



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία με θέμα:
«Η Επίδραση της Θεραπευτικής Άσκησης στο Νερό στην εγκεφαλική
λειτουργία σε Υγιή Πληθυσμό»

Φοιτητές: Ντοκούτσης Γεώργιος, Καρτεράκη Άννα Χαρά

Εισηγητής: Τσουνια Ελένη- Αργυρούλα

Ακαδημαϊκή Υπότροφος, Υποψήφια Διδάκτορας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Τμήματος Φυσικοθεραπείας

Λαμία 2025



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

Πτυχιακή Εργασία με θέμα:
«Η Επίδραση της Θεραπευτικής Άσκησης στο Νερό στην εγκεφαλική
λειτουργία σε Υγιή Πληθυσμό»

Φοιτητές: Ντοκούτσης Γεώργιος, Καρτεράκη Άννα Χαρά

Εισηγητής: Τσούνια Ελένη- Αργυρούλα

Ακαδημαϊκή Υπότροφος, Υποψήφια Διδάκτορας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Τμήματος Φυσικοθεραπείας

Λαμία 2025

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η άσκηση στο νερό αποτελεί μια ολοένα και πιο διαδεδομένη θεραπευτική και προληπτική πρακτική, χάρη στις ιδιαίτερες φυσικές ιδιότητες του υδάτινου περιβάλλοντος που μειώνουν τα φορτία και ενισχύουν την αιματική ροή. Τα τελευταία χρόνια, αυξάνεται το ενδιαφέρον για τη διερεύνηση της επίδρασης της άσκησης στο νερό στη γνωστική λειτουργία, καθώς και στους μηχανισμούς που σχετίζονται με τη νευροπλαστικότητα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διερευνήσει την επίδραση ενός προγράμματος άσκησης στο νερό στη γνωστική λειτουργία και στη λειτουργικότητα υγιών ενηλίκων, μέσα από την εφαρμογή τυποποιημένων εργαλείων αξιολόγησης.

Στη μελέτη συμμετείχαν 25 φοιτητές/ριες του Τμήματος Φυσικοθεραπείας, οι οποίοι χωρίστηκαν σε ομάδα παρέμβασης ($n = 13$) και ομάδα ελέγχου ($n = 12$). Η παρέμβαση διήρκεσε 3 εβδομάδες, με συχνότητα 3 συνεδρίες την εβδομάδα σε θερμοκρασία νερού 32°C . Χρησιμοποιήθηκαν τα εργαλεία MMSE, TMT-A, TMT-B για τη γνωστική λειτουργία, καθώς και τα SF-36, PSQI, IPAQ, TUG, TUG-N, 6MWT και FSST για τη λειτουργικότητα και την ποιότητα ζωής. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό SPSS, χρησιμοποιώντας ελέγχους κανονικότητας, παραμετρικά (paired t-test, independent t-test) και μη παραμετρικά τεστ (Wilcoxon signed-rank, Mann–Whitney).

Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές βελτιώσεις στους δείκτες γνωστικής λειτουργίας που σχετίζονται με την ταχύτητα επεξεργασίας (TMT-A, $p = 0.003$) και τη γνωστική ευελιξία (TMT-B, $p = 0.017$) στην ομάδα παρέμβασης, σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Αντίθετα, το MMSE δεν εμφάνισε διαφοροποιήσεις, κάτι που αποδίδεται στο φαινόμενο οροφής (ceiling effect) σε νεαρούς υγιείς πληθυσμούς. Βελτιώσεις παρατηρήθηκαν επίσης στο 6MWT και στο TUG-N, που αντικατοπτρίζουν καλύτερη φυσική αντοχή και εκτέλεση διπλού έργου. Οι δείκτες SF-36, PSQI και IPAQ δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές, πιθανώς λόγω της μικρής διάρκειας της παρέμβασης.

Η παρούσα εργασία ανέδειξε ότι η άσκηση στο νερό, ακόμη και σε βραχυπρόθεσμη εφαρμογή, μπορεί να βελτιώσει συγκεκριμένες εκτελεστικές λειτουργίες και τη φυσική απόδοση υγιών ατόμων. Ωστόσο, η περιορισμένη διάρκεια (9 συνεδρίες) δεν επέτρεψε την αποτύπωση μακροπρόθεσμων ή δομικών αλλαγών σε σφαιρικούς δείκτες γνωστικής λειτουργίας και ποιότητας ζωής. Μελλοντικές μελέτες μεγαλύτερης διάρκειας και με μεγαλύτερα δείγματα κρίνονται απαραίτητες, ιδιαίτερα σε υγιείς νεαρούς πληθυσμούς, ώστε να διερευνηθούν πρώιμοι δείκτες γνωστικής εξασθένησης και να αναπτυχθούν στρατηγικές πρόληψης και αποκατάστασης.

Λέξεις-κλειδιά: αντοχή, εκτελεστικές λειτουργίες, νευροπλαστικότητα, ποιότητα ζωής, υδροστατική πίεση.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την επιτηρήτρια του έργου της πτυχιακής μας, Τσουνία Ελένη- Αργυρούλα, Ακαδημαϊκή Υπότροφος, Υποψήφια Διδάκτορας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας Τμήματος Φυσικοθεραπείας και συνάδελφος Φυσικοθεραπεύτρια για την άμεση ανταπόκριση που έδειξε προς κάθε απορία μας και δυσκολία στην συνέχιση του έργου μας, καθώς και για την συνεισφορά της στην εργασία αυτήν μέσω των κατάλληλων διορθώσεων και παρατηρήσεων της. Επιπλέον θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους γονείς μας, Ντοκούτση Στέφανο και Χαριζάνη Ολυμπία από πλευράς του Ντοκούτση Γεωργίου και Καρτεράκη Νεκτάριο και Φαζού Ειρήνη από πλευράς Καρτεράκη Άννας-Χαράς για την ακατάπαυστη συνεισφορά τους τόσο σε κομμάτι δύναμης όσο και σε κομμάτι υπομονής και κατανόησης. Στα αδέρφια μας , αποδίδουμε τα μέγιστα ευχαριστώ για την κατανόηση που έδειξαν τόσο καιρό στις ιδιοτροπίες μας. Επίσης, ευχαριστούμε τους φίλους μας που μας στήριξαν στο έργο αυτό και μάλιστα βοήθησαν ως μέλη της παρέμβασης μας, ώστε να επιτευχθεί η διαδικασία των πειραματικών μελετών μας. Τέλος, να ευχαριστήσουμε τους συμμετέχοντες στο πείραμα μας, καθώς αφιέρωσαν χρόνο ιδιωτικό για την επίτευξη του στόχου μας και ήταν καθ' όλη την πορεία συνεπείς με τις υποχρεώσεις που τους είχαμε αναθέσει.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή
2. Ανασκόπηση
 - 2.1. Εισαγωγή στη Θεραπευτική Άσκηση στο Νερό
 - 2.1.1. Ορισμός και Βασικές Αρχές
 - 2.1.2. Διαφορές από την Συμβατική Άσκηση στη Ξηρά
 - 2.1.3. Φυσιολογικά Οφέλη της Άσκησης στο Νερό
 - 2.2. Η Εγκεφαλική Λειτουργία και οι Παράγοντες που την επηρεάζουν
 - 2.2.1. Ορισμός Εγκεφαλικής Λειτουργίας
 - 2.2.2. Ρόλος της Φυσικής Δραστηριότητας στη Νευρογνωστική Υγεία
 - 2.2.3. Φυσιολογικοί Μηχανισμοί Επίδρασης της Άσκησης στον Εγκέφαλο
 - 2.3. Η Επίδραση της Άσκησης στο Νερό στην Εγκεφαλική Λειτουργία
 - 2.3.1. Επιστημονικά Δεδομένα από Μελέτες σε Υγιείς Ενήλικες
 - 2.3.2. Συγκριτικά Δεδομένα με Άσκηση στη Ξηρά

- 2.3.3. Οφέλη σε Ηλικιωμένους Υγιείς Ενήλικες
- 2.3.4. Επίδραση στη Ψυχική Υγεία
- 2.4. Μηχανισμοί μέσω των οποίων η Άσκηση στο Νερό επηρεάζει τον Εγκέφαλο
 - 2.4.1. Θερμοκρασία Νερού και Νευροφυσιολογία
 - 2.4.2. Ιδιοδεκτική και Αιθουσαία Διέγερση μέσω της Άσκησης στο Νερό
 - 2.4.3. Επίδραση στην Καρδιαγγειακή Κυκλοφορία και την Αιματική Ροή στον Εγκέφαλο
- 2.5. Αξιολόγηση Γνωστικής Λειτουργίας-Νευροψυχολογικές Δοκιμασίες
- 2.6. Περιορισμοί της Υπάρχουσας Βιβλιογραφίας Αξιολόγηση
 - 2.6.1. Περιορισμένος Αριθμός Μελετών σε Υγιή Πληθυσμό
 - 2.6.2. Μεθοδολογικά Ζητήματα
 - 2.6.3. Ανάγκη για Τυποποιημένα Πρωτόκολλα Άσκησης στο Νερό
- 3. Σκοπός
- 4. Μεθοδολογία
 - 4.1. Δείγμα
 - 4.2. Κριτήρια Ένταξης και Αποκλεισμού
 - 4.3. Πρόγραμμα Παρέμβασης
 - 4.4. Στατιστική Ανάλυση
- 5. Αποτελέσματα
- 6. Συζήτηση
- 7. Συμπέρασμα

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

6MWT (6 Minute Walk Test)

BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor)

CBF (Cerebral Blood Flow)

CT (Αξονική Τομογραφία)

fMRI (Λειτουργική Μαγνητική Τομογραφία)

FSST (Four Squarre Step Test)

IGF-1 (Neurotrophic Factor)

MMSE (Mini Mental State Examination)

MoCa (Montreal Cognitive Assessment)

MRI (Μαγνητική Τομογραφία)

NO (Μονοξείδιο του Αζώτου)

PET (Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων)

PSQI (Pittsburgh Sleep Questionnaire Index)

RD (Σχετική Πυκνότητα)

SF-36 (Short Form 36 Questions)

TMT-A (Trail Making Test part A)

TMT-B (Trail Making Test part B)

TUG (Time Up and Go)

TUG-NUMBER (Time Up and Go with Number Deduction)

VEGF (Neurotrophic Factor)

IPAQ (International Physical Activity Questionnaire)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ-ΠΙΝΑΚΩΝ

Εικόνα 4.1. Κυκλική Βάδιση Εντός Πισίνας με Κυκλικές Κινήσεις Καρπού	σελ. 34
Εικόνα 4.2. Προσαγωγή/ Απαγωγή Ωμου Βυθισμένοι Έως το Ύψος του A7	σελ. 34
Εικόνα 4.3. Απαγωγή/ Προσαγωγή Ισχίου	σελ. 35
Εικόνα 4.4. Καθίσματα (Squats) με Αναπήδηση	σελ. 35
Εικόνα 4.5. Infographic Επιλογής Αξιολογητικών Εργαλείων	σελ. 37
Εικόνα 5.1. Ραβδόγραμμα Απεικόνισης Ηλικιακού Εύρους Ανά τις Ομάδες	σελ. 42
Εικόνα 5.2. Απεικόνιση Διαφοράς Συμμετοχής Ανά Φύλο	σελ. 42
Εικόνα 5.3. Boxplot Αναφοράς των Αποτελεσμάτων του Paired Samples T-Test για την Ομάδα Παρέμβασης	σελ. 51
Πίνακας 5.1. Περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, ελάχιστο–μέγιστο) ανά ομάδα	σελ. 43
Πίνακας 5.2. Αποτελέσματα ελέγχου κανονικότητας (Shapiro–Wilk) για τις βασικές κλίμακες στις δύο ομάδες, πριν και μετά την παρέμβαση ...	σελ. 44

Πίνακας 5.3. Αποτελέσματα ελέγχου κανονικότητας (Shapiro–Wilk) για τα διαγνωστικά τεστ στις δύο ομάδες, πριν και μετά την παρέμβαση ... σελ. 45-47

Πίνακας 5.4. Αποτελέσματα paired samples t-test για την ομάδα παρέμβασης (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, τιμή t και p-value) σελ. 50

Πίνακας 5.5. Αποτελέσματα Wilcoxon Signed-Rank Test για την ομάδα παρέμβασης (μέση τιμή, διάμεσος, Z και p-value) σελ. 51-52

Πίνακας 5.6. Αποτελέσματα paired samples t-test για την ομάδα ελέγχου (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, τιμή t και p-value) σελ. 53

Πίνακας 5.7. Αποτελέσματα Wilcoxon Signed-Rank Test για την ομάδα ελέγχου (διάμεσος, τιμή Z και p-value) σελ. 54

Πίνακας 5.8. Αποτελέσματα Independent Samples t-test για τις παραμετρικές μεταβλητές μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας παρέμβασης (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, τιμή t και p-value) σελ. 55-56

Πίνακας 5.9. Αποτελέσματα Mann–Whitney U για τις μη παραμετρικές μεταβλητές μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας παρέμβασης (διάμεσος, U, Z και p-value) σελ. 57

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η άσκηση στο νερό ή αλλιώς υδροθεραπεία, αποτελεί μια από τις αρχαιότερες και πιο αποτελεσματικές μεθόδους θεραπείας και αποκατάστασης στο σύστημα της φυσικής ιατρικής. Ορίζεται ως μία αρχαία μέθοδος θεραπευτικής παρέμβασης που βασίζεται στη χρήση του νερού για τη βελτίωση της υγείας και της ευεξίας του ανθρώπου. Από τους αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους έως τις σύγχρονες εφαρμογές σε ιαματικές πηγές και εξειδικευμένα κέντρα αποκατάστασης, το νερό έχει αναγνωριστεί ως ένα ισχυρό εργαλείο για τη θεραπεία και την αποκατάσταση. Μάλιστα, ο Ιπποκράτης (460-375 π.Χ.) ήταν ο πρώτος που μελέτησε συστηματικά τις θεραπευτικές ιδιότητες του νερού με την έρευνα του στα θερμά και ψυχρά λουτρά της εποχής του, και ανέφερε την χρήση εμβύθισης σε ζεστό και κρύο νερό για την θεραπεία ποικίλων ασθενειών, μυϊκών σπασμών και αρθρικών πόνων. Κατά την Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία, τα λουτρά μετατράπηκαν σε κέντρα υγείας και ευεξίας αλλά και πνευματικά κέντρα και τόποι συνάθροισης. Από εκείνη την εποχή έως και σήμερα, η υδροθεραπεία συνεχίζει να απασχολεί πληθώρα ερευνητών περί των ευεργετικών στοιχείων που αυτή μπορεί να προσφέρει. Οι ιδιότητες του νερού παρουσιάζεται να παρέχουν οφέλη στον ανθρώπινο οργανισμό, ακόμα και αν η μόνη μορφή θεραπείας είναι αυτή της εμβύθισης στο νερό. Σε συνδυασμό με την άσκηση, τα οφέλη αυτά φαίνεται να πολλαπλασιάζονται. Η άσκηση αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες για τη διατήρηση και την προαγωγή της υγείας, επηρεάζοντας θετικά τόσο το σώμα όσο και το πνεύμα. Η τακτική σωματική άσκηση μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο θνησιμότητας και συμβάλλει στην πρόληψη χρόνιων παθήσεων όπως, σακχαρώδη διαβήτη, καρδιαγγειακές παθήσεις και παράλληλα προάγει την ψυχική υγεία μειώνοντας τα επίπεδα άγχους και κατάθλιψης. Γεγονός αποτελεί, ότι η ενσωμάτωση της άσκησης σε δραστηριότητες καθημερινής ζωής δύναται να οδηγήσει στην βελτίωση της ποιότητας της ζωής του ανθρώπου και να διατηρήσει την ιδανική για την εκάστοτε ηλικία φυσική κατάσταση. Μάλιστα, έρευνες παρουσιάζουν την ικανότητα της άσκησης και ιδιαίτερα της αερόβιας άσκησης να είναι ικανή να βελτιώσει τόσο την σωματική δραστηριότητα, όσο και την πνευματική δραστηριότητα. Έτσι, επηρεάζει θετικά όχι μόνο το μυοσκελετικό και το καρδιαγγειακό σύστημα, αλλά και τη γνωστική λειτουργία, συμβάλλοντας στη βελτίωση της μνήμης, της συγκέντρωσης και της ψυχολογικής κατάστασης. Η θεραπευτική άσκηση σε συνδυασμό με την άσκηση με βάση το νερό, συνδυάζει τις μοναδικές ιδιότητες που δύναται το νερό να προσφέρει, με τις ιδιότητες που η άσκηση παρέχει στον ανθρώπινο οργανισμό.

Με τον τρόπο αυτό, δημιουργείται ένα περιβάλλον που ευνοεί και ενισχύει τις επιδράσεις που δέχεται ο οργανισμός σε σωματική και πνευματική υγεία. Οι ιδιότητες του νερού όπως η άνωση, η υδροστατική πίεση και η αντίσταση του νερού προσφέρουν ένα ασφαλές περιβάλλον και ένα προστατευτικό πλαίσιο για άτομα κάθε ηλικίας και φυσικής κατάστασης, διευκολύνοντας έτσι την εκτέλεση δραστηριοτήτων που σε χερσαίο έδαφος τα άτομα αυτά δεν θα ήταν ικανά να εκτελέσουν. Ειδικότερα για άτομα που χρειάζονται αποκατάσταση και αδυνατούν να εκτελέσουν τις κατάλληλες ασκήσεις σε επίπεδο ξηράς, όπως άτομα με μυοσκελετικά ή νευρολογικά προβλήματα, η άσκηση στο νερό μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη, επιτρέποντας την βελτίωση των ελλειμμάτων που αυτοί παρουσιάζουν χωρίς τον κίνδυνο τραυματισμού ή ανεπιθύμητων αποτελεσμάτων στην διάρκεια της αποκατάστασης. Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί ότι η υδροθεραπεία περιλαμβάνει την άσκηση εντός υδάτινου περιβάλλοντος με στόχο, όπως και κάθε άλλη μορφή άσκησης και θεραπείας, την προαγωγή της υγείας με ό,τι αυτή συμπεριλαμβάνει. Έτσι, η αξιοποίηση της υδροθεραπείας σε συνδυασμό με την φυσική σωματική δραστηριότητα και άσκηση, αποδεικνύεται ιδιαίτερα ευεργετική για την προώθηση της υγείας, είτε σωματικής είτε πνευματικής είτε και των δύο ταυτόχρονα, προσφέροντας ολιστική φροντίδα στο σώμα και στο μυαλό (Brody & Geigle, 2023).

Σύμφωνα με το νοσοκομείο John Hopkins Medicine, ο εγκέφαλος είναι ένα πολύπλοκο όργανο το οποίο ελέγχει και ρυθμίζει οτιδήποτε εκτελεί ο ανθρώπινος οργανισμός από τα αυτονόητα όπως η βάδιση και η σκέψη έως λεπτομερείς διαδικασίες έκκρισης ορμονών. Αναλυτικότερα, σύμφωνα με την κλινική του Cleveland (Cleveland Clinic) τις λειτουργίες του εγκεφάλου αναφερόμενες εκτενέστερα αποτελούν: οι αυτόματες συμπεριφορές (η αναπνοή, ο καρδιακός ρυθμός, ο ύπνος και η θερμορύθμιση), η σωστή λειτουργία των οργάνων, οι κινητικές δεξιότητες, η ισορροπία και ο συντονισμός, η γλώσσα και η ομιλία, η αισθητηριακή επεξεργασία και ανατροφοδότηση (όραση, ακοή, όσφρηση, αφή και γεύση) τα συναισθήματα και τις σκέψεις και τα κυριότερα, τη μνήμη και την ικανότητα λήψης αποφάσεων (γνωστικές δεξιότητες). Οι αρχαίοι Έλληνες πίστευαν πως η φυσική δραστηριότητα και η εγκεφαλική λειτουργία είναι αλληλένδετες έννοιες. Μάλιστα έρευνες αποκαλύπτουν ότι η τακτική και συστηματική άσκηση επιδρά θετικά στην βελτίωση της εγκεφαλικής λειτουργίας. Συγκεκριμένα φαίνεται να αυξάνει την νευροπλαστικότητα του εγκεφάλου, την ικανότητα του εγκεφάλου να αλλάζει, να προσαρμόζεται και να δημιουργεί νέες συνάψεις ως αποτέλεσμα των εμπειριών της ζωής, ενισχύοντας έτσι την μνήμη και την γνωστική λειτουργία (Carvalho et al, 2014 & Li et al, 2014). Επιπλέον ενισχύει

την αιμάτωση του εγκεφάλου και επομένως στην αύξηση της ποσότητας του οξυγόνου που μεταφέρεται μέσω των εγκεφαλικών και σπονδυλοβασικών αρτηριών (Moraes et al,2007) προκαλεί αλλαγές στον εγκέφαλο με αποτέλεσμα την βελτιωμένη μνήμη και τις αποτελεσματικότερες γνωστικές δεξιότητες και ικανότητες (Hwang,2017).Έτσι, το αρχαίο ρητό πιστοποιείται από νέες έρευνες και αρθρογραφίες και επικυρώνει την αλληλένδετη αυτή σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και εγκεφαλικής λειτουργίας (Brody & Geigle, 2023).

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

2.1.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Η θεραπευτική άσκηση στο νερό, γνωστή και ως υδροθεραπεία ή aquatic therapy, αναφέρεται σε προσεκτικά σχεδιασμένες κινησιοθεραπευτικές παρεμβάσεις που πραγματοποιούνται σε υδάτινο περιβάλλον με ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και βάθους. Κύριος στόχος της είναι η αποκατάσταση της λειτουργικής ικανότητας, η μείωση του πόνου και η βελτίωση της φυσικής κατάστασης, αξιοποιώντας τις μοναδικές φυσικές ιδιότητες του νερού (Guo et al., 2025).

Οι φυσικές ιδιότητες του νερού σε συνδυασμό με τις αρχές της υδροδυναμικής και τις αρχές που προάγουν την ανθρώπινη κίνηση μπορούν συνδυαστικά να προσφέρουν εκπληκτικά αποτελέσματα στην αποκατάσταση και θεραπεία οποιασδήποτε παθολογίας. Η τεκμηρίωση της χρήσης των αρχών αυτών φαίνεται να έχει θετικές επιδράσεις της χρήσης του υδάτινου περιβάλλοντος ως προτιμότερη σε σχέση με την αποκατάσταση στην ξηρά, για θεραπευτικές παρεμβάσεις. Η σχετική πυκνότητα(RD), η άνωση, η υδροστατική πίεση, το ιξώδες, η συνοχή, η πρόσφυση και η επιφανειακή τάση αποτελούν τις φυσικές ιδιότητες του νερού. Καθεμία από αυτές, τόσο μόνη της όσο και συνδυαστικά η μία με την άλλη, μπορούν να δημιουργήσουν τις εκάστοτε κατάλληλες συνθήκες για θεραπευτική παρέμβαση, εφόσον είναι πλήρως αντιληπτές. Η άνωση, η οποία ενεργεί προς την αντίθετη κατεύθυνση από αυτή της βαρύτητας, είναι μια δύναμη που αναλόγως τον τρόπο που θα χρησιμοποιηθεί μπορεί είτε να βοηθήσει την κίνηση, είτε να αντισταθεί σε αυτήν ή και να υποστηρίξει την κίνηση στο νερό, και επομένως την κίνηση του ανθρώπινου σώματος.

Ιδιαίτερα, η χρήση της άνωσης για μείωση της φόρτισης των αρθρώσεων επιτρέπει τη συντομότερη, ασφαλέστερη και πιο άνετη χωρίς πόνο αποκατάσταση. Αντίστοιχα, η υδροστατική πίεση παρουσιάζει μια σημαντική επίδραση στο καρδιαγγειακό σύστημα. Όσο, υψηλότερα το επίπεδο της εμβύθισης προς το ύψος του λαιμού, έως το επίπεδο της κλείδας επομένως, τόσο μεγαλύτερη η επίδρασή της. Υπολογίζεται ότι σε εμβύθιση μέχρι το επίπεδο των ώμων η φόρτιση του σωματικού βάρους μπορεί να μειωθεί έως και 80%, καθιστώντας την άσκηση κατάλληλη για άτομα με μυοσκελετικούς τραυματισμούς ή χρόνιες παθήσεις (Deng et al., 2024). Έτσι αυξάνεται κεντρικότερα η αιμάτωση με αποτέλεσμα αύξηση του όγκου παλμού της καρδιάς και ως εκ τούτου αύξηση της αιματικής ροής περιφερικότερα και προς τον εγκέφαλο. Παράλληλα, αυξάνεται η λεμφική επιστροφή και η φλεβική επιστροφή λόγω της πίεσης που ασκείται περιμετρικά σε όλο το σώμα που βρίσκεται υπό της επιφάνειας του νερού. Η υδροστατική πίεση συμβάλλει στη βελτίωση της κυκλοφορίας και της φλεβικής επιστροφής, μειώνοντας το οίδημα και αυξάνοντας την οξυγόνωση των ιστών (Wang et al., 2023). Επιπλέον, η υδροστατική πίεση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την αποκατάσταση του αναπνευστικού συστήματος, ιδιαίτερα για την αποκατάσταση των αναπνευστικών μυών. Οι ελίτ αθλητές ανέφεραν αντιλαμβανόμενη αύξηση της δύναμης των αναπνευστικών μυών μετά από προπόνηση με εμβύθιση έως την κλείδα και ως εκ τούτου καλύτερα αποτελέσματα σε δείκτες κοπώσεως και καρδιαγγειακούς και αναπνευστικούς δείκτες (Kisakol et al., 2023). Τέλος, οι υπόλοιπες ιδιότητες που προσφέρει το υδάτινο περιβάλλον, μπορούν να παρέχουν μια διαβαθμισμένη πρόοδο στην άσκηση με αντιστάσεις. Οι τροποποιήσεις που παρέχουν σε ταχύτητα της κίνησης, στο μέγεθος της επιφάνειας του κινούμενου σώματος ή μέλος αυτού και σε διέλευση από την επιφανειακή τάση επιτρέπουν τη σταδιακή πρόοδο της έντασης σε κάποια άσκηση. Επιπλέον, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι τα υδροδυναμικά χαρακτηριστικά ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο μυοσκελετικού τραυματισμού λόγω του χαμηλού φορτίου επιβάρυνσης (Brody & Geigle, 2023).

2.1.2. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗ ΞΗΡΑ

Η άσκηση στο νερό παρουσιάζει θεμελιώδεις διαφορές από τη συμβατική άσκηση στη στεριά, καθώς το υδάτινο περιβάλλον δημιουργεί μοναδικές συνθήκες που δεν μπορούν να αναπαραχθούν στην ξηρά. Η σημαντικότερη διαφορά αφορά την επίδραση της άνωσης, η οποία μειώνει δραστικά τη φόρτιση του μυοσκελετικού συστήματος. Σε εμβύθιση μέχρι το ύψος των ώμων, η φόρτιση των αρθρώσεων περιορίζεται έως και 80%, γεγονός που

επιτρέπει την εκτέλεση κινήσεων με λιγότερο πόνο και τραυματικό κίνδυνο, ιδιαίτερα σε άτομα με οστεοαρθρίτιδα, ρευματοειδή αρθρίτιδα ή μετεγχειρητικά περιστατικά (Slouma et al., 2024). Αντίθετα, στην άσκηση στη στεριά, η βαρύτητα αυξάνει τις μηχανικές επιβαρύνσεις, περιορίζοντας συχνά την κινητικότητα και την ανεκτικότητα σε έντονη άσκηση (Brody & Geigle, 2023).

Εξίσου σημαντική είναι η υδροστατική πίεση, η οποία κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλο το σώμα, βελτιώνοντας τη φλεβική και λεμφική επιστροφή. Αυτό οδηγεί σε μείωση οιδήματος και βελτίωση της αιματικής κυκλοφορίας, ένα πλεονέκτημα που δεν υπάρχει στην άσκηση στη στεριά (Santamaría et al., 2025). Επίσης, το νερό προσφέρει μια συνεχή, τρισδιάστατη αντίσταση, η οποία προσαρμόζεται ανάλογα με την ταχύτητα και το εύρος κίνησης, καθιστώντας την προπόνηση πιο ασφαλή και ελεγχόμενη. Στην άσκηση στη στεριά, η αντίσταση προσφέρεται κυρίως μέσω βαρών ή εξοπλισμού, χωρίς την ίδια φυσική αυτορρύθμιση (Brody & Geigle, 2023).

Η θερμοκρασία του νερού αποτελεί έναν ακόμη παράγοντα διαφοροποίησης. Το θερμό νερό (30–34°C) προκαλεί μυϊκή χαλάρωση και μείωση του σπασμού, διευκολύνοντας την αποκατάσταση και την εκτέλεση κινήσεων, ενώ το δροσερό νερό μπορεί να αυξήσει την αντοχή και να μειώσει τη φλεγμονώδη αντίδραση μετά από έντονη άσκηση (Peng et al., 2022). Στη στεριά, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος δεν ασκεί τέτοιου είδους φυσιολογική επίδραση.

Επιπλέον, η ψυχολογική κατάσταση είναι ενισχυμένη στο νερό. Η άνωση προσφέρει αίσθηση ασφάλειας και μειωμένου κινδύνου πτώσης, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για ηλικιωμένα άτομα που συχνά αποφεύγουν την άσκηση στη στεριά λόγω φόβου πτώσεων. Πράγματι, μελέτες δείχνουν ότι η άσκηση στο νερό βελτιώνει την ισορροπία, την κινητικότητα και μειώνει τον φόβο πτώσης σε μεγαλύτερες ηλικίες, σε μεγαλύτερο βαθμό από αντίστοιχα προγράμματα στην ξηρά (Melo et al., 2023).

Συνολικά, η άσκηση στο νερό προσφέρει ένα περιβάλλον με μειωμένες μηχανικές επιβαρύνσεις, ενισχυμένη κυκλοφορία, προσαρμοσμένη αντίσταση και θετική ψυχολογική επίδραση, καθιστώντας την ιδιαίτερα κατάλληλη για πληθυσμούς με περιορισμούς στη συμβατική άσκηση στη ξηρά (Melo et al., 2023).

2.1.3. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

Όπως και κάθε άλλη μορφή άσκησης ή θεραπείας, υπάρχουν τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα στην επιλογή του νερού ως μέσο αποκατάστασης και θεραπείας. Καθώς τα μειονεκτήματα είναι ελάχιστα και αφορούν κυρίως το κομμάτι των αντενδείξεων για άσκηση εντός ενός υδάτινου περιβάλλοντος, αξίζει να αναφερθούμε κυρίως στα οφέλη και τα πλεονεκτήματα που το νερό δύναται να προσφέρει. Για παράδειγμα, οι αθλητές υψηλού βεληνεκούς που το άθλημά τους απαιτεί πολύ καλή φυσική κατάσταση, σε περίπτωση τραυματισμού χρησιμοποιούν τις ιδιότητες του νερού για να διατηρήσουν την καρδιαγγειακή τους ικανότητα και να επιστρέψουν επομένως στο ίδιο επίπεδο ανταγωνιστικότητας μετά την αποκατάστασή τους. Τραυματισμοί όπως θλάσεις, συνδεσμικές κακώσεις, κατάγματα και άλλα, θα μειώσουν όχι μόνο την ικανότητα του αθλητή ως προς το άθλημα του, π.χ. ρήξη προσθίου χιαστού συνδέσμου σε αθλητή ποδοσφαίρου, αλλά και την φυσική του κατάσταση (Nagle et al., 2023). Έτσι, η ικανότητα συνέχισης ενός προγράμματος καρδιαγγειακής προπόνησης, παρόλο τον κύριο τραυματισμό, είναι καίριας σημασίας και μπορεί να επιτευχθεί μέσω της άσκησης σε υδάτινο περιβάλλον. Επιπλέον, άτομα που πρέπει να μειώσουν το φορτίο επιβάρυνσης σε μια ή περισσότερες αρθρώσεις για οποιονδήποτε λόγο θα επωφεληθούν από την άνοση του νερού, η οποία διευκολύνει την κίνηση μειώνοντας την επίδραση της βαρύτητας, προσφέροντας ασφαλές περιβάλλον άσκησης και επιταχύνοντας την αποκατάσταση [Raj et al., 2024]. Επίσης, άνθρωποι που αντιμετωπίζουν νευρολογικές βλάβες, όπως ένα παιδί με εγκεφαλική παράλυση ή ένας ημιπληγικός, παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με άλλες μορφές θεραπείας, καθώς το νερό και οι φυσικές ιδιότητες που αυτό διαθέτει είναι ιδιαίτερα ευεργετικές σε αυτόν τον τύπο των τραυματισμών, λόγω αύξησης των αισθητηριακών πληροφοριών που δέχονται στιγμιαία (El-Gohary et al., 2021). Σε γενικές γραμμές, για να είναι ένα πρόγραμμα αποκατάστασης στο νερό αποτελεσματικό, είναι σημαντικό το περιστατικό που θα εκτελέσει το πρόγραμμα, να παρουσιάζει ενδοτικότητα στις φυσικές ιδιότητες του νερού. Με άλλα λόγια, τα προγράμματα υδροθεραπείας, είναι ανεκτά καλύτερα σε άτομα τα οποία θα δεχθούν οφέλη από τις φυσικές ιδιότητες του νερού και άτομα που λόγω των φυσικών ιδιοτήτων θα παρουσιάσουν αύξηση στην λειτουργικότητά τους. Για παράδειγμα, ίσως ένα από τα πιο αξιόπαινα παραδείγματα χρήσης του νερού και των ιδιοτήτων του, είναι το οίδημα. Άνθρωποι που ταλαιπωρούνται με οιδήματα λόγω κάποιου τραυματισμού ή άτομα που παρουσιάζουν λεμφοίδημα είτε λόγω

κακής αιματικής επιστροφής ή λόγω κάποιου χειρουργείου, μέσω των φυσικών ιδιοτήτων του νερού και συγκεκριμένα της υδροστατικής πίεσης που προσφέρει το νερό, εμφανίζουν ορατά αποτελέσματα αποιδηματικής δράσης και αύξηση στα μέρη του σώματος που είναι επηρεασμένα και η κίνηση παρουσιάζοταν περιορισμένη ακόμη και μόνο με την εμβύθιση τους (Thomas et al., 2020).

2.2. Η ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΤΗΝ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ

2.2.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η γνωστική λειτουργία αναφέρεται στο σύνολο των νοητικών διεργασιών που επιτρέπουν στους ανθρώπους να αποκτούν, να επεξεργάζονται, να αποθηκεύουν και να χρησιμοποιούν πληροφορίες (Guo et al., 2024). Αφορά σε μια σειρά συγκεκριμένων διεργασιών με τις οποίες το άτομο είναι σε θέση να κατανοήσει το περιβάλλον του, να μάθει μέσω των εμπειριών του, να είναι ικανό στην επίλυση προβλημάτων καθώς και να προσαρμόζεται σε νέες καταστάσεις με βάση τις πληροφορίες που ήδη έχει αποκτήσει στο παρελθόν ή με βάση την αισθητηριακή πληροφόρηση που δέχεται από το περιβάλλον και τον ίδιο, εκείνη τη στιγμή (Kang et al., 2020). Συγκεκριμένα, η γνωστική ικανότητα αποτελείται από μία σειρά ικανοτήτων, όπως η αντίληψη, δηλαδή η ικανότητα λήψης και επεξεργασίας αισθητηριακών πληροφοριών, η προσοχή, η ικανότητα συγκέντρωσης και εστίασης σε συγκεκριμένα ερεθίσματα, καθώς και η μνήμη, δηλαδή η αποθήκευση και ανάκληση πληροφοριών είτε κάποιου μακρινού ερεθίσματος (μακροπρόθεσμη μνήμη) είτε κάποιου κοντινού και τωρινού ερεθίσματος (βραχυπρόθεσμη μνήμη). Επιπλέον, περιλαμβάνει τις ικανότητες της συλλογιστικής και της λήψης αποφάσεων, που σχετίζονται με την ανάλυση πληροφοριών και την επίλυση προβλημάτων, καθώς και τη δυνατότητα σχεδιασμού κινητικών και λεκτικών προτύπων, την οργάνωση της σκέψης και τον έλεγχο της συμπεριφοράς (Cotman & Berchtold, 2002). Οι γνωστικές λειτουργίες αναπτύσσονται και εξελίσσονται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής, ενώ η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας τους είναι καίριας σημασίας για την αναγνώριση και την αντιμετώπιση πολλών παθήσεων που σχετίζονται με γνωστικές διαταραχές, όπως η άνοια και οι μαθησιακές δυσκολίες (Peng et al., 2022). Παράλληλα, καθώς η εξέλιξη των γνωστικών ικανοτήτων ενός ατόμου βρίσκεται σε στενή σχέση με την πορεία της ζωής, παράγοντες όπως η ηλικία, η εκπαίδευση, οι εμπειρίες και η γενικότερη υγεία και ευεξία του ατόμου επηρεάζουν την απόδοση των γνωστικών λειτουργιών (Islam et al., 2021). Για παράδειγμα, η γήρανση μπορεί να επιφέρει

αλλαγές στη μνήμη και στην ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών. Έτσι φαίνεται να υποβαθμίζεται η λειτουργία του εγκεφάλου και να φθίνει η ικανότητα σωστής και έγκαιρης ανταπόκρισης από τις περιοχές που ελέγχουν τις γνωστικές λειτουργίες (Erickson et al., 2010· Sato et al., 2014· Fernández-Rodríguez et al., 2021).

2.2.2. ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΝΕΥΡΟΓΝΩΣΤΙΚΗ ΥΓΕΙΑ

Καθώς ο ανθρώπινος οργανισμός αρχίζει την φυσιολογική λόγω χρόνου φθορά του, οι άνθρωποι βιώνουν βιοχημικές, δομικές και λειτουργικές αλλαγές, όπως απώλεια όγκου του εγκεφάλου, συναπτικό εκφυλισμό, μειωμένη ροή αίματος προς τον εγκέφαλο, προγραμματισμένο κυτταρικό θάνατο και αλλαγές στην δομή και λειτουργία του ιπποκάμπου (Clouston et al,2013, Doo-Wang Kang et al,2020) , με αποτέλεσμα τη μειωμένη απόδοση της γνωστικής ικανότητας. Υποβαθμίζονται ως εκ τούτου οι γνωστικές λειτουργίες όπως αυτή της μνήμης (Hogan,2005) και ο οργανισμός παρουσιάζεται επιρρεπής σε νευρολογικές παθήσεις, άνοια και τρομώδης διαταραχή και άλλες γνωστικές διαταραχές. Μάλιστα σε συνέχεια των ερευνών αυτών, παρουσιάζεται ότι κατά την διάρκεια της φυσικής γήρανσης του ανθρώπου, συχνές είναι οι επιπτώσεις σε μορφολογικό και νευρολογικό επίπεδο λόγω αύξησης της ηλικίας. Οι βλάβες αυτές τείνουν να έχουν αρνητικό αντίκτυπο σε δραστηριότητες καθημερινής ζωής σε ηλικιωμένους ενήλικες. Συγκεκριμένα, η γνωστική λειτουργία και ικανότητα παρουσιάζεται μειωμένη και υποβαθμισμένη με το πέρασ του χρόνου (Marianna S.Hafele et al,2022).

Η γνωστική λειτουργία και η φυσική δραστηριότητα εμφανίζονται ως δύο αλληλένδετες έννοιες καθώς η μια εξαρτάται από την άλλη. Μάλιστα η φυσική δραστηριότητα σε οποιαδήποτε από τις εκατοντάδες μορφές που φέρει, είναι στενά συνδεδεμένη με την δυνατότητα του εγκεφάλου και των δομών του να υποστηρίζουν τις γνωστικές ικανότητες. Η φυσική δραστηριότητα έχει αναγνωριστεί ως ένας από τους σημαντικότερους τροποποιήσιμους παράγοντες που συμβάλλουν στη διατήρηση και βελτίωση της γνωστικής υγείας. Η άσκηση αυξάνει την αιμάτωση του εγκεφάλου, ενισχύει τη νευρογένεση στον ιππόκαμπο και προάγει τη σύνθεση νευροτροφικών παραγόντων, όπως ο BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor), που σχετίζεται με τη μάθηση και τη μνήμη. Επιπλέον, η τακτική φυσική δραστηριότητα μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης νευροεκφυλιστικών διαταραχών, όπως η άνοια και η νόσος Alzheimer, ενώ σχετίζεται με καλύτερη εκτελεστική λειτουργία και επεξεργασία πληροφοριών σε όλες τις ηλικίες.

Παράλληλα, λειτουργεί προστατευτικά έναντι παραγόντων που επηρεάζουν αρνητικά την εγκεφαλική λειτουργία, όπως η καθιστική ζωή, η παχυσαρκία και η υπέρταση. Πληθώρα ερευνών αποκαλύπτουν το γεγονός ότι η σωματική δραστηριότητα επηρεάζει θετικά την λειτουργία του εγκεφάλου και την διανοητική κατάσταση. Πολλοί γιατροί και ερευνητές του ιατρικού κλάδου αποκαλύπτουν ότι το μυστικό για υγεία και ευεξία είναι αυτό της τακτικής άσκησης. Όμως γιατί αναφέρονται στην φυσική δραστηριότητα; Η άσκηση, αυτή καθ' αυτή, μπορεί να βελτιώσει ή να διατηρήσει την εγκεφαλική λειτουργία με αποτέλεσμα η απόπτωση της να παρουσιάζεται μειωμένη. Αποδεδειγμένα λοιπόν, η φυσική δραστηριότητα είναι το καταλληλότερο εργαλείο για την βελτίωση της γνωστικής ικανότητας και της υγείας του εγκεφάλου. Η άσκηση και ειδικότερα η αερόβια άσκηση(τρέξιμο, ποδηλασία, κολύμβηση, περπάτημα) είναι ικανή σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες να βελτιώσει την γνωστική ικανότητα και συγκεκριμένα την ικανότητα ανακάλεσης της μνήμης (Kirk I.Erickson et al,2010).

Σε επίπεδο συμπεριφορικών δεικτών, οι συστηματικές ανασκοπήσεις δείχνουν βελτιώσεις στη μνήμη, στην ταχύτητα επεξεργασίας και κυρίως στην εκτελεστική λειτουργία ύστερα από προγράμματα αερόβιας ή/και αντιστασιακής άσκησης, με τα οφέλη να είναι εμφανέστερα σε μεγαλύτερες ηλικίες ή σε πληθυσμούς με αυξημένο κίνδυνο έκπτωσης (π.χ. ήπια γνωστική διαταραχή), αν και ο βαθμός επίδρασης ποικίλλει ανάλογα με το πρωτόκολλο (τύπος/ένταση/διάρκεια) και τα χαρακτηριστικά του δείγματος (υγεία, φυσική κατάσταση) (Ferrer-Uris et al., 2022· Dhahbi et al., 2025). Επιπλέον, τυχαιοποιημένες μελέτες και μετα-ανалύσεις σε υγιείς μεγαλύτερους ενήλικες δείχνουν ότι η αερόβια άσκηση διάρκειας τουλάχιστον μερικών εβδομάδων–μηνών μπορεί να συνδεθεί με αυξήσεις του όγκου ιππόκαμπου ή/και με καλύτερους δείκτες καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, οι οποίοι σχετίζονται με γνωστικές βελτιώσεις (Balbim et al., 2023). Παράλληλα, δεδομένα ενός έτους αερόβιας προπόνησης σε μεσήλικες/ηλικιωμένους καταδεικνύουν αύξηση της εγκεφαλικής αιματικής ροής (CBF) και μείωση της αρτηριακής δυσκαμψίας, παράγοντες που συνδέονται με εκτελεστική λειτουργία (Tomoto et al., 2022· Tomoto et al., 2024).

Πέραν των θετικών επιδράσεων που αναδεικνύονται σε ηλικιωμένους ή κλινικούς πληθυσμούς, η φυσική δραστηριότητα διαδραματίζει εξίσου σημαντικό ρόλο και σε υγιείς ενήλικες, συμβάλλοντας στη βέλτιστη εγκεφαλική λειτουργία και στη διατήρηση της νοητικής ευεξίας. Έρευνες έχουν δείξει ότι ακόμη και βραχυπρόθεσμα προγράμματα άσκησης μπορούν να ενισχύσουν δείκτες προσοχής, μνήμης και εκτελεστικής λειτουργίας

σε νέους, υγιείς πληθυσμούς (Kang et al., 2020). Παράλληλα, οι Erickson et al. (2010) τεκμηριώνουν ότι η αερόβια άσκηση μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του όγκου του υποκάμπου, ακόμη και σε νεαρά άτομα, γεγονός που συνδέεται με καλύτερη ικανότητα μάθησης και μνήμης. Πρόσφατα δεδομένα επιβεβαιώνουν ότι η τακτική φυσική δραστηριότητα βελτιώνει την εγκεφαλική αιματική ροή, ενισχύει την παραγωγή νευροτροφικών παραγόντων και μειώνει την κόπωση, στοιχεία που ευνοούν τη διατήρηση υψηλού επιπέδου γνωστικής απόδοσης και ψυχολογικής ευεξίας σε υγιείς πληθυσμούς (Balbim et al., 2023· Tomoto et al., 2022). Συνεπώς, η φυσική δραστηριότητα, πέρα από προληπτική παρέμβαση κατά της γνωστικής έκπτωσης, λειτουργεί και ως μέσο ενίσχυσης της γνωστικής λειτουργίας και της ποιότητας ζωής σε άτομα χωρίς παθολογικά προβλήματα, κάτι που ενισχύει την αναγκαιότητα μελετών όπως η παρούσα σε δείγμα υγιών ενηλίκων.

2.2.3. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΕΓΚΕΦΑΛΟ

Οι θετικές επιδράσεις της άσκησης στον εγκέφαλο ερμηνεύονται μέσα από ένα σύνολο πολύπλοκων φυσιολογικών μηχανισμών που αφορούν νευροτροφικούς, αγγειακούς, ορμονικούς και μεταβολικούς παράγοντες. Καταρχάς, η άσκηση αυξάνει τα επίπεδα νευροτροφικών παραγόντων, με σημαντικότερο τον BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor), ο οποίος ενισχύει τη συναπτική πλαστικότητα, προάγει τη νευρογένεση στον υποκάμπο και συμβάλλει στη βελτίωση της μνήμης και της μάθησης. Οξείες συνεδρίες αερόβιας άσκησης έχουν αποδειχθεί ότι αυξάνουν βραχυπρόθεσμα τα επίπεδα BDNF, ενώ μακροχρόνια προγράμματα υψηλότερης έντασης φαίνεται να προσφέρουν μεγαλύτερα οφέλη στη γνωστική λειτουργία (Fernández-Rodríguez et al., 2021· Liang et al., 2023). Παράλληλα, άλλοι νευροτροφικοί παράγοντες, όπως ο IGF-1 και ο VEGF, συμμετέχουν στη νευρογένεση και την αγγειογένεση, διευκολύνοντας τη δημιουργία νέων συνάψεων και την προστασία των νευρικών κυττάρων (Ferrer-Uris et al., 2022· Song et al., 2023).

Η άσκηση συμβάλλει επίσης στη βελτίωση της εγκεφαλικής αιματικής ροής και της αγγειακής αντιδραστικότητας. Μελέτες διάρκειας ενός έτους σε μεγαλύτερους ενήλικες έχουν δείξει ότι η αερόβια άσκηση αυξάνει σημαντικά την εγκεφαλική αιμάτωση και μειώνει την αρτηριακή δυσκαμψία, γεγονός που οδηγεί σε καλύτερη οξυγόνωση και βελτιωμένη εκτελεστική λειτουργία (Tomoto et al., 2022· Tomoto et al., 2024).

Επιπλέον, η συστηματική άσκηση έχει ισχυρές αντιφλεγμονώδεις δράσεις. Η μείωση προφλεγμονωδών δεικτών και η ρύθμιση ανοσολογικών μονοπατιών, όπως η καταστολή της

οδού NLRP3, συμβάλλουν στην προστασία των νευρωνικών κυκλωμάτων και μειώνουν τον κίνδυνο νευροεκφυλιστικών διεργασιών (Liu et al., 2023). Παράλληλα, σημαντικό ρόλο παίζουν οι μυοκίνες και τα μεταβολικά σήματα που εκκρίνονται κατά την άσκηση. Η ιρισίνη, που προέρχεται από την πρωτεΐνη FNDC5, έχει συνδεθεί με την προαγωγή της νευρογένεσης και την αντιφλεγμονώδη δράση, ενώ θεωρείται κρίσιμος ρυθμιστής της γνωστικής λειτουργίας (Islam et al., 2021 · Guo et al., 2024).

Τέλος, οι παραπάνω βιολογικές προσαρμογές συνοδεύονται από μορφολογικές αλλαγές στον εγκέφαλο, όπως η συντήρηση ή και η αύξηση του όγκου του ιππόκαμπου, οι οποίες έχουν συσχετιστεί με τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης και της γνωστικής απόδοσης (Balbim et al., 2023). Συνολικά, η άσκηση επιδρά στον εγκέφαλο μέσω μιας αλληλεπίδρασης τροφικών, αγγειακών, ανοσολογικών και μεταβολικών μηχανισμών, οι οποίοι δρουν συνεργιστικά για να ενισχύσουν τη νευροπλαστικότητα, να βελτιώσουν τη γνωστική λειτουργία και να προστατεύσουν από τη γνωστική έκπτωση.

2.3. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΣΤΗΝ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

2.3.1. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΜΕΛΕΤΕΣ ΣΕ ΥΓΙΕΙΣ ΕΝΗΛΙΚΕΣ

Η μελέτη της άσκησης στο νερό ως μέσο βελτίωσης της εγκεφαλικής λειτουργίας έχει αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, με δεδομένα να δείχνουν ότι η εμβύθιση σε υδάτινο περιβάλλον προκαλεί άμεσα φυσιολογικές προσαρμογές που ενισχύουν τη γνωστική απόδοση. Σύμφωνα με μελέτες, η αυξημένη αιματική ροή που επιτυγχάνεται κατά την εμβύθιση στο νερό συμβάλλει στη βελτίωση της οξυγόνωσης του εγκεφάλου και στην ενίσχυση της νευρογένεσης και της συναπτικής πλαστικότητας (Christopher et al., 2015). Η διαδικασία αυτή συνοδεύεται από την απελευθέρωση νευροτροφικών παραγόντων, όπως ο BDNF και ο IGF-1, οι οποίοι σχετίζονται με καλύτερη μνήμη, μάθηση και γνωστική ευελιξία (Kang et al., 2020 · Kim & Kim, 2018). Παράλληλα, πρόσφατες τυχαιοποιημένες μελέτες έχουν δείξει ότι ακόμη και βραχυπρόθεσμες παρεμβάσεις άσκησης στο νερό οδηγούν σε βελτίωση της ταχύτητας επεξεργασίας και της προσοχής σε υγιείς ενήλικες, γεγονός που καταδεικνύει την άμεση αποτελεσματικότητα του υδάτινου περιβάλλοντος στη γνωστική λειτουργία (Melo et al., 2023).

Πέραν των άμεσων επιδράσεων στην εγκεφαλική αιμάτωση και στη νευροχημική δραστηριότητα, η άσκηση στο νερό έχει συσχετιστεί με διαχρονικές βελτιώσεις στη γνωστική λειτουργία υγιών ενηλίκων. Ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι η τακτική συμμετοχή σε προγράμματα αερόβιας άσκησης, όπως η κολύμβηση, μπορεί να αυξήσει τον όγκο του ιππόκαμπου και να βελτιώσει την απόδοση σε τεστ μνήμης και μάθησης (Erickson et al., 2010· Sato et al., 2014). Επιπλέον, οι Balbim et al. (2023) έδειξαν ότι ακόμη και μερικές εβδομάδες προπόνησης αρκούν για να παρατηρηθούν θετικές προσαρμογές στην καρδιοαναπνευστική ικανότητα και στους γνωστικούς δείκτες, ενώ οι Tomoto et al. (2022) κατέγραψαν αύξηση της εγκεφαλικής αιματικής ροής και βελτίωση της εκτελεστικής λειτουργίας μετά από μακροχρόνια προγράμματα άσκησης. Τα στοιχεία αυτά ενισχύουν την άποψη ότι το υδάτινο περιβάλλον, χάρη στις μοναδικές του φυσικές ιδιότητες, μπορεί να προσφέρει πρόσθετα οφέλη σε σχέση με την άσκηση στη στεριά, λειτουργώντας ως αποτελεσματικό μέσο ενίσχυσης της γνωστικής υγείας και της ψυχολογικής ευεξίας ακόμη και σε άτομα χωρίς παθολογικά προβλήματα.

2.3.2. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΕ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗ ΞΗΡΑ

Η άσκηση στο νερό φαίνεται να έχει παρόμοια ή και μεγαλύτερα οφέλη στη γνωστική λειτουργία συγκριτικά με την άσκηση στη στεριά. Το νερό, μέσω της άνωσης και της υδροστατικής πίεσης, επιτρέπει την ασφαλή εκτέλεση κινήσεων, μειώνοντας την επιβάρυνση των αρθρώσεων και διευκολύνοντας τη συμμετοχή ατόμων που δεν θα μπορούσαν να αθληθούν αποτελεσματικά στη στεριά. Η ιδιαίτερη συμβολή του υδάτινου περιβάλλοντος αφορά την ενίσχυση της αισθητηριακής διέγερσης (ιδιοδεκτικής και αιθουσαίας), η οποία φαίνεται να ενδυναμώνει νευρωνικά κυκλώματα που σχετίζονται με την ισορροπία και τη γνωστική ευελιξία (Slouma et al., 2024). Σε πειραματικά πρωτόκολλα έχει παρατηρηθεί ότι ενώ η αερόβια άσκηση στην ξηρά αυξάνει τα επίπεδα BDNF, η άσκηση στο νερό οδηγεί σε παράλληλη αύξηση και άλλων παραγόντων, όπως η ιρισίνη και ο VEGF, γεγονός που πιθανόν εξηγεί τις πρόσθετες νευροπροστατευτικές επιδράσεις (Guo et al., 2024· Doo-Wang Kang et al., 2020).

Επιπλέον, συγκριτικές μελέτες καταδεικνύουν ότι η άσκηση στο νερό προσφέρει οφέλη που ξεπερνούν σε ορισμένες περιπτώσεις εκείνα της άσκησης στη στεριά. Για παράδειγμα, οι Erickson et al. (2010) και Sato et al. (2014) έδειξαν ότι η αερόβια άσκηση στη στεριά μπορεί να αυξήσει τον όγκο του ιππόκαμπου και να βελτιώσει τη μνήμη, ωστόσο

τα αντίστοιχα πρωτόκολλα στο νερό φαίνεται να συνδυάζουν αυτές τις επιδράσεις με επιπρόσθετη αισθητηριακή διέγερση, οδηγώντας σε πιο ολοκληρωμένες νευροπροσαρμογές. Πρόσφατες ανασκοπήσεις αναφέρουν ότι η υδροστατική πίεση και η θερμοκρασία του νερού μπορούν να ενισχύσουν την αιματική ροή προς τον εγκέφαλο περισσότερο σε σχέση με την άσκηση στην ξηρά, γεγονός που συνδέεται με βελτιώσεις στην εκτελεστική λειτουργία και στην ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών (Balbim et al., 2023· Tomoto et al., 2022). Επιπλέον, δεδομένα από μελέτες σε υγιείς ενήλικες υποδεικνύουν ότι τα υδάτινα προγράμματα οδηγούν σε υψηλότερη παραγωγή νευροτροφικών παραγόντων, όπως ο BDNF και ο IGF-1, σε συνδυασμό με την αύξηση της ιρισίνης, συγκριτικά με την άσκηση στη στεριά, προσφέροντας μια πιο ισχυρή νευροπροστατευτική βάση (Kang et al., 2020· Guo et al., 2024). Συνεπώς, ενώ η άσκηση στη στεριά παραμένει αποτελεσματική, η άσκηση στο νερό φαίνεται να προσφέρει ένα πλεονέκτημα, συνδυάζοντας φυσιολογικά, αισθητηριακά και νευροχημικά ερεθίσματα που μεγιστοποιούν τα γνωστικά οφέλη (Erickson et al., 2010 & Sato et al., 2014).

2.3.3. ΟΦΕΛΗ ΣΕ ΗΛΙΚΙΩΜΕΝΟΥΣ ΥΓΙΕΙΣ ΕΝΗΛΙΚΕΣ

Με αφορμή τον αυξανόμενο επιπολασμό των εκφυλιστικών ασθενειών του εγκεφάλου στους ηλικιωμένους, η έρευνα έχει στραφεί στη διερεύνηση παρεμβάσεων που προάγουν τη γνωστική υγεία σε αυτή την ηλικιακή ομάδα. Μελέτες δείχνουν ότι η συστηματική άσκηση στο νερό μπορεί να επιβραδύνει τη φυσιολογική συρρίκνωση του ιππόκαμπου, η οποία σε συνθήκες γήρανσης υπολογίζεται περίπου στο 1–2% ετησίως (Erickson et al., 2010). Συγκεκριμένα, τόσο η αερόβια άσκηση στη στεριά όσο και η άσκηση στο νερό έχουν αποδειχθεί ικανές να αυξήσουν τον όγκο του ιππόκαμπου και να βελτιώσουν τη μνήμη και την εκτελεστική λειτουργία, με την άσκηση στο νερό να προσφέρει επιπλέον πλεονεκτήματα λόγω των φυσικών ιδιοτήτων του περιβάλλοντος (Sato et al., 2014). Η βελτίωση της αιματικής ροής, σε συνδυασμό με την αύξηση νευροτροφικών παραγόντων, καθιστούν την υδροθεραπεία έναν πολλά υποσχόμενο μηχανισμό πρόληψης γνωστικής έκπτωσης και καθυστέρησης εμφάνισης ήπιας γνωστικής διαταραχής (Guo et al., 2024· Doo-Wang Kang et al., 2020).

Πέραν των δομικών αλλαγών στον ιππόκαμπο, μελέτες καταδεικνύουν ότι η άσκηση στο νερό σε ηλικιωμένους συμβάλλει σημαντικά και στη βελτίωση της εγκεφαλικής αιματικής ροής και της αγγειακής υγείας, μειώνοντας παράλληλα τον κίνδυνο αγγειακών

παραγόντων που συνδέονται με γνωστική έκπτωση. Οι Tomoto et al. (2022) έδειξαν ότι μακροχρόνια προγράμματα άσκησης σχετίζονται με αύξηση της εγκεφαλικής αιμάτωσης και βελτίωση της εκτελεστικής λειτουργίας, ενώ οι Balbim et al. (2023) τόνισαν ότι ακόμη και βραχυπρόθεσμες παρεμβάσεις μπορούν να επιφέρουν βελτιώσεις στη μνήμη και στην ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών σε μεγαλύτερους ενήλικες. Παράλληλα, δεδομένα υποστηρίζουν ότι η άσκηση στο νερό, λόγω των ιδιοτήτων της άνωσης και της υδροστατικής πίεσης, μειώνει το σωματικό φορτίο και διευκολύνει τη συμμετοχή ακόμη και ατόμων με περιορισμένη κινητικότητα, προάγοντας με αυτόν τον τρόπο όχι μόνο τη γνωστική αλλά και την ψυχολογική ευεξία (Fernández-Rodríguez et al., 2021).

2.3.4. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΨΥΧΙΚΗ ΥΓΕΙΑ

Η συμβολή της άσκησης στο νερό δεν περιορίζεται μόνο στις γνωστικές λειτουργίες, αλλά επεκτείνεται και στην ψυχική υγεία. Η εμπύθιση σε υδάτινο περιβάλλον έχει συνδεθεί με μείωση των επιπέδων άγχους, βελτίωση της διάθεσης και ενίσχυση της συγκέντρωσης. Οι ψυχολογικές αυτές βελτιώσεις αποδίδονται τόσο στη χαλαρωτική επίδραση του θερμού νερού και της άνωσης όσο και στη νευροχημική δράση της άσκησης, που περιλαμβάνει αυξημένη έκκριση ενδορφινών και νευροτροφικών παραγόντων. Επιπλέον, η κοινωνική διάσταση της ομαδικής υδρογυμναστικής ενισχύει την αίσθηση ευεξίας και το κίνητρο για συνέχιση, μειώνοντας τον κίνδυνο κατάθλιψης, ιδιαίτερα στους ηλικιωμένους (Peng et al., 2022). Τα δεδομένα αυτά καθιστούν την άσκηση στο νερό μια πολυδιάστατη παρέμβαση που ενισχύει τόσο τη γνωστική όσο και την ψυχική υγεία.

Πέρα από τις άμεσες ψυχολογικές βελτιώσεις, η άσκηση στο νερό φαίνεται να επηρεάζει θετικά και βιολογικούς μηχανισμούς που σχετίζονται με την ψυχική υγεία. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι η αερόβια άσκηση, συμπεριλαμβανομένης της υδρογυμναστικής, αυξάνει τα επίπεδα του BDNF, τα οποία συνδέονται όχι μόνο με καλύτερη μνήμη αλλά και με μειωμένα συμπτώματα άγχους και κατάθλιψης (Kang et al., 2020· Kim & Kim, 2018). Επιπλέον, η βελτιωμένη αιματική ροή που προκαλείται από την εμπύθιση σε νερό θερμοκρασίας περίπου 32°C έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλει στη ρύθμιση του αυτόνομου νευρικού συστήματος, ενισχύοντας την ισορροπία μεταξύ συμπαθητικού και παρασυμπαθητικού τόνου και προάγοντας μια γενικότερη αίσθηση χαλάρωσης (Tomoto et al., 2022). Παράλληλα, προγράμματα άσκησης στο νερό έχουν συνδεθεί με μείωση των επιπέδων κορτιζόλης, βελτίωση της ποιότητας ύπνου και ενίσχυση της κοινωνικής

αλληλεπίδρασης, στοιχεία που συνολικά ενδυναμώνουν την ψυχική ευεξία σε υγιείς ενήλικες αλλά και σε πληθυσμούς με αυξημένο ψυχολογικό φορτίο (Balbim et al., 2023).

2.4. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΜΕΣΩ ΤΩΝ ΟΠΟΙΩΝ Η ΥΔΡΟΘΕΡΑΠΕΙΑ ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΤΟΝ ΕΓΚΕΦΑΛΟ

2.4.1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

Η θερμοκρασία του νερού αποτελεί κρίσιμο παράγοντα που ρυθμίζει τη φυσιολογική αντίδραση του οργανισμού κατά την άσκηση. Η εμβύθιση σε θερμοουδέτερο ή ελαφρώς θερμό περιβάλλον (32–34°C) προκαλεί αγγειοδιαστολή και αύξηση της περιφερικής και εγκεφαλικής αιμάτωσης, οδηγώντας σε βελτιωμένη οξυγόνωση και ενίσχυση της νευρωνικής δραστηριότητας. Αντίθετα, η εμβύθιση σε ψυχρό νερό ενεργοποιεί το συμπαθητικό νευρικό σύστημα, αυξάνοντας την απελευθέρωση κατεχολαμινών και προάγοντας την εγρήγορση και την ταχύτερη γνωστική επεξεργασία. Νεότερες μελέτες δείχνουν ότι η διαφοροποίηση της θερμοκρασίας του νερού μπορεί να επηρεάσει την νευροπλαστικότητα, τη διάθεση και την προσοχή, μέσω αλλαγών στην αιματική ροή και στη μεταβολική δραστηριότητα του εγκεφάλου (Stavres et al., 2022). Συμπληρωματικά, οι Tomoto et al. (2022) ανέφεραν ότι η εμβύθιση σε θερμό περιβάλλον μπορεί να αυξήσει σημαντικά την εγκεφαλική αιματική ροή και να ενισχύσει δείκτες εκτελεστικής λειτουργίας σε υγιείς ενήλικες, ενώ οι Balbim et al. (2023) κατέδειξαν ότι η θερμοκρασία του νερού αποτελεί παράγοντα-κλειδί στη βελτίωση της μνήμης και της ταχύτητας επεξεργασίας μέσω αερόβιων προγραμμάτων σε υδάτινο περιβάλλον. Επιπλέον, δεδομένα από πειραματικές μελέτες επιβεβαιώνουν ότι η παραμονή σε νερό θερμοκρασίας περίπου 32°C διευκολύνει την ενεργοποίηση νευροτροφικών παραγόντων, όπως ο BDNF, οι οποίοι σχετίζονται με την ενίσχυση της γνωστικής λειτουργίας (Kang et al., 2020· Kim & Kim, 2018).

2.4.2. ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΙΘΟΥΣΑΙΑ ΔΙΕΓΕΡΓΗ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

Το υδάτινο περιβάλλον προσφέρει ένα πλαίσιο πολυαισθητηριακής διέγερσης, όπου η άνοψη, η υδροστατική πίεση και η αντίσταση ασκούν συνεχείς μηχανικές και αισθητηριακές προσαρμογές στο σώμα. Οι συνθήκες αυτές ενεργοποιούν εντατικά την ιδιοδεκτική και αιθουσαία λειτουργία, γεγονός που ενισχύει τη νευρομυϊκή συναρμογή και οδηγεί σε καλύτερη ισορροπία, προσοχή και γνωστική ευελιξία. Η συστηματική άσκηση

στο νερό έχει φανεί ότι ενισχύει τις εκτελεστικές λειτουργίες μέσω της λειτουργικής διασύνδεσης αισθητικοκινητικών και γνωστικών περιοχών του εγκεφάλου (Melo et al., 2023). Παράλληλα, η έντονη ιδιοδεκτική διέγερση που δημιουργείται από τις αντιστάσεις και τις αλλαγές θέσης στο νερό ενισχύει τη λειτουργία του ιπποκάμπου και του προμετωπιαίου φλοιού, οι οποίοι σχετίζονται με τη μνήμη εργασίας και την προσοχή.

2.4.3. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΝ ΑΙΜΑΤΙΚΗ ΡΟΗ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΕΓΚΕΦΑΛΟ

Η εμβύθιση στο νερό έως το ύψος των ώμων προκαλεί αυξημένη φλεβική επιστροφή, μεγαλύτερο όγκο παλμού και βελτιωμένη καρδιακή παροχή. Οι προσαρμογές αυτές οδηγούν σε αυξημένη εγκεφαλική αιμάτωση και καλύτερη οξυγόνωση, που έχουν συσχετιστεί με βελτιωμένη εκτελεστική λειτουργία και γνωστική απόδοση (Christopher et al., 2015). Παράλληλα, μακροχρόνια προγράμματα άσκησης στο νερό βελτιώνουν την αγγειακή αντιδραστικότητα, μειώνουν την αρτηριακή δυσκαμψία και αυξάνουν τη βιοδιαθεσιμότητα του μονοξειδίου του αζώτου (NO), το οποίο προάγει την αγγειοδιαστολή και την ενίσχυση της εγκεφαλικής κυκλοφορίας (Tomoto et al., 2022· Tomoto et al., 2024). Μέσα από αυτούς τους μηχανισμούς, η άσκηση στο νερό συμβάλλει όχι μόνο στη διατήρηση της νευροπλαστικότητας αλλά και στην προστασία από νευροεκφυλιστικές διεργασίες.

2.5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΝΩΣΤΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ- ΝΕΥΡΟΨΥΧΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

Η γνωστική λειτουργία αποτελεί το σύνολο των ανώτερων εγκεφαλικών διεργασιών που επιτρέπουν στο άτομο να αντιλαμβάνεται, να μαθαίνει, να επεξεργάζεται πληροφορίες, να αποθηκεύει και να ανακαλεί μνήμες, καθώς και να οργανώνει και να ρυθμίζει τη συμπεριφορά του. Οι βασικές γνωστικές διεργασίες περιλαμβάνουν την προσοχή, τη συγκέντρωση, τη μνήμη, τη γλωσσική ικανότητα, την οπτικοχωρική επεξεργασία και την εκτελεστική λειτουργία, δηλαδή δεξιότητες που σχετίζονται με τον σχεδιασμό, τη λήψη αποφάσεων, τη λύση προβλημάτων και την αυτορρύθμιση (Lezak et al., 2012; Raina et al., 2023). Η αξιολόγηση της γνωστικής λειτουργίας είναι μια συστηματική και τυποποιημένη διαδικασία, η οποία στοχεύει στην αντικειμενική εκτίμηση της διανοητικής απόδοσης ενός ατόμου. Μέσω της χρήσης εξειδικευμένων εργαλείων και δοκιμασιών, η αξιολόγηση επιτρέπει την καταγραφή, ανίχνευση και παρακολούθηση πιθανών γνωστικών διαταραχών.

Αποτελεί βασικό εργαλείο τόσο στην ερευνητική προσέγγιση όσο και στην κλινική πράξη, καθώς προσφέρει πολύτιμα δεδομένα για τη διάγνωση νευρολογικών και ψυχιατρικών παθήσεων, την παρακολούθηση της πορείας τους και την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας θεραπευτικών παρεμβάσεων (Trzepacz et al., 2015; O'Sullivan & Schmitz, 2021).

Η γνωστική αξιολόγηση βρίσκει εφαρμογή σε ένα ευρύ φάσμα πληθυσμών. Πρωταρχικά, χρησιμοποιείται σε ηλικιωμένα άτομα, προκειμένου να διαπιστωθεί η παρουσία ή εξέλιξη άνοιας ή ήπιας γνωστικής διαταραχής (Harvey, 2019). Επίσης, εφαρμόζεται σε ασθενείς με νευρολογικά επεισόδια, όπως αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια ή κρανιοεγκεφαλικές κακώσεις, καθώς και σε άτομα με ψυχιατρικά νοσήματα, όπως η σχιζοφρένεια ή η κατάθλιψη. Τα τελευταία χρόνια, αυξάνεται η χρήση της αξιολόγησης και σε υγιείς πληθυσμούς, στο πλαίσιο ερευνών που εξετάζουν την επίδραση διαφόρων παραγόντων – όπως η σωματική άσκηση, η διατροφή ή η φαρμακευτική αγωγή – στη γνωστική λειτουργία (Raina et al., 2023). Οι μέθοδοι αξιολόγησης της γνωστικής λειτουργίας διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τις απεικονιστικές τεχνικές και τις νευροψυχολογικές δοκιμασίες. Οι απεικονιστικές μέθοδοι, όπως η λειτουργική μαγνητική τομογραφία (fMRI), η αξονική τομογραφία (CT) και η μαγνητική τομογραφία (MRI), επιτρέπουν την αναγνώριση οργανικών ή λειτουργικών μεταβολών του εγκεφάλου. Ειδικότερα, η fMRI μπορεί να καταγράψει τη νευρωνική δραστηριότητα κατά την εκτέλεση γνωστικών εργασιών, ενώ η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET) χρησιμοποιείται κυρίως στην έρευνα για την άνοια, αποκαλύπτοντας μεταβολικές διεργασίες στον εγκέφαλο (O'Sullivan & Schmitz, 2021). Στην πράξη, η αξιολόγηση της γνωστικής λειτουργίας βασίζεται κυρίως σε νευροψυχολογικές δοκιμασίες, οι οποίες αξιολογούν την απόδοση του ατόμου σε συγκεκριμένες γνωστικές εργασίες. Τα τεστ αυτά είναι τυποποιημένα, έχουν σταθμιστεί σε πληθυσμούς με βάση δημογραφικούς παράγοντες και είναι κατάλληλα τόσο για κλινική όσο και για ερευνητική χρήση (Harvey, 2019). Ενδεικτικά, το Mini Mental State Examination (MMSE) αποτελεί ένα ευρέως διαδεδομένο εργαλείο γενικής γνωστικής εκτίμησης, χρήσιμο για την ανίχνευση πρώιμων σταδίων άνοιας. Το Trail Making Test (TMT), με τα υπομέρη Α και Β, αξιολογεί την ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών, την οπτικοκινητική ικανότητα και την εκτελεστική λειτουργία. Επιπλέον, τεστ όπως το Montreal Cognitive Assessment (MoCA), το Clock Drawing Test, το Stroop Test, το Digit Span και το Boston Naming Test χρησιμοποιούνται ευρέως ανάλογα με τις ανάγκες και τα χαρακτηριστικά του υπό μελέτη πληθυσμού (Lezak et al., 2012).

Η αξιολόγηση της γνωστικής λειτουργίας αποτελεί έναν κρίσιμο πυλώνα στη μελέτη της σχέσης μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και νευροψυχολογικής υγείας. Ένα από τα πιο διαδεδομένα εργαλεία είναι το Mini Mental State Examination (MMSE), το οποίο χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της γενικής γνωστικής κατάστασης και ιδιαίτερα για την ανίχνευση άνοιας και ήπιων γνωστικών διαταραχών. Το MMSE αξιολογεί βασικές γνωστικές περιοχές όπως τον προσανατολισμό, την προσοχή, τη μνήμη, τη γλώσσα και τις οπτικοχωρικές δεξιότητες, μέσα από μια δομημένη μορφή 30 ερωτήσεων, με συνολική βαθμολογία από 0 έως 30. Οι βαθμολογίες κάτω του 24 συχνά υποδεικνύουν γνωστική δυσλειτουργία, αν και αυτό εξαρτάται από παράγοντες όπως η ηλικία και το μορφωτικό επίπεδο (Tombaugh & McIntyre, 1992). Το τεστ είναι ευρέως αποδεκτό λόγω της ευκολίας χρήσης του, της ταχύτητας εκτέλεσης (~10 λεπτά), αλλά έχει επικριθεί για τη μειωμένη του ευαισθησία σε ήπιες μορφές γνωστικής έκπτωσης, ειδικά σε άτομα με υψηλό μορφωτικό υπόβαθρο (Nasreddine et al., 2005). Ένα άλλο βασικό εργαλείο είναι το Trail Making Test (TMT), το οποίο αποτελείται από δύο μέρη: το TMT-A, που αξιολογεί την οπτικοκινητική ταχύτητα, και το TMT-B, που αξιολογεί την εκτελεστική λειτουργία και τη γνωστική ευελιξία μέσω της εναλλαγής μεταξύ αριθμών και γραμμάτων. Η κύρια μεταβλητή που μετράται είναι ο χρόνος ολοκλήρωσης, με τυχόν λάθη να προσμετρώνται στον τελικό χρόνο. Σύμφωνα με τον Bowie και Harvey (2006), το TMT-B είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στην εκτελεστική δυσλειτουργία και έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθυσμούς με νευροεκφυλιστικές παθήσεις, ψυχιατρικές διαταραχές και σε υγιή άτομα, σε ερευνητικά πρωτόκολλα γνωστικής εκπαίδευσης ή σωματικής άσκησης. Η αξιοπιστία του TMT, σύμφωνα με μελέτες, κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα (inter-rater reliability >0.80), ενώ παρουσιάζει καλή εγκυρότητα σε σχέση με άλλες γνωστικές δοκιμασίες (Sanchez-Cubillo et al., 2009). Επιπλέον, σε ερευνητικά πρωτόκολλα σχετιζόμενα με την επίδραση της άσκησης, χρησιμοποιείται συχνά το Montreal Cognitive Assessment (MoCA). Το MoCA σχεδιάστηκε ώστε να είναι πιο ευαίσθητο από το MMSE στην ανίχνευση της ήπιας γνωστικής διαταραχής, καθώς αξιολογεί ευρύτερο φάσμα γνωστικών λειτουργιών, περιλαμβάνοντας εκτελεστική λειτουργία, αφαιρετική σκέψη, γλώσσα, μνήμη, προσοχή και οπτικοχωρικές ικανότητες (Nasreddine et al., 2005). Το τεστ αυτό έχει αξιολογηθεί ως πιο ακριβές σε πληθυσμούς με πρώιμες διαταραχές, με ευαισθησία που φτάνει το 90% και ειδικότητα 87% σε σχέση με τα πρότυπα διάγνωσης του DSM-IV (Luis et al., 2009). Πέρα από τα γνωστικά τεστ, υπάρχουν και απεικονιστικές μέθοδοι που αξιοποιούνται για την αξιολόγηση της εγκεφαλικής λειτουργίας. Η λειτουργική μαγνητική τομογραφία (fMRI) επιτρέπει την αποτύπωση της ενεργοποίησης περιοχών του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια εκτέλεσης

γνωστικών δοκιμασιών, συμβάλλοντας στη χαρτογράφηση της σχέσης μεταξύ άσκησης και νευρωνικής δραστηριότητας. Αντίστοιχα, η αξονική (CT) και μαγνητική τομογραφία (MRI) χρησιμοποιούνται για δομικές απεικονίσεις και αποκλεισμό οργανικών αιτιών γνωστικής έκπτωσης. Η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET) επιτρέπει την απεικόνιση του μεταβολισμού της γλυκόζης ή της εναπόθεσης αμυλοειδών, ιδιαίτερα χρήσιμη στη διάγνωση νευροεκφυλιστικών διαταραχών (Mosconi et al., 2008).

Στο πλαίσιο της υδροθεραπείας και της φυσικής δραστηριότητας, τα τεστ αυτά – ιδιαίτερα το MMSE και το TMT – χρησιμοποιούνται συχνά σε μελέτες που αξιολογούν την επίδραση της άσκησης στη γνωστική λειτουργία. Σε πρόσφατη μελέτη από το Πανεπιστήμιο Mahidol στην Ταϊλάνδη, ένα πρόγραμμα υδρογυμναστικής διάρκειας 12 εβδομάδων σε ηλικιωμένους με ήπια γνωστική διαταραχή έδειξε σημαντικές βελτιώσεις τόσο στη βαθμολογία του MoCA όσο και στους χρόνους του TMT (Siriphorn & Chamonchant, 2020). Συνοψίζοντας, κάθε εργαλείο αξιολόγησης έχει τη δική του συνεισφορά και περιορισμούς. Το MMSE είναι αξιόπιστο για γενική εκτίμηση, το TMT για εκτελεστικές λειτουργίες και προσοχή, ενώ το MoCA προσφέρει υψηλή ευαισθησία στην πρώιμη γνωστική δυσλειτουργία. Τα απεικονιστικά μέσα, αν και πιο απαιτητικά σε πόρους, προσφέρουν αντικειμενικά δεδομένα που μπορούν να ενισχύσουν τα ευρήματα των νευροψυχολογικών δοκιμασιών.

Η επιλογή των εργαλείων αξιολόγησης της γνωστικής λειτουργίας στην παρούσα μελέτη βασίστηκε τόσο σε ερευνητικά κριτήρια εγκυρότητας και αξιοπιστίας όσο και στη συνάφειά τους με τις επιδιώξεις του πειραματικού σχεδιασμού. Σκοπός της έρευνας είναι να καταγραφεί η γνωστική αλλαγή σε υγιή ενήλικα πληθυσμό μετά από πρόγραμμα υδροθεραπείας, και συγκεκριμένα να διερευνηθεί εάν και πώς επηρεάζεται η γενική γνωστική κατάσταση και η εκτελεστική λειτουργία, που περιλαμβάνει πτυχές όπως η προσοχή, η ταχύτητα επεξεργασίας και η γνωστική ευελιξία.

Το Mini Mental State Examination (MMSE) επιλέχθηκε ως εργαλείο αρχικής και τελικής εκτίμησης, καθώς προσφέρει μια ολοκληρωμένη και σύντομη αποτύπωση της γενικής γνωστικής λειτουργίας σε τομείς όπως ο προσανατολισμός, η προσοχή, η μνήμη, η γλώσσα και οι οπτικοχωρικές ικανότητες. Παράλληλα, η προσθήκη του Trail Making Test (TMT), μέρη Α και Β, επιτρέπει τη στοχευμένη αξιολόγηση των εκτελεστικών λειτουργιών – δεξιοτήτων που έχουν αποδειχθεί ευαίσθητες σε μεταβολές μετά από παρέμβαση με φυσική δραστηριότητα. Το TMT-A αξιολογεί την ταχύτητα επεξεργασίας και την προσοχή, ενώ το

TMT-B εστιάζει στη γνωστική ευελιξία, δηλαδή στην ικανότητα του εγκεφάλου να εναλλάσσει μεταξύ δύο γνωστικών απαιτήσεων, κάτι ιδιαίτερα χρήσιμο στην καθημερινή λειτουργικότητα (Bowie & Harvey, 2006). Η επιλογή του TMT είναι εύλογη, καθώς το τεστ αυτό χρησιμοποιείται συχνά σε μελέτες που διερευνούν την επίδραση της άσκησης, περιλαμβανομένης της υδροθεραπείας, στη γνωστική υγεία τόσο ηλικιωμένων όσο και νεαρών ενηλίκων (Sanchez-Cubillo et al., 2009; Siriphorn & Chamonchant, 2020). Επιπλέον, τόσο το MMSE όσο και το TMT παρουσιάζουν χαμηλό κόστος, απαιτούν ελάχιστο εξοπλισμό και επιτρέπουν την αξιολόγηση σε ομαδικά ή ατομικά πλαίσια, διευκολύνοντας την εφαρμογή τους σε ερευνητικές συνθήκες με περιορισμένο χρόνο ή πόρους. Η επιλογή τους στην παρούσα εργασία βασίζεται επίσης στο γεγονός ότι αυτά τα εργαλεία δεν απαιτούν εξειδικευμένο τεχνολογικό εξοπλισμό (όπως fMRI ή EEG), διατηρώντας έτσι την εφαρμοσιμότητα και την εγκυρότητα της αξιολόγησης σε πραγματικές συνθήκες κλινικής πράξης.

2.6. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.6.1. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΣΕ ΥΓΙΗ ΠΛΥΘΗΣΜΟ

Παρά το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την επίδραση της άσκησης στο νερό στη γνωστική λειτουργία, η διαθέσιμη βιβλιογραφία παραμένει περιορισμένη, ειδικά σε υγιείς ενήλικες. Οι περισσότερες έρευνες επικεντρώνονται σε κλινικούς πληθυσμούς, όπως άτομα με οστεοαρθρίτιδα (Slouma et al., 2024) ή ηλικιωμένους με κινητικές δυσκολίες (Melo et al., 2023), γεγονός που δυσχεραίνει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων σε νέους και υγιείς πληθυσμούς. Η έλλειψη μελετών σε υγιείς ενήλικες δημιουργεί ένα σημαντικό ερευνητικό κενό, καθώς δεν είναι πλήρως κατανοητοί οι μηχανισμοί μέσω των οποίων η άσκηση στο νερό μπορεί να επηρεάζει τη νευροπλαστικότητα και τη γνωστική λειτουργία σε άτομα χωρίς υποκείμενες παθολογίες.

2.6.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ

Ένα από τα σημαντικότερα μεθοδολογικά προβλήματα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία είναι τα μικρά δείγματα, τα οποία περιορίζουν τη στατιστική ισχύ των αναλύσεων και αυξάνουν τον κίνδυνο σφαλμάτων τύπου. Για παράδειγμα, στη μελέτη των Melo et al. (2023), όπου εξετάστηκε η επίδραση τριών εβδομάδων άσκησης στο νερό σε

νεαρούς ενήλικες, το δείγμα περιορίστηκε σε λιγότερους από 20 συμμετέχοντες ανά ομάδα, με αποτέλεσμα οι βελτιώσεις που καταγράφηκαν στην ταχύτητα επεξεργασίας να μην μπορούν να γενικευτούν σε μεγαλύτερους πληθυσμούς. Αντίστοιχα, οι Kang et al. (2020) και Kim & Kim (2018) χρησιμοποίησαν δείγματα κάτω των 30 ατόμων, παρατηρώντας σημαντικές αυξήσεις σε νευροτροφικούς παράγοντες όπως ο BDNF και ο IGF-1, ωστόσο η ετερογένεια του πληθυσμού και η μικρή διάρκεια των παρεμβάσεων (4–6 εβδομάδες) δεν επέτρεψαν την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για μακροπρόθεσμες αλλαγές στη γνωστική λειτουργία. Στον αντίποδα, οι Erickson et al. (2010) και Sato et al. (2014), που εφάρμοσαν αερόβια προγράμματα άσκησης μεγαλύτερης διάρκειας (6 έως 12 μήνες) σε μεγαλύτερα δείγματα, ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές αυξήσεις στον όγκο του ιππόκαμπου και βελτιώσεις στη μνήμη, γεγονός που καταδεικνύει τη σημασία της επαρκούς διάρκειας και μεγέθους δείγματος. Η σύγκριση αυτών των μελετών φανερώνει ότι τα βραχυχρόνια και μικρά πειραματικά σχέδια μπορούν να δείξουν τάσεις βελτίωσης, αλλά η εξαγωγή γενικευμένων συμπερασμάτων απαιτεί μακροπρόθεσμες παρεμβάσεις με μεγαλύτερη στατιστική ισχύ.

2.6.3. ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

Ένας ακόμη ουσιαστικός περιορισμός στο πεδίο είναι η απουσία σαφών κατευθυντήριων γραμμών για την εφαρμογή της άσκησης στο νερό. Στις περισσότερες μελέτες χρησιμοποιούνται διαφορετικές παράμετροι ως προς τη διάρκεια, την ένταση και τον τύπο της παρέμβασης, γεγονός που δυσκολεύει την άμεση σύγκριση των αποτελεσμάτων (Peng et al., 2022). Για παράδειγμα, ορισμένα πρωτόκολλα εστιάζουν στην αερόβια άσκηση μέτριας έντασης, ενώ άλλα δίνουν έμφαση στη δύναμη ή την ισορροπία. Αυτή η ποικιλία μεθοδολογικών επιλογών, αν και εμπλουτίζει το επιστημονικό πεδίο, περιορίζει τη δυνατότητα συστηματικών ανασκοπήσεων και μετα-αναλύσεων, αλλά και την εξαγωγή ενοποιημένων συμπερασμάτων για την κλινική πράξη. Συνεπώς, η δημιουργία και υιοθέτηση γενικών κατευθυντήριων γραμμών, βασισμένων σε επιστημονικά τεκμηριωμένα δεδομένα, θα μπορούσε να ενισχύσει τη συγκρισιμότητα των μελετών, να βελτιώσει τη μεθοδολογική τους συνέπεια και να προσφέρει πιο αξιόπιστα εργαλεία στους επαγγελματίες υγείας που εφαρμόζουν την υδροθεραπεία.

3. ΣΚΟΠΟΣ

Παρόλο που είναι πολυάριθμες οι μελέτες που αφορούν την υδροθεραπεία και την άσκηση στο νερό, λίγες είναι αυτές οι οποίες αναφέρονται στον τρόπο που αυτή μπορεί να επηρεάσει την γνωστική λειτουργία και ικανότητα άλλων ανώτερων μηχανισμών. Με την πλειονότητα των ερευνών να εστιάζουν στα μυοσκελετικά και νευρολογικά οφέλη της επίδρασης του νερού, παρουσιάζεται έντονο ερευνητικό κενό στην επίδραση που δύναται να έχει η άσκηση σε υδάτινο περιβάλλον στην εγκεφαλική λειτουργία. Φανερόνεται λοιπόν, έλλειψη στοιχείων της επιρροής της υδροθεραπείας σε υψηλότερης τάξης μηχανισμών του ανθρώπινου οργανισμού όπως αυτή της γνωστικής ικανότητας και της εγκεφαλικής λειτουργίας. Σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι να διερευνήσει την επίδραση της υδροθεραπείας και της άσκησης στο νερό σε επίπεδο ανώτερων μηχανισμών, σε εγκεφαλικό και γνωστικό επίπεδο, εξετάζοντας τα αποτελέσματα ενός σύντομου προγράμματος εντατικής άσκησης σε υδάτινο περιβάλλον σε άτομα νεαρής ηλικίας χωρίς παθολογίες. Η παρούσα εργασία διερευνά την επίδραση της υδροθεραπείας στον ανθρώπινο εγκέφαλο, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα για τα οφέλη της και τη δυνατότητά της να λειτουργήσει ως ένας αποτελεσματικός τρόπος ενίσχυσης της νοητικής λειτουργίας σε υγιή άτομα. Μέσα από την ανάλυση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και της αρθρογραφίας, τη μελέτη των φυσιολογικών μηχανισμών που εμπλέκονται και την αξιολόγηση των πιθανών οφελών, η εργασία στοχεύει να καταδείξει τη σημασία της υδροθεραπείας ως μέσου ενίσχυσης της γνωστικής ικανότητας και της συνολικής εγκεφαλικής υγείας.

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 ΔΕΙΓΜΑ

Στην παρούσα πτυχιακή, το δείγμα αποτελείται από άτομα του χώρου του πανεπιστημιακού περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με φυσική έδρα την πόλη της Λαμίας, Φθιώτιδα. Συγκεκριμένα ο πληθυσμός που θα αξιολογηθεί αποτελείται από φοιτητές του τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Αποτελείται από ένα δείγμα εικοσιπέντε(25) ατόμων(16 αγόρια, 9 κορίτσια) και ειδικότερα, εικοσιπέντε(25)

υγιών ατόμων τα οποία συμμετέχουν συχνά σε δραστηριότητες φυσικής κατάστασης, δηλαδή εκτελούσαν κάποιας μορφής φυσική δραστηριότητα περισσότερο από είκοσι(20) λεπτά την ημέρα για τουλάχιστον δύο(2) ημέρες την εβδομάδα. Ο πληθυσμός αυτός χωρίστηκε περαιτέρω σε δύο(2) υποομάδες, στα άτομα που ήθελαν να συμμετάσχουν στο πρόγραμμα που θα ακολουθηθεί εντός του χώρου της πισίνας και στα άτομα που ήθελαν να συμμετέχουν στην έρευνα αλλά δεν διέθεταν τον χρόνο ώστε να βρίσκονται στον χώρο της πισίνας τρεις(3) φορές την εβδομάδα για τρεις(3) εβδομάδες, και επομένως εντάχθηκαν στην ομάδα ελέγχου. Η ομάδα παρέμβασης αποτελείται από δεκατρία(13) άτομα και η ομάδα ελέγχου από δώδεκα(12) άτομα αντιστοίχως στον αριθμό του δείγματος που συλλέχθηκε. Ο σκοπός της μελέτης έγινε πλήρως γνωστός στην ενημέρωση που παρακολούθησε καθένας από τους εθελοντές προτού δεχτούν να συμμετάσχουν στην πειραματική έρευνα. Μάλιστα παραχωρήθηκε σε όλους τους συμμετέχοντες έντυπο ενημέρωσης υποψήφιου εθελοντή καθώς και έντυπο συναίνεσης. Επιπλέον, έχει εξασφαλιστεί η διακριτικότητα και η απόκρυψη των προσωπικών στοιχείων των εθελοντών. Στην πειραματική αυτήν μελέτη, ως σημείο αποκλεισμού κάποιου από τους εθελοντές από τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από την ανάλυση ώστε να διασφαλιστεί το ορθό αποτέλεσμα, ορίζεται αυτό των δύο(2) χαμένων συνεδριών της κανονικής διάρκειας του πειράματος, όπου τρεις(3) φορές την εβδομάδα για τρεις(3) εβδομάδες, δηλαδή απώλεια του είκοσι-δύο(22%) τις εκατό του συνόλου των συνεδριών.

4.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΝΤΑΞΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ

Οι εθελοντές για να κριθούν ικανοί να συμμετέχουν στην πειραματική μελέτη πρέπει να ανήκουν στο ηλικιακό εύρος μεταξύ δεκαεννιά(19) με εικοσιπέντε(25) ετών. Παράλληλα θα πρέπει τα άτομα ενδιαφέροντος να συμμετέχουν τακτικά σε φυσικές δραστηριότητες όπως για παράδειγμα αυτή της βόδισης, καθώς το πρόγραμμα αν και σύντομο χρονικά είναι αρκετά εκρηκτικό όσον αφορά την καρδιοαναπνευστική τους ικανότητα και αντοχή σε δραστηριότητες αερόβιου και αναερόβιου μεταβολισμού. Τα κριτήρια αποκλεισμού ενός πιθανού εθελοντή αποτελούνται από μεταξύ άλλων, τις χρόνιες παθήσεις όπως αυτή του σακχαρώδη διαβήτη τύπου II, υπερχοληστερολαιμία, αρτηριακή υπέρταση και άλλες ασταθείς παθήσεις του καρδιαγγειακού συστήματος. Επιπλέον, οι διάφοροι τύποι καρκίνου, παθήσεις του αίματος, επιληψία που δεν μπορεί να ελεγχθεί από φαρμακευτική αγωγή και αλλεργίες στα συστατικά στοιχεία που χρησιμοποιεί το σύστημα του χώρου της πισίνας που

έχει επιλεγεί για την εκτέλεση του πειραματικού μέρους της έρευνας για καθαρισμό του νερού, ανήκουν σε κάποια από τα κριτήρια αποκλεισμού. Ακόμη, συμπεριφορές που θέτουν σε κίνδυνο την ασφάλεια του ασθενούς, του προσωπικού ή των υπολοίπων συμμετεχόντων όπως αυτή της ακραίας φοβίας για το νερό ή άλλων συστηματικών παθήσεων αποτελούν αντενδείξεις για την αποκατάσταση στο νερό. Άλλες προφυλάξεις περιλαμβάνουν σοβαρές ή χρόνιες λοιμώξεις του αυτιού, χρόνιες λοιμώξεις της ουροποιητικής οδού ή κολπικές λοιμώξεις από την έκθεση στην πισίνα και ακόμη και παθήσεις που εμφανίζουν περιορισμένη έκπτυξη του θώρακα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν. Τέλος, άτομα με ανοιχτές πληγές ή άλλες δερματικές παθήσεις όπως για παράδειγμα αυτή της ψωρίασης, τα οποία κινδυνεύουν να μολυνθούν με την επαφή τους στο νερό ή και να μολύνουν τους υπόλοιπους συμμετέχοντες ανήκουν στα άτομα που θα τους στερηθεί η ικανότητα συμμετοχής στην παρούσα ερευνητική εργασία.

4.3 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ

Στην έρευνα αυτήν θα αξιολογηθούν οι συμμετέχοντες για την γνωστική τους ικανότητα και πως αυτή διαμορφώνεται μετά το τέλος του πειράματος, καθώς και για την λειτουργικότητα τους σε δραστηριότητες καθημερινής ζωής αλλά και ποιότητας ζωής τους. Όσον αφορά την αξιολόγηση της γνωστικής τους ικανότητας, θα δοθούν στους συμμετέχοντες μια κλίμακα αξιολόγησης(MMSE-Mini Mental State Examination) και ένα τεστ αξιολόγησης(TMT-Trail Making Test). Το Trail Making Test (TMT) είναι ευρέως γνωστό ως ένα από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα νευροψυχολογικά τεστ στην κλινική πρακτική. Το TMT αποτελείται από δύο μέρη: Α και Β. Στο μέρος Α, το υποκείμενο πρέπει να σχεδιάσει γραμμές που συνδέουν διαδοχικά αριθμημένους κύκλους. Στο μέρος Β, το θέμα πρέπει να σχεδιάσει γραμμές που συνδέουν εναλλάξ κύκλους με γράμματα και αριθμούς σε αύξουσα σειρά. Η βαθμολογία που προκύπτει από κάθε μονοπάτι είναι ο αριθμός των δευτερολέπτων που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της εργασίας. Η TMT-A αντικατοπτρίζει πτυχές του κινητικού ελέγχου, ενώ η TMT-B θεωρείται ως ένα ευαίσθητο μέτρο της γνωστικής ευελιξίας. Η Mini Mental State Examination (MMSE) είναι ένα σύντομο, δομημένο εργαλείο γνωστικού ελέγχου που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της γνωστικής λειτουργίας ενός ατόμου. Χρησιμοποιείται συνήθως σε κλινικές συνθήκες για την αξιολόγηση της γνωστικής έκπτωσης, όπως η άνοια, ή για την παρακολούθηση των γνωστικών αλλαγών με την πάροδο του χρόνου. Η MMSE αξιολογεί διάφορους τομείς της γνωστικής λειτουργίας, όπως η μνήμη, η προσοχή, η γλώσσα και οι χωρικές δεξιότητες. Η MMSE αποτελείται από 11 στοιχεία με μέγιστη βαθμολογία 30 βαθμούς. Η εξέταση της

διαρκεί συνήθως 5-10 λεπτά. Για την εξέταση της λειτουργικότητας του ατόμου θα γίνει χρήση του τεστ Time Up And Go(TUG) μετρώντας αντίστροφα ανά τρία (3) από το εκατό (100) καθώς και η παραλλαγή του τεστ αυτού με αντιστροφή μέτρηση επτά (7) δευτερολέπτων. Το τεστ TUG είναι ένα πολύτιμο, γρήγορο εργαλείο που παρέχει πληροφορίες για τη λειτουργική κινητικότητα ενός ατόμου και τον πιθανό κίνδυνο πτώσης και χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με άλλες αξιολογήσεις. Το 4 Square Test θα αξιολογήσει παράλληλα την λειτουργικότητα του συμμετέχοντα. Το Τεστ Τεσσάρων Τετραγώνων (Four Square Step Test - FSST) είναι ένα απλό εργαλείο αξιολόγησης που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ισορροπίας, της ικανότητας αλλαγής κατεύθυνσης και του κινδύνου πτώσης, κυρίως σε ηλικιωμένα άτομα ή σε άτομα με νευρολογικά προβλήματα. Επιπλέον θα χρησιμοποιηθεί το ερωτηματολόγιο SF-36 για αξιολόγηση της ποιότητας ζωής του ατόμου. Το SF-36 είναι ένα εξαιρετικά ευέλικτο και αξιόπιστο εργαλείο για την αξιολόγηση της συνολικής κατάστασης υγείας και ποιότητας ζωής ενός ατόμου καθώς και ένα από το πιο εδραιωμένα εργαλεία αξιολόγησης στο κομμάτι των ερευνών. Ακόμη, θα γίνει χρήση του ελληνικού δείκτη ποιότητας ύπνου Pittsburgh (GR-PSQI) ο οποίος, είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο ερωτηματολόγιο που αξιολογεί την ποιότητα του ύπνου και εντοπίζει πιθανά προβλήματα ύπνου κατά τη διάρκεια του τελευταίου μήνα. Τέλος, θα εξεταστεί η φυσική κατάσταση των συμμετεχόντων μέσω του 6MWT(Εξάλεπτη δοκιμασία βάδισης) που είναι ένα απλό και ευρέως χρησιμοποιούμενο εργαλείο για την αξιολόγηση της αντοχής και της λειτουργικής ικανότητας του καρδιοαναπνευστικού συστήματος. Το τεστ αυτό μετρά την απόσταση που μπορεί να περπατήσει το άτομο σε επίπεδο έδαφος μέσα σε 6 λεπτά. Το Διεθνές Ερωτηματολόγιο Φυσικής Δραστηριότητας (International Physical Activity Questionnaire - IPAQ) θα ληφθεί επιπλέον υπόψιν.

Το πρωτόκολλο της παρούσας έρευνας αποτελείται από δύο ομάδες, μια ομάδα παρέμβασης και μια ομάδα ελέγχου. Η ομάδα ελέγχου θα αξιολογηθεί μόνο, καθώς δεν θα εκτελέσει καμία μορφή παρέμβασης. Παρ' όλα αυτά, θα δοθούν οδηγίες διατήρησης παρόμοιας ζωής εκτός πειράματος με αυτή που ήδη εκτελούσαν χωρίς να επιτραπούν μεγάλες αλλαγές. Η ομάδα παρέμβασης θα τελήσει στην διάρκεια των τριών εβδομάδων ένα πρόγραμμα θεραπευτικής παρέμβασης στο νερό θερμοκρασίας 32 βαθμών κελσίου, τρεις φορές την εβδομάδα. Μάλιστα το πρόγραμμα παρέμβασης που θα ακολουθηθεί θα είναι εντατικό και σύντομο. Το παρακάτω πρόγραμμα είναι σχεδιασμένο έπειτα από ανασκόπηση της πρόσφατης αρθρογραφίας σχετικά με την εφαρμογή θεραπευτικών προγραμμάτων

άσκησης σε υδάτινο περιβάλλον. Το πρόγραμμα που θα εφαρμοστεί στην παρούσα μελέτη είναι το ακόλουθο:

Προθέρμανση: Κυκλικές κινήσεις καρπού, ώμου, και ισχίου και επιτόπια βάδιση, κυκλική βάδιση, κυκλική βάδιση σε συνδυασμό με κυκλικές κινήσεις των καρπών και βάδιση κάθετη στον χώρο της πισίνας προς τα εμπρός και προς τα πίσω(5 λεπτών) (Εικόνα 4.1.).

Κύριο Μέρος:

1. Απαγωγή/ Προσαγωγή ώμου (Εικόνα 4.2.)
2. Κάμψη/ Έκταση ώμου
3. Απαγωγή/ Προσαγωγή ωμοπλάτης
4. Κάμψη/ Έκταση αγκώνα
5. Απαγωγή/ Προσαγωγή ισχίου (Εικόνα 4.3.)
6. Κάμψη/ Έκταση ισχίου
7. Κάμψη/ Έκταση γόνατος
8. Calf Raises (Ανύψωση στις μύτες)
9. Επιτόπιο τρέξιμο
10. Καθίσματα με αναπήδηση (Εικόνα 4.4.)
11. Jumping Jacks
12. Προβολές κάτω άκρων με αναπήδηση
13. Μονοποδικά Άλματα

Αποθεραπεία: Διατάσεις σε μείζων θωρακικό, οπίσθια μοίρα δελτοειδή, πλάγια κάμψη κορμού, τετρακέφαλο, οπίσθιους μηριαίους και γαστροκνήμιο για κάθε χέρι ξεχωριστά διάρκειας 10-15 δευτερολέπτων και πέντε διαφραγματικές αναπνοές σε συνδυασμό με κίνηση των άνω άκρων.

Παράμετροι :

- Προθέρμανση : 5 λεπτά
- Κύριο Μέρος : περίπου 30 λεπτά
- Αποθεραπεία : 5 λεπτά
- Βάθος Πισίνας : 1,35 μέτρα
- Θερμοκρασία Νερού : 32 Βαθμοί Κελσίου



Εικόνα 4.1. Κυκλική Βάδιση Εντός Πισίνας με Κυκλικές Κινήσεις Καρπού



Εικόνα 4.2. Προσαγωγή/ Απαγωγή Ωμου Βυθισμένοι Έως το Ύψος του Α7



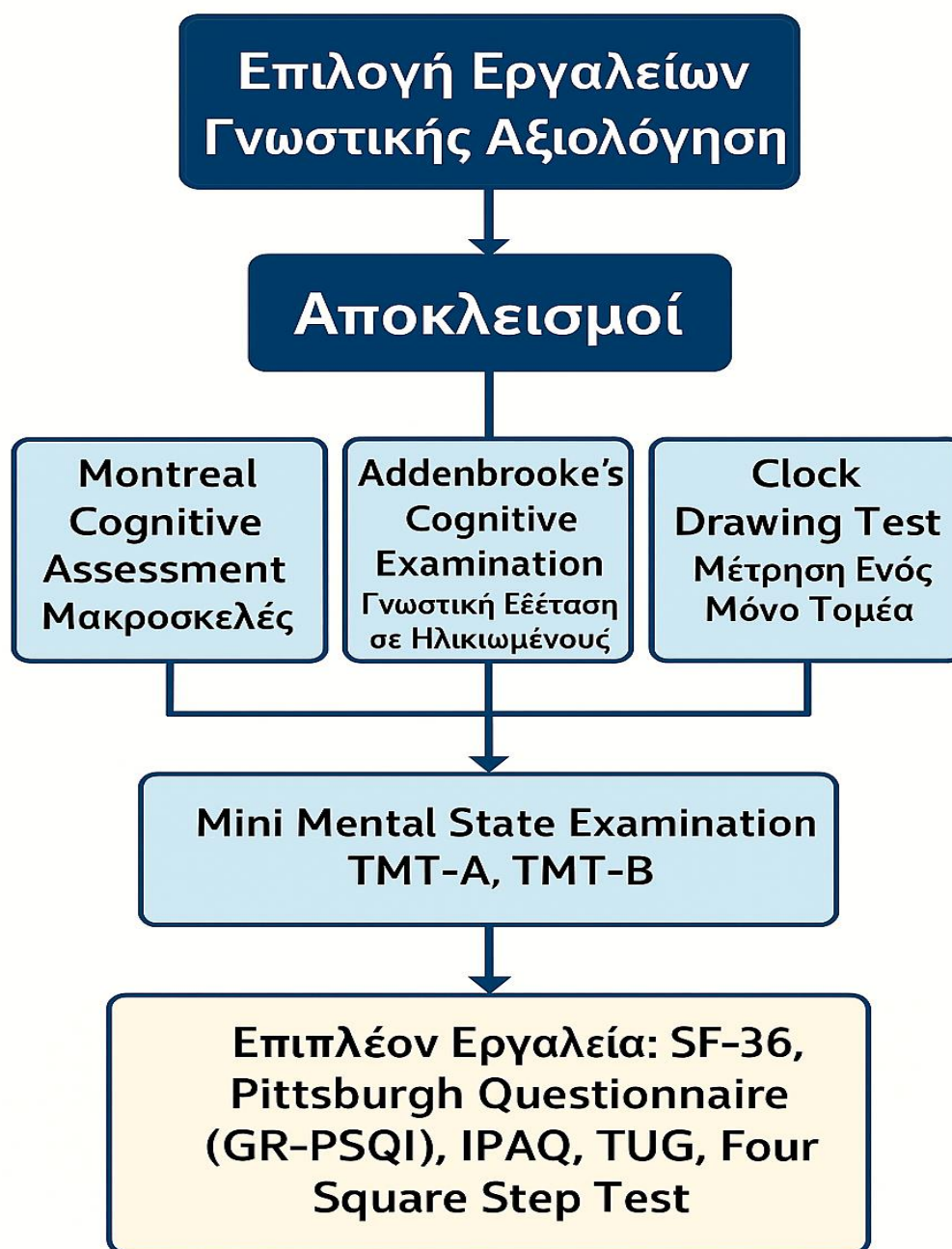
Εικόνα 4.3. Απαγωγή/ Προσαγωγή Ισχύου



Εικόνα 4.4. Καθίσματα (Squats) με Αναπήδηση

Αναλυτικότερα, η αξιολόγηση των συμμετεχόντων της μελέτης αυτής, θα γίνει στην αρχή της πειραματικής διαδικασίας, και συγκεκριμένα θα αφιερωθεί μια εβδομάδα πριν ξεκινήσουν οι διαδικασίες των εννέα(9) συνεδριών εντός του χώρου της πισίνας, και ξανά ως επαναληπτική αξιολόγηση στο πέρας των συνεδριών ως για επανέλεγχο των συμμετεχόντων και καταγραφή τυχόν διαφορών που μπορεί να προκύψουν λόγω της πειραματικής αυτής μελέτης. Έτσι για την μελέτη της γνωστικής ικανότητας, οι συμμετέχοντες καλούνται να απαντήσουν στο Mini Mental State Examination(MMSE) και στο Trail Making Test(TMT) μέρος A και B. Για την εξέταση της λειτουργικότητας του συμμετέχοντος θα χρησιμοποιηθούν, το τεστ Time Up And GO(TUG) σε συνδυασμό με

ταυτόχρονη με το τεστ αφαίρεση από τον αριθμό εκατό(100) ανά τρία(3) από την έναρξη του χρονομέτρου έως την παύση του, και το Four Square Step Test(FSST). Για την αξιολόγηση της ποιότητας ζωής και ύπνου του ατόμου, θα συμπληρώσουν οι εθελοντές το αξιολογητικό εργαλείο της ποιότητας ζωής, SF-36 και το εργαλείο αξιολόγησης του ύπνου, το ερωτηματολόγιο Pittsburgh(GR-PSQI). Για την εξέταση της σωματικής δραστηριότητας, θα δοθούν το ερωτηματολόγιο της φυσικής δραστηριότητας, το Διεθνές Ερωτηματολόγιο της Φυσικής Δραστηριότητας(International Physical Activity Questionnaire- IPAQ) και η Εξάλεπτη Δοκιμασία Βάδισης(6MWT). Τα ειδικά αυτά αξιολογητικά εργαλεία θα τα συμπληρώσουν με συγκεκριμένη σειρά οι εθελοντές που θα συμμετάσχουν στην πειραματική μελέτη, ανεξαρτήτως εάν ανήκουν στην ομάδα παρέμβασης ή στην ομάδα ελέγχου, ώστε τα αποτελέσματα που θα προκύψουν να είναι πιο έγκυρα και αξιόπιστα. Ειδικότερα, ο συμμετέχων θα συμπληρώσει πρώτα τα τρία(3) ερωτηματολόγια, το SF-36, το Pittsburgh Questionnaire(GR-PSQI), και το Διεθνές Ερωτηματολόγιο της Φυσικής Δραστηριότητας(IPAQ). Στη συνέχεια θα αξιολογηθεί για την γνωστική του ικανότητα μέσω των Mini Mental State Examination(MMSE) και του Trail Making Test(TMT) μέρος Α και μέρος Β(TMT-A και TMT-B). Τέλος θα κατευθυνθεί στο Four Square Step Test(FSST) και κατόπιν στο Time Up And Go(TUG) τεστ με παράλληλα αντίστροφη μέτρηση ανά τρία(3) από το εκατό(100) και θα ολοκληρώσει την διαδικασία αξιολόγησης με την εξάλεπτη δοκιμασίας Βάδισης(6MWT). Το πρωτόκολλο αυτό της αξιολόγησης θα ακολουθηθεί κατά την πρώτη φάση της αξιολόγησης αλλά και κατά την δεύτερη φάση, όπου φάση επαναξιολόγησης έπειτα από το διάστημα των τριών(3) εβδομάδων. Ακολουθεί αναλυτικό σχεδιάγραμμα επιλογής των παραπάνω αξιολογητικών εργαλείων στην Εικόνα 4.5.



Εικόνα 4.5. Infographic Επιλογής Αξιολογητικών Εργαλείων

Όσον αφορά το πρωτόκολλο της άσκησης για την ομάδα παρέμβασης, το σύνολο του ασκησιολογίου λαμβάνει εντός της πισίνας. Συγκεκριμένα, ξεκινώντας από την προθέρμανση, οι συμμετέχοντες στην πειραματική μελέτη και ειδικότερα στην ομάδα παρέμβασης, αρχίζουν έχοντας το βλέμμα τους στραμμένο προς τον υπεύθυνο του προγράμματος, βυθίζονται εντός νερού μέχρι το ύψος των ώμων τους, σε θέση ημικαθίσματος, και εκτελούν με τους καρπούς, στροφικές κινήσεις των πέντε(5)

επαναλήψεων ανά χέρι προς τα έσω και προς τα έξω αντίστοιχα. Από την ίδια θέση, έφερναν τα χέρια τους σε απαγωγή ενενήντα(90) μοιρών και εκτελούν, κυκλικές κινήσεις(περιαγωγή) για κάθε χέρι των πέντε(5) επαναλήψεων προς τα εμπρός και προς τα πίσω. Στη συνέχεια κατευθύνονται προς την άκρη της πισίνας και ενώ κοιτούν και βρίσκονται στραμμένοι προς τον υπεύθυνο, εκτέλεσαν με υποστήριξη για κάθε άκρο ξεχωριστά: α) κυκλικές κινήσεις προς τις δύο κατευθύνσεις(προς τα μέσα- προς τα έξω) για πέντε(5) επαναλήψεις με τον ρυθμό των οδηγιών του καθοδηγητή με λυγισμένο γόνατο και β) κυκλικές κινήσεις προς τα έσω και προς τα έξω αντιστοίχως για πέντε(5) επαναλήψεις με τεντωμένο γόνατο(γόνατο σε πλήρη έκταση- θέση κλειδώματος του γόνατος). Εν συνεχεία, για τριάντα(30sec) δευτερόλεπτα εκτέλεσαν επιτόπιο βάδισμα, γνωστό ως Skipping, και μόλις ολοκληρωθεί ο χρόνος, ξεκίνησαν βάδιση υπό την αντίσταση που τους φέρει το νερό με γρήγορο ρυθμό κυκλικά στο χώρο της πισίνας. Παράλληλα, εκτέλεσαν κατά την βάδιση κυκλικές κινήσεις καρπών. Το σύνολο των ασκήσεων αυτών γίνονται από επίπεδο του συμμετέχων, βυθισμένοι έως το ύψος των ώμων. Τέλος για να ολοκληρωθεί η προθέρμανση, οι συμμετέχοντες κατευθυνόμενοι στην άκρη της πισίνας, ξεκίνησαν την εκτέλεση κάθετης διάβασης του χώρου της πισίνας, βάδισης προς τα εμπρός και αντίστοιχα προς τα πίσω, με πίσω βήματα(retro-walking) για ολοκλήρωση δύο κύκλων επαναλήψεων προς τα εμπρός και πίσω. Με αυτόν το τρόπο ολοκληρώνεται η διαδικασία της προθέρμανσης.

Το κύριο μέρος της παρέμβασης πραγματοποιήθηκε εξολοκλήρου εντός πισίνας, με σταθερό βάθος 1,35 μέτρων, εξασφαλίζοντας εμβύθιση του σώματος μέχρι την περιοχή των ώμων. Αυτή η εμβύθιση επέτρεψε την αξιοποίηση των βασικών φυσικών ιδιοτήτων του νερού, όπως η άνωση, η οποία μείωσε σημαντικά τα μηχανικά φορτία στις αρθρώσεις, επιτρέποντας την εκτέλεση απαιτητικών κινήσεων χωρίς μυοσκελετικό κίνδυνο. Παράλληλα, η υδροστατική πίεση συνέβαλε στη βελτίωση της φλεβικής επιστροφής και της καρδιοαναπνευστικής λειτουργίας, ενώ η αντίσταση του νερού, που μεταβάλλεται ανάλογα με την ταχύτητα της κίνησης, προσέφερε έναν φυσικό τρόπο ενδυνάμωσης και ελέγχου της έντασης της άσκησης. Η θερμοκρασία του νερού, που διατηρήθηκε στους 32°C, διευκόλυνε τη μυϊκή χαλάρωση και τη μείωση της μυϊκής αντίστασης, δημιουργώντας ένα περιβάλλον ιδανικό για λειτουργική άσκηση. Το κύριο μέρος διήρκησε 30 λεπτά και περιλάμβανε συνδυασμό ασκήσεων άνω και κάτω άκρων, δυναμικών κινήσεων, ασκήσεων ισορροπίας και καρδιοαναπνευστικής πρόκλησης. Οι ασκήσεις εκτελέστηκαν με πλήρη εμβύθιση των συμμετεχόντων, γεγονός που ενίσχυσε τη σταθερότητα και την ιδιοδεκτικότητα, λόγω της συνεχούς προσαρμογής του σώματος στις πιέσεις και τις μικροκινήσεις του νερού. Οι

ασκήσεις άνω άκρων περιλάμβαναν κινήσεις όπως κάμψη και έκταση ώμων και αγκώνων, προσαγωγή και απαγωγή ώμου, καθώς και προβολές ώμου με μετακίνηση της ωμοπλάτης. Η εκτέλεσή τους εντός νερού, υπό σταθερή υδροστατική αντίσταση, αύξησε το έργο των σταθεροποιητικών μυών, όπως ο δελτοειδής, οι τραπεζοειδείς και οι ρομβοειδείς, προσφέροντας μυϊκή ενδυνάμωση με χαμηλό ρίσκο τραυματισμού. Οι συμμετέχοντες ήταν υποχρεωμένοι να προσαρμόζουν διαρκώς τη στάση και την τροχιά της κίνησής τους λόγω της ρευστότητας του περιβάλλοντος, κάτι που ενίσχυσε την ενεργοποίηση της προσοχής και της νευρομυϊκής συναρμογής. Αντίστοιχα, οι ασκήσεις κάτω άκρων –όπως κάμψη και έκταση γόνατος και ισχίου, προσαγωγή και απαγωγή ισχίου, αλλά και ανυψώσεις στις μύτες των ποδιών– συντέλεσαν στην ενδυνάμωση των κάτω άκρων, στη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας και στην υποστήριξη της ισορροπίας μέσω της συνεχούς αντίστασης του νερού σε κάθε κίνηση. Καθώς το νερό προσφέρει αντίσταση προς όλες τις κατευθύνσεις, η εκτέλεση αυτών των ασκήσεων με εμβύθιση έως τους ώμους ενεργοποίησε ταυτόχρονα τις κύριες μυϊκές ομάδες (τετρακέφαλοι, οπίσθιοι μηριαίοι, γλουτιαίοι, γαστροκνήμιοι), με την παράλληλη εμπλοκή σταθεροποιητών του κορμού. Το πρόγραμμα προχώρησε με ασκήσεις που προκάλεσαν καρδιοαναπνευστική επιβάρυνση και κινητικό συντονισμό, όπως τρέξιμο επιτόπου μέσα στο νερό, jumping jacks, καθίσματα με αναπήδηση, προβολές ποδιών με αναπήδηση και μονοποδικά άλματα. Η αντίσταση του νερού αύξησε τη δυσκολία των κινήσεων, ενώ η άνωση μείωσε τους κραδασμούς και παρείχε ασφαλές περιβάλλον για την εκτέλεση δυναμικών κινήσεων με υψηλό νευρομυϊκό όφελος. Η μεταβαλλόμενη αδράνεια του νερού απαιτούσε διαρκή κινητικό έλεγχο και γνωστική προσοχή, στοιχεία που ενισχύουν έμμεσα τις εκτελεστικές λειτουργίες του εγκεφάλου. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να προσαρμόζονται συνεχώς στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ της κίνησης και της υδροδυναμικής, δημιουργώντας μια διαρκή πρόκληση τόσο για το σώμα όσο και για τον νου.

Η τελική φάση της συνεδρίας, διάρκειας 5 λεπτών, περιλάμβανε αποθεραπεία με ήπιες στατικές διατάσεις και τεχνικές αναπνοής. Η εκτέλεση των διατάσεων πραγματοποιήθηκε επίσης μέσα στο νερό, εκμεταλλευόμενη τη στήριξη της άνωσης και την ελαχιστοποίηση της βαρύτητας, διευκολύνοντας την επιμήκυνση των μυών χωρίς άσκηση βάρους. Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν διατάσεις για το στήθος, τον ώμο, τους πλάγιους κορμού, τον τετρακέφαλο, τους οπίσθιους μηριαίους και το γαστροκνήμιο, με διάρκεια περίπου 10 δευτερολέπτων για κάθε πλευρά. Η ήρεμη υδροστατική πίεση βοήθησε στη μείωση του καρδιακού ρυθμού, ενώ η θερμότητα του νερού προώθησε τη χαλάρωση των

μυών και τη μείωση του μεταβολικού στρες. Η αποθεραπεία ολοκληρώθηκε με διαφραγματική αναπνοή εντός του νερού, όπου οι συμμετέχοντες καθοδηγήθηκαν να εκτελέσουν πέντε πλήρεις κύκλους αργής εισπνοής από τη μύτη και ελεγχόμενης εκπνοής από το στόμα. Αυτή η πρακτική, πέρα από τη φυσιολογική αποκατάσταση του αυτόνομου νευρικού συστήματος, συνέβαλε και στην ψυχολογική αποφόρτιση, προσφέροντας ένα αίσθημα ελέγχου και νοητικής ισορροπίας στο τέλος κάθε συνεδρίας.

4.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων που θα συλλεχθούν στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, θα χρησιμοποιηθεί το στατιστικό λογισμικό SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), το οποίο αποτελεί διεθνώς αναγνωρισμένο εργαλείο για την εκτέλεση τόσο περιγραφικών όσο και επαγωγικών στατιστικών δοκιμασιών. Η επιλογή του συγκεκριμένου λογισμικού βασίζεται στη δυνατότητά του να προσφέρει υψηλή ακρίβεια, ευελιξία, καθώς και ευχρηστία στην επεξεργασία ποσοτικών δεδομένων που προέρχονται από πειραματικά σχέδια, όπως αυτό της παρούσας έρευνας.

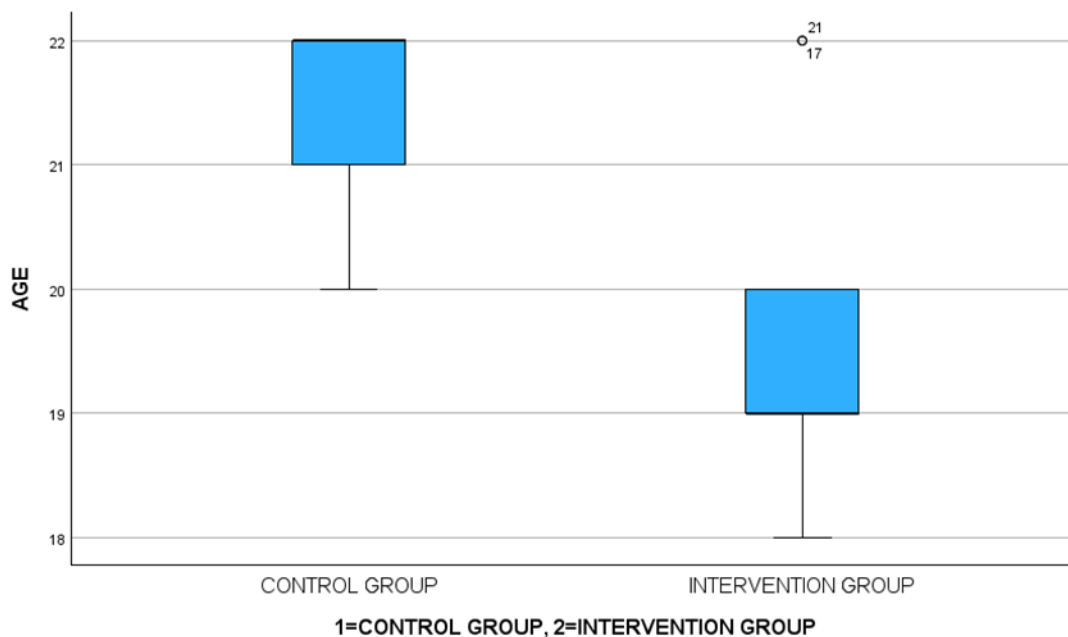
Στην παρούσα μελέτη θα συγκριθούν δύο ομάδες συμμετεχόντων – μία ομάδα παρέμβασης, η οποία θα λάβει μέρος σε πρόγραμμα άσκησης σε υδάτινο περιβάλλον, και μία ομάδα ελέγχου, που δεν θα συμμετέχει σε καμία οργανωμένη φυσική δραστηριότητα. Σε αμφότερες τις ομάδες θα πραγματοποιηθούν προκαταρκτικές και τελικές μετρήσεις με χρήση δύο ψυχομετρικών εργαλείων: του Mini Mental State Examination (MMSE) και του Trail Making Test (TMT-A και TMT-B). Οι μεταβλητές που θα προκύψουν από τις μετρήσεις αυτές θα χρησιμοποιηθούν για τη διερεύνηση της ενδεχόμενης μεταβολής της γνωστικής λειτουργίας, ως αποτέλεσμα της συμμετοχής στο πρόγραμμα παρέμβασης. Παράλληλα θα αξιολογηθούν και τα εργαλεία αξιολόγησης της ποιότητας ζωής, της ποιότητας του ύπνου και τα εργαλεία αξιολόγησης της σωματικής δραστηριότητας. Αρχικά, μέσω του SPSS θα πραγματοποιηθεί περιγραφική στατιστική ανάλυση των μεταβλητών, με σκοπό τη συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων σε επίπεδο μέσων όρων, τυπικών αποκλίσεων και εύρους τιμών. Αυτή η ανάλυση θα βοηθήσει στην κατανόηση της γενικής κατανομής και των χαρακτηριστικών των δεδομένων ανά ομάδα και χρονική στιγμή (πριν και μετά την παρέμβαση). Στη συνέχεια, θα εκτελεστούν δοκιμασίες εντός των ομάδων (intragroup analysis), προκειμένου να εξεταστεί αν υφίστανται στατιστικά σημαντικές

μεταβολές στην απόδοση των συμμετεχόντων από την αρχική στη τελική μέτρηση. Αν τα δεδομένα πληρούν τα κριτήρια κανονικότητας, θα εφαρμοστεί το paired samples t-test για την εξέταση των διαφορών μεταξύ pre- και post-test. Σε περίπτωση που διαπιστωθεί απόκλιση από την κανονική κατανομή, η σύγκριση θα πραγματοποιηθεί με χρήση μη παραμετρικής μεθόδου, όπως το Wilcoxon Signed-Rank Test. Για τη μεταξύ-ομάδων ανάλυση (intergroup comparison) θα χρησιμοποιηθεί το independent samples t-test, ώστε να συγκριθούν οι διαφορές στις μεταβολές των αποτελεσμάτων (π.χ. ΔMMSE, ΔTMT-A/B) μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας παρέμβασης. Αν τα δεδομένα δεν παρουσιάζουν κανονικότητα, θα αξιοποιηθεί η μη παραμετρική δοκιμασία Mann–Whitney U test, κατάλληλη για ανεξάρτητα δείγματα με μη ομοιόμορφη κατανομή. Επιπλέον, θα διεξαχθούν συσχετιστικές αναλύσεις με στόχο τη διερεύνηση πιθανών σχέσεων μεταξύ των μεταβολών στις γνωστικές μεταβλητές (MMSE και TMT) και άλλων παραγόντων. Ανάλογα με τη φύση των δεδομένων, θα χρησιμοποιηθεί είτε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson (για κανονικά κατανομημένα δεδομένα), είτε ο Spearman Rho (σε μη κανονικές κατανομές). Μέσω αυτών των αναλύσεων, θα εξεταστεί η ισχύς και η κατεύθυνση των σχέσεων μεταξύ μεταβλητών, συμβάλλοντας στην πληρέστερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Η χρήση του SPSS προσφέρει τη δυνατότητα παρουσίασης των αποτελεσμάτων σε μορφή στατιστικών πινάκων, διαγραμμάτων και συνοδευτικών δεικτών σημαντικότητας (p-values), γεγονός που διευκολύνει τη σαφή και μεθοδική παρουσίαση των ευρημάτων της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας. Τελικός στόχος της στατιστικής ανάλυσης είναι η επαρκής και τεκμηριωμένη ερμηνεία της επίδρασης της υδροθεραπευτικής άσκησης στη γνωστική λειτουργία, όπως αυτή αποτυπώνεται μέσα από τις μεταβολές στα επιλεγμένα εργαλεία αξιολόγησης.

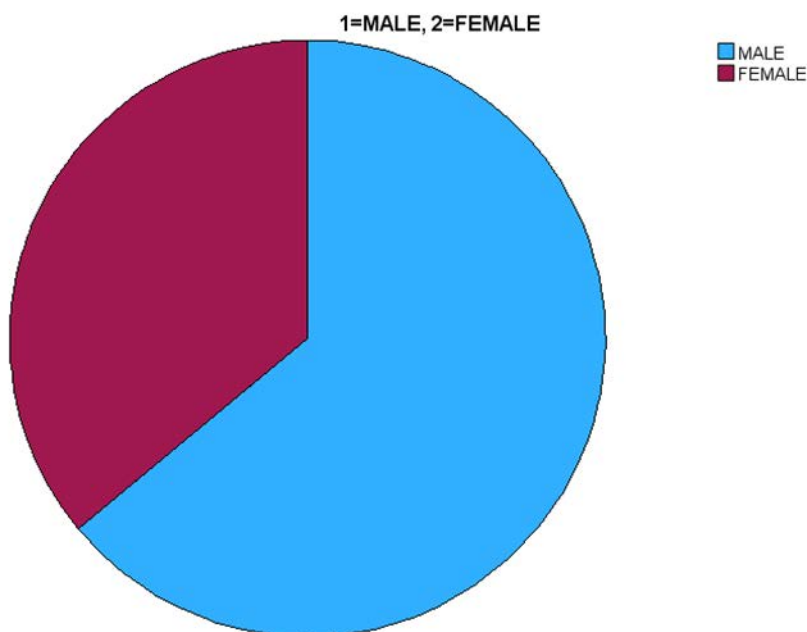
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η περιγραφική ανάλυση των βασικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων πραγματοποιήθηκε ξεχωριστά για την ομάδα ελέγχου και την ομάδα παρέμβασης. Συνολικά, στο δείγμα των 25 ατόμων συμμετείχαν 16 άνδρες (64%) και 9 γυναίκες (36%). Αναφορικά με την ηλικία, στην ομάδα ελέγχου η μέση ηλικία ήταν 21,42 έτη (SD = 0,79, εύρος 20–22), με διάμεσο τα 22 έτη, γεγονός που καταδεικνύει μια αρκετά ομοιογενή κατανομή. Τα συνοπτικά δεδομένα της περιγραφικής ανάλυσης για την ηλικία απεικονίζονται στην Εικόνα 5.1.



Εικόνα 5.1. Ραβδόγραμμα Απεικόνισης Ηλικιακού Εύρους Ανά τις Ομάδες

Στην ομάδα παρέμβασης, η μέση ηλικία ήταν χαμηλότερη, στα 19,54 έτη ($SD = 1,27$, εύρος 18–22), με διάμεσο τα 19 έτη. Τα συνοπτικά δεδομένα της περιγραφικής ανάλυσης για το φύλο απεικονίζονται στην Εικόνα 5.2.



Εικόνα 5.2. Απεικόνιση Διαφοράς Συμμετοχής Ανά Φύλο

Όσον αφορά το σωματικό βάρος, η ομάδα ελέγχου παρουσίασε υψηλότερο μέσο βάρος (79,33 κιλά, $SD = 17,61$, εύρος 50–105 κιλά), ενώ η ομάδα παρέμβασης εμφάνισε χαμηλότερη μέση τιμή (71,15 κιλά, $SD = 10,33$, εύρος 48–90 κιλά) και μικρότερη

ετερογένεια. Τέλος, αναφορικά με το ύψος, στην ομάδα ελέγχου καταγράφηκε μέσο ύψος 175,33 cm (SD = 12,37, εύρος 153–193 cm), ενώ στην ομάδα παρέμβασης η μέση τιμή ήταν 173,85 cm (SD = 8,73, εύρος 159–184 cm). Τα συνοπτικά περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1. Περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, ελάχιστο–μέγιστο) ανά ομάδα

Μεταβλητή	Ομάδα	N	Mean	SD	Min	Max	95% CI (Lower–Upper)
Φύλο	Ομάδα Παρέμβασης	13	1.46	0.52	1	2	1.15- 1.78
	Ομάδα Ελέγχου	12	1.25	0.45	1	2	0.96- 1.54
Βάρος (Kg)	Ομάδα Παρέμβασης	13	71.15	10.33	48	90	64.91- 77.40
	Ομάδα Ελέγχου	12	79.33	17.61	50	105	68.15- 90.52
Ύψος (cm)	Ομάδα Παρέμβασης	13	173.85	8.73	159	184	168.57- 179.12
	Ομάδα Ελέγχου	12	175.33	12.37	153	159	167.47- 183.20

Μετά την παρουσίαση των βασικών δημογραφικών και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων μέσω της περιγραφικής ανάλυσης, κρίθηκε απαραίτητο να εξεταστεί η κατανομή των δεδομένων προκειμένου να επιβεβαιωθεί αν πληρούνται οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή παραμετρικών ελέγχων. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το τεστ Shapiro–Wilk, το οποίο θεωρείται ιδιαίτερα κατάλληλο για δείγματα μικρού μεγέθους, όπως το παρόν (n=25). Η αξιολόγηση της κανονικότητας εφαρμόστηκε ξεχωριστά για κάθε μεταβλητή και για τις δύο ομάδες (ελέγχου και παρέμβασης), τόσο στις αρχικές όσο και στις τελικές μετρήσεις. Τα αποτελέσματα του ελέγχου κανονικότητας για τις βασικές κλίμακες παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.2.

Πίνακας 5.2. Αποτελέσματα ελέγχου κανονικότητας (Shapiro–Wilk) για τις βασικές κλίμακες στις δύο ομάδες, πριν και μετά την παρέμβαση

Μεταβλητή	Ομάδα	Statistic	dF	Sig
SF-36 (πριν)	Ομάδα Ελέγχου	0.901	12	0.164
	Ομάδα Παρέμβασης	0.957	13	0.702
SF-36 (μετά)	Ομάδα Ελέγχου	0.901	12	0.164
	Ομάδα Παρέμβασης	0.608	13	<0.001
IPAQ (πριν)	Ομάδα Ελέγχου	0.919	12	0.279
	Ομάδα Παρέμβασης	0.879	13	0.069
IPAQ (μετά)	Ομάδα Ελέγχου	0.777	12	0.005
	Ομάδα Παρέμβασης	0.900	13	0.135
PSQI/PITT (πριν)	Ομάδα Ελέγχου	0.946	12	0.578
	Ομάδα Παρέμβασης	0.949	13	0.577
PSQI/PITT (μετά)	Ομάδα Ελέγχου	0.951	12	0.655
	Ομάδα Παρέμβασης	0.953	13	0.651
MMSE (πριν)	Ομάδα Ελέγχου	0.919	12	0.275
	Ομάδα Παρέμβασης	0.925	13	0.289
MMSE (μετά)	Ομάδα Ελέγχου	0.856	12	0.044
	Ομάδα Παρέμβασης	0.803	13	0.007

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, η πλειοψηφία των δεδομένων πριν την παρέμβαση ακολουθούσε κανονική κατανομή, καθώς τα περισσότερα δεδομένα εμφάνισαν κανονική

κατανομή ($p > .05$), επιτρέποντας έτσι την ασφαλή εφαρμογή παραμετρικών μεθόδων. Πιο συγκεκριμένα, για τον δείκτη ποιότητας ζωής SF-36, οι αρχικές τιμές ήταν κανονικά κατανεμημένες και στις δύο ομάδες ($p > 0.05$), γεγονός που υποδηλώνει την ομοιογένεια των αρχικών συνθηκών. Μετά την παρέμβαση, ωστόσο, η κατανομή παρέμεινε κανονική μόνο στην ομάδα ελέγχου ($p = 0.164$), ενώ στην ομάδα παρέμβασης παρατηρήθηκε σημαντική απόκλιση από την κανονικότητα ($p < 0.001$), ένδειξη διαφοροποίησης που πιθανόν να αντανakλά την επίδραση του προγράμματος.

Αντίστοιχα, για το IPAQ, οι αρχικές μετρήσεις εμφάνισαν κανονικότητα και στις δύο ομάδες ($p > 0.05$). Στις τελικές μετρήσεις, η ομάδα παρέμβασης συνέχισε να παρουσιάζει κανονική κατανομή ($p = 0.135$), σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου όπου τα δεδομένα απέκλιναν σημαντικά ($p = 0.005$). Το εύρημα αυτό αναδεικνύει μια πιθανή διαφοροποίηση στη συμπεριφορά των δεδομένων μεταξύ των δύο ομάδων μετά το τέλος της παρέμβασης.

Για τον δείκτη ποιότητας ύπνου (Pittsburgh Sleep Quality Index), τα αποτελέσματα ήταν πιο σταθερά, καθώς οι τιμές τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση ακολούθησαν κανονική κατανομή και στις δύο ομάδες ($p > 0.05$). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι τα δεδομένα του συγκεκριμένου εργαλείου είναι περισσότερο ομοιόμορφα και λιγότερο επιρρεπή σε αποκλίσεις.

Τέλος, στην αξιολόγηση της γνωστικής λειτουργίας μέσω της κλίμακας MMSE, οι αρχικές μετρήσεις δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική απόκλιση από την κανονικότητα ($p > 0.05$). Ωστόσο, μετά την παρέμβαση, και στις δύο ομάδες (ελέγχου και παρέμβασης) παρατηρήθηκε σημαντική απόκλιση ($p < 0.05$), γεγονός που ενδέχεται να αντανakλά τόσο την ευαισθησία του εργαλείου όσο και τις μεταβολές που προέκυψαν από την παρέμβαση.

Στη συνέχεια, εξετάστηκε η κατανομή των δεδομένων για τα υπόλοιπα διαγνωστικά τεστ που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη (TMT-A, TMT-B, FSST, TUG, TUG-N και 6MWT). Και σε αυτήν την περίπτωση εφαρμόστηκε το τεστ Shapiro–Wilk, το οποίο έδειξε διαφοροποιήσεις μεταξύ των εργαλείων και των χρονικών μετρήσεων. Τα αναλυτικά αποτελέσματα του ελέγχου κανονικότητας για τα διαγνωστικά τεστ παρατίθενται στον Πίνακα 5.3.

Πίνακας 5.3. Αποτελέσματα ελέγχου κανονικότητας (Shapiro–Wilk) για τα διαγνωστικά τεστ στις δύο ομάδες, πριν και μετά την παρέμβαση.

Μεταβλητή	Ομάδα	Statistic	dF	Sig
-----------	-------	-----------	----	-----

TMT-A (πριν)	Ομάδα Ελέγχου	0.842	12	0.029
	Ομάδα Παρέμβασης	0.806	13	0.008
TMT-A (μετά)	Ομάδα Ελέγχου	0.945	12	0.565
	Ομάδα Παρέμβασης	0.896	13	0.116
TMT-B (πριν)	Ομάδα Ελέγχου	0.893	12	0.130
	Ομάδα Παρέμβασης	0.901	13	0.139
TMT-B (μετά)	Ομάδα Ελέγχου	0.953	12	0.684
	Ομάδα Παρέμβασης	0.832	13	0.017
FSST (πριν)	Ομάδα Ελέγχου	0.808	12	0.011
	Ομάδα Παρέμβασης	0.867	13	0.048
FSST (μετά)	Ομάδα Ελέγχου	0.791	12	0.007
	Ομάδα Παρέμβασης	0.942	13	0.484
TUG (πριν)	Ομάδα Ελέγχου	0.898	12	0.150
	Ομάδα Παρέμβασης	0.583	13	<0.001
TUG (μετά)	Ομάδα Ελέγχου	0.870	12	0.065
	Ομάδα Παρέμβασης	0.780	13	0.004
TUG-N (πριν)	Ομάδα Ελέγχου	0.934	12	0.429
	Ομάδα Παρέμβασης	0.925	13	0.293
TUG-N (μετά)	Ομάδα Ελέγχου	0.931	12	0.395
	Ομάδα Παρέμβασης	0.932	13	0.363
6MWT (πριν)	Ομάδα Ελέγχου	0.920	12	0.285
	Ομάδα Παρέμβασης	0.961	13	0.772

6MWT (μετά)	Ομάδα Ελέγχου	0.870	12	0.065
	Ομάδα Παρέμβασης	0.958	13	0.727

Για το TMT-A, οι αρχικές μετρήσεις εμφάνισαν σημαντική απόκλιση από την κανονικότητα και στις δύο ομάδες, με $p = 0.029$ για την ομάδα ελέγχου και $p = 0.008$ για την ομάδα παρέμβασης (< 0.05). Αυτό σημαίνει ότι οι διαφορές των αρχικών επιδόσεων δεν κατανεμήθηκαν κανονικά. Αντίθετα, οι τελικές μετρήσεις παρουσίασαν κανονικότητα και στις δύο ομάδες, με $p = 0.565$ για την ομάδα ελέγχου και $p = 0.116$ για την παρέμβαση, καθώς οι τιμές υπερέβαιναν το όριο σημαντικότητας.

Αναφορικά με το TMT-B, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αρχικές μετρήσεις ήταν κανονικές και για τις δύο ομάδες ($p = 0.130$ για τον έλεγχο και $p = 0.139$ για την παρέμβαση), ενώ και μετά την παρέμβαση η ομάδα ελέγχου παρέμεινε εντός κανονικότητας ($p = 0.684$). Ωστόσο, στην ομάδα παρέμβασης η τελική μέτρηση εμφάνισε στατιστικά σημαντική απόκλιση ($p = 0.017$), στοιχείο που υποδηλώνει ότι τα δεδομένα δεν κατανεμήθηκαν ομοιόμορφα.

Το FSST παρουσίασε περισσότερες ασυνέπειες. Πριν την παρέμβαση, η ομάδα ελέγχου εμφάνισε $p = 0.011$ και η ομάδα παρέμβασης $p = 0.048$, τιμές που βρίσκονται κάτω από το όριο του 0.05 και συνεπώς δηλώνουν έλλειψη κανονικότητας. Μετά την παρέμβαση, η ομάδα ελέγχου συνέχισε να παρουσιάζει σημαντική απόκλιση ($p = 0.007$), ενώ η ομάδα παρέμβασης έδειξε αποκατάσταση της κανονικότητας ($p = 0.484$).

Για το TUG, οι μετρήσεις της ομάδας ελέγχου ήταν κανονικές τόσο πριν ($p = 0.150$) όσο και μετά ($p = 0.065$) την παρέμβαση. Στον αντίποδα, τα δεδομένα της ομάδας παρέμβασης εμφάνισαν σαφή απόκλιση σε όλες τις χρονικές στιγμές ($p < 0.001$ πριν και $p = 0.004$ μετά), γεγονός που υποδηλώνει ότι το συγκεκριμένο εργαλείο δεν πληροί την παραδοχή της κανονικότητας σε αυτή την ομάδα.

Αντίθετα, στο TUG-N τα δεδομένα και των δύο ομάδων ακολούθησαν κανονική κατανομή σε όλες τις μετρήσεις, με $p > 0.05$ τόσο πριν ($p = 0.429$ για την ομάδα ελέγχου και $p = 0.293$ για την παρέμβαση) όσο και μετά την παρέμβαση ($p = 0.395$ και $p = 0.363$ αντίστοιχα).

Τέλος, για το 6MWT, η κατανομή των δεδομένων ήταν κανονική σε όλες τις περιπτώσεις. Συγκεκριμένα, στην ομάδα ελέγχου οι τιμές ήταν $p = 0.285$ πριν και $p = 0.065$ μετά την παρέμβαση, ενώ στην ομάδα παρέμβασης ήταν $p = 0.772$ και $p = 0.727$ αντίστοιχα, όλες πάνω από το όριο σημαντικότητας.

Συνολικά, τα αποτελέσματα αναδεικνύουν ότι, ενώ αρκετές μεταβλητές διατήρησαν την κανονικότητα τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση (π.χ. TUG-N και 6MWT), άλλες εμφάνισαν σημαντικές αποκλίσεις σε ορισμένες χρονικές στιγμές, όπως το TMT-A στην αρχική μέτρηση, το FSST και το TUG στην ομάδα παρέμβασης. Οι παρατηρούμενες αποκλίσεις υποδηλώνουν ότι, για την ανάλυση των δεδομένων, απαιτείται προσεκτική επιλογή στατιστικών μεθόδων, με κύρια εφαρμογή παραμετρικών ελέγχων όπου πληρούται η παραδοχή της κανονικότητας και την παράλληλη αξιοποίηση μη παραμετρικών τεχνικών στις περιπτώσεις που αυτή παραβιάζεται, ώστε να διασφαλιστεί η εγκυρότητα των συμπερασμάτων.

Από ερευνητικής σκοπιάς, τα ευρήματα αυτά δείχνουν ότι η παρέμβαση δεν είχε ομοιόμορφη επίδραση σε όλες τις μεταβλητές. Η εμφάνιση αποκλίσεων από την κανονικότητα σε ορισμένα εργαλεία μετά την παρέμβαση, ιδίως στην ομάδα παρέμβασης, μπορεί να ερμηνευθεί ως ένδειξη ότι η άσκηση στο υδάτινο περιβάλλον επηρέασε με διαφοροποιημένο τρόπο την κατανομή των επιδόσεων, πιθανώς αυξάνοντας τη διακύμανση ανάμεσα στα άτομα. Παράλληλα, η σταθερή κανονικότητα σε δείκτες όπως το 6MWT ή το TUG-N υποδηλώνει ότι η παρέμβαση είχε πιο ομοιόμορφα αποτελέσματα σε παραμέτρους φυσικής αντοχής και συντονισμού. Η διαφοροποίηση αυτή είναι σημαντική, καθώς επιβεβαιώνει ότι κάθε εργαλείο αξιολογεί διαφορετικές πτυχές της λειτουργικότητας, κάτι που ενισχύει την ανάγκη για πολυδιάστατη αξιολόγηση και για την παράλληλη χρήση τόσο παραμετρικών όσο και μη παραμετρικών μεθόδων στην τελική ανάλυση. Συνοψίζοντας, η διερεύνηση της κανονικότητας ανέδειξε ότι, ενώ οι περισσότερες από τις αρχικές μετρήσεις ήταν κανονικά κατανεμημένες, αρκετές από τις τελικές μετρήσεις απέκλιναν από την κανονικότητα. Το εύρημα αυτό καθιστά αναγκαία την παράλληλη εφαρμογή μη παραμετρικών ελέγχων, προκειμένου να διασφαλιστεί η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των συγκρίσεων, διατηρώντας παράλληλα τη δυνατότητα χρήσης παραμετρικών μεθόδων όπου αυτό κρίνεται κατάλληλο.

Μετά τον έλεγχο κανονικότητας κρίθηκε απαραίτητη η επιλογή των κατάλληλων συγκριτικών τεστ για την ανάλυση των διαφορών τόσο εντός των ομάδων όσο και μεταξύ

αυτών. Για τις μεταβλητές που ακολουθούσαν κανονική κατανομή, χρησιμοποιήθηκε το paired samples t-test, το οποίο επιτρέπει τη σύγκριση των μέσων τιμών πριν και μετά την παρέμβαση στο ίδιο δείγμα. Αντίθετα, για τις μεταβλητές που παρουσίασαν αποκλίσεις από την κανονικότητα εφαρμόστηκε το Wilcoxon signed-rank test, ένα μη παραμετρικό ισοδύναμο που εξετάζει αντίστοιχα τις διαφορές εντός του ίδιου δείγματος χωρίς να προϋποθέτει κανονικότητα.

Στο πρώτο στάδιο της ανάλυσης πραγματοποιήθηκαν οι εντός των ομάδων συγκρίσεις. Συγκεκριμένα, στην ομάδα ελέγχου εξετάστηκε αν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές μεταβολές μεταξύ των αρχικών και τελικών μετρήσεων σε κάθε εργαλείο αξιολόγησης. Το ίδιο εφαρμόστηκε και στην ομάδα παρέμβασης, με στόχο να εκτιμηθεί αν το πρόγραμμα άσκησης στο νερό επέφερε διαφοροποιήσεις στις επιδόσεις των συμμετεχόντων σε σχέση με την αρχική τους κατάσταση.

Στο δεύτερο στάδιο της ανάλυσης πραγματοποιήθηκαν οι μεταξύ των ομάδων συγκρίσεις. Για τις μεταβλητές με κανονική κατανομή εφαρμόστηκε το independent samples t-test, προκειμένου να συγκριθούν οι μέσες τιμές της ομάδας ελέγχου με αυτές της ομάδας παρέμβασης. Στις περιπτώσεις όπου η κανονικότητα δεν πληρούνταν, χρησιμοποιήθηκε το Mann-Whitney U test, το οποίο αποτελεί μη παραμετρική εναλλακτική. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίστηκε ότι η ανάλυση βασίζεται σε τεστ κατάλληλα για τα χαρακτηριστικά κάθε μεταβλητής, ώστε τα αποτελέσματα να είναι στατιστικά αξιόπιστα και ερμηνεύσιμα.

Η διπλή αυτή προσέγγιση (παραμετρικοί και μη παραμετρικοί έλεγχοι) διασφαλίζει την εγκυρότητα των ευρημάτων, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες των δεδομένων. Παράλληλα, επιτρέπει την ολοκληρωμένη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, καθώς εξετάζει τόσο την εξέλιξη εντός κάθε ομάδας ξεχωριστά όσο και τις πιθανές διαφορές μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας παρέμβασης.

Στην ομάδα παρέμβασης, για τις μεταβλητές που πληρούσαν την παραδοχή της κανονικότητας εφαρμόστηκε ο έλεγχος paired samples t-test. Τα συνοπτικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.4.

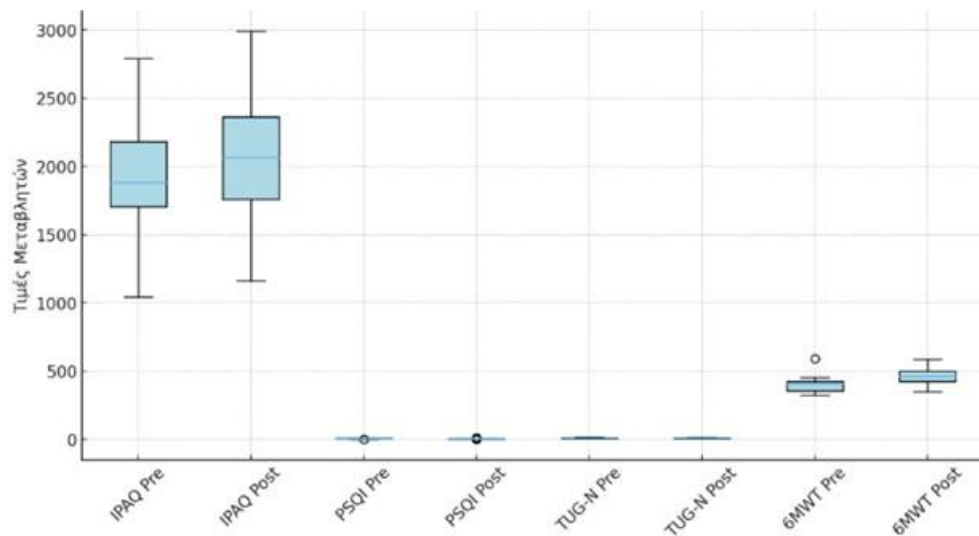
Πίνακας 5.4. Αποτελέσματα paired samples t-test για την ομάδα παρέμβασης (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, τιμή t και p-value)

Ζεύγος Μεταβλητών	Μέση Διαφορά	Τυπ. Απόκλιση	Τυπ. Σφάλμα Μέσης	95% ΔΕ Διαφοράς (Κ.Ο.– Α.Ο.)	t	df	p (2-tailed)
IPAQ πριν – IPAQ μετά	-579,169	1950,061	540,850	-1757,579 – 599,241	-1,071	12	0,305
PSQI (PITT) πριν – PSQI (PITT) μετά	0,385	2,755	0,764	-1,280 – 2,049	0,503	12	0,624
TUG-N πριν – TUG-N μετά	3,538	4,502	1,249	0,818 – 6,259	2,834	12	0,015
6MWT πριν – 6MWT μετά	-123,923	89,686	24,874	-178,120 – -69,726	-4,982	12	<0,001

Η ανάλυση για το IPAQ έδειξε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική μεταβολή στα επίπεδα σωματικής δραστηριότητας μετά την παρέμβαση ($t(12) = -1.071$, $p = 0.305$), γεγονός που υποδηλώνει ότι το συνολικό επίπεδο δραστηριότητας των συμμετεχόντων παρέμεινε σταθερό. Παρομοίως, για τον δείκτη ποιότητας ύπνου PSQI, οι διαφορές μεταξύ των αρχικών και τελικών μετρήσεων δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ($t(12) = 0.503$, $p = 0.624$).

Αντίθετα, στο TUG-N (dual-task έκδοση), παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση μετά την παρέμβαση ($t(12) = 2.834$, $p = 0.015$), με τον χρόνο εκτέλεσης να μειώνεται, γεγονός που καταδεικνύει ενίσχυση της ικανότητας εκτέλεσης ταυτόχρονων κινητικών και γνωστικών διεργασιών. Σημαντική διαφοροποίηση καταγράφηκε επίσης και στο 6MWT, όπου η απόσταση που κάλυψαν οι συμμετέχοντες μετά την παρέμβαση αυξήθηκε σημαντικά ($t(12) = -4.982$, $p < 0.001$), υποδηλώνοντας σαφή βελτίωση στην καρδιοαναπνευστική αντοχή.

Τα αποτελέσματα των παραμετρικών ελέγχων στην ομάδα παρέμβασης καταδεικνύουν ότι, ενώ η σωματική δραστηριότητα και η ποιότητα ύπνου παρέμειναν αμετάβλητες, οι συμμετέχοντες παρουσίασαν σημαντικές βελτιώσεις σε δοκιμασίες λειτουργικής αντοχής και συνδυασμού κινητικών–γνωστικών δεξιοτήτων. Για καλύτερη ανάλυση των αποτελεσμάτων και για τη διασπορά των δεδομένων και το αν υπάρχει ορατή βελτίωση/ χειροτέρευση παρουσιάζεται η Εικόνα 5.3.



Εικόνα 5.3. Boxplot Αναφοράς των Αποτελεσμάτων του Paired Samples T-Test για την Ομάδα Παρέμβασης.

Για τις μεταβλητές που δεν πληρούσαν την παραδοχή της κανονικότητας, εφαρμόστηκε ο έλεγχος Wilcoxon Signed-Rank Test. Τα αποτελέσματα του ελέγχου Wilcoxon για την ομάδα παρέμβασης παρατίθενται στον Πίνακα 5.5.

Πίνακας 5.5. Αποτελέσματα Wilcoxon Signed-Rank Test για την ομάδα παρέμβασης (διάμεσος, τιμή Z και p-value)

Ζεύγος Μεταβλητών	Z	p (2-tailed)
SF-36 μετά – πριν	-0,356	0,722
MMSE μετά – πριν	-1,190	0,234
TMT-A μετά – πριν	-2,118	0,034
TMT-B μετά – πριν	-2,551	0,011
FSST μετά – πριν	-1,245	0,213

TUG μετά – πριν	-1,177	0,239
-----------------	--------	-------

Στο SF-36, τα αποτελέσματα δεν κατέδειξαν στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των αρχικών και τελικών μετρήσεων ($Z = -0.356$, $p = 0.722$), υποδηλώνοντας ότι η αντιλαμβανόμενη ποιότητα ζωής παρέμεινε σταθερή. Αντίστοιχα, και στο MMSE, οι αλλαγές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ($Z = -1.190$, $p = 0.234$), γεγονός που καταδεικνύει ότι η συνολική γνωστική λειτουργία δεν παρουσίασε ουσιαστική μεταβολή.

Αντίθετα, στο TMT-A καταγράφηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση ($Z = -2.118$, $p = 0.034$), στοιχείο που υποδηλώνει ότι η ταχύτητα οπτικοκινητικής επεξεργασίας ενισχύθηκε μετά την παρέμβαση. Αντίστοιχα, και στο TMT-B παρατηρήθηκε σημαντική διαφοροποίηση ($Z = -2.551$, $p = 0.011$), γεγονός που δείχνει βελτίωση στη γνωστική ευελιξία και την ικανότητα εναλλαγής προσοχής.

Στο FSST, οι διαφορές δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές ($Z = -1.245$, $p = 0.213$), κάτι που σημαίνει ότι η ισορροπία και η ικανότητα αλλαγής κατεύθυνσης παρέμειναν σταθερές στην ομάδα παρέμβασης. Παρόμοια, και στο TUG, η ανάλυση δεν ανέδειξε σημαντικές διαφορές πριν και μετά την παρέμβαση ($Z = -1.177$, $p = 0.239$), γεγονός που δείχνει ότι η λειτουργική κινητικότητα διατηρήθηκε χωρίς σημαντικές αλλαγές.

Τα αποτελέσματα του Wilcoxon στην ομάδα παρέμβασης καταδεικνύουν ότι ενώ η ποιότητα ζωής, η συνολική γνωστική λειτουργία, η ισορροπία και η λειτουργική κινητικότητα δεν διαφοροποιήθηκαν ουσιαστικά, οι συμμετέχοντες εμφάνισαν σημαντική βελτίωση σε βασικές εκτελεστικές λειτουργίες, όπως η ταχύτητα επεξεργασίας (TMT-A) και η γνωστική ευελιξία (TMT-B). Τα ευρήματα αυτά ενισχύουν την υπόθεση ότι το πρόγραμμα άσκησης σε υδάτινο περιβάλλον επιδρά θετικά σε συγκεκριμένες πτυχές της γνωστικής λειτουργίας.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της ομάδας παρέμβασης, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις πριν και μετά την παρέμβαση στις μεταβλητές IPAQ και PSQI ($p > .05$), γεγονός που υποδηλώνει ότι το συνολικό επίπεδο σωματικής δραστηριότητας και η ποιότητα ύπνου παρέμειναν σταθερά. Αντίθετα, καταγράφηκαν σημαντικές βελτιώσεις σε επιμέρους δείκτες κινητικής και γνωστικής λειτουργίας. Συγκεκριμένα, στο TUG-N παρατηρήθηκε μείωση του χρόνου εκτέλεσης ($p = .015$), στοιχείο που δείχνει ενίσχυση της ικανότητας διπλού έργου, ενώ στο 6MWT σημειώθηκε σημαντική αύξηση της απόστασης που διανύθηκε ($p < .001$), γεγονός που καταδεικνύει

βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής αντοχής. Παράλληλα, στις γνωστικές δοκιμασίες TMT-A και TMT-B παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις ($p = .034$ και $p = .011$ αντίστοιχα), υποδηλώνοντας θετική επίδραση στην ταχύτητα οπτικοκινητικής επεξεργασίας και στη γνωστική ευελιξία. Αντιθέτως, οι δείκτες SF-36, MMSE, FSST και TUG παρέμειναν σταθεροί ($p > .05$). Τα ευρήματα αυτά συνολικά δείχνουν ότι το πρόγραμμα άσκησης σε υδάτινο περιβάλλον συνέβαλε στη βελτίωση συγκεκριμένων λειτουργικών και γνωστικών παραμέτρων, χωρίς ωστόσο να επηρεάσει όλες τις μετρούμενες μεταβλητές.

Στην ομάδα ελέγχου, πραγματοποιήθηκε έλεγχος με το paired samples t-test για να διερευνηθούν οι διαφορές ανάμεσα στις αρχικές και τελικές μετρήσεις των συμμετεχόντων. Τα αποτελέσματα του ελέγχου με paired samples t-test παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 5.6.

Πίνακας 5.6. Αποτελέσματα paired samples t-test για την ομάδα ελέγχου (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, τιμή t και p-value).

Ζεύγος Μεταβλητών	Μέση Διαφορά	Τυπ. Απόκλιση	Τυπ. Σφάλμα Μέσης	95% ΔΕ Διαφοράς (Κ.Ο.– Α.Ο.)	t	df	p (2-tailed)
SF-36 πριν – μετά	-0,720	5,474	1,095	-2,979 – 1,539	-0,658	24	0,517
PITTT πριν – μετά	0,120	2,948	0,590	-1,097 – 1,337	0,203	24	0,840
TMT-B πριν – μετά	14,293	25,223	5,045	3,881 – 24,705	2,833	24	0,009
TUG πριν – μετά	0,236	2,215	0,443	-0,678 – 1,150	0,533	24	0,599
TUG-N πριν – μετά	3,320	4,507	0,901	1,460 – 5,180	3,683	24	0,001
6MWT πριν – μετά	-118,320	90,730	18,146	-155,772 – -80,868	-6,520	24	<0,001

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι για το SF-36, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο μετρήσεων ($t(24) = -0.658$, $p = 0.517$), γεγονός που υποδηλώνει σταθερότητα στην αντιλαμβανόμενη ποιότητα ζωής. Αντίστοιχα, για τον δείκτη ποιότητας ύπνου PSQI, οι διαφορές πριν και μετά την παρέμβαση δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ($t(24) = 0.203$, $p = 0.840$).

Αντιθέτως, στο TMT-B, η ανάλυση ανέδειξε στατιστικά σημαντική βελτίωση μετά την παρέμβαση ($t(24) = 2.833$, $p = 0.009$), με τον μέσο χρόνο εκτέλεσης να μειώνεται αισθητά, γεγονός που καταδεικνύει αύξηση της γνωστικής ευελιξίας. Στο TUG, οι διαφορές μεταξύ των δύο μετρήσεων δεν ήταν σημαντικές ($t(24) = 0.533$, $p = 0.599$), δείχνοντας ότι η λειτουργική κινητικότητα παρέμεινε σχετικά σταθερή.

Αντίθετα, στο TUG-N (dual-task έκδοση), τα αποτελέσματα έδειξαν σαφή βελτίωση με στατιστικά σημαντική μείωση του χρόνου εκτέλεσης ($t(24) = 3.683$, $p = 0.001$), στοιχείο που υποδηλώνει ενίσχυση της ικανότητας συνδυασμού κινητικής και γνωστικής δραστηριότητας. Τέλος, στο 6MWT, παρατηρήθηκε ισχυρά στατιστικά σημαντική βελτίωση στην απόσταση που διήνυσαν οι συμμετέχοντες μετά την παρέμβαση ($t(24) = -6.520$, $p < 0.001$), γεγονός που υποδηλώνει σημαντική ενίσχυση της καρδιοαναπνευστικής αντοχής.

Συνολικά, τα ευρήματα δείχνουν ότι, ενώ σε ορισμένες παραμέτρους (SF-36, PSQI, TUG) οι αλλαγές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές, σε άλλες (TMT-B, TUG-N, 6MWT) καταγράφηκαν σαφείς βελτιώσεις, στοιχείο που καταδεικνύει την επίδραση της παρέμβασης σε επιμέρους τομείς της λειτουργικότητας και της αντοχής.

Για τις μεταβλητές που δεν πληρούσαν την παραδοχή της κανονικότητας, εφαρμόστηκε ο έλεγχος Wilcoxon Signed-Rank Test. Τα αποτελέσματα του μη παραμετρικού ελέγχου Wilcoxon παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.7.

Πίνακας 5.7. Αποτελέσματα Wilcoxon Signed-Rank Test για την ομάδα ελέγχου (μέση τιμή, διάμεσος, Z και p-value).

Ζεύγος Μεταβλητών	Z	p (2-tailed)
IPAQ μετά – πριν	-1,063	0,288
MMSE μετά – πριν	-1,533	0,125
TMT-A μετά – πριν	-3,171	0,002
FSST μετά – πριν	-3,181	0,001

Στο IPAQ, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των αρχικών και τελικών μετρήσεων ($Z = -1.063$, $p = 0.288$), γεγονός που υποδηλώνει ότι το επίπεδο σωματικής δραστηριότητας παρέμεινε σχετικά σταθερό. Παρομοίως, για την αξιολόγηση της γνωστικής λειτουργίας με το MMSE, δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ($Z = -1.533$, $p = 0.125$), στοιχείο που δείχνει ότι η συνολική βαθμολογία δεν παρουσίασε ουσιαστική αλλαγή στην ομάδα ελέγχου.

Αντίθετα, στο TMT-A καταγράφηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση μετά την παρέμβαση ($Z = -3.171$, $p = 0.002$), με τους χρόνους εκτέλεσης να μειώνονται σημαντικά, γεγονός που αντανakλά βελτίωση στην ταχύτητα επεξεργασίας πληροφοριών και στην οπτικοκινητική ευελιξία. Αντίστοιχα, και στο FSST παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση ($Z = -3.181$, $p = 0.001$), ένδειξη καλύτερης ισορροπίας και δυναμικού ελέγχου κινήσεων στην ομάδα ελέγχου.

Συνολικά, τα αποτελέσματα του Wilcoxon δείχνουν ότι ενώ ορισμένοι δείκτες (IPAQ, MMSE) δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά, σε κρίσιμες δοκιμασίες εκτελεστικής λειτουργίας και ισορροπίας (TMT-A και FSST) υπήρξε σημαντική βελτίωση. Αυτό το εύρημα ενισχύει την άποψη ότι ακόμη και χωρίς ενεργή άσκηση παρέμβασης, η ομάδα ελέγχου μπορεί να παρουσιάσει βελτιώσεις πιθανώς λόγω μάθησης ή εξοικείωσης με τα τεστ.

Για τις παραμετρικές μεταβλητές, πραγματοποιήθηκε Independent Samples t-test με στόχο τη σύγκριση της ομάδας ελέγχου και της ομάδας παρέμβασης στις αρχικές και τελικές μετρήσεις. Τα συνοπτικά αποτελέσματα του Independent Samples t-test παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.8.

Πίνακας 5.8. Αποτελέσματα Independent Samples t-test για τις παραμετρικές μεταβλητές μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας παρέμβασης (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, τιμή t και p -value)

Μεταβλητή	t	df	p (2-tailed)	Σχόλιο
IPAQ (πριν)	-0,860	23	0,399	Μη σημαντική
IPAQ (μετά)	-0,942	23	0,356	Μη σημαντική
PITT (πριν)	-1,749	23	0,094	Οριακά μη σημαντική
PITT (μετά)	-1,129	23	0,270	Μη σημαντική

TUG-N (πριν)	0,446	23	0,660	Μη σημαντική
TUG-N (μετά)	0,483	23	0,634	Μη σημαντική
6MWT Distance (πριν)	-0,085	23	0,933	Μη σημαντική
6MWT Distance (μετά)	-0,376	23	0,710	Μη σημαντική

Στο IPAQ, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε πριν ($t(23) = -0.868, p = 0.395$) ούτε μετά την παρέμβαση ($t(23) = -0.949, p = 0.352$), γεγονός που υποδηλώνει ότι τα επίπεδα σωματικής δραστηριότητας παρέμειναν συγκρίσιμα μεταξύ των δύο ομάδων.

Αναφορικά με τον δείκτη ποιότητας ύπνου PSQI, στην αρχική μέτρηση καταγράφηκε μία οριακή τάση διαφοροποίησης ($t(23) = -1.760, p = 0.092$), η οποία ωστόσο δεν έφτασε το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας. Στην τελική μέτρηση οι διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων δεν ήταν σημαντικές ($t(23) = -1.122, p = 0.274$).

Στο TUG-N, οι συγκρίσεις μεταξύ των δύο ομάδων δεν κατέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε πριν ($t(17.7) = 0.458, p = 0.653$) ούτε μετά την παρέμβαση ($t(22.7) = 0.487, p = 0.631$), γεγονός που καταδεικνύει ότι η ικανότητα διπλού έργου παρέμεινε παρόμοια στις δύο συνθήκες.

Τέλος, στο 6MWT, δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο ομάδων τόσο στην αρχική ($t(22.1) = -0.085, p = 0.933$) όσο και στην τελική μέτρηση ($t(21.0) = -0.372, p = 0.713$), γεγονός που υποδηλώνει ότι η καρδιοαναπνευστική αντοχή των συμμετεχόντων παρέμεινε σε συγκρίσιμα επίπεδα στις δύο ομάδες.

Έτσι, τα αποτελέσματα του Independent Samples t-test καταδεικνύουν ότι οι δύο ομάδες δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους σε καμία από τις παραμετρικές μεταβλητές, τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση. Αυτό ενισχύει την υπόθεση ότι οι παρατηρούμενες διαφοροποιήσεις εντός κάθε ομάδας δεν οφείλονται σε προϋπάρχουσες διαφορές, αλλά συνδέονται με τις συνθήκες της παρέμβασης.

Για τις μεταβλητές που δεν πληρούσαν την παραδοχή της κανονικότητας, εφαρμόστηκε το μη παραμετρικό τεστ Mann–Whitney U, προκειμένου να συγκριθούν οι δύο ομάδες. Τα αποτελέσματα του Mann–Whitney U παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.9.

Πίνακας 5.9. Αποτελέσματα Mann–Whitney U για τις μη παραμετρικές μεταβλητές μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας παρέμβασης (διάμεσος, U, Z και p-value)

Μεταβλητή	Mann–Whitney U	Z	p (2-tailed)	Σχόλιο
SF-36 (πριν)	64,000	-0,765	0,444	Μη σημαντική
SF-36 (μετά)	68,000	-0,548	0,583	Μη σημαντική
MMSE (πριν)	69,500	-0,471	0,637	Μη σημαντική
MMSE (μετά)	73,500	-0,255	0,799	Μη σημαντική
TMT-A (πριν)	29,000	-2,665	0,008	Σημαντική
TMT-A (μετά)	24,000	-2,937	0,003	Σημαντική
TMT-B (πριν)	73,500	-0,245	0,807	Μη σημαντική
TMT-B (μετά)	34,000	-2,393	0,017	Σημαντική
FSST (πριν)	41,500	-1,989	0,047	Οριακά σημαντική
FSST (μετά)	44,500	-1,829	0,067	Μη σημαντική
TUG (πριν)	55,500	-1,225	0,220	Μη σημαντική
TUG (μετά)	71,000	-0,381	0,703	Μη σημαντική

Στο SF-36, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε στην αρχική ($U = 64.0$, $Z = -0.765$, $p = 0.444$) ούτε στην τελική μέτρηση ($U = 68.0$, $Z = -0.548$, $p = 0.583$), γεγονός που δείχνει ότι η αντιλαμβανόμενη ποιότητα ζωής παρέμεινε συγκρίσιμη μεταξύ των ομάδων. Αντίστοιχα, και στο MMSE, οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές πριν ($U = 69.5$, $Z = -0.471$, $p = 0.637$) ούτε μετά την παρέμβαση ($U = 73.5$, $Z = -0.255$, $p = 0.799$).

Αντίθετα, στο TMT-A αναδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο πριν ($U = 29.0$, $Z = -2.665$, $p = 0.008$) όσο και μετά την παρέμβαση ($U = 24.0$, $Z = -2.937$, $p = 0.003$), με την ομάδα παρέμβασης να εμφανίζει σαφώς βελτιωμένη απόδοση. Στο TMT-B, ενώ στην αρχική μέτρηση δεν καταγράφηκε σημαντική διαφοροποίηση ($U = 73.5$, $Z = -0.245$, $p = 0.807$), μετά την παρέμβαση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ($U = 34.0$, $Z = -2.393$, $p = 0.017$), υποδηλώνοντας καλύτερη γνωστική ευελιξία στην ομάδα παρέμβασης.

Όσον αφορά το FSST, η ανάλυση έδειξε μια οριακά σημαντική διαφορά πριν την παρέμβαση ($U = 41.5$, $Z = -1.989$, $p = 0.047$), ενώ μετά την παρέμβαση η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($U = 44.5$, $Z = -1.829$, $p = 0.067$). Στο TUG, δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε πριν ($U = 55.5$, $Z = -1.225$, $p = 0.220$) ούτε μετά την παρέμβαση ($U = 71.0$, $Z = -0.381$, $p = 0.703$), γεγονός που δείχνει ότι η λειτουργική κινητικότητα παρέμεινε σε παρόμοια επίπεδα μεταξύ των δύο ομάδων.

Συνολικά, τα αποτελέσματα του Mann–Whitney U δείχνουν ότι, ενώ η ποιότητα ζωής και η γενική γνωστική λειτουργία παρέμειναν συγκρίσιμες μεταξύ των δύο ομάδων, η ομάδα παρέμβασης εμφάνισε σημαντικά καλύτερες επιδόσεις σε βασικούς δείκτες εκτελεστικής λειτουργίας, όπως το TMT-A και το TMT-B. Τα ευρήματα αυτά ενισχύουν την υπόθεση ότι η άσκηση σε υδάτινο περιβάλλον επηρεάζει θετικά συγκεκριμένες πτυχές της γνωστικής απόδοσης, σε αντίθεση με την απλή παρακολούθηση χωρίς παρέμβαση.

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα μελέτη, υγιείς φοιτητές/ριες ($N=25$) κατανεμήθηκαν σε ομάδα παρέμβασης ($n=13$) και ομάδα ελέγχου ($n=12$). Η παρέμβαση διήρκεσε 3 εβδομάδες, με 3 συνεδρίες/εβδομάδα σε θερμοκρασία 32°C , ακολουθώντας ειδικά διαμορφωμένο πρωτόκολλο άσκησης στο νερό. Συνολικά, οι δύο ομάδες εμφανίζονται συγκρίσιμες ως προς τα βασικά ανθρωπομετρικά και δημογραφικά χαρακτηριστικά, με τη σημαντικότερη διαφοροποίηση να εντοπίζεται στην ηλικία και στο σωματικό βάρος, όπου η ομάδα ελέγχου ήταν ελαφρώς μεγαλύτερη ηλικιακά και με υψηλότερο μέσο βάρος. Παρ' όλα αυτά, οι διαφοροποιήσεις αυτές δεν θέτουν σε κίνδυνο την εγκυρότητα και τη στατιστική ομοιογένεια της έρευνας, καθώς τα δείγματα παραμένουν επαρκώς ισορροπημένα και αντιπροσωπευτικά για τη σύγκριση. Η μικρή έκταση των διαφορών επιτρέπει την εξαγωγή συγκρίσιμων αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο ομάδων, όπως συμβαίνει και σε ανάλογες έρευνες του κλάδου, όπου η απόλυτη ταύτιση των χαρακτηριστικών δεν είναι εφικτή αλλά ούτε και απαραίτητη για την αξιοπιστία των ευρημάτων. Έτσι, η μελέτη μπορεί να προχωρήσει σε συγκρίσεις με ασφάλεια, διατηρώντας την εσωτερική της εγκυρότητα.

Σε επίπεδο εντός των ομάδων συγκρίσεων, παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στην εκτελεστική λειτουργία (Trail Making Test-B) και στην ικανότητα διπλού έργου (Time Up and Go-Number) και στις δύο ομάδες, καθώς και σαφής αύξηση της καρδιοαναπνευστικής αντοχής (6 Minute Walk Test) στην ομάδα παρέμβασης. Αντίθετα, δείκτες ποιότητας ζωής (SF-36), ύπνου (PSQI) και αυτοαναφερόμενης φυσικής

δραστηριότητας (IPAQ) δεν μεταβλήθηκαν σημαντικά, ενώ το Mini Mental State Examination—όπως αναμενόταν σε υγιή νεαρό πληθυσμό—παρουσίασε «φαινόμενο οροφής» (ceiling effect) και χαμηλή ευαισθησία σε βραχυχρόνιες μεταβολές. Συγκεκριμένα, σε τεστ όπως το MMSE, όπου το ανώτατο σκορ είναι 30, οι περισσότεροι συμμετέχοντες πριν την παρέμβαση κινούνταν ήδη σε υψηλές τιμές (28–30 βαθμούς). Έτσι, μετά την παρέμβαση, ακόμη και αν υπήρξε πραγματική βελτίωση στη γνωστική τους λειτουργία, η κλίμακα δεν είχε τη δυνατότητα να την αποτυπώσει, περιορίζοντας την ευαισθησία του εργαλείου. Κατά συνέπεια, το ceiling effect μπορεί να περιορίσει την ικανότητα ενός εργαλείου να ανιχνεύσει πραγματικές αλλαγές, «κρύβοντας» πιθανές βελτιώσεις και επηρεάζοντας στατιστικά την τελική εικόνα των αποτελεσμάτων. Στις μεταξύ των ομάδων συγκρίσεις, το TMT-A και το TMT-B ήταν ανώτερα στην παρέμβαση, ενώ για TUG-N και 6MWT οι διαφορές μεταξύ ομάδων δεν έφτασαν στατιστική σημαντικότητα παρά τη σημαντική εντός της ομάδας βελτίωση στην παρέμβαση, εύρημα που υποδηλώνει επίδραση της άσκησης, αλλά και πιθανό ρόλο μαθησιακών/εξοικείωσης επιδράσεων στα τεστ ταχύτητας/χρόνου.

Η αξιολόγηση με το TMT-A, το οποίο μετρά την ταχύτητα οπτικοκινητικής επεξεργασίας και την προσοχή, ανέδειξε σημαντικές βελτιώσεις τόσο στην ομάδα ελέγχου (Wilcoxon: $Z = -3.171$, $p = 0.002$) όσο και στην ομάδα παρέμβασης (Wilcoxon: $Z = -2.118$, $p = 0.034$). Στις μεταξύ των ομάδων συγκρίσεις, παρατηρήθηκαν ήδη από την έναρξη διαφορές υπέρ της παρέμβασης που ενισχύθηκαν στο τέλος. Το εύρημα αυτό δείχνει ότι, πέρα από την εξοικείωση με το τεστ, η παρέμβαση είχε ουσιαστική συμβολή στη βελτίωση της ταχύτητας επεξεργασίας. Αντίστοιχα αποτελέσματα έχουν καταγραφεί και στη διεθνή βιβλιογραφία, όπου βραχείες αερόβιες παρεμβάσεις σχετίζονται με βελτίωση δεικτών προσοχής και ταχύτητας μέσω αύξησης νευροτροφικών παραγόντων όπως ο BDNF (Kang et al., 2020· Ferrer-Uris et al., 2022). Μηχανικά, η άσκηση (ακόμη και οξεία/βραχεία) δύναται να αυξήσει BDNF και να τροποποιήσει IGF-1/VEGF, διευκολύνοντας συναπτική πλαστικότητα και ροές προσοχής/ταχύτητας (Fernández-Rodríguez et al., 2021· Liang et al., 2023· Song et al., 2023). Σημαντικό ρόλο παίζει και η εμβύθιση στο νερό, η οποία μέσω της υδροστατικής πίεσης και της θερμοκρασίας των 32°C ενισχύει την αιματική ροή και την οξυγόνωση του εγκεφάλου, υποστηρίζοντας τη βελτίωση αυτών των δεικτών (Christopher et al., 2015· Tomoto et al., 2022). Στο υδάτινο πλαίσιο, η εμβύθιση σε 32°C ευνοεί αγγειοδιαστολή και αύξηση εγκεφαλικής αιμάτωσης, κάτι που έχει συσχετιστεί με οξείες βελτιώσεις σε γνωστικά έργα ταχύτητας (Tomoto et al., 2024· Stavres et al., 2022).

Επομένως, τα ευρήματά στο TMT-A είναι συνεπή με το προφίλ «ταχείας απόκρισης» που περιγράφει η βιβλιογραφία για δείκτες προσοχής/ταχύτητας, ιδίως όταν η άσκηση πραγματοποιείται σε θερμοουδέτερο νερό που ευνοεί την αιμάτωση.

Ακόμη πιο καθαρή ήταν η εικόνα για το TMT-B, που αξιολογεί τη γνωστική ευελιξία και την εναλλαγή σετ. Στο σύνολο του δείγματος παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση (paired t-test: $t(24) = 2.833$, $p = 0.009$). Στην ομάδα παρέμβασης, ο Wilcoxon ανέδειξε σημαντική αλλαγή ($Z = -2.551$, $p = 0.011$), ενώ στις μεταξύ-ομαδικές συγκρίσεις δεν υπήρχαν διαφορές αλλά καταγράφηκε σαφής υπεροχή της παρέμβασης στο τέλος. Το μοτίβο αυτό υποδηλώνει ότι η παρέμβαση είχε καθοριστική επίδραση στη γνωστική ευελιξία, πέρα από τις πιθανές επιδράσεις εξοικείωσης. Η διεθνής βιβλιογραφία παρουσιάζει παρομοίως ότι η εκτελεστική λειτουργία, και ειδικά η εναλλαγή σετ, είναι από τους πιο ευαίσθητους δείκτες στη συστηματική άσκηση (Ferrer-Uris et al., 2022· Kang et al., 2020). Οι μηχανισμοί που ερμηνεύουν την ταχεία αυτή βελτίωση σχετίζονται με την αύξηση του BDNF, του IGF-1 και του VEGF, αλλά και με τη δράση μυοκινών όπως η ιρισίνη, που συμβάλλουν στη νευρογένεση και στη συναπτογένεση (Islam et al., 2021· Guo et al., 2024). Η θερμοκρασία 32°C και η υδροστατική πίεση πιθανώς ενίσχυσαν την εγκεφαλική οξυγόνωση/αιματική ροή (Christopher et al., 2015· Stavres et al., 2022), διευκολύνοντας την εκπαίδευση ευελιξίας έναντι της απλής εξοικείωσης.

Αντίθετα, το MMSE, που αποτελεί γενικό δείκτη σφαιρικής γνωστικής κατάστασης, δεν εμφάνισε σημαντικές αλλαγές ούτε εντός ούτε μεταξύ ομάδων (π.χ. έλεγχος: $Z = -1.533$, $p = 0.125$ · παρέμβαση: $Z = -1.190$, $p = 0.234$). Το αποτέλεσμα αυτό είναι αναμενόμενο δεδομένου ότι το MMSE παρουσιάζει «φαινόμενο οροφής» σε υγιείς νεαρούς ενήλικες και δεν είναι αρκετά ευαίσθητο για να ανιχνεύσει βραχυπρόθεσμες αλλαγές. Αντίστοιχα, η διεθνής βιβλιογραφία δείχνει ότι σφαιρικοί δείκτες όπως το MMSE ή ακόμη και το SF-36 χρειάζονται μεγαλύτερης διάρκειας παρεμβάσεις για να αποτυπώσουν ουσιαστικές μεταβολές (Peng et al., 2022· Melo et al., 2023).

Η ταχεία βελτίωση σε TMT-A/B εναρμονίζεται με μηχανισμούς που ενεργοποιούνται ήδη από τις πρώτες εβδομάδες: αύξηση CBF/CVR (Christopher et al., 2015· Tomoto et al., 2022, 2024), οξείες αυξήσεις BDNF με συνεδρίες μέτριας-υψηλής έντασης (Fernández-Rodríguez et al., 2021· Liang et al., 2023) και συμμετοχή ιρισίνης/γαλακτικού (Islam et al., 2021· Guo et al., 2024· Müller et al., 2020· Xue et al., 2022). Το υδάτινο περιβάλλον σε 32°C προσθέτει επιπλέον: αγγειοδιαστολή, καλύτερη

φλεβική επιστροφή/καρδιακή παροχή και έτσι μεγαλύτερη εγκεφαλική αιμάτωση κατά την άσκηση (Stavres et al., 2022), που μπορεί να αποτυπώνεται σε δείκτες ταχύτητας/ευελιξίας πριν ακόμη μεταβληθούν «βαρύτεροι» δείκτες (SF-36, PSQI, MMSE).

Στα υπόλοιπα τεστ, σημαντική βελτίωση καταγράφηκε στο 6MWT (paired t-test: $t(24) = -6.520$, $p < 0.001$) εντός της παρέμβασης, η οποία είναι απολύτως αναμενόμενη και συμφωνεί με ανασκοπήσεις/μελέτες που δείχνουν ότι η άσκηση στο νερό βελτιώνει αντοχή και καρδιαγγειακή απόδοση, ιδίως όταν η θερμοκρασία είναι θερμοουδέτερη/ελαφρώς θερμή, κάτι που διευκολύνει τη διάρκεια και την αντιληπτή ευκολία της προσπάθειας (Peng et al., 2022· Santamaría et al., 2025). Ωστόσο, η απουσία σημαντικής μεταξύ-ομαδικής διαφοράς στο 6MWT πιθανόν αντανάκλα τον βραχύ χρόνο παρέμβασης, το μικρό δείγμα και το ότι το δείγμα αποτελείται από νέους υγιείς, όπου οι «οροφές» απόδοσης επιτυγχάνονται γρήγορα και οι διακυμάνσεις είναι μικρές. Στο ίδιο πλαίσιο ερμηνεύεται και η μη σημαντική μεταβολή στο TUG: σε ηλικιωμένους/κλινικούς πληθυσμούς η υδροθεραπεία βελτιώνει τη λειτουργική κινητικότητα και μειώνει τον φόβο πτώσης (Melo et al., 2023), αλλά στη παρούσα μελέτη φαίνεται ότι το TUG πιθανότατα δεν ήταν αρκετά «απαιτητικό» ώστε να ανιχνεύσει περαιτέρω βελτιώσεις εντός 3 εβδομάδων. Αντίστοιχα, η βελτίωση στο TUG-N ($t(24) = 3.683$, $p = 0.001$ για την ομάδα ελέγχου· $t(12) = 2.834$, $p = 0.015$ για την παρέμβαση) δείχνει ενίσχυση της ικανότητας διπλού έργου, που είναι συνεπής με τις μελέτες σε ηλικιωμένους πληθυσμούς, αν και στο νεανικό δείγμα οι διαφορές είναι λιγότερο έντονες (Melo et al., 2023). Αντίθετα, οι δείκτες ποιότητας ζωής (SF-36), ύπνου (PSQI) και αυτοαναφερόμενης φυσικής δραστηριότητας (IPAQ) δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές, γεγονός που πιθανότατα οφείλεται στη μικρή διάρκεια της παρέμβασης. Για τους ψυχοκοινωνικούς δείκτες (SF-36, PSQI) και την αυτοαναφερόμενη δραστηριότητα (IPAQ), η απουσία σημαντικών αλλαγών είναι συμβατή με τη βιβλιογραφία που δείχνει ότι οι ποιοτικοί δείκτες ζωής/ύπνου απαιτούν μεγαλύτερης διάρκειας προγράμματα για να μεταβληθούν ουσιαστικά (Peng et al., 2022). Ενώ, Από μεθοδολογικής πλευράς, οι οριακές αλλά όχι συνεπείς διαφορές στο FSST πιθανόν αντανάκλουν εξοικείωση με το τεστ και μικρές αρχικές ασυμμετρίες, φαινόμενα συχνά σε μικρά δείγματα.

Ένα κρίσιμο στοιχείο είναι η διάρκεια της παρέμβασης. Η μελέτη αυτή περιλάμβανε 9 συνεδρίες σε διάστημα 3 εβδομάδων, που αποτελεί σαφώς μικρότερο χρονικό διάστημα σε σχέση με άλλες μελέτες που έχουν δείξει δομικές αλλαγές στον εγκέφαλο. Για παράδειγμα, οι Erickson et al. (2010) και Sato et al. (2014) κατέδειξαν αύξηση στον όγκο του ιππόκαμπου και βελτίωση της μνήμης μετά από 6 έως 12 μήνες συστηματικής αερόβιας

άσκησης. Ομοίως, οι Tomoto et al. (2022, 2024) ανέφεραν βελτιώσεις στη ροή αίματος στον εγκέφαλο και στην αγγειακή υγεία μετά από μακροχρόνια παρέμβαση. Σε σύγκριση, η παρούσα μελέτη είχε περιορισμένο χρονικό ορίζοντα, γεγονός που εξηγεί γιατί οι ταχύτερα ανταποκρινόμενοι δείκτες (TMT-A, TMT-B, TUG-N, 6MWT) παρουσίασαν βελτίωση, ενώ οι σφαιρικοί δείκτες (MMSE, SF-36, PSQI) παρέμειναν αμετάβλητοι. Αυτό είναι συμβατό με το μοντέλο «δόσης-απόκρισης» της άσκησης, σύμφωνα με το οποίο οι πρώιμες λειτουργικές και αγγειακές προσαρμογές εμφανίζονται μέσα σε λίγες εβδομάδες, ενώ οι δομικές και ποιοτικές αλλαγές απαιτούν μήνες συστηματικής παρέμβασης (Fernández-Rodríguez et al., 2021· Liang et al., 2023). Επιπλέον, δεδομένου ότι το δείγμα είναι νεαρό και υγιές, οι «οροφές» απόδοσης περιορίζουν το περιθώριο βελτίωσης σε δείκτες όπως το MMSE ή το TUG, σε αντίθεση με ηλικιωμένους όπου η βιβλιογραφία καταγράφει μεγαλύτερα κέρδη λειτουργικότητας/ισορροπίας (Melo et al., 2023).

Ιδιαίτερης σημασίας είναι η θερμοκρασία του νερού (32°C) στο δικό μας πρωτόκολλο. Η επιλογή αυτή ευθυγραμμίζεται με τα φυσιολογικά δεδομένα που δείχνουν ότι οι θερμές/θερμοουδέτερες θερμοκρασίες διευκολύνουν αγγειοδιαστολή, αυξάνουν την εγκεφαλική αιμάτωση και διευκολύνουν την κινητική χαλάρωση, συμβάλλοντας σε ευνοϊκό «εσωτερικό περιβάλλον» για γνωστικές/λειτουργικές βελτιώσεις (Stavres et al., 2022· Tomoto et al., 2022). Σε αντίθεση, πρωτόκολλα σε πιο ψυχρές συνθήκες προκαλούν μεγαλύτερη συμπαθητική ενεργοποίηση και διαφορετικό προφίλ απόκρισης· έτσι, η σύγκριση μεταξύ μελετών πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη θερμοκρασία ως κρίσιμη παράμετρο.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία είχε ως στόχο να διερευνήσει την επίδραση ενός προγράμματος άσκησης στο νερό στη γνωστική λειτουργία και στη φυσική απόδοση υγιών ατόμων. Η μελέτη στηρίχθηκε σε ανασκόπηση πρόσφατης βιβλιογραφίας, όπου παρουσιάστηκαν οι φυσικές ιδιότητες του νερού και τα πλεονεκτήματα της υδροθεραπείας έναντι της άσκησης στη στεριά, οι μηχανισμοί μέσω των οποίων η άσκηση επηρεάζει την εγκεφαλική λειτουργία, καθώς και τα διαγνωστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της γνωστικής ικανότητας.

Το πειραματικό μέρος περιλάμβανε δείγμα 25 φοιτητών/ριών, εκ των οποίων οι 13 συμμετείχαν στην ομάδα παρέμβασης και οι 12 αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου. Το

πρόγραμμα υλοποιήθηκε σε θερμοκρασία νερού 32°C και διήρκεσε τρεις εβδομάδες με συχνότητα τριών συνεδριών ανά εβδομάδα, δηλαδή συνολικά εννέα συνεδρίες. Παρά τη μικρή διάρκεια, τα αποτελέσματα ανέδειξαν σημαντικές βελτιώσεις σε συγκεκριμένα εργαλεία γνωστικής αξιολόγησης, κυρίως στα TMT-A και TMT-B, που σχετίζονται με την ταχύτητα επεξεργασίας και τη γνωστική ευελιξία αντίστοιχα. Αντίθετα, γενικοί δείκτες, όπως το MMSE, δεν εμφάνισαν ουσιαστικές διαφοροποιήσεις, κάτι που αποδίδεται τόσο στη μικρή διάρκεια όσο και στο γεγονός ότι εφαρμόστηκαν σε νεαρό και υγιή πληθυσμό με υψηλή αρχική γνωστική απόδοση. Επιπλέον, καταγράφηκαν βελτιώσεις και σε φυσιολογικούς δείκτες, όπως το 6MWT και το TUG-N, ενισχύοντας την άποψη ότι το υδάτινο περιβάλλον ευνοεί τις λειτουργικές και εκτελεστικές προσαρμογές.

Συνολικά, η εργασία αυτή, παρότι περιορισμένη σε χρονική διάρκεια, προσφέρει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση τόσο θεωρητικά όσο και οδηγεί στην ανάγκη για περαιτέρω έρευνα στο ερευνητικό αυτό πεδίο. Αποδεικνύει ότι η άσκηση στο νερό μπορεί να επιφέρει θετικές αλλαγές στη γνωστική λειτουργία ακόμη και σε σύντομο χρονικό διάστημα, ενώ παράλληλα αναδεικνύει τους περιορισμούς που σχετίζονται με τη μικρή «δόση» παρέμβασης. Καθίσταται σαφές ότι μελλοντικές μελέτες θα πρέπει να εστιάσουν σε μεγαλύτερης διάρκειας παρεμβάσεις, προκειμένου να αποτυπωθούν μακροχρόνιες και δομικές προσαρμογές του εγκεφάλου. Επιπλέον, είναι αναγκαίο να υπάρξει περισσότερη έρευνα σε υγιείς πληθυσμούς, ιδιαίτερα σε νεαρά άτομα, με στόχο να διερευνηθεί η χρησιμότητα εργαλείων όπως τα TMT και το MMSE στον εντοπισμό πρώιμων δεικτών γνωστικής εξασθένησης. Η έγκαιρη αναγνώριση τέτοιων κατωφλίων θα μπορούσε να συμβάλει ουσιαστικά στη βέλτιστη αποκατάσταση και στην ανάπτυξη στρατηγικών πρόληψης.

Η παρούσα μελέτη δεν στερείται περιορισμών που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Πρώτον, το μέγεθος του δείγματος (25 συμμετέχοντες) θεωρείται μικρό και περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των ευρημάτων στον ευρύτερο πληθυσμό. Δεύτερον, η διάρκεια της παρέμβασης (τρεις εβδομάδες με εννέα συνεδρίες συνολικά) είναι σχετικά σύντομη για να αποτυπώσει μακροχρόνιες νευροφυσιολογικές ή δομικές αλλαγές, οι οποίες συχνά απαιτούν μεγαλύτερα προγράμματα άσκησης για να εκδηλωθούν. Επιπλέον, το γεγονός ότι το δείγμα αποτελούνταν αποκλειστικά από νεαρούς και υγιείς ενήλικες αποτελεί περιορισμό, καθώς η υψηλή αρχική γνωστική τους απόδοση ενδέχεται να περιόρισε την ανίχνευση βελτιώσεων (ceiling effect). Αυτοί οι παράγοντες σε συνδυασμό καθιστούν σαφές ότι τα ευρήματα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή και να αποτελέσουν κυρίως αφετηρία για περαιτέρω

μελέτες με μεγαλύτερα και πιο ετερογενή δείγματα, μεγαλύτερη διάρκεια και ποικιλία ηλικιακών ομάδων.

Εν κατακλείδι, η πτυχιακή αυτή εργασία παρουσιάζει μέσα από τα αποτελέσματά της ότι η άσκηση στο νερό αποτελεί μια πολλά υποσχόμενη παρέμβαση για την ενίσχυση της γνωστικής και φυσικής λειτουργίας. Παράλληλα, υπογραμμίζει την ανάγκη περαιτέρω μελετών με ευρύτερο σχεδιασμό, μεγαλύτερα δείγματα και τυποποιημένα πρωτόκολλα, ώστε να ενισχυθεί η επιστημονική τεκμηρίωση και να αξιοποιηθούν στο μέγιστο βαθμό τα οφέλη που προσφέρει το υδάτινο περιβάλλον.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Ayán, C., Carvalho, P., Varela, S., & Cancela, J. M. (2017). Effects of water-based exercise training on the cognitive function and quality of life of healthy adult women. *Journal of Physical Activity and Health*, 14(11), 899–904. <https://doi.org/10.1123/jpah.2017-0036>
- Balbim, G. M., et al. (2023). Aerobic exercise training effects on hippocampal volume in healthy older individuals: A meta-analysis of RCTs. *Translational Sports Medicine*.
- Bliss, E. S., et al. (2020). Benefits of exercise training on cerebrovascular and cognitive function. *Frontiers in Physiology*. PMC
- Bressel, E., Vakula, M. N., Kim, Y., Bolton, D. A. E., & Dakin, C. J. (2018). Comparison of motor skill learning, grip strength and memory recall on land and in chest-deep water. *PLoS ONE*, 13(8), e0202284. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202284>
- Brody, L. T., & Geigle, P. R. (2023). Άσκηση στο νερό για αποκατάσταση και εξάσκηση (μεταγλωττισμένη έκδοση). Αθήνα: Εκδόσεις Κωσταντάρας.
- Christopher, L., et al. (2015). Effects of aquatic exercise on cerebral blood flow. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(6), 577–585. <https://doi.org/10.1177/1545968314567150>
- Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, 14(2), 125–130. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.t01-1-01430>
- Cotman, C. W., Berchtold, N. C., & Christie, L. A. (2007). Exercise builds brain health: Key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in Neurosciences*, 30(9), 464–472. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2007.06.011>

Çekok, K., Kahraman, T., Duran, G., et al. (2020). Timed Up and Go Test with a cognitive task: Correlations with neuropsychological measures in people with Parkinson's disease. *Cureus*, 12(9), e10604. <https://doi.org/10.7759/cureus.10604>

Deng, C., Li, J., Zhang, Y., & Wang, L. (2024). Effects of aquatic exercise on physical function in patients with musculoskeletal disorders: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 19(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s13018-023-04417-w>

Dhahbi, W., et al. (2025). Physical activity to counter age-related cognitive decline. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. PMC

Doo-Wang, K., et al. (2020). Aquatic exercise and cognitive function: Role of neurotrophic factors. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 12, 216. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.00216>

Erickson, K. I., et al. (2010). Exercise training increases hippocampal volume and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017–3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>

Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., et al. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017–3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>

Fernández-Rodríguez, R., et al. (2021). Immediate effect of high-intensity exercise on BDNF. *Brain Sciences*. PMC

Ferrer-Uris, B., et al. (2022). Can exercise shape your brain? A review of aerobic exercise and cognition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. PMC

Fountoulakis, K., Tsolaki, M., Chantzi, H., & Kazis, A. (2000). Mini-Mental State Examination (MMSE): A validation study in Greece. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, 15(6), 342–345. <https://doi.org/10.1177/153331750001500604>

Fountoulakis, M. S., Alberton, C. L., Häfele, V., et al. (2023). Water-based training programs improve functional capacity, cognitive and hemodynamic outcomes: The ACTIVE randomized clinical trial. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 94(1), 24–34. <https://doi.org/10.1080/02701367.2021.1935433>

Guo, L., et al. (2025). Aquatic exercise for rehabilitation: Evidence and perspectives. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 57, 42473. <https://doi.org/10.2340/jrm.v57.42473>

Guo, W., et al. (2024). The role and underlying mechanisms of irisin in exercise. *Frontiers in Endocrinology*, 15, 1386941. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1386941>

Hogan, M. (2005). Physical and cognitive activity and exercise for older adults: A review. *International Journal of Aging and Human Development*, 60(2), 95–126. <https://doi.org/10.2190/PTG9-XDVM-YETA-MKXA>

Islam, M. R., et al. (2021). Exercise hormone irisin is a critical regulator of cognitive function. *Nature Metabolism*. PMC

Jandova, T., et al. (2021). Long-term effect of exercise on irisin blood levels: Systematic review and meta-analysis. *Biomolecules*. PMC

- Kang, D. W., et al. (2020). Exercise enhances neurogenesis and cognitive function via BDNF. *Neuroscience Letters*, 731, 135031. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2020.135031>
- Kang, D. W., Bressel, E., & Kim, D. Y. (2020). Effects of aquatic exercise on IGF-1, BDNF, VEGF, and cognitive function in elderly women. *Experimental Gerontology*, 132, 110842. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.110842>
- Kim, J. H., & Kim, D. Y. (2018). Effects of aquatic exercise on BDNF and cognitive function. *Journal of Physical Therapy Science*, 30(5), 676–680. <https://doi.org/10.1589/jpts.30.676>
- Kim, J., Kim, I., Kim, Y. E., & Koh, S. B. (2021). The Four Square Step Test for assessing cognitively demanding dynamic balance in Parkinson's disease patients. *Journal of Movement Disorders*, 14(3), 208–213. <https://doi.org/10.14802/jmd.20146>
- Krootnark, K., Chaikereee, N., Saengsirisuwan, V., & Boonsinsukh, R. (2024). Effects of low-intensity home-based exercise on cognition in older persons with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial. *Frontiers in Medicine*, 11, 1392429. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1392429>
- Liang, Z., et al. (2023). Effects of a single bout of endurance exercise on BDNF in humans. *Brain Sciences*. PMC
- Liu, J., et al. (2023). Exercise, cerebral blood flow and executive function: Systematic insights. *Frontiers in Aging Neuroscience*.
- Melo, B. R. S., Silva, A. G. T., Queiroz, R. S., & Bento, P. C. B. (2023). Effects of aquatic exercise on functional mobility, balance, and fear of falling in older people: A systematic review with meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 14, 1190839. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1190839>
- Mougias, A., Christidi, F., Kaldi, M., Kerossi, M. I., Athanasouli, P., & Politis, A. (2020). Mini-Mental State Examination: Greek normative data stratified by age and education in a large sample. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1196, 93–102. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32637-1_9
- Müller, P., et al. (2020). Lactate and BDNF: Key mediators of exercise-induced neuroplasticity. *Journal of Clinical Medicine*. MDPI
- Omole, J. G., et al. (2025). Neurophysiological mechanisms underlying exercise-induced brain health. *Biomedicines*. PMC
- Papathanasiou, G., Georgoudis, G., Papandreou, M., et al. (2009). Reliability measures of the short International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) in Greek young adults. *Hellenic Journal of Cardiology*, 50(4), 283–294.
- Peng, Z., Zhang, Y., Zhao, J., & Wu, X. (2022). Aquatic exercise and rehabilitation: Physiological mechanisms and clinical implications. *Frontiers in Physiology*, 12, 763912. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.763912>
- Petropoulakos, K., Papakonstantinou, V., Pentsi, S., et al. (2024). Validity and reliability of the Greek version of Pittsburgh Sleep Quality Index in chronic non-specific low back pain patients. *Healthcare*, 12(5), 557. <https://doi.org/10.3390/healthcare12050557>

Przybyłowski, T., Tomalak, W., Siergiejko, Z., et al. (2015). Polish Respiratory Society guidelines for the methodology and interpretation of the 6-minute walk test (6MWT). *Pneumonologia i Alergologia Polska*, 83(4), 283–297. <https://doi.org/10.5603/PiAP.2015.0048>

Pugh, C. J., Sprung, V. S., Ono, K., et al. (2015). The effect of water immersion during exercise on cerebral blood flow. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(2), 299–306. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000422>

Santamaría, E., Fernández-Lago, C., & Cano-de-la-Cuerda, R. (2025). Aquatic therapy in musculoskeletal rehabilitation: Mechanisms and outcomes. *Sports*, 10(2), 170. <https://doi.org/10.3390/sports10020170>

Sato, D., Seko, C., Hashitomi, T., Sengoku, Y., & Nomura, T. (2015). Differential effects of water-based exercise on the cognitive function in independent elderly adults. *Aging Clinical and Experimental Research*, 27(2), 149–159. <https://doi.org/10.1007/s40520-014-0252-9>

Sato, D., et al. (2014). The beneficial effects of physical exercise on hippocampal volume in older adults. *Geriatrics & Gerontology International*, 14(1), 206–214. <https://doi.org/10.1111/ggi.12189>

Slouma, M., Boussaid, S., Dhahri, R., & Salah, R. B. (2024). Effect of aquatic exercise on patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Korean Journal of Family Medicine*, 45(1), 40–48. <https://doi.org/10.4082/kjfm.23.0123>

Song, B. X., et al. (2023). Effect of exercise on blood VEGF: Meta-analysis. *Frontiers in Physiology*. PMC

Stavres, L., et al. (2022). Effects of water temperature variation during aquatic exercise on cerebral perfusion. *Journal of Applied Physiology*, 133(6), 1460–1469. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00528.2022>

Terra de Oliveira, R., Lino, T. B., Scarmagnan, G. S., Miziara Barbosa, S. R., de Souza Pegorare, A. B. G., & Christofolletti, G. (2024). A controlled clinical trial on the effects of aquatic exercise on cognitive functions in community-dwelling older adults. *Brain Sciences*, 14(7), 703. <https://doi.org/10.3390/brainsci14070703>

Tomoto, T., et al. (2022). Aerobic exercise training increases cerebral blood flow in older adults. *Journal of Applied Physiology*, 132(4), 1017–1027. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00711.2021>

Tomoto, T., et al. (2024). Impact of aerobic exercise training in older adults: Vascular aging and CBF. *GeroScience*, 46(1), 111–125. <https://doi.org/10.1007/s11357-023-00821-7>

Wang, H., Li, Y., Chen, Z., & Zhou, F. (2023). Hydrotherapy and its effects on cardiovascular and musculoskeletal health: An updated review. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 18(1), 417. <https://doi.org/10.1186/s13018-023-04417-w>

Xue, X., et al. (2022). Potential mechanisms of lactate in mediating exercise benefits for cognition. *Nutrition & Metabolism*. BioMed Central

Zalonis, I., Kararizou, E., Triantafyllou, N. I., Kapaki, E., Papageorgiou, S., Sgouropoulos, P., & Vassilopoulos, D. (2008). A normative study of the Trail Making Test A and B in Greek adults. *The Clinical Neuropsychologist*, 22(5), 842–850. <https://doi.org/10.1080/13854040701629301>

