

**Οι Ωτοακουστικές Εκπομπές στον προληπτικό έλεγχο βαρηκοΐας και μέσης εκκριντικής
ωτίτιδας σε παιδιά σχολικής ηλικίας**

Διδακτορική Διατριβή

Χρίστος Γεωργάλας
Ωτορινολαρυγγολόγος

ΑΘΗΝΑ 2005

**Στους γονείς και τον αδερφό μου, για την βοήθεια, συμπαράσταση και εμπιστοσύνη τους
όλα αυτά τα χρόνια**

Στον Δημήτρη και Νικηφόρο για την φιλία, πάνω από 20 χρόνια

Ημερομηνία αίτησης εκπόνησης διδακτορικής διατριβής: 19/5/2002

Ημερομηνία ορισμού τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής: 26/5/2002

Τριμελής συμβουλευτική επιτροπή

Ιωάννης Φερεκύδης

Αν Καθηγητής Ωτορινολαρυγγολογίας Παν/μιου Αθηνών

Ιωάννης Ξενέλλης

Αν Καθηγητής Ωτορινολαρυγγολογίας Παν/μιου Αθηνών

Περικλής Κανδηλώρος

Αν Καθηγητής Ωτορινολαρυγγολογίας Παν/μιου Αθηνών

Ημερομηνία κατάθεσης διατριβής:

1/9/2005

«Η έγκριση διδακτορικής διατριβής από την Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Αθηνών δεν υποδηλώνει την αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα»

(Νόμος 5543/1932, άρθρο 202, παράγραφος 2)

ΟΡΚΟΣ ΙΠΠΟΚΡΑΤΗ

Αρχαίο Κείμενο

1. ΟΜΝΥΜΙ ΑΠΟΛΛΩΝΑ ΙΗΤΡΟΝ ΚΑΙ ΑΣΚΛΗΠΙΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑΝ ΚΑΙ ΠΑΝΑΚΕΙΑΝ ΚΑΙ ΘΕΟΥΣ ΠΑΝΤΑΣ ΤΕ ΚΑΙ ΠΑΣΑΣ ΙΣΤΟΡΑΣ ΠΟΙΟΥΜΕΝΟΣ , ΕΠΙΤΕΛΕΑ ΠΟΙΗΣΕΙΝ ΚΑΤΑ ΔΥΝΑΜΙΝ ΚΑΙ ΚΡΙΣΙΝ ΕΜΗΝ ΟΡΚΟΝ ΤΟΝΔΕ.
2. ΗΓΗΣΕΣΘΑΙ ΜΕΝ ΤΟΝ ΔΙΔΑΞΑΝΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗΝ ΤΑΥΤΗΝ ΙΣΑ ΓΕΝΕΤΗΣΙΝ ΕΜΟΙΣΙ, ΚΑΙ ΒΙΟΥ ΚΟΙΝΩΣΕΣΘΑΙ ΚΑΙ ΧΡΕΩΝ ΧΡΗΖΟΝΤΙ ΜΕΤΑΔΟΣΙΝ ΠΟΙΗΣΕΣΘΑΙ ΚΑΙ ΓΕΝΟΣ ΤΟ ΕΞ ΑΥΤΟΥ ΑΔΕΛΦΕΟΙΣ ΙΣΟΝ ΕΠΙΚΡΙΝΕΕΙΝ ΑΡΡΕΣΙ, ΚΑΙ ΔΙΔΑΞΕΙΝ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗΝ ΤΑΥΤΗΝ, ΗΝ ΧΡΗΖΩΣΙ ΜΑΝΘΑΝΕΙΝ, ΑΝΕΥ ΜΙΣΘΟΥ ΚΑΙ ΞΥΓΓΡΑΦΗΣ.
3. ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΗΣ ΤΕ ΚΑΙ ΑΚΡΟΗΣΙΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΛΟΙΠΗΣ ΑΠΑΣΗΣ ΜΑΘΗΣΙΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΙΝ ΠΟΙΗΣΕΣΘΑΙ ΥΙΟΙΣΙ ΤΕ ΕΜΟΙΣΙ ΚΙΑ ΤΟΙΣΙ ΤΟΥ ΕΜΕ ΔΙΔΑΞΑΝΤΟΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΤΑΙΣΙ ΣΥΓΓΕΓΡΑΜΜΕΝΟΙΣΙ ΤΕ ΚΑΙ ΩΡΚΙΣΜΕΝΟΙΣ ΝΟΜΩ ΙΗΤΡΙΚΩ ΑΛΛΩ ΔΕ ΟΥΔΕΝΙ.
4. ΔΙΑΙΤΗΜΑΣΙ ΤΕ ΧΡΗΖΟΜΑΙ ΕΠ'ΩΦΕΛΕΙΗ ΚΑΜΝΟΝΤΩΝ ΚΑΤΑ ΔΥΝΑΜΙΝ ΚΑΙ ΚΡΙΣΙΝ ΕΜΗΝ, ΕΠΙ ΔΗΛΗΣΕΙ ΔΕ ΚΑΙ ΑΔΙΚΗ ΕΙΡΞΕΙΝ.
5. ΟΥ ΔΩΣΩ ΔΕ ΟΥΔΕ ΦΑΡΜΑΚΟΝ ΟΥΔΕΝΙ ΑΙΤΗΘΕΙΣ ΘΑΝΑΣΙΜΟΝ, ΟΥΔΕ ΥΦΗΓΗΣΟΜΑΙ ΞΥΜΒΟΥΛΙΗΝ ΤΟΙΗΝ ΔΕ ΟΜΟΙΩΣ ΔΕ ΟΥΔΕ ΓΥΝΑΙΚΙ ΠΕΣΣΟΝ ΦΘΟΡΙΟΝ ΔΩΣΩ.
6. ΑΓΝΩΣ ΔΕ ΚΑΙ ΟΣΙΩΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΩ ΒΙΟΝ ΤΟΝ ΕΜΟΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΝ ΤΗΝ ΕΜΗΝ.
7. ΟΥ ΤΕΜΕΩ ΔΕ ΟΥΔΕ ΜΗΝ ΛΙΘΙΩΝΤΑΣ , ΕΚΧΩΡΗΣΩ ΔΕ ΕΡΓΑΤΗΣΙΝ ΑΔΡΑΣΙΝ ΠΡΗΞΙΟΣ ΤΗΣΔΕ.
8. ΕΣ ΟΙΚΙΑΣ ΔΕ ΟΚΟΣΑΣ ΑΝ ΕΣΙΩ, ΕΣΕΛΕΥΣΟΜΑΙ ΕΠ' ΩΦΕΛΕΙΗ ΚΑΜΝΟΝΤΩΝ, ΕΚΤΟΣ ΕΩΝ ΠΑΣΗΣ ΑΔΙΚΗΣ ΕΚΟΥΣΙΗΣ ΚΑΙ ΦΘΟΡΙΗΣ ΤΗΣ ΤΕ ΑΛΛΗΣ ΚΑΙ ΑΦΡΟΔΙΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΠΙ ΤΕ ΓΥΝΑΙΚΕΙΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΝΔΡΕΙΩΝ , ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΤΕ ΚΑΙ ΔΟΥΛΩΝ.
9. Α Δ'ΑΝ ΕΝ ΘΕΡΑΠΕΙΗ Η ΙΔΩ Η ΑΚΟΥΣΩ , Η ΚΑΙ ΑΝΕΥ ΘΕΡΑΠΕΙΗΣ ΚΑΤΑ ΒΙΟΝ ΑΝΘΡΩΠΩΝ , Α ΜΗ ΧΡΗΠΟΤΕ ΕΓΚΑΛΕΣΘΑΙ ΕΞΩ , ΣΙΓΗΣΟΜΑΙ, ΑΡΡΗΤΑ ΗΓΕΥΜΕΝΟΣ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΤΟΙΑΥΤΑ.
10. ΟΡΚΟΝ ΕΝ ΟΥΝ ΜΟΙ ΤΟΝΔΕ ΕΠΙΤΕΛΕΑ ΠΟΙΕΟΝΤΙ ΚΑΙ ΜΗ ΞΥΓΧΕΟΝΤΙ ΕΙΗ ΕΠΑΥΡΑΣΘΑΙ ΚΑΙ ΒΙΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΣ, ΔΟΞΑΖΟΜΕΝΩ ΠΑΡΑ ΠΑΣΙΝ ΑΝΘΡΩΠΟΙΣ ΕΣ ΤΟΝ ΑΙΕΙ ΧΡΟΝΟΝ, ΠΑΡΑΒΑΙΝΟΝΤΙ ΔΕ ΚΑΙ ΕΠΙΟΡΚΕΟΝΤΙ, ΤΑΝΑΝΤΙΑ ΤΟΥΤΕΩΝ.

ΟΡΚΟΣ ΙΠΠΟΚΡΑΤΗ

Νεοελληνική Μετάφραση

Ο ΟΡΚΟΣ ΤΟΥ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ

Ὀρκίζομαι ἐπὶ τὸν ἀπολλῶνα τὸν ἰατρό καὶ τὸν ἀσκληπιό καὶ ἐπὶ τὴν υἱεῖα καὶ ἐπὶ τὴν πανακεία καὶ ἐ' ὄλουσέ τοὺς θεοὺς ἐπικαλούμενός τῃν μαρτυρία τοῦε, νὰ τηρήσῃ πιστὰ κατὰ τὴ δύναμῃ καὶ τὴν κριεὴ μου αὐτὸ τὸν ὄρκο καὶ τὸ εὐμβολαῖο μου αὐτὸ. νὰ θεώρῃ αὐτὸν ποὺ μου δίδασκε αὐτὴ τὴν τέχνην ἴσο με τοῦε γονεῖε μου καὶ νὰ μοιραστῶ μαζί τοῦ τα υπάρχοντα μου καὶ τὰ χρήματα μου ἂν ἔχει ἀνάγκη φροντίζε. νὰ θεώρῃ τοῦε ἀπογονοῦσε τοῦε ἰεοῦε με τ' ἀδελφία μου καὶ νὰ τοῦε δίδασκῃ τὴν τέχνην αὐτὴ ἂν θέλοῦν νὰ τὴ μαθῶν, χωρὶς ἀμοιβῃ καὶ εὐμβολαῖο καὶ νὰ μεταδώσῃ με γὰρ ἄλλοι, ὀδῆρκε καὶ συμβούλεε ὅλη τὴν υπόλοιπὴν γνῶσῃ μου καὶ ἐπὶ τὰ παιδία μου καὶ ἐπὶ τὰ παιδία ἐκείνου ποὺ με δίδασκε καὶ ἐτοῦε ἄλλοῦε μαθητέε ποὺ ἔχοῦν κανεὶ τραπετὴ συμφῶνία μαζί μου καὶ ἐ' αὐτοῦε ποὺ ἔχοῦν ὀρκισθεὶ ἐπὶ τὸν ἰατρικὸ νόμο καὶ ἐε κανέναν ἄλλο καὶ νὰ θεράπευῃ τοῦε πασχόντεε κατὰ τὴ δύναμῃ μου καὶ τὴν κριεὴ μου χωρὶε ῖοτε, ἐκοῦεῖοε, νὰ τοῦε βλάψῃ ἢ νὰ τοῦε ἀδικήσῃ. καὶ νὰ μὴ δώσῃ ποτε ἐε κανένα, ἐστὶ κὶ ἂν μου τὸ ζητήσῃ, θανάτηφορο φάρμακο, οὔτε νὰ δώσῃ ποτε τέτοια εὐμβουλή. ὁμοῖε, νὰ μὴ δώσῃ ποτε ἐε γυναῖκα φάρμακο γιὰ ν' ἀποβάλει. νὰ διατηρήσῃ δε τὴ ζῶν μου καὶ τὴν τέχνην μου καθαρὴ καὶ ἀγνή, καὶ νὰ μὴ χειροῦρθεῖ πασχόντεε ἀπὸ λῃθῶνε ἄλλα ν' ἀφῆσῃ τὴν πρᾶξῃ αὐτὴ γιὰ τοῦε ἐδικοῦε. καὶ ἐ' ὅποια ἐπίτια κὶ ἂν μῆν, νὰ μῆν γιὰ τὴν ὄφελεία τῶν πασχόντων ἀποφεύγονταε καθε ἐκοῦεῖα ἀδικία καὶ βλάβῃ καὶ καθε γενέθηεῖα πρᾶξῃ καὶ με γυναῖκεε καὶ με ἀνδρεε, ἐλευθεροῦε καὶ δουλοῦε. καὶ ὅτι δὴ ἢ ἀκοῦεῖο κατὰ τὴν δεκῃῃ τοῦ ἐπαγγέλματόε μου, ἢ κὶ ἐκτοε, γιὰ τὴ ζῶν τῶν ἀνθρώπων, ποὺ δὲν πρέπῃ ποτε νὰ κοινοποιήθῃ, νὰ εἰσπῆσῃ καὶ νὰ τὸ τηρήσῃ μυστικὸ. ἀν τὸν ὄρκο μου αὐτὸ τηρήσῃ πιστὰ καὶ δὲν τὸν ἀφῆθεῖ, εἴθε ν' ἀπολαύσῃ γιὰ πάντα τὴν ἐκτίμησῃ ὅλων τῶν ἀνθρώπων γιὰ τὴ ζῶν μου καὶ γιὰ τὴν τέχνην μου, ἂν ὁμοῖε παραβῃ καὶ ἀφῆθεῖ τὸν ὄρκο μου νὰ ὑποστῆτα ἀντιθέτα ἀπὸ αὐτα.

Βιογραφικό σημείωμα

Γεννήθηκα στην Αθήνα στις 5 Σεπτέμβρη 1970. Αποφοίτησα από το Τρίτο Δημόσιο Λύκειο Χαλανδρίου το 1988. Με εισαγωγικές εξετάσεις πέρασα στην Ιατρική Σχολή και αποφοίτησα από το Ιατρικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Αθηνών τον Ιούλιο 1994 με γενικό βαθμό «Άριστα».

Από τον Νοέμβριο 1994 ως τον Δεκέμβριο 1995 υπηρέτησα ως αγροτικός Ιατρός στο Περιφερειακό Ιατρείο Βραχασίου / Νοσοκομείο Νεαπόλεως, στο Νομό Λασιθίου. Από τον Μάρτιο 1996 ως τον Νοέμβριο 1997 υπηρέτησα την στρατιωτική μου θητεία Επί έναν χρόνο εργάστηκα ως ειδικευόμενος Ιατρός στη Γενική Χειρουργική στο Σισμανόγλειο νοσοκομείο (Νοέμβριος 1997 - Νοέμβριος 1998). Από τον Σεπτέμβριο 1997 ως τον Μάιο 1998 παρακολούθησα το Μεταπτυχιακό Μάθημα Βιοστατιστική / Μεθοδολογία της Έρευνας, στην Ιατρική σχολή του Πανεπιστημίου Αθηνών. Κατά το διάστημα Δεκέμβρη 1997 ως Ιανουάριο 1998 εργάστηκα με το γαλλικό τμήμα των Γιατρών του Κόσμου στο Κόσοβο, Γιουγκοσλαβία, κατά τη διάρκεια του εμφυλίου πολέμου.

Στη συνέχεια εργάστηκα ως ειδικευόμενος στο Νοσοκομείο Conquest, Hastings και στο Νοσοκομείο St Mary's στο Λονδίνο, σε θέσεις αναγνωρισμένες από το Κολέγιο Χειρουργών, και , κατόπιν επιτυχίας στη εξέτασεις του Βασιλικού Κολεγίου Χειρουργών (και το Δίπλωμα Ωτορινολαρυγγολογίας από το ίδιο κολέγιο) εργάστηκα ως Specialist Registrar στα νοσοκομεία Royal National Throat Nose and Ear Hospital, St Bartholomews and Royal London Hospital, Whipps Cross University Hospital και Southend General Hospital του Λονδίνου.

Έχω δημοσιεύσει σε ιατρικά περιοδικά (καταχωρημένα στο Index Medicus) 29 εργασίες και παρουσιάζει 25 επιστημονικές εργασίες σε παγκόσμια συνέδρια.

Ευχαριστίες

Στο Διευθυντή της ΩΡΛ κλινικής του Πανεπιστημίου Αθηνών, Αν Καθηγητή κ. Ι. Φερεκύδη που μου εμπιστεύθηκε το διδακτορικό αυτό

Στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ι Ξενέλη, ο οποίος είχε και την αρχική ιδέα για το διδακτορικό για την καθοδήγηση του, τις πολύτιμες συμβουλές του, καθώς και τα τελικά σχόλια και διορθώσεις: Στον Αναπληρωτή καθηγητή κ. Π Κανδηλώρο για την συμπαράσταση του.

Στον κ Δ. Νταβίλη, που είναι η ψυχή του προγράμματος προληπτικού ελέγχου και χωρίς τον οποίο δεν θα ήταν δυνατή αυτή η μελέτη

Για πολύτιμες συμβουλές, βοήθεια στην συλλογή και επεξεργασία των στοιχείων καθώς και διορθώσεις, οφείλω να ευχαριστήσω την Λέκτορα Βιοστατιστικής κ Γεωργία Σαλαντή καθώς και τους συναδέλφους κ Κασσιανή Πολίτου και κ Γεώργιο Παπαχαραλάμπους.

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	14
ΙΣΤΟΡΙΚΟ – ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΩΑΕ	15
Φυσιολογία του κοχλία- Θεωρία ταξιδεύοντος κύματος.....	16
Κοχλιακός ενισχυτής.....	18
Καταγραφή ωτοακουστικών εκπομπών	18
ΤΥΠΟΙ ΩΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ	21
Αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές – ΑΩΑΕ (Spontaneous Otoacoustic Emissions – SOAE)	21
Παροδικά προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές (Transient Otoacoustic Emissions) ..	24
Ωτοακουστικές εκπομπές προϊόντα παραμόρφωσης - ΩΕΠΠ (Distortion Product Otoacoustic Emissions DPOE)	26
ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΩΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ	28
ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΩΤΟΣ ΚΑΙ ΩΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ	34
Επίδραση της πίεσης του μέσου ωτός στις ωτοακουστικές εκπομπές.....	34
Επίδραση την μέσης ωτίτιδας στις ωτοακουστικές εκπομπές	35
Επίδραση άλλων παθολογιών του μέσου ωτός στις ωτοακουστικές εκπομπές	36
ΩΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΚΑΙ ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	36
ΜΕΣΗ ΕΚΚΡΙΤΙΚΗ ΩΤΙΤΙΔΑ	39
Ορισμοί.....	39
Επιπολασμός.....	40
Αιτιολογικοί παράγοντες.....	41
Σημασία ΜΕΩ – φυσική ιστορία.....	42
Διάγνωση.....	43
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	45
ΣΚΟΠΟΣ.....	46
ΜΕΘΟΔΟΣ.....	47
ΑΣΘΕΝΕΙΣ.....	48
ΕΛΕΓΧΟΣ	50
ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ – ΑΝΑΛΥΣΗ	52
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	53
Ωτοσκόπηση - αποτελέσματα ανά ους	53
Τυμpanομετρία - αποτελέσματα ανά ους / ανά παιδί	54
Ακοομετρία - αποτελέσματα ανά ους / ανά παιδί.....	56
Παροδικά προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές - ανα ους / ανα παιδί.....	58
Συσχέτιση ΩΑΕ και ωτοσκόπικών ευρημάτων	61
Συσχέτιση ΩΑΕ και τυμpanομετρίας	62
Συσχέτιση ΩΑΕ και ακοογράμματος	62

Ο ρόλος των ΩΔΕ σε μοντέλο προληπτικού ελέγχου.....	64
ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	68
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	71
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	72
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	74
SUMMARY	75
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	12

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ωτοακουστικές εκπομπές και ειδικότερα οι Παροδικά Προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές συγκεντρώνουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- α) Η καταγραφή τους μπορεί να γίνει με πολύ χαμηλό κόστος, σε μικρό χρονικό διάστημα
- β) Στη λειτουργία ταχέως ελέγχου (Quick screen) παράγουν αποτελέσματα του τύπου ΝΑΙ/ΟΧΙ που μπορούν να αξιολογηθούν και από μη ειδικούς
- γ) Είναι αντικειμενική εξέταση – δηλαδή δεν χρειάζεται η συνεργασία του εξεταζόμενου για την καταγραφή τους (σε αντίθεση με την ακοομετρία)
- δ) Οι ΠΠΩΕ είναι γενικά πιο έντονες και βρίσκονται πιο σταθερά στα παιδιά σε σχέση με τους ενήλικους
- ε) Λόγω του μηχανισμού μεταβίβασης τους οι ΠΠΩΕ χρειάζονται παρουσία φυσιολογικού μέσου ωτός για την ανίχνευση τους, και είναι απύσες σε περιπτώσεις διαταραχών του μέσου ωτός

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά τους τις καθιστούν ιδανικό μέσο για μαζικό προληπτικό έλεγχο (screening) και είναι ο λόγος που βρήκαν τόσο γρήγορα εφαρμογή στο προληπτικό έλεγχο νεογνών, που σε πολλές χώρες εφαρμόζεται πλέον συστηματικά

Ωστόσο, τα ίδια ακριβώς χαρακτηριστικά τις καθιστούν ένα πολύ καλό μέσο για τον μαζικό προληπτικό έλεγχο παιδιών σχολικής ηλικίας για διαταραχές ακοής και προβλήματα μέσου ωτός.

Με τη διττή τους ιδιότητα, να είναι δείκτες τόσο της απώλειας ακοής όσο και (ανεξάρτητα) της ύπαρξης προβλημάτων του μέσου ωτός, θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν δύο εξετάσεις : Το τυμπανόγραμμα και το ακοόγραμμα που χρησιμοποιούνται ανεξάρτητα για τον

έλεγχου της ακουστικής ικανότητας καθώς και της ανατομικής / λειτουργικής ακεραιότητας του μέσου ωτός και της παρουσίας υγρού

Η έγκαιρη διάγνωση αυτών των προβλημάτων στα πλαίσια ενός προγράμματος προληπτικού ελέγχου είναι σημαντική, αντίστοιχα με αυτή της ανακάλυψης προβλημάτων ακοής σε νεογνά για τους εξής λόγους:

α) Η μέση εκκριτική ωτίτιδα είναι η πιο συχνή χρόνια νόσος σε παιδιά, με συχνότητα που σε ορισμένες περιπτώσεις αγγίζει το 60%.

β) Αν και κάποιες καλά οργανωμένες τυχαιοποιημένες διπλά τυφλά μελέτες^{i, ii, 124} έδειξαν ότι δεν συνδέεται με μεσοπρόθεσμες αρνητικές επιδράσεις στην λεκτική ικανότητα ή άλλες διαταραχές στην ανάπτυξη, κάποιες άλλες έδειξαν το αντίθετοⁱⁱⁱ. Φαίνεται ότι οι διαφορές στα συμπεράσματα αυτών των μελετών οφείλεται στον διαφορετικό πληθυσμό τους. Παιδιά που βρίσκονται ήδη σε κίνδυνο για διαταραχές λόγου, καθώς και παιδιά με μεγαλύτερη απώλεια ακοής και παιδιά μεγαλύτερα σε ηλικία φαίνεται ότι κινδυνεύουν περισσότερο από τις αρνητικές επιδράσεις της ΜΕΩ..

γ) Αντίστοιχα, το όφελος από σωλήνες τυμπανοστομίας είναι πιθανώς πραγματικό στις κατηγορίες αυτές – και μάλιστα στα μεγαλύτερα παιδιά .ή τα παιδιά με μεγαλύτερη απώλεια ακοής. Μια πολύ πρόσφατη μετα- ανάλυση που βασίστηκε σε ατομικά στοιχεία μελετών¹²⁸ και έγινε με σκοπό να διερευνήσει τις αιτίες αυτής της ετερογένειας, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι , σε παιδιά υψηλού κινδύνου, κατηγορία που περιλαμβάνει και παιδιά μεγαλύτερα σε ηλικία , οι σωλήνες τυμπανοστομίας μπορεί να προσδίνουν μεγαλύτερα οφέλη

δ) Πέρα από τη διάγνωση της ΜΕΩ, η διάγνωση μόνιμης βαρηκοΐας , οποιασδήποτε αιτιολογίας, είναι σημαντική για την μελλοντική ανάπτυξη του παιδιού. Τα περισσότερα παιδιά σχολικής ηλικίας στην Ελλάδα σήμερα δεν έχουν υποβληθεί σε μαζικό προληπτικό έλεγχο ως νεογνά με ωτοακουστικές εκπομπές , και κατά συνέπεια, είναι δυνατό μικρής /μέτριας βαρύτητας προβλήματα ακοής να μην έχουν γίνει αντιληπτά

ε) Διαταραχές του μέσου ωτός, όπως χρόνιες διατρήσεις, εισολκές ή αρχόμενη χρόνια μέση ωτίτιδα (με ή χωρίς χολοστεάτωμα) μπορούν να αντιμετωπισθούν πιο αποτελεσματικά αν διαγνωσθούν έγκαιρα.

Οποιοσδήποτε προληπτικός έλεγχος πρέπει να έχει κάποια χαρακτηριστικά – να είναι εύκολος στην εφαρμογή, να μην είναι δαπανηρός είτε σε υλικά είτε σε άνθρωπο ώρες, ιδανικά να μπορεί να εφαρμοστεί γρήγορα και εύκολα και από μη ειδικούς. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά συνδυάζονται στις ΠΠΩΕ και μπορούν να τις καταστήσουν ιδανική μέθοδο για τον προληπτικό έλεγχο παιδιών σχολικής ηλικίας τόσο για προβλήματα ακοής όσο και για διαταραχές του μέσου ωτός, συμπεριλαμβανομένης της μέσης εκκριτικής ωτίτιδας..

Η μελέτη αυτή οργανώθηκε με βάση αυτή την υπόθεση – συγκεκριμένα , την ενσωμάτωση των ΠΠΩΕ σε ένα πρόγραμμα προληπτικού ελέγχου ακοής και διαταραχών μέσου ωτός σε παιδιά σχολικής ηλικίας.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

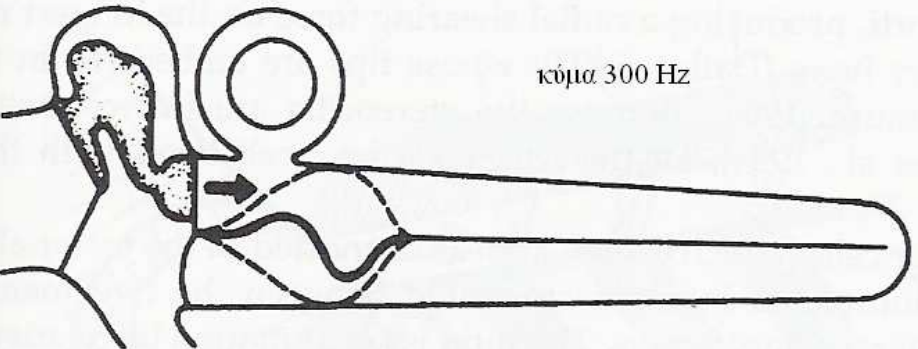
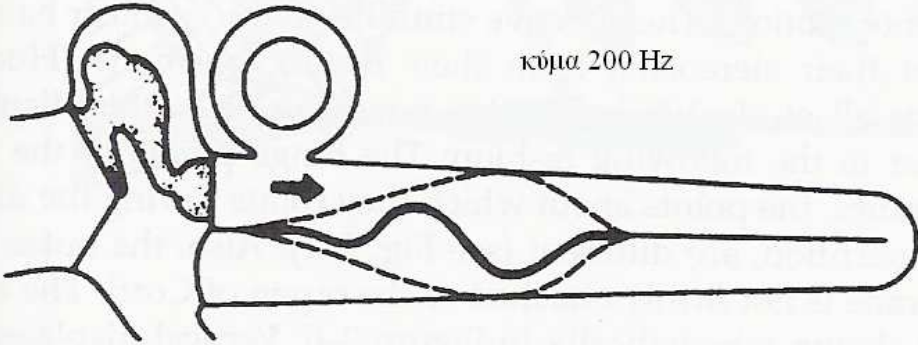
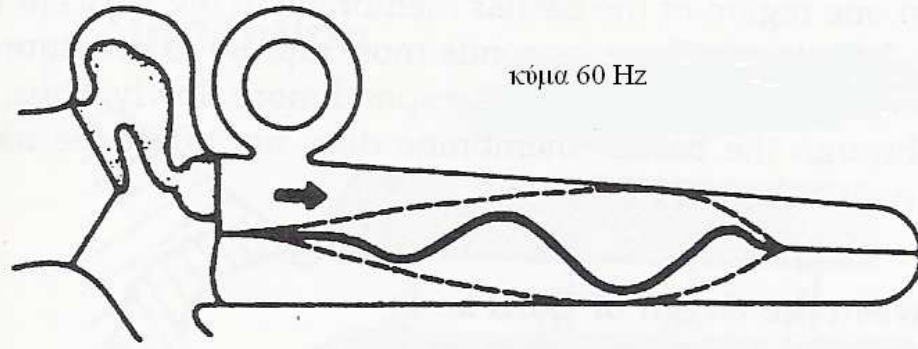
ΙΣΤΟΡΙΚΟ – ΑΝΑΚΑΛΥΨΗ ΩΑΕ

Οι Ωτοακουστικές εκπομπές (ΩΑΕ) είναι ακουστικά σήματα που μπορούν να ανιχνευτούν στον έξω ακουστικό πόρο. Δημιουργούνται τόσο αυτόματα όσο και μετά από διέγερση του έσω ωτός και οφείλονται σε δονήσεις που παράγονται στον κοχλία. Οι δονήσεις αυτές φτάνουν στην ωοειδή θυρίδα, προκαλούν μετακίνηση των οσταρίων της ακουστικής αλυσίδας και τελικά δόνηση της τυμπανικής μεμβράνης, παράγοντας έτσι ήχο που μπορεί να ανιχνευθεί στον έξω ακουστικό πόρο.

Η ανακάλυψη των Ωτοακουστικών εκπομπών έγινε στο Institute of Laryngology and Otology, Royal National ENT Hospital στο Λονδίνο από τον David Kemp το 1977, και η πρώτη δημοσίευση το 1978, στο Journal of Acoustical Society of America^{iv}. Ο όρος «ακουστικές εκπομπές» είναι δανεισμένος από την επιστήμη υλικών και αναφέρεται στο φαινόμενο κατά το οποίο ενέργεια εγκλωβισμένη μέσα στην εσωτερική δομή ενός μετάλλου, όπως για παράδειγμα μετά από σφυρηλάτηση, μπορεί να απελευθερωθεί είτε αυθόρμητα είτε μετά από φυσική διέγερση. Η αφορμή για την έρευνα που οδήγησε στις ωτοακουστικές εκπομπές ήταν οι ψυχοακουστικές έρευνες από τον Elliot το 1958 των ανεξήγητων οροσειρών και κοιλάδων του φυσιολογικού ακοογράμματος. Ο συνδυασμός τους με υποκειμενικές εμβοές, ακουστικούς συνδυασμένους τόνους και άλλες ανωμαλίες της φυσιολογικής ακοής οδήγησαν προς μια φυσική ερμηνεία. Η μετάδοση των κυμάτων στον κοχλία είναι ουσιαστικά χωρίς απώλειες σε επίπεδα κοντά στον ουδό σαν αποτέλεσμα της απουσίας γραμμικότητας στην κορυφή του ταξιδεύοντος κύματος (travelling wave): "Όπως σε ένα παλλόμενο δωμάτιο, σταθερά κύματα δημιουργούνται μέσα στον κοχλία που ενδυναμώνουν ορισμένες συχνότητες και αποδυναμώνουν κάποιες άλλες. Ο μηχανισμός αυτός εξηγεί και τη μικρό-δομή του φυσιολογικού ακοογράμματος. Ο κοχλίας λειτουργεί ως δωμάτιο με τις ακουστικές του ιδιότητες να βελτιστοποιούνται από ατελή ακουστική ενίσχυση που δημιουργεί και τις παλίνδρομες εντάσεις (feedback howl) ή αλλιώς αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές (SOAE). Αυτά τα φαινόμενα μπορούν να καταγραφούν καθώς η ωοειδής θυρίδα μεταδίδει εσωτερικές δονήσεις του κοχλίου στο μέσο ούς και έτσι στον έξω ακουστικό πόρο^v.

Φυσιολογία του κοχλία- Θεωρία ταξιδεύοντος κύματος

Ο Von Bekesy το 1949^{vi} με τη θεωρία του ταξιδεύοντος κύματος (travelling wave) έδειξε ότι οι δονήσεις στον κοχλία που οφείλονται σε τόνους δεν διατρέχουν όλο το μήκος της κοχλιακής μεμβράνης : Οι υψηλότερες συχνότητες εξαλείφονται κοντά στη βάση του κοχλία, ενώ οι πιο χαμηλές προχωράνε πιο πέρα , ως την κορυφή του κοχλία και το ελικότρημα. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε διαφορές στο πάχος, στη μάζα και κυρίως στην ανελαστικότητα κατά μήκος του κοχλία, που οδηγεί σε μείωση της ικανότητας του κοχλία να απορροφά ενέργεια από υψηλής συχνότητας αλλαγές από τη βάση προς την κορυφή. Κατά συνέπεια, υψηλής συχνότητας ενέργεια διεγείρει τη βάση της κοχλιακής μεμβράνης, ενώ χαμηλής συχνότητας την κορυφή. Έτσι διαφορετικής συχνότητας ήχοι προκαλούν μέγιστη μετακίνηση διαφορετικών τμημάτων και διεγείρουν διαφορετικές περιοχές του κοχλία και συνεπώς διαφορετικά τμήματα του ακουστικού νεύρου, όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα



Κοχλιακός ενίσχυτής

Παρά την αρχική αισιοδοξία για την θεωρία του ταξιδεύοντος κύματος, τα αποτελέσματα από τις αρχικές μετρήσεις από τον von Bekesy που έγιναν με τη χρήση πτωματικών κοχλιών έδειξαν αποκρίσεις πολύ λιγότερο συντονισμένες από τις πραγματικές αποκρίσεις των τριχωτών κυττάρων και των ιών του ακουστικού νεύρου. Αυτή η παρατήρηση καθώς και η έλλειψη γραμμικότητας στη μετακίνηση της βασικής μεμβράνης, οδήγησαν στη θεωρία του “κοχλιακού ενίσχυτή”^{vii}, μιας ενεργητικής διαδικασίας που απαιτεί ενέργεια και εδράζεται μεταξύ της βασικής μεμβράνης και του ακουστικού νεύρου και η οποία προκαλεί την περαιτέρω βελτίωση της ακουστικής οξύτητας. Αποτελέσματα ερευνών από διάφορες πηγές οδηγούν στο συμπέρασμα ότι αυτή η ενεργητική διαδικασία βρίσκεται στα έξω τριχωτά κύτταρα: Τα έξω τριχωτά κύτταρα κινούνται όταν διεγείρονται ηλεκτρικά – βραχύνονται όταν εκπολώνονται και επιμηκύνονται όταν υπερπολώνονται^{viii}. Αυτές οι αλλαγές οφείλονται σε αλλαγές της πολικότητας στην επιφάνεια της μεμβράνης των έξω τριχωτών κυττάρων^{ix} και προκαλούνται από διάφορους μοριακούς “κινητήρες” κατά μήκος του κυττάρου^x. Μετρήσεις της δύναμης που παράγεται από τα έξω τριχωτά κύτταρα δείχνουν ότι η ενεργοποίηση αρκετών κυττάρων ταυτόχρονα μπορεί να μεταβάλλει τις μηχανικές ιδιότητες της βασικής μεμβράνης του κοχλία^{xi}. Αποτέλεσμα αυτού είναι η ενίσχυση της μετακίνησης της βασικής μεμβράνης σε ένα μικρό εύρος συχνοτήτων- κάτι που αποδεικνύεται με την απώλεια της ευαισθησίας και της ικανότητας διαχωρισμού συχνοτήτων που παρατηρείται μετά την απώλεια έξω τριχωτών κυττάρων^{xii}. Διάφορα μοντέλα βασισμένα στη αλλαγές στην δυσκαμψία της βασικής μεμβράνης έδειξαν ότι τα έξω τριχωτά κύτταρα από μόνα τους μπορούν να προκαλέσουν κίνηση της βασικής μεμβράνης – κάτι που οδηγεί στη παραγωγή των ωτοακουστικών εκπομπών^{xiii}.

Καταγραφή ωτοακουστικών εκπομπών

Σε γενικές γραμμές για την καταγραφή ωτοακουστικών εκπομπών είναι απαραίτητο ένας υποδοχέας για τον έξω ακουστικό πόρο που περιέχει ένα μεγάφωνο για τη ακουστική διέγερση του έσω ωτός, ένα μικρόφωνο για την καταγραφή όλων των ήχων στον έξω ακουστικό πόρο και ένας μηχανισμός για το διαχωρισμό των ήχων που προέρχονται από τον κοχλία από το εξωτερικό ερέθισμα και τον εξωτερικό θόρυβο, έτσι ώστε να απομονωθεί ο ήχος που προέρχεται αποκλειστικά από τον κοχλία – οι ωτοακουστικές εκπομπές. Ο υποδοχέας αυτός πρέπει να κλείνει ερμητικά τον έξω ακουστικό πόρο ώστε να βελτιστοποιείται η συλλογή των ωτοακουστικών εκπομπών και να αποκλείεται ο εξωτερικός θόρυβος. Πρέπει να περιλαμβάνει ένα ευαίσθητο μικρόφωνο με χαμηλό εσωτερικό θόρυβο

(παραμόρφωση) και μεγάλο εύρος συχνοτήτων. Πρέπει επίσης να περιέχει μετατροπείς για τη μεταφορά ήχου – ένα στην περίπτωση μεταφοράς παροδικών διεγέρσεων και δύο για τη περίπτωση μεταφοράς δύο τόνων για ανάλυση προϊόντων παραμόρφωσης (distortion product).

Η διέγερση του ωτός μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους: Επιλογή της μεθόδου καθορίζει ποιο τμήμα του κοχλία θα διεγερθεί καθώς και πώς θα γίνει η ανάλυση του σήματος. Ένας αμιγής τόνος θα οδηγήσει σε διέγερση ενός σημαντικού τμήματος του κοχλία, ενώ η διέγερση με δύο σήματα (όπως για παράδειγμα κατά τη καταγραφή ωτοακουστικών εκπομπών προϊόντων παραμόρφωσης - DPOE) οδηγεί σε διέγερση ακόμα μεγαλύτερου μέρους του κοχλία. Ωστόσο, η κάθε περιοχή του κοχλία θα παράγει τη μέγιστη της απόκριση σε μια ορισμένη συχνότητα. Έτσι, η απόκριση κάθε τμήματος του κοχλία μπορεί να διαχωριστεί από το υπόλοιπο σήμα με εργαστηριακή ανάλυση συχνότητας. Ωστόσο υπάρχει μια σημαντική διαφορά με τη χρήση διέγερσης ευρέως φάσματος συχνοτήτων (Κλικ) και βραχέως φάσματος (τονικής) διέγερσης: Με τονική διέγερση (πχ καταγραφή DPOE) ορισμένο μόνο μέρος του κοχλία ελέγχεται κάθε φορά, οπότε χρειάζονται επαναλαμβανόμενες μετρήσεις για τον έλεγχο ολόκληρου του φάσματος συχνοτήτων. Αντίθετα, με ευρέως φάσματος διέγερση (κλικ) συλλέγονται στοιχεία από πολλές περιοχές του κοχλία ταυτόχρονα και αναλύονται ανά περιοχή αργότερα. Μετά την επιλογή του επιθυμητού ερεθίσματος μπορεί να ξεκινήσει η διαδικασία καταγραφής και διαχωρισμού του σήματος: Είναι μια αρκετά πολύπλοκη διαδικασία, καθώς υπάρχουν πολλά σήματα στον έξω ακουστικό πόρο εκτός από την το ακουστικό σήμα και τις ωτοακουστικές εκπομπές: Υπάρχουν οι ήχοι που παράγονται από το εξωτερικό περιβάλλον καθώς και οι ήχοι που παράγονται από κίνηση και δόνηση της κεφαλής, όπως κατά την ομιλία, την αναπνοή και τη ροή του αίματος. Η διαδικασία της εξαγωγής του σήματος των ωτοακουστικών εκπομπών από όλους αυτούς τους ήχους βρίσκεται στην ουσία της μέτρησης των ωτοακουστικών εκπομπών. Η εξαγωγή αυτή βασίζεται σε μοναδικές ιδιότητες των ωτοακουστικών εκπομπών που οφείλονται στο ότι προέρχονται από τον κοχλία. Τέτοιες είναι η ορισμένη χρονική υστέρηση του σήματος των ωτοακουστικών εκπομπών σε σχέση με το ερέθισμα που τις προκάλεσε καθώς και η εγγενής έλλειψη γραμμικότητας του μηχανισμού παραγωγής ωτοακουστικών εκπομπών. Η υστέρηση αυτή σχετίζεται με το βραδεία ταχύτητα του κοχλιακού ταξιδεύοντος κύματος (1m/sec). Η έλλειψη γραμμικότητας συνδέεται με τους φυσιολογικούς μηχανισμούς και δυνάμεις που συναντά το ταξιδεύον κύμα κατά την πορεία του μέσα από τα τριχωτά κύτταρα του κοχλία.^{xiv}

Αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές – ΑΩΑΕ (Spontaneous Otoacoustic Emissions – SOAE)

Ορισμός - Παραγωγή

Οι αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές είναι χαμηλής ισχύος τονικά σήματα που μετρούνται στον έξω ακουστικό πόρο εν απουσία κάποιου εξωτερικού ερεθίσματος. Δεν είναι συνήθως ακουστές στα άτομα στον οποίον τα αυτιά μετριοούνται, και η παρουσία τους σημαίνει ότι η ακουστική ευαισθησία του κοχλίου είναι φυσιολογική κοντά στη συχνότητα των αυτόματων ωτοακουστικών εκπομπών. Ο ακριβής μηχανισμός παραγωγής αυτόματων ωτοακουστικών εκπομπών δεν είναι γνωστός, αν και πιθανολογείται ότι παράγονται από μη γραμμική δραστηριότητα των έξω ακουστικών κυττάρων στην περιοχή του κοχλίου που φυσιολογικά συντονίζεται στη συχνότητα των ωτοακουστικών εκπομπών^{xv}. Ο Kemp^{xvi} πρώτος ανέφερε ότι οι αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές παράγονται από μικρές δομικές ανωμαλίες εντός του κοχλίου που δεν είναι αρκετά σημαντικές για να προκαλέσουν ανωμαλίες στο ακούγραμμα., όπως για παράδειγμα μικρές αναδιατάξεις στη διαρρύθμιση των έξω τριχωτών κυττάρων (όπως για παράδειγμα παρουσία 4^{ης} σειράς).

Καταγραφή

Υπάρχουν δυο μέθοδοι για την μέτρηση αυτόματων ωτοακουστικών εκπομπών : Με τη πρώτη μέθοδο, οι ωτοακουστικές εκπομπές μετρώνται με τη σύνδεση ενός ευαίσθητου μικρόφωνου στον έξω ακουστικό πόρο. Ο θόρυβος στο έξω ακουστικό πόρο ενισχύεται και κατόπιν φιλτράρεται για να εξουδετερωθεί ο φυσιολογικός θόρυβος κάτω από τα 300-500 Hz. Το σήμα κατόπιν μεταφέρεται σε αναλυτή φάσματος ή σε ταχύ μετατροπέα Fourier. Λαμβάνεται ο μέσος όρος πολλαπλών δειγματοληψιών ώστε να μειωθεί ο τυχαίος θόρυβος. Η δεύτερη μέθοδος βασίζεται στη μεθοδολογία καταγραφής των παροδικά προκλητών ωτοακουστικών εκπομπών του συστήματος ILO 88 ή ILO 92, και οι καταγραφές που λαμβάνονται έτσι ονομάζονται συγχρονισμένες αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές.

Χαρακτηριστικά

Οι αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές είναι συνεχείς βραχέως φάσματος με εύρος έως 1 Hz. Βρίσκονται σε σχετικά σταθερές συχνότητες με αποτέλεσμα η ενίσχυση του σήματος και η εξουδετέρωση του περιβάλλοντος θορύβου να είναι αρκετές ώστε να επιτρέψουν την

καταγραφή τους. Ωστόσο είναι σχετικά ευάλωτες στη παρουσία παραγόντων που επηρεάζουν τα έξω τριχωτά κύτταρα, όπως η υποξία^{xvii}, τα ωτοτοξικά φάρμακα^{xviii} και ο θόρυβος. Δεν έχουν μετρηθεί αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές σε ώτα με απώλεια ακοής πάνω από 25-30 dB HL. Ωστόσο, αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές μπορούν να ανιχνευθούν σε ώτα με ήπια νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, αν η βαρηκοΐα είναι πιο ήπια από 25 dB και με δεδομένο ότι οι ωτοακουστικές εκπομπές θα παραχθούν στις συχνότητες όπου διατηρείται ακοή πάνω από 15 dB.^{xix}

Επιπολασμός

Αρχικές μελέτες έδειχναν επιπολασμό της τάξης του 30-40 % , αν και πρόσφατα στοιχεία δείχνουν ότι με σχολαστική εξουδετέρωση του εξωτερικού θορύβου μπορούν να ανιχνευθούν σε περισσότερα από 70% των ατόμων με φυσιολογική ακοή. Είναι ενδιαφέρον ότι γυναίκες παρουσιάζουν αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές σε διπλάσιο ποσοστό από ότι οι άντρες^{xx} καθώς και ότι παρατηρούνται πιο συχνά σε δεξιά από ότι σε αριστερά ώτα (idem).

Συχνότητα και χαρακτηριστικά εύρους

Οι περισσότερες αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές σε ενήλικες βρίσκονται μεταξύ των 1000-2000 Hz, ενώ αυτές σε νεογνά και βρέφη βρίσκονται σε ελαφρά υψηλότερες συχνότητες (2500-5000 Hz)^{xxi}. Οι αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές είναι σχετικά σταθερές, όπως δείχνουν επαναλαμβανόμενες μετρήσεις σε ίδια άτομα κατά τη διάρκεια εβδομάδων ή μηνών. Ωστόσο είναι ενδιαφέρον ότι έχει παρατηρηθεί κάποια μορφή κερκαδιανής ή εμμηνου περιοδικότητας στις ΑΩΑΕ^{xxii}.

Σχέση μεταξύ ΑΩΑΕ και εμβοών

Όταν αρχικά μετρήθηκαν αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές θεωρήθηκε ότι πιθανώς θα οδηγούσαν σε μία παθοφυσιολογική εξήγηση των εμβοών. Ωστόσο, αν και υπάρχουν ανεκδοτολογικές αναφορές για περιπτώσεις όπου οι ΑΩΑΕ συνδέονταν με εμβοές^{xxiii}, έχει υπολογισθεί ότι μόνο το 4% όσων υποφέρουν από εμβοές έχουν ΑΩΑΕ. Επίσης, είναι γεγονός ότι οι εμβοές είναι συνήθως πάνω από 4000 Hz, ενώ οι ΑΩΑΕ σπάνια καταγράφονται σε συχνότητες πιο υψηλές από τα 4000 Hz

Κλινικές εφαρμογές

Καθώς οι ΑΩΑΕ δεν ανευρίσκονται σε όλα τα ώτα και εμφανίζονται σε συγκεκριμένες αλλά μη προβλέψιμες συχνότητες, δεν είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για τον κλινικό έλεγχο της ακοής. Ωστόσο η παρουσία ΑΩΑΕ δηλώνει ότι η ακοή είναι φυσιολογική στη περιοχή του κοχλίου που συντονίζεται στη συγκεκριμένη συχνότητα καθώς και ότι ο μέσος ουδός για το ους είναι

πάνω από 25 dB. Η παρουσία ΑΩΑΕ μπορεί να επηρεάσει άλλα ψυχοακουστικά τεστ και μετρήσεις άλλων τύπων ΩΑΕ.

Παροδικά προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές (Transient Otacoustic Emissions)

Ορισμός-Παραγωγή

Οι παροδικά προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές είναι πολύπλοκα ακουστικά φαινόμενα που μπορούν να καταγραφούν σε όλα σχεδόν τα άτομα με φυσιολογική ακοή. Όταν χρησιμοποιείται για την παραγωγή τους ερέθισμα τύπου «Κλικ», η κυματομορφή που λαμβάνεται είναι διαφορετική κάθε φορά και αποτελείται από διαφορετικές συχνότητες σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Η κύρια ενέργεια της απόκρισης βρίσκεται στην περιοχή συχνότητας 1500 Hz περίπου, ενώ το εύρος της απόκρισης συνδέεται με την ένταση του ερεθίσματος με μια πολύπλοκη σχέση¹. Οι εκπομπές που καταγράφονται μετά από ερεθίσματα που βρίσκονται κοντά στον ουδό του ακοογράμματος έχουν ενέργεια σχεδόν ίση με το ερέθισμα. Καθώς η ενέργεια του ερεθίσματος αυξάνει, τόσο μεγαλώνει και η ενέργεια της απόκρισης, αν και με φθίνον ρυθμό, κατά 20-30 dB για κάθε αύξηση της έντασης του ερεθίσματος κατά 60-70 dB¹. Ο τρόπος που αυξάνει η ενέργεια της απόκρισης σε σχέση με την ενέργεια του ερεθίσματος είναι συμβατός με την λειτουργία ενός ενεργού βιολογικού συστήματος – του “κοχλιακού ενισχυτή”⁴ (Davis 1983). Ο ενισχυτής αυτός παρέχει περίπου 60-70 dB για ερεθίσματα χαμηλής εντάσεως και προσεγγίζει τον κορεσμό για ερεθίσματα μέσης εντάσεως^{xxiv}.

Καταγραφή

Συνήθως χρησιμοποιείται το ILO 88 για την καταγραφή παροδικά προκλητών ωτοακουστικών εκπομπών. Σημαντικά στοιχεία που μετρούνται είναι το ερέθισμα, οι συνθήκες καταγραφής και τα στοιχεία της απόκρισης.

Ερέθισμα

Η διάρκεια του ερεθίσματος είναι συνήθως γύρω στα 5 msec και η ένταση γύρω στα 83 dB. Συνήθως παρέχεται μια αλληλουχία ερεθισμάτων, τρία με ίδια φάση και ένα τέταρτο σε αντίθετη φάση και με εύρος ίσο με το άθροισμα των τριών που προηγήθηκαν, έτσι ώστε το συνολικό άθροισμα τους να είναι μηδέν. Καταγράφεται η μέση απόκριση σε 260 τέτοιες ομάδες ερεθισμάτων ως Α και κατόπιν η απόκριση σε μια δεύτερη ομάδα από 260 ερεθίσματα ως Β. Με τον τρόπο αυτό συλλέγονται (260 x 4 x 2) 2080 αποκρίσεις σε 2080 ερεθίσματα. Αφαιρώντας το σήμα Α από το Β βρίσκεται η πραγματική απόκριση και εξουδετερώνεται ο θόρυβος και το τυχαίο τμήμα της απόκρισης. Καταγράφεται επίσης ο εξωτερικός θόρυβος από το μικρόφωνο στον έξω ακουστικό πόρο και ανάλογα με την ουδό

που έχει οριστεί, απορρίπτονται οι καταγραφές όπου ο εξωτερικός θόρυβος ξεπερνά κάποιο καθορισμένο όριο. Μετριέται έτσι η αξιοπιστία της καταγραφής και δίνεται ποσοστό αξιόπιστων καταγραφών καθώς και η αναπαραγωγιμότητα των μετρήσεων.

Επιπολασμός – Συχνότητα- Χαρακτηριστικά εύρους

Νεογνά-Παιδια

Οι παροδικά προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές που καταγράφονται σε νεογνά είναι πιο ισχυρές από ότι σε ενήλικες κατά 10 dB τουλάχιστον και έχουν ένταση περίπου 26dB SPL^{xxv}. Ο Kok^{xxvi} παρατήρησε ότι το εύρος των παροδικά προκλητών ωτοακουστικών εκπομπών αυξάνει κατά τις πρώτες μέρες από τη γέννηση. Σε μια μεγάλη ομάδα νεογνών, χρησιμοποιώντας ως κριτήριο για παρουσία ωτοακουστικών εκπομπών αναπαραγωγιμότητα μεγαλύτερη από 50% καταγράφηκαν ωτοακουστικές εκπομπές σε 75% από τα εξετασθέντα ώτα κατά τις πρώτες 36 ώρες, και σε 95% μετά τις πρώτες 108 ώρες ζωής^{xxvii}. Με το ίδιο κριτήριο (αναπαραγωγιμότητα >50%) ο Glatke βρήκε από ένα πληθυσμό 350 παιδιών με φυσιολογική ακοή ότι οι παροδικά προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές ήταν παρούσες στο 87% των παιδιών, ενώ χρησιμοποιώντας μόνο την αναπαραγωγιμότητα στα 2000 Hz κατέγραψε ωτοακουστικές εκπομπές στο 95% των παιδιών^{xxviii}. Οι μέσες τιμές απόκρισης A και B ήταν 11.9 dB SPL και 10.9 dB SPL σε παιδιά με φυσιολογική ακοή. Η μέση αναπαραγωγιμότητα ήταν 77.3%, ενώ στη περιοχή συχνότητας 2000 Hz ήταν 87%. Στην ίδια μελέτη βρέθηκε ότι οι αποκρίσεις ήταν πιο έντονες στο δεξιό ους από ότι στο αριστερό. Σε μια μεταγενέστερη μελέτη^{xxix} βρέθηκε ότι το εύρος απόκρισης μειώνεται με την ηλικία, από τα 6 έτη ως την εφηβεία.

Ενήλικες

Σε μια συστηματική εξέταση 265 ενηλίκων από 20 έως 80 ετών με ακοή τουλάχιστον 25 dB καταγράφηκαν παροδικά προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές σε όλα τα φυσιολογικά ώτα.^{xxx} Ωστόσο, οι μέσες τιμές του A και B μειώνονταν από 9.7 dB SPL σε εθελοντές ηλικίας 20-29 ετών σε 7.2 dB SPL σε εκείνους ηλικίας 60-80 ετών.

Ωτοακουστικές εκπομπές προϊόντα παραμόρφωσης - ΩΕΠΠ (Distortion Product

Otoacoustic Emissions DPOE)

Ορισμός - Παραγωγή

Οι ωτοακουστικές εκπομπές προϊόντα παραμόρφωσης είναι αποτέλεσμα της συγχρονισμένης παραμόρφωσης που παράγεται από το έσω ους ως απόκριση σε δύο παράλληλους αμιγείς τόνους με κοντινές συχνότητες που αναφέρονται ως πρωταρχικοί τόνοι. Αυτή η απόκριση χαρακτηρίζεται ως προϊόν παραμόρφωσης καθώς παράγεται από τον κοχλία ως τονικό σήμα που δεν υπάρχει στο αρχικό σύμπλεγμα των δύο τόνων. Συμβατικά ο τόνος πιο χαμηλής συχνότητας ονομάζεται πρωταρχικός τόνος f_1 και το επίπεδο του L_1 , ενώ ο τόνος πιο υψηλής συχνότητας f_2 και το επίπεδο του L_1 . Συνήθως ο λόγος f_1 / f_2 είναι 1.2. Το προϊόν παραμόρφωσης που συνήθως καταγράφεται βρίσκεται στη συχνότητα $2f_1 - f_2$. Ταυτόχρονα με αυτή τη συχνότητα ωστόσο, ο φυσιολογικός κοχλίας παράγει και άλλες ωτοακουστικές εκπομπές σε άλλες συχνότητες, αν και αυτές που μετρώνται συνήθως είναι στη συχνότητα $2f_1 - f_2$ καθώς αυτές είναι οι πιο εύκολα μετρήσιμες. Αν και αυτές οι ωτοακουστικές εκπομπές μπορούν να ανιχνευθούν σε όλα σχεδόν τα φυσιολογικά ανθρώπινα ώτα, είναι συνήθως εξαιρετικά χαμηλές σε ένταση (γύρω σε 5-15 dB SPL), ανεξάρτητα από την ένταση των τόνων – ερεθισμάτων. Γενικά οι ωτοακουστικές εκπομπές προϊόντα παραμόρφωσης είναι πιο χαμηλές σε ένταση από το εκλυτικό τους ερέθισμα κατά 50-60 dB ^{xxxι}.

Μέτρηση – Καταγραφή

Όπως και οι υπόλοιπες ωτοακουστικές εκπομπές, οι ωτοακουστικές εκπομπές προϊόντα παραμόρφωσης προκαλούνται και ανιχνεύονται από ένα ειδικό υποδοχέα που μεταφέρει το ερέθισμα και ταυτόχρονα καταγράφει την απόκριση. Ο υποδοχέας, ο οποίος πρέπει να εφαρμόζει καλά στον έξω ακουστικό πόρο περιέχει δύο μεγάφωνα που παράγουν τις συχνότητες f_1 και f_2 , έτσι ώστε οι ήχοι να αναμιγνύονται σε επίπεδο ακοής. Σε αντίθεση ωστόσο με τις προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές, οι ωτοακουστικές εκπομπές προϊόντα παραμόρφωσης μετριοούνται ταυτόχρονα με την παρουσία των τόνων – ερεθισμάτων. Ωστόσο, μετρώνται σχετικά εύκολα καθώς η διαφορά συχνότητας τους διαχωρίζει από τους πολύ πιο ισχυρούς τόνους – ερεθίσματα. Λαμβάνεται έτσι ένα γράφημα που απεικονίζει την ένταση των εκπομπών ως συνάρτηση της συχνότητας των ερεθισμάτων.

Επιπολασμός – Συχνότητα

Προκειμένου να γίνει δυνατό να καταγράφει η συχνότητα ωτοακουστικών εκπομπών προϊόντων παραμόρφωσης, είναι σημαντικό να ορισθεί η φυσιολογική απόκριση. Συνήθως

για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται το εύρος απόκρισης, που συνήθως απεικονίζεται ως γράφημα της έντασης απόκρισης σε σχέση με τη συχνότητα του ερεθίσματος, με τον ίδιο τρόπο που δημιουργείται το ακούγραμμα. Γενικά έχει βρεθεί ότι λόγοι σήματος προς θόρυβο γύρω στα 6 dB μπορούν να καταγραφούν σε ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων σε περισσότερα από το 96% των ώτων. Όπως και στις άλλες ωτοακουστικές εκπομπές, οι αποκρίσεις τείνουν να είναι μεγαλύτερες σε γυναίκες από ότι σε άντρες, ιδιαίτερα σε χαμηλές συχνότητες, σε δεξιά από ότι σε αριστερά ότα, και τείνουν να μειώνονται σε ένταση όσο αυξάνεται η ηλικία, ιδιαίτερα στις συχνότητες πάνω από 2000 Hz,

Εφαρμογές

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των ωτοακουστικών εκπομπών προϊόντων παραμόρφωσης είναι η συστηματική σχέση κάποιας βασικής ιδιότητας των εκπομπών αυτών με τους ακουστικούς ουδούς. Για κάθε αύξηση ενός dB των ακουστικών ουδών, μέσα όρια του φυσιολογικού ακουγράμματος, η ένταση των ωτοακουστικών εκπομπών προϊόντων παραμόρφωσης μειώνεται κατά 0.3 dB, όπως για παράδειγμα μετά από έκθεση σε ωτοτοξικούς παράγοντες ^{xxxii}.

ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΩΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ

Πολλοί ερευνητές έχουν αποδείξει ότι, εν τη απουσία παθολογίας του έξω και μέσου ωτός, οι προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές ανευρίσκονται σχεδόν πάντοτε σε νεογνά, βρέφη και μικρά παιδιά με φυσιολογική ακοή.

Νεογνά

Αν και έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι τρόποι μέτρησης και διαφορετικά κριτήρια για τον καθορισμό της παρουσίας ή απουσίας ωτοακουστικών εκπομπών, οι περισσότεροι ερευνητές συγκλίνουν στο ότι οι ΩΕΠΠ είναι σημαντικά πιο ισχυρές σε νεογνά από ότι σε ενήλικες. Τα περισσότερα στοιχεία δείχνουν ότι οι ΠΩΕ σε νεογνά είναι πιο ισχυρές από ότι σε ενήλικες κατά τουλάχιστον 10 dB^{xxxiii},^{xxxiv}. Η διαφορά αυτή διατηρείται σε ευρύ φάσμα εντάσεων και συχνοτήτων^{xxxv}.

Θόρυβος

Ένα άλλο σταθερό εύρημα των ωτοακουστικών εκπομπών σε νεογνά είναι ότι οι καταγραφές που λαμβάνονται σε νεογνά περιέχουν περισσότερο θόρυβο από ότι αυτές που λαμβάνονται από ενήλικες σε ολόκληρο το φάσμα συχνοτήτων^{xxxvi}.

Φάσμα των προκλητών ωτοακουστικών εκπομπών

Σε ότι αφορά το φάσμα των ωτοακουστικών εκπομπών, τα νεογνά συνήθως παρουσιάζουν ισχυρότερη απόκριση στις υψηλές συχνότητες από ότι οι ενήλικοι^{xxxvii}. Δυο λόγοι που πιθανώς να ευθύνονται για αυτό είναι αφενός ότι τα ισχυρότερα επίπεδα θορύβου μπορεί να καλύπτουν τις εκπομπές πιο χαμηλής συχνότητας, καθώς και ότι το φάσμα του κλικ είναι διαφορετικό στον έξω ακουστικό πόρο του νεογνού από ότι στον ενήλικα.

Βρέφη και παιδιά

Οι Norton και Widen ανέλυσαν τις ΩΕΠΠ σε άτομα ηλικίας από ολίγων ημερών ως 30 ετών και βρήκαν μια στατιστικά σημαντική μείωση της συνολικής απόκρισης ως συνάρτηση της ηλικίας παρά την παρουσία σημαντικών διαφορών ανάμεσα σε επιμέρους άτομα. Σε κάθε επίπεδο εκπομπών οι ενήλικες είχαν σημαντικά χαμηλότερες ωτοακουστικές εκπομπές από ότι τα παιδιά καθώς και τα παιδιά σε σχέση με τα νεογνά. Μεταγενέστερες μελέτες δεν μπόρεσαν να αναπαράγουν τα αποτελέσματα αυτά των Norton και Widen.^{xxxviii},^{xxxix},^{xl}. Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για αυτό: Η μελέτη των Norton και Widen πιθανώς να περιείχε λιγότερα παιδιά με προβλήματα ακοής, καθώς τα παιδιά είχαν προσελκυσθεί για μελέτη

φυσιολογικής ακοής. Αντίθετα ο Nozza³⁵ ελέγχοντας παιδιά σχολικής ηλικίας (σε συνθήκες αρκετά παρόμοιες με αυτές της παρούσας μελέτης) βρήκε ότι οι ωτοακουστικές εκπομπές είχαν μέση ισχύ 13.2 dB (SD 4.3) και αναπαραγωγιμότητα 72.4% (SD 21.4).

Η πιο εκτενής μελέτη των χαρακτηριστικών προκλητών ωτοακουστικών εκπομπών σε παιδιά έγινε από τους Prieve et al²⁶. Μελέτησαν τις ΩΕΠΠ σε 223 άτομα ηλικίας 4 εβδομάδων ως 29 ετών, που χωρίστηκαν σε 7 ομάδες ανάλογα με την ηλικία – 1 έτος ή λιγότερο, 1-3 έτη, 4-5 έτη, 6-8 έτη, 9-11 έτη, 12-17 έτη και 18-29 έτη. Η φυσιολογική ακοή ορίστηκε ως ευαισθησία τουλάχιστον 15 dB σε ακούγραμμα συχνοτήτων 250- 8000 Hz με φυσιολογικό τυμπανόγραμμα. Η μελέτη τους έδειξε ότι οι μεγαλύτερες αλλαγές λαμβάνουν χώρα στις πιο νεαρές ηλικίες, με τα παιδιά κάτω του ενός έτους να έχουν στατιστικά σημαντικά ισχυρότερες ωτοακουστικές εκπομπές από όλες τις άλλες ομάδες. Παιδιά στις επόμενες δυο ομάδες (1-3 και 4-5 έτη) είχαν ωτοακουστικές εκπομπές παρόμοιες σε ισχύ αλλά ισχυρότερες από ότι έφηβοι και ενήλικες.

Είναι ελάχιστες οι προοπτικές μελέτες των αλλαγών στις ωτοακουστικές εκπομπές μετά τη βρεφική ηλικία. Στη πρώτη μελέτη των ΩΕ σε φυσιολογικά νεογνά^{xii}, τα υποκείμενα της μελέτης ελέγχθηκαν ξανά μετά από 4 χρόνια. Μόνο 10 από τα 20 παιδιά είχαν φυσιολογικά τυμπανογράμματα κατά τον επανέλεγχο. Εννέα από τα υπόλοιπα 10 ήταν δυνατό να ελεγχθούν με ακούγραμμα και τυμπανομετρία. Οι ακουστικοί ουδοί τους ήταν 20dB ή καλύτεροι στα 0.25, 1 και 4 Hz. Το εύρος και το φάσμα των ωτοακουστικών εκπομπών τους ήταν ουσιαστικά το ίδιο στην ηλικία των 4 ετών όπως και στην νεογνική ηλικία – ωστόσο οι συγγραφείς παρατήρησαν ότι το κυρίαρχο τμήμα των εκπομπών ήταν στις πιο χαμηλές συχνότητες στην ηλικία των 4 ετών σε σχέση με τη νεογνική ηλικία.

Προληπτικός έλεγχος νεογνών

Από την αρχική περιγραφή των παροδικά προκλητών ωτοακουστικών εκπομπών¹ καθώς και των ωτοακουστικών εκπομπών προϊόντων παραμόρφωσης^{xlii}, υπήρξε ενδιαφέρον στη χρήση τους σαν μέσο προληπτικού ελέγχου για την απώλεια ακοής σε νεογνά. Οι πρώτες αυτές μελέτες έδειξαν ότι οι ωτοακουστικές εκπομπές είναι σταθερές και συνδέονται με παρουσία χαμηλών ακουστικών ουδών. Επιπλέον, μπορούν να μετρηθούν γρήγορα και με μη επεμβατικό τρόπο. Λίγο μετά την αρχική περιγραφή των ωτοακουστικών εκπομπών διάφοροι ερευνητές έδειξαν ότι αυτές είναι μετρήσιμες σε νεογνά^{xliii},^{xliv}. Η πρώτη δημοσιευμένη εργασία πάνω στη χρήση των παροδικά προκλητών ωτοακουστικών εκπομπών για καθολικό προληπτικό έλεγχο της ακοής νεογνών ήταν από το πρόγραμμα Ελέγχου ακοής του Ρουοντ Αιλαντ (Rhode Island Hearing Assessment Project - RIHAP).^{xlv} Τα κριτήρια για “επιτυχή έλεγχο” επιλέχθηκαν εκ των προτέρων (a priori). Τα νεογνά που δεν πέρασαν τον ενδονοσοκομειακό προληπτικό έλεγχο παραπέμφθηκαν για εξωτερικό επανέλεγχο μετά από 4-6 εβδομάδες. Τα κριτήρια για επιτυχή δοκιμασία ήταν λόγος σήματος προς θόρυβο τουλάχιστον 3dB σε συχνότητες 1000-2000, 2000-3000 και 3000 με 4000 Hz και στα δύο ώτα. Τα νεογνά που δεν πέρασαν επιτυχώς τα κριτήρια αυτά παραπέμφθηκαν για προκλητά δυναμικά στελέχους ή τεστ συμπεριφοράς. Τα πρώτα αποτελέσματα αναφέρονταν σε 1850 νεογνά που ελέγχθηκαν σε διάστημα 6 μηνών. 96 % των νεογνών ελέγχθηκαν πριν το εξιτήριο από την κλινική. Το 27% αυτών δεν πέρασαν επιτυχώς τα κριτήρια και παραπέμφθηκαν για περαιτέρω έλεγχο. Το 81% των νεογνών ελέγχθηκαν ξανά και από αυτά το 77% πέρασαν όλα τα κριτήρια. Έτσι τελικά το 6.1% των 1850 νεογνών παραπέμφθηκαν για διαγνωστικό έλεγχο. Ανακαλύφθηκαν 11 νεογνά με μόνιμη απώλεια ακοής, 6 με αμφοτερόπλευρη και 5 με μονόπλευρη απώλεια ακοής, μέσης ως μεγάλης βαρύτητας. Πιο πρόσφατα υπήρξαν αναφορές από δύο μεγάλης έκτασης μελέτες, ένα πρόγραμμα καθολικού προληπτικού ελέγχου στην πολιτεία του Ρουοντ Αιλαντ^{xlvi} και ένα στην Πολιτεία της Νέας Υόρκης. Αυτό το πρόγραμμα είχε στοιχεία για 53121 νεογνά που γεννήθηκαν σε διάστημα 4 ετών σε 8 νοσοκομεία. Από τον πληθυσμό αυτό, 9% των νεογνών βρίσκονταν στην Νεογνική Μονάδα Εντατικής Θεραπείας. Οι ωτοακουστικές εκπομπές συλλέχθηκαν με το Quick Screen mode του ILO 88. Κριτήρια επιτυχούς ελέγχου ήταν αναπαραγωγιμότητα μεγαλύτερη από 75% μεταξύ δυο κυματομορφών, για συχνότητες μεταξύ 2000 και 4000. Το 99% των νεογνών ελέγχθηκε πριν λάβουν εξιτήριο και 10% των νεογνών παραπέμφθηκαν για εξωτερικό έλεγχο. Οι προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές χρησιμοποιήθηκαν για τον επανέλεγχο στα εξωτερικά ιατρεία. Το ποσοστό ανεπιτυχούς εξέτασης ήταν 15%, με αποτέλεσμα μόνο το 1.2

% των νεογνών να παραπεμφθούν για περαιτέρω έλεγχο. Ο συνολικός επιπολασμός βαρηκοΐας ήταν 2.12/1000 , 9.75/1000 στα νεογνά από τη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας και 1.27 στα υπόλοιπα. Τα στοιχεία από το πρόγραμμα της Νέας Υόρκης προέρχονταν από 8 νοσοκομεία και 69.761 νεογνά σε περίοδο 3 ετών. Χρησιμοποιήθηκε επίσης το QuickScreen mode του ILO 88. Συνολικά 4% των παιδιών δεν πέρασαν τη δοκιμασία και παραπέμφθηκαν για επανέλεγχο. Σημαντικό εύρημα ήταν ότι η μέση ηλικία όπου ανακαλύφθηκε η απώλεια ακοής ήταν 3.5 μήνες και εφαρμογής ακουστικών βαρηκοΐας ήταν οι 5.5 μήνες. Συνολικά όλες οι μελέτες έδειξαν ότι η εφαρμογή προγραμμάτων καθολικού ελέγχου οδήγησε σε μείωση της μέση ηλικίας ανακάλυψης της απώλειας ακοής καθώς και πιο έγκαιρη εφαρμογή ακουστικών βαρηκοΐας και ένταξη σε προγράμματα πρώιμης αντιμετώπισης.

Πλήρωση των κενών στο ακοόγραμμα

Αν και η ισχύς των ΟΕ δεν αντιστοιχεί πλήρως με το ακουστικόκατώφλι για τις διάφορες συχνότητες, η παρουσία ΟΕ σε όλο το φάσμα των συχνοτήτων του ακοογράμματος μπορεί να βοηθήσει στην ερμηνεία της ακουστικής ικανότητας παιδιών για τα οποία δεν μπορούμε να πάρουμε ολοκληρωμένα ακοογράμματα

Συμπλήρωση των βασικών ακοολογικών ελέγχων

Πέρα από την πλήρωση των κενών στα ακοογράμματα, οι ΟΕ μπορούν να βοηθήσουν στην ερμηνεία και ολοκλήρωση του ακοολογικού ελέγχου, όταν στοιχεία όπως το τυμπανόγραμμα και το ακοόγραμμα λείπουν ή δίνουν αντικρουόμενα δεδομένα^{xlvi, xlviii}. Αυτό ισχύει επίσης για παιδιά που δεν είναι αρκετά υγιή ή συνεργάσιμα για συμπεριφερειολογικά τέστ ακοής, όπου οι ΟΕ μπορούν να δώσουν γρήγορες απαντήσεις, σε περιπτώσεις όπου πιθανολογείται απώλεια ακοής^{xliv, l, li}. Σε μερικές περιπτώσεις οι ΟΕ μπορούν να είναι χρήσιμες για τον έλεγχο της ψευδουπακουσίας^{lii, liii}.

Διαχωρισμός αισθητηριακής και νευρογενούς βαρηκοΐας

Όταν άρχισε η χρήση των ΠΩΕ σε συνδυασμό με τα προκλητά δυναμικά στελέχους, εμφανίστηκαν στη βιβλιογραφία περιπτώσεις όπου οι ΠΩΕ ήταν φυσιολογικές, ενώ τα προκλητά δυναμικά στελέχους είτε έλειπαν είτε είχαν παθολογικά υψηλούς ουδούς^{liv, lv, lvi, lvii, lviii, lix}. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις φαίνεται ότι η βλάβη ήταν κεντρικά από τα έξω τριχωτά κύτταρα –στα έσω τριχωτά κύτταρα, στην όγδοη συζυγία ή στη λειτουργική μονάδα που

αυτές οι δύο απαρτίζουν. Ακουστική νευροπάθεια ονομάστηκε μια υποκατηγορία των παραπάνω, όπου σε συνδυασμό με φυσιολογικές ΟΕ και απόντα προκλητά δυναμικά στελέχους, καταγράφηκε ήπια βαρηκοΐα καθώς και απόντα ομόπλευρα και ετερόπλευρα ακουστικά ανακλαστικά^{lx, lxi, lxii, lxiii}. Η ύπαρξη τέτοιων διαταραχών, όσο σπάνιων κι αν είναι είναι αρκετός λόγος για τη συνδυασμένη χρήση των ΟΕ με τα προκλητά δυναμικά στελέχους στον έλεγχο των νεαρών ατόμων με προβλήματα ακοής, ειδικότερα σε περιπτώσεις νευρολογικών προβλημάτων.

Παρακολούθηση

Μια τελευταία κλινική εφαρμογή των ΠΩΕ στον παιδιατρικό πληθυσμό είναι η παρακολούθηση για αλλαγές στη λειτουργία του κοχλίου, ιδιαίτερα σε παιδιά που βρίσκονται υπό θεραπεία με ωτοτοξικούς παράγοντες^{lxiv, lxv, lxvi, lxvii}. Καθώς τα έξω ακουστικά κύτταρα είναι γνωστό ότι είναι οι πιο ευάλωτες μονάδες του κοχλίου σε ωτοτοξικά ερεθίσματα, η χρήση των ΠΩΕ (οι οποίες μετρούν τη λειτουργία αυτών ακριβώς των μονάδων) φαίνεται αυτονόητη. Αρκετοί άλλωστε ερευνητές έχουν δείξει ότι οι ΠΩΕ μπορούν να καταγράψουν βλάβη των έξω τριχωτών κυττάρων πριν γίνουν αλλαγές στο ακούγραμμα. Για το λόγο αυτό συνήθως προτιμούνται οι ΩΕ προϊόντα παραμόρφωσης, καθώς επιτρέπουν τον έλεγχο υψηλότερων συχνοτήτων, όπου και είναι συνήθως η πρώτη εκδήλωση της βλάβης.

Προληπτικός έλεγχος για βαρηκοΐα και μέση εκκριτική ωτίτιδα

Όπως σκοπεύει να δείξει και αυτή η μέλετη, οι προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές πιθανώς να έχουν κάποια θέση στον έλεγχο παιδιών προσχολικής και σχολικής ηλικίας για προβλήματα ακοής και δυσλειτουργία του μέσου ωτός. Αν και παραδοσιακά χρησιμοποιείται το ακούγραμμα και η τυμπανομετρία για τον έλεγχο παρουσίας υγρού στο μέσο ους, οι προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ελέγξουν ταυτόχρονα και για τα δύο, στον ίδιο χρόνο που θα έπαιρνε η εφαρμογή μόνο της τυμπανομετρίας. Η χρήση ωτοακουστικών εκπομπών για προληπτικό έλεγχο συγκρίθηκε με τον καθιερωμένο έλεγχο με ακούγραμμα και τυμπανομετρία σε παιδιά σχολικής ηλικίας στις Ηνωμένες πολιτείες³⁵ και στην Αυστραλία^{lxviii}. Έχει ακόμα συγκριθεί με παίγνιο - ακοομετρία και τυμπανομετρία σε παιδιά προσχολικής ηλικίας στην Ιαπωνία^{lxix}. Και οι τρεις μελέτες έδειξαν ότι οι Προκλητές Ωτοακουστικές εκπομπές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για προληπτικό έλεγχο, ο οποίος μάλιστα θα μπορούσε να γίνει και χωρίς την παρουσία ειδικών ιατρών ή ακοολόγων. Στο επόμενο κεφάλαιο αναπτύσσονται τα χαρακτηριστικά των

ωτοακουστικών εκπομπών σε σχέση με τη λειτουργία του μέσου ωτός που τις καθιστούν δυνητικά πολύ χρήσιμες στον έλεγχο διαταραχών του μέσου ωτός.

ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΩΤΟΣ ΚΑΙ ΩΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ

Οι ωτοακουστικές εκπομπές μεταφέρονται από τον κοχλία στον ακουστικό πόρο μέσω του μέσου ωτός, συνεπώς η ικανότητα μετάδοσης ήχων του μέσου ωτός επηρεάζει άμεσα τα χαρακτηριστικά τους. Ταυτόχρονα και αντίστροφα, η αποτελεσματικότητα του ερεθίσματος που εκλύει τις ωτοακουστικές εκπομπές επηρεάζεται επίσης από τα χαρακτηριστικά μεταβίβασης του μέσου ωτός. Αν και το μέσο ους μπορεί να μεταφέρει ήχο αμφίδρομα, τα χαρακτηριστικά της μεταβίβασης ήχου ευθέως (προς τον κοχλία) και τα χαρακτηριστικά της παλίνδρομης μεταβίβασης (από τον κοχλία) είναι διαφορετικά.

Ποικίλες παθολογικές καταστάσεις του μέσου ωτός επηρεάζουν την ευθεία και παλίνδρομη μεταβίβαση ήχων με διαφορετικό τρόπο, έτσι ώστε μια παθολογική κατάσταση (για παράδειγμα μικρή διάτρηση του τυμπανικού υμένα) μπορεί να επηρεάσει κυρίως την ευθεία μεταβίβαση ήχων, ενώ μια άλλη παθολογική κατάσταση (όπως για παράδειγμα ένα επουλωμένο τύμπανο) μπορεί να έχει επιδράσει κατά κύριο λόγο στη παλίνδρομη μεταβίβαση.

Διάφοροι μηχανισμοί ενίσχυσης του μέσου ωτός αυξάνουν την ένταση ήχων κατά περίπου 28dB. Νεώτερες έρευνες έδειξαν ότι το κέρδος είναι περίπου 20dB μεταξύ 500 και 4000 Hz και σχετικά μικρότερο για χαμηλότερες ή υψηλότερες συχνότητες^{lxx}. Αντίθετα η παλίνδρομη μετάδοση δια μέσου του μέσου ωτός είναι λιγότερο αποτελεσματική από την ευθεία. Στην ευθεία κατεύθυνση, η λειτουργία του μέσου ωτός ως μετασχηματιστή οδηγεί σε κέρδος ηχητικής έντασης. Στην αντίθετη κατεύθυνση, υπάρχει μια απώλεια σε ηχητική ένταση καθώς η ενέργεια μεταδίδεται από τον κοχλία, δια μέσου της οστέινης αλυσίδας στον ακουστικό πόρο. Η απώλεια βρέθηκε από μετρήσεις να είναι 35dB μεταξύ 1.5-8.0 kHz σε πειραματόζωα (guinea pigs)^{lxxi}. Οι Puria και Rosowski^{lxxii} μέτρησαν την παλίνδρομη μεταβίβαση σε πτωματικά παρασκευάσματα. Η απώλεια ήταν 22dB στα 0.8 Hz και αυξήθηκε σε κατώτερες και ανώτερες συχνότητες, φτάνοντας τα 40dB στα 0.1 και 2.5 kHz και σχεδόν τα 50 dB στα 4 kHz.

Επίδραση της πίεσης του μέσου ωτός στις ωτοακουστικές εκπομπές

Ο Owens^{lxxiii} παρουσίασε δεδομένα από δύο περιστατικά με τυμπανογράμματα διαφορετικής ενδοτυμπανικής πίεσης. Πρότεινε πως ακόμη και ήπιος βαθμός ενδοτυμπανικής πίεσης στο μέσο ούς θα μπορούσε να μειώσει αισθητά την ένταση των μετρούμενων Παροδικά προκλητών όσο και προϊόντων παραμόρφωσης ωτοακουστικών εκπομπών. Μια συστηματική μελέτη των αποτελεσμάτων της πίεσης στο μέσο ούς στις Παροδικά προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές αναφέρεται από τον Trine^{lxxiv}. Αυτός εξέτασε μια σειρά από ασθενείς με αρνητικές τυμπανομετρικές πιέσεις που κυμαίνονταν από -100 μέχρι -310 daPa και έδειξε ότι η πίεση στο μέσο ούς μειώνει το εύρος εκπομπών, σε μερικές περιπτώσεις τόσο, ώστε αυτές καθίστανται μη ανιχνεύσιμες. Ο Thorton^{lxxv} αναφέρει ότι η πίεση στο μέσο ούς θα μπορούσε να αυξήσει το ποσοστό λάθους σε ένα πρόγραμμα προληπτικού ελέγχου νεογνών. Μπορούμε ωστόσο να αντιρροπήσουμε την πίεση στο μέσο ούς με το να αυξήσουμε την πίεση στον ακουστικό πόρο, έτσι ώστε να μειωθεί το ποσοστό ψευδώς θετικών αποτελεσμάτων σε ένα πρόγραμμα προληπτικού ελέγχου και να μειωθεί έτσι ο αριθμός των άσκοπων παραπομπών^{lxxvi},^{lxxvii}

Επίδραση την μέσης ωτίτιδας στις ωτοακουστικές εκπομπές

Ο Owens et al.^{lxxviii} κατέγραψε ΠΠΩΕ και ΩΕΠΠ σε ασθενείς με διαφορετική ποσότητα υγρού στο μέσο ούς. Δεν κατέγραψε ΠΠΩΕ σε όλες τις περιπτώσεις με παρουσία υγρού στο μέσο ούς, ακόμη και όταν η ποσότητα του υγρού ήταν ελάχιστη.

Ο Van Cauwenberge και οι συνεργάτες του κατέγραψαν ΠΠΩΕ από 80 ώτα 61 παιδιών μέση ωτίτιδα^{lxxix}. Όλα είχαν επίπεδα τυμπανογράμματα κατά τον έλεγχο. Εκπομπές ήταν παρούσες σε επτά από τα 80 ώτα (8%). Οι συγγραφείς ανέφεραν πως οι εκπομπές χαρακτηρίζονταν από μικρή γενικά αναπαραγωγιμότητα και συγκεντρώνονταν σε μια στενή περιοχή μεταξύ 2 και 4 kHz. Ο Amedee^{lxxx} ανέφερε ένα υψηλότερο ποσοστό μετρούμενων εκπομπών σε παιδιά με υγρό στο μέσο ούς. Από τα 33 αυτιά με χειρουργικά επιβεβαιωμένο υγρό που εξετάστηκαν πριν την εισαγωγή σωλήνων τυμπανοστομίας, τα 16 (48%) είχαν μετρήσιμες εκπομπές.

Η επίδραση των σωλήνων τυμπανοστομίας στις ωτοακουστικές εκπομπές φαίνεται ότι συσχετίζεται με το χρονικό διάστημα μεταξύ της τοποθέτησης του σωλήνα και του ελέγχου.

Οι Ωτοακουστικές εκπομπές είναι πιθανότερο να καταγραφούν όταν υπάρχει μια καθυστέρηση εβδομάδων ή μηνών μετά το χειρουργείο. Αμέσως μετά το χειρουργείο, ΟΑΕs έχει αναφερθεί πως υπάρχουν σε περίπου μισές από τις περιπτώσεις που μετρήθηκαν^{lxxxi},^{lxxxii}.

Επίδραση άλλων παθολογιών του μέσου ωτός στις ωτοακουστικές εκπομπές

Οποιαδήποτε κατάσταση η οποία αλλοιώνει τα μηχανικά χαρακτηριστικά του μέσου ωτός θα επηρεάσει τις μετρήσεις των ωτοακουστικών εκπομπών. Ωστόσο, διαφορετικές παθολογικές καταστάσεις επηρεάζουν την ευθεία και παλίνδρομη μεταβίβαση με διαφορετικό τρόπο. Από τον Wiederhold^{lxxxiii},^{lxxxiv} μελετήθηκαν δύο παθολογικές καταστάσεις του μέσου ωτός: η φόρτιση με βάρους και η διάτρηση του τυμπανικού υμένα. Για τη δημιουργία φόρτισης, βάρη (7 ή 14 mg) τοποθετήθηκαν πάνω στον τυμπανικό υμένα. Μετρώντας το εύρος του δυναμικού ενέργειας του ακουστικού νεύρου μελετήθηκε η επίδραση της δυσλειτουργίας του τυμπανικού υμένα στην ευθεία μεταβίβαση. Οι ωτοακουστικές εκπομπές προϊόντα παραμόρφωσης στη περιοχή μέσης συχνότητας (~ 3kHz) μειώθηκαν πολύ περισσότερο από όσο ήταν αναμενόμενο από το αποτέλεσμα της ευθείας μεταβίβασης. Έτσι, το βάρος που τοποθετήθηκε στο τύμπανο επηρέασε τη μεταβίβαση της εκπομπής από το έσω ους προς τον ακουστικό πόρο περισσότερο από τη μεταβίβαση του ερεθίσματος από τον ακουστικό πόρο προς το έσω ους. Ο Wiederhold παρατηρεί ότι ένας ουλώδης τυμπανικός υμένας μπορεί να έχει αντίστοιχα αποτελέσματα.

Μικρές διατρήσεις του τυμπανικού υμένα επηρέασαν τις ωτοακουστικές εκπομπές προϊόντα παραμόρφωσης διαφορετικά από ότι η φόρτιση με βάρη. Η αλλαγή στο εύρος των ΟΕΠΠ ήταν ουσιαστικά πανομοιότυπη με εκείνη που προβλεπόταν από την αλλαγή στην ευθεία μεταβίβαση. Έτσι, η αλλαγή φαίνεται να οφειλόταν ολοκληρωτικά σε μια αλλαγή στο αποτελεσματικό ερέθισμα που έφθανε στο μέσο ους και όχι σε μια αλλαγή στη μεταβίβαση της εκπομπής από το μέσο ους στον ακουστικό πόρο

ΩΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΚΑΙ ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα βασικά μεγέθη που μετρώνται στις ΠΠΩΕ είναι α) Η συνολική συσχέτιση μεταξύ δύο κυματομορφών που λαμβάνονται από την εξαγωγή μέσων όρων (αναπαραγωγιμότητα) β) το συνολικό επίπεδο της απόκρισης σε σχέση με τον θόρυβο στο περιβάλλον γ) οι συχνότητες που αποτελούν την απόκριση, όπως προκύπτουν μετά από ταχύ μετασχηματισμό Φουριέ, δ) ο ουδός απόκρισης και ε) η ανάλυση κυματομορφής και πιο εξειδικευμένα χαρακτηριστικά όπως η υστέρηση και ο δείκτης απόκρισης. Τα στοιχεία αυτά προσδιορίζουν αν καταγράφηκαν ή όχι ΠΠΩΕ. Διάφορες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει αυτά τα στοιχεία, για τον προσδιορισμό ενός κριτηρίου «ύπαρξης» ΠΠΩΕ. Με βάση αυτά τα κριτήρια μπορούν να δημιουργηθούν καμπύλες αθροιστικής πιθανότητας. Με βάση τις καμπύλες αυτές μπορεί να υπολογισθεί η ευαισθησία και η ειδικότητα διαφορετικών κριτηρίων ύπαρξης ΠΠΩΕ. Σαν

γενικός κανόνας, οι ΠΠΩΕ θεωρούνται παρούσες αν η αναπαραγωγιμότητα τους είναι μεγαλύτερη από 60% ή το «διορθωμένο» εύρος απόκρισης (δηλαδή το επίπεδο απόκρισης μείον το επίπεδο θορύβου) είναι μεγαλύτερο από 2.4 dB. Συνδυασμός αυτών των κριτηρίων μπορεί να αυξήσει την ειδικότητα και την ευαισθησία.

Μεγάλης κλίμακας μελέτες από ΠΠΩΕ και ακοομετρία έχουν καταδείξει τις τιμές ουδού που διαχωρίζουν με τη μεγαλύτερη ακρίβεια τον πληθυσμό αυτών με φυσιολογική από αυτούς με παθολογική ακοή. Υπάρχουν δύο ξεχωριστές συνθήκες όπου η σχέση ΠΠΩΕ και ακοής είναι ξεκάθαρη. Η περίπτωση όπου η ακοή είναι συνολικά καλύτερη από 20 dB (οι ΠΠΩΕ είναι παρούσες στο 99% των ώτων) και στην περίπτωση νευροαισθητήριας βαρηκοΐας με ακοή χειρότερη από 40 dB όπου οι ΠΠΩΕ είναι πάντα απύσες. Αυτή η διχοτομία παρέχει τη βάση για τη χρήση των ΠΠΩΕ στον προσδιορισμό της απώλειας ακοής σε προγράμματα προληπτικού ελέγχου. Η ζώνη αβεβαιότητας ωστόσο κυμαίνεται από τα 25 ως τα 35 dB, καθώς σε αυτό το εύρος η σχέση μεταξύ των επιπέδων ακοής και την παρουσία ή την απουσία ωτοακουστικών εκπομπών δεν είναι σαφής.

Τα διάφορα μέτρα της αναπαραγωγιμότητας των ΠΠΩΕ, τα επίπεδα των ΠΠΩΕ καθώς και τα επίπεδα των ΠΠΩΕ που υπερβαίνουν τον εξωτερικό θόρυβο συσχετίζονται μεταξύ τους και μπορούν να προβλέψουν τα αποτελέσματα της ακοομετρίας με παρόμοια επιτυχία— αν και η αναπαραγωγιμότητα φαίνεται ότι είναι ελαφρά πιο ακριβής σε αυτό^{lxxxv, lxxxvi}. Οι Harley και Musiek^{lxxxvii} χρησιμοποιώντας στατιστική θεωρία αποφάσεων (decision theory) σε στοιχεία 109 ασθενών , κατέδειξαν ότι αναπαραγωγιμότητα ΠΠΩΕ πάνω από 70% διαχωρίζει το 96% των ώτων με απώλεια ακοής μεγαλύτερη από 20 dB σε συχνότητες από 0.5 ως 4 kHz. Η ίδια ικανότητα διαχωρισμού υπήρχε και με τη χρήση συνολικής απάντησης πάνω από 6 dB. Άλλοι ερευνητές έδειξαν ότι ποσοστά αναπαραγωγιμότητας από 50 – 70% μπορούν να διαχωρίσουν ώτα με φυσιολογική με ώτα από αυτά με παθολογική ακοή^{lxxxviii}. Όταν υπάρχει φυσιολογική ακοή μόνο σε μέρος του εύρους συχνοτήτων, τότε οι ΠΠΩΕ ανιχνεύονται λιγότερο συχνά^{lxxxix}. Ο Robinette μελέτησε ώτα με απώλεια ακοής σε διαφορετικές συχνότητες , προκειμένου να αναλύσει την επίδραση διαφορετικών συχνοτήτων^{xc}. Ελάχιστες ΠΠΩΕ είναι παρούσες όταν η απώλεια ακοής περιλαμβάνει τα 500 Hz. Όσο η απώλεια ακοής απομακρύνεται από τις μέσες συχνότητες, τόσο αυξάνει και το ποσοστό καταγραφής ΠΠΩΕ. Φαίνεται ότι η παρουσία ΠΠΩΕ εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διατήρηση φυσιολογικής ακοής στις μέσες συχνότητες.

. Συνεπώς, όταν οι αποκρίσεις αναλύονται με μονοπαραγοντική ανάλυση , και το μέσο ούς είναι φυσιολογικό , και δεν υπάρχουν άλλες ωτολογικές ανωμαλίες, τα παρακάτω συμπεράσματα μπορούν να διατυπωθούν 1) Όταν όλοι οι ακουστικοί ουδοί από τα 0.25 ως

τα 8 kHz είναι πάνω από 20 Hz, τότε οι ΠΠΩΕ ανευρίσκονται στο 99% των εξεταζομένων
ώτων 2) Όταν όλοι οι ακουστικοί ουδοί από τα 0.25 ως τα 8 kHz είναι χειρότερες από 40 Hz
τότε οι ΠΠΩΕ είναι απύσες στο 99% με περιφερική βλάβη ακοής 3) όταν οι ΠΠΩΕ είναι
παρούσες, τότε οι ακουστικοί ουδοί μπορούν να είναι ως και 35 dB σε ειδικές συνθήκες 4)
όταν οι ΠΠΩΕ είναι απύσες, οι ουδοί μπορούν να είναι ως και 25 dB HL.

ΜΕΣΗ ΕΚΚΡΙΤΙΚΗ ΩΤΙΤΙΔΑ

Ορισμοί

Η Μέση Εκκριτική Ωτίτιδα (ΜΕΩ) ορίζεται ως μία φλεγμονή του μέσου ωτός με συλλογή υγρού στην κοιλότητα του μέσου ωτός. Τα σημεία και συμπτώματα της οξείας φλεγμονής απουσιάζουν και δεν υπάρχει διάτρηση της τυμπανικής μεμβράνης. Ανάλογα με τον χρόνο παρουσίας της, χωρίζεται σε Οξεία, Υποξεία και Χρόνια. Αντίθετα, η Μέση Ωτίτιδα (ΜΩ) ορίζεται ως φλεγμονή του μέσου ωτός ανεξάρτητα από αιτιολογία ή παθογένεση. Η Οξεία Μέση Ωτίτιδα (ΟΜΩ) είναι η ταχεία εισβολή συμπτωμάτων και σημείων οξείας λοίμωξης στο μέσο ους, όπως ωταλγίας και πυρετού. Αν και η ΜΕΩ δεν συνοδεύεται με τα κλασσικά σημεία της οξείας λοίμωξης, ορισμένα παιδιά μπορεί να εκδηλώσουν μη λοιμώδη συμπτώματα, όπως οταλγία, απώλεια ακοής, ευερεθιστότητα, διαταραχές ύπνου ή αστάθεια. Στη πλειοψηφία ωστόσο η νόσος δεν παρουσιάζει εμφανή συμπτώματα - «σιωπηρή ΜΕΩ» - καθώς το 40% των γονιών δηλώνουν ότι δεν υπάρχει «κανένα πρόβλημα» ή «σχεδόν κανένα πρόβλημα» με τα ότα τα παιδιών τους^{xc1}. Είναι λογική συνεπώς η πρόταση ότι, σε μικρά παιδιά, μπορεί να υποτεθεί η παρουσία της ΜΕΩ μέχρι αποδείξεως του εναντίου. Η διάγνωση, και ακόμα περισσότερο ο προληπτικός έλεγχος αποκτά έτσι ακόμα μεγαλύτερη σημασία.

Επιπολασμός

Η Μέση Ωτίτιδα είναι η συχνότερη διάγνωση σε παιδιά κάτω των 15 ετών^{xcii}. Ωστόσο, είναι δύσκολος ο υπολογισμός της πραγματικής συχνότητας της Μέσης Εκκριτικής Ωτίτιδας, καθώς αυτή είναι, εξ ορισμού, ασυμπτωματική. Επιπλέον, οι περισσότερες μελέτες ερευνούν την παρουσία υγρού στο μέσο ους, χωρίς να διαχωρίζουν την ΜΕΩ από ΟΜΩ. Για τον υπολογισμό της πραγματικής επίπτωσης της ΜΕΩ είναι απαραίτητες συχνές εξετάσεις, καθώς τα επεισόδια διαρκούν πολύ λίγο – στο 65% των περιπτώσεων στα παιδιά 2-7 ετών, λιγότερο από 1 μήνα^{xciii, xciv}. Πολλές μελέτες προληπτικού ελέγχου που χρησιμοποίησαν διαδοχικές μετρήσεις τυμπανομετρίας με μικρά ενδιάμεσα διαστήματα έδειξαν επιπολασμό της ΜΕΩ που κυμαίνεται από 26%^{xcv}, ως 32%,^{xcvi}, 41%^{xcvii}, σε παιδιά ηλικίας 2-4 ετών. Σε μία μελέτη στο Πίτσμπουργκ όπου εξετάστηκαν παιδιά ηλικίας από 2 ως 6 ετών με τυμπανομετρία και ωτοσκόπηση ανά μήνα αποδείχθηκε ότι το 53% ως το 61% των παιδιών παρουσίασαν τουλάχιστον ένα επεισόδιο ΜΕΩ^{xcviii}. Η επίπτωση ωστόσο φαίνεται ότι είναι πολύ χαμηλότερη σε μεγαλύτερα παιδιά και σε χώρες με πιο εύκρατο κλίμα – μια μελέτη που έγινε σε παιδιά σχολικής ηλικίας στην Ελλάδα έδειξε σημαντικά χαμηλότερο επιπολασμό, της τάξης του 6%^{xcix}.

Αιτιολογικοί παράγοντες

Παράγοντες που έχουν συνδεθεί με την ΜΕΩ αφορούν είτε το παιδί(ηλικία, φύλο, ανοσοανεπάρκεια, κρανιοπροσωπικές ανωμαλίες, γενετική προδιάθεση) όσο και από το περιβάλλον του (λοιμώξεις ανώτερου αναπνευστικού, εποχικότητα, παιδικός σταθμός, αδέρφια, έκθεση σε καπνό, θηλασμός, κοινωνικό οικονομικό επίπεδο).

Παράγοντες σε σχέση με το παιδί

Ίσως ο σημαντικότερος παράγοντας που συνδέεται με την επίπτωση της ΜΕΩ είναι η ηλικία, με το μέγιστο επιπολασμό στην ηλικία 2-4 ετών, και σημαντική μείωση της επίπτωσης στα επόμενα χρόνια. Το χαμηλό βάρος γέννησης ή/και η προωρότητα φαίνεται ότι συσχετίζονται με αυξημένη επίπτωση ΜΕΩ^{c, ci, cii}, αν και ορισμένοι ερευνητές το αμφισβήτησαν^{ciii}. Αν και δεν φαίνεται να έχουν αυξημένη επίπτωση ΜΕΩ^{civ}, τα αγόρια έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα επιμονής της νόσου, αν αυτή εκδηλωθεί^{cv}. Η παρουσία αλλεργίας είναι ένας παράγοντας που συσχετίζεται με αυξημένο επιπολασμό ΜΕΩ^{cvi, cvii}. Σε παιδιά με κρανιοπροσωπικές ανωμαλίες, όπως σύνδρομο Down ή υπερωιοσχιστία, η επίπτωση της ΜΕΩ είναι εξαιρετικά υψηλή^{cviii, cix}. Αν και η συχνότητα της ΜΕΩ είναι υπερβολικά υψηλή στον γενικό πληθυσμό για να θεωρηθεί ότι η παρουσία ΜΕΩ είναι γενετικά προκαθορισμένη, φαίνεται ότι αυτό ισχύει για την επιμονή ή την υποτροπή της - μέσα από γενετικά προκαθορισμένες παραλλαγές στην ανατομία της ευσταχιανής σάλπιγγας^{cx} ή του βαθμού πνευμάτωσης της μαστοειδούς απόφυσης^{cxii}. Επίσης, στοιχεία όπως η παρουσία του ανθρώπινου λευκοκυτταρικού αντιγόνου HLA A2 και η απουσία του HLA A3 φαίνεται ότι συνδέονται με αυξημένη επίπτωση ΜΕΩ.

Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Τόσο η κλινική εμπειρία όσο και κλινικές μελέτες δείχνουν ότι η ΜΕΩ συχνά ακολουθεί λοιμώξεις του ανώτερου αναπνευστικού, και η συχνότητα της είναι μεγαλύτερη κατά τους χειμερινούς μήνες^{cxii, cxiii, cxiv}. Πολλές μελέτες έδειξαν ότι η συχνότητα της ΜΕΩ είναι μεγαλύτερη σε παιδιά που πηγαίνουν σε παιδικό σταθμό^{cxv, cxvi}, καθώς και σε παιδιά με περισσότερα αδέρφια^{cxvii}. Και στις δυο περιπτώσεις θεωρείται ότι αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη επίπτωση ιογενών λοιμώξεων σε παιδιά που συγχρωτίζονται με άλλα^{cxviii}. Αν και κάποιες αρχικές μελέτες είχαν συνδέσει το παθητικό κάπνισμα με την ΜΕΩ^{cxix}, μια σχετικά πρόσφατη μελέτη^{cxx} κατέδειξε τις δυσκολίες στην απόδειξη αυτής της σχέσης. Αντίθετα, η προστατευτική επίδραση του θηλασμού είναι καλά τεκμηριωμένη^{cxxi, cxxii}. Όπως και με πολλές άλλες νόσους, το κατώτερο οικονομικό επίπεδο συνδέεται τόσο με μεγαλύτερη νοσηρότητα όσο και με χειρότερη πρόγνωση^{cxxiii, cxxiv}.

Σημασία ΜΕΩ – φυσική ιστορία

Με βάση τα όσα αναφέρθηκαν για την έλλειψη συμπτωμάτων καθώς και τη γενικά καλοήγη φυσική πορεία της ΜΕΩ, φαίνεται λογικό ότι οι θεραπείες και οι κλινικές οδηγίες για την αντιμετώπιση της θα χαρακτηρίζονται από σημαντική ποικιλομορφία. Για παράδειγμα, μια μελέτη στο Οντάριο, στον Καναδά ^{cxxv}, έδειξε ότι σε ορισμένες περιοχές εφαρμόζονταν σωλήνες τυμπανοστομίας με δεκαπλάσια συχνότητα από ότι σε άλλες – η μόνη άλλη εγχείρηση με τέτοια ποσοστά διακύμανσης ήταν η περιτομή (!). Νεώτερες μελέτες έχουν εγείρει ερωτήματα σχετικά με την πραγματική επίδραση της ΜΕΩ στην ανάπτυξη του παιδιού. Μελέτες σε βρέφη και μικρά παιδιά δείχνουν ότι η σχέση μεταξύ της ΜΕΩ και των γλωσσικών ικανοτήτων είναι μάλλον αδύναμη ^{cxxvi}, ^{cxxvii}. Σε παιδιά μεγαλύτερα σε ηλικία ωστόσο, φαίνεται ότι η ΜΕΩ μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την ικανότητα ανάγνωσης και επίσης να έχει σημαντικά αρνητική επίδραση στην γλώσσα και συμπεριφορά. ^{cxxviii}, ^{cxxix}. Μια μετά ανάλυση όλων των μελετών της αναπτυξιακής επίδρασης της ΜΕΩ δεν κατέληξε σε κάποιο συμπέρασμα, ^{cxxx}, αν και μια μεταανάλυση των αποτελεσμάτων σωλήνων τυμπανοστομίας που δημοσιεύτηκε μόλις τον τελευταίο μήνα δείχνει ότι παιδιά «υψηλού κινδύνου» για επιπλοκές της ΜΕΩ είναι εκείνα που μπορούν να ωφεληθούν περισσότερο από έγκαιρες εξωτερικές παρεμβάσεις ^{cxxxi}. Στα παιδιά αυτά κατατάσσονται και τα μεγαλύτερα παιδιά, μεγαλύτερα από 4 έτη, ίσως γιατί στα παιδιά αυτά η ΜΕΩ έχει μικρότερη πιθανότητα αποδρομής ή ίσως γιατί στα παιδιά αυτά η φοίτηση σε σχολεία δημιουργεί περισσότερες απαιτήσεις από τις ακουστικές τους ικανότητες.

Διάγνωση

Με δεδομένη την υψηλή επίπτωση της ΜΕΩ καθώς και τη συχνή απουσία συμπτωμάτων πλην της απώλειας ακοής, η σημασία των διαγνωστικών ελέγχων είναι προφανής. Το Αμερικάνικο Ίδρυμα Πολιτικής και Ερευνας Υγείας (Agency for Health Policy Research) σε μια συστηματική μελέτη συνέκρινε την ευαισθησία, ειδικότητα και διαγνωστική ικανότητα εννέα διαγνωστικών μεθόδων^{cxxxii}. Η ωτοσκόπηση με εμφύσηση αέρος είχε συνολικά τα καλύτερα χαρακτηριστικά, με αθροιστική ευαισθησία 94%, ειδικότητα 80% και θετική και αρνητική διαγνωστική ικανότητα 89%. Ωστόσο, η ωτοσκόπηση με εμφύσηση αέρος είναι υποκειμενική μέθοδος – η πιο χρήσιμη αντικειμενική διαγνωστική μέθοδος είναι η τυμπανομετρία. Με τη χρήση του τύπου Β (έλλειψη κορυφής) ή C2 (<200 mm H₂O πίεση κορυφής) τυμπανογράμματος, η τυμπανομετρία έχει 94% ευαισθησία (95% Διάστημα εμπιστοσύνης: 91-96%) αν και μόνο 62% ειδικότητα (95% ΔΕ : 41-82%).

Οι ΠΠΩΕ χρησιμοποιούνται με επιτυχία, όπως καταγράφηκε στα προηγούμενα κεφάλαια για την διάγνωση της ΜΕΩ, αν δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία για τον καθορισμό της ευαισθησίας και ειδικότητας τους – μέρος της παρούσας μελέτης είναι αυτός ακριβώς ο προσδιορισμός..

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΣΚΟΠΟΣ

- 1) Να ελεγχθεί η πρακτική δυνατότητα εφαρμογής ενός προγράμματος μαζικού προληπτικού ελέγχου σε παιδιά σχολικής ηλικίας με την χρήση ωτοακουστικών εκπομπών, ωτοσκόπησης και τυμπανομετρίας
- 2) Να εξετασθεί η σχέση παροδικά προκλητών ωτοακουστικών εκπομπών με το ιστορικό, την ωτοσκόπηση, την τυμπανομετρία και την ακοομετρία
- 3) Να δημιουργηθεί ένα μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης, με τη χρήση επιδημιολογικών στοιχείων, ιστορικού και ΩΑΕ για την ταυτοποίηση των παιδιών με προβλήματα ακοής, δυνητικά εφαρμόσιμο σε παιδιά σχολικής ηλικίας
- 4) Να ελεγχθούν τα διαγνωστικά χαρακτηριστικά (ειδικότητα, ευαισθησία, θετική και αρνητική διαγνωστική ικανότητα) των παροδικά προκλητών ωτοακουστικών εκπομπών στον έλεγχο για
 - α) Διαταραχές μέσου ωτός και
 - β) Απώλεια ακοής

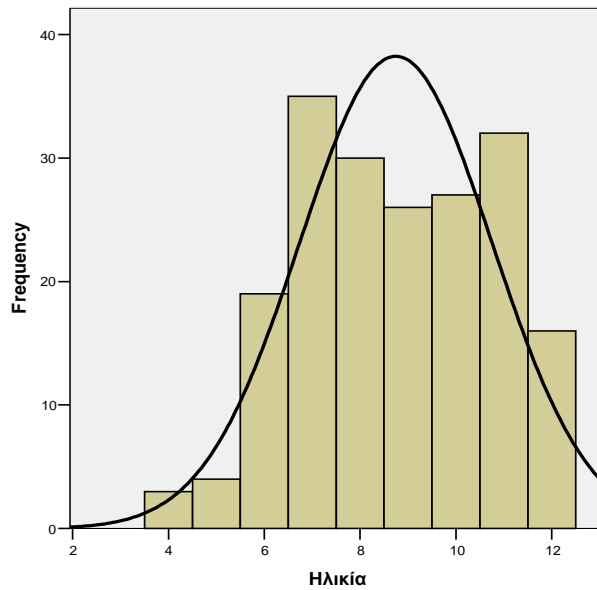
ΜΕΘΟΔΟΣ

Κατά το διάστημα μεταξύ Δεκεμβρίου 2004 και Μαρτίου 2005, εξετάστηκαν 196 μαθητές των Δημοτικών σχολείων του Νομού Αργολίδας. Η προσέλευση των μαθητών και των γονιών τους έγινε μέσα από τα τοπικά γραφεία πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης με τη συνεργασία των διευθυντών των σχολείων, οι οποίοι ενημέρωσαν τους γονείς, καθώς και με ανακοινώσεις στον τοπικό Τύπο. Η προσέλευση ήταν καθαρά εθελοντική, αλλά καθώς η μελέτη δεν ήταν επεμβατική, δεν απαιτήθηκε η υπογραφή έντυπου συναίνεσης. Ωστόσο, προφορική συναίνεση αποκτήθηκε από όλους τους γονείς, τα παιδιά των οποίων πήραν μέρος στο πρόγραμμα ελέγχου. Συνολικά ο έλεγχος έγινε κατά τους μήνες Φεβρουάριο και Μάρτιο και πήραν μέρος ιατροί της Πανεπιστημιακής Κλινικής του Ιπποκρατείου Νοσοκομείου.

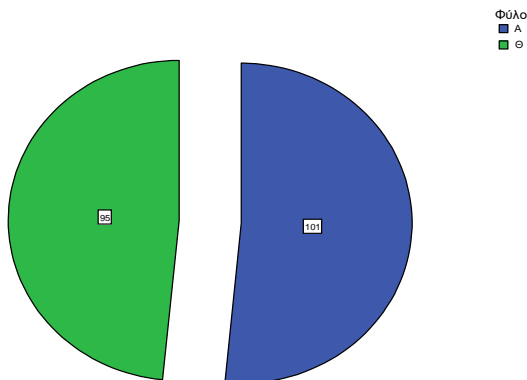
Στους γονείς είχε δοθεί από τις προηγούμενες μέρες ένα ερωτηματολόγιο προς συμπλήρωση, με ερωτήσεις για το ιατρικό ιστορικό του παιδιού, προηγούμενα επεισόδια ΟΜΩ ή ΜΕΩ, επεμβάσεις (αδενοειδεκτομή, σωλήνες τυμπανοστομίας, αμυγδαλεκτομή), καθώς και οικογενειακό ιστορικό και ιστορικό καπνίσματος των γονέων. Καταγράφηκε επίσης η ηλικία κάθε παιδιού καθώς και το φύλο του.

ΑΣΘΕΝΕΙΣ

Συνολικά πήραν μέρος 196 παιδιά, από τεσσάρων ως δώδεκα ετών. Η μέση ηλικία ήταν τα 8.7 έτη, με σταθερή απόκλιση τα 2 έτη.



Τα εκατόν ένα (55.5%) ήταν αγόρια και τα ενενήντα πέντε (48.5%) ήταν κορίτσια.



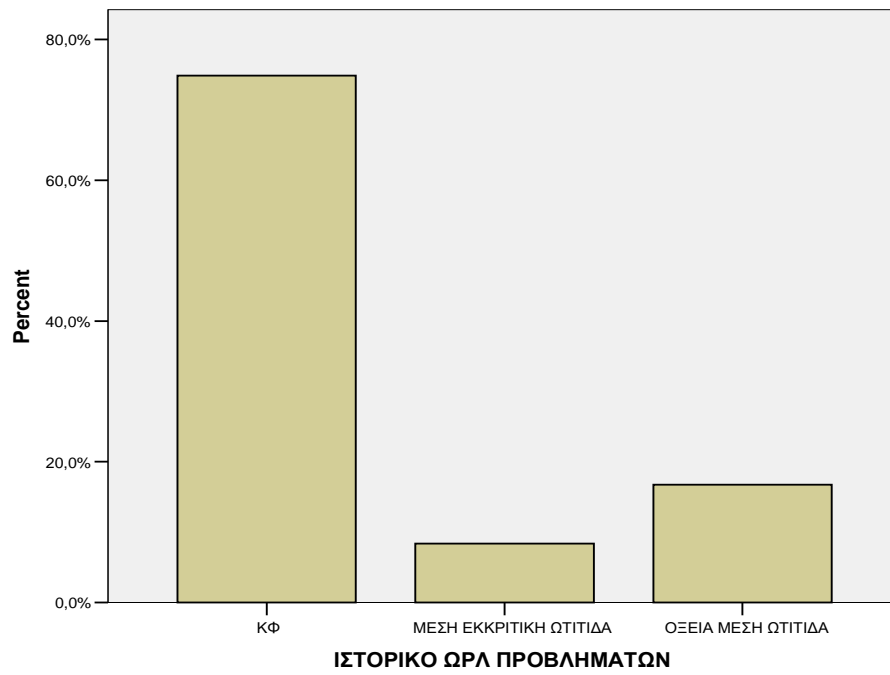
Το περιγεννητικό ιστορικό συμπληρώθηκε στα 192 από τα 196 παιδιά (97%) και ήταν αρνητικό στη συντριπτική πλειοψηφία, ενώ μια μητέρα είχε διαβήτη τύπου 1 και μια άλλη ιστορικό προεκλαμψίας κατά τον τοκετό.

Στοιχεία για το κάπνισμα των γονιών ήταν διαθέσιμα για τα 190 παιδιά (97%). Καπνιστής ήταν τουλάχιστον ο ένας από τους δύο γονείς στα 103 παιδιά (54%).

Ιστορικό ωτολογικών προβλημάτων είχαν 50 παιδιά (25%). Τα 16 (8%) είχαν ιστορικό μέσης εκκριντικής ωτίτιδας και τα 32 (17%) ιστορικό υποτροπιάζουσα οξείας μέσης ωτίτιδας.

Ένα παιδί έπασχε από υποτροπιάζουσες οξείες αμυγδαλίτιδες και είχε υποστεί

αμυγδαλεκτομή και αδενοειδεκτομή στο παρελθόν, ένα παιδί είχε ένα πρόσφατο επεισόδιο οξείας μέσης ωτίτιδας και ένα άλλο είχε υποστεί μυριγγοτομή στο παρελθόν για οξεία μέση ωτίτιδα.



ΕΛΕΓΧΟΣ

Τα παιδιά προσέρχονταν στο σχολείο όπου οδηγούνταν σε ειδικά διαμορφωμένα, μερικώς ηχομονωμένα δωμάτια.

Ωτοσκόπηση

Η ωτοσκόπηση έγινε μετά από την αφαίρεση βύσματος κυψελίδας (αν υπήρχε) και καταγραφόταν η παρουσία υγρού, θολερότητας, εισολκής, ερυθρότητας ή διάτρησης της τυμπανικής μεμβράνης. Ο βαθμός καθώς και οι διαστάσεις και η θέση των στοιχείων αυτών καταγράφηκε.

Τυμπανομετρία

Χρησιμοποιήθηκε το φορητό μηχάνημα τυμπανομετρίας Interacoustics AT -235 impedance audiometer (William Demant Group, Interacoustics A/S, Assens, Denmark). Η συχνότητα που χρησιμοποιήθηκε ήταν τα 226 Hz, στα 85 dB SPL με εύρος καταγραφής πίεσης από -400 ως 200 darA. Τα κριτήρια για την ταξινόμηση των τυμπανογραμμάτων ήταν τα εξής:

Τύπου Α Πίεση κορυφής τυμπανογράμματος (Tympanometric Peak Pressure - TPP) >0.4 mmho και πίεση >-100 mm H₂O

Τύπου Β Πίεση κορυφής τυμπανογράμματος (Tympanometric Peak Pressure – TPP) <0.4 mmho

Τύπου C1/C2 Πίεση κορυφής τυμπανογράμματος (Tympanometric Peak Pressure - TPP >0.4 mmho και πίεση <-100 mm H₂O. Με τα κριτήρια αυτά (που συστήνονται για μαζικό έλεγχο παιδιών σχολικής ηλικίας από την Αμερικάνικη Ένωση Ακοής – Λόγου και Γλώσσας ^{cxxxiii}), μπορεί να θεωρηθεί ότι: το 97 % των παιδιών με τυμπανόγραμμα τύπου Α δεν θα έχουν υγρό στο μέσο ους, το 85-100 των παιδιών με τύπου Β θα έχουν υγρό, όπως και το 17-55% με τύπου C1/C2 ^{cxxxiv}, ^{cxxxv}.

Ακοομετρία

Τα ακοογράμματα καταγράφηκαν με φορητό ακοογράφο MAICO MA 40 (BOSCH GmbH, Berlin), στις συχνότητες 250, 500, 1000, 2000, 4000 και 8000 Hz. .

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος από τις ακοομετρήσεις, με βάση τις συχνότητες 500, 1000, 2000 και 4000 Hz. Έγινε δειγματοληπτική λήψη ακοογραμμάτων σε 86 παιδιά από το σύνολο των 196 που εξετάστηκαν.

Παροδικά Προκλητές Ωτοακουστικές Εκπομπές

Για τον έλεγχο των ωτοακουστικών εκπομπών χρησιμοποιήθηκε το μηχάνημα ILO 92 – Otodynamics Ltd, London, UK. Αυτό χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή των Παροδικά

Προκλητών ωτοακουστικών εκπομπών , σε αλγόριθμο Quick Screen. Στον αλγόριθμο αυτό, το ερέθισμα είναι μη γραμμικό κλίκ στα 83.5 dB όπως αντιστοιχεί σε έξω ακουστικό πόρο 2 ml. Το μη γραμμικό κλίκ αυτό προέρχεται από ένα συνδυασμό τεσσάρων ερεθισμάτων , τα τρία των οποίων έχουν την ίδια ένταση, ενώ το τέταρτο είναι ίσο με το άθροισμα των τριών προηγούμενων, αλλά με αντιστραμμένη πολικότητα, έτσι ώστε συνολικά τα ερεθίσματα αναιρούνται. Ο ήχος που λαμβάνεται έτσι τελικά είναι η εκπομπή του κοχλίου. Γινόταν απόρριψη αν ο θόρυβος ήταν μεγαλύτερος από 47.3 dB στον ΕΑΠ. Κριτήρια επιτυχούς ελέγχου ήταν αναπαραγωγιμότητα μεγαλύτερη από 75% μεταξύ δυο κυματομορφών για συχνότητες μεταξύ 2000 και 4000 Hz.(Quickscreen mode). Το πρωτόκολλο αυτό για τον έλεγχο ΩΑΕ έχει δημιουργηθεί από τον Kemp για τον ταχύ έλεγχο νεογνών ^{cxxxvi}, ωστόσο πρόσφατα χρησιμοποιήθηκε και για τον έλεγχο παιδιών σχολικής ηλικίας με πολύ καλή ευαισθησία ^{cxxxvii}, ^{cxxxviii}

Ερωτηματολόγιο

Τα ερωτηματολόγια δόθηκαν στους γονείς μία εβδομάδα πριν την εξέταση των παιδιών τους. Περιελάμβαναν ερωτήσεις πάνω στο ιατρικό ιστορικό των παιδιών με έμφαση σε προηγούμενα προβλήματα με τα ότα καθώς και εγχειρήσεις καθώς και ερωτήσεις για περιγεννητικά προβλήματα καθώς και ιστορικό καπνίσματος των γονιών. Τα στοιχεία που έδωσαν οι γονείς στη συνέχεια ταυτοποιήθηκαν με βάση το βιβλιάριο υγείας του παιδιού.

ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ – ΑΝΑΛΥΣΗ

Τα στοιχεία περάστηκαν από τα ερωτηματολόγια σε ένα αρχείο Excel όπου έγινε ένας αρχικός έλεγχος για την ακρίβειά τους και διορθώθηκαν τυχόν λάθη. Στη συνέχεια μεταφέρθηκαν σε αρχείο SPSS όπου και έγινε η επεξεργασία τους με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 13.0 (SPSS Inc, Chicago , Illinois). Οι αναλύσεις έγιναν τόσο ανά παιδί όσο και ανά ους. Οι συνεχείς μεταβλητές ελέχθησαν για κανονική κατανομή με Kolmogorov-Smirnov τεστ καθώς και με normality plots. Όταν η κατανομή τους ήταν κανονική, οι συγκρίσεις έγιναν με independent samples t-test για δύο ομάδες και Analysis of Variance (ANOVA) όταν οι ομάδες ήταν περισσότερες από δύο. Όταν δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή χρησιμοποιήθηκαν τα μη παραμετρικά τεστ Wilcoxon Sign Rank και Kruskal Wallis, για δύο και περισσότερες από δυο ομάδες αντίστοιχα. Οι συγκρίσεις ανάμεσα σε ποσοστά έγιναν με Chi-Square τεστ και Fisher exact test , ανάλογα με τον αριθμό στοιχείων σε κάθε κελί. Για όλες τις συγκρίσεις τέθηκε 0.05 σαν όριο στατιστικής σημαντικότητας , σε διπλής κατεύθυνσης έλεγχο (two –tailed). Η ανάλυση λογιστικής παλινδρόμησης έγινε με backward eliminating μέθοδο (αρχικά εισήχθησαν στο μοντέλο όλες οι μεταβλητές και σταδιακά αφαιρέθηκαν όσες δεν έπαιρναν μέρος με κριτήριο στατιστική σημαντικότητας 0.05).

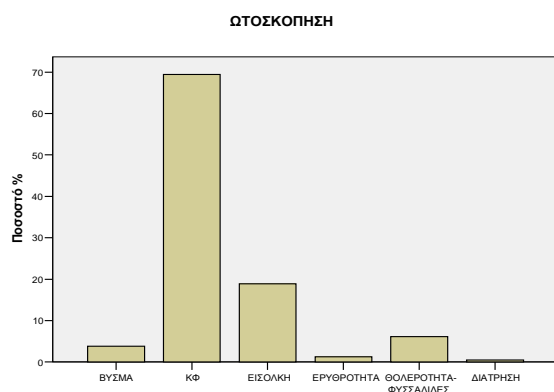
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ωτοσκόπηση - αποτελέσματα ανά ους

Εξετάστηκαν ωτοσκοπικά όλα τα παιδιά. Τα αποτελέσματα ανά ους παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα – σε 15 ώτα η εξέταση ήταν αρχικά αδύνατη λόγω παρουσίας βύσματος κυψελίδας.. Στο 73% των ωτων που εξετάστηκαν η τυμπανική μεμβράνη ήταν φυσιολογική, ενώ ωτοσκοπικά ευρήματα συμβατά με ΜΕΩ (θολερότητα, εισολκή ή φυσαλίδες) παρατηρήθηκαν στο **25% των εξετασθέντων ωτων**.

ΩΤΟΣΚΟΠΗΣΗ - Στοιχεία ΑΝΑ ΟΥΣ

	Αριθμός	Ποσοστό
ΚΦ	287	73,2
ΕΙΣΟΛΚΗ	74	18,9
ΕΡΥΘΡΟΤΗΤΑ	5	1,3
ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ- ΦΥΣΣΑΛΙΔΕΣ	24	6,1
ΔΙΑΤΡΗΣΗ	2	,5
Σύνολο	392	100,0

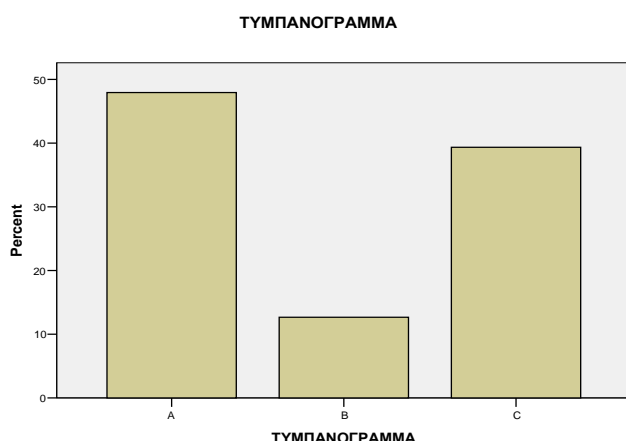


Τυμπανομετρία - αποτελέσματα ανά ους / ανά παιδί

Τυμπανογράμματα λήφθηκαν από 193 παιδιά – 386 ώτα. Σε 190 παιδιά από αυτά ήταν δυνατή η λήψη τυμπανογραμμάτων και από τα δύο ώτα. Τα **αποτελέσματα ανά ους** ήταν τα εξής:

ΤΥΜΠΑΝΟΓΡΑΜΜΑ - Αποτελέσματα ανά ΟΥΣ

	Συχνότητα	Ποσοστό
A	185	47,9
B	49	12,7
C	152	39,4
Σύνολο	386	100,0
Missing	6	
Total	392	

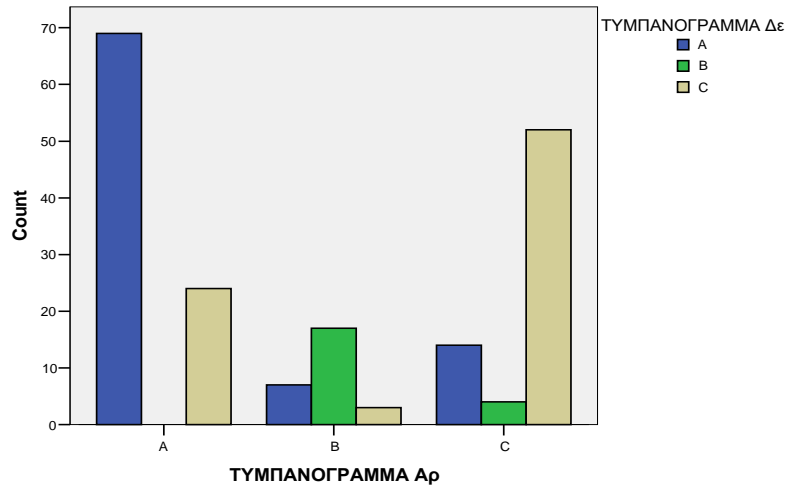


Όπως φαίνεται, στο **12.7 % των ωτών το τυμπανόγραμμα ήταν τύπου B**, δηλαδή πρακτικά διαγνωστικό μέσης εκκριτικής ωτίτιδας. Ο αριθμός των τυμπανογραμμάτων τύπου C ήταν αρκετά μεγάλος (39%), αλλά αυτό οφείλεται στο ότι περιλαμβάνονταν τόσο τυμπανογράμματα τύπου C1 όσο και C2 .

Αναλύοντας την παρουσία **τυμπανογραμμάτων ανά παιδί**, βλέπουμε ότι στην πλειοψηφία τους είχαν συμμετρικά τυμπανογράμματα (69 από τα 73 παιδιά με φυσιολογικό τυμπανόγραμμα αριστερά είχαν και φυσιολογικό τυμπανόγραμμα δεξιά ενώ το ίδιο ισχύει και για τα 17 από τα 27 που είχαν τυμπανόγραμμα τύπου B και τα 52 από τα 72 με τύπου C). Συνολικά **9% των παιδιών είχαν αμφοτερόπλευρα τυμπανογράμματα τύπου B** και 27% τύπου C, ενώ 3% είχαν τυμπανόγραμμα τύπου B στο ένα ους και τύπου C στο ετερόπλευρο.

		ΤΥΜΠΑΝΟΓΡΑΜΜΑ Δεξιό ους			Σύνολο
		A	B	C	
ΤΥΜΠΑΝΟΓΡΑΜΜΑ	A	69	0	24	93
Αριστερό ους	B	7	17	3	27
	C	14	4	52	70
Σύνολο		90	21	79	190

Bar Chart

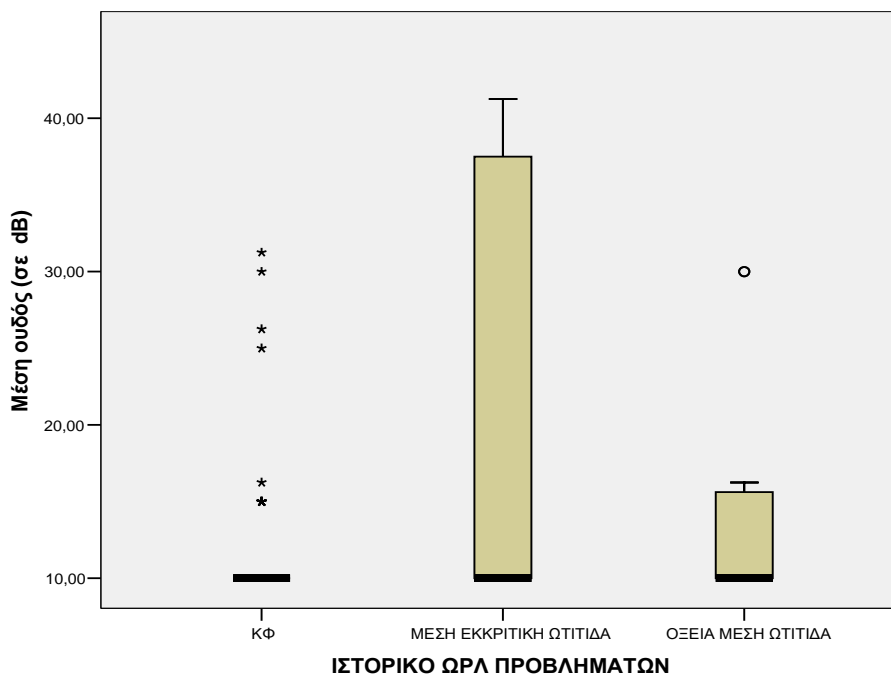


Ακοομετρία - αποτελέσματα ανά ους / ανά παιδί

Όπως περιγράφεται στη παράγραφο Έλεγχος – Ακοομετρία, σε **86 από τα συνολικά 196 παιδιά έγινε δειγματοληπτικά ακοομετρικός έλεγχος**. Οι μέσοι ουδοί για το δεξί και αριστερό ους αντίστοιχα ήταν 13.46 dB και 12.98 dB, με ελάχιστο 10 dB και μέγιστο 42.5 dB, με σταθερή απόκλιση 7.45dB και 6.47dB αντίστοιχα. Συνολικά, από τα **172 ώτα που εξετάστηκαν** με ακοομετρία, η μέση τιμή ήταν ακουστικών ουδών ήταν **13.11 dB** με σταθερή απόκλιση 6.97 dB.

Τα παιδιά με ωτολογικό ιστορικό είχαν χειρότερη ακοή, όπως φαίνεται στη επόμενη γραφική παράσταση. Συγκεκριμένα, τα παιδιά με ελεύθερο ωτολογικό ιστορικό είχαν ουδούς 11.92 dB (95% Διάστημα Εμπιστοσύνης – από 10.8 ως 13.03 dB), τα παιδιά με ιστορικό ΟΜΩ 14.27 dB (95% ΔΕ από 9.4 ως 19.1 dB) και τα παιδιά με ιστορικό ΜΕΩ 19.79 dB (95% ΔΕ – από 3.82 ως 35.85 dB)

Σε Ανάλυση Διακύμανσης (ANOVA) η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική ($p=0.01$). Τα αγόρια είχαν ελαφρά χειρότερη ακοή από τα κορίτσια (14.2 dB έναντι 12.2dB) αλλά η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p=0.12$). Αντίστοιχα η ακοή ήταν ελαφρά χειρότερα σε παιδιά με γονείς καπνιστές (13.4dB έναντι 12.7 dB), αλλά χωρίς η διαφορά αυτή να είναι στατιστικά σημαντική ($p=0.63$). Η ομάδα με ιστορικό περιγεννητικών προβλημάτων ήταν πολύ μικρή για να έχουν νόημα κάποιες συγκρίσεις.



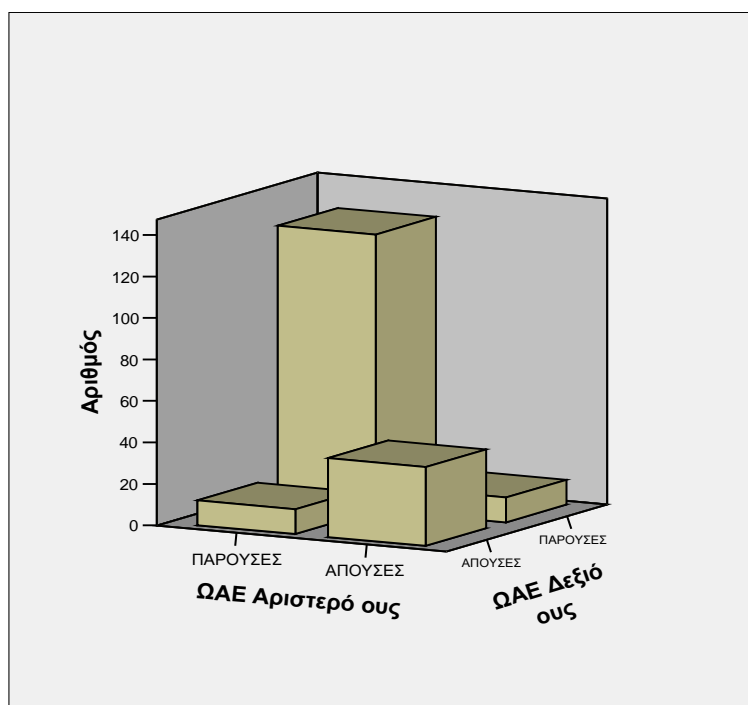
Συνολικά 10 παιδιά από τα 86 (11%) που είχαν ακοόγραμμα είχαν ακοή χειρότερη από 25 dB

σε ένα τουλάχιστον ους. Σε 6 από αυτά η απώλεια ακοής ήταν αμφοτερόπλευρη. Κανένα παιδί δεν είχε ακοή χειρότερη από 55 dB, ενώ όσα παιδιά είχαν αμφοτερόπλευρη βαρηκοΐα αυτή ήταν ήπιου βαθμού (<40dB)

ΑΠΩΛΕΙΑ ΑΚΟΗΣ	Ήπια (25-40dB)	Μετρίου βαθμού (41- 55 dB)	Σοβαρή (>55 dB)
Αμφοτερόπλευρη	6	0	0
Μονόπλευρη	2	2	0

Παροδικά προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές - ανα ους / ανα παιδί

Έλεγχος με Παροδικά Προκλητές Ωτοακουστικές Εκπομπές έγινε σε όλα τα 192 παιδιά – σε 386 ώτα συνολικά . Ήταν απύσες σε ένα τουλάχιστον ους σε 24 παιδιά (32%) ενώ δεν καταγράφηκαν καθόλου σε 39 παιδιά (20%).



Οι ΩΑΕ ήταν απύσες σε ένα τουλάχιστον ους στο 34% των αγοριών και στο 30% των κοριτσιών. Ιστορικό μέσης εκκριτικής ωτίτιδας ή οξείας μέσης ωτίτιδας δεν επηρέασε την ικανότητα παραγωγής ΩΑΕ.

ΩΑΕ και Φύλο

		Φύλο		Σύνολο
		Α	Θ	
ΑΠΟΥΣΕΣ ΩΑΕ	ΝΑΙ	34 33,7%	29 30,5%	63 32,1%
	ΟΧΙ	67 66,3%	66 69,5%	133 67,9%
		101 100,0%	95 100,0%	196 100,0%

ΩΑΕ και Ιστορικό

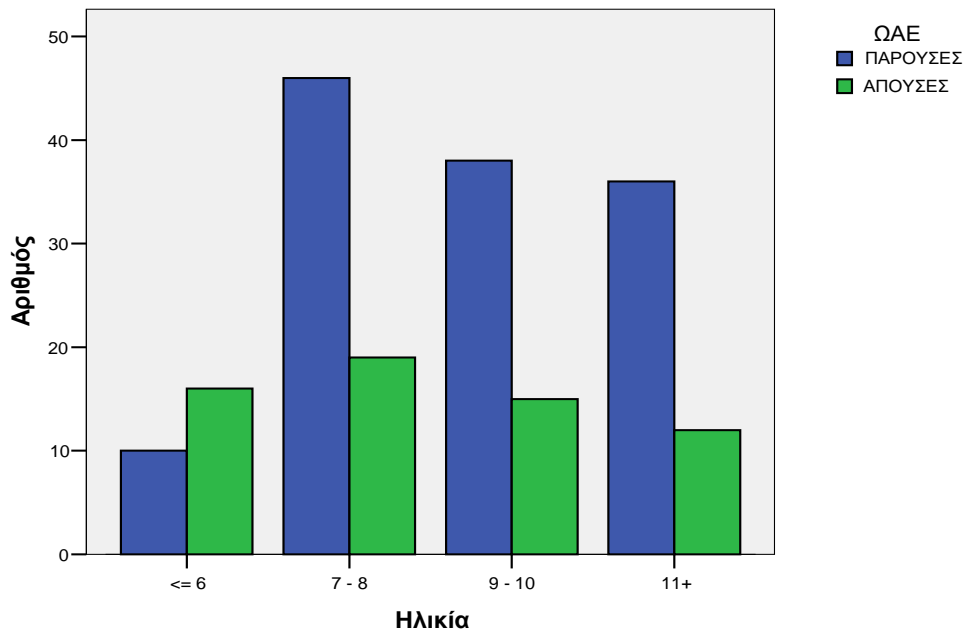
	ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΩΡΛ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ			Σύνολο
	ΚΦ	ΜΕΣΗ ΕΚΚΡΙΤΙΚΗ ΩΤΙΤΙΔΑ	ΟΞΕΙΑ ΜΕΣΗ ΩΤΙΤΙΔΑ	
ΑΠΟΥΣΕΣ ΩΑΕ	ΝΑΙ 45 31,5%	5 31,3%	11 34,4%	61 31,9%
	ΟΧΙ 98 68,5%	11 68,8%	21 65,6%	130 68,1%
Σύνολο	143 100,0%	16 100,0%	32 100,0%	191 100,0%

ΩΑΕ και κάπνισμα γονιών

	ΚΑΠΝΙΣΤΕΣ ΓΟΝΕΙΣ		Σύνολο
	ΟΧΙ	ΝΑΙ	
ΑΠΟΥΣΕΣ ΩΑΕ	ΝΑΙ 33 37,1%	28 27,2%	61 31,8%
	ΟΧΙ 56 62,9%	75 72,8%	131 68,2%
Σύνολο	89 100,0%	103 100,0%	192 100,0%

Σε μονομεταβλητή ανάλυση, το φύλο ($p=0.65$), το κάπνισμα των γονιών ($p=0.16$) καθώς και ιστορικό ΩΡΛ προβλημάτων ($p=0.95$) ή επεμβάσεων ($p=0.43$) δεν συνδεόταν με την απουσία ΩΑΕ. Ωστόσο, παράγοντας που φαίνεται ότι συνδέεται με την απουσία ΩΑΕ ήταν η ηλικία, όπως φαίνεται στο επόμενο γράφημα

Σχέση ηλικίας και ωτοακουστικών εκπομπών



Σε ανάλυση λογιστικής παλινδρόμησης (backward conditional), μόνο η ηλικία συνδεόταν με την ικανότητα παραγωγής ΩΑΕ ($p=0.017$) και εξηγεί μικρό μόνο ποσοστό της διακύμανσης ($R^2 = 0.03$)

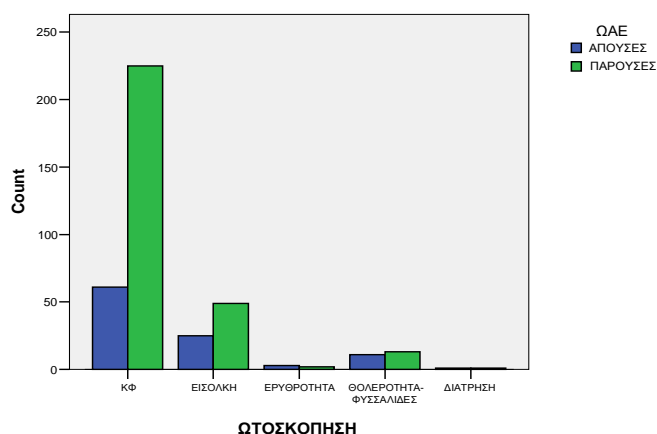
Συσχέτιση ΩΑΕ και ωτοσκοπικών ευρημάτων

Σε παιδιά με παθολογικά ευρήματα κατά την ωτοσκόπηση συχνά δεν μπορούσαν να καταγραφούν ΩΑΕ. Όπως φαίνεται από τον επόμενο πίνακα, **οι ΩΑΕ ήταν απύσες στο 46% των ωτών με παρουσία θολερότητας ή φυσαλίδων κατά την ωτοσκόπηση.**

Αντίθετα, μόνο στο 20% των φυσιολογικών ωτών δεν καταγράφηκαν ΩΑΕ. Η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική ($p= 0.007$)

ΩΤΟΣΚΟΠΗΣΗ και ΩΑΕ

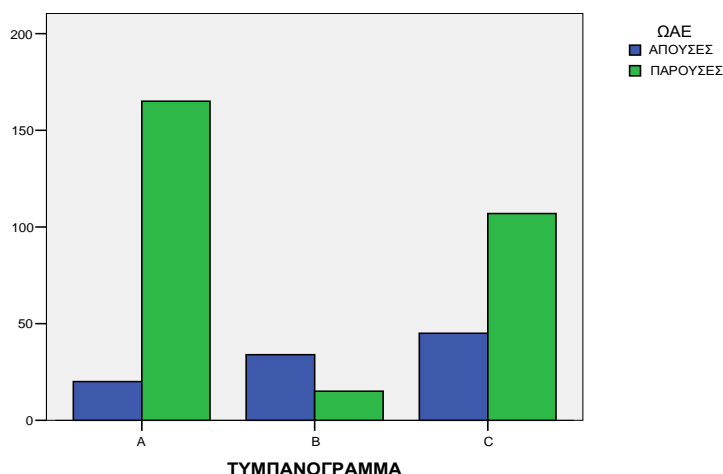
ΩΤΟΣΚΟΠΗΣΗ	ΩΑΕ		Σύνολο
	ΑΠΟΥΣΕΣ	ΠΑΡΟΥΣΕΣ	
ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ Τ. Μ.	61 21,3%	225 78,7%	286 100,0%
ΕΙΣΟΛΚΗ	25 33,8%	49 66,2%	74 100,0%
ΕΡΥΘΡΟΤΗΤΑ	3 60,0%	2 40,0%	5 100,0%
ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ-ΦΥΣΣΑΛΙΔΕΣ	11 45,8%	13 54,2%	24 100,0%
ΔΙΑΤΡΗΣΗ	1 50,0%	1 50,0%	2 100,0%
Σύνολο	101 25,8%	290 74,2%	391 100,0%



Συσχέτιση ΩΑΕ και τυμπανομετρίας

Μεγαλύτερη ακόμα συσχέτιση βρέθηκε ανάμεσα στα αποτελέσματα της τυμπανομετρίας και των ΩΑΕ: Οι ΩΑΕ ήταν απύσες στο 69% των ώτων με τυμπανόγραμμα τύπου B, στο 30% των ώτων με τυμπανόγραμμα τύπου C και μόνο στο 10% των ώτων με τυμπανόγραμμα τύπου A.

	ΩΑΕ		Σύνολο
	ΑΠΟΥΣΕΣ	ΠΑΡΟΥΣΕΣ	
ΤΥΜΠΑΝΟΓΡΑΜΜΑ A	20 10,8%	165 89,2%	185 100,0%
B	34 69,4%	15 30,6%	49 100,0%
C	45 29,6%	107 70,4%	152 100,0%
Σύνολο	99 25,6%	287 74,4%	386 100,0%

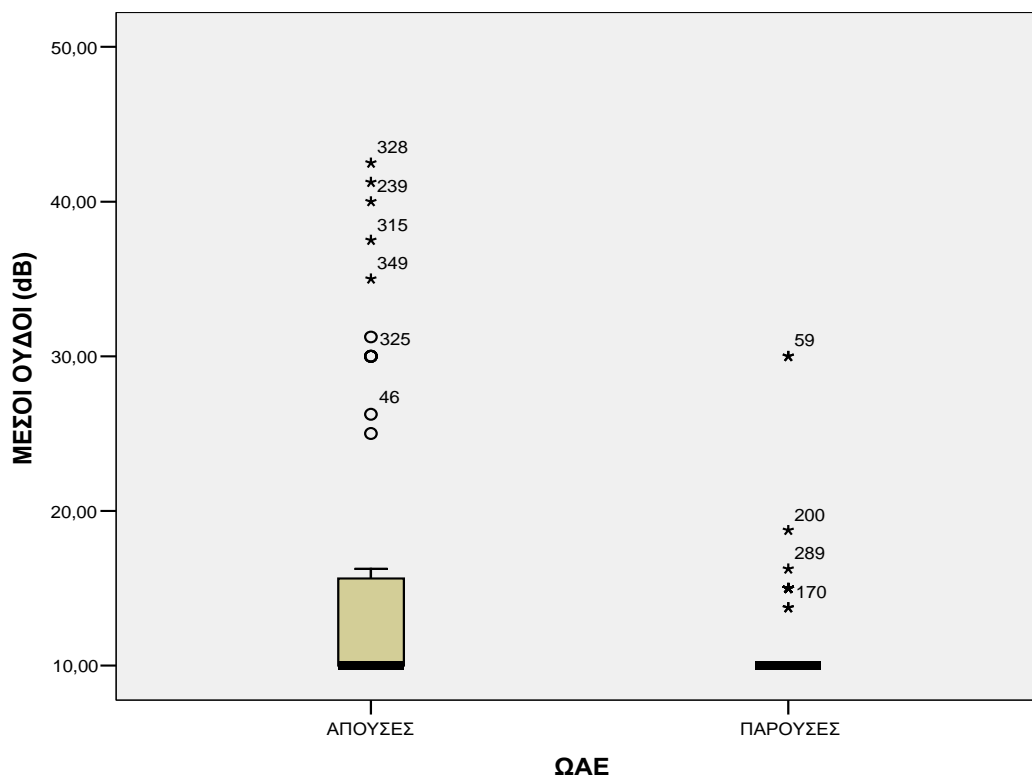


Η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά πολύ σημαντική ($p < 0.001$).

Συσχέτιση ΩΑΕ και ακουογράμματος

Τα παιδιά στα οποία δεν καταγράφηκαν ΩΑΕ είχαν χειρότερη ακοή από εκείνα στα οποία καταγράφηκαν ΩΑΕ. Συγκεκριμένα, ο μέσος ουδός όταν **καταγράφηκαν ΩΑΕ ήταν 11.2 dB** με σταθερή απόκλιση 10.3 και 95% ΔΕ από 10.6 ως 11.8 dB, ενώ στις περιπτώσεις όπου δεν καταγράφηκαν ΩΑΕ ο μέσος ουδός ήταν **16.18 dB**, σταθερή απόκλιση 9.51 και 95%

ΔΕ από 13.7 ως 18.6 dB. Η διαφορά ήταν στατιστικά πολύ σημαντική ($p < 0.0001$). Πιο σημαντικό ακόμα, όπως φαίνεται από τον επόμενο πίνακα είναι **ότι ΩΔΕ δεν καταγράφηκαν σε κανένα παιδί με ακοή χειρότερη από 30 dB.**



Ο ρόλος των ΩΑΕ σε μοντέλο προληπτικού ελέγχου

Όπως αναφέρθηκε αρχικά, η σημασία των ΩΑΕ στον προληπτικό έλεγχο παιδιών σχολικής ηλικίας έγκειται στην δυνατότητά τους να διαγνώσουν ανεξάρτητα τόσο απώλεια ακοής όσο και διαταραχές μέσου ωτός. Στην περίπτωση αυτή ωστόσο δεν αρκεί η απλή στατιστική συσχέτιση, όπως φάνηκε στις προηγούμενες παραγράφους, καθώς από μια διαγνωστική μέθοδο τα κριτήρια είναι πιο αυστηρά – και συγκεκριμένα η ύπαρξη υψηλής ευαισθησίας και ειδικότητας.

Α) Στις διαταραχές μέσου ωτός (σε 196 παιδιά / 392 ώτα)

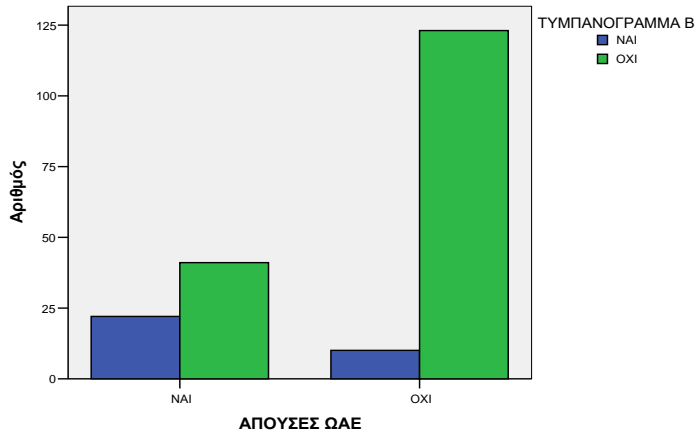
Σε ότι αφορά τις διαταραχές μέσου ωτός, χρησιμοποιώντας σαν κριτήριο τα παθολογικά ευρήματα της ωτοσκόπησης, οι ΩΑΕ ήταν απύσες 2.26 φορές συχνότερα σε περίπτωση παθολογικής τυμπανικής μεμβράνης (odds ratio 2.27, 95% ΔΕ 1.4 ως 3.7), $p = 0.0008$. Ωστόσο, ως διαγνωστική μέθοδος, έδειξαν μέτρια ικανότητα στον διαχωρισμό φυσιολογικής από παθολογικής τυμπανικής μεμβράνης, ως εξής

		ΩΤΟΣΚΟΠΗΣΗ		Σύνολο
		ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ	ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗ	
ΩΑΕ	ΑΠΟΥΣΕΣ	61 60,4%	40 39,6%	101 100,0%
	ΠΑΡΟΥΣΕΣ	225 77,6%	65 22,4%	290 100,0%
Σύνολο		286 73,1%	105 26,9%	391 100,0%

Η **ευαισθησία ήταν σχετικά χαμηλή (38%)** καθώς ήταν παρούσες σε 65 από τα 105 παιδιά με παθολογικά ευρήματα στην ωτοσκόπηση, αν και η **ειδικότητα τους ήταν 79%**.

Σε ότι αφορά τη διάγνωση της ΜΕΩ (χρησιμοποιώντας σαν κριτήριο την παρουσία τυμπανογράμματος τύπου Β σε ένα τουλάχιστον ουσ), οι ΩΑΕ είχαν καλύτερα χαρακτηριστικά. Από τα 32 παιδιά με τύπου Β τυμπανόγραμμα, οι ΩΑΕ ανακάλυψαν τα 22. Με άλλα λόγια, ήταν 6.6 φορές πιθανότερο να μην καταγραφούν ΩΑΕ σε ώτα με τυμπανόγραμμα τύπου Β (odds ratio 6.6, 95% ΔΕ από 2.9 ως 14.8, $p < 0.0001$). Η **ειδικότητα τους συνεπώς στη διάγνωση ΜΕΩ (με βάση τύπου Β τυμπανόγραμμα) ήταν 75%**, (95%ΔΕ από 72 ως 77%) και η **ευαισθησία τους 69%** (95% ΔΕ από 53 ως 81%)

		ΤΥΜΠΑΝΟΓΡΑΜΜΑ Β		Σύνολο
		ΝΑΙ	ΟΧΙ	
ΑΠΟΥΣΕΣ ΩΑΕ	ΝΑΙ	22 34,9%	41 65,1%	63 100,0%
	ΟΧΙ	10 7,5%	123 92,5%	133 100,0%
Σύνολο		32 16,3%	164 83,7%	196 100,0%

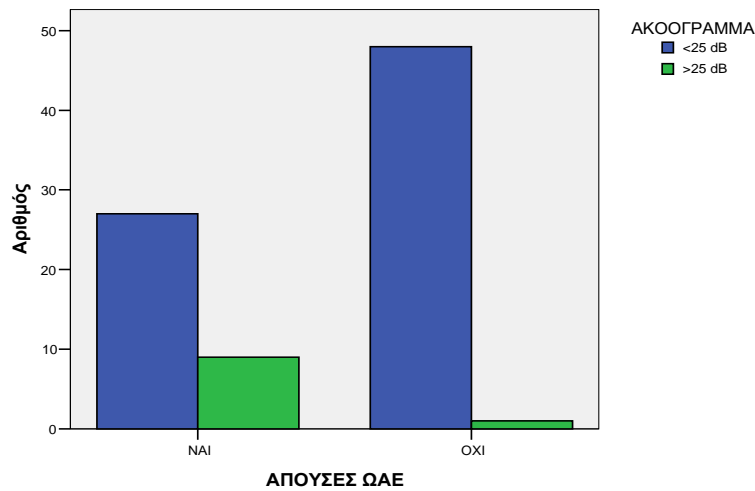


Β) Στη βαρηκοΐα (σε 85 παιδιά)

Κανένα παιδί με βαρηκοΐα πάνω από 30 dB δεν παρήγαγε ΩΑΕ. Εννιά από τα 10 παιδιά με ακοή χειρότερη από 25 dB είχαν απύσες Ωτοακουστικές εκπομπές. Κατά συνέπεια, χρησιμοποιώντας μόνο ΩΑΕ, είμαστε σε θέση να ανακαλύψουμε σχεδόν όλα τα παιδιά με βαρηκοΐα. Με άλλα λόγια, σε ότι αφορά την ακοή, οι ΩΑΕ έχουν **100% ευαισθησία στη διάγνωση βαρηκοΐας πάνω από 30dB** ενώ είναι **εξαιρετικά ευαίσθητες στην διάγνωση βαρηκοΐας πάνω από 25 dB**, με ευαισθησία **90%** (95% ΔΕ: 61 ως 98 %) και ειδικότητα **64%** (95% ΔΕ από 60 ως 65%). Η αρνητική διαγνωστική ικανότητα ήταν **98%** και η θετική **25%**. Η τιμή του kappa statistic είναι 0.25.

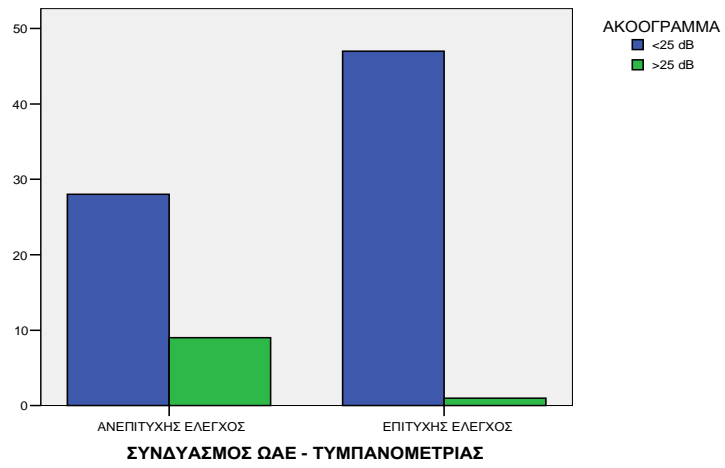
		ΑΚΟΟΓΡΑΜΜΑ		Σύνολο
		<25 dB	>25 dB	
ΑΠΟΥΣΕΣ ΩΑΕ	ΝΑΙ	27 75,0%	9 25,0%	36 100,0%
	ΟΧΙ	48 98,0%	1 2,0%	49 100,0%
Σύνολο		75 88,2%	10 11,8%	85 100,0%

p=0.001



Φαίνεται λογικό, με βάση τα παραπάνω, ο συνδυασμός τυμπανομετρίας και ΩΑΕ σε μια δοκιμασία προληπτικού ελέγχου για παιδική βαρηκοΐα και ΜΕΩ. Αν χρησιμοποιηθεί σαν κριτήριο του προληπτικού ελέγχου η τυμπανομετρία τύπου Β σε συνδυασμό με αδυναμία παραγωγής ΩΑΕ (σε ένα τουλάχιστον ουσ) βλέπουμε ότι 37 παιδιά θα έχουν θετικά αποτελέσματα. **Ο συνδυασμός ωστόσο αυτός δεν φαίνεται να προσφέρει κάποιο πλεονέκτημα έναντι της χρήσης των ΩΑΕ αποκλειστικά**, καθώς τα αποτελέσματα είναι ακριβώς τα ίδια- ανακαλύπτονται τα 9 από τα δέκα παιδιά με ακοή χειρότερη από 25 dB, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, ενώ η ευαισθησία και ειδικότητα δεν βελτιώνονται, σε σχέση με την χρήση μόνο ΩΑΕ.

	ΑΚΟΟΓΡΑΜΜΑ		Σύνολο
	<25 dB	>25 dB	
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΩΑΕ - ΑΝΕΠΙΤΥΧΗΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	28	9	37
ΤΥΜΠΑΝΟΜΕΤΡΙΑΣ	75,7%	24,3%	100,0%
ΕΠΙΤΥΧΗΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	47	1	48
	97,9%	2,1%	100,0%
Σύνολο	75	10	85
	88,2%	11,8%	100,0%



ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Πολύ σύντομα μετά την ανακάλυψή τους έγινε φανερός ο δυνητικός ρόλος των ωτοακουστικών εκπομπών στον προληπτικό έλεγχο νεογνών για βαρηκοΐα – και σήμερα στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες υπάρχουν προγράμματα καθολικού ελέγχου των νεογνών που βασίζονται στη χρήση τους⁴³. Ωστόσο, η συχνότερη αιτία παιδικής βαρηκοΐας είναι η μέση εκκριτική ωτίτιδα⁸⁹ που εμφανίζεται σε μεγαλύτερες ηλικίες. Η μέση εκκριτική ωτίτιδα, αν και συνήθως αυτοιάται, σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα στην ανάπτυξη των λεκτικών ικανοτήτων του παιδιού, καθώς και προβλήματα στη συμπεριφορά και στην ανάπτυξη του συνολικά. Είναι σαφές λοιπόν ότι ένα πρόγραμμα προληπτικού ελέγχου που θα αποσκοπούσε στη διάγνωση της μέτριας βαρύτητας βαρηκοΐας που συνδέεται με την ΜΕΩ θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμο. Τέτοια πρωτόκολλα υπάρχουν ήδη σε ορισμένες χώρες και βασίζονται συνήθως στην τυμπανομετρία και σπανιότερα σε ταχεία ακοομετρία από μη ειδικούς σε σχολεία ή παιδικούς σταθμούς. Ωστόσο, η χρήση της τυμπανομετρίας είναι ευαίσθητη στην απλή παρουσία υγρού στο μέσο ους, αλλά δεν μπορεί να ξεχωρίσει τα παιδιά με σημαντική απώλεια ακοής σαν αποτέλεσμα του υγρού αυτού, που είναι τα παιδιά σε κίνδυνο για μαθησιακές δυσκολίες και που είναι αυτά που πιθανώς θα χρειαστούν θεραπεία¹²⁸.

Στον πληθυσμό της Αργολίδας εδώ και μερικά χρόνια εφαρμόζεται ένα πρόγραμμα προληπτικού ελέγχου που βασίζεται στην τυμπανομετρία που συμπληρώνεται σε μερικές περιπτώσεις από ακοομετρία^{96, cxxxix}. Η μελέτη αυτή έγινε για την εξακρίβωση της βιωσιμότητας ενός προγράμματος προληπτικού ελέγχου που θα βασίζεται στις ΠΠΩΕ, καθώς και στη σύγκριση των αποτελεσμάτων με την χρήση τυμπανομετρίας και ακοομετρίας.

Καθώς πρόκειται για προληπτικό έλεγχο και όχι για διαγνωστικό τεστ, είναι σαφές ότι η ευαισθησία είναι πιο σημαντική από την ειδικότητα – με άλλα λόγια είναι σημαντικό να βρεθούν όλα τα παιδιά με πιθανό πρόβλημα, έστω και με τον κίνδυνο να αυξηθούν τα ψευδώς θετικά. Με αυτή τη φιλοσοφία χρησιμοποιήθηκε το τυμπανόγραμμα τύπου Β ή C (τόσο C1 όσο C2) στον αρχικό έλεγχο. Βρέθηκε ότι το 52% των παιδιών είχαν τυμπανογράμματα τύπου Β ή C, ενώ το 12% είχαν τυμπανόγραμμα τύπου Β. Τα αποτελέσματα αυτά είναι ελαφρά ανώτερα από ότι σε προηγούμενες μελέτες σε αντίστοιχους πληθυσμούς^{cx1} (7% τύπου Β και 27% τύπου Β + C1 C2), αν και σημαντικά ανώτερα από τα αποτελέσματα της προηγούμενης μελέτης στον ίδιο πληθυσμό⁹⁶. Η σχετικά αυξημένη ατή συχνότητα πιθανώς εξηγείται από τον χρόνο κατά τον οποίο έγινε η εξέταση – δηλαδή Φεβρουάριο και Μάρτιο, δηλαδή σε εποχή με μέγιστη επίπτωση ΜΕΩ. Σε 26% των ωτών υπήρχε ωτοσκοπικά ορατή παθολογία – εισολκή, θολερότητα, φουσαλίδες, ερυθρότητα ή διάτρηση. Η συχνότητα αυτή,

συμβαδίζει με τα αποτελέσματα της τυμπανομετρίας. 11% των παιδιών είχαν παθολογικά αποτελέσματα στην ακουομετρία – οριακά μεγαλύτερη από ότι στη μελέτη του Driscoll (8.9%). Σημαντικό είναι ότι μόνο στα μισά από αυτά (6 από τα 10) η βαρηκοΐα ήταν αμφοτερόπλευρη.

Σημαντικό εύρημα αυτής της μελέτης είναι ότι είναι εφικτός ο μαζικός έλεγχος με ωτοακουστικές εκπομπές σε σχολεία: Ο χρόνος εξέτασης ανά παιδί δεν ήταν περισσότερος από 2 με 3 λεπτά, ενώ ωτοακουστικές εκπομπές ελέχθησαν σε όλα τα παιδιά, παρά την απουσία πλήρως ηχομονωμένου χώρου. Δεν καταγράφηκαν ωτοακουστικές εκπομπές στο ένα τέταρτο περίπου των ωτών (26%) ενώ ήταν απύσες σε ένα τουλάχιστον ουσ στο ένα τρίτο των εξετασθέντων παιδιών (32%). Έλεγχος βασισμένος στην απουσία τους θα οδηγούσε συνεπώς στην παραπομπή για περαιτέρω έλεγχο των 63 από τα 196 παιδιά. Μελέτες που έγιναν προηγουμένως σε παιδιά ίδιας ηλικίας, όπως των Nozza³⁵ έδειξαν μικρότερο ποσοστό (10%), ενώ η μελέτη των Driscoll, Kei και McPherson¹⁴⁰ είχε ποσοστά μη καταγραφής 21%, ενώ άλλες έδειξαν απουσία ΩΑΕ στο 40%^{cxli} ως 10%³⁵. Οι παράγοντες που συνδέονται με μη καταγραφή στη μελέτη μας ήταν η ηλικία με παιδιά μικρότερης ηλικίας να δείχνουν μεγαλύτερη επίπτωση μη καταγραφής ωτοακουστικών εκπομπών. Αυτό είναι σε συμφωνία με όσα είναι γενικά γνωστά για την ΜΕΩ, αν και σε άλλες¹⁴⁰ μόνο το ιστορικό προηγούμενων ωτίτιδων ή το ιστορικό περιγεννητικών προβλημάτων και νοσηλείας σε μονάδα εντατικής θεραπείας¹⁴¹ συνδεόταν με μη καταγραφή ωτοακουστικών εκπομπών.

Στη μελέτη μας βρέθηκε ότι παιδιά με τυμπανόγραμμα τύπου Β είχαν απουσία ωτοακουστικών εκπομπών σε ποσοστό 69% έναντι στο 10% των ωτών με τυμπανόγραμμα τύπου Α. Αυτό το αποτέλεσμα είναι μεταξύ του 90% που βρήκε ο Van Cauwenberge⁷⁶ και του 52% που βρήκε ο Amedee⁷⁷. Σε κάθε περίπτωση η συσχέτιση μεταξύ ΜΕΩ και μη καταγραφής ωτοακουστικών εκπομπών είναι πολύ ισχυρή. Ακόμα ισχυρότερη ήταν η συσχέτιση μεταξύ βαρηκοΐας και μη καταγραφής – καθώς σε κανένα παιδί με ακοή χειρότερη από 30 dB δεν καταγράφηκαν ωτοακουστικές εκπομπές και μόνο 1 από τα 9 παιδιά με ουδούς χειρότερες από 25 dB παρήγαγε ωτοακουστικές εκπομπές.

Η σημασία αυτής της μελέτης βρίσκεται στον έλεγχο του κατά πόσο μπορούν οι ωτοακουστικές εκπομπές, σαν μοναδική εξέταση, να αντικαταστήσουν ωτοσκόπηση, τυμπανομετρία και ακουομετρία, σαν πρώτη εξέταση προληπτικού ελέγχου (screening). Φαίνεται ότι αυτό είναι εφικτό σε ότι αφορά την ακουομετρία, αλλά όχι την τυμπανομετρία και την ωτοσκόπηση: Πιο συγκεκριμένα, με τη χρήση ωτοακουστικών εκπομπών βρέθηκαν όλα τα παιδιά με βαρηκοΐα πάνω από 30 dB και τα 9 από τα 10 παιδιά με βαρηκοΐα πάνω από

25 dB (ευαισθησία 90 και 100% αντίστοιχα, και ειδικότητα 64%). Με άλλα λόγια, είναι δυνατό με τις ωτοακουστικές εκπομπές να ελέγξουμε με ακούγραμμα μόνο 36 από τα 86 παιδιά – αποφεύγοντας έτσι τον έλεγχο στα 60% των παιδιών – και διατηρώντας την βεβαιότητα ότι κανένα παιδί δεν θα έχει ακοή χειρότερη από 30 dB. Ωστόσο, σε αντίθεση με ότι θα περιμέναμε, δεν έχουμε τα ίδια αποτελέσματα αν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε τις ΠΠΩΕ για τον έλεγχο του μέσου ωτός, καθώς η ευαισθησία μειώνεται σημαντικά, σε 38% για τυμπανοσκοπικά ορατές ανωμαλίες και 69% για τυμπανόγραμμα τύπου Β. Είναι σαφές συνεπώς ότι η χρήση τους θα οδηγούσε σε μη ανεύρεση σημαντικού αριθμού παιδιών με παθολογία.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- 1) Η χρήση παροδικά προκλητών ωτοακουστικών εκπομπών στα πλαίσια ενός προγράμματος μαζικού προληπτικού ελέγχου σε παιδιά σχολικής ηλικίας είναι πρακτικά εφαρμόσιμη.
- 2) Σε ένα τέτοιο πληθυσμό δεν καταγράφηκαν παροδικά προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές σε 20% των παιδιών αμφοτερόπλευρα και σε 32% σε ένα τουλάχιστον ους, με μεγαλύτερα ποσοστά σε μικρότερες ηλικίες ($p=0.017$)
- 3) Η απουσία ωτοακουστικών εκπομπών συνδέεται ισχυρά με ορατές αλλοιώσεις στην τυμπανική μεμβράνη (odds ratio 2.26, $p = 0.008$), με τυμπανόγραμμα τύπου B (odds ratio 6.6, $p<0.0001$) καθώς και με ακοή χειρότερη από 25 dB (odds ratio \rightarrow 6.6 $p<0.0001$).
- 4) Οι παροδικά προκλητές ωτοακουστικές εκπομπές έχουν εξαιρετική ευαισθησία (90-100 %) στη διάγνωση βαρηκοΐας πάνω από 25/30 dB
- 5) Αντίθετα, οι ΠΠΩΕ έχουν μέτρια ευαισθησία στη διάγνωση προβλημάτων μέσου ωτός (ευαισθησία από 38 – 69%)
- 6) Με βάση τα παραπάνω φαίνεται ότι οι ΠΠΩΕ είναι πολύ χρήσιμες στα πλαίσια προληπτικού ελέγχου για την παιδική βαρηκοΐα, ωστόσο, η χρησιμότητά τους για τη διάγνωση διαταραχών μέσου ωτός στον ίδιο πληθυσμό είναι περιορισμένη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΦΟΡΜΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΩΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ

ΑΑ _____

ΟΝΟΜΑ _____

ΕΠΩΝΥΜΟ _____

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΝΝΗΣΕΩΣ _____

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ _____

ΣΗΜΕΙΩΣΤΕ ΜΕ ΚΥΚΛΟ ΟΤΙ ΙΣΧΥΕΙ

ΩΤΟΣΚΟΠΗΣΗ

Δυνατη	ΚΦ Υγρο/Φυσσαλιδες/ακίνητη ΤΜ Διατρηση ΤΜ Ωτοροια Άλλη βλαβη (σημειώστε) _____
Αδύνατη	Μη συνεργάσιμο παιδί Μη αφαιρούμενο ξένο σώμα

ΤΥΜΠΑΝΟΓΡΑΜΜΑ

Δυνατό Τυπος	A B C	Αδύνατο	
Ευρος (Tw)	_____		>200
Πίεση Κορυφής (TPP)	_____		<150
Στατική Αντίσταση (Ytm)	_____		<0.4

ΩΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ

Δυνατές	Αδύνατες	
Θορυβος (dB)		
Αναπαραγωγιμότητα Κυματος (WR 2KHz _____)		>50%
Ευρος Κυματος (OAE amplitude – OAE) _____		>7
Λόγος Απαντησης/θορύβου (OAE/N ratio) _____		>1

1.

**ΑΝ ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ ΩΤΟΣΚΟΠΗΣΗ = ΚΦ ΚΑΙ ΤΥΜΠ = Α ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΑ T_w , T_{PP} Y_{tm}
ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΑ ΟΑΕ, WR , ΟΑΕ/Ν ΤΟΤΕ ΠΡΟΧΩΡΗΣΤΕ ΣΕ ΑΚΟΟΓΡΑΜΜΑ**

ΕΠΙΣΥΝΑΨΤΕ ΑΚΟΟΓΡΑΜΜΑ ΣΕ ΠΙΣΩ ΣΕΛΙΔΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα χαρακτηριστικά των ωτοακουστικών εκπομπών που τις καθιστούν άριστο μέσο προληπτικού ελέγχου σε νεογνά θα μπορούσαν να ήταν χρήσιμα και για τον έλεγχο παιδιών μεγαλύτερης ηλικίας. Η μέση εκκριτική ωτίτιδα είναι η συχνότερη αιτία βαρηκοΐας σε παιδιά σχολικής ηλικίας . Η έγκαιρη διάγνωση της στα πλαίσια ενός προγράμματος προληπτικού ελέγχου είναι σημαντική, αντίστοιχα με αυτή της ανακάλυψης προβλημάτων ακοής σε νεογνά. Η μελέτη αυτή έγινε με σκοπό να ελέγξει το ρόλο τους στα πλαίσια ενός προγράμματος προληπτικού ελέγχου σε σχολεία.

Από το έλεγχο 196 παιδιών, σε 20 % δεν καταγράφησαν ωτοακουστικές εκπομπές αμφοτερόπλευρα και σε 32% σε ένα τουλάχιστον ουσ. Τα πιο μικρά σε ηλικία παιδιά είχαν μεγαλύτερη συχνότητα μη καταγραφής ωτοακουστικών εκπομπών. Η απουσία αυτών συνδεόταν με ορατές ωτοσκοπικά ανωμαλίες της τυμπανικής μεμβράνης καθώς και με τυμπανόγραμμα τύπου Β και (λιγότερο) C.

Σαν μοναδικό μέσο ελέγχου, οι ωτοακουστικές εκπομπές είχαν ευαισθησία 90% και 64% ειδικότητα στην διάγνωση βαρηκοΐας πάνω από 25dB στον πληθυσμό αυτό, στοιχεία που δεν βελτιώνονται με την προσθήκη της τυμπανομετρίας. Αυτά τα χαρακτηριστικά τους τις καθιστούν δυνητικά χρήσιμες για τον μαζικό προληπτικό έλεγχο (screening) παιδιών σε σχολεία και δημιουργούν τις προϋποθέσεις για νέες μελέτες.

SUMMARY

The characteristics of otoacoustic emissions that make them ideally suited for mass screening of newborns for hearing loss could potentially be useful for screening of older children. Otitis media with effusion is the commonest cause of hearing loss in school age children. Timely diagnosis of OME and hearing loss as part of a screening program could be potentially as important. This study was performed in order to assess the role of OAE in a screening program for middle ear disorders and hearing loss in school age children.

196 children were evaluated with OAE, and 20% failed in both ears, while in 32% OAE could not be produced in at least one ear. The incidence of OAE was lower in younger children. The absence of OAE was highly correlated with TM changes in otoscopy and the presence of type B (and less type C) tympanometry. As the only screening method, OAE had 90% sensitivity and 64% specificity in diagnosing hearing loss more than 25dB, which did not improve by adding tympanometry in the screening protocol. These results suggest strongly the potential usefulness of OAE in screening school age children and could be further assessed in future studies.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ⁱ Paradise JL, Feldman HM, Campbell TF, Dollaghan CA, Colborn DK, Bernard BS, Rockette HE, Janosky JE, Pitcairn DL, Sabo DL, Kurs-Lasky M, Smith CG. Effect of early or delayed insertion of tympanostomy tubes for persistent otitis media on developmental outcomes at the age of three years
- ⁱⁱ Rach GH, Zielhuis GA, van Baarle PW, van den Broek P. The effect of treatment with ventilating tubes on language development in preschool children with otitis media with effusion. *Clin Otolaryngol Allied Sci.* 1991 Apr;16(2):128-32
- ⁱⁱⁱ Maw R, Wilks J, Harvey I, Peters TJ, Golding J. Early surgery compared with watchful waiting for glue ear and effect on language development in preschool children: a randomised trial. *Lancet.* 1999 Mar 20;353(9157):960-3
- ^{iv} Kemp DT Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acoust Soc Am.* 1978 Nov;64(5):1386-91
- ^v Kemp DT Otoacoustic Emission, p 81 in Ludman and Wright, *Diseases of the Ear*, 6th Edition, Arnold Press, London 2002
- ^{vi} Von Békésy The vibration of the cochlear partition in anatomical preparation and in models of the inner ear *Journal of Acoustic American Society* 1949; (21) 233-245
- ^{vii} Davis H An active process in cochlear mechanics. *Hear Res.* 1983 Jan;9(1):79-90
- ^{viii} Bronwell WE Observations on a motile response in isolated outer hair cells In Webster W Aitkin L eds *Mechanism of hearing.* Clayton Australia: Monash University Press 1998
- ^{ix} Santos-Sacchi J Reversible inhibition of voltage-dependent outer hair cell motility and capacitance. *J Neurosci.* 1991 Oct;11(10):3096-110
- ^x Kalinec F, Holley MC, Iwasa KH, Lim DJ, Kachar B. A membrane-based force generation mechanism in auditory sensory cells. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1992 Sep 15;89(18):8671-5
- ^{xi} Iwasa KH, Chadwick RS. Elasticity and active force generation of cochlear outer hair cells. *J Acoust Soc Am.* 1992 Dec;92(6):3169-73
- ^{xii} Dallos P, Wang CY. Bioelectric correlates of kanamycin intoxication. *Audiology.* 1974;13(4):277-89
- ^{xiii} Mammano F, Ashmore JF. Reverse transduction measured in the isolated cochlea by laser Michelson interferometry. *Nature.* 1993 Oct 28;365(6449):838-41.
- ^{xiv} David Kemp Otoacoustic Emission, p 84 in Ludman and Wright, *Diseases of the Ear*, 6th Edition, Arnold Press, London

-
- ^{xv} Keilson SE, Khanna SM, Ulfendahl M, Teich MC. Spontaneous cellular vibrations in the guinea-pig cochlea. *Acta Otolaryngol.* 1993 Sep;113(5):591-7
- ^{xvi} Kemp DT Otoacoustic emissions, travelling waves and cochlear mechanisms. *Hear Res.* 1986;22:95-104
- ^{xvii} Evans EF, Wilson JP, Borerwe TA Animal models of tinnitus. In Evered D, Lawrenson G, eds *Tinnitus: Ciba foundation symposium London Pitman Books* 108-138
- ^{xviii} McFadden D, Plattsmier HS. Aspirin abolishes spontaneous oto-acoustic emissions. *J Acoust Soc Am.* 1984 Aug;76(2):443-8
- ^{xix} Moulin A, Collet L, Delli D, Morgon A. Spontaneous otoacoustic emissions and sensori-neural hearing loss. *Acta Otolaryngol.* 1991;111(5):835-41.
- ^{xx} Bilger RC, Matthies ML, Hammel DR, Demorest ME. Genetic implications of gender differences in the prevalence of spontaneous otoacoustic emissions. *J Speech Hear Res.* 1990 Sep;33(3):418-32
- ^{xxi} Kok MR, van Zanten GA, Brocaar MP Aspects of spontaneous otoacoustic emissions in healthy newborns *Hear Res.* 1993 Sep;69(1-2):115-23.
- ^{xxii} Haggerty HS, Lusted HS, Morton SC. Statistical quantification of 24-hour and monthly variabilities of spontaneous otoacoustic emission frequency in humans. *Hear Res.* 1993 Oct;70(1):31-49.
- ^{xxiii} Penner MJ, Coles RR. Indications for aspirin as a palliative for tinnitus caused by SOAEs: a case study. *Br J Audiol.* 1992 Apr;26(2):91-6.
- ^{xxiv} Ruggero MA Responses to sound of the basilar membrane of the mammalian cochlea. *Curr Opin Neurobiol.* 1992 Aug;2(4):449-56.
- ^{xxv} Kemp DT, Ryan S Otoacoustic emission tests in neonatal screening programmes. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1991;482:73-84
- ^{xxvi} Kok MR, van Zanten GA, Brocaar MP Growth of evoked otoacoustic emissions during the first days postpartum. A preliminary report. *Audiology.* 1992;31(3):140-9.
- ^{xxvii} Kok MR, van Zanten GA, Brocaar MP Wallenburg HCS Click-evoked oto-acoustic emissions in 1036 ears of healthy newborns. *Audiology.* 1993 Jul-Aug;32(4):213-24
- ^{xxviii} Glatcke TJ, Pafitis IA, Cumminskey C, Herer GR Identification of hearing loss in children using measures of transient evoked otoacoustic emission reproducibility *Am J Audiol* 1995 4(3) :71-86
- ^{xxix} Prieve BA , Fitzgerald TS, Schulte LE Basic characteristics of click –evoked otoacoustic emissions in infants and children *J Acoust Soc An* 102:2860-2870

-
- ^{xxx} Robinette M Clinical Observations with transient evoked otoacoustic emissions with adults
Semin Hear 1992 13: 23-36
- ^{xxxii} Lonsbury-Martin BL, Harris FP, Stagner BB, Hawkins MD, Martin GK. Distortion product emissions in humans. I. Basic properties in normally hearing subjects. Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl. 1990 May;147:3-14.
- ^{xxxiii} Ress BD, Sridhar KS, Balkany TJ, Waxman GM, Stagner BB, Lonsbury-Martin BL Effects of cis-platinum chemotherapy on otoacoustic emissions: the development of an objective screening protocol. Third place--Resident Clinical Science Award 1998.
Otolaryngol Head Neck Surg. 1999 Dec;121(6):693-701
- ^{xxxiiii} Collet L, Gartner M, Veuillet E, Moulin A, Morgon A. Evoked and spontaneous otoacoustic emissions. A comparison of neonates and adults.
Brain Dev. 1993 Jul-Aug;15(4):249-52.
- ^{xxxiv} Lafreniere D, Smurzynski J, Jung M, Leonard G, Kim DO. Otoacoustic emissions in full-term newborns at risk for hearing loss. Laryngoscope. 1993 Dec;103(12):1334-41.
- ^{xxxv} Norton SJ, Widen JE Otoacoustic emissions in Infants and young children Kansa city, MO. International Symposium on otoacoustic emissions: Theory , Application, Technique 1991
- ^{xxxvi} Bergman BM, Gorga MP, Neely ST, Kaminski JR, Beauchaine KL, Peters J. Preliminary descriptions of transient-evoked and distortion-product otoacoustic emissions from graduates of an intensive care nursery. J Am Acad Audiol. 1995 Mar;6(2):150-62.
- ^{xxxvii} Uziel A, Piron JP. Evoked otoacoustic emissions from normal newborns and babies admitted to an intensive care baby unit. Acta Otolaryngol Suppl. 1991;482:85-91; discussion 92-3
- ^{xxxviii} Nozza RJ, Sabo DL, Mandel EM. A role for otoacoustic emissions in screening for hearing impairment and middle ear disorders in school-age children. Ear Hear. 1997 Jun;18(3):227-39.
- ^{xxxix} Qiu WW, Stucker FJ, Welsh LW. Clinical interpretations of transient otoacoustic emissions. Am J Otolaryngol. 1998 Nov-Dec;19(6):370-
- ^{xl} Spektor Z, Leonard G, Kim DO, Jung MD, Smurzynski J. Otoacoustic emissions in normal and hearing-impaired children and normal adults.
Laryngoscope. 1991 Sep;101(9):965-76.
- ^{xli} Johnsen NJ, Parbo J, Elberling C. Evoked acoustic emissions from the human ear. V. Developmental changes. Scand Audiol. 1989;18(1):59-62

-
- ^{xlii} Kemp DT Evidence of mechanical nonlinearity and frequency selective wave amplification in the cochlea. *Arch Otorhinolaryngol.* 1979;224(1-2):37-45
- ^{xliii} Bonfils P, Uziel A, Pujol R. Screening for auditory dysfunction in infants by evoked otoacoustic emissions. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1988 Aug;114(8):887-90.
- ^{xliv} Johnsen NJ, Bagi P, Elberling C. Evoked acoustic emissions from the human ear. III. Findings in neonates. *Scand Audiol.* 1983;12(1):17-24.
- ^{xlv} White KR, Vohr BR, Maxon AB, Behrens TR, McPherson MG, Mauk GW. Screening all newborns for hearing loss using transient evoked otoacoustic emissions. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 1994 Jun;29(3):203-17
- ^{xlvi} Vohr BR, Carty LM, Moore PE, Letourneau K. The Rhode Island Hearing Assessment Program: experience with statewide hearing screening (1993-1996) *J Pediatr.* 1998 Sep;133(3):353-
- ^{xlvii} Gravel JS, Stapells DR. Behavioral, electrophysiologic, and otoacoustic measures from a child with auditory processing dysfunction: case report. *J Am Acad Audiol.* 1993 Nov;4(6):412-9
- ^{xlviii} Stach BA, Wolf SJ, Bland L. Otoacoustic emissions as a cross-check in pediatric hearing assessment: case report. *J Am Acad Audiol.* 1993 Nov;4(6):392-8. Erratum in: *J Am Acad Audiol* 1995 Jan;6(1):112
- ^{xlix} Francois M, Laccourreye L, Huy ET, Narcy P. Hearing impairment in infants after meningitis: detection by transient evoked otoacoustic emissions. *J Pediatr.* 1997 May;130(5):712-7
- ^l Richardson MP, Williamson TJ, Reid A, Tarlow MJ, Rudd PT. Otoacoustic emissions as a screening test for hearing impairment in children recovering from acute bacterial meningitis. *Pediatrics.* 1998 Dec;102(6):1364-8
- ^{li} Samir M, Riad H, Mahgoub M, Awad Z, Kamal N. Transient otoacoustic emissions in children with chronic renal failure. *Clin Otolaryngol Allied Sci.* 1998 Feb;23(1):87-90
- ^{lii} Musiek FE, Bornstein SP, Rintelmann WF. Transient evoked otoacoustic emissions and pseudohypacusis. *J Am Acad Audiol.* 1995 Jul;6(4):293-301
- ^{liii} Qiu WW, Yin SS, Stucker FJ, Welsh LW. Current evaluation of pseudohypacusis: strategies and classification. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1998 Aug;107(8):638-47
- ^{liv} Cullington HE, Brown EJ. Bilateral otoacoustic emissions pass in a baby with Mondini deformity and subsequently confirmed profound bilateral hearing loss. *Br J Audiol.* 1998 Aug;32(4):249-53

-
- ^{lv} Deltenre P, Mansbach AL, Bozet C, Clercx A, Hecox KE. Auditory neuropathy: a report on three cases with early onsets and major neonatal illnesses. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1997 Jan;104(1):17-22
- ^{lvi} Lutman ME, Mason SM, Sheppard S, Gibbin KP. Differential diagnostic potential of otoacoustic emissions: a case study. *Audiology.* 1989;28(4):205-10
- ^{lvii} Psarommatis IM, Tsakanikos MD, Kontorgianni AD, Ntouniadakis DE, Apostolopoulos NK. Profound hearing loss and presence of click-evoked otoacoustic emissions in the neonate: a report of two cases. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 1997 Apr 11;39(3):237-43.
- ^{lviii} Norton SJ Application of transient evoked otoacoustic emissions to pediatric populations. *Ear Hear.* 1993 Feb;14(1):64-73
- ^{lix} Prieve BA, Gorga MP, Neely ST. Otoacoustic emissions in an adult with severe hearing loss. *J Speech Hear Res.* 1991 Apr;34(2):379-85. Erratum in: *J Speech Hear Res* 1991 Jun;34(3):703
- ^{lx} Berlin CI, Hood LJ, Cecola RP, Jackson DF, Szabo P. Does type I afferent neuron dysfunction reveal itself through lack of efferent suppression? *Hear Res.* 1993 Feb;65(1-2):40-50.
- ^{lxi} Doyle KJ, Sininger Y, Starr A. Auditory neuropathy in childhood. *Laryngoscope.* 1998 Sep;108(9):1374-7.
- ^{lxii} Sininger YS Filtering and spectral characteristics of averaged auditory brain-stem response and background noise in infants. *J Acoust Soc Am.* 1995 Oct;98(4):2048-55
- ^{lxiii} Starr A, Picton TW, Sininger Y, Hood LJ, Berlin CI. Auditory neuropathy. *Brain.* 1996 Jun;119 (Pt 3):741-53
- ^{lxiv} Allen GC, Tiu C, Koike K, Ritchey AK, Kurs-Lasky M, Wax MK. Transient-evoked otoacoustic emissions in children after cisplatin chemotherapy. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998 May;118(5):584-8.
- ^{lxv} Katbamna B, Homnick DN, Marks JH. Contralateral suppression of distortion product otoacoustic emissions in children with cystic fibrosis: effects of tobramycin. *J Am Acad Audiol.* 1998 Jun;9(3):172-8.
- ^{lxvi} Mulheran M, Degg C. Comparison of distortion product OAE generation between a patient group requiring frequent gentamicin therapy and control subjects. *Br J Audiol.* 1997 Feb;31(1):5-9

-
- ^{lxvii}Yardley MP, Davies CM, Stevens JC. Use of transient evoked otoacoustic emissions to detect and monitor cochlear damage caused by platinum-containing drugs. *Br J Audiol.* 1998 Oct;32(5):305-16
- ^{lxviii}McPherson B, Kei J, Smyth V, Latham S, Loscher J Feasibility of community-based hearing screening using transient evoked otoacoustic emissions *Public Health.* 1998 May;112(3):147-52
- ^{lxix}Beppu R, Hattori T, Yanagita N. Comparison of TEOAE with Play audiometry for screening hearing problems in children. *Auris Nasus Larynx.* 1997 Oct;24(4):367-71
- ^{lxx}Puria S, Peake WT, Rosowski JJ. Sound-pressure measurements in the cochlear vestibule of human-cadaver ears. *J Acoust Soc Am.* 1997 May;101(5 Pt 1):2754-70
- ^{lxxi}Magnan P, Avan P, Dancer A, Smurzynski J, Probst R. Reverse middle-ear transfer function in the guinea pig measured with cubic difference tones. *Hear Res.* 1997 May;107(1-2):41-5
- ^{lxxii}Puria S, Rosowski JJ (1996) Measurement of reverse transmission in the human middle ear preliminary results in Lewis ER, Long GL, Lyon RF et al eds *Diversity in Auditory mechanics*, Singapore; World Scientific
- ^{lxxiii}Owens JJ, McCoy MJ, Lonsbury-Martin BL, Martin GK Otoacoustic emissions in children with normal ears, middle ear dysfunction, and ventilating tubes. *Am J Otol.* 1993 Jan;14(1):34-40.
- ^{lxxiv}Trine MB, Hirsch JE, Margolis RH. The effect of middle ear pressure on transient evoked otoacoustic emissions. *Ear Hear.* 1993 Dec;14(6):401-7.
- ^{lxxv}Thornton AR, Kimm L, Kennedy CR, Cafarelli-Dees D. External- and middle-ear factors affecting evoked otoacoustic emissions in neonates. *Br J Audiol.* 1993 Oct;27(5):319-27.
- ^{lxxvi}Plinkert PK, Bootz F, Vossieck T. Influence of static middle ear pressure on transiently evoked otoacoustic emissions and distortion products. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 1994;251(2):95-9.
- ^{lxxvii}Trine MB, Hirsch JE, Margolis RH. The effect of middle ear pressure on transient evoked otoacoustic emissions. *Ear Hear.* 1993 Dec;14(6):401-7.
- ^{lxxviii}Owens JJ, , McCoyMJ, Lonsbury-Martin BL, Martin GK Influence of Otitis media on OAE in children *Semin Hear* 1992; 13:53-64
- ^{lxxix}Van Cauwenberge PB, Vinck B, De Vel E, Dhooge I Tympanometry and click evoked otoacoustic emissions in secretory Otitis media: Are C-EOAE really consistently absent in

-
- type B tympanograms? In Lim DJ, Bluestone CV, Casselbrant M et al Recent Advances in Otitis Media ,1995 Hamilton , Ontario BC, Decker 139-141
- ^{lxxx} Amedee RG The effects of chronic otitis media with effusion on the measurement of transiently evoked otoacoustic emissions. *Laryngoscope*. 1995 Jun;105(6):589-95.
- ^{lxxxii} Cullington HE, Kumar BU, Flood LM. Feasibility of otoacoustic emissions as a hearing screen following grommet insertion. *Br J Audiol*. 1998 Feb;32(1):57-62.
- ^{lxxxiii} Richardson HC, Elliott C, Hill J. The feasibility of recording transiently evoked otoacoustic emissions immediately following grommet insertion. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 1996 Oct;21(5):445-8
- ^{lxxxiiii} Wiederhold ML Effects of tympanic membrane modification on DPOAE in the cat ear canal In Dallos P ed: *The mechanics and Biophysics of Hearing* Berlin Springer Verlag 1990
- ^{lxxxv} Wiederhold ML Frequency dependent effect of tympanic membrane loading on reverse middle ear transmission Abstracts of the Fifteenth Midwinter research meeting of the Association for research in otolaryngology (abstract 156)
- ^{lxxxvi} Gorga MP, Neely ST, Bergman BM, Beauchaine KL, Kaminski JR, Peters J, Schulte L, Jesteadt W. A comparison of transient-evoked and distortion product otoacoustic emissions in normal-hearing and hearing-impaired subjects. *J Acoust Soc Am*. 1993 Nov;94(5):2639-48.
- ^{lxxxvii} Prieve BA, Gorga MP, Schmidt A, Neely S, Peters J, Schultes L, Jesteadt W. Analysis of transient-evoked otoacoustic emissions in normal-hearing and hearing-impaired ears. *J Acoust Soc Am*. 1993 Jun;93(6):3308-19
- ^{lxxxviii} Hurley RM, Musiek FE. Effectiveness of transient-evoked otoacoustic emissions (TEOAEs) in predicting hearing level. *J Am Acad Audiol*. 1994 May;5(3):195-203
- ^{lxxxix} Whitehead ML, Lonsbury-Martin BL, Martin GK. The influence of noise on the measured amplitudes of distortion-product otoacoustic emissions. *J Speech Hear Res*. 1993 Oct;36(5):1097-102
- ^{lxxxix} Mathis A, De Min N, Arnold W. Transitory evoked otoacoustic emissions in isolated high frequency, low frequency and middle frequency hearing] *HNO*. 1991 Feb;39(2):55-60
- ^{xc} Robinette MS Frequency specificity of click evoked otoacoustic emissions for SNHL Presentation to the American Speech Language and Hearing association , November 1991
- ^{xcii} Rosenfeld RM, Goldsmith AJ, Tetlus L, Balzano A. Quality of life for children with otitis media. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;123:1049-54

-
- ^{xcii} Schappert SM Office visits for otitis media: United States, 1975-90. *Adv Data*. 1992 Sep 8;(214):1-19.
- ^{xciii} Lous J, Fiellau-Nikolajsen M. Epidemiology and middle ear effusion and tubal dysfunction. A one-year prospective study comprising monthly tympanometry in 387 non-selected 7-year-old children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1981 Dec;3(4):303-17
- ^{xciv} Casselbrant ML, Brostoff LM, Cantekin EI, et al. Otitis media with effusion in preschool children. *Laryngoscope* 1985;95:428-36.
- ^{xcv} Poulsen G, Tos M. Repetitive tympanometric screenings of two-year old children. *Scand Audiol* 1980;9:21-8.
- ^{xcvi} Tos M, Holm-Jensen S, Sorensen CH, Mogensen C. Spontaneous course and frequency of secretory otitis in four-year-old children. *Arch Otolaryngol* 1982;108:4-10.
- ^{xcvii} Fiellau-Nikolajsen M. Epidemiology of secretory otitis media: a descriptive cohort study. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1983;92:172-7.
- ^{xcviii} Casselbrant ML, Brostoff LM, Cantekin EI, et al. Otitis media with effusion in preschool children. *Laryngoscope* 1985;95:428-36.
- ^{xcix} Apostolopoulos K, Xenelis J, Tzagaroulakis A, Kandiloros D, Yiotakis J, Papafragou K. The point prevalence of otitis media with effusion among school children in Greece. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1998 Aug 1;44(3):207-14
- ^c Van Cauwenberge P, Kluyskens P. Some predisposing factors in OME. In: Lim DJ, Bluestone CD, Klein JO, Nelson JD, editors. *Recent advances in otitis media with effusion. Proceedings of the Third International Symposium*. Philadelphia (PA): BC Decker; 1984. p. 28-32.
- ^{ci} Van Cauwenberge PB. Relevant and irrelevant predisposing factors in secretory otitis media. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1984;414:147-53.
- ^{cii} Engel J, Anteunis L, Volovics A, et al. Prevalence rates of otitis media with effusion from 0 to 2 years of age: healthy-born versus high-risk-born infants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1999;47:243-51.
- ^{ciii} Gravel JS, McCarton CM, Ruben RJ. Otitis media in neonatal intensive care unit graduates: a 1-year prospective study. *Pediatrics* 1988;82:44-9.
- ^{civ} Paradise JL, Rockette HE, Colburn K, et al. Otitis media in 2253 Pittsburgh-area infants: prevalence and risk factors during the first two years of life. *Pediatrics* 1997;99:318-33.
- ^{cv} Birch L, Elbrond O. A prospective epidemiological study of secretory otitis media in young children related to the

indoor environment. *Otorhinolaryngology* 1987;49:253–8.

^{cvi} Kraemer MJ, Richardson MA, Weiss NS, et al. Risk factors for persistent middle-ear effusions—otitis media, catarrh, cigarette smoke exposure, and atopy. *JAMA* 1983;249:1022–5.

^{cvii} Pukander JS, Karma PH. Persistence of middle-ear effusion and its risk factors after an acute attack of otitis media with effusion. In: Lim DJ, Bluestone CD, Klein JO, Nelson JD, editors. *Recent advances in otitis media. Proceedings of the Fourth International Symposium*. Toronto (ON): BC Decker Inc; 1988. p. 8–11.

^{cviii} Doyle WJ, Reilly JS, Jardini L, Rovnak S. Effect of palatoplasty on the function of the eustachian tube in children with cleft palate. *Cleft Palate J* 1986;23:63–8.

^{cix} Schwartz DM, Schwartz RH. Acoustic impedance and otoscopic findings in young children with Down's syndrome. *Arch Otolaryngol* 1978;104:652–6.

^{cx} Doyle WJ. A functional-anatomic description of eustachian tube vector relations in four ethnic populations: an osteologic study [PhD dissertation]. Pittsburgh (PA): University of Pittsburgh; 1977.

^{cxii} Dahlberg G, Diamant M. Hereditary character in the cellular system of the mastoid process. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1945;33:378–89.

^{cxiii} Castagno LA, Lavinsky L. Otitis media in children: seasonal changes and socioeconomic level. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002;62:129–34.

^{cxiiii} Bylander A. Upper respiratory tract infection and eustachian tube function in children. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1984;97:343–9.

^{cxv} Sanyal MA, Henderson FW, Stempel EC, et al. Effect of upper respiratory tract infection on eustachian tube ventilatory function in the preschool child. *Pediatrics* 1980;97:11–5.

^{cxvi} Rasmussen F. Protracted secretory otitis media. The impact of familial factors and day-care center attendance. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1993;26:29–37.

^{cxvii} Fiellau-Nikolajsen M. Tympanometry in three-year old children. Type of care as an epidemiological factor in secretory otitis media and tubal dysfunction in unselected populations of three-year old children. *Otorhinolaryngology* 1979;41:193–205.

^{cxviii} Pukander JS, Karma PH. Persistence of middle-ear effusion and its risk factors after an acute attack of otitis media with effusion. In: Lim DJ, Bluestone CD, Klein JO, Nelson JD, editors. *Recent advances in otitis media. Proceedings of the Fourth International Symposium*. Toronto (ON): BC Decker Inc; 1988. p. 8–11.

-
- ^{cxviii} Wald ER, Dashefsky B, Byers C, et al. Frequency and severity of infections in day care. *J Pediatr* 1988;112: 540–6.
- ^{cxix} Etzel RA, Pattishall EN, Haley NJ, et al. Passive smoking and middle-ear effusion among children in day care. *Pediatrics* 1992;90:228–32.
- ^{cxx} Blakley BW, Blakley JE. Smoking and middle-ear disease: are they related? A review article. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995;112:441–6.
- ^{cxxi} Duncan B, Ey J, Holberg CJ, et al. Exclusive breastfeeding for at least 4 months protects against otitis media. *Pediatrics* 1993;91:867–72.
- ^{cxxii} Duffy LC, Faden H, Wasielewski R, et al. Exclusive breastfeeding protects against bacterial colonization and day care exposure to otitis media. *Pediatrics* 1997; 100(4):e7
- ^{cxxiii} Paradise JL, Rockette HE, Colburn K, et al. Otitis media in 2253 Pittsburgh-area infants: prevalence and risk factors during the first two years of life. *Pediatrics* 1997;99:318–33.
- ^{cxxiv} Castagno LA, Lavinsky L. Otitis media in children: seasonal changes and socioeconomic level. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002;62:129–34
- ^{cxxv} Coyte PC, Croxford R, Asche CV, et al. Physician and population determinants of rates of middle-ear surgery in Ontario. *JAMA* 2001;286:2128–35.
- ^{cxxvi} Paradise JL, Feldman HM, Campbell TF, et al. Effect of early or delayed insertion of tympanostomy tubes for persistent otitis media on developmental outcomes at the age of three years. *N Engl J Med* 2001;344:1179–87.
- ^{cxxvii} Rovers MM, Straatman H, Ingels K, et al. The effect of ventilation tubes on language development in infants with otitis media with effusion. A randomized trial. *Pediatrics* 2000;106:E42.
- ^{cxxviii} Maw R, Wilks J, Harvey I, et al. Early surgery compared with watchful waiting for glue ear and effect on language development in preschool children: a randomised trial. *Lancet* 1999;353:960–3.
- ^{cxxix} Bennett KE, Haggard MP, Silva PA, Stewart IA. Behaviour and developmental effects of otitis media with effusion into the teens. *Arch Dis Child* 2001;85:91–5.
- ^{cxx} Takata GS, Chan LS, Shekelle P, et al. Diagnosis, natural history, and late effects of otitis media with effusion. Evidence Report/Technology Assessment: Number 55. AHRQ Publication Number 02-E026. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality; June 2002.

-
- ^{cxxxvi} Rovers MM, Black N, Browning GG, Maw R, Zielhuis GA, Haggard MP. Grommets in otitis media with effusion: an individual patient data meta-analysis. *Arch Dis Child*. 2005 May;90(5):480-5
- ^{cxxxvii} Takata GS, Chan LS, Shekelle P, et al. Diagnosis, natural history, and late effects of otitis media with effusion. Evidence Report/Technology Assessment: Number 55. AHRQ Publication Number 02-E026. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality; June 2002.
- ^{cxxxviii} American Speech-Language-Hearing Association. Guidelines for screening for hearing impairment and middle-ear disorders. *ASHA* 1990;32:17–24.
- ^{cxxxix} Fiellau-Nikolajsen M. Epidemiology of secretory otitis media: a descriptive cohort study. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1983;92:172–7.
- ^{cxxxv} Tos M. Epidemiology and natural history of secretory otitis. *Am J Otol* 1984;5:459–62.
- ^{cxxxvi} Brass D, Watkins P, Kemp DT. Assessment of an implementation of a narrow band, neonatal otoacoustic emission screening method. *Ear Hear*. 1994 Dec;15(6):467-75
- ^{cxxxvii} Driscoll C, Kei J, Bates D, McPherson B. Transient evoked otoacoustic emissions in children studying in special schools. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2002 May 31;64(1):51-60
- ^{cxxxviii} Kei J, Robertson K, Driscoll C, Smyth V, McPherson B, Latham S, Loscher J. Seasonal effects on transient evoked otoacoustic emission screening outcomes in infants versus 6-year-old children. *J Am Acad Audiol*. 2002 Jul-Aug;13(7):392-9
- ^{cxxxix} Xenellis J, Paschalidis J, Georgalas C, Davilis D, Tzagaroulakis A, Ferekidis E. Factors influencing the presence of otitis media with effusion 16 months after initial diagnosis in a cohort of school-age children in rural Greece: A prospective study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2005 Jun 4
- ^{cxl} Driscoll C, Kei J, McPherson B. Outcomes of transient evoked otoacoustic emission testing in 6-year-old school children: a comparison with pure tone screening and tympanometry. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2001 Jan;57(1):67-76.
- ^{cxli} Driscoll C, Kei J, Bates D, McPherson B. Transient evoked otoacoustic emissions in children studying in special schools. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2002 May 31;64(1):51-60

-
- ^{cxli} Paradise JL, Feldman HM, Campbell TF, Dollaghan CA, Colborn DK, Bernard BS, Rockette HE, Janosky JE, Pitcairn DL, Sabo DL, Kurs-Lasky M, Smith CG. Effect of early or delayed insertion of tympanostomy tubes for persistent otitis media on developmental outcomes at the age of three years
- ^{cxli} Rach GH, Zielhuis GA, van Baarle PW, van den Broek P. The effect of treatment with ventilating tubes on language development in preschool children with otitis media with effusion. *Clin Otolaryngol Allied Sci.* 1991 Apr;16(2):128-32
- ^{cxli} Maw R, Wilks J, Harvey I, Peters TJ, Golding J. Early surgery compared with watchful waiting for glue ear and effect on language development in preschool children: a randomised trial. *Lancet.* 1999 Mar 20;353(9157):960-3
- ^{cxli} Kemp DT Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acoust Soc Am.* 1978 Nov;64(5):1386-91
- ^{cxli} Kemp DT Otoacoustic Emission, p 81 in Ludman and Wright, *Diseases of the Ear*, 6th Edition, Arnold Press, London 2002
- ^{cxli} Von Bekesy The vibration of the cochlear partition in anatomical preparation and in models of the inner ear *Journal of Acoustic American Society* 1949; (21) 233-245
- ^{cxli} Davis H An active process in cochlear mechanics. *Hear Res.* 1983 Jan;9(1):79-90
- ^{cxli} Bronwell WE Observations on a motile response in isolated outer hair cells In Webster W Aitkin L eds *Mechanism of hearing.* Clayton Australia: Monash University Press 1998
- ^{cxli} Santos-Sacchi J Reversible inhibition of voltage-dependent outer hair cell motility and capacitance. *J Neurosci.* 1991 Oct;11(10):3096-110
- ^{cxli} Kalinec F, Holley MC, Iwasa KH, Lim DJ, Kachar B. A membrane-based force generation mechanism in auditory sensory cells. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1992 Sep 15;89(18):8671-5
- ^{cxli} Iwasa KH, Chadwick RS. Elasticity and active force generation of cochlear outer hair cells. *J Acoust Soc Am.* 1992 Dec;92(6):3169-73
- ^{cxli} Dallos P, Wang CY. Bioelectric correlates of kanamycin intoxication. *Audiology.* 1974;13(4):277-89
- ^{cxli} Mammano F, Ashmore JF. Reverse transduction measured in the isolated cochlea by laser Michelson interferometry. *Nature.* 1993 Oct 28;365(6449):838-41.
- ^{cxli} David Kemp Otoacoustic Emission, p 84 in Ludman and Wright, *Diseases of the Ear*, 6th Edition, Arnold Press, London

-
- ^{cxli} Keilson SE, Khanna SM, Ulfendahl M, Teich MC. Spontaneous cellular vibrations in the guinea-pig cochlea. *Acta Otolaryngol.* 1993 Sep;113(5):591-7
- ^{cxli} Kemp DT Otoacoustic emissions, travelling waves and cochlear mechanisms. *Hear Res.* 1986;22:95-104
- ^{cxli} Evans EF, Wilson JP, Borerwe TA Animal models of tinnitus. In Evered D, Lawrenson G, eds *Tinnitus: Ciba foundation symposium London Pitman Books* 108-138
- ^{cxli} McFadden D, Plattsmier HS. Aspirin abolishes spontaneous oto-acoustic emissions. *J Acoust Soc Am.* 1984 Aug;76(2):443-8
- ^{cxli} Moulin A, Collet L, Delli D, Morgon A. Spontaneous otoacoustic emissions and sensori-neural hearing loss. *Acta Otolaryngol.* 1991;111(5):835-41.
- ^{cxli} Bilger RC, Matthies ML, Hammel DR, Demorest ME. Genetic implications of gender differences in the prevalence of spontaneous otoacoustic emissions. *J Speech Hear Res.* 1990 Sep;33(3):418-32
- ^{cxli} Kok MR, van Zanten GA, Brocaar MP Aspects of spontaneous otoacoustic emissions in healthy newborns *Hear Res.* 1993 Sep;69(1-2):115-23.
- ^{cxli} Haggerty HS, Lusted HS, Morton SC. Statistical quantification of 24-hour and monthly variabilities of spontaneous otoacoustic emission frequency in humans. *Hear Res.* 1993 Oct;70(1):31-49.
- ^{cxli} Penner MJ, Coles RR. Indications for aspirin as a palliative for tinnitus caused by SOAEs: a case study. *Br J Audiol.* 1992 Apr;26(2):91-6.
- ^{cxli} Ruggero MA Responses to sound of the basilar membrane of the mammalian cochlea. *Curr Opin Neurobiol.* 1992 Aug;2(4):449-56.
- ^{cxli} Kemp DT, Ryan S Otoacoustic emission tests in neonatal screening programmes. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1991;482:73-84
- ^{cxli} Kok MR, van Zanten GA, Brocaar MP Growth of evoked otoacoustic emissions during the first days postpartum. A preliminary report. *Audiology.* 1992;31(3):140-9.
- ^{cxli} Kok MR, van Zanten GA, Brocaar MP Wallenburg HCS Click-evoked oto-acoustic emissions in 1036 ears of healthy newborns. *Audiology.* 1993 Jul-Aug;32(4):213-24
- ^{cxli} Glatke TJ, Pafitis IA, Cumminskey C, Herer GR Identification of hearing loss in children using measures of transient evoked otoacoustic emission reproducibility *Am J Audiol* 1995 4(3) :71-86
- ^{cxli} Prieve BA , Fitzgerald TS, Schulte LE Basic characteristics of click –evoked otoacoustic emissions in infants and children *J Acoust Soc An* 102:2860-2870

-
- ^{cxli} Robinette M Clinical Observations with transient evoked otoacoustic emissions with adults
Semin Hear 1992 13: 23-36
- ^{cxli} Lonsbury-Martin BL, Harris FP, Stagner BB, Hawkins MD, Martin GK. Distortion product emissions in humans. I. Basic properties in normally hearing subjects. Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl. 1990 May;147:3-14.
- ^{cxli} Ress BD, Sridhar KS, Balkany TJ, Waxman GM, Stagner BB, Lonsbury-Martin BL Effects of cis-platinum chemotherapy on otoacoustic emissions: the development of an objective screening protocol. Third place--Resident Clinical Science Award 1998.
Otolaryngol Head Neck Surg. 1999 Dec;121(6):693-701
- ^{cxli} Collet L, Gartner M, Veuillet E, Moulin A, Morgon A. Evoked and spontaneous otoacoustic emissions. A comparison of neonates and adults.
Brain Dev. 1993 Jul-Aug;15(4):249-52.
- ^{cxli} Lafreniere D, Smurzynski J, Jung M, Leonard G, Kim DO. Otoacoustic emissions in full-term newborns at risk for hearing loss. Laryngoscope. 1993 Dec;103(12):1334-41.
- ^{cxli} Norton SJ, Widen JE Otoacoustic emissions in Infants and young children Kansa city, MO. International Symposium on otoacoustic emissions: Theory , Application, Technique 1991
- ^{cxli} Bergman BM, Gorga MP, Neely ST, Kaminski JR, Beauchaine KL, Peters J. Preliminary descriptions of transient-evoked and distortion-product otoacoustic emissions from graduates of an intensive care nursery. J Am Acad Audiol. 1995 Mar;6(2):150-62.
- ^{cxli} Uziel A, Piron JP. Evoked otoacoustic emissions from normal newborns and babies admitted to an intensive care baby unit. Acta Otolaryngol Suppl. 1991;482:85-91; discussion 92-3
- ^{cxli} Nozza RJ, Sabo DL, Mandel EM. A role for otoacoustic emissions in screening for hearing impairment and middle ear disorders in school-age children. Ear Hear. 1997 Jun;18(3):227-39.
- ^{cxli} Qiu WW, Stucker FJ, Welsh LW. Clinical interpretations of transient otoacoustic emissions. Am J Otolaryngol. 1998 Nov-Dec;19(6):370-
- ^{cxli} Spektor Z, Leonard G, Kim DO, Jung MD, Smurzynski J. Otoacoustic emissions in normal and hearing-impaired children and normal adults.
Laryngoscope. 1991 Sep;101(9):965-76.
- ^{cxli} Johnsen NJ, Parbo J, Elberling C. Evoked acoustic emissions from the human ear. V. Developmental changes. Scand Audiol. 1989;18(1):59-62
- ^{cxli} Kemp DT Evidence of mechanical nonlinearity and frequency selective wave amplification in the cochlea. Arch Otorhinolaryngol. 1979;224(1-2):37-45

-
- ^{cxli} Bonfils P, Uziel A, Pujol R. Screening for auditory dysfunction in infants by evoked otoacoustic emissions. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1988 Aug;114(8):887-90.
- ^{cxli} Johnsen NJ, Bagi P, Elberling C. Evoked acoustic emissions from the human ear. III. Findings in neonates. *Scand Audiol.* 1983;12(1):17-24.
- ^{cxli} White KR, Vohr BR, Maxon AB, Behrens TR, McPherson MG, Mauk GW. Screening all newborns for hearing loss using transient evoked otoacoustic emissions. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 1994 Jun;29(3):203-17
- ^{cxli} Vohr BR, Carty LM, Moore PE, Letourneau K. The Rhode Island Hearing Assessment Program: experience with statewide hearing screening (1993-1996) *J Pediatr.* 1998 Sep;133(3):353-
- ^{cxli} Gravel JS, Stapells DR. Behavioral, electrophysiologic, and otoacoustic measures from a child with auditory processing dysfunction: case report. *J Am Acad Audiol.* 1993 Nov;4(6):412-9
- ^{cxli} Stach BA, Wolf SJ, Bland L. Otoacoustic emissions as a cross-check in pediatric hearing assessment: case report. *J Am Acad Audiol.* 1993 Nov;4(6):392-8. Erratum in: *J Am Acad Audiol* 1995 Jan;6(1):112
- ^{cxli} Francois M, Laccourreye L, Huy ET, Narcy P. Hearing impairment in infants after meningitis: detection by transient evoked otoacoustic emissions. *J Pediatr.* 1997 May;130(5):712-7
- ^{cxli} Richardson MP, Williamson TJ, Reid A, Tarlow MJ, Rudd PT. Otoacoustic emissions as a screening test for hearing impairment in children recovering from acute bacterial meningitis. *Pediatrics.* 1998 Dec;102(6):1364-8
- ^{cxli} Samir M, Riad H, Mahgoub M, Awad Z, Kamal N. Transient otoacoustic emissions in children with chronic renal failure. *Clin Otolaryngol Allied Sci.* 1998 Feb;23(1):87-90
- ^{cxli} Musiek FE, Bornstein SP, Rintelmann WF. Transient evoked otoacoustic emissions and pseudohypacusis. *J Am Acad Audiol.* 1995 Jul;6(4):293-301
- ^{cxli} Qiu WW, Yin SS, Stucker FJ, Welsh LW. Current evaluation of pseudohypacusis: strategies and classification. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1998 Aug;107(8):638-47
- ^{cxli} Cullington HE, Brown EJ. Bilateral otoacoustic emissions pass in a baby with Mondini deformity and subsequently confirmed profound bilateral hearing loss. *Br J Audiol.* 1998 Aug;32(4):249-53

-
- ^{cxli} Deltenre P, Mansbach AL, Bozet C, Clercx A, Hecox KE. Auditory neuropathy: a report on three cases with early onsets and major neonatal illnesses. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1997 Jan;104(1):17-22
- ^{cxli} Lutman ME, Mason SM, Sheppard S, Gibbin KP. Differential diagnostic potential of otoacoustic emissions: a case study. *Audiology.* 1989;28(4):205-10
- ^{cxli} Psarommatis IM, Tsakanikos MD, Kontorgianni AD, Ntouniadakis DE, Apostolopoulos NK. Profound hearing loss and presence of click-evoked otoacoustic emissions in the neonate: a report of two cases. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 1997 Apr 11;39(3):237-43.
- ^{cxli} Norton SJ Application of transient evoked otoacoustic emissions to pediatric populations. *Ear Hear.* 1993 Feb;14(1):64-73
- ^{cxli} Prieve BA, Gorga MP, Neely ST. Otoacoustic emissions in an adult with severe hearing loss. *J Speech Hear Res.* 1991 Apr;34(2):379-85. Erratum in: *J Speech Hear Res* 1991 Jun;34(3):703
- ^{cxli} Berlin CI, Hood LJ, Cecola RP, Jackson DF, Szabo P. Does type I afferent neuron dysfunction reveal itself through lack of efferent suppression? *Hear Res.* 1993 Feb;65(1-2):40-50.
- ^{cxli} Doyle KJ, Sininger Y, Starr A. Auditory neuropathy in childhood. *Laryngoscope.* 1998 Sep;108(9):1374-7.
- ^{cxli} Sininger YS Filtering and spectral characteristics of averaged auditory brain-stem response and background noise in infants. *J Acoust Soc Am.* 1995 Oct;98(4):2048-55
- ^{cxli} Starr A, Picton TW, Sininger Y, Hood LJ, Berlin CI. Auditory neuropathy. *Brain.* 1996 Jun;119 (Pt 3):741-53
- ^{cxli} Allen GC, Tiu C, Koike K, Ritchey AK, Kurs-Lasky M, Wax MK. Transient-evoked otoacoustic emissions in children after cisplatin chemotherapy. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998 May;118(5):584-8.
- ^{cxli} Katbamna B, Homnick DN, Marks JH. Contralateral suppression of distortion product otoacoustic emissions in children with cystic fibrosis: effects of tobramycin. *J Am Acad Audiol.* 1998 Jun;9(3):172-8.
- ^{cxli} Mulheran M, Degg C. Comparison of distortion product OAE generation between a patient group requiring frequent gentamicin therapy and control subjects. *Br J Audiol.* 1997 Feb;31(1):5-9

-
- ^{cxli}Yardley MP, Davies CM, Stevens JC. Use of transient evoked otoacoustic emissions to detect and monitor cochlear damage caused by platinum-containing drugs. *Br J Audiol.* 1998 Oct;32(5):305-16
- ^{cxli}McPherson B, Kei J, Smyth V, Latham S, Loscher J Feasibility of community-based hearing screening using transient evoked otoacoustic emissions *Public Health.* 1998 May;112(3):147-52
- ^{cxli}Beppu R, Hattori T, Yanagita N. Comparison of TEOAE with Play audiometry for screening hearing problems in children. *Auris Nasus Larynx.* 1997 Oct;24(4):367-71
- ^{cxli}Puria S, Peake WT, Rosowski JJ. Sound-pressure measurements in the cochlear vestibule of human-cadaver ears. *J Acoust Soc Am.* 1997 May;101(5 Pt 1):2754-70
- ^{cxli}Magnan P, Avan P, Dancer A, Smurzynski J, Probst R. Reverse middle-ear transfer function in the guinea pig measured with cubic difference tones. *Hear Res.* 1997 May;107(1-2):41-5
- ^{cxli}Puria S, Rosowski JJ (1996) Measurement of reverse transmission in the human middle ear preliminary results in Lewis ER, Long GL, Lyon RF et al eds *Diversity in Auditory mechanics*, Singapore; World Scientific
- ^{cxli}Owens JJ, McCoy MJ, Lonsbury-Martin BL, Martin GK Otoacoustic emissions in children with normal ears, middle ear dysfunction, and ventilating tubes. *Am J Otol.* 1993 Jan;14(1):34-40.
- ^{cxli}Trine MB, Hirsch JE, Margolis RH. The effect of middle ear pressure on transient evoked otoacoustic emissions. *Ear Hear.* 1993 Dec;14(6):401-7.
- ^{cxli}Thornton AR, Kimm L, Kennedy CR, Cafarelli-Dees D. External- and middle-ear factors affecting evoked otoacoustic emissions in neonates. *Br J Audiol.* 1993 Oct;27(5):319-27.
- ^{cxli}Plinkert PK, Bootz F, Vossiek T. Influence of static middle ear pressure on transiently evoked otoacoustic emissions and distortion products. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 1994;251(2):95-9.
- ^{cxli}Trine MB, Hirsch JE, Margolis RH. The effect of middle ear pressure on transient evoked otoacoustic emissions. *Ear Hear.* 1993 Dec;14(6):401-7.
- ^{cxli}Owens JJ, , McCoyMJ, Lonsbury-Martin BL, Martin GK Influence of Otitis media on OAE in children *Semin Hear* 1992; 13:53-64
- ^{cxli}Van Cauwenberge PB, Vinck B, De Vel E, Dhooge I Tympanometry and click evoked otoacoustic emissions in secretory Otitis media: Are C-EOAE really consistently absent in

-
- type B tympanograms? In Lim DJ, Bluestone CV, Casselbrant M et al Recent Advances in Otitis Media ,1995 Hamilton , Ontario BC, Decker 139-141
- ^{cxli} Amedee RG The effects of chronic otitis media with effusion on the measurement of transiently evoked otoacoustic emissions. *Laryngoscope*. 1995 Jun;105(6):589-95.
- ^{cxli} Cullington HE, Kumar BU, Flood LM. Feasibility of otoacoustic emissions as a hearing screen following grommet insertion. *Br J Audiol*. 1998 Feb;32(1):57-62.
- ^{cxli} Richardson HC, Elliott C, Hill J. The feasibility of recording transiently evoked otoacoustic emissions immediately following grommet insertion. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 1996 Oct;21(5):445-8
- ^{cxli} Wiederhold ML Effects of tympanic membrane modification on DPOAE in the cat ear canal In Dallos P ed: *The mechanics and Biophysics of Hearing* Berlin Springer Verlag 1990
- ^{cxli} Wiederhold ML Frequency dependent effect of tympanic membrane loading on reverse middle ear transmission Abstracts of the Fifteenth Midwinter research meeting of the Association for research in otolaryngology (abstract 156)
- ^{cxli} Gorga MP, Neely ST, Bergman BM, Beauchaine KL, Kaminski JR, Peters J, Schulte L, Jesteadt W. A comparison of transient-evoked and distortion product otoacoustic emissions in normal-hearing and hearing-impaired subjects. *J Acoust Soc Am*. 1993 Nov;94(5):2639-48.
- ^{cxli} Prieve BA, Gorga MP, Schmidt A, Neely S, Peters J, Schultes L, Jesteadt W. Analysis of transient-evoked otoacoustic emissions in normal-hearing and hearing-impaired ears. *J Acoust Soc Am*. 1993 Jun;93(6):3308-19
- ^{cxli} Hurley RM, Musiek FE. Effectiveness of transient-evoked otoacoustic emissions (TEOAEs) in predicting hearing level. *J Am Acad Audiol*. 1994 May;5(3):195-203
- ^{cxli} Whitehead ML, Lonsbury-Martin BL, Martin GK. The influence of noise on the measured amplitudes of distortion-product otoacoustic emissions. *J Speech Hear Res*. 1993 Oct;36(5):1097-102
- ^{cxli} Mathis A, De Min N, Arnold W. Transitory evoked otoacoustic emissions in isolated high frequency, low frequency and middle frequency hearing] *HNO*. 1991 Feb;39(2):55-60
- ^{cxli} Robinette MS Frequency specificity of click evoked otoacoustic emissions for SNHL Presentation to the American Speech Language and Hearing association , November 1991
- ^{cxli} Rosenfeld RM, Goldsmith AJ, Tetlus L, Balzano A. Quality of life for children with otitis media. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;123:1049-54

-
- ^{cxli} Schappert SM Office visits for otitis media: United States, 1975-90. *Adv Data*. 1992 Sep 8;(214):1-19.
- ^{cxli} Lous J, Fiellau-Nikolajsen M. Epidemiology and middle ear effusion and tubal dysfunction. A one-year prospective study comprising monthly tympanometry in 387 non-selected 7-year-old children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1981 Dec;3(4):303-17
- ^{cxli} Casselbrant ML, Brostoff LM, Cantekin EI, et al. Otitis media with effusion in preschool children. *Laryngoscope* 1985;95:428–36.
- ^{cxli} Poulsen G, Tos M. Repetitive tympanometric screenings of two-year old children. *Scand Audiol* 1980;9:21–8.
- ^{cxli} Tos M, Holm-Jensen S, Sorensen CH, Mogensen C. Spontaneous course and frequency of secretory otitis in four-year-old children. *Arch Otolaryngol* 1982;108:4–10.
- ^{cxli} Fiellau-Nikolajsen M. Epidemiology of secretory otitis media: a descriptive cohort study. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1983;92:172–7.
- ^{cxli} Casselbrant ML, Brostoff LM, Cantekin EI, et al. Otitis media with effusion in preschool children. *Laryngoscope* 1985;95:428–36.
- ^{cxli} Apostolopoulos K, Xenelis J, Tzagaroulakis A, Kandiloros D, Yiotakis J, Papafragou K. The point prevalence of otitis media with effusion among school children in Greece. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1998 Aug 1;44(3):207-14
- ^{cxli} Van Cauwenberge P, Kluyskens P. Some predisposing factors in OME. In: Lim DJ, Bluestone CD, Klein JO, Nelson JD, editors. *Recent advances in otitis media with effusion. Proceedings of the Third International Symposium*. Philadelphia (PA): BC Decker; 1984. p. 28–32.
- ^{cxli} Van Cauwenberge PB. Relevant and irrelevant predisposing factors in secretory otitis media. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1984;414:147–53.
- ^{cxli} Engel J, Anteunis L, Volovics A, et al. Prevalence rates of otitis media with effusion from 0 to 2 years of age: healthy-born versus high-risk-born infants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1999;47:243–51.
- ^{cxli} Gravel JS, McCarton CM, Ruben RJ. Otitis media in neonatal intensive care unit graduates: a 1-year prospective study. *Pediatrics* 1988;82:44–9.
- ^{cxli} Paradise JL, Rockette HE, Colburn K, et al. Otitis media in 2253 Pittsburgh-area infants: prevalence and risk factors during the first two years of life. *Pediatrics* 1997;99:318–33.
- ^{cxli} Birch L, Elbrond O. A prospective epidemiological study of secretory otitis media in young children related to the

indoor environment. *Otorhinolaryngology* 1987;49:253–8.

^{cxli} Kraemer MJ, Richardson MA, Weiss NS, et al. Risk factors for persistent middle-ear effusions—otitis media, catarrh, cigarette smoke exposure, and atopy. *JAMA* 1983;249:1022–5.

^{cxli} Pukander JS, Karma PH. Persistence of middle-ear effusion and its risk factors after an acute attack of otitis media with effusion. In: Lim DJ, Bluestone CD, Klein JO, Nelson JD, editors. *Recent advances in otitis media. Proceedings of the Fourth International Symposium*. Toronto (ON): BC Decker Inc; 1988. p. 8–11.

^{cxli} Doyle WJ, Reilly JS, Jardini L, Rovnak S. Effect of palatoplasty on the function of the eustachian tube in children with cleft palate. *Cleft Palate J* 1986;23:63–8.

^{cxli} Schwartz DM, Schwartz RH. Acoustic impedance and otoscopic findings in young children with Down's syndrome. *Arch Otolaryngol* 1978;104:652–6.

^{cxli} Doyle WJ. A functional-anatomic description of eustachian tube vector relations in four ethnic populations: an osteologic study [PhD dissertation]. Pittsburgh (PA): University of Pittsburgh; 1977.

^{cxli} Dahlberg G, Diamant M. Hereditary character in the cellular system of the mastoid process. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1945;33:378–89.

^{cxli} Castagno LA, Lavinsky L. Otitis media in children: seasonal changes and socioeconomic level. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002;62:129–34.

^{cxli} Bylander A. Upper respiratory tract infection and eustachian tube function in children. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1984;97:343–9.

^{cxli} Sanyal MA, Henderson FW, Stempel EC, et al. Effect of upper respiratory tract infection on eustachian tube ventilatory function in the preschool child. *Pediatrics* 1980;97:11–5.

^{cxli} Rasmussen F. Protracted secretory otitis media. The impact of familial factors and day-care center attendance. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1993;26:29–37.

^{cxli} Fiellau-Nikolajsen M. Tympanometry in three-year old children. Type of care as an epidemiological factor in secretory otitis media and tubal dysfunction in unselected populations of three-year old children. *Otorhinolaryngology* 1979;41:193–205.

^{cxli} Pukander JS, Karma PH. Persistence of middle-ear effusion and its risk factors after an acute attack of otitis media with effusion. In: Lim DJ, Bluestone CD, Klein JO, Nelson JD, editors. *Recent advances in otitis media. Proceedings of the Fourth International Symposium*. Toronto (ON): BC Decker Inc; 1988. p. 8–11.

-
- ^{cxli} Wald ER, Dashefsky B, Byers C, et al. Frequency and severity of infections in day care. *J Pediatr* 1988;112: 540–6.
- ^{cxli} Etzel RA, Pattishall EN, Haley NJ, et al. Passive smoking and middle-ear effusion among children in day care. *Pediatrics* 1992;90:228–32.
- ^{cxli} Blakley BW, Blakley JE. Smoking and middle-ear disease: are they related? A review article. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995;112:441–6.
- ^{cxli} Duncan B, Ey J, Holberg CJ, et al. Exclusive breastfeeding for at least 4 months protects against otitis media. *Pediatrics* 1993;91:867–72.
- ^{cxli} Duffy LC, Faden H, Wasielewski R, et al. Exclusive breastfeeding protects against bacterial colonization and day care exposure to otitis media. *Pediatrics* 1997; 100(4):e7
- ^{cxli} Paradise JL, Rockette HE, Colburn K, et al. Otitis media in 2253 Pittsburgh-area infants: prevalence and risk factors during the first two years of life. *Pediatrics* 1997;99:318–33.
- ^{cxli} Castagno LA, Lavinsky L. Otitis media in children: seasonal changes and socioeconomic level. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002;62:129–34
- ^{cxli} Coyte PC, Croxford R, Asche CV, et al. Physician and population determinants of rates of middle-ear surgery in Ontario. *JAMA* 2001;286:2128–35.,
- ^{cxli} Paradise JL, Feldman HM, Campbell TF, et al. Effect of early or delayed insertion of tympanostomy tubes for persistent otitis media on developmental outcomes at the age of three years. *N Engl J Med* 2001;344:1179–87.
- ^{cxli} Rovers MM, Straatman H, Ingels K, et al. The effect of ventilation tubes on language development in infants with otitis media with effusion. A randomized trial. *Pediatrics* 2000;106:E42.
- ^{cxli} Maw R, Wilks J, Harvey I, et al. Early surgery compared with watchful waiting for glue ear and effect on language development in preschool children: a randomised trial. *Lancet* 1999;353:960–3.
- ^{cxli} Bennett KE, Haggard MP, Silva PA, Stewart IA. Behaviour and developmental effects of otitis media with effusion into the teens. *Arch Dis Child* 2001;85:91–5.
- ^{cxli} Takata GS, Chan LS, Shekelle P, et al. Diagnosis, natural history, and late effects of otitis media with effusion. Evidence Report/Technology Assessment: Number 55. AHRQ Publication Number 02-E026. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality; June 2002.

-
- ^{cxli} Rovers MM, Black N, Browning GG, Maw R, Zielhuis GA, Haggard MP. Grommets in otitis media with effusion: an individual patient data meta-analysis. *Arch Dis Child*. 2005 May;90(5):480-5
- ^{cxli} Takata GS, Chan LS, Shekelle P, et al. Diagnosis, natural history, and late effects of otitis media with effusion. Evidence Report/Technology Assessment: Number 55. AHRQ Publication Number 02-E026. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality; June 2002.
- ^{cxli} American Speech-Language-Hearing Association. Guidelines for screening for hearing impairment and middle-ear disorders. *ASHA* 1990;32:17–24.
- ^{cxli} Fiellau-Nikolajsen M. Epidemiology of secretory otitis media: a descriptive cohort study. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1983;92:172–7.
- ^{cxli} Tos M. Epidemiology and natural history of secretory otitis. *Am J Otol* 1984;5:459–62.
- ^{cxli} Brass D, Watkins P, Kemp DT. Assessment of an implementation of a narrow band, neonatal otoacoustic emission screening method. *Ear Hear*. 1994 Dec;15(6):467-75
- ^{cxli} Driscoll C, Kei J, Bates D, McPherson B. Transient evoked otoacoustic emissions in children studying in special schools. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2002 May 31;64(1):51-60
- ^{cxli} Kei J, Robertson K, Driscoll C, Smyth V, McPherson B, Latham S, Loscher J. Seasonal effects on transient evoked otoacoustic emission screening outcomes in infants versus 6-year-old children. *J Am Acad Audiol*. 2002 Jul-Aug;13(7):392-9
- ^{cxli} Xenellis J, Paschalidis J, Georgalas C, Davilis D, Tzagaroulakis A, Ferekidis E. Factors influencing the presence of otitis media with effusion 16 months after initial diagnosis in a cohort of school-age children in rural Greece: A prospective study. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2005 Jun 4
- ^{cxli} Driscoll C, Kei J, McPherson B. Outcomes of transient evoked otoacoustic emission testing in 6-year-old school children: a comparison with pure tone screening and tympanometry. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2001 Jan;57(1):67-76.
- ^{cxli} Driscoll C, Kei J, Bates D, McPherson B. Transient evoked otoacoustic emissions in children studying in special schools. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2002 May 31;64(1):51-60