



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

*ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ*  
*«ΑΚΟΥΣΤΟΛΟΓΙΑ & ΝΕΥΡΩΤΟΛΟΓΙΑ»*

*Διπλωματική Εργασία*  
**« Οστεοεμφυτευόμενα Ακουστικά Βαρηκοΐας-  
Η Εξέλιξη και τα Αποτελέσματα »**

**ΟΝΟΜΑ** : Κωνσταντίνα-Στέλλα Μελισσοουργού

**Αριθμός Μητρώου**: 7450322200021

**Επιβλέπων** : Δρ. Γεώργιος Κορρές

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα οστεοεμφυτευόμενα ακουστικά βαρηκοΐας (Bone Anchored Hearing Aids-BAHA) αποτελούν μια αποτελεσματική λύση στην καταπολέμηση της βαρηκοΐας μέσω της λειτουργίας της οστέινης αγωγής του ήχου, ενώ χειρουργικά τοποθετούνται μέσω της τεχνικής της οστεοενσωμάτωσης (osseointegration). Σκοπός και στόχος της συγκεκριμένης ανασκόπησης είναι η ανάδειξη του ρόλου των BAHA στην ακοολογική αποκατάσταση σε παιδιά και ενήλικες, η εξελικτική τους πορεία ως προς το μηχανικό και χειρουργικό σκέλος αλλά και τα συνολικά οφέλη που προσφέρει μια τέτοια αντιμετώπιση της βαρηκοΐας. Επιπρόσθετα, οι ενδείξεις και αντενδείξεις των υποψήφιων χρηστών όπως και οι ενδεχόμενες επιπλοκές που μπορεί να παρουσιαστούν διεγχειρητικά και μετεγχειρητικά αναφέρονται αναλυτικά. Η αναλυτική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας στη συγκεκριμένη μελέτη προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες υπό το πρίσμα της ενδεχόμενης επιλογής του εκάστοτε οστεοεμφυτεύματος ως εναλλακτική λύση έναντι των συμβατικών ακουστικών, ιδίως ως πρόταση στη χώρα μας η οποία παρουσιάζει ακόμα δισταγμό σε σχέση με το BAHA εξαιτίας πιθανών αισθητικών ενδοιασμών και παρεμβάσεων.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Εισαγωγή:** Τα οστεοεμφυτευόμενα ακουστικά βαρηκοΐας επιτρέπουν τη μετάδοση του ήχου δια των οστών του κρανίου, μεταφέροντας τα ηχητικά ερεθίσματα στον κοχλία μέσω δονήσεων παρακάμπτοντας το έξω και το μέσο ους. Η παρουσία τους στην βιομηχανία των ακουστικών βαρηκοΐας τα τελευταία 40 χρόνια τα καθιστά αξιόπιστα θεραπευτικά μέσα για την καταπολέμηση της βαρηκοΐας, προσδίδοντας στη φαρέτρα του ΩΡΛ χειρουργού και της βέλτιστης κλινικής αποκατάστασης των ασθενών με απώλεια ακοής.

**Σκοπός** της παρούσας ανασκόπησης είναι να αναδείξει τον εξελικτικό χαρακτήρα της χρήσης και απόδοσης των ΒΑΗΑ μέσω της αναφοράς στη χειρουργική και τεχνολογική εξέλιξη των σύγχρονων επιλογών αλλά και να αξιολογήσει το βαθμό συνεισφοράς τους ως προς τα ακοολογικά αποτελέσματα και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της ακοολογικής απόκρισης που απορρέουν από την εφαρμογή τους.

**Στόχοι** επίσης είναι η αναφορά σε πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε επιλογής συσκευής ΒΑΗΑ, η ανάλυση των ενδεχόμενων επιπλοκών καθώς και η ανάδειξη της χρησιμότητας της επέμβασης ως θεραπευτική λύση στη βαρηκοΐα σε παιδιά και ενήλικες.

**Μεθοδολογία:** Η αναζήτηση μελετών πραγματοποιήθηκε από βάσεις δεδομένων όπως οι PubMed, EMBASE και MEDLINE λαμβάνοντας υπόψη συγκεκριμένες κατευθυντήριες γραμμές για τη διασφάλιση διαφάνειας της επισκόπησης και χρησιμοποιώντας λέξεις κλειδιά. Η εφαρμογή κριτηρίων ένταξης και αποκλεισμού μελετών προσδίδει στη συνάφεια και την εγγύτητα της μελέτης. Μάλιστα, αξιολογήθηκαν τα κλινικά και ποιοτικά αποτελέσματα των συμπεριλαμβανομένων μελετών (31 στο σύνολο) για το σαφή προσδιορισμό των ερευνητικών ερωτημάτων στην αποτελεσματικότητα των ΒΑΗΑ και την εξελικτική τους απόδοση.

**Αποτελέσματα:** Διαπιστώνεται ότι το ακοολογικό κέρδος από το ΒΑΗΑ μπορεί να αλλάξει με την πάροδο του χρόνου, προσφέροντας ταυτόχρονα ένα μέσο δραματικής βελτίωσης των ορίων ακοής σε ασθενείς με βαρηκοΐα αγωγιμότητας ή μικτού τύπου βαρηκοΐα που δεν μπορούν να επωφεληθούν από τα συμβατικά ακουστικά βαρηκοΐας. Επιπλέον, μέσα από τις μελέτες φαίνεται πως το οστεοεμφύτευμα παρείχε στατιστικά σημαντική μέση βελτίωση στην αντικειμενική (ακοολογική εξέταση) και υποκειμενική (ερωτηματολόγιο) ακουστική απόδοση. Νεότεροι επεξεργαστές όπως ο Baha 6 Max SP έναντι παλαιότερων (Baha 5 & 6 Max) του συστήματος Baha Attract φαίνεται να αποτελούν βέλτιστη λύση για ασθενείς έπειτα από παρουσία ακοολογικών δοκιμασιών. Εν συνόλω, οι ασθενείς που χρησιμοποιούν οποιοδήποτε σύστημα ΒΑΗΑ παρουσιάζουν αυξημένο ακουστικό όφελος σε σύγκριση με

ομάδες ελέγχους χωρίς υποβοηθούμενη ακοή, αλλά και με συμβατικά ακουστικά βαρηκοΐας. Ωστόσο, σε συνθήκες ησυχίας, τα ακοολογικά αποτελέσματα είναι καλύτερα για χρήστες Baha, ενώ στο θόρυβο καλύτερα αποτελέσματα παρατηρούνται για τους χρήστες του Osia. Επιπρόσθετα, η οστεοεμφύτευση σε ασθενείς με μονόπλευρη βαρηκοΐα τείνει να επιφέρει στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα ενίσχυσης της ακοής σε καταστάσεις που περιλαμβάνουν θόρυβο, περιβαλλοντική αντήχηση και μειωμένη αποστρόφη στους δυνατούς ήχους, με πιο πετυχημένο επεξεργαστή συγκριτικά των υπολοίπων αυτών του συστήματος Baha Attract. Στην υποκειμενική αξιολόγηση ακοής μετεγχειρητικά πάνω από το 80% των ερωτηθέντων παρουσίασαν υψηλά επίπεδα ικανοποίησης ως προς την ακοολογική τους ικανότητα.

**Συμπεράσματα:** Το σύστημα των οστεοεμφυτευόμενων ακουστικών βαρηκοΐας BAHΑ αποτελεί ως επί το πλείστον ένα ασφαλές και αποτελεσματικό μέσο για την αποκατάσταση ασθενών με βαρηκοΐα αγωγιμότητας, μικτού τύπου ή/και μονόπλευρη βαρηκοΐα-κώφωση. Τα υψηλά ποσοστά επιτυχίας σε ακοομετρικές μεθόδους και ικανοποίησης των ασθενών για τη χρήση και την προβλέψιμη ακουστική έκβασή τους τοποθετούν τα BAHΑ μεταξύ των κορυφαίων επιλογών για ακοολογική αποκατάσταση. Διαπιστώνεται πως οι νέες τεχνολογικές εξελίξεις όσον αφορά τα εμφυτεύματα Osia και Bonebridge επιφέρουν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα βελτίωσης της ποιότητας της ακοής σε σχέση με προγενέστερες συσκευές, ωστόσο θα χρειαστούν περαιτέρω μελέτες για μεγαλύτερο δείγμα ασθενών για να αξιολογηθεί εάν αυτά τα αναφερόμενα οφέλη είναι αναπαραγώγιμα.

**Λέξεις κλειδιά:** οστεοεμφυτευόμενα ακουστικά βαρηκοΐας, βαρηκοΐα αγωγιμότητας, ακοολογική αποκατάσταση, χειρουργική τεχνική, συσκευές οστέινης αγωγής

## Summary

**Introduction:** Bone-anchored hearing aids (BAHA) allow the transmission of sound through the bones of the skull, transferring sound stimuli to the cochlea bypassing the outer and middle ear. Their presence in the hearing aid industry for the past 40 years has made them a reliable therapeutic tool towards combatting hearing loss, contributing to the optimal clinical rehabilitation of patients with hearing loss. The purpose of this review is to highlight the evolutionary character of the use and performance of BAHAs through reference to the surgical and technological evolution of modern options and also to evaluate their degree of contribution in terms of audiological results and the qualitative characteristics of the audiological response resulting from their application. Objectives include the reference to the advantages and disadvantages of each BAHA device option as well as the analysis of potential complications in order to highlight the usefulness of the operation as a therapeutic solution for hearing loss in children and adults.

**Methodology:** Studies were searched and included from databases such as PubMed, EMBASE and MEDLINE, considering specific PRISMA guidelines to ensure transparency of the review, followed by the use of key words. The application of inclusion and exclusion criteria contribute to the study's relevant character. The clinical and qualitative results from the included studies (31 in total) were evaluated for answering the research questions on the effectiveness of BAHAs and their revolutionary performance.

**Results:** It is observed that the audiological gain from BAHA can change over time, whilst offering a means of dramatically improving hearing thresholds in patients with conductive or mixed hearing loss who cannot benefit from conventional hearing aids. Furthermore, it appears that the osseointegrated implant provides a statistically significant mean improvement in both objective (audiological examination) and subjective (questionnaire) auditory performance. Newer processors such as Baha 6 Max SP versus older ones (Bahas 5 & 6 Max) of the Baha Attract System seem to provide better audiological results. Overall, patients using either BAHA system show increased auditory benefit compared to unaided control groups or the ones using conventional hearing aids. However, in quiet conditions the audiological results are better for Baha users, while in noisy environments Osia users seem to perform better. Additionally, osseointegration in patients with unilateral hearing loss tends to produce statistically significant hearing enhancement results in conditions involving noise, environmental reverberation, and reduced loudness aversion, with the use of the Baha Attract

System. In postoperative subjective hearing evaluations, more than 80% of the respondents depicted high levels of satisfaction with their audiological ability.

**Conclusion:** The BAHA osseointegrated hearing aid system portrays a safe and effective means for the rehabilitation of patients with conductive, mixed type and/or unilateral hearing loss. High success in audiometric tests and patient satisfaction rate set the foundation of a trustworthy method for assisting audiological rehabilitation. New technological advances regarding the devices introduced to the market (Osia and Bonebridge) show promising results regarding improved hearing quality compared to other older devices, however, further studies are needed to assess the reproducibility of such results for the desired auditory benefits.

**Key words:** osseointegrated hearing aids, conductive hearing loss, audiological rehabilitation, surgical technique, bone conduction devices

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θέλω να ευχαριστήσω από καρδιάς τον καθηγητή μου και ιατρό μου Θωμά Νικολόπουλο γιατί άλλαξε και συνεχίζει να αλλάζει τη ζωή μου προς το καλύτερο, χαρίζοντας μου το πολύτιμο δώρο της ακοής και προσφέροντας μου ως τώρα γνώσεις και εφόδια τα οποία θα μου μείνουν παντοτινά χαραγμένα. Του είμαι ευγνώμων για πάντα.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους υπόλοιπους καθηγητές μου κ. Δελίδη και κ.Μαραγκουδάκη, τον επιβλέποντα μου κ. Κορρέ που σε ό,τι απορία είχα και όποια δυσκολία και αν συνάντησα ήταν εκεί άμεσα διαθέσιμος και με ενθάρρυνε στο να την εκπονήσω χωρίς περιττό άγχος. Ευχαριστώ τον κ. Βλασταράκο για τις πολύτιμες συμβουλές του για τη συγγραφή της διπλωματικής και για την αγόγγυστη υπομονή του. Ευχαριστώ τους φίλους-συναδέλφους που με βοήθησαν να συμμετέχω στο πρόγραμμα του μεταπτυχιακού, για την κατανόηση όποτε χρειάστηκε.

Ευχαριστώ ολόψυχα τα αδέρφια μου, την οικογένειά μου και ιδιαίτερως τη μητέρα μου για το ήθος και την ανατροφή που μου προσέδωσε, για τη συμπαράστασή της και την πίστη της σε μένα σε ό,τι κι αν καταπιάνω.

Τέλος, ευχαριστώ τον άνθρωπό μου για τη συμπαράσταση, την κατανόηση, την αγάπη και την αδιάκοπη στήριξη της σε όλα.

Αφιερώνω αυτή την εργασία στους ανθρώπους που παρά τις αντιξοότητες συνεχίζουν να προσπαθούν.

*«Ίσως δεν καταφέρουμε να σώσουμε τον κόσμο, αλλά ξεχωριστά τον άνθρωπο πάντα μπορούμε να σώσουμε» Joseph Brodsky*

## Πίνακας Περιεχομένων

<b>1. Γενικές Αρχές.....σελ. 10</b>	
1.1 Ανατομία Ωτός.....σελ. 10	
1.2. Φυσιολογία της Ακοής.....σελ. 10	
1.3 Ακουστική Οδός.....σελ. 11	
1.4 Παθοφυσιολογία Ωτός.....σελ. 12	
1.5 Επιδημιολογικά Χαρακτηριστικά Βαρηκοΐας.....σελ. 14	
1.6 Επιπτώσεις Βαρηκοΐας.....σελ. 16	
<b>2. Εισαγωγικές Πληροφορίες.....σελ. 18</b>	
2.1 Ακουστικά Βαρηκοΐας.....σελ. 18	
2.2 Είδη Οστεοεμφυτευόμενων Συσκευών.....σελ. 20	
2.3 Εισαγωγή στα ΒΑΗΑ .....σελ. 21	
2.4 Ιστορική Αναδρομή των ΒΑΗΑ.....σελ. 22	
2.5 Ενδείξεις.....σελ. 23	
2.6 Σκοπός.....σελ. 25	
2.7 Στόχοι.....σελ. 25	
2.8 Ερευνητικά Ερωτήματα.....σελ. 26	
<b>3. Μεθοδολογία.....σελ. 27</b>	
3.1 Στοιχεία Δεδομένων.....σελ. 27	
<b>4. Αποτελέσματα-Εξελικτική Πορεία ΒΑΗΑ.....σελ. 34</b>	
4.1 Τεχνολογική και Χειρουργική Εξέλιξη των ΒΑΗΑ.....σελ. 34	
4.2 Διαδερμικές Οστεοεμφυτευόμενες Συσκευές.....σελ. 35	
4.2.1 Οστεοεμφυτεύματα με εφαρμογή βίδας τιτανίου και κολόβωμα.....σελ. 35	
4.2.2. Διαθέσιμοι Εξωτερικοί Επεξεργαστές.....σελ. 38	
4.2.3 Διαδερμικές εμφυτεύσιμες συσκευές οστέινης αγωγής.....σελ. 38	
4.2.4 Ενεργά διαδερμικές οστεοεμφυτευόμενες συσκευές .....σελ. 39	
4.3 Λειτουργικά αποτελέσματα.....σελ. 44	
4.4 Ακουστικά ευρήματα.....σελ. 44	
4.5 Ερωτηματολογία- Υποκειμενική Αξιολόγηση Ακοής.....σελ. 47	
<b>5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....σελ. 49</b>	
5.1 Επιπλοκές.....σελ. 49	
5.1.2. Διεγχειρητικές επιπλοκές.....σελ. 49	
5.1.3. Μετεγχειρητικές επιπλοκές.....σελ. 50	
5.2. Περιορισμοί μελέτης.....σελ. 51	



5.3 Μελλοντικές κατευθύνσεις.....σελ. 52
<b>6. Συμπεράσματα.....σελ. 53</b>
<b>Βιβλιογραφία.....σελ. 55</b>

## **1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ**

### **1.1 Ανατομία Ωτός**

Το αυτί αποτελεί ένα αξιοθαύμαστα περίπλοκο εξελικτικά όργανο από τις απαρχές ακόμα της εμβρυολογικής του ανάπτυξης, φυσιολογίας και χαρακτηριστικών. Το ακουστικό σύστημα, εξελικτικά διαμορφωμένο και υπεύθυνο για την ανάλυση των προσλαμβανόμενων ήχων, φέρει μείζον ρόλο στην αναγνώριση των περιβαλλοντικών σημάτων, αλλά και στην επικοινωνία και την ανάπτυξη της γλώσσας από τα πρώιμα νευροαναπτυξιακά και κατ' εξέλιξη κοινωνικά στάδια στη ζωή του ανθρώπου (Berne & Levy, 2011).

Ως όργανο της ακοής και της ισορροπίας, το αυτί χωρίζεται για περιγραφικούς σκοπούς σε τρία μέρη τα οποία αποτελούν το:

**Το έξω ους**, το οποίο απαρτίζεται από το πτερύγιο και τον έξω ακουστικό πόρο και διαχωρίζεται από το μέσο ους με την παρουσία του τυμπανικού υμένα.

**Την κοιλότητα του μέσου ωτός**, η οποία περιέχει τα ακουστικά οστάρια, μύες και συνδέσμους αυτών και επεκτείνεται μέσω των αεροφόρων κυψελών στη μαστοειδή απόφυση του κροταφικού οστού όπου επιτυγχάνεται η επικοινωνία μέσω της ευσταχιανής σάλπιγγας με το ρινοφάρυγγα. Το χαρακτηριστικά περίπλοκο έσω τοίχωμά της συντελεί το εσωτερικό σύνορο και διαχωριστικό του μέσου ωτός από το έσω.

**Το έσω ους**, το οποίο αποτελείται από το μεμβρανώδη λαβύρινθο, που απαντάται μέσα στην οστέινη κοιλότητα εντός του συμπαγούς λιθοειδούς οστού.

### **1.2 Φυσιολογία της Ακοής**

Καθώς ο ήχος αποτελεί ένα σήμα, περιέχοντας μια σειρά από πληροφορίες μεταβαλλόμενες στο χρόνο διερχόμενες μέσα από το ακουστικό σύστημα με τελικό προορισμό τον εγκέφαλο, η τελική διαμόρφωση της προσλαμβανόμενης ηχητικής πληροφορίας διαμορφώνεται και χαρακτηρίζεται από τα φυσικά γνωρίσματα του ήχου και το ιδιότυπο ακουστικό σύστημα. Για την αντίληψη ενός ήχου, το ακουστικό σύστημα επιτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες:

α) τη μεταφορά του ηχητικού ερεθίσματος στους αισθητικούς υποδοχείς υπό τη μορφή μηχανικής ενέργειας

β) τη μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε νευρικό ερέθισμα

γ) την επεξεργασία των νευρικών ερεθισμάτων ως προς την αντανάκλαση των φυσικών ιδιοτήτων του ηχητικού ερεθίσματος (ένταση, συχνότητα) (Κυροδήμος & Μπίμπας, 2011)

### **1.3 Η Ακουστική Οδός**

Η μεταβίβαση των ηχητικών κυμάτων μέσω του έξω ωτός οδηγεί σε αύξηση της έντασης της ηχητικής πίεσης στο επίπεδο της τυμπανικής μεμβράνης, γνώρισμα το οποίο οφείλεται στο συνδυασμό των συχνοτήτων συντονισμού του έξω ακουστικού πόρου και της κόγχης του πτερυγίου. Εν εξελίξει, το μέσο ούς λαμβάνει το ρόλο του μετατροπέα ακουστικής αντίστασης (acoustic impedance transformer) μειώνοντας την ανάκλαση της ηχητικής ενέργειας εκμεταλλευόμενο τη διάμετρο της ωοειδούς θυρίδας, οδηγώντας σε αυξημένη πίεση στην αιθουσαία κλίμακα αναλογικά με τον έξω ακουστικό πόρο, και τη δημιουργία μηχανισμού μοχλού με πρόσθετο μηχανικό κέρδος εξαιτίας της διαφοράς του μήκους της λαβής της σφύρας και της μακράς απόφυσης του άκμονα.

Η διέλευση του ακουστικού ερεθίσματος μέσα από το μέσο ούς είναι άμεσα εξαρτώμενη από τη συχνότητα. Η μέγιστη μεταφορά κυμαίνεται στο εύρος της ιδιοσυχνότητας του μέσου ωτός (1-1.5Hz), ενώ η μείωση της συχνότητας διέλευσης επηρεάζεται από την ενδεχόμενη δυσκαμψία του συστήματος. Αντίθετα, η αύξηση της συχνότητας καταλήγει σε μειωμένη διέλευση εξαιτίας της μάζας του συστήματος. Επιπλέον, η δράση των μυών του μέσου ωτός μειώνει τη διέλευση των χαμηλών συχνοτήτων, επηρεάζοντας έτσι επιπρόσθετα τη μετάδοση του ηχητικού ερεθίσματος.

Όσον αφορά το έσω ούς, αυτό δρα κατά κύριο λόγο ως μηχανο-ηλεκτρικός μετατροπέας. Η μεταβολή της πίεσης στην περίλεμφο επιτυγχάνεται μέσω της κίνησης του αναβολέα, δημιουργώντας το ταξιδεύον κύμα από τη βάση προς την κορυφή του κοχλία. Το μέγιστο ύψος της ταλάντωσης διαμορφώνεται ανάλογα με τη συχνότητα του ερεθίσματος, με τα υψηλής ταλάντωσης ερεθίσματα να δημιουργούν μέγιστη ταλάντωση στη βάση του κοχλία, ενώ τα χαμηλής έντασης να επικεντρώνουν την επίδραση στην κορυφή αυτού. Με τη συνδρομή των έξω τριχωτών κυττάρων, που λειτουργούν ως κοχλιακός ενισχυτής, αυξάνεται τοπικά το ύψος της μέγιστης ταλάντωσης οδηγώντας σε κάμψη των στερεοκροσσών στο όργανο του Corti με αποτέλεσμα της είσοδο ιόντων καλίου, και συνάμα την απελευθέρωση νευροδιαβιβαστών στις νευρικές ίνες.

Τέλος το νευρικό ερέθισμα ξεκινώντας από το κοχλιακό νεύρο ακολουθεί διαδοχική διαδρομή από τους κοχλιακούς πυρήνες, περνώντας από τον πυρήνα της άνω ελαίας, στα οπίσθια διδύμια και στο έσω γονατώδες σώμα, με κατάληξη στον ακουστικό φλοιό.

#### **1.4 Παθοφυσιολογία Ωτός - Απώλεια Ακοής**

Εξ' ορισμού η απώλεια ακοής χαρακτηρίζεται από την ελάττωση της ακουστικής ικανότητας του ατόμου, ως αποτέλεσμα βλάβης ενός ή περισσότερων ανατομικών τμημάτων του ωτός(έξω, μέσου ή έσω). Η φυσιολογική ακοή ορίζεται ως η ύπαρξη ακουστικών ορίων  $\leq 25$  dB και στα δύο αυτιά, ενώ ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) ορίζει την απώλεια ακοής ως μέσο όρο καθαρού τόνου με συχνότητα ομιλίας  $> 25$  dB στα 0,5, 1, 2 και 4 kHz στο αυτί με καλύτερη ακοή (Yamasoba, et al., 2013). Εξαιτίας της μεγάλης ετερογένειας που παρατηρείται, οι τρόποι περιγραφής και κατηγοριοποίησης της απώλειας ακοής ποικίλουν και ταξινομούνται ως ήπια (26 dB -40 dB), μέτρια (41 dB – 55 dB), μέτρια σοβαρή (56 dB-70 dB), σοβαρή (71dB-90 dB) ή ολική ( $>91$ dB) (Koffler, et al., 2015). Η ολική, ή αλλιώς βαθιά, απώλεια ακοής ορίζεται ως κώφωση ενώ η μερική απώλεια χαρακτηρίζεται ως κατάσταση βαρηκοΐας. Μπορεί να είναι μονόπλευρη ή αμφοτερόπλευρη, προσωρινή ή μόνιμη.

Η βαρηκοΐα αγωγιμότητας αποδίδεται σε βλάβη εντοπισμένη στον έξω ακουστικό πόρο ή στο μέσον ους και στα στοιχεία εντός του ωτός, ώστε ο ήχος δεν ενισχύεται, αλλά εμποδίζεται να μεταδοθεί φυσιολογικά στον κοχλία. Πληθώρα αιτιών μπορεί να είναι υπεύθυνα για την απώλεια αυτή, με συχνότερη αιτία στους ενήλικες να είναι το βύσμα κυψελίδας και στα παιδιά η μέση ωτίτιδα με υγρό. Εν συντομία αναφέρονται λοιπές αιτίες παρακάτω:

- Συγγενής ατρησία του έξω ακουστικού πόρου
- Έγκαυμα
- Βύσμα κυψέλης
- Χολοστεάτωμα του έξω ακουστικού πόρου
- Κακοήθειας
- Αιμαγγείωμα και λεμφαγγείωμα
- Αδένωμα
- Ξένο σώμα
- Οξεία εξωτερική ωτίτιδα
- Ωτομύκωση
- Τραύμα

- Κακοήθης εξωτερική ωτίτιδα
- Οξεία μέση ωτίτιδα
- Εκκριτική ωτίτιδα
- Ατελεκτασία
- Διάτρηση τυμπανικής μεμβράνης
- Συγγενείς ανωμαλίες οσταρίων
- Καλοήθεις όγκοι
- Νοσήματα που προκαλούν οστεολυτικές βλάβες
- Τυμπανοσκλήρυνση
- Ωτοσκλήρυνση
- Χολοστεάτωμα

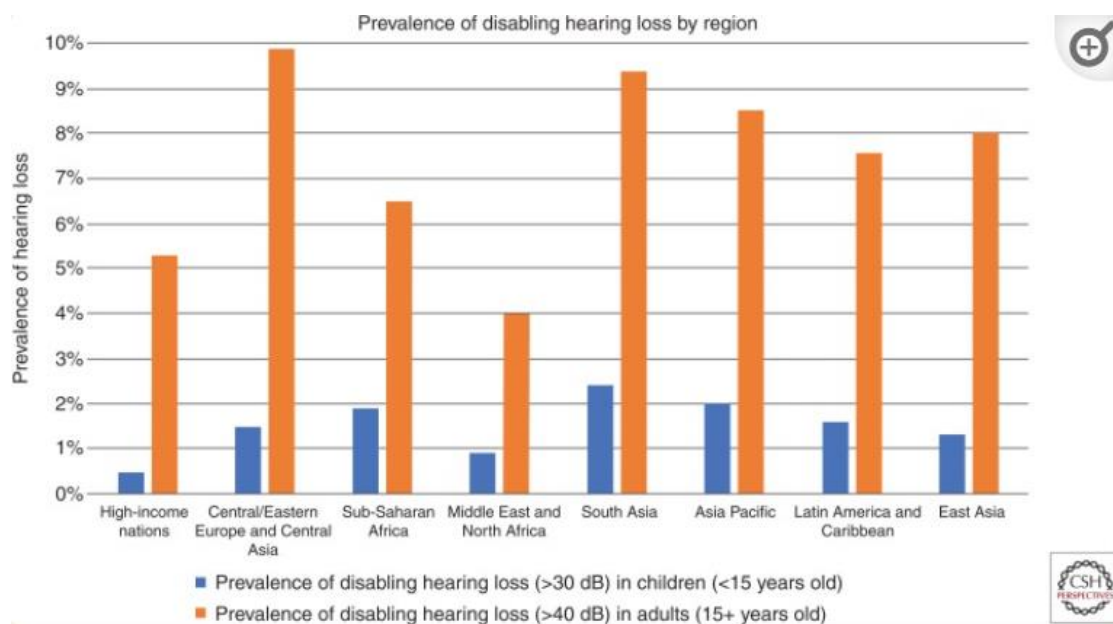
Άλλον τύπο απώλειας ακοής αποτελεί η νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, στην οποία περί το 50% των περιπτώσεων χαρακτηρίζεται από ένα γενετικό υπόβαθρο με τη μετάλλαξη στο γονίδιο του χασματοσυνδέσμου β-2 (GJB2) που είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο της πρωτεΐνης κονεξίνη 26, που αποτελεί σημαντικό ρυθμιστή της ομοιόστασης ιόντων καλίου στο έσω ους. Επιπροσθέτως, περισσότερα από 300 γνωστά σύνδρομα με πολύπλοκες γονιδιακές σχέσεις και παραλλαγές συμπεριλαμβάνουν τη νευροαισθητήρια βαρηκοΐα στις κλινικές τους εκδηλώσεις. Η νευροαισθητήρια βαρηκοΐα που δε συσχετίζεται γενετικά μπορεί να προέλθει από λοιμώξεις κατά την κύηση, μηνιγγίτιδα σε προγλωσσικά παιδιά, αλλά και αίτια μη λοιμώδη όπως η ωτοτοξικότητα με τον υπεύθυνο παθοφυσιολογικό μηχανισμό να διαταράσσεται σημαντικά ως προς την ικανότητα της χρονικής επεξεργασίας των ακουστικών ερεθισμάτων χωρίς να παραβλέπεται η λειτουργία του έσω ωτός ως ενισχυτής. Τα συνηθέστερα αίτια της μη συγγενούς νευροαισθητήριας βαρηκοΐας αναγράφονται στη συνέχεια:

- Πρεσβυακουσία
- Βαρηκοΐα εκ θορύβου
- Ωτοτοξικότητα
- Ωτοσκλήρυνση κοχλίας
- Λαβυρινθίτιδες
- Αιφνίδια νευροαισθητήρια βαρηκοΐα
- Ενδολεμφικός ύδρωπας
- Ακουστικό νευρίνωμα
- Άλλοι όγκοι γεφυροπαρεγκεφαλιδικής γωνίας

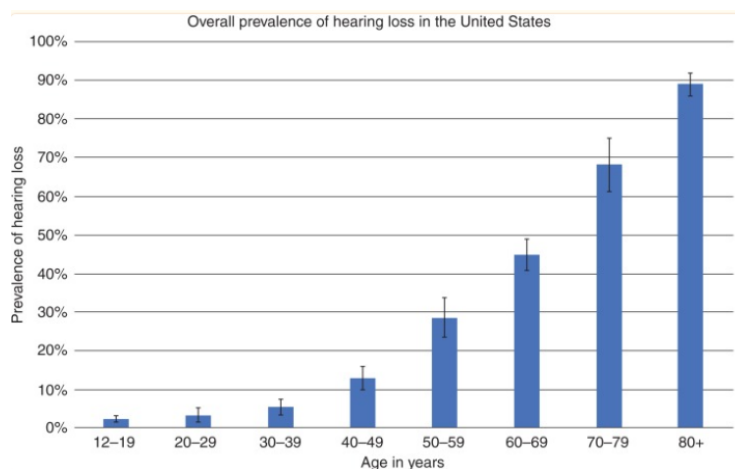
## **1.5 Επιδημιολογικά χαρακτηριστικά απώλειας ακοής**

Η απώλεια ακοής αποτελεί το πιο κοινό αισθητηριακό έλλειμα παγκοσμίως, και την τρίτη μεγαλύτερη αιτία πολυετούς (Sanders, et al., 2021) όπου σύμφωνα με επίσημες καταγραφές επηρεάζει περισσότερους από μισό δισεκατομμύριο ανθρώπους (Wilson, et al., 2017). Ο ΠΟΥ αναφέρει πως μέχρι το 2050 παραπάνω από 700 εκατομμύρια άνθρωποι -περίπου 1 στα 10 άτομα- θα παρουσιάζουν κάποιας μορφής απώλεια ακοής σε αναπηρικό στάδιο. Επιδημιολογικές μελέτες αναδεικνύουν το γεγονός πως σχεδόν το 80% των ατόμων με απώλεια ακοής με αναπηρία ζουν σε χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, ενώ ο επιπολασμός της απώλειας ακοής αυξάνεται με την ηλικία, όπου μεταξύ των άνω των 60 ετών, πάνω από το 25% επηρεάζεται από την αναπηρία της απώλειας ακοής (World Health Organization, 2024) (Cunningham & Tucci, 2017).

Παρατηρείται σημαντική διαφορά στα ποσοστά απώλειας ακοής μεταξύ ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών (Εικόνα 1), σημειώνοντας μάλιστα πως τα δεδομένα συσχέτισης συχνότητας και αιτίας απώλειας ακοής είναι πιο εύκολα διαθέσιμα από ανεπτυγμένες χώρες στις οποίες εδρεύουν προγράμματα προσυμπτωματικού ελέγχου ακοής νεογνών (Sheffield & Smith, 2019). Σύμφωνα με έρευνες, επιβεβαιώνεται πως η έκθεση σε θόρυβο αποτελεί την πιο κοινή αιτία απώλειας ακοής, με το 12% του παγκόσμιου πληθυσμού να κινδυνεύει από μελλοντικές βλάβες οι οποίες όμως μπορεί να αποφευχθούν μέσω της πρόληψης. Ο ΠΟΥ μάλιστα τονίζει πως το ένα τρίτο όλων των περιπτώσεων απώλειας ακοής αποδίδεται σε αυτόν τον παράγοντα του θορύβου (Le, et al., 2017). Επιπροσθέτως, η πρεσβυακουσία, που αποτελεί μια από τις πιο συχνές χρόνιες παθήσεις και την πιο κοινή αισθητηριακή έλλειψη με επιρροή στους ηλικιωμένους ενήλικες, ξεκινά φυσιολογικά κατά την τρίτη δεκαετία και επηρεάζει τις υψηλές συχνότητες αντίληψης του ήχου (Bowl & Dawson, 2018). Η επικράτηση της απώλειας ακοής κατά το γήρας στον αμερικάνικο πληθυσμό, παρά την πολύπλοκη και πολυπαραγοντική αιτία της παρουσιάζεται στην Εικόνα 2 παρακάτω με εμφάνιση ποσοστών στατιστικά σημαντικών από την τέταρτη δεκαετία ζωής και με κορύφωση στις ηλικίες άνω



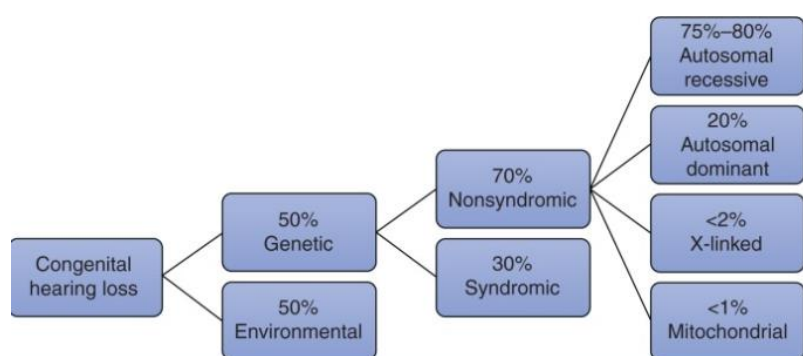
Εικόνα 1: Επιπολασμός της αναπηρικής απώλειας ακοής σε ενήλικες (15 ετών και άνω) και παιδιά (κάτω των 15 ετών). Η απενεργοποίηση της απώλειας ακοής ορίζεται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) ως κατώφλια >30 dB για τα παιδιά και >40 dB για τους ενήλικες. (Δεδομένα με βάση τις παγκόσμιες εκτιμήσεις του 2018 του ΠΟΥ για τον επιπολασμό της απώλειας ακοής.)



Εικόνα 2: Επιπολασμός ατόμων με απώλεια ακοής στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής ανά ηλικία. Δεδομένα βασισμένα στην Εθνική Έρευνα Εξέτασης Υγείας και Διατροφής από το 2001 έως το 2008 (Lin, et al., 2011).

Όπως προαναφέρθηκε, περίπου οι μισές περιπτώσεις συγγενούς απώλειας ακοής έχουν γενετική αιτιολογία αντιπροσωπεύοντας τουλάχιστον το 50-60% των περιπτώσεων στην παιδική ηλικία στις ανεπτυγμένες χώρες (Koffler, et al., 2015). Κοινό μοτίβο κληρονομικότητας σχετικό με τη συγκεκριμένη γενετική πάθηση αποτελεί το μοντέλο μεντελικής κληρονομικότητας, ενώ το μη συνδρομικό μοντέλο γονιδιακής έκφρασης αναφέρεται σε απώλεια ακοής δίχως την παρουσία επιπλέον φαινοτυπικών εκδηλώσεων (περίπου 70% της

συγγενούς απώλειας ακοής). Η πιο κοινή έκφραση του μοτίβου κληρονομικότητας που αφορά σε συγγενή μη κληρονομική απώλεια ακοής αφορά αυτοσωμικό υπολειπόμενο αλληλόμορφο, ενώ το αυτοσωμικό επικρατές συνδέεται με το 20% των περιπτώσεων. Επιπρόσθετα φυλετικά συνδεδεμένες παραλλαγές αποτελούν λιγότερες από το 2% των περιπτώσεων και μιτοχονδριακές λιγότερο από 1% (Shibata, et al., 2015). Μέχρι σήμερα, υπάρχουν 157 γενετικοί τόποι με 110 αναγνωρισμένα γονίδια με ρόλο στην έκφραση της συγγενούς απώλειας ακοής (Sheffield & Smith, 2019). Στην Ελλάδα, με περίπου 100.000 γεννήσεις το χρόνο, εκτιμάται ότι 100-186 περιστατικά εκδηλώνουν σοβαρού βαθμού βαρηκοΐα, με επιπλέον εκτίμηση πως 1 στα 1.000 παιδιά θα εκδηλώσει σοβαρού βαθμού απώλεια ακοής μέχρι την ηλικία των 18 ετών (Αθανασιάδης-Σισμάνης, 2011).



Εικόνα 3: Γενική επισκόπηση παγκόσμιας κλίμακας της περιβαλλοντικής και της γενετικής συμβολής στη συγγενή απώλεια ακοής (Smith, et al., 2005).

### **1.6 Επιπτώσεις Βαρηκοΐας**

Δεδομένης της σημασίας της ακουστικής επεξεργασίας στα πρώιμα στάδια της παιδικής ηλικίας, η παρουσίαση απώλειας ακοής μπορεί να επιφέρει μειωμένα επίπεδα γλωσσικής και κοινωνικής ανάπτυξης, αλλά και πληθώρα ψυχοκοινωνικών επιπτώσεων σε όλα τα μετέπειτα στάδια της ζωής ενός ατόμου όπως κατά την εφηβεία, την ενηλικίωση και τη μεγαλύτερη ηλικία. Έρευνα του Netten και των συνεργατών του το 2015 ανέδειξε την υιοθέτηση διαφορετικών συμπεριφορών συναισθηματικής ρύθμισης σε κωφά παιδιά 1-5 ετών σε σύγκριση με παιδιά με φυσιολογική ακοή γεγονός που αποδίδεται εν μέρει στην απουσία πληροφοριών τόνου που απαιτούνται για την ανίχνευση φωνητικών συναισθημάτων (Netten, et al., 2015). Κατά τον Hagr (2007) άτομα με απώλεια ακοής χωρίς αντιμετώπιση είναι πιο πιθανό να αναφέρουν κατάθλιψη, παράνοια και άγχος (Hagr, 2007). Περισσότερες έρευνες με εστίαση στο ψυχοκοινωνικό σκέλος των δυσκολιών των βαρήκων παιδιών τονίζουν την αντιμετώπιση αυξημένων δυσκολιών όπως δυσλειτουργική συμπεριφορά και κοινωνική απομόνωση σε περιβάλλον με παιδιά με φυσιολογική ακοή (de Moura, et al., 2020).



Αναλυτικότερα, παρατηρούνται συχνά προβλήματα υπερκινητικότητας, συμπεριφοράς, αλλά και ελάττωση των πιθανοτήτων γνωστικής ανέλιξης προς την τριτοβάθμια εκπαίδευση με αποτέλεσμα τον μετέπειτα κοινωνικό αποκλεισμό, την απομόνωση, αλλά και μειωμένο εισόδημα (Idstad & Engdahl, 2019).

Στους ενήλικες, η απώλεια ακοής σχετίζεται με διάφορες κοινωνικές και γνωσιακές προκλήσεις, ενώ πιθανώς δίχως την παρέμβαση ακουστικών βοηθημάτων ή επέμβασης, όπου αυτή ορίζεται χρήσιμη, μπορεί να οδηγήσει στην κοινωνική απομόνωση και να συμβάλει στην ένταση στις διαπροσωπικές σχέσεις των ατόμων (Shan, et al., 2020), όπως επίσης και στην όξυνση του συναισθήματος της απογοήτευσης με αποτέλεσμα την αποφυγή κοινωνικών δραστηριοτήτων (Monzani, et al., 2008). Συνεπώς, παρατηρούνται φαινόμενα συσχέτισης με πιο αδύναμα κοινωνικά δίκτυα και καταθλιπτικά συμπτώματα, καθώς επίσης ο βαθμός της βαρηκοΐας έχει μελετηθεί και συσχετιστεί με την ανεργία και την αυξημένη εξάρτηση των ατόμων από μέτρα κοινωνικής υποστήριξης πχ. επιδόματα αναπηρίας κ.ο.κ. (Podury, et al., 2023).

Σε ηλικιωμένους ασθενείς, η απώλεια ακοής μπορεί να εκδηλώνεται με επιπρόσθετες σημαντικά βλαβερές νόσους (Sanders, et al., 2021). Πρόσφατη μελέτη των Jiam και Agrawal (2016) (Jiam & Agrawal, 2016) διαπιστώνει ότι η απώλεια ακοής συσχετίζεται με γνωστική έκπτωση, συμπεριλαμβανομένων της νόσου Alzheimer και της άνοιας. Παρότι οι μηχανισμοί είναι αρκετά πολύπλοκοι και ακόμα δεν έχουν κατανοηθεί πλήρως από την επιστημονική κοινότητα, ο αυξημένος κίνδυνος πτώσεων, αδυναμίας και μειωμένης ανάρρωσης από νευρολογικό τραυματισμό έχουν διαπιστωθεί (Gao, et al., 2020).

Για την αποφυγή όλων των παραπάνω επιπτώσεων της απώλειας ακοής η τοποθέτηση ενός ακουστικού βοηθήματος κρίνεται αναγκαία. Η έγκαιρη έναρξη ειδικής ακουστικής αγωγής ειδικά σε παιδιά μικρής ηλικίας προλαμβάνει το κοινωνικό στίγμα της αναπηρίας έπειτα από μύηση στο σύνολο, την άμεση κατανόηση και συναναστροφή με τον κοινωνικό περίγυρο, αλλά και την αύξηση του προσδόκιμου ορίου ζωής του ατόμου.

## 2. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

### 2.1 Ακουστικά Βαρηκοΐας

Το ακουστικό βαρηκοΐας ορίζεται ως μια μικροσυσκευή που στόχος της είναι η αξιοποίηση και η βελτίωση των υπολειμμάτων ακοής βαρήκων ατόμων, ενισχύοντας κατ' αυτό τον τρόπο την ένταση των ακουστικών ερεθισμάτων που καταλήγουν στο βαρήκοο αυτί. Σκοπός της χρήσης του βοηθήματος αυτού είναι να συνδράμει στην επικοινωνία του ανθρώπου με το περιβάλλον για την επίτευξη καλύτερης και αποτελεσματικότερης ποιότητας ζωής (Καρκαρά, 2013). Τα ακουστικά βαρηκοΐας αποτελούν ειδικές ηλεκτρονικές συσκευές όπου με την κατάλληλη ενίσχυση των ηχητικών ερεθισμάτων στοχεύουν τη βελτίωση της μειωμένης ακουστικής ικανότητας των βαρήκων ατόμων. Για την κατανόηση της μηχανικής λειτουργίας και των πλεονεκτημάτων των ακουστικών βοηθημάτων είναι απαραίτητη η κατανόηση αυτών εκ των έσω. Ενδεικτικά, το ακουστικό βαρηκοΐας απαρτίζεται από 3 βασικά μέρη:

- Το μικρόφωνο, που βοηθάει στη λήψη των ηχητικών κυμάτων και τη μετατροπή αυτών σε ηλεκτρικά σήματα. Τα σύγχρονα μικρόφωνα προσφέρουν πολύ υψηλή ποιότητα ήχου με μικρές ατέλειες όσον αφορά τον εσωτερικό θόρυβο και την ευαισθησία τους στους κραδασμούς, ενώ η κατευθυντικότητα που αναπτύσσεται στις νέες τεχνολογικές προσεγγίσεις συντελεί στη δημιουργία μικροφώνων με καλύτερο σηματοθορυβικό λόγο.
- Τον ενισχυτή, υπεύθυνο σύμφωνα με την ετυμολογία για την ενίσχυση του ηλεκτρικού σήματος μέσω της αύξησης του ακουστικού κέρδους του εισερχόμενου ήχου στο μικρόφωνο, και τη μετάδοσή του ως εξερχόμενου ήχου στο μεγάφωνο. Εξαιτίας της ενδεχόμενης παραμόρφωσης του ήχου με μειωμένη ευκρίνεια, οι ενισχυτές συμπίεσης συμπεριλαμβάνονται για την εξάλειψη της παραμόρφωσης και της μείωσης του δυναμικού εύρους του εισαγόμενου σήματος. Οι ενισχυτές διαχωρίζονται σε ψηφιακούς και αναλογικούς.
- Το μεγάφωνο, όπου και λειτουργεί με σκοπό τη μετατροπή του ενισχυμένου ηλεκτρικού σήματος σε ήχο, ο οποίος διοχετεύεται απευθείας στην τυμπανική μεμβράνη με τη δυνατότητα απορρόφησης ενέργειας στις συχνότητες που αντιστοιχούν στις κορυφές για βελτιωμένη ποιότητα ήχου και την παροχή άνετης ακρόασης. (Ψύλλας, 2017)

Τα ακουστικά βαρηκοΐας παρουσιάζουν μεγάλη γκάμα τύπων, ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενούς για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, συνθήκη που προσεγγίζεται κλινικά

ατομικά σύμφωνα με το ιστορικό, τις ενδείξεις και την ενδεχόμενη εξέλιξη του βαρήκου ατόμου. Οι τύποι των ακουστικών διακρίνονται σε:

- Οπισθοωτιαία, με εφαρμογή πίσω από το αυτί και σύνδεση με το εκμαγείο.
- Οπισθοωτιαία ανοιχτής εφαρμογής (open fitting) με ελεύθερο ακουστικό πόρο για τη ροή του αέρα και μικρότερη συσκευή ακουστικού ως και 1/3 από τα τυπικά οπισθοωτιαία.
- Ενδοωτιαία, με τοποθέτηση μέσα στην κόγχη του πτερυγίου και επέκταση μέσα στον ακουστικό πόρο.
- Ενδοκαναλικά ή αθέατα, εξαιτίας της ολικής εφαρμογής τους μέσα στον έξω ακουστικό πόρο.
- Ακουστικά αγωγής δια οστών (bone conduction hearing aids)
- Εμφυτευόμενα ακουστικά μέσου ωτός
- Ακουστικά ετερόπλευρης κατεύθυνσης σημάτων (CROS) (Ψύλλας, 2017)

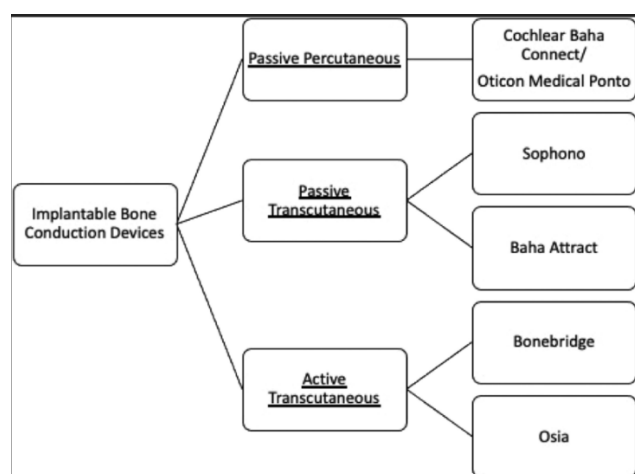
Η στρατηγική εφαρμογής των ακουστικών βαρηκοΐας εξαρτάται από το είδος και το μέγεθος της βαρηκοΐας, την κοινωνική δραστηριότητα του ατόμου αλλά και το περιβάλλον του. Κάθε άτομο με οποιουδήποτε βαθμού βαρηκοΐα είναι υποψήφιο για τοποθέτηση ακουστικού βαρηκοΐας καθώς τείνει να επηρεάζεται η γλωσσική ανάπτυξη και εξέλιξη. Συμπεριφοριολογικές και ηλεκτροφυσιολογικές μελέτες σε συνάρτηση με πλήρη ωτολογικό και ακοολογικό έλεγχο είναι απαραίτητες για την εκτίμηση του βαθμού, του είδους και της διαμόρφωσης της ακοολογικής απώλειας αλλά και καθοριστικά για την ολιστική προσέγγιση αντιμετώπισης της. Η παρακολούθηση των ασθενών συστήνεται να είναι συνεχής και συστηματική για τα βέλτιστα αποτελέσματα. Στην Ελλάδα, η αγορά και η εφαρμογή ακουστικών βαρηκοΐας διακυμαίνεται ευρέως ως προς τις υπηρεσίες από την ελεύθερη αγορά καθώς ποικίλα μη πιστοποιημένα καταστήματα συμμετέχουν στην προμήθεια και διακίνηση αυτών των βοηθημάτων. Επιπλέον, τα διάφορα ταμεία υγείας στη χώρα μας δικαιολογούν συγκεκριμένο ποσό ή ποσοστό που αντιστοιχεί στην αγορά του ακουστικού, με αποτέλεσμα ευάλωτες οικογένειες να μένουν στο περιθώριο αλλά και να επιτρέπεται το «λόμπινγκ» τιμών και συμφωνιών μεταξύ εταιρειών και κράτους (Αθανασιάδης-Σισμάνης, 2011).

Οι εμφυτεύσιμες συσκευές οστέινης αγωγής αποτελούν σύμφωνα με την παγκόσμια βιβλιογραφία μια ευεργετική προσθήκη στη φαρέτρα της χειρουργικής διαχείρισης της αγωγίμης απώλειας ακοής. Η ταχεία βελτίωση στην τεχνολογία και η αυξημένη εφαρμογή τους έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων συσκευών από την απαρχή της κλινικής εισαγωγής

τους στη δεκαετία του 1970, ενώ επί του παρόντος παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποκατάσταση ασθενών με βαρηκοΐα αγωγιμότητας και μικτή βαρηκοΐα. Για τη σωστή επιλογή της συσκευής, η ενδεδειγμένη αξιολόγηση περιλαμβάνει την ηλικία, τις αισθητικές ανησυχίες, τη σοβαρότητα της βαρηκοΐας, τις ανάγκες για συχνές μαγνητικές τομογραφίες και άλλα χειρουργικά ζητήματα όπως ανατομικές παραλλαγές και ιδιομορφίες ως προς την ωτολογική διαδικασία (Shossaini & Ying, 2024).

## **2.2 Είδη Οστεοεμφυτευόμενων Συσκευών**

Πληθώρα οστεοεμφυτευόμενων συσκευών έχουν εισαχθεί στις επιλογές του ΩΡΛ χειρουργού σύμφωνα με το αποδοτικότερο αποτέλεσμα για τον ασθενή συνυπολογίζοντας του διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν και κατευθύνουν την εκάστοτε θεραπεία και αντιμετώπιση. Γενικότερα, οι οστεοεμφυτευόμενες συσκευές στοχεύουν στην παθοφυσιολογία της βαρηκοΐας και λειτουργούν διεγείροντας άμεσα τον κοχλία παρακάμπτοντας έτσι την παθολογία του εξωτερικού ή του μέσου ωτός. Ειδικότερα, ταξινομούνται ευρέως σε παθητικές και ενεργητικές συσκευές οστέινης αγωγής με βάση τη θέση του οστικού ταλαντωτή ή διεγέρτη (Εικόνα 4). Στις συσκευές παθητικής οστέινης αγωγιμότητας, ο ταλαντωτής συνδέεται με το οστό είτε διαδερμικά είτε μέσω οστεοενσωματωμένου εμφυτεύματος (Cochlear Baha και Oticon medical Ponto) ή οστεοενσωματωμένων βιδών (Medtronic Sphono). Αντίθετα, στα νεότερα διαθέσιμα επί του παρόντος ενεργά εμφυτεύματα διαδερμικής οστέινης αγωγιμότητας (MED-EL BONEBRIDGE και Cochlear Osia) η δονητική διέγερση εφαρμόζεται απευθείας στο οστό μέσω ενός τροφοδοτούμενου -ενεργού- στοιχείου, βελτιώνοντας έτσι την πιστότητα του σήματος και την αποτελεσματικότητα της μεταγωγής (Ghossaini & Ying, 2024).



Εικόνα 4: Είδη οστεοεμφυτευόμενων συσκευών- παθητικές και ενεργητικές (Ghossaini & Ying, 2024).

### **2.3 Εισαγωγή στα Οστικά Εμφυτευόμενα Ακουστικά Βαρηκοΐας (BAHA)**

Το BAHA είναι ένα οστικά εμφυτευόμενο ακουστικό βαρηκοΐας που λειτουργεί μέσω της οστέινης αγωγής του ήχου και τοποθετείται χειρουργικά με την αρχή της οστεοενσωμάτωσης (osseointegration-η διαδικασία της σύνδεσης του τιτανίου με το οστό) με αναφερόμενη επιτυχία σύνδεσης πάνω από το 95%. Με τη χρήση του επιτρέπεται η μετάδοση του ήχου δια των οστών του κρανίου, παρακάμπτοντας το μηχανισμό μετάδοσης του ήχου διαμέσου του έξω και του μέσου ωτός προς το έσω ους, μεταφέροντας έτσι τα ηχητικά ερεθίσματα στον κοχλία υπό τύπου δονήσεων δια μέσου των οστών. Κύριες βασικές ενδείξεις συνιστούν η χρόνια μέση ωτίτιδα με συνοδή βαρηκοΐα αγωγιμότητας ή μικτού τύπου βαρηκοΐα, όπου το συμβατικό ακουστικό βαρηκοΐας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως για λόγους τοπικής καθαριότητας και επίμονης ωτόρροιας (Ψύλλας, 2017).

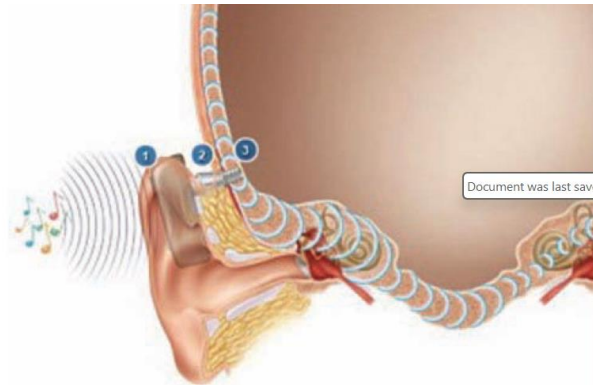
Το BAHA απαρτίζεται από τρία βασικά μέρη τα οποία αναφέρονται παρακάτω (Εικόνες 5 & 6):

- Το εμφύτευμα-κοχλίας τιτανίου
- Ένας συνδετικός-υποστηρικτικός κοχλίας τιτανίου
- Τον επεξεργαστή του ήχου

Η εμφύτευση μιας βίδας τιτανίου στο μαστοειδές τμήμα του κροταφικού οστού καθιστά δυνατή την επίτευξη μιας μόνιμης και χωρίς αντιδράσεις άκαμπτης διείσδυσης του δέρματος. Η σύνδεση αυτή επιτρέπει την άμεση μετάδοση κραδασμών στο κρανίο (Hagr, 2007). Το εμφύτευμα τιτανίου τοποθετείται μετά από μια σύντομη σχετικά επέμβαση και ακολούθως μετά από τρεις μήνες αρχίζει η χρήση του επεξεργαστή του ήχου, ο οποίος είναι υπεύθυνος για τη μετάδοση των ηχητικών δονήσεων μέσω του εξωτερικού υποστηρίγματος στο εμφύτευμα τιτανίου. Με τη σειρά του το εμφύτευμα μεταφέρει τις δονήσεις μέσω των οστών του κρανίου στο έσω ους.



Εικόνα 5: Τα μέρη του BAHA (Haynes, et al., 2009).



Εικόνα 6: Το ΒΑΗΑ κατά την εμφύτευση (Haynes, et al., 2009).

## **2.4 Ιστορική Αναδρομή των ΒΑΗΑ**

Το φαινόμενο της μετάδοσης του ήχου μέσω ενός δονούμενου αντικειμένου, που αποτελεί και την έννοια της οστέινης αγωγιμότητας στην περίπτωση της ακοής, αρχικά περιγράφεται για πρώτη φορά και πιστώνεται στον Girolamo Cardano (Mudry & Tjellstrom, 2011). Στοιχειώδης συσκευές όπως ράβδος χρησιμοποιήθηκαν στις πρώτες μελέτες ως βοηθητικά μέσα για την κάλυψη της διαδρομής των δονήσεων στο βαρήκοο άτομο. Με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας, η ανάπτυξη του μικροφώνου στις αρχές της δεκαετίας του 1990 επέτρεψε τη μετατροπή του ήχου σε μηχανικά δονούμενα σήματα με κατεύθυνση το μαστοειδές οστό. Χαρακτηριστικά, οι πρώτες συσκευές κρατούνταν σταθερές στην επιθυμητή τους θέση με στέκα ή γυαλιά οράσεως, συνθήκη που αποδείχθηκε ευεργετική για την ανάπτυξη σύγχρονων μεθόδων χειρουργικής εμφύτευσης των οστεοεμφυτευόμενων βοηθημάτων στο κροταφικό οστό, παρά τον περίπλοκο σχεδιασμό τους και την πολλές φορές αναποτελεσματική μετάδοση του ήχου (Ellsperman, et al., 2021). Η εισαγωγή των διαδερμικών ΒΑΗΑ αργότερα περιλάμβανε την αντικατάσταση του στηρίγματος αυτού με ένα σύστημα μαγνητών, επιτρέποντας έτσι τη διατήρηση της ακεραιότητας του δέρματος και επομένως ελαχιστοποιώντας τυχόν προβλήματα υγιεινής με συνάμα ικανοποιητικό αισθητικό αποτέλεσμα (Marszal, et al., 2022).

Η έννοια της οστεοενσωμάτωσης, η άμεση επαφή μεταξύ των ζωντανών οστεοκυττάρων και του εμφυτεύματος τιτανίου, αναπτύχθηκε από τον Branemark και αρχικά εφαρμόστηκε ως τεχνική για τα οδοντικά εμφυτεύματα (Branemark, et al., 1977). Ορμώμενοι από την πρωτοπόρα αυτή τεχνική, ο Anders Tjellstrom και οι συνεργάτες του το 1977 στη Σουηδία εμφύτευσαν πρωτοπόρα μια διαδερμική συσκευή τιτανίου με οστεοενσωματωμένη βίδα (Tjellstrom, et al., 1981). Αυτές οι πρακτικές αποτέλεσαν την απαρχή των τρεχόντων οστεοεμφυτευόμενων συσκευών, οι οποίες διατέθηκαν ευρέως στο εμπόριο τη δεκαετία του

1980. Έκτοτε, πολλοί ασθενείς με απώλεια αγωγιμότητας, μικτή απώλεια ακοής αλλά και μονόπλευρη βαρηκοΐα ή κώφωση έχουν επωφεληθεί. Παρακάτω αναφέρονται οι ενδείξεις σχετικά με την καταλληλότητα των ασθενών για επέμβαση και πρόοδο με το εκάστοτε ακουστικό, η χειρουργική τεχνική αλλά και οι διάφοροι τύποι σύγχρονων οστεοεμφυτευόμενων ακουστικών βαρηκοΐας και τα αποτελέσματά τους σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, καθώς σε αυτές τις δεκαετίες που έχουν παρέλθει των πρώτων προσπαθειών για ακοολογική αποκατάσταση με δημιουργικές τεχνικές έχουν μελετηθεί σε βάθος οι επιπτώσεις αυτών των παρεμβάσεων με σκοπό τη συνεχή εξέλιξη της τεχνικής, της τεχνολογίας, της απόδοσης του ήχου και της ακοολογικής προόδου των ασθενών ανάλογα με τον τύπο βαρηκοΐας τους.

## **2.5 Ενδείξεις/Αντενδείξεις**

Εξαιτίας του κόστους των συσκευών ΒΑΗΑ αλλά και της επεμβατικής χειρουργικής προσέγγισης είναι άκρως σημαντική η αξιολόγηση της ποιότητας ζωής των πιθανών χρηστών και ο προσδιορισμός ομάδας ασθενών με πιθανή αποκόμιση του μέγιστου οφέλους από την οστεοεμφύτευση. Έτσι, συντελείται η λήψη αποφάσεων πολιτικής σχετικά με τη χρηματοδότηση και την ιεράρχηση διαφορετικών ομάδων ασθενών υποψήφιων για τα ΒΑΗΑ ως κατευθυντήρια γραμμή για τη γενική επιλογή των ασθενών, με αντικειμενικά ακοολογικά κριτήρια για την πρόβλεψη της επιτυχίας με τη χρήση του ακουστικού. Τρέχοντα κριτήρια περιλαμβάνουν διάφορες ωτολογικές παθήσεις όπως η χρόνια εξωτερική/μέση ωτίτιδα, συγγενής ατρησία του έξω ακουστικού πόρου, ωτική δυσπλασία, μονόπλευρη νευροαισθητήρια βαρηκοΐα, ενώ γενικότερα ενδείκνυται για ασθενείς που δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα συμβατικά ενδωτιαία ή οπισθοωτιαία ακουστικά.

Προϋπόθεση επίσης αποτελεί η καλή λειτουργία του κοχλία, με τον ουδό της οστέινης αγωγής να μην είναι χειρότερος των 45dB HL στις συχνότητες 0.5, 1, 2 και 3 KHz ή χειρότερος των 60 dB ανάλογα τον τύπο του επεξεργαστή. Επιπροσθέτως, σημαντική ένδειξη οστεοεμφύτευσης είναι η συγγενής στένωση ή ατρησία του έξω ακουστικού πόρου ή και δυσπλασία του μέσου ωτός, που συνήθως συνοδεύεται από μικρωτία στα πλαίσια του συνδρόμου. Οι ηλικίες που προτιμώνται είναι πάνω από 5 ετών, ενώ σε μικρότερες ηλικίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ελαστική κορδέλα γύρω από την κεφαλή, το οποίο εξυπηρετείται από το αντίστοιχο ΒΑΗΑ.

Πιο συγκεκριμένα, το ΒΑΗΑ είναι υποψήφια λύση σε ασθενείς με βαρηκοΐα αγωγιμότητας ή μικτού τύπου προκαλούμενη από χρόνια φλεγμονή του έξω ή μέσου ωτός. Γενικά, σε ασθενείς με βαρηκοΐα αγωγιμότητας ή μικτού τύπου βαρηκοΐα η νευροαισθητήρια βαρηκοΐα

πρέπει να είναι επαρκής, τουλάχιστον 45 dB, το χάσμα αέρινης- οστέινης αγωγής >25 dB και η βαθμολογία διάκρισης ομιλίας χωρίς βοήθεια (βαθμολογία αναγνώρισης λέξης) να είναι μεγαλύτερη ή ίση με 60% (Hagr, 2007). Έχει μάλιστα δοκιμαστεί με επιτυχία σε ασθενείς με αμφοτερόπλευρη βαρηκοΐα αγωγιμότητας (ωτοσκλήρυνση) όπως και σε περιστατικά παρουσία συνοσηρότητας συνδρόμου Down. Επίσης, καθώς οι πιθανότητες χρόνιας ή υποτροπιάζουσας φλεγμονής αυξάνονται με τη χρήση του συμβατικού ακουστικού στον έξω ακουστικό πόρο λόγω αυξημένης υγρασίας και άθροισης επιθηλίων, ο επεξεργαστής του ΒΑΗΑ έρχεται να αντικρούσει αυτή τη συνθήκη προσφέροντας παράλληλα τουλάχιστον ισάξια ποιότητα ήχου με το συμβατικό ακουστικό. Αποτελεσματική επίλυση προσφέρουν επίσης στους ασθενείς με προβλήματα ανάδρασης του ήχου (feedback) λόγω των υψηλών επιπέδων ενίσχυσης (Αθανασιάδης-Σισμάνης, 2011).

Επιπλέον, χρησιμοποιείται σε συγγενή βαρηκοΐα εξ αγωγιμότητας λόγω δυσπλασίας του μέσου ή έξω ωτός καθώς και σε περιπτώσεις ατρησίας του έξω ακουστικού πόρου, συνθήκη που παρατηρείται κυρίως στα παιδιατρικά περιστατικά με μάλιστα αυξημένο ποσοστό ικανοποίησης λόγω της οστικής ενσωμάτωσης (McLarnon, et al., 2004) (Hol, et al., 2005) (Αθανασιάδης-Σισμάνης, 2011). Σε ασθενείς με σοβαρού βαθμού απώλεια ακοής στο ένα αυτί η εφαρμογή των ΒΑΗΑ βελτιώνει επίσης της αντίληψη του ήχου όσον αφορά την κατεύθυνση αυτού αλλά και την κατανόηση της ομιλίας σε θορυβώδες περιβάλλον (Αθανασιάδης-Σισμάνης, 2011). Μάλιστα, η έγκριση του συστήματος BaHa για χρήση σε περιπτώσεις μονόπλευρης βαρηκοΐας επήλθε το 2002, με την έγκριση του FDA των ΗΠΑ. Παράγοντες που οδηγούν σε μονόπλευρη βαρηκοΐα περιλαμβάνουν την ιδιοπαθή αιφνίδια νευροαισθητήρια απώλεια ακοής, το σύνδρομο Meniere και τη συγγενή μονόπλευρη κώφωση.

Η βασικότερη αντένδειξη για την οστεοεμφύτευση αποτελεί η μη τήρηση των ακοολογικών κριτηρίων, τα οποία διαφέρουν για το κάθε είδος βαρηκοΐας και για τον εκάστοτε επεξεργαστή και σύστημα που θα επιλεγθεί. Τα ακοολογικά κριτήρια που απαιτούνται σε σχέση με την εκάστοτε οστεοεμφυτευόμενη συσκευή που υπάρχει στο εμπόριο παρουσιάζονται στον πίνακα 2. Ακόμα μια σημαντική αντένδειξη αποτελεί η κακή ποιότητα του οστού, συνθήκη που μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία της οστεοενσωμάτωσης εξαιτίας ανώριμης ή μη φυσιολογικής οστικής ποιότητας. Πιο συγκεκριμένα, η χαμηλότερη περιεκτικότητα του οστού των παιδιών σε μεταλλικά στοιχεία το καθιστούν πιο λεπτό και μαλακό από αυτό των ενηλίκων. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το διάστημα σταδιοποίησης (χειρουργική επέμβαση 2 σταδίων) επεκτείνεται εμπειρικά κατά 3 μήνες για κάθε χιλιοστό πάχους οστού μικρότερο από 4mm. Υπάρχει επίσης σχετική αντένδειξη για ασθενείς με



οστικές ανωμαλίες, όπως ατελής οστεογένεση, νόσο Paget, σοβαρή οστεοπόρωση ή οστεοπενία. Αντένδειξη για την επέμβαση μπορεί να αποτελούν ψυχιατρικές ή άλλες διαταραχές που βλάπτουν την ικανότητα του ασθενούς να διατηρήσει τη σωστή υγιεινή μέσω τοπικής φροντίδας του δέρματος στην περιοχή της επέμβασης, καθώς απαιτείται η διατήρηση της υγιεινής στο σημείο της εμφύτευσης για την αποφυγή μολύνσεων και περαιτέρω επιπλοκών μετεγχειρητικά. Επιμέρους αντενδείξεις αποτελούν το ιστορικό εξωτερικής ακτινοβολίας δέσμης στο τριχωτό της κεφαλής, ο διαβήτης ή δερματολογικές παθήσεις όπως η ψωρίαση, όπου καθιστούν την επιφάνεια πιο επιρρεπή σε ανεπιθύμητες δερματικές αντιδράσεις οι οποίες θα πρέπει να παρακολουθούνται στενά μετά την επέμβαση. Τέλος, έχουν αναφερθεί ως αντενδείξεις στη βιβλιογραφία το κάπνισμα και η χρόνια χρήση κορτικοστεροειδών (Cass & Mudd, 2010).

## **2.6 Σκοπός της Ανασκόπησης**

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μια συγκριτική βιβλιογραφική ανασκόπηση και εξετάζει τη χρήση, την εξέλιξη και τα αποτελέσματα της εφαρμογής των οστεοεμφυτευόμενων ακουστικών βαρηκοΐας (ΒΑΗΑ). Σκοπός αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι η εκτενής αναφορά, ανάλυση και η ανάδειξη της εξελικτικής χρήσης των οστεοεμφυτευόμενων ακουστικών βαρηκοΐας ΒΑΗΑ μέσω της μελέτης της διαθέσιμης βιβλιογραφίας. Γεγονός είναι πως στη χώρα μας η χρήση των ΒΑΗΑ δεν είναι ευρέως γνωστή στο ενδιαφερόμενο κοινό αλλά ούτε και προτιμήσιμη ως επεμβατική διαδικασία διευκόλυνσης της ακοής. Κατ' αυτό τον τρόπο, η προσέγγιση αυτής της μελέτης τείνει προς την αναφορά των σύγχρονων εφαρμογών των οστεοεμφυτευόμενων ακουστικών για την καθολική ενημέρωση της επιστημονικής κοινότητας αλλά και την γενικότερη εισαγωγή του θέματος στην εγχώρια βιβλιογραφία.

## **2.7 Στόχοι**

Κύριος στόχος αυτής της εργασίας είναι η ανάδειξη της σημασίας της επέμβασης και χρήσης των ΒΑΗΑ ως θεραπευτική λύση στη βαρηκοΐα σε περιπτώσεις παιδιών αλλά και ενηλίκων, γεγονός που αποδεικνύεται εκτενώς σε διάφορες μετεγχειρητικές μελέτες με θετικά αποτελέσματα ως προς την αποκατάσταση της ακοής και της γλωσσικής ανάπτυξης των ασθενών. Επιπρόσθετα, θα αναλυθεί η χειρουργική τεχνική του εκάστοτε ακουστικού καθώς υπάρχουν διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών οι οποίες και θα αποσαφηνιστούν, προσπαθώντας να αναδειχθούν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των επιλογών. Μάλιστα, τονίζονται οι ενδεχόμενες επιπλοκές που ενδεχομένως μπορεί να προκύψουν από

την τοποθέτηση για την επίγνωση του κοινού. Η αναφορά στους πιθανούς λόγους αποφυγής της επιλογής των ΒΑΗΑ με ειδική μνεία στις σύγχρονες και μελλοντικές κατευθύνσεις αυτών των οστεοεμφυμάτων επίσης λαμβάνει χώρα σε αυτή τη μελέτη. Εν κατακλείδι, ο σχολιασμός της επεμβατικής συχνότητας σε συνάρτηση με τα κοινωνικά στερεότυπα και τις αντιθέσεις μεταξύ Ελλάδας και εξωτερικού στην εφαρμογή των συγκεκριμένων παρεμβάσεων καθίσταται απαραίτητος για την ανάλυση του θέματος υπό ένα πιο αναθεωρητικό πρίσμα το οποίο προσφέρει στη βιβλιογραφία μια γενικότερη ανασκόπηση αλλά συνάμα ανοίγει δίοδο σχετικά με την εφαρμογή των ΒΑΗΑ στη χώρα μας.

## **2.8 Ερευνητικά Ερωτήματα**

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν και θα απαντηθούν στην παρούσα μελέτη είναι τα εξής:

1. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα της χρήσης των ΒΑΗΑ σε παιδιά και ενήλικες ως προς την ακοολογική τους απόκριση και ακουστική εξέλιξη;
2. Ποιες είναι οι μέθοδοι αξιολόγησης μετά από ένα χειρουργείο τοποθέτησης ΒΑΗΑ για την εξέλιξη του ασθενούς;
3. Ποιοι είναι οι περιορισμοί της χρήσης των ΒΑΗΑ και ποιες οι πιθανές επιπλοκές τοποθέτησης;
4. Ποια η εξέλιξη των ΒΑΗΑ τεχνολογικά και χειρουργικά; Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των διάφορων ακουστικών ως προς την αποτελεσματικότητά τους;
5. Ποιοι είναι οι πιθανοί λόγοι αποφυγής των ΒΑΗΑ και ποιο το χάσμα μεταξύ Ελλάδας και εξωτερικού ως προς την εφαρμογή τους; Μπορεί να υπάρξει «γεφύρωση»;

### **3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

Η παρούσα συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση ακολουθεί την κατευθυντήρια γραμμή της Kitchenham (2004) των τριών φάσεων μιας ανασκόπησης. Το πρώτο στάδιο αφορά το σχεδιασμό/προγραμματισμό της αξιολόγησης της μελέτης, η οποία εμπεριέχει τη διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων. Έπειτα, ακολουθεί η πραγματοποίηση της αναζήτησης των επιστημονικών άρθρων που συσχετίζονται με το διερευνόμενο θέμα μέσα από βάσεις δεδομένων με τη χρήση λέξεων-κλειδιών. Ακολουθεί η σύντηξη των κριτηρίων επιλογής των μελετών που αφορούν την ένταξη και τον αποκλεισμό των εκάστοτε ερευνών με όσο το δυνατόν περιορισμένη προκατάληψη, για την αποφυγή ενός καθοδηγούμενου συμπεράσματος. Έπεται η φάση της επανεξέτασης της βιβλιογραφίας με συσχέτιση των μελετών που έχουν συλλεχθεί (σχετικές μελέτες συναφείς με τα κριτήρια επιλογής) με τα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί. Εν συνεχεία, ακολουθεί η εφαρμογή των κριτηρίων ένταξης και αποκλεισμού για τη μείωση της βιβλιογραφίας και των αποτελεσμάτων με στόχο τη συνάφεια αλλά και την εγγύτητα της μελέτης. Χαρακτηριστικό είναι πως η συλλογή των απαιτούμενων πληροφοριακών στοιχείων διεξάγεται ξεχωριστά για κάθε μελέτη με την απαιτούμενη προσοχή και δόμηση σε σκεπτικό και σε οργανωτικό πλαίσιο για την επικείμενη σύνθεση δεδομένων, τη συγκέντρωση, σύνοψη και κοινοποίηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τη συγκεκριμένη συστηματική ανασκόπηση. Τέλος, αξιολογείται το αποτέλεσμα της μελέτης αυτής αλλά και οι περιορισμοί της ίδιας της μεθοδολογίας καθώς αναλύονται επίσης περιγραφικά τα αποτελέσματα τα οποία έχουν συμπυκνωθεί σε πίνακες και απαντούν ευκολότερα το σκοπό της ανασκόπησης με οπτικό τρόπο στα ερευνητικά ερωτήματα.

#### **3.1 Στοιχεία Δεδομένων Συγκριτικής Μελέτης**

Για αυτή την ερευνητική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε αναζήτηση ερευνητικών άρθρων σε βάσεις δεδομένων όπως οι PubMed, EMBASE, MEDLINE, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τις PRISMA guidelines για τη βελτίωση της διαφάνειας στη συστηματική επισκόπηση, και συμπεριλήφθηκαν μελέτες που αφορούν την τελευταία εικοσαετία καθώς εξετάζεται η εξέλιξη των τεχνολογιών και των ερευνητικών αποτελεσμάτων μέσα στο πέρασ του χρόνου για τα ΒΑΗΑ. Οι φράσεις αναζήτησης περιλάμβαναν τις λέξεις κλειδιά «ΒΑΗΑ», «οστεοεμφυτευόμενα ακουστικά βαρηκοΐας», «εξέλιξη οστεοεμφυτευμάτων». Από τη στρατηγική ανασύρθηκαν 526 άρθρα τα οποία σχετίζονταν είτε άμεσα είτε έμμεσα με τις λέξεις αναφοράς, ενώ ύστερα από σύντομο έλεγχο των τίτλων και περιορισμένη προσβασιμότητα σε αυτά αποκλείστηκαν τα 400. Επιπλέον, μεταπτυχιακές και διδακτορικές

διατριβές εξαιρέθηκαν. Συνολικά, 31 άρθρα παρουσίαζαν ευκαιρία συμπερίληψης στην μελέτη. Η συλλογή της υπάρχουσας βιβλιογραφίας συντελέστηκε με σκοπό την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων τα οποία καλύπτουν ευρεία γκάμα στοχασμών και καίριας κάλυψης των εξελικτικών δεδομένων για τα οστεοεμφυτευόμενα ακουστικά βαρηκοίας, τους περιορισμούς αυτών, τη σύγκριση μεταξύ τους, ενδεχόμενες παρενέργειες μετεγχειρητικά αλλά κυρίως την αποκατάσταση σε ακοολογικό και επικοινωνιακό επίπεδο, την ευχρηστία και την αποδοτικότητά τους, που τεκμηριώνει το σκοπό της όλης μελέτης.

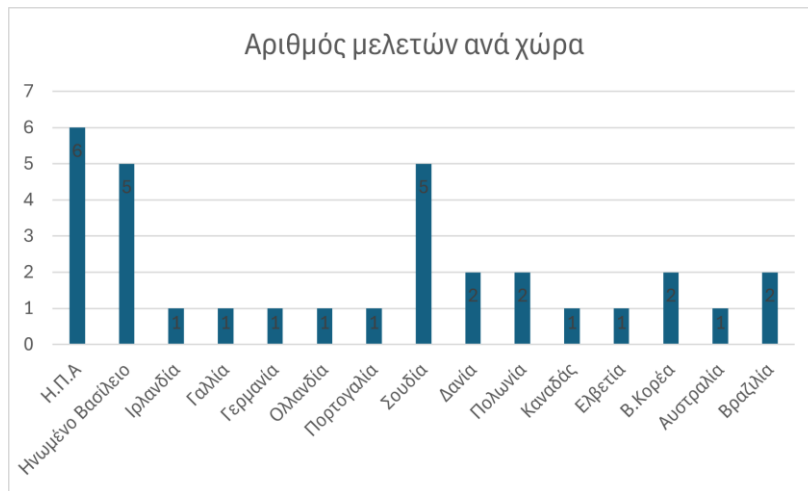
Οι 31 μελέτες εξετάστηκαν ξεχωριστά και διεξοδικά για τον προσδιορισμό των ερευνητικών ερωτημάτων στην αποτελεσματικότητα των ΒΑΗΑ και την εξελικτική τους ευχρηστία. Οι καταγραφές των περιορισμών που αναφέρονται ως προς το εκάστοτε είδους ακουστικό βοήθημα έγιναν ξεχωριστά και παρουσιάζονται αφηγηματικά στα αποτελέσματα σε ξεχωριστό κεφάλαιο. Η εξαγωγή των δεδομένων χωρίστηκε σε κατηγορίες βάσει του θέματος που πραγματευόταν. Κύριες κατηγορίες αποτελούν οι τεχνική πρόοδος ως προς το χειρουργείο και την τοποθέτηση του ΒΑΗΑ ως προς την εκάστοτε εταιρεία και εξελικτικό μηχανισμό και η ακοολογική επίπτωση μετεγχειρητικά ως προς τη γλωσσική ανταπόκριση και την προσανατολιστική ευκρίνεια του προσλαμβανόμενου ήχου. Τα αποτελέσματα αφορούν είτε αυστηρά αριθμητικά αποτελέσματα ακέραιων ακοολογικών καταγραφών στις κλινικές μελέτες είτε βασίζονταν σε συμπλήρωση ερωτηματολογίων από τους ίδιους τους ασθενείς. Ο ποιοτικός χαρακτήρας των αποτελεσμάτων της εμπειρικής διάγνωσης και των καταγραφών προσδίδουν στη μεταναλυτική προσέγγιση, η οποία συμπεριλαμβάνει τη σύνθεση δεδομένων από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, καθώς και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Αρχική κατηγοριοποίηση των μελετών γίνεται με βάση τη χρονολογία και τη χώρα-ήπειρο που πραγματοποιείται η δημοσίευση-μελέτη. Επιπλέον, ακολουθεί γραφική αναπαράσταση του αριθμού των δημοσιεύσεων για τα ΒΑΗΑ ανά έτος αλλά και ως προς τη θεματολογία των επιλεγμένων δημοσιεύσεων. Παρακάτω, ακολουθούν συγκεντρωτικά σε πίνακα τα στοιχεία των δημοσιεύσεων που πέρασαν το στάδιο αξιολόγησης και έγιναν αποδεκτές για τη συμπερίληψή τους στην εν λόγω μελέτη.

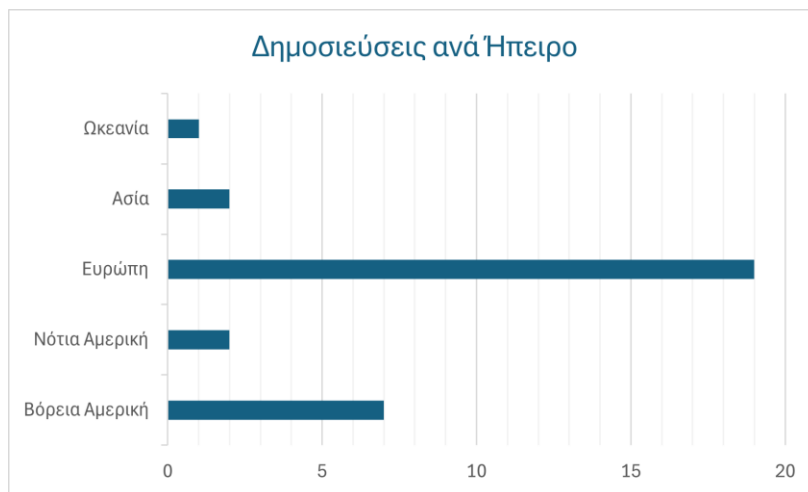
**Πίνακας 1:** στοιχεία μελετών με βάση το έτος, το είδος, των αριθμό συμμετεχόντων-όπου αυτό προβλέπεται-και τη θεματολογία.

Δημοσίευση	Είδος	Χώρα/Πόλη	Έτος	Συμμετέχοντες	Θέμα
(Kozlowski & Friedland, 2014)	Δευτερογενής	Η.Π.Α. Μιλγουόκι	2014	-	Χειρουργική τεχνική και σύγκριση ΒΑΗΑ ακουστικών
(Sheehan & Hans, 2006)	Πρωτογενής	Ηνωμένο Βασίλειο και Ιρλανδία	2006	43 συνολικά (24 ανήλικα)	Ενδείξεις, χειρουργική τεχνική και μετεγχειρητικά αποτελέσματα των ΒΑΗΑ
(Dutt, et al., 2002)	Πρωτογενής	Αγγλία Μπέρμινγκχαμ	2002	300	Μετεγχειρητικά αποτελέσματα ως προς την ποιότητα ζωής των ασθενών
(Snyder, et al., 2003)	Πρωτογενής	Η.Π.Α.	2003	15	Μετεγχειρητικές επιπλοκές
(Granstrom, et al., 2001)	Πρωτογενής	Σουηδία	2001	100 (<16 ετών)	Διερεύνηση οστεοενσωματωμένων εμφυτευμάτων
(Seeman, et al., 2004)	Πρωτογενής	Καναδάς	2004	20 ανήλικα	Μετεγχειρητικά αποτελέσματα ΒΑΗΑ
(McLarnon, et al., 2004)	Πρωτογενής	Σκωτία Γλασκόβη	2004	94	Μετεγχειρητικά οφέλη ΒΑΗΑ
(Granstrom, 2000)	Πρωτογενής	Αγγλία	2004	84 ανήλικα	Μετεγχειρητική παρακολούθηση και διερεύνηση επιπλοκών χειρουργικής τεχνικής ΒΑΗΑ
(Mylanus, et al., 2002)	Πρωτογενής	Ολλανδία	2002	5	Ιστολογική ανάλυση εμφυτευμάτων τιτανίου-επιπλοκές στο κροταφικό οστό
(Lustig, et al., 2001)	Πρωτογενής	Η.Π.Α	2001	40	Διερεύνηση ακοολογικής αποκατάστασης έπειτα από χειρουργείο ΒΑΗΑ
(Marszal, et al., 2022)	Δευτερογενής	Πολωνία	2022	79 (Μέση ηλικία 52 έτη)	Αξιολόγηση του αντίκτυπου της εμφύτευσης ΒΑΗΑ στην ποιότητα ζωής των ασθενών με προβλήματα ακοής
(Dimitriadis, et al., 2017)	Πρωτογενής	Αγγλία	2017	105	Αξιολόγηση αποτελεσμάτων εμφύτευσης συσκευής διαδερμικής οστικής αγωγιμότητας
(Nevoux, et al., 2018)	Πρωτογενής	Γαλλία	2018	25	Χειρουργική, ακοολογική και εξελικτική αξιολόγηση ασθενών με εμφύτευμα Baha Attract
(Kruyt, et al., 2020)	Πρωτογενής	Σουηδία	2020	54	Κλινική και ακοολογική επανααξιολόγηση ασθενών με ΒΑΗΑ 2 χρόνια μετά την επέμβαση
(den Besten, et al., 2019)	Πρωτογενής	Σουηδία	2019	54	Κλινική και ακοολογική αξιολόγηση ασθενών με ΒΑΗΑ 6 μήνες μετά την επέμβαση
(Kombis, et al., 2007)	Πρωτογενής	Γερμανία	2007	7	Συγκριτική ακοολογική μελέτη ευκρίνειας μεταξύ ΒΑΗΑ

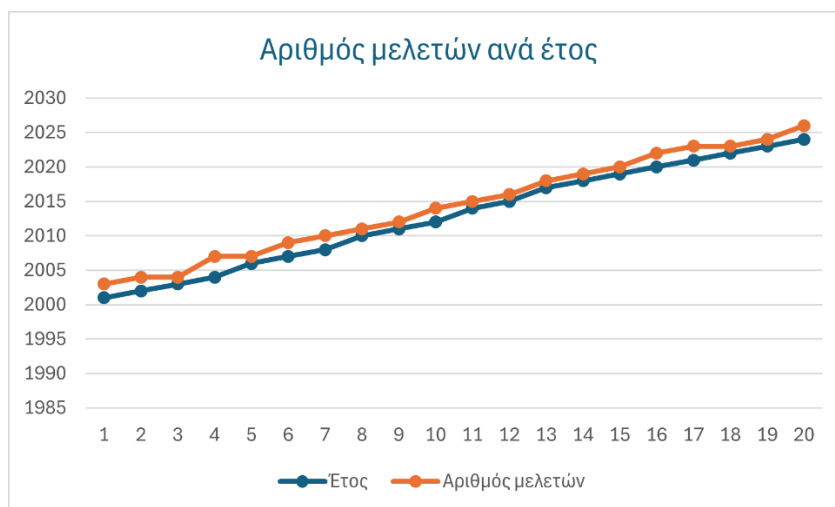
(Kong, et al., 2021)	Πρωτογενής	Κορέα	2021	14	Αξιολόγηση των συνολικών λειτουργικών και ακοολογικών οφελών των ΒΑΗΑ στη μονόπλευρη βαρηκοΐα
(Clamp & Briggs, 2015)	Δευτερογενής	Αυστραλία	2015	-	Σχεδιαστικά χαρακτηριστικά και πρώιμα κλινικά αποτελέσματα του Baha 4
(Ellsperman, et al., 2021)	Δευτερογενής	Η.Π.Α. Μίσιγκαν	2021	-	Διαθέσιμα ακουστικά βοηθήματα οστικής αγωγιμότητας- ενδείξεις, εύρος εφαρμογής, πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα
(Priwin, et al., 2007)	Πρωτογενής	Σουηδία	2007	22	Διερεύνηση ακοολογικών αποτελεσμάτων έπειτα από εφαρμογή οστεοεμφυτευόμενων ακουστικών αμφοτερόπλευρα σε περιπτώσεις αμφοτερόπλευρης βαρηκοΐας
(Ghossaini & Ying, 2024)	Δευτερογενής	Η.Π.Α. Νέα Υόρκη	2024	-	Είδη Baha-χειρουργική τεχνική- ακοολογικά ευρήματα/απόδοση
(Gawecki, et al., 2022)	Πρωτογενής	Βραζιλία	2022	8	Χειρουργική τεχνική και συγκριτικά ακοολογικά οφέλη νέων τεχνολογιών- Osia
(Ferreira Bento, et al., 2012)	Πρωτογενής	Βραζιλία Σάο Πάολο	2012	13	Ακοολογικά αποτελέσματα- οφέλη
(Arndt, et al., 2024)	Δευτερογενής	Πολωνία	2024	-	Σύγκριση Osia-Baha Attract Ενδείξεις υποψηφίων
(Wazen, et al., 2008)	Πρωτογενής	Η.Π.Α. Νέα Υόρκη	2008	218	Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα του Baha
(Schroder, et al., 2010)	Πρωτογενής	Δανία	2010	21	Επιρροή Baha στην ακοολογική αποκατάσταση
(Stalfors & Tjellstrom, 2008)	Πρωτογενής	Σουηδία	2008	70	Μετεγχειρητικές επιδερμικές επιπλοκές Baha
(Han, et al., 2020)	Πρωτογενής	Κορέα	2020	39	Ακοομετρικά συγκριτικά αποτελέσματα ασθενών με διαφορετικά εμφυτεύματα ΒΑΗΑ
(Rasmussen, et al., 2012)	Πρωτογενής	Δανία	2012	150	Αξιολόγηση της μακροπρόθεσμης ικανοποίησης με τα Baha
(Azevedo, et al., 2023)	Πρωτογενής	Πορτογαλία	2023	22	Αξιολόγηση μετεγχειρητικών αποτελεσμάτων από τους ασθενείς έπειτα από εμφύτευση ΒΑΗΑ
(Pfiffner, et al., 2011)	Πρωτογενής	Ελβετία	2011	110	Συσχέτιση προ-εγχειρητικών και μετεγχειρητικών ορίων ακοής χρηστών Baha



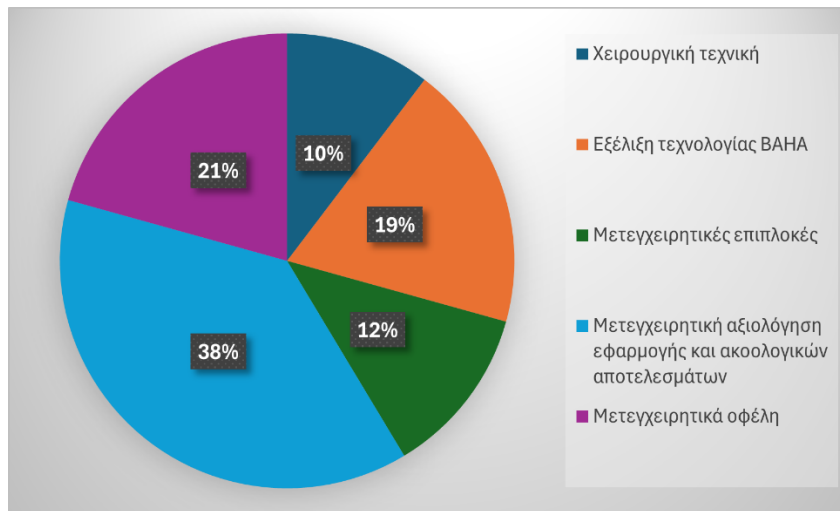
Εικόνα 7: Αριθμός συμπεριλαμβανομένων μελετών ανά χώρα



Εικόνα 8: Αριθμός επιλεγμένων δημοσιεύσεων ανά ήπειρο.



Εικόνα 9: Δημοσιευμένες μελέτες επιλεγμένες για την εξέλιξη και τα αποτελέσματα των οστεοεμφυτευόμενων συσκευών ΒΑΗΑ την τελευταία εικοσαετία.



Εικόνα 10: Θεματολογία των επιλεγμένων δημοσιεύσεων.

Συμπερασματικά, στην εν λόγω μελέτη συμπεριλήφθηκαν δημοσιεύσεις που λαμβάνουν χώρα ως επί το πλείστον στο χώρο της Ευρώπης. Σποραδικές μελέτες από την Ασία, με τη συμπερίληψη της Β. Κορέας, την Αυστραλία και τη Νότια Αμερική συνθέτουν επίσης τη συγκεκριμένη ανασκόπηση, ενώ επίσης περιλαμβάνονται και μελέτες από τις Η.Π.Α και τον Καναδά. Αξίζει να σημειωθεί πως την πρωτιά των δημοσιεύσεων λαμβάνουν οι Η.Π.Α, ενώ για την Ευρώπη η Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο, τονίζοντας τη συνεισφορά των αναπτυγμένων χωρών στον τομέα της αναζήτησης εξελικτικών επιλογών για την αποκατάσταση της βαρηκοΐας, γεγονός που συναινεί βιβλιογραφικά με την αναφορά του παραγκωνιστικού χαρακτήρα ως προς την αντιμετώπιση της απώλειας ακοής σε χώρες αναπτυσσόμενες καθώς εκλείπουν υποδομές και εφόδια για έρευνα στον κλάδο, πόσο μάλλον στην ιδιαίτερη κατηγορία ανάπτυξης και διαχείρισης τεχνολογιών Βαηα που αποτελούν σύγχρονο μηχανισμό των τελευταίων δεκαετιών. Επιπλέον, ο αριθμός των δημοσιεύσεων ανά έτος την τελευταία εικοσαετία παρουσιάζει εκθετική πορεία (Εικόνα 9), ενθαρρύνοντας τη διάθεση της εξέλιξης και της προόδου στα Βαηα. Οι περισσότερες μελέτες αφορούν συμμετέχοντες κάτω των 100 ατόμων, ενώ αυτές που τα ξεπερνούν παρουσιάζουν εύρος ετών ακόμα και δεκαετούς παρακολούθησης μέσω συνεχών εξετάσεων και ερωτηματολογίων για τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των ακουστικών αλλά και την καλύτευση της ποιότητας ζωής των χρηστών τους. Δεν καθίσταται δυνατή η καταγραφή και ο διαχωρισμός των φύλων στις μελέτες έτσι ώστε και αυτή η ανασκόπηση να προσπαθήσει να καταλήξει μέσω της συστηματικής προσέγγισης σε πορίσματα σχετικά με ενδεχόμενη διαφορά στην αποκατάσταση με Βαηα και το φύλο του ατόμου, γεγονός που ενδεχομένως υποδεικνύει πως οι διαφορές είναι μηδαμινές αν όχι ανύπαρκτες στην θεραπεία και αποκατάσταση μεταξύ φύλων. Όσον αφορά την ηλικία των ασθενών, γίνεται σαφής διαχωρισμός σε συγκεκριμένα άρθρα, ενώ παράλληλα τονίζεται η όποια διαφορά



διαπιστώνεται στα συμπεράσματα. Σε γενικές γραμμές η ενασχόληση με παιδιά σε περισσότερες μελέτες αντικατοπτρίζει τη σοβαρότητα και την αναγκαιότητα αντιμετώπισης της απώλειας ακοής σε συνθήκες που άλλη προσέγγιση με ακουστικά αποτελεί αντένδειξη για την ενίσχυση γλωσσικής εξέλιξης και την αποφυγή του κοινωνικού περιορισμού και της ανισότητας. Τέλος, τα άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν για την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων παρουσιάζουν στην πλειοψηφία τους (38%) θεματολογία ως προς τη μετεγχειρητική αξιολόγηση των εμφυτευμάτων ως προς την εφαρμογή τους αλλά και ως προς την αποδοτικότητα, ευχρηστία και ακοολογικά αποτελέσματα με οφελιματικό χαρακτήρα στο υπόλοιπο 21% των μελετών.

## **4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ ΒΑΗΑ**

### **4.1 Τεχνολογική και Χειρουργική Εξέλιξη των ΒΑΗΑ**

Η σύγχρονη ιατρική προσφέρει ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών οστεοεμφυτευόμενων ακουστικών βοηθημάτων-συσκευών για ασθενείς με προβλήματα ακοής (Gaweckı, et al., 2022). Τα ΒΑΗΑ είναι υπεύθυνα για τη μετατροπή των ακουστικών ηχητικών κυμάτων σε μηχανική δόνηση, η οποία και μεταφέρεται στο έσω ους μέσω άμεσης επαφής με το κρανίο. Κατασκευαστικώς η διαφορά τους με τα ακουστικά βαρηκοίας είναι ότι το ενισχυμένο σήμα που μετατρέπεται σε ηλεκτρομαγνητική ενέργεια δεν κινεί τη μεμβράνη του μεγαφώνου για την παραγωγή του ήχου, αλλά ένα συμπαγές μικροσύστημα που προκαλεί δονήσεις. Η ταξινόμηση των συσκευών αυτών γίνεται με βάση την παρουσία ή απουσία στηρίγματος που διεισδύει στο δέρμα, (α) αυτές που το σύστημα δονητού τοποθετείται στο μαστοειδές οστό και (β) αυτές που ο δονητής στερεώνεται στον άκμονα ή τον αντικαθιστά ή στη στρογγυλή θυρίδα. Τεχνικά, οι παθητικές διαδερμικές συσκευές έχουν το εμφυτευμένο τμήμα της συσκευής σε άμεση σύνδεση με το κρανίο και ένα ξεχωριστό, εξωτερικό τμήμα που συγκρατείται μαγνητικά στη θέση του και οδηγεί τους κραδασμούς μέσω του δέρματος στην εμφυτευόμενη συσκευή. Στα παθητικά συστήματα, η δόνηση εμφανίζεται στο επίπεδο του εξωτερικού επεξεργαστή και οι δονήσεις μεταδίδονται διαδερμικά στην εμφυτευόμενη συσκευή. Εν αντιθέσει, στις ενεργά διαδερμικές συσκευές παρατηρείται παρουσία εξωτερικού μικροφώνου και επεξεργαστή, τα οποία είναι υπεύθυνα για την αποστολή των ηλεκτρονικών σημάτων στην οστεοεμφυτευόμενη δονούμενη συσκευή. Στο ενεργό σύστημα μετάδοσης, ο εξωτερικός επεξεργαστής είναι στατικός και μεταδίδει ηλεκτρονικά σήματα ενώ η δόνηση εμφανίζεται στο επίπεδο μονάχα της εμφυτευμένης συσκευής (Ellsperman, et al., 2021). Ιστορικά, πρωτοεμφανίστηκαν τα γυαλιά ακοής οστικής αγωγιμότητας (γυαλιά οστεόφωνα), στα οποία η λειτουργία τους σχετίζεται με την επαφή της άκρης του βραχίονα των γυαλιών στη μαστοειδή απόφυση. Η παρουσία τους στο χώρο της βιομηχανίας των ακουστικών μετράει πάνω από 40 χρόνια. Αντιθέτως, κύριο μειονέκτημά τους είναι η μέτρια εφαρμογή λόγω δυσκολίας της κάμψης του βραχίονα στην κλήση του κεφαλιού καθώς και το σχετικό μεγάλο βάρος τους σε σχέση με τα απλά γυαλιά. Επίσης, ο χρήστης πρέπει να φοράει συνέχεια τα γυαλιά του για να μπορεί να ακούσει, κατάσταση δυσλειτουργική ειδικά αν παρουσιάζεται μικρό έλλειμα στην όραση. Εν συνεχεία, εδώ και 20 χρόνια χρησιμοποιούνται τα οστεόφωνα που εφαρμόζονται με στέκα (κορδέλα). Πρόκειται για οστεόφωνα που εφαρμόζουν στο κεφάλι και σταθεροποιούνται με τη χρήση κορδέλας. Όμως, καθώς τις περισσότερες φορές μεσολαβεί το τριχωτό της κεφαλής το ηχητικό αποτέλεσμα παρουσιάζει αστάθεια και δεν είναι ικανοποιητικό αφού συνεχώς μετακινούνται.

## 4.2 Διαδερμικές Οστεοεμφυτευόμενες Συσκευές

### 4.2.1 Οστεοεμφυτεύματα με εφαρμογή βίδας τιτανίου και κολόβωμα

Η άμεση επαφή των συσκευών με το κροταφικό οστό προσφέρει σημαντικό πλεονέκτημα σε σχέση με τις παθητικές διαδερμικές συσκευές καθώς δεν παρατηρείται εξασθένηση του σήματος έως και 20dB, κάτι το οποίο παρατηρείται ειδικά σε υψηλές συχνότητες στις παθητικές συσκευές μετάδοσης, καθώς επιτρέπεται η αποτελεσματική μετάδοση του σήματος σε όλες τις συχνότητες χωρίς αντίσταση του δέρματος και των μαλακών ιστών. Χειρουργικά, η εισαγωγή των διαδερμικών συσκευών γίνεται με τοπική ή γενική αναισθησία μέσω ποικίλων τομών του δέρματος. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός της μοναδικής ανατομίας του κάθε ατόμου, συνθήκη που έχει επιτρέψει κατά καιρούς ευρηματικές τεχνικές και την αντιμετώπιση δύσκολων συνθηκών χειρουργικά για την εισαγωγή της συσκευής. Τυπικά το χειρουργείο αποτελείται από ένα στάδιο, πέραν από περιστατικά με κακή επούλωση πληγών ή κακή ανοργανοποίηση των οστών, συνθήκη που παρατηρείται κυρίως σε παιδιά εξαιρετικά μικρής ηλικίας με μη αναπτυγμένο πλήρως κρανίο και αυξημένη ελαστικότητα των οστών κι έτσι μπορεί να εφαρμοστεί χειρουργικός χρόνος δύο σταδίων. Παραδοσιακά, ο επεξεργαστής ήχου ενεργοποιείται και φορτώνεται στο στήριγμα τρεις μήνες μετά την επέμβαση, όμως πρόσφατα βιβλιογραφικά ευρήματα σχετικά με την εξέταση του ρόλου της προγενέστερης ενεργοποίησης σε μια-δύο βδομάδες ή ακόμα και μία μέρα μετεγχειρητικά αναφέρουν καλή λειτουργία δίχως να θυσιάζεται η σταθερότητα του εμφυτεύματος (Ellsperman, et al., 2021) (Αθανασιάδης-Σισμάνης, 2011). Απεικονίσεις του χειρουργείου και τη μετέπειτα εφαρμογή του εμφυτεύματος παρουσιάζονται στις εικόνες 11, 12 & 13 παρακάτω.



Εικόνα 11: Η βίδα τοποθετημένη στο κροταφικό οστό. Εικόνα 12: Συρραφή του δέρματος και εξωτερίκευση της βίδας.



Εικόνα 13: Συγκράτηση του ακουστικού BAHΑ στη βίδα 4 μήνες μετά την τοποθέτηση.

Η οστεοενσωμάτωση του εμφυτεύματος τιτανίου είναι το κλειδί της επιτυχίας των παθητικών διαδερμικών συσκευών καθώς επιτρέπεται η οστέινη αγωγιμότητα. Διαπιστώνεται μέσω μελετών ότι αυτή η τεχνική οστεοενσωμάτωσης προσφέρει αποτελεσματικότερη μετάδοση κραδασμών για τις μεσαίες και υψηλές συχνότητες κατά 10-15 dB σε σχέση με μη οστεοενσωματωμένες συσκευές αγωγιμότητας οστού. Τα παθητικά διαδερμικά οστεοεμφυτευόμενα βοηθήματα είναι μεταξύ των πρώτων τύπων οστεοενσωματωμένων συσκευών που χρησιμοποιήθηκαν. Το Cochlear Baha Connect και το Oticon Medical Ponto αντιπροσωπεύουν τα επί του παρόντος διαδερμικά εμφυτεύματα στις Η.Π.Α. Η χειρουργική τεχνική έχει εξελιχθεί με την πάροδο των ετών με αποτέλεσμα τη μείωση της συχνότητας των επιπλοκών των μαλακών μορίων, ενώ οι τρέχουσες χειρουργικές τεχνικές παρουσιάζουν διαφοροποίηση ανάλογα με την εκάστοτε συσκευή που είναι να εμφυτευτεί (Ghossaini & Ying, 2024).

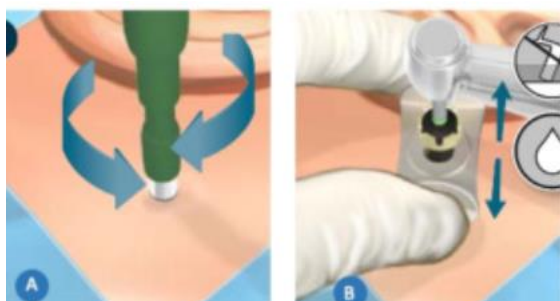
Γενικότερα, η θέση του εμφυτεύματος χαρτογραφείται σύμφωνα με τη διαθέσιμη ένδειξη του κατασκευαστή για τον εκάστοτε επεξεργαστή. Η θέση δεν πρέπει να εμποδίζει τη μελλοντική χρήση γυαλιών ή καλύμματος κεφαλής για τη στήριξη του εάν αυτό ενδείκνυται. Το σημείο εμφύτευσης συνήθως επισημαίνεται 50-55 mm από τον ακουστικό πόρο, ενώ σημειώνεται γραμμική τομή 2-3 mm παράλληλη με τη γραμμή των μαλλιών περίπου ενός εκατοστού μπροστά από το σημείο εμφύτευσης. Η τομή λαμβάνει χώρα ως και το περίοστεο, όπου γίνεται σταυρωτή τομή στο σημειωμένο σημείο εμφύτευσης και ανυψώνεται για να ακολουθήσει η αποκάλυψη του οστού. Οδηγό τρυπάνι με προσεκτική επιθεώρηση του οστού ακολουθεί πορεία διάτρησης σε βάθος 4 mm και ο παρεμβαλλόμενος μαλακός ιστός προστατεύεται από ένα επίθεμα SoftWear που κατανέμει ομοιόμορφα την πίεση προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος νέκρωσης λόγω της πίεσης (Clamp & Briggs, 2015). Για τα εμφυτεύματα Cochlear Corp η τοποθέτηση του στηρίγματος απαιτείται χειροκίνητα μετά την εμφύτευση. Διάτρηση βιοψίας χρησιμοποιείται για το άνοιγμα μιας τρύπας στο δέρμα πάνω από το στηρίγμα. Τέλος, η τομή κλείνει και εφαρμόζεται ένας

ελαφρύς επίδεσμος μεταξύ του θεραπευτικού καλύμματος και του υποκείμενου δέρματος. Τα αρχικά επεμβατικά στάδια παρουσιάζονται στην εικόνα 14.



Εικόνα 14: Αρχικά στάδια τομής οστεοενσωματωμένου εμφυτεύματος με βίδα τιτανίου

Επιπλέον, η ελάχιστη επεμβατική χειρουργική τεχνική Ronto δεν απαιτεί τομή, παρά διενεργείται διάτρηση βιοψίας με στόχο μια κυκλική τομή στο δέρμα στη θέση του εμφυτεύματος (Εικόνα 15). Το περίσσειο αφαιρείται για την αποκάλυψη του οστού, ενώ χρησιμοποιώντας έναν ειδικό σωληνίσκο διερευνάται η περιοχή χρησιμοποιώντας τρυπάνι αντιβύθισης. Εν συνεχεία, εισάγονται το εμφύτευμα και το στήριγμα. Βιβλιογραφικά αναφέρεται πως η συγκεκριμένη τεχνική παρουσιάζει στατιστικά σημαντική μείωση στην εντοπισμένη δερματική αντίδραση σε σύγκριση με την τεχνική της γραμμικής τομής (Holmes, et al., 2021).



Εικόνα 15: Χειρουργική τεχνική διάτρησης βιοψίας με κυκλική τομή (Ghossaini & Ying, 2024)

Επί του παρόντος, η εισαγωγή μιας νεότερης διαδικασίας με ονομασία MONO μειώνει τη διάτρηση σε ένα μονάχα βήμα με τη χρήση ενός εξειδικευμένου τρυπανιού. Αποτελεί τεχνική ενός σταδίου όπου επιτελείται πλήρης οστεοτομία για το εμφύτευμα, ενώ χρησιμοποιείται οδηγός σωληνίσκος που επιτρέπει το στοπ για ανεπιθύμητη διάτρηση βαθύτερη από το προβλεπόμενο. Αξίζει να σημειωθεί πως η διαδικασία αντενδείκνυται σε ανήλικους ασθενείς καθώς και σε ασθενείς με ανώμαλη ανατομία και αναμενόμενο πάχος οστού κάτω από 5 mm και πάχος μαλακών ιστών μεγαλύτερο των 12 mm (Oticon Medical, 2024).

#### **4.2.2. Διαθέσιμοι Εξωτερικοί Επεξεργαστές**

Οι εξωτερικοί επεξεργαστές ήχου παρουσιάζουν μεγάλη βελτίωση με την πάροδο των ετών σε λειτουργικό κέρδος αλλά και μέγεθος. Οι εξελίξεις αυτές καθιστούν τους επεξεργαστές μάρτυρες της τεχνολογικής εξέλιξης των βοηθημάτων baha και της διάθεσης προόδου, ευχρηστίας και συναγωνισμού για βελτίωση της ποιότητας ζωής των χρηστών τους. Επί του παρόντος, διαθέσιμοι εξωτερικοί επεξεργαστές περιλαμβάνουν τους Cochlear Baha 6 power max με εύρος προσαρμογής 55 dB και Oticon Medical Ponto 5 mini με εύρος προσαρμογής 45 dB (Εικόνα 16), ενώ συσκευές όπως το Baha 5 SuperPower και Oticon Medical Ponto 5 SuperPower παρέχουν εύρος προσαρμογής ως και 65 dB με εφαρμογή σε ασθενείς με πιο σοβαρή απώλεια ακοής (Εικόνα 17).



Εικόνα 16

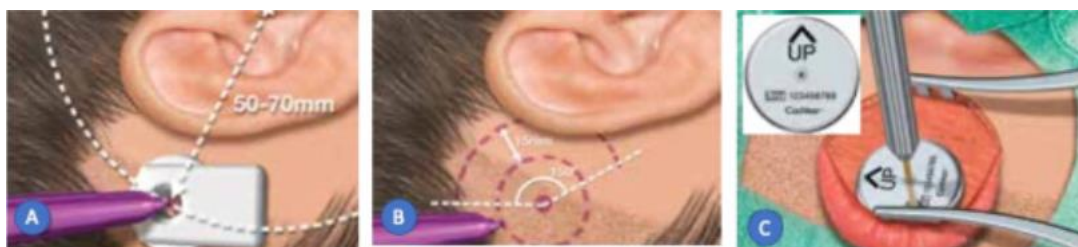


Εικόνα 17

#### **4.2.3 Διαδερμικές εμφυτεύσιμες συσκευές οστέινης αγωγής**

Οι αισθητικές ανησυχίες των διαδερμικών εμφυτευμάτων με τη χρήση βίδας τιτανίου σε συνδυασμό με τις παρατηρούμενες επιπλοκές των μαλακών ιστών οδήγησαν στην ανάπτυξη διαδερμικών εναλλακτικών λύσεων, όπως η χρήση μαγνήτη και στις δύο πλευρές του δέρματος για τη σύνδεση του εξωτερικού επεξεργαστή με το εμφύτευμα. Το σύστημα Sorhono αποτελεί το πρώτο βοήθημα αυτού του είδους μετάδοσης του ήχου και της εξελικτικής χειρουργικής εφαρμογής των οστεοεμφυτευμάτων. Αποτελείται από ένα μαγνητικό εμφύτευμα με έγκλειστο τιτάνιο, μια μαγνητική πλάκα βάσης και τον εξωτερικό επεξεργαστή ήχου Alpha 2 MPO. Το εμφύτευμα στερεώνεται στο οστό μέσω 5 οστεοενσωματωμένων γναθοχειρουργικών βιδών για διευκόλυνση της οστέινης αγωγιμότητας. Η συσκευή μαγνητικής οστικής αγωγιμότητας Alpha 2 MPO ePlus συνδέεται με το εμφύτευμα διαδερμικά με τη χρήση μαγνήτη. Ενδείκνυται σε ασθενείς με κατώφλια οστικής αγωγιμότητας μικρότερα ή ίσα με 45 dB ενώ το ελάχιστο ηλικιακό υπόβαθρο συντελούν τα 5 έτη. Μετεγχειρητικά, η συσκευή μπορεί να ενεργοποιηθεί περίπου 6 εβδομάδες μετά την επέμβαση έτσι ώστε να έχει επιτραπεί η επούλωση.

Μια ακόμα παθητική διαδερμική εμφυτεύσιμη συσκευή οστέινης αγωγής αποτελεί το Baha Attract System με το οστεοενσωματωμένο εμφύτευμα τιτανίου να είναι προσαρτημένο σε έναν εσωτερικό μαγνήτη που βρίσκεται υποδερμικά. Ο επεξεργαστής του ήχου Cochlear Baha τοποθετείται σε μαγνήτη-επεξεργαστή ήχου, επιτυγχάνοντας έτσι τη διαδερμική σύνδεση. Ομοίως με το Sorphonο, τα κατώφλια οστέινης αγωγιμότητας ως χειρουργική ένδειξη είναι ακριβώς τα ίδια. Η χειρουργική τεχνική (Εικόνα 18) περιλαμβάνει στα πρώτα στάδια μια τομή σχήματος C 15 mm μετά το αυτί από την άκρη του μαγνήτη και μεταφέρεται στο περίοστεο. Εκεί πραγματοποιείται σταυρωτή τομή στο σημειωμένο σημείο εμφύτευσης και ακολουθεί ανύψωση του δέρματος για την αποκάλυψη του οστού. Ο μαγνήτης του εμφυτεύματος είναι προσαρτημένος στο εμφύτευμα, με την ένδειξη του βέλους στο μαγνήτη να είναι προς τα πάνω. Εν συνεχεία, η τομή κλείνει διασφαλίζοντας πάχος κρημνού δέρματος μικρότερο από 6 mm. Συνιστάται διαδικασία δύο σταδίων σε ασθενείς με μαλακό φλοιώδες οστό μικρότερο από 3 mm ή σε ακτινοβολημένα κρανία. Μετεγχειρητικά η επίσκεψη των ασθενών για φροντίδα και επιθεώρηση του τραύματος είναι απαραίτητη. Η εφαρμογή συνήθως πραγματοποιείται 4 εβδομάδες μετά την επέμβαση, εκτός αν δεν υπάρχει πλήρης επούλωση του δέρματος. Συγκριτικά με τη σύνδεση, ο εγχειρητικός χρόνος στην έλξη Baha είναι μεγαλύτερος, αλλά παρουσιάζονται λιγότερες μετεγχειρητικές επιπλοκές (Steehler, et al., 2018).



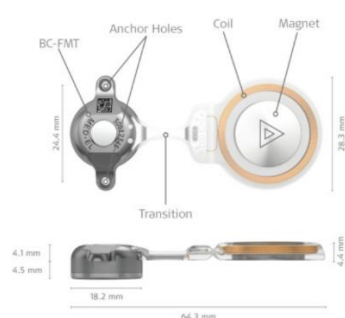
Εικόνα 18: Εγχειρητικά στάδια Baha Attract System (Ghossaini & Ying, 2024)

#### **4.2.4 Ενεργά διαδερμικές οστεοεμφυτευόμενες συσκευές**

Οι δύο ενεργά διαδερμικές οστεοεμφυτευόμενες συσκευές που χρησιμοποιούνται περισσότερο σήμερα είναι το MED-EL BONEBRIDGE και το Cochlear Osia. Και οι δύο αποτελούνται από έναν υποδορίως εμφυτευμένο δέκτη-διεγέρτη, έναν ενεργό στοιχείο ικανό για παροχή άμεσης δονητικής ενέργειας και ένα μικρόφωνο και εξωτερικό ηχητικό επεξεργαστή. Λειτουργικά παρουσιάζουν διαφορές με τον τρόπο τον οποίο παρέχουν τη δονητική ενέργεια, ενώ αποτελούν παράδειγμα της σύγχρονης εξέλιξης των Baha εν συνόλω.

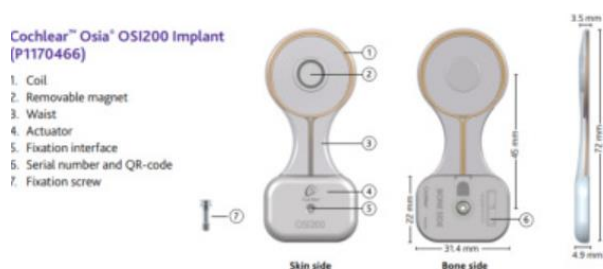


Το BONEBRIDGE είναι ένα ενεργό εμφύτευμα οστέινης αγωγιμότητας, που τοποθετείται χειρουργικά στο μαστοειδές οστό και δέχεται τους ήχους από τον εξωτερικό επεξεργαστή ήχου και τον μεταφέρει σε μορφή δόνησης στον κοχλία, προσφέροντας ένα φυσιολογικό ήχο, παρακάμπτοντας τον έξω ακουστικό πόρο και το μέσω ους. Το Bonebridge BCI 602 (Εικόνα 19) ενεργοποιείται τοποθετώντας τον εξωτερικό επεξεργαστή ήχου πάνω από το μαγνήτη. Το σήμα και η ενέργεια για την κίνηση της δόνησης μεταφέρεται μέσω μιας επαγωγικής ζεύξης στο εσωτερικό πηνίο και στη συνέχεια αναπαράγονται. Το σήμα μετατρέπεται σε μηχανικούς κραδασμούς που διοχετεύονται στο κροταφικό οστό μέσω των αυτοδιάτρητων φλοιδών βιδών του φλοιού. Αυτές οι δονήσεις διεγείρουν το ακουστικό σύστημα μέσω της οδού της οστέινης αγωγιμότητας, επιτρέποντας στον ασθενή να ακούει.



Εικόνα 19: Εμφύτευμα οστικής αγωγιμότητας BCI 602 δύο τμημάτων. Το τμήμα πηνίου (μαγνήτης που περιβάλλεται από το πηνίο λήψης) και το τμήμα του μορφοτροπέα (μετατροπέας ακουστικής αγωγιμότητας-πλωτής μάζας που παρέχει δονητική ενέργεια)

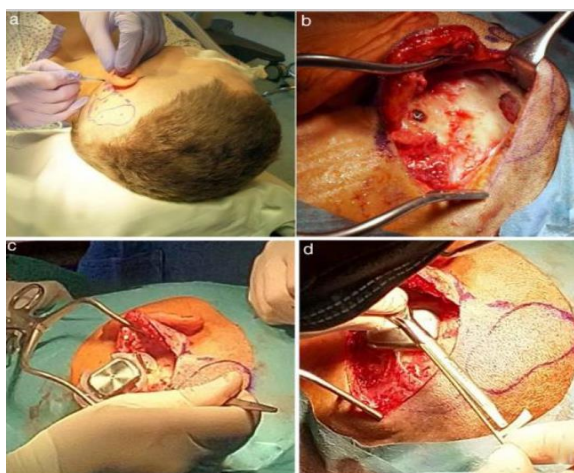
Επιπρόσθετα, το Cochlear Osia αποτελείται από ένα πηνίο για τη λήψη και την προώθηση του ηλεκτρικού σήματος στον ενεργοποιητή που στεγάζει έναν πιεζοηλεκτρικό κινητήρα που μεταδίδει ενέργεια σε ένα οστεοενσωματωμένο στήριγμα (εμφύτευμα BI300) που δημιουργεί οστέινους κραδασμούς στον κοχλία (Εικόνα 20). Ο ενεργοποιητής συνδέεται με το εμφύτευμα το οποίο οστεοενσωματώνεται, ενώ ο πιεζοηλεκτρικός μετατροπέας είναι κατασκευασμένος από πιεζοηλεκτρικά στρώματα που διαστέλλονται και συστέλλονται όταν εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση (Calero, et al., 2018).



Εικόνα 20: Τεχνικά εξαρτήματα εμφυτεύματος Cochlear Osia



Λειτουργικά, η κίνηση αυτή οδηγεί τη δόνηση μέσω του εμφυτεύματος στο κρανίο, κάνοντας δυνατή την ακρόαση της οστικής αγωγιμότητας στον κοχλία. Ο μορφοτροπέας δεν έχει κινήσεις μεταξύ εξαρτημάτων που μπορεί να προκαλέσουν φθορά με την πάροδο του χρόνου, επιδεικνύοντας ανθεκτικότητα σε συνδυασμό με λειτουργική αποδοτικότητα (Lau, et al., 2020). Η ευαισθησία στις υψηλές συχνότητες και η δημιουργία ζήτησης υψηλής ισχύος είναι από τα πλεονεκτήματα του μετατροπέα Piezo Power. Για τη βέλτιστη μεταφορά ισχύος σε συνδυασμό με υψηλή ποιότητα ήχου, το σύστημα Osia χρησιμοποιεί μια ψηφιακή σύνδεση μεταξύ του επεξεργαστή ήχου και του εμφυτεύματος. Αυτή η σύνδεση παρέχει έξυπνη αμφίδρομη επικοινωνία που μεταφέρει το 100% του σήματος μέχρι τη μέγιστη απόσταση πηνίου σε πηνίο χωρίς κίνδυνο παρεμβολής (Carnevale, et al., 2019). Για τους περισσότερους ασθενείς η τυπική χειρουργική προσέγγιση τόσο για τα Bonebridge όσο και για τα Osia περιλαμβάνει μια οπισθο-ωτιαία τομή με τοποθέτηση του εμφυτευμένου εξαρτήματος μέσα ή γύρω από το μαστοειδές οστό. Η θέση και το μέγεθος της τομής ποικίλλει ανάλογα τις ανατομικές δομές, την προγραμματισμένη θέση εμφύτευσης και τις εκτιμήσεις για την αποκατάσταση του έξω ωτός (Ghossaini & Ying, 2024), και σε γενικές γραμμές αποτελεί ένα αρκετά πιο περίπλοκο χειρουργείο σε σχέση με το Baha Attract (Gawecki, et al., 2022). Τα στάδια του χειρουργείου για το Osia παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα 21.



Εικόνα 21: Η χειρουργική επέμβαση Osia: a) η σημειωμένη θέση για τη συσκευή, b) το εμφύτευμα στη θέση του, προετοιμασία υπεριοριστικού θύλακα, c) η συσκευή μερικώς στη θέση της (ο πιεζοηλεκτρικός μετατροπέας δεν είναι ακόμα συνδεδεμένος στο εμφύτευμα)-διεγχειρητικές μετρήσεις, d) ολόκληρη η συσκευή στη θέση της (ο πιεζοηλεκτρικός μετατροπέας που συνδέεται με το εμφύτευμα) (Gawecki, et al., 2022)

Οι ενεργά διαδερμικές οστεοεμφυτευόμενες συσκευές ενδείκνυνται επί του παρόντος για ουδούς ακουστικής αγωγιμότητας 45-55 dB, γεγονός που καθιστά το Cochlear Osia μια επιλογή σε ασθενείς με μικτού τύπου βαρηκοΐα με οστική αγωγιμότητα μέχρι 55 dB απώλεια.

Οι ασθενείς πρέπει να λαμβάνουν συμβουλές σχετικά με τη μελλοντική επιδείνωση της νευροαισθητήριας συνιστώσας της απώλειας ακοής τους, όπως αντίστοιχα οι περιπτώσεις με το διαδερμικό εμφύτευμα με το βιδωμένο στήριγμα για την διαδερμική τεχνολογία του μέλλοντος. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με το Baha Attract, όπου το ίδιο εμφύτευμα τιτανίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μετατροπή σε διαδερμική σύνδεση Baha, κάνοντας την επιλογή αυτή πιο ελκυστική αισθητικά λόγω της απουσίας του μόνιμου κολοβώματος που προεξέχει μέσω του δέρματος (Ghossaini & Ying, 2024). Παρομοίως, ασθενείς με χρόνιες δερματικές επιπλοκές που σχετίζονται με διαδερμικά κολοβώματα μπορούν επίσης να ληφθούν υπόψη για ενεργό οστεοεμφυτευόμενο ακουστικό. Το προηγούμενο στήριγμα αφαιρείται της στιγμή της εμφύτευσης του Bonebridge ή/και του Osia.

Μια ακόμα επιλογή που δίνει τη δυνατότητα της πλήρους αφαίρεσης του εξωτερικού επεξεργαστή καθώς δεν απαιτείται χειρουργική επέμβαση είναι τα ακουστικά ADHEAR της εταιρείας MED-EL. Η συσκευή αυτή εφαρμόζεται με τη βοήθεια κόλλας στο δέρμα πάνω από το μαστοειδές οστό, ενώ έχει σχεδιαστεί για να φοριέται από τρεις έως επτά ημέρες (300 ώρες διάρκεια ζωής της μπαταρίας). Ο επεξεργαστής συνδέεται με την κόλλα και δονείται ως απόκριση στο ηχητικό ερέθισμα, μεταβιβάζοντας δονητικά το σήμα μέσω του δέρματος και των μαλακών ιστών στο υποκείμενο οστό. Σε αυτή την επιλογή ακουστικού δεν υφίσταται η ταλαιπωρία που προκαλείται από την πίεση στο δέρμα όπως σε άλλες συσκευές και παρουσιάζει μειωμένη φθορά. Αποτελεί τη μοναδική μη εμφυτεύσιμη συσκευή οστέινης αγωγιμότητας και ενδείκνυται για ασθενείς με μονόπλευρη ή αμφοτερόπλευρη βαρηκοΐα αγωγιμότητας με οστική αγωγιμότητα καλύτερη ή ίση με 25dB (Ellsperman, et al., 2021).

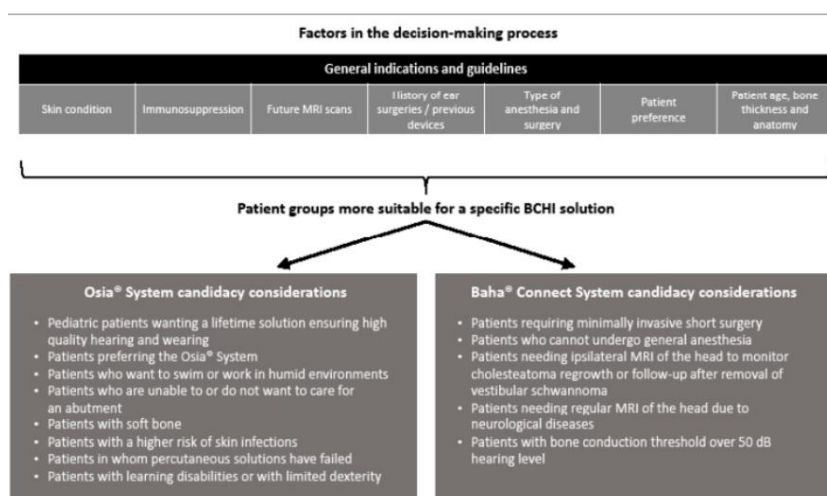
Παρακάτω παρουσιάζεται Πίνακας (2) με τις διαθέσιμες οστεοεμφυτευόμενες συσκευές του εμπόριου καθώς και τους ουδούς ακοής που αποτελούν ένδειξη για εμφύτευση για το κάθε ένα.

**Πίνακας 2:** Είδη οστεοεμφυτευόμενων ακουστικών βαρηκοΐας διαθέσιμων στο εμπόριο σύμφωνα με το βαθμό βαρηκοΐας.

Type of IBCD	Company	External Processor	Fitting Range BC PTA (dB)
Passive percutaneous	Cochlear: Baha Connect	Baha 5	≤ 65
		SuperPower	
	Cochlear: Baha Connect	Baha 6 Max	≤ 55
	Oticon Medical: Ponto	Ponto 5 superPower	≤ 65
	Oticon Medical: Ponto	Ponto 5 mini	≤ 45
		Alpha 2	≤ 45

Passive transcutaneous	Medtronic: Sophono	MPO ePlus™	
Passive transcutaneous	Cochlear: Baha Attract		≤ 45
Active transcutaneous	MedEl: BONEBRIDGE	SAMBA 2	≤ 45
	Cochlear: Osia	Osia 2	≤ 55
Adhesive	ADHEAR	ADHEAR	≤ 25

Η σύγκριση των ακοολογικών αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών οστεοεμφυτευόμενων ακουστικών συσκευών καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη εξαιτίας των διαφορών στις ακοολογικές δοκιμές που εκτελούνται σε κάθε μελέτη, των διαφορετικών μεθόδων αναφοράς, αλλά και των συνεχώς αναβαθμιζόμενων επεξεργαστών ήχου (Verhaert, et al., 2013). Εν συνεχεία, η ερμηνεία υπόκειται σε συνδυασμό δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των μετεγχειρητικών ενδεχόμενων επιπλοκών, αλλά και των χαρακτηριστικών κάθε ατόμου και των αναγκών του, γεγονός που προσδίδει στην ευχρηστία αλλά και την αναβάθμιση της ωφέλιμης ποιότητας ζωής του ασθενούς. Στην Εικόνα 22 παρουσιάζονται επιγραμματικά οι ενδεικτικοί παράγοντες επιλογής των Osia ή των Baha Connect αντίστοιχα.



Εικόνα 22: Παράγοντες που συντελούν στη λήψη απόφασης επιλογής ακουστικού ΒΑΗΑ.

Παρότι οι γενικές ενδείξεις αρχικά κατευθύνουν στην επιλογή της βέλτιστης λύσης, ορισμένες ομάδες ανθρώπων είναι πιθανό να επωφεληθούν στο μέγιστο από μια συγκεκριμένη συσκευή. Οι σχεδιασμός του συστήματος Baha Connect και η ελάχιστη χειρουργική επέμβαση που απαιτείται για την εμφύτευση το καθιστούν κατάλληλο για ασθενείς που αντενδείκνυνται για γενική αναισθησία ή χρειάζονται ελάχιστα παρεμβατική χειρουργική επέμβαση, καθώς και σε εκείνους που υποβάλλονται σε μαγνητική τομογραφία (MRI) τακτικά για την απεικόνιση δομών πλησίον του εμφυτεύματος όπως και με μέσο όρο οστικής

αγωγιμότητας χαμηλότερο ή ίσο των 50 dB. Ελλείπει αυτών των περιορισμών, το σύστημα Osia αποτελεί την πρώτη επιλογή για ασθενείς με απαίτηση της βέλτιστης οξύτητας ακοής καθώς και για εκείνους που αντιμετωπίζουν δυσκολίες με κολοβώματα, με κακή κατάσταση δέρματος όπως και για παιδιά ηλικία κάτω των 5 ετών και με βάρος σώματος μικρότερο από τα 7 κιλά (Arndt, et al., 2024).

### **4.3 Λειτουργικά αποτελέσματα**

Οι συσκευές ΒΑΗΑ έχουν αξιολογηθεί διεξοδικά και αποτελούν μια καθιερωμένη μορφή θεραπείας της απώλειας ακοής τόσο σε παιδιά όσο και σε ενήλικες με βαρηκοΐα αγωγιμότητας ή μικτού τύπου βαρηκοΐα, ενώ μάλιστα έχει μελετηθεί σε ποικίλα ερευνητικά πλαίσια με διαφορετικές ερευνητικές ομάδες και πληθυσμούς αντίστοιχα, αποδεικνύοντας την ανωτερότητα του ΒΑΗΑ σε ακουολογικά επίπεδα αλλά και σε σχέση με τη γενικότερη ικανοποίηση των ασθενών από τη χρήση τους καθώς και της καλύτερης της ποιότητας της ζωής τους. Οι μελέτες που εντάχθηκαν στην παρούσα εργασία διαπιστώνουν τα κλινικά οφέλη των οστεοεμφυτευμάτων ΒΑΗΑ, αλλά και τη συνολική εμπειρία και όφελος των χρηστών σε διαφορετικά περιβάλλοντα, εξετάζοντάς τα σε περιπτώσεις μονόπλευρης ή αμφοτερόπλευρης βαρηκοΐας-οστεοενσωμάτωσης, σε παιδιά και ενήλικες, σε βάθος χρόνου μετεγχειρητικά. Συνολικά, οι διαφορές που παρατηρήθηκαν και αξιολογήθηκαν στις μελέτες ως κριτήριο επιλογής τους αφορούν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στον ακουολογικό έλεγχο, σε σχέση με ομάδες που δεν εντάσσονται στα πλαίσια των οστεοενσωματωμένων ΒΑΗΑ. Εν συνεχεία καταλήγουμε σε σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών συσκευών ΒΑΗΑ ως προς την αποτελεσματικότητά τους, αλλά και σε σχέση με συμβατικά ακουολογικά βαρηκοΐας ή άλλες μεθόδους αποκατάστασης απώλειας ακοής.

### **4.4 Ακουολογικά ευρήματα**

Έχει διαπιστωθεί ότι το ακουολογικό κέρδος από το ΒΑΗΑ μπορεί να αλλάξει με την πάροδο του χρόνου (Saliba, et al., 2010), προσφέροντας ταυτόχρονα ένα μέσο δραματικής βελτίωσης των ορίων ακοής σε ασθενείς με βαρηκοΐα αγωγιμότητας ή μικτού τύπου βαρηκοΐα που δεν μπορούν να επωφεληθούν από τα συμβατικά ακουολογικά βαρηκοΐας (Lustig, et al., 2001). Οι συγγραφείς σε όλες τις μελέτες διαπιστώνουν πως το κέρδος στη διάκριση της ομιλίας είναι καλύτερο ένα διάστημα μετά την εισαγωγή τους (από 1 μήνα ως και μετά τους 6 μήνες), υποδηλώνοντας μια διαδικασία μάθησης με την πάροδο του χρόνου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η έρευνα του Krugt και των συνεργατών του το 2020 όπου όσον αφορούσε τα αποτελέσματα της διετούς πολυκεντρικής μελέτης αξιολόγησης των

μακροπρόθεσμων ακουολογικών και κλινικών αποτελεσμάτων μετά από επέμβαση ΒΑΗΑ, έπειτα από την πάροδο 24 μηνών, το οστεοεμφύτευμα παρείχε στατιστικά σημαντική μέση βελτίωση στην αντικειμενική και υποκειμενική ακουστική απόδοση, αλλά και στην αναγνώριση ομιλίας σε σχέση με τον ίδιο εξεταζόμενο πληθυσμό ο οποίος συμμετείχε στην έρευνα και τους πρώτους 6 μήνες μετά την εμφύτευση (Kruyt, et al., 2020). Έρευνα σε ανήλικο πληθυσμό δείχνει την πρόοδο και την εξέλιξη της καθαρού τόνου ακοομετρίας από προεγχειρητικό μέσο όρο 49 dB σε 16 dB μετεγχειρητικά, τονίζοντας την αξιοσημείωτη προσφορά του βοηθήματος ΒΑΗΑ στην ακουολογική αποκατάσταση (Seeman, et al., 2004).

Πρόσφατα, στην έρευνα της Bere και των συνεργατών της σχετικά με τη σύγκριση ακουολογικών καταγραφών χρηστών διαφορετικών επεξεργαστών Baha 5 και 6Max συστήνεται το Baha 6 Max SP ως τη βέλτιστη λύση για ασθενείς που χρησιμοποιούν το σύστημα Baha Attract, έπειτα από δοκιμές τόσο υπερουδικές, όσο και αναλογίας σήματος προς θόρυβο (Bere, et al., 2023). Παλαιότερη μελέτη μεταξύ των βοηθημάτων Baha Divino και Baha Compact δεν παρατήρησε διαφορά μεταξύ των τύπων Baha όσον αφορά την κατανόηση της ομιλίας σε δοκιμές που συμπεριλάμβαναν αριθμούς και μονοσύλλαβες λέξεις, γεγονός που υποδεικνύει την εξέλιξη των βοηθημάτων σε σχέση με μελέτες του παρελθόντος και την κατεύθυνση της αγοράς για βελτιωμένες λύσεις αλλά και δοκιμές που συντελούν στην καλύτερη κατανόηση των διαφορών και των δυνατοτήτων των ακουολογικών (Kombis, et al., 2007). Σε πείραμα με ακοομετρία καθαρού τόνου σε ασθενείς έπειτα από εμφύτευμα Osia και Baha 5 Power (Gaweckı, et al., 2022) οι τιμές του ακουογράμματος προσεγγίζουν το  $42,8 \pm 4,9$  dB και  $38,8 \pm 8,5$  dB αντίστοιχα, παρουσιάζοντας αισθητά αποτελέσματα ακουολογικού κέρδους και μείωσης της βαρηκοΐας και στα δύο γκρουπ. Σε περίπτωση μελέτης ομιλητικής ακοομετρίας για την αξιολόγηση των λειτουργικών αποδόσεων των ΒΑΗΑ η συνολική μέση βελτίωση του ακουολογικού ορίου παρατηρείται στα 29 dB (Azevedo, et al., 2023), συνθήκη καλύτερη από διάφορες άλλες δημοσιευμένες σχετικές έρευνες (Bruschini, et al., 2020) (Rahim, et al., 2018) (Lustig, et al., 2001). Μετα-ανάλυση του Bonebridge το 2019 έδειξε λειτουργικό ακουολογικό όφελος για όλες τις ενδείξεις 31 dB, ενώ το λειτουργικό κέρδος για τη χρόνια επαγγελματική βαρηκοΐα είναι στα 39 dB ενώ για τη βαρηκοΐα μικτού τύπου στα 29 dB με τα βέλτιστα αποτελέσματα (Magele, et al., 2019). Επίσης, σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου χωρίς υποβοηθούμενη ακοή, η κατανόηση της ομιλίας σε ελεύθερο πεδίο τόσο σε ησυχία όσο και σε θορυβώδες περιβάλλον βελτιώνεται σημαντικά έπειτα από την εμφύτευση οστεοεμφυτευόμενων παθητικών και ενεργών συσκευών με παρόμοια αποτελέσματα dB για Osia και Baha αντίστοιχα. Ωστόσο, για τη μέση ομιλία (65 dB) τα αποτελέσματα στην ησυχία είναι καλύτερα για τους χρήστες Baha ενώ στο

θόρυβο καλύτερα αποτελέσματα παρατηρούνται για τους χρήστες Osia (Gaweckí, et al., 2022).

Επιπρόσθετα, τα ΒΑΗΑ χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο για τη μονόπλευρη βαρηκοΐα εξαιτίας της αποτελεσματικής ενίσχυσης του ήχου στο καλό αυτί, παρουσιάζοντας σημαντικά οφέλη σε καταστάσεις που περιλαμβάνουν θόρυβο, περιβαλλοντική αντήχηση και μειωμένη αποστροφή στους δυνατούς ήχους σε σύγκριση με μη υποβοηθούμενες και συμβατικές συνθήκες (McLarnon, et al., 2004). Ιδιαίτερα, σε μελέτη περίπτωσης ασθενών που εμφυτεύθηκαν με ΒΑΗΑ έχοντας πάθηση ακουστικού νευρινώματος και μονόπλευρη βαρηκοΐα τα βοηθήματα έδειξαν αποτελεσματικά ως προς τη συμμόρφωση των ασθενών και τα επίπεδα ακοολογικής ανταπόκρισης (Schroder, et al., 2010). Αντίθετα με τη συνθήκη οφέλους των ασθενών με μικτού τύπου βαρηκοΐα στα ακουστικά Bonebridge έναντι του συστήματος Baha Attract, οι χρήστες αυτών φαίνεται να επωφελούνται περισσότερο έναντι των χρηστών Bonebridge σε περιπτώσεις μονόπλευρης βαρηκοΐας (Han, et al., 2020). Παρά τις διφορούμενες απόψεις της επιστημονικής κοινότητας για τα χαμηλότερα λειτουργικά οφέλη των ΒΑΗΑ σε ασθενείς με μονόπλευρη βαρηκοΐα, το κυριότερο όφελος κατά την τοποθέτηση φαίνεται να είναι στις συνομιλίες που παράγονται από διαφορετικές πηγές. Παρά την αποτυχία βελτίωσης του εντοπισμού του ήχου, η ηχητική διάκριση βελτιώνεται (Kim, et al., 2017). Αξίζει να σημειωθεί επίσης πως σε ερευνητική μελέτη με παιδιά με αμφοτερόπλευρη απώλεια ακοής και μονόπλευρη απώλεια δεν παρατηρήθηκε διαφορά στη δοκιμασία αναγνώρισης ομιλίας μεταξύ των δύο ομάδων με εμφυτεύματα ΒΑΗΑ. Ωστόσο, καταγράφηκε μια τάση ενδοατομικής βελτίωσης στην ομάδα με τα ΒΑΗΑ αμφοτερόπλευρα, υποδηλώνοντας κάποιο πιθανό πρόσθετο όφελος από το επιπλέον ΒΑΗΑ (Priwin, et al., 2007). Απαιτούνται μεγαλύτερες και πιο στοχευμένες μελέτες για περαιτέρω διερεύνηση αυτού του ζητήματος.

Η επιτυχία ενός διαδερμικού ΒΑΗΑ ως προς τη βελτιωμένη ακοολογική απόκριση έχει προταθεί πως μπορεί να οδηγήσει δυνητικά σε μεγαλύτερη χρήση από τους χρήστες (Bento, et al., 2012). Οι ασθενείς με καλό λειτουργικό αποτέλεσμα τείνουν να χρησιμοποιούν τη συσκευή για περισσότερες ώρες, ενώ σε ασθενείς με μονόπλευρη βαρηκοΐα-κώφωση παρατηρείται μικρότερος χρόνος χρήσης, πιθανόν λόγω της ωφελιμότητάς του κατά την έκθεση στο θόρυβο (Azevedo, et al., 2023).

#### **4.5 Ερωτηματολόγια- Υποκειμενική Αξιολόγηση Ακοής**

Παρά την επιτυχή χρήση του ΒΑΗΑ για περισσότερα από 30 χρόνια σε περισσότερους από 30 χιλιάδες ασθενείς παγκοσμίως, έπειτα από την εισαγωγή του στην κλινική πράξη στη Σουηδία το 1970, οι μελέτες κλινικής εφαρμογής και λειτουργικότητας ως προς τα κέρδη του βοηθήματος που σχετίζονται με την ποιότητα της ζωής συνεχίζουν να είναι σπάνιες. Έτσι, με προσανατολιστικό χαρακτήρα αναγνώρισης των ως τώρα προσπαθειών ανάδειξης του ευεργετικού χαρακτήρα των ΒΑΗΑ οι περισσότερες μελέτες που ανακτήθηκαν από τη βιβλιογραφία περιλαμβάνουν ερωτηματολόγιο το οποίο περιλαμβάνει ερωτήσεις για την ποιότητα ζωής των χρηστών ΒΑΗΑ στα πλαίσια μιας υποκειμενικού χαρακτήρα αξιολόγησης για την ακοή, τις ατομικές πρακτικές των ασθενών, τη γενικότερη ικανοποίησή τους και τις εμπειρίες-οφέλη από τα βοηθήματα. Ακόμα, η ποιότητα του ήχου, η ενόχληση από το θόρυβο, η ευκολία επικοινωνίας αλλά και η αισθητική εμφάνιση είναι ζητήματα που συμπεριλήφθηκαν και μετεξετάστηκαν μεταξύ των μελετών.

Σε όλες τις έρευνες ανεξαιρέτως αριθμού δείγματος και ηλικίας, τα επίπεδα ικανοποίησης είναι συντριπτικά υψηλά (>80%) όσον αφορά την ακοολογική ικανότητα προ και μετεγχειρητικά. Ειδικότερα, σε ασθενείς με τοποθέτηση μονόπλευρου ΒΑΗΑ σε περιπτώσεις μονόπλευρης βαρηκοΐας αγωγιμότητας τα επίπεδα ικανοποίησης παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά, ενώ σε περιπτώσεις αμφοτερόπλευρης τοποθέτησης εμφυτευμάτων τα ακοολογικά οφέλη είναι πιο δύσκολο να εντοπιστούν, προσδίδοντας όμως καλύτερα αποτελέσματα ως προς τον εντοπισμό του ήχου (Kruyt, et al., 2020) (Nevoux, et al., 2018) (Saroul, et al., 2011). Στη μελέτη του Rasmussen και των συνεργατών του το 91% των ερωτηθέντων δήλωσε πως η επέμβαση κατέστησε δυνατή την επικοινωνία σε περιβάλλον συνομιλίας ένας προς έναν, ενώ καταλυτικός παράγοντας δυσαρέσκειας του 70% των χρηστών είναι η ενόχληση από το θόρυβο του ανέμου (Rasmussen, et al., 2012), συνθήκη που επιβεβαιώνεται και από άλλες μελέτες (Seeman, et al., 2004).

Στα αποτελέσματα των μελετών σχετικά με τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των χρηστών ΒΑΗΑ παρουσιάζονται μεταβολές σε σχέση με τα αναμενόμενα αποτελέσματα μεταξύ μελετών. Επι παραδείγματι, σε πρόσφατη μελέτη του Azevedo και των συνεργατών του στο έντυπο αξιολόγησης της ποιότητας ζωής σχετιζόμενων με την υγεία δεν υπήρχαν βελτιώσεις αλλά μια ελαφρά αλλά σημαντική επιδείνωση στη σωματική λειτουργία και την ψυχική υγεία (Azevedo, et al., 2023). Έτσι, υπό το πρίσμα του ήδη διαπιστωμένου γεγονότος ότι η μη αποκατάσταση της βαρηκοΐας συνοδεύεται από υψηλότερα επίπεδα κατάθλιψης, άγχους, παράνοιας και μικρότερα ποσοστά συμμετοχών σε κοινωνικές δραστηριότητες (D' Eredita, et

al., 2012) τα αποτελέσματα είναι αντιφατικά. Ωστόσο, κάθε έρευνα λαμβάνει υπόψη συγκεκριμένο αριθμό ατόμων με ορισμένες συνήθειες, έτσι το μικρό ποσοστό συμμετεχόντων μπροστά στην ολιστική ανάλυση της βιβλιογραφίας αποτελεί μια ένδειξη παρέκκλισης αλλά δεν ορίζει τον κανόνα ως προς την ανταπόκριση των ατόμων στις άλλες μελέτες. Κατά συνέπεια, πληθώρα άλλων μελετών υποδεικνύουν τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ασθενών έπειτα από την τοποθέτηση του ΒΑΗΑ βελτιώνοντας την ευημερία, την κοινωνική κατάσταση και την υγεία τους (Hagr, 2007) (Rahim, et al., 2018) (Bento, et al., 2012), ενώ άλλες που εστιάζουν περισσότερο στο ποσοστό των επιπλοκών (τοπική ερυθρότητα και πόνος στην περιοχή του εμφυτεύματος-νέκρωση των μαλακών ιστών) και τα αποτελέσματα στην ψυχική και σωματική υγεία των ασθενών καταλήγουν σε αντίστοιχα αποτελέσματα (Marszal, et al., 2022).



## **5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

### **5.1 Επιπλοκές**

Οι δημοσιεύσεις σχετικά με τις δυσκολίες που συναντώνται κατά την εισαγωγή των οστεοενσωματωμένων εμφυτευμάτων ΒΑΗΑ ή τις μετεγχειρητικές επιπλοκές που παρουσιάζονται είναι περιορισμένες σε αριθμό. Περίπου το 30% των ασθενών αναπτύσσουν τοπικές φλεγμονώδεις αντιδράσεις μετά την τοποθέτηση του εμφυτεύματος τιτανίου. Αυτό έχει ενδεχόμενη σοβαρή κλινική επίπτωση, καθώς η φλεγμονή μπορεί εν δυνάμει να προκαλέσει αποτυχία οστεοενσωμάτωσης. Ο Snyder και οι συνεργάτες του το 2003 προσπάθησαν να εντοπίσουν τους ιατρικούς παράγοντες που συντελούν στην απώλεια του μοσχεύματος, όπως και κατεγράφησαν το κάπνισμα, η χρήση στεροειδών και ο διαβήτης ως πιθανοί συντελεστές (Snyder, et al., 2003). Οι τρέχουσες τεχνικές εμφύτευσης και οστεοενσωμάτωσης των ΒΑΗΑ σχετίζονται με ελάχιστα ποσοστά επιπλοκών. Ωστόσο, η κατάσταση του εμφυτεύματος τιτανίου και η τελική επιτυχία της επέμβασης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη σχολαστική χειρουργική φροντίδα που επιδεικνύεται κατά την επέμβαση και τον καθαρισμό του κολοβώματος. Γενικότερα, οι επιπλοκές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε διεγχειρητικές και μετεγχειρητικές.

#### **5.1.2. Διεγχειρητικές επιπλοκές**

Οι επιπλοκές κατά την τοποθέτηση του ΒΑΗΑ είναι πιο συχνές στα παιδιά, καθώς στα περισσότερα παρατηρούνται κρανιοπροσωπικές ανωμαλίες. Παρόλα αυτά, το ποσοστό επιβίωσης των εμφυτευμάτων και οι ανεπιθύμητες δερματικές αντιδράσεις δε διαφέρουν από τα ποσοστά των ενηλίκων, ενώ γενικότερα σχετίζονται με το οστικό πάχος τους κρανίου κατά τη διάρκεια της εμφύτευσης και είναι σπάνιες (<1%) (Ψύλλας, 2017). Ενδεικτικά, κοινή επιπλοκή αποτελεί η έκθεση της σκληρής μήνιγγας η οποία μπορεί να οδηγήσει σε διαρροή εγκεφαλονωτιαίου υγρού. Η ανώμαλη ανάπτυξη του υπερκείμενου δέρματος μπορεί να καταλήξει σε τραυματισμό του σιγμοειδούς κόλπου αλλά και σε αιμορραγία, γεγονός που περιορίζει το μήκος του προσαρτημένου εμφυτεύματος χωρίς όμως τον αποκλεισμό της οστεοενσωμάτωσης. Συνηθέστερη επιπλοκή σε αυτές τις επεμβάσεις είναι η ανώμαλη ανάπτυξη υπερκείμενου δέρματος παρουσία περίσσειας υποδόριου ιστού. Για τον περιορισμό του τραυματισμού του δέρματος κατά την επέμβαση, έχουν αναπτυχθεί εργαλεία όπως το δερματοτόμιο ΒΑΗΑ το οποίο έχει διερευνηθεί χειρουργικά στα πλαίσια μελέτης για την επιτυχή επούλωση του δέρματος με απουσία δερματικών αντιδράσεων (Stalfors & Tjellstrom, 2008). Εάν το εμφύτευμα τιτανίου αποτύχει ή υποστεί βλάβη, είναι δυνατή η εμφύτευση δεύτερης συσκευής σε άλλη θέση. Τέλος, η συσκευή είναι σχεδιασμένη να

αποσυνδέεται εύκολα αλλά παρουσιάζει μεγάλη ευθραυστότητα συνέπεια χτυπήματος (Αθανασιάδης-Σισμάνης, 2011).

### **5.1.3. Μετεγχειρητικές επιπλοκές**

Μετεγχειρητικά, σε αρκετές περιπτώσεις (μέχρι και 25%) παρουσιάζονται τοπικές αντιδράσεις από το δέρμα γύρω από το εμφύτευμα, όπως ανάπτυξη κοκκιώδους ιστού (Ψύλλας, 2017). Υπερτροφία του υπερκείμενου δέρματος παρατηρείται σε χαμηλότερα ποσοστά καθώς και δερματικές επιπλοκές σχετιζόμενες με την πίεση (den Besten, et al., 2019). Η πιο συχνή επιπλοκή είναι η τοπική μόλυνση και φλεγμονή στο σημείο της εμφύτευσης καθώς και αδυναμία οστεοενσωμάτωσης. Οι δερματικές αυτές επιπλοκές αντιμετωπίζονται συνήθως με αντιβιοτικές κρέμες, πιο σπάνια καυτηριασμό ή με ενέσεις κορτιζόνης και αρκετά σπανιότερα με επανεπεμβάσεις. Περιπτώσεις απώλειας της συσκευής εξαρτήματος έχουν αναφερθεί ως αποτέλεσμα τραύματος, ιδιαίτερα σε παιδιατρικούς ασθενείς και σε άτομα με κακή υγιεινή. Ο σχηματισμός χηλοειδούς, η αποκάλυψη υποκείμενου κροταφικού οστού, η αποβολή του εμφυτεύματος και η καταστροφή του δερματικού κρημνού αποτελούν επίσης επικίνδυνους παράγοντες πιθανώς επιβλαβείς για την επιτυχή τοποθέτηση του ΒΑΗΑ (Αθανασιάδης-Σισμάνης, 2011). Μπορεί επίσης να παρουσιαστεί σπάνια υποσκληρίδιο αιμάτωμα ή μηνιγγίτιδα, όπως ακόμα υποδόριο αιμάτωμα ή απόστημα. Σε μακροπρόθεσμη παρακολούθηση, η απώλεια οστεοενσωμάτωσης αγγίζει το ποσοστό του 10% λόγω τραύματος, μόλυνσης, ασθένειας των οστών ή ακτινοβολίας. Λίγες μελέτες έχουν ασχοληθεί με την ανάκτηση και αξιολόγηση των ανακτημένων εμφυτευμάτων πραγματοποιώντας ιστομορφομετρικές παρατηρήσεις, γεγονός που καθιστά δύσκολη την εξαγωγή τελικών συμπερασμάτων σχετικά με την ιστολογική διαδικασία της απώλειας του κολοβώματος (Mylanus, et al., 2002).

Η επίγνωση και μελέτη των σπάνιων πιθανών επιπλοκών είναι σημαντική για τη θεραπεία, παρακολούθηση και εξέλιξη των εμφυτευμάτων. Στη βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί δύο περιπτώσεις ενδοεγκεφαλικού αποστήματος και ένα μεταστατικό καρκίνωμα μετά την τοποθέτηση ΒΑΗΑ. Αν και αυτές αποτελούν εξαιρετικά σπάνιες επιπλοκές, είναι θανατηφόρες και η αξιολόγηση σε κάθε περίπτωση οφείλει να ξεκινά με αξονική/μαγνητική τομογραφία παρουσία νευρολογικών συμπτωμάτων. Ακόμα ο πόνος στην περιοχή του εμφυτεύματος είναι σπάνια επιπλοκή αλλά ίσως υποδεικνύει την ανάγκη αφαίρεσης του ΒΑΗΑ. Άλλες ασυνήθιστες επιπλοκές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία είναι η ευαισθησία στο θόρυβο του ανέμου, η ξαφνική ζάλη με τη χρήση του τηλεφώνου (Hagr, 2007).

## **5.2. Περιορισμοί μελέτης**

Παρότι διαπιστώνεται μέσα από την επιλεγμένη βιβλιογραφία η αποτελεσματικότητα των ΒΑΗΑ αλλά και η δυναμική μεταξύ τους όσον αφορά ποιοτικά αποτελέσματα ακοολογικών και υποκειμενικών αξιολογήσεων μέσω ερωτηματολογίων, υπάρχουν πολλοί περιορισμοί ώστε να συμπεράνουμε στο σύνολο πως η επεμβατική αυτή προσέγγιση αποτελεί την καλύτερη δυνατή επιλογή για όλους τους υποψήφιους λήπτες. Πρώτον, δε γίνεται σύγκριση αποτελεσμάτων, τακτικών, προσδοκώμενων αποτελεσμάτων και αξιολόγησης μεταξύ άλλων παρεμβατικών τεχνικών όπως τα κοχλιακά εμφυτεύματα, παρότι στη βιβλιογραφία γίνεται νύξη για την αποτελεσματικότητα των ΒΑΗΑ σε περιπτώσεις μονόπλευρης νευροαισθητήριας βαρηκοίας, γεγονός που αποτελεί ένδειξη εμφύτευσης για κοχλιακό. Μια συγκριτική μελέτη μεταξύ ομάδων-χρηστών κοχλιακών εμφυτευμάτων και ΒΑΗΑ θα μπορούσε να διαλευκάνει και να υποστηρίξει ή απορρίψει αυτό το επιχείρημα. Δεύτερον, η σύγκριση των αποτελεσμάτων όλων των μελετών που συμπεριλαμβάνονται στην εργασία μεταξύ τους καθίσταται αδύνατη καθώς ποικίλουν οι μέθοδοι, ο αριθμός και η ηλικία των συμμετεχόντων, οι τρόποι αξιολόγησης, αλλά και τα ΒΑΗΑ που έχουν χρησιμοποιηθεί. Έτσι, η σύγκριση αυτόματα περιορίζεται σε μελέτες με συγκρίσιμες μεθόδους ανάλυσης και όμοιων αποτελεσμάτων, γεγονός που τελικώς ενισχύει την προκατάληψη (bias) των δεδομένων που προκύπτουν. Τρίτον, ο μεταβαλλόμενος αριθμός των συμμετεχόντων σε κάθε μελέτη, με ορισμένες να συμπεριλαμβάνουν μερικές εκατοντάδες εξεταζόμενους και άλλες μονοψήφιο αριθμό αλλά και του χρόνου εξέλιξης της μελέτης όπως π.χ. ορισμένες από 6 μήνες και άλλες έως την πάροδο δέκα ετών, καταλήγουν σε ποιοτικά διαφορετικά αποτελέσματα, που είναι απολύτως φυσιολογικό εξαιτίας της ποιότητας των δεδομένων, του πλήθους και της επικέντρωσης στην αποκατάσταση σχετικά με την αξιολόγηση των ασθενών. Κυριότερα, το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της εργασίας αφορά τη δευτερογενή της φύση. Το γεγονός ότι εκλείπουν δεδομένα τα οποία έχουν συγκεντρωθεί με αυτούσια δική μας μελέτη, με εξεταζόμενο πληθυσμό στην Ελλάδα, στα πλαίσια χρόνιας παρακολούθησης, με απαντήσεις από ερωτηματολόγιο διαμορφωμένο στα πλαίσια αξιολόγησης για τη συγκέντρωση πρωτογενών δεδομένων αποτελεί περιορισμό ως προς την προσέγγιση της μελέτης καθώς αυτή έτσι προσεγγίζεται τελείως μετα-αναλυτικά, βασιζόμενη σε συμπεράσματα άλλων μελετών, χωρίς να προσδίδει κάτι καινούριο από την επιστημονική προσφορά της χώρας σχετικά με τα δεδομένα ακοολογικής αποκατάστασης και ποιότητας ζωής έπειτα από ΒΑΗΑ. Ο περιορισμένος αριθμός μελετών που πληρούσαν τα κριτήρια επιλογής δεν επιτρέπει περισσότερη αναφορά σε χώρες που η χρήση των ΒΑΗΑ είναι πιο σπάνια. Χαρακτηριστικό

παράδειγμα αποτελεί η έλλειψη αναφορών από τη χώρα μας, η οποία είναι μια αναπτυσσόμενη χώρα με εξελισσόμενη κουλτούρα όσον αφορά τα εμφυτεύματα και τη χρήση ακουστικών βαρηκοΐας για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων, με παράλληλη όμως διστακτικότητα ως προς τα ΒΑΗΑ πιθανότατα εξαιτίας της επεμβατικής προσέγγισης, το κόστος κάλυψης των εξόδων καθώς αυτά δεν καλύπτονται ολοκληρωτικά από το κράτος και των αισθητικών ενδοιασμών.

### **5.3 Μελλοντικές κατευθύνσεις**

Η ανάγκη για περισσότερες μελέτες σχετικές με τα αποτελέσματα των ΒΑΗΑ σε διαφορετικά επίπεδα αξιολόγησης είναι έκδηλη, καθώς ο περιορισμός στον αριθμό των μελετών δεν επιτρέπει και την κατάληξη σε σαφή αποτελέσματα, ειδικότερα σε θέματα όπως τα ΒΑΗΑ που παρουσιάζονται βιβλιογραφικές ασυμφωνίες. Γενικότερα, εφόσον το ζήτημα της βαρηκοΐας απασχολεί παγκοσμίως εκατομμύρια άτομα, ο βέλτιστος τρόπος «θεραπείας» με τις λιγότερες δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία και τη ζωή του ατόμου αποτελεί προτεραιότητα. Η έρευνα σε νέες τεχνολογίες ΒΑΗΑ όπως τα Osia ήδη φαίνεται να προσδίδουν ενθαρρυντικά αποτελέσματα ως προς την αποκατάσταση της ακοής σε συνδυασμό με ευχρηστία και εξάλειψη δυσκολιών λόγω απουσίας κολοβώματος αλλά και της συμβατικής τεχνολογίας που αποτελούσε κοινή πρακτική μέχρι πρότινος. Ομοίως, καθίσταται αναγκαία η διερεύνηση νέων τεχνολογιών και κλινικών προσεγγίσεων για τη συνεχή αναζήτηση βέλτιστων αποτελεσμάτων. Στο εγγύς μέλλον, η διατήρηση και η αποκατάσταση του νευρικού συστήματος αποτελούν πολλά υποσχόμενες κατευθύνσεις ως προς την εξέλιξη της ακουστικής διέγερσης. Εκμεταλλευόμενοι τη συνεχή γνώση της λειτουργίας του κεντρικού ακουστικού νευρικού συστήματος και την πλαστικότητα του εγκεφάλου μέσα από αντίστοιχες χειρουργικές προσθέσεις, ενδέχεται να εμφανιστούν νέες τεχνικές επεξεργασίας ήχου που μπορεί να βελτιώσουν τα αποτελέσματα αντίληψης της ομιλίας σε ήσυχο και σε θορυβώδες περιβάλλον. Τέλος, η ανάπτυξη της ιατρικής γενετικής μπορεί να δώσει τη λύση στην καταπολέμηση της βαρηκοΐας και της κώφωσης από τα πολύ πρώιμα στάδια ανάπτυξης της γλωσσικής ομιλίας και κατανόησης, στοχεύοντας στα γονίδια ενδιαφέροντος και τους μηχανισμούς που αυτά περατώνουν και τροποποιώντας το γονιδίωμα που φέρει την εκάστοτε γονιδιακή ανωμαλία κατά της ακοής. Για όλα τα παραπάνω απομένει μακρύς δρόμος έρευνας, επιμονής, μελέτης, αλλά κυρίως θέλησης για καλύτερο αύριο, χωρίς απαραίτητα την αδιάκοπη αναζήτηση και προσμονή για το ιδανικό αποτέλεσμα, αλλά μια λύση που θα επιφέρει βελτίωση στην ποιότητα ζωής των ατόμων, που αποτελεί αναπόσπαστο δικαίωμα του καθενός.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσω της ανασκόπησης της βιβλιογραφίας συμπεραίνεται πως το σύστημα των οστεοεμφυτευόμενων ακουστικών βαρηκοϊας ΒΑΗΑ αποτελεί ως επί το πλείστον ένα ασφαλές και αποτελεσματικό μέσο για την αποκατάσταση ασθενών με βαρηκοΐα αγωγιμότητας, μικτού τύπου ή/και μονόπλευρη βαρηκοΐα-κώφωση. Τα υψηλά ποσοστά επιτυχίας όσον αφορά στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα σε ακοομετρικές μεθόδους και σημαντικά ποσοστά ικανοποίησης των ασθενών για τη χρήση και την προβλέψιμη ακουστική έκβασή τους τοποθετούν τα ΒΑΗΑ μεταξύ των κορυφαίων επιλογών για ακοολογική αποκατάσταση. Πιο συγκεκριμένα, οι ασθενείς με μονόπλευρη βαρηκοΐα αγωγιμότητας παρουσιάζουν καλύτερη διάκριση στην ακοή, ειδικά σε θορυβώδη περιβάλλοντα, εξαλείφοντας το φαινόμενο της «ακουστικής σκιάς» και οδηγώντας αποδεδειγμένα μέσα από τα υποκειμενικά στάδια αξιολόγησης σε βελτιώσεις στην κοινωνική ζωή και τη συναισθηματική ευεξία. Ενδεικτικά, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε καμία μελέτη μεταξύ της ακουστικής διάκρισης και ομιλίας ανάμεσα σε παιδιά και ενήλικες. Τα αποτελέσματα τείνουν στο θετικό πρόσημο για όλες τις ηλικιακές ομάδες, με χαρακτηριστική όμως ταχύτερη εξέλιξη στα παιδιά, πιθανώς λόγω της νευροπλαστικότητας. Επιπλέον, οι διαφορές που παρατηρούνται σε χειρουργική τεχνική ανά συσκευή και κατευθυντήριες οδηγίες ενδείξεων για υποψηφιότητα εμφύτευσης αποτελούν εξαιρετικά κρίσιμους παράγοντες για την μετέπειτα λειτουργικότητα και προσαρμογή της ακοολογικής προσέγγισης και βελτίωσης των καθημερινών πρακτικών με αποτέλεσμα μια εν συνόλω ποιοτικότερη ζωή μακριά από το στίγμα της αναπηρίας, την κοινωνική απομόνωση αλλά και το συναισθηματικό κορεσμό των ασθενών. Διαπιστώνεται πως οι νέες τεχνολογικές εξελίξεις όσον αφορά τα εμφυτεύματα Osia και Bonebridge επιφέρουν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα βελτίωσης της ποιότητας της ακοής σε σχέση με προγενέστερες συσκευές, ωστόσο θα χρειαστούν περαιτέρω μελέτες για μεγαλύτερο δείγμα ασθενών για να αξιολογηθεί εάν αυτά τα αναφερόμενα οφέλη είναι αναπαραγώγιμα. Σαφώς όμως ο προσανατολισμός ως προς την κατεύθυνση αξιοποίησης των νέων τεχνολογιών είναι έκδηλος στη βιβλιογραφία διότι τα Osia επί παραδείγματι μονοπωλούν το επιστημονικό ενδιαφέρον των τελευταίων τριών ετών. Τέλος, λίγες είναι οι μελέτες που απασχολούνται με τις επιπλοκές της χειρουργικής τοποθέτησης ή μετέπειτα δυσχερών συμπτωμάτων για τους ασθενείς, και ακόμα λιγότερα τα αποτελέσματα που έχουν όντως συσχετιστεί με δυσλειτουργία του επεξεργαστή ή πραγματική απόρριψη της συσκευής εξαιτίας κάποιας αστοχίας τεχνικής ή υλικού. Αυτό απορρέει από το γεγονός ότι οι τρέχουσες τεχνικές εμφύτευσης προσαρτημάτων και οστεοενσωμάτωσης σχετίζονται με ελάχιστα ποσοστά επιπλοκών,

καθιστώντας το ΒΑΗΑ μια βατή λύση για την αποκατάσταση βαρηκοΐας υπό συγκεκριμένο ενδεικτικό πλαίσιο με απτά αποτελέσματα.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Arndt, S. και συν., 2024. Expert opinion on candidacy for bone conduction hearing implants Osia System and Baha Connect System. *Polish Journal of Otolaryngology*, 78(5).

Azevedo, C. και συν., 2023. Functional and patient-reported outcomes of bone-anchored hearing aids (BAHA): A prospective case series study. *Journal of Otology*, 18(1), pp. 7-14.

Bento, R. F., Kiesewetter, A., Ikari, L. S. & Brito, R., 2012. Bone-anchored hearing aid (BAHA): indications, functional results, and comparison with reconstructive surgery of the ear. *International Archives in Otorhinolaryngology*, 16(1), pp. 400-405.

Bere, Z. και συν., 2023. Comparison between Baha 5 and the new Baha 6 Max sound processors: results among Baha attract users. *Speech, Language and Hearing*, pp. 1-8.

Berne, R. & Levy, M., 2011. Στο: Η. Κουβέλας, επιμ. *Αρχές Φυσιολογίας*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Bowl, M. & Dawson, S., 2018. Age-related hearing loss. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*.

Branemark, P. και συν., 1977. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period.. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery*, Τόμος 16, pp. 1-132.

Bruschini, L. και συν., 2020. Bone anchored hearing aids for the treatment of asymmetric hearing loss. *Journal of International Advances in Otology*, 16(1), pp. 313-317.

Calero, D., Paul, S. & Gesing, A., 2018. A technical review and evaluation of implantable sensors for hearing devices. *Biomedical Engineering Online*, 17(1), p. 23.

Carnevale, C., Tomas, M. & Til-Perez, G., 2019. The Bonebridge active bone conduction system: a fast and safe technique for middle fossa approach. *Journal of Laryngology and Otology*, 133(4), pp. 344-347.

Cass, S. & Mudd, P., 2010. Bone-anchored hearing devices: indications, outcomes, and the linear surgical technique. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 21(3), pp. 197-206.

Clamp, P. J. & Briggs, R. J., 2015. The Cochlear Baha 4 Attract System- design concepts, surgical technique and early clinical results. *Expert Review of Medical Devices*, 12(3), pp. 223-230.

Cunningham, L. & Tucci, D., 2017. Hearing Loss in Adults. *The New England Journal of Medicine*, 377(25), pp. 2465-2473.

D' Eredita, R., Caroncini, M. & Saetti, R., 2012. The new baha implant: a prospective osseointegration study. *Otolaryngology- Head and Neck Surgery*, 146(1), pp. 979-983.

- de Moura, S., Yamada, M., Guedes, E. & Mortet, A., 2020. Factors influencing the quality of life of children with cochlear implants. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, Τόμος 86, pp. 411-418.
- den Besten, C. A. και συν., 2019. Audiological and clinical outcomes of a transcutaneous bone conduction hearing implant: Six-month results from a multicenter study. *Clinical Otolaryngology*, 44(2), pp. 144-157.
- Dimitriadis, P. A. και συν., 2017. Single-center Experience of Over a Hundred Implantations of a Transcutaneous Bone Conduction Device. *Otology & Neurotology*, 38(9), pp. 1301-1307.
- Dutt, S. και συν., 2002. Patient satisfaction with bilateral bone-anchored hearing aids: the Birmingham experience. *The Journal of Laryngology and Otology*, 28(1), pp. 37-46.
- Ellsperman, S., Nairn, E. M. & Stucken, E. Z., 2021. Review of Bone Conduction Hearing Devices. *Audiology Research*, Τόμος 11, pp. 207-219.
- Ferreira Bento, R., Kieseewetter, A., Ikari, L. S. & Brito, R., 2012. Bone-anchored hearing aid (BAHA): indications, functional results, and comparison with reconstructive surgery in the ear. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 16(3), pp. 400-405.
- Gao, J., Hu, H. & Yao, L., 2020. The role of social engagement in the association of self-reported hearing loss and health-related quality of life. *BMC Geriatrics*, 20(182).
- Gawecki, W. και συν., 2022. The evaluation of a surgery and the short-term benefits of a new active bone conduction hearing implant-the Osia. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 88(3), pp. 289-295.
- Ghossaini, S. N. & Ying, Y.-L. M., 2024. Management of conductive Hearing Loss with Implantable Bone Conduction Devices. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 35(1), pp. 83-94.
- Granstrom, G., 2000. Osseointegrated implants in children. *Acta Oto-Laryngologica Supplementum*, 543(1), pp. 118-121.
- Granstrom, G., Bergstrom, K., Odersjo, M. & Tjellstrom, A., 2001. Osseointegrated implants in children: experience from our first 100 patients. *Otolaryngology- Head and Neck Surgery*, 125(1), pp. 85-92.
- Hagr, A., 2007. BAHA: Bone-Anchored Hearing Aid. *International Journal of Health Sciences*, 1(2), pp. 265-276.
- Han, J. J. και συν., 2020. A comparison study of audiological outcome and compliance of bone conduction implantable hearing implants. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 277(1), pp. 3003-3012.
- Haynes, D. S., Young, J. A., Wanna, G. B. & Glasscock, M. E., 2009. Middle Ear Implantable Hearing Devices: An Overview. *Sage Journals*, 13(3), pp. 206-214.
- Holmes, S., Hamiter, M. & Berry, C., 2021. Tissue preservation techniques for bone-anchored hearing aid surgery. *Otology & Neurotology*, 42(7), pp. 1044-1050.



- Hol, M. K., Cremers, C. W., Coppens-Schellekens, W. & Snik, A. F., 2005. A new treatment for young children with bilateral congenital aural atresia. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 69(7), pp. 973-980.
- Idstad, M. & Engdahl, B., 2019. Childhood sensorineural hearing loss and educational attainment in adulthood: results from the HUNT study. *Ear and Hearing*, Τόμος 40, pp. 1359-1367.
- Jiam, N. & Agrawal, Y., 2016. Hearing loss and falls: a systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope*, Τόμος 126, pp. 2587-2596.
- Kim, G. και συν., 2017. Efficacy of bone-anchored hearing AIDS in single-sided deafness: a systematic review. *Otology & Neurotology*, 38(1), pp. 473-483.
- Koffler, T., Ushakov, K. & Avraham, K. B., 2015. Genetics of hearing loss: Syndromic. *Otolaryngologic Clinics of North America*, Τόμος 48, pp. 1041-1061.
- Kombis, M., Krebs, M. & Hausler, R., 2007. Speech understanding in quiet and in noise with the bone-anchored hearing aids Baha Compact and Baha Divino. *Acta Oto-Laryngologica*, 127(8), pp. 829-835.
- Kong, T. H. και συν., 2021. Audiological benefits and performance improvements of Baha attract implantation in patients with unilateral hearing loss. *Cochlear Implants International*, 22(5), pp. 270-282.
- Kozlowski, K. & Friedland, D. R., 2014. Implantable Hearing Devices. *Current Surgery Reports*, 59(2), pp. 58-68.
- Kruyt, I. J. και συν., 2020. Results of a 2-Year Prospective Multicenter Study Evaluating Long-Term Audiological and Clinical Outcomes of a Transcutaneous Implant for Bone Conduction Hearing. *Otology & Neurotology*, 41(7), pp. 901-911.
- Lau, K., Scotta, G. & Wright, K., 2020. First United Kingdom experience of the novel Osia active transcutaneous piezoelectric bone conduction implant. *European Archives in Otorhinolaryngology*, 277(11), pp. 2995-3002.
- Le, T., Straatman, L., Lea, J. & Westerberg, B., 2017. Current insights in noise-induced hearing loss: a literature review of the underlying mechanism, pathophysiology, asymmetry, and management options. *Journal of Otolaryngology- Head & Neck Surgery*, 46(41), pp. 1-15.
- Lin, F., Niparko, J. & Ferrucci, L., 2011. Hearing loss prevalence in the United States. *Archives of Internal Medicine*, Τόμος 171, pp. 1851-1852.
- Lustig, L. και συν., 2001. Hearing rehabilitation using the BAHA bone-anchored hearing aid: results in 40 patients. *Otology & Neurotology*, 22(3), pp. 328-334.
- Magele, A., Schoerg, P. & Stanek, B., 2019. Active transcutaneous bone conduction hearing implants: Systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, Τόμος 14.
- Marszal, J. και συν., 2022. The BAHA Attract System Implantations Significantly Improve the Quality of Life of Hearing-Impaired Patients in Long-Term Observations. *The Journal of International Advanced Otology*, 18(3), pp. 225-231.

- Mc Farland, D. H., 2011. Εικονογραφημένο Εγχειρίδιο Ανατομίας Λόγου-Κατάποσης και Ακοής. Στο: Γ. Νάσιος, Ν. Ζιάβρα & Ε. Παπαδημητρίου, επιμ. s.l.: Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ.Πασχαλίδης.
- McLarnon, C. M., Davison, T. & Johnson, I., 2004. Bone-anchored hearing aid: comparison of benefit by patient subgroups. *Laryngoscope*, 114(5), pp. 942-944.
- McLarnon, C. M., Davison, T. & Johnson, I. J., 2004. Bone-anchored hearing aid: comparison of benefit by patient subgroups. *Laryngoscope*, 114(5), pp. 942-944.
- Monzani, D. και συν., 2008. Psychological profile and social behaviour of working adults with mild or moderate hearing loss. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, Τόμος 28, pp. 61-66.
- Mudry, A. & Tjellstrom, A., 2011. Historical background of bone conduction hearing devices and bone conduction hearing aids.. *Advances in Otorhinolaryngology*, Τόμος 71, pp. 1-9.
- Mylanus, E. A., Johansson, C. B. & Cremers, C. W., 2002. Craniofacial titanium implants and chronic pain: histologic findings. *Otology & Neurotology*, 23(6), pp. 920-925.
- Netten, A. και συν., 2015. Early identification: language skills and social functioning in deaf and hard of hearing preschool children. *International Journal of Otorhinolaryngology*, Τόμος 79, pp. 2221-2226.
- Nevoux, J. και συν., 2018. Transcutaneous Baha Attract system: Long term outcomes of the French multicenter study. *Journal of Clinical Otolaryngology*, 43(6), pp. 1553-1559.
- Oghalai, J. S. & Brownell, W. E., 2018. Ανατομία και Φυσιολογία Ωτός. Στο: *Σύγχρονη Ωτορινολαρυγγολογία Χειρουργική Κεφαλής και Τραχήλου: Διάγνωση και Θεραπεία*. s.l.: Εκδόσεις Πασχαλίδης, pp. 531-576.
- Oticon Medical, 2024. *Addendum to Surgical Manual Including the MONO procedure- Bone Anchored Hearing System*. [Ηλεκτρονικό].
- Pfiffner, F., Caversaccio, M. D. & Kompis, M., 2011. Audiological results with Baha in conductive and mixed hearing loss. *Advances in Oto-Rhino-Laryngology*, 71(1), pp. 73-83.
- Podury, A. και συν., 2023. Hearing and sociality: the implications of hearing loss on social life. *Frontiers in Neuroscience*, Τόμος 17.
- Priwin, C., Jonsson, R., Hultcrantz, M. & Granstrom, G., 2007. BAHA in children and adolescents with unilateral or bilateral conductive hearing loss: A study of outcome. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 71(1), pp. 135-145.
- Rahim, S. A. και συν., 2018. Outcomes of bone anchored hearing aid implant at universiti Kebangsaan Malaysia medical centre (UKMMC). *Indian Journal of Otolaryngology- Head and Neck Surgery*, 70(1), pp. 28-32.
- Rasmussen, J., Ostergaard Olsen, S. & Nielsen, L. H., 2012. Evaluation of long-term patient satisfaction and experience with the Baha bone conduction implant. *International Journal of Audiology*, 51(3), pp. 194-199.
- Saliba, I., Woods, O. & Caron, C., 2010. BAHA results in children a tone year follow-up: s prospective longitudinal study.. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 74(1), pp. 1058-1062.

- Sanders, M. E., Kant, E., Smit, A. & Stegeman, I., 2021. The effect of hearing aids on cognitive function: A systematic review. *Plos One*.
- Sanders, M., Kant, E., Smit, A. & Stegeman, I., 2021. The effect of hearing aids on cognitive function: A systematic review. *Plos One*, 16(12).
- Saroul, N. και συν., 2011. Patient satisfaction and functional results with the bone-anchored hearing aid (BAHA). *European Annals of Otorhinolaryngology-Head and Neck Diseases*, 128(1), pp. 107-113.
- Schroder, S. A., Ravn, T. & Bonding, P., 2010. BAHA in Single-Sided Deafness: Patient Compliance and Subjective Benefit. *Otology & Neurotology*, 31(3), pp. 404-408.
- Seeman, R., Liu, R. & Di Toppa, J., 2004. Results of bone-anchored hearing aid implantation. *Journal of Otolaryngology*, 33(2), pp. 71-74.
- Shan, A. και συν., 2020. Hearing loss and employment: a systematic review of the association between hearing loss and employment among adults. *Journal of Laryngology and Otology*, Τόμος 134, pp. 387-397.
- Sheehan, P. & Hans, P., 2006. UK and Ireland experience of bone anchored hearing aids (BAHA) in individuals with Down syndrome. *International Journal in Pediatric Otorhinolaryngology*, 70(6), pp. 981-986.
- Sheffield, A. & Smith, R., 2019. The Epidemiology of Deafness. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 9(9).
- Shibata, S., Shearer, A. & Smith, R., 2015. Genetic sensorineural hearing loss. *Cummings otolaryngology head and neck surgery*, pp. 2285-2300.
- Shossaini, S. & Ying, Y.-L. M., 2024. Management of conductive hearing loss with implantable bone conduction devices. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 35(1), pp. 83-94.
- Smith, R., Bale, J. & White, K., 2005. Sensorineural hearing loss in children. *Lancet*, Τόμος 365, pp. 879-890.
- Snyder, M., Moore, G. & Johnson, P., 2003. The use of full-thickness skin grafts for the skin-abutment interface around the bone-anchored hearing aids. *Otology & Neurotology*, 24(2), pp. 255-258.
- Stalfors, J. & Tjellstrom, A., 2008. Skin Reactions After BAHA Surgery- A Comparison Between the U-Graft Technique and the BAHA Dermatome. *Otology & Neurotology*, 29(8), pp. 1109-1114.
- Steehler, M., Larner, S. & Mintz, J., 2018. A comparison of the operative techniques and the postoperative complications for bone-anchored hearing aid implantation. *International Archives in Otorhinolaryngology*, 22(4), pp. 368-373.
- Tjellstrom, A. και συν., 1981. Osseointegrated titanium implants in the temporal bone. A clinical study on bone-anchored hearing aids.. *American Journal of Otology*, Τόμος 2, pp. 304-310.

Verhaert, N., Desloovere, C. & Wouters, J., 2013. Acoustic hearing implants for mixed hearing loss: a systematic review. *Otology & Neurotology*, 34(7), pp. 1201-1209.

Wazen, J. και συν., 2008. Successes and Complications of the Baha System. *Otology & Neurotology*, 29(8), pp. 1115-1119.

Wilson, B. S., Tucci, D. L., Merson, M. H. & O' Donoghue, G. M., 2017. Global hearing health care: New findings and perspectives. *Lancet*, Τόμος 390, pp. 2503-2515.

World Health Organization, 2024. *World Health Organization*. [Ηλεκτρονικό]  
Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>  
[Πρόσβαση 2024].

Yamasoba, T. και συν., 2013. Current concepts in age-related hearing loss: Epidemiology and mechanistic pathways. *Hearing Research*, Τόμος 303, pp. 30-38.

Αθανασιάδης-Σισμάνης, Α., 2011. Ανατομία Ωτός. Στο: *Ωτορινολαρυγγολογία: Χειρουργική κεφαλής και τραχήλου*. s.l.:Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου Α.Ε. , pp. 9-32.

Καρκαρά, Ε., 2013. *Screening ακοής νεογνών και αποκατάσταση με ακουστικό βαρηκοίας-Λογοθεραπευτική προσέγγιση-παρέμβαση*, Ιωάννινα: Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Ηπείρου Τμήμα Λογοθεραπείας.

Κυροδήμος, Ε. & Μπίμπας, Α., 2011. Φυσιολογία του Ωτός. Στο: Α. Αθανασιάδης-Σισμάνης, επιμ. *Ωτορινολαρυγγολογία χειρουργική κεφαλής και τραχήλου*. s.l.:Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ, pp. 37-76.

Ψύλλας, Γ. Κ., 2017. *Εισαγωγή στην Ακοολογία και τη Νευρωτολογία*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.