

## «Η σημερινή τεχνολογία των κοχλιακών εμφυτευμάτων και προβλήματα»

**Δρ. Κυριαφίνης Γιώργος, Χειρουργός Ωτορινολαρυγγολόγος**

Κέντρο Κοχλιακών Εμφυτεύσεων, Α' ΩΡΛ Πανεπιστημιακή κλινική ΑΠΘ, Νοσοκομείο ΑΧΕΠΑ, Θεσ/νίκη.

### 1. Η ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΚΟΧΛΙΑΚΩΝ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ

Η αλματώδης πρόοδος της ηλεκτρονικής ακουστικής τεχνολογίας από τη δεκαετία του '70 οδήγησε στην κατασκευή των κοχλιακών εμφυτευμάτων για την υποβοήθηση των κωφών ατόμων. Μέχρι σήμερα τοποθετήθηκαν περίπου 120.000 κοχλιακά εμφυτεύματα σε όλο τον κόσμο.

#### Η ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΒΑΡΗΚΟΪΑΣ

Οι τεράστιες εξελίξεις στην τεχνολογία και τις τεχνικές έχουν συμβάλει σε πιο αξιόπιστες ακοολογικές δοκιμασίες και πιο αποτελεσματικές επιλογές αντιμετώπισης για τα παιδιά και τους ενήλικες. Με τα Ακουστικά Προκλητά Δυναμικά Εγκεφαλικού Στελέχους (ABR, Auditory Brainstem Response) και τις Ωτοακουστικές εκπομπές (OAEs, Otoacoustic Emissions), τα νεογέννητα νήπια μπορούν να εξεταστούν για ακουστική αναπηρία εντός ημερών μετά από τη γέννηση και να αντιμετωπιστούν ακοολογικά μέσα στους επόμενους κρίσιμους 6 μήνες.



Σήμερα σε όλες τις προηγμένες χώρες γίνεται προληπτικός ανιχνευτικός έλεγχος σε όλα τα νεογνά, που νοσηλεύονται στις νεογνολογικές κλινικές, για την έγκαιρη διάγνωση της βαρηκοΐας.

Με τον τρόπο αυτό η μέση ηλικία διάγνωσης της συγγενούς βαρηκοΐας έχει μειωθεί από 2,5 χρόνια στους 3 με 6 μήνες. Αυτό σημαίνει ότι η απώλεια ακοής μπορεί να προσδιοριστεί πριν από την κρίσιμη ηλικία κατάκτησης των προφορικών γλωσσικών δεξιοτήτων.

#### ΚΟΧΛΙΑΚΑ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ

Τα σημερινά πολυκάναλα κοχλιακά εμφυτεύματα (Κ.Ε.) σχεδιάζονται για να προσομοιώσουν την φυσιολογική λειτουργία του κοχλία. Το εισερχόμενο λεκτικό σήμα φιλτράρεται σε διάφορες ζώνες συχνότητας (κανάλια), κάθε μια από τις οποίες αντιστοιχεί σε ένα δεδομένο ηλεκτρόδιο στη διάταξη. Η μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε ηλεκτροβιολογική και ειδικότερα η μεταφορά των φασματικών πληροφοριών του λεκτικού σήματος και η κωδικοποίηση των στοιχείων της διάρκειας και της έντασης της ομιλίας, γίνεται μέσω ειδικών προγραμμάτων (software), τις στρατηγικές κωδικοποίησης. Κάθε μία από αυτές βασίζεται σε διαφορετική αντίληψη της φυσιολογίας του κοχλία, δηλαδή άλλες αποκωδικοποιούν τα σήματα τονοτοπικά, άλλες χωροχρονικά και άλλες με μικτό τρόπο.

Τέλος οι μικτές είναι οι τονοτοπικές στρατηγικές με υψηλές όμως συχνότητες ερεθισμού των απολήξεων του ακουστικού νεύρου.

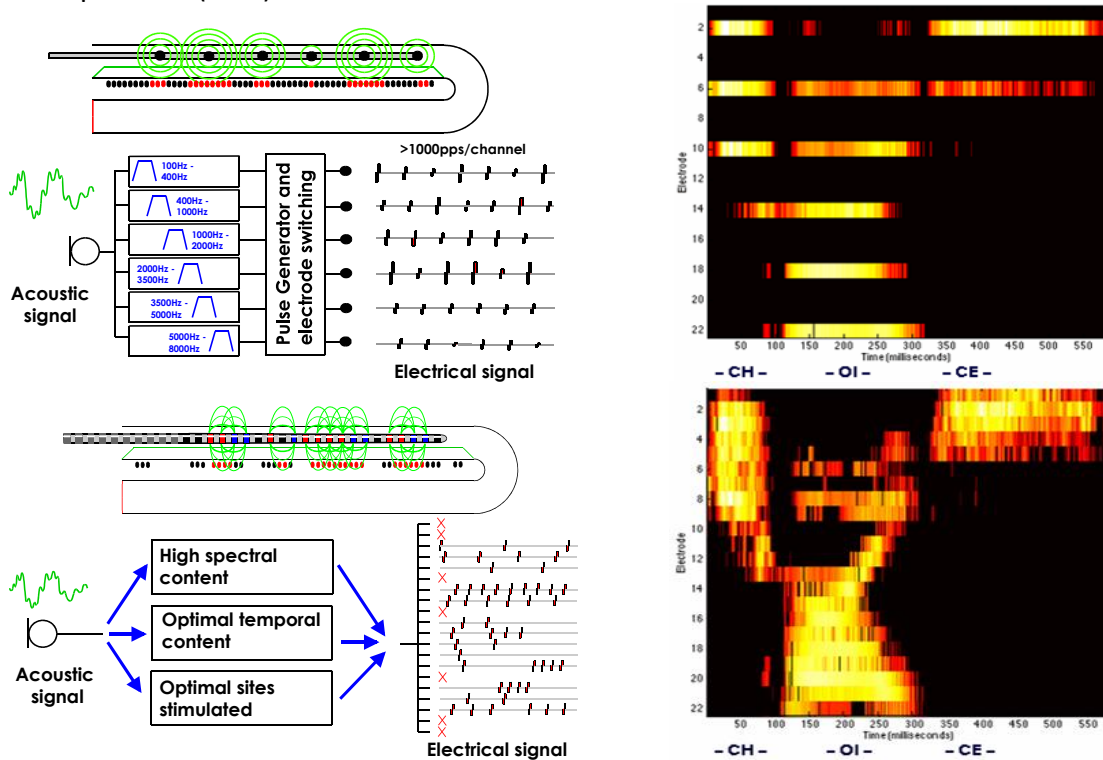
Στην κλινική μας χρησιμοποιούμε δύο εταιρίες Κ.Ε. την Cochlear και την Medel, που διαφέρουν μεταξύ τους κυρίως στις στρατηγικές κωδικοποίησης των ακουστικών σημάτων, στα εσωτερικά ηλεκτρονικά κυκλώματα – συστήματα, στο είδος του άξονα των ηλεκτροδίων και στον αριθμό των επιμέρους ηλεκτροδίων.

## Στρατηγικές επεξεργασίας της ομιλίας

Οι αρχικές στρατηγικές επεξεργασίας του λόγου (FOF2 και FOF1F2) ήταν οι στρατηγικές εξαγωγής χαρακτηριστικών γνωρισμάτων που μεταβίβαζαν πληροφορίες για τα βασικά χαρακτηριστικά της ομιλίας. Η στρατηγική επεξεργασίας του λόγου τρίτης γενιάς, MPEAK, κωδικοποιούσε πρόσθετες πληροφορίες υψηλών συχνοτήτων, ώστε να προσφέρει πρόσθετες πληροφορίες που θα έδιναν βελτιωμένα αποτελέσματα στην αναγνώριση των συμφώνων.

Σήμερα υπάρχουν πολλές διαφορετικές επεξεργασίες του ακουστικού σήματος. Οι πιο διαδεδομένες είναι η CIS (continuous interleaved sampling) και η ACE (advanced combined encoder).

Η στρατηγική CIS φιλτράρει την ομιλία από 8 έως 12 επιμέρους ζώνες συχνοτήτων, επιλέγει τις αιχμές της ομιλίας και μετά συμπιέζει το σήμα για κάθε κανάλι. Σε κάθε κύκλο διέγερσης, μια σειρά ψηφιακών παλμών διεγείρει ταχύτατα διαδοχικά ζεύγη ηλεκτροδίων της διάταξης. Η στρατηγική CIS σχεδιάστηκε για να διατηρεί τις λεπτές χρονικές λεπτομέρειες του λεκτικού σήματος με τη χρησιμοποίηση παλμικών ερεθισμάτων μεγάλου ρυθμού, έως και 18.180 το δευτερόλεπτο (CIS+).



Εικόνα 1. Ο τρόπος επεξεργασίας του ήχου από τη στρατηγική CIS και ACE με το αποτέλεσμα διέγερσης των ηλεκτροδίων σε φασματογραφία, της λέξης “choice”.

Η στρατηγική ACE™ είναι μια στρατηγική που χρησιμοποιεί ένα πιο γρήγορο ρυθμό διέγερσης. Μ’ αυτό τον τρόπο διατηρεί τις αιχμές του ήχου σε 22 ζώνες, αλλά με τους υψηλότερους ρυθμούς διέγερσης της CIS που φτάνουν τους 14.400 παλμούς το δευτερόλεπτο. Και σ’ αυτή τη στρατηγική χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος ADRO. Είναι η πιο διαδεδομένη στρατηγική σήμερα και χρησιμοποιείται από τα Κ.Ε. της Cochlear.

Υπάρχουν και προγράμματα που βελτιώνουν την στρατηγική, χρησιμοποιώντας αλγόριθμους που εμπλουτίζουν και τονίζουν τα σύμφωνα για καλύτερη ακόμα διάκριση, όπως το ADRO (Adaptive Dynamic Range Optimization), ένας ψηφιακός αλγόριθμος που προσαρμόζει το δυναμικό εύρος εισόδου σε κάθε κατάσταση ακρόασης, κυρίως για την ενίσχυση των ψηθύρων και χαμηλών ήχων.

## Τα Κοχλιακά εμφυτεύματα NUCLEUS της COCHLEAR

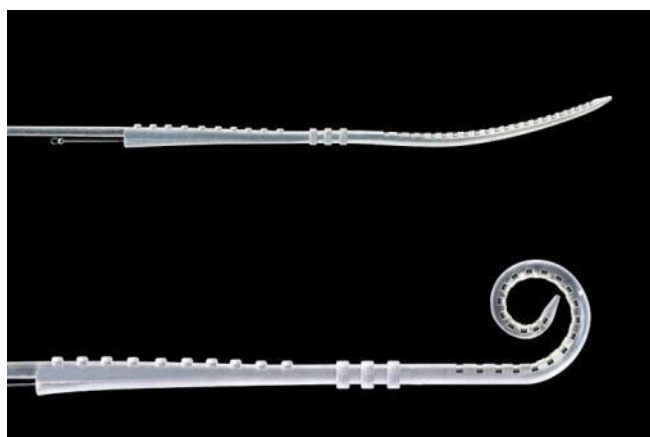
Το Κ.Ε. Nucleus 22 καναλιών (CI 22M) που κατασκεύαζε η Cochlear Ltd. της Αυστραλίας ήταν το πρώτο πολυκάναλο κοχλιακό εμφύτευμα που έλαβε την έγκριση του Αμερικάνου Οργανισμού Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) για χρήση σε ενήλικες και παιδιά, και έχει χρησιμοποιηθεί στους περισσότερους ασθενείς από οποιοδήποτε σύστημα Κ.Ε. παγκοσμίως.

Το εμφύτευμα Nucleus® 24 Contour Advance™ ήταν ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος τύπος της Nucleus με 22 επιμέρους ηλεκτρόδια – επαφές συν 2 γειώσεις.

Σήμερα τοποθετούμε το νέο Κ.Ε. της Cochlear™ CI512 με μόλις 3,9 χιλιοστά πάχος, με ισχυρότερο επεξεργαστή και το προδιαμορφωμένο ηλεκτρόδιο (perimodiolar) με ελαστική μνήμη και ειδικό σπειρώμα που μετά την αφαίρεσή του το ηλεκτρόδιο παίρνει το σχήμα του κοχλίου και τοποθετείται πλησιέστερα προς τον άξονα αυτού όπου βρίσκονται οι αποφυάδες των νευρικών κυττάρων του κοχλιακού νεύρου.



Cochlear™ Nucleus® CI512 Cochlear Implant  
with Contour Advance™ Electrode



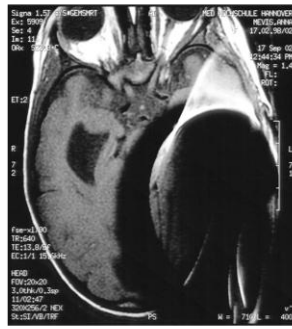
Εικόνα 2 και 3. Το νέο εμφύτευμα της Cochlear™ CI512 με μόλις 3,9 χιλιοστά πάχος και το προδιαμορφωμένο ηλεκτρόδιο του εμφυτεύματος, πριν και μετά την εισαγωγή του στον κοχλία.

Αυτός ο ατραυματικός μηχανισμός, σε συνδυασμό με το νέο ρύγχος (soft tip) του ηλεκτροδίου βοηθά στην προστασία των λεπτών εσωτερικών δομών του κοχλίου, τόσο κατά τη διάρκεια της χειρουργικής επέμβασης όσο και μετά επιτρέποντας τη χρήση μελλοντικής τεχνολογίας. Η μικρότερη απόσταση των ηλεκτροδίων από τις νευρικές απολήξεις σημαίνει μικρότερη ποσότητα ρεύματος για να διεγερθούν και μικρότερη περιοχή ερεθισμού για κάθε ηλεκτρόδιο, άρα καλύτερη διάκριση ήχων και ομιλίας. Επιπλέον, ιδιαίτερα για τα μικρά παιδιά, το υπόλοιπο τμήμα του εμφυτεύματος απαιτεί το μικρότερο μέγεθος διάτρησης, για την στήριξη του, από όλα τα διαθέσιμα συστήματα κοχλιακών εμφυτευμάτων, είναι μικρό και εύκαμπτο (max 3,9 mm) και συνεπώς ευκολότερα τοποθετούμενο ώστε να ταιριάζει με την καμπυλότητα του κεφαλιού του μικρού παιδιού.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό των εμφυτευμάτων αυτών είναι ότι ο μαγνήτης για την σύζευξη της εξωτερικής κεραίας μπορεί να αφαιρεθεί ώστε να είναι δυνατή η απεικόνιση του εγκεφάλου με μαγνητική τομογραφία (μέχρι 3 Tesla), αν χρειαστεί.



Χωρίς ΚΕ

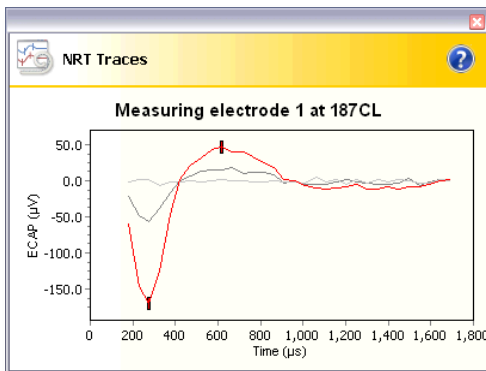


Με μαγνήτη



Χωρίς μαγνήτη

Εικόνα 4. MRI σε 1.5 T (Image Courtesy MHH Department of Neuroradiology, Hanover, Germany)



Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των εμφυτευμάτων της Cochlear είναι η δυνατότητα επικοινωνίας τους με τον υπολογιστή, ώστε να επαληθεύεται η σωστή θέση και λειτουργία του ηλεκτροδίου μέσω της τηλεμετρίας. Επίσης επιτρέπουν την τηλεμετρία των νευρικών αποκρίσεων, NRT™ (Neural Response Telemetry), μια αντικειμενική μέτρηση που ελέγχει κατά πόσο το ακουστικό νεύρο ανταποκρίνεται στην διέγερση του κάθε ηλεκτροδίου καθώς και τον ουδό διέγερσής του. Είναι δηλαδή μία ηλεκτροκοχλιογραφία μέσω του

εμφυτεύματος και κατευθείαν στις νευρικές απολήξεις του ακουστικού νεύρου. Η NRT είναι ένα χρήσιμο εργαλείο, γιατί επιβεβαιώνει την ανταπόκριση του νεύρου σε όλες τις συχνότητες και βρίσκει τον ουδό διέγερσής του, κάτι που διευκολύνει τον σωστό προγραμματισμό του εμφυτεύματος, δηλαδή την ρύθμιση (Mapping) και την προσαρμογή (fitting), κυρίως στα μικρά παιδιά.

Ο συνηθέστερος επεξεργαστής ομιλίας είναι ο Freedom™, που σήμερα έχει αντικατασταθεί με το νέο CP810. Και οι δύο τύποι είναι οπισθοωτιαίοι που αλλάζοντας τη θήκη μπαταριών μπορούν να γίνουν και σωματικού τύπου, με περισσότερη ενέργεια – αυτονομία και περισσότερες ενδείξεις και χειρισμούς. Επίσης είναι αδιάβροχοι, κάτι που μέχρι σήμερα βασάνιζε τους χρήστες Κ.Ε.

Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό είναι ότι διαθέτουν δύο μικρόφωνα, ένα διπλό για μπροστά και πάνω και ένα προς τα πίσω, που σε συνδυασμό με το πρόγραμμα επεξεργασίας Smart Sound Beam™, μπορεί ο χρήστης να παρακολουθεί άνετα τον συνομιλητή του και στις πιο θορυβώδεις καταστάσεις. Αντίθετα με τον αυτόματο έλεγχο εισόδου (automatic gain control) αναγνωρίζουν τους σημαντικούς ήχους, όπως η ομιλία και τους τονίζουν μειώνοντας παράλληλα τους θορύβους του περιβάλλοντος.



*Εικόνα 5. Το αδιάβροχο σύστημα Nucleus® Freedom™ και CR810, που επιτρέπουν διπλή χρήση με την αλλαγή της θήκης των μπαταριών, σε οπισθοωτιαίου και σωματικού τύπου.*

Ο νέος επεξεργαστής ομιλίας προσφέρεται με τηλεκοντρόλ αμφίδρομης επικοινωνίας, που εκτός ότι χειρίζεται τα προγράμματα και τις ρυθμίσεις, δρα διαγνωστικά ώστε να ενημερώνει συνεχώς για τη σωστή λειτουργία και τις επιλογές του συστήματος.



*Εικόνα 6. Το τηλεκοντρόλ αμφίδρομης επικοινωνίας Nucleus® CR110.*

### **Κοχλιακά εμφυτεύματα MEDICAL ELECTRONIC (MED-EL)**

Το εμφύτευμα PULSARci και SONATA Ti 100 της MED-EL φέρουν ένα ευθύ ηλεκτρόδιο μήκους 31 mm, με 12 επιμέρους ηλεκτρόδια - επαφές που δίνει τη δυνατότητα της βαθιάς εισαγωγής των ηλεκτροδίων στις ακραίες περιοχές του κοχλίου.

Ο μικροεπεξεργαστής του εμφυτεύματος PULSARci βρίσκεται στεγανά σφραγισμένος σε ένα

κεραμικό κέλυφος με 4 mm πάχους, ενώ το και SONATA Ti 100 είναι από τιτάνιο και σιλικόνη. Τα εμφυτεύματα αυτά εκτός από το ευθύ ηλεκτρόδιο, προσφέρονται και με άλλους τύπους ηλεκτροδίων, όπως ένα κοντό συμπιεσμένο ηλεκτρόδιο S, με 12 ηλεκτρόδια - επαφές αλλά με μήκος ηλεκτροδίου 13 mm ή το διπλό ηλεκτρόδιο (split-compressed) με 7 και 5 ηλεκτρόδια - επαφές αντίστοιχα, τα οποία είναι κατάλληλα για εμφύτευση σε οστεοποιημένους κοχλίες.



Εικόνα 6. Το K.E. PULSARci και SONATA Ti 100 της MED-EL.

Αυτά τα εμφυτεύματα έχουν σχεδιαστεί να λειτουργούν με τις στρατηγικές επεξεργασίας CIS και τις εξελιγμένες Spreckling CIS και CIS+. Συνήθως προτιμάται η CIS+ που έχει την ικανότητα να παράσχει τη γρηγορότερη διέγερση, έως 18.180 παλμούς το δευτερόλεπτο που τους στέλνει σε ζεύγη ηλεκτροδίων.

Ο νέος μηχανισμός επιτρέπει και διάφορα διαγνωστικά εργαλεία (CDT, Comprehensive Diagnostic Toolkit), όπως η ART (Auditory Nerve Response Telemetry), με την ίδια λειτουργία όπως η NRT της Cochlear και η τηλεμετρία IFT (Impedance & Field Telemetry).

Για τα K.E. της MED-EL υπάρχουν δύο τύποι επεξεργαστών ομιλίας, ο OPUS 1 και ο OPUS 2 οπισθοωτιαίου τύπου. Οι επεξεργαστές ομιλίας OPUS, με τη δυνατότητα διαχωρισμού του επεξεργαστή από τη θήκη μπαταριών δίνει την δυνατότητα ποικίλων τρόπων στήριξης, πίσω από το αυτί, στο σκελετό των γυαλιών, στη ζώνη και στα ρούχα, κάτι πολύ χρήσιμο για τα παιδιά.

Και οι δύο επεξεργαστές ομιλίας είναι ψηφιακοί, έχουν προειδοποιητικό λαμπάκι λειτουργίας και εξωτερικές ρυθμίσεις για τον χρήστη, με μέχρι 4 προγραμματιζόμενες καταστάσεις ακρόασης.

OPUS II OPUS II



Εικόνα 7. Οι επεξεργαστές ομιλίας OPUS 1 και OPUS 2, σε οπισθοωτιαία και σωματική μορφή.

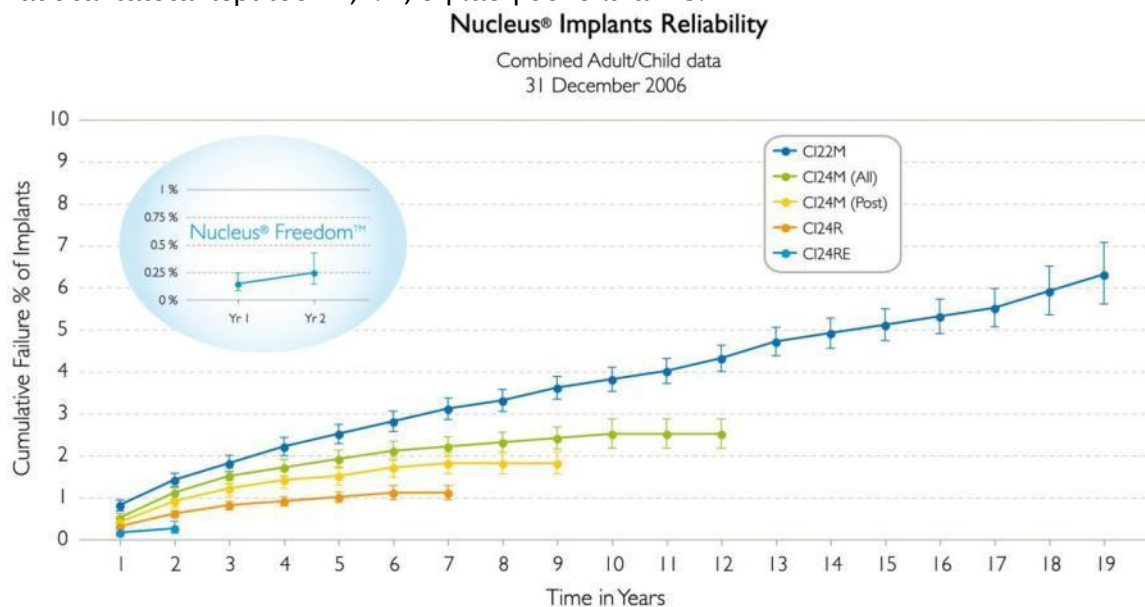
Επίσης με τη χρήση μιας γωνιώδους θήκης μπαταριών, που έχει είσοδο για εξωτερικές πηγές, δίνεται η δυνατότητα σύνδεσης με βοηθήματα όπως τα συστήματα FM.

Η τεχνολογία των επεξεργαστών ομιλίας σχεδιάζεται έτσι ώστε όλοι οι χρήστες να έχουν

πρόσβαση στη νέα τεχνολογία που είναι διαθέσιμη.

## Η αξιοπιστία των εμφυτευμάτων

Τα στοιχεία αξιοπιστίας για τα κοχλιακά εμφυτεύματα καταγράφονται και αναφέρονται δημόσια. Από το 1990 έως το 2002 καταγράφηκαν χαλασμένα εμφυτεύματα στους ενήλικες περίπου 1,3% και στα παιδιά περίπου 11,1% , δηλαδή συνολικά 7.8%.



Εικόνα 8. Τα στοιχεία αξιοπιστίας για 5 κοχλιακά εμφυτεύματα της Cochlear™.

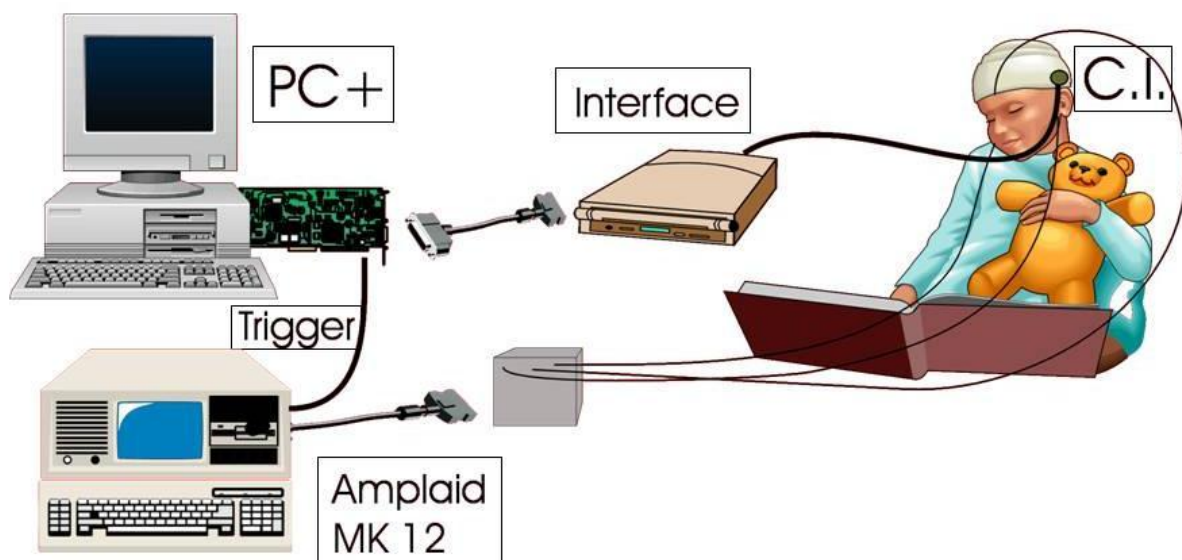
Σήμερα με την νεότερη τεχνολογία αλλά και με την απευθείας συνεργασία των Κλινικών με τα ερευνητικά κέντρα των εταιριών που κατασκευάζουν τα εμφυτεύματα, τα αποτελέσματα επιβίωσης συγκεκριμένων εμφυτευμάτων είναι της τάξης του 99,8% και 99,6% στους 12 και 36 μήνες αντίστοιχα. Αυτό σημαίνει ότι αυτό ποσοστό εμφυτευμάτων λειτουργούν σωστά το δεδομένο χρόνο μετά την εμφύτευση.

Για τα Κ.Ε. που σταμάτησαν να λειτουργούν, είναι δυνατή η επανατοποθέτηση νέων, κάτι που γίνεται ακόμα και σ' αυτούς που επιζητούν την νεότερη και αποδοτικότερη τεχνολογία.

## Προσαρμογή και ρύθμιση του Κ.Ε.

Στα περισσότερα κέντρα ο προγραμματισμός εκτελείται από ιατρούς ή ακοολόγους, εντούτοις μπορούν να αναμιχθούν και άλλοι επαγγελματίες με κατάλληλη εμπειρία και κατάρτιση, αλλά πάντα υπό ιατρική επίβλεψη, μη ξεχνώντας ότι στην περίπτωση αυτή διοχετεύουμε ρεύμα κατευθείαν στο ακουστικό νεύρο.

Οι βελτιώσεις στην ηλεκτροφυσιολογία, στην τεχνολογία των εμφυτευμάτων και στις μεθόδους προγραμματισμού, έχουν εξασφαλίσει ότι η αποκατάσταση μπορεί να γίνει με μεγάλη επιτυχία στις πολύ μικρές ηλικίες.



Εικόνα 9. Τα απαραίτητα μηχανήματα διέγερσης και καταγραφής για τον ηλεκτροφυσιολογικό έλεγχο του ΚΕ, προ 10ετίας.

Κατά τη διάρκεια των συνεδριών όταν προγραμματίζεται ο εξωτερικός επεξεργαστής ομιλίας για να παρέχει άνετα επίπεδα ακοής για την ομιλία, η λήψη αξιόπιστης ανταπόκρισης από ένα πολύ μικρό παιδί μπορεί να είναι χρονοβόρα και δύσκολη. Τα σημερινά εμφυτεύματα επιτρέπουν τη χρήση ενός αντικειμενικού μέτρου, τα Electrically Evoked Compound Action Potentials (ECAPs), τα οποία μπορούν να καταγραφούν μέσω του επεξεργαστή και μέσω της τεχνικής Neural Response Telemetry (NRT) για τα εμφυτεύματα Nucleus ή της ART για αυτά της MEDEL. Αυτές οι καταγραφές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συμπληρώσουν τις συμπεριφοριστικές απαντήσεις και να παρέχουν πολύ καλύτερη ρύθμιση, άρα και ακούσματα, στα πολύ μικρά παιδιά.



Εικόνα 10. Η σημερινή συνδεσμολογία, με ταχύτερα και πιο εξελιγμένα προγράμματα ελέγχου και ρύθμισης του ΚΕ.

### ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ FM

Η σημερινή τεχνολογία με τα συστήματα FM, επιτρέπει την εκπομπή σε απόσταση της παραγόμενης φωνής, καλυτερεύοντας τη σχέση σήματος / θορύβου σε ποικίλες καταστάσεις ακρόασης. Δηλαδή επιτρέπουν την επιλεκτική ακρόαση του ομιλητή σε θορυβώδες περιβάλλον. Τα συστήματα αυτά εκπέμπουν τη φωνή του ομιλητή από ένα μικρόφωνο πομπό, με υψηλής τεχνολογίας ραδιοσυχνότητες (FM), στο δέκτη που ενώνεται σε ειδικές υποδοχές στα ακουστικά



βαρηκοΐας ή τα κοχλιακά εμφυτεύματα παρακάμπτοντας τον θόρυβο του περιβάλλοντος που είναι το μεγαλύτερο πρόβλημα των ασθενών με βαρηκοΐα αντίληψης. Η σημερινή τεχνολογία επιτρέπει υψηλή ποιότητα ήχου και ελάχιστο μέγεθος του δέκτη, ώστε να μην αλλάζει ιδιαίτερα η αισθητική και το βάρος του ακουστικού.



Εικόνα 11. Συστήματα FM που προσαρμόζονται στον επεξεργαστή ομιλίας.

Υπάρχουν δύο τύποι μικροφώνων ανάλογα με την επιλογή του χρήστη. Το πρώτο είναι ένα ειδικής σχεδίασης κατευθυντικό μικρόφωνο, ώστε ο χρήστης να “σημαδεύει” τον ομιλητή που παρακολουθεί. Το δεύτερο επιτρέπει την τοποθέτησή του μπροστά ή πάνω στον ομιλητή, όπως π.χ. στη δασκάλα στο σχολείο. Είναι πολύ χρήσιμο στην εκπαίδευση του βαρήκοου, δίνοντας ταχύτερα και καλύτερα αποτελέσματα στην αναγνώριση και κατά συνέπεια στην κατανόηση και στη σωστή εκφορά του προφορικού λόγου.

## 2. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗ ΟΜΙΛΙΑΣ ΤΩΝ ΚΟΧΛΙΑΚΩΝ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ.

Τα παιδιά με κοχλιακά εμφυτεύματα παραμένουν πολλές ώρες μακριά από την επίβλεψη των γονέων στο σχολείο. Οι ώρες αυτές είναι πολύ σημαντικές για την ακουστική τους ανάπτυξη και την εκπαίδευσή τους, που στηρίζεται στη καλή ακουστική επικοινωνία, άρα στη καλή λειτουργία του κοχλιακού συστήματος.

Ο επεξεργαστής ομιλίας είναι το πιο ευάλωτο μέρος του συστήματος, γιατί στηρίζεται σε πολλά κινούμενα μέρη, λειτουργεί με μπαταρίες και δέχεται εξωτερικές επεμβάσεις όσον αφορά την ποιότητα του ακουστικού σήματος.

Οι δάσκαλοι συχνά, αν όχι πάντα, δεν ενημερώνονται για τη λειτουργία, τα προγράμματα και τον τρόπο ελέγχου των επεξεργαστών, με αποτέλεσμα να μένουν αβοήθητοι σε τυχόν υποψίες τους για την ακουστική απόδοση του κοχλιακού εμφυτεύματος. Ακόμα και σε μεγαλύτερα παιδιά με ακουστική εμπειρία ή με μεγαλύτερη εξοικείωση με τον επεξεργαστή ομιλίας, που ανακοινώνουν το πρόβλημα, προσπαθούν να βρουν λύσεις χωρίς εργαλεία ή εμπειρία στη λειτουργία των επεξεργαστών. Αυτό έχει άμεση επίπτωση στα παιδιά που μένουν αρκετές ώρες χωρίς ακοή στο σχολείο, χάνοντας την ακουστική επαφή με τους δασκάλους αλλά και με τους συμμαθητές, κάνοντας βήματα προς τα πίσω.

Κάθε επεξεργαστής ομιλίας έχει διαφορετικές διαδικασίες ανίχνευσης των βλαβών του, αλλά υπάρχουν γενικοί κανόνες εύκολοι να ακολουθηθούν.

Οι επεξεργαστές ομιλίας είναι συνήθως οπισθοωτιαίοι ή λιγότερο συχνά σωματικού τύπου.

Για όλους τους επεξεργαστές χρήσιμο είναι να υπάρχουν καινούργιες μπαταρίες, εξωτερικό μικρόφωνο, εξωτερικά ακουστικά και ελεγκτής σήματος.

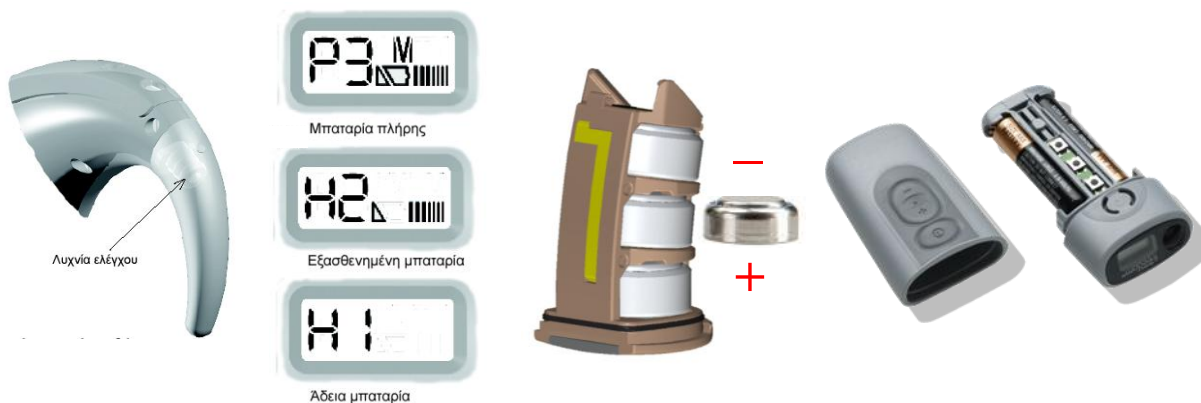


Εικόνα 12. Παράδειγμα εξωτερικού μικροφώνου, εξωτερικών ακουστικών ελέγχου, προσαρμογέα ακουστικών και μικροφώνου και ελεγκτή σήματος.

Στους οπισθοωτιαίου τύπου πρέπει να ελεγχθούν οι μπαταρίες, το καλώδιο μετάδοσης του σήματος και η κεραία αυτού, το μικρόφωνο και η γενική λειτουργία του επεξεργαστή. Στους σωματικού τύπου γίνεται και πρόσθετος έλεγχος του καλωδίου που ενώνει τις δυο μονάδες.

### Μπαταρίες

Είναι πάντα το πρώτο που ελέγχεται. Κάθε τύπος μπαταρίας έχει το δικό του μέγιστο επιτρεπτό επίπεδο ισχύος με το αντίστοιχο όριο ανεκτικότητας του εμφυτεύματος. Συνήθως προτείνονται οι ψευδαργύρου αέρα μεγέθους 675. Αυτά τα όρια σε μερικούς επεξεργαστές υπολογίζονται αυτόματα και ή προειδοποιούν με μια ενδεικτική λυχνία ή δίνουν τον κωδικό βλάβης σε οθόνη για την εύκολη και σίγουρη επιδιόρθωση. Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν ενδείξεις στο τύπο του επεξεργαστή, καλό είναι να αλλαχθούν με νέες, αφού ελεγχθεί η ημερομηνία λήξης τους και η σωστή φορά τοποθέτησή τους.



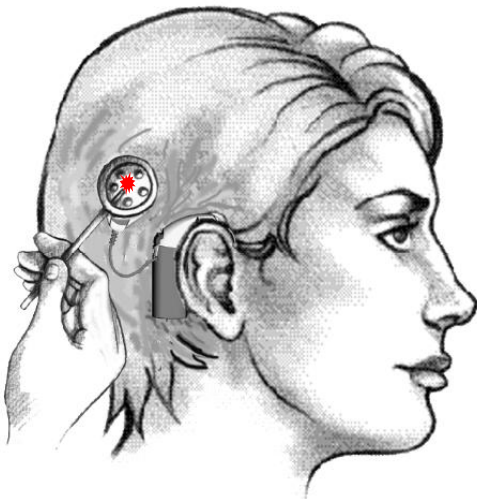
Εικόνα 13. Παράδειγμα ενδείξεων κωδικών βλάβης που αφορούν τις μπαταρίες. Ένδειξη H1 (άδειες μπαταρίες), H2 (χαμηλή μπαταρία).



Εικόνα 14. Αλλαγή μπαταριών στους επεξεργαστές 3G και OPUS 2.

### Το καλώδιο μετάδοσης του σήματος και η κεραία

Πρώτα γίνεται ο έλεγχος της σύνδεσης του πηνίου με τον επεξεργαστή και η ακριβής εφαρμογή του πηνίου πάνω στο εμφύτευμα. Καλό είναι να γίνει αδρός έλεγχος για πιθανή φθορά του καλωδίου του πηνίου και τέλος επιβεβαίωση της μετάδοσης με τον ελεγκτή σήματος. Η κάθε εταιρία έχει δικό της ελεγκτή γιατί χρησιμοποιούνται διαφορετικές συχνότητες μετάδοσης του σήματος προς το εμφύτευμα. Σε περίπτωση που ο επεξεργαστής έχει ένδειξη κωδικών βλάβης, θα δείχνει H3. Προσοχή όμως γιατί όλες οι ενδείξεις παραμένουν όσο έχουμε τον επεξεργαστή στα χέρια μας για τη διάγνωση, καθότι δεν επικοινωνεί με το εμφύτευμα.



Εικόνα 15. Παράδειγμα χρήσης του ελεγκτή σήματος της κεραίας.

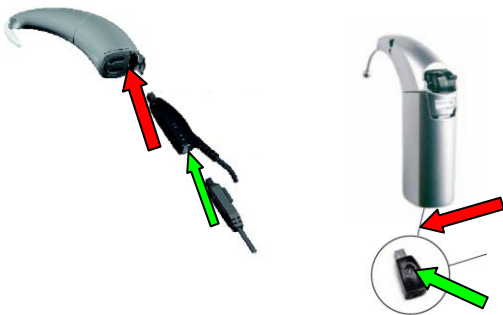
### Το μικρόφωνο

Η λειτουργία του μικροφώνου είναι η πιο σημαντική γιατί μπορεί να συνεχίζει να λειτουργεί καλά ο επεξεργαστής, αλλά η είσοδος των ήχων και της φωνής να είναι χαμηλή ή παραμορφωμένη. Έτσι καμία ένδειξη δεν θα υποδηλώνει δυσλειτουργία, αλλά η ακουστική ικανότητα θα είναι μειωμένη. Είναι η πιο συχνή δυσλειτουργία για τους επεξεργαστές που δεν έχουν αδιάβροχο μικρόφωνο, κυρίως στα παιδιά τους καλοκαιρινούς μήνες που ιδρώνουν περισσότερο.

Ο έλεγχος του μικροφώνου γίνεται με τη χρήση των εξωτερικών ακουστικών ελέγχου, για τους επεξεργαστές των εταιριών που προβλέπεται. Σηκώνοντας το κάλυμμα υποδοχής και συνδέοντας τα ακουστικά ελέγχου στην υποδοχή του επεξεργαστή ομιλίας ή στο βύσμα προσαρμογής, μπορούμε να ελέγξουμε τον ήχο όπως διαμορφώνεται πριν σταλεί στο εμφύτευμα. Με τον τρόπο αυτό αυξάνουμε ή μειώνουμε την ευαισθησία του μικροφώνου ώστε να έχουμε την καλύτερη δυνατή πρόσληψη του ήχου και κυρίως της ομιλίας.

Σε περίπτωση που ο ήχος παραμένει πολύ χαμηλός σε ένταση ή θαμπός, προσαρμόζουμε και το εξωτερικό μικρόφωνο. Αν ο ήχος διορθώνεται τότε ευθύνεται το μικρόφωνο του επεξεργαστή και είναι απαραίτητη η συντήρησή του, άρα επικοινωνήστε με το Κέντρο Κοχλιακών Εμφυτευμάτων που παρακολουθεί το παιδί ή ενημερώστε τους γονείς του. Παρόλα αυτά το παιδί μπορεί να συνεχίσει τα μαθήματα στο σχολείο, χρησιμοποιώντας το εξωτερικό μικρόφωνο που προσαρμόζεται στο πέτο.

Σε ακραίες καταστάσεις, όπως χαμηλή ένταση σε ένα πολύ ήσυχο χώρο, εμφανίζεται η ένδειξη H4 στην οθόνη.



Εικόνα 4. Παράδειγμα σύνδεσης εξωτερικών ακουστικών ελέγχου (κόκκινο) και εξωτερικών μικροφώνων (πράσινο).

### Η γενική λειτουργία του επεξεργαστή

Ο δάσκαλος θα πρέπει να έχει ενημερωθεί από τους γονείς για το πρόγραμμα που χρησιμοποιεί το παιδί στο σχολείο και για το αν είναι σε θέση να διαμαρτυρηθεί για μια δυσλειτουργία.

Υπάρχουν περιπτώσεις που ένα από τα προγράμματα (maps) ή έχει χαθεί ή δεν λειτουργεί σωστά. Στις περιπτώσεις αυτές που το παιδί διαμαρτύρεται για την απόδοση του επεξεργαστή, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα άλλο πρόγραμμα, καθότι όλοι οι επεξεργαστές έχουν τουλάχιστον δύο θέσεις αποθήκευσης. Στους επεξεργαστές με τέσσερα προγράμματα συνήθως αποθηκεύονται δύο ίδια ή παρόμοια. Σε περίπτωση που όλα τα προγράμματα έχουν πρόβλημα, απενεργοποιήστε τον επεξεργαστή ομιλίας για μερικά δευτερόλεπτα και μετά ενεργοποιήστε τον. Στους επεξεργαστές με οθόνη θα έχει την ένδειξη σφάλμα προγράμματος H5.

Μπορεί επίσης να μην υπάρχει καμία ένδειξη λειτουργίας στην οθόνη του επεξεργαστή ομιλίας, ή στις ενδεικτικές λυχνίες, αλλά να εξακολουθεί να λειτουργεί. Απενεργοποιήστε και ενεργοποιήστε τον επεξεργαστή ομιλίας.

Σε όλες τις περιπτώσεις επικοινωνήστε με το Κέντρο Κοχλιακών Εμφυτευμάτων που παρακολουθεί το παιδί ή ενημερώστε τους γονείς του ώστε να ελεγχθούν τα προγράμματα που παρουσιάζουν πρόβλημα.

Εκτός από τις οπτικές ενδείξεις, υπάρχουν και ακουστικές, ατομικές και δημόσιες εξωτερικές.

Οι ατομικοί και οι δημόσιοι ήχοι ακούγονται όταν γίνεται χρήση κάποιας συγκεκριμένης λειτουργίας του επεξεργαστή ομιλίας ή σε κάποια δυσλειτουργία του. Οι ήχοι μπορούν να ενεργοποιηθούν μόνο κατά τη ρύθμιση του επεξεργαστή, γι' αυτό θέλει προσοχή γιατί αν έχουν ενεργοποιηθεί μόνο οι ατομικοί ήχοι, τους ακούει μόνο το παιδί.

## Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές

Οι περισσότερες ηλεκτρονικές συσκευές εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Τα καλώδια κάνουν λήψη αυτών των πεδίων που επηρεάζουν το μικρόφωνο και τον προενισχυτή του.

Μερικές φορές σε κάποιους επεξεργαστές μπορεί να εμφανιστούν παροδικές παρεμβολές όπως για παράδειγμα βόμβος ή παραμόρφωση της ομιλίας.

Προσπαθήστε να απομακρυνθείτε από την ηλεκτρονική συσκευή που δημιουργεί παρεμβολές. Είναι εύκολο να βρεθεί χρησιμοποιώντας τα ακουστικά ελέγχου, καθότι πλησιάζοντας σ' αυτή θα αυξάνονται τα προβλήματα.

Συνήθεις πηγές παρεμβολών είναι ραδιοφωνικές και τηλεοπτικές κεραιές εκπομπής, κεραιές κινητής τηλεφωνίας, συστήματα ασφαλείας εμπορικών κέντρων και αεροδρομίων, ορισμένα παλαιά κινητά τηλέφωνα, λαμπτήρες φθορισμού, μετασχηματιστές ρεύματος και συσκευές κύριας τροφοδοσίας.

Η ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές δεν είναι ηχητικά πιο ισχυρές από τα προγραμματισμένα όρια του εμφυτεύματος και δεν είναι επικίνδυνες ούτε για το παιδί, ούτε για τον επεξεργαστή ομιλίας.