep;35(9):962-971. doi: 10.1002/gps.5354

Warren JD, Bamiou DE. Prevention of dementia by targeting risk factors. Lancet. 2018 Apr 21;391(10130):1575. doi: 10.1016/S0140-6736(18)30579-8

Wang B, Gould RL, Kumar P, Pikett L, Thompson B, Gonzalez SC, Bamiou DE. A Systematic Review and Meta-Analysis Exploring Effects of Third-Wave Psychological Therapies on Hearing-Related Distress, Depression, Anxiety, and Quality of Life in People With Audiological Problems. Am J Audiol. 2022 Jun 2;31(2):487-512

World Health Organisation (2021) World report on hearing. Licence CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Geneva. https://

www.who.int/publications/i/item/9789240020481

Weihing J, Chermak GD, Musiek FE. Auditory Training for Central Auditory Processing Disorder. Semin Hear. 2015 Nov;36(4):199-215. doi: 10.1055/s-0035-1564458. PMID: 27587909

Yu RC, Proctor D, Soni J, Pikett L, Livingston G, Lewis G, Schilder A, Bamiou D, Mandavia R, Omar R, Pavlou M, Lin F, Goman AM, Gonzalez SC. Adult-onset hearing loss and incident cognitive impairment and dementia - A systematic review and meta-analysis of cohort studies. Ageing Res Rev. 2024 Jul;98:102346. doi: 10.1016/j.arr.2024.102346. Epub 2024 May 23. PMID: 38788800.

Yu RC, Proctor D, Soni J, Pikett L, Livingston G, Lewis G, Schilder A, Bamiou D, Mandavia R, Omar R, Pavlou M, Lin F, Goman AM, Gonzalez SC. Adult-onset hearing loss and incident cognitive impairment and dementia - A systematic review and meta-analysis of cohort studies. Ageing Res Rev. 2024 Jul;98:102346. doi: 10.1016/j.arr.2024.102346

Yu RC, Pavlou M, Schilder AGM, Bamiou DE, Lewis G, Lin FR, Livingston G, Proctor D, Omar R, Costafreda SG. Early detection and management of hearing loss to reduce dementia risk in older adults with mild cognitive impairment: findings from the treating auditory impairment and cognition trial (TACT). Age Ageing. 2025 Jan 6;54(1):afaf004. doi: 10.1093/ageing/afaf004. PMID: 39835654

Xavier Perrot, Lionel Collet, Function and plasticity of the medial olivocochlear system in musicians: A review (2014), Hearing Research, Volume 308, Pages 27-40, ISSN 0378-5955, doi.org/10.1016/j.heares.2013.08.010.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Ηλιάδης Θ, Κεκές Γ. Κλινική Ακουολογία. Φωτοστοιχειοθεσία - Εκτύπωση: ΥΙΟΙ Φ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ, Θεσσαλονίκη; 1986.

Ηλιάδης Θ, Κεκές Γ, Παπαδέας Ε, Ηλιάδου ΒΜ, Ελευθεριάδης Ν. Κλινική Ακουολογία. Εκδόσεις Gotsis, Πάτρα; 2011.

Ηλιάδου Β. Διαταραχές Ακουστικής Επεξεργασίας (ΔΑΕ) σε παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες ή/και νευροαναπτυξιακές διαταραχές. Μέθεξις, Θεσσαλονίκη 2015.