

Αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές και μη σφύζουσες μονόπλευρες εμβοές σε νεαρό ενήλικα με φυσιολογική ακοή

Ν. ΖΙΑΒΡΑ¹, Ι. ΚΑΣΤΑΝΙΟΥΔΑΚΗΣ², Β. ΠΑΠΑΚΩΣΤΑΣ³, Δ. ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΣ²

²Ωτορινολαρυγγολογική Κλινική Ιατρικής Σχολής Πανεπιστημίου Ιωαννίνων,

¹Τμήμα Λογοθεραπείας ΤΕΙ Ηπείρου, ³Μαγνητική Τομογραφία Ηπείρου

Περίληψη

Περιγράφεται περίπτωση νεαρού ασθενούς με φυσιολογική ακοή, ανεξήγητες μονόπλευρες μη σφύζουσες συνεχείς εμβοές και αναφερόμενη σύστοιχη περιφερική παράλυση του προσωπικού νεύρου τύπου Bell.

Από το γενόμενο πλήρη κλινικό και εργαστηριακό έλεγχο διαπιστώθηκε η ύπαρξη πολλαπλών αυτομάτων ΩΑΕ και αγγειακής αγκύλης ΕΑΠ που έρχεται σε επαφή με το αιθουσαίο και κοχλιακό νεύρο, σύστοιχα με το αυτί με τις εμβοές, ενώ ο υπόλοιπος ωτονευρολογικός έλεγχος ήταν φυσιολογικός.

Έγινε συσχέτιση των ευρημάτων και διατυπώθηκε η άποψη ότι, σε παρόμοιες περιπτώσεις, πρέπει εκτός των άλλων να γίνεται καταγραφή των ΩΑΕ και να ελέγχεται ο ασθενής με MRI εγκεφάλου ΕΑΠ με έγχυση σκιαγραφικού για ύπαρξη αγγειακής αγκύλης στην περιοχή του ΕΑΠ ή και κεντρικότερα προς το ΕΣ.

Λέξεις κλειδιά: αυτόματες ωτοακουστικές εκπομπές, εμβοές, αγγειακές αγκύλες.

Ωτορινολαρυγγολογία - Χειρουργική Κεφαλής & Τραχήλου: 2006, Τεύχος 24 (Απρίλιος-Μάιος-Ιούνιος) σελίδες 25-30.

Εισαγωγή

Οι ανεξήγητες μονόπλευρες μη σφύζουσες συνεχείς εμβοές σε ασθενείς με φυσιολογική ακοή, αποτελούν ένα πολύ ενδιαφέρον πεδίο διάγνωσης,

Οι περισσότεροι των ερευνητών αποδίδουν την εμφάνιση των ΩΑΕ σε «φυσικές μικροανωμαλίες» του οργάνου του Corti, οι οποίες δεν είναι ικανές να επηρεάσουν τους ουδούς ακοής του ακοογράμματος^{7,8,10}. Οι ΩΑΕ απουσιάζουν στα άτομα με νευροαισθητηριακή βαρηκοΐα και καταγράφονται στο 70% περίπου των ανθρώπων με φυσιολογική ακοή^{5,10}.

διαφορικής διάγνωσης και θεραπείας στο χώρο της ωτολογίας-νευρωτολογίας.

Παρουσιάζουμε μια περίπτωση μονόπλευρων συνεχών μη σφύζουσων εμβοών σε νεαρό ενήλικα με φυσιολογική ακοή και με ιστορικό προηγηθείσας περιφερικής προσβολής τύπου Bell του σύστοιχου προσωπικού νεύρου, 8 χρόνια πριν.

Παρουσίαση περιστατικού

Πρόκειται για άνδρα 25 ετών, που προσήλθε για εξέταση αιτιώμενος μονόπλευρες μη σφύζουσες εμβοές δεξιού ωτός, χωρίς συνοδό βαρηκοΐα και διαταραχές ισορροπίας. Οι εμβο-

ές εμφανίσθηκαν πριν από 8 χρόνια περίπου, όταν ο ασθενής είχε εμφάνιση του προσωπικού νεύρου τύπου Bell και έκτοτε ήταν συνεχείς και σταθερής έντασης.

Από το οικογενειακό και ατομικό ιστορικό του ασθενούς αποκλείσθηκαν: έκθεση σε θόρυβο, κρανιοεγκεφαλική κάκωση (ΚΕΚ), χρήση ωτοτοξικών φαρμάκων, προσβολή από μεγαλοκυτταροΐδο, συγγενής ερυθρά, έρπητας ζωστήρας, μικροβιακή μηνιγγίτιδα, σύφιλη και κληρονομική βαρηκοΐα. Ο ασθενής δεν κάνει χρήση καπνού και δεν είναι κοινωνικός πότης.

Η αντικειμενική ωτορινολαρυγγολογική εξέταση έδειξε:

1. Ότα: φυσιολογικός τυμπανικός υμένας άμφω με καλή κινητικότητα, όπως διαπιστώθηκε με το πνευματικό ωτοσκόπιο του Single.

2. Ρις: φυσιολογικός ρινικός βλενογόνονος, απουσία σκολίωσης ρινικού διαφράγματος, φυσιολογικές ρινικές κόγχες.

3. Επιφάρυγγας, στοματοφάρυγγας, υποφάρυγγας και λάρυγγας χωρίς παθολογικά ευρήματα.

4. Απουσία αυτομάτων αιθουσαίων αντανάκλαστικών. Αιθουσονωπιαία αντανάκλαστικά δεν ανέδειξαν περιφερική ή κεντρικού τύπου αιθουσαία συνδρομή.

5. Δοκιμασίες με τονοδότες: Weber στο κέντρο, Rinne θετικό άμφω.

Στη συνέχεια ο ασθενής υποβλήθηκε σε ακοολογικό έλεγχο με:

2. Ομιλητική ακοομετρία: διακριτι-



Εικόνα 1. Διακρίνεται η πορεία αγγειακής αγκύλης, καθώς τείνει να εφριππεύσει τα νεύρα του έσω ακουστικού πόρου δεξιά.

κή ικανότητα 100% άμφω.

3. Τυμπανομετρία και ακουστικά αντανακλαστικά: τυμπανόγραμμα τύπου A άμφω και φυσιολογική έκλυση ακουστικών αντανακλαστικών ομόπλευρα και ετερόπλευρα άμφω.

Ακολούθησε η καταγραφή ωτοακουστικών εκπομπών (ΩΑΕ) αυτόματων, μεταβατικών και προϊόντων παραμόρφωσης. Τα αποτελέσματα από την καταγραφή των μεταβατικών και αυτομάτων ΩΑΕ περιγράφονται στους πίνακες 1 και 2.

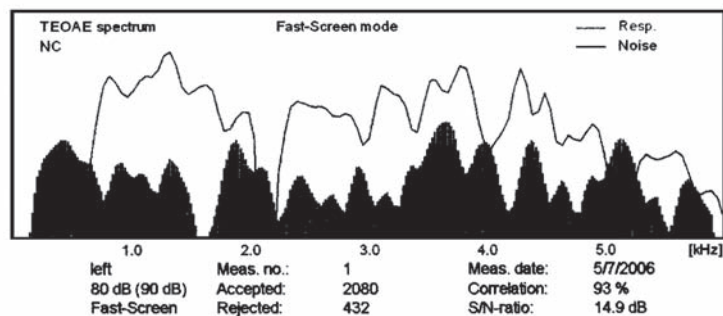
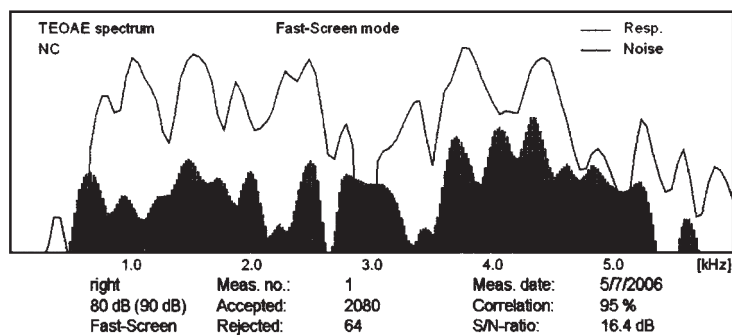
Λόγω καταγραφής αυτομάτων ΩΑΕ (ΑΩΑΕ) στο δεξί αυτί, επαναλήφθηκε η καταγραφή τους μετά από 24 ώρες και μετά από μια εβδομάδα για να διαπιστωθεί τυχούσα μετατόπιση στη συχνότητά τους ή μεταβολή της έντασής τους.

Η αντικειμενική ωτονευρολογική εξέταση του ασθενή ολοκληρώθηκε με καταγραφή των Προκλητών Ακουστικών Δυναμικών του Εγκεφαλικού Στελέχους (ΠΑΔΕΣ) τα αποτελέσματα της οποίας περιγράφονται στον πίνακα 3.

Μετά το πέρας των εξετάσεων ακολούθησε με τη βοήθεια του ακοομετρικού καθαρών τόνων, υποκειμενικός προσδιορισμός της συχνότητας και έντασης των εμβοών του δεξιού ωτός του ασθενή.

Από το συνολικό ωτονευρολογικό έλεγχο του ασθενή διαπιστώθηκαν

Πίνακας 1. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΩΝ ΩΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΔΕΞΙΟΥ ΚΑΙ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΑΥΤΙΟΥ



πολλαπλές (τρεις), αυτόματες ΩΑΕ μόνο στο δεξί αυτί, το αυτί με τις εμβοές, που χαρακτηρίζονται από σταθερή συχνότητα και μικρή μεταβολή έντασης σε διαδοχικές καταγραφές. Οι συχνότητες που εμφανίζονται οι αυτόματες ΩΑΕ, αλλά και η έντασή τους, ταυτίζονται με τον υποκειμενικό προσδιορισμό της συχνότητας και έντασης των εμβοών που έγινε με τη χρήση του ακοομετρικού καθαρών τόνων από τον ασθενή.

Σε επόμενη εξέταση ο ασθενής υποβλήθηκε σε έλεγχο του οπισθίου λαβυρίνθου με θερμό ψυχρό διακλυσμό που έδειξε φυσιολογική λειτουργία του οπισθίου λαβυρίνθου, ενώ η δοκιμασία Dix-Hallpike για ανάδειξη νυσταγμού θέσης απέβη αρνητική.

Ακολούθησε απεικονιστικός έλεγχος με μαγνητική τομογραφία (MRI) εγκεφάλου έσω ακουστικών πόρων με έγχυση σκιαγραφικού.

Η εξέταση έγινε με μαγνητικό τομογράφο SIEMENS expert plus 1 Tesla με

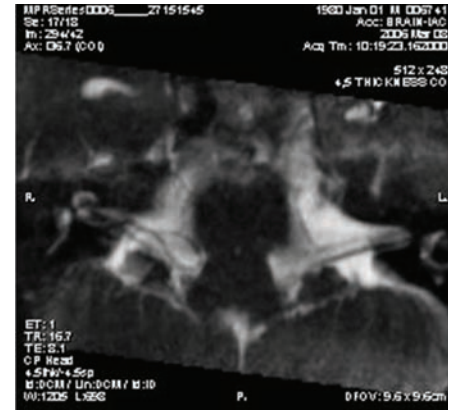
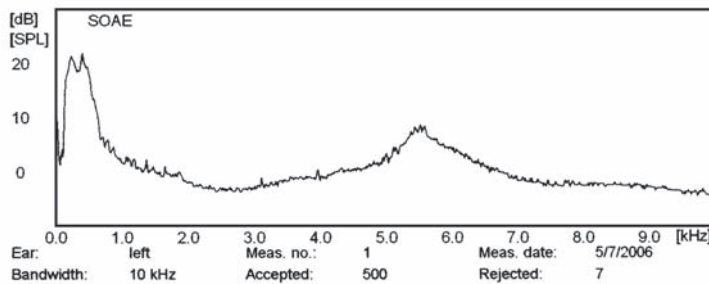
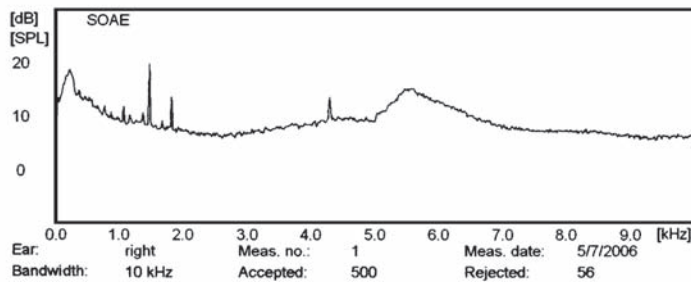
την ακολουθία CISS/T2 στάθμισης λεπτών τομών (0,9mm). Οι πρωτογενείς εικόνες αναδεικνύουν την πορεία των δύο νεύρων (αιθουσαίο και κοχλιακό) κατά την είσοδό τους στο στόμιο του δεξιού έσω ακουστικού πόρου (ΕΑΠ), ενώ διακρίνεται η πορεία έκτοπου αγγείου (αγγειακής αγκύλης), καθώς τείνει να εφριππεύσει τα νεύρα (εικόνα 1).

Στην εικόνα 2 προβάλλεται η ίδια περιοχή μετά από MPR (multiplanar reformation) που περιέχει τρεις συνεχόμενες πρωτογενείς εικόνες. Η εν λόγω εικόνα αναδεικνύει τη συνολική πορεία της αγγειακής αγκύλης και τη σχέση της με τα δύο νεύρα (αιθουσαίο και κοχλιακό).

Συζήτηση

Αγγειακές αγκύλες που έρχονται σε επαφή (εφριππεύουν ή στραγγαλίζουν) με την VIII εγκεφαλική συζυγία (ΕΣ) κατά την πορεία της στον ΕΑΠ, μπορούν να προκαλέσουν τοπικά απομυελινοποίηση του νεύρου, αναδιάταξη

Πίνακας 2. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΩΤΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΔΕΞΙΟΥ ΚΑΙ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΑΥΤΙΟΥ



Εικόνα 2. Ανάδειξη της συνολικής πορείας της αγγειακής αγκύλης και της σχέσης της με το αιθουσαίο και κοχλιακό νεύρο.

από βαρνοκοΐα και ίλιγγο. Η αιτιοπαθογένεια των εμβοών αυτών είναι γνωστή και περιγράφεται αλλού^{1,12}.

Υπάρχει όμως και ένα ποσοστό ασθενών με αγγειακές αγκύλες γύρω από το αιθουσοκοχλιακό νεύρο στην περιοχή του ΕΑΠ και κεντρικότερα που είναι ασυμπτωματικοί (απουσία εμβοών, βαρνοκοΐας ή και ίλιγγου). Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί στην τοποτική συσχέτιση των αξόνων του κοχλιακού νεύρου σε σχέση με την αγγειακή αγκύλη, όπως επίσης και στο βαθμό της επαφής της αγκύλης με τις εξωτερικές δομές του νεύρου^{1,12}.

Οι αυτόματες ωτακουστικές εκπομπές (ΑΩΑΕ) είναι ηχητικά σήματα χαμηλής έντασης που καταγράφονται στον έξω ακουστικό πόρο με την απουσία οποιουδήποτε ηχητικού ερεθίσματος. Προέρχονται από την περιοχή του κοχλία (όργανο Corti-έξω τριχωτά κύτταρα) και η παρουσία τους υποδηλώνει φυσιολογική λειτουργία του κοχλία γύρω από τη συχνότητα εμφάνισής τους.

Οι περισσότεροι των ερευνητών αποδίδουν την εμφάνιση των ΑΩΑΕ σε «φυσικές μικροανωμαλίες» του οργάνου του Corti, οι οποίες δεν είναι ικανές να επηρεάσουν τους ουδούς ακοής του ακοογράμματος^{7,8,10}.

Οι ΑΩΑΕ απουσιάζουν στα άτομα με νευροαισθητηριακή βαρνοκοΐα και κα-

των αξόνων και νευρική υπερδραστηριότητα, με αποτέλεσμα την εμφάνιση εμβοών, αλλά και βαρνοκοΐας ή ίλιγγου^{1,4,9}.

Ως γνωστόν, οι ΕΣ αποτελούνται από ένα κεντρικό και ένα περιφερικό τμήμα, που μεταξύ τους διαχωρίζονται από τη ζώνη «root entry/exit» (REZ)³.

Αρχικά, υπήρχε η εντύπωση ότι οι αγγειακές αγκύλες, μόνον όταν έρχονταν σε επαφή με αυτή τη ζώνη των ΕΣ, μπορούσαν να προκαλέσουν την εμφάνιση συμπτωμάτων³.

Όμως κλινικές παρατηρήσεις, αλλά και ιστολογικές μελέτες, απέδειξαν ότι το κεντρικό τμήμα των νεύρων είναι πιο ευαίσθητο από ό,τι το περιφερικό στην πίεση-επαφή των αγγειακών αγκυλών. Αυτό αποδίδεται στο γεγονός ότι το κεντρικό τμήμα εμφανίζει περιορισμένη παράλληλη διάταξη των νευραξόνων και λιγότερο συνδετικό ιστό σε σχέση με το περιφερικό τμήμα. Επίσης η μυελίνωση είναι σαφώς λιγότερο οργανωμένη στην κε-

ντρική μοίρα^{3,4,9}.

Σημαντική είναι, επίσης, για την εμφάνιση συμπτωμάτων, η σχέση του μήκους της περιφερικής μοίρας προς την κεντρική στις διάφορες ΕΣ. Όσο μακρύτερη είναι η κεντρική μοίρα της ΕΣ τόσο πιο επιρρεπής είναι για εμφάνιση συμπτωμάτων από επαφή-πίεση με αγγειακή αγκύλη^{9,11,13}.

Η VIII ΕΣ είναι η ΕΣ με το μεγαλύτερο σε μήκος κεντρικό τμήμα από όλες τις υπόλοιπες, διότι η περιοχή REZ εντοπίζεται στον ΕΑΠ. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, η κεντρική της μοίρα (από το εγκεφαλικό στέλεχος μέχρι τον ΕΑΠ), να είναι πολύ ευαίσθητη σε επαφές-πιέσεις από αγγειακές αγκύλες^{11,12,13}.

Οι εμβοές που συνήθως προκαλούνται από αγγειακές αγκύλες γύρω από το αιθουσοκοχλιακό νεύρο είναι στην πλειονότητά τους σφύζουσες και μπορεί να συνοδεύονται και από εκδηλώσεις από το προσωπικό νεύρο (σπασμός προσωπικού νεύρου), αλλά και



Πίνακας 3. Αποτελέσματα ΠΑΔΕΣ σε msec

	Δεξί αυτί				Αριστερό αυτί				Διαφορά δεξιού - αριστερού			
	I	III	V	I-V	I	III	V	I-V	D (I-III)	D (I-V)	D(V) (III-V)	D
80 dB	1.4	3.47	5.2	3.8	1.37	3.57	5.2	3.83	0.133	0.033	0.1	0.0

ταγράφονται στο 70% περίπου των ανθρώπων με φυσιολογική ακοή^{5,10}.

Αρχικά έγινε προσπάθεια συσχέτισης των ΑΩΑΕ με την ύπαρξη υποκειμενικών εμβοών, αλλά σύντομα διαπιστώθηκε ασθενής συσχέτιση ΑΩΑΕ και υποκειμενικών εμβοών.

Βασική προϋπόθεση καταγραφής ΑΩΑΕ είναι η φυσιολογική ακουστότητα. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων οι εμβοές

συνοδεύονται με νευροαισθητηριακού κοχλιακού ή/και οπισθοκοχλιακού τύπου βαρηκοΐα, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η καταγραφή ΑΩΑΕ⁶.

Οι ΑΩΑΕ, επί του παρόντος και για τους προαναφερθέντες λόγους, χρησιμοποιούνται στην καθημερινή κλινική πράξη όπως οι μεταβατικές ΩΑΕ και οι ΩΑΕ τύπου προϊόντων παραμόρφωσης, μπορούν όμως σε ορισμένες πε-

ριπτώσεις επικουρικά να μας δώσουν πληροφορίες για τον τρόπο λειτουργίας του κοχλία πάντα σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες ηλεκτροφυσιολογικές μεθόδους ελέγχου της ακοής^{7,10}.

Στη δική μας περίπτωση, ο νεαρός ασθενής μας παραπονείται για εμβοές δεξιού ωτός, συνεχείς μη σφύζουσες περίπου μέσης συχνότητας, που χρονολογούνται από δετίας περίπου, όταν

► είχε νοσηλευθεί σε Νοσοκομείο λόγω συστοίχου περιφερικής παράλυσης του προσωπικού νεύρου τύπου Bell.

Ο ασθενής εμφάνισε φυσιολογική ακοή στο τονικό ακούγραμμα, τυμπανόγραμμα τύπου Α άμφω και φυσιολογική έκλυση ακουστικών αντανάκλαστικών ομόπλευρα και ετερόπλευρα άμφω. Στην ομιλητική ακοομετρία η διακριτική ικανότητά του ήταν και για τα δύο αυτιά 100%.

Από το ατομικό και οικογενειακό ιστορικό απουσιάζουν όλοι οι παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν βλάβες κοχλιακής εντόπισης. Ο ασθενής επίσης δεν ανέφερε ιστορικό ΚΕΚ.

Εντύπωση παρουσίασε η καταγραφή των ΑΩΑΕ. Εκεί διαπιστώθηκε η ύπαρξη μόνο στο δεξί αυτί 3 αυτομάτων ΩΑΕ συχνότητας 1462, 1805 και 4297 Hz και εντάσεως 10,8, 5,1 και 1,7 dB HL αντιστοίχως (πίνακας 2).

Μάλιστα δε σε διαδοχικές καταγραφές που απείχαν μεταξύ τους 24 ώρες και 7 ημέρες διαπιστώθηκε αφενός μεν απουσία μετατόπισης του φάσματος εμφάνισης των ΑΩΑΕ (σταθερές συχνότητες εμφάνισης) αφετέρου δε πολύ μικρή μεταβολή της έντασής τους^{7,8}.

Διαφορά, μικρή οπωσδήποτε, διαπιστώθηκε στις μεταβατικές ΩΑΕ όπου για μεν το δεξί αυτί καταγράφηκε 95% Correlation και 16,4 dB S/N-ratio, ενώ για το αριστερό αυτί 93% και 14,9 dB Correlation και S/N-ratio αντίστοιχα. Οι ελαφρώς ισχυρότερες μεταβατικές ΩΑΕ στο δεξί αυτί μπορούν να αποδοθούν στην επίδραση των ΑΩΑΕ που καταγράφονται μόνο στο δεξί αυτί (πίνακας 1).

Τα προϊόντα παραμόρφωσης δεν παρουσίασαν διαφορές μεταξύ των δύο αυτιών.

Ο νευροτολογικός έλεγχος με ΠΑΔΕΣ απέβη αρνητικός για οπισθοκοχλιακή βλάβη. Οι απόλυτοι λανθάνοντες χρόνοι του κύματος V ήταν ακριβώς οι ίδιοι και για τα δύο αυτιά (5,2 ms), η δε διαφορά των διακυματικών χρόνων I-V των δύο πλευρών ήταν 0,033 ms, τιμή απόλυτα φυσιολογική (πίνακας 3).

Η διαπίστωση αγγειακής αγκύλης που εφίππευε το δεξιό αισθησαίο και κοχλιακό νεύρο κατά την πορεία του στον ΕΑΠ, αλλά και κεντρικότερα προς το εγκεφαλικό στέλεχος εξηγεί κατά τη γνώμη μας τις ανεξήγητες κατά τα άλλα

μονόπλευρες με σφύζουσες «αντικειμενικές» εμβοές του ασθενούς, αλλά και την ύπαρξη σταθερών πολλαπλών ΑΩΑΕ στο δεξί αυτί, με φυσιολογικούς ουδούς στο τονικό ακούγραμμα.

Η αγγειακή αγκύλη ερχόμενη σε επαφή με το κοχλιακό νεύρο είναι πιθανό να προκαλεί μεταβολές της μυελίνης (πιθανά απομυελινοποίηση), αναδιάταξη των αξόνων, νευρική υπερδραστηριότητα και εμβοές, χωρίς επί του παρόντος να προκαλεί βαρηκοΐα στο τονικό ακούγραμμα. Οι επιδράσεις αυτές είναι δυνατόν να προκαλούν τη λεγόμενη «φυσιολογική ανωμαλία» του κοχλία, που θεωρείται υπεύθυνη για την παραγωγή ΑΩΑΕ⁹.

Η ύπαρξη της αγγειακής αγκύλης μπορεί επίσης να συσχετισθεί με την προηγηθείσα περιφερική παράλυση του προσωπικού νεύρου, που εμφάνισε ο ασθενής πριν από 8 χρόνια. Είναι γνωστό ότι αγγειακές αγκύλες είναι δυνατό να προκαλέσουν συμπτώματα, τόσο από το προσωπικό νεύρο (σπασμός προσωπικού νεύρου) όσο και από το τρίδυμο (νευραλγία). Με την ίδια λογική, οι αγγειακές αγκύλες στον ΕΑΠ, αλλά και κεντρικότερα, μπορεί να προδιαθέτουν σε περιφερική προσβολή του προσωπικού νεύρου τύπου Bell.

Συμπεράσματα

Ανεξήγητες μη σφύζουσες συνεχείς εμβοές με φυσιολογική λειτουργία προσθίου (φυσιολογική ακοή) και οπισθίου λαβυρίνθου θα πρέπει να ελέγχονται εκτός των άλλων:

1. Με αναζήτηση αυτομάτων ΩΑΕ.

2. Με MRI εγκεφάλου έσω ακουστικών πόρων με έγχυση σκιαγραφικού για ύπαρξη αγγειακής αγκύλης στον ΕΑΠ ή και κεντρικότερα, ιδιαίτερα όταν στο ιστορικό προϋπάρχει σύστοιχη περιφερική προσβολή προσωπικού νεύρου τύπου Bell.

Summary

Spontaneous otoacoustic emissions and not pulsatile tinnitus in a young adult with normal hearing.

N. Ziavra, I. Kastanioudakis, V. Papakostas, D. Assimakopoulos

A case report is presented of a young male patient with unilateral (right ear)

unexplained not pulsatile continuous tinnitus and normal hearing. The patient described 8 years ago facial nerve Bell's palsy at the same side (Right side).

Patient underwent full ENT and audiological examination which revealed multiple spontaneous OAE on the right ear and a vascular loop at the right internal auditory canal.

A correlation was done between tinnitus, SOAE and MRI findings (vascular loop in the right internal auditory canal).

We concluded that every patient with unexplained not pulsatile continuous tinnitus and normal hearing must undergo SOAE test and radiologic evaluation with head MRI/MRA additionally to the routine ENT and audiological examination.

Key words: *spontaneous otoacoustic emissions, tinnitus, vascular loops.*

Βιβλιογραφία

1. Brookes GB. Vascular-decompression surgery for severe tinnitus. *Am J Otol* 1996; 17:569-76.
2. Coles RRA, Snshell SE, Stephens SDG. Some varieties of objective tinnitus. *Br J Audiol* 1985; 9:1-6.
3. De Ridder D, Moller A, Verlooy J, Cornelissen M, De Ridder L. Is the root entry/exit zone important in microvascular compression syndromes? *Neurosurgery* 2002; 51:427-33.
4. De Ridder D, Ryu H, Moller AR, Nowe V, Van de Heyning P, Verlooy J. Functional anatomy of the human cochlear nerve and its role in microvascular decompressions for tinnitus. *Neurosurgery* 2004; 54:381-90.
5. Lonsbury-Martin BL, Martin GK. Incidence of spontaneous otoacoustic emissions in macaque monkeys: a replication. *Hear Res* 1988; 34:313-8.
6. Lonsbury-Martin BL, Martin GK. Otoacoustic Emissions and Tinnitus. In: Snow JB (Editor), *Tinnitus: Theory and Management*. BC Decker Publishers: 2004. p. 69-78.
7. Manley GA. Frequency spacing of acoustic emissions: a possible explanation. In: Webster WR, Aitkin LM (editors). *Mechanisms of hearing*. Clayton Australia: Monash University Press; 2004. p. 36-9.
8. Mathis A, Probst R, DeMin N, Hauser R). A child with an unusually high level spontaneous otoacoustic emission. *Arch Otolaryngol Head and Neck Surg* 1991; 117:674-6.
9. Moller AR. Vascular compression of cranial nerves: II: Pathophysiology *Neurol Res* 1999; 21:439-43.
10. Penner MJ, Zhang T. Prevalence of spontaneous otoacoustic emissions in adults revisited. *Hear Res* 1997; 103:28-34.
11. Ryu H, Yamamoto S, Sugiyama K, Nozue M. Neurovascular compression syndrome of the eighth cranial nerve: What are the most reliable diagnostic signs? *Acta Neurochir (Wien)* 1998; 140:1279-86.
12. Sismanis A. Pulsatile tinnitus: A 15-year experience. *Am J Otol* 1998; 19:472-7.
13. Waldvogel D, Mattle HP, Sturzenegger M, Schroth G. Pulsatile tinnitus: a review of 84 patients. *J Neurol* 1998; 245:137-42.