

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΚΑΛΩΝ ΤΕΧΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ



**«Αξιολόγηση μουσικών ακουστικών δεξιοτήτων σε ασθενείς
μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο και κατά τη διάρκεια
προγράμματος αποκατάστασης σε ανθρωποφυγόκεντρο»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του φοιτητή

ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΝΤΑΗ

A.E.M. 2000

Επιβλέπων: Παπαδέλης Γιώργος

Θεσσαλονίκη Ιούνιος 2025

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά τις επιδράσεις της χρήσης ανθρωποφυγόκεντρου στην αποκατάσταση ασθενών που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (ΑΕΕ), εστιάζοντας ειδικότερα στις αλλαγές που ενδέχεται να παρατηρηθούν στη μουσική ακουστική αντίληψη κατά τη διάρκεια της θεραπευτικής διαδικασίας. Το εγκεφαλικό επεισόδιο αποτελεί μία από τις κύριες αιτίες νευρολογικής αναπηρίας παγκοσμίως και η αποκατάσταση των ασθενών που το υφίστανται απαιτεί πολυπαραγοντική και εξατομικευμένη προσέγγιση. Η έρευνα αυτή αξιοποιεί την ανθρωποφυγόκεντρο, μία καινοτόμο φυγόκεντρική συσκευή, η οποία αρχικά αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της αεροδιαστημικής ιατρικής, και η οποία τα τελευταία χρόνια προσελκύει αυξανόμενο ενδιαφέρον στον τομέα της νευρολογικής αποκατάστασης λόγω των επιδράσεών της στη μυοσκελετική και νευρική λειτουργία. Στο θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας εξετάζονται οι βασικοί μηχανισμοί εγκεφαλικής πλαστικότητας (συναπτική ενδυνάμωση, νευρογένεση, λειτουργική αναδιοργάνωση) και ειδικότερα, διερευνάται η πιθανότητα η χρήση ανθρωποφυγόκεντρου να έχει ως παράπλευρο όφελος τη βελτίωση της μουσικής αντίληψης, μέσω της ενίσχυσης νευρωνικών κυκλωμάτων που σχετίζονται με την ακουστική επεξεργασία, την προσοχή και τη μνήμη. Για την αξιολόγηση των μεταβολών στη μουσική ικανότητα των συμμετεχόντων χρησιμοποιήθηκε το Montreal Battery of Evaluation of Musical Abilities (MBEMA), ένα αναγνωρισμένο εργαλείο μέτρησης μουσικών δεξιοτήτων. Το πειραματικό σχέδιο περιλάμβανε χορήγηση του τεστ πριν και μετά από δίμηνο θεραπευτικό πρόγραμμα με χρήση ανθρωποφυγόκεντρου με τα αποτελέσματα να αναδεικνύουν αξιοσημείωτη βελτίωση σε όλα τα βασικά μέρη του τεστ (μελωδία, ρυθμός, μουσική μνήμη). Συνολικά, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι η χρήση ανθρωποφυγόκεντρου στο πλαίσιο αποκατάστασης μετά από ΑΕΕ έχει θετική επίδραση και σε μη-κινητικές και λεκτικές λειτουργίες, όπως η μουσική αντίληψη. Τα αποτελέσματα συμβάλλουν στην κατανόηση των πιθανών δευτερευουσών ωφελειών της μεθόδου και ενθαρρύνουν τη συνέχιση της έρευνας, προκειμένου να τεκμηριωθούν περαιτέρω οι παρατηρούμενες επιδράσεις. Παράλληλα επισημαίνονται οι περιορισμοί της παρούσας έρευνας, τα οποία θα μπορούσαν να αποτελέσουν σημεία εστίασης για μελλοντικές έρευνες.

ABSTRACT

This thesis explores the effects of using anthropocentric therapy in the rehabilitation of patients who have suffered a stroke (CVA), focusing in particular on the changes that may be observed in musical auditory perception during the therapeutic process. Stroke is one of the leading causes of neurological disability worldwide, and the rehabilitation of patients who suffer from it, requires a multifactorial and individualized approach. This research utilizes the anthropocentric device, an innovative centrifugal device, which was originally developed for the needs of aerospace medicine, and which in recent years has attracted increasing interest in the field of neurological rehabilitation due to its effects on musculoskeletal and neural function. The theoretical framework of the study examines the basic mechanisms of brain plasticity (synaptic strengthening, neurogenesis, functional reorganization) and, in particular, the possibility that the use of anthropocentric device may have the side benefit of improving musical perception by strengthening neural circuits related to auditory processing, attention, and memory. To assess the changes in the musical ability of participants, the Montreal Battery of Evaluation of Musical Abilities (MBEMA), a recognized tool for measuring musical skills, was used. The experimental design included administering the test before and after a two-month therapeutic program using an anthropocentric approach, with the results showing a remarkable improvement in all key parts of the test (melody, rhythm, musical memory). Overall, the findings of this study indicate that the use of a human centrifuge device, in the context of stroke rehabilitation has a positive effect on non-motor and verbal functions, such as musical perception. The results contribute to the understanding of the potential secondary benefits of the method and encourage further research to further document the observed effects. At the same time, the limitations of the present study are highlighted, which could be areas of focus for future research.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θέλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Γιώργο Παπαδέλη, για την καθοδήγηση που μου παρείχε κατά την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Οι συμβουλές και οι γνώσεις του, συνέβαλαν σημαντικά στη βελτίωση της εργασίας μου και στην καλύτερη κατανόηση του θέματός μου.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τις κυρίες Χρυσούλα Κουρτίδου και Σοφία Κουρτίδου, για την φιλοξενία τις εγκαταστάσεις τους, όπου γνώρισα τους ασθενείς και πραγματοποίησα την έρευνα μου. Η βοήθεια, η όρεξη και η εμπιστοσύνη τους ήταν πολύτιμες και καθοριστικές για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συμμετέχοντες του πειράματος, για τον χρόνο που διέθεσαν και τα δεδομένα που μου προσέφεραν.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
Εισαγωγή στην έννοια της αποκατάστασης μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο	6
Παρουσίαση της ανθρωποφυγόκεντρου ως εργαλείου αποκατάστασης.....	9
Σκοπός και στόχοι της μελέτης	11
Περιγραφή του σκοπού της έρευνας	11
Ειδικοί ερευνητικοί στόχοι.....	12
Σημαντικότητα της έρευνας.....	13
Αναγκαιότητα της έρευνας και πιθανές επιπτώσεις για την κλινική πράξη	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ	15
1.1. Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο	16
1.1.1. Ορισμός του Εγκεφαλικού Επεισοδίου: παθοφυσιολογία και επιδημιολογικά στοιχεία	16
1.1.2. Τυπολογία Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου.....	18
1.2. Μηχανισμοί εγκεφαλικής πλαστικότητας	19
1.2.1. Συναπτική πλαστικότητα (synaptic plasticity).....	20
1.2.2. Νευρογένεση (neurogenesis).....	21
1.2.3. Λειτουργική αναδιοργάνωση (functional reorganization)	21
1.2.4. Ρύθμιση γονιδίων και πρωτεϊνών.....	22
1.2.5. Εγκεφαλική πλαστικότητα και αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο	23
1.3. Προηγούμενες μέθοδοι αποκατάστασης και τα αποτελέσματά τους	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΟΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΥ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	30
2.1. Εισαγωγή στην ανθρωποφυγόκεντρο και η θεωρητική της βάση.....	30
2.1.1. Εισαγωγή στην ανθρωποφυγόκεντρο.....	30
2.1.2. Η θεωρητική βάση της ανθρωποφυγόκεντρου.....	33
2.2. Ανασκόπηση προηγούμενων μελετών που αφορούν την εφαρμογή της σε νευρολογικούς ασθενείς	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΑ ΟΦΕΛΗ	47
3.1. Μουσική αντίληψη: ορισμός και βασικά της στοιχεία	47
3.1.1. Οι νευρολογικές βάσεις της μουσικής αντίληψης.....	50
3.1.2. Η μουσική αντίληψη σε άτομα με νευρολογικές διαταραχές	51
3.1.3. Νευροπλαστικότητα, μουσική αντίληψη και ο ρόλος της μουσικής στην επανεκπαίδευση του εγκεφάλου	55
3.2. Προηγούμενες μέθοδοι αποκατάστασης με παράπλευρο όφελος την ενίσχυση της μουσικής αντίληψης	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΘΟΔΟΣ	65
4.1. Montreal Battery of Evaluation of Music Abilities	65
4.2. Προσαρμογή του πειράματος.....	70
4.3. Συμμετέχοντες	72
4.4. Πειραματικό σχέδιο.....	72
4.5. Πειραματική διαδικασία.....	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	76
5.1. Πειραματικές συνθήκες – Υποδοκιμασίες πειράματος	78
5.2. Η επίδραση της μάθησης (Learning Effect).....	80
5.3. Αποτελέσματα ανάλογα με το φύλο.....	83
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	85
6.1. Επιδόσεις στα τμήματα του ΜΒΕΜΑ.....	85
6.2. Συσχέτιση της βελτίωσης της μουσικής αντίληψης με άλλες νευρικές λειτουργίες.....	88
Περιορισμοί και πιθανές προεκτάσεις της έρευνας.....	90
Βιβλιογραφικές αναφορές	92

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εισαγωγή στην έννοια της αποκατάστασης μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο

Το εγκεφαλικό επεισόδιο (ή αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο) αποτελεί μια από τις κύριες αιτίες αναπηρίας και θανάτου παγκοσμίως, επηρεάζοντας εκατομμύρια ανθρώπους κάθε χρόνο. Σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση για τα Αγγειακά Εγκεφαλικά Επεισόδια (World Stroke Organization), πάνω από 12 εκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως αντιμετωπίζουν εγκεφαλικό επεισόδιο ετησίως, ενώ 6,5 εκατομμύρια πεθαίνουν ως αποτέλεσμα του εγκεφαλικού (World Stroke Organization, 2024). Σύμφωνα με τα ίδια στοιχεία, η συχνότητα των εγκεφαλικών επεισοδίων αυξάνεται σημαντικά με την ηλικία, ωστόσο, πάνω από το 60% των εγκεφαλικών επεισοδίων συμβαίνει σε άτομα κάτω των 70 ετών και το 16% συμβαίνει σε άτομα κάτω των 50 ετών. Ενώ πάνω από τους μισούς ανθρώπους που παθαίνουν εγκεφαλικό επεισόδιο πεθαίνουν ως αποτέλεσμα του εγκεφαλικού, για τους επιζώντες, οι επιπτώσεις μπορεί να είναι καταστροφικές, επηρεάζοντας τη φυσική κινητικότητα, την ικανότητα πρόσληψης τροφής, την ομιλία και τη γλώσσα, τα συναισθήματα και τις διαδικασίες σκέψης.

Οι ανάγκες αυτές οι οποίες είναι ιδιαιτέρως σύνθετες, αποτελούν εκτός από σημαντικές προκλήσεις για την ίδια την υγεία που απαιτεί αυξημένη φροντίδα, και οικονομικές προκλήσεις για το άτομο και τους φροντιστές του. Παράλληλα θέτουν σημαντικές απαιτήσεις για τα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης και κοινωνικής πρόνοιας παγκοσμίως (World Stroke Organization, 2024). Οι ρυθμοί εμφάνισης εγκεφαλικών επεισοδίων παγκοσμίως, αυξάνονται με ταχύτερους ρυθμούς στις χώρες χαμηλού και μεσαίου εισοδήματος, στις οποίες οι πάροχοι υγειονομικής φροντίδας δυσκολεύονται συχνά να παράσχουν την απαραίτητη υποστήριξη για την αποτελεσματική πρόληψη, θεραπεία και αποκατάσταση των εγκεφαλικών επεισοδίων. Όσον αφορά το οικονομικό κόστος για την αντιμετώπιση των αγγειακών εγκεφαλικών επεισοδίων, είναι χαρακτηριστικό ότι η παγκόσμια οικονομική

επίπτωση ανέρχεται στο 0,66% του συνολικού παγκόσμιου Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ), ενώ το συνολικό κόστος που σχετίζεται με αυτά αναμένεται να ξεπεράσει το ιλιγγιώδες ποσό του 1 τρισεκατομμυρίου δολαρίων ΗΠΑ μέχρι το 2030 (World Stroke Organization, 2024).

Το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο αποτελεί μια επείγουσα ιατρική κατάσταση που εμφανίζεται όταν η παροχή αίματος σε μια περιοχή του εγκεφάλου διακόπτεται, γεγονός που οδηγεί σε βλάβη των εγκεφαλικών κυττάρων. Οι συνέπειες ενός εγκεφαλικού επεισοδίου διαφέρουν ανάλογα με το σημείο του εγκεφάλου που έχει υποστεί τη βλάβη καθώς επίσης και ανάλογα με τη σοβαρότητα της βλάβης. Οι εν λόγω συνέπειες, μπορεί να περιλαμβάνουν κινητικές, αισθητηριακές, γνωστικές και συναισθηματικές δυσκολίες, γεγονός που καθιστά την ανάγκη αποκατάστασης, μια ιδιαίτερος κρίσιμη διαδικασία για την βελτίωση της υγείας των ασθενών, καθώς και την βελτίωση της ποιότητας ζωής τους.

Η αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο είναι αναμφισβήτητα μια εξόχως πολύπλοκη και προκλητική διαδικασία, που έχει ως στόχο την επαναφορά στο μέτρο του δυνατού των απολεσθέντων λειτουργιών, στη μείωση των επιπτώσεων της αναπηρίας των ασθενών και στη βελτίωση της αυτονομίας τους. Βασικό διακύβευμα της αποκατάστασης είναι η υποστήριξη του ασθενούς προκειμένου να επανακάμψει σε μια όσο το δυνατόν πιο φυσιολογική ζωή και καθημερινότητα. Η αποκατάσταση περιλαμβάνει αφενός σωματικές, αφετέρου και γνωστικές δεξιότητες, απαιτώντας την ενεργό εμπλοκή και συμμετοχή του ασθενούς σε ένα εξατομικευμένο και προσαρμοσμένο με βάση τις ανάγκες και τις δυνατότητές του, πρόγραμμα θεραπείας. Το χρονικό διάστημα το οποίο έπεται αμέσως μετά την έλευση του εγκεφαλικού επεισοδίου, είναι κρίσιμο στη διαδικασία αποκατάστασης. Αυτό συμβαίνει γιατί η νευροπλαστικότητα του εγκεφάλου, δηλαδή η ικανότητά του να αναδιοργανώνει τις νευρωνικές του συνδέσεις, είναι πιο έντονη κατά τους πρώτους κυρίως μήνες, ενώ υπάρχει μια μείωση αυτής της ικανότητας όσο ο χρόνος περνάει.

Σημαντικοί στόχοι της αποκατάστασης είναι η βελτίωση της κινητικότητας και της λειτουργικής αυτονομίας καθώς η πλειοψηφία των ασθενών αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κίνηση και στην ισορροπία, λόγω της βλάβης στις περιοχές του εγκεφάλου οι οποίες ελέγχουν την κίνηση. Από τις συμβατικές θεραπείες για τους ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, η φυσιοθεραπεία περιλαμβάνει την εφαρμογή πρωτοκόλλου ασκήσεων που έχουν ως στόχο τη βελτίωση της

κινητικότητας των αρθρώσεων των ασθενών, της μυϊκής τους δύναμης, και της συνολικής κινητικής λειτουργίας τους. Παράλληλα, οι ασθενείς εκπαιδεύονται σε στρατηγικές για την ομαλή προσαρμογή τους σε ενδεχόμενες μόνιμες αναπηρίες, όπως για παράδειγμα η χρήση βοηθητικών συσκευών όπως περιπατητές, αμαξίδια κ.λπ. όπως επίσης εκπαιδεύονται σε νέους τρόπους εκτέλεσης των καθημερινών τους δραστηριοτήτων.

Η εργοθεραπεία αποτελεί μια ακόμη μέθοδο η οποία διαδραματίζει καίριο ρόλο στην αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο καθώς οι ασθενείς πολύ συχνά αντιμετωπίζουν σημαντικά προβλήματα στην εκτέλεση βασικών δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής όπως το ντύσιμο, το μαγείρεμα ή η προσωπική υγιεινή. Μέσω της εργοθεραπείας, ενθαρρύνονται στην ανάκτηση της αυτονομίας τους, καθώς επανεκπαιδεύονται σε δεξιότητες που έχουν χαθεί, καθώς επίσης και στην εκμάθηση τρόπων προσαρμογής στις νέες συνθήκες της ζωής τους.

Μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο, η λογοθεραπεία αποτελεί μια σημαντική συνιστώσα, όσον αφορά την αποκατάσταση. Πολλοί ασθενείς παρουσιάζουν δυσκολίες στην ομιλία, την ανάγνωση, τη γραφή, την κατανόηση της γλώσσας κλπ., εξαιτίας βλαβών στις σχετικές περιοχές του εγκεφάλου. Ιδιαίτερος κρίσιμος ρόλος στο πλαίσιο της αποκατάστασης μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, διαδραματίζει επίσης η ψυχολογική υποστήριξη των ασθενών. Πολύ συχνά οι ασθενείς μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, αντιμετωπίζουν κατάθλιψη και άγχος, στην προσπάθεια προσαρμογής τους στις νέες συνθήκες. Η ψυχοθεραπεία, σε συνδυασμό με τις κλασικές αλλά και τις καινοτόμες μεθόδους αποκατάστασης και βεβαίως σε συνδυασμό με την κατάλληλη φαρμακευτική αγωγή, μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της ψυχικής υγείας και της ποιότητας ζωής των ασθενών, διευκολύνοντας την ένταξή τους στο κοινωνικό και οικογενειακό τους περιβάλλον.

Σε κάθε περίπτωση η διαδικασία της αποκατάστασης μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο αποτελεί μια δυναμική και σύνθετη διαδικασία η οποία προσαρμόζεται στις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε ασθενούς. Με δεδομένη την εξέλιξη της επιστήμης στον τομέα αυτόν, εισάγονται και νέες μέθοδοι αποκατάστασης, οι οποίες προσφέρουν αυξημένες δυνατότητες στους ασθενείς για τη σταδιακή επαναφορά των λειτουργιών τους και τη βελτίωση της ζωής τους εν γένει.

Παρουσίαση της ανθρωποφυγόκεντρος ως εργαλείου αποκατάστασης

Η ανθρωποφυγόκεντρος, η οποία θα αναλυθεί εκτενώς στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας, αποτελεί μια καινοτόμο και εναλλακτική μέθοδο αποκατάστασης. Πρόκειται ειδικότερα για μια φυγόκεντρική συσκευή που χρησιμοποιείται κυρίως στα εργαστήρια της NASA (National Aeronautics and Space Administration) και του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος (European Space Agency- ESA), με βασικό στόχο, την πρόληψη και την αντιμετώπιση των αρνητικών επιπτώσεων της έλλειψης βαρύτητας στους αστροναύτες. Σήμερα η μέθοδος έχει αρχίσει να εφαρμόζεται στον τομέα της αποκατάστασης καθώς προορίζεται για ασθενείς, ηλικιωμένα άτομα αλλά και σε υγιείς ανθρώπους που επιθυμούν να ενισχύσουν τη φυσική τους κατάσταση, όπως την αύξηση της αντοχής και της μυϊκής τους δύναμης καθώς και στην πρόληψη τραυματισμών αλλά και στη βελτίωση της κινητικότητας τους. Επίσης χρησιμοποιείται και σε αθλητές που βρίσκονται σε καλή κατάσταση και μπορούν να την αξιοποιήσουν ως μέσο αποκατάστασης μετά από προπονήσεις ή και τραυματισμούς.

Οι έρευνες έχουν αποδείξει ότι η χρήση της ανθρωποφυγόκεντρος στον άνθρωπο προσφέρει σημαντικά οφέλη. Για παράδειγμα όπως επισημαίνουν οι Verma et al., (2018), συμβάλλει στη βελτίωση του καρδιαγγειακού συστήματος, στη βελτίωση του μυοσκελετικού και νευρικού συστήματος, καθώς επίσης και στις διαταραχές του αιθουσαίου συστήματος, καθώς μπορεί να βοηθήσει στην αστάθεια κατά το βάδισμα, μειώνοντας τον κίνδυνο πτώσεων στους ηλικιωμένους. Μια άλλη σημαντική επίδραση της χρήσης της ανθρωποφυγόκεντρος είναι η αύξηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ή αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}). Η ανθρωποφυγόκεντρος μπορεί να προσφέρει οφέλη σε διάφορες παθήσεις όπως στις περιπτώσεις νοσημάτων του μυοσκελετικού συστήματος, συμπεριλαμβανομένων των κακώσεων, οστεοπόρωσης, μυοπαθειών και συνδρόμων που σχετίζονται με τον κινητικό νευρώνα. Επιπλέον, μπορεί να αποδειχθεί ωφέλιμη σε άτομα με μεταβολικά νοσήματα, όπως η παχυσαρκία και ο σακχαρώδης διαβήτης. Επίσης, μπορεί να έχει θετική επίδραση και σε καρδιολογικά νοσήματα, στην ορθοστατική υπόταση, καθώς και σε αναπνευστικά νοσήματα που σχετίζονται με διαταραχές ύπνου και ΧΑΠ ενώ υπάρχουν ενδείξεις ότι μπορεί να έχει θετική επίδραση και σε αιματολογικά

νοσήματα.

Ένας τομέας που έχει αρχίσει επίσης να κερδίζει έδαφος για την χρήση της ανθρωποφυγόκεντρου είναι ο τομέας των νευρολογικών νοσημάτων στα οποία περιλαμβάνονται εγκεφαλικά επεισόδια, νευροπάθειες και εγκεφαλική παράλυση. Η ανθρωποφυγόκεντρος εφαρμόζεται σε νευρολογικούς ασθενείς και κυρίως σε ασθενείς που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, με στόχο την αποκατάσταση των λειτουργικών τους ικανοτήτων.

Η ανθρωποφυγόκεντρος περιλαμβάνει μια ποικιλία τεχνικών που στοχεύουν στη διασφάλιση ότι οι θεραπευτικές παρεμβάσεις είναι κατάλληλες, ευέλικτες, καθώς και εξατομικευμένα προσαρμοσμένες στις ανάγκες, τις προτιμήσεις και τις δυνατότητες του ασθενούς. Μία από τις κύριες αρχές της ανθρωποφυγόκεντρου είναι η εξασφάλιση συνεργασίας μεταξύ των θεραπειών και των ασθενών, με στόχο τη δημιουργία ενός υποστηρικτικού περιβάλλοντος το οποίο θα επιτρέψει την ενεργό συμμετοχή και την δέσμευση του ασθενούς σε συνδυασμό με την αυτονομία του στο πλαίσιο της αποκατάστασης.

Τα δυνητικά οφέλη της ανθρωποφυγόκεντρου είναι πολυάριθμα και ποικίλα. Η μέθοδος έχει αποδειχθεί ότι ενισχύει τη λειτουργική αποκατάσταση και την ψυχολογική ευημερία των ασθενών. Μέσω της προσαρμογής της θεραπείας στις ατομικές ανάγκες και προτιμήσεις, οι ασθενείς αισθάνονται περισσότερη αυτονομία και έλεγχο, γεγονός που μπορεί να τους κινητοποιήσει και να ενισχύσει τη διάθεσή τους για συμμετοχή στη διαδικασία της αποκατάστασης. Συνολικά, η ανθρωποφυγόκεντρος φαίνεται ότι αποτελεί μια υποσχόμενη προσέγγιση στην αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, με πολλαπλά οφέλη που επηρεάζουν όχι μόνο τη φυσική αποκατάσταση αλλά και την ψυχολογική και κοινωνική ευημερία των ασθενών.

Σκοπός και στόχοι της μελέτης

Περιγραφή του σκοπού της έρευνας

Με την πρόοδο που έχει σημειωθεί στον τομέα της αποκατάστασης των ασθενών μετά από αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια, υπάρχει ένα σημαντικό ερευνητικό κενό αναφορικά με την εφαρμογή της ανθρωποφυγόκεντρου σχετικά με τα παράπλευρα οφέλη που παρουσιάζει. Το σχετικό ερευνητικό κενό εντοπίζεται στο ότι δεν υπάρχουν έρευνες που να έχουν εξετάσει τις παράπλευρες επιδράσεις της μεθόδου αυτής στη μουσική αντίληψη. Έχει ήδη αποδειχθεί ότι η μουσική αντίληψη αποτελεί, μια σημαντική διαδικασία της νευροπλαστικότητας. Ενεργοποιεί πολλές εγκεφαλικές περιοχές, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που σχετίζονται με τη γλώσσα, την ακοή και την κίνηση, προκαλώντας μια διέγερση που ενισχύει τις συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων, προάγοντας την ανάπτυξη νέων νευρωνικών δικτύων. Επίσης η μουσική αντίληψη, συμβάλλει στη μνήμη και μάθηση, δύο βασικές πτυχές της νευροπλαστικότητας καθώς και στην αυξημένη προσοχή και εστίαση, γεγονός που μπορεί να ενισχύσει τις γενικές γνωστικές λειτουργίες (Chatterjee et al., 2021). Υπό αυτή την έννοια, η μουσική αντίληψη, σχετίζεται άμεσα με τη διαδικασία της νευρολογικής αποκατάστασης, καθώς η ικανότητα του εγκεφάλου να αναδιοργανώνεται και να προσαρμόζεται μετά από βλάβες είναι κρίσιμη για τη συνολική αποκατάσταση του ασθενούς.

Το εντοπισθέν αυτό κενό υπογραμμίζει την ανάγκη για διεξαγωγή περισσότερων ερευνών, που θα εξετάσουν τη σύνθεση των μηχανισμών αποκατάστασης και την εκπαίδευση του εγκεφάλου μέσω της μουσικής αντίληψης. Ειδικότερα, θα πρέπει να διερευνηθεί αν η μουσική αντίληψη σχετίζεται με την ανθρωποφυγόκεντρο, υπό την έννοια ότι μπορεί να αποτελεί παράπλευρη επίδραση της. Η ανάλυση των επιδράσεων της ανθρωποφυγόκεντρου μπορεί να ανοίξει νέους δρόμους και προοπτικές στην αποκατάσταση, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη κατανόηση της σχέσης μεταξύ μουσικής και νευρολογικών μηχανισμών. Με τον τρόπο αυτό, η διεξαγωγή της σχετικής έρευνας μπορεί να ανοίξει το πεδίο για την διεξαγωγή μελλοντικών ερευνών που θα μπορούσαν να συμβάλουν στη βελτίωση των θεραπευτικών προσεγγίσεων και των εργαλείων που χρησιμοποιούνται στην αποκατάσταση των ασθενών που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο.

Ειδικοί ερευνητικοί στόχοι

Οι ερευνητικοί στόχοι της παρούσας μελέτης στοχεύουν στη διερεύνηση των επιδράσεων της ανθρωποφυγόκεντρου στη μουσική αντίληψη ατόμων που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο. Πιο συγκεκριμένα το βασικό ερώτημα της παρούσας εργασίας, είναι το πως επηρεάζονται οι μουσικές ικανότητες/αντίληψη ατόμων μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, κατά την διάρκεια αποκατάστασης τους με χρήση της ανθρωποφυγόκεντρου. Η αξιολόγηση έγινε μέσω της χρήσης του τεστ The Montreal Battery of Evaluation of Musical Abilities (MBEMA), το οποίο έχει δειχθεί ότι αποτελεί έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο μέτρησης μουσικών δεξιοτήτων σε κλινικούς πληθυσμούς (Peretz et al., 2020). Πρόκειται για ένα σύνολο ηχητικών παραδειγμάτων με στόχο τη διερεύνηση ύπαρξης διαταραχών στην αντίληψη διαφορετικών μουσικών γνωρισμάτων. Τα ηχητικά παραδείγματα χωρίζονται σε επιμέρους τεστ, με κάθε ένα από αυτά να εστιάζει σε μια διαφορετική πτυχή της μουσικής αντίληψης. Λόγω της σύνθεσης και της κατηγοριοποίησης των παραδειγμάτων του, τα οποία θα αναλυθούν στο κεφάλαιο της μεθόδου, και σύμφωνα με τον πειραματικό σχεδιασμό της παρούσας μελέτης, προκύπτει ένα ειδικότερο ερώτημα, εάν σε κάποιες πτυχές της μουσικής αντίληψης εμφανίζονται μεγαλύτερες διαφορές κατά την διάρκεια της αποκατάστασης. Ειδικότερα με τη χρήση του τεστ MBEMA, θα αξιολογηθεί η μουσική αντίληψη των συμμετεχόντων πριν την έναρξη της θεραπείας με ανθρωποφυγόκεντρο και δύο μήνες μετά την έναρξη αυτής. Αυτό θα επιτρέψει τη μέτρηση των πιθανών βελτιώσεων στην ικανότητα των ασθενών να αναγνωρίζουν ηχητικές φράσεις, παρέχοντας σημαντικά δεδομένα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της μεθόδου. Τέλος, στόχος είναι να εξετάσουμε αν τα ευρήματα της παρούσας μελέτης θα μπορούσαν να παρέχουν ενδείξεις για την γενικότερη πορεία της νευρολογικής αποκατάστασης των ασθενών.

Σημαντικότητα της έρευνας

Αναγκαιότητα της έρευνας και πιθανές επιπτώσεις για την κλινική πράξη

Η σπουδαιότητα της παρούσας έρευνας για τις επιδράσεις της ανθρωποφυγόκεντρου στη μουσική αντίληψη των ατόμων που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο, εντοπίζεται σε διάφορα πεδία και είναι ενδεχομένως σημαντική για την κλινική πράξη. Όπως προαναφέρθηκε τα εγκεφαλικά επεισόδια αποτελούν ένα ζήτημα υγείας αιχμής, καθώς επηρεάζουν εκατομμύρια ανθρώπους παγκοσμίως, οδηγώντας σε σοβαρές νευρολογικές και σωματικές αναπηρίες αλλά και ιδιαίτερος σοβαρή επιβάρυνση των υγειονομικών συστημάτων. Η αποκατάσταση των ασθενών που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο, αποτελεί αναμφίβολα μια πολυσύνθετη διαδικασία, η οποία απαιτεί την εφαρμογή αποτελεσματικών και καινοτόμων μεθόδων προκειμένου να επιτευχθεί η αποκατάσταση τόσο της εγκεφαλικής λειτουργίας, όσο και των σωματικών λειτουργιών που έχουν επηρεαστεί αρνητικά (Murphy, & Werring, 2020).

Η ανθρωποφυγόκεντρος, ως ένα νέο και καινοτόμο εργαλείο αποκατάστασης, έχει αποδειχθεί ότι προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα σε διάφορα πεδία της υγείας και ποιότητας ζωής των ασθενών. Η διερεύνηση της επίδρασης της στη μουσική αντίληψη, στην παρούσα μελέτη, φιλοδοξεί και έχει στόχο να γεφυρώσει το υφιστάμενο κενό στη γνώση σχετικά με την επανεκπαίδευση των νευρωνικών δικτύων που επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από το εγκεφαλικό επεισόδιο. Η ικανότητα των ασθενών να αναγνωρίζουν δομικά στοιχεία της μουσικής έχει συνδεθεί, όπως θα αναλυθεί εκτενέστερα στη συνέχεια, με τις γενικότερες γνωστικές τους ικανότητες και την αίσθηση της ταυτότητας. Συνεπώς, η πιθανή ενίσχυση της μουσικής αντίληψης μέσω της ανθρωποφυγόκεντρου, θεωρούμε ότι μπορεί να προσφέρει έναν νέο ορίζοντα στην αποκατάσταση των ασθενών με εγκεφαλικό επεισόδιο.

Υπό αυτή την έννοια τα αποτελέσματα της έρευνας θα μπορούν να αξιοποιηθούν και να επηρεάσουν κλινικές πρακτικές, παρέχοντας στοιχεία που να συμπληρώνουν τα οφέλη της χρήση της ανθρωποφυγόκεντρου ως θεραπεία στη διαδικασία αποκατάστασης. Αν τα πορίσματα της έρευνας δώσουν ενδείξεις ότι η μέθοδος της ανθρωποφυγόκεντρου έχει ως παράπλευρο όφελος την ενίσχυση της

μουσικής αντίληψης των ασθενών που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, μπορεί να εισαχθεί σε σχετικά προγράμματα αποκατάστασης, ενισχύοντας έτσι τις προοπτικές αποκατάστασης και βελτίωσης της ποιότητας ζωής τους.

Παράλληλα, τα ευρήματα της έρευνας θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν επίσης για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση εξατομικευμένων προγραμμάτων και στην ανάπτυξη νέων θεραπευτικών προσεγγίσεων για την αποκατάσταση των ασθενών με εγκεφαλικά που θα συνδυάζουν αφενός την αποκατάσταση σε επίπεδο σωματικό και αφετέρου την ενίσχυση της μουσικής αντίληψης συμβάλλοντας συνδυαστικά στη νευροπλαστικότητα του εγκεφάλου.

Ενδεχομένως, δηλαδή η επικύρωση της ύπαρξης παράπλευρων οφελών της ανθρωποφυγόκεντρου στην μουσική αντίληψη των ασθενών που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο θα μπορούσε να προσφέρει μια εναλλακτική στρατηγική αποκατάστασης για την επανεκπαίδευση των εγκεφαλικών λειτουργιών και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής τους.

Σε κάθε περίπτωση, θεωρούμε ότι η μελέτη αυτή, αναδεικνύει τη σημασία της καινοτομίας στον τομέα της αποκατάστασης και την ανάγκη διεξαγωγής περαιτέρω έρευνας, ώστε να κατανοηθούν σε βάθος οι επιμέρους πτυχές των μηχανισμών της αποκατάστασης των ασθενών που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο και οι τρόποι με τους οποίους μπορούν να υποστηριχθούν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αποκατάστασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΟ ΕΠΕΙΣΟΔΙΟ

Η νευρολογική αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, αποτελεί ένα ιδιαίτερος πολυσύνθετο και απαιτητικό πεδίο το οποίο αφορά την αποκατάσταση των λειτουργιών του εγκεφάλου που επηρεάστηκαν εξαιτίας του επεισοδίου. Το εγκεφαλικό επεισόδιο, ένα εξόχως κρίσιμο ιατρικό επεισόδιο, μπορεί να έχει πολύ σημαντικές συνέπειες στην ποιότητα ζωής του ατόμου και την καθημερινή λειτουργικότητά του. Υπ'αυτή την έννοια, η αποκατάσταση απαιτεί μια πολυδιάστατη προσέγγιση με την εφαρμογή ad hoc εξατομικευμένων και ειδικά προσαρμοσμένων θεραπευτικών πρωτοκόλλων, που έχουν ως στόχο την βελτίωση της κινητικότητας του ασθενούς, της γνωστικής του λειτουργίας, των δεξιοτήτων επικοινωνίας του καθώς και στην μείωση των περιορισμών που προκαλούνται από την αναπηρία (Bindawas & Vennu, 2016).

Η αποκατάσταση είναι συχνά μία μακροχρόνια απαιτητική διαδικασία, η οποία υλοποιείται μέσω της διεπιστημονικής συνεργασίας μιας ομάδας επαγγελματιών υγείας, όπως φυσικοθεραπευτές, εργοθεραπευτές, λογοθεραπευτές αλλά και ψυχολόγοι. Οι διαθέσιμες σήμερα στρατηγικές αποκατάστασης, εφαρμόζουν ένα σύνολο διαγνωστικών εργαλείων, θεραπευτικών παρεμβάσεων αλλά και συνεχούς αξιολόγησης της επιτευχθείσας προόδου του ασθενούς, με βάση τα προσδοκώμενα αποτελέσματα. Βεβαίως η αποτελεσματικότητα των θεραπευτικών στρατηγικών που θα επιλεγούν, εξαρτάται σε κάθε περίπτωση από παράγοντες όπως μεταξύ άλλων ο βαθμός σοβαρότητας της επελθούσας βλάβης, η χρονική στιγμή της παρέμβασης καθώς επίσης και οι ατομικές δυνατότητες αλλά και οι ανάγκες του ασθενούς (Lee et al., 2022). Με στόχο τη βέλτιστη δυνατή κατανόηση του εγκεφαλικού επεισοδίου, ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση των βασικών χαρακτηριστικών του, καθώς επίσης και μια συνοπτική παρουσίαση των μηχανισμών εγκεφαλικής πλαστικότητας αλλά και των μεθόδων αποκατάστασης.

1.1.Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο

1.1.1.Ορισμός του Εγκεφαλικού Επεισοδίου: παθοφυσιολογία και επιδημιολογικά στοιχεία

Ως Αγγειακό Εγκεφαλικό Επεισόδιο (cerebrovascular accident CVA και εφεξής ΑΕΕ) ορίζεται, κάθε οξείας έναρξης εστιακή ή γενικευμένη διαταραχή της εγκεφαλικής λειτουργίας η οποία έχει διάρκεια μεγαλύτερη των 24 ωρών και οφείλεται αποκλειστικά σε αγγειακά αίτια. Σύμφωνα με το νεότερο επικαιροποιημένο ορισμό, «το ισχαιμικό έμφρακτο του εγκεφάλου είναι ένα επεισόδιο νευρολογικής διαταραχής και ειδικότερα μια αιφνίδια διακοπή της κυκλοφορίας σε κάποια περιοχή του εγκεφάλου, το οποίο προκαλεί βλάβες στους εγκεφαλικούς ιστούς και το οποίο οφείλεται σε εστιακή ισχαιμία του εγκεφάλου, η οποία διαπιστώνεται παθολογοανατομικά ή απεικονιστικά με αξονική τομογραφία (CT) και/ή μαγνητική τομογραφία (MRI) ή κλινικά και διαρκεί πάνω από 24 ώρες» (AHA/ASA, 2013).

Ως προς την παθοφυσιολογία του ΑΕΕ, η διαδικασία εγκεφαλικής βλάβης ενδέχεται κατά περίπτωση να είναι είτε ενδογενής λόγω απόφραξης αγγείου (αθηρωμάτωση, θρόμβωση, λιποϋαλίνωση, αμυλοείδωση, φλεγμονή), είτε να πρόκειται για απομακρυσμένη εστία (έμβολο από καρδιά, εξωκράνια αγγεία) είτε για διαταραχή φυσιολογικής αιματικής ροής στον εγκέφαλο εξαιτίας μείωσης παροχής ή αύξησης γλοιότητας αίματος και συνακόλουθο σχηματισμό ενδαγγειακών θρόμβων αίματος, είτε επίσης να πρόκειται για ρήξη αγγείου ενδοεγκεφαλικά ή στην υπαραχνοειδή περιοχή (Kumar et al., 2023).

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας το ΑΕΕ, επηρεάζει εκατομμύρια ανθρώπους ετησίως, αποτελώντας μία από τις κύριες αιτίες αναπηρίας και θνησιμότητας (World Health Organization, 2024). Ο κίνδυνος θανάτου εξαρτάται από τον τύπο του εγκεφαλικού επεισοδίου. Ειδικότερα τα παροδικά ισχαιμικά επεισόδια (Transient ischaemic attacks-TIA), στα οποία τα συμπτώματα υποχωρούν σε λιγότερο από 24 ώρες, έχουν την καλύτερη πρόγνωση, ενώ ακολουθούν οι περιπτώσεις εγκεφαλικών επεισοδίων που προκαλούνται από στένωση καρωτίδας η οποία διατρέχει όλο το μήκος της πλάγιας τραχηλικής χώρας. Η απόφραξη μιας αρτηρίας είναι η επόμενη πιο επικίνδυνη μορφή ΑΕΕ που μπορεί να οδηγήσει σε θάνατο, με τη ρήξη ενός εγκεφαλικού αιμοφόρου αγγείου να είναι η πιο επικίνδυνη

από όλες τις μορφές. Οι επιζώντες μπορεί να αντιμετωπίσουν μεταξύ άλλων, απώλεια όρασης και/ή ομιλίας, και παράλυση, ενώ ο κίνδυνος για περαιτέρω εμφάνιση επεισοδίων είναι σημαντικά μεγαλύτερος για όσους έχουν υποστεί προηγούμενο εγκεφαλικό επεισόδιο (World Health Organization, 2024).

Το εγκεφαλικό επεισόδιο να αποτελεί μια εκ των πλέον σημαντικών ανησυχιών για τη δημόσια υγεία, καθώς κατατάσσεται ως η δεύτερη κύρια αιτία θνησιμότητας και η τρίτη κύρια αιτία θνησιμότητας και αναπηρίας μαζί, όπως μετράται με τα έτη ζωής προσαρμοσμένα στην αναπηρία (Disability-adjusted life years (DALYs) που χάνονται παγκοσμίως (Feigin et al., 2022). Μάλιστα ιδιαιτέρως αυξημένος παρουσιάζεται και οικονομικός αντίκτυπος του εγκεφαλικού επεισοδίου είναι επίσης σημαντικός, με το εκτιμώμενο παγκόσμιο κόστος να ξεπερνά τα 825 δισεκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ, που αντιστοιχεί στο 0,73% του παγκόσμιου ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος (Feigin et al., 2022),

Σύμφωνα με στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας, 15 εκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως, υποφέρουν από εγκεφαλικό επεισόδιο. Από αυτούς, 5 εκατομμύρια πεθαίνουν ενώ άλλα 5 εκατομμύρια αντιμετωπίζουν μόνιμες αναπηρίες (World Health Organization, 2024). Ως προς τις ηλικίες, το εγκεφαλικό επεισόδιο είναι σπάνιο σε ηλικίες κάτω των 40 ετών. Στους κύριους τροποποιήσιμους παράγοντες κινδύνου του ΑΕΕ συγκαταλέγονται η υψηλή αρτηριακή πίεση, η ψηλή χοληστερόλη, ο διαβήτης, η χρήση αλκοόλης και η χρήση καπνού. Είναι μάλιστα χαρακτηριστικό, ότι μεταξύ των ατόμων που είναι κάτω των 65 ετών, έχει αποδειχθεί ότι το ένα πέμπτο των θανάτων από εγκεφαλικό επεισόδιο σχετίζεται με το κάπνισμα. Άλλοι σημαντικοί μη τροποποιήσιμοι παράγοντες κινδύνου είναι η κολπική μαρμαρυγή, η καρδιακή ανεπάρκεια, η βαλβιδοπάθεια, η ενδοκαρδίτιδα, το έμφραγμα του μυοκαρδίου, το οικογενειακό ιστορικό και η γενετική προδιάθεση (World Health Organization, 2024).

1.1.2.Τυπολογία Αγγειακού Εγκεφαλικού Επεισοδίου

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι εγκεφαλικού επεισοδίου τα ισχαιμικά (θρομβωτικά ή εμβολικά) και τα αιμορραγικά. Το ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο (ischemic stroke) το οποίο είναι και η πλέον συνήθης μορφή εγκεφαλικού επεισοδίου καθώς σύμφωνα με έρευνες αντιπροσωπεύει περίπου το 85% όλων των εγκεφαλικών επεισοδίων προκαλείται από την απόφραξη ενός αιμοφόρου αγγείου στον εγκέφαλο, με αποτέλεσμα η παρεμπόδιση της παροχής αίματος να προκαλεί βλάβη στα εγκεφαλικά κύτταρα (Chugh et al., 2019). Η πιο συνήθης αιτία του ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου είναι η αθηροσκλήρωση, μια κατάσταση κατά την οποία υπάρχει συσσώρευση λιπιδίων και άλλων ουσιών στα αγγεία, η οποία περιορίζει τη ροή του αίματος (Rauniyar et al., 2023).

Η ταξινόμηση του ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου, μπορεί περαιτέρω να γίνει σε δυο τύπους το Θρομβωτικό Εγκεφαλικό Επεισόδιο και το Εμβολικό Εγκεφαλικό Επεισόδιο. Η πρώτη μορφή παρουσιάζεται όταν ένας θρόμβος αίματος σχηματίζεται εντός του εσωτερικού ενός αιμοφόρου αγγείου στον εγκέφαλο με αποτέλεσμα να εμποδίζει την απρόσκοπτη ροή αίματος στον εγκέφαλο και προκαλείται κυρίως από συσσώρευση λιπών στα αιμοφόρα αγγεία. Αντίστοιχα το εμβολικό εγκεφαλικό επεισόδιο συμβαίνει όταν σε ένα αιμοφόρο αγγείο σε άλλο σημείο του σώματος όπως για παράδειγμα στην καρδιά, σχηματίζεται ένας θρόμβος αίματος και οδηγείται στον εγκέφαλο, παρεμποδίζοντας τη ροή του αίματος (Salaudeen et al., 2024).

Ο τύπος του αιμορραγικού εγκεφαλικού επεισοδίου (hemorrhagic stroke) οι βασικές αιτίες του οποίου είναι η υπέρταση, οι ανατομικές ανωμαλίες αγγείων αλλά και οι τραυματισμοί, συμβαίνει όταν ένα αιμοφόρο αγγείο στον εγκέφαλο διαρραγεί, με αποτέλεσμα να προκληθεί αιμορραγία στον εγκεφαλικό ιστό γεγονός που μπορεί να προκαλέσει αύξηση της πίεσης στον εγκέφαλο και συνακόλουθα σοβαρές επιπλοκές (Montaño et al., 2021).

1.2. Μηχανισμοί εγκεφαλικής πλαστικότητας

Η εγκεφαλική πλαστικότητα, ή νευροπλαστικότητα (neuroplasticity) αποτελεί την δια βίου ικανότητα του εγκεφάλου να αλλάζει, να αναδιαμορφώνεται και να αναδιοργανώνεται ως απάντηση στα ερεθίσματα της εκπαίδευσης, της εμπειρίας ή των τραυματισμών όπως για παράδειγμα μια εγκεφαλική βλάβη (πχ εγκεφαλικό επεισόδιο ή κρανιοεγκεφαλική κάκωση, όπου οι λειτουργίες του εγκεφάλου ενδεχομένως έχουν σοβαρά πληγεί) με σκοπό την καλύτερη προσαρμογή σε νέες καταστάσεις (Johansen-Berg, 2007). Παρά το γεγονός ότι η έννοια της νευροπλαστικότητας είναι σχετικά νέα, αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές ανακαλύψεις στη νευροεπιστήμη αποτελώντας τον βασικό μηχανισμό προσαρμογής και αποκατάστασης του εγκεφάλου (Demarin et al., 2014).

Ουσιαστικά η εγκεφαλική πλαστικότητα είναι μια διαδικασία ανασχηματισμού του εγκεφάλου, ο οποίος δημιουργεί νέες συνδέσεις μεταξύ των νευρώνων και τροποποιεί τις ήδη υφιστάμενες. Η ικανότητα αυτή, επιτρέπει στον εγκέφαλο να προσαρμόζεται αποκρινόμενος αποτελεσματικά σε μεταβαλλόμενες συνθήκες ή να βελτιώνει τη λειτουργικότητά του (Wieloch & Nikolich, 2016). Η κατανόηση των μηχανισμών εγκεφαλικής πλαστικότητας που υποστηρίζουν τις εν λόγω αλλαγές είναι απαραίτητοι αφενός για την κατανόηση της κανονικής ανάπτυξης του εγκεφάλου αφετέρου δε και για τη διαδικασία αποκατάστασης έπειτα από νευρολογικές βλάβες, όπως για παράδειγμα τις προκληθείσες από ένα εγκεφαλικό επεισόδιο (Takesian & Hensch, 2013).

Μέσω των διαδικασιών των συναπτικών αλλαγών, της νευρογένεσης και της λειτουργικής αναδιοργάνωσης, όπως θα αναλυθούν στη συνέχεια, ο εγκέφαλος είναι σε θέση να προσαρμόζεται σε νέες συνθήκες και να επανακτά χαμένες λειτουργίες. Η κατανόηση αυτών των μηχανισμών είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη και την εφαρμογή αποτελεσματικών προγραμμάτων αποκατάστασης, ειδικά μετά από αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια.

1.2.1. Συναπτική πλαστικότητα (synaptic plasticity)

Ένας από τους βασικούς μηχανισμούς της εγκεφαλικής πλαστικότητας είναι η συναπτική πλαστικότητα, η οποία αναφέρεται στις αλλαγές που συμβαίνουν στη σύνδεση μεταξύ δύο νευρώνων, δηλαδή στη σύναψη νευρικών συνδέσεων (Citri et al., 2008). Αυτά τα νευρωνικά κυκλώματα έχουν δημιουργηθεί ως μονοπάτια, για την ενδο-επικοινωνία των νευρώνων οι οποίοι επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω συνδέσεων που αποκαλούνται συνάψεις (Draaisma, 2000). Η συναπτική πλαστικότητα περιλαμβάνει αφενός την ενίσχυση αφετέρου δε την αποδυνάμωση των συνάψεων αυτών, με σκοπό την προσαρμογή του εγκεφάλου σε νέες απαιτήσεις.

Η έννοια της συναπτικής πλαστικότητας παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 1894. Με βάση την αντίληψη ότι ο αριθμός των νευρώνων στον εγκέφαλο παραμένει σταθερός καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής, ο Ισπανός νευροανατόμος Santiago Ramon y Cajal υπέθεσε ότι οι αναμνήσεις δημιουργούνται μέσω της ενίσχυσης των υφιστάμενων νευρωνικών συνδέσεων (Rozo et al., 2024). Ο ψυχολόγος Donald Hebb εξέλιξε στη συνέχεια περαιτέρω αυτή την ιδέα, προτείνοντας τη θέση ότι στην περίπτωση που δυο νευρώνες ενεργοποιούνται ταυτόχρονα σε σταθερή βάση, τότε η μεταξύ τους σύνδεση γίνεται πιο ισχυρή. Πρόκειται για το γνωστό μοντέλο «εκμάθησης κατά Hebb» (Hebb, 2005).

Η συναπτική πλαστικότητα εμφανίζεται με δυο μορφές και ειδικότερα την μακροπρόθεσμη ενδυνάμωση (Long Term Potentiation -LTP) και η μακροπρόθεσμη καταστολή (Long Term Depression- LTD). Η μακροπρόθεσμη ενδυνάμωση σχετίζεται με την αύξηση της συναπτικής ισχύος (δηλαδή της αποτελεσματικότητας με την οποία μια σύναψη, ήτοι η σύνδεση μεταξύ δύο νευρώνων, μεταδίδει σήματα από τον έναν νευρώνα στον άλλο) και θεωρείται κύριος μηχανισμός για τη μάθηση και τη μνήμη. Κατά τη διάρκεια της μακροπρόθεσμης καταστολής, η επανειλημμένη διέγερση μιας σύναψης οδηγεί σε αυξημένη ευαισθησία των υποδοχέων και ενίσχυση της νευρωνικής επικοινωνίας. Αντίθετα, η μακροπρόθεσμη ενδυνάμωση έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της συναπτικής ισχύος και συμβάλλει στη διαδικασία προσαρμογής σε νέες συνθήκες, μια διαδικασία κατά την οποία ο εγκέφαλος αποβάλλει μη χρήσιμες συνάψεις (Monday & Castillo, 2017).

1.2.2. Νευρογένεση (neurogenesis)

Ένας άλλος κρίσιμος μηχανισμός εγκεφαλικής πλαστικότητας είναι η νευρογένεση, μια διαδικασία κατά την οποία δημιουργούνται νέοι νευρώνες από νευρικά βλαστοκύτταρα (Kumar et al., 2019). Ενώ στο παρελθόν θεωρούνται ότι η νευρογένεση είναι μια διαδικασία η οποία λαμβάνει χώρα μόνο κατά την περίοδο ανάπτυξης του εγκεφάλου σταματώντας στην ενηλικίωση, σήμερα πλέον έχει αποδειχθεί ότι πρόκειται για μια διαδικασία, η οποία συνεχίζεται και μετά το στάδιο αυτό, αν και περιορίζεται σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου, όπως ο ιππόκαμπος, που σχετίζεται με τη μνήμη και τη μάθηση, και ο οσφρητικός βολβός που εντοπίζεται κάτω από το μετωπιαίο λοβό, στο κάθε εγκεφαλικό ημισφαίριο (Hussain et al., 2024).

Η νευρογένεση αποτελεί ζωτικής σημασίας διαδικασία για την εγκεφαλική πλαστικότητα, δεδομένου ότι επιτρέπει την ενσωμάτωση νέων νευρώνων στα υφιστάμενα νευρωνικά δίκτυα γεγονός που μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά στη βελτίωση της γνωστικής λειτουργίας αλλά και στην διαδικασία αποκατάστασης από τραύματα, όπως τα αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια. Ειδικότερα σε περιπτώσεις βλάβης, η διαδικασία της νευρογένεσης μπορεί να λειτουργήσει ενισχυτικά για τη δημιουργία νέων κυττάρων και συνάψεων, επιτρέποντας την ανάκτηση λειτουργιών που έχουν εντελώς απωλεσθεί ή δεν λειτουργούν απρόσκοπτα (Morales-García et al., 2022).

1.2.3. Λειτουργική αναδιοργάνωση (functional reorganization)

Η λειτουργική αναδιοργάνωση αποτελεί έναν ακόμα μηχανισμό εγκεφαλικής πλαστικότητας, με βάση τον οποίο ο εγκέφαλος μετατοπίζει μια δεδομένη λειτουργία από μια πληγείσα περιοχή του εγκεφάλου σε μια άλλη περιοχή του εγκεφάλου η οποία είναι άθικτη από τη βλάβη. Πρόκειται για μια διαδικασία εξόχως σημαντική μετά την πρόκληση εγκεφαλικών επεισοδίων, όπου κάποιες περιοχές του εγκεφάλου μπορούν να καταστραφούν εντελώς ή να χάσουν την ικανότητά τους να λειτουργούν κανονικά. Μέσω της ανακατανομής των λειτουργιών των πληγεισών περιοχών σε άλλες εγκεφαλικές περιοχές, ο εγκέφαλος δημιουργεί νέες συνδέσεις για την ανάληψη αυτών των λειτουργιών (Henderson et al., 2011).

Η αναδιοργάνωση αυτή μπορεί έχει τοπικό ή συστημικό χαρακτήρα. Σε τοπικό επίπεδο, οι γειτονικές περιοχές μιας εγκεφαλικής περιοχής που έχει υποστεί βλάβης μπορεί να αναλάβουν μέρος των λειτουργιών της πληγείσας περιοχής, ενώ σε συστημικό επίπεδο, μπορούν επίσης να συμμετέχουν σε αυτή τη διαδικασία, ακόμα και απομακρυσμένες περιοχές του εγκεφάλου με κύριο στόχο τη βελτίωση της συνολικής εγκεφαλικής λειτουργικότητας (Henderson et al., 2011).

1.2.4. Ρύθμιση γονιδίων και πρωτεϊνών

Μια άλλη διεργασία που είναι άμεσα συνδεδεμένη με την εγκεφαλική πλαστικότητα είναι η ρύθμιση συγκεκριμένων γονιδίων και πρωτεϊνών, οι οποίες διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην ενίσχυση και διατήρηση των νέων συνδέσεων στον εγκέφαλο (Acheson et al., 1995). Ένα από τα πιο βασικά γονίδια τα οποία συμβάλλουν στην διαδικασία αυτή είναι το γονίδιο BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor), το οποίο κωδικοποιεί μια πρωτεΐνη που προάγει την ανάπτυξη και την επιβίωση των νευρώνων (Bathina & Das, 2015). Το εν λόγω γονίδιο το οποίο είναι ένας από τους νευροτροφικούς παράγοντες που υποστηρίζουν τη διαφοροποίηση, την ωρίμανση και την επιβίωση των νευρώνων στο νευρικό σύστημα, χρησιμεύει ως διαμορφωτής νευροδιαβιβαστών και συμμετέχει στη νευρωνική πλαστικότητα, αλλά και διεγείρει και ελέγχει την ανάπτυξη νέων νευρώνων από νευρικά βλαστοκύτταρα, και συνεπώς διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην διαδικασία αποκατάστασης μετά από τραύματα και αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια και τη βελτίωση των γνωστικών λειτουργιών (Binder & Scharfman, 2004).

Επιπλέον, οι αυξομειώσεις στη σύνθεση των πρωτεϊνών που σχετίζονται με τις συνάψεις, όπως οι υποδοχείς γλουταμινικού οξέος το οποίο είναι νευροδιαβιβαστής και άλλες πρωτεΐνες του κυτταρικού σκελετού, συμβάλλουν στην ενίσχυση ή την αποδυνάμωση των συνδέσεων μεταξύ των νευρώνων, επιτρέποντας στον εγκέφαλο να προσαρμόζεται στις νέες απαιτήσεις.

1.2.5. Εγκεφαλική πλαστικότητα και αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο

Η εγκεφαλική πλαστικότητα διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διαδικασία αποκατάστασης μετά από ένα αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Αυτό γιατί, κρίσιμη παράμετρο εν προκειμένω αποτελεί το γεγονός ότι η ικανότητα αναδιοργάνωσης και προσαρμογής του εγκεφάλου είναι καίρια για την αποκατάσταση των χαμένων λειτουργιών ή των λειτουργιών που παρουσιάζουν έκπτωση. Αυτό σημαίνει ότι οι περιοχές του εγκεφάλου που έχουν υποστεί βλάβη έχουν τη δυνατότητα αναδιαμόρφωσης και επανεκπαίδευσης, μέσω της εγκεφαλικής πλαστικότητας, προκειμένου επανακτήσουν ή να βελτιώσουν τις λειτουργίες που έχουν χαθεί (Anderinto et al., 2023).

Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει μεταξύ άλλων, την αναδιάταξη των νευρικών οδών, την ενίσχυση των συνδέσεων μεταξύ των νευρώνων, καθώς επίσης και την ανάληψη νέων ρόλων από περιοχές του εγκεφάλου που δεν έχουν υποστεί βλάβη. Πρόκειται για διαδικασίες οι οποίες επιτρέπουν την επανάκτηση σε ασθενείς σημαντικού μέρους των δεξιοτήτων των ασθενών, όπως η κινητικότητα, η ικανότητα ομιλίας, και οι γνωστικές λειτουργίες (Su & Xu, 2020).

Η προαγωγή και ενίσχυση της εγκεφαλικής πλαστικότητας μπορεί να επιτευχθεί μέσω διαφόρων διαθέσιμων σήμερα θεραπευτικών προσεγγίσεων. Για παράδειγμα, η φυσιοθεραπεία, η εργοθεραπεία και η γνωστική εκπαίδευση αποτελούν βασικά θεραπευτικά πρωτόκολλα τα οποία συμβάλλουν στην αποκατάσταση των ασθενών που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, παρέχοντάς τους τις απαραίτητες στρατηγικές και δεξιότητες για την ανακατασκευή και βελτίωση των καθημερινών λειτουργιών τους. Όλες αυτές οι θεραπευτικές παρεμβάσεις μπορούν να ενισχύσουν τη διαδικασία αποκατάστασης, καθώς συμβάλλουν στην εγκεφαλική πλαστικότητα και συνακόλουθα στην ανασύνθεση των νευρωνικών δικτύων βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής των ασθενών και επιτρέποντάς τους να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις της αποκατάστασης με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα ανακτώντας τις λειτουργίες τους στο βέλτιστο δυνατό βαθμό.

1.3. Προηγούμενες μέθοδοι αποκατάστασης και τα αποτελέσματά τους

Η αποκατάσταση μετά από ένα αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, αποτελεί μια διαδικασία η οποία χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα και συνήθως απαιτεί μεγάλο χρονικό διάστημα για την επίτευξη των επιθυμητών αποτελεσμάτων. Αυτό γιατί, έχει ως στόχο την αποκατάσταση των κινητικών, αισθητηριακών και γνωστικών λειτουργιών του ασθενούς, που μπορεί να έχουν επηρεαστεί από τη βλάβη στον εγκέφαλο. Η αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο είναι μια διαδικασία η οποία εστιάζει στις ανάγκες του ασθενούς θέτοντας εξατομικευμένους στόχους για την επίτευξη της μέγιστης δυνατής λειτουργικής ανεξαρτησίας των ατόμων που έχουν υποστεί διάφορες αναπηρίες εξαιτίας του εγκεφαλικού επεισοδίου. Ο κύριος στόχος της αποκατάστασης είναι ο ασθενής να επιστρέψει στο προγενέστερο επίπεδο λειτουργικότητάς του, ή όσο το δυνατόν πιο κοντά σε αυτό, μέσα στο οικογενειακό, κοινοτικό και αν είναι εφικτό και στο εργασιακό περιβάλλον του (Veerbeek et al., 2014).

Οι προηγούμενες μέθοδοι αποκατάστασης, αποτέλεσαν τη βάση για τις σύγχρονες πρακτικές, καθώς προσέφεραν ένα σύνολο ποικίλων προσεγγίσεων για την αποκατάσταση και τη φροντίδα αυτών των ασθενών. Τα αποτελέσματα των προηγούμενων μεθόδων αποκατάστασης, προκύπτουν μέσα από ερευνητικά πορίσματα, που αναδεικνύουν τη σημασία τους στην προσπάθεια βελτίωσης της κινητικής, λεκτικής και γνωστικής λειτουργίας του ασθενούς.

Φυσικοθεραπεία (Physiotherapy)

Οι κύριοι στόχοι της αποκαταστατικής θεραπείας και των παρεμβάσεων μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο είναι η ενίσχυση των λειτουργικών ικανοτήτων του ασθενούς, η προώθηση της αυτονομίας και η βελτίωση της συνολικής ποιότητας ζωής του. Υπάρχουν πολλοί τύποι παρεμβάσεων που προσαρμόζονται ad hoc, στις συγκεκριμένες και εξατομικευμένες ανάγκες κάθε ασθενούς. Μεταξύ αυτών, η φυσικοθεραπεία αποτελεί έναν από τους πλέον διαδεδομένους τύπους αποκαταστατικής θεραπείας που εφαρμόζονται μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο και επικεντρώνεται στην αποκατάσταση της κινητικότητας και της δύναμης του ασθενούς μέσω ασκήσεων που ενεργοποιούν τους μύες και στοχεύουν στη βελτίωση της

ισορροπίας του (Escorpizo et al., 2010).

Οι φυσικοθεραπευτές σε συνεργασία με τους ασθενείς, εφαρμόζουν μεθόδους για τη βελτίωση της δύναμης, του συντονισμού και της ισορροπίας τους, με στόχο την επανάκτηση της ικανότητας εκτέλεσης καθημερινών δραστηριοτήτων, όπως το περπάτημα, η το ντύσιμο, το μπάνιο αλλά και η στάση ισορροπίας. Η θεραπεία μπορεί να περιλαμβάνει διατάσεις, ασκήσεις, δραστηριότητες εύρους κίνησης, καθώς και εκπαίδευση στη χρήση βοηθητικών μέσων κινητικότητας, όπως τα μπαστούνια ή οι περιπατητές. Μέσω των τεχνικών αυτών οι ασθενείς εκπαιδεύονται στο να επανακτήσουν την ικανότητά τους να εκτελούν βασικές καθημερινές κινήσεις, όπως το περπάτημα, η μεταφορά αντικειμένων, αλλά και η στάση ισορροπίας (Stokes & Stack, 2022).

Τα αποτελέσματα ερευνών έχουν καταδείξει ότι οι ασθενείς που υποβάλλονται σε φυσικοθεραπεία μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, εμφανίζουν θετικά αποτελέσματα στη βελτίωση της κινητικής τους λειτουργίας, αν και μπορεί να απαιτείται μεγάλο χρονικό διάστημα για να παραχθούν ορατά αποτελέσματα. Τα θετικά αποτελέσματα αφορούν κυρίως την επαναφορά της ελαστικότητας και της δύναμης των μυών του ασθενούς που επηρεάστηκαν από το εγκεφαλικό επεισόδιο (Richards & Cramer, 2023). Για παράδειγμα η φυσικοθεραπεία αποκατάστασης εγκεφαλικού επεισοδίου, περιλαμβάνει μεταξύ άλλων, παρεμβάσεις για ελλείμματα αισθητηριακής λειτουργίας, προγράμματα κινητικής μάθησης, ημιανοψία, ευλυγισία των αρθρώσεων, ενδυνάμωση, υπέρταση, έλεγχο στάσης και εκπαίδευση βάδισης (Shahid et al., 2023; O'Brien et al., 2022). Η τρέχουσα έρευνα υποδεικνύει ότι η φυσικοθεραπεία, η οποία περιλαμβάνει μια επιλογή μεθόδων από διάφορες προσεγγίσεις, είναι αποτελεσματική για την αποκατάσταση της λειτουργίας και της κινητικότητας μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, ωστόσο δεν έχει ακόμα καθορισθεί καμία συγκεκριμένη προσέγγιση ως περισσότερο ή λιγότερο αποτελεσματική για την προώθηση της αποκατάστασης της λειτουργίας και της κινητικότητας μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο (Pollock et al., 2024; Baer et al., 2017; Stokes & Stack, 2012).

Θα πρέπει τέλος να επισημανθεί ότι αναφορικά με τη φυσικοθεραπεία για ασθενείς που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο, τα προγράμματα αποκατάστασης κατατάσσονται σε δυο βασικές κατηγορίες με κριτήριο τα θεωρητικά υπόβαθρα των κλινικών δοκιμών που τα συνοδεύουν: τα συμβατικά και τα προηγμένα προγράμματα

αποκατάστασης (Van Peppen et al., 2004).

Τα συμβατικά προγράμματα αποκατάστασης περιλαμβάνουν θεραπευτικές προσεγγίσεις που βασίζονται σε νευροφυσιολογικές αρχές, για τον έλεγχο της κίνησης, τη μάθηση, την ενίσχυση και την λειτουργικότητα. Τα εν λόγω προγράμματα τα οποία αφορούν τακτικές ή πρότυπες θεραπείες που εφαρμόζονται στην κλινική αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο αναφέρονται συχνά στη βιβλιογραφία παραδοσιακές φυσιοθεραπευτικές «σχολές». Αντίθετα προηγμένα προγράμματα αποκατάστασης επικεντρώνονται στην αποτελεσματικότητα συγκεκριμένων παρεμβάσεων που βασίζονται σε νευροεπιστημονικά στοιχεία όπως για παράδειγμα η ηλεκτρομυοδιέγερση, συστήματα ρομποτικής υποστήριξης, παρεμβάσεις εικονικής πραγματικότητας (VR) κλπ. Ωστόσο η ενσωμάτωση τέτοιων στρατηγικών αποκατάστασης σε συνδυασμό με τις συμβατικές στρατηγικές έχουν συχνά εγείρει ανησυχίες λόγω ηθικών ζητημάτων (Chen & Shaw, 2014).

Εργοθεραπεία (Occupational Therapy)

Η εργοθεραπεία αποτελεί ένα ακόμα σημαντικό κομμάτι της αποκατάστασης μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Μέσω της συνεργασίας τους με τους ασθενείς, οι εργοθεραπευτές επικεντρώνονται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων απαραίτητων για τις καθημερινές δραστηριότητες των ασθενών βοηθώντας τους να επανακτήσουν την ικανότητα εκτέλεσης δραστηριοτήτων καθημερινής ζωής, όπως η προσωπική φροντίδα, μαγειρική, και η καθαριότητα (Murrell et al., 2021). Η εφαρμογή εργοθεραπευτικών παρεμβάσεων σε ασθενείς μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, μπορεί επίσης να περιλαμβάνει την προσαρμογή του περιβάλλοντος του ασθενούς, όπως για παράδειγμα η χρήση προσαρμοσμένου εξοπλισμού (πχ ειδικά σκεύη για το φαγητό) η εγκατάσταση χειρολαβών στο μπάνιο κ.λπ. που μπορούν να υποστηρίξουν τον ασθενή στη διαδικασία ανάκτησης της ανεξαρτησίας του (McAndrew et al., 2000)

Τα αποτελέσματα ερευνών έχουν δείξει ότι αν και η εργοθεραπεία μπορεί να είναι πιο χρονοβόρα και να απαιτεί εξειδικευμένη καθοδήγηση για κάθε ασθενή, σε σχέση με άλλες παρεμβάσεις, οι ασθενείς στους οποίους εφαρμόζονται πρωτόκολλα εργοθεραπείας καταφέρνουν συχνά να ανακτήσουν την ικανότητα να αυτοεξυπηρετούνται καθώς επίσης και να συμμετέχουν ενεργά σε καθημερινές δραστηριότητες (Yamakawa et al., 2023; Rowland, 2018; Ranford et al., 2019).

Λογοθεραπεία (Speech Therapy)

Η λογοθεραπεία αποτελεί μια από τις μεθόδους που έχουν εφαρμοσθεί επί μακρόν σε περιπτώσεις αποκατάστασης για ασθενείς που έχουν αφασία ή άλλες διαταραχές επικοινωνίας μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Οι λογοθεραπευτές συνεργάζονται με τους ασθενείς για την αποκατάσταση της ομιλίας και της γλωσσικής κατανόησης, μέσα από την εφαρμογή πρωτοκόλλων και τεχνικών επανεκπαίδευσης του εγκεφάλου. Η θεραπεία περιλαμβάνει συνήθως ασκήσεις άρθρωσης, επαναλαμβανόμενη χρήση λέξεων και προτάσεων, αλλά και ασκήσεις αναπνοής που στοχεύουν στη βελτίωση της ικανότητας κατάποσης. Τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών έχουν δείξει ότι αν και η πρόοδος μπορεί να είναι σταδιακή και σε κάθε περίπτωση εξαρτάται από τη σοβαρότητα της αφασίας, η λογοθεραπεία μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική στην αποκατάσταση της επικοινωνιακής ικανότητας των ασθενών (Jette et al., 2020).

Για παράδειγμα, η έρευνα των Brady et al. (2022) ανέδειξε την αποτελεσματικότητα της λογοθεραπείας, για άτομα με αφασία μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, όσον αφορά τη βελτίωση της λειτουργικής επικοινωνίας, της αντιληπτικής και εκφραστικής γλώσσας. Ειδικότερα αποδείχθηκε ότι η λογοθεραπεία έχει θετικά αποτελέσματα στην επαναφορά της επικοινωνίας σε ασθενείς με σοβαρές διαταραχές, ειδικά όταν συνδυάζεται με προσαρμοσμένες ασκήσεις και υποστήριξη. Τα αποτελέσματα έδειξαν επιπλέον, ότι η χρήση συνδυασμένων στρατηγικών όπως η λογοθεραπεία μαζί με τεχνικές γνωστικής αποκατάστασης, μπορούν να επιταχύνουν την πρόοδο της αποκατάστασης και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των ασθενών.

Ηλεκτρομυοδιέγερση (Electromyostimulation)

Οι σχετικές εξελίξεις στη νευροεπιστήμη έχουν επιβεβαιώσει, ότι ο εγκέφαλος έχει την ικανότητα να αναδιοργανώνεται μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Διάφορες μελέτες έχουν συνδέσει την πρόκληση ερεθισμάτων με ευεργετικές αλλαγές στη δραστηριότητα του εγκεφάλου, συμπεριλαμβανομένων όπως για παράδειγμα της δραστηριότητας κατευθυνόμενης προς λειτουργικούς στόχους, της επανάληψης (Hallett 1998), αλλά και της ηλεκτροδιέγερσης (Golaszeski 2004; Hamdy

1998) καθώς επίσης και ότι μπορεί να προάγουν την αποκατάσταση της κίνησης και της λειτουργικής ικανότητας μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο (Pomeroy 2000a).

Η ηλεκτρομυοδιέγερση αποτελεί μια ακόμη θεραπεία για τη βελτίωση της αποκατάστασης του ελέγχου της κίνησης και της λειτουργικής ικανότητας των ασθενών, μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, καθώς χρησιμοποιείται κυρίως για την ενίσχυση των μυών που έχουν αδρανοποιηθεί ή παραλύσει. Στο πλαίσιο της μεθόδου χρησιμοποιούνται ηλεκτρικοί παλμοί με στόχο την διέγερση των μυών, βοηθώντας τους να ανακτήσουν την κινητικότητα και τη δύναμή τους.

Οι σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι η ηλεκτρομυοδιέγερση μπορεί να έχει θετικά αποτελέσματα στην ενίσχυση της νευρομυϊκής επανασύνδεσης καθώς κι στην αποτροπή της μυϊκής ατροφίας ανάλογα βεβαίως με τη σοβαρότητα της παράλυσης. Ειδικότερα τα ευρήματα της έρευνας υποδεικνύουν ότι η ηλεκτροδιέγερση μπορεί να προάγει την αποκατάσταση της κίνησης ή της λειτουργικής ικανότητας μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο περισσότερο από άλλες συμβατικές παρεμβάσεις φυσικοθεραπείας (Golaszewski et al., 2004; Glanz et al., 1996).

Αισθητικοκινητική Θεραπεία (Sensorimotor Therapy)

Η αισθητικοκινητική θεραπεία αποτελεί μια ακόμα ολοκληρωμένη προσέγγιση που έχει έως σήμερα χρησιμοποιηθεί συχνά, για την αποκατάσταση ασθενών μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, με βασικό στόχο την ενίσχυση των αισθητηριακών και κινητικών τους δεξιοτήτων. Στο πλαίσιο της αισθητικοκινητικής θεραπείας, εφαρμόζονται ένα σύνολο ασκήσεων που είναι στοχευμένες για την ενίσχυση της αίσθησης της αφής, την ισορροπία και της βελτίωσης της συντονισμένης κίνησης του ασθενούς. Όπως έχει αποδειχθεί από σχετικές έρευνες μέσω της παρέμβασης για την επίτευξη βελτίωσης αυτών των δεξιοτήτων, επιδίωξη αποτελεί η προαγωγή της ικανότητας των ασθενών να ελέγχουν τις κινήσεις τους καθώς και να αντιλαμβάνονται το περιβάλλον γύρω τους, κάτι που συμβάλλει καθοριστικά στην αποκατάσταση της αντίληψης και του κινητικού συντονισμού τους (De Bruyn et al., 2020).

Η ενίσχυση των αισθητηριακών δεξιοτήτων μέσω της θεραπείας

περιλαμβάνει ποικίλες ασκήσεις που έχουν ως στόχο την αναγνώριση των αισθητηριακών ερεθισμάτων καθώς και την ενίσχυση της αφής. Παράλληλα, η κινητική ενίσχυση περιλαμβάνει ασκήσεις που βελτιώνουν την συντονισμένη κίνηση και την ισορροπία, με στόχο την ενίσχυση της λειτουργικότητας και την αποκατάσταση της φυσιολογικής κίνησης του ασθενούς. Οι εν λόγω ασκήσεις περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τεχνικές για την ενίσχυση της κινητικότητας, τη βελτίωση της ισορροπίας μέσω ειδικών ασκήσεων, την εκπαίδευση στην αναγνώριση καθώς και τη χρήση των αισθητηριακών ερεθισμάτων με στόχο την αποκατάσταση της ικανότητας εκτέλεσης καθημερινών δραστηριοτήτων εκ μέρους του ασθενούς. Τα αποτελέσματα ερευνών έχουν δείξει ότι αισθητικοκινητική θεραπεία σε ασθενείς που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο, βελτιώνει την ικανότητά τους, να ελέγχουν την κίνηση και να αντιλαμβάνονται το περιβάλλον, βοηθώντας στην αποκατάσταση της αίσθησης και του συντονισμού τους (De Bruyn et al., 2020).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΟΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΥ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Το δεύτερο κεφάλαιο επικεντρώνεται στη μελέτη της ανθρωποφυγόκεντρου ως εργαλείου αποκατάστασης για νευρολογικούς ασθενείς, ιδίως σε εκείνους που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Στην πρώτη ενότητα, θα παρουσιαστεί η ανθρωποφυγόκεντρος, και ειδικότερα θα περιγραφεί η θεωρητική της βάση αλλά και ο τρόπος λειτουργίας της. Θα αναλυθεί ο τρόπος με τον οποίο οι φυγόκεντρες δυνάμεις, οι οποίες δημιουργούνται με τη χρήση της ανθρωποφυγόκεντρου, ενισχύουν την κινητική λειτουργία και παράλληλα προάγουν την εγκεφαλική πλαστικότητα. Στη δεύτερη ενότητα θα επιχειρηθεί μια ευρεία ανασκόπηση των προηγούμενων ερευνών στο σχετικό πεδίο, οι οποίες αφορούν την εφαρμογή της ανθρωποφυγόκεντρου σε νευρολογικούς ασθενείς, και ιδίως των ασθενών που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, με ιδιαίτερη έμφαση στις επιπτώσεις της στη λειτουργική αποκατάσταση αυτών.

2.1.Εισαγωγή στην ανθρωποφυγόκεντρο και η θεωρητική της βάση

2.1.1. Εισαγωγή στην ανθρωποφυγόκεντρο

Η ανθρωποφυγόκεντρος (SAHC Short-Arm Human Centrifuge) αποτελεί ένα σύστημα που χρησιμοποιεί τη δύναμη της φυγόκεντρου για να δημιουργήσει ένα περιβάλλον τεχνητής βαρύτητας, προσομοιώνοντας τις επιδράσεις της στο ανθρώπινο σώμα. Όπως είναι γνωστό η φυγόκεντρος δύναμη είναι φαινόμενη δύναμη την οποία «νιώθει» ένα σώμα το οποίο εκτελεί κυκλική κίνηση, και η οποία το ωθεί να φύγει προς τα έξω, εκτός της κυκλικής του τροχιάς. Στην περίπτωση της ανθρωποφυγόκεντρου, το εν λόγω σύστημα δημιουργεί τη δύναμη αυτή καθώς ο ασθενής εκτελεί περιστροφικές κινήσεις, γεγονός που ενισχύει τη φυσική κίνηση του σώματος και συμβάλλει στην αποκατάσταση (Gordon et al., 2004).

Οι απόπειρες θεραπείας με φυγόκεντρικές συσκευές πρωτοεφαρμόστηκαν τον 18ο αιώνα από τον Erasmus Darwin, βρετανό ιατρό και βοτανολόγο, γνωστό για την υλιστική θεωρία της εξέλιξης το 1794 και στη συνέχεια από τον Ernst Horn Γερμανό γιατρό και καθηγητή χειρουργικής ιατρικής στη Στρατιωτική Ακαδημία του

Βερολίνου, το 1818. Στις πρώιμες αυτές μελέτες εντοπίστηκαν θετικά αποτελέσματα, αλλά χωρίς να αναφέρονται λεπτομέρειες σχετικά με τις θεραπευτικές διαδικασίες. Το ενδιαφέρον για αυτή τη μέθοδο αναζωογονήθηκε στη συνέχεια με την εκπόνηση ερευνών αναφορικά με τη χρήση της φυγόκεντρικής συσκευής ως μέσου αντιμετώπισης των αρνητικών επιπτώσεων της μικροβαρύτητας κατά τη διάρκεια των επανδρωμένων πτήσεων στο διάστημα (Kotovskaia & Will-Williams, 2004).

Ειδικότερα, η σύγχρονη σύλληψη της ιδέας της φυγόκεντρης δύναμης για την προσομοίωση της βαρύτητας ξεκινά από τις αρχές του 20ού αιώνα, όταν επιστήμονες, όπως ο Konstantin Eduardovich Tsiolkovsky, Ρώσος επιστήμονας και πρωτοπόρος της αστροναυτικής, (ο οποίος θεωρείται ως ο πατέρας της διαστημικής εξερεύνησης), πρότειναν τη χρήση περιστρεφόμενων διαστημικών σκαφών για την εξασφάλιση τεχνητής βαρύτητας. Ωστόσο, η πραγματική ανάπτυξη της ανθρωποφυγόκεντρου, άρχισε με την πρόοδο των διαστημικών αποστολών κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1950 και 1960, όταν η NASA (National Aeronautics and Space Administration) και η Σοβιετική Ένωση εργάζονταν εντατικά για την αποστολή επανδρωμένων διαστημικών αεροσκαφών στο διάστημα καθώς επίσης και για τις ανάγκες της διαστημικής έρευνας του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος (European Space Agency). Η ιδέα της δημιουργίας τεχνητής βαρύτητας μέσω φυγόκεντρης δύναμης αναπτύχθηκε σταδιακά την περίοδο εκείνη, καθώς οι διαστημικές αποστολές άρχισαν να αυξάνονται σε αριθμό και διάρκεια, ενώ οι επιπτώσεις της έλλειψης βαρύτητας έγιναν πιο εμφανείς (Zander & Latsch, 2012).

Οι αστροναύτες που συμμετείχαν σε μακροχρόνιες αποστολές στο διάστημα, αντιμετώπιζαν ιδιαίτερος σημαντικά προβλήματα υγείας, όπως προβλήματα στο καρδιαγγειακό σύστημα, μυϊκή ατροφία και οστική αποδυνάμωση, εξαιτίας της παρατεταμένης έκθεσής τους σε συνθήκες έλλειψης βαρύτητας. Για να αντιμετωπιστούν τα εν λόγω προβλήματα, σχεδιάστηκε η ανθρωποφυγόκεντρος, μια συσκευή προσομοίωσης των συνθηκών της γήινης βαρύτητας, συμβάλλοντας με τον τρόπο αυτό στην πρόληψη και την αποκατάσταση της υγείας τους. Η λειτουργία της ανθρωποφυγόκεντρου, βασίστηκε λοιπόν αρχικά στην περιστροφή του αστροναύτη σε κυκλική τροχιά, με αποτέλεσμα τη δημιουργία φυγόκεντρης δύναμης που προσομοιώνει την επίδραση της βαρύτητας στο σώμα (Gilou et al., 2021).

Οι πρώτες ανθρωποφυγόκεντροι αναπτύχθηκαν από τη NASA κατά τη διάρκεια του Ψυχρού Πολέμου, καθώς σε εκείνη την περίοδο η διαστημική εξερεύνηση αποτελούσε πεδίο έντονου ανταγωνισμού μεταξύ των δυο υπερδυνάμεων δηλαδή των ΗΠΑ και της Σοβιετικής Ένωσης. Οι αστροναύτες του προγράμματος Mercury, του πρώτου επανδρωμένου διαστημικού προγράμματος των ΗΠΑ (1959-1963), οι αστροναύτες του προγράμματος Vostok, του πρώτου προγράμματος επανδρωμένων πτήσεων της Σοβιετικής Ένωσης, αλλά και της ανθρωπότητας συνολικά, καθώς και του προγράμματος Soyuz, χρησιμοποιούσαν τις συσκευές αυτές προκειμένου να διατηρήσουν τη φυσική τους κατάσταση και να αποφύγουν τις επιπτώσεις της έλλειψης βαρύτητας στον οργανισμό τους. Ειδικότερα οι αστροναύτες με τη βοήθεια της συσκευής, υποβάλλονταν καθημερινά σε ειδικές ασκήσεις, προκειμένου να αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις της έλλειψης βαρύτητας. Σταδιακά, η ανθρωποφυγόκεντρος καθιερώθηκε πλέον επίσημα, ως τμήμα της προετοιμασίας των αστροναυτών, πριν την αποστολή τους στο διάστημα, καθώς μάλιστα οι αποστολές μεγάλωναν σε διάρκεια (Laing et al., 2020).

Με την πάροδο του χρόνου, η ανθρωποφυγόκεντρος εξελίχθηκε μέσω της ενσωμάτωσης προηγμένων αισθητήρων και προσαρμοστικών μηχανισμών, για την επίτευξη της βέλτιστης δυνατής αλληλεπίδρασης με το ανθρώπινο σώμα. Κατά τη δεκαετία του 1970, η βελτίωση της συσκευής αυτής ήταν ιδιαίτερος σημαντική, με αποτέλεσμα να μπορεί να προσφέρει μέσω της χρήσης της, πιο αξιόπιστη και αποτελεσματική προσομοίωση της βαρύτητας. Η δυνατότητα αυτή, επέτρεψε στα πλήρωμα των επανδρωμένων πτήσεων στο διάστημα, να διατηρούν τη φυσική τους κατάσταση ακόμη και κατά τη διάρκεια των αποστολών που ήταν μακροχρόνιες, όπως τις αποστολές στο Διεθνή Διαστημικό Σταθμό (ISS), έναν ερευνητικό διαστημικό σταθμό σε τροχιά γύρω από τη Γη, το πρώτο πλήρωμα του οποίου εγκαταστάθηκε το 2000, διασφαλίζοντας την υγεία τους κατά την παραμονή τους στο διάστημα και μειώνοντας τον κίνδυνο επιπλοκών κατά την επιστροφή τους στη γη (Zander et al., 2011).

Ως προς τη λειτουργία της η Ανθρωποφυγόκεντρος είναι μια πολυδιάστατη τεχνολογία καθώς μπορεί να παρέχει τεχνητή βαρύτητα (Artificial Gravity) και να συνδυάσει την αποκατάσταση της μυϊκής δύναμης, της κινητικότητας και της καρδιαγγειακής λειτουργίας, καθώς και να επηρεάσει θετικά τη νευρολογική κατάσταση του ασθενούς. Ειδικότερα παρέχει φορτία τεχνητής βαρύτητας (Artificial

Gravity), με σκοπό την αποκατάσταση σε περιπτώσεις φυσιολογικής αποδιοργάνωσης λόγω αδράνειας ή έλλειψης βαρυτικής φόρτισης. Η τεχνική λειτουργεί με την εφαρμογή φυγοκεντρικής δύναμης στο σώμα, το οποίο επιταχύνεται κεντρομόλα μέσα σε μια περιστροφική συσκευή. Ο ασθενής τοποθετείται σε ύπτια και οριζόντια θέση, με το κεφάλι του προς το κέντρο της περιστροφής. Η δύναμη που ασκείται στον ασθενή υπολογίζεται με την εξίσωση $F = m\omega^2 r$, όπου 'm' είναι η μάζα του ατόμου, 'r' η απόσταση από τον άξονα της φυγόκεντρου, και 'ω' η ταχύτητα περιστροφής. Αυτό σημαίνει ότι η δύναμη που ασκείται στα πόδια αυξάνεται με την ταχύτητα περιστροφής και την απόσταση του σώματος από τον άξονα περιστροφής (Kourtidou-Papadeli et al., 2023).

2.1.2. Η θεωρητική βάση της ανθρωποφυγόκεντρου

Η θεωρητική βάση της ανθρωποφυγόκεντρου συνδέεται με την ευεργετική επίδραση που έχει η χρήση εξωτερικών δυνάμεων στην κινητική αποκατάσταση και στην ενίσχυση της νευρολογικής ανάκαμψης. Ειδικότερα η θεωρητική βάση της ανθρωποφυγόκεντρου συνδέεται με τη νευρολογική βάση της εγκεφαλικής πλαστικότητας, την αρχή της προοδευτικής αντίστασης, στη διαδικασία της κινητικής μάθησης, στην αισθητηριακή ανάδραση, στην έννοια της ισοτονικής και της ισομετρικής άσκησης καθώς και στην έννοια της πρόληψης δευτερογενών επιπλοκών. Πρόκειται για θεωρητικές έννοιες ο συνδυασμός των οποίων μέσω της ανθρωποφυγόκεντρου, προσφέρει στους ασθενείς μια εξατομικευμένη και δυναμική προσέγγιση στην αποκατάστασή τους, μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο συμβάλλοντας στην ανάκαμψη της κινητικότητας και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής τους.

Εγκεφαλική πλαστικότητα

Η εφαρμογή της ανθρωποφυγόκεντρου στην αποκατάσταση των ασθενών με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, δεν περιορίζεται απλώς και μόνο στην προσομοίωση και αναπαραγωγή των επιδράσεων της βαρύτητας και της φυγόκεντρης δύναμης.

Ιδιαίτερος κρίσιμος παράγοντας στην αποτελεσματικότητα της εν λόγω μεθόδου είναι η κατανόηση της νευρολογικής βάσης της εγκεφαλικής πλαστικότητας. Η εγκεφαλική πλαστικότητα ή νευροπλαστικότητα, αναφέρεται στην ικανότητα του εγκεφάλου να προσαρμόζεται και να αναδιαρθρώνει τις συνδέσεις του, είτε μέσω της δημιουργίας νέων νευρικών συνδέσεων είτε μέσω της τροποποίησης των ήδη υφιστάμενων ως απάντηση σε τραυματισμούς ή άλλες αλλαγές στο περιβάλλον. Πρόκειται για μια ιδιαίτερος κρίσιμη διαδικασία, για την ανάπτυξη, τη μάθηση, τη μνήμη και την αποκατάσταση από τραυματισμούς (Kolb & Gibb, 2011).

Η συγκεκριμένη ικανότητα του εγκεφάλου είναι πολύ σημαντική για την αποκατάσταση μετά από ένα αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, δεδομένου ότι οι ασθενείς αυτοί αντιμετωπίζουν συχνά απώλεια ή σημαντική μείωση των κινητικών και αισθητηριακών τους λειτουργιών. Όπως προαναφέρθηκε οι βλάβες που προκαλούνται από το εγκεφαλικό επεισόδιο επηρεάζουν σημαντικά την ικανότητα του ασθενούς στην εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων, όπως η ομιλία, η κίνηση των άκρων ή το περπάτημα. Παρόλα αυτά, η ικανότητα του εγκεφάλου να προσαρμόζεται, να δημιουργεί νέες συνδέσεις και να αναδιοργανώνει τις ήδη υφιστάμενες, μπορεί να επιτρέψει στους ασθενείς να ανακτήσουν, σε σημαντικό βαθμό τις απολεσθείσες λειτουργίες μέσω προγραμμάτων αποκατάστασης και στοχευμένων ασκήσεων (Voss et al., 2017).

Μέσω της προσφοράς μιας μηχανικής μορφής κίνησης, η ανθρωποφυγόκεντρος προάγει την εγκεφαλική πλαστικότητα. Ειδικότερα, οι ασθενείς μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, εκτίθενται σε φυγόκεντρες δυνάμεις που μιμούνται τις φυσικές συνθήκες της βαρύτητας, ενώ παράλληλα διεγείρουν τους νευρώνες και τις μυϊκές ομάδες. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα είναι διεγερτική και ζωτικής σημασίας για την αποκατάστασή τους, καθώς λειτουργεί ενισχυτικά για τη σύναψη των νευροδιαβιβαστών και τη λειτουργία των νευρικών κυττάρων, προάγοντας τη δημιουργία νέων συνδέσεων εκτός των ήδη υπαρχόντων. Η ανθρωποφυγόκεντρος δεν αποτελεί απλά μια μηχανική συσκευή, αλλά ένα εργαλείο που χρησιμοποιεί τις βασικές αρχές της πλαστικότητας του εγκεφάλου για να υποστηρίξει και να ενισχύσει τη διαδικασία αποκατάστασης και μέσω της χρήσης της έχει αποδειχθεί ότι σε περιβάλλον αποκατάστασης ασθενών μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο διευκολύνει την ενεργοποίηση των μυών και τη βελτίωση της ισορροπίας, προσφέροντάς τους με τον τρόπο αυτό, μια υποστηρικτική και ασφαλή βάση για την

αποκατάστασή τους. Μέσω της περιοδικής και επαναλαμβανόμενης έκθεσης των ασθενών αυτών σε φυγόκεντρες δυνάμεις, μπορούν να συμμετέχουν σε δραστηριότητες που προάγουν την κινητικότητα και τη μυϊκή ενδυνάμωση. Παράλληλα οι εν λόγω δραστηριότητες ενεργοποιούν περιοχές του εγκεφάλου που έχουν υποστεί βλάβες, διευκολύνοντας την διαδικασία αποκατάστασης κι έτσι δίνουν στους ασθενείς τη δυνατότητα να αποκτήσουν σε σημαντικό βαθμό τις απολεσθείσες λειτουργίες τους, να αποκτήσουν ξανά την ανεξαρτησία τους καθώς και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής τους (Laing et al., 2016).

Η αρχή της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης

Η αρχή της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης αποτελεί επίσης μια βασική πτυχή της θεωρητικής βάσης της ανθρωποφυγόκεντρου. Η εν λόγω αρχή είναι σημαντική για την αποτελεσματική αποκατάσταση σε άτομα με νευρολογικές διαταραχές και σχετίζεται άμεσα με τη λειτουργία της. Βασίζεται στην ιδέα της συνεχούς και σταδιακής αύξησης των απαιτήσεων στο μυοσκελετικό σύστημα για συνεχή αύξηση του μυϊκού μεγέθους, της δύναμης και της αντοχής. Η σταδιακή δηλαδή αύξηση της αντίστασης κατά τη διάρκεια της άσκησης προάγει τη μυϊκή ανάπτυξη και βελτιώνει τη φυσική κατάσταση (Peterson et al., 2011).

Κατά την εφαρμογή της ανθρωποφυγόκεντρου, η αντίσταση που βιώνει ο ασθενής ποικίλλει με κριτήριο αφενός την απόστασή του από το κέντρο περιστροφής, αφετέρου δε με την ταχύτητα της κίνησης. Στην περίπτωση που ο ασθενής είναι τοποθετημένος πιο μακριά από το κέντρο, οι φυγόκεντρες δυνάμεις που αναπτύσσονται αυξάνουν την απαιτούμενη αντίσταση του σώματος, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα ο ασθενής να αναγκάζεται να καταβάλλει περισσότερη προσπάθεια προκειμένου να κινήσει το σώμα του. Η προσαρμογή αυτή του σώματος στη συνθήκη αυτή, επιτρέπει την ενεργοποίηση περισσότερων μυϊκών ομάδων καθώς επίσης και την ενίσχυση της μυϊκής δύναμης, κάτι που είναι ιδιαίτερος σημαντικό στο πλαίσιο αποκατάστασης μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο ή άλλες νευρολογικές παθήσεις (Plotkin et al., 2022).

Η προοδευτική και συστηματική αύξηση της επιβάρυνσης είναι επίσης κρίσιμη, καθώς επιτρέπει στους θεραπευτές να προσαρμόζουν τις ασκήσεις στον

ασθενή με βάση την πρόοδο που έχει σημειώσει. Έτσι αν ένας ασθενής για παράδειγμα, έχει επιτύχει σημαντική απόδοση σε ασκήσεις με χαμηλό επίπεδο αντίστασης, μπορεί ο θεραπευτής να προβεί στην αύξηση της αντίστασης καθώς επίσης και της ταχύτητας κίνησης, ώστε να εξασφαλίσει τη βέλτιστη δυνατή αποτελεσματικότητα της θεραπείας. Πρόκειται για μια κρίσιμη παράμετρο καθώς η συνεχής προσαρμογή συμβάλλει στην διατήρηση και βελτίωση της κίνησης του ασθενούς καθώς και στη βελτίωση της εγκεφαλικής πλαστικότητας, δεδομένου ότι αυτός, καλείται να αντιμετωπίσει κλιμακωτές κινητικές απαιτήσεις στο πλαίσιο της αποκατάστασης (Plotkin et al., 2022).

Η αρχή της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης προάγει την αυτοσυνείδηση του ασθενούς για το σώμα του, την ικανότητά του να συντονίζει τις κινήσεις του, αλλά και την ισορροπία του. Ανάλογα με την αντίσταση που ο θεραπευτής εφαρμόζει, ο ασθενής, αναγκάζεται να εστιάσει στην κίνηση του σώματός του και στο πως θα προσαρμόσει την κίνησή του, γεγονός που βελτιώνει τις αισθητικοκινητικές του δεξιότητες και τη νευρολογική του διέγερση. Ο εν λόγω συνδυασμός νευρολογικής διέγερσης και σωματικής δραστηριότητας, που επιτυγχάνεται μέσω της ανθρωποφυγόκεντρο, την καθιστά μια εξαιρετικά αποτελεσματική μέθοδο αποκατάστασης για τους ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο (Geanta & Petru, 2021).

Τέλος, η χρήση της αρχής της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης συνδυαστικά με την ανθρωποφυγόκεντρο, προσφέρει ένα ολοκληρωμένο μοντέλο αποκατάστασης, το οποίο είναι εξατομικευμένο καθώς είναι προσαρμόσιμο στις ιδιαίτερες ανάγκες του κάθε ασθενούς, με αποτέλεσμα να βελτιώνει την συνολική του υγεία αλλά και το επίπεδο της ευημερίας του. Όπως είναι προφανές, συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επιτρέποντάς τους να βελτιώσουν τη λειτουργική τους ικανότητα καθώς επίσης και να ανακτήσουν σε σημαντικό βαθμό την ικανότητα υλοποίησης των καθημερινών τους δραστηριοτήτων (Plotkin et al., 2022).

Κινητική μάθηση

Η κινητική μάθηση είναι η ικανότητα εκμάθησης νέων κινητικών προτύπων και δεξιοτήτων καθώς και η τροποποίηση υφιστάμενων. Για παράδειγμα, όταν κάποιος μαθαίνει να οδηγεί ποδήλατο, αρχικά δυσκολεύεται να κρατήσει ισορροπία και να συντονίσει τα χέρια και τα πόδια του. Μέσα από εξάσκηση και επανάληψη, μαθαίνει να χειρίζεται το ποδήλατο αυτόματα. Αντίστοιχα, ένας αθλητής που μαθαίνει ένα νέο άθλημα βελτιώνει σταδιακά τις κινήσεις του (π.χ. κτύπημα μιας μπάλας), χάρη στην κινητική μάθηση. Η ικανότητα αυτή αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα στην αποκατάσταση ασθενών μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και μπορεί να προαχθεί μέσω της χρήσης της ανθρωποφυγόκεντρο. Οι ασθενείς, κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης, καλούνται να επανεκπαιδευτούν σε βασικές κινητικές δεξιότητες, όπως η βάδιση, η ισορροπία, και η κινητοποίηση των άνω και κάτω άκρων τους. Ο ρόλος που η ανθρωποφυγόκεντρος διαδραματίζει σε αυτή τη διαδικασία είναι σημαντικός, καθώς οι κινήσεις που απαιτούνται προκειμένου ο ασθενής να συντονιστεί και να αλληλεπιδράσει με τη συσκευή, ενισχύουν την εγκεφαλική του ικανότητα να μαθαίνει, και να προσαρμόζει κατάλληλα τις κινητικές δεξιότητες. Μέσω της επανάληψης των κινήσεων αυτών με την ανθρωποφυγόκεντρο, ενισχύεται η αισθητηριακή ανάδραση του ασθενούς, κάτι που του επιτρέπει να συντονίζει τις κινήσεις του. Η διαδικασία αυτή, βασίζεται στο ότι το νευρικό σύστημα επανεκπαιδεύεται σταδιακά, προσφέροντάς του παράλληλα τη δυνατότητα ανάπτυξης νέων κινητικών μοτίβων τα οποία είναι ιδιαίτερος κρίσιμα για την αποκατάσταση των λειτουργιών του (Ehsani et al., 2015).

Παράλληλα, μέσω της ανθρωποφυγόκεντρος στη θεραπευτική διαδικασία, ο ασθενής διευκολύνεται ώστε να νιώθει τη στήριξη της βαρύτητας κατά τη διάρκεια των ασκήσεων. Αυτό συμβάλλει καθοριστικά στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησής του καθώς και στην μείωση του άγχους που συχνά συνοδεύει τις κινήσεις του. Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι ο ασθενής εμφανίζεται περισσότερο διατεθειμένος να συμμετάσχει ενεργά στην θεραπευτική διαδικασία με μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση και λιγότερο άγχος. Με την πάροδο του χρόνου η εν λόγω διαδικασία, ενισχύει την πλαστικότητα του εγκεφάλου, προάγοντας τη δημιουργία νέων συνδέσεων, πράγμα που βοηθά σταδιακά τον ασθενή να επανακτήσει τις απολεσθείσες δεξιότητές του και να βελτιώσει την ποιότητα ζωής του εν γένει (Popp et al., 2020).

Θα πρέπει βέβαια να επισημανθεί ότι η επιτυχής εφαρμογή της κινητικής μάθησης μέσω της ανθρωποφυγόκεντρου εξαρτάται παράλληλα και από την εξατομικευμένη προσαρμογή των ασκήσεων στις ανάγκες του κάθε ασθενούς. Για το λόγο αυτό οι θεραπευτές, προσαρμόζουν τόσο την διάρκεια όσο και την ένταση αλλά και το μοτίβο των ασκήσεων, ώστε να παράσχουν ένα εξατομικευμένο πρόγραμμα παρέμβασης, το οποίο να ενισχύει ουσιαστικά τη διαδικασία της μάθησης και της αποκατάστασης. Η δυνατότητα αυτή της εξατομικευμένης προσαρμοστικότητας, καθιστά την εφαρμογή της ανθρωποφυγόκεντρου μια καίρια και πολύ σημαντική επιλογή στο πλαίσιο αποκατάστασης νευρολογικών ασθενών και ιδίως ασθενών μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο, δεδομένου ότι μπορεί να συνδυάζει την λειτουργία της κινητικής μάθησης με τις ανάγκες της αποκατάστασης σε πρακτικό επίπεδο (Popp et al., 2020).

Αισθητηριακή ανάδραση

Μια ακόμη βασική παράμετρος που συγκροτεί τη θεωρητική βάση της ανθρωποφυγόκεντρου είναι η αισθητηριακή ανάδραση που λαμβάνει χώρα κατά την εκτέλεση των ασκήσεων. Η αισθητηριακή ανάδραση, αναφέρεται στις πληροφορίες που παρέχονται στον οργανισμό από τα αισθητήρια συστήματα, σχετικά με την κατάσταση και την κίνηση του σώματος κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων ή ασκήσεων. Για παράδειγμα, όταν πιάνουμε ένα αντικείμενο, η αισθητηριακή ανάδραση μας επιτρέπει να καταλάβουμε αν το κρατάμε αρκετά σφιχτά ή αν πρέπει να χαλαρώσουμε το κράτημα. Οι εν λόγω πληροφορίες συλλέγονται από αισθητηριακές πηγές, όπως για παράδειγμα οι υποδοχείς της αφής, της ισορροπίας και της κίνησης και μεταδίδονται στον εγκέφαλο συμβάλλοντας στην ερμηνεία και την προσαρμογή της κίνησης όταν απαιτείται (Bradshaw et al., 2021).

Καθώς οι ασθενείς εκτελούν κινητικά έργα παράλληλα με την φυγοκέντριση, έχουν τη δυνατότητα συνεχούς πληροφόρησης (ανάδρασης), αναφορικά με την θέση του σώματός τους αλλά και την κίνηση των άκρων τους. Η ανάδραση αυτή είναι πολύ σημαντική καθώς ενισχύει την επίγνωση του σώματος του ασθενούς στο χώρο, κάτι που είναι ιδιαίτερος κρίσιμο για ασθενείς με νευρολογικές βλάβες μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο οι οποίοι αντιμετωπίζουν δυσκολίες τόσο στην ισορροπία τους

όσο και στην αίσθηση της κίνησής τους (Zander et al., 2011).

Η χρήση αισθητηριακής και κινητικής ανάδρασης συνδυαστικά μέσω της ανθρωποφυγόκεντρου, διευκολύνει τη διαδικασία νευρολογικής αποκατάστασης του ασθενούς, καθώς τον βοηθά να ανακτήσει την ικανότητα ελέγχου του σώματός του με μεγαλύτερη ακρίβεια. Πρόκειται για μια ιδιαιτέρως χρήσιμη και αποτελεσματική δυνατότητα κυρίως σε περιπτώσεις ασθενών όπου η ενσωμάτωση αυτών των ικανοτήτων στις καθημερινές δραστηριότητές τους, είναι περιορισμένη. Παράλληλα, η αισθητηριακή ανάδραση δεν παρέχει μόνο πληροφορίες αναφορικά με τη θέση του σώματος του ασθενούς και την κίνησή του, αλλά προσφέρει επιπλέον και τη δυνατότητα βελτίωσης της επικοινωνίας μεταξύ του εγκεφάλου και των μυών, γεγονός που επιταχύνει τη διαδικασία αποκατάστασης.

Τέλος, καθώς ο ασθενής έχει αίσθηση του ελέγχου του σώματός του και της προσαρμογής η οποία προκύπτει μέσω αυτής της διαδικασίας, αυξάνεται η αυτοπεποίθησή του με αποτέλεσμα να συμμετάσχει περισσότερο ενεργά στο πρόγραμμα αποκατάστασής του. Το γεγονός αυτό, με την πάροδο του χρόνου, συμβάλλει θετικά στην προαγωγή της πλαστικότητας του εγκεφάλου, και στην δημιουργία νέων νευρωνικών συνδέσεων. Με τον τρόπο αυτό, η μέθοδος της ανθρωποφυγόκεντρου, δεν περιορίζεται αμιγώς και μόνο στη βελτίωση της φυσικής αποκατάστασης των ασθενών μετά από εγκεφαλικό, αλλά συμβάλλει παράλληλα και στην ψυχολογική και συναισθηματική τους ευημερία και ποιότητα ζωής, προσφέροντας ένα ολιστικό μοντέλο αποκατάστασης (Zander et al., 2011).

Ισοτονική και ισομετρική άσκηση

Μια επιπλέον πτυχή της θεωρητικής βάσης της ανθρωποφυγόκεντρου είναι οι έννοιες των ισοτονικών και ισομετρικών ασκήσεων. Οι ισοτονικές ασκήσεις περιλαμβάνουν τη συστολή του μυός με σταθερή τάση κατά την εκτέλεση κινήσεων, δηλαδή οι αρθρώσεις κινούνται σε μια σειρά θέσεων, ενώ οι ισομετρικές ασκήσεις αφορούν τη σύσπαση του μυός χωρίς να λαμβάνει χώρα κίνηση στις αρθρώσεις, δηλαδή οι αρθρώσεις παραμένουν στάσιμες. Παραδείγματα ισοτονικών ασκήσεων είναι οι άρσεις βαρών, οι κάμψεις, και οι βαθιές καθιστικές ασκήσεις. Οι ισοτονικές ασκήσεις βοηθούν στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης και της αντοχής, καθώς και

στην αύξηση της ευλυγισίας. Αντίστοιχα, παραδείγματα ισομετρικών ασκήσεων περιλαμβάνουν τις ασκήσεις «σανίδας» (plank) και τα στατικά καθίσματα στον τοίχο (wall sits). Αυτές οι ασκήσεις βοηθούν στην αύξηση της μυϊκής δύναμης και στη σταθερότητα του κορμού χωρίς να ασκείται πίεση στις αρθρώσεις.

Η ενσωμάτωση της ανθρωποφυγόκεντρου στο πλαίσιο αποκατάστασης νευρολογικών ασθενών και δη ασθενών με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, τους επιτρέπει να εκτελούν αποτελεσματικά και τους δύο τύπους ασκήσεων, ανάλογα με τις ιδιαίτερες ανάγκες τους αλλά και τις ικανότητες. Η δυνατότητα αυτή είναι ιδιαίτερος ωφέλιμη για ασθενείς που μετά το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, αντιμετωπίζουν μυϊκή αδυναμία ή περιορισμούς στην κινητικότητα, καθώς η ανθρωποφυγόκεντρος τους παρέχει τη δυνατότητα συμμετοχής σε προσαρμοσμένες μορφές άσκησης με κριτήριο την αντοχή αλλά και τις δυνατότητές τους (Widodo et al., 2022).

Η εκτέλεση ισοτονικών ασκήσεων μέσω της ανθρωποφυγόκεντρου, συμβάλλει στην ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης και της αντοχής του ασθενούς, ενώ η εκτέλεση ισομετρικών ασκήσεων συμβάλλει στην συγκέντρωση και σταθερότητα του μυϊκού τόνου. Οι ασθενείς έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόζουν και τη διάρκεια και την ένταση των ασκήσεων, βελτιώνοντας την φυσική τους κατάσταση δίχως επιβάρυνση των αρθρώσεών τους. Η προσαρμοστική αυτή δυνατότητα είναι ιδιαίτερα κρίσιμη στο πλαίσιο της αποκατάστασης, καθώς διευκολύνει την μετάβαση από λιγότερο απαιτητικές σε πιο απαιτητικές ασκήσεις, γεγονός που σταδιακά βοηθά τους ασθενείς να επανακτήσουν τις βασικές κινητικές τους δεξιότητες βελτιώνοντας παράλληλα την αυτονομία τους στην καθημερινή τους ζωή (Azeem & Zemkonά, 2022).

Καθώς η ανθρωποφυγόκεντρος παρέχει τη δυνατότητα προσαρμογής του βαθμού δυσκολίας αλλά και της έντασης των ασκήσεων, με βάση τις ανάγκες αλλά και την ικανότητα του ασθενούς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα στάδια της αποκατάστασης, δηλαδή από το αρχικό στάδιο της ανάρρωσης στο οποίο η κινητικότητα του ασθενούς είναι περιορισμένη, έως τη φάση της πλήρους αποκατάστασης, όπου η κίνηση έχει πλέον σε μεγάλο βαθμό αποκατασταθεί. Η προσαρμοστικότητα αυτή, καθιστά την ανθρωποφυγόκεντρο ως μια μέθοδο η οποία είναι κατάλληλη για εφαρμογή σε ένα μεγάλο φάσμα νευρολογικών παθήσεων, παρέχοντας ένα εξατομικευμένο μοντέλο στην αποκατάσταση (Azeem & Zemkonά, 2022).

2022).

Πρόληψη δευτερογενών επιπλοκών

Τέλος, μια ακόμα παράμετρος της θεωρητικής βάσης της ανθρωποφυγόκεντρου είναι η έννοια της πρόληψης δευτερογενών επιπλοκών. Μετά από ένα εγκεφαλικό επεισόδιο, οι ασθενείς αντιμετωπίζουν συχνά ένα σύνολο κινδύνων, όπως η σημαντική μείωση της φυσικής τους κατάστασης, η μυϊκή ατροφία, αλλά και επιπλέον η ανάπτυξη δευτερογενών προβλημάτων υγείας, συμπεριλαμβανομένων των καρδιαγγειακών νοσημάτων, λοιμώξεων, αρτηριακής πίεσης, έλκη από κατακλίσεις, δυσκολίες στην κατάποση, κατάθλιψη και άγχος κλπ. Καθώς λοιπόν η χρήση της ανθρωποφυγόκεντρου επιτρέπει στους ασθενείς να διατηρούν μια ενεργή ζωή συμμετέχοντας σε φυσικές δραστηριότητες, με τον τρόπο αυτό μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης αυτών των δευτερογενών επιπλοκών (Rymer & Summers, 2010).

Η συνεχής κίνηση και η ενεργοποίηση του σώματος, λειτουργεί ενισχυτικά στην κυκλοφορία του αίματος, με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η γενική υγεία και ευεξία του ασθενούς. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η ανθρωποφυγόκεντρος συμβάλλει στην αποτελεσματική εκτέλεση ασκήσεων με ελεγχόμενη αντίσταση, στο πλαίσιο της αποκατάστασης, γεγονός που βοηθά σημαντικά, στην ενδυνάμωση των μυών και τη βελτίωση της αντοχής. Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερος σημαντική για την αποκατάσταση, καθώς συμβάλλει στην σταδιακή ανάκαμψη των λειτουργιών του σώματος ενώ παράλληλα μειώνει τους κινδύνους που σχετίζονται με την ακινησία όπως οι καρδιαγγειακές παθήσεις και οι θρόμβοι (Chohan et al., 2019).

2.2. Ανασκόπηση προηγούμενων μελετών που αφορούν την εφαρμογή της σε νευρολογικούς ασθενείς.

Ένα σύνολο ερευνών έχουν μελετήσει την εφαρμογή της ανθρωποφυγόκεντρου στον τομέα της ιατρικής αποκατάστασης, ιδιαίτερα για ασθενείς με νευρολογικά προβλήματα, όπως τα εγκεφαλικά επεισόδια. Η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί σε πλαίσια αποκατάστασης, για την προσομοίωση των συνθηκών άσκησης σε περιβάλλον βαρύτητας, προσφέροντας ασφαλείς και αποτελεσματικές συνθήκες για την αποκατάσταση της κινητικότητας, της ισορροπίας και της φυσικής κατάστασης των ασθενών μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Οι έρευνες έδειξαν γενικά ότι η ανθρωποφυγόκεντρος ως εργαλείο αποκατάστασης, βοηθά στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης και της οστικής πυκνότητας, ενώ παράλληλα ενισχύει την εγκεφαλική πλαστικότητα, συνεισφέροντας στην ανάκτηση των λειτουργιών των ασθενών, προσφέροντας σημαντικά οφέλη για την υγεία και την ευεξία τους.

Μια πρόσφατη έρευνα των Kourtidou-Papadeli et al., (2023), αξιολόγησε τα πιθανά ευεργετικά οφέλη της ανθρωποφυγόκεντρου, εφαρμοσμένης μόνη της ή σε συνδυασμό με άσκηση, στην αποκατάσταση ενός ασθενούς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και αναπηρία. Ειδικότερα, η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε σε μια 73χρονη γυναίκα, η οποία μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και παρά το γεγονός ότι είχε ενταχθεί σε ένα συμβατικό πρόγραμμα αποκατάστασης, ξαφνικά δεν μπορούσε να μιλήσει, να κινήσει το αριστερό της χέρι και πόδι ή γενικώς να ακολουθήσει οδηγίες. Η ασθενής δεν μπορούσε πλέον να περπατήσει ενώ οι καθημερινές δραστηριότητες αυτοεξυπηρέτησης, απαιτούσαν μεγάλη βοήθεια από άλλο άτομο. Παρά το γεγονός ότι λάμβανε συμβατική θεραπεία αποκατάστασης, η κατάσταση της ασθενούς έβαινε με το χρόνο συνεχώς επιδεινούμενη. Στην έρευνα εφαρμόστηκαν στην ασθενή εξατομικευμένα πρωτόκολλα ανθρωποφυγόκεντρου για διάστημα 5 μηνών, τρεις φορές την εβδομάδα, και συνολικά 60 θεραπείες.

Η αποτελεσματικότητα της παρέμβασης αυτής αξιολογήθηκε μέσω μη επεμβατικής παρακολούθησης φυσιολογικών δεικτών και ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν μια σειρά μετρήσεων που αφορούσαν το μυοσκελετικό σύστημα, συμπεριλαμβανομένης της μυϊκής δύναμης, της κινητικότητας και των δοκιμών ισορροπίας, η οποία παρείχε μια ποσοτική εκτίμηση των αλλαγών στη μυϊκή λειτουργία και στον αισθητηριακό-

κινητικό συντονισμό. Επιπλέον, αξιολογήθηκαν οι επιδράσεις στο καρδιαγγειακό σύστημα, μέσω της μέτρησης παραγόντων όπως η συστολική και η διαστολική πίεση, η μέση αρτηριακή πίεση και ο καρδιακός ρυθμός, καθώς και στο νευρικό σύστημα, εστιάζοντας στη νευρωνική εγκεφαλική συνδεσιμότητα.

Τα αποτελέσματα της παρέμβασης ήταν ιδιαίτερος θετικά, καθώς η εφαρμογή της ανθρωποφυγόκεντρου οδήγησε σε σημαντική βελτίωση της βάρδισης της ασθενούς, λιγότερη σπαστικότητα και στις δυο πλευρές του σώματος, μείωση της μυϊκής ατροφίας καθώς και ικανότητα να μπορεί να περπατάει με μπαστούνι για τουλάχιστον 100 m. Παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στη μυϊκή της δύναμη και την ισορροπία ενώ βελτιώθηκαν σημαντικά και οι καρδιαγγειακοί παράμετροι όπως η καρδιοαναπνευστική ικανότητα, η πίεση του αίματος και η καρδιακή συχνότητα. Παρουσίασαν θετικές αλλαγές ως αποτέλεσμα της παρέμβασης με την ανθρωποφυγόκεντρο, προσομοιώνοντας τις θετικές επιδράσεις που θα είχε η αερόβια άσκηση. Παρατηρήθηκε ειδικότερα ότι αυξήθηκε η αντοχή της ασθενούς και βελτιώθηκε η κυκλοφορία του αίματος με αποτέλεσμα τη μείωση του καρδιαγγειακού κινδύνου.

Η ασθενής παρουσίασε βελτίωση στην εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων, ενώ παράλληλα μειώθηκαν οι κίνδυνοι που σχετίζονται με τη μειωμένη κινητικότητα, όπως η θρόμβοι ή οι καρδιαγγειακές παθήσεις. Επίσης οι ηλεκτροεγκεφαλογραφικές μετρήσεις έδειξαν αναδιοργάνωση του εγκεφάλου της ασθενούς αναδεικνύοντας αλλαγές στις συνάψεις των νευρώνων και ενεργοποίηση στις φλοιώδεις περιοχές, ειδικά στην προκεντρική έλικα (κινητικός φλοιός) και την μετακεντρική έλικα (αισθητικός φλοιός). Τα αποτελέσματα αυτά παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για μια εξατομικευμένη στρατηγική αποκατάστασης για ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.

Ένα ακόμα υποσχόμενο πεδίο έρευνας είναι η χρήση της ανθρωποφυγόκεντρου ως θεραπευτικής παρέμβασης για ασθενείς οι οποίοι, εκτός του εγκεφαλικού, πάσχουν επίσης από περιφερειακή αρτηριακή νόσο. Είναι γεγονός ότι το εγκεφαλικό επεισόδιο και η περιφερειακή αρτηριακή νόσος, αποτελούν συχνά πεδίο συννοσηρότητας, λόγω κοινών αιτιών, όπως η αθηροσκλήρωση, που επηρεάζει την κυκλοφορία του αίματος στον εγκέφαλο και στα άκρα. Στους ασθενείς αυτούς, παρατηρείται μειωμένη αιματική ροή και μειωμένη μυϊκή λειτουργία κάτι που δυσχεραίνει την ανάρρωση μετά το εγκεφαλικό, καθιστώντας απαραίτητη την

αναζήτηση νέων, πιο αποτελεσματικών μεθόδων αποκατάστασης.

Σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι η ανθρωποφυγόκεντρος, σε αυτούς τους ασθενείς, αυξάνει την περιφερική κυκλοφορία και ενισχύει την αποκατάσταση της λειτουργικής ικανότητάς τους καθώς και την εν γένει αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό. Μέσω της προσομοίωσης αυξημένης βαρύτητας στην ανθρωποφυγόκεντρο συσκευή, μπορεί να βελτιωθεί η αιματική ροή στα κάτω άκρα των ασθενών με εγκεφαλικό αγγειακό επεισόδιο, να μειωθεί η ισχαιμική πίεση στους μύες καθώς και να ενισχυθεί η κινητικότητά τους.

Για παράδειγμα οι Isasi et al., (1986), ξεκίνησαν μια μελέτη αποκατάστασης ασθενών με αποφρακτικές αρτηριοπάθειες των περιφερειακών αρτηριών. Σαράντα πέντε ασθενείς με διαλείπουσα χωλότητα, δηλαδή έντονο μυϊκό πόνο στη γαστροκνημία, μηρό ή γλουτό κατά την άσκηση, εκτέθηκαν σε πρωτόκολλο υπερβαρύτητας με συσκευή ανθρωποφυγόκεντρου για 30 λεπτά, 3 φορές την εβδομάδα, για 20 εβδομάδες. Η λειτουργική αποκατάσταση των ασθενών μετρήθηκε με δύο βασικούς δείκτες και ειδικότερα με τη συνολική απόσταση βάρδισης και τη διάρκεια άσκησης με στατικό ποδήλατο υπό καθορισμένο φορτίο (150 kg/min). Οι εν λόγω μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν αρχικά κατά την έναρξη της θεραπείας, και στη συνέχεια μετά από 15, 30 και 45 συνεδρίες στην ανθρωποφυγόκεντρο.

Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση στη λειτουργική ικανότητα των ασθενών με την αύξηση των συνεδριών στην ανθρωποφυγόκεντρο. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η απεικόνιση ραδιονουκλεϊδίων στους μηρούς και τις γάμπες, που πραγματοποιήθηκε πριν και μετά το τέλος της έρευνας, έδειξε αυξημένη κυκλοφορία αίματος στα κάτω άκρα των ασθενών, η οποία συσχετίστηκε με τη λειτουργική αποκατάσταση.

Σε άλλη μελέτη των Isasi et al., (1990), στην οποία συμμετείχαν δέκα ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και περιφερειακή αρτηριακή νόσο, εφαρμόστηκε ημερήσιο πρωτόκολλο βαρύτητας σε ανθρωποφυγόκεντρο για 30 λεπτά κατά τη διάρκεια τεσσάρων εβδομάδων. Τα αποτελέσματα της παρέμβασης έδειξαν σημαντική αύξηση στην απόσταση βάρδισης, στη βελτίωση της δύναμης και της λειτουργικότητας των μυών της γάμπας και συγκεκριμένα των τρικέφαλων μυών και στη μείωση του ισχαιμικού πόνου. Αυτό σημαίνει ότι η παρέμβαση με ανθρωποφυγόκεντρο, λειτούργησε ιδιαίτερος θετικά στους ασθενείς αυτούς, μειώνοντας αισθητά τον ισχαιμικό πόνο από την ανεπαρκή παροχή αίματος στους

μύες, αποκαθιστώντας τη λειτουργική ικανότητα μέσω αύξησης της παράπλευρης κυκλοφορίας, δηλαδή του σχηματισμού ενός δικτύου αιμοφόρων αγγείων με στόχο την παράκαμψη ή την υποστήριξη των περιοχών που παρουσίαζαν ανεπαρκή ροή αίματος.

Κάποιες έρευνες επίσης έχουν εξετάσει τα οφέλη της ανθρωποφυγόκεντρου σε μη ασθενείς, καθώς τα αποτελέσματα μπορούν να εφαρμοσθούν και σε μη νευρολογικούς ασθενείς. Ειδικότερα σε μια έρευνά τους οι Frett et al., (2024) εξέτασαν την συνδυασμένη επίδραση της τεχνητής βαρύτητας μέσω συσκευής ανθρωποφυγόκεντρου, και της άσκησης κωπηλασίας ως ενδεχόμενο αντίμετρο στην παρατεταμένη ακινησία (η οποία παρατηρείται και στους ασθενείς μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο) που οδηγεί σε αποδιοργάνωση του καρδιαγγειακού και μυοσκελετικού συστήματος. Στην έρευνα συμμετείχαν δώδεκα αθλητές κωπηλασίας σε δύο συνεδρίες κωπηλασίας, με έξι εβδομάδες διαφορά. Η μία συνεδρία πραγματοποιήθηκε σε μια ειδική ανθρωποφυγόκεντρο συσκευή που δημιουργούσε τεχνητή βαρύτητα επιτρέποντας τη φυσική αίσθηση της κωπηλασίας υπό αυτές τις συνθήκες. Στην άλλη συνεδρία χρησιμοποιήθηκε ο κανονικός κωπηλατικός εξοπλισμός, ο οποίος τοποθετήθηκε με τέτοιο τρόπο και υπό ειδική γωνία, για να προσομοιώσει τη φυγόκεντρη φόρτιση, δηλαδή την αίσθηση της βαρύτητας που θα βίωναν οι αθλητές αν ήταν σε φυγόκεντρική κατάσταση, χωρίς την ανάγκη ειδικής συσκευής.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κωπηλασία στη φυγόκεντρική συσκευή ήταν ανεκτή χωρίς ανεπιθύμητες ενέργειες. Οι καρδιαγγειακοί δείκτες και οι συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές. Ωστόσο, η παραγωγή ισχύος κατά την κωπηλασία σε τεχνητή βαρύτητα ήταν 33% χαμηλότερη σε σχέση με τη φυσική βαρύτητα, ενώ παρατηρήθηκαν αυξημένες δυνάμεις αντίκτυπου και ενεργοποίηση των μυών. Η έρευνα υποδηλώνει ότι η κωπηλασία σε τεχνητή βαρύτητα μπορεί να είναι μια υποσχόμενη στρατηγική για την αντιμετώπιση της αποδιοργάνωσης του καρδιαγγειακού και μυϊκού συστήματος κατά τη διάρκεια μακροχρόνιας διαστημικής πτήσης, αλλά και σε περιπτώσεις νευρολογικών ασθενών που αντιμετωπίζουν παρόμοια προβλήματα.

Σε μια ακόμα έρευνα των Gilou et al., (2021) οι ερευνητές ξεκίνησαν από την υπόθεση ότι η παθητική αύξηση της βαρύτητας σε μια φυγόκεντρική συσκευή ανθρωποφυγόκεντρου, θα πρέπει να είναι εξίσου ή και πιο ωφέλιμη όχι μόνο για τους

αστροναύτες που ζουν σε περιβάλλον μικροβαρύτητας, αλλά και για τους ασθενείς που είναι περιορισμένοι στο κρεβάτι όπως οι ασθενείς μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Οι ερευνητές εξέτασαν αν αυτή η παρέμβαση μπορεί να έχει ευεργετικά αποτελέσματα σε καταστάσεις, όπως η ακινησία λόγω νευρομυϊκών διαταραχών, οι διαταραχές ισορροπίας, τα εγκεφαλικά επεισόδια και οι αθλητικοί τραυματισμοί. Προκειμένου να εξετάσουν τα εν λόγω ζητήματα οι ερευνητές, μελέτησαν τα φορτία βαρύτητας από 0,5 έως 2,0g σε 24 υγιείς συμμετέχοντες, άνδρες και γυναίκες οι οποίοι έλαβαν συνεδρία ανθρωποφυγόκεντρον σε συνδυασμό με ήπια άσκηση στο εύρος του 40%-59% του μέγιστου καρδιακού τους ρυθμού (MHR) με τη χρήση ποδηλατικού εργομέτρου. Η μεθοδολογία αυτή επέτρεψε στους ερευνητές να παρακολουθήσουν τις καρδιοαγγειακές αποκρίσεις των συμμετεχόντων σε συνθήκες τεχνητής βαρύτητας, ώστε να μπορέσουν να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα της θεραπείας. Οι ερευνητές ακολούθως ανέλυσαν παραμέτρους όπως η καρδιοαγγειακή παροχή δηλαδή ο όγκος του αίματος που εξωθεί η καρδιά κάθε λεπτό, ο όγκος παλμού δηλαδή η ποσότητα του αίματος που ωθεί η καρδιά σε κάθε συστολή της, η μέση αρτηριακή πίεση, η συστολική και διαστολική πίεση και ο καρδιακός ρυθμός, καθώς προέβησαν και στην ανάλυση αερίων αίματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η συνολική καρδιοαγγειακή αξιολόγηση της απόκρισης των συμμετεχόντων σε μια σειρά από βαθμιαία φορτία, δηλαδή επίπεδα τεχνητής βαρύτητας που δημιουργήθηκαν στο περιβάλλον της ανθρωποφυγόκεντρον, σε σύγκριση με την όρθια θέση, σε άνδρες και γυναίκες συμμετέχοντες, παρέχει το πλαίσιο που μας επιτρέπει να εξερευνήσουμε και να επικυρώσουμε τη χρησιμότητα της φυγόκεντρικής συσκευής ως ιατρικής συσκευής για την θεραπεία και αποκατάσταση ασθενών που βρίσκονται περιορισμένοι στο κρεβάτι όπως ασθενείς μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΑ ΟΦΕΛΗ

Η μουσική αντίληψη συνιστά μια ιδιαίτερος πολύπλοκη διεργασία, στην οποία εμπλέκονται μεταξύ άλλων η ικανότητα αναγνώρισης μουσικών ερεθισμάτων, καθώς και η ικανότητα ανάλυσης και ανταπόκρισης του ατόμου σε αυτά. Η εν λόγω διαδικασία είναι βασική για την κατανόηση και τη συμμετοχή του ατόμου στην εμπειρία της μουσικής. Στο παρόν κεφάλαιο θα αναλυθεί καταρχάς το ζήτημα της μουσικής αντίληψης, με εστίαση στις νευρολογικές της βάσεις, καθώς επίσης και οι επιδράσεις που μπορεί να έχουν στην μουσική αντίληψη, οι προηγούμενες μέθοδοι αποκατάστασης ως παράπλευρα οφέλη, σε ασθενείς με εγκεφαλικό επεισόδιο.

3.1. Μουσική αντίληψη: ορισμός και βασικά της στοιχεία

Η μουσική αντίληψη δεν συνιστά μια αμιγώς αισθητηριακή λειτουργία αλλά μια πολυσύνθετη γνωστική δραστηριότητα στην οποία απαιτείται η συνεργασία επιμέρους περιοχών του εγκεφάλου (McDermott & Oxenham, 2008). Η μουσική αντίληψη αναφέρεται στην ικανότητα ενός ατόμου να μπορεί να κατανοήσει, να αναλύσει και να ερμηνεύσει μουσικά ερεθίσματα (Dowling, 1999). Πρόκειται δηλαδή για την διαδικασία η οποία περιλαμβάνει την αναγνώριση και την ερμηνεία των ήχων, τη διάκριση των μελωδιών, τη διαχείριση του ρυθμού, και την κατανόηση των αρμονιών. Τα συστατικά στοιχεία της μουσικής αντίληψης είναι ο ρυθμός, η μελωδία, η αρμονία και το τέμπο, τα οποία συναρθρώνονται προκειμένου να αποδοθεί η συνολική μουσική εμπειρία (Stevens, 2012). Κάθε φορά που ο εγκέφαλος δέχεται ηχητικές πληροφορίες τις συσχετίζει με εμπειρίες και γνώσεις που αποκτήθηκαν σε προγενέστερο χρονικό σημείο. Η μουσική αντίληψη μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες, όπως η ηλικία, τα προβλήματα υγείας, η εκπαίδευση, αλλά και οι προηγούμενες εμπειρίες του ατόμου, με τη μουσική (Schiavio et al., 2022). Στη συνέχεια θα αναλυθούν τα κύρια συστατικά της μουσικής αντίληψης.

Ρυθμός

Ο ρυθμός ενός μουσικού κομματιού είναι τα σταθερά χτυπήματα (ισχυρά μέρη της μουσικής) και καθορίζεται από την ταχύτητα (tempo), από το πόσο γρήγορα ή αργά διαδέχεται ένας παλμός (ή κτύπος) τον επόμενο, συνεπώς ο ρυθμός είναι η οργάνωση του χρόνου στη μουσική. Ουσιαστικά ο ρυθμός είναι το συστατικό στοιχείο που μας επιτρέπει ως ακροατές, να νιώθουμε ενέργεια και την κίνηση ενός μουσικού κομματιού και υπό αυτή την έννοια επηρεάζει την ικανότητά μας να αντιλαμβανόμαστε την μουσική διαδικασία και να συμμετάσχουμε σε αυτή (Honing, 2013).

Μελωδία

Η μελωδία αποτελεί μια ακολουθία μουσικών φθόγγων και ήχων που αντιλαμβανόμαστε ως ένα ενιαίο ηχητικό αποτέλεσμα. Η ακολουθία αυτή των μουσικών φθόγγων και ήχων καθιστά τις μελωδίες αναγνωρίσιμες και υπό αυτή την έννοια μπορούν να προκαλέσουν ισχυρές συναισθηματικές αντιδράσεις όπως για παράδειγμα η νοσταλγία, στους ακροατές (Loui, 2012). Η ικανότητα αναγνώρισης της μελωδίας, αποτελεί βασική παράμετρο της μουσικής αντίληψης και υπ'αυτή την έννοια έχει μελετηθεί εκτενώς στο πλαίσιο των νευρολογικών διαταραχών (Zhang et al., 2020). Για παράδειγμα σε περιπτώσεις νευρολογικών διαταραχών, όπως η αμουσία, η οποία αποτελεί νευρολογική βλάβη και αφορά την επιστήμη της Νευροψυχολογίας της μουσικής και θα αναλυθεί εκτενέστερα στη συνέχεια, οι ασθενείς μπορεί να βιώνουν σημαντικές δυσκολίες στην αναγνώριση και παραγωγή μελωδιών (Szyfter & Wigowska-Sowińska, 2022). Οι δυσλειτουργίες αυτές μπορούν ενδεχομένως να τους απομονώνουν τόσο συναισθηματικά όσο και κοινωνικά, δεδομένου ότι η μουσική αποτελεί βασικό μέσο έκφρασης και κοινωνικής σύνδεσης. Η αναγνώριση μελωδιών, έχει συσχετιστεί με τη νευροπλαστικότητα, δηλαδή την ικανότητα του εγκεφάλου να αναδιοργανώνεται και να προσαρμόζεται σε νέες συνθήκες. Αυτό σημαίνει ότι θεραπείες οι οποίες λειτουργούν ενισχυτικά για τη μουσική αντίληψη μπορούν να συμβάλλουν θετικά στην εγκεφαλική αναδιοργάνωση, βελτιώνοντας σημαντικά την ποιότητα ζωής των ατόμων με νευρολογικές παθήσεις. Συνεπώς η αναγνώριση της μελωδίας δεν αποτελεί απλώς μια κύρια λειτουργία της μουσικής αντίληψης, αλλά και ένα σημαντικό εργαλείο για την κατανόηση των

επιπτώσεων των νευρολογικών διαταραχών στην ανθρώπινη εμπειρία, ενισχύοντας την επικοινωνία και την κοινωνική αλληλεπίδραση, των ατόμων που αντιμετωπίζουν τέτοιες καταστάσεις (Aslan, 2007).

Αρμονία

Η αρμονία αφορά την οργάνωση των ήχων στο μουσικό σύστημα και την ταυτόχρονη παραγωγή διαφορετικών ήχων που δημιουργούν μια συνοδευτική δομή σε σχέση με τη μελωδία. Ουσιαστικά πρόκειται δηλαδή για μια μέθοδο κατασκευής μουσικών κλιμάκων, μέσω της συνάρθρωσης μουσικών διαστημάτων. Κατά την ακρόαση ενός μουσικού κομματιού οι ακροατές συνδέουν τις αρμονίες με ποικίλα συναισθηματικά βιώματα (Chang et al., 2019). Έτσι μια ήρεμη αρμονία για παράδειγμα, μπορεί να προκαλέσει συναισθήματα ευτυχίας και χαλάρωσης σε αντίθεση με μια πιο δραματική αρμονία η οποία μπορεί να προκαλέσει θλίψη ή και άγχος στον ακροατή. Η ικανότητα αναγνώρισης εκ μέρους των ακροατών της αρμονίας ενός μουσικού κομματιού, και της σύνδεσής της με συναισθηματικά βιώματα είναι κρίσιμης σημασίας διαδικασία για την κατανόηση αλλά και την ερμηνεία της μουσικής επιτρέποντάς τους να συνδεθούν βαθύτερα με αυτήν, κάνοντας την μουσική πιο προσωπική υπόθεση γι'αυτούς και εμπλουτισμένη με νοηματικό περιεχόμενο καθώς μέσω της αρμονίας, ερμηνεύουν τα συναισθηματικά νοήματα της μουσικής και τις διαθέσεις που μεταφέρει (Wall et al., 2020).

Τέμπο

Το τέμπο αναφέρεται στον ρυθμικό χαρακτήρα με τον οποίο πρέπει να εκτελεστεί ένα μουσικό έργο, δηλαδή αναφέρεται ουσιαστικά στην ταχύτητα της μουσικής. Υπό αυτή την έννοια, αποτελεί βασική παράμετρο, για την κατανόηση της κίνησης και του ρυθμού ενός μουσικού κομματιού. Η ικανότητα ενός ατόμου να καταλαβαίνει και να αντιδρά στο τέμπο της μουσικής είναι πολύ κρίσιμη καθώς διευκολύνει τη συμμετοχή του σε δραστηριότητες όπως η εκτέλεση μουσικών κομματιών και ο χορός (Mihelac & Povich, 2020). Δηλαδή αν κάποιος έχει την δυνατότητα να αισθανθεί το ρυθμό, δηλαδή το τέμπο της μουσικής και να το ακολουθήσει, τότε είναι πιο πιθανό να συμμετάσχει ενεργά σε αυτές τις δραστηριότητες, απολαμβάνοντας την εμπειρία. (Mihelac & Povich, 2019). Για

παράδειγμα αν κάποιος δεν αντιλαμβάνεται το τέμπο μπορεί να δυσκολεύεται στο χορό ή με τον ίδιο τρόπο, σε μια μουσική εκτέλεση, μπορεί να δυσκολεύεται να ερμηνεύσει σωστά τη μουσική και να συνεργαστεί με άλλους μουσικούς. Βεβαίως η ικανότητα αντίληψης του τέμπο δεν επηρεάζει μόνο την μουσική εκτέλεση, αλλά την εμπειρία στη μουσική γενικότερα (Liu et al., 2018).

3.1.1. Οι νευρολογικές βάσεις της μουσικής αντίληψης

Η μουσική αντίληψη περιλαμβάνει την ακουστική ανάλυση, τη μνημονική επεξεργασία ήχου, την ανάλυση ακουστικών σκηνών και την επεξεργασία των σχέσεων μεταξύ διαστημάτων της μουσικής σύνταξης και σημασιολογίας. Επιπλέον προκαλεί συναισθήματα, τα οποία οδηγούν στη ρύθμιση των συναισθηματικών συστημάτων, όπως το αυτόνομο νευρικό σύστημα, το υποκειμενικό σύστημα αισθήσεων, το ανοσοποιητικό και το ορμονικό σύστημα. Καθώς η μουσική είναι ένα πολυδιάστατο ψυχολογικό φαινόμενο, η μουσική αντίληψη συνδέεται με διάφορες περιοχές του εγκεφάλου, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται οι περιοχές που σχετίζονται με την κίνηση, την ακοή και την εκτέλεση μουσικών κομματιών (Koelsch & Siebel, 2005).

Κάποιες από τις περιοχές αυτές, περιλαμβάνουν τον εγκεφαλικό φλοιό, ο οποίος είναι υπεύθυνος για πολλές ανώτερες γνωστικές λειτουργίες, όπως η σκέψη, η μάθηση και η μνήμη, τον ιππόκαμπο δηλαδή την εγκεφαλική δομή που εμπλέκεται στον σχηματισμό της μνήμης και στη χωρική μάθηση, και την αμυγδαλή που βρίσκεται κοντά στο εγκεφαλικό στέλεχος και αναλαμβάνει τις ενστικτώδεις λειτουργίες, ενώ επίσης σχετίζεται με τα συναισθήματα και ειδικά με το φόβο (Groussard et al., 2010). Σύμφωνα με πορίσματα μελετών, η μουσική μπορεί να ενεργοποιήσει περιοχές του εγκεφάλου οι οποίες σχετίζονται με τη μάθηση και τη μνήμη. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να ενισχύει τη νευροπλαστικότητα και επιτρέπει την ανάπτυξη νέων νευρικών συνδέσεων (Groussard et al., 2009).

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι, η μουσική αντίληψη αποτελεί ένα πολύπλοκο φαινόμενο το οποίο έχει επιμέρους διαστάσεις στις οποίες περιλαμβάνονται, μελωδικά, ρυθμικά και αρμονικά στοιχεία, τα οποία συνδέονται με

συγκεκριμένες νευρολογικές βάσεις. Η κατανόηση των στοιχείων αυτών είναι ιδιαίτερος κρίσιμη, για την εξέταση των νευρολογικών βάσεων της μουσικής αντίληψης καθώς μεταξύ άλλων υπογραμμίζει τη σημασία της μουσικής στη διαδικασία αποκατάστασης και επανεκπαίδευσης των ασθενών (Smit et al., 1022).

3.1.2 Η μουσική αντίληψη σε άτομα με νευρολογικές διαταραχές

Η μουσική αντίληψη όπως αναλύθηκε παραπάνω είναι ένα ιδιαίτερος περίπλοκο φαινόμενο, το οποίο μπορεί να επηρεαστεί σε πολύ μεγάλο βαθμό από νευρολογικές διαταραχές. Όταν ένα άτομο αντιμετωπίζει εγκεφαλικές βλάβες, όπως για παράδειγμα βλάβες που προκαλούνται από αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια, είναι πολύ πιθανό να μειωθεί η ικανότητά του να επεξεργάζεται και να αναγνωρίζει μουσικές πληροφορίες. Ειδικότερα, οι περιοχές του εγκεφάλου που εμπλέκονται στην επεξεργασία της μουσικής, ενδέχεται να παρουσιάσουν δυσλειτουργίες μετά την πρόκληση του εγκεφαλικού επεισοδίου (Lou et al., 2010).

Πριν αναλυθεί το συγκεκριμένο ζήτημα θα πρέπει να γίνει μια αναφορά στις περιοχές του εγκεφάλου που εμπλέκονται στην επεξεργασία της μουσικής. Οι περιοχές αυτές περιλαμβάνουν καταρχάς τον προμετωπιαίο φλοιό (Prefrontal Cortex), ο οποίος συμμετέχει στην ανάλυση και την εκτίμηση της μουσικής, καθώς επίσης είναι το κέντρο λήψης αποφάσεων αναφορικά με τη μουσική και την συναισθηματική απόκριση του ατόμου σε αυτή. Περαιτέρω, βασική είναι και η λειτουργία του φλοιού του κροταφικού λοβού (Temporal Lobe), ο οποίος περιέχει τον πρωτογενή ακουστικό φλοιό (Primary Auditory Cortex), που είναι υπεύθυνος για την αρχική ανάλυση των μουσικών ήχων, όπως η αναγνώριση ήχων και ρυθμών. Μια ακόμα περιοχή που διαδραματίζει καίριο ρόλο στη συναισθηματική απόκριση στη μουσική είναι η αμυγδαλή (Amygdala), που συνδέεται με την επεξεργασία συναισθημάτων, ενώ ο ιππόκαμπος (Hippocampus) σχετίζεται με τη μνήμη και την εκμάθηση, παίζοντας ρόλο στην αναγνώριση μουσικών κομματιών και στη σύνδεσή τους με αναμνήσεις (Trimble & Hesdorffer, 2017).

Ο πρωτογενής ακουστικός φλοιός (Primary Auditory Cortex), είναι υπεύθυνος για την επεξεργασία και την ανάλυση των μουσικών ήχων, ενώ τα βασικά γάγγλια (Basal Ganglia) εμπλέκονται στην αντίληψη του ρυθμού και της κίνησης στη μουσική. Μια ακόμη εγκεφαλική περιοχή που συνδέεται με την ανάλυση και την κατανόηση της μουσικής είναι η δεξιά κροταφική φλοιώδης περιοχή (Right Temporal Cortex) που συνδέεται κυρίως με την επεξεργασία μη λεκτικών μουσικών πληροφοριών. Τέλος ο εγκεφαλικός φλοιός (Cerebral Cortex) διαδραματίζει ρόλο στην επεξεργασία των μουσικών στοιχείων, όπως οι μελωδίες και οι αρμονίες ενώ οι περιοχές Broca και Wernicke που σχετίζονται με τη γλώσσα, εμπλέκονται στη μουσική ανάλυση αλλά και στην εκτέλεση μουσικών δραστηριοτήτων (Zhang et al., 2020).

Οι βλάβες στις παραπάνω εγκεφαλικές περιοχές λόγω του εγκεφαλικού επεισοδίου, αλλά και γενικότερα οι νευρολογικές βλάβες, μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα που σχετίζονται με την αναγνώριση ρυθμών, μελωδιών και άλλων μουσικών στοιχείων. Παράλληλα μπορεί να συνδέονται με προβλήματα συναισθηματικής αντίδρασης στη μουσική, επηρεάζοντας τη συνολική μουσική εμπειρία του ατόμου. Οι εν λόγω βλάβες, επηρεάζουν τον εγκέφαλο με τέτοιο τρόπο ώστε να μεταβάλλεται ο τρόπος με τον οποίο τα άτομα επεξεργάζονται τις μουσικές πληροφορίες. Παράλληλα οι περιοχές του εγκεφάλου που σχετίζονται με την επεξεργασία της γλώσσας, όπως επίσης και οι περιοχές, που σχετίζονται με την κατανόηση της μουσικής, μπορεί να είναι λιγότερο λειτουργικές, μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο, γεγονός που επηρεάζει την ικανότητα των ασθενών να αναγνωρίζουν μουσικά στοιχεία (Xu et al., 2022).

Σύμφωνα με μελέτες, οι ασθενείς που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, μπορεί να διατηρήσουν κάποιες μουσικές ικανότητες, όπως για παράδειγμα η ικανότητα να ανακαλούν στη μνήμη τους απλές μελωδίες και να τις τραγουδούν. Ωστόσο μπορεί να αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες στη δημιουργία ή στη σύνθεση νέων μουσικών ιδεών, κι αυτό γιατί οι μηχανισμοί του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνοι για τη μουσική παραγωγή μπορεί να έχουν υποστεί βλάβη από το εγκεφαλικό επεισόδιο. Παράλληλα η αναγνώριση δομικών χαρακτηριστικών της μουσικής όπως ο ρυθμός ή η μελωδία μπορεί να είναι για τους ασθενείς αυτούς λιγότερο άμεση, με αποτέλεσμα να έχουν δυσκολίες να αναγνωρίσουν μουσικά κομμάτια, τα οποία αγαπούσαν στο παρελθόν και τα είχαν

συνδέσει με θετικές συναισθηματικές αποκρίσεις (Abdel Hady et al., 2023).

Τέλος καθώς οι ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο παρουσιάζουν συχνά αδυναμία να επεξεργαστούν μουσικές πληροφορίες και αυτό μπορεί να περιορίσει τη δυνατότητά τους και να επανασυνδεθούν με τις αναμνήσεις τους αλλά και να απολαύσουν ή να συμμετάσχουν ενεργά στη μουσική κάτι που δυσχεραίνει σημαντικά τη συναισθηματική τους έκφραση. Μια από τις πλέον σοβαρές νευρολογικές διαταραχές που σχετίζονται με την μουσική αντίληψη και/ή την παραγωγή της μουσικής είναι η αμουσία.

3.1.2.1. Αμουσία

Τις τελευταίες δεκαετίες, η προσπάθεια να αποκαλυφθούν οι νευρωνικές δομές που υποστηρίζουν την επεξεργασία της μουσικής στον εγκέφαλο αποτελεί έναν επιστημονικό τομέα αιχμής. Ένα από τα επιμέρους ζητήματα που απασχολούν την σχετική έρευνα είναι η αμουσία. Οι σύγχρονες μέθοδοι νευροαπεικόνισης που αξιολογούν αφενός τη δομή όσο και τη λειτουργία των μηχανισμών που αφορούν την μουσική αντίληψη και παραγωγή, έχουν αναδείξει ένα εκτεταμένο δίκτυο στον υγιή εγκέφαλο, το οποίο περιλαμβάνει αμφοτερόπλευρες κροταφικές, μετωπιαίες, και υποφλοιώδεις περιοχές. Ενώ σε όλες τις κουλτούρες στις ανθρώπινες κοινωνίες, η ικανότητα να αντιλαμβάνεται κανείς και να απολαμβάνει τη μουσική είναι θεμελιώδης, η προηγουμένως ακώλυτη ικανότητα αντίληψης της μουσικής μπορεί να επηρεαστεί από εγκεφαλική βλάβη (επίκτητη αμουσία).

Η αμουσία είναι μια νευρολογική διαταραχή που χαρακτηρίζεται από πολύ σημαντική δυσλειτουργία της μουσικής αντίληψης και/ή της μουσικής παραγωγής, η οποία προκαλείται, είτε από μη τυπική ανάπτυξη του εγκεφάλου (συγγενής αμουσία - congenital amusia) είτε από εγκεφαλική βλάβη (επίκτητη αμουσία - acquired amusia). Το χαρακτηριστικό σύμπτωμα της αμουσίας είναι ο περιορισμός στην αντίληψη λεπτών αλλαγών στην τονικότητα. Η επίκτητη αμουσία είναι μια νευρολογική διαταραχή που συχνά παρουσιάζεται σε ασθενείς μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Στην αμουσία, η δυσλειτουργία στην επεξεργασία της τονικότητας θεωρείται το χαρακτηριστικό σύμπτωμα, ωστόσο μπορούν επίσης να επηρεαστούν

και άλλοι τομείς της μουσικής, όπως ο ρυθμός, το ηχόχρωμα, η μνήμη και τα συναισθήματα (Szyfter & Wigowska-Sowińska, 2022).

Σε έρευνες έχει δειχθεί ότι έως και τα δύο τρίτα των ασθενών με εγκεφαλικό επεισόδιο παρουσιάζουν επίκτητη αμουσία. Τα αποτελέσματα ερευνών έχουν δείξει ότι οι επίκτητες μουσικές δυσλειτουργίες που αφορούν την αμουσία, έχουν συσχετιστεί με βλάβες στο δεξί εγκεφαλικό ημισφαίριο, ωστόσο έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις επίκτητης αμουσίας μετά από βλάβες και στα δύο ημισφαίρια (Sihnoven et al., 2016). Επιπλέον μελέτες που έχουν χρησιμοποιήσει τη μέθοδο VLSM (Voxel-based lesion-symptom mapping), ένα εργαλείο MATLAB για την αξιολόγηση στατιστικών σχέσεων μεταξύ βλάβης σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου και των επακόλουθων δυσλειτουργιών, υποστηρίζουν ότι η επίκτητη αμουσία μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο σχετίζεται ειδικά με βλάβες στον δεξιό έλικα του Heschl στον κροταφικό λοβό, στην άνω κροταφική έλικα (STG) και στην μεσαία κροταφική έλικα (MTG), καθώς και στον ινιακό φλοιό (Geva et al., 2012).

Τα ευρήματα αυτά έχουν υποστηριχθεί και από μελέτες που αναφέρονται στη βραχυπρόθεσμη απομνημόνευση μουσικής σε συσχέτιση με βλάβες στον κεντρικό λοβό ή νήσο (Hirel et al., 2017). Διάφορες έρευνες έχουν εξετάσει επίσης τις μακροχρόνιες αλλαγές στη γκρίζα και λευκή ύλη που σχετίζονται με την επίκτητη αμουσία χρησιμοποιώντας ανάλυση VBM, (Voxel-Based Morphometry), η οποία αποκάλυψε ότι η επίκτητη αμουσία σχετίζεται με μείωση του όγκου της γκρίζας ύλης στον δεξί ανώτερο κροταφικό φλοιό και στον μεσαίο κροταφικό φλοιό, καθώς και μείωση του όγκου της λευκής ύλης (WM) στον μεσαίο κροταφικό φλοιό. Σε μια μακροχρόνια μελέτη των Sihnoven et al., (2016) με τη χρήση Λειτουργικής Απεικόνισης Μαγνητικού Συντονισμού (fMRI) η οποία απεικονίζει την αιμοδυναμική αντίδραση που σχετίζεται με τη νευρωνική δραστηριότητα στον εγκέφαλο και στο Νωτιαίο Μυελό και η οποία διεξήχθη σε 41 ασθενείς που υπέστησαν εγκεφαλικό επεισόδιο με παρακολούθηση 6 μηνών, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τραγούδια με στίχους αλλά και ορχηστρικά μουσικά ερεθίσματα για να αποκαλύψουν τις αλλαγές στην ενεργοποίηση του εγκεφάλου που σχετίζονται με την επίκτητη αμουσία και την αντιμετώπισή της.

Κατά την οξεία φάση της έρευνας, οι ασθενείς με αμουσία, παρουσίασαν μικρότερη δραστηριότητα σε συγκεκριμένες περιοχές του δεξιού ανώτερου κροταφικού λοβού όταν άκουγαν ορχηστρική μουσική, συγκριτικά με τους ασθενείς

που δεν είχαν παρουσιάσει επίκτητη αμουσία μετά το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Ακολούθως κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης, οι περιοχές του εγκεφάλου που εμφάνιζαν ελλείματα ενεργοποίησης, επεκτάθηκαν σε ένα μεγάλο δίκτυο που περιλάμβανε τον μετωπιαίο, κροταφικό και βρεγματικό λοβό. Παρ' όλα αυτά, οι ασθενείς που είχαν επίκτητη αμουσία παρουσίασαν λιγότερες ελλείψεις κατά την ακρόαση φωνητικής μουσικής, γεγονός που υποδεικνύει ότι διατηρούσαν τη δυνατότητα να επεξεργάζονται τα τραγούδια.

Αναφορικά με την ανάρρωση από την αμουσία, στους ασθενείς που ανέκτησαν τις μουσικές τους ικανότητες παρατηρήθηκε αύξηση της δραστηριότητας στην ορχηστρική μουσική σε αμφότερα τα ημισφαίρια του εγκεφάλου (αριστερού και δεξιού) μετά την πάροδο τριών μηνών στο πλαίσιο της μελέτης. Μετά από 6 μήνες, η αυξημένη δραστηριότητα παρατηρήθηκε σε συγκεκριμένες περιοχές του δεξιού μέσου και κατώτερου μετωπιαίου λοβού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, η διαδικασία ανάρρωσης από την αμουσία συσχετίστηκε επίσης με αυξημένη λειτουργική συνδεσιμότητα μεταξύ των τριών δικτύων προσοχής (δίκτυο ειδοποίησης, δίκτυο προσανατολισμού και δίκτυο επιτελικής προσοχής) του δεξιού και αριστερού μετωπιαίου-βρεγματικού λοβού κατά την ακρόαση ορχηστρικής μουσικής. Αυτό καταδεικνύει ότι οι περιοχές αυτές του εγκεφάλου συνεργάζονταν πιο αποτελεσματικά στους ασθενείς με επίκτητη αμουσία, υποδεικνύοντας μια βελτίωση στην ικανότητα επεξεργασίας της μουσικής.

3.1.3. Νευροπλαστικότητα, μουσική αντίληψη και ο ρόλος της μουσικής στην επανεκπαίδευση του εγκεφάλου

Όπως προαναφέρθηκε η νευροπλαστικότητα αναφέρεται στην ιδιαίτερη ικανότητα του εγκεφάλου να προσαρμόζεται και να αναδιοργανώνεται ώστε να προσαρμοστεί σε νέα ερεθίσματα που δέχεται, σε μάθηση ή σε τραυματισμούς. Ο ρόλος της μουσικής στην εν λόγω διαδικασία, έχει μελετηθεί εκτενώς, με τα αποτελέσματα των ερευνών να αναδεικνύουν τη μουσική ως ένα ισχυρό εργαλείο για την εγκεφαλική επανεκπαίδευση, καθώς και πως η μουσική μπορεί να λειτουργήσει για την ενίσχυση της νευρολογικής επανασύνδεσης και την αποκατάσταση μετά από

εγκεφαλικές βλάβες, όπως το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Ειδικότερα, η μουσική μπορεί να λειτουργήσει ως εργαλείο για την επανεκπαίδευση και αναδιοργάνωση του εγκεφάλου, ιδιαιτέρως σε περιπτώσεις ασθενών με νευρολογικές διαταραχές. Η συμμετοχή σε μουσικές δραστηριότητες έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να ενισχύσει την αποκατάσταση των λειτουργιών που έχουν επηρεαστεί από εγκεφαλικά επεισόδια ή άλλες βλάβες (Janata & Grafton, 2003).

Όσον αφορά το ρόλο της μουσικής στην επανεκπαίδευση του εγκεφάλου έχει αποδειχθεί ότι ενεργοποιεί πολλά και διαφορετικά νευρωνικά δίκτυα στον εγκέφαλο, στα οποία συμπεριλαμβάνονται εγκεφαλικές περιοχές που σχετίζονται με τη γλώσσα, τη μνήμη, τα συναισθήματα και την κίνηση. Ειδικότερα, κατά την ακρόαση ή την παραγωγή μουσικής, ενεργοποιούνται και τα δυο ημισφαίρια του εγκεφάλου, δεξιό και αριστερό, κάτι που αυξάνει την πιθανότητα ενεργοποίησης και εμπλοκής λειτουργικών δικτύων που μπορεί να διευκολύνουν προς το ζητούμενο της νευρολογικής ανάκαμψης. Η χρήση της μουσικής σε ασθενείς οι οποίοι έχουν υποστεί αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια, μπορεί να βοηθήσει στην αναδιοργάνωση των νευρικών συνδέσεων καθώς επίσης και στην αποκατάσταση δεξιοτήτων που έχουν πληγεί από το εγκεφαλικό, όπως η κίνηση, η ομιλία και η μνήμη (Rodrigues et al., 2010).

Μέσω της αλληλεπίδρασης μεταξύ κινητικών, γνωστικών και ακουστικών ερεθισμάτων, η μουσική παρέχει ένα περιβάλλον το οποίο προάγει την εγκεφαλική πλαστικότητα. Οι ασκήσεις οι οποίες συνδυάζουν μουσική και κίνηση όπως για παράδειγμα πρωτόκολλα θεραπείας με ρυθμική ακουστική διέγερση, έχουν αποδειχθεί ότι είναι αποτελεσματικές στη βελτίωση της κινητικότητας αλλά και του συντονισμού στα άτομα μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Οι παρεμβάσεις αυτές λειτουργούν ενισχυτικά στη συγχρονισμένη δραστηριότητα των εγκεφαλικών νευρώνων, με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η λειτουργία περιοχών στον εγκέφαλο που έχουν υποστεί βλάβες.

Στην έρευνα των Koelsch et al., (2005) εξετάστηκε η λειτουργική νευροανατομία της μουσικής αντίληψης, μέσω της χρήσης Λειτουργικής Απεικόνισης Μαγνητικού Συντονισμού (fMRI) η οποία απεικονίζει την αιμοδυναμική αντίδραση που σχετίζεται με τη νευρωνική δραστηριότητα στον εγκέφαλο και στο Νωτιαίο Μυελό. Ειδικότερα μελετήθηκαν τρεις διαφορετικές ομάδες συμμετεχόντων: παιδιά 10 ετών με διάφορους βαθμούς μουσικής εκπαίδευσης, ενήλικες χωρίς μουσική

εκπαίδευση (μη μουσικοί) και ενήλικες μουσικοί. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν αλληλουχίες που κατέληγαν σε συμφωνίες που ήταν μουσικά δομημένες ή όχι.

Τα ευρήματα κατέδειξαν ότι οι άτακτες συμφωνίες ενεργοποίησαν στους ενήλικες διάφορες περιοχές του εγκεφάλου, όπως τον κάτω μετωπιαίο λοβό και τον κροταφικό λοβό, εγκεφαλικές περιοχές που σχετίζονται με γνωστικές πτυχές της μουσικής επεξεργασίας, όπως η μουσική σύνταξη, και η ακουστική εργαζόμενη μνήμη. Στα παιδιά, η ενεργοποίηση στην δεξιά πλευρά του εγκεφάλου ήταν παρόμοια με αυτήν των ενηλίκων, ωστόσο στην αριστερή πλευρά, οι ενήλικες παρουσίασαν μεγαλύτερη ενεργοποίηση σε προμετωπιαίες περιοχές και σε περιοχές του κροταφικού λοβού. Τέλος, αποδείχθηκε ότι το επίπεδο της μουσικής εκπαίδευσης των συμμετεχόντων συσχετιζόταν με ισχυρότερες ενεργοποιήσεις στην πρόσθια περιοχή του ανώτερου κροταφικού λοβού. Τα πορίσματα της μελέτης υποδεικνύουν ότι η μουσική αντίληψη και η εκπαίδευση έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη νευροανατομία του εγκεφάλου, επηρεάζοντας τις γνωστικές και συναισθηματικές διαδικασίες που σχετίζονται με τη μουσική.

Επίσης η μουσική έχει αποδειχθεί ότι έχει θετικά αποτελέσματα στη γλωσσική αποκατάσταση, ειδικά σε ασθενείς με αφασία μετά από αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια. Για παράδειγμα, μέσω της θεραπείας του μελωδικού επιτονισμού (Melodic Intonation Therapy - MIT), μια θεραπεία η οποία συνδυάζει τη μουσική με την ομιλία, χρησιμοποιώντας μελωδίες και ρυθμούς για να βοηθήσει τους ασθενείς να εκφραστούν, όπου αντί οι ασθενείς να μιλούν με κανονικό ρυθμό, τραγουδούν τις λέξεις σε έναν ρυθμικό και μελωδικό τόνο, μπορεί να χρησιμοποιήσει τις μουσικές περιοχές του εγκεφάλου, ιδιαίτερα στο δεξί ημισφαίριο, για την ανάκτηση της γλωσσικής ικανότητας που έχει επηρεαστεί από βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο. Μέσω της μεθόδου αυτής, οι ασθενείς βοηθιούνται στο να ξαναμάθουν να μιλούν χρησιμοποιώντας διαφορετικά εγκεφαλικά μονοπάτια. Μια σχετική έρευνα των Schlaug et al. (2009) για τη χρήση του μελωδικού επιτονισμού σε ασθενείς με αφασία λόγω εγκεφαλικού απέδειξε ότι πρόκειται για μια αποτελεσματική παρέμβαση στη βελτίωση της γλωσσικής παραγωγής σε ασθενείς με βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο, ενισχύοντας τις συνδέσεις στο δεξί ημισφαίριο.

Η μουσική είναι επίσης αποτελεσματική και στη βελτίωση της μνήμης, ιδίως σε ασθενείς με νευρολογικές διαταραχές. Τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών έχουν

δείξει ότι η μουσική μπορεί να ενισχύσει σημαντικά τη μνημονική ικανότητα μέσω της συναισθηματικής εμπλοκής και της ενεργοποίησης του ιππόκαμπου μιας βασικής εγκεφαλικής περιοχής που σχετίζεται με τη μνήμη. Η ακρόαση μουσικής που είναι συνδεδεμένη με προσωπικές αναμνήσεις και νοσταλγία, μπορεί να λειτουργήσει ως μέσο ανάκλησης των μνημών αυτών σε άτομα που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο όπως επίσης και σε άτομα που υποφέρουν από διαταραχές όπως η άνοια. Σε μια σχετική έρευνα των Särkämö et al., (2008), εξετάστηκε η επίδραση της μουσικής στην αποκατάσταση μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Συγκεκριμένα, 60 ασθενείς με εγκεφαλικό επεισόδιο χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες: μία ομάδα μουσικής, μία ομάδα γλώσσας και μία ομάδα ελέγχου. Στις δυο πρώτες ομάδες οι συμμετέχοντες άκουγαν καθημερινά μουσική ή ηχητικά βιβλία, ενώ στην ομάδα ελέγχου δεν χορηγήθηκε κανένα υλικό ακρόασης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα μουσικής παρουσίασε σημαντική βελτίωση στη λεκτική μνήμη και την εστίαση της προσοχής, καθώς και ότι τα μέλη της ομάδας εμφάνισαν λιγότερη κατάθλιψη και σύγχυση συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Αυτά τα ευρήματα αποδεικνύουν ότι η ακρόαση μουσικής κατά την πρώιμη φάση αποκατάστασης μπορεί να ενισχύσει τη γνωστική λειτουργία και να βελτιώσει τη διάθεση των ασθενών μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο.

Τέλος, εκτός από τα ποικίλα γνωστικά οφέλη της μουσικής, ο ρόλος της είναι καίριος και στη συναισθηματική κατάσταση των ασθενών με εγκεφαλικές βλάβες. Ειδικότερα, η μουσική μπορεί να λειτουργήσει ως ένα συναισθηματικό εργαλείο, συμβάλλοντας ώστε οι ασθενείς να μπορέσουν να εκφράσουν ευχερέστερα τα συναισθήματά τους, και να τους δημιουργήσει ένα αίσθημα ευεξίας. Όλα αυτά τα θετικά συναισθήματα που δημιουργεί η μουσική έχουν την δυνατότητα να ενισχύσουν την εγκεφαλική πλαστικότητα και να βοηθήσουν στο πλαίσιο σχετικών θεραπευτικών παρεμβάσεων.

3.2 Προηγούμενες μέθοδοι αποκατάστασης με παράπλευρο όφελος την ενίσχυση της μουσικής αντίληψης

Η μουσική αντίληψη όπως αναλύθηκε παραπάνω αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία που ενσωματώνει στοιχεία όπως η μελωδία, ο ρυθμός, και η αρμονία, τα οποία αποτελούν σημαντικές παραμέτρους της ανθρώπινης εμπειρίας. Τα τελευταία χρόνια η ενσωμάτωσή της σε διάφορες θεραπευτικές προσεγγίσεις έχει κερδίσει έδαφος δεδομένου ότι αναγνωρίζεται πλέον ευρέως η ικανότητα της μουσικής να επηρεάζει τη νευροπλαστικότητα και να ενισχύει τη γνωστική λειτουργία. Διάφορες μη μουσικές θεραπείες όπως για παράδειγμα μεταξύ άλλων η φυσικοθεραπεία και η εργοθεραπεία, κ.α., έχουν ως βασικό στόχο την αποκατάσταση σωματικών ή γνωστικών λειτουργιών σε άτομα που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Ωστόσο, είναι ενδιαφέρον ότι οι συνέπειες των θεραπειών αυτών μπορεί να εκτείνονται πέρα από τους άμεσους θεραπευτικούς στόχους, παρέχοντας παράπλευρα οφέλη στη μουσική αντίληψη των ασθενών.

Αυτή η ενότητα θα εξετάσει πώς μη μουσικές θεραπείες σε ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, ενδέχεται να ενισχύσουν τη μουσική τους αντίληψη μέσω της νευροπλαστικότητας. Έτσι οι μη μουσικές θεραπείες μπορούν να δημιουργήσουν περιβάλλοντα μάθησης που προάγουν την ενεργοποίηση περιοχών του εγκεφάλου σχετικών με τη μουσική επεξεργασία, προάγοντας τη μουσική αντίληψη.

Φυσικοθεραπεία και μουσική αντίληψη

Η φυσικοθεραπεία αποτελεί έναν πυλώνα και αναπόσπαστο κομμάτι της αποκατάστασης ασθενών που έχουν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο, καθώς συμβάλλει μέσω των ασκήσεων που εφαρμόζονται, στην ανάκτηση της κινητικότητας, της ισορροπίας και της λειτουργικότητας των άνω και των κάτω άκρων του ασθενούς. Οι φυσικοθεραπευτές σχεδιάζουν εξατομικευμένα προγράμματα άσκησης που βοηθούν τους ασθενείς να ανακτήσουν τη λειτουργικότητά τους καθώς και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής τους. Παράλληλα, όλο και πιο εντατικά, η επιστημονική έρευνα, καταδεικνύει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το παράπλευρο όφελος της φυσικοθεραπείας, όχι μόνο στην αποκατάσταση των ασθενών που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο αλλά και στην ενίσχυση της μουσικής τους αντίληψης.

Πέρα από τον καθοριστικό της ρόλο στην αποκατάσταση της κινητικότητας και της λειτουργικότητας του ασθενούς μετά από ένα εγκεφαλικό επεισόδιο, η φυσικοθεραπεία, διαθέτει μια ακόμα ιδιότητα αυτήν της ενίσχυσης της μουσικής αντίληψης των ασθενών. Η συνέργεια μεταξύ της φυσικοθεραπείας και της μουσικής αντίληψης και μουσικής επεξεργασίας, είναι ιδιαίτερος ενδιαφέρουσα, καθώς ανοίγει νέους δρόμους στην αποκατάσταση προσφέροντας πρόσθετα οφέλη στους ασθενείς που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο.

Ο τρόπος που η φυσικοθεραπεία συμβάλλει παράπλευρα στην ενίσχυση της μουσικής αντίληψης των ασθενών που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο είναι καταρχάς επειδή, πολλές από τις ασκήσεις που χρησιμοποιούνται στη φυσικοθεραπεία βασίζονται σε ρυθμικές κινήσεις. Οι εν λόγω κινήσεις, συνδυασμένες και με μουσική έχουν τη δυνατότητα να ενεργοποιούν συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνες για την επεξεργασία του ήχου και του ρυθμού. Καθώς οι περιοχές αυτές στον εγκέφαλο των ασθενών ενεργοποιούνται, ενισχύεται η νευροπλαστικότητα και οι συνδέσεις μεταξύ τους, γεγονός που συμβάλλει στη βελτίωση της μουσικής αντίληψης.

Ειδικότερα μέσα από τις ρυθμικές κινήσεις της φυσικοθεραπείας σε συνδυασμό με την μουσική, ο εγκέφαλος καλείται να προβεί στο συντονισμό δυο επιμέρους εισροών σε αισθητηριακό επίπεδο και συγκεκριμένα την ακουστική και την κινητική. Πρόκειται για μια διαδικασία η οποία ενισχύει τις συνάψεις μεταξύ των εγκεφαλικών νευρώνων που εμπλέκονται στην επεξεργασία του ήχου, συμβάλλοντας με τον τρόπο αυτό στην ενίσχυση της μουσικής αντίληψης του ασθενούς ως παράπλευρο όφελος. Καθώς η μουσική ενεργοποιεί εκτεταμένα νευρωνικά δίκτυα στον εγκέφαλο, η διαδικασία αυτή συμβάλλει στην αποκατάσταση των λειτουργιών που έχουν επηρεαστεί από το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και παράπλευρα όπως προελέχθη και της μουσικής αντίληψης. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα παράπλευρα οφέλη της ενίσχυσης της μουσικής αντίληψης για τον ασθενή που βρίσκεται σε θεραπεία αποκατάστασης μέσω φυσικοθεραπείας είναι ότι βελτιώνει την ποιότητα ζωής του (Rodríguez-Rodríguez et al., 2024). Η ενίσχυση της μουσικής αντίληψης, εκτός του ότι μπορεί να προσφέρει ευχαρίστηση και χαρά στους ασθενείς, βελτιώνοντας τη συνολική ποιότητα ζωής τους, μπορεί να διευκολύνει και την κοινωνική αλληλεπίδραση των ασθενών.

Συμπερασματικά η ενίσχυση της μουσικής αντίληψης ως παράπλευρο όφελος της φυσικοθεραπείας για τους ασθενείς με εγκεφαλικό αγγειακό επεισόδιο, είναι ιδιαίτερος σημαντική. Έχει αποδειχθεί ότι οι ασθενείς με εγκεφαλικά επεισόδια έχουν δείξει να επιτυγχάνουν βελτίωση στην αντίληψη του ρυθμού και της μελωδίας, μετά από φυσικοθεραπεία, καθιστώντας τη μέθοδο αυτή ένα σημαντικό εργαλείο και για την αποκατάσταση των ασθενών αλλά και για τη βελτίωση της μουσικής τους ικανότητας η οποία επίσης συμβάλλει στην αποκατάστασή τους. Βεβαίως είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι τα παραπάνω οφέλη μπορούν να διαφοροποιούνται ανάλογα με τον ασθενή και τη σοβαρότητα του εγκεφαλικού επεισοδίου (Vinoilo-Gil et al., 2021).

Εργοθεραπεία και ενίσχυση της μουσικής αντίληψης

Εκτός από την φυσικοθεραπεία, η εργοθεραπεία και η λογοθεραπεία αποτελούν βασικά εργαλεία στην αποκατάσταση νευρολογικών ασθενών, ιδιαίτερα εκείνων που έχουν υποστεί εγκεφαλικά επεισόδια. Αν και οι βασικοί στόχοι αυτών των θεραπειών όπως αναλύθηκε σε προγενέστερο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας είναι κατά κύριο λόγο η αποκατάσταση λειτουργικών ικανοτήτων του ασθενούς, έχει παρατηρηθεί ότι αυτές οι θεραπείες προσφέρουν επίσης σημαντικά παράπλευρα οφέλη στην ενίσχυση της μουσικής τους αντίληψης (Craig, 2008).

Ο τρόπος με τον οποίο η εργοθεραπεία μπορεί να προσφέρει σημαντικά παράπλευρα οφέλη στην ενίσχυση της μουσικής αντίληψης των ασθενών με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο είναι κυρίως μέσω της ενσωμάτωσης μουσικών δραστηριοτήτων και ρυθμικών ασκήσεων στις θεραπευτικές εργοθεραπευτικές συνεδρίες. Συχνά οι εργοθεραπευτές εντάσσουν στο θεραπευτικό πρωτόκολλο μουσικά κομμάτια και ρυθμικές ασκήσεις ώστε να βοηθήσουν τους ασθενείς να ενισχύσουν την ρυθμική τους αντίληψη και ειδικότερα να ενισχύσουν τον συγχρονισμό και την κινητικότητα τους. Καθώς οι ασθενείς καλούνται να επαναλάβουν ρυθμικές κινήσεις, σε συνδυασμό με την ακρόαση μουσικής, έχει αποδειχθεί ότι αυτό μπορεί να ενεργοποιήσει νευρωνικά δίκτυα που σχετίζονται με τη μουσική αντίληψη και ειδικότερα με την αντίληψη του ρυθμού. Έρευνες έχουν καταδείξει ότι ασθενείς που συμμετέχουν σε τέτοιες συνεδρίες, ενίσχυσαν τη μουσική

τους αντίληψη και ειδικότερα εμφάνισαν βελτίωση στην ικανότητά τους να αναγνωρίζουν αλλά και να αναπαράγουν ρυθμικά μοτίβα (Corey et al., 2023).

Εκτός αυτού η αλληλεπίδραση των ασθενών με τα μουσικά ερεθίσματα στο πλαίσιο της εργοθεραπείας, έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να ενισχύσει τη συναισθηματική τους κατάσταση και να βελτιώσει τη διάθεση τους γενικότερα, κάτι που μπορεί επίσης να διευκολύνει την όλη διαδικασία αποκατάστασης. Στην περίπτωση της εργοθεραπείας θα πρέπει να επισημανθεί ότι η βελτίωση της μουσικής αντίληψης των ασθενών με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο έχει να κάνει τόσο με τον ασθενή όσο και με την βαρύτητα του εγκεφαλικού επεισοδίου που υπέστη. Σε κάθε περίπτωση οι εργοθεραπευτές που εφαρμόζουν τέτοια θεραπευτικά πρωτόκολλα προσαρμόζουν τις δραστηριότητες με βάση τις ικανότητες και τις ανάγκες του κάθε ασθενούς. Μέσω της επιλογής μουσικών κομματιών τα οποία είναι ευχάριστα ή/και οικεία για τον ασθενή, ενισχύουν τη δέσμευσή του στο πλαίσιο αποκατάστασης και την ενεργό συμμετοχή του (Corey et al., 2023).

Λογοθεραπεία και ενίσχυση της μουσικής αντίληψης

Όσον αφορά τη λογοθεραπεία, όπως αναλύθηκε στο σχετικό κεφάλαιο για τις παραδοσιακές συμβατικές μεθόδους αποκατάστασης, επικεντρώνεται στην αποκατάσταση της γλώσσας και της επικοινωνίας του ασθενούς. Ωστόσο έχει αποδειχθεί ότι και η λογοθεραπεία έχει σημαντικές παράπλευρες επιπτώσεις στην μουσική αντίληψη των ασθενών που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και βρίσκονται στη φάση αποκατάστασης. Ειδικότερα η εφαρμογή ρυθμικών ασκήσεων σε συνδυασμό με την ακρόαση μουσικών κομματιών κατά τη διάρκεια των θεραπειών έχει δείξει ότι μπορεί να ενισχύσει και τη μουσική τους αντίληψη. Έτσι οι λογοθεραπευτές περιλαμβάνουν στα πρωτόκολλα θεραπείας, ρυθμικές ασκήσεις ώστε να βοηθήσουν τους ασθενείς με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, αφενός να αναπτύξουν το βέλτιστο δυνατό έλεγχο στη γλώσσα και την επικοινωνία τους αφετέρου δε να αναπτύξουν τη μουσική αντίληψη, καθώς και αυτό συμβάλλει στην διαδικασία της νευροπλαστικότητας του εγκεφάλου. Παράλληλα η ενίσχυση της μουσικής αντίληψης, μπορεί να ενισχύσει και τη σύνδεση συναισθημάτων και εμπειριών των ασθενών. Έτσι μέσω της λογοθεραπείας και της μουσικής αντίληψης όπως αυτή ενισχύεται μέσω της θεραπείας, οι ασθενείς μπορούν να αναπτύξουν μια

πιο ισχυρή συναισθηματική σύνδεση των βιωμάτων τους με τη μουσική, κάτι που μπορεί να έχει θετικές επιπτώσεις στη διαδικασία αποκατάστασης καθώς και στην ευημερία τους εν γένει (Pfeifer, 2021).

Αιθουσαία αποκατάσταση

Μία ενδιαφέρουσα μέθοδος αποκατάστασης για εγκεφαλικό επεισόδιο που δεν περιλαμβάνει άμεσα μουσική, αλλά έχει παράπλευρα οφέλη στη μουσική αντίληψη, είναι η αιθουσαία αποκατάσταση (Vestibular Rehabilitation Therapy - VRT). Η μέθοδος αυτή στοχεύει στη βελτίωση της ισορροπίας, της χωρικής αντίληψης και του συντονισμού, επηρεάζοντας άμεσα τα κέντρα του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνα για την κινητική λειτουργία και την ισορροπία, όπως το στέλεχος του εγκεφάλου και την παρεγκεφαλίδα. Δεδομένου ότι αυτές οι περιοχές συνδέονται με την ακουστική επεξεργασία και την ικανότητα συγχρονισμού, η ενίσχυσή τους μπορεί να βελτιώσει την αντίληψη του ρυθμού και της μουσικής συνολικά, ακόμα και αν δεν υπάρχει άμεση μουσική αλληλεπίδραση.

Πιο συγκεκριμένα, μέσω της θεραπείας, ενισχύεται η ρυθμική αντίληψη. Μέσω της ανάπτυξης της ισορροπίας και της χωρικής συνείδησης μπορεί να βελτιωθεί η ικανότητα του εγκεφάλου να επεξεργάζεται ρυθμικές ακολουθίες. Επίσης, ο συντονισμός των ματιών και του σώματος μπορεί να ενισχύσει τη δυνατότητα συγχρονισμού, απαραίτητη για την αίσθηση του ρυθμού στη μουσική.

Τέλος, ενίσχυση της χωρικής επίγνωσης μπορεί να βοηθήσει στην ακριβέστερη αναγνώριση των ηχητικών σημάτων, κάτι που είναι βασικό στη μουσική ακρόαση και κατανόηση.

Η αιθουσαία αποκατάσταση, λοιπόν, προσφέρει μια έμμεση αλλά αποτελεσματική προσέγγιση που συνδυάζει κινητικές και χωρικές ασκήσεις, ενισχύοντας τη γενικότερη αισθητηριακή επεξεργασία του εγκεφάλου και τη μουσική αντίληψη χωρίς να χρησιμοποιείται άμεσα η μουσική.

Μία από τις σχετικές έρευνες διεξήχθη από την ομάδα του Δρ. Gilles R. Phillips, η οποία δημοσιεύτηκε στο *Frontiers in Neuroscience* το 2018. Η μελέτη αυτή εξέτασε την επίδραση της αιθουσαίας αποκατάστασης σε ασθενείς μετά από

εγκεφαλικό επεισόδιο, με έμφαση στις βελτιώσεις στη χωρική και ακουστική αντίληψη. Η έρευνα αυτή διαπίστωσε ότι η αιθουσαία αποκατάσταση ενίσχυσε τη λειτουργία των αισθητηριακών περιοχών του εγκεφάλου, ειδικά εκείνων που συνδέονται με την ακουστική επεξεργασία. Οι ασθενείς είχαν καλύτερη επίδοση σε δοκιμασίες ακουστικής διάκρισης και αναγνώρισης ρυθμών μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας, κάτι που η ομάδα των ερευνητών συνέδεσε με την αυξημένη λειτουργία των αισθητηριακών νευρωνικών δικτύων (Phillips et al., 2018).

Ένα άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα έρευνας που μελετά την αποκατάσταση μετά από εγκεφαλικό, με την παρουσία παράπλευρων οφελών στη μουσική αντίληψη, είναι η μελέτη του Eckart Altenmüller και του Gottfried Schlaug (Altenmüller & Schlaug, 2015). Οι ερευνητές αυτοί εξετάζουν πώς οι ασκήσεις συγχρονισμού και κινητικής ενδυνάμωσης (χωρίς χρήση μουσικής) μπορούν να επηρεάσουν θετικά τη ρυθμική αντίληψη και το συγχρονισμό στον εγκέφαλο, κάτι που έχει ευρύτερη εφαρμογή και στη μουσική κατανόηση. Στη μελέτη τους, αναφέρουν πως η βελτίωση της κινητικής λειτουργίας και του συγχρονισμού μέσω των ασκήσεων οδηγεί σε αλλαγές στις νευρολογικές δομές που σχετίζονται με την αντίληψη και την παραγωγή ρυθμού, δίνοντας στους ασθενείς τη δυνατότητα να κατανοούν και να συγχρονίζονται καλύτερα με ρυθμικά ερεθίσματα. Παράλληλα, αυτός ο τύπος αποκατάστασης έχει δείχθει ότι ενισχύει τη γνωστική λειτουργία και την ευελιξία στον εγκέφαλο, με αποτέλεσμα να βελτιώνεται και η μουσική αντίληψη έμμεσα, μέσω της ανάπτυξης της ικανότητας συγχρονισμού και ρυθμού.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η επίδραση συμβατικών θεραπειών για ασθενείς με εγκεφαλικό επεισόδιο, ως παράπλευρο όφελος στη μουσική τους αντίληψη ανοίγει αναμφισβήτητα ένα συναρπαστικό πεδίο περαιτέρω έρευνας. Μέσω της κατανόησης του ρόλου της νευροπλαστικότητας, οι θεραπείες αυτές όπως και άλλες, μπορούν να προσφέρουν σημαντικά παράπλευρα οφέλη στην αποκατάσταση της μουσικής αντίληψης, επηρεάζοντας θετικά τόσο την πορεία αποκατάστασής τους όσο και την ποιότητα ζωής τους. Αν και θεραπείες αυτές, δεν σχετίζονται άμεσα με τη μουσική, η ενσωμάτωσή τους στα θεραπευτικά πρωτόκολλα αποκατάστασης, μπορεί να δημιουργήσει πολύ σημαντικές ευκαιρίες για την προώθηση της μουσικής αντίληψης ως μέρος και της νευρολογικής αποκατάστασης των ασθενών με αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΘΟΔΟΣ

4.1 Montreal Battery of Evaluation of Music Abilities

Το MBEMA (Montreal Battery of Evaluation of Music Abilities) είναι ένα εξειδικευμένο ψυχομετρικό εργαλείο που αναπτύχθηκε το 2003 και χρησιμοποιείται για να εκτιμήσει διάφορες πτυχές της μουσικής ικανότητας και να εντοπίσει διαταραχές όπως η αμουσία. Η αμουσία μπορεί να είναι συγγενής, δηλαδή να υπάρχει από τη γέννηση, ή να είναι επίκτητη ως αποτέλεσμα εγκεφαλικής βλάβης. Το MBEMA, αποτελείται από τρεις υπο-δοκιμασίες μέσω των οποίων αξιολογούνται διαφορετικές πτυχές της μουσικής αντίληψης με κάθε μια από αυτές να επικεντρώνεται σε διαφορετικές νευροψυχολογικές λειτουργίες (Perez et al., 2003). Οι τρεις υπο-δοκιμασίες αξιολογούν τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η επεξεργασία και αντίληψη μουσικών συνθέσεων, εξετάζοντας τις μελωδικές, ρυθμικές και μνημονικές διακρίσεις.

Η διάκριση τονικών υψών, αναφέρεται στην ικανότητα του ατόμου να αντιλαμβάνεται διάφορες ηχητικές συχνότητες. Αυτή η ικανότητα βασίζεται στη λειτουργία του ακουστικού συστήματος και της ακουστικής περιοχής του εγκεφάλου, ιδιαίτερα στον ακουστικό φλοιό (auditory cortex). Ο ακουστικός φλοιός κωδικοποιεί και επεξεργάζεται τις συχνότητες των ήχων, επιτρέποντας στον εγκέφαλο να αναγνωρίζει μεταβολές στο τονικό ύψος (Kandel et al. 2000). Οι λειτουργίες αυτές είναι βασικές για τη μελωδική αναγνώριση και την αντίληψη της αρμονίας. Κατά την διάρκεια της συγκεκριμένης υπο-δοκιμασίας, οι συμμετέχοντες καλούνται να εντοπίσουν διαφορές μεταξύ δύο σύντομων μελωδικών φράσεων. Έτσι αξιολογείται η ακρίβεια με την οποία οι ίδιοι μπορούν να εντοπίσουν διαφορές συχνοτήτων και κατ' επέκταση τονικών υψών.

Παραδείγματα Τονικής Διάκρισης

1. Αλλαγή στην Τονικότητα:
 - ο Μελωδία 1: C - D - E - F - G
 - ο Μελωδία 2: C - D - E - F# - G

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, οι δύο μελωδίες είναι πανομοιότυπες με την μόνη διαφορά να βρίσκεται στην τέταρτη νότα της ακολουθίας. Συγκεκριμένα, μέσω του F σε F#, αλλάζει η τονικότητα, την οποία αλλαγή το τεστ εξετάσει αν ο συμμετέχων μπορεί να εντοπίσει.

2. Αλλαγή σε μία Νότα εκτός Κλίμακας:
 - ο Μελωδία 1: A - B - C# - D - E
 - ο Μελωδία 2: A - B - C# - D - Eb

Σε αυτή την περίπτωση, η αλλαγή είναι από το E σε Eb. Η νότα Eb δεν ανήκει στην αρχική κλίμακα, και αυτό κάνει τη μελωδία να ακούγεται διαφορετική. Το τεστ μετράει την ικανότητα του συμμετέχοντα να ανιχνεύει αυτή την ασυμφωνία.

Η διάκριση του ρυθμού περιλαμβάνει την ικανότητα αναγνώρισης και παρακολούθησης των χρονικών σχέσεων μεταξύ των ήχων, δηλαδή της διάρκειας και της τοποθέτησής τους στο χρόνο. Η επεξεργασία του ρυθμού εντοπίζεται κυρίως από τις περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου του εγκεφάλου, όπως είναι η κεντρική αύλακα και οι περιοχές που συνδέονται με την κίνηση, όπως ο κινητικός φλοιός (motor cortex) (Hickok et al. 2007). Αυτές οι περιοχές συνεργάζονται με τον ακουστικό φλοιό για να συντονίσουν την αντίληψη του ρυθμού και την ικανότητα να διατηρούνται και να ανιχνεύονται οι χρονικές ακολουθίες των ήχων (Hickok et al. 2007). Κατά την διάρκεια της συγκεκριμένης υπο-δοκιμασίας οι συμμετέχοντες καλούνται να διακρίνουν ρυθμικές διαφορές μεταξύ δύο μουσικών φράσεων, δηλαδή στην τοποθέτηση τους στον χρόνο και την διάρκεια τους. Οι αλλαγές μπορεί να είναι «λεπτές» άλλα παραμένουν ουσιαστικές.

Παράδειγμα Ρυθμικής Διάκρισης

1. Αλλαγή στη Χρονική Τοποθέτηση των Νοτών:

- Μελωδία 1:
 - ♩ ♩ ♩ ♩ ♩ (ένα τέταρτο, δύο όγδοα, ένα τέταρτο και ένα όγδοο)
- Μελωδία 2:
 - ♩ ♩ ♩ ♩ ♩ (ένα όγδοο, ένα τέταρτο, ένα όγδοο, ένα όγδοο και ένα τέταρτο)

Στο παράδειγμα 1, οι νότες της μουσικής φράσης παραμένουν ίδιες, αλλά η θέση τους μέσα στο μέτρο αλλάζει, δημιουργώντας ένα διαφορετικό ρυθμικό μοτίβο. Αυτή η διαφορά στην τοποθέτηση των νοτών είναι αυτό που αξιολογεί το τεστ.

2. Αλλαγή στις Ρυθμικές Ομάδες:

- Μελωδία 1:
 - ♩ ♩ ♩ ♩ ♩ (δύο μισές νότες, μία τέταρτη, μία όγδοη και μία τέταρτη)
- Μελωδία 2:
 - ♩ ♩ ♩ ♩ ♩ (μία τέταρτη, δύο μισές νότες, μία όγδοη και μία τέταρτη)

Στο παράδειγμα 2, οι νότες της μουσικής φράσης έχουν διαφορετική διάρκεια και ομαδοποιούνται με διαφορετικό τρόπο, αλλά ο συνολικός αριθμός των νοτών και η μελωδική τους ακολουθία παραμένουν ίδιες. Ο συμμετέχων καλείται να αναγνωρίσει την αλλαγή στην ομαδοποίηση του ρυθμού.

Η μουσική μνήμη αναφέρεται στην ικανότητα αποθήκευσης και ανάκλησης μουσικών πληροφοριών. Αυτή η ικανότητα βασίζεται σε ένα ευρύ δίκτυο εγκεφαλικών περιοχών, συμπεριλαμβανομένων των περιοχών που εμπλέκονται στη βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη μνήμη, όπως ο ιππόκαμπος (hippocampus) και οι προμετωπιαίοι λοβοί (prefrontal cortex) (Sacks, 2007). Η μουσική μνήμη

συνδυάζει την ακουστική επεξεργασία με τη μνημονική λειτουργία, επιτρέποντας την αναγνώριση και ανάκληση μελωδιών που έχουν ακουστεί προηγουμένως. Κατά την διάρκεια της συγκεκριμένης υπο- δοκιμασίας, δίνεται στους συμμετέχοντες ένας αριθμός φράσεων και καλούνται να εντοπίσουν αυτές που έχουν ακούσει στα δύο προηγούμενα μέρη του πειράματος. Η διαδικασία αυτή στοχεύει στην αξιολόγηση της ικανότητας διατήρησης και ανάκλησης μουσικών πληροφοριών.

Παραδείγματα Μουσικής Μνήμης

1. Αναγνώριση Παλιάς Μελωδίας:

- Μελωδία 1: C - D - E - F - G (ακούγεται στην αρχή του τεστ)
- Μελωδία 2: C - D - E - F - G (ακούγεται στο τρίτο μέρος)

Στο παράδειγμα 1, η μουσική φράση του τρίτου μέρους του τεστ ταυτίζεται με μία των προηγούμενων μερών. Ο συμμετέχων καλείται να εντοπίσει την ομοιότητα των δύο.

2. Αλλαγή σε Μελωδία που Έχει Ξαναπαιχτεί:

- Μελωδία 1: A - B - C - D - E (αρχική)
- Μελωδία 2: A - B - C - D - F (τρίτο μέρος)

Στο παράδειγμα 2, η μουσική φράση του τρίτου μέρους, είναι πανομοιότυπη με μια των προηγούμενων μερών, παρουσιάζοντας μια αλλαγή στην ακολουθία των νοτών, την οποία ο συμμετέχων καλείται να εντοπίσει.

3. Παρουσίαση Νέας Μελωδίας:

- ο Μελωδία 1: G - A - B - C - D (αρχική)
- ο Μελωδία 2: D - E - F - G - A (τρίτο μέρος)

Στο παράδειγμα 3, η μουσική φράση είναι διαφορετική από οποιαδήποτε μουσική φράση των προηγούμενων μερών. Σε αυτήν την περίπτωση ο συμμετέχων καλείται να αναγνωρίσει ότι η μουσική φράση που του παρουσιάζεται είναι νέα.

4. Παραλλαγή με Ρυθμικές Αλλαγές:

- ο Μελωδία 1: ♩ ♪ ♪ ♪ ♩ (ένα τέταρτο, ένα όγδοο, ένα τέταρτο, ένα όγδοο και ένα τέταρτο) (αρχική)
- ο Μελωδία 2: ♩ ♪ ♪ ♪ ♩ (ένα τέταρτο, δύο όγδοα και δύο τέταρτα) (τρίτο μέρος)

Στο παράδειγμα 4, η μουσική φράση που παρουσιάζεται στο τρίτο μέρος, αν και διατηρεί τα ίδια τονικά «ύψη», παρουσιάζει διαφορές στα ρυθμικά στοιχεία της. Σε αυτό το παράδειγμα ο συμμετέχων καλείται παρά την ομοιότητα που θα παρουσιάζουν να αναγνωρίσει την διαφορά στο ρυθμικό μοτίβο.

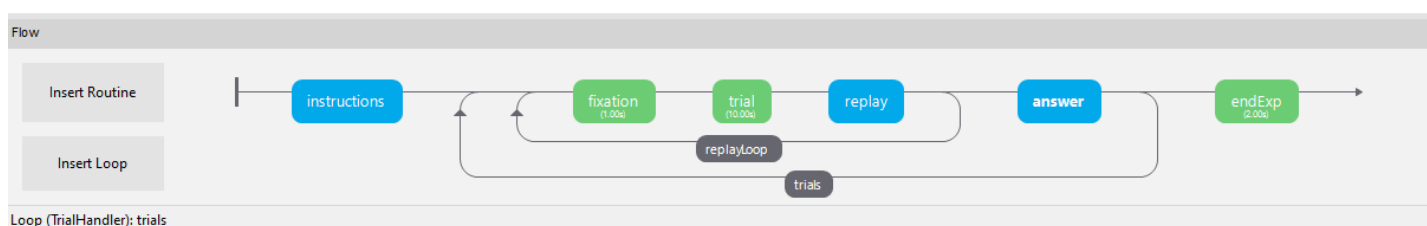
Αυτά τα παραδείγματα της μουσικής μνήμης δείχνουν πώς το τεστ MBEMA εξετάζει την ικανότητα του ατόμου να συγκρατεί και να ανακαλεί μουσικά μοτίβα που έχει ακούσει προηγουμένως, ανεξαρτήτως μικρών ή μεγάλων διαφορών.

Συνοψίζοντας, κάθε μία από τις παραπάνω υποδοκιμασίες στοχεύει σε διαφορετικές πτυχές της μουσικής αντίληψης, καλύπτοντας τομείς όπως η επεξεργασία συχνοτήτων, η ρυθμική διάκριση και η μνημονική αποθήκευση. Αυτές οι υποδοκιμασίες επιτρέπουν τον εντοπισμό ειδικών νευρολογικών ή ψυχολογικών αδυναμιών που επηρεάζουν την ικανότητα του ατόμου να αντιλαμβάνεται και να απολαμβάνει τη μουσική.

4.2 Προσαρμογή του πειράματος

Το *PsychoPy* είναι ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα, το οποίο αναπτύχθηκε από τον Jonathan Peirce και χρησιμοποιείται για την δημιουργία και εκτέλεση ψυχολογικών πειραμάτων. Πρόκειται για ένα χρήσιμο εργαλείο, διαδεδομένο σε ερευνητικά εργαστήρια και πανεπιστήμια καθώς το φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον του επιτρέπει σε ερευνητές και ψυχολόγους να σχεδιάσουν πειράματα που περιλαμβάνουν έναν συνδυασμό οπτικών και ακουστικών ερεθισμάτων (Peirce, J. W., 2007). Ένα από τα βασικά του πλεονεκτήματα είναι ότι επιτρέπει στον χρήστη την δημιουργία πειραμάτων αλληλοεπιδρώντας με τα οπτικά στοιχεία που εμφανίζονται στην οθόνη, ενώ για πιο προηγμένες ανάγκες υπάρχει η δυνατότητα ανάπτυξης πειράματος με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Python. Τέλος, το πρόγραμμα επιτρέπει την συλλογή και την καταγραφή των αποτελεσμάτων της έρευνας, όπως για παράδειγμα την συλλογή απαντήσεων, του χρόνου αντίδρασης και άλλων μετρήσεων. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν να εξαχθούν σε διάφορες μορφές αρχείων, όπως excel ή CSV, κάτι που διευκολύνει την επεξεργασία τους.

Ο πειραματικός σχεδιασμός του πειράματος MBEMA, έγινε στο συγκεκριμένο πρόγραμμα, με σκοπό να εξυπηρετήσει τις ανάγκες της έρευνας και τον συμμετεχόντων, αλλά και να παρέχει την ευκολία συλλογής και καταγραφής των δεδομένων.



Εικόνα 1: Στιγμιότυπο από το περιβάλλον του πειράματος στο πρόγραμμα PsychoPy.

Στην εικόνα 1 φαίνεται ο σκελετός του πειράματος. Ξεκινώντας την διαδικασία, αφού ο συμμετέχων δήλωνε τα στοιχεία του, προχωρούσε στο πεδίο, *instructions*, όπου θα του παρουσιάζονταν οι οδηγίες βάζοντας τον στο περιβάλλον του πειράματος. Τα πεδία *fixation* – *trial* – *replay*, αποτελούν το βασικότερο σημείο

του πειράματος, αφού σε αυτά ο συμμετέχων θα δεχθεί τα οπτικοακουστικά ερεθίσματα. Το πεδίο fixation αντιπροσωπεύει το cue, έναν ήχο διάρκειας 1s, του οποίου ο ρόλος είναι να προειδοποιήσει τον χρήστη ότι η διαδικασία έχει ξεκινήσει. Το σημείο trial του πειράματος αποτελεί το πεδίο στο οποίο ο χρήστης θα έρθει σε επαφή με το ηχητικό ερέθισμα και έχει διάρκεια 10s. Το πεδίο replay αποτελεί ένα από τα δύο σημεία επανάληψης του πειράματος και δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να επαναλάβει την διαδρομή που μόλις ακολούθησε, επαναλαμβάνοντας το πεδίο trial δηλαδή να ακούσει το συγκεκριμένο ηχητικό παράδειγμα ξανά. Η δεύτερη και αναγκαστική αυτήν την φορά επανάληψη, είναι τοποθετημένη μετά το πεδίο απάντηση. Μόλις ο χρήστης δηλώσει την απάντηση του, οδηγείται στην αρχή της διαδικασίας. Το πεδίο trial αντλεί από εξωτερικό φάκελο 20 ηχητικά αρχεία, ενώ υπάρχει ειδική ρύθμιση εντός του πεδίου, ώστε σε κάθε επανάληψη να ακούγεται τυχαία ένα από αυτά. Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι το πεδίο replay, είναι ρυθμισμένο έτσι ώστε να μεταφέρει τον χρήστη στο πεδίο fixation, χωρίς να ενεργοποιεί τον μηχανισμό αυτό του trial. Η διαδικασία ολοκληρώνεται μόλις ακουστούν και τα 20 ηχητικά αρχεία μια φορά.

Πέρα από τα ακουστικά, στο πρόγραμμα έχουν προστεθεί οπτικά ερεθίσματα που συνοδεύουν την διαδικασία. Εκτός από τις οδηγίες, στο πεδίο trial συνοδεύουν τα ηχητικά αρχεία κείμενα που κατηγοριοποιούν τις μελωδίες. Τέλος στο πεδίο answer, έχουν προστεθεί μηχανισμοί που δίνουν την ικανότητα στον χρήστη να δηλώσει την απάντηση του. Η δήλωση μπορεί να γίνει με την χρήση του πληκτρολογίου, πληκτρολογώντας ορισμένα πλήκτρα, ή με την χρήση ποντικιού, σε ορισμένα σημεία της οθόνης. Το πείραμα τελειώνει με ένα αποχαιρετιστήριο μήνυμα που ευχαριστεί τον συμμετέχοντα για την συμμετοχή του.

4.3 Συμμετέχοντες

Στο συγκεκριμένο πείραμα συμμετείχαν συνολικά 12 ενήλικες, σε ηλικίες από 51 μέχρι 79 ετών. Η ομάδα των συμμετεχόντων αποτελούνταν από 7 άντρες και 5 γυναίκες. Όλοι είχαν δυνατότητα επικοινωνίας του λόγου, ήταν μονόγλωσσοι ομιλητές της Ελληνικής γλώσσας και δεξιόχειρες. Τα άτομα επιλέχθηκαν για την συμμετοχή τους στο πείραμα κατά την διάρκεια της απασχόλησης τους στο πρόγραμμα αποκατάστασης της ανθρωποφυγόκεντρου, τα οποία είχαν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και είχαν ξεκινήσει τις συνεδρίες με τον φορέα το συντομότερο, επιτρεπτό, χρονικό διάστημα μετά την διάγνωση. Όσον αφορά την τυπολογία των εγκεφαλικών, το σύνολο των συμμετεχόντων απαρτιζόταν από 10 ισχαιμικά και 2 αιμορραγικά. Κριτήριο επιλογής των ατόμων για την συμμετοχή στο συγκεκριμένο πείραμα, ήταν -μετά το εγκεφαλικό επεισόδιο- πρωταρχικά η δυνατότητα επικοινωνίας με το περιβάλλον τους και δευτερευόντως η αναγκαία και ικανή δυνατότητα κίνησης των χεριών τους. Όσον αφορά το μουσικό υπόβαθρο των ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα, στους ίδιους δεν είχε προσφερθεί κάποια μουσική εκπαίδευση σε μουσικό όργανο και η περεταίρω ενασχόληση τους ήταν περιορισμένη. Όλοι οι συμμετέχοντες επίσης είχαν φυσιολογικά επίπεδα ακοής (δηλαδή ουδό <25 dB HL σε συχνότητες μεταξύ 500 και 8000 Hz) καθώς και φυσιολογική όραση.

4.4 Πειραματικό σχέδιο

Ο πειραματικός σχεδιασμός που χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την μελέτη βασίζεται στο τεστ αξιολόγησης μουσικών ικανοτήτων, «The Montreal Battery of Evaluation of Musical Abilities (MBEMA)» από Peretz et al. (2013). Για να καλύψει τις απαιτούμενες ανάγκες των συμμετεχόντων, έγινε επεξεργασία του στο πρόγραμμα PsychoPy, όπου απέκτησε και την τελική του μορφή. Η προσαρμογή αυτή είχε ως αποτέλεσμα την ευκολότερη συλλογή των δεδομένων που προέκυψαν και την αυτόματη ταξινόμηση τους, μέσω του προγράμματος, σε υπολογιστικά φύλλα Microsoft Excel. Για την ανάλυση των δεδομένων και τη διεξαγωγή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα IBM SPSS Statistics.

Η συγκεκριμένη έκδοση του MBEMA τεστ περιλαμβάνει οπτικά και ηχητικά ερεθίσματα. Όλοι οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν το πείραμα σε φορητό υπολογιστή, με απόσταση από την οθόνη περίπου 60cm. Τα ηχητικά ερεθίσματα παρουσιάστηκαν μέσω ενσύρματου ηχείου τύπου Yamaha (TSX-B232). Τα οπτικά ερεθίσματα είχαν καθοδηγητικό ή διαδικαστικό ρόλο, βοηθούσαν δηλαδή στον προσανατολισμό, την παρουσίαση και διαχωρισμό των ηχητικών ερεθισμάτων καθώς και στην δήλωση των απαντήσεων. Τα ηχητικά αποτελούνταν από αρχεία 8 – 10 δευτερολέπτων.

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο. Για την επιλογή του λήφθηκαν υπόψιν πρωτίστως οι ανάγκες των συμμετεχόντων, τόσο για την δυνατότητα πρόσβασης τους σε αυτόν, όσο και για την άνεση τους κατά την διεξαγωγή του πειράματος, λόγω των κινητικών δυσκολιών των περισσοτέρων.

Για τις ανάγκες της έρευνας, κάθε ένας από τους συμμετέχοντες πραγματοποίησε το πείραμα δύο φορές, σε χρονοδιάγραμμα δύο μηνών. Δεδομένου ότι οι ασθενείς συμμετείχαν σε κατά μέσο όρο 4 συνεδρίες την εβδομάδα, στο διάστημα αυτό είχαν μεσολαβήσει περίπου 34 συνεδρίες. Το MBEMA (Montreal Battery of Evaluation of Amusia) περιλαμβάνει τρία πειραματικά μέρη που αξιολογούν διαφορετικές πτυχές της μουσικής αντίληψης. Το πρώτο μέρος εξετάζει την διάκριση τονικότητας. Περιλαμβάνει 20 ηχητικά αρχεία με το καθένα να περιέχει δύο μουσικές φράσεις διάρκειας 8 – 10 δευτερολέπτων. Οι μουσικές φράσεις παρουσιάζονται κατά την διάρκεια του πειράματος στον συμμετέχοντα με διαφορά 2 δευτερολέπτων. Καθένα από τα 20 αρχεία διαδέχεται το άλλο μετά από χειροκίνητη εντολή του χειριστή του προγράμματος και συγκεκριμένα με το κουμπί enter του πληκτρολογίου. Τις μουσικές φράσεις συνοδεύουν οπτικά ερεθίσματα, σηματοδοτώντας την έναρξη και την λήξη τους. Κάποιες από τις φράσεις είναι ελαφρώς παραλλαγμένες, όσον αφορά το τονικό τους ύψος. Το δεύτερο μέρος εξετάζει την διάκριση τονικότητας και ο σχεδιασμός του είναι παρόμοιος με αυτόν του πρώτου. Περιλαμβάνει 20 ηχητικά αρχεία ανάλογου περιεχομένου, διάρκειας 7 – 10 δευτερολέπτων. Οι μουσικές φράσεις παρουσιάζονται επίσης με διαφορά 2 δευτερολέπτων και ο συμμετέχων προχωρά στο επόμενο αρχείο με αντίστοιχο τρόπο. Τα οπτικά ερεθίσματα που συνοδεύουν το πειραματικό μέρος είναι αντίστοιχα με αυτά του πρώτου, ελαφρώς προσαρμοσμένα. Μέρος των μουσικών φράσεων παρουσιάζουν διαφορά στο ρυθμικό τους μοτίβο. Το τρίτο και τελευταίο μέρος του

πειράματος αξιολογεί την μουσική μνήμη. Ακολουθεί το μοτίβο των δύο προηγούμενων πειραματικών μερών περιλαμβάνοντας 20 ηχητικά αρχεία. Η διαφορά αυτών είναι πως τα αρχεία του τελευταίου μέρους του τεστ, δεν περιέχουν ζευγάρια αλλά μεμονωμένες μουσικές φράσεις. Η διάρκεια τους κυμαίνεται μεταξύ των 3 – 4 δευτερολέπτων. Η ακολουθία των αρχείων πραγματοποιείται από τον χειριστή του προγράμματος. Οι μουσικές φράσεις που περιέχονται στο τρίτο πειραματικό μέρος αποτελούνται από μουσικές φράσεις που έχουν συμπεριληφθεί στα προηγούμενα μέρη του τεστ καθώς και από πρωτότυπες. Εμφανίζονται με αναλογία 50 – 50. Την τελευταία προσθήκη στην διαδικασία αποτέλεσε ένας ήχος (cue). Λειτουργούσε σαν προειδοποιητικό μέσο, ενημερώνοντας τον συμμετέχοντα για την έναρξη κάθε αρχείου, δίνοντας του το έναυσμα ότι ακολουθεί σύντομα ένα ζευγάρι μουσικών φράσεων. Πρόκειται για νότα 444 Hz, η οποία ακούγεται για 1 δευτερόλεπτο.

Συνολικά το πείραμα περιείχε 60 ηχητικά αρχεία με 90 μουσικές φράσεις από τις οποίες οι 10 επαναλαμβάνονταν για δεύτερη φορά στο τρίτο μέρος τους. Με το πέρας κάθε πειραματικού μέρους, όλοι οι συμμετέχοντες είχαν την δυνατότητα να προχωρήσουν στην διαδικασία σε δικό τους χρόνο, δίνοντας την δυνατότητα για ένα μικρό διάλειμμα με σκοπό να ξεκουράσει τα μάτια και το μυαλό του, ώστε να έχει περισσότερη διαύγεια στην συνέχεια της διαδικασίας. Ο χρόνος διεξαγωγής του πειράματος κυμαίνεται στα 25 με 30 λεπτά, με την προϋπόθεση ότι ο συμμετέχοντας δεν θα χρειαστεί διάλειμμα μεταξύ των τριών τμημάτων του. Ο χρόνος υπολογίζεται ως 10 λεπτά για κάθε ένα από τα τμήματα τονικής και ρυθμικής διάκρισης και 5 λεπτά για το τμήμα της μνημονικής διαδικασίας. Δεν χρειάστηκε να από κανέναν ασθενή να πραγματοποιήσει το πείραμα σε παραπάνω από μια επίσκεψη καθώς όλοι το ολοκλήρωσαν την ίδια μέρα κοντά στον προβλεπόμενο χρόνο.

4.5 Πειραματική διαδικασία

Πριν από την έναρξη του πειράματος στο πρόγραμμα PsychoPy καταγράφεται το όνομα του ασθενή που ετοιμάζεται να συμμετάσχει. Όλοι οι συμμετέχοντες στο πρόγραμμα έχουν λάβει τις αντίστοιχες οδηγίες, σχετικά με κάθε ένα από τα τρία μέρη του. Για κάθε ένα από αυτά επικεντρώνουν το βλέμμα τους στην οθόνη του

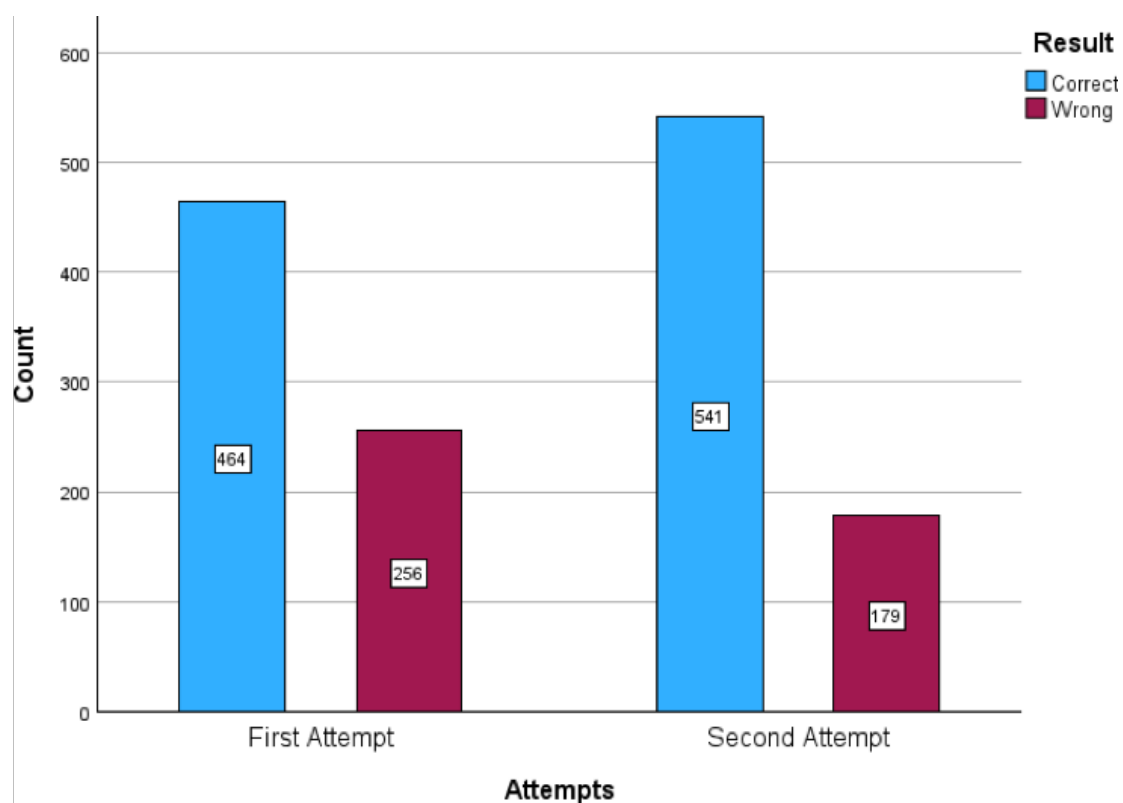
υπολογιστή και περιμένουν για τον χαρακτηριστικό ήχο (cue) που σηματοδοτεί την έναρξη της κάθε ερώτησης.

Στο πρώτο πειραματικό μέρος καλούνται να απαντήσουν σχετικά με την ομοιότητα των ηχητικών αποσπασμάτων χρησιμοποιώντας είτε με το πληκτρολόγιο είτε με το ποντίκι, μία από τις διαθέσιμες επιλογές που εμφανίζονται στην οθόνη. Πιο συγκεκριμένα, στο τμήμα της διαδικασίας που εξετάζει την διάκριση τονικότητας, έπρεπε να χαρακτηρίσουν την ομοιότητα των δύο μουσικών φράσεων κάθε αρχείου, επιλέγοντας την αριστερή/ δεξιά πλευρά της οθόνης του υπολογιστή όπου αναγράφονταν οι επιλογές «Όμοιες Φράσεις» και «Διαφορετικές Φράσεις» αντίστοιχα. Στο πληκτρολόγιο, τα κουμπιά «Ο» (όμοιες) και «Δ» (διαφορετικές) συνδέονταν με τις παραπάνω επιλογές. Μόλις έδιναν την απάντηση τους περίμεναν για τον χαρακτηριστικό ήχο cue, προετοιμασμένοι για το επόμενο ζευγάρι φράσεων. Οι οδηγίες για το δεύτερο πειραματικό μέρος ήταν όμοιες με αυτές του πρώτου, τόσο στον ρυθμό με τον οποίο παρουσιάζονταν οι μουσικές φράσεις, όσο και για τον τρόπο απάντησης του κάθε συμμετέχοντα. Οι οδηγίες του τρίτου πειραματικού μέρους παρέπεμπαν σε αυτές των άλλων δύο. Οι συμμετέχοντες είχαν ενημερωθεί πως στην συγκεκριμένη διαδικασία, μετά από κάθε ήχο cue, δεν θα ακολουθούσε ένα ζευγάρι αλλά μια αυτόνομη μουσική φράση. Οι απαντήσεις δίνονταν με τον ίδιο τρόπο, με την διαφορά ότι δεν απαιτούσε απαντήσεις σχετικά με την ομοιότητα των μουσικών φράσεων, αλλά την επανάληψη ή μη αυτών. Οπότε οι επιλογές διαφοροποιούντουσαν σε «ΝΑΙ – ΟΧΙ». Ο τρόπος με τον οποίο οι συμμετέχοντες δήλωναν την επιλογή τους ήταν ο ίδιος.

Πριν από το βασικό πείραμα, χορηγήθηκαν δύο προκαταρκτικά ηχητικά τεστ, με την μορφή παραδειγμάτων. Τα παραδείγματα ήταν σύντομα και δόθηκαν πριν την έναρξη του πρώτου και του δεύτερου μέρους του πειράματος. Τα δύο αρχεία περιείχαν μουσικές φράσεις ίδιας μορφής με τα αυτών του πειράματος, όμως κανένα από τα δύο παραδείγματα δεν συνδυάστηκε με οπτικό ερέθισμα. Το προκαταρκτικό αυτό τεστ είχε ως σκοπό την ομαλή εισαγωγή των συμμετεχόντων στο περιβάλλον του πειράματος, εξασφαλίζοντας την καλύτερη κατανόηση των οδηγιών ενώ ταυτόχρονα λειτούργησε ως μέτρο ρύθμισης του επιπέδου έντασης του ήχου, σε όσες περιπτώσεις κρίθηκε ότι ήταν αναγκαίο. Για το βασικό πείραμα, το επίπεδο έντασης των ηχητικών ερεθισμάτων ρυθμίστηκε ξεχωριστά για κάθε συμμετέχοντα, για την διασφάλιση μιας άνετης ακρόασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας συλλογής των απαντήσεων από το σύνολο των συμμετεχόντων σε υπολογιστικό φύλλο Microsoft Excel, τα δεδομένα μεταφέρθηκαν για την διεξαγωγή των αποτελεσμάτων στο πρόγραμμα IBM SPSS Statistics. Ο στόχος της παρούσας έρευνας είναι να απαντήσει στο βασικό ερώτημα που απασχολεί την εργασία. Μπορεί η ανθρωποφυγόκεντρος να παρουσιάσει βελτιώσεις στις μουσικές δεξιότητες ατόμων, κατά την διάρκεια εφαρμογής της, σαν μέθοδος αποκατάστασης μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο; Τα αποτελέσματα της ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε, παρουσιάζονται παρακάτω με την μορφή γραφικών παραστάσεων,

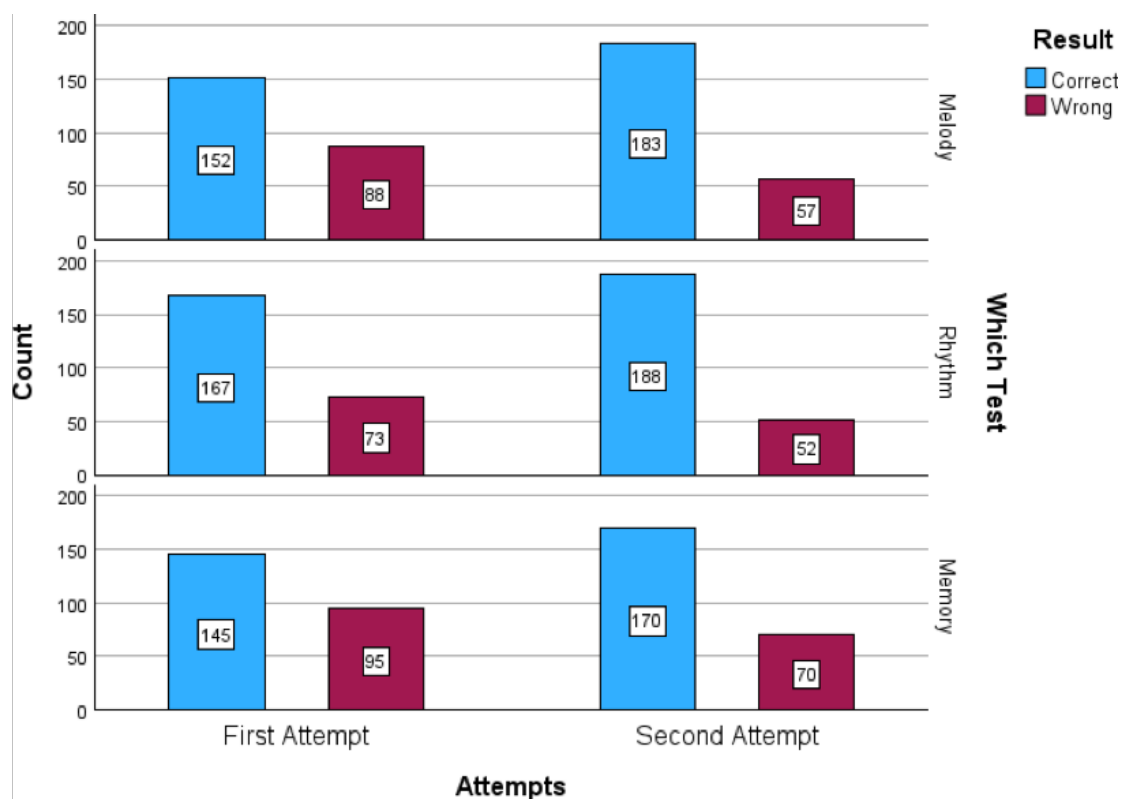


Εικόνα 1: Ραβδόγραμμα που παρουσιάζει την ορθότητα των απαντήσεων σχετικά με το σύνολο ερωτήσεων ανά επίσκεψη.

Στο συγκεκριμένο Ραβδόγραμμα, αποτυπώνεται το σύνολο των δοσμένων απαντήσεων του πειράματος. Ο κατακόρυφος άξονας αντιπροσωπεύει το σύνολο των ερωτήσεων που τέθηκαν στους συμμετέχοντες αθροίζοντας τις τρεις πειραματικές συνθήκες της συνολικής διαδικασίας, περιλαμβάνοντας συνολικά 720 τιμές. Ο οριζόντιος άξονας αντιπροσωπεύει τις φορές που κάθε συμμετέχοντας πραγματοποίησε το πείραμα. Για τις ανάγκες της έρευνας το πείραμα πραγματοποιήθηκε 2 φορές, επομένως ο οριζόντιος άξονας περιλαμβάνει δύο τιμές, οι οποίες αναγράφονται ως first attempt για την πρώτη επίσκεψη των συμμετεχόντων και second attempt, για την δεύτερη επίσκεψη αντίστοιχα. Τα δεδομένα που ορίζονται από τους δύο αυτούς άξονες αντιστοιχούν στην ορθότητα των απαντήσεων των συμμετεχόντων. Πιο συγκεκριμένα, οι μπλε μπάρες αντιπροσωπεύουν την πληθώρα των ορθών απαντήσεων στο σύνολο ερωτήσεων στα δύο attempts που διεξήχθησαν. Οι κόκκινες μπάρες αντιπροσωπεύουν το πλήθος των λανθασμένων απαντήσεων στο σύνολο των ερωτήσεων των δύο επισκέψεων αντίστοιχα.

Στο το διάγραμμα 1 λοιπόν παρατηρείται πως οι επιδόσεις των συμμετεχόντων, ανεξαρτήτου διαχωρισμού πειραματικής συνθήκης, παρουσιάζουν βελτίωση μεταξύ των δύο επισκέψεων. Στο πρώτο attempt το πλήθος των σωστών απαντήσεων ανέρχεται στις 464 έναντι των 256 λανθασμένων απαντήσεων οι οποίες μεταφράζονται ποσοστιαία σε 64,4% και 35,6%. Στο δεύτερο attempt, το πλήθος των σωστών απαντήσεων ανέρχεται στις 541 έναντι των 179 λανθασμένων απαντήσεων οι οποίες μεταφράζονται ποσοστιαία σε 75,1% και 24,9% αντίστοιχα. Μεταξύ των δύο διαδικασιών παρατηρείται αύξηση της ορθότητας των απαντήσεων κατά 10,7%.

5.1 Πειραματικές συνθήκες – Υποδοκιμασίες πειράματος



Εικόνα 2: Ραβδόγραμμα που παρουσιάζει την ορθότητα των απαντήσεων κάθε επιμέρους τμήματος του πειράματος.

Στο συγκεκριμένο Ραβδόγραμμα (εικόνα 2), αποτυπώνεται το σύνολο των δοσμένων απαντήσεων του πειράματος χωρισμένο σε τρία τμήματα. Κάθε τμήμα αντιπροσωπεύει ένα ξεχωριστό μέρος/ υποδοκιμασία του πειράματος, δηλαδή κάθε τμήμα περιέχει το σύνολο των απαντήσεων για μια από τις 3 διακρίσεις που εξετάζει το MBEMA τεστ. Οι κατακόρυφοι άξονες αντιπροσωπεύουν το σύνολο των ερωτήσεων που τέθηκαν στους συμμετέχοντες ξεχωριστά για κάθε μέρος του πειράματος, περιλαμβάνοντας 240 τιμές για το καθένα. Οι οριζόντιοι άξονες όπως και στην εικόνα 1 περιλαμβάνουν 2 τιμές, first attempt και second attempt, δηλώνοντας τις δύο διεξαγωγές του πειράματος. Τα δεδομένα που ορίζονται από τους άξονες αντιστοιχούν στην ορθότητα των απαντήσεων κάθε υποδοκιμασίας. Όπως φαίνεται με μια γρήγορη ανάγνωση του διαγράμματος της εικόνας 2, οι σωστές απαντήσεις

υπερτερούν των λανθασμένων. Επίσης στο δεύτερο attempt, οι συμμετέχοντες έχουν καλύτερες απαντήσεις και στα τρία τμήματα συγκριτικά με το πρώτο.

Πιο συγκεκριμένα, το πρώτο τμήμα του ραβδογράμματος, αναγράφεται ως «Melody» και αντιστοιχεί στην τονική διάκριση. Παρατηρείται ότι στο πρώτο attempt, το πλήθος των σωστών απαντήσεων ανέρχεται στις 152 έναντι των 88 λανθασμένων οι οποίες μεταφράζονται σε ποσοστά ως 63,3% και 36,7. Στο δεύτερο attempt, το πλήθος των σωστών απαντήσεων ανέρχεται στις 183 έναντι των 57 λανθασμένων οι οποίες μεταφράζονται σε ποσοστά ως 76,25% και 23,75% αντίστοιχα. Μεταξύ των δύο τεστ παρατηρείται αύξηση της ορθότητας των απαντήσεων σε ποσοστό 13%.

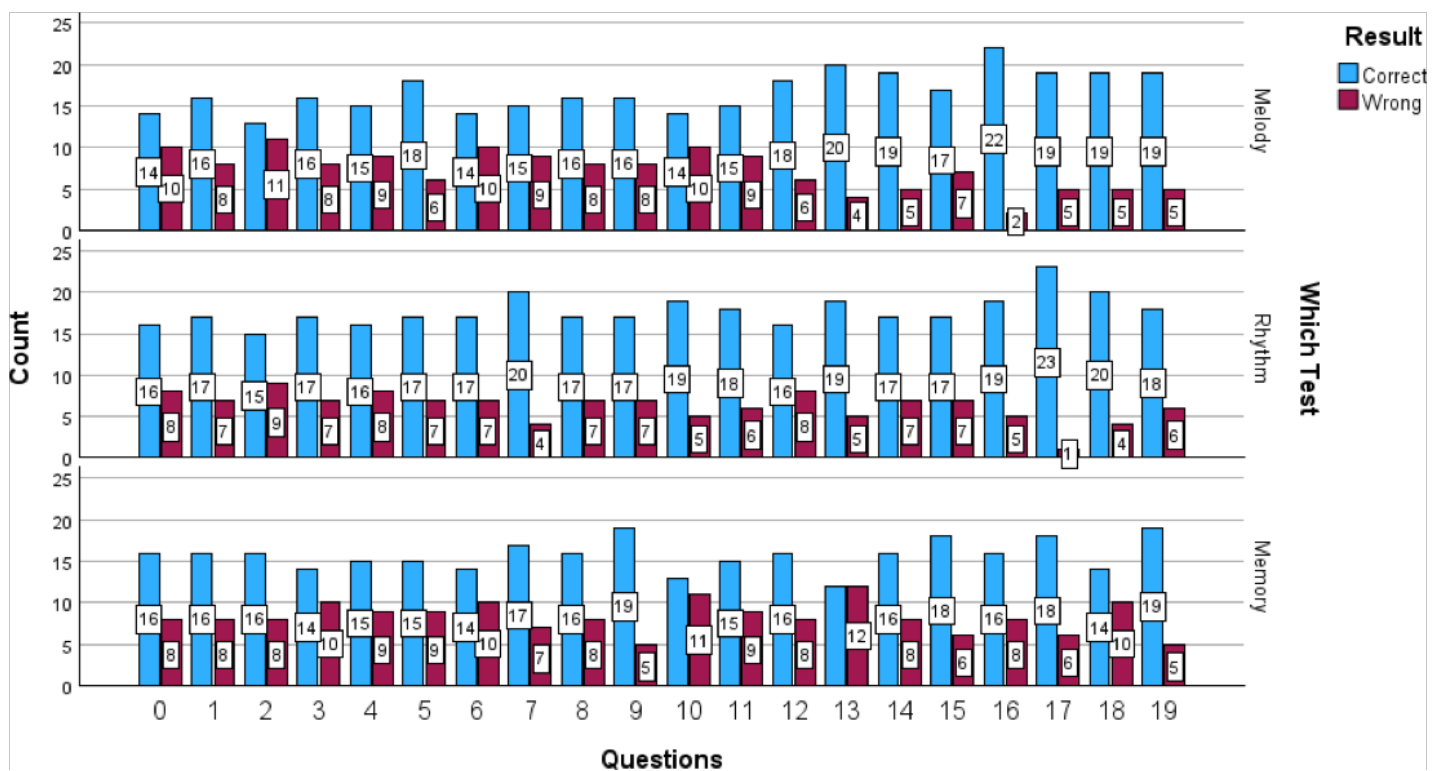
Το δεύτερο τμήμα του διαγράμματος, αναγράφεται ως «Rhythm» και αντιστοιχεί στην ρυθμική διάκριση. Παρατηρείται ότι στο πρώτο attempt, το πλήθος των σωστών απαντήσεων ανέρχεται στις 167 έναντι των 73 λανθασμένων. Τα δεδομένα αυτά μεταφράζονται ποσοστιαία σε 69,58% και 30,42%. Στο δεύτερο attempt, το πλήθος των σωστών απαντήσεων ανέρχεται στις 188 έναντι 52 λανθασμένων, οι οποίες μεταφράζονται ποσοστιαία ως 78,3% και 21,7% αντίστοιχα. Παρά το ήδη μεγάλο ποσοστό των σωστών απαντήσεων, παρατηρείται αύξηση 8,8% της ορθότητας αυτών, μεταξύ των δύο καταγραφών.

Το τρίτο και τελευταίο τμήμα του συγκεκριμένου διαγράμματος, αναγράφεται ως «Memory» και αντιστοιχεί στην μνημονική διάκριση και ανάκληση. Από το διάγραμμα παρατηρείται ότι στο πρώτο attempt, το πλήθος των σωστών απαντήσεων ανέρχεται στις 145 έναντι 95 λανθασμένων, δηλαδή ποσοστιαία σε 60,4% και 39,6%. Στο δεύτερο attempt, το πλήθος των σωστών απαντήσεων ανέρχεται στις 170 έναντι 70, οι οποίες μεταφράζονται ποσοστιαία ως 70,8% και 29,2%. Μεταξύ των δύο μετρήσεων παρατηρείται αύξηση, 10,4% στην ορθότητα των απαντήσεων των συμμετεχόντων.

Συνοψίζοντας, τα μέρη του πειράματος που αφορούν την μνημονική και την τονική διάκριση, ενώ παρουσιάζουν μικρότερα ποσοστά ορθών απαντήσεων, δείχνουν βελτίωση αυτών μεταξύ των δύο attempts. Αυτό δείχνει πως αντίθετα με το μέρος που εξετάζει την ρυθμική διάκριση, τα δυο αυτά δυσκόλεψαν περισσότερο του συμμετέχοντες κατά την διάρκεια της έρευνας.

5.2 Η επίδραση της μάθησης (Learning Effect)

Κατά την διάρκεια διεξαγωγής της πειραματικής διαδικασίας, παρατηρήθηκε ένα μοτίβο στις απαντήσεις των συμμετεχόντων. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε πως οι συμμετέχοντες, με το πέρας των ερωτήσεων, έδιναν πιο σίγουρες και ορθές απαντήσεις. Σε αυτό το σημείο υπενθυμίζεται πως στο πρόγραμμα που εξελίχθηκε η διαδικασία (PsychoPy), είχε οριστεί ειδική συνθήκη, με σκοπό την τυχαία εμφάνιση των ερωτήσεων κατά την διεξαγωγή του πειράματος. Για παράδειγμα, μια ερώτηση στο μέρος της τονικής διάκρισης, μπορεί να παρουσιάζονταν σε έναν από τους συμμετέχοντες 5η στην σειρά, από τις 20 συνολικές, κατά την πραγματοποίηση του πρώτου attempt, ενώ σε έναν άλλο να εμφανιζόταν ως 20η, δηλώνοντας την λήξη του πειράματος. Το παρακάτω διάγραμμα περιέχει τα απαραίτητα δεδομένα για την επαλήθευση της διαπίστωσης αυτής.



Εικόνα 3: Ραβδόγραμμα που παρουσιάζει την ορθότητα των απαντήσεων κάθε επιμέρους τμήματος του πειράματος σχετικά με την σειρά εμφάνισης των ερωτήσεων.

Στο συγκεκριμένο ραβδόγραμμα, ο κατακόρυφος άξονας αντιπροσωπεύει το σύνολο των ερωτήσεων για καθένα από τα τρία μέρη του πειράματος. Εμπεριέχονται στα αποτελέσματα, οι τιμές και των δύο τεστ, first και second attempts, οπότε στον κατακόρυφο άξονα εμφανίζονται 24 τιμές. Ο οριζόντιος άξονας αντιπροσωπεύει τις συνολικές ερωτήσεις του πειράματος, για κάθε μέρος του, κατανέμοντας τες στην σειρά με την οποία εμφανίστηκαν, με την τιμή 0 να αναφέρεται στο σύνολο των πρώτων ερωτήσεων που παρουσιάστηκαν στους συμμετέχοντες μέχρι την 19, που αναφέρεται στην εικοστή.

Το πρώτο τμήμα του διαγράμματος παρουσιάζει τα αποτελέσματα που αφορούν την τονική διάκριση. Όπως και στις εικόνες 1 και 2, οι μπλε μπάρες αφορούν τις σωστές απαντήσεις ενώ οι κόκκινες τις λανθασμένες. Παρατηρείται πως ο μέσος όρος των απαντήσεων, στο πρώτο μισό του τμήματος (0 – 9), είναι 15,3 σωστές απαντήσεις στις 24 ερωτήσεις που τέθηκαν. Αυτό ποσοστιαία μεταφράζεται σε 63,75% ορθές απαντήσεις. Αντίστοιχα στο δεύτερο μισό (10- 19), ο μέσος όρος των απαντήσεων είναι 18,2 σωστές απαντήσεις στις 24, δίνοντας ένα ποσοστό 75,8% ορθών απαντήσεων. Κατά την πορεία των ερωτήσεων, η συνολική αύξηση που παρατηρείται είναι 12%, με τους συμμετέχοντες να έχουν κατά μέσο όρο 3 περισσότερες σωστές απαντήσεις ανά ερώτηση στην δεύτερη δεκάδα των ερωτήσεων έναντι της πρώτης.

Το δεύτερο τμήμα παρουσιάζει τα αποτελέσματα που αφορούν την τονική διάκριση. Τα δεδομένα παρουσιάζονται με τρόπο αντίστοιχο του πρώτου, οπότε προκύπτει ο μέσος όρος των απαντήσεων, στο πρώτο μισό του τμήματος (0 – 9), με 16,9 σωστές απαντήσεις από τις 24 ερωτήσεις. Ποσοστιαία οι απαντήσεις στην πρώτη δεκάδα των ερωτήσεων φτάνουν το 70,4%. Κατά αντιστοιχία, για στο δεύτερο μισό (10 – 19), ο μέσος όρος των απαντήσεων ανέρχεται σε 18,6 σωστές απαντήσεις ανά 24 ερωτήσεις, που μεταφράζεται ποσοστιαία σε 77,5%. Συνεπώς στην πορεία των ερωτήσεων που αφορούν την ρυθμική διάκριση παρατηρείται αύξηση των σωστών δοσμένων απαντήσεων κατά 7,1% με τους συμμετέχοντες να έχουν κατά μέσο όρο 1,7 περισσότερες σωστές απαντήσεις ανά ερώτηση στην δεύτερη δεκάδα ερωτήσεων έναντι της πρώτης.

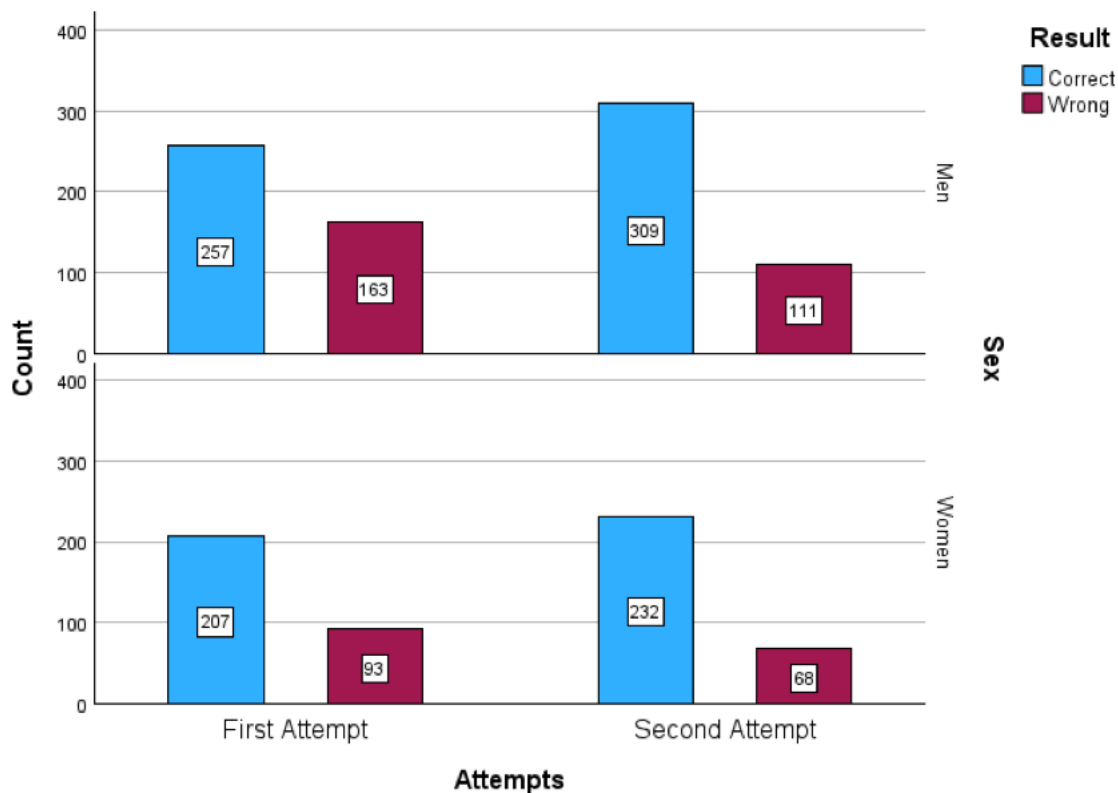
Το τρίτο και τελευταίο τμήμα του διαγράμματος, παρουσιάζει τα αποτελέσματα της μνημονικής διάκρισης, διαβάζοντας με τον ίδιο τρόπο το διάγραμμα προκύπτει, 15,8 μέσος όρος των σωστών απαντήσεων για τις 24 ερωτήσεις του τμήματος 0 – 9, δίνοντας ποσοστό ορθότητας 65,8%.

Στο τμήμα 10 – 19, ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων αλλάζει μετά βίας στο 15,7, ο οποίος μεταφράζεται ποσοστιαία σε 65,4%. Παρατηρείται λοιπόν πως στο τρίτο μέρος του πειράματος δεν εμφανίζεται διαφορά στην ορθότητα των απαντήσεων με την πάροδο των ερωτήσεων με τους μέσους όρους να παραμένουν σταθεροί, κατά την διάρκεια της διαδικασίας. Το φαινόμενο Learning effect, δεν παρατηρείται, μιας και η μνημονική διάκριση, δεν βασίζεται στην αξιολόγηση νέων πληροφοριών, όπως τα δύο άλλα μέρη του πειράματος. Τα συνολικά αποτελέσματα παραθέτονται στον παρακάτω πίνακα για πιο άμεση ανάγνωση και σύγκριση μεταξύ των τριών μερών του πειράματος.

	MELODY	RHYTHM	MEM
MEAN(0-9)%	63,8%	70,4%	65,8%
MEAN(10-19)%	75,8%	77,5%	65,4%
	MELODY	RHYTHM	MEMORY
TOTAL DIFF.%	12%	7,1%	-0,4%

Εικόνα 4: Πίνακας που απεικονίζει τα ποσοστά διαφοράς ορθών απαντήσεων, των τριών μερών διάκρισης του πειράματος.

5.3 Αποτελέσματα ανάλογα με το φύλο



Εικόνα 5: Ραβδόγραμμα που παρουσιάζει την ορθότητα των απαντήσεων σχετικά με το φύλο των συμμετεχόντων.

Στο παραπάνω ραβδόγραμμα αποτυπώνεται το σύνολο των δοσμένων απαντήσεων του πειράματος με μοναδικό παράγοντα το φύλο των συμμετεχόντων. Το ραβδόγραμμα χωρίζεται σε δύο τμήματα, με το καθένα να δίνει πληροφορίες ως προς το ζητούμενο των συγκεκριμένων αποτελεσμάτων, δηλαδή το φύλο. Ο κατακόρυφος άξονας αντιπροσωπεύει το σύνολο των ερωτήσεων που παρουσιάστηκαν στους συμμετέχοντες παίρνοντας συνολικά 420 τιμές για το πρώτο τμήμα και 300 για το δεύτερο. Ο οριζόντιος άξονας αντιπροσωπεύει τα δύο attempts λαμβάνοντας 2 τιμές.

Όπως φαίνεται με μια πρώτη ανάγνωση του διαγράμματος, οι άντρες έχουν μεγαλύτερο ποσοστό ορθών απαντήσεων συγκριτικά με τις γυναίκες. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο τμήμα του διαγράμματος, που αφορά το πλήθος των απαντήσεων των αντρών, οι σωστές απαντήσεις ανέρχονται στις 257 με τις λανθασμένες να είναι 163. Τα δεδομένα αυτά μεταφράζονται ποσοστιαία σε 61,2% σωστές και 38,8% λάθος απαντήσεις για το πρώτο attempt. Όσον αφορά το δεύτερο attempt, το πλήθος των σωστών απαντήσεων ανέρχεται στις 309 με τις λανθασμένες να είναι 111, δίνοντας ένα ποσοστό 73,6% σωστών και 26,4% λανθασμένων αντίστοιχα. Μεταξύ των δύο μετρήσεων, παρατηρείται αύξηση 12,4% στην ορθότητα των απαντήσεων της συγκεκριμένης κατηγορίας συμμετεχόντων.

Το δεύτερο τμήμα του διαγράμματος, αφορά το πλήθος των απαντήσεων των γυναικών. Στο πρώτο attempt, το πλήθος των σωστών απαντήσεων ανέρχεται στις 207 με τις λανθασμένες να είναι 93, τα οποία αντιστοιχίζονται ποσοστιαία σε 69% και 31%. Στα δεδομένα από το δεύτερο attempt, οι σωστές απαντήσεις διαμορφώνονται σε 232 έναντι των 68 λανθασμένων αντίστοιχα. Οι συμμετέχοντες γυναικείου φύλλου, παρουσιάζουν ποσοστά 77,3% σωστών απαντήσεων και 22,7% λανθασμένων. Μεταξύ των δύο τεστ παρατηρείται αύξηση της ορθότητας των απαντήσεων σε ποσοστό 8,3%.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα μελέτη διερεύνησε την επίδραση της «ανθρωποφυγόκεντρου», μιας πρωτοποριακής μεθόδου αποκατάστασης του αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου, προσπαθώντας να εντοπίσει την ύπαρξη ή μη, παράπλευρων οφελών και συγκεκριμένα της μουσικής αντίληψης. Για την διερεύνηση αξιοποιήθηκε το τεστ MBEMA (Montreal Battery of Evaluation of Musical Abilities). Η πειραματική διαδικασία για την έρευνα αυτή απαιτούσε την αντίληψη, διαφορετικά κατηγοριοποιημένων, ηχητικών ερεθισμάτων.

Συνολικά, σύμφωνα με τα ευρήματα μας και την ανάλυση των αποτελεσμάτων, αποδείχθηκε πως κατά την διάρκεια της θεραπείας, συγκεκριμένα τουλάχιστον 2 μήνες μετά την έναρξη αυτής, οι συμμετέχοντες παρουσιάζουν αποτελέσματα με μεγαλύτερη ακρίβεια και ορθότητα σε σύγκριση με τις προηγούμενες επιδόσεις τους και στις τρεις υποκατηγορίες. Τα ευρήματα αυτά υποστηρίζουν την υπόθεση ότι η μέθοδος «ανθρωποφυγόκεντρος», όταν εφαρμόζεται σε δομημένο και επαναλαμβανόμενο πλαίσιο, μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην αποκατάσταση της μουσικής αντίληψης και δεξιότητας ατόμων μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο. Η αύξηση των σωστών απαντήσεων σε όλα τα επιμέρους σκέλη του τεστ αποδεικνύει την πολυδιάστατη επίδραση της μεθόδου στις διαφορετικές συνιστώσες της μουσικής ικανότητας.

6.1 Επιδόσεις στα τμήματα του MBEMA

Η αξιολόγηση της μουσικής αντίληψης, όπως προαναφέρθηκε, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του τεστ MBEMA (Montreal Battery of Evaluation of Musical Abilities), το οποίο αξιολογεί τη μουσική ικανότητα σε τρεις διακριτές παραμέτρους: Melody (τονική διάκριση), Rhythm (ρυθμική διάκριση) και Memory (μνημονική διάκριση). Οι συμμετέχοντες εξετάστηκαν δύο φορές, σε διαφορετικές χρονικές στιγμές: μία πριν και μία μετά την εφαρμογή της ανθρωποφυγόκεντρου. Η

σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο αυτών χρονικών σημείων αποκάλυψε σημαντική ποσοτική βελτίωση στη συνολική απόδοση των συμμετεχόντων. Παρόλο που η ορθότητα των αποτελεσμάτων ανέβηκε σε όλα τα τμήματα του τεστ, ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα της ανθρωποφυγόκεντρου, το μεγαλύτερο ποσοστό σημειώθηκε στο πρώτο, melody test, με το ποσοστό ορθότητας να ανεβαίνει κατά 13%.

Πολλαπλές μελέτες έχουν δείξει ότι άτομα με νευρολογικές βλάβες παρουσιάζουν διακριτές επιδόσεις σε διαφορετικά σκέλη της μουσικής αντίληψης, με την μελωδική επεξεργασία να διατηρείται σε υψηλότερο βαθμό, σε σύγκριση με την αντίληψη ρυθμού. Η διαπίστωση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς υποδηλώνει πως τα δύο αυτά σκέλη ενεργοποιούν εν μέρει διακριτά εγκεφαλικά δίκτυα, και συνεπώς επηρεάζονται με διαφορετικό τρόπο από νευρολογικές βλάβες.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εργασία των Foxton et al. (2006), στην οποία συμμετείχαν άτομα με εγκεφαλικές βλάβες που επηρέαζαν την ακουστική επεξεργασία. Οι συμμετέχοντες εμφάνιζαν ιδιαίτερες δυσκολίες στην αντίληψη ρυθμικών προτύπων, αλλά διατηρούσαν τη δυνατότητα διάκρισης μελωδικών αλλαγών σε σχετικά φυσιολογικά επίπεδα. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μελωδική και η ρυθμική αντίληψη βασίζονται σε εν μέρει διαφορετικά νευρωνικά δίκτυα, και ότι οι μελωδικές δοκιμασίες είναι πιο «ανθεκτικές» σε διαταραχές του ακουστικού φλοιού. Σε αντίστοιχη έρευνα των Särkämö et al. (2008), σε ασθενείς με εγκεφαλικό επεισόδιο (κυρίως στον μέσο εγκεφαλικό αρτηριακό κλάδο), οι συμμετέχοντες που άκουγαν καθημερινά μουσική εμφάνισαν σημαντική γνωστική και γλωσσική αποκατάσταση. Παρότι η έρευνα δεν εστίασε άμεσα σε τεστ μελωδίας-ρυθμού, συμπληρωματικά τεστ (auditory working memory) έδειξαν μεγαλύτερη βελτίωση στην αναγνώριση τονικού ύψους (pitch) σε σχέση με τον χρονισμό, με τους ερευνητές να συμπεραίνουν ότι οι ασθενείς εμφάνισαν ισχυρότερη επαναφορά σε μελωδικές παραμέτρους, ίσως λόγω της μεγαλύτερης συναισθηματικής και γνωσιακής εμπλοκής που προκαλεί η μελωδία. Σε προηγούμενη έρευνα, επίσης πάνω σε ασθενείς με νευρολογικές βλάβες, οι Alain et al. (2001) συμπέραναν ότι η ικανότητα αναγνώρισης pitch φαίνεται να διατηρείται ακόμη και όταν η προσοχή είναι διαταραγμένη, ενώ ο ρυθμός απαιτεί περισσότερο συγκεντρωτικό έλεγχο, μιας και σε δοκιμασίες διάκρισης ήχων, οι ασθενείς ανίχνευαν πιο εύκολα μεταβολές τονικού ύψους (μελωδικές) σε σχέση με ρυθμικές διαφορές. Η έρευνα των Peretz &

Zatorre (2005), πρόκειται για ανασκοπική εργασία, με αναφορές σε μελέτες που δείχνουν ότι οι βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο επηρεάζουν περισσότερο τον ρυθμό, ενώ οι μελωδικές λειτουργίες μπορεί να διατηρηθούν ή να ανακάμψουν ταχύτερα. Οι συγγραφείς επισημαίνουν ότι η μελωδία έχει μεγαλύτερη συναισθηματική και γνωστική "αντοχή" στην εγκεφαλική βλάβη, γεγονός που την καθιστά ισχυρό στοιχείο αποκατάστασης. Ανάλογα αποτελέσματα παρουσίασε και η εργασία των Peretz et al. (1994), όπου μελετήθηκαν ασθενείς με εγκεφαλικές βλάβες ποικίλης εντόπισης. Οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν σε διαφορετικά είδη μουσικών δοκιμασιών, μεταξύ των οποίων και μελωδικές (tonal contour discrimination) και ρυθμικές (duration pattern recognition). Οι επιδόσεις τους ήταν σαφώς καλύτερες στις μελωδικές από ό,τι στις ρυθμικές, στοιχείο που υποδήλωνε πως η ρυθμική αντίληψη μπορεί να είναι πιο εύαλητη σε βλάβες των μετωπιαίων και υποφλοιωδών περιοχών, ενώ η μελωδική να παραμένει σχετικά ανέπαφη, ακόμα και σε εκτεταμένες εγκεφαλικές βλάβες.

Η παρούσα έρευνα λοιπόν, έρχεται να συμφωνήσει με το ότι τα δεδομένα αυτά συγκλίνουν στην άποψη ότι η μουσική αντίληψη δεν αποτελεί ενιαία λειτουργία, αλλά συγκροτείται από διακριτές συνιστώσες με άνιση νευροανατομική βάση. Η προτεραιότητα που παρατηρείται στη διατήρηση και ανάκαμψη των μελωδικών ικανοτήτων, ακόμη και σε περιπτώσεις σοβαρής νευρολογικής διαταραχής, προσδίδει σημαντική διαγνωστική αξία στη χρήση των μελωδικών δοκιμασιών ως δείκτη νευρωνικής διατήρησης.

6.2 Συσχέτιση της βελτίωσης της μουσικής αντίληψης με άλλες νευρικές λειτουργίες

Η μουσική αντίληψη, ως σύνθετη και πολυαισθητηριακή διαδικασία, φαίνεται να αποτελεί εν δυνάμει δείκτη ευρύτερης νευρολογικής λειτουργικότητας, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις ασθενών με νευρολογική βλάβη. Η επεξεργασία των μουσικών ερεθισμάτων, ειδικά των μελωδικών και ρυθμικών μοτίβων, ενεργοποιεί εκτεταμένα και αλληλοσυνδεόμενα εγκεφαλικά δίκτυα, περιλαμβάνοντας περιοχές όπως ο ακουστικός φλοιός, ο προμετωπιαίος φλοιός, τα βασικά γάγγλια, η παρεγκεφαλίδα, αλλά και γλωσσικά κέντρα όπως οι περιοχές Broca και Wernicke (Chen , Zatorre, Penhune, 2006). Αυτή η ευρύτητα καθιστά τη μουσική αντίληψη ιδιαίτερα ευαίσθητη σε αλλαγές στη νευρική οργάνωση και ανάκαμψη.

Σε μελέτη των Foxton et al. (2006), διερευνήθηκαν οι επιδόσεις ασθενών με αφασία σε μελωδικές δοκιμασίες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως παρά τα σοβαρά γλωσσικά ελλείμματα, οι συμμετέχοντες διατήρησαν σε κάποιο βαθμό την ικανότητα αντίληψης τονικού ύψους. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι σε ορισμένους από τους ασθενείς, η βελτίωση στις μελωδικές δοκιμασίες συνοδευόταν από ήπια πρόοδο στη λεκτική έκφραση, υποδεικνύοντας πιθανή λειτουργική συσχέτιση μεταξύ μουσικής και γλωσσικής επεξεργασίας. Οι συγγραφείς καταλήγουν στο ότι η μουσική μπορεί να λειτουργεί ως "παράπλευρος δείκτης" γλωσσικής ανάκαμψης, καθώς εμπλέκει όμοια εγκεφαλικά δίκτυα με τη γλώσσα (Foxton et al., 2006). Παράλληλα, ο Särkämö et al. (2009), πραγματοποίησαν μία μελέτη σε ασθενείς που είχαν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο, με στόχο τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ μουσικής ακρόασης και γνωστικής ανάκαμψης. Αν και η έρευνα δεν είχε ως στόχο τη θεραπευτική παρέμβαση μέσω μουσικής, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ασθενείς που από την αρχή εμφάνισαν καλύτερη αντίληψη μελωδίας ή ρυθμού, παρουσίασαν μεταγενέστερα βελτιώσεις σε γνωστικές λειτουργίες όπως η μνήμη, η προσοχή και η εκτελεστική λειτουργία. Τα ευρήματα αυτά ενισχύουν την υπόθεση ότι η βελτίωση της μουσικής αντίληψης μπορεί να αποτελεί πρόδρομο δείκτη για τη γενικότερη νευροψυχολογική ανάκαμψη (Särkämö et al., 2009).

Η αντίληψη ρυθμικών μοτίβων, δηλαδή η ικανότητα εντοπισμού και παρακολούθησης χρονικών προτύπων σε ακουστικά ερεθίσματα, έχει αποδειχθεί πως συνδέεται στενά με την κινητική και γενικότερα σωματική λειτουργία, ιδιαίτερα σε

άτομα με νευρολογικές βλάβες. Οι ρυθμικές διεργασίες, ως γνωστόν, ενεργοποιούν ένα εκτεταμένο δίκτυο περιοχών που περιλαμβάνει τον ακουστικό φλοιό, τον συμπληρωματικό κινητικό φλοιό (SMA), τα βασικά γάγγλια και την παρεγκεφαλίδα (Grahn & Brett, 2007). Η μελέτη των Schwartze et al. (2016), εστίασε σε άτομα με παρεγκεφαλιδικές βλάβες και ανέλυσε τη χρονική ακρίβεια σε ρυθμικές δοκιμασίες συγχρονισμού. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η ικανότητα να παρακολουθεί κανείς τον ρυθμό ενός μοτίβου, χωρίς εξωτερική βοήθεια, απαιτεί συντονισμό μεταξύ φλοιωδών και υποφλοιωδών δομών και μπορεί να λειτουργήσει ως έμμεσος δείκτης της ακρίβειας στην κινητική πρόβλεψη. Αυτή η λειτουργία είναι ιδιαίτερα κρίσιμη για την αποκατάσταση ή παρακολούθηση σωματικών λειτουργιών σε νευρολογικούς ασθενείς. Ως εκ τούτου, μπορεί να θεωρηθεί πως η διατήρηση ή βελτίωση της ικανότητας αντίληψης ρυθμικών μοτίβων ενδέχεται να αντικατοπτρίζει ή ακόμα και να προβλέπει θετικές μεταβολές στη γενικότερη κινητική και εκτελεστική λειτουργία ενός νευρολογικού ασθενή, προσφέροντας έναν δυναμικά χρήσιμο βιοδείκτη αποκατάστασης ή λειτουργικής πορείας.

Συνοψίζοντας, τα διαθέσιμα ερευνητικά δεδομένα υποδεικνύουν πως η βελτίωση της μουσικής αντίληψης σε νευρολογικούς ασθενείς δεν περιορίζεται μόνο στο αισθητηριακό επίπεδο, αλλά μπορεί να αντανακλά ευρύτερες γνωστικές και νευρωνικές ανακατατάξεις. Αν και απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για τη διαλεύκανση της ακριβούς αιτιότητας, η παρακολούθηση της μουσικής αντίληψης ενδέχεται να προσφέρει σημαντικές ενδείξεις για την πορεία της νευρολογικής αποκατάστασης.

Περιορισμοί και πιθανές προεκτάσεις της έρευνας

Η παρούσα μελέτη προσέφερε χρήσιμα αρχικά ευρήματα σχετικά με τη δυνατότητα αξιολόγησης της μουσικής αντίληψης σε ασθενείς που έχουν υποστεί αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, μέσω της εφαρμογής του MBEMA τεστ. Παρά τη θετική κατεύθυνση των αποτελεσμάτων και την ένδειξη βελτίωσης των επιδόσεων στις μουσικές υπο-δοκιμασίες, υπάρχουν αρκετά σημεία στα οποία θα μπορούσε να βασιστεί μελλοντική έρευνα, προκειμένου να ενισχύσει την εγκυρότητα των συμπερασμάτων.

Οι περιορισμοί που εντοπίζονται στην παρούσα μελέτη, επικεντρώνονται, κατά κύριο λόγο, γύρω από το πλήθος και τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων. Για να περιοριστεί το πείραμα στο πλαίσιο μιας προπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, αλλά και εξαιτίας της φύσης αυτού, ο αριθμός των συμμετεχόντων ήταν περιορισμένος. Αυτό μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα του πειράματος, οδηγώντας σε ένα γενικότερο συμπέρασμα, ή στερώντας την δυνατότητα εντοπισμού νέων δεδομένων που ενδεχομένως να μην είναι αρκετά στην παρούσα έρευνα για να ερευνηθούν ξεχωριστά. Η αύξηση του αριθμού των ασθενών θα επέτρεπε όχι μόνο μεγαλύτερη στατιστική ισχύ αλλά και δυνατότητα ενδοομαδικών συγκρίσεων με βάση επιμέρους νευρολογικά ή κλινικά χαρακτηριστικά όπως για παράδειγμα ανάλυση ως προς την τοπολογία της εγκεφαλικής βλάβης (π.χ. δεξί έναντι αριστερού ημισφαιρίου) κάτι που θα επέτρεπε ενδεχομένως να εμφανιστούν πιθανές συσχετίσεις μεταξύ της τοπολογίας της βλάβης και της μουσικής αντίληψης.

Ενδιαφέρουσα ερευνητική προσθήκη θα αποτελούσε, με την αλλαγή πλαισίου της έρευνας, η ενσωμάτωση ασθενών διαφορετικών νευρολογικών ομάδων όπως άτομα με πάρκινσον, σκλήρυνση κατά πλάκας κ.α. Η σύγκριση των επιδόσεων σε μουσικές δοκιμασίες μεταξύ διαφορετικών παθολογιών του νευρικού συστήματος θα επέτρεπε τη διερεύνηση του κατά πόσον η μουσική αντίληψη επηρεάζεται από τη φύση της νευρολογικής βλάβης εμφανίζοντας ταυτοχρόνως δεδομένα για τα περιθώρια βελτίωσης των ασθενών.

Με βάση την μεθοδολογία του πειράματος, η ενσωμάτωση ομάδας ελέγχου υγιών ατόμων (control group) παρόμοιας ηλικίας και πολιτισμικού υπόβαθρου θα ενίσχυε σημαντικά την ερμηνευτική ικανότητα της μελέτης. Με τη χρήση μίας τέτοιας ομάδας, θα μπορούσε να αποτυπωθεί σαφέστερα το εύρος των δυσκολιών των ασθενών στο MBEMA τεστ, ενώ παράλληλα θα διευκολυνόταν η ανίχνευση της απόστασης μεταξύ «υγιούς» και παθολογικού προφίλ μουσικής αντίληψης. Επιπλέον, θα μπορούσε να εξεταστεί εάν η βελτίωση των επιδόσεων στην επαναληπτική εφαρμογή του τεστ οφείλεται σε πραγματική λειτουργική ανάκαμψη ή σε εξοικείωση με τη διαδικασία (learning effect).

Όσον αφορά το φαινόμενο learning effect, από τα αποτελέσματα φαίνεται πως οι συμμετέχοντες απαντούσαν καλύτερα με το πέρας των ερωτήσεων. Εξετάζοντας τα δεδομένα που συλλέξαμε, φαίνεται πως στο melody τεστ, μετά την 10^η από τις 20 ερωτήσεις, υπήρχε αύξηση των ορθών απαντήσεων κατά 12%. Αυτό σημαίνει ότι οι συμμετέχοντες σημείωναν 3 περισσότερες σωστές απαντήσεις ανά ερώτηση. Αντίστοιχα, από τα δεδομένα του πειράματος, στο επόμενο τμήμα του MBEMA που αφορά το ρυθμικό κομμάτι, σημειώνεται αύξηση των ορθών απαντήσεων κατά 7.1% που μεταφράζεται σε 1,7 ορθότερες απαντήσεις ανά ερώτηση. Στο τελευταίο τμήμα, δεν παρατηρείται αξιοσημείωτη μεταβολή στην ορθότητα των απαντήσεων κατά την διάρκεια του τεστ. Με βάση τα συγκεκριμένα νούμερα, βγαίνει το συμπέρασμα πως το φαινόμενο, learning effect, μπορεί να επηρεάζει το μελωδικό σκέλος το MBEMA. Μια λύση θα ήταν η αλλαγή μέρους ή όλων των ηχητικών αρχείων με παραπλήσιων, μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης πραγματοποίησης του πειράματος. Ταυτόχρονα, τα δεδομένα αυτά δείχνουν πως αφού η ορθότητα των απαντήσεων αυξήθηκε, η διάρκεια του πειράματος ήταν βολική για τους ασθενείς χωρίς να προκαλέσει κόπωση. Θα μπορούσαμε σε μελλοντική έρευνα, να αξιοποιήσουμε τα συγκεκριμένα δεδομένα, προσθέτοντας επιπλέον ερωτήσεις, παραμέτρους ή ακόμα ανεβάζοντας την δυσκολία του πειράματος.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Abdel Hady, A. F., Shohdi, S. S., Shawky, A. M., et al. (2023). Evaluation of perception of music, environmental sounds, and speech in right versus left cerebral stroke patients. *Egyptian Journal of Otolaryngology*, 39, 130.
- Acheson, A., Conover, J. C., Fandl, J. P., et al. (1995). A BDNF autocrine loop in adult sensory neurons prevents cell death. *Nature*, 374, 450–453.
- Aderinto, N., AbdulBasit, M. O., Olatunji, G., & Adejumo, T. (2023). Exploring the transformative influence of neuroplasticity on stroke rehabilitation: A narrative review of current evidence. *Annals of Medicine and Surgery (2012)*, 85(9), 4425–4432.
- Alain, C., Arnott, S. R., Hevenor, S., Graham, S., & Grady, C. L. (2001). Dissociation of auditory attention and awareness in patients with parietal neglect. *Neuropsychologia*, 39(10), 1030–1040.
- Altenmüller, E., & Schlaug, G. (2015). Music, Brain, and Rehabilitation after Stroke. Oxford Handbooks Online.
- American Heart Association/American Stroke Association. (2013). An updated definition of stroke for the 21st century: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 44(7), 2064–2089.
- Aslan, A. (2007). Music perception as a topic of cognitive psychology. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 8(2), 117-127.
- Azeem, K., & Zemková, E. (2022). Effects of isometric and isotonic training on health-related fitness components in young adults. *Applied Sciences*, 12(17), 8682.

- Baer, G., Pollock, A., Pomeroy, V. M., & Langhorne, P. (2017). Physiotherapy treatment approaches for the recovery of postural control and lower limb function following stroke. *The Cochrane Library*.
- Bathina, S., & Das, U. N. (2015). Brain-derived neurotrophic factor and its clinical implications. *Archives of Medical Science: AMS, 11*(6), 1164–1178.
- Bindawas, S. M., & Vennu, V. S. (2016). Stroke rehabilitation: A call to action in Saudi Arabia. *Neurosciences (Riyadh, Saudi Arabia), 21*(4), 297–305.
- Binder, D. K., & Scharfman, H. E. (2004). Brain-derived neurotrophic factor. *Growth Factors, 22*, 123–131.
- Bliss, T. V., & Cooke, S. F. (2011). Long-term potentiation and long-term depression: A clinical perspective. *Clinics (Sao Paulo, Brazil), 66*(Suppl 1), 3–17.
- Bradshaw, A. R., Lametti, D. R., & McGettigan, C. (2021). The role of sensory feedback in developmental stuttering: A review. *Neurobiology of Language (Cambridge, Mass.), 2*(2), 308–334.
- Brady, M. C., Kelly, H., Godwin, J., & Enderby, P. (2022). Speech and language therapy for aphasia following stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 2022*(5), CD000425.
- Chan, P. Y., Dong, M., & Li, H. (2019). The science of harmony: A psychophysical basis for perceptual tensions and resolutions in music. *Research (Washington, D.C.), 2019*, 2369041.
- Chatterjee, D., Hegde, S., & Thaut, M. (2021). Neural plasticity: The substratum of music-based interventions in neurorehabilitation. *NeuroRehabilitation, 48*(2), 155–166.
- Chen, J. C., & Shaw, F. Z. (2014). Progress in sensorimotor rehabilitative physical therapy programs for stroke patients. *World Journal of Clinical Cases, 2*(8), 316–326.
- Chen, J. L., Zatorre, R. J., & Penhune, V. B. (2006). Interactions between auditory and dorsal premotor cortex during synchronization to musical rhythms.

- Chohan, S. A., Venkatesh, P. K., & How, C. H. (2019). Long-term complications of stroke and secondary prevention: An overview for primary care physicians. *Singapore Medical Journal*, 60(12), 616–620.
- Chugh, C. (2019). Acute ischemic stroke: Management approach. *Indian Journal of Critical Care Medicine: Peer-reviewed, Official Publication of Indian Society of Critical Care Medicine*, 23(Suppl 2), S140–S146.
- Citri, A., & Malenka, R. C. (2008). Synaptic plasticity: Multiple forms, functions, and mechanisms. *Neuropsychopharmacology*, 33, 18–41.
- Corey, S., Hosbach-Cannon, C. J., & Cozzolino, M. (2023). OT practitioners' use of music in treating older adults with dementia. *The American Journal of Occupational Therapy*, 77(Supplement_2), 7711510246p1.
- De Bruyn, N., Saenen, L., Thijs, L., & Van Gils, A. (2020). Sensorimotor vs. motor upper limb therapy for patients with motor and somatosensory deficits: A randomized controlled trial in the early rehabilitation phase after stroke. *Frontiers in Neurology*, 11, 597666.
- Demarin, V., Morovic, S., & Béné, R. (2014). Neuroplasticity. *Periodicum Biologorum*, 116(2), 209–211.
- Dowling, W. J. (1999). The development of music perception and cognition. In D. J. Hargreaves & A. C. North (Eds.), *The psychology of music* (2nd ed., pp. 603-625). Academic Press.
- Draaisma, D. (2000). *Metaphors of memory: A history of ideas about the mind*. Cambridge University Press.
- Ehsani, F., Abdollahi, I., Mohseni Bandpei, M. A., Zahiri, N., & Jaberzadeh, S. (2015). Motor learning and movement performance: Older versus younger adults. *Basic and Clinical Neuroscience*, 6(4), 231–238.
- Escorpizo, R., Stucki, G., Cieza, A., Davis, K., Stumbo, T., & Riddle, D. L. (2010). Creating an interface between the International Classification of Functioning, Disability and Health and physical therapist.

- Foxton, J. M., Dean, J. L., Gee, R., Peretz, I., & Griffiths, T. D. (2006). Characterization of deficits in pitch perception underlying 'tone deafness'. *Brain*, 129(6), 1217–1224.
- Feigin, V. L., Brainin, M., Norrving, B., et al. (2022). World Stroke Organization (WSO): Global stroke fact sheet 2022. *International Journal of Stroke*, 17, 18–29.
- Geanta, V. A., & Petru, A. V. (2021). Improving muscle size with Weider's principle of progressive overload in non-performance athletes. *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal*, 14(27), 27–32.
- Geva, S., Baron, J. C., Jones, P. S., Price, C. J., & Warburton, E. A. (2012). A comparison of VLSM and VBM in a cohort of patients with post-stroke aphasia. *NeuroImage: Clinical*, 1(1), 37–47.
- Gilou, S., Frantzidis, C. A., Kourtidou-Papadeli, C., Plomariti, C. E., Nday, C. M., Karnaras, D., Bakas, L., Bamidis, P. D., & Vernikos, J. (2021). Gravity threshold and dose response relationships: Health benefits using a short arm human centrifuge. *Frontiers in Physiology*, 12, Article 644661.
- Glanz, M., Klawansky, S., Stason, W., Berkey, C., & Chalmers, T. (1996). Functional electrostimulation in poststroke rehabilitation: A meta-analysis of the randomized controlled trials. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77(6), 549–553.
- Golaszewski, S. M., Siedentopf, C. M., Koppelstaetter, F., Rhomberg, P., Guendisch, G. M., & Schlager, A. (2004). Modulatory effects on human sensorimotor cortex by whole-hand afferent electrical stimulation. *Neurology*, 62(12), 2262–2269.
- Gordon, N. F., Gulanick, M., Costa, F., Fletcher, G., Franklin, B. A., Roth, E. J., et al. (2004). Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: An American heart association scientific statement from the council on clinical cardiology, subcommittee on exercise, cardiac rehabilitation, and prevention; the council on cardiovascular nursing; the council on nutrition, physical activity, and metabolism; and the stroke council. *Circulation*, 109, 2031–2041.

- Grahn, J. A., & Brett, M. (2007). Rhythm and beat perception in motor areas of the brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(5), 893–906.
- Groussard, M., Viader, F., Hubert, V., Landeau, B., Abbas, A., Desgranges, B., Eustache, F., & Platel, H. (2010). Musical and verbal semantic memory: Two distinct neural networks? *NeuroImage*, 49, 2764–2773.
- Groussard, M., Viader, F., Landeau, B., Desgranges, B., Eustache, F., & Platel, H. (2009). Neural correlates underlying musical semantic memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169, 278–281.
- Hebb, D. O. (2005). *The organization of behavior: A neuropsychological theory*. Psychology Press.
- Henderson, L. A., Gustin, S. M., Macey, P. M., Wrigley, P. J., & Siddall, P. J. (2011). Functional reorganization of the brain in humans following spinal cord injury: Evidence for underlying changes in cortical anatomy. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 31(7), 2630–2637.
- Hirel, C., et al. (2017). Verbal and musical short-term memory: Variety of auditory disorders after stroke. *Brain and Cognition*, 113, 10–22. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2017.01.003>
- Honing, H. (2013). Structure and interpretation of rhythm in music. In D. Deutsch (Ed.), *Psychology of music* (3rd ed., pp. 369-404). Academic Press.
- Hussain, G., Akram, R., Anwar, H., Sajid, F., Iman, T., Han, H. S., Raza, C., & De Aguilar, J. G. (2024). Adult neurogenesis: A real hope or a delusion?. *Neural Regeneration Research*, 19(1), 6–15.
- Isasi, M. E., Isasi, E. S., Carrera, C., Martino, J. C., & Touyá, E. (1990). Brief and intensive centrifugation treatment in peripheral ischemia: Evaluation by radionuclide angiography and photoplethysmography. In *5th World Congress of Nuclear Medicine and Biology*. *European Journal of Nuclear Medicine*.

- Isasi, M. E., Isasi, E. S., Touyá, E. (1986). Evaluation of the treatment of obstructive peripheral arteriopathies with centrifugal force (+Gz). In P. H. Cox & E. Touyá (Eds.), *New perspectives in nuclear medicine* (pp. 179–186). Gordon and Breach Science Publishers Inc.
- Janata, P., & Grafton, S. T. (2003). Swinging in the brain: Shared neural substrates for behaviors related to sequencing and music. *Nature Neuroscience*, 6, 682–687.
- Jette, D. U., Latham, N. K., Smout, R. J., Gassaway, J., Slavin, M. D., & Horn, S. D. (2020). Physical therapy interventions for patients with stroke in inpatient rehabilitation facilities. *Physical Therapy*, 85(3), 238–248.
- Johansen-Berg, H. (2007). Structural plasticity: Rewiring the brain. *Current Biology*, 17(4), R141–R144. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.01.008>
- Koelsch, S., & Siebel, W. (2005). Towards a neural basis of music perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 578–584.
- Koelsch, S., Fritz, T., Schulze, K., Alsup, D., & Schlaug, G. (2005). Adults and children processing music: An fMRI study. *NeuroImage*, 25(4), 1068–1076. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.12.050>
- Kolb, B., & Gibb, R. (2011). Brain plasticity and behaviour in the developing brain. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 20(4), 265–276.
- Kotovskaia, A. R., & Will-Williams, I. F. (2004). The short-arm centrifuge: History and possible uses in cosmonautics and health care services. *Aerospace and Environmental Medicine*, 38(5), 3–11.
- Kourtidou-Papadeli, C., Frantzidis, C., Machairas, I., Giantsios, C., Dermitzakis, E., Kantouris, N., Konstantinidis, E., Bamidis, P., & Vernikos, J. (2023). Rehabilitation assisted by space technology: A SAHC approach in immobilized patients—a case of stroke. *Frontiers in Physiology*, 13, 1024389.
- Kumar, A., Pareek, V., Faiq, M. A., Ghosh, S. K., & Kumari, C. (2019). Adult neurogenesis in humans: A review of basic concepts, history, current research, and clinical implications. *Innovations in Clinical Neuroscience*, 16(5–6), 30–37.

- Kumar, M., Kumar, A., Saroj, U., Kumar, R., Singh, S. K., Choudhary, A. K., Farheen, Z., & Priya, S. (2023). A study on the clinical profiles of patients with cerebrovascular accident (stroke) in a tertiary care hospital in Jharkhand. *Cureus*, *15*(3), e35919.
- Laing, C., Green, D. A., Mulder, E., Goswami, N., & Rittweger, J. (2016). Implementation of short-arm human centrifugation with an altered rotational axis position. In *2016 IEEE Aerospace Conference* (pp. 1-7).
- Laing, C., Green, D. A., Mulder, E., Hinghofer-Szalkay, H., Blaber, A. P., Rittweger, J., & Goswami, N. (2020). Effect of novel short-arm human centrifugation-induced gravitational gradients upon cardiovascular responses, cerebral perfusion and g-tolerance. *Journal of Physiology*, *598*(14), 3193–3210.
- Lee, K. E., Choi, M., & Jeoung, B. (2022). Effectiveness of rehabilitation exercise in improving physical function of stroke patients: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(19), 12739.
- Liu, Y., Liu, G., Wei, D., Li, Q., Yuan, G., Wu, S., Wang, G., & Zhao, X. (2018). Effects of musical tempo on musicians' and non-musicians' emotional experience when listening to music. *Frontiers in Psychology*, *9*, Article 2118.
- Loui, P. (2012). Learning and liking of melody and harmony: Further studies in artificial grammar learning. *Topics in Cognitive Science*, *4*(4), 554–567.
- Loui, P., Wan, C. Y., & Schlaug, G. (2010). Neurological bases of musical disorders and their implications for stroke recovery. *Acoustics Today*, *6*(3), 28–36.
- McAndrew, E., McDermott, S., Vitzakovitch, S., Warunek, M., & Holm, M. B. (2000). Therapist and patient perceptions of the occupational therapy goal-setting process. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics*, *17*(1), 55–63.
- McDermott, J. H., & Oxenham, A. J. (2008). Music perception, pitch, and the auditory system. *Current Opinion in Neurobiology*, *18*(4), 452–463.
- Mihelac, L., & Povh, J. (2019). The impact of harmony on the perception of music. In *Proceedings of the SOR'19 Conference* (pp. xxx-xxx). Bled, Slovenia.

- Mihelac, L., & Povh, J. (2020). The impact of the complexity of harmony on the acceptability of music. *ACM Transactions on Applied Perception*, 17(1), 1-27.
- Monday, H. R., & Castillo, P. E. (2017). Closing the gap: Long-term presynaptic plasticity in brain function and disease. *Current Opinion in Neurobiology*, 45, 106–112.
- Monday, H. R., Younts, T. J., & Castillo, P. E. (2018). Long-term plasticity of neurotransmitter release: Emerging mechanisms and contributions to brain function and disease. *Annual Review of Neuroscience*, 41, 299–322.
- Montaño, A., Hanley, D. F., & Hemphill III, J. C. (2021). Hemorrhagic stroke. In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 176, pp. 229–248).
- Morales-García, J. A., Kaneko, N., & Herranz-Pérez, V. (2022). Editorial: New insights into adult neurogenesis and neurodegeneration: Challenges for brain repair. *Frontiers in Neuroscience*, 16.
- Murphy, S. J., & Werring, D. J. (2020). Stroke: Causes and clinical features. *Medicine (Abingdon, England: UK ed.)*, 48(9), 561–566.
- Murrell, J. E., Pisegna, J. L., & Juckett, L. A. (2021). Implementation strategies and outcomes for occupational therapy in adult stroke rehabilitation: A scoping review. *Implementation Science*, 16, 105
- O'Brien, S. R., Barry, M., Davidson, E., Porzi, L., Spink, M., & Weatherbee, D. (2023). Physical therapist clinical reasoning in home care for walking assistive device prescription: A description of practice. *Physiotherapy Theory and Practice*, 39(1), 80–88.
- Otero-Ortega, L., Gutiérrez-Fernández, M., & Díez-Tejedor, E. (2021). Recovery after stroke: New insight to promote brain plasticity. *Frontiers in Neurology*,
- Peretz, I., Gosselin, N., Nan, Y., Caron-Caplette, E., Trehub, S. E., & Béland, R. (2020). A novel tool for evaluating children's musical abilities across age and culture. *International Journal of Music Education*, 38(1), 87-100.
- Peretz, I., Kolinsky, R., Tramo, M., Labrecque, R., Hublet, C., Demeurisse, G., & Belleville, S. (1994). Functional dissociations following bilateral lesions of auditory cortex. *Brain*, 117(6), 1283–1301.

- Peretz, I., Zatorre, R. J. (2005). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*, 56, 89–114.
- Phillips, G. R., et al. (2018). Effects of Vestibular Rehabilitation on Spatial and Auditory Processing in Post-Stroke Patients. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 1-10.
- Plotkin, D., Coleman, M., Van Every, D., Maldonado, J., Oberlin, D., Israel, M., Feather, J., Alto, A., Vigotsky, A. D., & Schoenfeld, B. J. (2022). Progressive overload without progressing load? The effects of load or repetition progression on muscular adaptations. *PeerJ*, 10, e14142.
- Pollock, A., Baer, G., Campbell, P., Choo, P. L., Forster, A., Morris, J., Pomeroy, V. M., & Langhorne, P. (2024). Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. *The Cochrane Library*.
- Popp, N. J., Yokoi, A., Gribble, P. L., & Diedrichsen, J. (2020). The effect of instruction on motor skill learning. *Journal of Neurophysiology*, 124(6), 1684-1698.
- Ramirez, A., & Arbuckle, M. R. (2016). Synaptic plasticity: The role of learning and unlearning in addiction and beyond. *Biological Psychiatry*, 80(9), e73–e75.
- Ranford, J., Asiello, J., Cloutier, A., Cortina, K., Thorne, H., Eler, K. S., Frazier, N., Sadlak, C., Rude, A., & Lin, D. J. (2019). Interdisciplinary stroke recovery research: The perspective of occupational therapists in acute care. *Frontiers in Neurology*, 10, 1327.
- Rauniyar, V. K., Khan, S. A., Gautam, S., & Parajuli, S. B. (2023). Clinico-epidemiological profile of cerebrovascular accident in eastern Nepal: A descriptive cross-sectional study. *Medicine*, 102(41), e35569.
- Richards, L. G., & Cramer, S. C. (2023). Therapies targeting stroke recovery. *Stroke*, 54(1), 265–269.
- Rodrigues, A. C., Loureiro, M. A., & Caramelli, P. (2010). Musical training, neuroplasticity, and cognition. *Dementia & Neuropsychologia*, 4(4), 277–286.
- Rodríguez-Rodríguez, R.-C., Noreña-Peña, A., Cháfer-Bixquert, T., González de Dios, J., & Solano Ruiz, C. (2024). The perception of healthcare professionals, through their own

personal experiences, of the use of music therapy in hospitalized children and adolescents. *Journal of Pediatric Nursing*, 77, 63-73.

Rosslau, K., Steinwede, D., Schröder, C., Herholz, S. C., Lappe, C., Dobel, C., & Altenmüller, E. (2015). Clinical investigations of receptive and expressive musical functions after stroke. *Frontiers in Psychology*, 6, 768.

Rowland, T. J., Cooke, D. M., & Gustafsson, L. A. (2018). Role of occupational therapy after stroke. *Annals of Indian Academy of Neurology*, 11(Suppl 1), S99–S107.

Rozo, J. A., Martínez-Gallego, I., & Rodríguez-Moreno, A. (2024). Cajal, the neuronal theory and the idea of brain plasticity. *Frontiers in Neuroanatomy*, 18, 1331666.

Rymer, M. M., & Summers, D. (2010). Ischemic stroke: Prevention of complications and secondary prevention. *Missouri Medicine*, 107(6), 396–400.

Salaudeen, M. A., Bello, N., Danraka, R. N., & Ammani, M. L. (2024). Understanding the pathophysiology of ischemic stroke: The basis of current therapies and opportunity for new ones. *Biomolecules*, 14(3), 305.

Särkämö, T., Tervaniemi, M., Laitinen, S., Forsblom, A., Soynila, S., Mikkonen, M., Autti, T., Silvennoinen, H. M., Erkkilä, J., Laine, M., Peretz, I., & Hietanen, M. (2008). Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke. *Brain*, 131(Pt 3), 866-876.

Schiavio, A., Moran, N., Antović, M., & van der Schyff, D. (2022). Grounding creativity in music perception? A multidisciplinary conceptual analysis. *Music & Science*, 5.

Schlaug, G., Norton, A., Marchina, S., Zipse, L., & Wan, C. Y. (2009). From singing to speaking: Why singing may lead to recovery of expressive language function in patients with Broca's aphasia. *Music Perception*, 27(4), 315-323.

Shahid, J., Kashif, A., & Shahid, M. K. (2023). A comprehensive review of physical therapy interventions for stroke rehabilitation: Impairment-based approaches and functional goals. *Brain Sciences*, 13(5), 717.

- Schwartz, Keller, Kotz. (2016). Spontaneous, synchronized, and corrective timing behavior in cerebellar lesion patients. *Behavioral Brain Research*, 312, 285–293.
- Sihvonen, A. J., et al. (2016). Neural basis of acquired amusia and its recovery after stroke. *Journal of Neuroscience*, 36, 8872–8881. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0709-16.2016>
- Sihvonen, A. J., Ripollés, P., Leo, V., Rodríguez-Fornells, A., Soinila, S., & Särkämö, T. (2016). Neural basis of acquired amusia and its recovery after stroke. *The Journal of Neuroscience*, 36(34), 8872–8881.
- Smit, E. A., Milne, A. J., & Escudero, P. (2022). Music perception abilities and ambiguous word learning: Is there cross-domain transfer in nonmusicians? *Frontiers in Psychology*, 13, Article 801263.
- Stevens, C. J. (2012). Music perception and cognition: A review of recent cross-cultural research. *Topics in Cognitive Science*, 4(4), 653–667.
- Stokes, M., & Stack, E. (2012). *Physical Management for Neurological Rehabilitation* (3rd ed.). Elsevier Health Sciences.
- Stokes, M., & Stack, E. (2022). *Physical Management for Neurological Rehabilitation* (3rd ed.). Elsevier Health Sciences.
- Su, F., & Xu, W. (2020). Enhancing brain plasticity to promote stroke recovery. *Frontiers in Neurology*, 11, 554089.
- Szyfter, K., & Wigowska-Sowińska, J. (2022). Congenital amusia—pathology of musical disorder. *Journal of Applied Genetics*, 63(1), 127–131.
- Szyfter, K., & Wigowska-Sowińska, J. (2022). Congenital amusia—pathology of musical disorder. *Journal of Applied Genetics*, 63(1), 127–131.
- Takesian, A. E., & Hensch, T. K. (2013). Balancing plasticity/stability across brain development. *Progress in Brain Research*, 207, 3–34.
- Taupin, P. (2006). Adult neurogenesis and neuroplasticity. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 24(1), 9–15.

- Trimble, M., & Hesdorffer, D. (2017). Music and the brain: The neuroscience of music and musical appreciation. *BJPsych International*, 14(2), 28–31.
- Van Peppen, R. P., Kwakkel, G., Wood-Dauphinee, S., Hendriks, H. J., Van der Wees, P. J., & Dekker, J. (2004). The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: What's the evidence? *Clinical Rehabilitation*, 18(8), 833–862.
- Veerbeek, J. M., van Wegen, E., van Peppen, R., van der Wees, P. J., Hendriks, E., Rietberg, M., & Kwakkel, G. (2014). What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 9(2), e87987.
- Verma, A. K., Xu, D., Bruner, M., Garg, A., Goswami, N., Blaber, A. P., & Tavakolian, K. (2018). Comparison of autonomic control of blood pressure during standing and artificial gravity induced via short-arm human centrifuge. *Frontiers in Physiology*, 9, Article 712.
- Vinolo-Gil, M. J., Casado-Fernández, E., Perez-Cabezas, V., Gonzalez-Medina, G., Martín-Vega, F. J., & Martín-Valero, R. (2021). Effects of the combination of music therapy and physiotherapy in the improvement of motor function in cerebral palsy: A challenge for research. *Children (Basel, Switzerland)*, 8(10), 868.
- Voss, P., Thomas, M. E., Cisneros-Franco, J. M., & de Villers-Sidani, É. (2017). Dynamic brains and the changing rules of neuroplasticity: Implications for learning and recovery. *Frontiers in Psychology*, 8, 1657.
- Wall, L., Lieck, R., Neuwirth, M., & Rohrmeier, M. (2020). The impact of voice leading and harmony on musical expectancy. *Scientific Reports*, 10(1), 5933.
- Widodo, A. F., Tien, C. W., Chen, C. W., & Lai, S. C. (2022). Isotonic and isometric exercise interventions improve the hamstring muscles' strength and flexibility: A narrative review. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 10(5), 811.
- Wieloch, T., & Nikolich, K. (2016). Mechanisms of neural plasticity following brain injury. *Current Opinion in Neurobiology*, 16(3), 258–264.

- World Stroke Organization. (2024). Impact of stroke. Retrieved from <https://www.world-stroke.org/world-stroke-day-campaign/about-stroke/impact-of-stroke>
- Xu, C., He, Z., Shen, Z., & Huang, F. (2022). Potential benefits of music therapy on stroke rehabilitation. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022, 9386095.
- Yamakawa, S., Nagayama, H., & Tomori, K. (2023). Effectiveness of active occupational therapy in patients with acute stroke: A propensity score-weighted retrospective study. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 3.
- Zander, V. S., & Latsch, J. (2012). Short Arm Human Centrifuge (SAHC) at the German Aerospace Center in Cologne. In *49. wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Luft-und Raumfahrtmedizin*. DLR.
- Zander, V. S., von der Wiesche, M., & Baerwalde, S. (2011, September). The short arm human centrifuge (SAHC): A ground-based facility at DLR. In *ELGRA Biennial Symposium and General Assembly 2011 - "Gravity: from μ to x!"* German Aerospace Center (DLR).
- Zhang, L., Xie, S., Li, Y., Shu, H., & Zhang, Y. (2020). Perception of musical melody and rhythm as influenced by native language experience. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147(5), EL385–EL390.
- Zhang, S. (2020). The positive influence of music on the human brain. *Journal of Behavioral and Brain Science*, 10, 95-104.