



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΝΕΥΡΟΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Διευθυντής ΠΜΣ: Καθηγητής ΕΥΘΥΜΙΟΣ Γ. ΔΑΡΔΙΩΤΗΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

" Νευροπλαστικότητα και Κινητική Τέχνη."

Τσιντζιράκος Βάιος

Καθηγητής Φυσικής Αγωγής

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους
των απαιτήσεων για την απόκτηση του
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης
«ΝΕΥΡΟΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»

Λάρισα, Ιούνιος 2025



UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
DEPARTMENT OF MEDICINE



POSTGRADUATE PROGRAM
NEUROREHABILITATION

Postgraduate Program Director: Professor EFTHIMIOS G. DARDIOTIS

Postgraduate Thesis

«Neuroplasticity and Kinetic Art.»

Submitted for partial completion
of requirements in order to obtain
the Master of Science Degree on
«NEUROREHABILITATION»

Larissa, June 2025

«Βεβαιώνω ότι η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αποτέλεσμα δικής μου δουλειάς και δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής. Στις δημοσιευμένες ή μη δημοσιευμένες πηγές έχω χρησιμοποιήσει εισαγωγικά και όπου απαιτείται έχω παραθέσει τις πηγές τους στο τμήμα της βιβλιογραφίας:

Υπογραφή:

Τσιντζιράκος Βάιος

ΤΣΙΝΤΖΙΡΑΚΟΣ ΒΑΙΟΣ

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Σχολή Επιστημών Υγείας, Τμήμα Ιατρικής, 2025

ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΕΥΘΥΜΙΟΣ Γ. ΔΑΡΔΙΩΤΗΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Επιβλέπων/ουσα:

Προβατάς Αντώνιος, Ιατρός Νευρολόγος PhD, επιμελητής ΒΠΓΝΛ

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1. Προβατάς Αντώνιος
2. Τσουρής Ζήσης
3. Βασίλειος Σιώκας

Τίτλος εργασίας στα αγγλικά:

«Neuroplasticity and Kinetic Art.»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διεθνής έρευνα δεν έχει εξετάσει τη σχέση μεταξύ των περισσότερων κινητικών τεχνών και των δομικών και λειτουργικών αλλαγών του εγκεφάλου. Η μοναδική εξαίρεση είναι ο χορός, ο οποίος σχετίζεται με τέτοιες αλλαγές τόσο σε υγιείς εγκεφάλους όσο και σε νευροεκφυλιστικές παθήσεις. Επηρεάζει επίσης θετικά τις γνωστικές, συναισθηματικές και κινητικές λειτουργίες του εγκεφάλου. Οι συνεχείς εμπειρίες σε συνδυασμό με τις γνωστές εμπειρίες του χορού, όπως η συγχρονικότητα του ρυθμού και η συνειδητοποίηση του χώρου, οδηγούν σε δομικές και λειτουργικές αλλαγές στον εγκέφαλο, ειδικά σε περιοχές που σχετίζονται με τον κινητικό έλεγχο, τη μνήμη, την αισθητηριακή ολοκλήρωση και την γνωστική ευκαμψία. Η συμμετοχή στον χορό έχει συνδεθεί με αυξήσεις στον όγκο της γκρίζας ουσίας σε περιοχές που είναι κρίσιμες για τον σχεδιασμό και το συντονισμό της κίνησης. Επίσης, η χορευτική άσκηση φαίνεται να βελτιώνει τη σύνδεση μεταξύ των εγκεφαλικών ημισφαιρίων, κάτι που ενισχύει την ικανότητα του εγκεφάλου να συντονίζει πολύπλοκες κινήσεις. Παράλληλα, η έρευνα έχει δείξει ότι η συναισθηματική και κοινωνική διάσταση του χορού μπορεί να συμβάλλει επίσης στην ενίσχυση των νευροπλαστικών οφελών, μέσω της βελτίωσης της διάθεσης και της μείωσης των καταθλιπτικών συμπτωμάτων. Ωστόσο, οι μελέτες αντιμετωπίζουν περιορισμούς λόγω της ετερογενούς μεθοδολογίας και των μικρών δειγμάτων συμμετοχόντων. Για να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί, προτείνεται η χρήση πιο αυστηρών μεθοδολογικών προσεγγίσεων, μεγαλύτερων και πιο διαφοροποιημένων ομάδων, καθώς και η υιοθέτηση πιο ευαίσθητων και πολυτροπικών εργαλείων αξιολόγησης. Επιπλέον, η σύγκριση του χορού με άλλες κινητικές τέχνες, όπως το θέατρο ή η παντομίμα, θα μπορούσε να αναδείξει τους παράγοντες που καθορίζουν την αποτελεσματικότητα αυτών των παρεμβάσεων.

Λέξεις-Κλειδιά: νευροπλαστικότητα, πλαστικότητα εγκεφάλου, κινητική τέχνη, χορός, χοροθεραπεία, νευροαποκατάσταση.

ABSTRACT

International research has not examined the relationship between most movement arts and structural and functional changes in the brain. The only exception is dance, which is associated with such changes in both healthy brains and neurodegenerative diseases. It also positively affects cognitive, emotional, and motor functions of the brain. Continuous experiences combined with familiar dance experiences, such as rhythmic synchrony and spatial awareness, lead to structural and functional changes in the brain, especially in areas related to motor control, memory, sensory integration, and cognitive flexibility. Participation in dance has been linked to increases in gray matter volume in areas critical for movement planning and coordination. Dance exercise also appears to improve connectivity between the cerebral hemispheres, which enhances the brain's ability to coordinate complex movements. At the same time, research has shown that the emotional and social dimension of dance can also contribute to enhancing neuroplastic benefits, through improving mood and reducing depressive symptoms. However, studies face limitations due to heterogeneous methodology and small sample sizes. To overcome these limitations, the use of more rigorous methodological approaches, larger and more diverse groups, as well as the adoption of more sensitive and multimodal assessment tools is suggested. Furthermore, comparing dance with other movement arts, such as theater or pantomime, could highlight the factors that determine the effectiveness of these interventions.

Keywords: neuroplasticity, brain plasticity, movement art, dance, dance therapy, neurorehabilitation.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	1
ABSTRACT	6
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΝΕΥΡΟΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	10
1.1 Ορισμός και ιστορία της νευροπλαστικότητας.....	10
1.2 Δομική νευροπλαστικότητα	12
1.3 Λειτουργική νευροπλαστικότητα	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΗ	17
2.1 Ορισμός και ιστορία της κινητικής τέχνης.....	17
2.2 Η σύνδεση του ανθρώπινου σώματος και πνεύματος μέσα από την φιλοσοφία και η κατανόηση της κινητικής τέχνης.....	19
2.3 Μηχανιστικό πλαίσιο για τον χορό και τη νευροπλαστικότητα.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	27
3.1 Μελέτες σε υγιείς πληθυσμούς	27
3.2 Μελέτες σε ηλικιωμένους με ήπια γνωστική έκπτωση	30
3.3 Μελέτες σε άτομα με νόσο του Alzheimer/άνοια	31
3.4 Μελέτες σε άτομα με νόσο του Parkinson.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	36
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	42

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κίνηση έχει αναγνωριστεί εδώ και καιρό ως ένας από τους θεμελιώδεις πυλώνες της ανθρώπινης υγείας, με την επίδρασή της να εκτείνεται σε ένα ευρύ φάσμα σωματικών, γνωστικών και συναισθηματικών τομέων. Για αιώνες, οι άνθρωποι βασίζονται σε διάφορες μορφές σωματικής δραστηριότητας για να διατηρήσουν τη σωματική λειτουργία, να βελτιώσουν τη συνολική υγεία και να προλάβουν την εμφάνιση ή την εξέλιξη των ασθενειών (Dhuli et al., 2022). Η τακτική άσκηση, για παράδειγμα, έχει συνδεθεί επιστημονικά με την βελτιωμένη καρδιαγγειακή λειτουργία, την αυξημένη μυϊκή δύναμη, και την καλύτερη συνολική φυσική κατάσταση (Kirandi, 2016; Ozemek et al., 2018). Αυτά τα φυσιολογικά οφέλη, ωστόσο, είναι μόνο ένα μέρος των όσων μπορούν να επιτευχθούν μέσω της κίνησης.

Τα τελευταία χρόνια, ένας αυξανόμενος όγκος έρευνας έχει επισημάνει τις ισχυρές επιδράσεις της κίνησης στην λειτουργία του εγκεφάλου, καθώς διεγείρει επίσης νευροχημικές οδούς που μπορούν να επηρεάσουν άμεσα την ψυχική υγεία. Δραστηριότητες όπως το περπάτημα, η κολύμβηση ή ακόμα και οι μέτριες διατάσεις έχουν αποδειχθεί ότι απελευθερώνουν ενδορφίνες, οι οποίες βοηθούν στη μείωση των συναισθημάτων στρες, άγχους και κατάθλιψης (Mikkelsen et al., 2017). Ομοίως, η σωματική άσκηση έχει συνδεθεί με βελτιωμένη γνωστική λειτουργία, συμπεριλαμβανομένης της βελτιωμένης μνήμης, της μάθησης και των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων (Gomez-Pinilla & Hillman, 2013). Οι νευροαπεικονιστικές μελέτες έχουν δείξει ακόμη ότι η σωματική δραστηριότητα μπορεί να ενισχύσει τη δημιουργία νέων νευρώνων σε κρίσιμες περιοχές του εγκεφάλου (Chieffi et al., 2017). Οι θετικές επιδράσεις της κίνησης στον εγκέφαλο είναι ιδιαίτερα εμφανείς σε ηλικιωμένους και άλλους ευάλωτους πληθυσμούς, οι οποίοι αντιμετωπίζουν κινητικές δυσκολίες, γνωστική έκπτωση και μια σειρά νευρολογικών συμπτωμάτων (Dhuli et al., 2022; Pamboris et al., 2024).

Η νευροπλαστικότητα, που συχνά αναφέρεται ως «πλαστικότητα του εγκεφάλου», είναι η αξιοσημείωτη ικανότητα του εγκεφάλου να αναδιοργανώνεται σχηματίζοντας νέες νευρωνικές συνδέσεις καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει στον εγκέφαλο να προσαρμόζεται σε νέες μαθησιακές εμπειρίες, να αναρρώνει από τραυματισμούς και να αντισταθμίζει τις χαμένες λειτουργίες μετά από βλάβη, όπως ένα εγκεφαλικό επεισόδιο ή μια τραυματική εγκεφαλική βλάβη (Vasileiadis, Dardiotis et al. 2018). Η νευροπλαστικότητα

αμφισβητεί την μακροχρόνια πεποίθηση ότι η δομή και η λειτουργία του εγκεφάλου γίνονται στατικές μετά την πρώιμη ενήλικη ζωή. Αντίθετα, δίνει έμφαση στη δυναμική φύση του εγκεφάλου, η οποία είναι ικανή να αναδιαμορφώνεται ως απόκριση σε εξωτερικά ερεθίσματα, συμπεριλαμβανομένης της σωματικής δραστηριότητας (Berlucchi & Buchtel, 2009).

Η κλινική σημασία της νευροπλαστικότητας δεν μπορεί να υπερεκτιμηθεί. Για τους ασθενείς που αναρρώνουν από εγκεφαλικές κακώσεις ή νευρολογικές παθήσεις, η νευροπλαστικότητα προσφέρει μια αχτίδα ελπίδας για αποκατάσταση. Μέσω στοχευμένων θεραπειών, ασκήσεων και γνωστικών παρεμβάσεων, η ικανότητα του εγκεφάλου να επανασυνδέεται μπορεί να αξιοποιηθεί για τη βελτίωση της κινητικής λειτουργίας, της γνωστικής απόδοσης, ακόμη και της συναισθηματικής ρύθμισης (Nousia, Martzoukou et al. 2020). Είναι καλά τεκμηριωμένο ότι οι παραδοσιακές μορφές άσκησης, όπως η αερόβια δραστηριότητα και η προπόνηση δύναμης, έχουν νευροπλαστικές επιδράσεις, βελτιώνοντας τόσο τα σωματικά όσο και τα γνωστικά αποτελέσματα αποκατάστασης (Snowden et al., 2023; Zhang et al., 2020). Ομοίως, η φυσικοθεραπεία αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο της νευροαποκατάστασης, βοηθώντας τα άτομα να ανακτήσουν την κινητικότητα, τον συντονισμό και την ισορροπία τους μετά από εγκεφαλικό τραυματισμό ή εγκεφαλικό επεισόδιο (Sharma et al., 2023). Οι αρχές της νευροπλαστικότητας είναι θεμελιώδεις σε αυτές τις θεραπευτικές πρακτικές, καθώς προωθούν την ιδέα ότι η συνεπής και στοχευμένη κίνηση μπορεί να προωθήσει την ανάρρωση και ακόμη και να αποκαταστήσει τις χαμένες εγκεφαλικές λειτουργίες (Khan et al., 2017).

Ενώ πολλές μελέτες σχετικά με τη νευροπλαστικότητα και την αποκατάσταση επικεντρώνονται στη σωματική άσκηση, υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την εξερεύνηση πιο ποικίλων, ολιστικών προσεγγίσεων στην αποκατάσταση του εγκεφάλου. Ένα βασικό κενό στην τρέχουσα έρευνα είναι η περιορισμένη προσοχή που δίνεται σε δραστηριότητες που συνδυάζουν την κίνηση με την καλλιτεχνική ή δημιουργική έκφραση. Οι έντεχνες δραστηριότητες που απαιτούν κίνηση (κινητική τέχνη) ενθαρρύνουν τη δημιουργικότητα, την συναισθηματική έκφραση και τον συντονισμό. Η πολυδιάστατη εμπλοκή του νου και του σώματος μπορεί να προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση στην αποκατάσταση σε σύγκριση με τις παραδοσιακές σωματικές ασκήσεις (Richard et al., 2021).

Ο χορός, ειδικότερα, προϋποθέτει ότι τα άτομα να συμμετέχουν σε ρυθμικές και στοχευμένες κινήσεις, οι οποίες συχνά απαιτούν πολύπλοκο συντονισμό, μνήμη και συναισθηματική εμπλοκή. Τα εν λόγω στοιχεία ωθούν την ενεργοποίηση πολλαπλών περιοχών

του εγκεφάλου (Sokratous, Dardiotis et al. 2016). Επιπλέον, ο χορός και άλλες μορφές κινητικής τέχνης ενθαρρύνουν μια βαθύτερη αίσθηση αυτοέκφρασης και συναισθηματικής απελευθέρωσης, η οποία θα μπορούσε να διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στη βελτίωση της ψυχικής υγείας, της συναισθηματικής ρύθμισης και της συνολικής ψυχολογικής ευεξίας (Sheppard & Broughton, 2020). Για τους ασθενείς που αναρρώνουν από νευρολογικές διαταραχές, η κινητική τέχνη μπορεί να προσφέρει μια πολύπλευρη οδό προς την ανάρρωση - μια λύση που δεν αντιμετωπίζει μόνο τις σωματικές, αλλά και τις γνωστικές και συναισθηματικές πτυχές της αποκατάστασης (Balomenos, Ntanasi et al. 2021).

Δεδομένων των πιθανών πλεονεκτημάτων του συνδυασμού της κίνησης με την τέχνη, είναι απαραίτητο να διερευνηθεί ο αντίκτυπος αυτών των δραστηριοτήτων στη νευροπλαστικότητα. Ο σκοπός αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι να αντιμετωπίσει αυτό το κενό εξετάζοντας τα πιθανά οφέλη της ενσωμάτωσης της κινητικής τέχνης στους υγιείς πληθυσμούς και στους πληθυσμούς που χρήζουν νευροαποκατάστασης. Μέσα από αυτή την προσπάθεια, μπορεί να αναδειχθεί ο ρόλος της κινητικής τέχνης στην υγεία του εγκεφάλου, τη γνωστική λειτουργία και τη συναισθηματική ευεξία, και να παρασχεθούν νέες γνώσεις για τη νευροαποκατάσταση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΝΕΥΡΟΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

1.1 Ορισμός και ιστορία της νευροπλαστικότητας

Η έννοια της νευροπλαστικότητας έχει μια μακρά και συναρπαστική ιστορία που εκτείνεται στα τέλη του 19ου αιώνα, όταν ο διάσημος Αμερικανός φιλόσοφος και ψυχολόγος William James έκανε για πρώτη φορά εικασίες σχετικά με την ικανότητα του εγκεφάλου για αλλαγή. Στο έργο του που δημοσιεύτηκε το 1890, με τίτλο *The Principles of Psychology*, ο James υποστήριξε ότι ο εγκέφαλος δεν είναι μια σταθερή δομή, αλλά μια δομή που μπορεί να προσαρμοστεί και να αναδιοργανωθεί ως απόκριση στις εμπειρίες. Εκείνη την εποχή, οι ιδέες του James ήταν σχετικά καινοτόμες και θεωρήθηκαν ως εικασίες, καθώς η επιστημονική κοινότητα δεν είχε ακόμη υιοθετήσει πλήρως την ιδέα ότι ο ενήλικος εγκέφαλος μπορούσε να αλλάξει για να ανταποκριθεί σε εξωτερικές συνθήκες. Το έργο του πρότεινε ότι ο άνθρωπος νους και τα νευρωνικά του υποστρώματα ήταν ικανά να τροποποιούν τη δομή τους καθ' όλη

τη διάρκεια της ζωής, θέτοντας μια πρώιμη βάση για αυτό που αργότερα θα γινόταν γνωστό ως νευροπλαστικότητα. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η επικρατούσα πεποίθηση ήταν ότι ο εγκέφαλος ενός ενήλικου είναι σε μεγάλο βαθμό αμετάβλητος, και η έννοια της νευροπλαστικότητας δεν έλαβε ευρεία αποδοχή (Joja, 2002).

Το σημείο καμπής ήρθε με το έργο του Πολωνού νευροεπιστήμονα Jerzy Konorski, ο οποίος, τη δεκαετία του 1940, επινόησε τον όρο «νευρική πλαστικότητα» για να περιγράψει την ικανότητα του εγκεφάλου να αναδιοργανώνεται ανάλογα με τα εξωτερικά ερεθίσματα και τις εμπειρίες. Η έρευνα του Konorski επικεντρώθηκε στους τρόπους με τους οποίους οι νευρωνικές συνδέσεις μπορούσαν να τροποποιηθούν μέσω της μάθησης και των περιβαλλοντικών παραγόντων, και το έργο του αμφισβήτησε την προηγουμένως κυρίαρχη αντίληψη ότι τα νευρωνικά κυκλώματα ήταν άκαμπτα και σταθερά μετά από μια ορισμένη ηλικία. Υποστήριξε ότι οι νευρωνικές οδοί του εγκεφάλου ήταν ικανές να αναδιαμορφώνονται και ότι μπορούσαν να σχηματιστούν νέες νευρωνικές συνδέσεις, ειδικά ως απόκριση στη νέα γνώση, το τραύμα ή την παθολογική βλάβη (Berlucchi & Buchtel, 2009). Οι ιδέες του Konorski αποτέλεσαν το θεμέλιο της μελλοντικής έρευνας για την προσαρμοστικότητα των νευρώνων και έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στη μετατόπιση της επιστημονικής προοπτικής σχετικά με τη νευροπλαστικότητα (Berlucchi & Buchtel, 2009; Demarin & Morović, 2014).

Από τα μέσα έως τα τέλη του 20ού αιώνα, η έρευνα συνεχίστηκε, ειδικά στους τομείς της μάθησης, της μνήμης και της ανάρρωσης από εγκεφαλική βλάβη (Liampas, Folia et al. 2023). Οι πρώιμες μελέτες σε ζώα κατέδειξαν ότι ο εγκέφαλος μπορούσε πράγματι να σχηματίσει νέες νευρωνικές συνδέσεις, ειδικά στον ιππόκαμπο και τον φλοιό, οι οποίοι είναι κεντρικοί στις διαδικασίες της μάθησης και της μνήμης. Ωστόσο, μόνο στις δεκαετίες του 1980 και του 1990, με την άνοδο των νέων τεχνολογιών απεικόνισης του εγκεφάλου, όπως η λειτουργική μαγνητική τομογραφία (functional magnetic resonance imaging, fMRI) και η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (positron emission tomography, PET), οι ερευνητές μπόρεσαν να παρατηρήσουν τη νευροπλαστικότητα σε ζωντανούς ανθρώπους (Kaczmarek, 2020). Αυτές οι τεχνολογικές εξελίξεις επέτρεψαν στους επιστήμονες να παρακολουθούν την εγκεφαλική δραστηριότητα σε πραγματικό χρόνο, αποκαλύπτοντας ότι οι δομικές και λειτουργικές ιδιότητες του εγκεφάλου θα μπορούσαν να αλλάξουν ως απόκριση στην εμπειρία, την εκπαίδευση και την αποκατάσταση, ακόμη και στην ενήλικη ζωή (Berlucchi & Buchtel, 2009).

Σήμερα, η νευροπλαστικότητα είναι μια ευρέως αναγνωρισμένη έννοια, που αναφέρεται σε αλλαγές στη δομή και τη λειτουργία του εγκεφάλου καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής. Περιγράφει την ικανότητα του εγκεφάλου να αλλάζει και να προσαρμόζεται σε εγγενή ή εξωτερικά ερεθίσματα αναδιοργανώνοντας τη δομή, τη λειτουργία ή τις συνδέσεις του, με αποτέλεσμα φυσιολογικές και μορφολογικές τροποποιήσεις. Θεωρείται ως μια δυναμική διαδικασία που μας επιτρέπει να προσαρμοζόμαστε σε διαφορετικές περιστάσεις και παίζει σημαντικό ρόλο στη μάθηση, τη μνήμη και την ανάρρωση από εγκεφαλικές βλάβες (Kaczmarek, 2020). Λόγω της πολύπλευρης φύσης της, η βιβλιογραφία έχει αναγνωρίσει διαφορετικούς τύπους νευροπλαστικότητας που μπορούν να επηρεάσουν τη δομή και τη λειτουργία του εγκεφάλου (Yulug & Aslan, 2021). Οι δύο βασικότεροι είναι η δομική και η λειτουργική νευροπλαστικότητα, που περιγράφονται στις ενότητες που ακολουθούν.

1.2 Δομική νευροπλαστικότητα

Η δομική νευροπλαστικότητα περιλαμβάνει φυσικές τροποποιήσεις στα νευρικά κυκλώματα, όπως ο σχηματισμός νέων δενδριτικών άκανθων, η αξονική βλάστηση, ακόμη και η νευρογένεση (Vasileiadis, Dardiotis et al. 2018). Η νευρογένεση, ειδικότερα, αναφέρεται στη δημιουργία νέων λειτουργικών νευρώνων, μια πολύπλοκη και εξαιρετικά ρυθμιζόμενη διαδικασία που περιλαμβάνει τον πολλαπλασιασμό, τη διαφοροποίηση και την ενσωμάτωση νέων νευρώνων που προέρχονται από νευρικά πρόδρομα κύτταρα. Κάθε φάση αυτής της διαδικασίας χαρακτηρίζεται από την ενεργοποίηση και την παρουσία συγκεκριμένων μεταγραφικών παραγόντων και δεικτών (Siokas, Aloizou et al. 2018). Τυπικά, οι συζητήσεις για τη δομική νευροπλαστικότητα αφορούν είτε στην αναπτυξιακή νευρογένεση και συναπτογένεση, είτε στην νευρογένεση των ενηλίκων (Yulug & Aslan, 2021).

Αναφορικά με την πρώτη, η ανάπτυξη του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ) ξεκινά τις πρώτες εβδομάδες μετά τη γονιμοποίηση του ανθρώπινου ωαρίου, λίγο μετά τον σχηματισμό των τριών πρωταρχικών εμβρυϊκών βλαστικών στρωμάτων (εξώδερμα, μεσόδερμα και ενδόδερμα). Το ΚΝΣ προκύπτει από τη διαφοροποίηση πολυδύναμων κυττάρων στο εξώδερμα, η οποία στον σχηματισμό της νευρικής πλάκας στην ραχιαία περιοχή του εμβρύου. Αυτή η νευρική πλάκα στη συνέχεια διπλώνεται κατά μήκος των κρανιοουραίων και ροδοουραίων αξόνων, σχηματίζοντας τελικά τον νευρικό σωλήνα μέχρι την 30ή ημέρα

κήσης (Chuang et al., 2018). Το κλείσιμο του νευρικού σωλήνα σηματοδοτεί την έναρξη της ταχείας ανάπτυξης του εγκεφάλου, η οποία καθοδηγείται από δύο κύριους τύπους κυττάρων: τα νευρικά βλαστοκύτταρα και τα νευρικά προδρομικά κύτταρα. Τα νευρικά βλαστοκύτταρα είναι πολυδυναμικά κύτταρα ικανά να δημιουργήσουν διάφορους τύπους νευρικών κυττάρων, όπως νευρώνες, αστροκύτταρα και ολιγοδενδροκύτταρα, και εκφράζουν δείκτες όπως τον μεταγραφικό παράγοντα Sox2 (Sex-determining Region Y-box 2 transcription factor) και την πρωτεΐνη Nestin (Neuroepithelial stem cell protein) (Thakurela et al., 2015). Τα νευρικά προδρομικά κύτταρα είναι οι άμεσοι απόγονοι των νευρικών βλαστοκυττάρων, παραμένουν δεσμευμένα σε μια νευρωνική μοίρα, και εκφράζουν δείκτες όπως τους μεταγραφικούς παράγοντες Pax6 (Paired box protein Pax-6), Dlx2 (Distal-less homeobox 2) και Tbr2 (T-box brain gene 2) (Marzola et al., 2023). Μεταξύ της 4ης και 5ης εβδομάδας κήσης, ξεκινά μια διαδικασία που ονομάζεται διακινητική πυρηνική μετανάστευση των νευρικών βλαστοκυττάρων και των νευρικών προδρομικών κυττάρων. Οδηγεί σε μια συμμετρική διαίρεση κατά μήκος της κοιλιακής ακμής του εγκεφάλου (ventricular edge), η οποία ακολουθείται από την εκθετική αύξηση των προγονικών κυττάρων, τα οποία συμβάλλουν στην επέκταση τόσο της επιφάνειας όσο και του πάχους της κοιλιακής ζώνης (Gallagher et al., 2019).

Γύρω στην 5η εβδομάδα κήσης, τα νευρικά προδρομικά κύτταρα στην κοιλιακή ζώνη, γνωστά ως ακτινωτά νευρογλοιακά κύτταρα, μεταβαίνουν από συμμετρική σε ασύμμετρη κυτταρική διαίρεση. Σαν αποτέλεσμα, παράγεται ένα θυγατρικό κύτταρο που παραμένει στην κοιλιακή ζώνη ως ακτινωτά νευρογλοιακά κύτταρα, και ένα άλλο που γίνεται μετά-μιτωτικός νευρώνας (postmitotic neuron), σηματοδοτώντας έτσι την έναρξη της νευρογένεσης (Gallagher et al., 2019). Η διαφοροποίηση των νευρικών προδρομικών κυττάρων σε νευρώνες ρυθμίζεται από την διαδοχική έκφραση μεταγραφικών παραγόντων και πρωτεϊνών. Για παράδειγμα, οι εκφράσεις των Ngn (Neurogenin) και Ascl1 (Achaete-scute homolog 1) ακολουθούνται από την έκφραση του DCX (Doublecortin), του Tuj1 (Beta-III Tubulin) και τελικά του NeuN (Neuronal Nuclei antigen), ενός δείκτη για ώριμους νευρώνες (Marzola et al., 2023). Οι νεοσχηματισμένοι νευρώνες πρέπει επίσης να μεταναστεύσουν στις καθορισμένες θέσεις τους μέσα στον εγκέφαλο, κάτι που διευκολύνεται από τα ακτινωτά νευρογλοιακά κύτταρα και τα κύτταρα Cajal-Retzius, τα οποία δημιουργούν την οδό reelin και άλλες οδούς για να καθοδηγήσουν τους μεταναστευτικούς νευρώνες στους τελικούς τους προορισμούς (Meyer & González-Gómez, 2018).

Το τελικό βήμα στη νευρογένεση περιλαμβάνει τη δημιουργία λειτουργικών συνδέσεων μεταξύ νέων νευρώνων για τον σχηματισμό νευρωνικών κυκλωμάτων, μια διαδικασία που εξαρτάται από τη συναπτογένεση. Η συναπτογένεση ξεκινά γύρω στην 27η εβδομάδα κύησης και συνεχίζεται μετά τη γέννηση (Sarnat, 2023). Κατά τη μεταγεννητική περίοδο, η παραγωγή συνάψεων επιταχύνεται και μέχρι την ηλικία των δύο ετών, ενώ εκτιμάται ότι ο αριθμός των συνάψεων εκτιμάται ότι είναι διπλάσιος από αυτόν του ενήλικου εγκεφάλου. Η διαδικασία είναι ιδιαίτερα δυναμική στον ανθρώπινο εγκεφαλικό φλοιό κατά τη βρεφική και παιδική ηλικία, καθώς η μεταγεννητική περίοδος χαρακτηρίζεται από αυξημένη ευαισθησία σε αισθητηριακές πληροφορίες που εξαρτώνται από την εμπειρία (Hannon, 2003). Καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης, πραγματοποιούνται αλλαγές στη συναπτική ισχύ και αποτελεσματικότητα, οι οποίες επιτρέπουν στον εγκέφαλο να προσαρμόζεται σε περιβαλλοντικά ερεθίσματα (Mentis, Dardiotis et al. 2021). Ωστόσο, αυτή η «κρίσιμη περίοδος» δεν επιμένει στην ενήλικη ζωή, γεγονός που περιορίζει την ικανότητα του εγκεφάλου να αποθηκεύει αδιακρίτως νέες αισθητηριακές πληροφορίες (Huttenlocher, 1999). Ως αποτέλεσμα, ο αριθμός των συνάψεων μειώνεται τα επόμενα χρόνια και στην εφηβεία μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται συναπτικό κλάδεμα (synaptic pruning), κατά την οποία διατηρούνται οι απαραίτητες συνάψεις και εξαλείφονται οι περιττές (Mallya et al., 2019). Οι εν λόγω διαδικασίες υποστηρίζουν την έννοια των ευνοϊκών περιόδων μάθησης, κατά τη διάρκεια των οποίων σχηματίζονται και ενοποιούνται οι δομικές και λειτουργικές συνδέσεις του εγκεφάλου (Huttenlocher, 1999). Ουσιαστικά, εξηγούν τον λόγο που τα παιδιά είναι πιο επιδέξια στην απόκτηση νέων γλωσσών και δεξιοτήτων σε σύγκριση με τους ενήλικες, για τους οποίους αυτές οι διεργασίες απαιτούν σημαντικά περισσότερη προσπάθεια και προσοχή (Kaczmarek, 2020).

Σε κάθε περίπτωση, η αναπτυξιακή νευρογένεση και η συναπτογένεση δεν επηρεάζονται μόνο από εξωτερικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες, αλλά ρυθμίζονται επίσης αυστηρά από μια ποικιλία εγγενών παραγόντων (Marogianni, Georgouli et al. 2021). Μερικά παραδείγματα είναι οι παράγοντες μεταγραφής και οι αυξητικοί παράγοντες, όπως ο νευροτροφικός παράγοντας που προέρχεται από τον εγκέφαλο (brain-derived neurotrophic factor, BDNF), αλλά και ο ινσουλινόμορφος αυξητικός παράγοντας (Insulin-like growth factor, IGF), τα μόρια κυτταρικής προσκόλλησης όπως η N-καδερίνη (η οποία διευκολύνει τη μετανάστευση των κυττάρων και τον σχηματισμό συναπτικών συνδέσεων) και οι παράγοντες σηματοδότησης όπως το Notch, η γλυκοπρωτεΐνη Sonic Hedgehog (SHH), το Wnt και ο αυξητικός παράγοντας ινοβλαστών (Fibroblast growth factor, FGF) (Marzola et al., 2023).

Όσο για την νευρογένεση στους ενήλικους, πολυάριθμες μελέτες έχουν τεκμηριώσει την παρουσία νευρικών βλαστοκυττάρων στους εγκεφάλους τους, και έχουν δείξει ότι η νευρογένεση επιμένει σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου των ενήλικων θηλαστικών (Gould, 2007; Niklison-Chirou et al., 2020). Οι πιο σημαντικές νευρογενείς περιοχές περιλαμβάνουν την υποκοκκιώδη ζώνη της οδοντωτής έλικας του ιππόκαμπου (subgranular zone of the hippocampal dentate gyrus) και την υποκοιλιακή ζώνη (subventricular zone) δίπλα στις πλάγιες κοιλίες (Drew et al., 2013; Lim & Alvarez-Buylla, 2016). Σημειωτέον, έχουν εντοπιστεί νέοι νευρώνες σε αρκετές περιοχές που κανονικά δεν θεωρούνται νευρογενείς, συμπεριλαμβανομένου του υποθαλάμου (Yoo & Blackshaw, 2018), του νεοφλοιού (Gould, 1999), της αμυγδαλής (Roeder et al., 2022), της παρεγκεφαλίδας (Ponti et al., 2010) και του ραβδωτού σώματος (striatum) (Ernst et al., 2014). Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι η νευρογένεση στους ενήλικες μπορεί να παίζει λειτουργικό ρόλο. Για παράδειγμα, η δημιουργία νέων νευρώνων στον ενήλικο ιππόκαμπο έχει συνδεθεί με βασικές γνωστικές και συναισθηματικές διεργασίες (π.χ. πλοήγηση σε έναν χώρο, σχηματισμός μνήμης, διαχωρισμός μοτίβων και ρύθμιση της διάθεσης) (Anacker & Hen, 2017; Baptista & Andrade, 2018; Denoth-Lippuner & Jessberger, 2021).

Όπως παρατηρείται στην αναπτυξιακή νευρογένεση, η νευρογένεση των ενήλικων επηρεάζεται από μια ποικιλία εγγενών και εξωγενών παραγόντων, στους οποίους περιλαμβάνονται τα θρεπτικά συστατικά (Beltz et al., 2007), οι επιγενετικοί μηχανισμοί (Hsieh & Zhao, 2016), η σωματική άσκηση (Lei et al., 2019), το στρες (Schoenfeld & Gould, 2012), τα ερεθίσματα του περιβάλλοντος (Schloesser et al., 2010) και κάποιες φαρμακολογικές θεραπείες (Ajmone-Cat et al., 2008; Carli et al., 2021). Η μείωση ή διαταραχή της νευρογένεσης μπορεί εν μέρει να αποτελεί τη βάση των γνωστικών και συναισθηματικών βλαβών που σχετίζονται με την φυσιολογική γήρανση (Apple et al., 2017), καθώς και με μια σειρά ψυχιατρικών και νευροεκφυλιστικών διαταραχών, συμπεριλαμβανομένου του εθισμού στα ναρκωτικά (Eisch & Harburg, 2006), της διαταραχής του φάσματος του αυτισμού (Bicker et al., 2021), της κλινικής κατάθλιψης (Lee et al., 2012), και της νόσου Alzheimer (Kim et al., 2022).

1.3 Λειτουργική νευροπλαστικότητα

Σε αντίθεση με τη δομική νευροπλαστικότητα, η οποία περιλαμβάνει φυσικές αλλαγές στην αρχιτεκτονική του εγκεφάλου, η λειτουργική νευροπλαστικότητα αναφέρεται σε τροποποιήσεις στον τρόπο λειτουργίας των νευρωνικών κυκλωμάτων. Ενώ η συναπτογένεση είναι πρωτίστως μια δομική διαδικασία, παίζει επίσης κρίσιμο ρόλο στη διαμόρφωση της νευρωνικής λειτουργίας. Η ανάπτυξη νέων συναπτικών συνδέσεων ή η ενίσχυση των υπαρχόντων διευκολύνει τη βελτιωμένη νευρωνική επικοινωνία, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται λειτουργικές αλλαγές εντός των εγκεφαλικών κυκλωμάτων (Nousia, Martzoukou et al. 2020). Οι αλλαγές αυτές προκαλούνται σε μεγάλο βαθμό από μηχανισμούς συναπτικής πλαστικότητας, όπως είναι η μακροπρόθεσμη ενδυνάμωση (long-term potentiation) και η μακροπρόθεσμη κατάθλιψη (long-term depression). Αποτελούν διαδικασίες οι οποίες προσαρμόζουν την ισχύ των συνάψεων στα πρότυπα νευρωνικής δραστηριότητας, επηρεάζοντας έτσι τις μαθησιακές διαδικασίες (π.χ. κωδικοποίηση μνήμης, βελτίωση των κινητικών δεξιοτήτων και προσαρμογή συμπεριφοράς) (Yang et al., 2025). Σύμφωνα με αυτό το πλαίσιο, η μάθηση και γενικά η αντιμετώπιση νέων ερεθισμάτων, μπορεί να ενισχύσει τις συναπτικές οδούς, γεγονός που ενισχύει την αποτελεσματικότητα της μετάδοσης σήματος μεταξύ των νευρώνων, υποστηρίζοντας τελικά τη σταθεροποίηση των αναμνήσεων και την ανάκτηση αποθηκευμένων πληροφοριών (Luboeinski & Tetzlaff, 2021; Yang et al., 2025).

Η μακροπρόθεσμη ενδυνάμωση χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη και την αναμόρφωση των δενδριτικών άκανθων, την επέκταση της μετασυναπτικής πυκνότητας και την αυξημένη έκφραση υποδοχέων νευροδιαβιβαστών στη μετασυναπτική μεμβράνη. Οι δομικές και λειτουργικές βελτιώσεις ενεργοποιούνται από την εισροή ασβεστίου μέσω των υποδοχέων NMDA (N-methyl-D-aspartate receptors), η οποία ξεκινά ενδοκυτταρικούς μηχανισμούς σηματοδότησης που είναι κρίσιμοι για τη διατήρηση της μακροπρόθεσμης ενδυνάμωσης (Caya-Bissonnette & Béique, 2024). Η συγκεκριμένη μορφή πλαστικότητας αντανακλά τον κανόνα που έθεσε ο Hebb: οι συνάψεις που είναι επανειλημμένα ενεργές ταυτόχρονα τείνουν να ενισχύουν τις συνδέσεις τους. Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι ο εγκέφαλος προσαρμόζεται στις εμπειρίες και ενισχύει τις νευρωνικές οδούς που σχετίζονται με αυτές τις εμπειρίες (Marzola et al., 2023). Αντίθετα, η μακροπρόθεσμη κατάθλιψη περιλαμβάνει μια διαρκή μείωση της συναπτικής ισχύος, η οποία οδηγεί σε μειωμένη αποτελεσματικότητα στη μετάδοση σήματος μετά από παρατεταμένη μετασυναπτική αποπόλωση. Παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της συναπτικής ομοιόστασης, καθώς διασφαλίζει ένα ισορροπημένο και αποτελεσματικό δίκτυο συναπτικών συνδέσεων (Stacho & Manahan-Vaughan, 2022).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΗ

2.1 Ορισμός και ιστορία της κινητικής τέχνης

Η κινητική τέχνη, όπως ορίζεται από τον 20ό αιώνα μέχρι σήμερα, αναφέρεται σε έργα τέχνης που ενσωματώνουν την κίνηση ως κεντρικό στοιχείο. Η κίνηση μπορεί να επιτευχθεί μέσω μηχανικών, φυσικών ή οπτικών μέσων, και τυπικά εκφράζεται μέσω άψυχων αντικειμένων. Η κινητική τέχνη διαδόθηκε αρχικά από καλλιτέχνες όπως ο Alexander Calder, ο Jean Tinguely και ο Naum Gabo στις αρχές του 1900, οι οποίοι επιδίωκαν να ξεφύγουν από τις παραδοσιακές στατικές αναπαραστάσεις στην εικαστική τέχνη. Τα κινητά έργα του Calder, για παράδειγμα, ήταν λεπτεπίλεπτα γλυπτά που αλληλεπιδρούσαν με τα ρεύματα αέρα, ενώ τα έργα του Tinguely χρησιμοποιούσαν κινητήρες για να δημιουργήσουν συνεχή κίνηση (Hilal, 2019).

Ωστόσο, η σύγχρονη έννοια της κινητικής τέχνης, η οποία περιστρέφεται γύρω από τη μηχανική κίνηση, μπορεί να θεωρηθεί ως μια στενή ερμηνεία μιας πολύ παλαιότερης καλλιτεχνικής παράδοσης. Η κίνηση, με την ευρύτερη έννοια, αποτελεί εγγενές μέρος της καλλιτεχνικής έκφρασης εδώ και αιώνες, πολύ πριν από την έλευση των κινητικών γλυπτών. Στην πραγματικότητα, θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει ότι η κίνηση του ανθρώπινου σώματος πάντα μετέδιδε νόημα, συναισθήμα και αφήγηση, λειτουργώντας ως όχημα έκφρασης σε διάφορες μορφές τέχνης.

Στους αρχαίους πολιτισμούς, η κίνηση χρησιμοποιούνταν σε τελετουργίες και παραστάσεις ως μέσο σύνδεσης του καλλιτέχνη με το θείο ή με το κοινό. Ο χορός και η κίνηση δεν αποσκοπούσαν αποκλειστικά στην ψυχαγωγία, αλλά ήταν κεντρικά σημεία των πνευματικών και κοινωνικών τελετών, χρησιμοποιούνταν για να μεταφέρουν συναισθήματα, να αφηγηθούν ιστορίες ή να ενσαρκώσουν πολιτιστικές αξίες. Για παράδειγμα, στο αρχαίο ελληνικό θέατρο, οι ηθοποιοί χρησιμοποιούσαν χειρονομίες, στάσεις του σώματος και κίνηση για να εκφράσουν σύνθετα συναισθήματα και αφηγήσεις. Η σωματικότητα των κινήσεων του ηθοποιού, οι εκφράσεις του προσώπου του και η στάση του σώματος του ήταν απαραίτητα εργαλεία για τη σύνδεση με το κοινό, την επικοινωνία των αποχρώσεων του χαρακτήρα και την ενίσχυση της δραματικής εμπειρίας (Božić, 2022).

Η κίνηση του ανθρώπινου σώματος ήταν και είναι πάντα ο πυρήνας όλων των χορών. Από τους αρχαίους τελετουργικούς χορούς μέχρι τις κλασικές παραστάσεις μπαλέτου της Ευρώπης, ακόμη και στον μοντέρνο και σύγχρονο χορό, η κίνηση είναι ταυτόχρονα το μέσο και το μήνυμα. Ο χορός χρησιμοποιεί τον χορευτή ως καμβά, με τις χειρονομίες, τους ρυθμούς και τις στάσεις του σώματος να εκφράζουν συναισθήματα, ιστορίες και ιδέες χωρίς την ανάγκη λέξεων. Οι πρωτοπόροι του σύγχρονου χορού όπως η Martha Graham και ο Merce Cunningham επέκτειναν περαιτέρω τα όρια της κίνησης στον χορό, χρησιμοποιώντας το σώμα για να εξερευνήσουν σύνθετες συναισθηματικές καταστάσεις, συχνά χωρίς να ακολουθούν την παραδοσιακή χορογραφία. Χρησιμοποίησαν την κίνηση ως μέσο για να επικοινωνήσουν αφηρημένες έννοιες, συναισθήματα, ακόμη και κοινωνικά ή πολιτικά θέματα (Bannerman, 2010).

Στη σύγχρονη παραστατική τέχνη, η χρήση του σώματος σε κίνηση έχει γίνει ακόμη πιο προκλητική. Καλλιτέχνες όπως η Marina Abramović και η Pina Bausch έχουν ενσωματώσει την κίνηση σε παραστάσεις που αμφισβητούν τις αντιλήψεις του κοινού για την τέχνη και προκαλούν έντονες συναισθηματικές αντιδράσεις. Η Abramović, για παράδειγμα, χρησιμοποιεί το δικό της σώμα ως θέμα και ως μέσο σε έργα που συχνά περιλαμβάνουν αντοχή και ευαλωτότητα, όπου η σωματική κίνηση γίνεται μεταφορά για εσωτερικές ψυχολογικές καταστάσεις ή συναισθηματική αντοχή (Schreiber, 2023). Ομοίως, το χοροθέατρο της Bausch συνδυάζει την κίνηση με το θέατρο, χρησιμοποιώντας τις σωματικές εκφράσεις του σώματος για να θολώσει τα όρια μεταξύ της παράστασης, της συναισθηματικής απελευθέρωσης και της αφηγηματικής κατασκευής (Riccio, 2010). Σε αυτές τις έντεχνες δραστηριότητες, η κίνηση δεν είναι απλώς σωματική. Γίνεται μια διαδραστική εμπειρία μεταξύ του καλλιτέχνη και του κοινού, προσκαλώντας τους σε μια κοινή στιγμή στοχασμού ή αντιπαράθεσης.

Έτσι, αν και η κινητική τέχνη συχνά θεωρείται ως η τέχνη της μηχανικής κίνησης, η ικανότητα του ανθρώπινου σώματος για κίνηση πρέπει επίσης να θεωρείται ως μια μορφή κινητικής τέχνης. Οι σωματικές χειρονομίες ενός χορευτή ή ηθοποιού, οι εκφραστικές κινήσεις ενός ερμηνευτή και οι σκόπιμες ενέργειες σε οποιοδήποτε χορογραφημένο έργο αποτελούν όλα παραδείγματα κινητικής τέχνης από μόνα τους. Σε αυτό το πλαίσιο, η έννοια της κινητικής τέχνης πρέπει να επεκταθεί ώστε να συμπεριλάβει την κίνηση του ανθρώπινου σώματος ως μια ζωτική μορφή καλλιτεχνικής έκφρασης.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα ανωτέρω, αλλά και την σύνδεση μεταξύ της κίνησης του ανθρώπινου σώματος και του πνεύματος που θα συζητηθούν παρακάτω, η παρούσα εργασία

αναγνωρίζει την κινητική τέχνη ως κάθε μορφή κινητικής δραστηριότητας που επιτυγχάνει την ψυχική ενεργοποίηση και την αυτοέκφραση.

2.2 Η σύνδεση του ανθρώπινου σώματος και πνεύματος μέσα από την φιλοσοφία και η κατανόηση της κινητικής τέχνης

Ο φιλοσοφικός λόγος σχετικά με τη σχέση νου-σώματος έχει διαμορφώσει βαθιά τις αντιλήψεις για κινητική τέχνη σε όλη τη δυτική σκέψη, καθώς έχουν προσφέρει θεμελιώδη οντολογικά και επιστημολογικά πλαίσια που συνεχίζουν να επηρεάζουν τις σύγχρονες σκέψεις σχετικά με την συνείδηση του σώματος, την σωματική έκφραση και την σωματοποίηση. Η σύγχρονη φαινομενολογία της κινητικής τέχνης θέτει στο προσκήνιο την κιναισθησία και την σωματική παρουσία ως κεντρικά σημεία της ανθρώπινης εμπειρίας και της καλλιτεχνικής πρακτικής, ωστόσο οι αρχαίοι στοχαστές υποστήριζαν τον διαχωρισμό του σώματος και της ψυχής.

Ο δυϊσμός του Πλάτωνα, που διατυπώνεται στα έργα *Φαίδων* και *Πολιτεία*, θέτει μια θεμελιώδη οντολογική διαίρεση μεταξύ της αθάνατης, λογικής ψυχής και του θνητού, φθαρτού σώματος. Για τον Πλάτωνα, η αληθινή γνώση επιτυγχάνεται μέσω της ορθολογικής ενατένισης των Ιδεών, οι οποίες γίνονται ολοκληρωτικά αντιληπτές από την ψυχή όταν δεν επιβαρύνεται από σωματικές αισθήσεις. Σε αυτό το πλαίσιο, το σώμα συχνά θεωρείται ως εμπόδιο στη φιλοσοφική και ηθική ανάπτυξη, μια φυλακή από την οποία η ψυχή αναζητά απελευθέρωση (Giannakopoulou, 2002). Μια τέτοια μεταφυσική αποτίμηση του λογικού έναντι του σωματικού ιστορικά συνέβαλε στην περιθωριοποίηση της σωματικής γνώσης και έκφρασης στη δυτική σκέψη. Κατά συνέπεια, μέσα στα παραδοσιακά φιλοσοφικά πλαίσια, η κινητική τέχνη συνδέονταν περισσότερο με τη μίμηση και τη συναισθηματική μετάδοση παρά με την πνευματική ή ηθική διορατικότητα (Bunker, 1998).

Ο Αριστοτέλης διατήρησε ορισμένες δυϊστικές αντιλήψεις από τον προκάτοχο του, αλλά παρουσίασε μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση του ανθρώπινου όντος. Στο έργο του *Περί Ψυχής*, ο φιλόσοφος διατύπωσε την υλομορφική θεωρία, όπου η ψυχή δεν είναι μια ξεχωριστή ουσία από το σώμα, αλλά η αρχή της ζωής που πραγματώνει τις δυνατότητες του. Η ψυχή, σε αυτό το πλαίσιο, δεν είναι διαχωρίσιμη από το σώμα με τον τρόπο που περιγράφει ο Πλάτωνας (Boeri, 2018). Αντίθετα, είναι η οργανωτική αρχή ενός ζωντανού σώματος. Η αισθητηριακή

αντίληψη, η κίνηση και η σκέψη είναι λειτουργίες του ενσωματωμένου σώματος, γεγονός που υποδηλώνει κάποιον βαθμό ενότητας και όχι μια αποσύνδεση. Ενώ η έμφαση του Αριστοτέλη στην ορθολογική ψυχή εξακολουθεί να δίνει προτεραιότητα στις διανοητικές έναντι των αισθητηριακών ικανοτήτων, το τελεολογικό του πλαίσιο επιτρέπει την εκτίμηση των ενσωματωμένων ικανοτήτων (Sorabji, 2015). Η πιο ολιστική άποψη που εισήγαγε ο Αριστοτέλης έθεσε ένα φιλοσοφικό προηγούμενο σε μεταγενέστερες φαινομενολογικές προοπτικές, που δίνουν έμφαση στο σώμα ως βάση και ως προϋπόθεση της αντιληπτικής εμπειρίας (Frailigh, 1991).

Η αναβίωση του δυϊσμού νου-σώματος στη σύγχρονη εποχή, κυρίως στο έργο του René Descartes *Στοχασμοί Περί της Πρώτης Φιλοσοφίας*, επανεπιβεβαίωσε μια έντονη διάκριση μεταξύ ψυχικών και σωματικών ουσιών. Το διάσημο ρητό του Descartes—«σκέφτομαι, άρα υπάρχω»—αναδεικνύει το σκεπτόμενο υποκείμενο ως τη θεμελιώδη βεβαιότητα, ενώ υποβιβάζει το σώμα στη σφαίρα της επέκτασης και του μηχανισμού (*res extensa*) (Descartes, 2016). Ουσιαστικά, το σώμα ήταν αντιληπτό ως ένα παθητικό αντικείμενο, γνωστό μόνο μέσω εξωτερικής παρατήρησης και του ορθολογικού ελέγχου. Η επιρροή του καρτεσιανού δυϊσμού στις δυτικές επιστημονικές και φιλοσοφικές παραδόσεις είναι καλά τεκμηριωμένη, ενθαρρύνοντας μια αντικειμενιστική, μηχανιστική άποψη για το σώμα που διαπέρασε τον ιατρικό, εκπαιδευτικό και αισθητικό λόγο (Lepicki, 2006).

Η ανάπτυξη της φαινομενολογίας συνέβαλλε σε μια περισσότερο ολιστική κατανόηση. Το 1913 δημοσιεύτηκε το έργο του Edmund Husserl *Ιδέες για μια καθαρή φαινομενολογία και φαινομενολογική φιλοσοφία*, το οποίο μετατόπισε τη φιλοσοφική διερεύνηση προς τις δομές της βιωμένης εμπειρίας, όπως αυτές εμφανίζονται στη συνείδηση. Ο Husserl εισήγαγε μια διάκριση μεταξύ δύο τρόπων κατανόησης του σώματος: το *Körper* είναι το σώμα ως φυσικό αντικείμενο - κάτι που μπορεί να μετρηθεί, να παρατηρηθεί και να αντιμετωπιστεί όπως οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο στο χώρο - ενώ το *Leib* είναι το σώμα όπως βιώνεται εκ των έσω, το σώμα ως κέντρο αίσθησης, αντίληψης και εμπειρίας. Το *Leib* δεν εκτείνεται παθητικά στο χώρο, αλλά συμμετέχει ενεργά στη δημιουργία νοήματος μέσω της σκόπιμης κίνησης και της αίσθησης. Η εν λόγω εννοιολογική μετατόπιση άνοιξε νέους δρόμους για την κατανόηση του χορού ως τρόπου ενσωματωμένης, σκόπιμης και αντιληπτικής εμπλοκής (Husserl, 1982).

Μερικές δεκαετίες αργότερα, εκδόθηκε το βιβλίο *Φαινομενολογία της Αντίληψης*, το οποίο ανέλυσε περαιτέρω την κεντρική θέση του βιωμένου σώματος στην ανθρώπινη εμπειρία. Ο συγγραφέας του Merleau-Ponty απέρριψε τόσο τις εμπειρικές όσο και τις διανοητικές

ερμηνείες της αντίληψης, υποστηρίζοντας αντ' αυτού ότι το σώμα είναι ένα «σωματικό υποκείμενο» - το προ-ανακλαστικό έδαφος της αντίληψης και της δράσης (Matthews, 2015). Η έννοια του «σωματικού σχήματος» που διατύπωσε περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο το σώμα οργανώνεται χωρικά και χρονικά χωρίς να απαιτεί γνωστική σκέψη. Σε αυτό το μοντέλο, η κίνηση δεν είναι αποτέλεσμα εσωτερικής αναπαράστασης αλλά μια πρωταρχική μορφή της ίδιας της γνώσης. Τέτοιες ιδέες βρίσκουν βαθιά απήχηση στη φαινομενολογία του χορού, όπου η κίνηση νοείται ως μια άμεση μορφή συνείδησης και επικοινωνίας. Οι χορευτές και οι χορογράφοι συχνά περιγράφουν την κίνηση όχι ως εκτέλεση εξωτερικά επιβαλλόμενων μορφών, αλλά ως ένα ξεδίπλωμα του εσωτερικού κόσμου, που διαμορφώνεται από την ιδιοδεκτική και κιναισθητική επίγνωση (Parviainen, 2002).

Η έννοια της κιναισθησίας - η βιωμένη αίσθηση της κίνησης - αναδύεται ως βασικός όρος τόσο στον φαινομενολογικό όσο και στον χορευτικό λόγο. Σε αντίθεση με την όραση ή την αφή, η κιναισθησία είναι μια ιδιοδεκτική μέθοδος που παρέχει μια εσωτερική, άμεση επίγνωση της σωματικής κίνησης και θέσης (Siokas, Dardiotis et al. 2017). Η Maxine Sheets-Johnstone, μια από τις πιο σημαντικές προσωπικότητες στη φαινομενολογία του χορού, περιγράφει την κιναισθησία ως την «ζωή» της σωματικής ύπαρξης, υποστηρίζοντας ότι η ίδια η κίνηση είναι μια γενεσιουργός, γνωστική πράξη. Αντιτίθεται στα αναπααραστατικά μοντέλα κίνησης και αντ' αυτού προτείνει ότι η σκέψη συμβαίνει στην κίνηση, όχι πριν ή ξεχωριστά από αυτήν. Η άποψη της αντιμετωπίζει την κινητική τέχνη ως μια επιστημολογική πρακτική - μια πρακτική στην οποία η γνώση τίθεται σε εφαρμογή μέσω της σωματικής εμπλοκής και όχι μέσω της αφηρημένης συλλογιστικής (Sheets-Johnstone, 2011).

Η Sondra Fraleigh, της οποίας το έργο γεφυρώνει τη φαινομενολογία και τη σωματική πρακτική, διατύπωσε την έννοια της σωματοποίησης ως την ικανότητα του χορευτή να συγχωνεύσει την αντίληψη, τη δράση και το συναίσθημα μέσα στη στιγμή της παράστασης. Για την Fraleigh, ο χορευτής δεν χειρίζεται το σώμα από εξωτερική άποψη, αλλά το κατοικεί ως τον τόπο του γίνεσθαι και της έκφρασης. Το έργο της υπογραμμίζει επίσης τη σημασία της σωματικής επίγνωσης στην καλλιέργεια μιας ηθικής και ανταποκρινόμενης σχέσης με την κίνηση (Fraleigh, 1991).

Η Susan Leigh Foster επέκτεινε περαιτέρω την παραπάνω σκοπιά, εξετάζοντας τον τρόπο που η κινητική τέχνη δημιουργεί και μεταδίδει πολιτισμική γνώση. Στο έργο με τίτλο *Χορογραφώντας την Ενσυναίσθηση*, η Foster διερεύνησε το πώς η κιναισθητική ενσυναίσθηση λειτουργεί ως επικοινωνιακό κανάλι μεταξύ ερμηνευτή και κοινού, τονίζοντας ότι η σωματική

κίνηση μπορεί να προκαλέσει κοινές συναισθηματικές και αντιληπτικές εμπειρίες (Kimmel, 2021).

Πρακτικές όπως η μέθοδος Feldenkrais, η τεχνική Alexander και η κεντροποίηση σώματος-νου ενσωματώνουν τις φαινομενολογικές αρχές για την ενίσχυση της σωματικής επίγνωσης και της κινητικής αποτελεσματικότητας. Δίνουν προτεραιότητα στη βιωματική μάθηση και την ιδιοδεκτική ανατροφοδότηση έναντι των προδιαγεγραμμένων παραστάσεων, καλλιεργώντας μια λεπτή επίγνωση της εσωτερικής αίσθησης και πρόθεσης. Σε αυτές τις φιλοσοφίες και τεχνικές, το σώμα δεν αντιμετωπίζεται ως αντικείμενο που πρέπει να διορθωθεί, αλλά ως υποκείμενο ικανό για αυτοοργάνωση και μετασχηματισμό. Αντανακλούν μια ευρύτερη επιστημολογική κίνηση προς την αναγνώριση του σώματος ως τόπου γνώσης, ικανού για δράση, ευαισθησία και αναστοχασμό (Ives & Sosnoff, 2000).

2.3 Μηχανιστικό πλαίσιο για τον χορό και τη νευροπλαστικότητα

Ο χορός είναι πιθανώς η κινητική τέχνη που απαιτεί τον μεγαλύτερο βαθμό συγχρονισμένης κίνησης, επομένως συχνά συζητείται η σχέση του με το ΚΝΣ. Συγκεκριμένα, η νευροεπιστήμη έχει αρχίσει να προσδιορίζει μια πολυεπίπεδη διαδικασία, που περιλαμβάνει την ταλαντωτική εγκεφαλική δραστηριότητα, την συνοχή σε κατανεμημένα νευρωνικά δίκτυα και τη διαμόρφωση κοινωνικο-συναισθηματικών κυκλωμάτων, μεταξύ άλλων.

Οι νευρωνικές ταλαντώσεις, ή τα εγκεφαλικά κύματα, αναφέρονται σε ρυθμικές διακυμάνσεις στην ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου και κατηγοριοποιούνται σε διαφορετικές ζώνες συχνοτήτων: τις δέλτα, τις θήτα, τις άλφα, τις βήτα και τις γάμμα (Balomenos, Ntanasi et al. 2021). Κάθε μία από αυτές τις ζώνες συχνοτήτων σχετίζεται με συγκεκριμένες εγκεφαλικές λειτουργίες, που κυμαίνονται από τον βαθύ ύπνο (δέλτα) έως τις γνωστικές διεργασίες υψηλού επιπέδου (γάμμα). Στο πλαίσιο του χορού, η ρυθμική φύση της κίνησης και η ενσωμάτωση των ακουστικών και κινητικών συστημάτων οδηγεί σε αλλαγές στη δύναμη και τη συνοχή αυτών των ταλαντώσεων (Vander Elst et al., 2023).

Οι Basso et al. (2021) υπογράμμισαν τον ρόλο των ρυθμών θήτα, οι οποίοι συνδέονται με διαδικασίες όπως η ενοποίηση της μνήμης, η χαλάρωση και η γνωστική ευελιξία. Αυτά τα κύματα είναι ιδιαίτερα εμφανή όταν οι χορευτές ασχολούνται με την εκμάθηση και την

ανάκληση κίνησης, μια βασική πτυχή της χορευτικής πρακτικής. Για παράδειγμα, η εκμάθηση σύνθετων χορογραφημένων ακολουθιών ή η προσαρμογή κινήσεων σε απόκριση στην αλλαγή της μουσικής μπορεί να αυξήσει τη δραστηριότητα θήτα, ειδικά σε περιοχές όπως ο ιππόκαμπος, ο οποίος παίζει βασικό ρόλο στη χωρική και κινητική μνήμη. Η σύζευξη των κυμάτων θήτα με την κινητική δραστηριότητα υποδηλώνει ότι ο χορός ενσωματώνει γνωστικές λειτουργίες που σχετίζονται με τη μνήμη και τον κινητικό συντονισμό, γεγονός που επιτρέπει στους χορευτές να επεξεργάζονται και να αποθηκεύουν τα μοτίβα κίνησης αποτελεσματικά.

Οι ταλαντώσεις άλφα, που συνήθως παρατηρούνται σε καταστάσεις χαλαρής εστίασης, εμπλέκονται επίσης στον χορό. Ο χορός συχνά απαιτεί ταυτόχρονη επεξεργασία αισθητηριακών και κινητικών πληροφοριών, και οι ρυθμοί άλφα βοηθούν στη διευκόλυνση της ενισχύοντας τη γνωστική ευελιξία και τον έλεγχο της προσοχής. Όταν οι χορευτές κινούνται σε αρμονία με τη μουσική, πρέπει να επεξεργάζονται τόσο ακουστικές (μουσικοί ρυθμοί) όσο και ιδιοδεκτικές (κινήσεις του σώματος) πληροφορίες, οι οποίες υποστηρίζονται από τη διαμόρφωση των ρυθμών άλφα. Πρακτικά, οι ρυθμοί άλφα βοηθούν στη διατήρηση μιας ισορροπίας μεταξύ της εστίασης της προσοχής και της χαλάρωσης, διασφαλίζοντας ότι οι χορευτές κυριαρχούν στις κινήσεις τους, ενώ αποφεύγουν παράλληλα τη γνωστική υπερφόρτωση (Basso et al., 2021).

Ένα άλλο σημαντικό συστατικό της ταλαντωτικής εγκεφαλικής δραστηριότητας που παρατηρείται κατά τη διάρκεια του χορού είναι οι ταλαντώσεις βήτα. Τα κύματα βήτα σχετίζονται με τον κινητικό έλεγχο, ιδιαίτερα σε εργασίες που απαιτούν λεπτή κινητική εκτέλεση (Rikos, Marogianni et al. 2020). Η δραστηριότητα βήτα αυξάνεται κατά την ακριβή εκτέλεση των κινήσεων, και αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές σε εργασίες που περιλαμβάνουν πολύπλοκο κινητικό σχεδιασμό και συντονισμό. Οι χορευτές βασίζονται σε βήτα ρυθμούς για να εξασφαλίσουν ρευστή, συντονισμένη κίνηση, και η αυξημένη βήτα δραστηριότητα κατά τη διάρκεια του χορού αντανakλά τη συμμετοχή του εγκεφάλου στον κινητικό έλεγχο σε πραγματικό χρόνο. Η αλληλεπίδραση μεταξύ του κινητικού φλοιού και άλλων δομών του εγκεφάλου που σχετίζονται με την κίνηση ρυθμίζεται από βήτα ταλαντώσεις, οι οποίες διασφαλίζουν ότι η κίνηση είναι ρευστή και εκτελείται με ακρίβεια (Pavlidou et al., 2014).

Τέλος, οι γάμμα ταλαντώσεις, οι οποίες συνήθως σχετίζονται με υψηλότερη γνωστική επεξεργασία και ενσωμάτωση αισθητηριακών πληροφοριών, μπορεί επίσης να παίζουν ρόλο στον χορό. Οι γάμμα ρυθμοί συνδέονται με την προσοχή, τη μνήμη και την αισθητηριακή

επεξεργασία και μπορεί να εμπλέκονται όταν οι χορευτές χρειάζεται να ενσωματώσουν σύνθετα αισθητηριακά ερεθίσματα, όπως ακουστικά σήματα από τη μουσική ή οπτικά σήματα από το περιβάλλον τους, με τα κινητικά τους σήματα εξόδου. Ο συντονισμός μεταξύ των γάμμου και των κινητικών περιοχών του εγκεφάλου υποστηρίζει τη ρευστή και προσαρμοστική φύση των χορευτικών κινήσεων, ιδιαίτερα όταν οι χορευτές πρέπει να προσαρμόσουν γρήγορα τις ενέργειές τους όταν αλλάζει κάτι στο περιβάλλον ή την μουσική (Vander Elst et al., 2023).

Εκτός από τις αλλαγές στην ταλαντωτική ισχύ, ο χορός ενισχύει τη συνοχή σε κατανεμημένα νευρωνικά δίκτυα. Η συνοχή αναφέρεται στον χρονικό συγχρονισμό της νευρωνικής δραστηριότητας σε διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου, γεγονός που επιτρέπει την αποτελεσματική επικοινωνία και ενσωμάτωση πληροφοριών μεταξύ αυτών των περιοχών. Κατά τη διάρκεια του χορού, υπάρχει ανάγκη για στενό συντονισμό μεταξύ των κινητικών περιοχών του εγκεφάλου, όπως ο κινητικός φλοιός, ο οποίος σχεδιάζει και εκτελεί κινήσεις, και η παρεγκεφαλίδα, η οποία βελτιώνει τον κινητικό έλεγχο και συντονίζει την ισορροπία. Οι περιοχές αυτές πρέπει να επικοινωνούν άψογα για να διασφαλιστεί ότι οι κινήσεις είναι ακριβείς, ρευστές και προσαρμοστικές. Επιπλέον, τα βασικά γάγγλια, τα οποία εμπλέκονται στην έναρξη της κίνησης και στη ρύθμιση των κινητικών προτύπων, εμπλέκονται κατά τη διάρκεια του χορού. Ο συγχρονισμός αυτών των περιοχών σε διαφορετικά στάδια της κίνησης επιτρέπει την ομαλή ενσωμάτωση των κινητικών δράσεων. Επιπλέον, ο σωματοαισθητικός φλοιός, υπεύθυνος για την επεξεργασία της αισθητηριακής ανατροφοδότησης από το σώμα, πρέπει να συντονίζεται με τις κινητικές περιοχές για να διασφαλίσει ότι οι κινήσεις εκτελούνται σύμφωνα με την εσωτερική ανατροφοδότηση από το ιδιοδεκτικό σύστημα του σώματος (Basso et al., 2021).

Η έννοια της ρυθμικότητας αναφέρεται στην ικανότητα συγχρονισμού των κινήσεων του σώματος σε μουσικούς ρυθμούς. Συνδέεται βαθιά με την πλαστικότητα του εγκεφάλου, καθώς η διαδικασία αντιστοίχισης των κινητικών κινήσεων με τον ρυθμό της μουσικής περιλαμβάνει σημαντικό νευρωνικό συντονισμό. Η ικανότητα συγχρονισμού της κίνησης με τη μουσική εμπλέκει περιοχές του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνες για την επεξεργασία του ρυθμού, όπως ο ακουστικός φλοιός και ο κινητικός φλοιός, και προάγει την επικοινωνία μεταξύ αυτών των περιοχών. Επιπλέον, η οπτική και η ακουστική εισροή είναι σημαντικές σε αυτή τη διαδικασία, καθώς οι χορευτές βασίζονται σε οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα από το περιβάλλον τους για να βοηθήσουν στον συγχρονισμό των κινήσεών τους με τη μουσική. Ο συγχρονισμός μεταξύ οπτικών και ακουστικών ερεθισμάτων με κινητικές ενέργειες ενισχύει τον συντονισμό και την ακρίβεια στον χορό. Καθώς οι χορευτές εξασκούνται επανειλημμένα

στον συντονισμό των κινήσεών τους με τη μουσική, ο εγκέφαλος υφίσταται αλλαγές που βελτιώνουν όχι μόνο την ακρίβεια της κίνησης αλλά και την αίσθηση του ρυθμού του χορευτή, την ικανότητά του να επεξεργάζεται γρήγορα μουσικά ερεθίσματα και τη συνολική κινητική του απόδοση. Από την άποψη της νευροπλαστικότητας, η πράξη της ρυθμικής κίνησης ενισχύει τις συνδέσεις μεταξύ των αισθητηριακών και κινητικών δικτύων του εγκεφάλου (Basso et al., 2021). Επιπλέον, η έρευνα έχει δείξει ότι η ρυθμική προπόνηση, όπως αυτή που απαιτείται στον χορό, μπορεί να επηρεάσει τα βασικά γάγγλια και τον προμετωπιαίο φλοιό, τις περιοχές του εγκεφάλου που εμπλέκονται στον κινητικό έλεγχο και την αντίληψη του ρυθμού. Αυτό όχι μόνο ενισχύει τις κινητικές δεξιότητες, αλλά μπορεί επίσης να συμβάλει σε γνωστικά οφέλη, όπως η βελτιωμένη προσοχή και η μνήμη (Zardi et al., 2021). Έτσι, ο συγχρονισμός των σωματικών κινήσεων με τη μουσική κατά τη διάρκεια του χορού είναι ένα ισχυρό παράδειγμα νευροπλαστικότητας εν δράσει, που δείχνει πώς η επαναλαμβανόμενη, ρυθμική δραστηριότητα, σε συνδυασμό με την πολυαισθητηριακή ολοκλήρωση, μπορεί να διαμορφώσει τη δομή και τη λειτουργία του εγκεφάλου.

Ο χορός έχει επίσης σημαντικό αντίκτυπο στα κοινωνικο-συναισθηματικά κυκλώματα του εγκεφάλου, ιδιαίτερα σε περιβάλλοντα κοινωνικού χορού (Siokas, Aloizou et al. 2018). Όταν ο χορός περιλαμβάνει αλληλεπίδραση μεταξύ παρτενέρ ή ομάδων, απαιτεί τον συντονισμό τόσο των σωματικών κινήσεων όσο και των συναισθηματικών αντιδράσεων. Οι Basso et al. (2021) σημείωσαν ότι το σύστημα των κατοπτρικών νευρώνων εμπλέκεται στον χορό, καθώς επιτρέπει στα άτομα να αναγνωρίζουν, να αναπαράγουν και να επεξεργάζονται τις κινήσεις και τα συναισθήματα των άλλων. Ενεργοποιείται όταν οι χορευτές μιμούνται τις κινήσεις των παρτενέρ τους ή συγχρονίζονται με τις κινήσεις της ομάδας, διευκολύνοντας τον κοινωνικό δεσμό και τον συναισθηματικό συντονισμό.

Εκτός από το σύστημα των κατοπτρικών νευρώνων, ο προμετωπιαίος φλοιός εμπλέκεται στη ρύθμιση των συναισθηματικών αντιδράσεων κατά τη διάρκεια του χορού (Sinani, Dadouli et al. 2022). Αυτή η περιοχή του εγκεφάλου βοηθά στον έλεγχο της συναισθηματικής έκφρασης των χορευτών, επιτρέποντάς τους να διατηρούν τη συναισθηματική ρύθμιση ακόμη και όταν ασχολούνται με έντονη σωματική δραστηριότητα. Η αμυγδαλή, η οποία επεξεργάζεται συναισθήματα όπως ο φόβος και η ευχαρίστηση, ενεργοποιείται επίσης κατά τη διάρκεια του χορού, ειδικά σε μορφές που περιλαμβάνουν συναισθηματική έκφραση (Sokratous, Dardiotis et al. 2016). Η αλληλεπίδραση μεταξύ του προμετωπιαίου φλοιού και της αμυγδαλής διασφαλίζει ότι οι συναισθηματικές αντιδράσεις ευθυγραμμίζονται με το κοινωνικό και συναισθηματικό πλαίσιο του χορού (Zardi et al., 2021).

Επιπλέον, στους χορούς με ζευγάρια και σε ομαδικούς χορούς, όπου ο συγχρονισμός μεταξύ των ατόμων είναι το κλειδί, απελευθερώνεται ωκυτοκίνη, ένα νευροπεπτίδιο που έχει γίνει ευρύτερα γνωστό ως “η ορμόνη της αγάπης”. Αν και το προσωνόμιο της ωκυτοκίνης είναι μάλλον απλοϊκό, έχει βρεθεί ότι η απελευθέρωση της ενισχύει περαιτέρω τα κοινωνικοσυναισθηματικά κυκλώματα που εμπλέκονται κατά τη διάρκεια του χορού, ενισχύοντας έτσι τις θετικές κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, τις συναισθηματικές συνδέσεις και την εμπιστοσύνη μεταξύ των χορευτών (Maroun & Wagner, 2016).

Επιπλέον, το δίκτυο προεπιλεγμένης λειτουργίας (default mode network), το οποίο ενεργοποιείται κατά την περιπλάνηση του μυαλού και τη δημιουργική σκέψη, πιθανότατα εμπλέκεται στον αυτοσχεδιαστικό χορό. Πρόκειται για ένα δίκτυο που επιτρέπει στον χορευτή να δημιουργεί αυθόρμητες ιδέες και αυτοεκφράσεις, ενθαρρύνοντας την καινοτομία και τις μοναδικές ακολουθίες κινήσεων. Η επαναλαμβανόμενη εξάσκηση δημιουργικών εργασιών, όπως ο αυτοσχεδιασμός στον χορό, μπορεί να οδηγήσει σε δομικές αλλαγές στον εγκέφαλο, όπως θα συζητηθεί στο επόμενο κεφάλαιο. Επιπλέον, η ενασχόληση με τον δημιουργικό χορό μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση της ικανότητας του εγκεφάλου να σκέφτεται ευέλικτα, μια μορφή νευροπλαστικότητας που υποστηρίζει τη συνολική γνωστική υγεία και προσαρμοστικότητα. Ως εκ τούτου, η δημιουργικότητα στον χορό δεν είναι απλώς μια καλλιτεχνική έκφραση. Είναι ένα ισχυρό ερέθισμα για την πλαστικότητα του εγκεφάλου, με ποικίλα οφέλη και μεγάλη κλινική αξία (Basso et al., 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

3.1 Μελέτες σε υγιείς πληθυσμούς

Η νευροαπεικονιστική έρευνα γύρω από τις επιδράσεις του χορού σε υγιείς πληθυσμούς εστιάζει κυρίως στις λειτουργικές και δομικές νευροπροσαρμογές που επιφέρει η εντατική εξάσκηση, με αποτέλεσμα να περιλαμβάνει κυρίως τις συγκρίσεις μεταξύ επαγγελματιών χορευτών και μη χορευτών. Για παράδειγμα, μια πρόσφατη μελέτη που συνέκρινε τους έμπειρους επαγγελματίες του σύγχρονου χορού (κατά μέσο όρο 15,3 έτη εξάσκησης σε διάφορα στυλ όπως μπαλέτο, tap, jazz, swing και ballroom) έναντι μη χορευτών έδειξε ότι οι χορευτές εμφανίζουν αυξημένο πάχος του φλοιού σε ανώτερες κροταφικές περιοχές. Επιπλέον, το πάχος της φαιάς ουσίας έδειξε θετική συσχέτιση με την απόδοση στη μίμηση χορού, τον συγχρονισμό του ρυθμού και τις εργασίες που σχετίζονται με την διάκριση των μελωδιών (Karpati et al., 2017).

Σε μια εκτεταμένη έρευνα, οι Burzynska et al. (2017) εξέτασαν την ακεραιότητα της λευκής ουσίας σε 174 υγιή άτομα μεγαλύτερης ηλικίας που υποβλήθηκαν σε τέσσερις παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής (χορός, περπάτημα, περπάτημα συν διατροφή και έλεγχος) σε διάστημα έξι μηνών. Χρησιμοποίησαν απεικόνιση τανυστή διάχυσης, μορφομετρική ανάλυση, fMRI, μια ευρεία γκάμα νευροψυχολογικών δοκιμασιών και αντικειμενικές αξιολογήσεις της ικανότητας χορού. Μελέτησαν 20 χορευτές (μέση εμπειρία 12 ετών) που ασχολούνταν με διάφορα είδη χορού, οι οποίοι χόρευαν 14 ώρες την εβδομάδα (μέσος όρος) και τους συνέκριναν με αντίστοιχους μη χορευτές. Σε αντίθεση με τους μη χορευτές, οι χορευτές επέδειξαν αξιοσημείωτα ανώτερες επιδόσεις όσον αφορά την ισορροπία (αξιολογημένη με ισορροπία διάρκειας στο ένα πόδι) και τη χορευτική ικανότητα (αξιολογούμενη από την αναλογία των σωστών κινήσεων), με τον αριθμό των ετών στο χορό να σχετίζεται θετικά με τις κινητικές δεξιότητες. Απροσδόκητα, δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των ομάδων που παρατηρήθηκαν σε διάφορους γνωστικούς τομείς, όπως η ρευστή νοημοσύνη, η ταχύτητα επεξεργασίας, η ακρίβεια στη χωρική μνήμη εργασίας, η χωρητικότητα της μνήμης εργασίας και η εναλλαγή εργασιών. Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των ομάδων στο πάχος του φλοιού ή στους όγκους της υποφλοιώδους φαιάς ή λευκής ουσίας. Μόνο η ακεραιότητα της φαιάς ουσίας στην ψαλίδα (fornix) έδειξε να επηρεάζεται από τον χρόνο που επένδυσαν οι ομάδες στις παρεμβάσεις. Επίσης, ενώ αυτή η ακεραιότητα μειώθηκε σε

διάστημα έξι μηνών στις περισσότερες ομάδες παρέμβασης, αυξήθηκε μόνο στην ομάδα χορού.

Μια άλλη έρευνα εστίασε στην επίδραση της μακροχρόνιας προπόνησης στις δομικές αλλαγές του εγκεφάλου, με τη διαφορά ότι συνέκρινε επαγγελματίες παίκτες χάντμπολ και χορευτές μπαλέτου. Οι ερευνητές βρήκαν αυξημένο όγκο φαιάς ουσίας σε περιοχές του εγκεφάλου που σχετίζονται με τα χέρια σε παίκτες χάντμπολ και σε περιοχές που σχετίζονται με τα πόδια σε χορευτές μπαλέτου, γεγονός που αντανακλά τις πρωταρχικές κινητικές και αισθητηριακές απαιτήσεις κάθε αθλήματος. Επιπλέον, η απεικόνιση αποκάλυψε διαφορές στην κλασματική ανισοτροπία. Οι χορευτές μπαλέτου εμφάνισαν χαμηλότερη κλασματική ανισοτροπία σε οδούς νευρικών ινών που συνδέουν τις περιοχές των ποδιών και των χεριών σε σύγκριση με τους παίκτες χάντμπολ. Μέσα στις ομάδες, οι χορευτές είχαν χαμηλότερο κλασματική ανισοτροπία στις νευρικές ίνες που σχετίζονται με τα πόδια από ό,τι σε αυτές που σχετίζονται με τα χέρια, ενώ οι παίκτες χάντμπολ έδειξαν το αντίθετο μοτίβο (Meier et al., 2016).

Παρομοίως, οι Rehfeld et al. (2017) διεξήγαγαν μια μελέτη διάρκειας 18 μηνών για να συγκρίνουν τις επιδράσεις του χορού και της παραδοσιακής προπόνησης φυσικής κατάστασης στη δομή και την ισορροπία του εγκεφάλου σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας. Διαπίστωσαν ότι τόσο ο χορός όσο και η προπόνηση φυσικής κατάστασης είχαν ως αποτέλεσμα αυξήσεις στον όγκο του ιππόκαμπου, αλλά η ομάδα χορού παρουσίασε πιο σημαντικές αλλαγές. Συγκεκριμένα, η χορευτική ομάδα παρουσίασε αξιοσημείωτη αύξηση στον δεξιό ιππόκαμπο και επίσης σε πολλά υποπεδία του αριστερού ιππόκαμπου, συμπεριλαμβανομένων των CA1, CA2, της οδοντωτής έλικας (dentate gyrus) και του υποθέματος (subiculum). Αντίθετα, η ομάδα φυσικής κατάστασης εμφάνισε μόνο αυξήσεις όγκου στο αριστερό CA1, το CA2 και το δεξιό υπόθεμα. Όσον αφορά την ισορροπία, η ομάδα χορού έδειξε σημαντικές βελτιώσεις και στα τρία αισθητηριακά συστήματα που χρησιμοποιούνται για τη διατήρηση της ισορροπίας (σωματοαισθητηριακό, οπτικό και αιθουσαίο). Η ομάδα προπόνηση φυσικής κατάστασης, ωστόσο, έδειξε βελτιώσεις μόνο στο σωματοαισθητικό και αιθουσαίο σύστημα. Οι συγγραφείς πρότειναν ότι οι πρόσθετες αλλαγές στον όγκο του ιππόκαμπου των χορευτών μπορεί να αποδοθούν σε διαφορετικά ερεθίσματα που βρίσκονται στην πρακτική του χορού, όπως οι γνωστικές και αισθητηριοκινητικές εργασίες.

Σε μια επόμενη προσπάθεια, οι Rehfeld et al. (2018) διεξήγαγαν μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή που περιελάμβανε 38 συμμετέχοντες ηλικίας 63 έως 80 ετών, με την ομάδα

χορού να μαθαίνει προοδευτικά δύσκολες χορογραφίες, ενώ η αθλητική ομάδα ασχολήθηκε με επαναλαμβανόμενες ασκήσεις φυσικής κατάστασης. Οι αξιολογήσεις περιελάμβαναν μέτρα γενικής γνωστικής ικανότητας, κινητικής απόδοσης και μαγνητική τομογραφία. Η ομάδα χορού έδειξε σημαντικά μεγαλύτερες αυξήσεις στον όγκο της φαιάς ουσίας σε περιοχές που είναι κρίσιμες για τον κινητικό έλεγχο και τη μνήμη, όπως ο πρόσθιος φλοιός του προσαγωγίου (anterior cingulate cortex) και η προκεντρική έλικα (precentral gyrus). Αντίθετα, η αθλητική ομάδα παρουσίασε αυξήσεις στον όγκο στις ινιακές και παρεγκεφαλιδικές περιοχές, οι οποίες σχετίζονται περισσότερο με την οπτική επεξεργασία και τον βασικό συντονισμό. Επιπλέον, η ομάδα χορού παρουσίασε σημαντική αύξηση στα επίπεδα του BDNF, με τιμή $p = 0,046$. Γνωστικές βελτιώσεις παρατηρήθηκαν επίσης και στις δύο ομάδες, αλλά η ομάδα χορού είχε ισχυρότερη σχέση με τις νευροπλαστικές αλλαγές στον εγκέφαλο. Μάλιστα, σημειώθηκε αξιοσημείωτη αύξηση στο μεσολόβιο (corpus callosum) των χορευτών. Δεδομένου ότι το μεσολόβιο θεωρείται υπεύθυνο για όλη σχεδόν την επικοινωνία μεταξύ των δύο εγκεφαλικών ημισφαιρίων, θεωρήθηκε ότι ο χορός μπορεί να ενισχύσει τη συνδεσιμότητα μεταξύ των δύο εγκεφαλικών ημισφαιρίων.

Αξίζει επίσης να γίνει αναφορά στην έρευνα για τους νευροτροφικούς παράγοντες, που πιστεύεται ότι ασκούν διάφορες λειτουργίες στη νευροπλαστικότητα. Οι Mohan και Sunder (2022) διεξήγαγαν μια μελέτη παρατήρησης για να διερευνήσουν τη σχέση μεταξύ του rs6265, ενός πολυμορφισμού του γονιδίου του BDNF, και του ινδικού χορού Bharatanatyam. Στη μελέτη συμμετείχαν 93 συμμετέχοντες, συμπεριλαμβανομένων 45 χορευτών και 48 μη χορευτών, και εξετάστηκαν ψυχολογικά και σωματικά αποτελέσματα. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι ένας γονότυπος που σχετίζεται με τη βέλτιστη παραγωγή BDNF ήταν πιο διαδεδομένος στους χορευτές (40%) σε σύγκριση με τους μη χορευτές. Οι χορευτές με τον βέλτιστο γονότυπο BDNF ανέφεραν μια αίσθηση ευτυχίας μετά από μία ώρα χορού και ήταν πιο πιθανό να ασχοληθούν με άλλες σωματικές δραστηριότητες, όπως το πατινάζ ή το μπάντμιντον. Αντίθετα, οι χορευτές με τον υπο-βέλτιστο γονότυπο BDNF δεν ανέφεραν σημαντική συναισθηματική απόκριση μετά το χορό και ήταν λιγότερο πιθανό να συμμετάσχουν σε πρόσθετες σωματικές ασκήσεις. Η μελέτη τόνισε επίσης τον ρόλο του BDNF στη μάθηση και το σχηματισμό μνήμης, υποδηλώνοντας ότι το Bharatanatyam μπορεί να ενισχύσει τη γνωστική λειτουργία, ιδιαίτερα για εκείνους με ευνοϊκούς γονότυπους BDNF.

3.2 Μελέτες σε ηλικιωμένους με ήπια γνωστική έκπτωση

Τα τελευταία χρόνια, ένας αυξανόμενος όγκος ερευνών έχει εξετάσει τα πιθανά γνωστικά και κινητικά οφέλη των χορευτικών παρεμβάσεων για τους ηλικιωμένους με ήπια γνωστική έκπτωση, η οποία σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης άνοιας. Αυτές οι μελέτες έχουν γενικά συγκρίνει τον χορό με τα συμβατικά προγράμματα άσκησης, αποδεικνύοντας ότι ο χορός μπορεί να προσφέρει μοναδικά πλεονεκτήματα.

Οι Bisbe et al. (2020) διεξήγαγαν μια τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή που συνέκριναν τα γνωστικά αποτελέσματα της χορογραφημένης άσκησης με εκείνα ενός πολυτροπικού προγράμματος φυσικοθεραπείας σε 36 ενήλικες ηλικίας 65 έως 85 ετών με ήπια γνωστική έκπτωση. Οι συμμετέχοντες παρακολούθησαν συνεδρίες άσκησης διάρκειας 60 λεπτών δύο φορές την εβδομάδα για 12 εβδομάδες και τα ποσοστά συμμόρφωσης ήταν υψηλά και στις δύο ομάδες (95,1% στην ομάδα της χορογραφίας και 94,9% στην ομάδα φυσικοθεραπείας). Η ομάδα της χορογραφίας έδειξε σημαντικά μεγαλύτερη βελτίωση στη μνήμη λεκτικής αναγνώρισης, όπως αξιολογήθηκε από την κλίμακα μνήμης Wechsler, με μέση διαφορά 1,03 πόντων ($p = 0,003$). Επιπλέον, η καθυστερημένη ανάκληση οπτικής μνήμης βελτιώθηκε πιο σημαντικά στην ομάδα χορογραφίας από την ομάδα φυσικοθεραπείας (2,29 βαθμοί έναντι 1,57 βαθμοί, $p = 0,022$), υποδηλώνοντας ότι οι γνωστικές προκλήσεις που είναι εγγενείς στον χορό μπορεί να διεγείρουν τη μνήμη πιο αποτελεσματικά από την τυπική φυσικοθεραπεία.

Υπάρχουν επίσης ευρήματα για πρόσθετα οφέλη. Οι Chang et al. (2021) διερεύνησαν τις επιπτώσεις του παραδοσιακού χορού square σε 136 γυναίκες μεγαλύτερης ηλικίας με ήπια γνωστική εξασθένηση. Μετά από 18 εβδομάδες, διαπιστώθηκε ότι ο χορός βελτίωσε σημαντικά τη γνωστική λειτουργία, την ποιότητα ζωής και τη διάθεση, με τη μείωση των καταθλιπτικών συμπτωμάτων και την αύξηση της ποιότητας ζωής να παίζουν μεσολαβητικό ρόλο στις γνωστικές βελτιώσεις. Σε μια αντίστοιχη προσπάθεια, οι Wang et al. (2020) εξέτασαν τις επιπτώσεις του χορού square σε μια σειρά αποτελεσμάτων σε 66 ηλικιωμένους με ήπια γνωστική έκπτωση. Η ομάδα παρέμβασης, η οποία συμμετείχε σε ένα πρόγραμμα διάρκειας 12 εβδομάδων, έδειξε αξιοσημείωτη μείωση των συμπτωμάτων κατάθλιψης. Και πάλι, η μείωση της συνδέθηκε με βελτιώσεις στην ψυχική ευεξία, καθώς και σε σωματικές βελτιώσεις. Ειδικότερα, το πρόγραμμα χορού square οδήγησε επίσης σε ενισχυμένη ισορροπία και κινητικότητα, που είναι κρίσιμοι παράγοντες για την πρόληψη των πτώσεων και τη

βελτίωση της σωματικής ανεξαρτησίας σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες ανέφεραν υψηλότερη ποιότητα ζωής μετά την παρέμβαση.

Τέλος, αξίζει να γίνει αναφορά και στην έρευνα των Lazarou et al. (2017), η οποία διεξήχθη στην Ελλάδα. Επικεντρώθηκε στον χορό ballroom και τις επιπτώσεις του στη γνωστική λειτουργία σε ηλικιωμένους με αμνησιακή ήπια γνωστική έκπτωση. Συνολικά 129 συμμετέχοντες (μέση ηλικία 66,8 έτη) τυχαιοποιήθηκαν είτε σε μια ομάδα παρέμβασης ($n = 66$), η οποία συμμετείχε σε συνεδρίες χορού δύο φορές την εβδομάδα, είτε σε μια ομάδα ελέγχου ($n = 63$), η οποία δεν έλαβε καμία παρέμβαση. Μετά το πρόγραμμα των 10 μηνών, η ομάδα χορού έδειξε σημαντικές βελτιώσεις στη γενική γνωστική απόδοση, όπως μετρήθηκε από δύο ανεξάρτητες κλίμακες ($p = 0,1$). Η ομάδα χορού είχε επίσης σημαντικά καλύτερες επιδόσεις σε εργασίες λεκτικής μνήμης ($p = 0,003$) στο Rey Auditory Verbal Learning Test. Εκτός από τις γνωστικές βελτιώσεις, η ομάδα χορού έδειξε καλύτερη προσοχή, όπως μετρήθηκε με το Test of Everyday Attention ($p = 0,002$) και λεκτική ευχέρεια ($p = 0,005$). Επιπλέον, η διάθεση και η συμπεριφορά επηρεάστηκαν θετικά, με σημαντικές μειώσεις στις βαθμολογίες του Neuropsychiatric Inventory και του Global Deterioration Scale, γεγονός που υποδηλώνει ότι ο χορός έχει επίσης συναισθηματικά οφέλη.

3.3 Μελέτες σε άτομα με νόσο του Alzheimer/άνοια

Η άνοια αποτελεί έναν γενικό όρο που περιγράφει την απώλεια μνήμης, γλώσσας, ικανότητας επίλυσης προβλημάτων και άλλων νοητικών ικανοτήτων που είναι αρκετά σοβαρές ώστε να επηρεάζουν την καθημερινή ζωή. Μπορεί να προκληθεί από διάφορες παθολογίες και κάποιους τραυματισμούς, αλλά η νόσος του Alzheimer αποτελεί την συνηθέστερη αιτία της και, ως εκ τούτου, γενικά θεωρείται γεροντική ασθένεια. Οι ανησυχίες για την αύξηση του μέσου όρου ζωής, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη ευαισθητοποίηση για την ποιότητα ζωής των ηλικιωμένων, έχουν οδηγήσει σε προσπάθειες ανεύρεσης αποτελεσματικών παρεμβάσεων.

Μια πιλοτική μελέτη διερεύνησε τις επιπτώσεις του προγράμματος Intuitive Movement Reembodiment - μιας δημιουργικής παρέμβασης βασισμένης στη μουσική και την κίνηση - στην ποιότητα ζωής ηλικιωμένων με άνοια. Το πρόγραμμα βασίστηκε στην αρχή ότι οι δραστηριότητες με πλούσια αισθητηριακά στοιχεία που εμπλέκουν συναισθηματικά τους

συμμετέχοντες μπορούν να προωθήσουν τη νευροπλαστικότητα. Έτσι λοιπόν, οι ερευνητές συνδύασαν τη μουσική υπόκρουση με τη διαισθητική, αυτοσχεδιαστική κίνηση σε 10 εβδομαδιαίες συνεδρίες. Η παρέμβαση περιελάμβανε τραγούδι, χειροκροτήματα, καθιστό χορό και θεματικούς αυτοσχεδιασμούς βασισμένους στις εμπειρίες που είχαν οι συμμετέχοντες. Τα ποσοτικά αποτελέσματα έδειξαν σημαντική αύξηση στις βαθμολογίες ευεξίας (WHO-5), ειδικά μέχρι την 6η εβδομάδα, υποδεικνύοντας πρώιμες θετικές επιπτώσεις. Τα ποιοτικά ευρήματα αποκάλυψαν ότι οι συνεδρίες ενεργοποιούσαν την ανάκληση μνήμης, την κοινωνική αλληλεπίδραση και τη συναισθηματική εμπλοκή, ιδιαίτερα μεταξύ των συμμετεχόντων με ήπια έως μέτρια άνοια. Είναι σημαντικό ότι οι συνεδρίες προκάλεσαν επίσης το χιούμορ, τη φαντασία και τη διαίσθηση -στοιχεία που όχι μόνο παρακίνησαν τους συμμετέχοντες να κινηθούν και να εκφραστούν, αλλά και ενθάρρυναν τη χαρά και την αυθόρμητη αλληλεπίδραση. Είναι πιθανό ότι οι μουσικοκινητικές παρεμβάσεις μπορούν να ενεργοποιήσουν τα διατηρημένα νευρωνικά κυκλώματα μέσω συναισθηματικά σημαντικών και ενσωματωμένων εμπειριών, γεγονός που θα εξηγούσε και την μικρότερη επίδραση στους συμμετέχοντες με πιο σοβαρή άνοια (Choo et al., 2020).

Αξίζει επίσης να γίνει αναφορά σε μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή, που συνέκρινε την αποτελεσματικότητα των κοινωνικών χορών (social ballroom dances) και της άσκησης σε διάδρομο σε 25 ηλικιωμένους με υψηλό κίνδυνο άνοιας. Η παρέμβαση διήρκεσε έξι μήνες και εξετάστηκαν οι επιδράσεις σε μια σύνθετη βαθμολογία εκτελεστικής λειτουργίας, που προέκυψε από δοκιμασία αντικατάστασης συμβόλων ψηφίων, παρεμβολή σε πλευρικούς άξονες και βάδισμα κατά την ομιλία. Επιπλέον, εξετάστηκε η ενεργοποίηση του εγκεφάλου μέσω fMRI. Οι σύνθετες βαθμολογίες εκτελεστικής λειτουργίας βελτιώθηκαν και στις δύο παρεμβάσεις. Ο κοινωνικός χορός, ωστόσο, προκάλεσε μεγαλύτερες βελτιώσεις στη δοκιμασία αντικατάστασης συμβόλων ψηφίων από την άσκηση στο διάδρομο. Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στις περιοχές ενεργοποίησης του εγκεφάλου, παρότι διαπιστώθηκε λιγότερη ατροφία του ιππόκαμπου (τριτογενής) μετά τον κοινωνικό χορό (Blumen et al., 2022).

3.4 Μελέτες σε άτομα με νόσο του Parkinson

Ενώ οι παραδοσιακές μέθοδοι αποκατάστασης παραμένουν το βασικό πρότυπο στην κλινική πρακτική για τη νόσο του Parkinson, η αυξανόμενη βιβλιογραφία σχετικά με τις παρεμβάσεις που βασίζονται στον χορό αποκαλύπτει μια δυναμική και ολιστική εναλλακτική λύση που συχνά ξεπερνά τις συμβατικές θεραπείες ως προς τη συμμετοχή και το εύρος του αποτελέσματος.

Η μελέτη των De Natale et al. (2017) πρόσφερε ένα πρώιμο αλλά εντυπωσιακό παράδειγμα των δυνατοτήτων της χοροθεραπείας. Επικεντρώθηκε ειδικά σε ασθενείς με αστάθεια και ιστορικό πτώσεων, τα οποία συχνά θέτουν τα άτομα με νόσο του Parkinson σε κίνδυνο σοβαρού τραυματισμού. Οι δεκαέξι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, με τους εννέα να λαμβάνουν χοροθεραπεία (ωριαίες συνεδρίες δύο φορές την εβδομάδα για δέκα εβδομάδες), ενώ οι υπόλοιποι επτά συμμετείχαν σε ένα εξίσου δομημένο πρόγραμμα παραδοσιακής αποκατάστασης. Οι αξιολογήσεις περιελάμβαναν ένα ολοκληρωμένο σύνολο κινητικών μέτρων —όπως το Berg Balance Scale, το Gait Dynamic Index, το Timed Up and Go Test, το 4 Square-Step Test, και το 6-Minute Walking Test — καθώς και γνωστικές αξιολογήσεις, συμπεριλαμβανομένου του Frontal Assessment Battery και του Trail Making Test. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές βελτιώσεις στην ομάδα της χοροθεραπείας τόσο σε κινητικούς όσο και σε γνωστικούς τομείς, με αξιοσημείωτα οφέλη στις βαθμολογίες Timed Up and Go Test, 6-Minute Walking Test και Trail Making Test. Αυτές οι βελτιώσεις δεν ήταν μόνο στατιστικά σημαντικές σε σύγκριση με την ομάδα της παραδοσιακής αποκατάστασης, αλλά και διατηρήθηκαν κατά την παρακολούθηση που διενεργήθηκε οχτώ εβδομάδες μετά την παρέμβαση.

Τα κινητικά και γνωστικά αποτελέσματα του χορού αποτέλεσαν επίσης το επίκεντρο των Hashimoto et al. (2015). Η μελέτη τους περιελάμβανε 46 άτομα με ήπια έως μέτρια νόσο του Parkinson, τα οποία μοιράστηκαν τυχαία σε μια ομάδα παρέμβασης χορού, μια ομάδα ειδικής άσκησης για τη νόσο του Parkinson ή μια ομάδα ελέγχου που δεν ακολούθησε καμία παρέμβαση. Οι δύο πρώτες ομάδες συμμετείχαν σε εβδομαδιαίες συνεδρίες διάρκειας 60 λεπτών σε μια περίοδο δώδεκα εβδομάδων. Η ομάδα χορού αναδείχθηκε ως η μόνη κοόρτη που γνώρισε στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις σε ένα ευρύ φάσμα παραμέτρων. Τα κινητικά αποτελέσματα βελτιώθηκαν ουσιαστικά, με μειώσεις στη διάρκεια του Timed Up and Go Test και τον αριθμό των βημάτων, παράλληλα με αυξημένες βαθμολογίες στο Berg Balance Scale. Η γνωστική απόδοση ωφελήθηκε επίσης, όπως αποδεικνύεται από τις αυξημένες βαθμολογίες του Frontal Assessment Battery και τη βελτιωμένη ταχύτητα επεξεργασίας στο Mental Rotation Task. Εξίσου αξιοσημείωτα ήταν τα αποτελέσματα της ψυχικής υγείας, αφού

παρατηρήθηκαν σημαντικές μειώσεις στην απάθεια και τα καταθλιπτικά συμπτώματα. Επιπλέον, η ομάδα χορού έδειξε την πιο ουσιαστική βελτίωση στη βαρύτητα της νόσου, όπως μετρήθηκε από το Unified Parkinson's Disease Rating Scale.

Οι Westheimer et al. (2015) πρόσφεραν μια σημαντική προοπτική μέσω της προκαταρκτικής μελέτης τους, που εξέταζε μια δομημένη χορευτική παρέμβαση από επαγγελματίες εκπαιδευτές. Από τους 14 αρχικούς συμμετέχοντες, οι 12 ολοκλήρωσαν και τις 16 συνεδρίες σε μια περίοδο 8 εβδομάδων. Τα ποσοτικά δεδομένα έδειξαν σημαντικές κινητικές βελτιώσεις —ιδιαίτερα στο βάδισμα και το τρέμουλο— όπως αξιολογήθηκαν από τις βαθμολογίες Unified Parkinson's Disease Rating Scale Part III. Η ποιότητα ζωής βελτιώθηκε επίσης, με τα οφέλη να αντικατοπτρίζονται στο Hoehn και Yahr Scale, το Berg Balance Scale, το Beck Depression Inventory και το Parkinson's Disease Questionnaire. Παρότι δεν χρησιμοποίησε κάποια ομάδα ελέγχου, η μελέτη τελικά ξεχώρισε λόγω ενός εντυπωσιακού ευρήματος: τέσσερις συμμετέχοντες συνέχισαν να συμμετέχουν σε κανονικά μαθήματα χορού για τέσσερα χρόνια μετά την παρέμβαση. Αυτή η διαρκής συμμετοχή - σχεδόν ανήκουστη στη συμβατική φυσιοθεραπεία - υποδηλώνει ότι ο χορός προσφέρει μια μοναδικά ελκυστική μορφή θεραπείας, γεγονός που αυξάνει δυνητικά τη μακροπρόθεσμη συμμόρφωση και τα συνολικά αποτελέσματα υγείας.

Περαιτέρω, οι Michels et al. (2018) προσέγγισαν τη χοροθεραπεία από την σκοπιά της ασφάλειας, της σκοπιμότητας, και της συναισθηματικής αξίας. Η τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη τους περιελάμβανε δεκατρείς ασθενείς με νόσο του Parkinson, χωρισμένους σε αναλογία 2:1 μεταξύ μιας ομάδας χοροθεραπείας και μιας ομάδας ελέγχου που λάμβανε συνεδρίες συμβατικής υποστήριξης. Αν και η ομάδα ελέγχου παρουσίασε μεγαλύτερη βασική κινητική εξασθένηση, η ομάδα της χοροθεραπείας παρουσίασε πιο έντονες βελτιώσεις με την πάροδο του χρόνου. Συγκεκριμένα, τα κινητικά συμπτώματα μειώθηκαν κατά 4,12 βαθμούς κατά μέσο όρο στην ομάδα χοροθεραπείας σε σύγκριση με μόλις 1,75 στην ομάδα ελέγχου. Είναι σημαντικό ότι οι συμμετέχοντες στην ομάδα χοροθεραπείας ανέφεραν υψηλά επίπεδα απόλαυσης και αντιληπτά οφέλη από τις συνεδρίες, και οι περισσότεροι παρακολούθησαν πάνω από το 70% των προγραμματισμένων μαθημάτων. Οι υποκειμενικές τους απαντήσεις, σε συνδυασμό με τα ποσοτικά ευρήματα, έπεισαν τους ερευνητές ότι η χοροθεραπεία δεν οφελεί μόνο την κίνηση, αλλά και την συναισθηματική και ψυχολογική ευεξία.

Πέρα από την δομημένη χοροθεραπεία, τα πολιτιστικά ειδικά στυλ χορού έχουν επίσης κερδίσει την προσοχή για τη θεραπευτική τους συνάφεια στη νόσο του Parkinson. Οι Rios

Romenets et al. (2015) επικεντρώθηκαν στο αργεντίνικο τάνγκο, έναν χορό που απαιτεί αυτοσχεδιασμό, συντονισμό και ισορροπία. Σαράντα συμμετέχοντες με ιδιοπαθή νόσο του Parkinson χωρίστηκαν τυχαία είτε σε μια ομάδα παρέμβασης (24 μαθήματα με παρτενέρ) είτε σε μια ομάδα ελέγχου που ασχολούνταν με την αυτοκατευθυνόμενη άσκηση. Η διαφορά στη σοβαρότητα των κινητικών συμπτωμάτων μεταξύ των ομάδων δεν ήταν στατιστικά σημαντική, όπως μετρήθηκε από το Unified Parkinson's Disease Rating Scale Part III. Ωστόσο, η ομάδα του αργεντίνικου τάνγκο έδειξε μετρήσιμες και σημαντικές βελτιώσεις στην ισορροπία και την κινητικότητα. Οι βαθμολογίες στο Mini-Balance Evaluation Systems Test αυξήθηκαν σημαντικά και η απόδοση στο Timed Up and Go Test βελτιώθηκε τόσο σε συνθήκες χρόνου όσο και σε συνθήκες διπλής εργασίας. Ενώ τα γνωστικά αποτελέσματα και τα αποτελέσματα κόπωσης (π.χ. βαθμολογίες Montreal Cognitive Assessment και σοβαρότητας κόπωσης) δεν έφτασαν σε στατιστική σημασία, υπήρχε κάποια ελάχιστη βελτίωση στην ομάδα τάνγκο, υποδηλώνοντας πιθανά ευρύτερα αποτελέσματα που δικαιολογούν περαιτέρω διερεύνηση. Οι αναφορές των συμμετεχόντων αποδείχθηκαν περισσότερο ενθαρρυντικές: τα επίπεδα απόλαυσης και η συνολική ικανοποίηση από τη θεραπεία ήταν σημαντικά υψηλότερα στην ομάδα τάνγκο, υποδεικνύοντας την εγγενή κινητήρια έλξη του χορού ως θεραπευτικού εργαλείου.

Επιπρόσθετα, οι Solla et al. (2019) διερεύνησαν τις επιπτώσεις του Ballu Sardu, ενός παραδοσιακού λαϊκού χορού της Σαρδηνίας, σε άτομα με νόσο του Parkinson. Η μελέτη περιελάμβανε είκοσι συμμετέχοντες που ανατέθηκαν είτε σε μια ομάδα χορού είτε σε μια ομάδα ελέγχου συνήθους φροντίδας. Η χορευτική παρέμβαση περιελάμβανε δύο συνεδρίες 90 λεπτών την εβδομάδα για δώδεκα εβδομάδες. Οι στατιστικά σημαντικές αλληλεπιδράσεις χρόνου × ομάδας ευνόησαν τη χορευτική ομάδα σε ένα ευρύ φάσμα κινητικών μέτρων, συμπεριλαμβανομένων των Unified Parkinson's Disease Rating Scale Part III, 6-Minute Walking Test, Berg Balance Scale, Five Times Sit-to-Stand Test, Timed Up and Go Test και Back Scratch Test. Οι αναλύσεις βάδισης αποκάλυψαν επίσης βελτιώσεις στο μήκος του βηματισμού, την ταχύτητα βάδισης και την αντίσταση στην κόπωση. Τα μη κινητικά αποτελέσματα βελτιώθηκαν επίσης: οι βαθμολογίες κατάθλιψης, οι βαθμολογίες του Montreal Cognitive Assessment και τα επίπεδα απάθειας έδειξαν θετική αλλαγή. Είναι ενδιαφέρον ότι, ενώ οι βελτιώσεις στην απάθεια και την κόπωση δεν θεωρήθηκαν σημαντικές, τα συμπτώματά τους παρέμειναν σταθερά με την πάροδο του χρόνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η κινητική τέχνη, ως μια πολύπλευρη και δυναμική δραστηριότητα, χρησιμεύει ως ισχυρό ερέθισμα για νευροπλαστικότητα, όπως φαίνεται σε μια ποικιλία μελετών που αφορούσαν στον χορό. Τα ευρήματα των νευροαπεικονιστικών μελετών που διενεργήθηκαν σε υγιείς πληθυσμούς υποδηλώνουν ότι η συνεχής ενασχόληση με τον χορό οδηγεί τόσο σε δομικές όσο και σε λειτουργικές αλλαγές στον εγκέφαλο, ιδιαίτερα σε περιοχές που σχετίζονται με τον κινητικό έλεγχο, τη μνήμη, την αισθητηριακή ολοκλήρωση και τη γνωστική ευελιξία (Karpati et al., 2017; Burzynska et al., 2017). Είναι πιθανό ότι οι νευροπροσαρμοστικές αλλαγές είναι το αποτέλεσμα συγκεκριμένων απαιτήσεων του χορού, οι οποίες δεν περιλαμβάνουν μόνο τη σωματική κίνηση, αλλά και τη γνωστική επεξεργασία, τον συγχρονισμό του ρυθμού και την αντίληψη του χώρου (Karpati et al., 2017).

Η επίδραση του χορού στις περιοχές του εγκεφάλου που εμπλέκονται στον κινητικό έλεγχο είναι αξιοσημείωτη. Για παράδειγμα, περιοχές όπως η προκεντρική έλικα και ο πρόσθιος φλοιός του προσαγωγίου, οι οποίες είναι κρίσιμες για τον κινητικό σχεδιασμό και τον συντονισμό, παρουσιάζουν αυξημένο όγκο φαιάς ουσίας στους χορευτές (Rehfeld et al., 2017). Φαίνεται ότι οι αλλαγές αυτές προέρχονται από την επαναλαμβανόμενη φύση του χορού, η οποία βελτιώνει τις κινητικές δεξιότητες και προάγει την ανάπτυξη νέων νευρωνικών συνδέσεων (Meier et al., 2016). Ασφαλώς, η σημασία των νευροπροσαρμογών δεν αφορά αποκλειστικά τους επαγγελματίες, αλλά και τους ηλικιωμένους ερασιτέχνες, αφού οι παρεμβάσεις που βασίζονται στον χορό οδηγούν σε σημαντικές αυξήσεις στον όγκο του ιππόκαμπου (Rehfeld et al., 2017). Λαμβάνοντας υπόψη τον ρόλο της περιοχής αυτής στον κινητικό έλεγχο και τη μνήμη, θα ήταν εύλογο να θεωρηθεί ότι χορός μπορεί να έχει οφέλη στην υγεία και την ανεξαρτησία των ηλικιωμένων, ακόμα κι αν δεν παρουσιάζουν νευρολογικά προβλήματα (Rehfeld et al., 2017). Είναι ενδιαφέρον ότι ο χορός οδηγεί σε πιο σημαντικές αλλαγές στον ιππόκαμπο σε σύγκριση με μια παραδοσιακή δραστηριότητα γυμναστικής, γεγονός που υποδηλώνει ότι η μεμονωμένη κίνηση δεν αποφέρει τα μέγιστα οφέλη. Αντιθέτως, ο συνδυασμός σωματικών και γνωστικών απαιτήσεων είναι αυτός που οδηγεί σε πιο ισχυρές νευροπλαστικές αλλαγές (Rehfeld et al., 2017).

Επιπλέον, οι επιδράσεις της κίνησης σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου δεν είναι ομοιόμορφες, καθώς μοιάζουν να προσαρμόζονται στις ιδιαίτερες απαιτήσεις της

εκάστοτε δραστηριότητας. Για παράδειγμα, οι χορευτές μπαλέτου παρουσίασαν αυξημένη φαιά ουσία σε περιοχές του εγκεφάλου που σχετίζονται με το πόδι, ενώ οι παίκτες χάντμπολ παρουσίασαν αλλαγές στις κινητικές περιοχές που σχετίζονται με το χέρι (Meier et al., 2016). Αυτό υποδηλώνει ότι ο χορός, όπως και οι λοιπές σωματικές δραστηριότητες, μπορεί να οδηγήσει σε προσαρμογές στον εγκέφαλο ανά περιοχή, υπογραμμίζοντας έτσι την ικανότητα του εγκεφάλου για λειτουργική εξειδίκευση (Burzynska et al., 2017).

Σημειώνεται επίσης ότι οι χορευτές εμφανίζουν βελτιωμένη ισορροπία και συντονισμό, πιθανώς λόγω της βελτιωμένης συνδεσιμότητας μεταξύ διαφόρων περιοχών του εγκεφάλου που εμπλέκονται στην αισθητηριακή ολοκλήρωση (Burzynska et al., 2017). Επιπλέον, η μακροχρόνια πρακτική του χορού έχει συνδεθεί με βελτιωμένη συνδεσιμότητα μεταξύ των ημισφαιρίων του εγκεφάλου, όπως αποδεικνύεται από τις σημαντικές αυξήσεις στον όγκο του μεσολόβιου που παρατηρούνται στους χορευτές (Rehfeld et al., 2018). Η αυξημένη διαημισφαιρική επικοινωνία είναι κρίσιμη για τον συντονισμό σύνθετων κινήσεων, κάτι που υποδηλώνει ότι ο χορός μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα του εγκεφάλου να ενσωματώνει πληροφορίες σε όλες τις περιοχές.

Ωστόσο, οι επιδράσεις του χορού σε ευρύτερους γνωστικούς τομείς φαίνεται να είναι πιο λεπτές, τουλάχιστον για τους υγιείς ηλικιωμένους. Ορισμένα ευρήματα δεν προσδιόρισαν σημαντικές διαφορές μεταξύ χορευτών και μη χορευτών σε γνωστικές λειτουργίες όπως η ρευστή νοημοσύνη ή η εναλλαγή εργασιών. Υπήρξε, ωστόσο, μια ενδιαφέρουσα αύξηση στην ακεραιότητα της φαιάς ουσίας, ειδικά στην περιοχή της ψαλίδας, η οποία σχετίζεται με τη μνήμη και τις συναισθηματικές διεργασίες. Αυτή η αλλαγή μπορεί να υποδηλώνει ότι οι αυξημένες απαιτήσεις για συναισθηματική και κινητική εμπλοκή που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της χορευτικής δραστηριότητας αναγκάζει τον εγκέφαλο να προσαρμοστεί ειδικά σε αυτές, αλλά δεν τον ωθεί απαραίτητα σε “περιττές” προσαρμογές, ακόμα κι αν θα ήταν ωφέλιμες (Burzynska et al., 2017).

Η παραπάνω ερμηνεία δεν είναι παρά μόνο μία μεταξύ πολλών. Το ίδιο εύρημα μπορεί να αποδοθεί στο ότι η προσαρμογή σε ανώτερες γνωστικές λειτουργίες απαιτεί περισσότερο χρόνο, ή στο ότι τα μέτρα που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της γνωστικής λειτουργίας δεν ήταν αρκετά ευαίσθητα για να αποκαλύψουν πιο συγκεκριμένες ή ανεπαίσθητες αλλαγές στη μνήμη. Είναι επίσης πιθανό ότι η φαιά ουσία στη συγκεκριμένη περιοχή του εγκεφάλου τελικά σχετίζεται πολύ περισσότερο με κινητικές, συναισθηματικές

και αισθητηριακές διεργασίες παρά με την μνήμη. Σε κάθε περίπτωση, φαίνεται ότι πρόκειται για μεμονωμένο εύρημα.

Επιπλέον, γενετικοί παράγοντες όπως οι παραλλαγές στο γονίδιο BDNF φαίνεται να παίζουν ρόλο στη ρύθμιση των νευροπλαστικών επιδράσεων του χορού (Siokas, Kardaras et al. 2019). Διαπιστώθηκε ότι οι χορευτές με γονότυπο που σχετίζεται με βέλτιστη παραγωγή BDNF ανέφεραν μεγαλύτερα συναισθηματικά και σωματικά οφέλη από τον χορό σε σύγκριση με εκείνους με μη βέλτιστο γονότυπο. Έτσι λοιπόν, οι γενετικές προδιαθέσεις θα μπορούσαν ενδεχομένως να τροποποιήσουν τον βαθμό στον οποίο ο χορός επηρεάζει τη νευροπλαστικότητα και τη συνολική ευεξία, περιπλέκοντας περαιτέρω την εικόνα του πώς ο χορός επηρεάζει τη λειτουργία του εγκεφάλου (Mohan & Sunder, 2022).

Συνεχίζοντας, η έρευνα επεκτάθηκε και στις δυνατότητες του χορού ως μέσο νευροαποκατάστασης. Οι παρεμβάσεις που βασίζονται στον χορό έχουν αναδειχθεί ως μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για την αντιμετώπιση των σύνθετων αναγκών των ηλικιωμένων με ήπια γνωστική εξασθένηση. Οι παρεμβάσεις στον χορό συσχετίστηκαν με σημαντικά οφέλη στη λεκτική αναγνώριση και ανάκληση. Ενώ τα παραδοσιακά προγράμματα άσκησης αποφέρουν επίσης γνωστικά οφέλη, το πρόσθετο επίπεδο γνωστικής-κινητικής πολυπλοκότητας στον χορό (π.χ. απομνημόνευση βημάτων, προσαρμογή στον ρυθμό, συντονισμός με παρτενέρ) φαίνεται να παράγει πιο ισχυρή νευρωνική εμπλοκή (Bisbe et al., 2020; Lazarou et al., 2017). Ως εκ τούτου, τα ευρήματα αυτά υποστηρίζουν περαιτέρω ότι ο συνδυασμός της σωματικής δραστηριότητας με τη γνωστική απαίτηση ενισχύει τις νευροπλαστικές επιδράσεις στους γηράσκοντες εγκεφάλους, προσθέτοντας μάλιστα ότι η πλήρης λειτουργικότητα του εγκεφάλου δεν αποτελεί προϋπόθεση για την νευροπλαστικότητα των ηλικιωμένων.

Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι ο χορός βελτίωσε σημαντικά την ισορροπία και την κινητικότητα, την ποιότητα ζωής και τη διάθεση, τη γενική γνωστική λειτουργία, τις επιδόσεις σε εργασίες οπτικής μνήμης, την καλύτερη προσοχή, την λεκτική ευχέρεια, με τη μείωση των καταθλιπτικών συμπτωμάτων και την αύξηση της ποιότητας ζωής να παίζουν μεσολαβητικό ρόλο στις γνωστικές βελτιώσεις (Chang et al., 2021; Wang et al., 2020; Lazarou et al., 2017). Τα μεγάλα γνωστικά και συναισθηματικά οφέλη σπάνια παρατηρούνται στη συμβατική φυσικοθεραπεία, γεγονός που υπογραμμίζει τις δυνατότητες του χορού ως μια πιο ολιστική παρέμβαση. Άλλωστε, η ευχαρίστηση που αντλείται από μια παρέμβαση μπορεί να συμβάλλει στη συμμόρφωση των ασθενών, και ο χορός φαίνεται να προσφέρει αυτό το πλεονέκτημα.

Οι παρεμβάσεις που βασίζονται στον χορό για άτομα με νόσο του Alzheimer/άνοια είναι ελάχιστες, αλλά αποδεικνύονται εξίσου αποτελεσματικές. Τα ευρήματα ενισχύουν την ιδέα ότι η κίνηση σε συνδυασμό με την κοινωνική αλληλεπίδραση και τη συναισθηματική εμπλοκή είναι κάτι περισσότερο από μια σωματική δραστηριότητα - είναι μια πολυαισθητηριακή, γνωστική και συναισθηματική εμπειρία. Το πρόγραμμα διαισθητικής κίνησης των Choo et al. (2020) που βασήθηκε στην αυτοέκφραση και στις αναμνήσεις, έδειξε ότι ακόμη και οι συμμετέχοντες με μέτρια άνοια μπορούν να επωφεληθούν από παρεμβάσεις που ενεργοποιούν διατηρημένα συναισθηματικά και αισθητηριακά κυκλώματα. Οι πρώιμες βελτιώσεις στην ευεξία και την ανάκληση μνήμης υπέδειξαν τη δύναμη των συναισθηματικά σημαντικών ερεθισμάτων (π.χ. μουσική και φαντασία) στο να διεγείρουν τη γνωστική δραστηριότητα με τρόπους που η άκαμπτη, επαναλαμβανόμενη άσκηση δεν μπορεί. Ακόμα, ο κοινωνικός χορός εμπλέκει γνωστικούς τομείς ανώτερης τάξης, όπως την εκτελεστική λειτουργία, πιο αποτελεσματικά από τη μονοτονική σωματική δραστηριότητα. Είναι σημαντικό ότι, ακόμη και χωρίς σημαντικές διαφορές στην ενεργοποίηση του εγκεφάλου, ο κοινωνικός χορός οδήγησε σε λιγότερη ατροφία του ιπόκαμπου, υποδηλώνοντας πιθανές μακροπρόθεσμες νευροπροστατευτικές επιδράσεις που δεν παρατηρούνται στην μονότονη κινητική άσκηση (Blumen et al., 2022).

Ακόμα, πρέπει να γίνει λόγος και για τις παρεμβάσεις που βασίζονται στο πλαίσιο της νόσου του Parkinson (Siokas, Aloizou et al. 2021). Οι βελτιώσεις στην κινητική λειτουργία των ασθενών - όπως το βάδισμα, η ισορροπία και η κινητικότητα - φαίνονται συνεπείς σε όλες τις μορφές χορού, είτε πρόκειται για δομημένη χοροθεραπεία (De Natale et al., 2017), είτε για συγκεκριμένα πολιτισμικά στυλ όπως το Sardinian Ballu Sardu (Solla et al., 2019), είτε για αυτοσχεδιαστικές μορφές όπως το αργεντίνικο τάνγκο (Rios Romenets et al., 2015). Αυτά τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι οι ρυθμικές και συντονιστικές απαιτήσεις του χορού μπορεί να εμπλέκουν τα βασικά κινητικά κυκλώματα πιο ολιστικά από τη συμβατική άσκηση. Οι βελτιώσεις σε τεστ όπως το Berg Balance Scale και το Timed Up and Go Test που παρατηρήθηκαν σε όλες τις μελέτες υποδηλώνουν ότι ο χορός δεν επιστρατεύει μόνο τις φλοιονωτιαίες οδούς αλλά και τα κυκλώματα της παρεγκεφαλίδας και των βασικών γαγγλίων - περιοχές που επηρεάζονται κρίσιμα στη νόσο του Parkinson.

Αυτό που διακρίνει περαιτέρω τον χορό, ωστόσο, είναι η επίδρασή του στην γνωστική ευελιξία, την εκτελεστική λειτουργία και τη διάθεση των ασθενών με νόσο του Parkinson. Πολλά στοιχεία (Hashimoto et al., 2015; De Natale et al., 2017) αποκάλυψαν σημαντικές

βελτιώσεις στις μετωπιαίες γνωστικές εργασίες, καθώς και μειώσεις στην απάθεια και τα καταθλιπτικά συμπτώματα (Hashimoto et al., 2015; Michels et al., 2018). Τα γνωστικά και συναισθηματικά οφέλη πιθανώς αντανακλούν τη διπλή φύση του χορού, η οποία ταυτόχρονα προκαλεί την εργαζόμενη μνήμη, τις οπτικοχωρικές δεξιότητες και τη ρύθμιση των συναισθημάτων. Η συνεχής αισθητικοκινητική προσαρμογή και ο κοινωνικός συντονισμός μπορεί να διεγείρει τα ευρύτερα φλοιώδη δίκτυα των ασθενών -συμπεριλαμβανομένων των προμετωπιαίων και των μεταιχμιακών περιοχών- που υποστηρίζουν την ανθεκτικότητα σε νευροεκφυλιστικές παθήσεις (Sokratous, Lucia et al. 2020). Επιπλέον, η μακροπρόθεσμη εμπλοκή που παρατηρήθηκε (Westheimer et al., 2015) παρέχει περαιτέρω υποστήριξη στην ιδέα ότι, ως ευχάριστη, πολυδιάστατη και προσαρμόσιμη παρέμβαση, ο χορός μπορεί να είναι σκόπιμος και κλινικά σημαντικός.

Συνολικά, τα παραπάνω ευρήματα εναρμονίζονται με τη θεωρία για τη νευροπλαστικότητα στους ενήλικους και για τη σχέση μεταξύ χορού και νευροπλαστικότητας που εξετάστηκαν στα Κεφάλαια 1 και 2, ενώ αποκαλύπτουν επίσης τις ποικίλες δυνατότητες του χορού στη νευροαποκατάσταση. Παρόλα αυτά, είναι σημαντικό να γίνουν κάποιες διευκρινήσεις. Αρχικά, οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα ανασκόπηση αφορούν είτε κάποιο είδος χορού είτε κάποιο πρόγραμμα χοροθεραπείας, δηλαδή δεν εξετάζουν τη δυναμική άλλων μορφών κινητικής τέχνης. Το γεγονός αυτό είναι μάλλον αναμενόμενο, δεδομένου ότι ο χορός -σε αντίθεση με την παντομίμα, το θέατρο και άλλες τέχνες που περιλαμβάνουν κίνηση- θεωρητικά παρέχει περισσότερες ευκαιρίες για νευροπλαστικότητα: συχνά απαιτεί περισσότερες κινήσεις σε λιγότερο χρόνο, υψηλότερη απομνημόνευση και χωρική αντίληψη και συντονισμό τόσο με τη μουσική όσο και με τους άλλους. Εξάλλου, ο χορός συνδυάζει εγγενώς τον ρυθμό και συχνά την κοινωνική αλληλεπίδραση, καθιστώντας τον ιδιαίτερα δεκτικό σε τυποποιημένες παρεμβάσεις που μπορούν να δοκιμαστούν εμπειρικά. Αντίθετα, άλλες κινητικές τέχνες μπορεί να είναι πιο δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν ή να αναπαραχθούν σε ένα πλαίσιο κλινικών δοκιμών, κάτι που μπορεί να περιορίζει την παρουσία τους στην επιστημονική βιβλιογραφία.

Ένας άλλος περιορισμός έγκειται στην ετερογένεια των σχεδίων μελέτης και των χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων. Τα μεγέθη των δειγμάτων είναι συχνά μικρά και οι συνθήκες ελέγχου ποικίλλουν σημαντικά. Η μεταβλητότητα καθιστά δύσκολη την άμεση σύγκριση μεταξύ των μελετών και υπογραμμίζει την ανάγκη για πιο αυστηρά ελεγχόμενες δοκιμές με μεγαλύτερα δείγματα. Επιπλέον, σημειώνεται ότι οι κλίμακες και εργαλεία για την

μέτρηση των αποτελεσμάτων μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα, καθώς η ευαισθησία μεταξύ τους πιθανώς κυμαίνεται. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι πολλά από τα αναφερόμενα οφέλη μπορεί να οφείλονται σε άλλα συστατικά του χορού πέρα από την κίνηση (π.χ. την μουσική, την κοινωνική δέσμευση, και τον συναισθηματικό αντίκτυπο).

Για να αντιμετωπιστούν οι περιορισμοί στην τρέχουσα έρευνα, οι μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να στοχεύουν στην τυποποίηση των μεθοδολογιών και στη χρήση μεγαλύτερων ομάδων συμμετεχόντων για την ενίσχυση της συγκρισιμότητας και της γενικευσιμότητας των ευρημάτων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί υιοθετώντας παρόμοια εργαλεία αξιολόγησης και διασφαλίζοντας ότι τα σχέδια της μελέτης ελέγχουν εξωτερικές μεταβλητές, όπως η επίδραση της μουσικής ή της κοινωνικής αλληλεπίδρασης, οι οποίες μπορεί να συγχέουν τις επιπτώσεις του ίδιου του χορού. Η ενσωμάτωση διαχρονικών μελετών θα παρείχε επίσης πολύτιμες πληροφορίες για τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις του χορού στη νευροπλαστικότητα και τη γνωστική υγεία. Επιπλέον, η συμπερίληψη ποικίλων πληθυσμών συμμετεχόντων σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες και νευρολογικές παθήσεις θα βοηθήσει στη διεύρυνση των οφελών που σχετίζονται με τον χορό. Τέλος, η επέκταση της έρευνας για τη σύγκριση του χορού με άλλες μορφές κινητικής τέχνης, όπως το θέατρο ή η παντομίμα, μπορεί να διευκρινίσει εάν η κίνηση, ο ρυθμός και ο συντονισμός έχουν μοναδική επιρροή στην προώθηση των νευροπλαστικών οφελών ή εάν άλλα καλλιτεχνικά στοιχεία συμβάλλουν στα παρατηρούμενα αποτελέσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ajmone-Cat, M. A., Cacci, E., & Minghetti, L. (2008). Non-steroidal anti-inflammatory drugs and neurogenesis in the adult mammalian brain. *Current Pharmaceutical Design*, 14(14), 1435–1442. <https://doi.org/10.2174/138161208784480107>

Anacker, C., & Hen, R. (2017). Adult hippocampal neurogenesis and cognitive flexibility—linking memory and mood. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(6), 335–346. <https://doi.org/10.1038/nrn.2017.45>

Apple, D. M., Solano-Fonseca, R., & Kokovay, E. (2017). Neurogenesis in the aging brain. *Biochemical Pharmacology*, 141, 77–85. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2017.06.016>

Balomenos, V., E. Ntanasi, C. A. Anastasiou, S. Charisis, G. Velonakis, E. Karavasilis, A. Tsapanou, M. Yannakoulia, M. H. Kosmidis, E. Dardiotis, G. Hadjigeorgiou, P. Sakka and N. Scarmeas (2021). "Association Between Sleep Disturbances and Frailty: Evidence From a Population-Based Study." *J Am Med Dir Assoc* 22(3): 551-558.e551.

Bannerman, H. L. (2010). Movement and meaning: An enquiry into the signifying properties of Martha Graham's *Diversion of Angels* (1948) and Merce Cunningham's *Points in Space* (1986). *Research in Dance Education*, 11(1), 19-33. <https://doi.org/10.1080/14647890903553692>

Baptista, P., & Andrade, J. P. (2018). Adult hippocampal neurogenesis: Regulation and possible functional and clinical correlates. *Frontiers in Neuroanatomy*, 12, 44. <https://doi.org/10.3389/fnana.2018.00044>

Basso, J. C., Satyal, M. K., & Rugh, R. (2021). Dance on the Brain: Enhancing Intra- and Inter-Brain Synchrony. *Frontiers in human neuroscience*, 14, 584312. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.584312>

Beltz, B. S., Tlusty, M. F., Benton, J. L., & Sandeman, D. C. (2007). Omega-3 fatty acids upregulate adult neurogenesis. *Neuroscience Letters*, 415(2), 154–158. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2006.12.010>

Berlucchi, G., & Buchtel, H. A. (2009). Neuronal plasticity: historical roots and evolution of meaning. *Experimental Brain Research*, 192, 307–319. <https://doi.org/10.1007/s00221-008-1611-6>

Bicker, F., Nardi, L., Maier, J., Vasic, V., & Schmeisser, M. J. (2021). Criss-crossing autism spectrum disorder and adult neurogenesis. *Journal of Neurochemistry*, 159(3), 452–478. <https://doi.org/10.1111/jnc.15406>

Bisbe, M., Fuente-Vidal, A., López, E., Moreno, M., Naya, M., de Benetti, C., Milà, R., Bruna, O., Boada, M., & Alegret, M. (2020). Comparative Cognitive Effects of Choreographed Exercise and Multimodal Physical Therapy in Older Adults with Amnesic Mild Cognitive Impairment: Randomized Clinical Trial. *Journal of Alzheimer's disease : JAD*, 73(2), 769–783. <https://doi.org/10.3233/JAD-190552>

Blumen, H. M., Ayers, E., Wang, C., Ambrose, A. F., Jayakody, O., & Verghese, J. (2022). Randomized Controlled Trial of Social Ballroom Dancing and Treadmill Walking: Preliminary Findings on Executive Function and Neuroplasticity From Dementia-at-Risk Older Adults. *Journal of aging and physical activity*, 31(4), 589–599. <https://doi.org/10.1123/japa.2022-0176>

Boeri, M. D. (2018). Plato and Aristotle on what is common to soul and body: Some remarks on a complicated issue. In *Soul and mind in Greek thought: Psychological issues in Plato and Aristotle* (pp. 153–176).

Božić, V. B. (2022). Fundamentals of the historical development of theater acting from Ancient Greece and Rome to the modern and avant-garde. *Baština*, (58), 381-395. <https://doi.org/10.21465/baština.58.2022.381-395>

Bunker, L. K. (1998). Embodiment and experience: From classical dualism to contemporary phenomenology. *Quest*, 50(4), 347–362. <https://doi.org/10.1080/00336297.1998.10484347>

Burzynska, A. Z., Finc, K., Taylor, B. K., Knecht, A. M., & Kramer, A. F. (2017). The Dancing Brain: Structural and Functional Signatures of Expert Dance Training. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 566. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00566>

Carli, M., Aringhieri, S., Kolachalam, S., Longoni, B., Grenno, G., Rossi, M., ... & Scarselli, M. (2021). Is adult hippocampal neurogenesis really relevant for the treatment of

psychiatric disorders? *Current Neuropharmacology*, 19(10), 1640–1660. <https://doi.org/10.2174/1570159X18666201228124655>

Caya-Bissonnette, L., & Béique, J. C. (2024). Half a century legacy of long-term potentiation. *Current Biology*, 34(13), R640–R662. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.04.006>

Chang, J., Zhu, W., Zhang, J., Yong, L., Yang, M., Wang, J., & Yan, J. (2021). The Effect of Chinese Square Dance Exercise on Cognitive Function in Older Women With Mild Cognitive Impairment: The Mediating Effect of Mood Status and Quality of Life. *Frontiers in psychiatry*, 12, 711079. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.711079>

Chieffi, S., Messina, G., Villano, I., Messina, A., Valenzano, A., Moscatelli, F., ... & Monda, M. (2017). Neuroprotective effects of physical activity: Evidence from human and animal studies. *Frontiers in Neurology*, 8, 188. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00188>

Choo, T., Barak, Y., & East, A. (2020). The Effects of Intuitive Movement Reembodiment on the Quality of Life of Older Adults With Dementia: A Pilot Study. *American journal of Alzheimer's disease and other dementias*, 35, 1533317519860331. <https://doi.org/10.1177/1533317519860331>

Chuang, J. H., Tung, L. C., & Lin, Y. (2015). Neural differentiation from embryonic stem cells in vitro: An overview of the signaling pathways. *World Journal of Stem Cells*, 7(2), 437–446. <https://doi.org/10.4252/wjsc.v7.i2.437>

de Natale, E. R., Paulus, K. S., Aiello, E., Sanna, B., Manca, A., Sotgiu, G., Leali, P. T., & Deriu, F. (2017). Dance therapy improves motor and cognitive functions in patients with Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation*, 40(1), 141–144. <https://doi.org/10.3233/NRE-161399>

Demarin, V., & Morović, S. (2014). Neuroplasticity. *Periodicum Biologorum*, 116(2), 209–211.

Denoth-Lippuner, A., & Jessberger, S. (2021). Formation and integration of new neurons in the adult hippocampus. *Nature Reviews Neuroscience*, 22(4), 223–236. <https://doi.org/10.1038/s41583-021-00432-4>

Descartes, R. (2016). *Meditations on first philosophy*. In Seven masterpieces of philosophy (pp. 63–108). Routledge.

Dhuli, K., Naureen, Z., Medori, M. C., Fioretti, F., Caruso, P., Perrone, M. A., ... & Bertelli, M. (2022). Physical activity for health. *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 63(2 Suppl 3), E150. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2022.63.2.2979>

Drew, L. J., Fusi, S., & Hen, R. (2013). Adult neurogenesis in the mammalian hippocampus: Why the dentate gyrus? *Learning & Memory*, 20(12), 710–729. <https://doi.org/10.1101/lm.031120.113>

Eisch, A. J., & Harburg, G. C. (2006). Opiates, psychostimulants, and adult hippocampal neurogenesis: Insights for addiction and stem cell biology. *Hippocampus*, 16(3), 271–286. <https://doi.org/10.1002/hipo.20155>

Ernst, A., Alkass, K., Bernard, S., Salehpour, M., Perl, S., Tisdale, J., & Frisén, J. (2014). Neurogenesis in the striatum of the adult human brain. *Cell*, 156(5), 1072–1083. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.01.044>

Fraleigh, S. (1991). A vulnerable glance: Seeing dance through phenomenology. *Dance Research Journal*, 23(1), 11–16. <https://doi.org/10.2307/1478737>

Gallagher, A., Bulteau, C., & Cohen, D. (2019). Neurogenesis, neuronal migration, and axon guidance. In *Neurocognitive Development: Normative Development* (Vol. 173, pp. 25–45). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804036-2.00003-4>

Giannakopoulou, M. (2002). *Plato on soul and body* (Doctoral dissertation, University of Glasgow). <http://theses.gla.ac.uk/id/eprint/6189>

Gomez-Pinilla, F., & Hillman, C. (2013). The influence of exercise on cognitive abilities. *Comprehensive Physiology*, 3(1), 403–428. <https://doi.org/10.1002/cphy.c120015>

Gould, E. (2007). How widespread is adult neurogenesis in mammals? *Nature Reviews Neuroscience*, 8(6), 481–488. <https://doi.org/10.1038/nrn2147>

Gould, E., Reeves, A. J., Graziano, M. S., & Gross, C. G. (1999). Neurogenesis in the neocortex of adult primates. *Science*, 286(5439), 548–552. <https://doi.org/10.1126/science.286.5439.548>

Hannon, P. (2003). Developmental neuroscience: Implications for early childhood intervention and education. *Current Paediatrics*, 13(1), 58–63. [https://doi.org/10.1016/S0957-5839\(02\)00235-1](https://doi.org/10.1016/S0957-5839(02)00235-1)

Hashimoto, H., Takabatake, S., Miyaguchi, H., Nakanishi, H., & Naitou, Y. (2015). Effects of dance on motor functions, cognitive functions, and mental symptoms of Parkinson's disease: a quasi-randomized pilot trial. *Complementary therapies in medicine*, 23(2), 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2015.01.010>

Hilal, M. (2019). The idea on motion (actual motion) in 3-dimensional visual art/Hilal Mazlan. *Ideology Journal*, 4(1), 64-67. <https://doi.org/10.3389/ij.2019.00064>

Hsieh, J., & Zhao, X. (2016). Genetics and epigenetics in adult neurogenesis. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 8(6), a018911. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a018911>

Husserl, E. (1982). *Ideas pertaining to a pure phenomenology and to a phenomenological philosophy* (F. Kersten, Trans.). Martinus Nijhoff.

Huttenlocher, P. R. (1999). Synaptogenesis in human cerebral cortex and the concept of critical periods. In *The Role of Early Experience in Infant Development* (pp. 15–28).

Ives, J. C., & Sosnoff, J. (2000). Beyond the mind-body exercise hype. *The Physician and Sportsmedicine*, 28(3), 67–81. <https://doi.org/10.3810/psm.2000.03.868>

Joja, D. O. (2002). Learning experience and neuroplasticity—a shifting paradigm. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(1), 65–71. <https://doi.org/10.1038/nrn704>

Kaczmarek, B. L. (2020). Current views on neuroplasticity: what is new and what is old? *Acta Neuropsychologica*, 18, 1–14. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0014.0257>

Karpati, F. J., Giacosa, C., Foster, N. E. V., Penhune, V. B., & Hyde, K. L. (2017). Dance and music share gray matter structural correlates. *Brain research*, 1657, 62–73. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.11.029>

Khan, F., Amatya, B., Galea, M. P., Gonzenbach, R., & Kesselring, J. (2017). Neurorehabilitation: Applied neuroplasticity. *Journal of Neurology*, 264, 603-615. <https://doi.org/10.1007/s00415-017-8551-5>

Kim, H. S., Shin, S. M., Kim, S., Nam, Y., Yoo, A., & Moon, M. (2022). Relationship between adult subventricular neurogenesis and Alzheimer's disease: Pathologic roles and therapeutic implications. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 1002281. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.1002281>

Kimmel, A. J. (2021). A moving moment: A reprise of choreographing empathy as practice of conscientization. *Performance Research*, 26(6), 9–17. <https://doi.org/10.1080/13528165.2021.1987342>

Kirandi, O. (2016). The effects of regular exercise on the physical fitness levels. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(16), 9457-9468. <https://doi.org/10.12973/ijese.2016.682a>

Lazarou, I., Parastatidis, T., Tsolaki, A., Gkioka, M., Karakostas, A., Douka, S., & Tsolaki, M. (2017). International Ballroom Dancing Against Neurodegeneration: A Randomized Controlled Trial in Greek Community-Dwelling Elders With Mild Cognitive impairment. *American journal of Alzheimer's disease and other dementias*, 32(8), 489–499. <https://doi.org/10.1177/1533317517725813>

Lee, M. M., Reif, A., & Schmitt, A. G. (2012). Major depression: A role for hippocampal neurogenesis? In *Behavioral Neurobiology of Depression and Its Treatment* (pp. 153–179). Springer. https://doi.org/10.1007/7854_2012_202

Lei, X., Wu, Y., Xu, M., Jones, O. D., Ma, J., & Xu, X. (2019). Physical exercise: Bulking up neurogenesis in human adults. *Cell & Bioscience*, 9, 1–4. <https://doi.org/10.1186/s13578-019-0302-5>

Lepecki, A. (2006). *Exhausting dance: Performance and the politics of movement*. Routledge.

Liampas, I., V. Folia, R. Morfakidou, V. Siokas, M. Yannakoulia, P. Sakka, N. Scarneas, G. Hadjigeorgiou, E. Dardiotis and M. H. Kosmidis (2023). "Language Differences Among Individuals with Normal Cognition, Amnestic and Non-Amnestic MCI, and Alzheimer's Disease." *Arch Clin Neuropsychol* 38(4): 525-536.

Lim, D. A., & Alvarez-Buylla, A. (2016). The adult ventricular–subventricular zone (V-SVZ) and olfactory bulb (OB) neurogenesis. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 8(5), a018820. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a018820>

Luboeinski, J., & Tetzlaff, C. (2021). Memory consolidation and improvement by synaptic tagging and capture in recurrent neural networks. *Communications Biology*, 4(1), 275. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-01759-w>

Mallya, A. P., Wang, H. D., Lee, H. N. R., & Deutch, A. Y. (2019). Microglial pruning of synapses in the prefrontal cortex during adolescence. *Cerebral Cortex*, 29(4), 1634–1643. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhy334>

Marogianni, C., D. Georgouli, K. Dadouli, P. Ntellas, D. Rikos, G. M. Hadjigeorgiou, C. Spanaki and G. Xiromerisiou (2021). "Identification of a novel de novo KMT2B variant in a Greek dystonia patient via exome sequencing genotype-phenotype correlations of all published cases." *Mol Biol Rep* 48(1): 371-379.

Maroun, M., & Wagner, S. (2016). Oxytocin and memory of emotional stimuli: some dance to remember, some dance to forget. *Biological psychiatry*, 79(3), 203-212.

Marzola, P., Melzer, T., Pavesi, E., Gil-Mohapel, J., & Brocardo, P. S. (2023). Exploring the Role of Neuroplasticity in Development, Aging, and Neurodegeneration. *Brain Sciences*, 13(12), 1610. <https://doi.org/10.3390/brainsci13121610>

Matthews, E. (2015). Maurice Merleau-Ponty: Phenomenology of perception. In *Central works of philosophy* (Vol. 4, pp. 177–194). Routledge.

Mentis, A. A., E. Dardiotis, V. Efthymiou and G. P. Chrousos (2021). "Non-genetic risk and protective factors and biomarkers for neurological disorders: a meta-umbrella systematic review of umbrella reviews." *BMC Med* 19(1): 6.

Meyer, G., & González-Gómez, M. (2018). The subpial granular layer and transient versus persisting Cajal-Retzius neurons of the fetal human cortex. *Cerebral Cortex*, 28(6), 2043–2058. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhx113>

Michels, K., Dubaz, O., Hornthal, E., & Bega, D. (2018). "Dance Therapy" as a psychotherapeutic movement intervention in Parkinson's disease. *Complementary therapies in medicine*, 40, 248–252. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.07.005>

Mikkelsen, K., Stojanovska, L., Polenakovic, M., Bosevski, M., & Apostolopoulos, V. (2017). Exercise and mental health. *Maturitas*, 106, 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.09.005>

Mohan, N., & Sunder, A. (2022). A comprehensive evaluation of brain derived neurotropic growth factor gene on Bharatnatyam dancers. *Precis Med Res*, 4(2), 6. <https://doi.org/10.53388/PMR20220006>

Müller, P., Rehfeld, K., Schmicker, M., Hökelmann, A., Dordevic, M., Lessmann, V., Brigadski, T., Kaufmann, J., & Müller, N. G. (2017). Evolution of Neuroplasticity in Response to Physical Activity in Old Age: The Case for Dancing. *Frontiers in aging neuroscience*, 9, 56. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00056>

Niklison-Chirou, M. V., Agostini, M., Amelio, I., & Melino, G. (2020). Regulation of adult neurogenesis in mammalian brain. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(14), 4869. <https://doi.org/10.3390/ijms21144869>

Nousia, A., M. Martzoukou, Z. Tsouris, V. Siokas, A. M. Aloizou, I. Liampas, G. Nasios and E. Dardiotis (2020). "The Beneficial Effects of Computer-Based Cognitive Training in Parkinson's Disease: A Systematic Review." *Arch Clin Neuropsychol* 35(4): 434-447.

Ozemek, C., Laddu, D. R., Lavie, C. J., Claeys, H., Kaminsky, L. A., Ross, R., ... & Blair, S. N. (2018). An update on the role of cardiorespiratory fitness, structured exercise and lifestyle physical activity in preventing cardiovascular disease and health risk. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 61(5-6), 484-490. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.03.004>

Pamboris, G. M., Plakias, S., Tsiakiri, A., Karakitsiou, G., Bebeletsi, P., Vadikolias, K., & Christidi, F. (2024). Physical therapy in neurorehabilitation with an emphasis on sports: A bibliometric analysis and narrative review. *Sports*, 12(10), 276. <https://doi.org/10.3390/sports12100276>

Parviainen, J. (2002). Bodily knowledge: Epistemological reflections on dance. *Dance Research Journal*, 34(1), 11–26. <https://doi.org/10.2307/1478452>

Pavlidou, A., Schnitzler, A., & Lange, J. (2014). Beta oscillations and their functional role in movement perception. *Translational Neuroscience*, 5, 286-292. <https://doi.org/10.1515/tnsci-2014-0047>

Ponti, G., Crociara, P., Armentano, M., & Bonfanti, L. (2010). Adult neurogenesis without germinal layers: The “atypical” cerebellum of rabbits. *Archives Italiennes de Biologie*, 148(2), 147–158. <https://doi.org/10.4449/aib.v148i2.1220>

Rehfeld, K., Lüders, A., Hökelmann, A., Lessmann, V., Kaufmann, J., Brigadski, T., Müller, P., & Müller, N. G. (2018). Dance training is superior to repetitive physical exercise in

inducing brain plasticity in the elderly. *PloS one*, 13(7), e0196636. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196636>

Rehfeld, K., Müller, P., Aye, N., Schmicker, M., Dordevic, M., Kaufmann, J., Hökelmann, A., & Müller, N. G. (2017). Dancing or Fitness Sport? The Effects of Two Training Programs on Hippocampal Plasticity and Balance Abilities in Healthy Seniors. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 305. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00305>

Riccio, T. (2010). Pina Bausch. *Theatre Journal*, 62(4), 692-693. <https://doi.org/10.1353/tj.2010.0055>

Richard, V., Holder, D., & Cairney, J. (2021). Creativity in motion: Examining the creative potential system and enriched movement activities as a way to ignite it. *Frontiers in Psychology*, 12, 690710. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.690710>

Rikos, D., C. Marogianni, A. Provatas, T. Bourinaris, M. Arnaoutoglou, P. Stathis, G. P. Patrinos, E. Dardiotis, G. M. Hadjigeorgiou and G. Xiromerisiou (2020). "Screening for the C9ORF72 expansion in Greek Huntington Disease phenocopies and controls and meta-analysis of current data." *Tremor Other Hyperkinet Mov (N Y)* 10: 5.

Rios Romenets, S., Anang, J., Fereshtehnejad, S. M., Pelletier, A., & Postuma, R. (2015). Tango for treatment of motor and non-motor manifestations in Parkinson's disease: a randomized control study. *Complementary therapies in medicine*, 23(2), 175–184. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2015.01.015>

Roeder, S. S., Burkardt, P., Rost, F., Rode, J., Brusch, L., Coras, R., ... & Huttner, H. B. (2022). Evidence for postnatal neurogenesis in the human amygdala. *Communications Biology*, 5(1), 366. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03334-6>

Sarnat, H. B. (2023). Sequences of synaptogenesis in the human fetal and neonatal brain by synaptophysin immunocytochemistry. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 17, 1105183. <https://doi.org/10.3389/fncel.2023.1105183>

Schloesser, R. J., Lehmann, M., Martinowich, K., Manji, H. K., & Herkenham, M. (2010). Environmental enrichment requires adult neurogenesis to facilitate the recovery from psychosocial stress. *Molecular Psychiatry*, 15(12), 1152–1163. <https://doi.org/10.1038/mp.2009.149>

Schoenfeld, T. J., & Gould, E. (2012). Stress, stress hormones, and adult neurogenesis. *Experimental Neurology*, 233(1), 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2011.01.008>

Schreiber, F. (2023). Marina Abramovic. *Tanz*, 14(6), 64-64. <https://doi.org/10.1002/tanz.2023.14.6.64>

Sharma, K., Verma, S., Sharma, S., & Jat, M. (2023). Neurorehabilitation techniques. In R. Kumar (Ed.), *Neurorehabilitation* (pp. 41). https://doi.org/10.1007/978-3-030-56373-3_5

Sheets-Johnstone, M. (2011). *The primacy of movement* (Expanded 2nd ed.). John Benjamins Publishing Company.

Sheppard, A., & Broughton, M. C. (2020). Promoting wellbeing and health through active participation in music and dance: A systematic review. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being*, 15(1), 1732526. <https://doi.org/10.1080/17482631.2020.1732526>

Sinani, O., K. Dadouli, P. Ntellas, E. Z. Kapsalaki, M. Vlychou, D. G. Raptis, C. Marogianni, K. Markou, E. Dardiotis and G. Xiromerisiou (2022). "Association between white matter lesions and Parkinson's disease: an impact on Postural/Gait difficulty phenotype and cognitive performance." *Neurol Res* 44(12): 1122-1131.

Siokas, V., A. M. Aloizou, Z. Tsouris, A. Michalopoulou, A. A. Mentis and E. Dardiotis (2018). "Risk Factor Genes in Patients with Dystonia: A Comprehensive Review." *Tremor Other Hyperkinet Mov (N Y)* 8: 559.

Siokas, V., A. M. Aloizou, Z. Tsouris, I. Liampas, P. Liakos, D. Calina, A. O. Docea, A. Tsatsakis, D. P. Bogdanos, G. M. Hadjigeorgiou and E. Dardiotis (2021). "ADORA2A rs5760423 and CYP1A2 rs762551 Polymorphisms as Risk Factors for Parkinson's Disease." *J Clin Med* 10(3).

Siokas, V., D. Kardaras, A. M. Aloizou, I. Asproudis, K. G. Boboridis, E. Papageorgiou, G. M. Hadjigeorgiou, E. E. Tsironi and E. Dardiotis (2019). "BDNF rs6265 (Val66Met) Polymorphism as a Risk Factor for Blepharospasm." *Neuromolecular Med* 21(1): 68-74.

Siokas, V., E. Dardiotis, E. E. Tsironi, G. Tsigoulis, D. Rikos, M. Sokratous, S. Koutsias, K. Paterakis, G. Deretzi and G. M. Hadjigeorgiou (2017). "The Role of TOR1A

Polymorphisms in Dystonia: A Systematic Review and Meta-Analysis." PLoS One 12(1): e0169934.

Snowden, T., Morrison, J., Boerstra, M., Eyolfson, E., Acosta, C., Grafe, E., ... & Christie, B. R. (2023). Brain changes: Aerobic exercise for traumatic brain injury rehabilitation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 17, 1307507. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1307507>

Sokratous, M., E. Dardiotis, Z. Tsouris, E. Bellou, A. Michalopoulou, V. Siokas, S. Arseniou, T. Stamati, G. Tsivgoulis, D. Bogdanos and G. M. Hadjigeorgiou (2016). "Deciphering the role of DNA methylation in multiple sclerosis: emerging issues." *Auto Immun Highlights* 7(1): 12.

Sokratous, M., S. Lucia, T. Bourinaris, C. Marogianni, M. Arnaoutoglou, E. Patrikiou, S. Ralli, A. Markou, E. Dardiotis, H. Houlden, G. M. Hadjigeorgiou and G. Xiromerisiou (2020). "Prevalence of C9orf72 hexanucleotide repeat expansion in Greek patients with sporadic ALS." *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener* 21(5-6): 470-472.

Solla, P., Cugusi, L., Bertoli, M., Cereatti, A., Della Croce, U., Pani, D., Fadda, L., Cannas, A., Marrosu, F., Defazio, G., & Mercurio, G. (2019). Sardinian Folk Dance for Individuals with Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Pilot Trial. *Journal of alternative and complementary medicine (New York, N.Y.)*, 25(3), 305–316. <https://doi.org/10.1089/acm.2018.0413>

Sorabji, R. (2015). Body and soul in Aristotle. In *Aristotle's De Anima in focus* (pp. 162–196). Routledge.

Stacho, M., & Manahan-Vaughan, D. (2022). The intriguing contribution of hippocampal long-term depression to spatial learning and long-term memory. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 16, 806356. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2022.806356>

Thakurela, S., Sahu, S. K., Garding, A., & Tiwari, V. K. (2015). Dynamics and function of distal regulatory elements during neurogenesis and neuroplasticity. *Genome Research*, 25(9), 1309–1324. <https://doi.org/10.1101/gr.190686.115>

Vander Elst, O. F., Foster, N. H., Vuust, P., Keller, P. E., & Kringelbach, M. L. (2023). The neuroscience of dance: A conceptual framework and systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 150, 105197. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105197>

Vasileiadis, G. K., E. Dardiotis, A. Mavropoulos, Z. Tsouris, V. Tsimourtou, D. P. Bogdanos, L. I. Sakkas and G. M. Hadjigeorgiou (2018). "Regulatory B and T lymphocytes in multiple sclerosis: friends or foes?" *Auto Immun Highlights* 9(1): 9.

Wang, S., Yin, H., Meng, X., Shang, B., Meng, Q., Zheng, L., Wang, L., & Chen, L. (2020). Effects of Chinese square dancing on older adults with mild cognitive impairment. *Geriatric nursing (New York, N.Y.)*, 41(3), 290–296. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2019.10.009>

Westheimer, O., McRae, C., Henchcliffe, C., Fesharaki, A., Glazman, S., Ene, H., & Bodis-Wollner, I. (2015). Dance for PD: a preliminary investigation of effects on motor function and quality of life among persons with Parkinson's disease (PD). *Journal of neural transmission (Vienna, Austria : 1996)*, 122(9), 1263–1270. <https://doi.org/10.1007/s00702-015-1380-x>

Yang, Z., Khairuddin, A. S. B. M., Huang, C. J., Ru, W. W., Noman, H. M. F., Putri, T. W. O., & Haq, M. M. (2025). A review of short-term, long-term, and memory consolidation mechanisms in the hippocampus and cerebral cortex. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/s00906-075-1300-x>

Yoo, S., & Blackshaw, S. (2018). Regulation and function of neurogenesis in the adult mammalian hypothalamus. *Progress in Neurobiology*, 170, 53–66. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2018.07.004>

Yuluğ, B., & Aslan, A. (2021). What is neuroplasticity? Why it is important?: Types and its basic mechanisms. *Acta Medica Alanya*, 5(1), 1–3. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4541081>

Zardi, A., Carlotti, E. G., Pontremoli, A., & Morese, R. (2021). Dancing in your head: An interdisciplinary review. *Frontiers in Psychology*, 12, 649121. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.649121>

Zhang, D., Lu, Y., Zhao, X., Zhang, Q., & Li, L. (2020). Aerobic exercise attenuates neurodegeneration and promotes functional recovery—Why it matters for neurorehabilitation & neural repair. *Neurochemistry International*, 141, 104862. <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2020.104862>

