

## ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΣΤΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΤΩΝ ΑΦΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΝΑΦΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ, ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΓΓΕΙΑΚΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ

*Νικολέττα Καραγιώργου<sup>1</sup>, Νεφέλη Κ. Δημητρίου<sup>1</sup>, Γρηγόριος Νάσιος<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Τμήμα Λογοθεραπείας, Σχολή Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα, Ελλάδα*

### Περίληψη

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση έχει σκοπό να επισημάνει την αξία της μουσικής ως ένα θεραπευτικό μέσο για τους ασθενείς με αφασία μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Οι αφασικοί ασθενείς με μη ρέουσα αφασία αποτελούν την κύρια ομάδα ασθενών στην οποία εφαρμόζονται οι μουσικοθεραπευτικές μέθοδοι, με στόχο την αποκατάσταση της επικοινωνίας τους, αντιμετωπίζοντας την αφασία ολιστικά. Βάσει αυτής της ολιστικής αντιμετώπισης, η παρούσα μελέτη αναφέρεται σε τεχνικές μουσικοθεραπείας που αποκαθιστούν όχι μόνο την αφασία, αλλά και τις νευρογενείς κινητικές διαταραχές ομιλίας, δηλαδή την απραξία και τη δυσarthρία, όπως και τις διαταραχές των γνωστικών λειτουργιών και της συναισθηματικής κατάστασης των ασθενών με αφασία, οι οποίες συχνά τη συνοδεύουν και εμμέσως δυσχεραίνουν την θεραπευτική διαδικασία.

**Λέξεις ευρητηρίου:** εγκεφαλικό, μουσικοθεραπεία, αφασία, συναφείς διαταραχές επικοινωνίας

## APPLICATIONS OF MUSIC FOR THE TREATMENT OF APHASIA AND RELATED COMMUNICATION DISORDERS, IN POST-STROKE PATIENTS

*Nikoletta Karagiorgou<sup>1</sup>, Nefeli K. Dimitriou<sup>1</sup>, Grigorios Nasios<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Department of Speech and Language Therapy, School of Health Sciences, University of Ioannina, Ioannina, Greece*

### Abstract

The purpose of the present literature review is to point out the importance of music, as a therapeutic tool for the post-stroke aphasic patients. The patients with non-fluent aphasia constitute the primary patients' group in which music therapy methods are being applied, targeting the rehabilitation of communication by facing aphasia in an overall manner. Based on this holistic way of treatment, the present study refers to music therapy techniques that treat not only aphasia, but also neurogenic motor speech disorders (i.e., apraxia and dysarthria) and cognitive and mood disorders that usually appear with aphasia and comprise indirect obstacles for the therapeutic process.

**Key words:** stroke, music therapy, aphasia, related communication disorders

### Εισαγωγή

Ήδη από την εποχή των αρχαίων Ελλήνων υπογραμμίζεται η συνεισφορά της μελέτης, της τέχνης και της μουσικής στην ισορρόπηση των βασικών ικανοτήτων του εγκεφάλου και στην επίτευξη της συναισθηματικής κάθαρσης.<sup>[1]</sup> Κάνοντας ένα άλμα χρόνου προσγειωνόμαστε στον 21<sup>ο</sup> αιώνα, με τη μουσική να αποτελεί ακόμα ένα μεγάλο μυστήριο, ωστόσο αρκετά μελετημένο ώστε να θεωρείται πλέον ένα σημαντικό θεραπευτικό μέσο. Ο Oliver Sacks στο βιβλίο του «Μουσικοφιλία» αναφέρει χαρακτηριστικά ότι οι αφασικοί ασθενείς μπορούν «όχι μόνο να τραγουδήσουν σκοπούς, αλλά και τα λόγια της όπερας και τα λόγια των ύμνων και των τραγουδιών. Ξαφνικά η αναπηρία τους, η αποκοπή τους από τον κόσμο, φαντάζει

λιγότερο βαριά».<sup>[2]</sup>

Ενδείξεις εγκεφαλικής εξειδίκευσης για τη μουσική παρέχονται από την εποχή του Δαρβίνου (1871),<sup>[3]</sup> όταν η μουσική αποτελούσε ένα μέσο προσέλκυσης ερωτικών συντρόφων, μέχρι και σήμερα, με ένα σύνολο μελετών παθολογιών του εγκεφάλου να αποδεικνύουν πως υπάρχουν εγκεφαλικά δίκτυα τα οποία εξειδικεύονται στην επεξεργασία της μουσικής.<sup>[4-9]</sup> Πέρα από αυτά τα εξειδικευμένα στην επεξεργασία της μουσικής εγκεφαλικά δίκτυα, εύλογα μπορούμε να υποθέσουμε, από τις ομοιότητες που εντοπίζουμε κατά την σύγκριση της ομιλίας με το τραγούδι, ότι οι υπεύθυνες εγκεφαλικές περιοχές για την επεξεργασία της ομιλίας και του τραγουδιού επικαλύπτονται σε επίπεδο ακουστικό,<sup>[10]</sup> νευροανατομικό- νευρο-

φυσιολογικό,<sup>[11-18]</sup> αλλή και γνωστικό.<sup>[19-21]</sup> Αυτές οι νευροανατομικές επικαλύψεις/συσχετίσεις αλλη και οι εγκεφαλικές εξειδικεύσεις μεταξύ ομιλίας και τραγουδιού έχουν μελετηθεί τόσο σε υγιείς εγκεφάλους σε επίπεδο παθητικής ακρόασης<sup>[15, 22]</sup> και παραγωγής,<sup>[22]</sup> όσο και σε εγκεφάλους ασθενών που είχαν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (Α.Ε.Ε.), σε επίπεδο παραγωγής<sup>[23]</sup> και παθητικής ακρόασης.<sup>[24,25]</sup>

Η αφασία σύμφωνα με την εκσυγχρονισμένη μορφή του ορισμού του Darley «είναι μια επιλεκτική βλάβη του γνωστικού συστήματος που ειδικεύεται στην κατανόηση και το σχηματισμό της γλώσσας, αφήνοντας τις άλλες ικανότητες σχετικά άθικτες».<sup>[26]</sup> Η αφασία είθισται να συνοδεύεται από νευρογενείς κινητικές διαταραχές της ομιλίας (απραξία και δυσαρθρία),<sup>[27]</sup> όπως επίσης και από γνωστικές<sup>[28, 29]</sup> και συναισθηματικές διαταραχές,<sup>[30]</sup> συνεπώς πρέπει να αντιμετωπίζεται θεραπευτικά με έναν τρόπο ολιστικό, συνυπολογίζοντας το φάσμα των διαταραχών που την συνοδεύουν κάθε φορά. Η μουσική έρχεται να συνεισφέρει στην αντιμετώπιση των δυσκολιών που συνεπάγεται η αφασία και οι συνοδές διαταραχές της, με ποικίλες νευρολογικές μουσικές παρεμβάσεις<sup>[28]</sup> και άλλες μουσικές παρεμβάσεις<sup>[31-33]</sup> που θα συζητηθούν στη συνέχεια. Για να υποστηριχθεί, όμως, η ιδέα ανάπτυξης και εφαρμογής μουσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων στην αφασία, αξίζει πρώτα να κατανοήσουμε το πώς η μουσική διαφοροποιεί τους εγκεφάλους των μουσικών από αυτούς των μη μουσικών, καθώς και το πώς τείνει να επαναπρογραμματίζει τον εγκέφαλο, βάσει της υπόθεσης OPERA.

### Τα αποτυπώματα της μουσικής στον εγκέφαλο

Το πώς η μουσική επηρεάζει την εγκεφαλική ευπλαστικότητα προκαλώντας δομικές και λειτουργικές αλλαγές μελετήθηκε μέσα από τη σύγκριση των εγκεφάλων μουσικών (επαγγελματιών έναντι ερασιτεχνών) με τους εγκεφάλους ανθρώπων που δεν ασχολούνται με τη μουσική. Χαρακτηριστικά, έχει εντοπιστεί μεγαλύτερος όγκος φαιάς ουσίας στους μουσικούς (στις περιολάνθειες περιοχές, συμπεριλαμβανομένων των πρωτογενών κινητικών και σωματο-αισθητικών περιοχών, στις προκινητικές περιοχές και στις πρόσθιες ανώτερες βρεγματικές περιοχές, καθώς και στην αριστερή παρεγκεφαλίδα, στην αριστερή έλικα του Heschl και στην αριστερή κάτω μετωπιαία έλικα). Επίσης, βρέθηκε ότι ο όγκος της φαιάς ουσίας ήταν αυξημένος ανάλογα με την μουσική εμπειρία των υποκειμένων (δηλαδή, η φαιά ουσία των επαγγελματιών είχε μεγαλύτερο όγκο συγκριτικά με τη φαιά ουσία των ερασιτεχνών μουσικών, η οποία είχε μεγαλύτερο όγκο από τη φαιά ουσία των μη μουσικών).<sup>[34]</sup> Διαφορές εντοπίστηκαν και στον όγκο της λευκής ουσίας, με παχύνσεις ορισμένων τμημάτων του μεσολοβίου,<sup>[35]</sup> αποδεικνύοντας μεγαλύτερη συνδεσιμότητα των εγκεφαλικών ημισφαιρίων στους μουσικούς. Επιπλέον, βρέθηκε ότι οι

μουσικοί παρουσίαζαν αυξημένα προκλητά δυναμικά στον φλοιό και στο εγκεφαλικό στέλεχος ως απόκριση σε αλλαγές του τόνου κατά τη διάρκεια επεξεργασίας του λόγου, σε σύγκριση με τους μη μουσικούς.<sup>[36,37]</sup> Τέλος, ένα ακόμα ενδιαφέρον εύρημα είναι η καλύτερη υποφλοιώδης κωδικοποίηση στους εγκεφάλους των ανθρώπων που ασχολούνται με τη μουσική, σε σύγκριση με εκείνους που δεν ασχολούνται, η οποία πιθανότατα είναι το προϊόν της ισχυροποίησης των από πάνω προς τα κάτω (top-down) μονοπατιών ανατροφodότησης που συνδέουν τον φλοιό με το εγκεφαλικό στέλεχος και τον κοχλία.<sup>[38]</sup>

### Πως η μουσική επαναπρογραμματίζει τον εγκέφαλο;

Η προσαρμοστική ευπλαστικότητα που επιτυγχάνεται σε δίκτυα επεξεργασίας της ομιλίας με τη βοήθεια της μουσικής εκπαίδευσης μπορεί να εξηγηθεί από πέντε σημεία, τα οποία συνολικά συνιστούν την υπόθεση OPERA:<sup>[39]</sup>

«**O (overlap, επικάλυψη):** ανατομική επικάλυψη των εγκεφαλικών δικτύων επεξεργασίας, τα οποία επεξεργάζονται τα ακουστικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται τόσο στην μουσική όσο και στην ομιλία (π.χ. περιοδικότητα κυματομορφής, περίβλημα πλάτους).»

«**P (precision, ακρίβεια):** η μουσική απαιτεί περισσότερο ακριβή επεξεργασία από τα επικαλυπτόμενα εγκεφαλικά δίκτυα επεξεργασίας, συγκριτικά με την ομιλία.»

«**E (emotion, συναίσθημα):** αυτά τα κοινά εγκεφαλικά δίκτυα κινητοποιούνται από μουσικές δραστηριότητες που προκαλούν ισχυρά θετικά συναισθήματα.»

«**R (repetition, επανάληψη):** οι μουσικές δραστηριότητες που ενεργοποιούν τα κοινά εγκεφαλικά δίκτυα επαναλαμβάνονται συχνά.»

«**A (attention, προσοχή):** αυτές οι μουσικές δραστηριότητες που ενεργοποιούν τα επικαλυπτόμενα εγκεφαλικά δίκτυα συνδέονται με την εστιασμένη προσοχή.»

Αν και τα πέντε παραπάνω στοιχεία τηρούνται, τα κοινά εγκεφαλικά δίκτυα μουσικής-ομιλίας λειτουργούν με μεγαλύτερη ακρίβεια από αυτή που απαιτεί η συνηθισμένη ομιλία.<sup>[39]</sup>

Στη συνέχεια παρατίθενται συγκεκριμένες μουσικοθεραπευτικές μέθοδοι για την αποκατάσταση της αφασίας και των συναφών διαταραχών της.

### Νευρολογικές μουσικές θεραπείες

Η νευρολογική μουσική θεραπεία (neurologic music therapy-NMT), αποτελεί μία νέα, μη φαρμακευτική μέθοδο που χρησιμοποιεί πληθώρα τυποποιημένων θεραπευτικών τεχνικών, οι οποίες, βασιζόμενες στην επιστημονική έρευνα, αποσκοπούν στην αποκατάστα-

ση κινητικών, αισθητικών και γνωστικών δυσλειτουργιών.<sup>[40,41]</sup> Οι νευρολογικές μουσικές θεραπείες που θα συζητηθούν παρακάτω αφορούν την αποκατάσταση των δυσχερειών στην ομιλία και στη γλώσσα, δυσκολίες που αντιμετωπίζουν κατά κύριο λόγο οι αφασικοί ασθενείς.

### **-Θεραπεία μελωδικού επιτονισμού (ΘΜΕ) (Melodic Intonation Therapy-MIT):<sup>[42,43]</sup>**

Ο επιτονισμός και ο ρυθμός αποτελούν τα δύο θεμελιώδη συστατικά της ΘΜΕ. Η επιβράδυνση που παρέχει η τραγουδιστή φωνητική παραγωγή, μέσω της επιμήκυνσης, του τεμαχισμού και της ειδικής διαμόρφωσης του επιτονικού μοτίβου των συλληθών, παρέχει ένα φωνητικό αποτέλεσμα που απέχει αρκετά από αυτό που καλείται φυσικότητα της ομιλίας,<sup>[43]</sup> ωστόσο καθιστά ευκολότερη τη γλωσσική αποκατάσταση. Αυτό ερμηνεύεται σε έναν βαθμό από τον Patel,<sup>[44]</sup> ο οποίος καταλήγει στο συμπέρασμα ότι υπάρχει σύνδεση της μουσικής με την ομιλία σε σχέση με τα δομικά πρότυπα και την επεξεργασία του εγκεφάλου, μέσω δύο μελετών, που εστιάζουν στην σχέση της μουσικής με την μελωδικότητα της ομιλίας όπως και στη σχέση της μουσικής με τις διαταραχές στην επεξεργασία της σύνταξης σε ασθενείς με αφασία. Επιπλέον, η υποβοήθηση της μεθόδου με τον χτύπο του αριστερού χεριού, διευκολύνει την ακουστικο-κινητική χαρτογράφηση, διότι οδηγεί στην δέσμευση του δεξιού αισθητικο-κινητικού εγκεφαλικού δικτύου που ελέγχει τις κινήσεις του στόματος (στοματοπροσωπικές και αρθρωτικές) και του χεριού.<sup>[45-47]</sup> Η αποτελεσματικότητα της ΘΜΕ μπορεί να εξηγηθεί από τους νευρολογικούς, γνωστικούς αλληλά και συναισθηματικούς μηχανισμούς της,<sup>[46]</sup> ενώ έχει διαπιστωθεί ότι συμβάλλει και στην αποκατάσταση της απραξίας. Συνεπώς, όταν συνυπάρχει απραξία μαζί με αφασία Broca η μέθοδος μελωδικού επιτονισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την αποκατάσταση των συνοδών κινητικών προβλημάτων της ομιλίας, χωρίς να περιορίζονται τα οφέλη της μόνο στον γλωσσικό τομέα.<sup>[45, 48-49]</sup>

Ένα εύρος ερευνών μελέτησαν την συμβολή της ΘΜΕ στη γλωσσική αναδιοργάνωση. Αναλυτικότερα, σε μία μελέτη με 6 δεξιόχειρες ασθενείς με χρόνια αφασία Broca μέτριου - σοβαρού βαθμού και σχετικά διατηρημένη την ικανότητα κατανόησης (1 χρόνο μετά το μοναδικό Α.Ε.Ε. του αριστερού ημισφαιρίου που είχαν υποστεί), τα αποτελέσματα της απεικόνισης του τανυστή της διάχυσης έδειξαν, μετα-θεραπευτικά, αύξηση των νευρικών ινών της τοξοειδούς δεσμίδας του δεξιού ημισφαιρίου, καθώς και αύξηση του όγκου της.<sup>[50]</sup> Αυτά τα θεραπευτικά αποτελέσματα της ΘΜΕ, που συμβαδίζουν με την λογική της ενεργοποίησης του δεξιού ημισφαιρίου, επιβεβαιώνει μια βιβλιογραφική ανασκόπηση, βασισμένη σε ευρήματα λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα θεραπευτικά αποτελέσματα της

ΘΜΕ σχετίζονται με αυξημένη δραστηριότητα κυρίως στον μετωπιαίο, στον κροταφικό, στον ινιακό λοβό του δεξιού ημισφαιρίου και την παρεγκεφαλίδα.<sup>[51]</sup>

Από την άλλη, δεν συμβαδίζουν όλα τα αποτελέσματα των μελετών που χρησιμοποίησαν ΘΜΕ με την λογική της ενεργοποίησης του δεξιού ημισφαιρίου. Πιο αναλυτικά, έχει φανεί άτυπη ενεργοποίηση περιοχών του δεξιού ημισφαιρίου κατά την επανάληψη λέξεων, χωρίς την βοήθεια της ΘΜΕ, ενώ από την άλλη, έχει παρατηρηθεί μείωση της συμμετοχής του δεξιού ημισφαιρίου κατά την επανάληψη λέξεων σε συνεδρίες με χρήση της μεθόδου ΘΜΕ, καθώς και συμμετοχή περιοχών του αριστερού ημισφαιρίου.<sup>[40]</sup> Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώνονται και από μία μεταγενέστερη έρευνα,<sup>[52]</sup> η οποία πραγματοποιήθηκε σε δύο ασθενείς με χρόνια αφασία εκπομπής και επισήμανε πως ο συμμετέχων που εμφάνισε μείωση της ενεργοποίησης των δεξιών περιοχών που είναι ομόλογες εκείνων που έχουν υποστεί βλάβη στο αριστερό ημισφαίριο, μετά από ΘΜΕ, εμφάνισε καλύτερα θεραπευτικά αποτελέσματα, συγκριτικά με τον συμμετέχοντα στον οποίο παρατηρήθηκε αύξηση της ενεργοποίησης του δεξιού ημισφαιρίου, μετά από την παροχή της ΘΜΕ.

Άλλες έρευνες φαίνεται να κατέληξαν σε διαφορετικά συμπεράσματα, ως προς την ενεργοποίηση των εγκεφαλικών περιοχών και τη συσχέτιση αυτής με την επίδραση της ΘΜΕ. Ενδεικτικά, οι Van de Sandt-Koenderman και συν.<sup>[53]</sup> υποστήριξαν ότι η πλειύρωση, που σχετίζεται με τα θεραπευτικά αποτελέσματα, εξαρτάται από την χρονική φάση που βρίσκεται ο ασθενής μετά από το Α.Ε.Ε., με τους ασθενείς στην οξεία φάση να παρουσιάζουν μεγαλύτερη ενεργοποίηση του δεξιού ημισφαιρίου και τους ασθενείς στην χρόνια φάση να εμφανίζουν μεγαλύτερη ενεργοποίηση του αριστερού. Επιπροσθέτως, σε μια άλλη μελέτη<sup>[54]</sup> σημειώθηκε αμφοτερόπλευρη συμμετοχή των ακουστικών περιοχών, συνοδευόμενη από μειωμένη ενεργοποίηση των αριστερών περιοχών που βρίσκονταν γύρω από την περιοχή της βλάβης και αυξημένη δραστηριότητα των δεξιών μετωπιαίων περιοχών, κατά την πορεία της ανάρρωσης των ασθενών μετά από παρέμβαση μέσω ΘΜΕ.

Επιπροσθέτως, έχει παρατηρηθεί επανενεργοποίηση των περιοχών του αριστερού ημισφαιρίου που βρίσκονταν γύρω από την περιοχή της βλάβης και αύξηση της αιμάτωσης του μετωπιαίου λοβού, του πρόσθιου κροταφικού λοβού και του ανώτερου μέρους του βρεγματικού λοβού του δεξιού ημισφαιρίου, αλληλαγές που έχουν συσχετιστεί με γλωσσικά οφέλη και διατηρήθηκαν ακόμα και 3 μήνες μετά την παρέμβαση.<sup>[43]</sup>

### **-Μουσική Διέγερση Ομιλίας (ΜΔΕ) (Musical Speech Stimulation-MUSTIM):**

Πρόκειται για μία τεχνική που αξιοποιεί μουσικό υλικό, όπως τραγούδια, ρίμες, ψαλλωδίες και μου-

σικές φράσεις, που προσομοιώνουν προσωδιακές χειρονομίες ομιλίας. Αποσκοπεί, έτσι, στη διέγερση της μη προτασιακής ομιλίας (π.χ. ολοκλήρωση ή έναρξη γνωστών στίχων τραγουδιών, αυθόρμητη παραγωγή λέξεων μέσω της συσχέτισης με γνωστές μελωδίες, ή πρόκληση και διαμόρφωση λειτουργικών απαντήσεων ομιλίας με τη χρήση μουσικών φράσεων).<sup>[28]</sup>

### **-Εκπαίδευση της συμβολικής επικοινωνίας μέσω της μουσικής (ΕΣΕΜ) (Symbolic Communication Training Through Music–SYCOM):**

Πρόκειται για μία μουσικοθεραπευτική τεχνική που προσομοιώνει τις επικοινωνιακές συμπεριφορές, τη γλωσσική πραγματολογία, τις κατάλληλες χειρονομίες ομιλίας και την συναισθηματική επικοινωνία, μέσω μη λεκτικών ασκήσεων. Αναλυτικότερα, η ΕΣΕΜ μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά για την εκπαίδευση δομικών επικοινωνιακών συμπεριφορών, όπως ο διάλογος, η χρήση ερωτήσεων και απαντήσεων, η ακρόαση και η απάντηση, οι κατάλληλες χειρονομίες ομιλίας, ο κατάλληλος χρόνος έναρξης και απόκρισης, η έναρξη και ο τερματισμός της επικοινωνίας και η κατάλληλη αναγνώριση του μηνύματος που στέλνει ο συνομιλητής. Οι ασθενείς με σοβαρή απώλεια γλωσσικής έκφρασης ή δυσλειτουργική ή εντελώς μη λειτουργική ανάπτυξη της γλώσσας αποτελούν τη θεραπευτική ομάδα εκλογής για τη συγκεκριμένη θεραπευτική τεχνική.<sup>[28]</sup>

Οι δύο προαναφερθείσες θεραπευτικές στρατηγικές (ΜΔΕ και ΕΣΕΜ) δεν έχουν μελετηθεί μεμονωμένα στη βιβλιογραφία. Ωστόσο, μία μελέτη περίπτωσης<sup>[41]</sup> 57χρονος ασθενούς με αριστερή ενδοπαρεγχυματική μετωπο- κροταφο-βρεγματική αιμορραγία και δεξιά ημιπληγία, συνδύασε τις δύο μεθόδους. Έξι μήνες μετά την παρέμβαση με ΜΔΕ και ΕΣΕΜ, οι ερευνητές σημείωσαν βελτιωμένη γνωστική και γλωσσική επίδοση, με τις μουσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις και την εντατική λογοθεραπεία να συνεισφέρουν στην βελτίωση τόσο της οπτικής προσοχής όσο και της επικοινωνιακής πρόθεσης. Πιο αναλυτικά, αναφέρθηκε βελτιωμένη βαθμολογία στη δοκιμασία Token για την αξιολόγηση της κατανόησης των λεκτικών οδηγιών, στην κλίμακα αξιολόγησης της κατάθλιψης στην αφασία Aphasic Depression Rating Scale (ADRS), στην κλίμακα Levels of Cognitive Functioning (LCF) που μετρά τη γνωστική λειτουργικότητα, στην κλίμακα βαθμολόγησης της ανάκαμψης από το κώμα Coma Recovery Rating Scale-Revised (CRS-R), καθώς και στην κλίμακα μη-λεκτικής επικοινωνίας Childhood Nonverbal Communication Scale (CNCS).

### **-Θεραπεία φωνητικού επιτονισμού (Vocal Intonation Therapy-VIT):**

Πρόκειται για μία θεραπευτική τεχνική που στοχεύει «στην αποκατάσταση των φωνητικών διαταραχών.

*Αυτό το επιτυγχάνει μέσω διαφόρων τεχνικών μουσικής φωνητικής π.χ. μέσω του τραγουδιού, της αναπνοής και άλλων ασκήσεων φωνητικού ελέγχου. Εξαντλεί κάθε πτυχή του φωνητικού ελέγχου, περιλαμβάνοντας εκπαίδευση που επικεντρώνεται στην διακύμανση, στον τόνο, στον έλεγχο της αναπνοής, στο χόχρωμα, στην ένταση, στην φώνηση και στην αντήχηση».*<sup>[28]</sup> Σε μία πιλοτική μελέτη,<sup>[55]</sup> η οποία εξέτασε την επίδραση των φωνητικών ασκήσεων (στοματοκινητικές, αναπνευστικές, ρυθμικές και μελωδικές αρθρωτικές, ρυθμική σηματοδότηση ομιλίας και θεραπεία φωνητικού επιτονισμού) και του θεραπευτικού τραγουδιού (3 γνωστές μελωδίες) σε τέσσερα άτομα με επίκτητη δυσαρθρία μετά από Α.Ε.Ε. (3 γυναίκες: 1 άντρας, με ηλικίες από 19 έως 51 ετών), μετά από χορήγηση του Sentence Intelligibility Test (SIT) για την αξιολόγηση του ρυθμού ομιλίας, της αποτελεσματικότητας της επικοινωνίας καθώς και τον υπολογισμό του βαθμού της καταληπτότητας και του Picture Description Test (PDT) για την αξιολόγηση της ομιλίας χωρίς προτροπή, προ-θεραπευτικά, κατά την διάρκεια της θεραπείας και μετά-θεραπευτικά για τον κάθε συμμετέχοντα βρέθηκαν τα εξής:

1. Αύξηση της μέσης καταληπτότητας και του μέσου ρυθμού ομιλίας όπως προέκυψε και από τις δύο δοκιμασίες (PDT&SIT), με τις προτάσεις μετα-θεραπευτικά να αξιολογούνται ως πιο φυσικές, στο 85% των περιπτώσεων συγκριτικά με το προ-θεραπευτικό επίπεδο,
2. Μείωση του μήκους των παύσεων μεταξύ των λέξεων στο μετα-θεραπευτικό στάδιο, σε σχέση με το προ-θεραπευτικό.

### **-Εκπαίδευση Ελέγχου Μουσικής Προσοχής (ΕΕΜΠ) (Musical attention control training–MACT):**

Πρόκειται για «*δομημένες ενεργητικές ή δεκτικές μουσικές ασκήσεις που περιλαμβάνουν εκ των προτέρων σύνθεση ή αυτοσχεδιασμό και στις οποίες τα μουσικά στοιχεία υποδηλώνουν διαφορετικές μουσικές αποκρίσεις προκειμένου να εξασκηθούν παρατεταμένες, επιλεκτικές, διαιρεμένες και εναλλασσόμενες λειτουργίες προσοχής*».<sup>[28]</sup> Πολλάπληθιά επίπεδα προσοχής μπορούν να εξασκηθούν λόγω των πολλών επιπέδων πληροφοριών που ενσωματώνει η μουσική, συνεπώς η μέθοδος ΕΕΜΠ αποτελεί έναν αποτελεσματικό τρόπο για να μπορέσει ο θεραπευτής να κεντρίσει την προσοχή και κατ'επέκταση να ενεργοποιήσει τα συστήματα μνήμης.<sup>[40]</sup>

Οι Sarkamo και συν.<sup>[24]</sup> ανέφεραν πως η ακρόαση μουσικής από άτομα που βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο μετά από Α.Ε.Ε. μπορεί να συμβάλει στην γνωστική και ψυχολογική αποκατάσταση και πως αυτές οι αλλαγές αποτυπώνονται στον εγκέφαλο, με τις μεταβολές στον όγκο της φαιάς ουσίας. Οι ασθενείς που συμμετείχαν σε αυτή τη μελέτη χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες: α) την ομάδα ακρόασης μουσικής (μουσική που προτιμούσαν

οι ασθενείς, δημοφιλής μουσική με στίχους αλλιά και μουσική χωρίς στίχους π.χ. τζαζ, κλασική μουσική), β) την ομάδα ακρόασης ακουστικού βιβλίου και γ) την ομάδα ελέγχου που δεν δέχθηκε κάποιο ακουστικό ερέθισμα. Οι αλλαγές που εντοπίστηκαν στους γνωστικούς τομείς αφορούσαν τη λεκτική μνήμη και την εστιασμένη προσοχή, οι οποίες αξιολογήθηκαν ως πιο βελτιωμένες στην πρώτη ομάδα σε σύγκριση με τις άλλες δύο ομάδες. Επιπλέον, στην πρώτη ομάδα βρέθηκαν βελτιωμένα επίπεδα σύγχυσης και κατάθλιψης, εν συγκρίσει με την ομάδα ελέγχου. Ακόμα, βάσει αυτό-αναφορών, τα άτομα της πρώτης ομάδας σημείωσαν συχνότερα χαλάρωση, αύξηση της κινητικής δραστηριότητας και βελτίωση της διάθεσης, από ότι τα άτομα της δεύτερης ομάδας. Τέλος, μέσω του δείκτη MMN (mismatch negativity, δείκτης ακουστικής διάκρισης ή μνήμης) στο μαγνητοεγκεφαλογράφημα (MEG) φάνηκε βελτίωση της λεκτικής μνήμης και της εστιασμένης προσοχής στην ομάδα A, υπογραμμίζοντας μια σύνδεση της γνωστικής αποκατάστασης και της ακουστικής αισθητηριακής μνήμης, ενώ η απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (magnetic resonance imaging; MRI) και η μορφομετρία ογκοστοιχείων (voxel-based morphometry; VBM) έδειξαν διαφοροποιήσεις στον όγκο της φαιάς ουσίας ανάμεσα στην πρώτη και την τρίτη ομάδα.

Επιπροσθέτως, από διασταύρωση αποτελεσμάτων δύο τυχαίοποιημένων ελεγχόμενων δοκιμών (Randomized Control Trial- RCT), που εστίασαν στο πώς η μουσική που περιλαμβάνει στίχους ενεργοποιεί τον εγκέφαλο και συνεισφέρει στην αποκατάσταση, συγκρίνοντας μια ομάδα ασθενών που άκουγε μουσική με στίχους, μια ομάδα που άκουγε ενορχηστρωμένη μουσική χωρίς στίχους και μια ομάδα που άκουγε βιβλία, βρέθηκε ότι η καθημερινή ακρόαση μουσικής οδήγησε τους συμμετέχοντες της πρώτης ομάδας σε:

1. καλύτερες επιδόσεις στην υποδοκιμασία ανάκλησης ιστορίας της κλίμακας Rivermead Behavioral Memory Test (RBMT) και στη δοκιμασία Auditory-verbal learning task, σε σχέση με την επίδοση των ατόμων που ανήκαν στην ομάδα ακρόασης μουσικής χωρίς στίχους ή ακρόασης βιβλίου και

2. καλύτερα αποτελέσματα σε δοκιμασίες αξιολόγησης της αφασίας (Διαγνωστική Εξέταση της Βοστώνης για την Αφασία-ΔΕΒΑ και Κλίμακα Εκτίμησης της Σοβαρότητας της Αφασίας) και βελτίωση των λεκτικών δεξιοτήτων (Δοκιμασία Λεκτικής Ευχέρειας, Δοκιμασία Κατονομασίας της Βοστώνης και Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's Disease-CERAD) από την ομάδα με ακρόαση ακουστικών βιβλίων.

Αυτά τα θετικά συμπεριφορικά ευρήματα συσχετίστηκαν με απεικονιστικά ευρήματα από την μορφομετρία ογκοστοιχείων και την λειτουργική μαγνητική τομογραφία (functional MRI; fMRI), τα οποία έδειξαν ότι η ακρόαση μουσικής με στίχους προκαλεί επιλεκτική αύξηση του όγκου της φαιάς ουσίας σε αριστερές κροταφικές περιοχές και αύξηση της λειτουργικής συνδεσιμότητας

στο δίκτυο προεπιλεγμένης λειτουργίας.<sup>[56]</sup>

## Άλλες μουσικές θεραπείες

### -Πρωτόκολλο μουσικής ομιλίας βασισμένο στην προφορά (Accent-based music speech protocol):

Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο δημιουργήθηκε σε μια προσπάθεια αποκατάστασης της μικτής δυσarthρίας 6 ασθενών, μετά από Α.Ε.Ε. Το πρώτο επίπεδο περιλάμβανε την προθέρμανση (4 λεπτά). Το δεύτερο επίπεδο αφορούσε στην ενδυνάμωση του αναπνευστικού συστήματος (4 λεπτά). Το τρίτο στάδιο αφορούσε στην φωνοποίηση-φωνητική (10 λεπτά). Σε αυτό το στάδιο, στην αρχή, ο ασθενής ενθαρρύνονταν να επιτύχει διάνοιξη του λαιμού και χαλάρωση των μυών που εμπλέκονται στη φωνή, εκφέροντας το φώνημα /a/ ύστερα από χασμουρητό και έπειτα ακολουθούσαν οι ασκήσεις φωνοποίησης, αρχικά μέσω τραγουδιού με ένα φώνημα ή έναν συνδυασμό φωνημάτων και έπειτα με εκφορά του ίδιου φωνήματος δύο φορές στη σειρά, με το δεύτερο φώνημα να εκφέρεται πιο τονισμένα και με μεγαλύτερη διάρκεια από το πρώτο. Το τέταρτο και τελευταίο στάδιο (12 λεπτά) περιλάμβανε ψαλμωδία μελωδικού άσματος με έμφαση. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη μελέτη, από την ανάληψη της φωνής με τη βοήθεια του υπολογιστικού λογισμικού προγράμματος Praat, παρατηρήθηκε αύξηση του μέγιστου χρόνου φώνησης, του ρυθμού διαδοχικών κινήσεων, της μέσης έντασης σε decibels (dB) και της θεμελιώδους συχνότητας  $F_0$  μετά από την μουσικο-θεραπευτική παρέμβαση. Αυτές οι θετικές αλλαγές αποδεικνύουν πως το πρωτόκολλο μουσικής ομιλίας βασισμένο στην προφορά αποτελεί μια πολύτιμη υποσχόμενη παρέμβαση για την βελτίωση του κινητικού συντονισμού της ομιλίας, συμπεριλαμβανομένων της αναπνοής, της φώνησης, της άρθρωσης, της αντήχησης και της προσωδίας.<sup>[57]</sup>

### - Σύζευξη μουσικής μελωδίας και αφήγησης (λεκτικού υλικού) ή μελωδική αφήγηση:

Οι Leo και συν.<sup>[25]</sup> μελέτησαν την ικανότητα ανάκλησης αφηγηματικών ιστοριών σε 31 ασθενείς που είχαν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο, χορηγώντας τις ιστορίες με δύο τρόπους: α) μέσω κανονικής προφορικής ομιλίας και β) μέσω τραγουδιού (δηλαδή τραγουδιστή εκφορά των ιστοριών). Αξιολογώντας τους ασθενείς στην οξεία φάση του και έξι μήνες μετά το εγκεφαλικό οι ερευνητές παρατήρησαν ότι ενώ στην οξεία φάση δεν υπήρχε διαφορά στην ανάκληση μεταξύ των δύο τρόπων χορήγησης των ιστοριών, έξι μήνες μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο οι ασθενείς με ήπια κυρίως αφασία, όπως διαπιστώθηκε από την κλίμακα για την βαρύτητα της αφασίας (Aphasia Severity rating scale), παρουσίαζαν καλύτερη λεκτική μάθηση και ανάκληση μετά από την χορήγηση των ιστοριών τραγουδιστά σύμφωνα με την ανάληψη των αποτελε-

σμάτων των δοκιμασιών: Auditory Word list Learning Task (AVLT, learning score & delayed recall score) και Rivermead Behavioural Memory Test (RBMT, story recall immediate & story recall delayed).

### -Χορωδιακό τραγούδι:

Την άποψη πως το χορωδιακό τραγούδι μπορεί να συνεισφέρει στην αποκατάσταση των αφασικών ασθενών, επικουρικά της παραδοσιακής λογοθεραπείας, υποστηρίζει η έρευνα των Racette, Bard και Peretz.<sup>[32]</sup> Οι συμμετέχοντες (8 ασθενείς με μη ρέουσα χρόνια αφασία) έπρεπε να αφηγηθούν μια ιστορία είτε μελωδικά, τραγουδώντας την, είτε με φυσιολογική ομιλία, παράλληλα με ένα ακουστικό μοντέλο που τους παρέχονταν. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ασθενείς επαναλάμβαναν και ανακαλούσαν περισσότερες λέξεις όταν τραγουδούσαν την ιστορία μαζί με το ακουστικό μοντέλο. Συνεπώς, φαίνεται ότι το χορωδιακό τραγούδι (τραγουδιστή εκφορά σε συγχρονισμό με ένα ακουστικό μοντέλο) είναι μία αποτελεσματική μέθοδος αναφορικά με την επανάληψη και την ανάκληση λέξεων.

Σε μια άλλη έρευνα, τόσο οι ίδιοι οι ασθενείς με αφασία όσο και οι φροντιστές τους ανέφεραν βελτίωση της ποιότητας ζωής και των διαταραχών διάθεσης, σύμφωνα με τα ερωτηματολόγια αυτό-αναφοράς Stroke Impact Scale-3 και General Health Questionnaire-12.<sup>[33]</sup>

### Σύνοψη-Συμπεράσματα

Η επίδραση της μουσικής στον εγκέφαλο, το απότυπο δηλαδή που αφήνει σε αυτόν, έχει μελετηθεί μέσω ερευνών που συγκρίνουν τους εγκεφάλους μουσικών με αυτούς ανθρώπων που δεν ασχολούνται με τη μουσική. Οι έρευνες αυτές αναφέρουν δομικές και λειτουργικές διαφορές μεταξύ των συγκρινόμενων ομάδων<sup>[34,35,37,38]</sup> και, συνεπώς, ενθαρρύνεται η ιδέα ανάπτυξης και εφαρμογής μουσικοθεραπευτικών μεθόδων παρέμβασης. Αυτά τα μουσικοθεραπευτικά πρωτόκολλα καθίστανται αποτελεσματικά χάρη στις κατάλληλες κατευθύνσεις για το σχεδιασμό τους, που προέρχονται από την υπόθεση OPERA.<sup>[39]</sup>

Πιο συγκεκριμένα, πλήθος ερευνών που εστιάζουν στη μελέτη νευρολογικών μουσικών θεραπειών και άλλων μουσικών θεραπειών έχουν αποδείξει την αξία της ενσωμάτωσης της μουσικής στην θεραπεία της αφασίας μετά από Α.Ε.Ε.,<sup>[32,41,45]</sup> καθώς και των συνοδών διαταραχών της, όπως η απραξία,<sup>[28,45]</sup> η δυσαρθρία,<sup>[31,55,57]</sup> οι γνωστικές<sup>[28,46,53]</sup> και οι συναισθηματικές διαταραχές.<sup>[33,46]</sup> Η ενσωμάτωση της μουσικής στη θεραπευτική διαδικασία μπορεί να γίνει με τρόπους όπως: παθητική ακρόαση μουσικής<sup>[24-25,53]</sup> τραγούδι,<sup>[28,31-33,55,57]</sup> ρυθμικός χτύπος,<sup>[41,45-47]</sup>

Δεν υπάρχουν ακόμη επαρκή αποδεικτικά στοιχεία που να στηρίζουν επιπέδου Α, Β ή Γ ένδειξη χρήσης καμίας από τις αναφερόμενες θεραπείες στην καθημε-

ρινή κλινική πράξη. Η παρούσα μελέτη περιγράφει τις εφαρμογές της μουσικής στη θεραπεία των αφασιών και των συναφών διαταραχών επικοινωνίας γενικότερα, με έμφαση στα αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια και αναφέρεται στις γενικές αρχές σύμφωνα με τις οποίες εικάζεται ότι η μουσική θεραπεία επιδρά στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα, βασισμένη στις έως τώρα δημοσιεύσεις. Συνεπώς, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη διενέργειας προσεκτικά σχεδιασμένων μελετών που θα μπορούσαν να δώσουν κλάσες I ή II αποδεικτικά στοιχεία, ώστε να υποστηριχθεί η χρήση τους. Κι αυτό επειδή, με βάση τα ως τώρα δεδομένα που συζητήσαμε στην παρούσα ανασκόπηση και τους μηχανισμούς δράσης των μουσικοθεραπευτικών μεθόδων, φαίνεται πως οι θεραπείες αυτές πραγματικά προσδίδουν περαιτέρω δυναμική αναδιοργάνωσης του εγκεφάλου και βελτίωσης της λειτουργικής επικοινωνίας στους ανθρώπους που ζουν με αφασία μετά από εγκεφαλικό.

Συνοψίζοντας, η αφασία οφείλεται να αντιμετωπίζεται ολιστικά, συνοπολογίζοντας τις συνοδές διαταραχές της, βάσει της κλινικής εικόνας και των αναγκών του εκάστοτε ασθενή. Η κατάλληλη προσαρμογή και εφαρμογή μουσικοθεραπευτικών τεχνικών, με βάση την αναμενόμενη, μέσω της συνεχιζόμενης έρευνας, περαιτέρω τεκμηρίωσή τους, πιστεύουμε πως θα προσφέρει ενισχυτικά στην προσπάθεια για την αποκατάσταση των ανθρώπων που ζουν με αφασία.

### Σύγκρουση συμφερόντων

Οι συγγραφείς δηλώνουν ότι δεν υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων.

### Βιβλιογραφία:

- [1] Schoen-Nazzaro MB. Plato and Aristotle on the Ends of Music. *Laval théologique et philosophique*. 1978;34(3):261–73. doi: 10.7202/705684ar.
- [2] Sacks O. *Musicophilia: Tales of Music and Brain*. New York: Handcover, 2008.
- [3] Darwin C. *The descent of man and selection in relation to sex*. New York: Appleton, 1871.
- [4] Luria A, Tsvetkova L, Futer J. Aphasia in a composer. *J Neurol Sci*. 1965;2:288–92. doi: 10.1016/0022-510x(65)90113-9.
- [5] Peretz I, Belleville S, Fontaine FS. Dissociations entre musique et langage après atteinte cérébrale: un nouveau cas d'amusie sans aphasie. *Revue canadienne de psychologie expérimentale*. 1997;51:354–67.
- [6] Grant-Allen C. Note-deafness. *Mind*. 1878;10:157–67.
- [7] Geschwind N. The brain of a learning-disabled individual. *Ann Dyslexia*. 1984;34:319–27. doi: 10.1007/BF02663629.
- [8] Kalmus H, Fry D. On tune deafness (dysmelody).

- dia): frequency, development, genetics and musical background. *Ann Hum Genet.* 1980; 43:369–82. doi: 10.1111/j.1469-1809.1980.tb01571.x.
- [9] Critchley M. Musicogenic epilepsy. In: Critchley M, Henson M, editors. *Music and the brain.* London: Heinemann;1977:344–53. doi: 10.1016/B978-0-433-06703-0.50026-7.
- [10] Kraus N, Skoe E, Parbery-Clark A, et al. Experience-induced malleability in neural encoding of pitch, timbre, and timing. *Ann NY Acad Sci.* 2009;1169:543–57. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04549.x.
- [11] Kaas J, Hackett T. Subdivisions of auditory cortex and processing streams in primates. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2000;97:11793–9. doi: 10.1073/pnas.97.22.11793.
- [12] Callan DE, Tsytarev V, Hanakawa T, et al. Song and speech: Brain regions involved with perception and covert production. *Neuroimage.* 2006;31, 1327–1342. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.01.036.
- [13] Hickok G, Buchsbaum B, Humphries C, et al. Auditory-motor interaction revealed by fMRI: speech, music, and working memory in area Spt. *J Cogn Neurosci.* 2003 Jul 1;15(5):673-82. doi: 10.1162/089892903322307393.
- [14] Özdemir E, Norton A, Schlaug G. Shared and distinct neural correlates of singing and speaking. *Neuroimage.* 2006;33(2):628-35. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.07.013.
- [15] Whitehead JC, Armony JL. Singing in the brain: Neural representation of music and voice as revealed by fMRI. *Hum Brain Mapp.* 2018;39(12):4913-24. doi: 10.1002/hbm.24333.
- [16] Patel AD, Peretz I, Tramo M, et al. Processing prosodic and musical patterns: A neuropsychological investigation. *Brain Lang.* 1998;61(1):123-44. doi: 10.1006/brln.1997.1862.
- [17] Sihvonen AJ, Sammler D, Ripollés P, et al. Right ventral stream damage underlies both post-stroke aprosodia and amusia. *Eur J Neurol.* 2022;29(3):873-82. doi: 10.1111/ene.15148.
- [18] Altenmüller E. Language and music side by side: post-stroke aprosodia and amusia are subserved by the same brain networks. *Eur J Neurol.* 2022;29(3):689-90. doi: 10.1111/ene.15212.
- [19] Patel AD, Daniele JR. An empirical comparison of rhythm in language and music. *Cognition.* 2003;87:B35–B45. doi: 10.1016/S0010-0277(02)00187-7.
- [20] Zuk J, Benjamin C, Kenyon A, et al. Behavioral and neural correlates of executive functioning in musicians and non-musicians. *PLoS One.* 2014;9(6):e99868. doi: 10.1371/journal.pone.0099868.
- [21] Koelsch S, Jentschke S. Short-term effects of processing musical syntax: An ERP study. *Brain Research.* 2008;1212:55–62. doi: 10.1016/j.brainres.2007.10.078.
- [22] Särkämö T, Sihvonen AJ. Golden oldies and silver brains: Deficits, preservation, learning, and rehabilitation effects of music in ageing-related neurological disorders. *Cortex.* 2018;109:104-13. doi: 10.1016/j.cortex.2018.08.034.
- [23] Martínez-Molina N, Siponkoski ST, Pitkäniemi A, et al. Neuroanatomical correlates of speech and singing production in chronic post-stroke aphasia. *Brain Commun.* 2022 Jan 11;4(1):fcac001.
- [24] Sarkamo T, Soto D. Music listening after stroke: beneficial effects and potential neural mechanisms. *Ann N Y Acad Sci* 2012;1252:266-81. doi: 10.1111/j.1749-6632.2011.06405.x.
- [25] Leo V, Sihvonen AJ, Linnavalli T, et al. Sung melody enhances verbal learning and recall after stroke. *Ann N Y Acad Sci* 2018;1423(1):296-307. doi: 10.1111/nyas.13624.
- [26] Davis AG. (2011) ΑΦΑΣΙΟΛΟΓΙΑ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΚΑΙ ΚΛΙΝΙΚΗ ΠΡΑΚΤΙΚΗ. Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Νάσιος Γ. BROKEN HILL PUBLISHERS; 2011, p. 37.
- [27] Clark DG, Cummings JL. *Aphasia in Neurological disorders.* Academic Press. 2003:265-75. doi: 10.1016/B978-012125831-3/50220-3
- [28] Oliver S, Thaut M, Sena K. *Medical coding and records manual.* *Neurol Music Ther;*2005:5-15.
- [29] Cowen B. *Neurologic music therapy techniques: a systematic review of current research.* 2014. Available from: <http://hdl.handle.net/20.500.12648/109>
- [30] Flaherty AW. Frontotemporal and dopaminergic control of idea generation and creative drive. *J Comp Neurol.* 2005;493(1):147-53. doi: 10.1002/cne.20768.
- [31] Xu C, He Z, Shen Z, et al. Potential benefits of music therapy on stroke rehabilitation. *Oxid Med Cell Longev.* 2022. doi: 10.1155/2022/9386095.
- [32] Racette A, Bard C, Peretz I. Making non-fluent aphasics speak: sing along! *Brain.* 2006;129(10),2571-2584. doi: 10.1093/brain/awl250.
- [33] Tamplin J, Baker FA, Jones B, et al. 'Stroke a Chord': the effect of singing in a community choir on mood and social engagement for people living with aphasia following a stroke. *Neuro-Rehabilit.* 2013;32(4):929–41. doi: 10.3233/NRE-130916.
- [34] Gaser C, Schlaug G. Brain structures differ between musicians and non-musicians. *J Neurosci.* 2003;23(27):9240-5. doi: 10.1523/JNEUROSCI.23-27-09240.2003.
- [35] Ozturk AH, Tascioglu B, Aktekin M, et al. Mor-

- phometric comparison of the human corpus callosum in professional musicians and non-musicians by using in vivo magnetic resonance imaging. *J Neuroradiol.* 2002;29:29–34.
- [36] Magne C, Schon D, Besson M. Musician children detect pitch violations in both music and language better than nonmusician children: behavioral and electrophysiological approaches. *J Cogn Neurosci.* 2006;18:199–211. doi: 10.1162/089892906775783660.
- [37] Besson M, Schon D, Moreno S, et al. Influence of musical expertise and musical training on pitch processing in music and language. *Restor Neurol Neurosci.* 2007;25:399–410.
- [38] Kraus N, Chandrasekaran B. Music training for the development of auditory skills. *Nature Rev Neurosci.* 2010;11(8):599-605. doi: 10.1038/nrn2882.
- [39] Patel AD. Why would musical training benefit the neural encoding of speech? The OPERA hypothesis. *Front Psychol.* 2011;2:142. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00142.
- [40] Thaut MH. Rhythm, music, and the brain: Scientific foundations and clinical applications. New York, NY: Taylor & Francis, 2008.
- [41] Piccolo A, Corallo F, Cardile D, et al. Music Therapy in Global Aphasia: A Case Report. *Medicines.* 2023;10(2):16. doi: 10.3390/medicines10020016.
- [42] Albert ML, Sparks RW, Helm NA. Melodic intonation therapy for aphasia. *Arch Neurol.* 1973;29:130–1. doi: 10.1001/archneur.1973.00490260074018.
- [43] Martzoukou M, Nousia A, Nasios G, et al. Adaptation of Melodic Intonation Therapy to Greek: A Clinical Study in Broca’s Aphasia with Brain Perfusion SPECT Validation. *Front Aging Neurosci.* 2021;13:1–14. doi: 10.3389/fnagi.2021.664581.
- [44] Patel AD. The relationship of music to the melody of speech and to syntactic processing disorders in aphasia. *Ann N Y Acad Sci.* 2005;1060:59–70. doi: 10.1196/annals.1360.005.
- [45] Zumbansen A, Peretz I, Hébert S. Melodic intonation therapy: back to basics for future research. *Front Neurol.* 2014;5(7):1-11. doi: 10.3389/fneur.2014.00007.
- [46] Merrett DL, Peretz I, Wilson SJ. Neurobiological, cognitive, and emotional mechanisms in melodic intonation therapy. *Front Hum Neurosci.* 2014;8:1–11. doi: 10.3389/fnhum.2014.00401.
- [47] Norton A, Zipse L, Marchina S, et al. Melodic intonation therapy: Shared insights on how it is done and why it might help. *Ann N Y Acad Sci.* 2009;1169:431–6. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04859.x.
- [48] Duffy JR. *Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis, and Management.* 3ed. Saint-Louis, MO: Elsevier/ Mosby, 2012.
- [49] Martin VC, Kubitz KR, Maher LM. Melodic intonation therapy. *Perspect Neurophysiol Neurogenic Speech Lang Disord.* 2001;11(3):33-7.
- [50] Schlaug G, Marchina S, Norton A. Evidence for plasticity in white-matter tracts of patients with chronic Broca’s aphasia undergoing intense intonation-based speech therapy. *Ann N Y Acad Sci.* 2009;1169(1):385-94. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04587.x.
- [51] Garcia-Casares N, Barros-Cano A, Garcia-Arnes JA. Melodic intonation therapy in post-stroke non-fluent aphasia and its effects on brain plasticity. *J Clin Med.* 2022;11(12):3503. doi: 10.3390/jcm11123503.
- [52] Breier JI, Randle S, Maher LM, et al. Changes in maps of language activity activation following melodic intonation therapy using magnetoencephalography: Two case studies. *J Clin Exp Neuropsychol.* 2010;32:309–14. doi: 10.1080/13803390903029293.
- [53] van de Sandt-Koenderman MW, Mendez Orellana CP, van der Meulen I, et al. Language lateralisation after melodic intonation therapy: an fMRI study in subacute and chronic aphasia. *Aphasiology.* 2018;32(7):765-83. doi: 10.1080/02687038.2016.1240353
- [54] Merrett DL, Tailby C, Jackson GD, et al. Perspectives from case studies in obtaining evidence for music interventions in aphasia. *Aphasiology.* 2018;4:429-48 doi: 10.1080/02687038.2018.1428729
- [55] Tamplin J. A pilot study into the effect of vocal exercises and singing on dysarthric speech. *NeuroRehabilitation.* 2008;23:207–16. doi: 10.3233/NRE-2008-23302.
- [56] Sihvonen AJ, Leo V, Ripollés P, et al. Vocal music enhances memory and language recovery after stroke: pooled results from two RCTs. *Ann Clin Transl Neurol.* 2020;7(11):2272-87. doi: 10.1002/acn3.51217.
- [57] Kim SJ, Jo U. Study of accent-based music speech protocol development for improving voice problems in stroke patients with mixed dysarthria. *NeuroRehabilitation.* 2013;32(1):185-90. doi: 10.3233/NRE-130835.