

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Σχολή Κοινωνικών, Ανθρωπιστικών Επιστημών και Τεχνών
Τμήμα Μουσικής Επιστήμης και Τέχνης
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Μουσική και Κοινωνία»
Ειδίκευση: «Μουσικοθεραπεία»



**Η Χρήση Μουσικών Συχνοτήτων και Ηχητικών Κυμάτων
στη Νευρολογική Μουσικοθεραπεία για Άτομα με
Νευρολογικές Διαταραχές: Μια Διερευνητική Βιβλιογραφική
Ανασκόπηση (Scoping Review)**

Διπλωματική εργασία της Άννα Κανδυλίδου (Α.Μ: 21013)

Επιβλέπων: Στάμου Βασίλειος

Στην κόρη μου Βασιλική
και στη μνήμη της πεθεράς μου Βασιλικής

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Abstract	6
Ευχαριστίες	7
1 Εισαγωγή	8
1.1 Ορισμοί Εννοιών	10
1.2 Ιστορική Αναδρομή και Σύνδεση με Άλλες Επιστήμες.....	11
1.2.1 Solfeggio Frequencies.....	16
1.3 Νευρολογικές Διαταραχές που Περιλαμβάνονται στα Κλινικά Δείγματα της Μελέτης	18
1.3.1 Εμβοές.....	18
1.3.2 Επιληψία	25
1.3.3 Κατάσταση Ελάχιστης Συνειδητότητας.....	26
1.3.4 Εγκεφαλικό Επεισόδιο.....	27
1.3.5 Νόσος Πάρκινσον.....	28
1.3.6 Κακώσεις Νωτιαίου Μυελού	29
2 Μεθοδολογία.....	30
2.1 Κριτήρια Συμπερίληψης	32
2.2 Στρατηγική Αναζήτησης.....	33
3 Αποτελέσματα.....	36
3.1 Αποτελέσματα Αναζήτησης.....	36
3.2 Εξόρυξη Δεδομένων (Data Extraction)	37
3.3 Γενικά χαρακτηριστικά μελετών	59
3.4 Ευρήματα	62
3.4.1 Εμβοές.....	62
3.4.2 Επιληψία	72
3.4.3 Κατάσταση Ελάχιστης Συνείδησης	74
3.4.4 Εγκεφαλικό Επεισόδιο	76
3.4.5 Νόσος Πάρκινσον.....	77
3.4.6 Κακώσεις του νωτιαίου μυελού	78
4 Συζήτηση	80
4.1 Συζήτηση αποτελεσμάτων	81
4.2 Συμβολή διερευνητικής ανασκόπησης	89
4.3 Πλεονεκτήματα και περιορισμοί ανασκόπησης:.....	91
5 Συμπεράσματα	92
Αναφορές	93

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια, δίνεται έμφαση στη θεραπευτική χρήση της μουσικής και αρκετές μελέτες έχουν διερευνήσει τις επιπτώσεις της σε ανθρώπους με νευρολογικές παθήσεις. Οι μελέτες αυτές συνετέλεσαν στην αύξηση του ενδιαφέροντος και στροφής προς τις μη φαρμακευτικές παρεμβάσεις με τη χρήση της μουσικής να παίζει ενεργό ρόλο ως συμπληρωματικής μεθόδου στην αποκατάστασή και αντιμετώπιση των συμπτωμάτων των νευρολογικών ασθενειών. Ο στόχος της προτεινόμενης επισκόπησης του πεδίου εφαρμογής είναι να διερευνήσει τη χρήση ηχητικών κυμάτων και μουσικών συχνοτήτων σε ασθενείς με νευρολογικές παθήσεις και τα οφέλη ή οι περιορισμοί της χρήσης τους στη νευρολογική μουσικοθεραπεία. Η επισκόπηση του πεδίου εφαρμογής ακολουθεί τις κατευθυντήριες γραμμές μεθοδολογίας του Ινστιτούτου Joanna Briggs. Γίνεται αναζήτηση σε Pubmed, EBSCO, Scopus. Ακολουθεί η διαδικασία της συγκέντρωσης, αξιολόγησης του πλήρους κειμένου των μελετών και η εξαγωγή δεδομένων. Τα αποτελέσματα και η συζήτηση επί των αποτελεσμάτων θα συντελέσουν στην καλύτερη κατανόηση της τρέχουσας κατάστασης στο συγκεκριμένο θεματικό πεδίο της έρευνας υπογραμμίζοντας τυχόν κενά.

Λέξεις-κλειδιά : Μουσικοθεραπεία, ηχητικό κύμα, συχνότητες, νευρολογική μουσικοθεραπεία, νευρολογικές διαταραχές

Abstract

In recent years, emphasis has been placed on the therapeutic use of music and several studies have investigated its effects on people with neurological conditions. These studies contributed to the increase of interest and shift towards non-pharmacological interventions with the use of music playing an active role as a complementary method in the rehabilitation and treatment of the symptoms of neurological diseases. The aim of the proposed scoping review is to investigate the use of sound waves and musical frequencies in patients with neurological conditions and the benefits or limitations of their use in neurological music therapy. The scoping review follows the methodology guidelines of the Joanna Briggs Institute. Pubmed, EBSCO, Scopus are searched. The process of gathering, evaluating the full text of the studies and extracting data follows. The results and the discussion of the results will contribute to a better understanding of the current situation in the specific thematic field of research by highlighting any gaps.

Key words: Music therapy, sound wave, frequencies, neurologic music therapy, neurologic disorders

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που με στήριξαν και με βοήθησαν για να ολοκληρώσω τη συγγραφή της μεταπτυχιακής διατριβής. Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή, κύριο Βασίλειο Στάμου, για την άψογη συνεργασία που είχαμε και την πολύτιμη βοήθειά που μου παρείχε στα προβλήματα που συνάντησα καθόλη την διάρκεια της συγγραφής της διατριβής.

Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στο σύζυγό μου για όλη τη βοήθεια και στήριξη που μου παρείχε σε όλο αυτό το ταξίδι της γνώσης, λειτουργώντας ως κινητήριο δύναμη για να συνεχίσω. Ευχαριστώ πολύ τους γονείς μου και την αδερφή μου για την εμπιστοσύνη τους σε μένα και όλη τη στήριξη που μου παρέχουν όλα τα χρόνια.

Τέλος οφείλω μία συγγνώμη στην κόρη μου για τις στιγμές παιχνιδιού που της στέρησα για να ολοκληρώσω τη συγγραφή της μεταπτυχιακής διατριβής και ένα τεράστιο ευχαριστώ που παρόλο το νεαρό της ηλικίας της επέδειξε μεγάλη κατανόηση.

1 Εισαγωγή

Με την αύξηση και γήρανση του πληθυσμού, αυξάνεται και ο επιπολασμός των νευρολογικών διαταραχών με αναπηρία ανάλογα με την ηλικία (Feigin et al., 2019). Σύμφωνα με τη Global Burden of Diseases, Injuries and Risk Factors Study 2016 Neurology Collaborative Group το 2016 οι νευρολογικές διαταραχές αποτέλεσαν την κύρια αιτία (276 εκατομμύρια [95% UI 247–308]) αναπηρίας (DALY: Disability Adjusted Life Year) και τη δεύτερη αιτία (9,0 εκατομμύρια [8,8–9,4]) θνησιμότητας παγκοσμίως με το εγκεφαλικό να είναι ο μεγαλύτερος παράγοντας παγκοσμίως (Bennett, 2020).

Όπως αναφέρεται στη μελέτη των Feigin και συνεργατών (Feigin et al., 2019) η συλλογή στοιχείων για 195 χώρες και για 15 νευρολογικές ασθένειες (εγκεφαλίτιδα, εγκεφαλικό, καρκίνοι του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος, ασθένειες των κινητικών νευρώνων, τραυματική εγκεφαλική βλάβη, κάκωση νωτιαίου μυελού, νόσος Alzheimer και άλλες άνοιες, νόσος του Πάρκινσον, σκλήρυνση κατά πλάκας, ιδιοπαθής επιληψία, μηνιγγίτιδα, τέτανος, ημικρανία, κεφαλαλγία τύπου τάσης και υπολειπόμενη κατηγορία για λοιπές σπάνιες νευρολογικές διαταραχές) την περίοδο 1990- 2016 έδειξε ότι ο απόλυτος αριθμός θανάτων απ'όλες τις νευρολογικές διαταραχές αυξήθηκε κατά 39% [34-44] και της αναπηρίας (DALYs) κατά 15% [9-21]), ενώ της ημερήσιας τυποποίησης μειώθηκαν κατά 28% [26-30] σε θανάτους και κατά 27% [24–31]) σε αναπηρίες (DALY). Σημειώθηκε μείωση για τα ποσοστά θανάτων και αναπηριών για τις παρακάτω νευρολογικές διαταραχές: τέτανος, η μηνιγγίτιδα και η εγκεφαλίτιδα.

Οι κύριες ασθένειες που συνέβαλλαν στην αναπηρία λόγω νευρολογικών διαταραχών ήταν: το εγκεφαλικό επεισόδιο (42,2% [38,6–46,1]), η ημικρανία (16,3% [11,7–20,8]), η νόσος του Αλτσχάιμερ και άλλες άνοιες (10,4 % [9·0–12·1]), και μηνιγγίτιδα (7,9% [6·6–10·4]). Τα ποσοστά αναπηρίας (DALY) ήταν μεγαλύτερα για τους άντρες ειδικά για συνδυασμένες

νευρολογικές διαταραχές με αναλογία ανδρών προς γυναίκες 1·12 [1·05–1·20]), ωστόσο για διαταραχές όπως ημικρανία, σκλήρυνση κατά πλάκας και κεφαλαλγία τύπου τάσης παρατηρήθηκε μεγαλύτερη συχνότητα στις γυναίκες με αναλογίες ανδρών προς γυναίκες μικρότερες από 0,7 (Feigin et al., 2019).

Τα τελευταία χρόνια ολοένα και περισσότερες μελέτες ερευνούν τον αντίκτυπο της χρήσης μουσικών παρεμβάσεων σε νευρολογικές παθήσεις. Παρόλο που πληθαίνει η έκταση των διαθέσιμων στοιχείων για τη συμβολή της μουσικής στη θεραπευτική διαδικασία δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για την ύπαρξη και αποτελεσματικότητα συγκεκριμένων μουσικών συχνοτήτων και ηχητικών κυμάτων στη νευρολογική αποκατάσταση ασθενών.

Η μουσική μπορεί να γίνει αντιληπτή είτε μέσω της ακουστικής οδού (ακουστική αντίληψη) είτε μέσω της δόνησης (απτικής αντίληψης) και σε αυτό συμβάλλουν ορισμένα στοιχεία της μουσικής όπως είναι το ύψος και ο ρυθμός. Η μουσική είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη δόνηση και εξηγείται από το γεγονός ότι η μουσική είναι ήχος και ο ήχος όπως και το τονικό ύψος συνδέονται με τη συχνότητα (Dostrovsky, 1975). Τόσο ο ρυθμός όσο και ο ρυθμικός χαρακτήρας (tempo) γίνονται αντιληπτά από τα νευρικά κύτταρα του εγκεφάλου και συμπαρασύρουν τον ακροατή σε ασυνείδητο ρυθμικό χτύπημα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της διέγερσης του θαλαμικού αντανακλαστικού (Grocke, 2007). Οι συχνότητες των εγκεφαλικών κυμάτων συνδέονται με συγκεκριμένες καταστάσεις του ανθρώπου όπως η γνωστική, κινητική, λειτουργία αντίληψης και συγχρονίζονται με τα εξωτερικά ερεθίσματα, συμπεριλαμβανομένων και των ακουστικών ερεθισμάτων (Will and Berg, 2007).

Λόγω αυτής της σχέσης ανάμεσα σε μουσική-ηχητικό κύμα-δόνηση-συχνότητα ο σκοπός της ανασκόπησης του πεδίου εφαρμογής είναι να χαρτογραφήσει την υπάρχουσα γνώση της χρήσης ηχητικών κυμάτων και μουσικών συχνοτήτων για την αποκατάσταση νευρολογικών

ασθενειών στα πλαίσια της νευρολογικής μουσικοθεραπείας ή άλλης θεραπευτικής παρέμβασης, προσφέροντας συνάμα επιπλέον γνώση στη συγκεκριμένη θεματική περιοχή μιας και αναδεικνύονται ως πολλά υποσχόμενες στρατηγικές αποκατάστασης.

1.1 Ορισμοί Εννοιών

Η παρούσα διερευνητική ανασκόπηση πραγματεύεται έννοιες όπως το ηχητικό κύμα, η συχνότητα και η νευρολογική μουσικοθεραπεία. Σε αυτό το σημείο θεωρούμε ορθό να αναφέρουμε τους ορισμούς των παραπάνω εννοιών.

Η δημιουργία του *ηχητικού κύματος* έγκειται στην ταλάντωση ενός μέσου (στερεό, υγρό, αέριο), δηλαδή στη συστολή και διαστολή του. Οποιοδήποτε αντικείμενο που δονείται αποτελεί πηγή ήχου. Η συχνότητα των ταλαντώσεων καθορίζει το τονικό ύψος του κύματος. Η μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι το Hertz. Ένα Hz είναι ίσο με μια δόνηση το δευτερόλεπτο. Ταλαντώσεις ίσες και πάνω από 100 Hz αποτελούν υψηλές συχνότητες ενώ κάτω των 100 Hz θεωρούνται χαμηλές συχνότητες. Το ανθρώπινο αυτί αντιλαμβάνεται συχνότητες μεταξύ 20Hz και 20.000Hz (Hooper, J.,2002). Ήχοι με συχνότητα κάτω των 20 hz ονομάζονται υπόηχοι ενώ άνω των 20.000 hz, υπέρηχοι (Seashore, 1967).

Νευρολογική μουσικοθεραπεία (NMT) ορίζεται η θεραπευτική χρήση της μουσικής σε δυσλειτουργίες (κινητικές, γνωστικές, αισθητηριακές) του νευρικού συστήματος του ανθρώπου (Shannon,2010; Thaut,2013). Η νευρολογική μουσικοθεραπεία αποτελεί ένα τυποποιημένο μοντέλο θεραπείας, το οποίο περιλαμβάνει 20 τεχνικές. Οι τεχνικές μπορούν να ομαδοποιηθούν ανάλογα τη νευρολογική δυσλειτουργία που φέρει ο ασθενής. Κατ'αυτόν τον τρόπο υπάρχουν τεχνικές για την κινητική αποκατάσταση, την ομιλία/γλώσσα και τη γνωστική αποκατάσταση (Thaut et al.,2015).

Οι τεχνικές για την κινητική αποκατάσταση είναι : RAS (Rhythmic Auditory Simulation), PSE (Patterned Sensory Enhancement), TIMP (Therapeutic Instrumental Music Performance). Για την αποκατάσταση ομιλίας/λόγου: MUSTIM (Musical Speech Stimulation), MIT (Melodic Intonation Therapy), RSC (Rhythmic Speech Cuing), VIT (Vocal Intonation Therapy), TI (Therapeutic Singing), OMREX (Oral Motor and Respiratory Exercises), DSLM (Developmental speech and language training through music) και SYCOM (Symbolic communication training through music). Τέλος για τη γνωστική αποκατάσταση χρησιμοποιούνται οι παρακάτω τεχνικές NMT: MSOT (Musical Sensory Orientation Training), MMT (Musical Mnemonics Training), MACT (Musical Attention Control Training), MEM (Musical Echoing Memory training), MNT (Musical Neglect Training), MPC (Music in Psychological training and Counseling), APT (Auditory Perception Training), AMMT (Associative Mood and Memory Training), MEFT (Musical Executive Function Training).

Όλες οι παραπάνω τεχνικές είναι γνωστές ως τεχνικές Thaut και χρησιμοποιούνται στη νευρολογική μουσικοθεραπεία όπως αναφέρονται στο Music Therapy Handbook (Wheeler, 2015) σύμφωνα με τους Hurt-Thaut and Johnson (Wheeler, 2015 and Thaut, M., Hoemberg, V., 2014: 220).

1.2 Ιστορική Αναδρομή και Σύνδεση με Άλλες Επιστήμες

Από την αρχαιότητα υπήρχε η πεποίθηση της συμβολής της μουσικής και του ήχου στην θεραπευτική διαδικασία (Gerber, 1988) τόσο στην καλή πνευματική υγεία του ανθρώπου όσο και στην δημιουργία αντίθετων αποτελεσμάτων ανάλογα με τους συνδυασμούς των επιμέρους στοιχείων της (Boxberger, 1961). Η χρήση της μουσικής ως θεραπευτικής μεθόδου συνδέθηκε με την ευημερία, τη συναισθηματική υγεία (Thaut MH., 2013; Hegde S., 2014; The Oxford handbook of music psychology. Oxford University Press; 2008) και τη μείωση του άγχους (Hedge S., 2014).

Η μουσική αποτελεί έναν σύνθετο, δομημένο ήχο ο οποίος διεγείρει τον ανθρώπινο εγκέφαλο σε αισθητηριακό, κινητικό, γνωστικό- αντιληπτικό, συναισθηματικό επίπεδο συντελώντας σε νέες νευρικές συνάψεις (Hallam et al., 2012). Ο Πυθαγόρας συνέδεσε την ύπαρξη της και στην κίνηση των πλανητών, υποστηρίζοντας πως η κίνηση των πλανητών παράγει τόνους, οι οποίοι εναρμονίζονται μεταξύ τους και παράγουν την ουράνια αρμονία, γνωστή ως μουσική των σφαιρών (Eggert, 2013). Σε κάθε νότα αντιστοιχεί μια συγκεκριμένη συχνότητα δόνησης. Για τη νότα λα που βρίσκεται στην τέταρτη οκτάβα του πιάνου αντιστοιχεί η συχνότητα 440 Hz (ISO 16, 1975).

Ο Πυθαγόρας υποστήριζε ότι τόσο στη μουσική όσο και στην αστρονομία υπήρχαν μαθηματικές αναλογίες. Η εξαγωγή των μαθηματικών αναλογιών στα μουσικά διαστήματα μπορούσε να γίνει, ορίζοντας τη χαμηλή ντο ως 1, την νότα που βρίσκεται σε απόσταση οκτάβας ως 2, την απόσταση 12ης ως 3 και με βάση τα παραπάνω έχουμε και τις αντίστοιχες αναλογίες $2:1=P8$, $3:2=P5$, $4:3=P4$ (Rogers G.L., 2016).



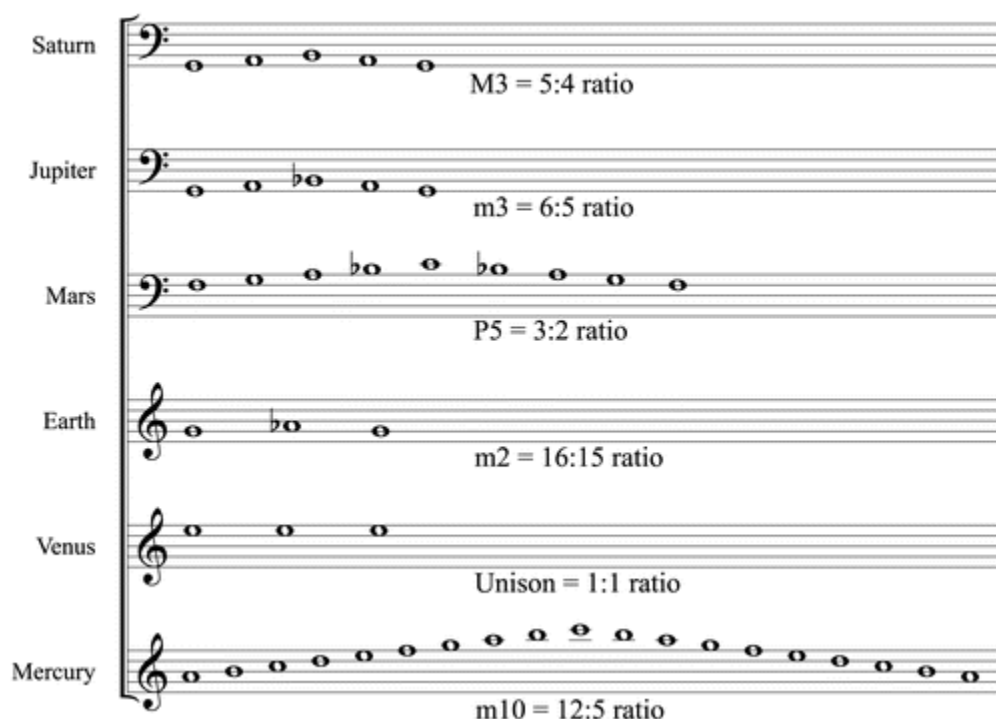
Εικόνα 1: Μαθηματικές αναλογίες στα μουσικά διαστήματα (Rogers G.L., 2016)

Ο Γερμανός μαθηματικός και αστρονόμος Johannes Kepler (1561-1630) θεωρούσε ότι υπάρχει συσχέτιση στο ρόλο που παίζει ο αριθμός δώδεκα τόσο στους αστερισμούς του ζωδιακού κύκλου, στην τμηματοποίηση του νυχτερινού ουρανού σε 12 μέρη όσο και τη συμβολή του στις αναλογίες για την απόδοση των τέλειων μουσικών διαστημάτων σύμφωνα με το Πυθαγόρειο σύστημα συντονισμού.

- $12:12 = 1:1 =$ ουνίσονο
- $12:9 = 4:3 =$ Τέλειο διάστημα τετάρτης (4K)

- $12:8 = 3:2 =$ Τέλειο διάστημα πέμπτης (5K)
- $12:6 = 2:1 =$ Τέλεια οκτάβα.(Rogers G.L., 2016)

Όπως αναφέρεται στο Kepler, *Harmonice Mundi*, 439, ο Kepler υποστήριξε ότι κάθε πλανήτης φέρει τη δική του μουσική, η οποία εξαρτάται από την ταχύτητά του σε συγκεκριμένο σημείο της τροχιάς. Συνδυάζοντας τις αποστάσεις των πλανητών και την πλήρη περιφορά τους γύρω από το ήλιο, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψιν την ελλειπτικότητα των τροχιών απέδωσε τα παραπάνω με αναλογίες οι οποίες συναντώνται και στη μουσική και προέκυψαν τα παρακάτω μουσικά διαστήματα για κάθε πλανήτη. Οι πλανήτες για τους οποίους έκανε υπολογισμούς σύμφωνα με τα προαναφερθέντα και μετέτρεψε σε μουσικά διαστήματα είναι ο Κρόνος, ο Δίας, ο Άρης, η Γη, η Αφροδίτη και ο Ερμής (Rogers G.L., 2016).



Εικόνα 2: Η μουσική των πλανητών (Rogers G.L., 2016)

Σύμφωνα με μελέτες που γίνονται τα τελευταία χρόνια η μουσική μπορεί να συμβάλει στη νευρολογική αποκατάσταση (Herholz SC. et al., 2015; Jäncke L., 2009; Särkämö T. et al., 2014)

παίζοντας σημαντικό ρόλο στη συναπτική διαδικασία της πλαστικότητας του εγκεφάλου (Goldberg E., 2001). Η συμβολή των μουσικών παρεμβάσεων επιτυγχάνεται δια μέσω ψυχολογικών επιδράσεων και νευρο-βιολογικών μηχανισμών, τα οποία με τη σειρά τους μοιράζονται τα ίδια νευρικά συστήματα (Sihvonen AJ., 2017). Κάποια χαρακτηριστικά της μουσικής όπως είναι το μέτρο, ο ρυθμός και το μοτίβο προσδίδουν δομή σ' ένα οργανωμένο ήχο και αποτελούν σημαντικές παραμέτρους στη νευροαποκατάσταση των ανθρώπων (Galińska E., 2015).

Η χρήση μουσικού ρυθμικού μοτίβου βοηθάει στο συντονισμό των κινήσεων, όταν δεν είναι σε θέση να επιτευχθεί από το κέντρο του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνο για τη συγκεκριμένη λειτουργία (Leins AK et Spintge R., 2009). Καθώς η μουσική μπορεί να παρασύρει τον ασθενή μέσω του μηχανισμού της ρυθμικής διέγερσης, συμβάλει στο συντονισμό των αισθητηριοκινητικών λειτουργιών. Σε μελέτη που διεξήχθη σε παιδιά μετά από υποξική-ισχαιμική εγκεφαλική βλάβη διαπιστώθηκε ότι μετά από παθητική ακρόαση χαλαρωτικής μουσικής δύο ωρών καθημερινώς και σε έκθεση συχνοτήτων 5-8 Hz μπορούσε να διευκολυνθεί η αφύπνιση από το κώμα (Szymkuć I. et al., 2011).

Παρόμοια ευρήματα συναντώνται και σε μια άλλη μελέτη, σύμφωνα με την οποία εφαρμόστηκε ενεργή μουσικοθεραπεία σε ασθενείς που ανάρρωναν από παρατεταμένο κώμα. Η μουσικοθεραπεία εφαρμόστηκε 15 μέρες μετά το πρόγραμμα αποκατάστασης των ασθενών και τους ενθάρρυναν να χρησιμοποιήσουν διαφορετικά μουσικά όργανα. Τα κλινικά ευρήματα έδειξαν μείωση ανεπιθύμητων συμπεριφορών συμπεριλαμβανομένης της αδράνειας και της ψυχοκινητικής διέγερσης. Επίσης παρατηρήθηκε σημαντική εξέλιξη στις δεξιότητες επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης (Formisano R. et al., 2001).

Από την αρχαιότητα, στον τομέα της ηχοθεραπείας υπήρχε η πεποίθηση ότι κατά τη διάρκεια μιας ασθένειας οι ενεργειακές συχνότητες του σώματος αποσυντονίζονται (Shahid, 2021). Σύμφωνα με την ίδια μελέτη ο ήχος επηρεάζει τον άνθρωπο τόσο μέσω της ακοής αλλά και τη δράσης του στις περιοχές του εγκεφάλου όσο και στα διάφορα σημεία του σώματος μέσω των δονήσεων. Μελέτες έχουν δείξει ότι το εύρος της δόνησης μπορεί να επηρεάσει και να μεταβάλει κάποιες από τις λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος όπως η θερμοκρασία του δέρματος (Skoglund and Knutsson, 1985; Skoglund, 1989).

Αξιοσημείωτη είναι η αναφορά ότι η κανονική συχνότητα του ανθρώπινου σώματος κυμαίνεται μεταξύ 50-100 Hz. Σ' ένα παιδί που βρίσκεται στο φάσμα του αυτισμού η συχνότητα του σώματός του μπορεί να φτάσει τα 200- 500 Hz το οποίο οδηγεί στην υπερκινητικότητα αλλά και σε άλλα συμπτώματα. Στην ανακούφιση του ατόμου μπορεί να συμβάλει ο καθαρός ήχος με τη χρήση ορισμένων μέσων (gadget) που βοηθούν στην επαναφορά ή ευθυγράμμιση των διαταραγμένων συχνοτήτων (Lyendo, 2016;Naghdi et al.,2015;Ward,2003;Ahn et al.,2018). Διάφορες νευροαπεικονίσεις έχουν δείξει ότι η μουσική και ο διεγερτικός ήχος συμβάλλουν στην αλλαγή των κυμάτων του εγκεφάλου όπως καταγράφονται στα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα (Ahn et al.,2018; Ramirez et al.,2018).

Οι εγκεφαλικές κυματομορφές έχουν ταξινομηθεί σε πέντε κατηγορίες: την άλφα, βήτα, γάμα, δέλτα και θήτα. Η καθεμία αντιστοιχεί σε συγκεκριμένες συχνότητες και συντελούν συγκεκριμένες λειτουργίες του εγκεφάλου. Το εγκεφαλικό κύμα κυμαίνεται περίπου από 0,5 Hz έως 500 Hz αλλά τα περισσότερα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματα αποδίδουν ανάμεσα σε 20 Hz - 40 Hz. Όσον αφορά τις κατηγορίες των εγκεφαλικών κυμάτων, το κύμα άλφα κυμαίνεται μεταξύ 8- 13 Hz. Θεωρείται ότι το κύμα άλφα συνδέεται με την έλλειψη συγκέντρωσης και χαλαρής επίγνωσης . Η συχνότητα του κύματος βήτα είναι μεγαλύτερη των 13 Hz και συσχετίζεται με την

κατάσταση εγρήγορσης του εγκεφάλου και συγκεκριμένα με έντονη σκέψη, ενεργή προσοχή και μεγαλύτερη προσήλωση στα ερεθίσματα που προέρχονται από τον έξω κόσμο αλλά και με την επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων. Τα κύματα γάμμα φτάνουν έως 30 Hz και επικρατούν όταν ο άνθρωπος βρίσκεται σε ενεργητική κατάσταση/ κάνει κάποια δραστηριότητα, τα κύματα δέλτα κυμαίνονται από 3 Hz και χαμηλότερα και συνδέεται με την κατάσταση βαθύ ύπνου αλλά σε κατάσταση εγρήγορσης υποδηλώνει σωματικά ελαττώματα. Τέλος τα κύματα θήτα κυμαίνονται μεταξύ 3,5 Hz -7,5 Hz και συνδέεται με την κατάσταση υπνηλίας (Marzuki et al.,2013).

Η μουσική από την νευρολογική σκοπιά όπως αναφέρεται και στο «Music therapy in neurological rehabilitation settings» από Galińska, E. (2015), αποτελεί μια «σύνθετη και δομημένη χρονικά ηχητική γλώσσα η οποία διεγείρει τον εγκέφαλο πολυαισθητηριακά (αισθητηριακά, κινητικά, αντιληπτικά, γνωστικά, συναισθηματικά) συμβάλλοντας σε νευρικές συνάψεις» (Leins,Spintge and Thaut, 2011).

1.2.1 Solfeggio Frequencies

Υπάρχουν από την αρχαιότητα έξι συχνότητες στις οποίες απέδιδαν θεραπευτική ιδιότητα. Αυτές οι συχνότητες ονομάζονται σολφέτζιο συχνότητες και δεν έχουν γίνει πολλές μελέτες για την επίδρασή τους που να τεκμηριώνουν επιστημονικά αυτή την πεποίθηση.

Οι συγκεκριμένες συχνότητες είναι οι εξής: 396, 417, 528, 639, 741, 852. Οι παραπάνω συχνότητες μοιράζονται ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα ότι αποτελούνται από αριθμούς αλλά και το γεγονός ότι η κάθε μία συχνότητα έχει ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό γνώρισμα το οποίο μπορείς να δεις , να ακούσεις ή να νιώσεις κατά τη διάρκεια της ακρόασης. Αναλύοντας τις συχνότητες σύμφωνα με το «skein of Pythagoras» ή αλλιώς «το κουβάρι του Πυθαγόρα» , σύμφωνα με το οποίο αθροίζοντας τους αριθμούς μένει μόνο ένας π.χ 396: $3+9+6=18=1+8=9$, 417: $4+1+7=12=1+2=3$, 852: $8+5+2=15=1+5=6$ και ούτω καθεξής,

παρατηρούμε ότι οι συγκεκριμένες συχνότητες φέρουν σαν τελικό αποτέλεσμα τους αριθμούς 3,6,9. Μιλώντας για τους παραπάνω αριθμούς ο Νίκολα Τέσλα είπε «όποιος γνώριζε για την μεγαλοπρέπεια των αριθμών 3,6, 9 τότε θα κατείχε το κλειδί για το σύμπαν» (Tyrell M., 2016).

Όπως αναφέρεται και στο βιβλίο του Michael S. Tyrell “Sound of healing” οι ιδιότητες που προσδίδουν στην κάθε συχνότητα είναι οι εξής:

- **396 Hz** : έχει χαρακτηριστεί ως συχνότητα της ηρεμίας, ευημερίας που κάμπει αμυντικούς μηχανισμούς οι οποίοι συνδέονται με συναισθήματα φόβου, ενοχής, ντροπής. Η συγκεκριμένη συχνότητα έχει θετική επίδραση στο αίμα, στη λειτουργία του ήπατος, νεφρών, οστά, όπως και στη λειτουργία του εγκεφάλου (νευροδιαβίβαση). Η παραπάνω συχνότητα αντιστοιχεί στο βαθύ κόκκινο χρώμα
- **417 Hz** : μπορεί να έχει θετική επίδραση στο παχύ έντερο, στην παραγωγή ενζύμων και στην πεπτική διαδικασία, στο στομάχι, στον μεταβολισμό, στον προστάτη, στην αδυναμία της χοληδόχου κύστης, στον πονοκέφαλο λόγω διατροφής και σε προβλήματα στη μέση. Αντιστοιχεί στο έντονο κόκκινο χρώμα.
- **528 Hz** : συνδέεται με την αποκατάσταση του DNA. Συμβάλλει στη βελτίωση του μήκους των τελομερών (το οποίο με την πάροδο του χρόνου μικραίνει). Επιπλέον γίνονται έρευνες για την θετική επίδραση στα βλαστοκύτταρα. Αναφέρεται η συνεισφορά στην εξισορρόπηση των ορμονών, στα προβλήματα της πυέλου, στο προεμμηνορροϊκό σύνδρομο, στην προεμμηνόπαυση, στην ένταση των μυών, στον καρδιακό μυ του περικαρδίου, στα προβλήματα βάρους, στη λεμφική και στην κυκλοφορία. Αντιστοιχεί στο έντονο πράσινο χρώμα.

- **639 Hz** : ενδέχεται η αποτελεσματικότητά της στο ενδοκρινικό σύστημα κυρίως τα επινεφρίδια, καθώς και για προβλήματα χοληδόχου κύστης. Το αντίστοιχο χρώμα για αυτή τη συχνότητα είναι το μπλε.
- **741 Hz** : χαρακτηρίζεται στο βιβλίο ως συχνότητα της αφύπνισης και τη συνέδεσε με τα πιο βαθιά συναισθήματα. Μπορεί να ενισχύσει το ανοσοποιητικό σύστημα, να καθαρίσει από λοιμώξεις (ιογενείς, βακτηριακές και μυκητιασικές), να καταπραΰνει μια στομαχική διαταραχή και να βελτιώσει τη λειτουργία του παγκρέατος, της καρδιάς, του αίματος και του κυκλοφορικού συστήματος. Αντιστοιχεί στο χρώμα indigo.
- **852 Hz** : στην οποία ο συγγραφέας προσδίδει μια πιο πνευματική διάσταση και την αντιστοιχεί με το βασιλικό μωβ χρώμα.

1.3 Νευρολογικές Διαταραχές που Περιλαμβάνονται στα Κλινικά Δείγματα της Μελέτης

1.3.1 Εμβοές

Οι *εμβοές* είναι η αντίληψη ήχου με απουσία ηχητικής πηγής (Munro and Searchfield, 2019). Ένα ποσοστό ενηλίκων που φτάνει περίπου το 15 % δηλώνει την αντίληψη των εμβοών (Eggermont and Roberts, 2004) και μάλιστα χρόνιων εμβοών γιατί το διάστημα είναι μεγαλύτερο των τριών μηνών. Οι εμβοές μπορούν να εμφανιστούν σε άτομα με φυσιολογική ακοή ή κάποιο επίπεδο απώλειας ακοής. Επίσης μπορεί να γίνουν αντιληπτές στο ένα αυτί (μονομερής) ή και στα δύο αυτιά (διμερής) και περιγράφονται ως τόνοι ,θόρυβοι, σφύριγμα (Sedley et al., 2016). Ο ασθενής μπορεί να ακούσει έναν ήχο ή πολλούς ήχους και το σύμπτωμα να είναι συνεχές ή διακοπτόμενο.

Στη πλειοψηφία των περιπτώσεων περιγράφονται ως υποκειμενικές (δεν μπορεί να ακουστεί από κανέναν άλλο πέρα από τον ασθενή). Στις αντικειμενικές εμβοές (λιγότερο συχνό και συνήθως από καθορισμένη αιτία) μπορεί να ανιχνευθεί από έναν εξεταστή, είτε με την χρήση

ακουστικού βοηθήματος όπως στηθοσκόπιο ή μικρόφωνο στον ακουστικό πόρο είτε χωρίς βοήθεια (Phillips and Mc Ferran, 2010). Το 6-25% των προσβεβλημένων ατόμων δηλώνουν την επιρροή των εμβοών στην καθημερινότητά τους (Vanneste et al., 2013). Η αντίληψη εμβοών μπορεί να προκαλέσει δυσφορία στους ασθενείς με κακή ποιότητα ύπνου (Cronlein et al., 2007), κατάθλιψη (Dobie, 2003), επιπρόσθετα ενόχληση και γνωστικά προβλήματα (Hallam et al., 2004). Η αιτιότητα των εμβοών δεν μπορεί να προσδιοριστεί μέχρι στιγμής, ωστόσο θεωρείται νευρική διαταραχή (Reavis et al., 2012). Η ελλιπής γνώση ως προς τους μηχανισμούς δημιουργίας και διατήρησης των εμβοών οδηγεί στην έλλειψη στρατηγικών θεραπειάς.

Πρόσφατες νευροφυσιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι εμβοές προκαλούνται από δυσπροσαρμοστική αναδιοργάνωση του ακουστικού φλοιού (Eggermont and Roberts, 2004; Saunders, 2007; Eggermont, 2006). Πέρα του ακουστικού φλοιού, η αναδιοργάνωση της νευροπλαστικότητας μπορεί να οφείλεται και σε ανωμαλίες που παρουσιάζονται στο μεταιχμιακό σύστημα ή στον ιππόκαμπο (Guitton, 2012). Η θεραπεία των εμβοών περιλαμβάνει μεγάλη γκάμα προτάσεων θεραπείας, ανάμεσά τους είναι η χρήση σύγχρονων συσκευών όπως ακουστικά βαρηκοΐας, η χειρουργική επέμβαση, φαρμακευτική αγωγή, ψυχολογική συμβουλευτική και γνωσιακή συμπεριφορική θεραπεία (CBT). Επίσης περιλαμβάνει εναλλακτική ιατρική, όπως για παράδειγμα ο βελονισμός. Επιπρόσθετα, θεραπείες που βασίζονται σε μεθόδους νευροαπεικόνισης (τέτοιες θεωρούνται η νευροανάδραση, η διέγερση εγκεφάλου και το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα με την χρήση έξυπνων τηλεφώνων τύπου :smartphone). Επιπλέον θεραπείες, οι οποίες βασίζονται στον ήχο όπως η κάλυψη των εμβοών αλλά και η μουσικοθεραπεία (Kalle et al., 2018). Στις μελέτες των εμβοών πριν τις παρεμβάσεις οι ασθενείς περνάνε από ακοομετρία για την αξιολόγηση της ακουστικής τους ικανότητας και ακοολογικές εξετάσεις για τον χαρακτηρισμό των εμβοών.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας η ακοή διαβαθμίζεται σε κανονική όταν η ακρόαση κυμαίνεται μεταξύ 0 και 25 dB, σε ελαφριά απώλεια ακοής όταν βρίσκεται μεταξύ 26 και 40 dB, μέτρια μορφή απώλειας ακοής κυμαίνεται μεταξύ 41 και 60 dB, η σοβαρή απώλεια ακοής είναι μεταξύ 61 και 80 dB και τέλος η βαριά μορφή είναι πάνω από 81 dB (Ibarra-Zarate, Alonso-Valerdi and Naal-Ruiz, 2021).

Ορισμένες από τις μεθόδους θεραπείας εμβοών που συναντάμε στις 15 από τις 32 μελέτες που σχετίζονται με τις εμβοές :

- **TRT (Tinnitus Retraining Therapy):** Μία από τις μεθόδους θεραπείας που χρησιμοποιούνται για τις εμβοές είναι η επανεκπαίδευση των εμβοών μέσω της κάλυψης τους με άλλο ήχο, μειώνοντας είτε μερικώς είτε εξ ολοκλήρου τις εμβοές. Τέτοια τεχνική είναι η θεραπεία επανεκπαίδευσης εμβοών (TRT) στο οποίο οι ήχοι αναμειγνύονται, αλλά δεν καλύπτουν τις εμβοές (Searchfield et al.,2017). Σύμφωνα με τον Jastreboff , η θεραπεία επανεκπαίδευσης εμβοών (TRT) βασίζεται στο νευροφυσιολογικό μοντέλο των εμβοών και έχει ως στόχο αρχικά, την εξοικείωση των ασθενών με τις αντιδράσεις που προκαλούνται από τις εμβοές και έπειτα την εξοικείωση της αντίληψης των εμβοών (Jastreboff, 1990). Για την εφαρμογή της TRT δύο συνιστώσεις θεωρούνται απαραίτητες α) η συμβουλευτική, για την επαναταξινόμηση των εμβοών στην κατηγορία των ουδέτερων σημάτων και β) η ηχοθεραπεία, για την εξασθένιση της νευρωνικής δραστηριότητας η οποία συνδέεται με τις εμβοές (Jastreboff and Hazell, 2004). Στην έρευνα των Alonso-Valerdi, Gonzalez-Salaza και Ibarra-Zarate (2021), το TRT βασίστηκε σε ένα σήμα τυχαίου θορύβου που σχεδιάστηκε σε οκτάβες, σύμφωνα πάντα με τη συχνότητα των εμβοών

και τις μετρήσεις ακοομετρίας του ασθενούς. Ο ήχος παιζόταν σε χαμηλότερο επίπεδο από το επίπεδο αντίληψης των εμβοών (Alonso-Valerdi et al.,2021).

- **TMNMT (Tailored Music Notched Music Therapy):** Το TMNMT είναι η εξατομικευμένη εκπαίδευση με εγχοπές μουσικής και αποτελεί ένα είδος θεραπείας που χρησιμοποιείται για τις τονικές εμβοές . Βασίζεται στην υπόθεση ότι η αφαίρεση μιας ζώνης συχνοτήτων από ένα ακουστικό ερέθισμα θα αναγκάσει τον εγκέφαλο να αναδιοργανωθεί γύρω από τονοτοπικές περιοχές που κωδικοποιούν τις συχνότητες μέσα στη ζώνη (Okamoto et al., 2010). Η ακρόαση μουσικής με φασματική «οδική» δύναται να μειώσει τη δραστηριότητα του φλοιού,η οποία αντιστοιχεί στην κεντρική συχνότητα εγχοπής,το οποίο πιθανόν να επιτυγχάνεται μέσω πλευρικής αναστολής (Pantev et al., 1999). Στην μελέτη των (Stein et al.,2016) έγινε χρήση της TMNMT η οποία είχε διάρκεια δώδεκα μήνες. Οι συμμετέχοντες καλούνταν να ακούσουν μουσική μία με δύο ώρες την ημέρα. Από την μουσική είχε αφαιρεθεί η φασματική ενεργειακή ζώνη μιας οκτάβας γύρω από τη συχνότητα των εμβοών των συμμετεχόντων. Στηριζόμενοι στην υπόθεση ότι καθώς οι νευρώνες του ακουστικού φλοιού που κωδικοποιούν τη συχνότητα των εμβοών δεν θα λάμβαναν καμία ή μικρή εισροή προσαγωγών, οι γειτονικοί νευρώνες θα ενεργοποιούνταν και θα ανέστειλαν τις συχνότητες εντός της εγχοπής. Αυτό θα επιτυγχάνονταν μέσω της πλευρικής αναστολής. Στα κριτήρια συμπερίληψης που έπρεπε να έχουν οι συμμετέχοντες ήταν οι χρόνιες (≥ 3 μήνες), τονικές εμβοές με κυρίαρχες συχνότητες εμβοών μεταξύ 1 και 12 kHz και χωρίς απώλεια ακοής πάνω από 70 dB HL στις περιοχές συχνοτήτων μισής οκτάβας πάνω και κάτω από τη συχνότητα των εμβοών. Στην περίπτωση

αμφοτερόπλευρων εμβοών, η κυρίαρχη συχνότητα εμβοών δεν πρέπει να διαφέρει μεταξύ των αυτιών σύμφωνα με τις αναφορές των συμμετεχόντων.

- **BST (Binaural Sound Therapy):** Στη θεραπεία των εμβοών χρησιμοποιείται και η χρήση των διφωνικών ήχων ή αλλιώς Binaural Sound Therapy. Είναι η ακρόαση δύο τόνων διαφορετικών συχνοτήτων σε κάθε αυτί, η οποία δημιουργεί την ψευδαίσθηση της ύπαρξης ενός τρίτου ήχου και οι νευρώνες του εγκεφάλου στέλνουν μηνύματα στον ίδιο ρυθμικό παλμό αυτού του ψευδο ήχου (Perez, Duman and Lehmann, 2020). Συγκριτικά με τις υπόλοιπες θεραπείες η διφωνικοί ήχοι φαίνεται να έχουν ψυχοακουστικές επιδράσεις (Ibarra-Zarate et al., 2021). Έρευνες έχουν δείξει ότι υπάρχει συσχέτιση στη χρήση των διφωνικών ήχων και την αλλαγή της ανθρώπινης διάθεσης (Solca, Mottaz and Guggisberg, 2016; Becher et al., 2014; Kraus and Porubanona, 2015; Kennel et al., 2010), στη βελτίωση της μνήμης (Londero and Hall, 2017; Sharma et al., 2017), στην ενίσχυση της δημιουργικότητας (Stein et al., 2016), στη βελτίωση της προσοχής και της κατάστασης εγρήγορσης (Argstatter et al., 2012; Vanneste et al., 2013; Pape et al., 2014). Υστερα από μια σειρά συνεδρίων με τη συγκεκριμένη θεραπεία, η οποία συγκαταλέγεται στις ηχοθεραπείες, υπήρξε τροποποίηση των νευρωνικών ζωνών του μεταιχμιακού συστήματος και έχει συσχετιστεί με τη μείωση της ενεργοποίησης του συμπαθητικού συστήματος το οποίο συνδέεται με στρεσογόνες καταστάσεις (Ibarra-Zarate et al., 2022). Ο Atwater (1997a) αναφέρει ότι οι διφωνικοί παλμοί στο εύρος δέλτα (0,5 έως 3 Hz) και θήτα (4 έως 7 Hz) έχουν συσχετιστεί με την επαγωγή χαλαρών, διαλογιστικών και δημιουργικών καταστάσεων (Hiew 1995), την αισθητηριακή ολοκλήρωση (Morris, 1990) και χρησιμοποιείται ως βοήθημα για να αποκοιμηθεί ο ασθενής (Wilson, 1990; Rhodes,

1993). Η εφαρμογή διφωνικών παλμών χαμηλής συχνότητας σε συνδυασμό με γνωσιακή θεραπεία ήταν επιτυχείς στη θεραπεία αλκοολικών ασθενών (Waldkoetter and Sanders, 1997). Οι διφωνικοί ρυθμοί στις άλφα συχνότητες (8 έως 12 Hz) έχουν αυξημένα εγκεφαλικά κύματα άλφα (Foster, 1990) και οι διφωνικοί παλμοί στις συχνότητες βήτα (συνήθως 15 έως 35 Hz) έχουν συσχετιστεί με αναφορές αυξημένης συγκέντρωσης ή εγρήγορσης (Monroe, 1985), βελτιωμένης μνήμης (Kennerly, 1994) και αυξήσεις στην εστιασμένη προσοχή σε διανοητικά καθυστερημένους ενήλικες (Guilfoyle and Carbone, 1996). Οι πρώτοι ερευνητές του πεδίου υπέθεσαν μια Νευτώνεια διαδικασία συμπαρασυρμού, έπειτα όμως δόθηκε έμφαση στις λειτουργίες του Εκτεταμένου Δικτυωτού Θαλαμικού Ενεργοποιητικού Συστήματος (ERTAS). Ο Atwater εξηγεί ότι η λέξη «δικτυωτός» σημαίνει διχτυοειδής επισημαίνοντας ότι ο νευρικός δικτυωτός σχηματισμός είναι μια μεγάλη, δικτυωτή διάχυτη περιοχή του εγκεφαλικού στελέχους. Το ERTAS ελέγχει την προσοχή και την επίγνωση, διεγείροντας τον θάλαμο και τον φλοιό (Atwater, 1999). Αυτό έχει ως επακόλουθο την «θεμελίωση» της κατάστασης του εγκεφάλου, το οποίο επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο ερμηνεύουμε, ανταποκρινόμαστε και αντιδρούμε σε πληροφορίες. Οι προαναφερόμενες «πληροφορίες» περιλαμβάνουν όλο το φάσμα των ερεθισμάτων που υπάρχουν στο σύστημα (όπως εσωτερικά ερεθίσματα και απαντήσεις σε εξέλιξη, συναισθήματα, πεποιθήσεις καθώς και εξωτερικά αισθητηριακά ερεθίσματα (Patton, 2003).

- **TEAE (Therapy for Enriched Acoustic Environment):** Η θεραπεία του εμπλουτισμένου ακουστικού περιβάλλοντος (TEAE) βασίζεται στην τεχνική της νευροτροποποίησης. Η νευροτροποποίηση επιδιώκει την τροποποίηση της προσοχής

των εμβοών ή την αναδιοργάνωση των τονοτοπικών χαρτών (Alonso-Valerdi et al.,2021). Το TEAE επιτυγχάνεται μέσω επιλεκτικής διέγερσης, αποτρέποντας την απώλεια ακοής και τις αλλαγές στον τονοτοπικό χάρτη του μετά από ακουστικό τραύμα (Vanneste et al.,2003; Norena and Eggermont,2005). Στην έρευνα των Alonso-Valerdi, González-Salazar and Ibarra-Zarate (2021) για τη θεραπεία με TEAE εφάρμοσαν έναν τυχαίο παλμό (rip και burst) με ένταση σύμφωνα με την ακοομετρική καμπύλη του ασθενούς. Η θεραπεία ήταν εξατομικευμένη για τον κάθε ασθενή και οι τόνοι διαφορετικών συχνοτήτων είχαν ως αποτέλεσμα την τόνωση της ακρόασης. Κάθε ηχητικός παλμός είχε παρόμοιο πλάτος συχνότητας με τους νευρώνες της ακρόασης (Alonso-Valerdi et al.,2021).

- **ADT (Auditory Discrimination Therapy):** Η ειδική ακουστική διέγερση (ADT) βασίζεται επίσης στην τεχνική της νευροτροποποίησης (Alonso-Valerdi et al.,2021). Το κεντρικό νευρικό σύστημα αναδιοργανώνεται μετά από κάποια περιφερική αποδιαφοροποίηση στις συνδέσεις των νευρικών κυττάρων. Επίσης αλλαγές γίνονται και στον τονοτοπικό χάρτη του ακουστικού φλοιού ως αποτέλεσμα της νευρικής πλαστικότητας (Herraiz, Diges and Cobo, 2007) .Σύμφωνα με τον Mühlhnickel η ειδική ακουστική διέγερση των κατεστραμμένων κοχλιακών συχνοτήτων θα ενίσχυε την αναπαράσταση του φλοιού τους και θα μείωνε τη δυσανάλογη «υπερ εκπροσώπηση» των ακραίων περιοχών οι οποίες συνδέονται με τη σοβαρότητα των εμβοών (Mühlhnickel et al., 1998).
- **Neuro-Music Therapy according to “Heidelberg Model of Music Therapy for Chronic Tinnitus”:** Η νευρο-μουσικοθεραπεία σύμφωνα με το μοντέλο μουσικοθεραπείας της Χαϊδελβέργης (Argstatter, 2009) για χρόνιες εμβοές

χρησιμοποιείται ως παρέμβαση στην έρευνα των Hutter et al.(2014). Πριν την παρέμβαση γίνεται αξιολόγηση της συχνότητας των εμβοών κάθε ασθενούς μέσω μιας διαδικασίας αντιστοίχισης ύψους, κατ'αυτόν τον τρόπο συντελείται η εκπαίδευση συγκεκριμένων νευρικών περιοχών με τις τονικές ακολουθίες που χρησιμοποιούνται. Οι ασθενείς ελέγχουν τις ακουστικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα και προσπαθούν να φιλτράρουν αποτρεπτικές πληροφορίες, όπως για παράδειγμα η διάκριση του μεμονωμένου ήχου των εμβοών (ο οποίος ενσωματώνεται κατά διαστήματα στη μουσική), ανάμεσα στα υπόλοιπα ακουστικά ερεθίσματα. Η εκπαίδευση ακουστικής διάκρισης εφαρμόζεται σε ζώνες συχνότητων που περιβάλλουν τη συχνότητα εμβοών και ορισμένες φορές με μετατόπιση μία ή περισσότερων οκτάβων (Hutter et al.,2014). Λόγω της συνεχούς εκπαίδευσης ,η οποία προσαρμόζεται σταδιακά και της εξατομίκευσής της διαφέρει από τις υπόλοιπες θεραπείες διότι εκείνες διεγείρουν το ακουστικό σύστημα κατευθυνόμενα (Flor et al, 2004; Teismann et al, 2011).

1.3.2 Επιληψία

Σύμφωνα με τον Dr. E.H. Reynolds η επιληψία είναι νευρολογική διαταραχή και μάλιστα θεωρείται η πιο κοινή σοβαρή διαταραχή του εγκεφάλου,η οποία συνοδεύεται από επιληπτικές κρίσεις επηρεάζοντας περισσότερους από πενήντα εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως (Reynolds, 2002).

Προηγούμενες μελέτες , τόσο νευροφυσιολογικές όσο και κλινικές, έδειξαν ότι η χρήση άμεσων (όπως ηλεκτρική διέγερση) (Penfield and Jasper, 1954; Bauer et al., 2016)) και έμμεσων (όπως μουσική) ερεθισμάτων στον εγκέφαλο μπορεί να προκαλέσει και να αποτρέψει επιληπτικές κρίσεις (Bodner et al., 2012; Chritchley, 1977; Maguire, 2012; Stern, 2015). Για πρώτη φορά αναφέρθηκε η επίδραση της ακρόασης Μότσαρτ στον εγκέφαλο το 1993 από τους Rauscher et

al. Η σονάτα Μότσαρτ Κ448 για δύο πιάνο σε ρε μείζονα βελτίωσε την απόδοση σε χωρικές εργασίες σύμφωνα με την κλίμακα αξιολόγησης Stanford-Binet (Rauscher et al., 1993). Πέντε χρόνια αργότερα, το 1998, σύμφωνα με τους Hughes et al., η ακρόαση της συγκεκριμένης σονάτας μείωσε την επιληπτική δραστηριότητα σε ασθενείς με επιληπτικές κρίσεις (Hughes et al., 1998). Έχουν γίνει αρκετές έρευνες για την επίδραση της μουσικής του Μότσαρτ στη μείωση επιληπτικών κρίσεων και κυρίως της σονάτας για πιάνο Κ 448. Δεν υπάρχει κάποιο στοιχείο της συγκεκριμένης σύνθεσης, όπως συγκεκριμένη μελωδία ή χρήση κάποιας αρμονικής ακολουθίας, στην οποία αποδίδεται η μείωση των επιληπτικών κρίσεων.

Σύμφωνα όμως και με τη θεωρία του Tomatis, ήχοι υψηλών συχνοτήτων (>3000 Hertz) αποτελούν μια σημαντική μορφή εγκεφαλικής διέγερσης, πιθανώς επειδή ένα μεγάλο ποσοστό (περίπου 80%) των τριχιδίων που βρίσκονται στα κοχλιακά κύτταρα (και ο αριθμός τους ξεπερνάει τις 30.000) ανταποκρίνονται σε τέτοιες συχνότητες (Thompson and Andrews, 2000). Σύμφωνα με μελέτη που έγινε σε πληθυσμό με μεγάλο ποσοστό ενδιάμεσων επιληπτικών κρίσεων (IED) κατά την διάρκεια έκθεσής τους σε ακουστική συχνότητα 40hz, παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση των ενδιάμεσων επιληπτικών κρίσεων (Quon R.J. et al., 2021). Η παραπάνω μελέτη στηρίχθηκε στο γεγονός ότι η ρύθμιση της ενδιάμεσης επιληπτικής δραστηριότητας είναι μέσω ακουστικής διέγερσης 40 Hz η οποία ενεργοποιεί και συμπαρασύρει τα κύματα γ του εγκεφάλου (Adaikkan C and Tsai L.H., 2020).

1.3.3 Κατάσταση Ελάχιστης Συνειδητότητας

Η διαταραχή της συνείδησης (Disorder Of Consciousness) είναι μια ασθένεια ανεξαρτήτου προέλευσης, η οποία επηρεάζει την ικανότητα του ανθρώπου στην αλληλεπίδραση που έχει με τον έξω κόσμο (Erkkinnen et al., 2018; Jang and Kwon, 2019; Owen, 2019; Jang and Lee, 2020; Liang et al., 2020; Mencarelli et al., 2020). Λαμβάνοντας υπόψη τη σοβαρότητα της νευρολογικής

δυσλειτουργίας ασθενών που βρίσκονται σε κατάσταση ελάχιστης συνείδησης ή κωματώδη κατάσταση, οι ερευνητές προσπαθούν να προσδιορίσουν την κατάσταση του αυτόνομου νευρικού συστήματος μέσω μετρήσεων: όπως της μεταβλητότητας του καρδιακού παλμού (Riganello et al., 2019; Tobaldini et al., 2018). Η μουσική διέγερση χρησιμοποιείται ως θεραπευτική τεχνική για να φέρει τους ασθενείς σε κατάσταση συνειδητότητας (Zhang et al., 2021). Σε μελέτες σύγκρισης θεραπευτικών τεχνικών διέγερσης, για τη μουσική διέγερση σε ασθενείς με DOC υπήρχαν ενδείξεις αφύπνισης ασθενών με DOC από την απώλεια των αισθήσεων, επίσης στοιχεία για αποκατάσταση από σοβαρό εγκεφαλικό τραύμα τόσο σε θεωρητικό όσο και σε κλινικό επίπεδο (Magee et. al., 2016a).

1.3.4 Εγκεφαλικό Επεισόδιο

Το εγκεφαλικό επηρεάζει σημαντικά την κινητική δυσλειτουργία των προσβεβλημένων ατόμων, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα δυσκολία στο συντονισμό της κίνησης, περιορισμένη ικανότητα εκτέλεσης εκούσιων κινήσεων και μειωμένο έλεγχο της στάσης (Langhorne, Bernhardt, and Kwakkel, 2011). Αυτό επηρεάζει με τη σειρά του τη συμμετοχή του ατόμου σε δραστηριότητες της καθημερινής ζωής (Michael, Allen, and Macko, 2005). Τα καρδιαγγειακά ατυχήματα όταν δεν είναι θανατηφόρα, μπορεί να οδηγήσουν σε δυσλειτουργίες τόσο σε σωματικό επίπεδο όσο και να έχουν αντίκτυπο στο ψυχολογικό κομμάτι του ασθενούς (Jeong and Kim, 2007). Η ρυθμική ακουστική διέγερση έχει αποδειχθεί ότι είναι μια αποτελεσματική αποκαταστατική προσέγγιση για την κινητική μάθηση (Molinari, Leggio, de Martin, Cerasa, and Thaut, 2003). Σύμφωνα με έρευνες που έχουν ως πεδίο μελέτης τις νευρικές συσχετίσεις των ακουστικών και κινητικών περιοχών του εγκεφάλου, η χρήση επαναλαμβανόμενου ισόχρονου παλμού εφαρμόζεται ως μια μορφή εξωτερικής ένδειξης για συμπαρασυρμό, με απώτερο σκοπό τον συγχρονισμό της κίνησης με το εξωτερικό ερέθισμα που είναι ο παλμός (Thaut, McIntosh, and

Hoemberg , 2015). Η ρυθμική ακουστική διέγερση που χρησιμοποιείται κλινικά μπορεί να περιλαμβάνει ρυθμό μετρονόμου, ηχογράφηση πρωτότυπης μουσικής με προσαρμοσμένο ρυθμό, συνδυασμό των δύο προαναφερθέντων στοιχείων ή ζωντανή μουσική που έχει συντεθεί ή τροποποιηθεί ειδικά για τους ασθενείς με έμφαση στη ρυθμικότητα (Yoo and Kim, 2016).

1.3.5 Νόσος Πάρκινσον

Η νόσος του Πάρκινσον (Parkinson Disease) είναι μια νευροεκφυλιστική ασθένεια, η οποία περιλαμβάνει κινητικά συμπτώματα όπως για παράδειγμα αργές και μικρές κινήσεις καθώς και δυσκολία στην κίνηση αλλά επίσης και διαταραχές στο χρόνο. Ως προς την παθοφυσιολογία της ασθένειας κάποιες εξηγήσεις αναφέρουν για βλάβες στις περιοχές βήτα και γάμμα του εγκεφάλου, σε υποφλοιώδεις δομές όπως τα βασικά γάγγλια (BG) (Doyle et al., 2005) καθώς και στις κινητικές περιοχές του φλοιού (Heinrichs Graham et al., 2014; Stegemöller , 2016).

Η θεραπεία με υποκατάσταση της ντοπαμίνης ή η βαθιά διέγερση του εγκεφάλου συμβάλλει στην αποκατάσταση των φυσιολογικών βήτα ταλαντώσεων στα βασικά γάγγλια (Jenkinson and Brown, 2011) όπως επίσης και τη δυναμική των κινητικών δικτύων του φλοιού (Michely et al., 2015). Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, οι παρεμβάσεις που έχουν ως στόχο τα κινητικά συμπτώματα της νευροεκφυλιστικής ασθένειας επηρεάζουν τους ταλαντωτικούς ρυθμούς του εγκεφάλου. Ισχύει βέβαια και το αντίστροφο. Μελέτες έδειξαν ότι τα ακουστικά ρυθμικά ερεθίσματα βελτιώνουν την ταχύτητα βάδισης, το μήκος του βήματος και τον ρυθμό στη νόσο του Πάρκινσον (Thaut et al., 1996; McIntosh et al., 1997).

Η τεχνική RAS χρησιμοποιείται πλέον ευρέως για τη θεραπεία της κινητικότητας σε ασθενείς με Πάρκινσον (Hove and Keller, 2015) και μπορεί να συμπαρασύρει μέσω μετατόπισης από τα βασικά γάγγλια-θαλαμοκορτικά σε άλλες περιοχές του κεντρικού νευρικού συστήματος που περιλαμβάνουν πιθανώς την παρεγκεφαλίδα (Cunnington et al., 2001; Debaere et. al., 2003)

ή μέσω μιας αποτελεσματικής γνωστικής στρατηγικής (Manly et al., 2004; Rochester et al., 2007). Η ακουστικό-κινητική συμπαράσυρση (Thaut et al., 2014) έχει αντίκτυπο σε διάφορες περιοχές του εγκεφάλου όπως ο ακουστικός φλοιός, ο κάτω βρεγματικός λοβός και οι μετωπικές περιοχές [συμπληρωματική κινητική περιοχή (SMA) και ο προκινητικός φλοιός (PMC)] (Todd and Lee, 2015).

1.3.6 Κακώσεις Νοτιαίου Μυελού

Τα άτομα με κακώσεις του νωτιαίου μυελού φέρουν διάφορους βαθμούς κινητικών δυσκολιών, ευαίσθητων ελλειμμάτων, παράλυσης, απώλεια λειτουργικότητας με αντίκτυπο στην ευρύτερη ποιότητα ζωής, αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα (Krueger et al., 2013). Ένα από τα κοινά προβλήματα που αντιμετωπίζουν άτομα με βλάβες στη σπονδυλική στήλη είναι η κακή ποιότητα ύπνου (Shafazand, Anderson and Nash, 2019) και υπάρχει συσχέτιση με το είδος των τραυματισμών που φέρουν (Hulten et al., 2020).

Στην έρευνα των Calamassi et al. (2020) γίνεται μια σύγκριση της μουσικής ακρόασης σε συχνότητα 440 Hz και 432 Hz στην ποιότητα του ύπνου σε άτομα με κακώσεις του νωτιαίου μυελού (Calamassi et al., 2020). Στην έρευνα των Di Nasso et al πρότειναν την ακρόαση μουσικής συντονισμένη στη συχνότητα των 432 Hz και τη συμβολή της στη μείωση των επιπέδων άγχους και αίσθησης του πόνου κατά τη διάρκεια οδοντιατρικής επέμβασης (Di Nasso et al., 2016). Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO), το πρότυπο τόνου που καθιερώθηκε για τη νότα λα είναι τα 440 Hz (ISO 16:1975). Ωστόσο, έχουν αναφερθεί ότι οι τόνοι στη συχνότητα συντονισμού 440 Hz μπορεί να είναι ενοχλητικοί και δυσάρεστοι, σε αντίθεση με τη συχνότητα συντονισμού 432 Hz που χαρακτηρίζονται ως ευχάριστοι και πιο αρμονικοί (Aravena, Almonacid and Mancilla, 2020).

2 Μεθοδολογία

Η ανασκόπηση του πεδίου εφαρμογής αποτελεί έναν τρόπο χαρτογράφησης της υπάρχουσας γνώσης και έρευνας πάνω σε μία θεματική περιοχή. Εντοπίζει και αναλύει τυχόν κενά στην έρευνα και γνώση. Επιπρόσθετα διευκρινίζει ορισμούς και βασικές έννοιες μιας ερευνητικής περιοχής, εξετάζει τον τρόπο διεξαγωγής μιας έρευνας σ' ένα συγκεκριμένο πεδίο προσδιορίζοντας τα βασικά χαρακτηριστικά ή τους παράγοντες που συνδέονται με το θέμα που ερευνάται. Τέλος μπορεί να αποτελέσει έδαφος για μία συστηματική αναθεώρηση ή τη βάση για μια νέα έρευνα (Peters et al.,2015).

Τα βήματα για τη συγγραφή μιας ανασκόπησης του πεδίου εφαρμογής (scoping review) σύμφωνα με τους Arksey και O'Malley είναι έξι με το τελευταίο στάδιο να είναι προαιρετικό (Arksey et O'Malley, 2005). Αυτά είναι:

- ο προσδιορισμός των ερευνητικών ερωτημάτων
- ο προσδιορισμός των σχετικών μελετών
- η επιλογή μελετών
- η χαρτογράφηση δεδομένων
- η συγκέντρωση, σύνοψη και αναφορά των δεδομένων
- η συζήτηση.

Ο σκοπός της παρούσας διερευνητικής ανασκόπησης είναι πολλαπλός. Αρχικά θέλουμε να διερευνήσουμε τα διαθέσιμα στοιχεία ως προς τη χρήση συγκεκριμένων μουσικών συχνοτήτων και ηχητικών κυμάτων σε ανθρώπους που έχουν διαγνωστεί με νευρολογική διαταραχή και ο εντοπισμός των οφελών και περιορισμών της χρήσης τους στη νευρολογική μουσικοθεραπεία. Η επικείμενη διερευνητική βιβλιογραφική ανασκόπηση στοχεύει να χαρτογραφήσει τα υπάρχοντα αποδεικτικά στοιχεία σχετικά με τη χρήση συγκεκριμένων μουσικών συχνοτήτων και ηχητικών

κυμάτων ως κύριες και/ ή επικουρικές μέθοδοι θεραπείας σε νευρολογικούς ασθενείς όπως επίσης και τις επιδράσεις που έχουν σε αυτούς. Επιπλέον μέσω της χαρτογράφησης δημοσιευμένων μελετών στοχεύουμε στον εντοπισμό και τη συλλογή των ενδεχόμενων προϋποθέσεων που πρέπει να πληρούνται για τη χρήση και την αποδοτικότητα των μουσικών συχνοτήτων και ηχητικών κυμάτων. Επιπρόσθετα, να διερευνήσουμε την τρέχουσα χρήση των ηχητικών κυμάτων και μουσικών συχνοτήτων (όπως για παράδειγμα των «solfeggio frequencies») στην βιοϊατρική και την πιθανή συνεισφορά των σχετικών ερευνητικών ευρημάτων στη νευρολογική μουσικοθεραπευτική διαδικασία/ πρακτική. Συμπληρωματικά θα καταγράψουμε μέσω της συλλογής δημοσιευμένων μελετών τα πιθανά οφέλη αλλά και τους περιορισμούς που προκύπτουν από την χρήση των συγκεκριμένων συχνοτήτων και ηχητικών κυμάτων και τέλος να ανιχνεύσουμε σημαντικούς περιορισμούς και κενά στην τρέχουσα γνώση, ώστε να χρησιμοποιηθούν για μελλοντική έρευνα προς βελτίωση των θεραπευτικών πρακτικών στη νευρολογική μουσικοθεραπεία.

Η παρούσα διερευνητική βιβλιογραφική ανασκόπηση διεξήχθη σύμφωνα με το πλαίσιο των Arksey και O'Malley (Arksey and O'Malley,2005), το οποίο με τη σειρά του βελτιστοποιήθηκε από τον Levac και τους συνεργάτες του (2010). Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε βασίστηκε στα πρότυπα της μεθοδολογίας για «scoping review» που προτείνει το Joanna Briggs Institute (JBI) (Peters et al. 2015,2017).

Σύμφωνα με τη μεθοδολογία έτσι όπως έχει διαμορφωθεί (Peters et al. 2015,2017,2020) περιλαμβάνει εννέα στάδια. Το πρώτο βήμα είναι ο καθορισμός των στόχων της διερευνητικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης «scoping review» συνάμα και των ερευνητικών ερωτήσεων και η ευθυγράμμισή τους. Το δεύτερο βήμα περιλαμβάνει την ανάπτυξη και “ευθυγράμμιση” των κριτηρίων ένταξης με τους ερευνητικούς στόχους και τα ερευνητικά ερωτήματα. Το τρίτο βήμα

αφορά την περιγραφή της προσέγγισης για την αναζήτηση των αποδεικτικών στοιχείων, την επιλογή τους, την εξαγωγή δεδομένων και την παρουσίασή τους. Το τέταρτο βήμα αφορά την αναζήτηση των στοιχείων. Το πέμπτο, την συλλογή τους και το έκτο βήμα, την εξαγωγή των αποδεικτικών στοιχείων. Στο έβδομο βήμα γίνεται η ανάλυσή τους. Στο όγδοο και προτελευταίο βήμα γίνεται η παρουσίαση των στοιχείων και στο ένατο βήμα γίνεται η σύνοψη των στοιχείων ως προς τον σκοπό της παρούσας διερευνητικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης, την εξαγωγή συμπερασμάτων και των επιπτώσεων των ευρημάτων.

Σύμφωνα με το πρωτόκολλο του JBI, η στρατηγική αναζήτησης διαβαθμίζεται σε τρία στάδια. Στο πρώτο στάδιο γίνεται μια πρώτη αναζήτηση σε τουλάχιστον δύο βάσεις δεδομένων σχετικά με το θέμα. Στη συνέχεια ακολουθεί η ανάλυση των λέξεων κειμένου που συναντώνται τόσο στο τίτλο όσο και στην περίληψη των ανακτώμενων μελετών όπως επίσης και των όρων ευρετηρίου που χρησιμοποιούνται κατά την περιγραφή των άρθρων. Έπειτα ακολουθεί μια δεύτερη αναζήτηση με τους προσδιορισμένους όρους και λέξεων - κλειδιών σε όλες τις βάσεις δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν. Το τρίτο στάδιο της στρατηγικής αναζήτησης επικεντρώνεται στη χρήση της λίστας αναφορών των άρθρων/μελετών που θα περιλαμβάνονται στην χαρτογράφηση για περαιτέρω αναζήτηση πρόσθετων πηγών. Τέλος μια πλήρης στρατηγική αναζήτησης από μια βάση δεδομένων θα συμπεριληφθεί ως παράρτημα (appendix) στο πρωτόκολλο.

2.1 Κριτήρια Συμπερίληψης

Οι μελέτες έπρεπε να πληρούν ορισμένα κριτήρια για τη συμπερίληψή τους στη διερευνητική ανασκόπηση σύμφωνα με το πλαίσιο PICOS (Patient Intervention Comparison Outcome Study Design) το οποίο αποτελεί μια δομημένη προσέγγιση για τη στρατηγική αναζήτησης (McKenzie et al.,2022; Constantino et al.,2015). Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα ,

προκειμένου να συμπεριληφθούν οι μελέτες στην ανασκόπηση του πεδίου εφαρμογής έπρεπε το κλινικό δείγμα να αφορά ανθρώπους με κλινικά διεγνωσμένες νευρολογικές διαταραχές. Να γίνεται χρήση τουλάχιστον μίας εκ των παρεμβάσεων που είναι τα ηχητικά κύματα ή οι μουσικές συχνότητες, είτε ως ανεξάρτητη ή συνδυαστικά με άλλη θεραπεία στα πλαίσια νευρολογικής μουσικοθεραπείας ή άλλης θεραπευτικής παρέμβασης. Οι μελέτες έπρεπε να εξετάζουν και να αναφέρουν την επίδραση των συγκεκριμένων συχνοτήτων ή ηχητικών κυμάτων σε κλινικά και μη συμπτώματα ατόμων με νευρολογικές διαταραχές. Επίσης άλλο ένα κριτήριο ήταν οι μελέτες οποιουδήποτε τύπου ερευνητικού σχεδιασμού να είναι πρωταρχικές (original studies) και να έχουν αξιολογηθεί πριν τη δημοσίευσή τους σε επιστημονικά περιοδικά (peer reviewed). Η ανασκόπηση περιλαμβάνει μελέτες που έχουν δημοσιευτεί από 01/01/2000 έως και σήμερα και ήταν διαθέσιμο το πλήρες κείμενο της δημοσίευσης στις διεθνείς βάσεις δεδομένων. Η επιλογή μελετών της τελευταίας εικοσαετίας, ως χρονικού ορίζοντα, έγινε με γνώμονα το μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον που παρατηρείται στο χώρο της υγείας και των εναλλακτικών θεραπειών και συμβάλλει στη σύνθεση μιας πιο ενημερωμένης γνώσης. Ένα ακόμη κριτήριο ορίζεται η γλώσσα των άρθρων, η οποία είναι η αγγλική και η ελληνική. Η ελληνική επιλέχθηκε για πρακτικούς λόγους μιας και είναι πιο εύκολη στην ανάγνωση και κατανόηση των άρθρων και η αγγλική ως ευρέως διαδεδομένη παγκοσμίως προσφέροντας συνάμα πρόσβαση στις περισσότερες μελέτες. Ένα επιπλέον κριτήριο που έχει οριστεί είναι οι μελέτες που θα συλλεχθούν να μην είναι προηγούμενες βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις.

2.2 Στρατηγική Αναζήτησης

Η στρατηγική αναζήτησης περιλάμβανε αναζήτηση με λέξεις - κλειδιά σε τρεις διαφορετικές βάσεις δεδομένων. Η αναζήτηση και επιλογή συγκεκριμένων βάσεων δεδομένων έγινε με γνώμονα τη δημοσίευση κατά κύριο λόγο μουσικοθεραπευτικών και μουσικο-ιατρικών

ερευνών. Οι βάσεις δεδομένων στις οποίες έγινε αναζήτηση ήταν: Pubmed, Ebsco και Scopus. Η αυτοματοποιημένη αναζήτηση σε διεθνείς βάσεις δεδομένων έγινε αρχικά με τη χρήση των ακόλουθων λέξεων-κλειδιών: “neurologic music therapy” OR “music therapy” OR “music medicine” OR “sound therapy” OR “therapy” OR “treatment” AND “music frequenc(ies)” OR “frequency(ies)” OR “solfeggio frequenc(ies)” OR “sounds wave(s)” OR (therapeutic sound(s)) AND “neurological disorders” OR “neurological diagnosis” OR “neurological conditions”.

Λόγω του μη ικανοποιητικού αριθμού μελετών με τους παραπάνω όρους αναζήτησης έγινε μια τροποποίηση και οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν στην τελική αυτοματοποιημένη αναζήτηση ήταν : “music therapy” AND (“frequencies” OR “sound waves”). Από την αναζήτηση βρέθηκαν τα εξής αποτελέσματα : Pubmed = 15 μελέτες, EBSCO= 45 μελέτες, Scopus= 488 μελέτες. Συνολικός αριθμός μελετών: 548. Στο Παράρτημα φαίνεται η πλήρης στρατηγική αναζήτησης σε μια βάση δεδομένων.

Η αναζήτηση μελετών ήταν μια επαναληπτική διαδικασία με δοκιμή χρήσης λέξεων-κλειδιών που συνάδουν με τον τίτλο ενδιαφέροντος και της θεματικής περιοχής. Ωστόσο λόγω μη εύρεσης μελετών που να καλύπτουν τη θεματική περιοχή ενδιαφέροντος με τη χρήση συγκεκριμένων όρων όπως και η μη εύρεση ικανοποιητικού αριθμού μελετών χρειάστηκε να γίνει μια αναπροσαρμογή στη χρήση λέξεων -κλειδιών με προηγμένη (advanced) αναζήτηση σε τίτλο και περίληψη μελετών. Κατά συνέπεια έγινε αναζήτηση με όλα τα πιθανά «συνώνυμα» του κάθε όρου όπως θα μπορούσαμε να το συναντήσουμε στη διεθνή βιβλιογραφία λαμβάνοντας υπόψη και τις λέξεις κλειδιά (keywords) κάτω από την περίληψη της κάθε σχετικής δημοσιευμένης έρευνας. Το κάθε συνώνυμο έμπαινε σε διπλά εισαγωγικά (") και χωριζόταν από το προηγούμενο

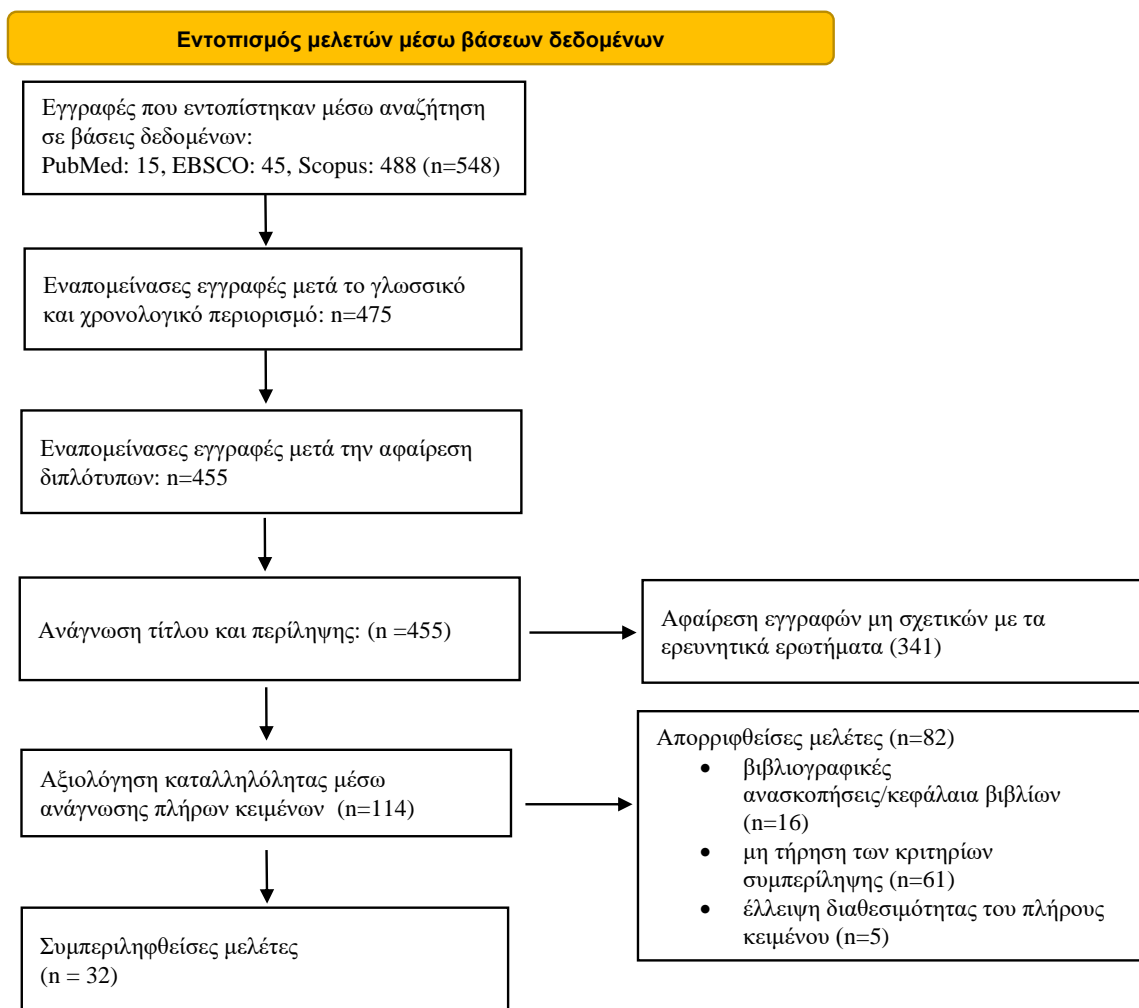
συνώνυμο με το διαζευκτικό OR και με τη χρήση του AND όταν αφορούσε διαφορετικές κατηγορίες όρων.

Οι μελέτες που βρέθηκαν εξετάστηκαν ως εξής: Πρώτα εξετάστηκε ο τίτλος και η ερευνητική περίληψη για να διαπιστωθεί αν είναι σχετικές με το ερευνητικό θέμα βάσει των κριτηρίων συμπερίληψης. Κατόπιν εξαίρεσης αυτών που δεν πληρούν τα κριτήρια, έγινε έλεγχος του πλήρους κειμένου των εναπομεινουσών μελετών για να διαπιστωθεί αν είναι σχετικές και πληρούν τα κριτήρια συμπερίληψης.

3 Αποτελέσματα

3.1 Αποτελέσματα Αναζήτησης

Μετά από δύο περιορισμούς α) χρονολογία δημοσίευσης 01/01/2000-20/05/2022 και β) γλώσσα αποτελεσμάτων : αγγλικά, ελληνικά τα αποτελέσματα ήταν: Pubmed: 14 μελέτες, EBSCO: 43 μελέτες, Scopus: 418 μελέτες. Συνολικός αριθμός μελετών :475 (περισσότερες λεπτομέρειες στην).



Εικόνα 3: Διάγραμμα PRISMA της τρέχουσας ανασκόπησης

Αφότου αφαιρέθηκαν τα διπλότυπα αποτελέσματα οι μελέτες που συμπεριλήφθησαν στην διερευνητική ανασκόπηση μετά από αξιολόγησή τους ως προς την θεματική περιοχή και

φαίνονταν να πληρούν τα κριτήρια ένταξης σύμφωνα με τον τίτλο και την περίληψη ήταν συνολικά 114. Από τις παραπάνω μελέτες οι βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις (literature reviews) και τα κεφάλαια βιβλίων (chapter book) ανέρχονταν στα 16 τα οποία αφαιρέθηκαν από τη διαδικασία του screening process, οπότε ο τελικός αριθμός των αποτελεσμάτων έφτασε τις 98 μελέτες.

Πέντε μελέτες αφαιρέθηκαν διότι δεν ήταν διαθέσιμο το πλήρες κείμενο στις βάσεις δεδομένων και 61 μελέτες δεν συμπεριλήφθηκαν διότι δεν πληρούσαν τα κριτήρια συμπερίληψης: όπως για παράδειγμα το κλινικό δείγμα δεν αφορούσε ανθρώπους, οι συμμετέχοντες δεν είχαν διαγνωσμένη κάποια νευρολογική διαταραχή.

3.2 Εξόρυξη Δεδομένων (Data Extraction)

Στο στάδιο της εξόρυξης δεδομένων (περισσότερες λεπτομέρειες στον πίνακα 1) χρησιμοποιήθηκαν 32 μελέτες και η εξαγωγή δεδομένων ήταν συνεπής με το ερευνητικό ερώτημα και ερευνητικό σκοπό. Οι πληροφορίες που εξήχθησαν από τις συμπεριλαμβανόμενες μελέτες ήταν:

- Όνομα συγγραφέα και ημερομηνία δημοσίευσης
- Χώρα/τόπος μελέτης
- Ερευνητικό περιβάλλον
- Δείγμα μελέτης
- Ερευνητικοί σκοποί και ερευνητικοί στόχοι μελέτης
- Ερευνητικός σχεδιασμός μελέτης
- Εργαλεία συλλογής δεδομένων
- Μέθοδος ανάλυσης
- Κύρια ευρήματα

Πίνακας 1: Αποτελέσματα εξόρυξης δεδομένων

Όνομα συγγραφέα / Ημερομηνία δημοσίευσης	Χώρα/Τόπος μελέτης	Ερευνητικό περιβάλλον (study setting)	Δείγμα μελέτης	Ερευνητικοί σκοποί and Ερευνητικοί στόχοι	Σχεδιασμός Μελέτης (study design)	Μέθοδος ανάλυσης	Εργαλεία Συλλογής Δεδομένων	Σημαντικά ευρήματα
Ibarra-Zarate,Naal - Ruiz,Alonso-Valerdi, 2022	Μεξικό	Κοινοτικό περιβάλλον (Community setting)	34 ασθενείς (24 γυναίκες και 10 άνδρες), ηλικίας από 29-60 χρονών με χρόνιες και ανθεκτικές εμβοές	Η σύγκριση της διονικής ηχοθεραπείας (binaural beat therapy) και μουσικοθεραπείας (music therapy)ως προς την αποτελεσματικότητά τους στην θεραπείας εμβοών και την εγκεφαλική δραστηριότητα	Κλινική δοκιμή με ομάδα μουσικοθεραπείας και ομάδα διφωνικής ηχοθεραπείας	τεστ δύο δειγμάτων (sample t test)	THI and HADS ερωτηματολόγια και EEG recordings	Η διφωνική ηχοθεραπεία συμβάλλει στη μείωση δυσφορίας ενώ η μουσικοθεραπεία μπορεί επιδεινώσει τις εμβοές ανάλογα με το είδος της μουσικής
Stein et al.,2016	Γερμανία	Κοινοτικό περιβάλλον (community setting)	100 συμμετέχοντες με τονικές εμβοές και ηλικία από 15-70 χρονών εκ των οποίων οι 83 ολοκλήρωσαν την παρέμβαση (43 ομάδα ελέγχου και 40 ομάδα θεραπείας)με μέση ηλικία 21-68 έτη και το 33% να είναι γυναίκες.	Η αξιολόγηση της επίδρασης του TMNMT (εξατομικευμένη εκπαίδευση μουσικής με εγχοπέες) στην αντίληψη και ένταση των εμβοών	Τυχαιοποιημένη διπλά τυφλή κλινική δοκιμή (randomized double blind clinical trial)	Μικτό μοντέλο ανάλυσης διακυμάνσεων επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ANOVA (mixed model repeated measures analysis of variances ANOVAs) ANCOVA ανάλυση συνδιακύμανσης (variance of covariance)	Ερωτηματολόγιο εμβοών μειονεξίας (THQ), VAS,Ερωτηματολόγιο Εμβοών (TQ), Κατάλογο Εμβοών Αναπηρίας (THI),κλίμακα κατάθλιψης (Allgemeine Depressionsskala – Langfassung, ADS-L),λίστα ελέγχου συμπτωμάτων για την καταγραφή της γενικής ψυχολογικής δυσφορίας (SCL-90-R),ακοομετρο με εύρος συχνοτήτων (εως 16kHz)	Το TMNMT επηρεάζει την αντίληψη των εμβοών και ειδικά ως προς την έντασή τους. Στην ομάδα θεραπείας υπήρξε μείωση της έντασης των εμβοών η οποία είχε διάρκεια και μετά την διακοπή της παρέμβασης TMNMT συγκριτικά με την ομάδα εικονικού φαρμάκου. Η ομάδα εικονικού φαρμάκου έδειξε χαμηλότερες βαθμολογίες στο TQ μετά την παρέμβαση TMNMT..

Teismann et al.,2014	Γερμανία	Κοινοτικό περιβάλλον	32 ασθενείς με χρόνιες (≥ 3 μήνες) τονικές εμβοές με συχνότητα εμβοών < 9 kHz	Η ενίσχυση της αποτελεσματικότητας του TMNMT στις τονικές εμβοές συνδυαστικά με το tDCS (διέγερση διακρανιακού συνεχούς ρεύματος)	Τυχοποιημένη διπλά τυφλή μελέτη	one-way ANOVA repeated measures ανάλυση διακύμανσης (analysis of variance) + tDCS Condition	Ερωτηματολόγια για μετρήσεις συμπεριφοράς: THQ,TQ total, TQE+C,THI,Tinnitus Loudness change	Ο συνδυασμός των TMNMT και tDCS συμβάλλουν στην μείωση της δυσφορίας των εμβοών και στη νευροπλαστικότητα
Mahboubi, Ziai and Djalilian, 2012	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής	Κοινοτικό περιβάλλον	32 ασθενείς με εμβοές (10 γυναίκες-22 άνδρες) με μέση ηλικία 49 έτη	Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης στοχευμένης ηχοθεραπείας (αρμονική ηχοθεραπεία) μέσω διαδικτύου στην ένταση των εμβοών	Οιονεί πειραματική	Μέση τιμή (means,) τυπική απόκλιση (standard deviation) και εύρος τιμών (range of values) πριν και μετά την παρέμβαση για την ένταση και δυσφορία των εμβοών και μη παραμετρικές δοκιμές για σύγκριση της μείωσης της έντασης/της ενόχλησης κάθε συμμετέχοντα και για την αξιολόγηση της διαφοράς στις μειώσεις και τις υπολειπόμενες αναστολές μεταξύ διαφορετικών επιπέδων ανεξάρτητων μεταβλητών	VAS (Visual Analog Scale)	Η αρμονική ηχοθεραπεία που καλύπτει τις συχνότητες των εμβοών και τις υποαρμονικές τους) μείωσαν την ένταση των εμβοών και την δυσφορία που προκαλούν
Rafiee et al., 2020	Καναδάς	Κλινικό περιβάλλον	13 (8 γυναίκες-5 άντρες) ασθενείς με επιληψία ηλικίας από 26-75 έτη	Να προσδιορίσει συγκριτικά την επίδραση της σονάτας Μότσαρτ K448 με παρόμοιο φασματικά μη ρυθμικό κομμάτι στη συχνότητα των επιληπτικών κρίσεων	τυχοποιημένη διασταυρούμενη μελέτη ελέγχου	ζεύγη t τεστ, στατιστικές και γραφικές παραστάσεις εκτίμησης, και Cohen's d	Ημερολόγια καταγραφής επιληπτικών κρίσεων και ηλεκτροεγκεφαλογράφημα	Η επίδραση της ακρόασης Mozart K.448 σε καθημερινή συχνότητα στη μείωση των επιληπτικών κρίσεων και ο εντοπισμός εναλλακτικού μουσικού κομματιού με ίδια ρυθμική δομή

Vanneste et al.,2013	Βέλγιο	Κλινικό περιβάλλον	26 ασθενείς (17 άνδρες,9 γυναίκες) με εμβοές. Μέση ηλικία 48,18 χρόνια	Να επαληθεύσει την υπόθεση ότι η διεγερση του ακουστικού συστήματος με μουσική που αντισταθμίζει την απώλεια ακοής μπορεί να καταστείλει τις χρόνιες εμβοές	διπλά τυφλή ελεγχόμενη μελέτη	Wilcoxon Signed Rank Test, KruskalWallis test, Manne Whitney U-testΣύγκριση μεταξύ συγκεκριμένων θεραπειών (μέσω μετρήσεων), όπως επίσης πριν και μετά την θεραπεία	VAS loudness, VAS annoyance, HADS, EEG and Electrocardiogramme (ηλεκτροκαρδιογράφημα)	Η χρήση μουσικής με ενίσχυση συχνοτήτων με αυξημένα κατώφλια μπορούν να επιδεινώσουν την κατάσταση των εμβοών
Paprad, Veeravignom et Desudchit, 2021	Ταϊλάνδη	Κλινικό περιβάλλον	26 ασθενείς με επιληψία και ηλικιακό εύρος 0-18 έτη	Η μελέτη της επίδρασης K448 του Μότσαρτ για δύο πιάνο στις μεσοπλευριες επιληπτικές εκκενώσεις στο ποσοτικό εγκεφαλογράφημα και στην μεταβλητότητα του καρδιακό παλμό	Τυχαιοποιημένη μονή- τυφλή ελεγχόμενη πιλοτική μελέτη	Mann–Whitney U test και e Wilcoxon	AccuScreenPro, EEG and electrocardiogram (ηλεκτροκαρδιογράφημα)	Η σονάτα K448 του Μότσαρτ μειώνει τα IEDs και ενισχύει την παρασυμπαθητική δραστηριότητα (αυξάνει τη συχνότητα δέλτα/θήτα και ταυτόχρονα μειώνει την αναλογία LH/HF)
Jeong, Kim,2007	Νότια Κορέα	Κλινικό περιβάλλον	36 επιζήσαντες εγκεφαλικού επεισοδίου και 33 ολοκληρωσαν τη συλλογή δεδομένων παρακολούθησης	Να δοκιμαστεί η παρέμβαση RAS σε ασθενείς μετά από εγκεφαλικό και η επίδρασή του σε κοινοτικό περιβάλλον	δυο ομάδες: ομάδα μελέτης και ομάδα ελέγχου	chi square test and t-test	Γωνιόμετρο (για μετρήσεις ευλυγισίας), Profile of Mood States, the Relationship Change Scale, Stroke Specific Quality of Life Scale	το RAS συνέβαλε στην ενδυνάμωση και ευλυγισία των κάτω άκρων και συμβάλλει στην αύξηση της νευροπλαστικότητας.
D'Alessandro et al.,2017	Ιταλία	Κοινοτικό περιβάλλον	12 ασθενείς με σοβαρή νοητική αναπηρία και επιληψία ανθεκτική σε φάρμακα (10 άνδρες και 2 γυναίκες) με μέση ηλικία 21,6 ετών.	Η διερεύνηση της μουσικής του Μότσαρτ στη συχνότητα των επιληπτικών κρίσεων σε άτομα με επιληψία και σοβαρή διανοητική αναπηρία	Τυχαιοποιημένη μελέτη διασταύρωσης	Μέσος όρος, τυπική απόκλιση και εύρος για τη συχνότητα επιληπτικών κρίσεων και χρήση μη παραμετρικού τεστ Wilcoxon για σύγκριση διαφοράς κρίσεων κατά τη διάρκεια και μετά την ακρόαση	Εγκεφαλογράφημα (EEG), μαγνητική τομογραφία (MRI), Vineland Adaptive Behaviour Scales	Κατά τη διάρκεια της θεραπείας η μέση συχνότητα των επιληπτικών κρίσεων μειώθηκε κατά 20,5% . Το 50% των συμμετεχόντων εμφάνισαν καλή ανταπόκριση στη θεραπεία. Υπάρχει διαφορά στην αρχική συχνότητα κρίσεων ανάμεσα

								στην ομάδα ανταπόκρισης και μη ανταπόκρισης στη θεραπεία (52,7±54,5 έναντι 201,3±178,5, αντίστοιχα) υποδηλώνοντας τη πιθανή συμβολή της σοβαρότητας της νόσου.
Shim et al.,2015	Νότια Κορέα	Κλινικό περιβάλλον	30 ασθενείς (21 άνδρες-9 γυναίκες) με ιδιοπαθείς υποκειμενικές εμβοές, διάρκειας >12 μηνών. Μέση ηλικία 58,47±15,85 ετών)	Η διερεύνηση της επίδρασης οδοντωτής μουσικής συνδυαστικά με διαδερμική διέγερση του πνευμονογαστρικού νεύρου (tVNS) μέσω ηλεκτροδίου στη θεραπεία χρόνιων εμβοών	Μη ελεγχόμενη πιλοτική μελέτη μιας ομάδας (a single group, uncontrolled pilot study)	Πολλαπλές αναλύσεις γραμμικής παλινδρόμησης Αναλύσεις συσχέτισης	Ερωτηματολογία: GI (global improvement),VAS (visual analogue scale),THI (tinnitus handicap inventory), tinnitus awareness score	Η ακρόαση προσαρμοσμένης μουσικής με αφαίρεση συχνοτήτων που αντιστοιχούν σε εμβοές με πλάτος εγχοπής 0,5 οκτάβα και με tVNS (ρυθμός παλμού 25 Hz, πλάτος παλμού 200 μs και ένταση 1–10 mA) είχε θετική επίδραση στην μείωση των συμπτωμάτων των εμβοών και της επίγνώσής τους από τους ασθενείς.
Riganello et al.,2015	Ιταλία	Κλινικό περιβάλλον	25 συμμετέχοντες εκ των οποίων 16 υγιείς (9 γυναίκες -7 άνδρες)ηλικίας 24-42 ετών και 9 ασθενείς με Σύνδρομο Βλαστικής Κατάστασης/Μη ανταποκρινόμενης εγρήγορσης (6 άνδρες-με ηλικία 16-31	Η διερεύνηση της ανταπόκρισης του αυτόνομου νευρικού συστήματος ασθενών με διαταραχή συνείδησης κατά τη διάρκεια μουσικών ερεθισμάτων : Tchaikovsky (Pathetic-1st move), Grieg (To πρωί), Boccherini (Minuet) και Mussorgsky (Νύχτα του Αγίου Ιωάννη στο φαλακρό βουτό).	Μελέτη συσχέτισης	Mann-Whitney's exact test, Friedman's exact test και Wilcoxon test	Ταχογράφημα and CRS-S (Coma Recovery Scale Revised	Στους ασθενείς που βρίσκονται σε κόμα οι τιμές σε nuLF και ShampEn ήταν χαμηλότερες κατά την ακρόαση Mussorgsky ενώ το nuLF παρέμεινε σε χαμηλές τιμές και κατά την ακρόαση του Grieg. Στην ίδια ομάδα, με την αύξηση της πολυπλοκότητας

			ετών και 3 γυναίκες με ηλικία 31-48 ετών)					του μουσικού ερεθίσματος μειωνόταν η αυτόνομη απόκριση και αυξανόταν η πνευμονογαστρική απόκριση.
Wunderlich et al.,2015	Γερμανία	Κοινοτικό Περιβάλλον	28 συμμετέχοντες με χρόνιες εμβοές (>3 μηνών).Η συχνότητα απώλειας ακοής κυμαίνεται από 125 Hz και 8,5 kHz ενώ σε ένταση ίση ή μικρότερη από 50 dB HL και 40 dB για κάθε εμβοή στο αυτί.	Η διερεύνηση ποιό από τα τρία πλάτη εγχοπής έχουν καλύτερο αντίκτυπο στο TMNMT: πλάτος εγχοπής μίας οκτάβας,½ οκτάβας και ¼ οκτάβας	διπλή τυφλή μελέτη	μικτή μέθοδος ANOVA	Μαγνητοεγκεφαλογράφημα and Ερωτηματολόγια: THI, TQ, VAS, GI	Σύμφωνα με την Κλίμακα Παγκόσμιας Κλινικής Αποτύπωσης, οι ασθενείς ανέφεραν βελτίωση στο πρόβλημα των εμβοών τους με το πλάτος της εγχοπής ½ οκτάβας. Επιπλέον στη συγκεκριμένη περιοχή συχνότητας εγχοπής η νευρική δραστηριότητα μειώθηκε και τρεις ημέρες μετά τη θεραπεία.
Okamoto et al.,2010	Γερμανία	Κοινοτικό περιβάλλον	23 ασθενείς με χρόνιες εμβοές και συχνότητα εμβοών μικρότερη ή ίση των 8 Hz	Η μελέτη της επίδρασης τροποποιημένης (μη εμπεριέχει ενέργειας στο εύρος συχνοτήτων που περιβάλλει τη μεμονωμένη συχνότητα εμβοών), επιλεγμένης ευχάριστης μουσικής στη μείωση της έντασης των εμβοών	διπλά τυφλή μελέτη	στατιστική σύγκριση πριν και μετά τη θεραπεία	Tinnitus match Analog Scale for tinnitus loudness	Η παρέμβαση συνέβαλε στη μείωση της έντασης των εμβοών και της δραστηριότητας του φλοιού
Štillová et al.,2021	Τσεχία(Τσεχική Δημοκρατία)	Κλινικό περιβάλλον	18 ασθενείς (εννέα γυναίκες, εννέα άνδρες) με επιληψία ανθεκτική στη	Η σύγκριση του φαινομένου Μότσαρτ με τη συμφωνία 94 του Haydn διερευνώντας τις ομοιότητες των	Δεν αναφέρεται	Wilcoxon test σε ζεύγη δειγμάτων και MannWhitneyU test (two tailed tests)	Εγκεφαλογράφημα,Μαγνητική τομογραφία, Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων	Η σονάτα K448 του Μότσαρτ είχε αντίκτυπο στη μείωση κατά 32% των επιληπτικών κρίσεων σε άνδρες

			φαρμακευτική αγωγή.	μουσικών κομματιών και τις διαφορές που μπορεί να επηρεάσουν στις κρίσεις επιληψίας.				και γυναίκες. Από την άλλη το Haydn's No94 αύξησε τις κρίσεις 45% (αλλά μειώθηκε στις γυναίκες.Ως προς τα μουσικά χαρακτηριστικά που μπορεί να συνέβαλαν είναι η μείωση της δυναμικής και του ρυθμού, καθώς και το μουσικό κομμάτι να έχει αρμονικό φάσμα για τις γυναίκες.. Για τους άνδρες παίζουν εξέχοντα ρόλο τα σύμφωνα διαστήματα, οι υψηλές συχνότητες στο μεγαλύτερο μέρος τους και όσον αφορά το ρυθμό και το αρμονικό φάσμα.
Lin et al., 2011	Ταϊβάν	Κλινικό περιβάλλον	11 παιδιά (6 αγόρια και 5 κορίτσια) με ανθεκτική επιληψία.. Εύρος ηλικίας 2-14 ετών.	Διερεύνηση της επίδρασης της σονάτας Mozart K448 στη συχνότητα των επιληπτικών κρίσεων σε ασθενείς με ανθεκτική επιληψία	Μελέτη χωρίς ομάδα ελέγχου και μετρήσεις παρατεταμένης χρονικής διάρκειας (uncontrolled longitudinal study)	ANOVA t test, "means± SD" , t test	Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence III (για προσδιορισμό IQ), ημερολόγιο συμβάντων	Παρατηρήθηκε ότι κατά τη διάρκεια της μουσικής παρέμβασης που είχε διάρκεια 6 μηνών, η ακρόαση της σονάτας K448 του Μότσαρτ έχει θετική επίδραση στις επιληπτικές κρίσεις κατά μέσο όρο 72,7%. 85,7% ήταν η μείωση των γενικευμένων κρίσεων και 50% στις εστιακές κρίσεις.

Lin et al., 2010	Ταϊβάν	Κλινικό περιβάλλον	58 ασθενείς με επιληψία (30 άνδρες και 28 γυναίκες) με εύρος ηλικίας μεταξύ 1-19 ετών	Η μελέτη της επίδρασης του K448 για δύο πιάνο και των χαρακτηριστικών του, στη μείωση της επιληπτικής έκκρισης μετρώντας διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου όπου λαμβάνει χώρα αυτή η διαδικασία.	Παράλληλη διασταυρούμενη μελέτη (parallel crossover study)	Paired-t tests, Fisher's Exact test ,mean \pm SEM	Εγκεφαλογράφημα (EEG) and Σπεκτροδιάγραμμα ανάλυσης μουσικών συνθέσεων	Το πιάνο K448 φάνηκε να είναι πιο αποτελεσματικό στις ηλεκτρογραφικές αιχμές που συμβαίνουν μεταξύ των επιληπτικών κρίσεων. Επιπλέον, οι περιοχές που παρουσίασαν περισσότερη εκπομπή (εκροές) ήταν ο κεντρικός φλοιός ή η γενική εκκένωση. Από 11 ασθενείς στους οποίους το πιάνο K448 είχε θετική επίδραση, οι τρεις είχαν κροταφικές εκκρίσεις.
Lin et al., 2014	Ταϊβάν	Κλινικό περιβάλλον	46 παιδιά ηλικίας <18 με επιληπτικές εκκρίσεις	Η μελέτη της επίδρασης του K448 στην υποτροπή των επιληπτικών κρίσεων σε παιδιά με επιληψία	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη	Paired t test with ANOVA, Chi-square test	Εγκεφαλογράφημα (eeg), Kaplan Meier (για μετρήσεις υποτροπής επιληπτικών κρίσεων)	Η συνάτα Mozart K448 είχε θετική επίδραση στην υποτροπή των επιληπτικών κρίσεων, σε ποσοστό 76.8% στην ομάδα ελέγχου και 37.2% στην ομάδα θεραπείας. Επιπλέον, οι επιληπτικές εκκρίσεις μειώθηκαν κατά την παρέμβαση σε ποσοστό 70-80% σε παιδιά που παρουσίασαν πρώτες απρόκλητες κρίσεις με

								ιδιοπαθή αιτιολογία
Lin et al., 2012	Ταϊβάν	Κλινικό περιβάλλον	39 παιδιά (20 κορίτσια και 19 αγόρια) με επιληπτικές εκκρίσεις. Ηλικίας μεταξύ 2-17 ετών.	Η διερεύνηση της επίδρασης της σονάτας Mozart K545 στις εκκρίσεις παιδιών με επιληψία και να τη συγκρίνει με την επίδραση του K448.	Δεν αναφέρεται	ANOVA and t-test δύο δειγμάτων, chi-square test	Εγκεφαλογράφημα (EEG), Σπекτρογράμματα ανάλυσης ομοιοτήτων και διαφορών για μουσικές συνθέσεις	Οι μουσικές συνθέσεις Mozart K448 και K545 παρουσίασαν ομοιότητες όπως στις χαμηλές αρμονικές που φάνηκε να έχουν αντίκτυπο στη μείωση των επιληπτικών εκκρίσεων στα παιδιά. Τα αποτελέσματα ήταν σημαντικά όταν οι εκκρίσεις ήταν από τον κεντρικό φλοιό ή γενικευμένες. Όταν οι εκκρίσεις προέρχονταν από ινιακές εστίες, παρατηρήθηκε όχι σημαντική μείωση των επιληπτικών εκκρίσεων και σε ορισμένες περιπτώσεις αύξηση.

Coppola et al., 2015	Ιταλία	Κοινοτικό περιβάλλον	11 ασθενείς (7 άντρες και 4 γυναίκες) με επιληπτική εγκεφαλοπάθεια ηλικίας 1,5-21 ετών. Οι ασθενείς είχαν σοβαρή διανοητική αναπηρία που είχε να κάνει με εγκεφαλική παράλυση (9 ασθενείς είχαν σπαστική τετραπάρεση, 1 διπλή ημιπάρεση και 1 δεξιά ημιπάρεση)	Ο συνδυασμός του αποτελέσματος από την ακρόαση συνθέσεων Mozart με την μέθοδο Tomatis και να αξιολογήσει τον αντίκτυπό τους στην ποιότητα και τη συμπεριφορά του ύπνου σε ασθενείς με επιληψία ανθεκτική στα φάρμακα και ηλικίας 1,5-21 ετών.	Μη τυχαιοποιημένη ανοιχτή δοκιμή (not randomized open label trial)	Paired t-test, ανάλυση αμφίδρομης διακύμανσης (analysis of variance two- way)	Εγκεφαλογράφημα, Τομογραφία εγκεφάλου, μαγνητική τομογραφία, ημερολόγια καταγραφής επιληπτικών κρίσεων, ερωτηματολόγια	Μείωση της υποτροπής της επιληψίας και βελτίωση 45% στην ποιότητα του ύπνου καθώς και στην καθημερινή τους συμπεριφορά
----------------------	--------	----------------------	--	---	--	---	--	--

Hutter et al., 2014	Γερμανία	Κοινοτικό Περιβάλλον	175 ασθενείς με χρόνιες εμβοές (51 γυναίκες και 124 άνδρες) με εύρος ηλικίας μεταξύ 22-84 ετών.	Η διερεύνηση των αλλαγών στο ύψος των εμβοών κατά τη διάρκεια των θεραπευτικών παρεμβάσεων	Δεν αναφέρεται	Paired t-test, Ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις. ANOVA (analysis of variance)	Γεννήτρια τόνου (Mair and Rohner OEG ©: Arbitrary Waveform Generator WG 810)	το ύψος των εμβοών άλλαξε κατά τη διάρκεια 4 ημερών θεραπείας, σχεδόν δύο οκτάβες
---------------------	----------	----------------------	---	--	----------------	--	--	---

Calamassi et al., 2020	Ιταλία	Κλινικό περιβάλλον	12 συμμετέχοντες (8 άνδρες με μέση ηλικία =58,12, SD ±13,62 και 4 γυναίκες με μέση ηλικία =56,25, SD ±14,17). Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν κακώσεις νωτιαίου μυελού (5 τετραπληγικοί και 7 παραπληγικοί).	Η διερεύνηση της επίδρασης της μουσικής συντονισμένης στα 440 Hz και 432 Hz στην ποιότητα του ύπνου σε ασθενείς με κακώσεις του νωτιαίου μυελού.	Διπλά τυφλή διασταυρούμενη πιλοτική μελέτη	Agostino's test, Student's T	Ερωτηματολόγια Sleep Scale, PSS (Perceived Stress Scale)	Η μουσική συντονισμένη στα 432 Hz ήταν πιο αποτελεσματική στον ποιοτικό ύπνο από τα 440 Hz.
------------------------	--------	--------------------	--	--	--	------------------------------	--	---

Alonso-Valerdi, González-Salazar and Ibarra-Zarate, 2021	Μεξικό	Κλινικό περιβάλλον	102 συμμετέχοντες ξεκίνησαν και 76 συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν τη μελέτη με μέση ηλικία τα 57,54 έτη.	Η σύγκριση παρεμβάσεων που χρησιμοποιούνται για την θεραπεία των εμβοών και η πρόταση κατευθυντήριας γραμμής σύμφωνα με τα αποτελέσματα.	Η ομάδα μουσικής παρέμβασης είχε (10) συμμετέχοντες, T BB (14), TRT (15), TEAE (13), APT (13), Control (11).	Wilcoxon rank sum test, t-test	Εγκεφαλογράφημα, ερωτηματολόγια THI, HADS	Η παρέμβαση με TRT φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική για τις εμβοές αλλά όχι για ασθενείς με υψηλό άγχος. Η παρέμβαση TEAE επίσης δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε ασθενείς με υψηλό επίπεδο άγχους και στρες. Όταν η συχνότητα της μουσικής συμπίπτει με τις εμβοές τότε μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στις εμβοές.
Lin et al., 2013	Ταϊβάν	Κλινικό περιβάλλον	64 παιδιά (31 αγόρια, 33 κορίτσια) με επιληψία. Το εύρος ηλικίας ήταν μεταξύ 2-15 ετών.	Η διερεύνηση της επίδρασης των Mozart K448 και K545 στις επιληπτικές εκκρίσεις και την αυτόνομη ενεργοποίηση σε παιδιά με επιληψία	Δεν αναφέρεται	Chi-square tests, Wilcoxon signed-rank tests, paired t-test	Ηλεκτροκαρδιογράφημα (ECG)	Η μουσική του Μότσαρτ είχε αντίκτυπο στη μείωση των επιληπτικών εκκρίσεων και ενεργοποίησε το παρασυμπαθητικό σύστημα.

Pape et al., 2014	Γερμανία	Κοινοτικό περιβάλλον	19 ασθενείς με εμβοές και εύρος ηλικίας 23-64 έτη	Να μελετήσει και να συγκρίνει την επίδραση του μονοτροπικού και πολυτροπικού TMNMT στην πλαστικότητα του φλοιού μέσω MEG και μετρήσεων συμπεριφοράς	Δύο ομάδες μονοτροπική (n=9) και πολυτροπική (n=10) χωρίστηκαν ψευδο-τυχαία	GLM- Flex and ANOVA mixed method	Μαγνητοεγκεφαλογράφημα, STAI (State Trait Anxiety Inventory), ADS-L psychic estimator	Οι μετρήσεις MEG έδειξαν ότι η φιλτραρισμένη μουσική συμβάλλει στην πλαστικότητα του φλοιού που αναδιοργανώνει τον ακουστικό μηχανισμό διατηρώντας την αντίληψη των εμβοών. Επιπλέον, η νευροπλαστικότητα είναι πιο έντονη σε μονοτροπικό TMNMT.
-------------------	----------	----------------------	---	---	---	----------------------------------	---	--

Zhang et al., 2021	Κίνα	Κλινικό περιβάλλον	20 νοσηλεύόμενοι ασθενείς που διαγνώστηκαν με ελάχιστη κατάσταση ευαισθησίας). Η ομάδα ελέγχου (10 άτομα, 5 άνδρες και 5 γυναίκες) και ομάδα παρέμβασης (10 άτομα, 6 άνδρες και 4 γυναίκες). Η μέση ηλικία στην ομάδα παρέμβασης ήταν $43,33 \pm 18,76$ έτη και στην ομάδα ελέγχου $48,83 \pm 18,79$	Να αποδειχθεί η θετική επίδραση της μουσικής παρέμβασης στο αυτόνομο νευρικό σύστημα ασθενών με διαταραχή συνείδησης	Τυχαιοποιημένη Ελεγχόμενη Δοκιμή	ANOVA, paired t-test	GCS (Glaskow Coma Scale) and SMART Scale (Sensory Modality Assessment and Rehabilitation Techniques), HRV (heart rate variability) and ANS (autonomic nervous system measurements)	Τα επιλεγμένα μουσικά ερεθίσματα του θεραπευτή ενισχύουν τη δραστηριότητα του αυτόνομου νευρικού συστήματος περισσότερο από τα μουσικά ερεθίσματα που επιλέγονται από τους ασθενείς
--------------------	------	--------------------	--	--	----------------------------------	----------------------	--	---

Buard et al., 2019	Η.Π.Α	Κλινικό περιβάλλον	3 συμμετέχοντες με νόσο Πάρκινσον (δεξί χέρι)	Η απόδειξη ότι οι κινητικές τεχνικές NMT σχετίζονται με την ενεργοποίηση και τη σύνδεση μεταξύ ακουστικού και κινητικού φλοιού.	Μελέτη περίπτωσης	GLM-ς a one-sample t test	Μαγνητική τομογραφία (MRI), Μαγνητοεγκεφαλογράφημα (MEG) και Unified Parkinson's Disease Rating Scale, The Grooved Pegboard Test, The Finger-Thumb Opposition Task.	Η Νευρολογική Μουσικοθεραπεία ενεργοποιεί το κινητικό και ακουστικό σύστημα
--------------------	-------	--------------------	---	---	-------------------	---------------------------	---	---

Kim et al., 2017	Κορέα	Κλινικό περιβάλλον	82 (40 άνδρες και 42 γυναίκες) ασθενείς με τονικές (σταθερό ύψος) εμβοές και μέση ηλικία 45,52 ± 16,17 έτη	Να εκτιμηθεί η ακρίβεια και η αξιοπιστία του αυτο-χορηγούμενου αντιστοίχισης εμβοών (CSTPM) που βασίζεται σε υπολογιστή συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με τη συμβατική ακουομετρική διαδικασία (CAP) προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σε λογισμικό μουσικοθεραπείας για εμβοές.	Όλοι οι ασθενείς χωρίστηκαν σε 2 ομάδες σύμφωνα με τη διαφορά των αποτελεσμάτων της δοκιμής μεταξύ του CSTPM και του CAP: η ομάδα Α περιλάμβανε ασθενείς των οποίων η διαφορά ύψους των εμβοών ήταν $\leq 0,5$ οκτάβες και η ομάδα Β περιλάμβανε ασθενείς με διαφορά $>0,5$ οκτάβες.	Wilcoxon signed-rank test.	ακούμετρο, βαθμονομημένα ακουστικά (calibrated headphones), Matlab environment and formula	Το CSTPM θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αντί του CAP, αλλά λαμβάνοντας υπόψη όλες τις συνθήκες για να αποφευχθεί η σύγχυση της οκτάβας.
---------------------	-------	--------------------	--	--	--	----------------------------	--	--

Teismann, Okamoto, and Pantev, 2011	Γερμανία	Κοινοτικό περιβάλλον	20 ενήλικες με χρόνιες (ίσες ή άνω των 3 μηνών) τονικές εμβοές και απώλεια ακοής ίση ή μικρότερη των 50 dB.	Η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας του TMNMT στις εμβοές κατά τη διάρκεια 5 ημερών, της επίδρασης της παρέμβασης μετά τη θεραπεία και της σχετικότητας του ύψους των εμβοών με τη συχνότητα που χρησιμοποιείται στο TMNMT.	Μονή τυφλή μελέτη (single blind study)	t-values and corresponding p-values	Ερωτηματολόγια TQ, VAS intensity of tinnitus, μαγνητοεγκεφαλογράφημα (MEG)	Τα TMNMT έχουν αντικτύπο στη μείωση της έντασης και της δυσφορίας από τις εμβοές. Αυτή η παρέμβαση φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική εάν χρησιμοποιείται μακροπρόθεσμα, για να προωθηθεί σε ασθενείς με εμβοές συχνότητας >8 kHz και να χρησιμοποιηθούν εγκεφαλικοί νευρώνες που σχετίζονται με το συναίσθημα, την προσοχή και τα κίνητρα
-------------------------------------	----------	----------------------	---	--	--	-------------------------------------	--	--

Grylls et al., 2018	Σκωτία	Κλινικό περιβάλλον	45 παιδιά (23 γυναίκες και 22 άνδρες) ηλικίας μεταξύ 2-18 ετών. Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν επιληψία	Να μελετηθεί εάν το Mozart K448 έχει επίδραση στη μείωση των επιληπτικών εκκρίσεων σε EEG (παιδιά) σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου	Δεν αναφέρεται	Friedman's ANOVA and Bonferroni correction	Εγκεφαλογράφημα (EEG)	Οι μετρήσεις EEG δείχνουν ότι η συνάτα Mozart K 448 t έχει θετική επίδραση στη μείωση της επιληπτικής δραστηριότητας στα παιδιά κάτι που δεν παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της μουσικής ελέγχου.
---------------------	--------	--------------------	--	---	----------------	--	-----------------------	--

Turner, 2004	Η.Π.Α.	Κοινοτικό περιβάλλον	4 παιδιά (2 αγόρια-2 κορίτσια). Η ηλικία των συμμετεχόντων ήταν 5-9 ετών και με διάγνωση καλοήθους παιδικής επιληψίας με συγχρονικές αιχμές	Η διερεύνηση στον αντίκτυπο της σονάτας του Μότσαρτ K448 στις ενδιάμεσες επιληπτικές εκκρίσεις σε παιδιά με «καλοήθους παιδική επιληψία με αμφιλεγόμενες αιχμές» ή «ρολαντική επιληψία»	τυχαιοποιημένη, μονή-τυφλή, διασταυρούμενη, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο, πιλοτική κλινική δοκιμή	Δεν αναφέρεται	Εγκεφαλογράφημα (EEG)	Αν και το δείγμα είναι μικρό και μόνο δύο από αυτά παρουσίασαν επαρκή εγρήγορση IED» για στατιστική ανάλυση, παρατηρείται μείωση των IEDs κατά την έκθεση στη σονάτα του Mozart
--------------	--------	----------------------	---	---	---	----------------	-----------------------	---

Munro and Searchfield, 2019	Νέα Ζηλανδία	Κοινοτικό περιβάλλον	20 συμμετέχοντες με εμβοές (12 άνδρες, 8 γυναίκες) έλαβαν μέρος στη μελέτη, με ηλικιακό εύρος 40–83 ετών (μέση ηλικία = 64 έτη)	Η διερεύνηση της επίδρασης των διφωνικών παλμών στις εμβοές, ενσωματωμένοι σε ήχους ωκεάνιων κυμάτων	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη	Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης(MANO VA)	Perceived Arousal Scale and Tinnitus Rating Scale	Ορισμένα άτομα παρουσίασαν μεγαλύτερη βελτίωση με την ενίσχυση των ήχων ωκεάνιων κυμάτων με διφωνικούς παλμούς. Η προσθήκη διφωνικών ρυθμών στα 8 Hz σε έναν ωκεάνιο ήχο δεν έδειξε σημαντικά ομαδικά οφέλη σε σχέση με ήχο χωρίς την προσθήκη των διφωνικών παλμών.
-----------------------------	--------------	----------------------	---	--	----------------------------------	--	---	--

Fukuda et al., 2011	Ιαπωνία	Κλινικό περιβάλλον	23 ασθενείς (10 άνδρες-13 γυναίκες) με χρόνιες εμβοές με εύρος ηλικίας από 16-85 έτη	Η ακουστική ανάλυση περιβαλλοντικών ήχων που χρησιμοποιούνται στην επανεκπαίδευση εμβοών (TRT) και η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς της με τη χρήση φορητής συσκευής αναπαραγωγής μουσικής (PMP) με περιβαλλοντικούς ήχους	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή	Student's unpaired t-tests	THI, φασματόγραμμα ήχου (spectrogram sound)	Οι αναλογίες αποτελεσματικότητας TRT στην ομάδα PMP, την ομάδα TCI και την ομάδα HA στους 12 μήνες μετά τη θεραπεία ήταν 71%, 67% και 70%, αντίστοιχα.
---------------------	---------	--------------------	--	--	----------------------------------	----------------------------	---	--

3.3 Γενικά χαρακτηριστικά μελετών

Συνολικά 32 δημοσιεύσεις πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης. Όλες ήταν πρωταρχικές μελέτες και είχαν αξιολογηθεί πριν την δημοσίευσή τους σε επιστημονικά περιοδικά. Στις ερευνητικές μελέτες το δείγμα των ανθρώπων παρουσίαζε κάποια νευρολογική διαταραχή και χρησιμοποιήθηκαν τα ηχητικά κύματα ή οι μουσικές συχνότητες ως ανεξάρτητη παρέμβαση ή συνδυαστικά με άλλη θεραπευτική παρέμβαση.

Οι εργασίες δημοσιεύτηκαν μεταξύ 2004 και 2022, με την πλειοψηφία να γράφεται το 2014, 2015 και 2021. Δεκαεννέα μελέτες πραγματοποιήθηκαν σε κλινικό περιβάλλον και δεκατρείς σε κοινοτικό περιβάλλον. Από τις τριάντα δύο εργασίες που περιλαμβάνονται, οι δώδεκα (37.5%) έχουν ως κλινικό δείγμα ανθρώπους με επιληπτικές κρίσεις, δεκαπέντε εργασίες (46.87%) αφορούν ασθενείς που πάσχουν από χρόνιες εμβοές, μία εργασία (3.1%) έχει ως δείγμα άτομα με τη νόσο του Πάρκινσον, μία μελέτη (3.1%) αφορά ανθρώπους μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, δύο έρευνες (6.25%) εξετάζουν την παρέμβαση σε άτομα που διαγνώστηκαν σε κατάσταση ελάχιστης συνείδησης σύμφωνα με (GCS) την κλίμακα κώματος της Γλασκώβης (Tsai et al., 2020) και τέλος μία εργασία (3.1%) που έχει ως κλινικό δείγμα άτομα με τραυματική βλάβη του νωτιαίου μυελού μετά από ατύχημα.

Οι περισσότερες μελέτες προέρχονται από την Ευρώπη με δεκατέσσερις μελέτες και συγκεκριμένα από τις εξής χώρες: Γερμανία (n=7) αφορούσαν τις εμβοές (Stein et al.,2016; Teismann et al.,2014; Wunderlich et al.,2015; Okamoto et al.,2010; Hutter et al.,2014; Pape et al.,2014; Teismann,Okamoto and Pantev,2011), Ιταλία (n=4) εκ των οποίων οι δύο αφορούσαν την επιληψία (D'Alessandro et al.,2017; Coppola et al.,2015), μία τη βλάβη στο νωτιαίο μυελό (Calamassi et al.,2020) και μία τη κωματώδη κατάσταση (Riganello et al.,2015), Βέλγιο (n=1) με εμβοές (Vanneste et al.,2013), Σκωτία (n=1) με επιληπτικές κρίσεις (Grylls et al.,2018), Τσεχία

(n=1) με επιληψία (Stillova et al.,2021). Ακολουθεί η Ασία με ένδεκα μελέτες και συγκεκριμένα: Ταϊβάν (n=5) όλες αφορούσαν τις επιληπτικές κρίσεις (Lin et al.,2010; Lin et al.,2011; Lin et al.,2012; Lin et al.,2013; Lin et al.,2014), Ταϊλάνδη (n=1) με επιληψία (Paprad,Veeravigrom and Desudchit,2021), Νότια Κορέα (n=3), δύο αφορούν τις εμβοές (Shim et al.,2015; Kim et al.,2017) και μία εγκεφαλικό επεισόδιο (Jeong and Kim,2007), Ιαπωνία (n=1) με εμβοές (Fukuda et al.,2011), Κίνα (n=1), με κατάσταση ελάχιστης συνείδησης (Zhang et al.,2021) . Η Αμερική περιλαμβάνει έξι μελέτες και κατανέμονται: Μεξικό (n=2) αφορούν τις εμβοές (Ibarra-Zarate,Naal-Ruiz and Alonso-Valerdi,2022; Alonso-Valerdi, Gonzalez-Salazar and Ibarra-Zarrate,2021), Καναδάς (n=1) με επιληψία (Rafiee et al.,2020), Η.Π.Α. (n=3) η κάθε μια αφορά διαφορετική νευρολογική διαταραχή όπως εμβοές (Mahboubi,Ziai and Djalilian,2012)-επιληψία (Turner, 2004) - νόσος Πάρκινσον (Buard et al., 2019). Τέλος μία μελέτη έγινε στην Ωκεανία και συγκεκριμένα στη Νέα Ζηλανδία (n=1), με εμβοές (Munro and Searchfield, 2019).

Το σύνολο των ασθενών που πήραν μέρος στις έρευνες σχετικά με τις χρόνιες εμβοές φτάνει τους 720 ασθενείς. Ο συνολικός αριθμός των ασθενών με επιληπτικές κρίσεις είναι 347 άνθρωποι. Στην έρευνα που εξετάζει τη χρήση ηχητικών κυμάτων ή μουσικών συχνοτήτων σε άτομα μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, ο αριθμός των συμμετεχόντων φτάνει τους 36 ασθενείς. Οι μελέτες που έχουν ως κλινικό δείγμα άτομα σε κατάσταση ελάχιστης συνείδησης αφορούν 45 ασθενείς. Τρεις ασθενείς συμμετέχουν σε έρευνα που αφορά τη νόσο Πάρκινσον και 12 ασθενείς φέρουν βλάβη στο νωτιαίο μυελό μετά από ατύχημα. Ο συνολικός αριθμός των συμμετεχόντων με νευρολογικές διαταραχές που ερευνώνται στις τριάντα δύο μελέτες είναι 1.163 ασθενείς. Οι σχεδιασμοί της πλειοψηφίας των μελετών είναι τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες (n=6) και τυχαιοποιημένες διπλά τυφλές μελέτες (n=4).

Χρησιμοποιούνται διάφορα εργαλεία για τη συλλογή δεδομένων και μετρήσεων. Σε οκτώ μελέτες γίνονται μετρήσεις συμπεριφοράς με χρήση ερωτηματολογίων. όπως Tinnitus Handicap Questionnaire (THQ), Tinnitus Handicap Inventory (THI), Tinnitus Questionnaire (TQ) τα οποία αφορούν τις εμβοές και την αντίληψη τους, κλίμακες με τις οποίες μετράνε την κατάθλιψη όπως είναι το Allgemeine depressionskala lange version (ADS-L) αλλά και καταγραφή των χαρακτηριστικών άγχους (State Trait Anxiety Inventory -STAI). Επιπλέον πέντε μελέτες χρησιμοποιούν οπτική αναλογική κλίμακα (Visual Analog Scale -VAS) για την ένταση και ενόχληση των εμβοών και σε επτά μελέτες γίνεται χρήση του THI που είναι ένα ερωτηματολόγιο σύμφωνα με το οποίο παρακολουθείται η εξέλιξη της αντίληψης των εμβοών. Σε τρεις μελέτες χρησιμοποιείται το ερωτηματολόγιο Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) για τον προσδιορισμό του άγχους και του βαθμού κατάθλιψης που προκαλούν οι εμβοές. Σε τέσσερις μελέτες γίνεται ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) ενώ επίσης σε τέσσερις μελέτες επιλέγεται το μαγνητοεγκεφαλογράφημα (MEG). Τέλος μια μελέτη καλεί τους ασθενείς να αξιολογήσουν τη συνολική βελτίωση της κατάστασης των εμβοών και ότι αυτό συνεπάγεται με τη χρήση της κλίμακας CGI (Clinical Global Improvement Scale). Περισσότερες λεπτομέρειες για τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων συνοψίζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Παρουσίαση πληροφοριών σχετικά με τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων στις συμπεριληφθείσες έρευνες.

<p>ADS-L (Allgemeine depressionskala lange version): η γενική κλίμακα κατάθλιψης είναι ένα εργαλείο αυτοαξιολόγησης το οποίο βασίζεται στην κλίμακα κατάθλιψης του κέντρου επιδημιολογικών μελετών (CES-D) (Radlof, 1977). Αποτελείται από 20 ερωτήσεις με τέσσερις πιθανές απαντήσεις για την κάθε μία και βαθμολογία 0-3. Η συγκέντρωση βαθμολογίας ίσης και άνω των 16 βαθμών αποτελεί καταθλιπτικό επεισόδιο (Schroeder et. al.,2007).</p>
<p>STAI (State Trait Anxiety Inventory): είναι μια σταθμισμένη κλίμακα που δημιουργήθηκε από τον Spielberger και τους συνεργάτες του (Spielberger and Gorsuch, 1966; Spielberger, et al., 1970). Παρέχει αυτοαναφορές μετρήσεων τόσο του A-State (περιλαμβάνει 20 ερωτήματα σχετικά με συναισθήματα , ένταση, νευρικότητας, ανησυχίας) όσο και του A-Trait (περιλαμβάνει επίσης 20 δηλώσεις σχετικές με συχνότητα παρουσίας συγκεκριμένων συμπτωμάτων άγχους) (Spielberger et al.,1971).</p>

<p>THQ (Tinnitus Handicap Questionnaire): Το ερωτηματολόγιο εμβοών μειονεξίας (THQ) χρησιμοποιείται για μετρήσεις της υποκειμενικής αναπηρίας των εμβοών σχετικά με την ακοή και αντίληψη των εμβοών, όπως και τις επιπτώσεις συναισθηματικές, κοινωνικές και στην υγεία (Meric et al.,1997).</p>
<p>TQ (Tinnitus Questionnaire): το Ερωτηματολόγιο Εμβοών (TQ) διαφοροποιεί τη συναισθηματική και τη γνωστική δυσφορία, τις ακουστικές αντιληπτικές δυσκολίες που προκαλούν οι εμβοές και την αντίδραση του ίδιου ατόμου που βιώνει τις εμβοές. Μπορεί να δείξει τις διαφορές της δυσφορίας των εμβοών σε διαφορετικές κλινικές συνθήκες και να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των σχετικών επιπτώσεων από διαφορετικές θεραπευτικές παρεμβάσεις (Goebel and Hiller,1994).</p>
<p>THI (Tinnitus Handicap Inventory): Είναι ένα εργαλείο αυτο-αναφοράς το οποίο δείχνει τον αντίκτυπο των εμβοών στην καθημερινή ζωή (Newman, Jacobson and Spitzer, 1996). Συγκεκριμένα είναι ένα ερωτηματολόγιο το οποίο μετρά τον βαθμό αντίληψης των εμβοών, τις επιδράσεις των εμβοών στην ακοή, τη συναισθηματική, κοινωνική και σωματική απόκριση στις εμβοές. Η κλίμακα κυμαίνεται από το 1(ήπια)-5 (καταστροφική βλάβη) (Alonso-Valerdi et al.,2017).</p>
<p>HADS (Hospital Anxiety and Depression Scale): είναι μια κλίμακα αυτοαξιολόγησης και ανιχνεύει τις καταστάσεις άγχους και κατάθλιψης στα πλαίσια του νοσοκομείου ή μιας κλινικής (Zigmond and Snaith, 1983). Αυτή η κλίμακα αποτελείται από 14 ερωτήσεις ,7 για μετρήσεις άγχους και 7 για μετρήσεις κατάθλιψης με βαθμολογία από 0-21 (Vanneste et al.,2013).</p>
<p>VAS (Visual Analog Scale): μια οπτική αναλογική κλίμακα για την ένταση και την ενόχληση των εμβοών. Η κλίμακα κυμαίνεται από το 0 (χωρίς εμβοές/καθόλου άγχος) έως το 10 (εξαιρετικά δυνατές/εξαιρετικά αγχωτικές) (Vanneste et al.,2013).</p>
<p>Clinical Global Impresion Scale (CGI): Η κλίμακα (CGI) παρέχει τρεις διαφορετικές μετρήσεις: 1. Σοβαρότητα της νόσου 2. βελτίωσης μέσω σύγκρισης της αρχικής κατάστασης με την τρέχουσα κατάσταση του ασθενούς 3. Δείκτης αποτελεσματικότητας (Kadouri, Corruble and Falissard, 2007).</p>
<p>Glasgow Coma Scale (GCS): Ανήκει στα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιούνται σε ασθενείς ελάχιστης συνειδητότητας. Περιλαμβάνει τρία είδη απόκρισης: την οπτική απόκριση (ο ασθενής ανοίγει τα μάτια), λεκτική απόκριση και κινητική (κινώντας μέρη του σώματος). Το άθροισμα των βαθμολογιών και των τριών αποκρίσεων αποτελεί τον δείκτη κόματος. Βαθμολογίες κάτω των 8 βαθμών ταξινομείται ως κόμα και η υψηλότερη βαθμολογία που θεωρείται καθαρή συνείδηση είναι το 15 (Tsai et al., 2020).</p>
<p>Sensory Modality Assessment and Rehabilitation Techniques (SMART): Αποτελεί ένα νευροσυμπεριφορικό εργαλείο αξιολόγησης της βλαστικής κατάστασης. Όπως και το GCS συναντάται κυρίως για περιπτώσεις ελάχιστης συνειδητότητας και είναι ένα ερωτηματολόγιο με βαθμολογία από το 1-5. Αξιολογεί τη συχνότητα των αποκρίσεων ως προς τις αισθητηριακές, κινητικές και επικοινωνιακές λειτουργίες (McAleese et al., 2018).</p>

3.4 Ευρήματα

3.4.1 Εμβοές

Η παρούσα διερευνητική ανασκόπηση περιλαμβάνει δεκαπέντε έρευνες με κλινικό πληθυσμό ασθενείς με εμβοές. Οι παρεμβάσεις που χρησιμοποιούνται για την θεραπεία τους είναι

οι διφωνικοί παλμοί;ή αλλιώς Binaural Beat Therapy, n=2 (Ibarra-Zarate,Naal-Ruiz and Alonso-Valerdi,2022; Munro and Searchfield,2019), ακρόαση μουσικής με εγκοπή (n=9) ή αλλιώς Tailored Notched Music Therapy (Stein et al.,2016;Teismann et al., 2014; Wunderlich et al.,2015; Okamoto et al.,2010; Pape et al.,2014; Teismann, Okamoto and Pantev,2011; Vanneste et al.,2013;Shim et al.,2015; Kim et al.,2017;), ηχοθεραπεία ή sound therapy, n=3 (Mahboubi et al.,2012;Fukuda et al.,2011;Munro and Searchfield,2019), μουσικοθεραπεία για χρόνιες εμβοές σύμφωνα με το μοντέλο της Χαϊδελβέργης n=2 (Hutter et al.,2014) και μια μελέτη σύγκρισης θεραπευτικών παρεμβάσεων, n=1 (Alonso-Valerdi,Gonzalez-Salazar and Ibarra-Zarate,2021).

Η έρευνα η οποία συγκρίνει τις παρεμβάσεις δίνει μια κατευθυντήρια γραμμή για την καταλληλότητα της κάθε παρέμβασης ανάλογα με τις νευρο-ακουολογικές αξιολογήσεις (όπως η απώλεια ακοής, το ύψος των εμβοών άλλα και τα χαρακτηριστικά των νευρικών ταλαντώσεων ως προς την ένταση και ενεργητικότητά τους). Η θεραπευτική παρέμβαση μπορεί να στοχεύει είτε στην επανεκπαίδευση, τη νευροτροποποίηση και όποια θεωρείται κατάλληλη για την κατάσταση του κάθε ασθενή (Alonso-Valerdi, González-Salazar and Ibarra-Zarate, 2021). Στην παραπάνω μελέτη συνέκριναν την καταλληλότητα της κάθε μουσικής παρέμβασης για τους ασθενείς ανάλογα με τις ακουολογικές μετρήσεις και τον τύπο εμβοών που είχαν. Για τη Θεραπεία Επανεκπαίδευσης Εμβοών (TRT) επιλέχθηκε ένα σήμα θορύβου το οποίο διαμορφώθηκε σύμφωνα με τη συχνότητα των εμβοών.

Σχετικά με τη Νευροτροποποίηση στη Θεραπεία σε Εμπλουτισμένο Ακουστικό Περιβάλλον (TEAE) επιλέχθηκε ένας παλμός σύμφωνα με την ακοομετρική καμπύλη του ασθενούς και στη Θεραπεία Ακουστικής Διάκρισης (ADT) έγινε χρήση τυπικών και αποκλινόντων παλμών με τυχαία σειρά ακρόασης. Στη Μουσική παρέμβαση επιλέχθηκε χαλαρωτική μουσική σύμφωνα με ιστοσελίδες σχετικές με μουσική για εμβοές (ένα τμήμα του

ήχου που χρησιμοποιήθηκε στην ακρόαση είχε συχνότητα μεγαλύτερη των 8 kHz που ήταν η συχνότητα αντίληψης εμβοών των περισσότερων συμμετεχόντων) και τέλος στο Binaural Beats Therapy (BBT) χρησιμοποιήθηκαν σήματα με συχνότητα εμβοών <1000 Hz και ένα ποσοστό συχνοτήτων των 10 Hz για να διεγείρει τη νευρωνική ζώνη άλφα του εγκεφάλου.

Στην ομάδα εμβοών η πλειοψηφία των συμμετεχόντων είχε μονόπλευρες εμβοές υψηλότερες από 4 kHz και μεγαλύτερης έντασης των 31 dB. Στην ομάδα ελέγχου (με μέση ηλικία τα 42,84 έτη) οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες παρουσίασαν κανονική ακρόαση σύμφωνα με την ακοομετρία και ακοολογική μελέτη. Οι περισσότεροι πάσχοντες (από εμβοές) είχαν χαμηλή ή μέση απώλεια ακοής και η συχνότητα των εμβοών κυμαινόταν στα 8 kHz (29%) και ένταση μεταξύ 31 και 40 dB (26%) στην αριστερή πλευρά (44%). Επίσης μέσω εγκεφαλογραφήματος τόσο στην ομάδα ελέγχου όσο και σε πάσχοντες εμβοών έγινε μέτρηση της δραστηριότητας των νευρώνων σε δύο καταστάσεις (ανοιχτά, και κλειστά μάτια). Το ArEn ήταν υψηλότερο στην ομάδα ελέγχου σε κατάσταση με ανοιχτά μάτια (EO). Το επίπεδο ενεργότητας των νευρώνων ήταν μεταξύ 1 και 1,2 όταν τα μάτια ήταν ανοιχτά και χαμηλότερο από 1 σε όταν ήταν κλειστά μάτια. Στην ομάδα των εμβοών οι τιμές ήταν $1,4 \leq \text{ArEn} \leq 1,6$ (ανοιχτά μάτια) και περίπου $1 \leq \text{ArEn} \leq 1,2$ όταν είχαν κλειστά τα μάτια τους Το ArEn ήταν υψηλότερο στους πάσχοντες από εμβοές από ό,τι στην ομάδα ελέγχου ($p = 0,0421$) τόσο με ανοιχτά μάτια όσο και σε κλειστά .

Σύμφωνα με το Tinnitus Handicap Inventory το 29,4% των πασχόντων από εμβοές στην ομάδα Tinnitus Retraining Therapy ανέφεραν μείωση της αντίληψης εμβοών, ακολουθούμενο από την ομάδα Therapy for Enriched Acoustic Environment (18,8%), στο Binaural Beat Therapy ή Auditory Discrimination Therapy (14,3%) και στην ομάδα μουσικής (7,7 %). Όλα τα παραπάνω αποτελέσματα ήταν στατιστικά διαφορετικά στο $p = 0,0093$. Αντίθετα, το 30,8% των πασχόντων

από εμβοές σε μουσικές ομάδες ανέφεραν αύξηση της αντίληψής τους για τις εμβοές, ακολουθούμενο από εκείνους στις ομάδες BBT ή ADT (14,3%). Δεν αναφέρθηκαν παρενέργειες από ασθενείς με εμβοές στις ομάδες TRT και TEAE. Ωστόσο, αυτά τα αποτελέσματα δεν έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,1059$).

Όσον αφορά το HADS (HADS-A, Anxiety Scale and HADS-S, Stress Scale) το 18,8% των πασχόντων από εμβοές στην ομάδα TEAE ανέφερε μείωση άγχους, ακολουθεί η ομάδα TRT (17,6%), BBT ή ADT (14,3%) και μουσική (7,7%). Αντίθετα, το 23,5% των πασχόντων στο TRT ανέφεραν αύξηση άγχους, έπεται η ομάδα μουσικής (15,4%), BBT (7,1%) και TEAE (6,3%). Οι συμμετέχοντες της ομάδας ADT δεν παρουσίασαν άγχος ($p = 0,0623$). Ως προς την διαχείριση του άγχους το 17,6% της ομάδας TRT ανέφεραν ανακούφιση από το στρες, το BBT ή ADT (14,3%), μουσική (7,7%) και TEAE (6,3%) ($p = 0,0050$). Αντίθετα, οι ασθενείς στις ομάδες TEAE (12,5%) και TRT (5,9%) δήλωσαν την αίσθηση μεγαλύτερου στρες. Οι ομάδες μουσικής, BBT και ADT δεν υπέφεραν από άγχος λόγω της θεραπείας ($p = 0,2125$).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η θεραπεία επανεκπαίδευσης εμβοών (TRT) ήταν πιο αποτελεσματική θεραπεία για τις εμβοές όμως όχι για ασθενείς που είχαν υψηλά επίπεδα άγχους. Επίσης η θεραπεία σε εμπλουτισμένο ακουστικό περιβάλλον (TEAE) δεν είναι αποτελεσματική σε ασθενείς με άγχος και στρες (Alonso-Valerdi et al.,2021).

Στην μελέτη των Ibarra - Zarate et al. (2021) για την ομάδα μουσικοθεραπείας χρησιμοποιήθηκε χαλαρωτική μουσική 60–80 BPM (80 Hz to 8 kHz.) για άτομα που πάσχουν από εμβοές. Για την ομάδα BBT σχεδιάστηκαν δύο τύποι Binaural Sound Therapy: 1) διφωνικός σε f_0 (συχνότητα εμβοών) και 2) διφωνικός στα 396 Hz σύμφωνα με τις μετρήσεις από ακοομετρία και την ακουολογική αξιολόγηση των εμβοών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα HADS-S ,η BST και η MT είχαν παρόμοια αρνητικά αποτελέσματα, δηλαδή αυξήθηκε το στρες (7,7%), η Binaural Sound Therapy έδειξε υψηλότερα θετικά αποτελέσματα από την Music Therapy (23,1% > 7,7%) και η BST έτεινε να έχει μικρότερο αριθμό ασθενών που δεν ανέφεραν καμία επίδραση (69,2% για BST και 92,3% για MT). Στα αποτελέσματα HADS-A, τα οποία αφορούν το κομμάτι του άγχους το 7,7% και στην ομάδα BST και στην ομάδα MT ανέφεραν θετικές επιδράσεις ως προς την μείωση του άγχους, αρνητικές επιδράσεις στην BST δήλωσε το 23,1% ενώ στην MT το 7,1%, καμία επίδραση σε MT ανέφερε το 84,6% και το 69,2% στην ομάδα BST. Όσον αφορά τα αποτελέσματα Tinnitus Handicap Inventory, το οποίο αφορά τη μείωση της αντίληψης των εμβοών, το 15,4% της κάθε ομάδας δήλωσε για θετικά αποτελέσματα (άρα μείωση αντίληψης εμβοών), το 30,8% δήλωσε επιδείνωση των εμβοών για την ομάδα MT ενώ στο BST το ποσοστό κρατήθηκε στα 15,4% . Τέλος το 53,8% στην ομάδα MT ανέφερε ότι δεν υπήρχε κάποια θετική ή αρνητική επίδραση στην αντίληψη των εμβοών ενώ για την ομάδα BST το ποσοστό που είχε τέτοια αντίληψη έφτασε το 69,2% (Ibarra-Zarate, Naal-Ruiz and Alonso- Valerdi, 2021).

Στην μελέτη των Stein et al. (2016) η ηλικία των συμμετεχόντων ήταν μεταξύ 21 και 68 ετών ($M = 47,5$, $SD = 10,81$) και το 33% ήταν γυναίκες. Η απώλεια ακοής ήταν μεταξύ 0 και 70 dB. Το 20% δεν εμφάνισε απώλεια ακοής (<20 dB), το 20% είχε ήπια (20-40 dB) και το 38% μέτρια (>40-70 dB). Υπήρχαν δύο ομάδες: η μία ήταν στην οποία έγινε χρήση του Tailored Music Notched Music Therapy και η άλλη εικονικό φάρμακο. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση της έντασης εμβοών στην ομάδα TMNMT μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας (Stein et al., 2016).

Στην μελέτη των Teismann et al. (2014) χρησιμοποίησαν το Tailored Music Notched Music Therapy μαζί με τη διακρανιακή διέγερση συνεχούς ρεύματος (tDCS, Transcranial Direct Current Stimulation) στον αριστερό ακουστικό φλοιό.

Η πολικότητα tDCS (ανοδική έναντι καθοδικής) δεν φάνηκε να επηρεάζει την αντιληπτή δυσφορία ή την ένταση των εμβοών σύμφωνα με το Tinnitus Handicap Questionnaire ,Tinnitus Handicap Inventory ,Tinnitus Questionnaire και Visual Analog Scale. Μία μείωση της δυσφορίας των εμβοών παρατηρήθηκε κατά το πρώτο διάστημα των πρώτων πέντε ημερών που εφαρμόστηκε μαζί η διέγερση του ακουστικού φλοιού με το TMNMT (Teismann et al.,2014).

Στην έρευνα των Mahboubi et al (2012), ο πληθυσμός του δείγματος αποτελούνταν από 10 γυναίκες και 22 άνδρες με μέση ηλικία τα 49 έτη ($SD \pm 9,4$, εύρος 32 - 67). Το ύψος των εμβοών είχε κατά μέσο όρο 6438 ($SD \pm 3004$, εύρος 2000-12000). Το 59,4% (19 άτομα) περιέγραψαν τις εμβοές τους ως τονικές ή κουδούνισμα και 41% (13 συμμετέχοντες) ως σφύριγμα ή βουητό. Στο 53% (17/32), εμβοές υπήρχαν και στα δύο αυτιά, στο 28% (9/32) υπήρχε μόνο στο δεξί αυτί και στο 19% (6/32) μόνο στο αριστερό αυτί. Όσον αφορά την αντίληψη της έντασης των εμβοών μετά την αρμονική ηχοθεραπεία το 81% (26/32) δήλωσε μείωση, το 16% (5/32) καμία αλλαγή και μόλις το 3% (1/32) αύξηση έντασης. Στην αντίληψη της ενόχλησης το 84% παρατήρησε μείωση (27/32) και το 16% (5/32) καμία αλλαγή. Το 41% δήλωσε υπολειπόμενη αναστολή (διάρκεια καταστολής εμβοών) για 60 λεπτα και άνω (Mahboubi, Ziaï and Djaliian, 2012).

Τα αποτελέσματα στην έρευνα των Vanneste et al (2013) δεν έδειξε σημαντικές διαφορές στο ύψος των εμβοών και της έντασής τους, συγκρίνοντας τις ομάδες μεταξύ τους πριν και μετά τη θεραπεία. Για την ομάδα υπεραντιστάθμισης ,μια σύγκριση μεταξύ των μέτρων πριν και μετά τη θεραπεία έδειξε (μετά από ένα μήνα θεραπείας) αύξηση στον αριστερό ραχιαίο πρόσθιο περιφερικό φλοιό για τη δραστηριότητα άλφα2 καθώς και για τη βήτα1 και βήτα 2 ζώνη στον αριστερό προγεννητικό πρόσθιο τριχωτό φλοιό. Στην ομάδα θεραπείας υπεραντιστάθμισης μετά τη θεραπεία, η πυκνότητα ρεύματος αυξήθηκε για τον αριστερό και τον δεξιό πρωτογενή

ακουστικό φλοιό. Φάνηκε ότι μετά από υπεραντιστάθμιση οι ασθενείς σημείωσαν χειρότερη βαθμολογία όσον αφορά την ένταση του Visual Analog Scale, την ενόχληση VAS και την κατάθλιψη. Οι συμμετέχοντες στην ομάδα που έλαβαν θεραπεία υπεραντιστάθμισης (μουσική με εγχοπές στο άκρο της βλάβης και αυξάνοντας τα φασματικά πλάτη για τις συχνότητες απώλειας ακοής περισσότερο από αυτό που απαιτείται για την αντιστάθμιση) σημείωσαν επιδείνωση των εμβοών συγκριτικά με την ψευδή ομάδα (η ομάδα που άκουσε μη επεξεργασμένη μουσική) και την ομάδα αντιστάθμισης (άκουσε μουσική προσαρμοσμένη για να αντισταθμίσει την απώλεια ακοής). Επίσης η ομάδα υπεραντιστάθμισης σημείωσε χειρότερη βαθμολογία και για την κατάθλιψη (Vanneste et al.,2013).

Ο Shim με τους συνεργάτες του (2015) είχαν στο κλινικό τους δείγμα 22 συμμετέχοντες με μονόπλευρες εμβοές και οι 8 αμφοτερόπλευρες εμβοές. Σε ασθενείς με ετερόπλευρες εμβοές οι 13 είχαν προσβεβλημένο το δεξί αυτί και 9 ασθενείς το αριστερό αυτί. Πριν από τη θεραπεία, ο μέσος όρος καθαρού τόνου ήταν $29,50 \pm 18,22$ dB HL για το δεξί αυτί και $32,83 \pm 25,51$ dB HL για το αριστερό αυτί. Τα αποτελέσματα έδειξαν ως προς το THI (για 24 ασθενείς) μείωση 45%, αμετάβλητη 12,5% και επιδείνωση 41,7%. Για το GI (30 ασθενείς) το 20% δήλωσε κάπως καλύτερα, 30% οριακά καλύτερα, αμετάβλητη κατάσταση 43,3% και οριακά χειρότερα το 6,6%. Για την υποκειμενική ένταση, VAS έντασης (25 ασθενείς) ανέφεραν μείωση 64%, καμία αλλαγή 20% και επιδείνωση 16%. Τέλος το TAS (25 ασθενείς), που αναφέρεται στην επίγνωση των εμβοών το 52% ανέφερε βελτίωση, το 32% ίδια κατάσταση και το 16% αύξηση (Shim et al.,2015).

Στην μελέτη του Wunderlich και των συνεργατών του χρησιμοποιήθηκε η εξατομικευμένη εκπαίδευση με εγχοπή μουσικής (TMNMT) και έγινε σύγκριση πλάτους εγχοπής 1 οκτάβας, $\frac{1}{2}$ οκτάβας και $\frac{1}{4}$ οκτάβας. Όλα τα ερωτηματολόγια (THI, TQ, THQ) έδειξαν μείωση της δυσφορίας των εμβοών μετά την θεραπεία (διάρκειας 3 μηνών) με μέση μείωση δυσφορίας

εμβοών 11% και σύμφωνα με το Clinical Global Impression Scale οι περισσότεροι συμμετέχοντες ανέφεραν βελτίωση στην ομάδα με πλάτος εγκοπής $\frac{1}{2}$ οκτάβας. Στις καταγραφές της μαγνητοεγκεφαλογραφίας παρατηρήθηκε η μείωση της νευρικής δραστηριότητας που συνδέεται με τις εμβοές μετά την θεραπεία. Ωστόσο, δεν φάνηκε να έχει επίδραση το πλάτος της εγκοπής στις συμπεριφορικές ή νευρικές επιδράσεις του TMNMT (Wunderlich et al.,2015).

Η έρευνα του Okamoto και των συνεργατών του (2010) είχε τρεις ομάδες (ομάδα “στόχος”, ομάδα εικονικού φαρμάκου και παρακολούθησης) με τα παρακάτω χαρακτηριστικά ηλικία (μ.ο $40,5 \pm 10,8$ έτη, εύρος 18-55 έτη), συχνότητα εμβοών (5.949 ± 1.886 Hz, εύρος 2.375–8.000 Hz), δυσφορία εμβοών ($18,4 \pm 10,8$, εύρος 1–38, κλίμακα 0–84) και ένταση ($49,7 \pm 16,9$, εύρος 10–78, κλίμακα 0–100). Έγιναν μετρήσεις μαγνητοεγκεφαλογραφίας (MEG) και συγκεκριμένα οι αναλογίες ακουστικής προκλητικής απόκρισης N1m και οι αναλογίες ακουστικής σταθερής απόκρισης (ASSR). Στην ομάδα που εφαρμόστηκε το TMNMT παρατηρήθηκε μείωση της έντασης των εμβοών όπως και της δραστηριότητας στον ακουστικό φλοιό ο οποίος σχετίζεται με τις εμβοές. Σημειώθηκε σημαντική θετική συσχέτιση ανάμεσα στις αλλαγές στην ένταση των εμβοών και της αναδιοργάνωσης της νευρικής δραστηριότητας στον πρωτογενή ακουστικό φλοιό με την πάροδο του χρόνου. Καθώς μειωνόταν η ένταση των εμβοών ,άρα υπήρχε βελτίωση συνάμα σημειωνόταν μείωση της νευρικής δραστηριότητας στον πρωτογενή ακουστικό φλοιό (Okamoto et al.,2010).

Η μελέτη των Hutter et al. (2014) παρουσίασε σε περισσότερους από τους μισούς ασθενείς (101, 57,7%) μια μη συστηματική μεταβλητότητα στη συχνότητα των εμβοών κατά τη διάρκεια της θεραπείας με TMNMT. Επίσης μια μεγάλη ομάδα ασθενών (67, 38,3%) παρουσίασε συνεχή κάθοδο στη συχνότητα από μέρα σε μέρα και συνολικής διάρκειας 4 ημερών. Υπήρχε ένα μικρό ποσοστό ασθενών (7, 4,0%) που ανέφερε ανιούσα συχνότητα εμβοών (Hutter et al.,2014).

Στην έρευνα των Pape και υπόλοιπων συνεργατών (2014) εξετάστηκε η επίδραση της μονοαισθητηριακής και πολυαισθητηριακής προσαρμοσμένης μουσικής με εγκοπή στην πλαστικότητα του εγκεφάλου. Οι ασθενείς με εμβοές χωρίστηκαν σε ομάδα ενεργητικής ακρόασης (μη αισθητηριακή) και ομάδα εκμάθησης αναπαραγωγής (πολυαισθητηριακής) προσαρμοσμένης μουσικής με εγκοπή. Τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις συμπεριφοράς (THQ, TQ, THI, SCL-90R, STAI, ADS-L) και τα μαγνητοεγκεφαλογραφήματα έδειξαν για την ομάδα ενεργητικής ακρόασης (μονοαισθητήρια) ότι η απόκριση του δεξιού κροταφικού φλοιού για το ύψος των εμβοών μειώθηκε κατά τη διάρκεια της θεραπείας ,ενώ του οπίσθιου βρεγματικού φλοιού αυξήθηκε. Το TMNM είχε αντίκτυπο στις αποκρίσεις στη συχνότητα των εμβοών ωστόσο δεν φάνηκε το ίδιο για τη συχνότητα ελέγχου διότι δεν βρέθηκε διαφορά ενεργοποίησης για τη συχνότητα ελέγχου (Pape et al.,2014). Στην έρευνα των Kim et al. (2017) εξέτασαν έναν εναλλακτικό τρόπο ακοομετρικής διαδικασίας αντιστοίχισης ύψους εμβοών με χρήση υπολογιστή. Από τους 82 ασθενείς, εκ των οποίων το 48,8% ήταν άνδρες και το 52,2% με μέση ηλικία $45,52 \pm 16,17$ έτη, 57 (69,5%) άτομα ταίριαξαν με τις εμβοές τους και οι δύο διαδικασίες αντιστοίχισης τους ύψους των εμβοών διέφεραν μεταξύ τους μισή οκτάβα. Είκοσι οκτώ ασθενείς το οποίο αντιστοιχεί περίπου στο 34,1% ταίριαξαν στο ύψος των εμβοών στο δεξί αυτί και 54 (65,9%) στο αριστερό αυτί. Δώδεκα ασθενείς (14,6%) παρουσίασαν σύγχυση οκτάβας (Kim et al.,2017).

Η μελέτη των Teismann, Okamoto and Pantev (2011) συνέκριναν το TMNMT σε ασθενείς με συχνότητα εμβοών μικρότερη ή ίση των 8 kHz και σε ασθενείς με μεγαλύτερη των 8 kHz. Παρατηρήθηκε μείωση της έντασης των εμβοών στους ασθενείς με συχνότητα μικρότερη ή ίση με 8 kHz και μάλιστα αμέσως μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας με TMNMT στη συνέχεια κυμάνθηκε και εξαφανίστηκε (σε μετρήσεις που έγιναν 3,17,31 μέρες μετά τη λήξη της θεραπείας

TMNMT). Η μείωση της δυσφορίας εκδηλώθηκε και σταθεροποιήθηκε περίπου δύο εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση του TMNMT (Teismann et al.,2011).

Η επίδραση στις εμβοές ήχων ωκεάνιων κυμάτων με ή χωρίς ενσωματωμένους διφωνικούς παλμούς άλφα συχνότητας (8Hz) μελετήθηκε από τους Munro και Searchfield (2019). Τα αποτελέσματα από τις κλίμακες αξιολόγησης εμβοών και της αντιληπτής διέγερσης έδειξαν μικρή διαφορά μεταξύ των δύο ήχων. Στη βαθμολογία ως προς την βελτίωση της αντίληψης του προβλήματος άλλα και της έντασης των εμβοών ο ήχος με τους διφωνικούς παλμούς φάνηκε να συγκεντρώνει μεγαλύτερη βαθμολογία, ενώ στην βελτίωση της ενόχλησης που προκαλούν οι εμβοές οι ήχοι ωκεάνιων κυμάτων συγκέντρωσαν ελαφρώς μεγαλύτερη βαθμολογία (Munro and Searchfield, 2019).

Η τελευταία μελέτη για τις εμβοές είναι του Fukuda και των συνεργατών του. Ανάλογα με το είδος της απώλειας ακοής και την τοποθέτηση εξαρτήματος για την βαρηκοΐα ή ελέγχου εμβοών ταξινομήθηκαν στις αντίστοιχες ομάδες. Οι ομάδες ήταν τρεις (TCI, PMP, HA). Στην ομάδα HA (ασθενείς με αμφοτερόπλευρη απώλεια ακοής) τοποθετήθηκαν ακουστικά βαρηκοΐας (HAs). Στις άλλες δύο ομάδες οι ασθενείς ήταν με φυσιολογική ακοή ή μονόπλευρη απώλεια ακοής και τοποθετήθηκε ένα όργανο ελέγχου εμβοών (TCI) ή ένα PMP. Και στις τρεις ομάδες εφαρμόστηκε το TRT, στην ομάδα TCI ήταν κάτω από το επίπεδο των εμβοών, στην ομάδα HA 5-10 dB γύρω από τη συχνότητα των εμβοών και συγκεκριμένα της χαμηλής περιοχής (<500 Hz) και στην ομάδα PMP με περιβαλλοντικούς ήχους (φύσημα ανέμου). Σημειώθηκε μείωση σύμφωνα με την βαθμολογία στο THI και στις τρεις ομάδες. Οι αναλογίες αποτελεσματικότητας για την ομάδα PMP ήταν 71%, για την TCI 67%, και την ομάδα HA 70%. Τα αποτελέσματα σύμφωνα με τις βαθμολογίες THI για τους ασθενείς με συχνότητες εμβοών άνω των 6 kHz και

στις τρεις ομάδες βελτιώθηκαν επίσης έως ένα βαθμό και σε διάστημα μετά των 12 μηνών: 3/3 για ομάδα TCI, 2/4 για HA και 5/6 για PMP (Fukuda et al.,2011).

3.4.2 Επιληψία

Από τις 32 μελέτες, οι δώδεκα αναφέρονται σε ασθενείς με επιληψία και η μουσική παρέμβαση που επιλέγεται για τη μείωση των επιληπτικών κρίσεων είναι η μουσική του Μότσαρτ και συγκεκριμένα η σονάτα K448 για δύο πιάνο σε ρε μείζονα (D'Alessandro et al.,2017; Coppola et al.,2015; Grylls et al.,2018; Stillova et al., 2021; Lin et al.,2011; Lin et al.,2010;Lin et al.,2014;Lin et al.,2012;Lin et al.,2013;Paprad,Veeravigrom et Desudchit,2021; Rafiee et al.,2020;Turner,2004). Σε δύο επιπλέον έρευνες γίνεται σύγκριση με άλλες μουσικές συνθέσεις με τη χρήση φασματόγραμμου που εμφανίζουν κοινά χαρακτηριστικά με τη σονάτα K448 του Μότσαρτ και ερευνάται η επίδραση τους στις επιληπτικές κρίσεις (Lin et al.,2012;Stillova et al.,2021).

Ο συνολικός αριθμός των ασθενών που περιλαμβάνεται στο κλινικό δείγμα φτάνει τους 347 ασθενείς με επιληψία με ηλικιακό εύρος από λίγους μήνες μετά την γέννηση έως και τα 75 έτη. Οι περισσότερες μελέτες περιλαμβάνουν παιδιά με επιληψία και ηλικιακές ομάδες από μηνών μέχρι την πρώτη εφηβική ηλικία και ο συνολικός αριθμός των δειγμάτων φτάνει τον αριθμό των 304 ασθενών. Οι εννέα από τις δώδεκα έρευνες έγιναν σε κλινικό περιβάλλον (Rafiee et al.,2020;Paprad, Veeravigrom et Desudchit,2021; Stillova et al., 2021; Lin et al.,2011; Lin et al.,2010;Lin et al.,2014;Lin et al.,2012; Lin et al., 2013; Grylls et al.,2018). Δύο μελέτες ήταν τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες (Lin et al.,2014; Paprad,Veeravigrom et Desudchit, 2021), τρεις τυχαιοποιημένες και διασταύρωσης (D'Alessandro et al.,2017; Rafiee et al.,2020; Turner, 2004), μια παράλληλη και διασταύρωσης (Lin et al., 2010), μία μελέτη χωρίς ομάδα ελέγχου και

παρατεταμένης χρονικής διάρκειας (Lin et al., 2011) και μία μη τυχαιοποιημένη ανοιχτή δοκιμή (Coppola et al., 2015).

Για τις υπόλοιπες δεν αναφέρεται ο σχεδιασμός μελέτης (Grylls et al., 2018; Stillova et al., 2021; Lin et al., 2012; Lin et al., 2013). Σε εννέα έρευνες (D'Alessandro et al., 2017; Coppola et al., 2015; Stillova et al., 2021; Lin et al., 2010; Lin et al., 2014; Lin et al., 2012; Lin et al., 2013; Paprad, Veeravigrom et Desudchit, 2021; Turner, 2004) χρησιμοποίησαν ηλεκτροεγκεφαλογράφημα για την καταγραφή της πορείας των επιληπτικών κρίσεων. Σε μία έρευνα (Paprad, Veeravigrom et Desudchit, 2021) συνδυαστικά με το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) χρησιμοποιήθηκε και ανάλυση της μεταβλητότητας του καρδιακού παλμού (HRV). Σε τρεις μελέτες (Rafiee et al., 2020; Lin et al., 2011; Coppola et al., 2015) χρησιμοποιήθηκαν ημερολόγια καταγραφής επιληπτικών κρίσεων και σε δύο μελέτες (D'Alessandro et al., 2017; Lin et al., 2014) έγινε χρήση βαθμολογίας ως προς συχνότητα επιληπτικών κρίσεων εκφραζόμενη σε ποσοστό. Σε μία εκ των μελετών, στην οποία έγινε χρήση της βαθμολογίας, έγινε συνδυαστικά και ημερολόγιο καταγραφής της συχνότητας των επιληπτικών κρίσεων.

Τα ερευνητικά ευρήματα με την ακρόαση της μουσικής Μότσαρτ και συγκεκριμένα της σονάτας K448 έδειξε τη μείωση των επιληπτικών κρίσεων και ενίσχυση της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας (Lin et al., 2013; Paprad, Veeravigrom et Desudchit, 2021). Επιπρόσθετα παρατηρήθηκε μείωση των επιληπτικών εκκρίσεων και ειδικότερα όταν ήταν γενικευμένες (Lin et al., 2011) ή προέρχονταν από τον κεντρικό φλοιό του εγκεφάλου εν αντιθέσει με την προέλευσή τους από τις ινιακές εστίες (Lin et al., 2012). Θετική επίδραση στη μείωση των επιληπτικών κρίσεων έδειξε και η ακρόαση της σονάτας Μότσαρτ K545, η οποία έχει αρκετές ομοιότητες με την K448 ειδικά στις χαμηλές αρμονικές (Lin et al., 2012). Η συμφωνία ν94 του Haydn φάνηκε να επιδρά θετικά στη μείωση των επιληπτικών κρίσεων στις γυναίκες (με εύρος ηλικίας από 24 -55

έτη, όχι όμως στους άντρες με εύρος ηλικίας από 19 έως 46 έτη. Στο σημείο αυτό οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι αυτή η διαφορά μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική συνδεσιμότητα του εγκεφάλου μεταξύ ανδρών και γυναικών (Stillova et al.,2021). Τα δίκτυα εγκεφάλου συμπεριλαμβανομένης της άνω και της μέσης κροταφικής έλικας, δομές σημαντικές στις ακουστικές διεργασίες, εμφάνισαν διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα (Stillova et al.,2021).

3.4.3 Κατάσταση Ελάχιστης Συνείδησης

Οι δύο από τις 32 μελέτες που υπάρχουν στην παρούσα εργασία αφορούν ασθενείς που βρίσκονται σε κώμα μετά από τραυματισμό σε ατύχημα. Η πρώτη έγινε στην Ιταλία (Riganello et al., 2015) με 25 συμμετέχοντες, εκ των οποίων οι 9 ήταν με σύνδρομο βλαστικής κατάστασης, μη ανταποκρινόμενης εγρήγορσης και η δεύτερη στην Κίνα (Zhang et al., 2021) με 20 νοσηλεύομενους ασθενείς που βρίσκονταν σε κατάσταση ελάχιστης συνειδητότητας. Για τη μουσική ακρόαση της πρώτης μελέτης (Riganello et al.,2015) χρησιμοποιήθηκαν : Boccherini (μενουέτο), Grieg (το πρωί), Tchaikovsky (1ο μέρος παθητικής) και Mussorgsky (Νύχτα του Αγίου Ιωάννη στο φαλακρό βουνό). Κατα τη διάρκεια της ακράσης χρησιμοποιήθηκε ένας ταχογράφος για την καταγραφή των καρδιακών παλμών και στη συνέχεια αναλύθηκε σε τομείς χρόνου και συχνότητας. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι ανάλογα τη μουσική σύνθεση επηρέαζε το νευρικό δίκτυο και τη δομή του εγκεφάλου των ασθενών. Πιο συγκεκριμένα τόσο κατά την ακρόαση του Mussorgsky όσο και του Grieg οι τιμές nuLF (normalized unit of Low Frequency) ήταν χαμηλές όπως και οι τιμές SampEn (Sample Entropy) στην ακρόαση του πρώτου συνθέτη ενώ όσο πιο πολύπλοκο γινόταν το μουσικό ερέθισμα τόσο μειωνόταν η απόκριση του αυτόνομου νευρικού συστήματος και αυξανόταν η πνευμονογαστρική απόκριση.

Στην δεύτερη μελέτη (Zhang et al., 2021) χρησιμοποιήθηκαν μουσικά κομμάτια New Age από Κινέζους και Ιάπωνες συνθέτες με ταχύτητα μεταξύ 80–120 παλμών το λεπτό και ένταση

μεταξύ 40–60 dB, 20–20 kHz. Τα μουσικά κομμάτια και οι συνθέτες που επιλέχθηκαν ήταν τα εξής: «Καλοκαίρι στη Σατογιάμα» του Ιάπωνα συνθέτη Masaaki Kishibe, «Ο ήλιος ανατέλλει ως συνήθως» του Ιάπωνα συνθέτη Joe Hisaishi, «Καλοκαίρι» του Ιάπωνα συνθέτη Joe Hisaishi, "Four Seasons in Beijing - Colorful Butterflies Dance Summer" του Κινέζου συνθέτη Chen-Chen Ho, «New Ambush on All Sides» του Κινέζου συνθέτη Zhao Cong. Η ομάδα ελέγχου έλαβε μουσικά κομμάτια που επιλέχθηκαν από τις οικογένειες των συμμετεχόντων, τα περισσότερα ήταν ποπ τραγούδια ή παλιά λαϊκή μουσική που περιέχουν στίχους.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα μουσικά κομμάτια που επέλεξε ο μουσικοθεραπευτής ενίσχυσαν την δραστηριότητα του αυτόνομου νευρικού συστήματος σε σχέση με τους ασθενείς που άκουσαν κομμάτια σύμφωνα με τις προτιμήσεις τους. Συγκεκριμένα οι τιμές στη μεταβλητότητα του καρδιακού παλμού (HRV) ήταν ίσες κατά τη διάρκεια μουσικής ακρόασης κομματιών που προέρχονταν από προτιμήσεις ασθενών και επιλογές θεραπευτή. Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων για Heart Rate, Standard Deviation of Normal to Normal R-R intervals ή Root Mean Square-Successive heartbeat interval Differences τόσο σε μετρήσεις που έγιναν τρεις και έξι εβδομάδες μετά την θεραπεία. Ωστόσο κατά την ακρόαση μουσικής που επιλέχθηκε από θεραπευτή υπήρχε διαφορά σε σχέση με την ακρόαση μουσικής σύμφωνα με τις προτιμήσεις των ασθενών ως προς τις διεγερτικές πτυχές του Autonomic Nervous System σε ασθενείς με ελάχιστη κατάσταση συνειδητότητας.

Συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, οι τιμές PNN50 (percentage of differences exceeding 50 ms between adjacent normal number of intervals), LF/HF (low frequency power/high frequency power) , LF και το TP (total power) ήταν υψηλότερες στην ομάδα παρέμβασης έξι εβδομάδες μετά την παρέμβαση. Αντίθετα οι τιμές HF και VLF ήταν χαμηλότερες στην ομάδα παρέμβασης για την ίδια χρονική στιγμή (Zhang et al.,2020). Οι παραπάνω μεταβλητές αντικατοπτρίζουν τη

ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος, την αίσθηση πίεσης, την ισορροπία ρενίνης-αγγειοτενσίνης-αλδοστερόνης, την κοιλιακή πίεση και τους αισθητήρες της κοιλιακής πίεσης (Hodges et al., 2019).

3.4.4 Εγκεφαλικό Επεισόδιο

Μία μελέτη έχει ως κλινικό δείγμα ασθενείς που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο (Jeong and Kim,2007). Συγκεκριμένα, συμμετείχαν 36 επιζήσαντες εγκεφαλικού επεισοδίου εκ των οποίων οι 33 (16 στην πειραματική ομάδα και 17 στην ομάδα ελέγχου) ολοκλήρωσαν την παρέμβαση. Από τους 33 συμμετέχοντες οι 23 ήταν άνδρες και οι 10 ήταν γυναίκες, με μέση ηλικία τα 60 ($\pm 7,88$) έτη. Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε κλινικό περιβάλλον στη Νότια Κορέα. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η τεχνική (RAS) ρυθμικής ακουστικής διέγερσης γιατί θεωρείται ότι διεγείρει το νευρικό σύστημα και μπορεί να συσχετιστεί με ορισμένες σωματικές κινήσεις, συμβάλλοντας στην αποκατάσταση μέσω της αντανακλαστικής απόκρισης (Thaut et al., 1999). Επιπλέον ο σκοπός της μελέτης ήταν διττός : αφενός η διερεύνηση της παρέμβασης ως προς την επίδρασή της στην αποκατάσταση των ασθενών εγκεφαλικού επεισοδίου αλλά και η επίδρασή της σε κοινοτικό περιβάλλον.

Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαιοποιημένα σε δύο ομάδες. Η μία ομάδα ήταν η ομάδα ελέγχου και η δεύτερη η ομάδα μελέτης. Κάθε ομάδα αποτελούνταν από 18 συμμετέχοντες. Η διάρκεια αποκατάστασης με τη μέθοδο RAS διήρκεσε 8 εβδομάδες (δύο ώρες την εβδομάδα) και η αξιολόγηση έγινε πριν και μετά την παρέμβαση με βάση το εύρος της κίνησης, την ευελιξία, τη διάθεση, την ποιότητα ζωής και τις διαπροσωπικές σχέσεις. Η παρέμβαση αποτελούνταν από τέσσερα στάδια : προπαρασκευαστικές δραστηριότητες, κύριες, συμπληρωματικές και παρακολούθηση. Τα τραγούδια επιλέχθηκαν με γνώμονα την οικειότητα στους ασθενείς.

Χαρακτηρίζονταν από παιδικές ρίμες και έντονο ρυθμικό στοιχείο, συνδυάζονταν με επαναλαμβανόμενες κινήσεις όπως κάθισμα σε καρέκλα, περπάτημα, περπάτημα σε κύκλο.

Για την αξιολόγηση του εύρους της κίνησης έγιναν μετρήσεις με γωνιόμετρο για τις μετρήσεις της της κάμψης του ώμου και της κάμψης/έκτασης αστραγάλου στην προσβεβλημένη πλευρά, για την ευελιξία χρησιμοποιήθηκε το «back-scratch test» (Rikli and Jones, 1999), για την διάθεση το «profile of mood states» (McNair, Lorr and Droppleman, 1992), για τις διαπροσωπικές σχέσεις « Relationship Change Scale» (Shannon and Guerney, 1973) και την ποιότητα ζωής την κλίμακα «Stroke Specific Quality of Life scale» (Williams et al.,1999).Μέσω της αξιολόγησης και σύγκρισης των δύο ομάδων με την χρήση chi square test και t-test τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρέμβαση συνέβαλε στην ευλυγισία των κάτω άκρων. Συγκεκριμένα στην πειραματική ομάδα, ο βαθμός κάμψης του αστραγάλου της πληγείσας πλευράς σημείωσε αύξηση μετά την παρέμβαση, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου. Επίσης ο βαθμός επέκτασης του αστραγάλου στην πληγείσα πλευρά στην ομάδα ελέγχου παρουσίασε σημαντική μείωση ($-8,45^\circ$) κατά την διάρκεια της μελέτης. Όσον αφορά την ευλυγισία του ώμου σημειώθηκε βελτίωση της κίνησης του προσβεβλημένου χεριού προς τα πάνω (για την πειραματική ομάδα), όπως βελτίωση σήμανε και για την ευκαμψία του ώμου με κίνηση προς τα κάτω για τον προσβεβλημένο βραχίονα (Jeong et Kim, 2007).

3.4.5 Νόσος Πάρκινσον

Η μελέτη των Buard et al., (2019) είναι μια μελέτη περίπτωσης και αφορά τη νόσο Πάρκινσον. Έγινε σε κλινικό περιβάλλον και συγκεκριμένα στο νοσοκομείο του Κολοράντο των Η.Π.Α. Η διάρκεια των συνεδριών ήταν πέντε εβδομάδες με συχνότητα τρεις φορές την εβδομάδα και το σύνολο των συνεδριών να ανέρχεται στις δεκαπέντε. Οι συμμετέχοντες ήταν τρεις με νόσο Πάρκινσον και κινητική δυσλειτουργία στο δεξί χέρι. Οι συνεδρίες διεξήχθησαν από έναν

πιστοποιημένο νευρολογικό μουσικοθεραπευτή και χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές της νευρολογικής μουσικοθεραπείας με σκοπό την επιβεβαίωση της συσχέτισης ακουστικού και κινητικού φλοιού και την ενεργοποίησή των συγκεκριμένων περιοχών του κεντρικού νευρικού συστήματος με τη χρήση κινητικών τεχνικών της νευρολογικής μουσικοθεραπείας. Κάθε κίνηση του δακτύλου προσαρμοζόταν σύμφωνα με την υπόδειξη ενός μετρονόμου είτε από ρυθμούς που έπαιζε ο θεραπευτής με τη χρήση μουσικού οργάνου.

Οι αξιολογήσεις αφορούσαν τη συνολική κινητική λειτουργία, τον λεπτό κινητικό συντονισμό και τη βραδυκινησία, καθώς και την επιδεξιότητα που σχετίζεται με τη νόσο του Πάρκινσον. Στην αξιολόγηση χρησιμοποιήθηκε η Ενοποιημένη Κλίμακα Βαθμολόγησης Νόσων του Πάρκινσον (UPDRS, Fahn et al., 1987), για την επιδεξιότητα το Grooved Pegboard Test (Trites, 1989) και η κλίμακα νευρολογικής αξιολόγησης για την αξιολόγηση αισθητηριακών και κινητικών λειτουργιών (Buchanan και Heinrichs, 1989). Επίσης έγινε χρήση και μαγνητοεγκεφαλογραφήματος. Οι αξιολογήσεις έδειξαν ότι οι συνεδρίες νευρολογικής μουσικοθεραπείας οδήγησαν σε βελτίωση στην κινητικότητα των άνω άκρων των ασθενών. Επίσης όπως έδειξε το μαγνητοεγκεφαλογράφημα οι συνεδρίες νευρολογικής μουσικοθεραπείας μπορούν να ενισχύσουν την προληπτική κινητική συμπεριφορά (πριν το NMT οι ασθενείς κουνούσαν το δάχτυλο πριν το σύνθημα σε ποσοστό 73,72% ενώ μετά τις συνεδρίες NMT το ποσοστό έφτασε στο 90.31%). Επιπρόσθετα μετά το NMT παρατηρήθηκε ταυτόχρονη αύξηση ισχύος βήτα στις ακουστικές και κινητικές περιοχές υποδηλώνοντας πιο ισχυρή σύνδεση ανάμεσα στις δύο αυτές περιοχές.

3.4.6 Κακώσεις του νοτιαίου μυελού

Ανάμεσα στις μελέτες περιλαμβάνεται μία έρευνα που αφορά ασθενείς με βλάβη στη σπονδυλική στήλη μετά από ατύχημα. Η ποιότητα του ύπνου αποτελεί ένα ζήτημα για άτομα που

έχουν υποστεί κάκωση στο νωτιαίο μυελό. Ο σκοπός της μελέτης ήταν η σύγκριση μουσικής ακρόασης συντονισμένης σε δύο διαφορετικές συχνότητες, 440Hz και 432Hz και η επίδρασή τους στην ποιότητα του ύπνου σε άτομα με κακώσεις στο νωτιαίο μυελό (Calamassi et al.,2020). Η μελέτη είναι διπλή τυφλή διασταυρούμενη πιλοτική μελέτη. Η μελέτη έγινε σε κλινικό περιβάλλον και το κλινικό δείγμα αποτελούνταν από 12 ασθενείς , οκτώ άνδρες (μέση ηλικία =58,12, SD \pm 13,62) και τέσσερις γυναίκες (μέση ηλικία =56,25, SD \pm 14,17) με τραύματα της σπονδυλικής στήλης εκ των οποίων πέντε ήταν τετραπληγικοί και επτά παραπληγικοί.

Για την παρέμβαση παρασχέθηκαν mp3 players φορτωμένα με την αγαπημένη μουσική των ασθενών και ήταν συντονισμένη στα 440 Hz ή 432 Hz. Η μελέτη έγινε σε δύο περιόδους και οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να ακούσουν μουσική για 30 λεπτά κάθε μέρα. Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκε η «Κλίμακα αντιληπτού στρες» μετά από τροποποίηση της «Κλίμακα ύπνου για ιατρική μελέτη». Σύμφωνα με τα αποτελέσματα δεν σημειώθηκε σημαντική μείωση στα επίπεδα άγχους με την ακρόαση μουσικής στις δύο συχνότητες. Μετά την ακρόαση μουσικής συντονισμένη στη συχνότητα 432 Hz παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στις βαθμολογίες ύπνου (+3,6, $p=0,02$) σε αντίθεση με τη συχνότητα στα 440 Hz (-1,50, $p=0,34$).

4 Συζήτηση

Το παρών κεφάλαιο αποτελείται από το κυρίως τμήμα και δύο υποτμήματα. Στο κυρίως σώμα του κεφαλαίου αυτού γίνεται η συζήτηση των αποτελεσμάτων των μελετών που συμπεριλήφθησαν στη διερευνητική ανασκόπηση, έπεται ένα υποτμήμα της συζήτησης στην οποία αναφέρονται οι συνέπειες της ανασκόπησης του πεδίου εφαρμογής (scoring review) που κάναμε για μελλοντική έρευνα και πρακτική στη μουσικοθεραπεία και τέλος ακολουθεί το υποτμήμα στο οποίο γίνεται απολογισμός των πλεονεκτημάτων και των περιορισμών της παρούσας μελέτης.

Η συζήτηση των αποτελεσμάτων του κυρίως τμήματος περιλαμβάνει τα ερευνητικά ευρήματα που αφορούν τις θεραπευτικές παρεμβάσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τις εμβοές, την επιληψία, το εγκεφαλικό επεισόδιο, τη νόσο Πάρκινσον, τις βλάβες του νωτιαίου μυελού και την κατάσταση ελάχιστης συνειδητότητας.

Στο κομμάτι των εμβοών οι θεραπευτικές παρεμβάσεις που χρησιμοποιούνται και θα συζητήσουμε είναι:

- **η εγκοπτόμενη μουσική (TMNMT)** όπως επίσης και η συμβολή της στην πλαστικότητα του εγκεφάλου
- **η επανεκπαίδευση εμβοών (TRT)**
- **ο εμπλουτισμός ακουστικού περιβάλλοντος (TEAE)**
- **η χρήση διφωνικών παλμών (BST).**

Στη συνέχεια τη σκυτάλη της συζήτησης παίρνει το «φαινόμενο Μότσαρτ» (Rauscher, Shaw and Ky, 1993) και οι θεωρίες εξήγησης του μηχανισμού λειτουργίας της σονάτας Μότσαρτ K448 για δύο πιάνο στη συχνότητα και το είδος των επιληπτικών κρίσεων. Ακολουθεί η μελέτη που αφορά ασθενείς μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο άλλα και η συσχέτιση των τεχνικών

νευρολογικής μουσικοθεραπείας που χρησιμοποιήθηκαν τόσο σε αυτήν όσο και στη μελέτη για τη νόσο Πάρκινσον. Αμέσως μετά εξετάζεται το αποτέλεσμα της επίδρασης της συχνότητας 432 Hz σε ασθενείς με βλάβες στο νωτιαίο μυελό και μία πιο σύντομη αναφορά της επίδρασης επιλεκτικής μουσικής (σύμφωνα με τις προτιμήσεις των ασθενών) τόσο σε ασθενείς που βρίσκονται σε κώμα όσο και σε άλλες παθήσεις όπως οι εμβοές.

4.1 Συζήτηση αποτελεσμάτων

Από το κεφάλαιο των αποτελεσμάτων συμπεραίνουμε ότι για τους ασθενείς που ταλαιπωρούνται από εμβοές πιο αποδοτική θεραπεία ήταν η τεχνική της εγκοπτόμενης μουσικής (TMNMT). Από τις εννέα μελέτες (Stein et al.,2016; Teisman et al.,2014; Vanneste et al.,2013; Shim et al.,2015; Wunderlich et al.,2015; Okamoto et al.,2010; Pape et al.,2014; Hutter et al.,2014; Teisman,Okamoto and Pantev,2011) που χρησιμοποίησαν τη συγκεκριμένη παρέμβαση, οι συμμετέχοντες σημείωσαν μείωση της έντασης των εμβοών σε έξι μελέτες (Stein et al.,2016; Shim et al.,2015; Wunderlich et al.,2015; Hutter et al.,2014; Pape et al.,2014; Teisman,Okamoto and Pantev,2011). Στις συγκεκριμένες μελέτες, οι περισσότεροι συμμετέχοντες είδαν βελτίωση μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας και σε μία μελέτη (Teismann et al.,2014) στις πέντε πρώτες μέρες της θεραπείας η οποία έγινε συνδυαστικά με τη διακρανιακή διέγερση συνεχούς ρεύματος.

Συνάμα παρατηρήθηκε μείωση της δυσφορίας που επιφέρουν οι εμβοές σε τέσσερις (Teisman et al.,2014; Teisman,Okamoto and Pantev,2011; Wunderlich et al.,2015; Shim et al.,2015) από τις εννέα μελέτες που χρησιμοποίησαν τη τεχνική της εγκοπτόμενης μουσικής και μόλις σε μία μελέτη (Vanneste et al.,2013) παρατηρήθηκε επιδείνωση των εμβοών (σε ένταση, ενόχληση και συναίσθημα κατάθλιψης) και πάλι αφορούσε ομάδα της υπεραντιστάθμισης. Όπως αναφέρεται και στην μελέτη των Vanneste και συνεργατών (2013) η αύξηση της πυκνότητας στην περιοχή άλφα 2 εντός του ραχιαίου πρόσθιου κυκλικού φλοιού και της πυκνότητας στις περιοχές

βήτα1 και βήτα2 στον προγεννητικό πρόσθιο φλοιό όπως καταγράφουν τα εγκεφαλογραφήματα, πολύ πιθανόν να συνδέεται με την επιδείνωση της δυσφορίας που προκαλούν οι εμβοές και της αγωνίας που βιώνουν οι πάσχοντες. Παλαιότερες μελέτες εγκεφαλογραφημάτων έδειξαν ότι οι δραστηριότητες άλφα και βήτα που λαμβάνουν χώρα στον πρόσθιο κυκλικό φλοιό λειτουργούν ως δείκτες αυξημένης δυσφορίας εμβοών (De Ridder et al., 2011a, Vanneste et al., 2010).

Όσον αφορά την πλαστικότητα του φλοιού, τα αποτελέσματα μαγνητοεγκεφαλογραφίας (Pape et al.,2014) κατά τη διάρκεια μονότροπης προπόνησης υποδεικνύουν μείωση της δραστηριότητας του φλοιού τόσο στον κροταφικό φλοιό, όσο και σε οπίσθια βρεγματική περιοχή, η οποία συνδέεται με τη συχνότητα των εμβοών.

Μείωση στην ένταση των εμβοών και στη δυσφορία που προκαλούν σημειώθηκε και με τη χρήση ηχοθεραπείας είτε αρμονικής (Mahboubi, Ziai and Djalilian,2012) μέσω διαδικτύου είτε ωκεάνιων κυμάτων (Munro and Searchfield,2019).

Η θεραπεία επανεκπαίδευσης εμβοών (TRT) σημείωσε μείωση στην αντίληψη των εμβοών και της ενόχλησης που προκαλούν, ανακούφιση από το στρες αλλά δεν φάνηκε βοηθητική σε άτομα με άγχος. Συγκεκριμένα, στην μελέτη των Alonso -Valerdi, Gonzalez-Salazar και Ibarra-Zarate (2021) η TRT χειροτέρεψε την αγχώδη κατάσταση σε ποσοστό 23,5%, το οποίο ήταν αρκετά κοντά στο ποσοστό (28,5%) μείωσης του βουητού που προκαλούν οι εμβοές. Με βάση το παραπάνω αποτέλεσμα η TRT δεν φαίνεται να είναι αποτελεσματική για όλους τους ασθενείς που πάσχουν από εμβοές και κυρίως σε αυτούς που υποφέρουν και από άγχος. Αξίζει να σημειωθεί ότι η διάρκεια της παραπάνω μελέτης ήταν 2 μήνες. Αντίθετα με τ' αποτελέσματα της μελέτης των Alonso-Valerdi και λοιπών συνεργατών σε μία άλλη πρόσφατη έρευνα (Westin et al.,2011) όπου συνέκριναν την θεραπεία επανεκπαίδευσης (TRT) και Acceptance and Commitment Therapy (ACT), σε διάστημα 6 μηνών το TRT φάνηκε να έχει επίδραση στη μείωση του άγχους

και της ποιότητας ύπνου σε ποσοστό 20% και υπερίσχυσης της θεραπείας αποδοχής και δέσμευσης (ACT) σε ποσοστό 54,5%. Επιπλέον, σε παλαιότερη μελέτη (Henry et al., 2006) όπου έγινε σύγκριση της TRT με την κάλυψη εμβοών, το όφελος της TRT παρατηρήθηκε αργότερα και συγκεκριμένα στους 18 μήνες. Το όφελος από το TRT σχετιζόταν με τη σοβαρότητα της κατάστασης των εμβοών και την επίδρασή τους στους ασθενείς. Από τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η θεραπεία που βασίζεται στην τεχνική επανεκπαίδευσης εμβοών είναι πιθανό να θέλει περαιτέρω μελέτη (διάρκεια μεγαλύτερης των έξι μηνών) για το κομμάτι της βελτίωσης του άγχους.

Η θεραπεία εμπλουτισμού ακουστικού περιβάλλοντος (TEAE) είχε επίσης επίδραση στη μείωση της αντίληψης των εμβοών και του άγχους άλλα δεν ήταν τόσο αποδοτική σε ασθενείς που βίωσαν στρες, μιας και σημειώθηκε αύξηση στον συγκεκριμένο δείκτη. Μάλιστα στην ομάδα (TEAE) της μελέτης των Alonso-Valerdi, Ibarra-Zarate και Gonzalez-Salazar (2021) κανένας εκ των ασθενών δεν ανέφερε αύξηση της αντίληψης των εμβοών. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι η νευρική πλευρικότητα αποτελεί την αιτία του ανύπαρκτου ή αλλιώς φανταστικού ήχου (Noreña and Eggermont, 2005) και στα ποικίλα ηχητικά περιβάλλοντα (όπως γίνεται στο TEAE) μετά από ακουστικό τραύμα αποφεύγεται η νευρική πλαστικότητα. Ωστόσο, προηγούμενες έρευνες ανέφεραν ότι ορισμένα ηχητικά περιβάλλοντα θα μπορούσαν να λειτουργήσουν αντίστροφα και να αυξήσουν την αντίληψη των εμβοών όπως και τις καταθλιπτικές καταστάσεις (Vanneste et al., 2013). Με βάση το παραπάνω γίνεται κατανοητός ο λόγος που σημειώθηκε αύξηση άγχους στην ομάδα TEAE.

Από τις δύο μελέτες (Alonso-Valerdi, Ibarra-Zarate and Gonzalez- Salazr, 2021; Vanneste et al., 2013), συμπεραίνουμε ότι κατά τη διάρκεια της χρήσης θεραπείας εμπλουτισμού ακουστικού περιβάλλοντος (TEAE) τα φασματικά πλάτη των συχνοτήτων για τις απώλειες ακοής

δεν πρέπει να αυξάνονται περισσότερο από το απαιτούμενο για την αντιστάθμιση, διαφορετικά είναι πιθανόν να επιφέρουν μεγαλύτερο στρες και αίσθημα κατάθλιψης.

Ο διφωνικός παλμός (BST) έδειξε να συμβάλλει στη μείωση του άγχους και του στρες όχι όμως κάποια επίδραση (θετική ή αρνητική) στην αντίληψη των εμβοών. Σύμφωνα με έρευνες παρατηρήθηκε τροποποίηση στις νευρικές ζώνες του μεταιχμιακού συστήματος ύστερα από έναν αριθμό συνεδριών με χρήση διφωνικών παλμών και έχει συσχετιστεί με μείωση της ενεργοποίησης του συμπαθητικού συστήματος, το οποίο με τη σειρά του δείχνει μείωση στρεσογόνων καταστάσεων (Ibarra-Zarate, Naal-Ruiz and Alonso- Valerdi, 2022). Επιπρόσθετα οι διφωνικοί παλμοί επηρεάζουν τη συνείδηση (Petrovich, 2018) μεταβάλλοντας την κατάστασή της (Pape et al.,2014). Αυτό έχει ως επακόλουθο την αύξηση της επίγνωσης των εμβοών και μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερο άγχος. Τα προαναφερθέντα φαίνεται να συμπίπτουν με τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων HADS-S (Hospital Anxiety and Depression Scale-Stress) και HADS-A (Hospital Anxiety and Depression Scale- Anxiety) που αφορούν το στρες και το άγχος αντίστοιχα στη μελέτη των Ibarra-Zarate, Naal- Ruiz και Alonso-Valerdi (2022), σύμφωνα με την οποία τα ποσοστά για την αύξηση του άγχους ήταν μεγαλύτερα απ' ό,τι για το στρες. Στην ίδια μελέτη (Ibarra-Zarate, Naal-Ruiz and Alonso-Valerdi, 2022) τονίζουν ότι οι διφωνικοί παλμοί φαίνεται να μειώνουν την ενόχληση που δημιουργούν οι εμβοές και όχι την αντίληψή τους. Με βάση αυτά τα στοιχεία, η BST προτείνεται ως πιθανή ακουστική θεραπεία για τη θεραπεία των εμβοών.

Συνεχίζοντας με τις μελέτες που σχετίζονται με την επιληψία είναι πιο ξεκάθαρη η θετική επίδραση της σονάτας Μότσαρτ K448 για δύο πιάνο στη μείωση των επιληπτικών κρίσεων (Paprad et al.,2021; Stillova et al.,2021; Lin et al.,2010; Lin et al.,2011; Lin et al.,2013; Lin et al.,2014; Rafiee et al.,2020; Grylls et al.,2018; Turner,2004; D'Alessandro et al.,2017). Ωστόσο η

έρευνα δεν περιορίζεται μόνο στη συγκεκριμένη σονάτα του Μότσαρτ άλλα γενικότερα στις μουσικές συνθέσεις αυτού του συνθέτη, όπως για παράδειγμα στη μελέτη (Lin et al.,2012) στην οποία έγινε συσχέτιση της επίδρασης της σονάτας K545 Mozart με την K448 (σύμφωνα με το φασματόγραμμα φέρει ομοιότητες με τη σονάτα K448) στις επιληπτικές κρίσεις και αποδείχτηκε ότι είχε εξίσου θετική επίδραση στη μείωση των κρίσεων, είτε σε συνδυασμό με άλλη μέθοδο όπως έγινε σε μελέτη (Corrola et al.,2015) όπου εξετάστηκε ο συνδυασμός μουσικής Μότσαρτ και μέθοδος Tomatis συντελώντας ταυτόχρονα βελτίωση στη συμπεριφορά (μείωση επιθετικότητας) των ασθενών και στην ποιότητα του ύπνου.

Ο μηχανισμός επίδρασης της συγκεκριμένης σονάτας (K448) στον ανθρώπινο εγκέφαλο παραμένει ακόμα ανεξήγητος, ωστόσο δεν λείπουν οι θεωρίες που προσπαθούν να εξηγήσουν το συγκεκριμένο φαινόμενο. Μια τέτοια θεωρία στηρίζει την εκδοχή ότι η μουσική δομή της σονάτας του Μότσαρτ συνάδει με τη δομή του εγκεφαλικού φλοιού (Hughes et al., 1998). Άλλη θεωρία υποστηρίζει ότι ενεργό ρόλο συντελούν οι κατοπτρικοί νευρώνες, οι οποίοι εκφορτίζονται ή τροποποιούνται κατά τη διάρκεια έκθεσης του ατόμου σε μουσικό ή οπτικό ερέθισμα με ταυτόχρονη εκτέλεσης κάποιας ενέργειας (Molnar-Szakacs and Overy,1998;Rizzolatti, 2015). Επιπρόσθετα υφίσταται η πεποίθηση ότι η ντοπαμίνη επιδρά στο είδος της επιληψίας (λόγω μειωμένης δέσμησης της στο βασικό γάγγλιο) (Haut and Albin, 2008) όπως και η σύνδεσή της με τη μουσική μιας και η έκθεση σε αυτή επιφέρει αύξηση ντοπαμίνης (Sutoo and Akiyama, 2004). Η μελέτη των (Quon et al., 2021) έδειξε ενισχυμένη μετωπική ισχύ θήτα ειδικά μετά από τη μετάβαση μεγαλύτερων σε διάρκεια μουσικών τμημάτων της σονάτας K448. Στη μελέτη των Arjamant και συνεργατών (2017) βρήκαν συσχέτιση της ενεργοποίησης της μετωπιαίας περιοχής του εγκεφάλου (η οποία συνδέεται με τις θετικές συναισθηματικές αντιδράσεις) με τις απρόσμενες αλλαγές μιας μουσικής σύνθεσης όπως είναι η ένταση και ο ρυθμός (Arjamant et al.,

2017). Η σονάτα K448 του Μότσαρτ συνετέλεσε στη μείωση της δραστηριότητα του IED σε άτομα που βρίσκονταν σε κωματώδη κατάσταση (Hughes et al., 1998) Επίσης στην ίδια μελέτη, παρατηρήθηκε μείωση της δραστηριότητας θήτα στις κεντρικές περιοχές, ενώ η δραστηριότητα δέλτα αυξήθηκε στις μετωπικές περιοχές.

Συνοψίζοντας τις υπάρχουσες μελέτες και τη βιβλιογραφία που υπάρχει για την επίδραση της σονάτας K448 του Μότσαρτ στον εγκέφαλο, μπορούμε να εικάσουμε ότι η μουσική δομή της συγκεκριμένης σονάτας συμβάλει στις θετικές συναισθηματικές αντιδράσεις άρα και αύξηση ντοπαμίνης. Ενδέχεται να συμβάλουν στην επίδρασή της και οι ήχοι σύμφωνα με τη θεωρία Tomatis, μιας και ήχοι άνω των 3000 Hertz (υψηλής συχνότητας) φαίνεται να διεγείρουν τον εγκέφαλο (Thompson and Andrews, 2000). Η επαλήθευση των παραπάνω ευρημάτων όπως και θεωριών με περαιτέρω στοχευμένες έρευνες μπορεί να ανοίξει τον δρόμο για τη χρήση της σονάτας K448 και σε άλλες νευρολογικές διαταραχές όπως είναι η άνοια.

Στις περιπτώσεις ασθενών εγκεφαλικού επεισοδίου (Jeong and Kim, 2007) και νόσο Πάρκινσον (Buard et al., 2019) γίνεται χρήση τεχνικών της νευρολογικής μουσικοθεραπείας και κυρίως αυτών που στοχεύουν στην κιναισθητική αποκατάσταση όπως είναι η RAS (Rhythmic Auditory Stimulation). Και στις δύο περιπτώσεις ασθενειών σημειώθηκε βελτίωση στην κινητικότητα των άκρων και μάλιστα σε μία (Buard et al., 2019) παρατηρήθηκε αύξηση της ισχύος βήτα στην ακουστική και κινητική περιοχή. Οι Chen et al. (2006) επαληθεύουν τη σύνδεση της αυξημένης ακουστικής και κινητικής λειτουργίας κατά το συγχρονισμό με τον ρυθμό (Chen et al., 2006), υποδηλώνοντας τη σύνδεση του εγκεφάλου και της ρυθμικής συμπαράσυρσης. Η τεχνική RAS φαίνεται αποτελεσματική στο κινητικό συντονισμό συμβάλλοντας στη θεραπευτική διαδικασία για την κινητική αποκατάσταση ασθενών που έχουν υποστεί βλάβη λόγω νευρολογικής διαταραχής.

Όσον αφορά την ποιότητα του ύπνου το οποίο παρατηρείται σε ασθενείς με κακώσεις του νωτιαίου μυελού σύμφωνα με μια μελέτη (Calamassi et al.,2020) η ακρόαση μουσικής σε συχνότητα 432 Hz φαίνεται να επιδρά θετικά στη βελτίωση της ποιότητας του ύπνου των ασθενών, χωρίς όμως να έχουν γίνει αρκετές μελέτες που να οδηγούν σε ασφαλή συμπεράσματα. Η φαινομενική επίδραση της συγκεκριμένης συχνότητας καθιστά το παραπάνω εύρημα αρκετά ελπιδοφόρο για αρκετούς ανθρώπους με προβλήματα ύπνου. Καθώς οι μουσικές επιλογές των ασθενών (πάνω στις οποίες έγινε ο συντονισμός στα 432 Hz) διέφεραν, δεν φαίνεται να επηρεάζει κάποιο συγκεκριμένο στυλ μουσικής στο αποτέλεσμα αλλά μόνο ο συγκεκριμένος συντονισμός. Αντίστοιχα όταν οι μουσικές επιλογές των ασθενών συντονίστηκαν στα 440 Hz, δεν υπήρχε κάποια βελτίωση στην ποιότητα του ύπνου των ασθενών. Αυτό συνεπάγεται την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα της συγκεκριμένης συχνότητας τόσο στη ποιότητα του ύπνου όσο και τον αντίκτυπο που τυχόν έχει στην αίσθηση χαλάρωσης και στα επίπεδα ενέργειας τα οποία μπορεί να συντελέσουν, στην αποτελεσματικότητα της θεραπευτικής διαδικασίας των νευρολογικών ασθενών.

Σε αυτό το σημείο είναι καλό να λάβουμε υπόψη το γεγονός ότι, η προσωπική επιλογή των ασθενών ως προς τη μουσική ακρόαση ενδέχεται να επιδρά στη θετική έκβαση της θεραπευτικής παρέμβασης που χρησιμοποιείται. Μόνο στην περίπτωση της ελάχιστης συνειδητότητας (Zhang et al., 2021) φάνηκε να υπερτερεί η μουσική επιλογή του ίδιου του θεραπευτή έναντι των ασθενών και λοιπών συγγενών. Συγκεκριμένα κατά την ακρόαση μουσικών έργων (γνωστές μελωδίες χωρίς στίχους με μεγαλύτερη ταχύτητα από το μέσο καρδιακό παλμό - HR) που είχαν επιλέξει οι κλινικοί μουσικοθεραπευτές, οι ασθενείς (ομάδα παρέμβασης) εμφάνισαν υψηλότερη διέγερση του συμπαθητικού νεύρου, αυξημένη κατανάλωση όγκου οξυγόνου από το μυοκάρδιο και υψηλότερο βαθμό ενεργητικής διέγερσης. Ταυτόχρονα ο δείκτης υψηλής συχνότητας του καρδιακού παλμού

ήταν χαμηλότερος στην ομάδα παρέμβασης, το οποίο υποδηλώνει μείωση της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας.

Η αντίθεση των αποτελεσμάτων ανάμεσα στο συμπαθητικό και παρασυμπαθητικό σύστημα δείχνουν ότι τα νευρικά συστήματα σε ασθενείς που βρίσκονται σε κατάσταση ελάχιστης συνειδητότητας εμφάνισαν υψηλότερα επίπεδα αφύπνισης κατά τη διάρκεια ακρόασης μουσικής επιλεγμένης από τον θεραπευτή σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (ασθενείς που άκουγαν την προτιμώμενη μουσική). Η συχνότητα της μουσικής που επιλέχθηκε από τον θεραπευτή κυμαινόταν μεταξύ 20 και 20.000 Hz, ενώ της προτιμώμενης μουσικής κυμαινόταν μεταξύ 0 έως 5000 Hz. Σύμφωνα με τους ερευνητές (Zhang et al., 2021) η ευρύτερη ζώνη συχνοτήτων ήχου μπορεί να συνάδει με τη δυνατότητα μεγαλύτερου εύρους διέγερσης του πρωτεύοντα ακουστικού φλοιού, ενεργοποιώντας περισσότερα νευρωνικά δίκτυα και ρυθμίζοντας το αυτόνομο νευρικό σύστημα. Επιπρόσθετα ένας παράγοντας που μπορεί να συνέβαλε στο συγκεκριμένο αποτέλεσμα σύμφωνα με τους ερευνητές της μελέτης είναι η προβλεψιμότητα του ακουστικού ερεθίσματος ως προς τη δομή του κομματιού (ABA). Η πρώτη ενότητα και η τρίτη ενότητα έχουν την ίδια μελωδία, μουσική δομή και μουσική φράση δίνοντας την αίσθηση της επανάληψης. Όσον αφορά το ρυθμικό χαρακτήρα της μουσικής θα μπορούσε επίσης να επηρεάσει το HR και την αναπνοή, γεγονός που εξηγεί την επίδραση στη διέγερση και στο συμπαθητικό σύστημα.

Χρειάζονται επιπλέον έρευνες για τη πιθανή συμβολή των παραπάνω μουσικών στοιχείων (προβλεψιμότητα μουσικής δομής, εύρος συχνοτήτων μουσικής σύνθεσης, tempo) στην απόκριση του αυτόνομου νευρικού συστήματος προκειμένου να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρωματική παρέμβαση για την αποκατάσταση ασθενών που βρίσκονται σε κωματώδη κατάσταση.

Συνοψίζοντας, διαπιστώνουμε ότι υπάρχει σύνδεση των συχνοτήτων με την απόκριση του κεντρικού νευρικού συστήματος. Ορισμένες συχνότητες έχουν μεγαλύτερη ή μικρότερη

αποτελεσματικότητα ανάλογα με τη νευρολογική διαταραχή. Συνδυαστικά με ορισμένα μουσικά χαρακτηριστικά φαίνεται να έχουν θετική επίδραση στη κινητική, αισθητηριακή, γνωστική λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου. Δεν μπορεί να γίνει σύγκριση και ανάδειξη καλύτερης θεραπευτικής παρέμβασης λόγω της ποικιλομορφίας και πολυπλοκότητας των νευρολογικών διαταραχών.

4.2 Συμβολή διερευνητικής ανασκόπησης

Σε αυτή την υποενότητα παρουσιάζεται η συμβολή της παρούσας διερευνητικής ανασκόπησης στη θεραπευτική αποκατάσταση ασθενών με νευρολογικές διαταραχές με τη χρήση ηχητικών κυμάτων και συχνοτήτων στη νευρολογική μουσικοθεραπεία.

Κατά τη διάρκεια της στρατηγικής αναζήτησης αφενός, όσο και από τα ευρήματα αφετέρου υπήρχε δυσκολία στην εύρεση μελετών με γνώμονα τη χρήση ηχητικών κυμάτων ή μουσικών συχνοτήτων στη νευρολογική μουσικοθεραπεία. Ο αριθμός των μελετών ήταν αρκετά μικρός ή δεν υπήρχε συσχέτιση με το ερευνητικό ερώτημα και τα κριτήρια συμπερίληψης. Επιπλέον, το γεγονός ότι από τις 32 μελέτες, μόνο σε δύο μελέτες (Jeong and Kim., 2007; Buard et al., 2019) γίνεται χρήση μίας εκ των τεχνικών της νευρολογικής μουσικοθεραπείας (RAS) “και οι υπόλοιπες μελετούν την επίδραση συγκεκριμένων συχνοτήτων ή μουσικών κομματιών στην απόκριση του νευρικού συστήματος, στη συχνότητα επιληπτικών κρίσεων, στην ποιότητα του ύπνου ή την επίδραση στην αντίληψη και δυσφορίας των εμβοών” ανοίγει το δρόμο για να μελετηθεί η επίδραση της ταυτόχρονης χρήσης συχνοτήτων και ηχητικών κυμάτων μαζί με κάποια εκ των τεχνικών της νευρολογικής μουσικοθεραπείας ανάλογα τη δυσλειτουργία (γνωστική, κινητική, αισθητηριακή) που στοχεύει ο θεραπευτής. Αυτό θα έχει ως επακόλουθο την αντιμετώπιση περιπτώσεων όπου οι ασθενείς φέρουν παραπάνω από μια νευρολογικές διαταραχές όπως ασθενείς με επιληπτικές κρίσεις και εμβοές.

Σε μια τέτοια περίπτωση θα μπορούσε να συνδυαστεί η ακρόαση της σονάτας Μότσαρτ K448 για την οποία υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις από τη βιβλιογραφία ότι συμβάλει στη μείωση της συχνότητας των επιληπτικών κρίσεων συνδυαστικά με κάποια από τις θεραπείες που χρησιμοποιούνται για τις εμβοές με γνώμονα τη συχνότητα των εμβοών και τα επίπεδα άγχους και στρες που βιώνουν σύμφωνα με τα ερωτηματολόγια (HADS). Επιπλέον, σε αυτό το σημείο είναι καλό να αναφερθεί και η ανάγκη να διερευνηθεί παραπάνω η επίδραση της συχνότητας 432 Hz στο άγχος, το αίσθημα χαλάρωσης και όποιες άλλες προϋποθέσεις πρέπει να συντελούνται για την καλύτερη ποιότητα ύπνου. Η επαλήθευση όλων των παραπάνω μέσω της διερεύνησης της συγκεκριμένης συχνότητας πιθανώς να βοηθήσει ασθενείς στη μείωση άγχους κατά τη θεραπευτική διαδικασία συνδυαστικά με τη χρήση τεχνικών της νευρολογικής μουσικοθεραπείας.

Επιπρόσθετα η μη εύρεση πρωταρχικών μελετών για την επίδραση των solfeggio συχνοτήτων στη νευρολογική μουσικοθεραπεία ίσως να αποτελέσει ένα μικρό σκαλοπάτι για περαιτέρω εξερεύνηση και επιστημονική τεκμηρίωση ως προς την θεραπευτική ιδιότητα της κάθε συχνότητα, όπως αναφέρεται και στην εισαγωγή. Μάλιστα συχνότητες όπως η 528 Hz που της αποδίδεται η ιδιότητα της αποκατάστασης του DNA (Horowitz, 2011; Tyrrell, 2016) μπορεί να αποτελέσει μια κομβικής σημασίας εξέλιξη τόσο στην πρακτική της νευρολογικής μουσικοθεραπείας όσο και γενικότερα στην ιατρική και βιοϊατρική για την αποκατάσταση νευρολογικών διαταραχών.

Η παρούσα ανασκόπηση περιλαμβάνει πρόσφατες πρωταρχικές μελέτες που έγιναν στον τομέα της μουσικοθεραπείας συνδυαστικά με την ηχοθεραπεία ή νευρολογική μουσικοθεραπεία, επικεντρώνοντας, το ενδιαφέρον στους νευρολογικούς ασθενείς και στη χρήση παρεμβάσεων που βασίζονται στη χρήση ηχητικών κυμάτων ή μουσικών συχνοτήτων. Επίσης παρέχει

συγκεντρωμένα και ομαδοποιημένα διαφορετικά είδη νευρολογικών ασθενειών, με παρουσίαση συγκεκριμένων παρεμβάσεων θεραπείας που χρησιμοποιούνται για κάθε περίπτωση ασθένειας. Δεν επικεντρώνεται μόνο σε μία νευρολογική ασθένεια και τους τρόπους αποκατάστασής της, ούτε σε θεραπείες χαλάρωσης χωρίς τη χρήση μουσικής τηρώντας αυστηρά το διαχωρισμό της μουσικοθεραπείας και δονητικής ακουστικής θεραπείας.

4.3 Πλεονεκτήματα και περιορισμοί ανασκόπησης:

Στα πλεονεκτήματα συγκαταλέγονται η επισκόπηση της τρέχουσας ερευνητικής κατάστασης των αποδεικτικών στοιχείων που αφορά τον τομέα της μουσικοθεραπείας και τους νευρολογικούς ασθενείς. Επίσης χαρτογραφείται η χρήση των ηχητικών κυμάτων και μουσικών συχνοτήτων ως θεραπευτικές παρεμβάσεις σε ένα ευρύτερο φάσμα διαφορετικών νευρολογικών ασθενειών.

Ορισμένοι παράγοντες που συνετέλεσαν στους περιορισμούς της συγκεκριμένης ανασκόπησης ήταν η δυσκολία στην εύρεση ικανοποιητικού αριθμού μελετών. Επίσης λόγω χρονικού περιορισμού η αναζήτηση μελετών διενεργήθηκε σε τρεις βάσεις δεδομένων ,το οποίο με τη σειρά του οδήγησε στο συγκεκριμένο αριθμό μελετών. Πιθανόν η επέκταση της αναζήτησης σε περισσότερες από τρεις βάσεις δεδομένων να μας απέφερε περισσότερα αποτελέσματα.

5 Συμπεράσματα

Στην επισκόπηση του πεδίου εφαρμογής έχει εντοπιστεί μία σειρά πρωταρχικών μελετών που χρησιμοποιούν τα ηχητικά κύματα ή τις μουσικές συχνότητες σε πάσχοντες νευρολογικών ασθενειών είτε για τη μείωση και ανακούφιση των συμπτωμάτων που δημιουργεί η ασθένεια είτε ως συμπληρωματική παρέμβαση για την αποκατάστασή τους.

Η επισκόπηση περιλαμβάνει πληθώρα νευρολογικών ασθενειών όπως είναι οι εμβοές, η επιληψία και σε ορισμένες περιπτώσεις συνδυαστικά με νοητική υστέρηση ή κάποια τετραπληγία, την κατάσταση ελάχιστης συνειδητότητας, τη νόσο Πάρκινσον, βλάβες του νωτιαίου μυελού και το εγκεφαλικό επεισόδιο. Συγκεκριμένες μουσικές συνθέσεις όπως του Μότσαρτ και συχνότητες όπως τα 432 Hz, η τεχνική της ρυθμικής συμπαράσυρσης άλλα και συγκεκριμένες τεχνικές που στοχεύουν στη συχνότητα των εμβοών συνδυαστικά με μουσική είναι ο απολογισμός των θεραπευτικών παρεμβάσεων που εντοπίζονται και προτείνονται στις μελέτες. Όλα τα παραπάνω συνδυαστικά με τις επιπτώσεις τους στην έκβαση των ασθενειών παρουσιάζονται οργανωμένα και συγκεντρωτικά στην παρούσα μελέτη, συνεισφέροντας περαιτέρω γνώση στη συγκεκριμένη θεματική περιοχή και υπογραμμίζοντας τυχόν κενά.

Αναφορές

Adaikkan, C., Middleton, S. J., Marco, A., Pao, P. C., Mathys, H., Kim, D. N. W., ... and Tsai, L. H. (2019). Gamma entrainment binds higher-order brain regions and offers neuroprotection. *Neuron*, 102(5), 929-943.

Ahn, I. S., Kim, B. Y., You, K. B., and Bae, M. J. (2018, June). A Study on the Characteristics of an EEG Based on a Singing Bowl's Sound Frequency. In *International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications* (pp. 233-243). Springer, Cham.

Alonso-Valerdi, L. M., González-Salazar, J. I., and Ibarra-Zarate, D. I. (2021). Neuropsychological monitoring of current acoustic therapies as alternative treatment of chronic tinnitus. *American Journal of Otolaryngology*, 42(6), 103109.

Alonso-Valerdi, L. M., Ibarra-Zarate, D. I., Tavira-Sánchez, F. J., Ramírez-Mendoza, R. A., and Recuero, M. (2017). Electroencephalographic evaluation of acoustic therapies for the treatment of chronic and refractory tinnitus. *BMC Ear, Nose and Throat Disorders*, 17(1), 1-15.

Aravena, P. C., Almonacid, C., and Mancilla, M. I. (2020). Effect of music at 432 Hz and 440 Hz on dental anxiety and salivary cortisol levels in patients undergoing tooth extraction: a randomized clinical trial. *Journal of applied oral science*, 28.

Argstatter H. (2009) *HeidelbergerMusiktherapiemanual: Chronischtonaler Tinnitus*. Berlin, Germany: Uni-Edition.

Argstatter, H., Grapp, M., Hutter, E., Plinkert, P., and Bolay, H. V. (2012). Long-term effects of the "Heidelberg Model of Music Therapy" in patients with chronic tinnitus. *International journal of clinical and experimental medicine*, 5(4), 273.

Arjmand, H. A., Hohagen, J., Paton, B., and Rickard, N. S. (2017). Emotional responses to music: Shifts in frontal brain asymmetry mark periods of musical change. *Frontiers in psychology*, 8, 2044.

Arksey, H., and O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology*, 8(1), 19-32.

Atwater, F. H. (1997). Accessing anomalous states of consciousness with a binaural beat technology. *Journal of scientific exploration*, 11(3), 263-274.

Atwater, F. H. (2004). *The hemi-sync process*. The Monroe Institute, VA.

B. L. Wheeler (Ed.), *Music Therapy Handbook* (pp: 384-404). New York andamp;

Bauer, S., Baier, H., Baumgartner, C., Bohlmann, K., Fauser, S., Graf, W., ... and Hamer, H. M. (2016). Transcutaneous vagus nerve stimulation (tVNS) for treatment of drug-resistant epilepsy: a randomized, double-blind clinical trial (cMPsE02). *Brain stimulation*, 9(3), 356-363.

Becher, A. K., Höhne, M., Axmacher, N., Chaieb, L., Elger, C. E., and Fell, J. (2015). Intracranial electroencephalography power and phase synchronization changes during monaural and binaural beat stimulation. *European Journal of Neuroscience*, 41(2), 254-263.

Bennett, D. A. (2020). Neuroepidemiology Special Issue: Population-Based Epidemiological Studies of Neurological Disorders. *Neuroepidemiology*, 54(2), 95-96.

Bodner, M., Turner, R. P., Schwacke, J., Bowers, C., and Norment, C. (2012). Reduction of seizure occurrence from exposure to auditory stimulation in individuals with neurological handicaps: a randomized controlled trial.

Boxberger, R. (1961). Historical bases for the use of music in therapy. *Music therapy*, 125-166.

Buard, I., Dewispelaere, W. B., Thaut, M., and Kluger, B. M. (2019). Preliminary neurophysiological evidence of altered cortical activity and connectivity with neurologic music therapy in parkinson's disease. *Frontiers in neuroscience*, 13, 105.

Buchanan, R. W., and Heinrichs, D. W. (1989). The Neurological Evaluation Scale (NES): a structured instrument for the assessment of neurological signs in schizophrenia. *Psychiatry research*, 27(3), 335-350.

Calamassi, D., Lucicesare, A., Pomponi, G. P., and Bambi, S. (2020). Music tuned to 432 hz versus music tuned to 440 hz for improving sleep in patients with spinal cord injuries: a double-blind cross-over pilot study. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis*, 91(Suppl 12).

Chen, J. L., Penhune, V. B., and Zatorre, R. J. (2008). Listening to musical rhythms recruits motor regions of the brain. *Cerebral cortex*, 18(12), 2844-2854.

Coppola, G., Toro, A., Operto, F. F., Ferrarioli, G., Pisano, S., Viggiano, A., and Verrotti, A. (2015). Mozart's music in children with drug-refractory epileptic encephalopathies. *Epilepsy and Behavior*, 50, 18-22.

Costantino, G., Montano, N. and Casazza, G. When should we change our clinical practice based on the results of a clinical study? Searching for evidence: PICOS and PubMed. *Intern Emerg Med* 10, 525–527 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11739-015-1225-5> (accessed on 14 March 2022)

Critchley, M. (1977). Musicogenic epilepsy. In *Music and the Brain* (pp. 344-353). Butterworth-Heinemann.

Crönlein, T., Langguth, B., Geisler, P., and Hajak, G. (2007). Tinnitus and insomnia. *Progress in brain research*, 166, 227-233.

Cross, I., Hallam, S., and Thaut, M. (2008). *The Oxford handbook of music psychology* (pp. 1-600).

D'Alessandro, P., Giuglietti, M., Baglioni, A., Verdolini, N., Murgia, N., Piccirilli, M., and Elisei, S. (2017). Effects of music on seizure frequency in institutionalized subjects with severe/profound intellectual disability and drug-resistant epilepsy. *Psychiatria Danubina*, 29(suppl. 3), 399-404.

De Ridder, D., Vanneste, S., and Congedo, M. (2011). The distressed brain: a group blind source separation analysis on tinnitus. *PloS one*, 6(10), e24273.

Di Nasso, L., Nizzardo, A., Pace, R., Pierleoni, F., Pagavino, G., and Giuliani, V. (2016). Influences of 432 Hz music on the perception of anxiety during endodontic treatment: a randomized controlled clinical trial. *Journal of endodontics*, 42(9), 1338-1343.

Dobie, R. A. (2003). Depression and tinnitus. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 36(2), 383-388.

Dostrovsky, S. (1975). Early vibration theory: Physics and music in the seventeenth century. *Archive for History of Exact Sciences*, 169-218.

Doyle, L. M. F., Kühn, A. A., Hariz, M., Kupsch, A., Schneider, G. H., and Brown, P. (2005). Levodopa-induced modulation of subthalamic beta oscillations during self-paced movements in patients with Parkinson's disease. *European Journal of Neuroscience*, 21(5), 1403-1412.

Eggermont, J. J. (2006). Cortical tonotopic map reorganization and its implications for treatment of tinnitus. *Acta Oto-Laryngologica*, 126(sup556), 9-12.

Eggermont, J. J., and Roberts, L. E. (2004). The neuroscience of tinnitus. *Trends in neurosciences*, 27(11), 676-682.

Eggert, K. S. *MUSICA UNIVERSALIS: from the Lambdoma of Pythagoras*.

Erkkinen, M. G., Kim, M. O., and Geschwind, M. D. (2018). Clinical neurology and epidemiology of the major neurodegenerative diseases. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 10(4), a033118.

Fahn, S. E. R. L. (1987). Unified Parkinson's disease rating scale. *Recent developments in Parkinson's disease volume II*. MacMillan healthcare information, 153.

Feigin, V. L., Nichols, E., Alam, T., Bannick, M. S., Beghi, E., Blake, N., ... and Fischer, F. (2019). Global, regional, and national burden of neurological disorders, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Neurology*, 18(5), 459-480.

Flor H, Hoffmann D, Struve M, Diesch E. (2004) Auditory discrimination training for the treatment of tinnitus. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 29(2):113-120.

Formisano, R., Vinicola, V., Penta, F., Matteis, M., Brunelli, S., and Weckel, J. W. (2001). Active music therapy in the rehabilitation of severe brain injured patients during coma recovery. *Ann Ist Super Sanita*, 37(4), 627-630.

Foster, D. S. (1990). EEG and subjective correlates of alpha frequency binaural beats stimulation combined with alpha biofeedback (Doctoral dissertation, Memphis State University).

Fukuda, S., Miyashita, T., Inamoto, R., and Mori, N. (2011). Tinnitus retraining therapy using portable music players. *Auris Nasus Larynx*, 38(6), 692-696.

Galińska, E. (2015). Music therapy in neurological rehabilitation settings. *Psychiatria polska*, 49(4), 835-846.

GBD 2016 Neurology Collaborators. Global, regional, and national burden of neurological disorders, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol*.

2019 May;18(5):459-480. doi: 10.1016/S1474-4422(18)30499-X. Epub 2019 Mar 14. PMID: 30879893; PMCID: PMC6459001.

Gerber, R. (1988). *Vibrational medicine: New choices for healing*. Santa Fe, NM: Bear and Company.

Goebel, G., and Hiller, W. (1994). The tinnitus questionnaire. A standard instrument for grading the degree of tinnitus. Results of a multicenter study with the tinnitus questionnaire. *Hno*, 42(3), 166-172.

Goldberg, E. (2001). *The executive brain: Frontal lobes and the civilized mind*. Oxford University Press, USA.

Grocke, D., Wigram, T., Grocke, D., and Wigram, T. (2007). Vibroacoustic therapy in receptive music therapy. *Recept. Methods Music Ther. Tech. Clin. Appl. Music Ther. Clin. Educ. Stud*, 214-235.

Grylls, E., Kinsky, M., Baggott, A., Wabnitz, C., and McLellan, A. (2018). Study of the Mozart effect in children with epileptic electroencephalograms. *Seizure*, 59, 77-81.

Guilfoyle, G., and Carbone, D. (1996, October). The facilitation of attention utilizing therapeutic sounds. In *New York State Association of Day Service Providers Symposium*.

Guillon, M. J. (2012). Tinnitus: pathology of synaptic plasticity at the cellular and system levels. *Frontiers in systems neuroscience*, 6, 12.

Hallam, R. S., McKenna, L., and Shurlock, L. (2004). Tinnitus impairs cognitive efficiency. *International journal of audiology*, 43(4), 218-226.

Hallam, S., Cross, I., and Thaut, M. (Eds.). (2011). *Oxford handbook of music psychology*. Oxford University Press.

Haut, S. R., and Albin, R. L. (2008). Dopamine and epilepsy: hints of complex subcortical roles. *Neurology*, 71(11), 784-785.

Hegde, S. (2014). Music-based cognitive remediation therapy for patients with traumatic brain injury. *Frontiers in neurology*, 5, 34.

Heinrichs-Graham, E., Wilson, T. W., Santamaria, P. M., Heithoff, S. K., Torres-Russotto, D., Hutter-Saunders, J. A., ... and Gendelman, H. E. (2014). Neuromagnetic evidence of abnormal movement-related beta desynchronization in Parkinson's disease. *Cerebral cortex*, 24(10), 2669-2678.

Henry, J. A., Schechter, M. A., Zaugg, T. L., Griest, S., Jastreboff, P. J., Vernon, J. A., ... and Stewart, B. J. (2006). Outcomes of clinical trial: tinnitus masking versus tinnitus retraining therapy. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17(02), 104-132.

Herholz, S. C., Coffey, E. B., Pantev, C., and Zatorre, R. J. (2015). Dissociation of neural networks for predisposition and for training-related plasticity in auditory-motor learning. *Cerebral Cortex*, 26(7), 3125-3134.

Herraiz, C., Diges, I., and Cobo, P. (2007). Auditory discrimination therapy (ADT) for tinnitus management. *Progress in brain research*, 166, 467-471.

Hiew, C. C. (1995). Hemi-Sync into creativity. *Hemi-Sync Journal*, 13(1), 3-5.

Hodges, G. J., Ferguson, S. A., and Cheung, S. S. (2019). Cardiac autonomic function during hypothermia and its measurement repeatability. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 44(1), 31-36.

Hooper, J. (2002). Is VA therapy, music therapy. *Music Therapy Today*, 29, 35.

Horowitz, L. G. (2011). *The book of 528: Prosperity key of love*. Tetrahedron.

Hove, M. J., and Keller, P. E. (2015). Impaired movement timing in neurological disorders: rehabilitation and treatment strategies. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 111-117.

Hughes, J. R., Daaboul, Y., Fino, J. J., and Shaw, G. L. (1998). The “Mozart effect” on epileptiform activity. *Clinical Electroencephalography*, 29(3), 109-119.

Hultén, V. D. T., Biering-Sørensen, F., Jørgensen, N. R., and Jennum, P. J. (2020). A review of sleep research in patients with spinal cord injury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 43(6), 775-796.

Hurt-Thaut, C. P. andamp; Johnson, S. B., (2015). *Neurologic Music Therapy*. Στο

Hutter, E., Grapp, M., Argstatter, H., and Bolay, H. V. (2014). Music therapy for chronic tinnitus: variability of tinnitus pitch in the course of therapy. *Journal of the American Academy of Audiology*, 25(04), 335-342.

Ibarra-Zarate, D. I., Naal-Ruiz, N. E., and Alonso-Valerdi, L. M. (2022). Binaural sound therapy for tinnitus treatment: A psychometric and neurophysiological evaluation. *American Journal of Otolaryngology*, 43(1), 103248.

International Organization for Standardization. ISO/TC 43 Acoustics. Acoustic measurements and noise abatement in general: Acoustics — Standard tuning frequency (Standard musical pitch) [Internet]. ISO 16:1975. [cited 2021 November 20]. Available from: [https:// www.iso.org/standard/3601.html](https://www.iso.org/standard/3601.html)

Iyendo, T. O. (2016). Exploring the effect of sound and music on health in hospital settings: A narrative review. *International journal of nursing studies*, 63, 82-100.

Jancke, L. (2016). Music drives brain plasticity. *International Journal of Psychophysiology*, 100(108), 46.

Jang, S. H., and Do Lee, H. (2020). Recovery of an injured ascending reticular activating system with recovery from a minimally conscious state to normal consciousness in a stroke patient: a diffusion tensor tractography study. *Neural regeneration research*, 15(9), 1767.

Jang, S. H., and Kwon, Y. H. (2019). Neuroimaging characterization of recovery of impaired consciousness in patients with disorders of consciousness. *Neural Regeneration Research*, 14(7), 1202.

- Jastreboff, P. J. (2011). Tinnitus retraining therapy. *Textbook of tinnitus*, 575-596.
- Jastreboff, P.J. (1990) Phantom auditory perception (tinnitus): mechanisms of generation and perception. *Neurosci. Res.*, 8: 221–254
- Jastreboff, P.J. and Hazell, J.W.P. (2004) *Tinnitus Retraining Therapy: Implementing the Neurophysiological Model*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jenkinson, N., and Brown, P. (2011). New insights into the relationship between dopamine, beta oscillations and motor function. *Trends in neurosciences*, 34(12), 611-618.
- Jeong, S., and Kim, M. T. (2007). Effects of a theory-driven music and movement program for stroke survivors in a community setting. *Applied Nursing Research*, 20(3), 125-131.
- Kadouri, A., Corruble, E., and Falissard, B. (2007). The improved Clinical Global Impression Scale (iCGI): development and validation in depression. *BMC psychiatry*, 7(1), 1-7.
- Kalle, S., Schlee, W., Pryss, R. C., Probst, T., Reichert, M., Langguth, B., and Spiliopoulou, M. (2018). Review of smart services for tinnitus self-help, diagnostics and treatments. *Frontiers in neuroscience*, 12, 541.
- Kennel, S., Taylor, A. G., Lyon, D., and Bourguignon, C. (2010). Pilot feasibility study of binaural auditory beats for reducing symptoms of inattention in children and adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of pediatric nursing*, 25(1), 3-11.
- Kennerly, R. C. (2021). An empirical investigation into the effect of beta frequency binaural-beat audio signals on four measures of human memory, ADD/ADHD.
- Kim, T. S., Yakunina, N., Ryu, Y. J., Chung, I. J., and Nam, E. C. (2017). Self-administered tinnitus pitch matching versus a conventional audiometric procedure. *Audiology and Neurotology*, 22(1), 1-8.
- Kraus, J., and Porubánová, M. (2015). The effect of binaural beats on working memory capacity. *Studia psychologica*, 57(2), 135.
- Krueger, H., Noonan, V. K., Trenaman, L. M., Joshi, P., and Rivers, C. S. (2013). The economic burden of traumatic spinal cord injury in Canada. *Chronic diseases and injuries in Canada*, 33(3).
- Langhorne, P., Bernhardt, J., and Kwakkel, G. (2011). Stroke rehabilitation. *The Lancet*, 377(9778), 1693-1702.
- Leins AK, Spintge R, Thaut M. Music therapy in medical and neurological rehabilitation settings. In: Hallam S, Cross I, Thaut M. ed. *The Oxford handbook of music psychology*. Oxford, New York: Oxford University Press; 2011. p. 526–536.
- Liang, Z., Shao, S., Lv, Z., Li, D., Sleigh, J. W., Li, X., ... and He, J. (2020). Constructing a consciousness meter based on the combination of non-linear measurements and genetic algorithm-based support vector machine. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 28(2), 399-408.

Lin, L. C., Chiang, C. T., Lee, M. W., Mok, H. K., Yang, Y. H., Wu, H. C., ... and Yang, R. C. (2013). Parasympathetic activation is involved in reducing epileptiform discharges when listening to Mozart music. *Clinical Neurophysiology*, 124(8), 1528-1535.

Lin, L. C., Lee, M. W., Wei, R. C., Mok, H. K., and Yang, R. C. (2014). Mozart K. 448 listening decreased seizure recurrence and epileptiform discharges in children with first unprovoked seizures: a randomized controlled study. *BMC complementary and alternative medicine*, 14(1), 1-8.

Lin, L. C., Lee, M. W., Wei, R. C., Mok, H. K., Wu, H. C., Tsai, C. L., and Yang, R. C. (2012). Mozart k. 545 mimics mozart k. 448 in reducing epileptiform discharges in epileptic children. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012.

Lin, L. C., Lee, W. T., Wang, C. H., Chen, H. L., Wu, H. C., Tsai, C. L., ... and Yang, R. C. (2011). Mozart K. 448 acts as a potential add-on therapy in children with refractory epilepsy. *Epilepsy and Behavior*, 20(3), 490-493.

Lin, L. C., Lee, W. T., Wu, H. C., Tsai, C. L., Wei, R. C., Jong, Y. J., and Yang, R. C. (2010). Mozart K. 448 and epileptiform discharges: effect of ratio of lower to higher harmonics. *Epilepsy research*, 89(2-3), 238-245.

Londero, A., and Hall, D. A. (2017). Call for an evidence-based consensus on outcome reporting in tinnitus intervention studies. *Frontiers in Medicine*, 42.

London: The Guilford Press.

Magee, W. L., Tillmann, B., Perrin, F., and Schnakers, C. (2016). Music and disorders of consciousness: Emerging research, practice and theory. *Frontiers in psychology*, 7, 1273.

Maguire, M. J. (2012). Music and epilepsy: a critical review. *Epilepsia*, 53(6), 947-961.

Mahboubi, H., Ziai, K., and Djalilian, H. R. (2012). Customized web-based sound therapy for tinnitus. *The International Tinnitus Journal*, 17(1), 26-30.

Manly, T., Heutink, J., Davison, B., Gaynord, B., Greenfield, E., Parr, A., ... and Robertson, I. H. (2004). An electronic knot in the handkerchief: "Content free cueing" and the maintenance of attentive control. *Neuropsychological Rehabilitation*, 14(1-2), 89-116

Marzuki, N. I. C., Mahmood, N. H., and Safri, N. M. (2013). Type of music associated with relaxation based on EEG signal analysis. *Jurnal Teknologi*, 61(2).

McAleese, A., Wilson, C. F., McEvoy, M., and Caldwell, S. (2018). Comparison of SMART and WHIM as measurement tools in routine assessment of PDOC patients. *Neuropsychological Rehabilitation*, 28(8), 1266-1274.

McIntosh, G. C., Brown, S. H., Rice, R. R., and Thaut, M. H. (1997). Rhythmic auditory-motor facilitation of gait patterns in patients with Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 62(1), 22-26.

McKenzie JE, Brennan SE, Ryan RE, Thomson HJ, Johnston RV, Thomas J. Chapter 3: Defining the criteria for including studies and how they will be grouped for the synthesis. In: Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, Welch VA (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* version 6.3 (updated February 2022). Cochrane, 2022. Available from www.training.cochrane.org/handbook (accessed on 14 March 2022)

McNair, D. M. (1992). Profile of mood states. Educational and industrial testing service.

McNair, D. M., Lorr, M., and Droppleman, L. F. (1971). Manual profile of mood states.

Mencarelli, L., Biagi, M. C., Salvador, R., Romanella, S., Ruffini, G., Rossi, S., and Santarnecki, E. (2020). Network mapping of connectivity alterations in disorder of consciousness: towards targeted neuromodulation. *Journal of clinical medicine*, 9(3), 828.

Meric, C., Pham, E., and Chéry-Croze, S. (1997). Translation and validation of the questionnaire "Tinnitus Handicap Questionnaire, 1990. *The Journal of otolaryngology*, 26(3), 167-170.

Michael, K. M., Allen, J. K., and Macko, R. F. (2005). Reduced ambulatory activity after stroke: the role of balance, gait, and cardiovascular fitness. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86(8), 1552-1556.

Michely, J., Volz, L. J., Barbe, M. T., Hoffstaedter, F., Viswanathan, S., Timmermann, L., ... and Grefkes, C. (2015). Dopaminergic modulation of motor network dynamics in Parkinson's disease. *Brain*, 138(3), 664-678.

Molinari, M., Leggio, M. G., De Martin, M., Cerasa, A., and Thaut, M. (2003). Neurobiology of rhythmic motor entrainment. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999(1), 313-321.

Molnar-Szakacs, I., and Overy, K. (2006). Music and mirror neurons: from motion to 'e'motion. *Social cognitive and affective neuroscience*, 1(3), 235-241.

Monroe, R. A. (1985). *Far journeys*. Harmony.

Morris, S. E. (1990). Hemi-Sync and the facilitation of sensory integration. *Hemi-Sync Journal*, 8(4), 5-6.

Mühlnickel, W., Elbert, T., Taub, E., and Flor, H. (1998). Reorganization of auditory cortex in tinnitus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(17), 10340-10343.

Munro, B. A., and Searchfield, G. D. (2019). The short-term effects of recorded ocean sound with and without alpha frequency binaural beats on tinnitus perception. *Complementary Therapies in Medicine*, 44, 291-295.

Naghdi, L., Ahonen, H., Macario, P., and Bartel, L. (2015). The effect of low-frequency sound stimulation on patients with fibromyalgia: a clinical study. *Pain research and management*, 20(1), e21-e27.

Newman, C. W., Jacobson, G. P., and Spitzer, J. B. (1996). Development of the tinnitus handicap inventory. *Archives of Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 122(2), 143-148.

Noreña, A. J., and Eggermont, J. J. (2005). Enriched acoustic environment after noise trauma reduces hearing loss and prevents cortical map reorganization. *Journal of Neuroscience*, 25(3), 699-705.

Okamoto, H., Stracke, H., Stoll, W., and Pantev, C. (2010). Listening to tailor-made notched music reduces tinnitus loudness and tinnitus-related auditory cortex activity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(3), 1207-1210.

Owen, A. M. (2019). The search for consciousness. *Neuron*, 102(3), 526-528.

Pantev, C., Wollbrink, A., Roberts, L. E., Engelien, A., and Lütkenhöner, B. (1999). Short-term plasticity of the human auditory cortex. *Brain research*, 842(1), 192-199.

Pape, J., Paraskevopoulos, E., Bruchmann, M., Wollbrink, A., Rudack, C., and Pantev, C. (2014). Playing and listening to tailor-made notched music: cortical plasticity induced by unimodal and multimodal training in tinnitus patients. *Neural plasticity*, 2014

Paprad, T., Veeravigrom, M., and Desudchit, T. (2021). Effect of Mozart K. 448 on interictal epileptiform discharges in children with epilepsy: A randomized controlled pilot study. *Epilepsy and Behavior*, 114, 107177.

Patton, J. (2003). Enhancing the experience of soundscape through psychotropic sound design. In *WFAE Symposium*, Fairfield, Victoria.

Penfield, W., and Jasper, H. (1954). Epilepsy and the functional anatomy of the human brain.

Perez, H. D. O., Dumas, G., and Lehmann, A. (2020). Binaural Beats through the auditory pathway: from brainstem to connectivity patterns. *Eneuro*, 7(2).

Peters, M. D., Godfrey, C. M., Khalil, H., McInerney, P., Parker, D., and Soares, C. B. (2015). Guidance for conducting systematic scoping reviews. *JB I Evidence Implementation*, 13(3), 141-146.

Peters, M. D., Godfrey, C., McInerney, P., Baldini Soares, C., Khalil, H., and Parker, D. (2017). Scoping reviews. *Joanna Briggs Institute reviewer's manual*, 2015, 1-24.

Peters, M. D., Godfrey, C., McInerney, P., Munn, Z., Tricco, A. C., and Khalil, H. (2020). Chapter 11: scoping reviews (2020 version). *JB I manual for evidence synthesis*, JB I, 2020.

Petrovich, O. (2018). *The Effects of Binaural Beats on Emotion and Cognition*.

Phillips, J. S., and McFerran, D. (2010). Tinnitus retraining therapy (TRT) for tinnitus. *Cochrane database of systematic reviews*, (3).

Quon, R. J., Casey, M. A., Camp, E. J., Meisenhelter, S., Steimel, S. A., Song, Y., ... and Jobst, B. C. (2021). Musical components important for the Mozart K448 effect in epilepsy. *Scientific reports*, 11(1), 1-13.

Quon, R. J., Leslie, G. A., Camp, E. J., Meisenhelter, S., Steimel, S. A., Song, Y., ... and Jobst, B. C. (2021). 40-Hz auditory stimulation for intracranial interictal activity: A pilot study. *Acta Neurologica Scandinavica*, 144(2), 192-201.

Radloff, L. S. (1977). The CES-D scale: A self-report depression scale for research in the general population. *Applied psychological measurement*, 1(3), 385-401.

Rafiee, M., Patel, K., Groppe, D. M., Andrade, D. M., Bercovici, E., Bui, E., ... and Valiante, T. A. (2020). Daily listening to Mozart reduces seizures in individuals with epilepsy: A randomized control study. *Epilepsia Open*, 5(2), 285-294.

Ramirez, R., Planas, J., Escude, N., Mercade, J., and Farriols, C. (2018). EEG-based analysis of the emotional effect of music therapy on palliative care cancer patients. *Frontiers in psychology*, 9, 254.

Rauscher, F. H., Shaw, G. L., and Ky, C. N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365(6447), 611-611.

Reavis, K. M., Rothholtz, V. S., Tang, Q., Carroll, J. A., Djalilian, H., and Zeng, F. G. (2012). Temporary suppression of tinnitus by modulated sounds. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 13(4), 561-571.

Reynolds, E. H. (2002). The ILAE/IBE/WHO epilepsy global campaign history. *Epilepsia*, 43, 9-11.

Rhodes, L. (1993). Use of the Hemi-Sync super sleep tape with a preschool-aged child. *Hemi-Sync Journal*, 11(4), 4-5.

Riganello, F., Cortese, M. D., Arcuri, F., Quintieri, M., and Dolce, G. (2015). How can music influence the autonomic nervous system response in patients with severe disorder of consciousness?. *Frontiers in neuroscience*, 9, 461.

Riganello, F., Larroque, S. K., Di Perri, C., Prada, V., Sannita, W. G., and Laureys, S. (2019). Measures of CNS-autonomic interaction and responsiveness in disorder of consciousness. *Frontiers in neuroscience*, 13, 530.

Rikli, R. E., and Jones, C. J. (1999). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *Journal of aging and physical activity*, 7(2), 129-161.

Rizzolatti, G. (2005). The mirror neuron system and its function in humans. *Anatomy and embryology*, 210(5), 419-421.

Rochester, L., Nieuwboer, A., Baker, K., Hetherington, V., Willems, A. M., Chavret, F., ... and Jones, D. (2007). The attentional cost of external rhythmical cues and their impact on gait in Parkinson's disease: effect of cue modality and task complexity. *Journal of neural transmission*, 114(10), 1243-1248.

Rogers, G. L. (2016). The Music of the spheres: Cross-Curricular perspectives on Music and Science. *Music Educators Journal*, 103(1), 41-48.

Särkämö, T., Ripollés, P., Vepsäläinen, H., Autti, T., Silvennoinen, H. M., Salli, E., ... and Rodríguez-Fornells, A. (2014). Structural changes induced by daily music listening in the recovering brain after middle cerebral artery stroke: a voxel-based morphometry study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 245.

Saunders, J. C. (2007). The role of central nervous system plasticity in tinnitus. *Journal of communication disorders*, 40(4), 313-334.

Schroeder, V., Borner, U., Gutknecht, S., Schmid, J. P., Saner, H., and Kohler, H. P. (2007). Relation of depression to various markers of coagulation and fibrinolysis in patients with and without coronary artery disease. *European Journal of Preventive Cardiology*, 14(6), 782-787.

Searchfield, G. D., Durai, M., and Linford, T. (2017). A state-of-the-art review: personalization of tinnitus sound therapy. *Front Psychol* 8: 1599.

Seashore, C. E. ([1938] 1967) *Psychology of music*. Reprint, New York: Dover.

Sedley, W., Friston, K. J., Gander, P. E., Kumar, S., and Griffiths, T. D. (2016). An integrative tinnitus model based on sensory precision. *Trends in neurosciences*, 39(12), 799-812.

Shafazand, S., Anderson, K. D., and Nash, M. S. (2019). Sleep complaints and sleep quality in spinal cord injury: a web-based survey. *Journal of clinical sleep medicine*, 15(5), 719-724.

Shahid, S. K. (2021). Sound therapy in children. *Hong Kong Journal of Paediatrics Research*, 4(1), 1-5.

Shannon, J., and Guerney, B. (1973). Interpersonal effects of interpersonal behavior.

Shannon, K. (2010). Neurologic music therapy: a scientific paradigm for clinical practice. *Music and Medicine*, 2(2), 78-84.

Sharma, S., Rewadkar, S., Pawar, H., Deokar, V., and Lomte, V. M. (2017, February). Survey on binaural beats and background music for increased focus and relaxation. In *2017 International Conference on Emerging Trends and Innovation in ICT (ICEI)* (pp. 98-103). IEEE.

Shim, H. J., Kwak, M. Y., An, Y. H., Kim, D. H., Kim, Y. J., and Kim, H. J. (2015). Feasibility and safety of transcutaneous vagus nerve stimulation paired with notched music therapy for the treatment of chronic tinnitus. *Journal of audiology and otology*, 19(3), 159.

Sihvonen, A. J., Särkämö, T., Leo, V., Tervaniemi, M., Altenmüller, E., and Soinila, S. (2017). Music-based interventions in neurological rehabilitation. *The Lancet Neurology*, 16(8), 648-660.

Skoglund, C. R. (1989). Vasodilatation in human skin induced by low-amplitude high-frequency vibration. *Clinical Physiology*, 9(4), 361-372.

Skoglund, C. R., and Knutsson, E. (1985). Vasomotor changes in human skin elicited by high frequency low amplitude vibration. *Acta physiologica scandinavica*, 125(2), 335-336.

Solca, M., Mottaz, A., and Guggisberg, A. G. (2016). Binaural beats increase interhemispheric alpha-band coherence between auditory cortices. *Hearing research*, 332, 233-237.

Spielberger, C. D. (1970). *Manual for the state-trait anxiety, inventory*. Consulting Psychologist.

Spielberger, C. D., and Gorsuch, R. L. (1966). Anxiety and verbal conditioning and the development of the State-Trait Anxiety Inventory. Mediating processes in verbal conditioning. Report to National Institute of Mental Health.

Spielberger, C. D., Gonzalez-Reigosa, F., Martinez-Urrutia, A., Natalicio, L. F., and Natalicio, D. S. (1971). The state-trait anxiety inventory. *Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology*, 5(3 and 4).

Stegemöller, E. L., Allen, D. P., Simuni, T., and MacKinnon, C. D. (2016). Motor cortical oscillations are abnormally suppressed during repetitive movement in patients with Parkinson's disease. *Clinical Neurophysiology*, 127(1), 664-674.

Stein, A., Wunderlich, R., Lau, P., Engell, A., Wollbrink, A., Shaykevich, A., ... and Pantev, C. (2016). Clinical trial on tonal tinnitus with tailor-made notched music training. *BMC neurology*, 16(1), 1-17.

Stern, J. (2015). Musicogenic epilepsy. *Handbook of clinical neurology*, 129, 469-477.

Štillová, K., Kiska, T., Koriťáková, E., Strýček, O., Mekyska, J., Chrastina, J., and Rektor, I. (2021). Mozart effect in epilepsy: Why is Mozart better than Haydn? Acoustic qualities-based analysis of stereoelectroencephalography. *European Journal of Neurology*, 28(5), 1463-1469.

Sutoo, D. E., and Akiyama, K. (2004). Music improves dopaminergic neurotransmission: demonstration based on the effect of music on blood pressure regulation. *Brain research*, 1016(2), 255-262.

Szymkuć, I., Kurylak, A., Lach-Inszcak, S., Mackiewicz-Milewska, M., Hagner, W., and Hagner-Derengowska, M. (2011). Rehabilitacja i pielęgnacja dzieci po urazie niedokrwienno-niedotlenieniowym ośrodkowego układu nerwowego—opisy przypadków. *Palliative Medicine in Practice*, 5(2), 59-63.

Teismann H, Okamoto H, Pantev C. (2011) Short and intense tailormade notched music training against tinnitus: the tinnitus frequency matters. *PLoS ONE* 6(9):e24685.

Teismann, H., Okamoto, H., and Pantev, C. (2011). Short and intense tailor-made notched music training against tinnitus: the tinnitus frequency matters. *PloS one*, 6(9), e24685.

Teismann, H., Wollbrink, A., Okamoto, H., Schlaug, G., Rudack, C., and Pantev, C. (2014). Combining transcranial direct current stimulation and tailor-made notched music training to decrease tinnitus-related distress—a pilot study. *PloS one*, 9(2), e89904.

Thaut, M. H. (2013). Music in therapy and medicine: from social science to neuroscience. In *Rhythm, Music, and the Brain* (pp. 113-135). Routledge.

Thaut, M. H. (2013). Neurologic music therapy in sensorimotor rehabilitation. In *Rhythm, Music, and the Brain* (pp. 137-164). Routledge.

Thaut, M. H., Kenyon, G. P., Schauer, M. L., and McIntosh, G. C. (1999). The connection between rhythmicity and brain function. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 18(2), 101-108.

Thaut, M. H., McIntosh, G. C., and Hoemberg, V. (2015). Neurobiological foundations of neurologic music therapy: rhythmic entrainment and the motor system. *Frontiers in psychology*, 5, 1185.

Thaut, M. H., McIntosh, G. C., Rice, R. R., Miller, R. A., Rathbun, J., and Brault, J. M. (1996). Rhythmic auditory stimulation in gait training for Parkinson's disease patients. *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society*, 11(2), 193-200.

Thaut, M. H., Trimarchi, P. D., and Parsons, L. M. (2014). Human brain basis of musical rhythm perception: common and distinct neural substrates for meter, tempo, and pattern. *Brain sciences*, 4(2), 428-452.

Thompson, B. M., and Andrews, S. R. (2000). An historical commentary on the physiological effects of music: Tomatis, Mozart and neuropsychology. *Integrative physiological and behavioral science*, 35(3), 174-188.

Thompson, B. M., and Andrews, S. R. (2000). An historical commentary on the physiological effects of music: Tomatis, Mozart and neuropsychology. *Integrative physiological and behavioral science*, 35(3), 174-188.

Tobaldini, E., Toschi-Dias, E., Trimarchi, P. D., Brena, N., Comanducci, A., Casarotto, S., ... and Devalle, G. (2018). Cardiac autonomic responses to nociceptive stimuli in patients with chronic disorders of consciousness. *Clinical Neurophysiology*, 129(5), 1083-1089.

Todd, N. P., and Lee, C. S. (2015). The sensory-motor theory of rhythm and beat induction 20 years on: a new synthesis and future perspectives. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 444.

Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K., Colquhoun, H., Kastner, M., ... and Straus, S. E. (2016). A scoping review on the conduct and reporting of scoping reviews. *BMC medical research methodology*, 16(1), 1-10.

Trites, R. (1989). Grooved pegboard test. Lafayette, IN: Lafayette Instruments.

Tsai, S. H. L., Goyal, A., Alvi, M. A., Kerezoudis, P., Yolcu, Y. U., Wahood, W., ... and Bydon, M. (2020). Hospital volume-outcome relationship in severe traumatic brain injury: stratified analysis by level of trauma center. *Journal of neurosurgery*, 134(4), 1303-1315.

Turner, R. P. (2004). The acute effect of music on interictal epileptiform discharges. *Epilepsy and Behavior*, 5(5), 662-668.

Tyrrell, M. S. THE SOUND OF HEALING.

Vanneste, S., Plazier, M., Van Der Loo, E., Van de Heyning, P., Congedo, M., and De Ridder, D. (2010). The neural correlates of tinnitus-related distress. *Neuroimage*, 52(2), 470-480.

Vanneste, S., van Dongen, M., De Vree, B., Hiseni, S., van der Velden, E., Strydis, C., ... and De Ridder, D. (2013). Does enriched acoustic environment in humans abolish chronic tinnitus clinically and electrophysiologically? A double blind placebo controlled study. *Hearing Research*, 296, 141-148.

Vanneste, S., van Dongen, M., De Vree, B., Hiseni, S., van der Velden, E., Strydis, C., ... and De Ridder, D. (2013). Does enriched acoustic environment in humans abolish chronic tinnitus clinically and electrophysiologically? A double blind placebo controlled study. *Hearing Research*, 296, 141-148.

Waldkoetter, R. O., and Sanders, G. O. (1997). Auditory brainwave stimulation in treating alcoholic depression. *Perceptual and Motor Skills*, 84(1), 226-226.

Ward, L. M. (2003). Synchronous neural oscillations and cognitive processes. *Trends in cognitive sciences*, 7(12), 553-559.

Westin, V. Z., Schulin, M., Hesser, H., Karlsson, M., Noe, R. Z., Olofsson, U., ... and Andersson, G. (2011). Acceptance and commitment therapy versus tinnitus retraining therapy in the treatment of tinnitus: a randomised controlled trial. *Behaviour research and therapy*, 49(11), 737-747.

Will, U., and Berg, E. (2007). Brain wave synchronization and entrainment to periodic acoustic stimuli. *Neuroscience letters*, 424(1), 55-60.

Williams, L. S., Weinberger, M., Harris, L. E., Clark, D. O., and Biller, J. (1999). Development of a stroke-specific quality of life scale. *Stroke*, 30(7), 1362-1369.

Wilson, E. S. (1990). Preliminary study of the Hemi-Sync sleep processor. Colorado Association for Psychophysiology Research.

Wunderlich, R., Lau, P., Stein, A., Engell, A., Wollbrink, A., Rudack, C., and Pantev, C. (2015). Impact of spectral notch width on neurophysiological plasticity and clinical effectiveness of the tailor-made notched music training. *PLoS One*, 10(9), e0138595.

Yoo, G. E., and Kim, S. J. (2016). Rhythmic auditory cueing in motor rehabilitation for stroke patients: systematic review and meta-analysis. *Journal of Music Therapy*, 53(2), 149-177.

Zhang, X. Y., Li, J. J., Lu, H. T., Teng, W. J., and Liu, S. H. (2021). Positive effects of music therapist's selected auditory stimulation on the autonomic nervous system of patients with disorder of consciousness: A randomized controlled trial. *Neural Regeneration Research*, 16(7), 1266.

Zigmond, A. S., and Snaith, R. P. (1983). The hospital anxiety and depression scale. *Acta psychiatrica scandinavica*, 67(6), 361-370.

Παράρτημα

The screenshot shows a PubMed search results page. The search query is "music therapy"[Title/Abstract] AND ("frequencies"[Title/Abstract] OR "sou...". The results are sorted by "Best match" and show 15 results. The first two results are visible:

- The Effect of Music on Livestock: Cattle, Poultry and Pigs.**
Ciborowska P, Michalczuk M, Bień D.
Animals (Basel). 2021 Dec 16;11(12):3572. doi: 10.3390/ani11123572.
PMID: 34944347 **Free PMC article.** [Review.](#)
Share **Music therapy** has been known for thousands of years, and sounds were believed to improve both body and spirit. ...For use in livestock, the choice of genre, the loudness of the **music** and the tempo are all important factors. Some **music** tracks promote re ...
- Neurophysiological Synchrony Between Children With Severe Physical Disabilities and Their Parents During Music Therapy.**
Samadani A, Kim S, Moon J, Kang K, Chau T.
Front Neurosci. 2021 Apr 30;15:531915. doi: 10.3389/fnins.2021.531915. eCollection 2021.
PMID: 33994913 **Free PMC article.**
Share In a repeated measures observational study, we ascertained the degree of interbrain synchrony during **music therapy** in 10 child-parent dyads, where the children were non-speaking and living with severe motor impairments. ...In all dyads, significant increases in sess ...

Filters applied: English, Greek, Modern. Clear all

Text Availability: Abstract, Free full text, Full text

Article Attribute: Associated data

Article Type: Books and Documents, Association Between Music Therapy Techniques and Patient-Reported Moderate

Εικόνα 4: Στιγμιότυπο αυτοματοποιημένης αναζήτησης στη βάση δεδομένων PubMed