



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΔΙΪΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

“Κλινική Άσκηση και Εφαρμογές της Τεχνολογίας στην Υγεία”

του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης και του Εθνικού Κέντρου Έρευνας Φυσικών Επιστημών «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ» - Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΗΝ

ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΕ ΓΥΝΑΙΚΕΣ ΤΡΙΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ

Του

Παναγιώτη Κώστα (12004)

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε στο Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος στην “Κλινική Άσκηση και Εφαρμογές της Τεχνολογίας στην Υγεία” σε συνεργασία με Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ» - Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Παρασκευή Μάλλιου, *Καθηγήτρια Τ.Ε.Φ.Α.Α. - ΔΠΘ*

2ο Μέλος: Ασημένια Γιοφτσίδου, *Καθηγήτρια Τ.Ε.Φ.Α.Α. - ΔΠΘ*

3ο Μέλος: Μπενέκα Αναστασία, *Καθηγήτρια Τ.Ε.Φ.Α.Α. – ΔΠΘ*

Κομοτηνή, 2025



DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE

SCHOOL OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE

DEPARTMENT OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE

INTERINSTITUTIONAL POSTGRADUATE PROGRAM OF POSTGRADUATE STUDIES

"Clinical Exercise and Applications of Technology in Health"

of the Department of Physical Education and Sport of the School of Physical Education and Sport Science of Democritus University of Thrace in collaboration with the National Center for Science Research "DEMOKRITOS" - The Institute of Informatics and Telecommunications (IIT)

MASTER DISSERTATION

EFFECT OF A FUNCTIONAL TRAINING ON BALANCE IN OLDER WOMEN

Panagiotis Kostas (12004)

A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Master's Degree in "Clinical Exercise and Applications of Technology in Health" of the Department of Physical Education and Sport of the School of Physical Education and Sport Science of Democritus University of Thrace in collaboration with the National Center for Science Research "DEMOKRITOS" - The Institute of Informatics and Telecommunications (IIT)

COMMITTEE OF EXAMINERS

Supervisor: Paraskeui Malliou, *Professor D.P.E.S.S.- D.U.Th.*

Member 2: Asimena Gioftsidou, *Professor D.P.E.S.S.- D.U.Th.*

Member 3: Beneka Anastasia, *Professor D.P.E.S.S.- D.U.Th.*

Komotini, 2025



**© 2025 Διιδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Κλινική Άσκηση και Εφαρμογές της Τεχνολογίας στην Υγεία»**

του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (Τ.Ε.Φ.Α.Α.) της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (Σ.Ε.Φ.Α.Α.) του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης (Δ.Π.Θ.) σε συνεργασία με το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ» (Ε.ΚΕ.Φ.Ε. «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ») - Ινστιτούτο Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Παναγιώτης Κώστας: Επίδραση ενός λειτουργικού προγράμματος άσκησης στην ισορροπία σε γυναίκες τρίτης ηλικίας

(Με την επίβλεψη της Καθηγήτριας Μάλλιου Παρασκευής)

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξετάσει τις πτώσεις στην τρίτη ηλικία όπου αποτελούν μία από τις συχνότερες αιτίες τραυματισμού και θανάτου ηλικιωμένων. Ένας από τους τρόπους πρόληψης των πτώσεων σ' αυτά τα άτομα είναι η συμμετοχή τους σε λειτουργικά προγράμματα άσκησης, τα οποία βελτιώνουν την ισορροπία τους, με στόχο τον περιορισμό των πτώσεών τους. Σκοπός, λοιπόν, της παρούσας μελέτης ήταν ο σχεδιασμός, η εφαρμογή και η διερεύνηση της επίδρασης ενός λειτουργικού προγράμματος άσκησης της ισορροπίας σε γυναίκες τρίτης ηλικίας. Πραγματοποιήθηκε μια μελέτη παρέμβασης με μετρήσεις πριν και μετά την παρέμβαση. Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 8 γυναίκες τρίτης ηλικίας, 61 έως 70 ετών, με μυοσκελετικά προβλήματα. Οι γυναίκες ακολούθησαν ένα πρόγραμμα παρέμβασης 8 εβδομάδων, το οποίο περιελάμβανε 3 προπονήσεις την εβδομάδα (2 προπονήσεις Pilates, 1 κυκλική προπόνηση με ελεύθερα βάρη και ασκήσεις με το βάρος του σώματος). Πριν και μετά την παρέμβαση αξιολογήθηκε η ισορροπία, η αντοχή και η ιδιοδεκτικότητα των γυναικών με τα τεστ: (α) το Siting-Rising Test, (β) το «Φλαμίνγκο», (γ) οι «κάμψεις κοιλιακών», (δ) το Figure 8 test, και (ε) το Sit and Reach test. Μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος παρέμβασης παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της απόστασης στο Sit and Reach test [16,44 ($\pm 5,04$) vs 13,70 ($\pm 3,92$), $p=0,001$] και του αριθμού κοιλιακών κάμψεων [16,38 ($\pm 3,34$) vs 13,25 ($\pm 2,92$), $p=0,001$]. Ακόμη, ο αριθμός βημάτων [60,63 ($\pm 9,78$) vs 69,63 ($\pm 8,88$), $p=0,001$] και η διάρκεια [39,21 ($\pm 9,47$) vs 44,34 ($\pm 9,52$), $p=0,022$] του Figure 8 test ήταν σημαντικά μικρότεροι μετά την παρέμβαση. Τέλος, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της διάρκειας του Sit and rising test [8,87 ($\pm 0,92$) vs 10,48 ($\pm 1,75$), $p=0,004$] και του Flamingo test [δεξί πόδι: 0,88 ($\pm 0,84$) vs 4,38 ($\pm 0,74$), $p=0,011$; αριστερό πόδι: 1,13 ($\pm 0,99$) vs 4,63 ($\pm 0,52$), $p=0,011$].



Συμπερασματικά, τα λειτουργικά προγράμματα άσκησης ισορροπίας σε γυναίκες τρίτης ηλικίας βοηθούν στη βελτίωση της ισορροπίας και της ιδιοδεκτικότητάς τους.

Λέξεις Κλειδιά: γυναίκες, ισορροπία, λειτουργικό πρόγραμμα άσκησης, πτώσεις, τρίτη ηλικία



ABSTRACT

Panagiotis Kostas: Effect of a functional training on balance in older women

(Under the supervisor of Professor Malliou Paraskevi)

The purpose of this study is to examine falls in the elderly where there are one of the most common causes of injury and death at this age. One way to prevent falls these individuals is these individuals to participate in functional exercise programs, which improve their balance, to reduce their falls. The purpose of this study was to design, implement and investigate the effect of a functional balance exercise program on older women. An intervention study was performed with measurements before and after the intervention. The sample of the study consisted of 8 elderly women, 61 to 70 years old, with musculoskeletal problems. The women followed an 8-week intervention program, which included 3 workouts per week (2 Pilates workouts, 1 free-standing circular workout, and weight training). Before and after the intervention, the balance and proprioception of women were assessed with the tests: (a) the Siting-Rising Test, (b) the "Flamingo", (c) the abdominal flexion'', (d) the Figure 8 test, and (d) the Sit and Reach test. After the completion of the intervention program, a statistically significant increase was observed in the Sit and Reach test [16.44 (\pm 5.04) vs 13.70 (\pm 3.92), $p = 0.001$] and the number of abdominal flexions [16, 38 (\pm 3.34) vs 13.25 (\pm 2.92), $p = 0.001$]. Also, the number of steps [60.63 (\pm 9.78) vs 69.63 (\pm 8.88), $p = 0.001$] and the duration [39.21 (\pm 9.47) vs 44.34 (\pm 9, 52), $p = 0.022$] of the Figure 8 test were statistically significantly smaller after the intervention. Finally, there was a statistically significant decrease in the duration of the Sit and rising test [8.87 (\pm 0.92) vs 10.48 (\pm 1.75), $p = 0.004$] and the Flamingo test [right foot: 0.88 (\pm 0.84) vs 4.38 (\pm 0.74), $p = 0.011$; left foot: 1.13 (\pm 0.99) vs 4.63 (\pm 0.52), $p = 0.011$]. In conclusion, functional balance exercise programs for older women help improve their balance and susceptibility.

Keywords: *balance, elderly, falls, functional exercise program, women*

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

| | |
|--|-------------|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | III |
| ABSTRACT | IV |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ | VII |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ..... | IX |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ | VIII |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ..... | IXI |
| I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 12 |
| Σκοπός | 14 |
| Σημασία της έρευνας..... | 14 |
| Ερευνητικές υποθέσεις | 15 |
| Μηδενικές υποθέσεις | 15 |
| Εναλλακτικές υποθέσεις | 16 |
| Περιορισμοί της έρευνας | 16 |
| Λειτουργικοί ορισμοί | 17 |
| II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ | 17 |
| Επιδημιολογικά δεδομένα πτώσεων στους ηλικιωμένους ... Error! Bookmark not defined. | |
| Παράγοντες που σχετίζονται με τις πτώσεις στους ηλικιωμένους | 18 |
| Ισορροπία: Ορισμός και συστήματα ελέγχου ισορροπίας | 19 |
| Ισορροπία και τρίτη ηλικία..... | 26 |
| Δοκιμασίες αξιολόγησης ισορροπίας | 29 |
| Activities-specific Balance Confidence scale (ABC) | 29 |
| Στατική ισορροπία με σταθερομετρική ανάλυση..... | 31 |
| Functional Reach Test | 31 |
| Lateral Reach Test | 32 |
| Berg Balance Scale | 33 |
| Pilates: Ιστορικά δεδομένα και βασικές αρχές Pilates | 35 |
| Pilates και Ισορροπία στην τρίτη ηλικία | 39 |
| Κυκλική προπόνηση και Ισορροπία στην τρίτη ηλικία | 46 |



| | |
|--|-----------|
| III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ | 49 |
| Δείγμα..... | 49 |
| Πειραματικός σχεδιασμός..... | 49 |
| Διαδικασία μετρήσεων..... | 50 |
| Όργανα Μέτρησης..... | 51 |
| Στατιστική επεξεργασία..... | 53 |
| VI. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | 54 |
| Σχήμα 2..... | 54 |
| Σχήμα 3..... | 55 |
| Σχήμα 4..... | 55 |
| Σχήμα 5..... | 56 |
| Σχήμα 6..... | 56 |
| Σχήμα 7..... | 57 |
| Πίνακας 2..... | 58 |
| V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ | 56 |
| VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 61 |
| Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες: | 61 |
| IX. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 61 |



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|---|----|
| Πίνακας 1: Μελέτες που διερευνούν την επίδραση του Πιλάτες στην ισορροπία γυναικών τρίτης ηλικίας..... | 43 |
| Πίνακας 2: Μέσοι όροι, τυπικές αποκλίσεις ($\chi \pm SD$) και ποσοστιαία μεταβολή μετά τις 8 εβδομάδες εφαρμογής του παρεμβατικού προγράμματος στις δοκιμασίες ισορροπίας και ιδιοδεκτικότητας..... | 58 |



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

| | |
|---|----|
| Σχήμα 1: Συστήματα και μηχανισμοί ελέγχου της ισορροπίας που είναι υπεύθυνοι για την στάση του σώματος και την αποφυγή πτώσεων..... | 22 |
| Σχήμα 2: Box-plot της απόστασης στο Sit and Reach Test πριν και μετά την παρέμβαση | 54 |
| Σχήμα 3: Box-Plot του χρόνου (sec) εκτέλεσης του Sit and Rising Test πριν και μετά την παρέμβαση..... | 55 |
| Σχήμα 4: Box-Plots του αριθμού πτώσεων από το δεξί πόδι (αριστερό σχήμα) και από το αριστερό πόδι (δεξί σχήμα) κατά την διάρκεια του Flamingo Test πριν και μετά την παρέμβαση..... | 55 |
| Σχήμα 5: Box-Plots του αριθμού βημάτων (αριστερό σχήμα) και του αριθμού πτώσεων (δεξί σχήμα) κατά την διάρκεια του Figure 8 Test πριν και μετά την παρέμβαση..... | 56 |
| Σχήμα 6: Box-Plots της διάρκειας του Figure 8 Test πριν και μετά την παρέμβαση..... | 56 |
| Σχήμα 7: Box-Plots του αριθμού κοιλιακών κάμψεων πριν και μετά την παρέμβαση..... | 57 |



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1: Ικανότητα διατήρησης του κέντρου βάρους ενός σώματος εντός της βάσης στήριξης..... | 20 |
| Εικόνα 2: Αισθητηριοκινητικό σύστημα ελέγχου ισορροπίας (Vestibular Disorders Association et al., 2016) | 23 |
| Εικόνα 3: Activities-specific Balance Confidence scale (ABC) (Powell & Myers, 1995). | 30 |
| Εικόνα 4: Functional Reach Test..... | 32 |
| Εικόνα 5: Lateral Reach Test..... | 33 |
| Εικόνα 6: Ελληνική Έκδοση Κλίμακας Ισορροπίας Berg (Lampropoulou et al., 2013) | 34 |



I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ), κάθε χρόνο, 646.000 άνθρωποι πεθαίνουν από πτώσεις, με την πλειονότητα αυτών να έχουν ηλικία άνω των 65 ετών (Chen et al., 2021). Οι πτώσεις αποτελούν την κύρια αιτία νοσηρότητας και θνησιμότητας σε άτομα της τρίτης ηλικίας. Περίπου ένας στους τρεις ανθρώπους ηλικίας 65 ετών και άνω θ πέσει τουλάχιστον μία φορά τον χρόνο και ο κίνδυνος πτώσης αυξάνεται με την ηλικία (Al-Aama, 2011). Οι πτώσεις προκαλούν σωματικό τραύμα και αναπηρία στους ηλικιωμένους, αλλά και μια σειρά ψυχολογικών προβλημάτων, όπως ο φόβος της πτώσης, η κατάθλιψη και το άγχος (White et al., 2015). Παράλληλα, οι πτώσεις προκαλούν σημαντική κοινωνική και οικονομική επιβάρυνση για τα άτομα, τις οικογένειές τους, τις υπηρεσίες υγείας και την οικονομία (Al-Aama, 2011). Γίνεται, λοιπόν, κατανοητό ότι η πρόληψη των πτώσεων αποτελεί μία επείγουσα πρόκληση για τη δημόσια υγεία και είναι αναγκαίο να αναπτυχθούν και να εφαρμοστούν κατάλληλα σχεδιασμένα προγράμματα παρέμβασης, τα οποία θα αποτρέπουν τις πτώσεις σε ηλικιωμένους (Chen et al., 2021).

Οι διαταραχές βάδισης και ισορροπίας αποτελούν τις πιο κοινές αιτίες πτώσεων σε άτομα τρίτης ηλικίας. Η καλή ισορροπία είναι μία ταχεία αλληλεπίδραση μεταξύ διαφόρων φυσιολογικών και γνωστικών στοιχείων που επιτρέπουν τη γρήγορη και ακριβή απόκριση σε μία διαταραχή. Είναι μία εξαιρετικά περίπλοκη σχέση μεταξύ συστημάτων που επιτρέπουν γρήγορες και ακριβείς αλλαγές για την αποφυγή πτώσης (Cuevas-Trisan, 2017). Οι διαταραχές βάδισης και ισορροπίας είναι συνήθως πολυπαραγοντικής προέλευσης και απαιτείται ολοκληρωμένη αξιολόγηση για τον προσδιορισμό των παραγόντων που οδηγούν σε αυτές (Richardson, 2017a).

Οι αλλαγές στο βάδισμα σε ηλικιωμένους ενήλικες σχετίζονται συνήθως με υποκείμενες ιατρικές παθήσεις. Άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν σε διαταραχές βάδισης και ισορροπίας είναι ο πόνος, η ανισορροπία, η μειωμένη δύναμη, το περιορισμένο εύρος κίνησης, η κακή στάση, η μειωμένη αισθητηριακή αντίληψη, η



κόπωση, η παραμόρφωση, η μειωμένη επίγνωση και ικανότητα προσαρμογής, η πρόσφατη χειρουργική επέμβαση και η χρήση πολλαπλών φαρμάκων (Brooke Salzman, 2010).



Σκοπός

Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας ήταν ο σχεδιασμός, η αξιολόγηση και η εφαρμογή ενός λειτουργικού προγράμματος άσκησης ισορροπίας σε γυναίκες τρίτης ηλικίας με μυοσκελετικά προβλήματα.

Σημασία της έρευνας

Οι πτώσεις σε μεγαλύτερη ηλικία αποτελούν μείζον πρόβλημα δημόσιας υγείας λόγω του υψηλού επιπολασμού τους, του σημαντικού αντίκτυπου στην υγεία και τη ποιότητα ζωής και του υψηλού κόστους (Abreu et al., 2018). Οι διαταραχές στην ισορροπία και η μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων είναι εγγενείς παράγοντες για αυξημένο κίνδυνο πτώσεων σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας (Donath et al., 2016). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, κατά τη διάρκεια της διαδικασίας γήρανσης, είναι φυσικό να υπάρχει μείωση της μυϊκής δύναμης, η οποία ανιχνεύεται στους απαγωγείς, τους προσαγωγούς ισχίου και τους εκτείνοντες του γόνατος. Τα στοιχεία δείχνουν ότι οι ηλικιωμένοι χρησιμοποιούν τους κύριους κινητικούς μύες στις καθημερινές τους δραστηριότητες σε υψηλότερη ένταση από τους σταθεροποιητές μύες ποδιών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αδύναμη στήριξη κατά τη βάδιση, με ιδιαίτερη ανάγκη για ενδυνάμωση των μυών των κάτω άκρων κυρίως στους εκτείνοντες του γόνατος και στους σταθεροποιητές των κάτω άκρων. Ισχυρά στοιχεία υποστηρίζουν ότι η συγκεκριμένη άσκηση μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο και το ποσοστό πτώσεων σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας (Daun & Kibele, 2019). Έτσι, τα προγράμματα άσκησης που περιλαμβάνουν μέτριες έως υψηλές δυσκολίες ισορροπίας έχουν τον μεγαλύτερο αντίκτυπο στις πτώσεις (Costa et al., 2022).

Η βελτίωση της ισορροπίας σε γυναίκες τρίτης ηλικίας που παρακολουθούσαν είτε προπονήσεις Pilates (Mueller et al., 2021; Oksuz & Unal, 2017; Roller et al., 2018; Vieira et al., 2017) είτε κυκλικές προπονήσεις (Buch et al., 2017; Costa et al., 2022) έχουν αναφερθεί και σε άλλες μελέτες. Ωστόσο, τα ερευνητικά δεδομένα σχετικά με τα συνδυαστικά προγράμματα άσκησης (Pilates και κυκλική προπόνηση) είναι λιγοστά.



Ερευνητικές υποθέσεις

Η βασική ερευνητική υπόθεση της μελέτης είναι ότι η εφαρμογή ενός λειτουργικού προγράμματος άσκησης ισορροπίας που περιλαμβάνει προπονήσεις Pilates και προπόνηση κυκλική με ελεύθερα βάρη και ασκήσεις με το βάρος του σώματος βελτιώνει την ισορροπία και την ιδιοδεκτικότητα γυναικών τρίτης ηλικίας με μυοσκελετικά προβλήματα.

Μηδενικές υποθέσεις

H1₀: Δε θα υπάρξει σημαντική στατιστική διαφορά στο αποτέλεσμα του Siting - Rising Test μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} μέτρησης των γυναικών τρίτης ηλικίας με μυοσκελετικά προβλήματα.

H2₀: Δε θα υπάρξει σημαντική στατιστική διαφορά στο αποτέλεσμα του Flamingo Test μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} μέτρησης των γυναικών τρίτης ηλικίας με μυοσκελετικά προβλήματα.

H3₀: Δε θα υπάρξει σημαντική στατιστική διαφορά στις «κάμψεις κοιλιακών» μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} μέτρησης των γυναικών τρίτης ηλικίας με μυοσκελετικά προβλήματα.

H4₀: Δε θα υπάρξει σημαντική στατιστική διαφορά στο αποτέλεσμα του Figure 8 test μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} μέτρησης των γυναικών τρίτης ηλικίας με μυοσκελετικά προβλήματα.

H5₀: Δε θα υπάρξει σημαντική στατιστική διαφορά στο αποτέλεσμα του Sit and Reach test μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} μέτρησης των γυναικών τρίτης ηλικίας με μυοσκελετικά προβλήματα.



Εναλλακτικές υποθέσεις

H₁: Θα υπάρξει σημαντική στατιστική διαφορά στο αποτέλεσμα του Siting - Rising Test μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} μέτρησης των γυναικών τρίτης ηλικίας με μυοσκελετικά προβλήματα.

H₂: Θα υπάρξει σημαντική στατιστική διαφορά στο αποτέλεσμα του Flamingo Test μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} μέτρησης των γυναικών τρίτης ηλικίας με μυοσκελετικά προβλήματα.

H₃: Θα υπάρξει σημαντική στατιστική διαφορά στις «κάμψεις κοιλιακών» μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} μέτρησης των γυναικών τρίτης ηλικίας με μυοσκελετικά προβλήματα.

H₄: Θα υπάρξει σημαντική στατιστική διαφορά στο αποτέλεσμα του Figure 8 test μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} μέτρησης των γυναικών τρίτης ηλικίας με μυοσκελετικά προβλήματα.

H₅: Θα υπάρξει σημαντική στατιστική διαφορά στο αποτέλεσμα του Sit and Reach test μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} μέτρησης των γυναικών τρίτης ηλικίας με μυοσκελετικά προβλήματα.

Περιορισμοί της έρευνας

Οι περιορισμοί της παρούσας έρευνας είναι οι παρακάτω:

- ως προς την ηλικία και το φύλο των συμμετεχόντων: το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 8 γυναίκες τρίτης ηλικίας, 61 έως 70 ετών.
- ως προς τη σωματική υγεία των συμμετεχόντων: οι γυναίκες που συμμετείχαν στη μελέτη έπασχαν από μυοσκελετικά προβλήματα, τα οποία επέτρεπαν τη συμμετοχή τους σε προπονήσεις.
- ως προς το πρόγραμμα παρέμβασης: το πρόγραμμα παρέμβασης περιελάμβανε τρεις προπονήσεις την εβδομάδα, εκ των οποίων οι δύο ήταν προπονήσεις Pilates και μία προπόνηση κυκλική με ελεύθερα βάρη και ασκήσεις με το βάρος του σώματος.



ως προς το χρονικό πλαίσιο: τα συμπεράσματα που θα προκύψουν θα αφορούν στο διάστημα 8 εβδομάδων από την 1^η μέτρηση έως τη 2^η μέτρηση

Λειτουργικοί Ορισμοί

Ισορροπία: Ορίζεται ως η ικανότητα του ατόμου να ελέγξει τη θέση του σώματός του μέσα στα όρια βάσης στήριξης (Knudson, 2007).

Pilates: Η συγκεκριμένη μέθοδος σύμφωνα με τον Joseph Pilates σχεδιάστηκε για τη βελτίωση της ευλυγισίας και της υγείας του σώματος εστιάζοντας στην ενίσχυση της αντοχής του πυρήνα, της στάσης του σώματος και του συντονισμού της αναπνοής μέσω της κίνησης (Lee et al, 2016).

Κυκλική προπόνηση: Είναι οποιαδήποτε προπόνηση δομημένη ως μια σειρά από μικρής διάρκειας ασκήσεις ή δραστηριότητες. Διαφορετικές μυϊκές ομάδες συνήθως δουλεύονται διαδοχικά και εναλλάσσονται με σύντομα διαστήματα αερόβιας δραστηριότητας ή ανάπαυσης. Ο γύρος των ασκήσεων μπορεί να επαναληφθεί αρκετές φορές, συνήθως για συνολικό χρόνο προπόνησης περίπου 30–45 λεπτών (Buch et al., 2017)

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Επιδημιολογικά δεδομένα πτώσεων στους ηλικιωμένους

Οι πτώσεις αποτελούν μία από τις κυριότερες αιτίες νοσηρότητας και θνησιμότητας, καθώς είναι η κύρια αιτία θανατηφόρων και μη θανατηφόρων τραυματισμών στους ηλικιωμένους. Σύμφωνα με την έρευνα του Behavioral Risk Factor Surveillance System, το 2014, περίπου το 28,7% των ηλικιωμένων ανέφεραν τουλάχιστον μία πτώση κατά τους προηγούμενους 12 μήνες, που αντιστοιχεί περίπου σε 29 εκατομμύρια πτώσεις και 7 εκατομμύρια τραυματισμούς από πτώση στις ΗΠΑ (Bergen et al., 2016). Η σοβαρότητα του τραυματισμού ποικίλλει, ωστόσο 2,8 εκατομμύρια



ηλικιωμένοι προσήλθαν σε Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών (ΤΕΠ) λόγω τραυματισμού σχετιζόμενου με πτώση, εκ των οποίων 800000 χρειάστηκε να νοσηλευτούν. Ακόμη, στην ίδια έρευνα αναφέρεται ότι το 37,5% των ατόμων με τουλάχιστον μία πτώση χρειάστηκαν ιατρική περίθαλψη ή περιόρισαν τις δραστηριότητές τους για τουλάχιστον μία ημέρα. Παράλληλα, περίπου 27.000 ηλικιωμένοι απεβίωσαν λόγω πτώσεων κατά την ίδια περίοδο (Bergen et al., 2016). Οι γυναίκες είναι πιο πιθανό να αναφέρουν τραυματισμό από πτώση σε σχέση με τους άνδρες. Το ποσοστό των ηλικιωμένων που πέφτουν αυξάνεται με την ηλικία, από 26,7% μεταξύ ατόμων ηλικίας 65 έως 74 ετών, σε 29,8% μεταξύ ατόμων ηλικίας 75 έως 84 ετών και σε 36,5% μεταξύ ατόμων άνω των 84 ετών. Οι πτώσεις στους ηλικιωμένους οφείλονται συνήθως σε διάφορους παράγοντες. Επομένως, οι πολυπαραγοντικές παρεμβάσεις μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικές από μεμονωμένες παρεμβάσεις (Argyee et al., 2017).

Παράγοντες που σχετίζονται με τις πτώσεις στους ηλικιωμένους

Οι διαταραχές βάδισης και ισορροπίας είναι από τις πιο κοινές αιτίες πτώσεων σε άτομα της τρίτης ηλικίας και συχνά οδηγούν σε τραυματισμό, αναπηρία, απώλεια ανεξαρτησίας και περιορισμούς στην ποιότητα ζωής. Η καλή ισορροπία είναι μια ταχεία αλληλεπίδραση μεταξύ διαφόρων φυσιολογικών και γνωστικών στοιχείων που επιτρέπουν την ταχεία και ακριβή απόκριση σε μια διαταραχή. Είναι μια εξαιρετικά περίπλοκη σχέση μεταξύ συστημάτων που επιτρέπουν γρήγορες και ακριβείς αλλαγές για την αποφυγή πτώσης (έννοια του χρόνου αντίδρασης) (Richardson, 2017).

Οι διαταραχές βάδισης και ισορροπίας είναι συνήθως πολυπαραγοντικής προέλευσης και απαιτούν ολοκληρωμένη αξιολόγηση για τον προσδιορισμό των παραγόντων που σχετίζονται με αυτές. Οι περισσότερες αλλαγές στο βάδισμα που συμβαίνουν σε ηλικιωμένους σχετίζονται με υποκείμενες ιατρικές παθήσεις. Η έγκαιρη αναγνώριση των διαταραχών βάδισης και ισορροπίας και η κατάλληλη παρέμβαση μπορούν να αποτρέψουν τη δυσλειτουργία και την απώλεια της ανεξαρτησίας. Η συχνότητα εμφάνισης της μη φυσιολογικής βάδισης αυξάνεται με την ηλικία και είναι υψηλότερη σε άτομα που βρίσκονται σε νοσοκομειακή περίθαλψη και σε άτομα που ζουν σε εγκαταστάσεις μακροχρόνιας φροντίδας (Salzman, 2010).



Ισορροπία: Ορισμός και συστήματα ελέγχου ισορροπίας

Η διαταραχή της ισορροπίας, που είναι συχνή μεταξύ των ηλικιωμένων και ο επιπολασμός της κυμαίνεται μεταξύ 20 και 50% (Nnodim & Yung, 2015). Η ισορροπία είναι απαραίτητη για ένα άτομο ώστε να διατηρεί τη στάση του σώματος, να ανταποκρίνεται σε εκούσιες κινήσεις και να αντιδρά σε εξωτερικές διαταραχές. Για να διατηρηθεί η ισορροπία, το κέντρο μάζας ενός ατόμου πρέπει να παραμένει εντός της μεταβαλλόμενης βάσης στήριξης. Αυτό το «όριο σταθερότητας» εξαρτάται από την εμβιομηχανική ενός ατόμου, τις απαιτήσεις της εργασίας του και τον τύπο της επιφάνειας στην οποία στέκεται. Συνεπώς, ως ισορροπία ορίζεται η ικανότητα του σώματος να διατηρεί το κέντρο βάρους του εντός των ορίων σταθερότητας, όπως καθορίζεται από τη βάση στήριξης (Viswanathan & Sudarsky, 2012). Από την άλλη, η απώλεια ισορροπίας συμβαίνει όταν το κέντρο βάρους (center of mass, CoM) πέφτει εκτός της ευθυγράμμισης με τη βάση στήριξης (base of support, BoS) (Nnodim & Yung, 2015). Στην εικόνα 1 απεικονίζεται η ικανότητα διατήρησης του κέντρου βάρους ενός σώματος.

Η ισορροπία είναι μία διαδικασία που αποσκοπεί στον έλεγχο της σταθερότητας (Equilibrium) με έναν δεδομένο σκοπό ή στην ικανότητα ελέγχου του κέντρου βάρους σε σχέση με τη βάση στήριξης. Οι στόχοι είναι:

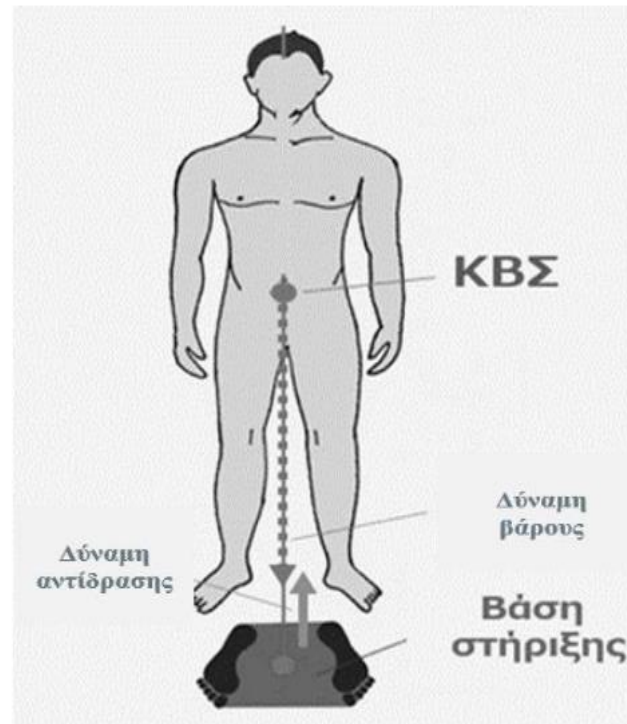
- να υποστηρίξει το κεφάλι και το σώμα ενάντια στη βαρύτητα
- να διατηρεί το κέντρο βάρους ευθυγραμμισμένο και ισορροπημένο πάνω από τη βάση στήριξης
- να σταθεροποιεί μέρη του σώματος ενώ άλλα μέρη του σώματος κινούνται .

Οι άνθρωποι, εκτελώντας τις καθημερινές τους δραστηριότητες, εκτίθενται συχνά σε αποσταθεροποιητικές περιβαλλοντικές δυνάμεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η σχέση μεταξύ του κέντρου βάρους και της βάσης στήριξης να αλλάζει συνεχώς. Ωστόσο, τα άτομα αντί να χάνουν την ισορροπία τους, όταν η γραμμή βαρύτητας μέσω του κέντρου βάρους πέφτει έξω από τη βάση, είναι σε θέση να λαμβάνουν διορθωτικά μέτρα για να επιτυγχάνουν ευνοϊκή επανευθυγράμμιση (Nnodim & Yung, 2015).

Η αποτυχία του ατόμου να ανακτήσει την ισορροπία μετά την αποσταθεροποίηση έχει ως αποτέλεσμα την πτώση. Σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας, οι πτώσεις είναι σχετικά



κοινά συμβάντα, με το 20 – 30% από αυτούς να αντιμετωπίζουν μία ή περισσότερες πτώσεις ανά έτος. Τουλάχιστον το 10% αυτών των συμβάντων καταλήγουν σε πολύ σοβαρό τραυματισμό, όπως κατάγματα, εξάρθρωση ή τραυματισμό στο κεφάλι. Το μέσο κόστος μιας τραυματικής πτώσης κυμαίνεται μεταξύ 3476\$ και 10749\$ ανά πτώση (Davis et al., 2010).



Εικόνα 1: Ικανότητα διατήρησης του κέντρου βάρους ενός σώματος εντός της βάσης στήριξης

Η καλή ισορροπία αποτελεί μία αναγκαία δεξιότητα για την καθημερινή μας ζωή. Στη διατήρηση της ισορροπίας συμβάλλουν η αίσθηση της όρασης, η αίσθηση του χώρου, η ιδιοδεκτικότητα, η μυϊκή δύναμη και η ανταπόκριση στον χρόνο. Μελέτες σε ζώα έχουν δείξει ότι η στάση του σώματος ελέγχεται μέσω υπερνωτιαίων μηχανισμών. Συγκεκριμένα, το αιθουσαίο σύστημα και η παρεγκεφαλίδα παίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της στάσης. Πιο συγκεκριμένα, η παρεγκεφαλίδα είναι σημαντική για την τροποποίηση των κινήσεων των άκρων και του κορμού και την εξισορρόπηση των αντίθετων μυϊκών δυνάμεων για μια απαιτούμενη εργασία. Ο έλεγχος της στάσης



εξαρτάται από αισθητηριακές εισροές: σωματοαισθητηριακές πληροφορίες από ιδιοϋποδοχείς μυών και αρθρώσεων, πληροφορίες από αισθητήρες του δέρματος που προσδιορίζουν τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας, αιθουσαία πληροφορία για τον προσανατολισμό της κεφαλής και του κορμού στον χώρο, πληροφορίες βαρύτητας από βαρυϋποδοχείς στον κορμό και την οπτική είσοδο. Τα στοιχεία της κατάστασης και οι προηγούμενες εμπειρίες τροποποιούν αυτές τις εισροές και συμβάλλουν στον έλεγχο της ισορροπίας (Viswanathan & Sudarsky, 2012).

Η ισορροπία ενός ατόμου δε ρυθμίζεται από ένα μόνο σύστημα, αλλά προκύπτει από την αλληλεπίδραση πολλών συστημάτων του σώματος. Η ισορροπία επιτυγχάνεται και διατηρείται από ένα σύνθετο σύνολο συστημάτων αισθητικοκινητικού ελέγχου που περιλαμβάνουν, αισθητήρια εισροή από την όραση (όραση), την ιδιοδεκτικότητα (αφή) και το αιθουσαίο σύστημα (κίνηση, ισορροπία, χωρικός προσανατολισμός), ενσωμάτωση αυτής της αισθητηριακής εισροής και κινητική απόδοση στους μύες των ματιών και του σώματος (Vestibular Disorders Association et al., 2016).

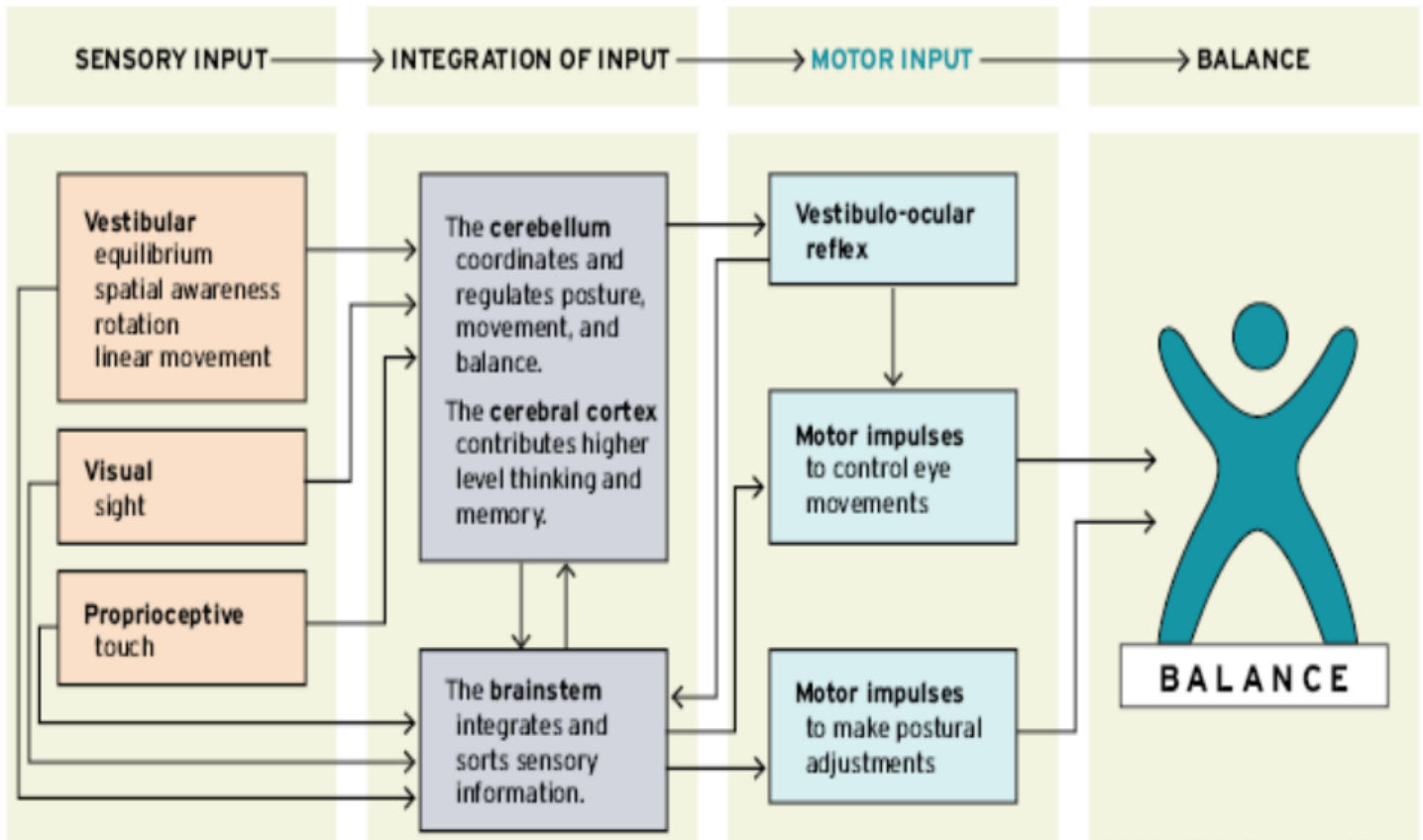
Στο σχήμα 1 παρουσιάζονται τα συστήματα και οι μηχανισμοί ελέγχου της ισορροπίας που είναι υπεύθυνοι για τη στάση του σώματος και την αποφυγή των πτώσεων (Θεώνη, 2021). Όπως φαίνεται και από την εικόνα 2, τα συστήματα που ρυθμίζουν την ισορροπία περιλαμβάνουν:

- τις βιομηχανικές παραμέτρους,
- τους μυοσκελετικούς παράγοντες (εύρος κίνησης της άρθρωσης, μυϊκός τόνος, μυϊκή δύναμη)
- το σωματοαισθητικό σύστημα,
- το αιθουσαίο σύστημα,
- το οπτικό σύστημα,
- τον κινητικό έλεγχο, και
- τα αντανακλαστικά στάσης (Θεώνη, 2021).



Σχήμα 1: Συστήματα και μηχανισμοί ελέγχου της ισορροπίας που είναι υπεύθυνοι για τη στάση του σώματος και την αποφυγή των πτώσεων

Η διατήρηση της ισορροπίας εξαρτάται από τις πληροφορίες που λαμβάνει ο εγκέφαλος από τρεις περιφερειακές πηγές: μάτια, μύες και αρθρώσεις και αιθουσαία όργανα (Εικόνα 2). Και οι τρεις αυτές πηγές πληροφοριών στέλνουν σήματα στον εγκέφαλο με τη μορφή νευρικών ερεθισμάτων από ειδικές νευρικές απολήξεις που ονομάζονται αισθητικοί υποδοχείς.



Εικόνα 2: Αισθητηριοκινητικό σύστημα ελέγχου ισορροπίας (Vestibular Disorders Association et al., 2016)

Το σωματοαισθητικό σύστημα διανέμεται σ' όλο το σώμα και περιλαμβάνει τις μυϊκές ατράκτους, τους υποδοχείς των μυών, αρθρώσεων, οστών, τενόντων και δέρματος. Το σωματοαισθητικό σύστημα παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον προσανατολισμό, την κίνηση του σώματος, το μήκος και τη διάταση του μυός, τον πόνο, τη θερμοκρασία και την πίεση. Σ' ένα καλά φωτισμένο περιβάλλον, η συμμετοχή του σωματοαισθητικού συστήματος στην ισορροπία είναι 70%, του οπτικού 10% και του αιθουσαίου 20%. Ακόμη, αυτό το σύστημα παίζει σημαντικό ρόλο στην ιδιοδεκτικότητα. Η ιδιοδεκτικότητα αφορά στη συνειδητή αντίληψη των σημάτων που στέλνονται από τους μηχανοϋποδοχείς μέσω των ανώτερων κέντρων του εγκεφάλου και συμβάλλει στον ορθοστατικό έλεγχο, στη σταθερότητα των αρθρώσεων και σε πολλές συνειδητές αισθήσεις (Θεώνη, 2021). Οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες από το δέρμα, τους μύες και τις αρθρώσεις περιλαμβάνουν



αισθητικούς υποδοχείς που είναι ευαίσθητοι σε τέντωμα ή πίεση στους περιβάλλοντες ιστούς. Για παράδειγμα, αυξημένη πίεση γίνεται αισθητή στο μπροστινό μέρος των πελμάτων των ποδιών, όταν ένα όρθιο άτομο γέρνει προς τα εμπρός. Με οποιαδήποτε κίνηση των ποδιών, των χεριών και άλλων μερών του σώματος, οι αισθητικοί υποδοχείς ανταποκρίνονται στέλνοντας παρορμήσεις στον εγκέφαλο. Μαζί με άλλες πληροφορίες, αυτά τα σημάδια τεντώματος και πίεσης βοηθούν τον εγκέφαλό μας να προσδιορίσει πού βρίσκεται το σώμα μας στον χώρο (Vestibular Disorders Association et al., 2016).

Οι αισθητηριακές παρορμήσεις που προέρχονται από τον αυχένα και τους αστραγάλους είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Οι ιδιοδεκτικές ενδείξεις από τον αυχένα υποδεικνύουν την κατεύθυνση προς την οποία στρέφεται το κεφάλι. Τα σημάδια από τους αστραγάλους υποδεικνύουν την κίνηση ή την ταλάντευση του σώματος σε σχέση τόσο με την επιφάνεια (δάπεδο ή έδαφος) όσο και με την ποιότητα αυτής της επιφάνειας (για παράδειγμα, σκληρή, μαλακή, ολισθηρή ή ανώμαλη) (Vestibular Disorders Association et al., 2016).

Το οπτικό σύστημα περιλαμβάνει τους αισθητηριακούς υποδοχείς στον αμφιβληστροειδή, που ονομάζονται ραβδία ή ραβδιοφόρα κύτταρα και κωνία ή κωνιοφόρα κύτταρα. Οι ράβδοι συντονίζουν καλύτερα την όραση σε καταστάσεις χαμηλού φωτισμού, ενώ οι κώνοι βοηθούν στην αντίληψη του χρώματος και του σχήματος. Όταν το φως χτυπά τις ράβδους και τους κώνους, στέλνουν παρορμήσεις στον εγκέφαλο οι οποίες παρέχουν οπτικές ενδείξεις που προσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο ένα άτομο είναι προσανατολισμένο σε σχέση με άλλα αντικείμενα (Vestibular Disorders Association et al., 2016).

Οι αισθητηριακές πληροφορίες σχετικά με την κίνηση, την ισορροπία και τον προσανατολισμό στον χώρο παρέχονται από το αιθουσαίο σύστημα, το οποίο βρίσκεται στο αυτί και αποτελείται από τη μήτρα, τον σάκο και τρία ημικυκλικά κανάλια. Η μήτρα και ο σάκος ανιχνεύουν τη βαρύτητα (πληροφορίες σε κατακόρυφο προσανατολισμό) και τη γραμμική κίνηση. Τα ημικυκλικά κανάλια, τα οποία ανιχνεύουν την περιστροφική κίνηση, βρίσκονται σε ορθή γωνία μεταξύ τους και είναι γεμάτα με ένα υγρό που ονομάζεται ενδολύμφος. Όταν η κεφαλή περιστρέφεται προς την κατεύθυνση που ανιχνεύεται από ένα συγκεκριμένο κανάλι, το ενδολεμφικό υγρό μέσα σε αυτό υστερεί



λόγω αδράνειας και ασκεί πίεση στον αισθητήριο υποδοχέα του καναλιού. Στη συνέχεια, ο υποδοχέας στέλνει ωθήσεις στον εγκέφαλο σχετικά με την κίνηση από το συγκεκριμένο κανάλι που διεγείρεται. Όταν τα αιθουσαία όργανα και στις δύο πλευρές του κεφαλιού λειτουργούν σωστά, στέλνουν συμμετρικά ερεθίσματα στον εγκέφαλο (Vestibular Disorders Association et al., 2016).

Καθώς λαμβάνει χώρα η αισθητηριακή ολοκλήρωση, το εγκεφαλικό στέλεχος μεταδίδει μηνύματα στους μύες που ελέγχουν τις κινήσεις των ματιών, της κεφαλής, του αυχένα, του κορμού και των ποδιών, επιτρέποντας έτσι στο άτομο να διατηρεί ισορροπία και να έχει καθαρή όραση ενώ κινείται (Vestibular Disorders Association et al., 2016). Ο κινητικός έλεγχος αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους μηχανισμούς ελέγχου της ισορροπίας και αφορά τις νευρομυϊκές λειτουργίες του οργανισμού. Οι νευρώνες του κεντρικού νευρικού συστήματος ελέγχουν τις κινητικές μονάδες των μυών. Κάθε κινητική μονάδα αποτελείται από έναν κινητικό νευρώνα και τις αντίστοιχες μυοσκελετικές ίνες που νευρώνονται από αυτόν (Θεώνη, 2021).

Οι νευρώνες του εγκεφάλου δέχονται τις πληροφορίες από τους μύες, τις αρθρώσεις, το δέρμα, το αιθουσαίο σύστημα και τους οφθαλμούς. Η πληροφορία μεταφέρεται μέσω των κατιουσών οδών στο οπτικό επίπεδο ελέγχου του κινητικού ελέγχου, στο οποίο οι κινητικοί νευρώνες περνούν από το εγκεφαλικό στέλεχος και τον νωτιαίο μυελό στους μύες (Θεώνη, 2021). Σημαντικό ρόλο παίζουν η παρεγκεφαλίδα (το κέντρο συντονισμού του εγκεφάλου) και ο εγκεφαλικός φλοιός (το κέντρο σκέψης και μνήμης). Η παρεγκεφαλίδα παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις αυτόματες κινήσεις που είναι γνωστές μέσω της επανειλημμένης έκθεσης σε ορισμένες κινήσεις. Οι συνεισφορές από τον εγκεφαλικό φλοιό περιλαμβάνουν προηγούμενες πληροφορίες (Vestibular Disorders Association et al., 2016).

Στις βιομηχανικές παραμέτρους περιλαμβάνονται το μέγεθος και η ποιότητα της βάσης στήριξης. Τα πιο σημαντικά βιομηχανικά χαρακτηριστικά στον έλεγχο της ισορροπίας αποτελούν το βάρος και η θέση του σώματος. Επίσης, η βάση στήριξης επηρεάζεται από τους μυοσκελετικούς παράγοντες, όπως το εύρος της κίνησης της άρθρωσης, τον μυϊκό τόνο και τη μυϊκή δύναμη (Θεώνη, 2021).



Ισορροπία και τρίτη ηλικία

Η γήρανση συνδέεται με τη μείωση του ελέγχου της ισορροπίας. Όπως προαναφέρθηκε, η ισορροπία είναι αποτέλεσμα τριών συστημάτων: αισθητηριακής, κινητικής και κεντρικής επεξεργασίας. Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) ενσωματώνει τις αισθητηριακές εισροές και παράγει τις κινητικές εντολές που ελέγχουν τη θέση του σώματος, τόσο όσο στέκεται, όσο και καθώς κινείται μέσα στο περιβάλλον του. Μια διαταραχή σε οποιοδήποτε από αυτά τα συστήματα μπορεί να οδηγήσει σε έλλειμμα του ελέγχου της ισορροπίας. Μια τέτοια βλάβη μπορεί να οφείλεται σε συγκεκριμένη παθολογία ή στην προοδευτική μείωση της λειτουργίας κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής γήρανσης (Nnodim & Yung, 2015).

Αναλυτικότερα, οι αισθητηριακές εισροές που σχετίζονται με την ισορροπία φτάνουν στο ΚΝΣ από το οπτικό, αιθουσαίο και ιδιοδεκτικό σύστημα. Τα οπτικά σήματα χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία του χωρικού χάρτη του περιβάλλοντος εντός του οποίου τα αντικείμενα αξιολογούνται ως προς τη θέση, την ταχύτητα και την κατεύθυνση κίνησής τους. Μετά την ηλικία των 50 ετών, η όραση αρχίζει να επιδεινώνεται, με προοδευτική μείωση της οξύτητας, της αντίληψης βάθους, της αντίθεσης και ευαισθησίας στο έντονο φως και της προσαρμογής στο σκοτάδι (Gittings & Fozard, 1986). Οι ηλικιωμένοι έχουν σημαντικά υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης των κοινών οφθαλμικών παθήσεων - καταρράκτη (15,5%), γλαύκωμα (3,5%) και εκφύλιση της ωχράς κηλίδας (8,8%) (Nnodim & Yung, 2015). Η μειωμένη αντίληψη του βάθους εκτιμάται ότι είναι ένας από τους ισχυρότερους παράγοντες κινδύνου για πολλαπλές πτώσεις σε άτομα της 3ης ηλικίας (Lord & Dayhew, 2001). Καθώς η ευαισθησία του συγχρονισμού των άκρων χάνεται, η τάση ενός ατόμου να σκοντάφτει πάνω σε εμπόδια, όπως σκαλοπάτια, κράσπεδα και ρωγμές αυξάνεται (L. Sturnieks et al., 2008).

Το αιθουσαίο σύστημα παρέχει πληροφορίες για τη θέση και τις κινήσεις της κεφαλής. Πιο συγκεκριμένα, τα ημικυκλικά κανάλια του αυτιού παρέχουν πληροφορίες για τη γωνιακή επιτάχυνση και την κλίση που σχετίζεται με τη βαρύτητα. Το αιθουσαίο-οφθαλμικό και το αιθουσαίο-νωτιαίο αντανακλαστικό αντίστοιχα διατηρούν την οπτική καθήλωση κατά τις κινήσεις της κεφαλής και σταθεροποιούν το κεφάλι κατά τις κινήσεις του κορμού και των άκρων (Nnodim & Yung, 2015). Η βλάβη του αιθουσαίου συστήματος



σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο πτώσεων και τραυματισμών από πτώση (Di Fabio et al., 2001). Όπως και η όραση, η αιθουσαία λειτουργία επιδεινώνεται με τη φυσιολογική γήρανση και οι αιθουσαίες παθήσεις αυξάνονται από 49,4% την 7η δεκαετία σε 84,8% την 9η δεκαετία της ζωής (Furman et al., 2010).

Από την άλλη, οι μυϊκές άτρακτοι, τα τενόντια όργανα Golgi και οι μηχανοϋποδοχείς των αρθρώσεων συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με τη θέση και την κίνηση της άρθρωσης. Όταν ένα άτομο είναι ακίνητο, αυτές οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες αποτελούν τον πιο σημαντικό παράγοντα ισορροπίας, καθώς το όριο για την αντίληψη των αλλαγών στο κέντρο της ταχύτητας πίεσης (center of pressure velocity) είναι χαμηλότερο από αυτό του οπτικού και αιθουσαίου συστήματος (Fitzpatrick & McCloskey, 1994). Κατά τη βάρδιση, η ιδιοδεκτικότητα εμπλέκεται στον συντονισμό του βηματισμού, για να εξασφαλιστεί η ιδανική θέση του ποδιού. Η συσχέτιση μεταξύ έλλειψης ιδιοδεκτικότητας στα κάτω άκρα και πτώσεων είναι καλά τεκμηριωμένη (Furman et al., 2010).

Η ιδιοδεκτική οξύτητα μειώνεται με τη φυσιολογική γήρανση. Οι γυναίκες μεγαλύτερης ηλικίας έχει βρεθεί ότι έχουν 3-4 φορές υψηλότερη ευαισθησία στον αστράγαλο από γυναίκες νεότερης ηλικίας. Συγκεκριμένες παθολογίες που παρεμβαίνουν στην ιδιοδεκτικότητα και είναι πιο διαδεδομένες στην τρίτη ηλικία περιλαμβάνουν την περιφερική νευροπάθεια και την εκφυλιστική νόσο των αρθρώσεων (Nnodim & Yung, 2015).

Οι σκελετικοί μύες, τα οστά και οι αρθρώσεις αποτελούν την κινητική συσκευή του συστήματος ελέγχου ισορροπίας. Ξεκινώντας από την ηλικία των 25 περίπου ετών, υπάρχει προοδευτική απώλεια της άλυπης μάζας σώματος. Για παράδειγμα, η διατομή του έξω πλατύ μυός μειώνεται κατά περίπου 40% από την ηλικία των 20 ετών έως την ηλικία των 80 ετών (Nnodim & Yung, 2015). Η μυϊκή ισχύς διατηρείται συνήθως στα μέγιστα επίπεδα στην 5η ή 6η δεκαετία της ζωής. Στη συνέχεια, εμφανίζεται επιταχυνόμενη πτώση, με έως και 50% απώλεια μέχρι την ηλικία των 80 ετών (Nnodim & Yung, 2015). Η μυϊκή αδυναμία των κάτω άκρων συσχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με τον κίνδυνο πτώσης σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας. Αντιθέτως, βελτιώσεις στην ισορροπία συμβαίνουν μετά από παρεμβάσεις άσκησης ενδυνάμωσης των μυών των κάτω άκρων (Hess et al., 2006).



Η αύξηση της βάσης στήριξης μέσω του βηματισμού είναι μία από τις κινητικές στρατηγικές για τη διατήρηση της ισορροπίας ή την ανάκτηση από την απώλειά της. Εάν η βάση στήριξης είναι περιορισμένη, όπως όταν κάποιος στέκεται με το ένα πόδι σε μια στενή δοκό, οι ροπές της άρθρωσης του ισχίου του άκρου που στέκεται χρησιμοποιούνται για τη μεταβολή της οριζόντιας συνιστώσας της δύναμης αντίδρασης του εδάφους, έτσι ώστε να διατηρηθεί το κέντρο βάρους πάνω από τη βάση στήριξης (Lemus et al., 2020). Επίσης, ροπές δύναμης δημιουργούνται στο ετερόπλευρο ισχίο, στους ώμους και στον αυχένα, για να περιοριστεί η γωνιακή επιτάχυνση του συμπλέγματος κεφαλής-βραχίονα-κορμού. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η επιτυχία αυτών των στρατηγικών εξαρτάται από την ταχύτητα με την οποία εφαρμόζονται (Pijnappels et al., 2005). Ωστόσο, με την αύξηση της ηλικίας, ο ρυθμός ανάπτυξης της ροπής μειώνεται έως και 3,5% ανά έτος από την ηλικία των 65 ετών, μια διαδικασία που συσχετίζεται με την απώλεια μυϊκών ινών ταχείας συστολής λόγω της γήρανσης των μυών (Nnodim & Yung, 2015).

Η απώλεια ισορροπίας είναι πιο συχνή σε ηλικιωμένους με άνοια απ' ό,τι στους συνομηλικούς τους χωρίς γνωστικές διαταραχές (Van Iersel et al., 2004). Σε βιοχημικό επίπεδο, οι χολινεργικοί μηχανισμοί πιθανώς να αποτελούν τη βάση της σχέσης μεταξύ της γνώσης και του ελέγχου της ισορροπίας. Το χολινεργικό σύστημα, ειδικά στον υπόκαμπο και τον βασικό πυρήνα του Meynert, αποτελεί έναν ειδικό ελεγκτή της επιλεκτικής προσοχής, ενώ η δράση της θαλαμικής αντιχολινεστεράσης παίζει σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της ισορροπίας και στη δημιουργία κίνησης (Devos et al., 2010). Οι αναστολείς της χολινεστεράσης είναι η βασική κατηγορία φαρμάκων στη διαχείριση της άνοιας και φαίνεται ότι έχουν ευεργετική επίδραση στην κινητική απόδοση (Montero-Odasso et al., 2009).

Τα αισθητήρια όργανα που μεταδίδουν ώσεις στο κεντρικό νευρικό σύστημα είναι επιρρεπή σε σφάλματα λόγω της φύσης των πλαισίων αναφοράς τους. Το οπτικό σύστημα είναι ευαίσθητο στη σχετική κίνηση μεταξύ του σώματος και του περιβάλλοντος και έτσι μπορεί να συγχέει την περιβαλλοντική κίνηση με την αυτοκίνηση (self-motion). Ομοίως, το ιδιοδεκτικό σύστημα, το οποίο αναφέρεται στην επιφάνεια στήριξης, είναι ικανό να δώσει λανθασμένη πληροφορία όταν αυτή η επιφάνεια κινείται. Ως εκ τούτου, η επίλυση της σύγκρουσης των σημάτων είναι σημαντική και το ΚΝΣ είναι συνήθως σε θέση να



αντισταθμίσει την αναξιόπιστη ή ασυμβίβαστη αισθητηριακή πληροφορία (Nnodim & Yung, 2015).

Η κεντρική επεξεργασία επιδεινώνεται με την πάροδο της ηλικίας. Σε ένα πείραμα, οι συμμετέχοντες διαφόρων ηλικιών έπρεπε να περπατήσουν προς έναν στόχο ευθεία μπροστά τους κάτω από διάφορες συνθήκες αισθητηριακής υποβάθμισης. Οι νεαροί ενήλικες μπόρεσαν να ενσωματώσουν με επιτυχία τις ασύμφωνες εισροές και να διατηρήσουν μια ακριβή κατεύθυνση προς τον στόχο. Ωστόσο τα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας έδειξαν σημαντική απόκλιση διαδρομής και κλίση του κορμού στο μετωπικό επίπεδο (Deshpande & Patla, 2007). Οι μορφολογικοί συσχετισμοί της κεντρικής επεξεργασίας περιλαμβάνουν συρρίκνωση των νευρώνων και απώλεια μυελίνης, σε βαθμό που ο εγκέφαλος στην ηλικία των 90 ετών να είναι περίπου το 90% του μέγιστου βάρους του (Sturnieks et al., 2008).

Δοκιμασίες αξιολόγησης ισορροπίας

Activities-specific Balance Confidence scale (ABC)

Η κλίμακα Activities-specific Balance Confidence scale (ABC) αξιολογεί το επίπεδο εμπιστοσύνης στην εκτέλεση μιας συγκεκριμένης εργασίας χωρίς απώλεια ισορροπίας ή αστάθεια και επίσης μετρά τη λειτουργική ισορροπία. Αποτελείται από 16 αντικείμενα που κυμαίνονται από 0 έως 100% και η συνολική βαθμολογία του ABC προκύπτει αθροίζοντας τις βαθμολογίες (0–160) και στη συνέχεια διαιρώντας με το 16. Οι υψηλότερες βαθμολογίες αποκαλύπτουν μεγαλύτερους βαθμούς αυτοπεποίθησης (Powell & Myers, 1995).



Activities-Specific Balance Confidence (ABC) Scale

Adapted from: Powell LE and Myers AM. The Activities-Specific Balance Confidence (ABC) Scale.

J Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci. 1995; 50A:M 28-34

| | Level of Confidence (0-100%) |
|--|---------------------------------|
| 1. Walking around the house | _____ |
| 2. Walking up and down stairs | _____ |
| 3. Picking up slippers/ something from the floor | _____ |
| 4. Reaching at your eye level | _____ |
| 5. Reaching while on your tiptoes | _____ |
| 6. Reaching while standing on a chair | _____ |
| 7. Sweeping the floor | _____ |
| 8. Walking outside to a nearby car | _____ |
| 9. Getting in/out of a car/transport | _____ |
| 10. Walking across a parking lot | _____ |
| 11. Walking up and down a ramp | _____ |
| 12. Walking in a crowded mall | _____ |
| 13. Being bumped while walking in a crowd | _____ |
| 14. Using an escalator while holding the railing | _____ |
| 15. Using an escalator without holding the railing | _____ |
| 16. Walking on slippery floors | _____ |
| Total Score: | _____ |

Εικόνα 3: Activities-specific Balance Confidence scale (ABC) (Powell & Myers, 1995).

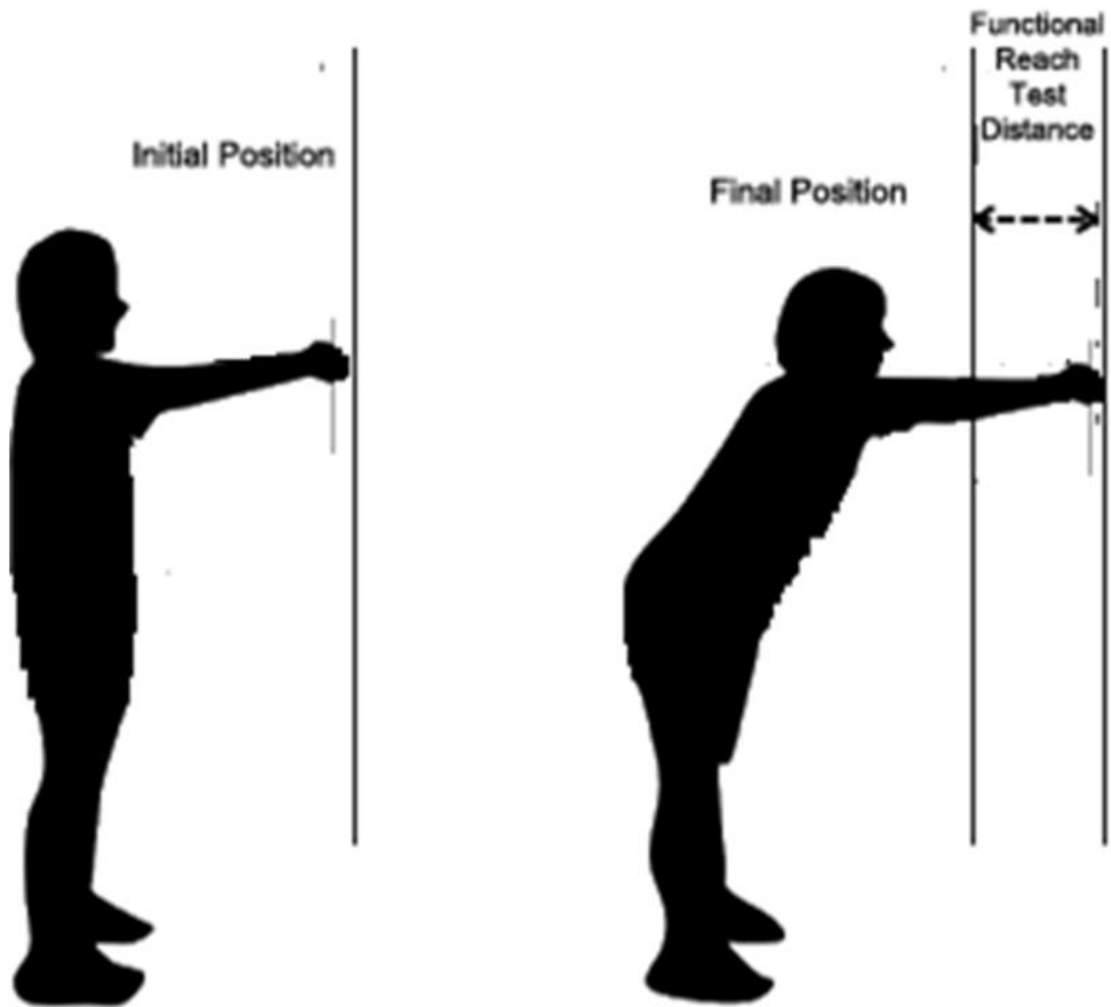


Στατική ισορροπία με σταθερομετρική ανάλυση

Για την αξιολόγηση των σταθερομετρικών παραμέτρων μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια πλατφόρμα πίεσης EPS. Οι υπολογισμοί των κινήσεων του κέντρου πίεσης (CoP) μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω λογισμικών, όπως το λογισμικό EPS-System-Footchecker 3.1. Το τεστ Romberg μπορεί να διεξαχθεί υπό συνθήκες ανοικτών ματιών (eyes-open, EO) και κλειστών ματιών (eyes-closed, EC). Οι ασθενείς στέκονται ξυπόλητοι και όσο το δυνατόν ακίνητοι, με τα χέρια στα πλάγια, τα πόδια χωρισμένα σε γωνία 30° και τις πτέρνες τοποθετημένες σε απόσταση 2 cm. Η κάθε συνεδρία συνήθως διαρκεί 30sec, με διάστημα ενός λεπτού μεταξύ των δοκιμών και συχνότητα δειγματοληψίας 40 Hz. Το τεστ σταθερομετρίας αξιολογεί τις ακόλουθες παραμέτρους που σχετίζονται με την CoP: μεσοπλευρικές (X) και προσθιοοπίσθιες (Y) μέσες μετατοπίσεις της CoP (mm), και ταχύτητα κίνησης CoP (v, σε mm/s) (Aibar-Almazán et al., 2019).

Functional Reach Test

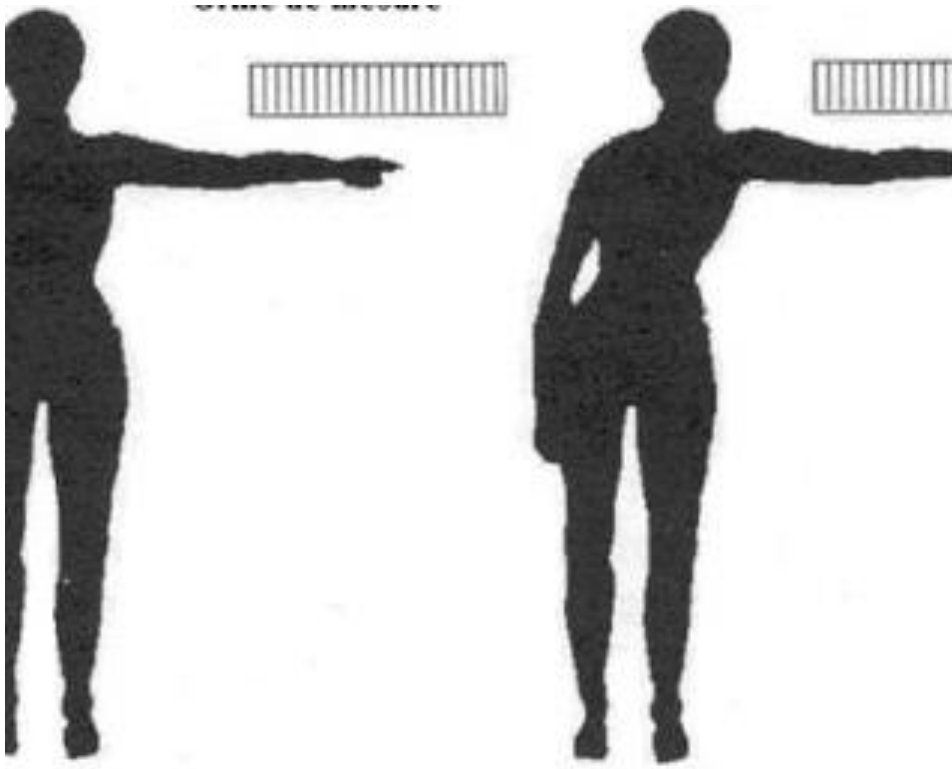
Το Functional Reach Test (FRT) είναι ένα εργαλείο αξιολόγησης της δυναμικής ισορροπίας και της πρόβλεψης των πτώσεων στους ηλικιωμένους. Σε όρθια στάση, μετρά την απόσταση μεταξύ του μήκους ενός τεντωμένου χεριού σε μια μέγιστη απόσταση προς τα εμπρός, ενώ διατηρεί μια σταθερή βάση στήριξης. Πιο συγκεκριμένα, δίνεται οδηγία στον ασθενή να στέκεται δίπλα σ' έναν τοίχο, χωρίς να τον αγγίζει, και να τοποθετήσει το χέρι που είναι πιο κοντά στον τοίχο σε κάμψη ώμου 90° με κλειστή γροθιά. Έπειτα δίνεται στον ασθενή η οδηγία να φτάσει με το χέρι του όσο πιο μπροστά μπορεί. Ο εξεταστής με έναν χάρακα υπολογίζει την απόσταση που κάλυψε το χέρι του ασθενή κατά την κίνησή του προς τα εμπρός. Αυτές οι πληροφορίες συσχετίζονται με τον κίνδυνο πτώσης. Όταν η απόσταση είναι ≥ 25 cm, ο κίνδυνος πτώσης είναι χαμηλός, όταν είναι 15 έως 25 cm, ο κίνδυνος πτώσης είναι 2 φορές μεγαλύτερος από τον κανονικό και όταν είναι < 15 cm, ο κίνδυνος πτώσης είναι 4 φορές μεγαλύτερος από τον κανονικό. Σημαντικά μειονεκτήματα της διαδικασίας είναι ότι ελέγχεται μόνο μία δραστηριότητα και δεν αναγνωρίζεται συγκεκριμένα η αιτία που προκαλεί τη διαταραχή της ισορροπίας (Duncan et al., 1992).



Εικόνα 4: Functional Reach Test

Lateral Reach Test

Η δοκιμασία Lateral Reach (LR) στοχεύει στη μέτρηση των ορίων σταθερότητας του κέντρου μάζας του σώματος μέσα σε μια μικρή βάση στήριξης. Η δοκιμή LR ελέγχει τα όρια σταθερότητας του σώματος στην έσω-πλάγια κατεύθυνση. Η διαδικασία πλευρικής προσέγγισης διεξάγεται παρόμοια με το Functional Reach Test, με τη διαφορά ότι ο ασθενής τοποθετεί πλάγια τον κορμό του στον τοίχο. Ο ασθενής κατευθύνεται πλάγια χωρίς να σηκώσει ή να λυγίσει τα πόδια του (Brauer et al., 1999). Οι λεπτομέρειες της διαδικασίας LRT φαίνονται στην εικόνα 5.



Εικόνα 5: Lateral Reach Test

Berg Balance Scale

Η κλίμακα ισορροπίας Berg (Berg Balance Scale, BBS) αξιολογεί τη δυναμική ισορροπία και λειτουργικότητα του εξεταζομένου. Περιλαμβάνει δοκιμασίες που εκτελούνται καθημερινά από ένα φυσιολογικό άτομο και τις αξιολογεί με βάση μια 5βάθμια κλίμακα τύπου Likert, από το 0 έως το 4. Η συνολική βαθμολογία της κλίμακας BBS προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους βαθμολογιών της κλίμακας σε κάθε δοκιμασία. Όταν η βαθμολογία είναι κάτω από 45, τότε το άτομο κινδυνεύει με πτώση. Η εγκυρότητα της BBS είναι μεγάλη ως προς την πρόβλεψη των πτώσεων, όπως και η αξιοπιστία της σε πληθυσμούς με ή χωρίς ιστορικό πτώσης (Berg et al., 1992).



Κλίμακα Ισορροπίας Berg (Balance Berg Scale)

Όνοματεπώνυμο: _____

Ημερομηνία: _____

Τόπος: _____

Βαθμολογητής: _____

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ (0-4)

Από καθιστή προς την όρθια θέση

Ορθοστάτηση χωρίς υποστήριξη

Καθιστή θέση χωρίς υποστήριξη

Από όρθια θέση προς την καθιστή θέση

Μεταφορές

Ορθοστάτηση με μάτια κλειστά

Ορθοστάτηση με πόδια ενωμένα

Τέντωμα προς τα εμπρός με απλωμένο βραχίονα

Ανάκτηση αντικειμένου από το πάτωμα

Γύρισμα να κοιτάξει πίσω

Στροφή 360 μοίρες

Τοποθέτηση ποδιών εναλλάξ σε υποπόδιο

Ορθοστάτηση με ένα πόδι εμπρός

Ορθοστάτηση στο ένα πόδι

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ (μέγιστη 56):

0–20, καθήλωση σε αναπηρικό αμαξίδιο

21–40, βάδιση με υποστήριξη

41–56, ανεξάρτητος

Εικόνα 6: Ελληνική Έκδοση Κλίμακας Ισορροπίας Berg (Lampropoulou et al., 2013)



Pilates: Ιστορικά δεδομένα και βασικές αρχές Pilates

Δημιουργός της μεθόδου Pilates ήταν ο Joseph Hubbertus Pilates, ο οποίος γεννήθηκε το 1880 κοντά στο Ντίσελντορφ, στο Mönchengladbach, της Γερμανίας. Ο Joseph Pilates ήταν ένα ασθενικό παιδί, το οποίο έπασχε από άσθμα, ρευματικό πυρετό και ραχίτιδα. Προκειμένου να εξελιχθεί σ' έναν υγιή ενήλικα, δημιούργησε μια μέθοδο άσκησης με στόχο να ενισχύσει το αδύναμο και αρρωστημένο σώμα του (Kloubec, 2011). Ο Joseph Pilates ήταν αυτοδίδακτος στην ανατομία, το body building, την πυγμαχία, την πάλη, τη γιόγκα, τη γυμναστική και τις πολεμικές τέχνες (Di Lorenzo, 2011).

Το 1912, σε ηλικία 32 ετών, ο Pilates πήγε στην Αγγλία, όπου εργάστηκε ως πυγμαχός, ακροβάτης τσίρκου και εκπαιδευτής αυτοάμυνας. Με το ξέσπασμα του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου φυλακίστηκε ως εχθρός στο Λάνκαστερ μαζί με άλλους ομοεθνείς του και αιχμαλώτους πολέμου. Στο στρατόπεδο εξειδίκευσε τις ιδέες του για την υγεία και τη σωματική διάπλαση και ενθάρρυνε όλα τα μέλη του στρατοπέδου να συμμετάσχουν στο πρόγραμμα προετοιμασίας του, βασισμένο σε μια σειρά ασκήσεων εδάφους (exercises performed on a mat) (Latey, 2001). Στόχος του ήταν να αναπτύξει ένα σύστημα ασκήσεων το οποίο ο ίδιος τότε ονόμασε "Contrology", με σκοπό να βοηθήσει τους συγκρατούμενούς του να διατηρήσουν μία καλή φυσική κατάσταση (Di Lorenzo, 2011).

Προς το τέλος του πολέμου ο Pilates μεταφέρθηκε στο νησί Man, όπου εφάρμοσε τις γνώσεις του, για να βοηθήσει στην αποκατάσταση των τραυματιών του πολέμου. Εκεί εργάστηκε στο νοσοκομείο ως νοσηλευτής – φυσικοθεραπευτής. Ο Pilates άρχισε να πειραματίζεται με ελατήρια κρεβατιών, συνδέοντάς τα στα άκρα των κρεβατιών, για να επιτρέψει στους ασθενείς να δουλέψουν με αντίσταση, ενώ ήταν ακόμη δεμένοι στο κρεβάτι. Είχε συνειδητοποιήσει ότι η άσκηση με αντίσταση βοηθούσε τους ασθενείς να ανακτήσουν τη μυϊκή τους δύναμη πιο γρήγορα (Di Lorenzo, 2011; Kloubec, 2011). Αυτό οδήγησε αργότερα στην ανάπτυξη του «cadillac», ενός τετράκλινου κρεβατιού με διάφορα ελατήρια και κρεμαστές ράβδους και του «universal reformer», μιας συρόμενης πλατφόρμας με ελατήρια πάνω στα οποία ο ασθενής ξαπλώνει, κάθεται ή στέκεται (Latey, 2001). Το Universal Reformer και το trapeze table (the "Cadillac") αποτελούν σήμερα τα βασικότερα όργανα εκγύμνασης της μεθόδου Pilates παρέχοντας στον ασκούμενο μια πληθώρα επιλογής ασκήσεων για την εκγύμναση όλου του σώματος (Di Lorenzo, 2011;



Κλουβες, 2011). Η ύπτια θέση επιτρέπει τη ρύθμιση της έντασης και την ευθυγράμμιση της σπονδυλικής στήλης και της λεκάνης (Latey, 2001).

Μετά τον πόλεμο, ο Pilates επέστρεψε στο Αμβούργο της Γερμανίας, όπου βελτίωσε τον εξοπλισμό και τις μεθόδους του. Σε αυτό το διάστημα γνώρισε τον Rudolph van Laban, τον δημιουργό του Labanotation, της πιο διαδεδομένης μορφής χορογραφίας. Αυτή ήταν η εισαγωγή του Pilates στον χορό. Παράλληλα, το 1925 κυκλοφόρησε στη Γερμανία μια ταινία για το Gymnastik, όπου αυτή η πιο ήπια μορφή φυσικής άσκησης με αναπνοή και κίνηση απέκτησε ευρύτερο δημόσιο ενδιαφέρον (Latey, 2001).

Το 1926, ο Pilates μετανάστευσε στις ΗΠΑ. Στο πλοίο για τις ΗΠΑ, ο Pilates γνώρισε τη μέλλουσα σύζυγό του Clara, μια νοσηλεύτρια, η οποία θα εργαζόταν μαζί του στο στούντιο. Αποκαλώντας τη μέθοδό του «Contrology», ο Pilates ίδρυσε το στούντιό του στην Αμερική λίγο πριν από την έναρξη της Παγκόσμιας Οικονομικής Ύφεσης (Great Depression) (Latey, 2001). Οι πρώτοι πελάτες του ήταν χορογράφοι και χορευτές, αθλητές και ακροβάτες του τσίρκου αλλά και προσωπικότητες της Νέα Υόρκης. Ιδιαίτερα οι χορευτές, όπως οι George Balanchine, Ruth St. Denis, Ted Shawn αλλά και η Martha Graham, έχοντας συχνά τραυματισμούς αγάπησαν ιδιαίτερα τη μέθοδό του (Latey, 2001).

Οι βασικές αρχές του Pilates αποτελούν το θεμέλιο της μεθόδου και είναι το κλειδί για ασφαλή και αποτελεσματική εκτέλεση των ασκήσεων. Μέσω αυτών προσφέρεται στο άτομο η δυνατότητα εκμάθησης του πυρήνα, ενώ ταυτόχρονα καθοδηγείται έτσι ώστε να αναπνέει και να τοποθετεί το σώμα του (Σοφοκλέους, 2017). Η αρχή «το μυαλό πάνω από την ύλη» («mindovermatter») είναι το κεντρικό στοιχείο της μεθόδου Pilates. Ο στόχος του Pilates είναι το μυαλό και το σώμα να μπορούν να συγχρονιστούν, έτσι ώστε χωρίς σκέψη, το σώμα να χρησιμοποιεί το μεγαλύτερο μηχανικό πλεονέκτημα, για να επιτύχει τη βέλτιστη ισορροπία, δύναμη και υγεία.

Η σωστή εκτέλεση των ασκήσεων της μεθόδου Pilates απαιτεί συμμόρφωση με τους ακόλουθους κανόνες:

- **Συγκέντρωση:** Αποτελεί το βασικό στοιχείο για τη σύνδεση του μυαλού και του σώματος. Για να γυμναστεί το σώμα χρειάζεται η συμμετοχή του μυαλού. Για να επιτευχθεί μια συγκεκριμένη άσκηση με τον κατάλληλο τρόπο, απαιτείται η



μέγιστη συγκέντρωση, καθώς το μυαλό είναι αυτό που δίνει την εντολή στο σώμα να δράσει. Ο ασκούμενος φαντάζεται την κίνηση πριν και κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής της (Mętel & Milert, 2007).

- **Έλεγχος:** Κατά τη διάρκεια των ασκήσεων, το μυαλό ελέγχει τον τρόπο με τον οποίο εκτελούνται, έτσι ώστε να μην είναι επιβλαβείς. Η κόπωση των μυών αποφεύγεται με την ακριβή εκτέλεση μικρού αριθμού επαναλήψεων ασκήσεων (συνήθως 10 σε σερ), με διαβαθμισμένο επίπεδο δυσκολίας και εισαγωγή ασκήσεων αναπνοής και διατάσεων σε κάθε προπόνηση. Στη μέθοδο του Pilates, ο έλεγχος του νου και της κίνησης χρησιμεύει για την αναδόμηση του φυσιολογικού συντονισμού νεύρων-μυών με τη συμμετοχή της συνείδησης στην εκτέλεση κινητικών δραστηριοτήτων (Mętel & Milert, 2007).
- **Κέντρο δύναμης του σώματος – Πυρήνας:** Το «centering» είναι το κεντρικό σημείο της μεθόδου Pilates. Τα ανατομικά όρια του «πυρήνα» είναι από το πυελικό έδαφος προς τα κάτω και από τον θώρακα προς τα πάνω. Ωστόσο, ο Pilates περιέγραψε το «centering» διαφορετικά, ως ένα «κουτί» που οριοθετείται από δύο οριζόντιες γραμμές. Η πρώτη γραμμή βρίσκεται μεταξύ των ώμων και η δεύτερη γραμμή μεταξύ των δύο ισχίων (Kloubec, 2011). Το κέντρο ή ο πυρήνας ή το εργοστάσιο δύναμης (powerhouse) είναι συμβατικοί όροι που χρησιμοποιούνται εναλλακτικά τόσο από τις ιατρικές κοινότητες, όσο και από τις κοινότητες Φυσικής Αγωγής. Ωστόσο, όταν ορίζει τον πυρήνα με τα όρια του κουτιού, ο Pilates περιελάμβανε τις ζώνες ώμων και ισχίων στη συνολική ενίσχυση του πυρήνα. Στη συνέχεια, πήγαινε την άσκηση ένα βήμα παραπέρα, επιστρατεύοντας την ταυτόχρονη συμμετοχή των άκρων - πλήρης ενίσχυση του άνω άκρου και πλήρης ενίσχυση των κάτω άκρων - όλα με έλεγχο και ακρίβεια (Kloubec, 2011). Με άλλα λόγια, Pilates = συνολική ενίσχυση πυρήνα (total core strengthening, TCS) + συνολική ενίσχυση άνω άκρου (total arm strengthening, TAS) + συνολική ενίσχυση κάτω άκρων (total leg strengthening, TLS). Η σταθεροποίηση του πυρήνα αποτελεί σημαντικό μέρος στα περισσότερα προγράμματα αποκατάστασης, φυσικής κατάστασης και βελτίωσης της απόδοσης. Ο Kibler δήλωσε ότι δεν υπάρχει ένας καθολικά αποδεκτός ορισμός της σταθερότητας του πυρήνα. Αρκετές μελέτες υποδεικνύουν ότι οι εγκάρσιοι κοιλιακοί μύες και οι



πολυσχιδείς μύες (multifidi) αποτελούν τους βασικούς μύες για τη σταθεροποίηση της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης. Ωστόσο, άλλες μελέτες αμφισβητούν τον ρόλο αυτών των μυών ως σημαντικών σταθεροποιητών της σπονδυλικής στήλης (Kloubec, 2011).

- **Αναπνοή:** Ο κατάλληλος συντονισμός της αναπνοής με την εκτέλεση μιας άσκησης αποτελεί τον πρώτο κανόνα που εισάγεται στη διδασκαλία της τεχνικής του Pilates. Η σωστή αναπνοή ευνοεί την καλύτερη οξυγόνωση του αίματος βελτιώνοντας έτσι τη λειτουργία του νου και τον έλεγχο της κίνησης. Χρησιμοποιείται η πλευροδιαφραγματική αναπνοή, που δίνει έμφαση στην εκπνοή με ταυτόχρονη έλξη του ομφάλιου προς τη σπονδυλική στήλη. Κατά την εισπνοή, ο θώρακας διευρύνεται σε τρία επίπεδα (τρισιδιάστατη αναπνοή). Κατά την αναγκαστική εκπνοή, εμπλέκονται επιπρόσθετα οι πλάγιοι μύες της κοιλιάς, οι οποίοι επιτρέπουν τον καλύτερο πνευμονικό αερισμό. Η κρίσιμη κίνηση μιας άσκησης πραγματοποιείται κατά την εκπνοή με σωστή σταθεροποίηση της σπονδυλικής στήλης (Mętel & Milert, 2007).
- **Ευθυγράμμιση κίνησης:** Οι ασκήσεις Pilates δίνουν έμφαση στην ουδέτερη ευθυγράμμιση της πυέλου, των ωμοπλάτων και της σπονδυλικής στήλης. Πιο συγκεκριμένα κατά το Pilates οι αρθρώσεις ευθυγραμμίζονται ως εξής: οι ώμοι πάνω από τους γλουτούς, οι γλουτοί πάνω από τα γόνατα και τα γόνατα πάνω από τους αστραγάλους. Η λεκάνη γίνεται επίπεδη και οι οσφυϊκές και θωρακικές καμπύλες εξουδετερώνονται. Πολλές από τις ασκήσεις Pilates είναι σχεδόν αδύνατο να εκτελεστούν χωρίς αυτήν την ευθυγράμμιση (Kloubec, 2011).
- **Ροή:** Ο ρυθμός ασκήσεων στο Pilates είναι μέτριος, ανάλογα με την ακρίβεια της εκτελούμενης κίνησης και τον ατομικό ρυθμό αναπνοής. Οι ασκήσεις πρέπει να εκτελούνται με σωστή συγκέντρωση και όλες οι κινήσεις του σώματος πρέπει να εκτελούνται με ευχέρεια και με διατήρηση της ροής. Αυτό επηρεάζει θετικά την ασφάλεια κατά τη διάρκεια των ασκήσεων, ακόμη και για άτομα που έχουν υποστεί τραυματισμούς (Mętel & Milert, 2007).



Pilates και Ισορροπία στην τρίτη ηλικία

Η γήρανση, όπως προαναφέρθηκε, σχετίζεται με προοδευτικές λειτουργικές και δομικές απώλειες, όπως μείωση της μυϊκής μάζας (σαρκοπενία) ή της οστικής πυκνότητας (οστεοπόρωση), που οδηγούν σε μείωση της μυϊκής δύναμης, της ευλυγισίας και της ισορροπίας. Αυτή η λειτουργική επιδείνωση έχει συσχετιστεί με περιορισμούς κινητικότητας, αυξημένο κίνδυνο πτώσεων και απώλεια αυτονομίας (Fernández-Rodríguez et al., 2021).

Οι πτώσεις θεωρούνται η κύρια αιτία θνησιμότητας και θανάτων που σχετίζονται με τραυματισμούς σε ηλικιωμένους. Ο κίνδυνος αυξάνεται με την ηλικία κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο ετήσιος επιπολασμός μεταξύ των ατόμων της κοινότητας είναι 30% για άτομα άνω των 65 ετών και 40% για άτομα άνω των 80 ετών. Αυτός ο επιπολασμός αυξάνεται έως και 50% για τους ιδρυματοποιημένους ηλικιωμένους. Λόγω του φόβου της πτώσης, οι ηλικιωμένοι μπορεί να περιορίσουν τις σωματικές τους δραστηριότητες, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει περιορισμούς στην κινητικότητα, μειωμένη αυτονομία και μεγαλύτερο κίνδυνο πτώσεων. Αντίθετα, οι ηλικιωμένοι που ασκούν σωματική άσκηση μειώνουν τον αριθμό των επισκέψεών τους στο Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών (ΤΕΠ) καθώς και τον αριθμό και τη διάρκεια των νοσηλειών. Ακόμα, έχει παρατηρηθεί ότι τα προγράμματα σωματικής άσκησης μπορεί να μειώσουν τη συχνότητα εμφάνισης σωματικών επιπλοκών ως αποτέλεσμα της διαδικασίας γήρανσης. Επιπλέον, τα στοιχεία δείχνουν ότι τα προγράμματα αυτά ωφελούν τη συνολική κατάσταση της υγείας και μειώνουν τον κίνδυνο πτώσεων. Η σωματική άσκηση αναγνωρίζεται ευρέως ως μια προληπτική στρατηγική για τις επιπλοκές της διαδικασίας γήρανσης, μειώνοντας τον κίνδυνο πτώσεων και σχετικών τραυματισμών, προκαλώντας έτσι μείωση του κόστους υγειονομικής περίθαλψης (Fernández-Rodríguez et al., 2021).

Το Pilates δημιουργήθηκε από τον J Pilates κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1920 ως μια άσκηση χαμηλού κινδύνου για τη βελτίωση της δύναμης, της ευλυγισίας και του μυϊκού ελέγχου της περιοχής του πυρήνα. Υπάρχουν δύο τρόποι: Mat ή reformer. Κανένα από τα δύο δεν έχει περιορισμό ηλικίας, γι' αυτό οι φυσιοθεραπευτές και οι γιατροί συστήνουν συχνά το Pilates ως μια χρήσιμη σωματική άσκηση για ηλικιωμένους. Το Pilates έχει δείξει θετικά αποτελέσματα τόσο στην πνευματική και ψυχική υγεία των



ατόμων όσο και στην κοινωνικότητά τους. Επιπλέον, έχουν αποδειχθεί οφέλη σε κάποιους παράγοντες που σχετίζονται με τα αποτελέσματα της πτώσης σε ηλικιωμένους, όπως η οστική πυκνότητα, η ισορροπία, η δύναμη, η ευελιξία, η αντοχή και ο συντονισμός των κινήσεων (Fernández-Rodríguez et al., 2021). Πιστεύεται ότι το Pilates είναι αποτελεσματικό στη βελτίωση της απόδοσης και της αποτροπής του κινδύνου πτώσεων, επειδή πολλές από τις ασκήσεις ενισχύουν την ισορροπία και ενδυναμώνουν τους μύς του πυρήνα (Fernández-Rodríguez et al., 2021).

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι μελέτες που έχουν διεξαχθεί από το 2017 έως το 2020 και διερευνούν την επίδραση του Pilates στην ισορροπία ατόμων της τρίτης ηλικίας και στην πρόληψη των πτώσεων.

Αναλυτικότερα, οι Oksuz & Unal (2017) διερεύνησαν τις επιπτώσεις της κλινικής άσκησης pilates στην κινησιοφοβία, τον πόνο, τη λειτουργική κατάσταση και την ποιότητα ζωής των ασθενών με οστεοπόρωση. Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 40 γυναίκες με οστεοπόρωση, οι οποίες χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες. Η ομάδα 1, έλαβε συγκεκριμένες ασκήσεις Clinical Pilates με την καθοδήγηση ειδικευμένου φυσικοθεραπευτή επί 3 φορές την εβδομάδα για περίοδο 6 εβδομάδων. Η ομάδα 2, αποτέλεσε την ομάδα ελέγχου. Η κινησιοφοβία όλων των ασθενών, ο πόνος, το επίπεδο ποιότητας ζωής και η λειτουργική κατάσταση επανεκτιμήθηκαν στο τέλος των 6 εβδομάδων. Σύμφωνα με τις μετρήσεις των ασθενών της ομάδας 1 μειώθηκαν η κινησιοφοβία και ο πόνος και βελτιώθηκαν στατιστικά η λειτουργική κατάσταση, η ισορροπία και η ποιότητα ζωής ($p < 0,05$) (Oksuz & Unal, 2017).

Οι Vieira et al (2017) διερεύνησαν τις επιπτώσεις ενός προγράμματος άσκησης Pilates 12 εβδομάδων στη λειτουργική απόδοση των ηλικιωμένων γυναικών. Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 40 ηλικιωμένες γυναίκες που κατανεμήθηκαν τυχαία στην ομάδα Pilates (PG, $n = 21$, $66,0 \pm 1,4$ έτη) και στην ομάδα ελέγχου (CG, $n = 19$, $63,3 \pm 0,9$ έτη). Η ομάδα Pilates έλαβε μια προπόνηση άσκησης εμπνευσμένη από την μεθοδολογία του Pilates (2 φορές/εβδομάδα, 60 λεπτά/συνεδρία). Η λειτουργική απόδοση σε δοκιμές ισορροπίας με ένα πόδι (OLS), timed up and go (TUG), πέντε φορές sit-to-stand (STS) και 6-λεπτά περπάτημα (6 MW) αξιολογήθηκε μετά από 12 εβδομάδες προπόνησης Pilates. Μόνο μεταξύ των ατόμων της ομάδας Pilates ο χρόνος που αφιερώθηκε για να σηκωθούν από



την καρέκλα και να επιστρέψουν σε καθιστή θέση μειώθηκε σημαντικά (2,0 δευτερόλεπτα πιο γρήγορα, $p = 0,02$) και η απόσταση που διανύθηκε σε 6 λεπτά αυξήθηκε (~30 m, $p < 0,01$). Οι επιδόσεις των OLS και TUG παρέμειναν αναλλοίωτες και στις δύο ομάδες (Vieira et al., 2017).

Οι Curi et al (2018) εξέτασαν την επίδραση του Pilates στη λειτουργική αυτονομία και την ικανοποίηση από τη ζωή ηλικιωμένων γυναικών. Πρόκειται για μια τυχαία ελεγχόμενη δοκιμή, όπου 61 υγιείς ηλικιωμένες γυναίκες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, στην ομάδα Pilates (PG, $n=31$, μέση ηλικία=64,25 έτη) και στην ομάδα ελέγχου (CG, $n=30$, μέση ηλικία=63,75). Οι συμμετέχουσες στην ομάδα παρέμβασης έκαναν δύο φορές την εβδομάδα Pilates. Η κάθε συνεδρία διαρκούσε 60 λεπτά, για 16 εβδομάδες. Δε βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων κατά την έναρξη ($p > 0,05$). Στην ομάδα Pilates μετά την παρέμβαση των 16 εβδομάδων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση της ισορροπίας (πριν την παρέμβαση: $7,44 \pm 1,21$ και μετά την παρέμβαση $6,34 \pm 0,99$). Επίσης, η ομάδα Pilates είχε στατιστικά σημαντικά καλύτερη ισορροπία σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ($p < 0,001$) (Curi et al., 2018).

Οι Roller et al (2018) πραγματοποίησαν μια τυχαία ελεγχόμενη μελέτη με σκοπό να διερευνήσουν τις επιπτώσεις των ασκήσεων Pilates χρησιμοποιώντας ένα κρεβάτι Reformer στην ισορροπία και στον κίνδυνο πτώσης, ισορροπίας σε ενήλικες ηλικίας 65 ετών και άνω. Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 55 άτομα, εκ των οποίων τα 27 αποτέλεσαν την ομάδα Pilates, και τα 28 την ομάδα ελέγχου. Τα άτομα στην ομάδα παρέμβασης παρακολούθησαν ένα πρόγραμμα άσκησης Pilates Reformer σε ομαδική μορφή μία φορά την εβδομάδα, σε μια περίοδο 10 εβδομάδων. Τα κύρια μέτρα ήταν: Sensory Organization Test (SOT), Timed Up-and-Go (TUG) και η κλίμακα Confidence Balance (ABC), το τεστ προσαρμογής (Adaptation Test, ADT), η ευθεία ανύψωση ποδιού (straight leg raise, SLR), η επέκταση ισχίου και το ενεργό εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης του αστραγάλου (ankle dorsiflexion active range of motion, AROM), η κλίμακα ισορροπίας Berg (BBS) και η δοκιμασία βάρδισης 10 μέτρων (10 MWT). Από την ανάλυση των δεδομένων, βρέθηκε ότι υπήρχε μια σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ της ομάδας και του χρόνου στις μετρήσεις TUG, BBS, 10MWT και SLR, έκτασης ισχίου και AROM ραχιαία κάμψη αστραγάλου. Με την πάροδο του χρόνου, τα άτομα στην ομάδα



παρέμβασης Pilates βελτίωσαν σημαντικά τις βαθμολογίες τους σε όλα τα αναφερθέντα μέτρα, ενώ τα άτομα στην ομάδα ελέγχου όχι ($P \leq 0,05$) (Roller et al., 2018).

Οι Carrasco-Poyatos et al (2019) εξέτασαν εάν το Pilates ή η προπόνηση με αντιστάσεις βελτιώνουν την ισομετρική και ισοκινητική μυϊκή δύναμη του πυρήνα και τη στατική και δυναμική ισορροπία, σε γυναίκες 60 – 80 ετών. Πρόκειται για μια τυχαία ελεγχόμενη δοκιμή, όπου 49 γυναίκες επιλέχθηκαν στην ομάδα Pilates (Pilates group, PG) ($n=16$), στην ομάδα αντιστάσεων (Muscular Group, MG) ($n=19$) και στην ομάδα ελέγχου (Control Group, CG) ($n=14$). Οι ομάδες PG και MG προπονούνταν δύο φορές την εβδομάδα (1 ώρα ανά συνεδρία) για 18 εβδομάδες σε μέτρια έως έντονη ένταση. Οι ερευνητές αξιολόγησαν τη στατική ισορροπία ενός ποδιού με τη φορητή πλατφόρμα δύναμης Kistler 9286A και τη δυναμική ισορροπία με το time up and go (TUG). Από την ανάλυση των δεδομένων βρέθηκε ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων ως προς την ισορροπία. Ωστόσο, το TUG βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά στην PG ομάδα και στην MG ομάδα (PG: %change = 4.8%, $p=0.018$; MG: %change = 12.3%, $p=0.002$) (Carrasco-Poyatos et al., 2019).

Οι Mueller et al (2020) συνέκριναν την επίδραση της προπόνησης mat Pilates και της προπόνησης machine Pilates ως προς τη λειτουργική ικανότητα σε ηλικιωμένες γυναίκες. Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 48 γυναίκες ($65,15 \pm 3,0$ ετών) που δεν είχαν κάνει ποτέ Pilates και τυχαιοποιήθηκαν σε 3 ομάδες: Ομάδα Mat (MG = 15), Ομάδα Συσκευών (AG = 16) και Ομάδα Ελέγχου (CG = 17). Οι προπονήσεις Pilates εφαρμόστηκαν στις ομάδες MG και AG για 8 εβδομάδες, με δύο εβδομαδιαίες συνεδρίες των 50 λεπτών. Υπήρξαν βελτιώσεις στη δύναμη των κάτω και άνω άκρων, στην αερόβια αντοχή, στην ευλυγισία των κάτω και άνω άκρων και στην ευκινησία μετά την παρέμβαση και στις δύο ομάδες, χωρίς να παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με την προπόνηση mat Pilates και machine Pilates ($<0,05$). Τόσο το mat, όσο και το machine Pilates παρέχουν σημαντικές και παρόμοιες βελτιώσεις στη λειτουργική ικανότητα των ηλικιωμένων γυναικών (Mueller et al., 2020).



Πίνακας 1: Μελέτες που διερευνούν την επίδραση του Pilates στην ισορροπία γυναικών της 3^{ης} ηλικίας

| Συγγραφείς (έτος) | Pilates group (PG) | Ομάδα ελέγχου | Χαρακτηριστικά παρέμβασης | Εργαλεία | Αποτελέσματα |
|-------------------|--|--|--|--|---|
| Oksuz & Unal 2017 | N=20 Γυναίκες: 100% Μέση ηλικία: 61 έτη | N=14 Γυναίκες: 100% Μέση ηλικία: 59,5 έτη | Συχνότητα: 3 φορές την εβδομάδα * 60 min Διάρκεια: 6 εβδομάδες Τύπος pilates: Mat Pilates | Berg Balance Test (BBT) Timed Up and Go Test (TUG) | <ul style="list-style-type: none">• Η ομάδα Pilates είχε στατιστικά σημαντική βελτίωση της ισορροπίας (BBT, $p < 0,001$; TUG, $p < 0,001$) σε σχέση με τον ομάδα ελέγχου. |
| Vieira et al 2017 | N=21 Γυναίκες: 100% Μέση ηλικία: 66 έτη | N=19 Γυναίκες: 100% Μέση ηλικία: 63,3 έτη | Συχνότητα: 2 φορές την εβδομάδα * 60 min Διάρκεια: 12 εβδομάδες Τύπος pilates: Mat Pilates | Timed up and go (TUG), one-leg stance (OLS), five-times-sit-to-stand (STS) | <ul style="list-style-type: none">• Δεν παρατηρήθηκαν επιδράσεις ομάδας και χρόνου για το OLS και στο TUG.• Οι συγκρίσεις των ομάδων έδειξαν ότι τα μέλη του PG μείωσαν τον χρόνο που αφιέρωσαν για να σηκωθούν από μια καρέκλα και να επιστρέψουν σε μια καθιστή θέση πέντε φορές. |
| Curi et al 2018 | N=31 Γυναίκες: 100% Μέση ηλικία: 64,25 έτη | N=30 Γυναίκες: 100% Μέση ηλικία: 63,75 έτη | Συχνότητα: 2 φορές την εβδομάδα * 60 min Διάρκεια: 16 εβδομάδες Τύπος pilates: Mat Pilates | Dynamic balance test (DB) | <ul style="list-style-type: none">• Μετά την παρέμβαση παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση της δυναμικής ισορροπίας στην PG (πριν την παρέμβαση: $7,44 \pm 1,21$ και μετά την παρέμβαση $6,34 \pm 0,99$).• Η PG ομάδα είχε στατιστικά σημαντικά καλύτερη δυναμική ισορροπία σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ($p < 0,001$) |



| Συγγραφείς (έτος) | Pilates group (PG) | Ομάδα ελέγχου | Χαρακτηριστικά παρέμβασης | Εργαλεία | Αποτελέσματα |
|----------------------------|--|--|---|---|---|
| Roller et al (2018) | N=27 Γυναίκες: 70,4% Μέση ηλικία: 78,5 έτη | N=28 Γυναίκες: 67,9% Μέση ηλικία: 76,7 έτη | Συχνότητα: 1 φορές την εβδομάδα * 60 min Διάρκεια: 10 εβδομάδες Τύπος pilates: Reformer Pilates | Timed Up-and-Go (TUG), κλίμακα ισορροπίας Berg (BBS), κλίμακα Confidence Balance (ABC) | <ul style="list-style-type: none">• Η PG ομάδα είχε στατιστικά σημαντική βελτίωση της ισορροπίας σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ($p < 0,05$) |
| Aibar-Almazán et al (2019) | N=55 Γυναίκες: 100% Μέση ηλικία: 70 έτη | N=52 Γυναίκες: 100% Μέση ηλικία: 67 έτη | Συχνότητα: 2 φορές την εβδομάδα * 60 min Διάρκεια: 12 εβδομάδες Τύπος pilates: Mat Pilates | Falls Efficacy Scale-International Activities-specific Balance Confidence scale Στατική ισορροπία | <ul style="list-style-type: none">• Η ομάδα Pilates είχε σημαντικά υψηλότερες τιμές εμπιστοσύνης ισορροπίας σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ($77,52 \pm 18,27$ έναντι $72,35 \pm 16,39$).• Οι γυναίκες στην ομάδα Pilates είχαν λιγότερο φόβο πτώσης, σε σύγκριση με εκείνες της ομάδας ελέγχου ($22,07 \pm 5,73$ έναντι $27,9 \pm 6,95$).• Οι συμμετέχοντες της ομάδας Pilates παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην ταχύτητα και τις προσθιοπίσθιες κινήσεις του κέντρου πίεσης με μάτια ανοιχτά και κλειστά. |



| Συγγραφείς (έτος) | Pilates group (PG) | Ομάδα ελέγχου | Χαρακτηριστικά παρέμβασης | Εργαλεία | Αποτελέσματα |
|-----------------------------|--|--|---|--|---|
| Carrasco-Royatos et al 2019 | N=16 Γυναίκες: 100% Μέση ηλικία: 67,50 έτη | N=14 Γυναίκες: 100% Μέση ηλικία: 65,89 έτη | Συχνότητα: 2 φορές την εβδομάδα * 60 min Διάρκεια: 18 εβδομάδες Τύπος pilates: Mat Pilates | Δυναμική ισορροπία: Time up and go (TUG) | <ul style="list-style-type: none">• Το TUG βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά στην PG ομάδα (%change = 4.8%, p=0.018)• Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων ως προς την ισορροπία |
| Mueller et al 2020 | Mat pilates N=15 Γυναίκες: 100% Apparatus pilates N=16 Γυναίκες: 100% | N=17 Γυναίκες: 100% | Συχνότητα: 2 φορές την εβδομάδα * 50 min Διάρκεια: 8 εβδομάδες Τύπος pilates: Mat and apparatus | 30s-chair-Stand. Chair Sit-and-Reach | <ul style="list-style-type: none">• Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση της ισορροπίας τόσο στην ομάδα mat pilates, όσο και στην ομάδα apparatus pilates.• |



Κυκλική προπόνηση και Ισορροπία στην τρίτη ηλικία

Κυκλική προπόνηση είναι οποιαδήποτε προπόνηση δομημένη ως μια σειρά από σύντομες ασκήσεις ή δραστηριότητες. Διαφορετικές μυϊκές ομάδες συνήθως δουλεύονται διαδοχικά, συνδυαστικά με σύντομα διαστήματα αερόβιας δραστηριότητας ή ανάπαυσης. Η προπόνηση αυτή μπορεί να επαναληφθεί μία ή περισσότερες φορές, συνήθως για συνολικό χρόνο προπόνησης περίπου 30–45 λεπτών (Buch et al., 2017).

Η κυκλική προπόνηση μπορεί να είναι μια ιδιαίτερα αποτελεσματική προπόνηση, που συνδυάζει δύναμη και καρδιοαναπνευστική αντοχή. Κάθε άσκηση με αντίσταση, με μέτρια βάρη και συχνές επαναλήψεις, μπορεί να στοχεύσει σε διαφορετική μυϊκή ομάδα, με αποτέλεσμα μία ολοκληρωμένη προπόνηση σε σύντομο χρονικό διάστημα. Δουλεύοντας διαδοχικά διαφορετικές μυϊκές ομάδες, η κυκλική προπόνηση επιτρέπει στους μύες να ανακάμψουν, ώστε να μπορούν να παραγάγουν μεγαλύτερο έργο στην προπόνηση, γεγονός που τους ενδυναμώνει ακόμα περισσότερο. Η κυκλική προπόνηση καίει θερμίδες και μπορεί να βοηθήσει στην απώλεια βάρους χτίζοντας μυϊκή μάζα, καθώς οι μύες καίνε περισσότερες θερμίδες από τον λιπώδη ιστό, ακόμη και όταν βρίσκονται σε ηρεμία. Η αύξηση της μυϊκής μάζας βοηθά επίσης στην προστασία των αρθρώσεων και στην αποφυγή των τραυματισμών.

Η κυκλική προπόνηση μπορεί να προσαρμοστεί για άτομα οποιουδήποτε επιπέδου φυσικής κατάστασης, από άτομα με σωματικούς περιορισμούς και αναπηρίες έως κορυφαίους αθλητές. Η κυκλική προπόνηση με βάρη έχει γίνει δημοφιλής μεταξύ των γυναικών τα τελευταία χρόνια, καθώς οι γυναίκες τείνουν να χάνουν περίπου το 1% της μυϊκής τους μάζας κάθε χρόνο, αρχίζοντας λίγο πριν από τα σαράντα τους χρόνια. Η χαμένη μυϊκή μάζα συχνά αντικαθίσταται με λίπος. Η κυκλική προπόνηση με βάρη μπορεί επίσης να βοηθήσει στην προστασία από την οστεοπόρωση. Πολλοί αθλητές χρησιμοποιούν κυκλικές προπονήσεις για να διατηρηθούν σε φόρμα κατά τη διάρκεια της μεταβατικής περιόδου και για να εστιάσουν σε πιο αυστηρή προπόνηση κατά την αρχική περίοδο προετοιμασίας (Buch et al., 2017).



Η γήρανση χαρακτηρίζεται από επιταχυνόμενη μείωση της μυϊκής μάζας και της λειτουργικότητας (δύναμης ή απόδοσης) που ονομάζεται σαρκοπενία, ένα σύνδρομο πολυπαραγοντικής αιτιολογίας. Η σαρκοπενία οφείλεται στην αδράνεια, σε αλλαγές στη διατροφή και στον μεταβολισμό των πρωτεϊνών, στο οξειδωτικό στρες και στη διαταραχή της ισορροπίας των ορμονών (Budui et al., 2015). Η προοδευτική μείωση της μυϊκής δύναμης, ειδικά στα κάτω άκρα, δυνητικά μπορεί να επηρεάσει την κινητικότητα. Οι ηλικιωμένοι συχνά εκτελούν τις καθημερινές τους δραστηριότητες κοντά στις μέγιστες δυνατότητές τους, οδηγούμενοι σε περαιτέρω μείωση της καθημερινής τους δραστηριότητας και σε αυξημένο κίνδυνο πτώσεων (Buch et al., 2017)

Η καλύτερη πρόληψη της επιταχυνόμενης μείωσης της μυϊκής δύναμης και μάζας σε ηλικιωμένους είναι μέσω της προπόνησης με αντιστάσεις (resistance training, RT) (Rolland et al., 2008). Η προπόνηση με αντιστάσεις αποτελεί από το 1998 αναπόσπαστο μέρος των κατευθυντήριων γραμμών άσκησης του Αμερικανικού Κολλεγίου Αθλητικής Ιατρικής (American College of Sport Medicine, ACSM) για ηλικιωμένους (Buch et al., 2017). Δυστυχώς, η συμμόρφωση των ηλικιωμένων σε προγράμματα άσκησης είναι χαμηλή, ακόμη και κατά τη διάρκεια προγραμμάτων RT με υψηλή επίβλεψη. Μόνο το 22% των ηλικιωμένων συμμετέχουν σε δραστηριότητες μυϊκής ενδυνάμωσης τουλάχιστον δύο φορές την εβδομάδα και η συμμετοχή τους μειώνεται περαιτέρω με την αύξηση της ηλικίας τους, ιδιαίτερα στις γυναίκες (Van Roie et al., 2013). Παράγοντες όπως η ευαισθητοποίηση, η διαθεσιμότητα και η προσβασιμότητα σε προγράμματα, καθώς και τα χαρακτηριστικά του προγράμματος, όπως η συχνότητα, η ένταση, η διάρκεια, η συνέπεια της διδασκαλίας και το κόστος παίζουν ρόλο στα ποσοστά συμμόρφωσης (Buch et al., 2017).

Η κυκλική προπόνηση με αντιστάσεις (circuit resistance training, CRT) έχει αναδειχθεί ως μια βιώσιμη εναλλακτική λύση για τον ηλικιωμένο πληθυσμό που αναζητά μια συντομότερης μορφής άσκηση η οποία επιβαρύνει λιγότερο το σώμα αλλά βελτιώνει τη μυϊκή δύναμη και την αερόβια φυσική κατάσταση (Brentano et al., 2008). Η CRT έγινε πολύ δημοφιλής στις αρχές της δεκαετίας του ογδόντα (τότε ονομαζόταν «κυκλική προπόνηση με βάρη») και είχε θετικά αποτελέσματα στη μυϊκή δύναμη, τη λιπώδη και την άλιπη μάζα του σώματος σε υγιείς ενήλικες (Brentano et al., 2008; Buch et al., 2017).



Η CRT αποτελείται από περίπου 10 ασκήσεις, καθεμία από τις οποίες ενεργοποιεί μια διαφορετική μυϊκή ομάδα μέσω 12-15 επαναλήψεων. Ο ασκούμενος μεταβαίνει γρήγορα από τη μία άσκηση στην άλλη με μιας μικρής διάρκειας ανάπαυσης (15–30 δευτερόλεπτα). Ένας έως τρεις κύκλοι τέτοιων ασκήσεων μπορούν να εκτελεστούν σε μία συνεδρία CRT. Η ένταση των ασκήσεων είναι συνήθως μέτρια (~40–60% του μέγιστου φορτίου που επιτυγχάνεται σε μία επανάληψη μιας άσκησης). Λόγω μικρότερων περιόδων ανάπαυσης μεταξύ των ασκήσεων σε σύγκριση με μια συνηθισμένη προπόνηση με αντιστάσεις (συνήθως μόνο 1–2 λεπτά), ολόκληρη η συνεδρία μπορεί να απαιτεί μόνο 30–45 λεπτά (Brentano et al., 2008; Buch et al., 2017).

Οι Buch et al (2017) διερεύνησαν την αποτελεσματικότητα της κυκλικής προπόνησης με αντιστάσεις στη μυϊκή δύναμη, την άλιπη μάζα και την αερόβια ικανότητα σε ηλικιωμένους μέσω της συστηματικής ανασκόπησης της διεθνούς βιβλιογραφίας. Οι ερευνητές συμπεριέλαβαν συνολικά 10 μελέτες στην ανασκόπησή τους. Από την ανάλυση των άρθρων προέκυψε ότι η δύναμη του άνω μέρους του σώματος αυξήθηκε κατά 1,14 kg (95% CI, 0,28–2,00), ενώ μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε στη δύναμη του κάτω μέρους του σώματος (11,99; 2,92–21,06). Ο υψηλότερος όγκος προγράμματος (>24 συνεδρίες) επηρέασε θετικά τη δύναμη του άνω μέρους και την αερόβια ικανότητα (Buch et al., 2017).

Οι Costa et al (2022) αξιολόγησαν τις άμεσες και βραχυπρόθεσμες επιδράσεις ενός κυκλικού προγράμματος άσκησης ισορροπίας (Balance Exercise Circuit, BEC) στη μυϊκή δύναμη, την ισορροπία και την ποιότητα ζωής, με στόχο την πρόληψη των πτώσεων σε ηλικιωμένους. Είκοσι δύο εθελοντές συμμετείχαν σε αυτήν την τυχαία ελεγχόμενη μελέτη. Η Ομάδα Α πραγματοποίησε εκπαίδευση BEC τους πρώτους 3 μήνες και δεν έλαβε καμία παρέμβαση τους επόμενους 3 μήνες. Η ομάδα Β δεν έλαβε καμία παρέμβαση κατά τους πρώτους 3 μήνες και στη συνέχεια συμμετείχε στην εκπαίδευση BEC για τους επόμενους 3 μήνες. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες παρακολουθήθηκαν για επιπλέον 3 μήνες. Μετά από 3 μήνες προπόνησης, η Ομάδα Α παρουσίασε βελτιωμένη ισορροπία και ρυθμό ανάπτυξης δύναμης (RFD), ενώ η ομάδα Β παρουσίασε βελτιώσεις στους φυσικούς και ψυχολογικούς τομείς RFD, TUG και WHOQOL. Όσον αφορά στις βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις, οι συμμετέχοντες διατήρησαν τα αποτελέσματα της εκπαίδευσης στην



ισορροπία WHOQOL, την RFD και τον κοινωνικό τομέα. Επιπλέον, ο αριθμός των πτώσεων μειώθηκε κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης. Η παρέμβαση BEC βελτίωσε τη μυϊκή δύναμη, την ισορροπία και την ποιότητα ζωής στους ηλικιωμένους εκτός από τη μείωση του κινδύνου πτώσεων (Costa et al., 2022).

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν 8 γυναίκες τρίτης ηλικίας, 61 έως 70 ετών, με μυοσκελετικά προβλήματα, τα οποία όμως επέτρεπαν τη συμμετοχή τους σε προπονήσεις. Όλες οι συμμετέχουσες είχαν τουλάχιστον δύο χρόνια να συμμετάσχουν σε κάποιο πρόγραμμα άσκησης με προπονητή. Ακόμα, κατά τη διάρκεια της έρευνας οι συμμετέχουσες δε λάμβαναν μέρος σε άλλο πρόγραμμα άσκησης.

Στη μελέτη έλαβαν μέρος εθελοντικά μετά από προφορική ενημέρωσή τους και προφορική συγκατάθεσή τους. Για την ένταξή τους στη μελέτη κρίθηκε απαραίτητη η ιατρική γνωμάτευση από τον προσωπικό τους ιατρό, η οποία θα επέτρεπε τη συμμετοχή τους σε αθλητικές δραστηριότητες. Πριν την έναρξη της μελέτης οι συμμετέχουσες παρακολούθησαν δύο προπονήσεις Pilates και δύο προπονήσεις μυϊκής ενδυνάμωσης, προκειμένου να γνωρίσουν τις ασκήσεις και τη φιλοσοφία των προγραμμάτων στα οποία θα έπαιρναν μέρος.

Πειραματικός Σχεδιασμός

Το πρόγραμμα παρέμβασης διήρκεσε 8 εβδομάδες. Το πρόγραμμα περιελάμβανε τρεις προπονήσεις την εβδομάδα: δύο προπονήσεις Pilates και μία κυκλική προπόνηση.

Κατά την κυκλική προπόνηση πραγματοποιούνταν ασκήσεις με ελεύθερα βάρη και ασκήσεις με το βάρος του σώματος. Αναλυτικότερα, οι ασκήσεις που πραγματοποιούνταν κατά την κυκλική προπόνηση ήταν:

- 1) Κάμψεις κοιλιακών με λυγισμένα γόνατα πάνω σε μπάλα Fitball



- 2) Front Squat με ένα Kettlebell των 6 κιλών
- 3) Γρήγορα περάσματα σε σκάλα ισορροπίας
- 4) Forward Lunges
- 5) Σανίδα με στήριξη στις παλάμες πάνω σε δίσκο ισορροπίας
- 6) Προτάσεις και εκτάσεις ώμων (Front & Lateral Raises) με αλτήρες των 2 κιλών
- 7) Jumping Jacks
- 8) Bicycle Crunches

Οι ασκήσεις ήταν ισάριθμες με τις ασκούμενες και πραγματοποιούνταν σε κυκλική μορφή, με χρόνο 30'' ο κάθε σταθμός και 30'' διάλειμμα μέχρι να αλλάξουν στον επόμενο.

Όσον αφορά στην προπόνηση Pilates, κάθε προπόνηση διαρκούσε 1 ώρα και περιελάμβανε:

- 15 λεπτά ασκήσεις ισορροπίας-ιδιοδεκτικότητας,
- 15 λεπτά ασκήσεις ενδυνάμωσης με το βάρος του σώματος και με όργανα Pilates,
- 15 λεπτά ασκήσεις ενδυνάμωσης για όλο το σώμα συνδυαστικές με αναερόβια ισχύ και
- 15 λεπτά διατάσεις.

Οι ασκήσεις είχαν ως στόχο την ενδυνάμωση όλων των μυών, με ισομετρικές, πλειομετρικές και μειομετρικές ασκήσεις, με έμφαση στην οσφυϊκή, αυχενική και θωρακική μοίρα.

Διαδικασία μετρήσεων

Οι μετρήσεις για την ισορροπία και ιδιοδεκτικότητα πραγματοποιήθηκαν σε δύο χρονικές στιγμές: (α) πριν την παρέμβαση, για να εξεταστεί το αρχικό επίπεδο των ασκούμενων, και (β) μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης. Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μέσα στον χώρο του γυμναστηρίου. Για κάθε μέτρηση απαιτούνταν περίπου 20-25 λεπτά ανά άτομο. Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων σε κάθε φάση χρειάστηκαν δύο ημέρες, γι' αυτό οι ασκούμενες μοιράστηκαν σε δύο ισάριθμες ομάδες (τέσσερις την κάθε ημέρα).



Όργανα μέτρησης

Για την αξιολόγηση της ισορροπίας και ιδιοδεκτικότητας πραγματοποιήθηκαν 5 τεστ: (α) το Siting-Rising Test, (β) το «Φλαμίνγκο», (γ) οι '' κάμψεις κοιλιακών'', (δ) το Figure 8 test, και (ε) το Sit and Reach test.

Το πρώτο τεστ των μετρήσεων ήταν το Siting-Rising Test, στο οποίο ζητήθηκε από τις ασκούμενες να εκτελέσουν 5 επαναλήψεις απλών καθισμάτων στην καρέκλα όσο το δυνατόν πιο γρήγορα μπορούσαν. Η αρχική τους θέση ξεκινούσε με τα χέρια τεντωμένα μπροστά στην ευθεία των ώμων και τα γόνατα κοντά στις 90 μοίρες λυγισμένα. Η τελική φάση της κίνησης σταματούσε όταν οι δοκιμαζόμενες είχαν σηκωθεί εντελώς από την καρέκλα, τα χέρια εξακολουθούσαν να τα έχουν τεντωμένα και το σώμα τους ήταν ευθυγραμμισμένο μπροστά από την καρέκλα (κορμός, ισχία, γόνατα). Με τον ίδιο τρόπο μετρήθηκαν και οι επόμενες επαναλήψεις.

Το δεύτερο τεστ ήταν το «Φλαμίνγκο», στο οποίο οι συμμετέχουσες ισορροπούσαν πάνω σε μία δοκό ισορροπίας με το ένα τους πόδι, ενώ κρατούσαν προς τα πίσω το πόδι τους που δεν συμμετείχε με το χέρι της ίδιας πλευράς. Ο προπονητής στεκόταν δίπλα από τις ασκούμενες με το χρονόμετρο. Το τεστ ξεκινούσε από τη στιγμή που οι ασκούμενες είχαν πάρει την προβλεπόμενη θέση και άφηναν το χέρι του προπονητή που τις βοηθούσε για την αρχική τους ισορροπία. Στόχος των ασκουμένων ήταν να μείνουν σταθερές σε αυτή τη θέση για ένα λεπτό σε κάθε πόδι, χωρίς να χάσουν την ισορροπία τους. Μέσα σε αυτό το χρονικό περιθώριο είχαν τη δυνατότητα να ακουμπήσουν στο πάτωμα τέσσερις φορές, σε περίπτωση που έχαναν την ισορροπία τους. Με την πέμπτη φορά που θα έπεφταν, η μέτρηση θεωρούνταν άκυρη και έπρεπε να επαναληφθεί από την αρχή. Επιπλέον, σε κάθε πτώση ο προπονητής σταματούσε το χρονόμετρο κι έπειτα ξεκινούσε ξανά από τον ίδιο χρόνο, όταν οι ασκούμενες έρχονταν στη σωστή θέση για τη μέτρηση που αναφέρθηκε παραπάνω, μέχρι να τελειώσει ο χρόνος.

Η τρίτη σε σειρά μέτρηση ήταν οι '' κάμψεις κοιλιακών'', στην οποία οι ασκούμενες έπρεπε να εκτελέσουν όσες περισσότερες επαναλήψεις κοιλιακών μπορούσαν σε μισό λεπτό (30''). Ο προπονητής βρισκόταν μπροστά από τις ασκούμενες και μετρούσε τον χρόνο, ενώ συγχρόνως κρατούσε σταθερά τους αστραγάλους τους, έτσι ώστε να



πραγματοποιήσουν σωστά την τεχνική της άσκησης. Η αρχική θέση των γυναικών ξεκινούσε με τα χέρια ενωμένα πίσω από το κεφάλι, η πλάτη και η μέση τους ακουμπούσαν σωστά πάνω στο στρώμα και τα γόνατά τους ήταν λυγισμένα με τις φτέρνες τους κοντά στους γλουτούς. Η μία ολοκληρωμένη επανάληψη σταματούσε από τη στιγμή που, ανεβαίνοντας με την κάμψη του κορμού τους, έφερναν τον θώρακα κοντά στα γόνατα και δεν υπήρχε καθόλου επαφή του κορμού με το στρώμα. Ταυτόχρονα κρατούσαν τα χέρια τους σταθερά πίσω από το κεφάλι σε όλη τη διάρκεια της κίνησης.

Το Figure 8 test ήταν η τέταρτη και τελευταία μέτρηση για την ισορροπία, στην οποία οι ασκούμενες περνούσαν ανάμεσα από τα εμπόδια που είχαν τοποθετηθεί σε μορφή "οκταριού". Πιο συγκεκριμένα, ο προπονητής είχε τοποθετήσει τρία εμπόδια σε απόσταση τριών βημάτων μεταξύ τους (ως εμπόδια χρησιμοποιήθηκαν τα Foam Roller του γυμναστηρίου). Η απόσταση μετρήθηκε από τις ίδιες τις ασκούμενες με το μήκος των πελμάτων τους. Αναλυτικότερα, μετρούσαν τρία βήματα με τα πέλματά τους κολλητά σε κάθε βήμα έτσι ώστε να είναι ίδια η απόσταση κι έπειτα τοποθετούσαν το εμπόδιο. Έπειτα, ο προπονητής τους ζήτησε να ξεκινήσουν, είτε δεξιά, είτε αριστερά από το εμπόδιο και με έναν σταθερό βηματισμό να ολοκληρώσουν πέντε επαναλήψεις, περνώντας κοντά από τα εμπόδια με το κεφάλι ψηλά και τα χέρια ελεύθερα στο πλάι. Η μία επανάληψη ολοκληρωνόταν τη στιγμή που οι ασκούμενες έκαναν σωστά τα περάσματα και γυρνούσαν πάλι στην αρχική τους θέση. Στόχος της μέτρησης αυτής ήταν οι ασκούμενες κατά τη διάρκεια της άσκησης να μη ρίξουν κάποιο εμπόδιο κάτω, να μη χάσουν την ισορροπία τους και να μην πατήσουν αρκετά μακριά από τα εμπόδια. Ο προπονητής μετρούσε πόσες φορές οι ασκούμενες έριξαν τα εμπόδια, πόσα βήματα έκαναν συνολικά στα πέντε περάσματα από τα εμπόδια και τον χρόνο που χρειάστηκε για να ολοκληρώσουν τις επαναλήψεις τους.

Στο τέλος των μετρήσεων ακολουθούσε μία διατακτική άσκηση, το Sit and Reach test, στο οποίο εξετάστηκε η ευλυγισία των ασκουμένων στους οπίσθιους μηριαίους μύες και στην οσφυϊκή μοίρα. Ζητήθηκε από τις ασκούμενες να καθίσουν στο πάτωμα σε εδραία θέση με την πλάτη στον τοίχο και τα πόδια τεντωμένα μπροστά. Επίσης, τους ζητήθηκε να αφαιρέσουν τα παπούτσια, για να είναι ακριβής η μέτρηση, καθώς τα πέλματά τους έπρεπε να ακουμπήσουν καλά στην πλατφόρμα, σε ένα ειδικά



διαμορφωμένο κουτί για το συγκεκριμένο τεστ. Για την πραγματοποίηση του τεστ χρειάστηκε ένας δεύτερος βοηθός προπονητή, ο οποίος κρατούσε τα γόνατα των ασκουμένων τεντωμένα και κλειδωμένα κάτω στο έδαφος, έτσι ώστε να μη σηκωθούν κατά τη διάρκεια του τεστ. Οι παλάμες τους ήταν στραμμένες προς τα κάτω και το ένα χέρι πάνω από το άλλο. Οι ασκούμενες χαμήλωναν μπροστά κατά μήκος της γραμμής του σώματός τους και στέκονταν σ' αυτή τη θέση για ένα δευτερόλεπτο έτσι ώστε να καταγραφεί η απόσταση. Ο προπονητής ζήτησε από τις ασκούμενες να ολοκληρώσουν δύο επαναλήψεις, την πρώτη για μία δοκιμή του τεστ κι έπειτα στη δεύτερη προσπάθεια καταγράφονταν το αποτέλεσμα επάνω στο κουτί.

Στατιστική επεξεργασία

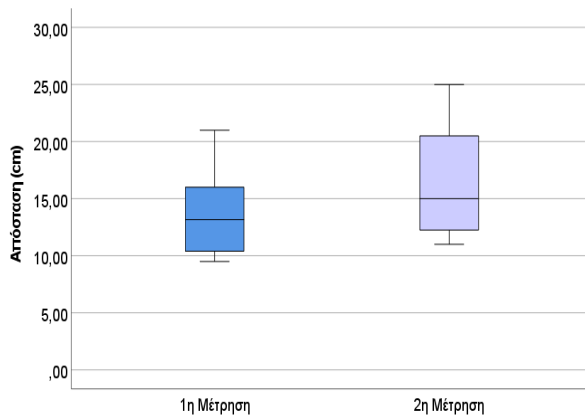
Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS v.28. Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική (μέσοι όροι, τυπικές αποκλίσεις). Για τη σύγκριση των μετρήσεων πριν και μετά το πρόγραμμα παρέμβασης, χρησιμοποιήθηκε το t-test για εξαρτημένα δείγματα ή ο έλεγχος προσημασμένης διάταξης Wilcoxon (Wilcoxon signed-rank test), ανάλογα με το αν η ποσοτική μεταβλητή ακολουθούσε την κανονική κατανομή. Ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$.



VI. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

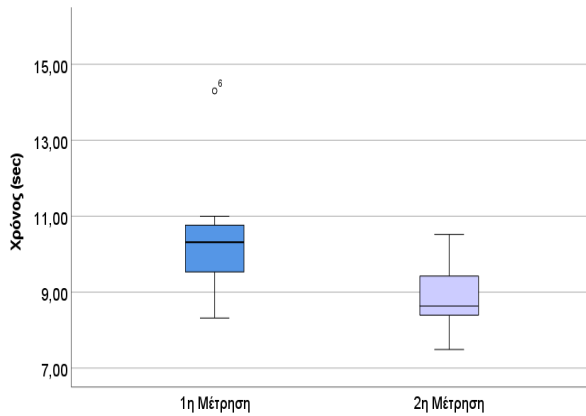
Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 8 γυναίκες τρίτης ηλικίας, 61 έως 70 ετών. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι, οι τυπικές αποκλίσεις και η ποσοστιαία μεταβολή μετά τις οκτώ εβδομάδες του παρεμβατικού προγράμματος στις δοκιμασίες ισορροπίας και ιδιοδεκτικότητας.

Αναλυτικότερα, πριν την παρέμβαση, η μέση απόσταση στο Sit and Reach test ήταν 13,70 ($\pm 3,92$) cm, ενώ μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος ήταν 16,44 ($\pm 5,04$) cm (Σχήμα 2).



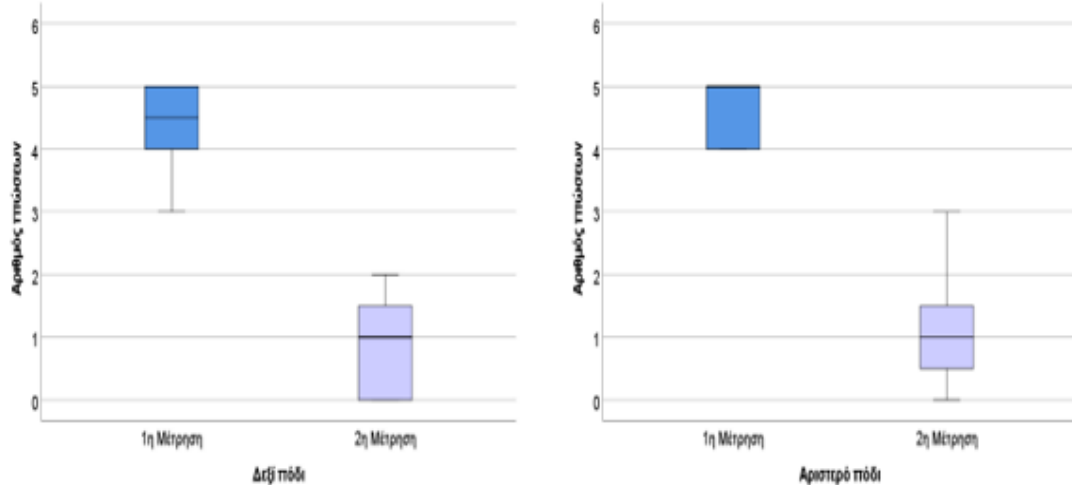
Σχήμα 2: Box-plot της απόστασης στο Sit and Reach test πριν και μετά την παρέμβαση

Όσον αφορά στο sit and rising test, ο μέσος χρόνος για την εκτέλεση 5 απλών καθισμάτων ήταν 10,48 ($\pm 1,75$) sec πριν την παρέμβαση και 8,87 ($\pm 0,92$) μετά την παρέμβαση (Σχήμα 3).



Σχήμα 3: Box-plot του χρόνου (sec) εκτέλεσης του Sit and Rising test πριν και μετά την παρέμβαση

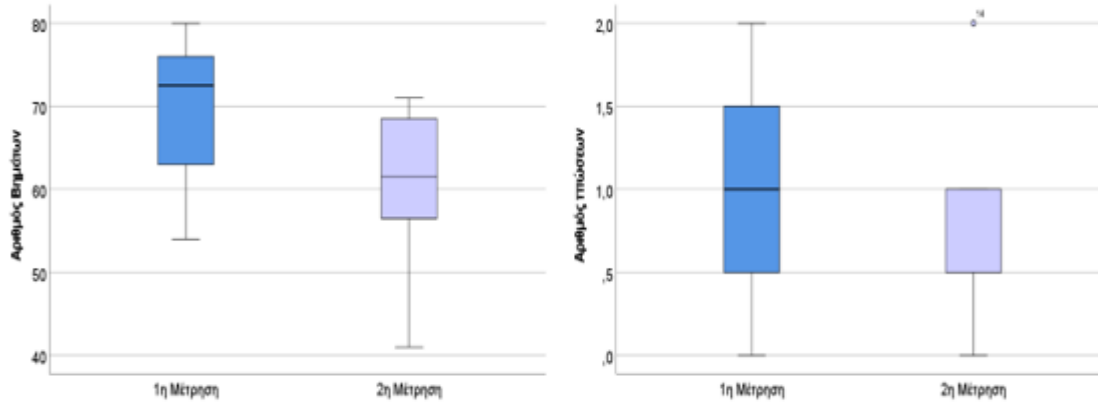
Αναφορικά με το Flamingo test, ο μέσος αριθμός πτώσεων κατά τη διάρκεια ενός λεπτού ισορροπίας στο δεξί πόδι ήταν $4,38 (\pm 0,74)$ πριν την παρέμβαση και $0,88 (\pm 0,84)$ μετά την παρέμβαση, και στο αριστερό πόδι $4,63 (\pm 0,52)$ και $1,13 (\pm 0,99)$ πτώσεις σ' ένα λεπτό, αντίστοιχα (σχήμα 4).



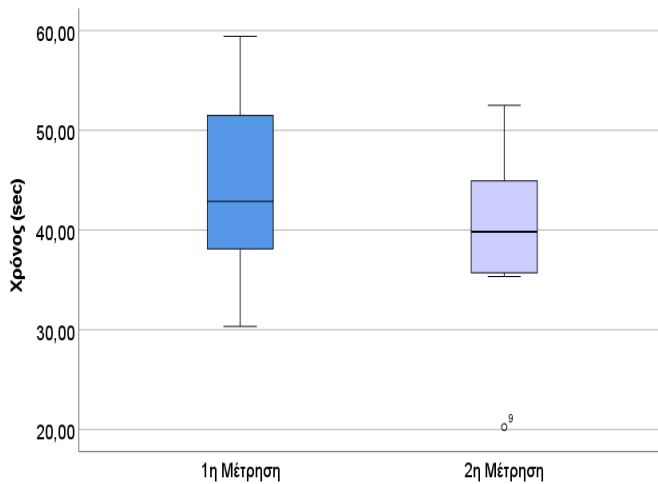
Σχήμα 4: Box-plots του αριθμού πτώσεων από το δεξί πόδι (αριστερό σχήμα) και από το αριστερό πόδι (δεξί σχήμα) κατά τη διάρκεια του Flamingo test πριν και μετά την παρέμβαση



Ακόμη, ο μέσος αριθμός βημάτων για την ολοκλήρωση του Figure 8 test ήταν 69,63 ($\pm 8,88$) πριν την παρέμβαση και 60,63 ($\pm 9,78$) μετά την παρέμβαση. Ο μέσος αριθμός πτώσεων πριν και μετά την παρέμβαση ήταν 1,00 ($\pm 0,76$) πτώσεις και 0,88 ($\pm 0,64$) πτώσεις, αντίστοιχα (σχήμα 5). Τέλος, η μέση διάρκεια για την ολοκλήρωση του Figure 8 test ήταν 44,34 ($\pm 9,52$) sec πριν την παρέμβαση και 39,21 ($\pm 9,47$) sec μετά την παρέμβαση (σχήμα 6).



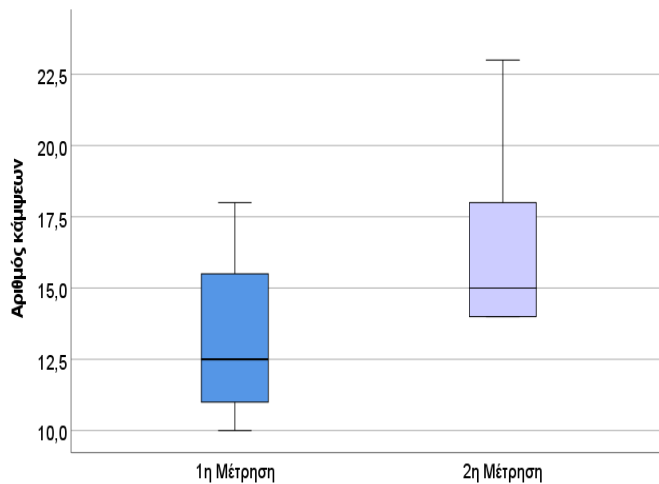
Σχήμα 5: Box-plots του αριθμού βημάτων (αριστερό σχήμα) και του αριθμού πτώσεων (δεξί σχήμα) κατά τη διάρκεια του Figure 8 test πριν και μετά την παρέμβαση



Σχήμα 6: Box-plots της διάρκειας του Figure 8 test πριν και μετά την παρέμβαση



Επίσης, ο μέσος αριθμός κοιλιακών κάμψεων σε 30 sec ήταν 13,25 ($\pm 2,92$) κάμψεις πριν την παρέμβαση και 16,38 ($\pm 3,34$) κάμψεις μετά την παρέμβαση (σχήμα 7).



Σχήμα 7: Box-plots του αριθμού κοιλιακών κάμψεων πριν και μετά την παρέμβαση

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι το πρόγραμμα παρέμβασης σχετίζεται με βελτίωση της ισορροπίας των γυναικών 3ης ηλικίας. Αναλυτικότερα, μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος παρέμβασης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση της απόστασης στο Sit and Reach test ($t=-5,659$, $p=0,001$) και του αριθμού κοιλιακών κάμψεων ($z=-2,100$, $p=0,001$). Ακόμη, ο αριθμός βημάτων ($t=5,463$, $p=0,001$) και η διάρκεια ($t=2,939$, $p=0,022$) του Figure 8 test ήταν στατιστικά σημαντικά μικρότεροι μετά την παρέμβαση. Τέλος, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική μείωση της διάρκειας του Sit and rising test ($t=4,276$, $p=0,004$) και του Flamingo test (δεξί πόδι: $z=-2,546$, $p=0,011$; αριστερό πόδι: $z=-2,546$, $p=0,011$).



Πίνακας 2: Μέσοι όροι, τυπικές αποκλίσεις ($\chi \pm SD$) και ποσοστιαία μεταβολή μετά τις 8 εβδομάδες εφαρμογής του παρεμβατικού προγράμματος στις δοκιμασίες ισορροπίας και ιδιοδεκτικότητας.

| Μεταβλητές | Έναρξης | 8 εβδομάδες | Δ (%) | t | p |
|---|----------------------|----------------------|--------------|---------------------|-------|
| Sit and Reach test (απόσταση σε cm) | 13,70 ($\pm 3,92$) | 16,44 ($\pm 5,04$) | 20% | -5,659 | 0,001 |
| Sit and rising (sec) | 10,48 ($\pm 1,75$) | 8,87 ($\pm 0,92$) | -15,36 | 4,276 | 0,004 |
| Flamingo test | | | | | |
| Δεξί πόδι (αριθμός πτώσεων σε 1 sec) | 4,38 ($\pm 0,74$) | 0,88 ($\pm 0,84$) | -79,91 | -2,546 ⁺ | 0,011 |
| Αριστερό πόδι (αριθμός πτώσεων σε 1 sec) | 4,63 ($\pm 0,52$) | 1,13 ($\pm 0,99$) | -75,59 | -2,546 ⁺ | 0,011 |
| Figure 8 test | | | | | |
| Αριθμός βημάτων | 69,63 ($\pm 8,88$) | 60,63 ($\pm 9,78$) | -12,93 | 5,463 | 0,001 |
| Αριθμός πτώσεων | 1,00 ($\pm 0,76$) | 0,88 ($\pm 0,64$) | -12,00 | 1,000 ⁺ | 0,317 |
| Διάρκεια (sec) | 44,34 ($\pm 9,52$) | 39,21 ($\pm 9,47$) | -11,57 | 2,939 | 0,022 |
| Κάμψεις κοιλιακών (αριθμός κοιλιακών σε 30 sec) | 13,25 ($\pm 2,92$) | 16,38 ($\pm 3,34$) | 23,62 | -2,100 ⁺ | 0,011 |

NS: μη στατιστικά σημαντικές διαφορές

+για τη σύγκριση χρησιμοποιήθηκε Wilcoxon test, οι τιμές εκφράζουν z-score

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα μελέτη έδειξε ότι τα λειτουργικά προγράμματα άσκησης ισορροπίας σε γυναίκες τρίτης ηλικίας βοηθούν στη βελτίωση της ισορροπίας και της ιδιοδεκτικότητάς τους. Πιο συγκεκριμένα, στη μελέτη μας βρέθηκε ότι γυναίκες τρίτης ηλικίας με μυοσκελετικά προβλήματα 8 εβδομάδες μετά την παρακολούθηση ενός συνδυαστικού προγράμματος άσκησης, που περιλάμβανε προπονήσεις Pilates και κυκλική προπόνηση, είχαν στατιστικά σημαντική βελτίωση της ισορροπίας. Η βελτίωση της ισορροπίας σε γυναίκες τρίτης ηλικίας που παρακολουθούσαν είτε προπονήσεις Pilates είτε κυκλικές προπονήσεις έχει αναφερθεί και σε άλλες μελέτες. Ωστόσο, τα ερευνητικά δεδομένα σχετικά με τα συνδυαστικά προγράμματα άσκησης (Pilates και κυκλική προπόνηση) είναι λιγοστά.



Αναλυτικότερα, στη μετα-ανάλυση των Buch et al (2017), που περιελάμβανε 10 μελέτες, βρέθηκε ότι η δύναμη του άνω μέρους του σώματος αυξήθηκε μέτρια, κατά 1,14 kg (95% CI, 0,28–2,00), ενώ μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε στη δύναμη του κάτω μέρους του σώματος (11,99; 2,92–21,06). Ο υψηλότερος όγκος προγράμματος (>24 συνεδρίες) επηρέασε θετικά τη δύναμη του άνω μέρους του σώματος και την αερόβια ικανότητα (Buch et al., 2017).

Στην τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη διασταυρούμενη μελέτη των Costa et al (2022), όπου αξιολογήθηκαν οι άμεσες και βραχυπρόθεσμες επιδράσεις ενός κυκλικού προγράμματος άσκησης ισορροπίας στη μυϊκή δύναμη, στην ισορροπία της στάσης και στην ποιότητα ζωής, βρέθηκε ότι μετά από 3 μήνες προπόνησης οι συμμετέχοντες βελτίωσαν την ισορροπία τους. Οι συμμετέχοντες διατήρησαν τα αποτελέσματα της εκπαίδευσης στην ισορροπία 3 μήνες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος. Επιπλέον, ο αριθμός των πτώσεων μειώθηκε κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης. Η παρέμβαση BEC βελτίωσε, εκτός από τη μείωση του κινδύνου πτώσεων, τη μυϊκή δύναμη, την ισορροπία της στάσης και την ποιότητα ζωής σε ενήλικες μεγαλύτερης ηλικίας. (Costa et al., 2022). Το BEC και άλλες παρόμοιες ασκήσεις είναι αποτελεσματικές στη βελτίωση των σωματικών ικανοτήτων, όπως η δύναμη και η ισορροπία. Ιδιαίτερα, το BEC συμβάλλει στον καλύτερο έλεγχο της στάσης του σώματος (Costa et al., 2022).

Η μελέτη των Długosz-Boś et al (2021) αξιολόγησε την επίδραση των ασκήσεων Pilates στην ισορροπία και τον κίνδυνο πτώσης σε γυναίκες μεγαλύτερης ηλικίας. Το τεστ Limits of Stability (LoS) και το Modified Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (m-CTSIB) που πραγματοποιήθηκαν σε ασταθή επιφάνεια με κλειστά μάτια έδειξαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές στην πειραματική ομάδα. Καμία από τις παραπάνω αλλαγές δεν ήταν στατιστικά σημαντική σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Η προπόνηση Pilates επηρέασε την ισορροπία των συμμετεχόντων βελτιώνοντας το LOS και μειώνοντας τον κίνδυνο πτώσης (Długosz-Boś et al., 2021). Ακόμη, μια μελέτη που διεξήχθη από τους Pata et al. έδειξε ότι η προπόνηση Pilates βελτίωσε την κινητικότητα και την ισορροπία και μείωσε τον κίνδυνο πτώσης. Μια άλλη μελέτη, που διεξήχθη από τους Vieira et al, παρατήρησε επίσης θετικά αποτελέσματα μετά από ένα πρόγραμμα Pilates 12 εβδομάδων. Τα αποτελέσματα του 6MWT (6-Minute Walk Test) και του 5xSST (5 Times Sit



to Stand Test) επιβεβαίωσαν την ευεργετική επίδραση του Pilates στη δυναμική ισορροπία, στη δύναμη των ποδιών και στη φυσική κατάσταση. Ωστόσο, τα TUG και OLST δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές αλλαγές (Vieira et al., 2017).

Οι διαταραχές ισορροπίας οδηγούν σε πτώσεις, οι οποίες αποτελούν ιδιαίτερα σοβαρό κίνδυνο για τους ηλικιωμένους. Ως εκ τούτου, οι γιατροί και οι φυσιοθεραπευτές θα πρέπει να εισαγάγουν προληπτικό έλεγχο για τον περιορισμό της εμφάνισης πτώσεων. Μια καλή μέθοδος για την εκτίμηση του κινδύνου ισορροπίας και πτώσης είναι το τεστ Romberg και οι τροποποιήσεις του, δηλαδή το Sensory Organization Test (SOT) και το Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (CTSIB), που εκτελούνται σε ειδικές πλατφόρμες οι οποίες έχουν σχεδιαστεί για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας διάφορων σωματικών δραστηριοτήτων. Για τον προσδιορισμό του κινδύνου πτώσης σε ηλικιωμένους μετά από προπόνηση Pilates, οι Roller et al. χρησιμοποίησαν ένα ειδικό SOT που εκτελείται σε μια πλατφόρμα Neurocom. Χρησιμοποίησαν, επίσης, άλλες δοκιμές όπως το TUG, την κλίμακα ισορροπίας Berg (BBS), τη δοκιμή βάρδισης 10 μέτρων (10MWT) και την κλίμακα ισορροπίας ειδικών δραστηριοτήτων (ABC). Οι συνεδρίες Pilates πραγματοποιήθηκαν σε ένα κρεβάτι Reformer μία φορά την εβδομάδα για 10 εβδομάδες. Τα ληφθέντα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν την αποτελεσματικότητα του Pilates στη μείωση του κινδύνου πτώσης στους ηλικιωμένους (Roller et al., 2018). Η βελτιωμένη ιδιοδεκτικότητα και η σωστή λήψη ερεθισμάτων από το περιβάλλον είναι ζωτικής σημασίας για την καλή ισορροπία. Ο αποτελεσματικός έλεγχος του σώματος ελαχιστοποιεί σε μεγάλο βαθμό τον κίνδυνο πτώσεων, ο οποίος στους ηλικιωμένους συχνά συνδέεται με διαταραχές ιδιοδεκτικότητας, που αυξάνονται με την ηλικία (Długosz-Boś et al., 2021).

Η παρούσα μελέτη έχει αρκετούς περιορισμούς. Αρχικά το δείγμα ήταν μικρό και η επιλογή των συμμετεχόντων ήταν μη τυχαιοποιημένη. Επίσης, δεν υπήρχε ομάδα ελέγχου. Το διάστημα της προπόνησης ήταν μικρό, μόνο 8 εβδομάδες. Ακόμη, αξιολογήθηκε η άμεση αποτελεσματικότητα του προγράμματος στην ισορροπία και όχι η μακροπρόθεσμη.



VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα μελέτη βρέθηκε ότι τα λειτουργικά προγράμματα άσκησης ισορροπίας σε γυναίκες τρίτης ηλικίας βοηθούν στη βελτίωση της ισορροπίας και της ιδιοδεκτικότητάς τους. Μελλοντικά, θα ήταν καλό να διεξαχθούν μελέτες οι οποίες θα συγκρίνουν την επίδραση μεμονωμένων προγραμμάτων άσκησης (μόνο Pilates, μόνο κυκλική προπόνηση) έναντι συνδυαστικών προγραμμάτων άσκησης (Pilates και κυκλική προπόνηση) στην ισορροπία και στις πτώσεις γυναικών τρίτης ηλικίας.

IX. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abreu, D. R. de O. M., Novaes, E. S., Oliveira, R. R. de, Mathias, T. A. de F., & Marcon, S. S. (2018). Internação e mortalidade por quedas em idosos no Brasil: análise de tendência. *Ciência & Saúde Coletiva*, 23(4), 1131–1141. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018234.09962016>
- Aibar-Almazán, A., Martínez-Amat, A., Cruz-Díaz, D., De la Torre-Cruz, M. J., Jiménez-García, J. D., Zagalaz-Anula, N., Pérez-Herrezuelo, I., & Hita-Contreras, F. (2019). Effects of Pilates on fall risk factors in community-dwelling elderly women: A randomized, controlled trial. *European Journal of Sport Science*, 19(10), 1386–1394. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1595739>
- Al-Aama, T. (2011). Falls in the elderly: Spectrum and prevention. *Canadian Family Physician*, 57(7), 771. [/pmc/articles/PMC3135440/](https://doi.org/10.47391/cfp/577771)
- Aryee, E., James, S. L., Hunt, G. M., & Ryder, H. F. (2017). Identifying protective and risk factors for injurious falls in patients hospitalized for acute care: A retrospective case-control study. *BMC Geriatrics*, 17(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/S12877-017-0627-9/TABLES/6>
- Berg, K., Wood-Dauphinee, S., Williams, J., & Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly: validation of an instrument . *Can J Public Health*, 83(Suppl 2), S7-11.



<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1468055/>

Bergen, G., Stevens, M. R., & Burns, E. R. (2016). Falls and Fall Injuries Among Adults Aged ≥ 65 Years - United States, 2014. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, 65(37), 993–998. <https://doi.org/10.15585/MMWR.MM6537A2>

Brauer, S., Burns, Y., & Galley, P. (1999). Lateral reach: a clinical measure of medio-lateral postural stability. *Physiotherapy Research International : The Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy*, 4(2), 81–88. <https://doi.org/10.1002/PRI.155>

Brentano, M. A., Cadore, E. L., Da Silva, E. M., Ambrosini, A. B., Coertjens, M., Petkowicz, R., Viero, I., & Krueel, L. F. M. (2008). Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1816–1825. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E31817AE3F1>

Buch, A., Kis, O., Carmeli, E., Keinan-Boker, L., Berner, Y., Barer, Y., Shefer, G., Marcus, Y., & Stern, N. (2017). Circuit resistance training is an effective means to enhance muscle strength in older and middle aged adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 37, 16–27. <https://doi.org/10.1016/J.ARR.2017.04.003>

Budui, S. L., Rossi, A. P., & Zamboni, M. (2015). The pathogenetic bases of sarcopenia. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism : The Official Journal of the Italian Society of Osteoporosis, Mineral Metabolism, and Skeletal Diseases*, 12(1), 22–26. <https://doi.org/10.11138/CCMBM/2015.12.1.022>

Carrasco-Poyatos, M., Ramos-Campo, D. J., & Rubio-Arias, J. A. (2019). Pilates versus resistance training on trunk strength and balance adaptations in older women: a randomized controlled trial. *PeerJ*, 7(11). <https://doi.org/10.7717/PEERJ.7948>

Chen, X., Lin, Z., Gao, R., Yang, Y., & Li, L. (2021). Prevalence and Associated Factors of Falls among Older Adults between Urban and Rural Areas of Shantou City, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13). <https://doi.org/10.3390/IJERPH18137050>



- Costa, J. N. A., Ribeiro, A. L. A., Ribeiro, D. B. G., Neri, S. G. R., Barbosa, D. F., Avelar, B. P., & Safons, M. P. (2022). Balance Exercise Circuit for fall prevention in older adults: a randomized controlled crossover trial. *Journal of Frailty, Sarcopenia and Falls*, 7(2), 60. <https://doi.org/10.22540/JFSF-07-060>
- Cuevas-Trisan, R. (2017). Balance Problems and Fall Risks in the Elderly. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 28(4), 727–737. <https://doi.org/10.1016/J.PMR.2017.06.006>
- Curi, V. S., Haas, A. N., Alves-Vilaça, J., & Fernandes, H. M. (2018). Effects of 16-weeks of Pilates on functional autonomy and life satisfaction among elderly women. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 22(2), 424–429. <https://doi.org/10.1016/J.JBMT.2017.06.014>
- Daun, F., & Kibele, A. (2019). Different strength declines in leg primary movers versus stabilizers across age-Implications for the risk of falls in older adults? *PloS One*, 14(3). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0213361>
- Davis, J. C., Robertson, M. C., Ashe, M. C., Liu-Ambrose, T., Khan, K. M., & Marra, C. A. (2010). International comparison of cost of falls in older adults living in the community: a systematic review. *Osteoporosis International : A Journal Established as Result of Cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 21(8), 1295–1306. <https://doi.org/10.1007/S00198-009-1162-0>
- Deshpande, N., & Patla, A. E. (2007). Visual-vestibular interaction during goal directed locomotion: effects of aging and blurring vision. *Experimental Brain Research*, 176(1), 43–53. <https://doi.org/10.1007/S00221-006-0593-5>
- Devos, D., Defebvre, L., & Bordet, R. (2010). Dopaminergic and non-dopaminergic pharmacological hypotheses for gait disorders in Parkinson's disease. *Fundamental & Clinical Pharmacology*, 24(4), 407–421. <https://doi.org/10.1111/J.1472-8206.2009.00798.X>



- Di Fabio, R. P., Emasithi, A., Greany, J. F., & Paul, S. (2001). Suppression of the vertical vestibulo-ocular reflex in older persons at risk of falling. *Acta Oto-Laryngologica*, *121*(6), 707–714. <https://doi.org/10.1080/00016480152583656>
- Di Lorenzo, C. E. (2011). Pilates: What Is It? Should It Be Used in Rehabilitation? *Sports Health*, *3*(4), 352. <https://doi.org/10.1177/1941738111410285>
- Długosz-Boś, M., Filar-Mierzwa, K., Stawarz, R., Ścisłowska-Czarnecka, A., Jankowicz-Szymańska, A., & Bac, A. (2021). Effect of Three Months Pilates Training on Balance and Fall Risk in Older Women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(7), 3663. <https://doi.org/10.3390/IJERPH18073663>
- Donath, L., Kurz, E., Roth, R., Zahner, L., & Faude, O. (2016). Leg and trunk muscle coordination and postural sway during increasingly difficult standing balance tasks in young and older adults. *Maturitas*, *91*, 60–68. <https://doi.org/10.1016/J.MATURITAS.2016.05.010>
- Duncan, P. W., Studenski, S., Chandler, J., & Prescott, B. (1992). Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. *Journal of Gerontology*, *47*(3). <https://doi.org/10.1093/GERONJ/47.3.M93>
- Fernández-Rodríguez, R., Álvarez-Bueno, C., Ferri-Morales, A., Torres-Costoso, A., Pozuelo-Carrascosa, D. P., & Martínez-Vizcaíno, V. (2021). Pilates improves physical performance and decreases risk of falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy*, *112*, 163–177. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSIO.2021.05.008>
- Fitzpatrick, R., & McCloskey, D. I. (1994). Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans. *The Journal of Physiology*, *478*(Pt 1), 173. <https://doi.org/10.1113/JPHYSIOL.1994.SP020240>
- Furman, J. M., Raz, Y., & Whitney, S. L. (2010). Geriatric vestibulopathy assessment and management. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, *18*(5), 386–391. <https://doi.org/10.1097/MOO.0B013E32833CE5A6>



- Gittings, N. S., & Fozard, J. L. (1986). Age related changes in visual acuity. *Experimental Gerontology*, *21*(4–5), 423–433. [https://doi.org/10.1016/0531-5565\(86\)90047-1](https://doi.org/10.1016/0531-5565(86)90047-1)
- Hess, J. A., Woollacott, M., & Shivitz, N. (2006). Ankle force and rate of force production increase following high intensity strength training in frail older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*, *18*(2), 107–115. <https://doi.org/10.1007/BF03327425>
- Kloubec, J. (2011). Pilates: how does it work and who needs it? *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, *1*(2), 61. [/pmc/articles/PMC3666467/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3666467/)
- L. Sturnieks, D., St George, R., & R. Lord, S. (2008). Balance disorders in the elderly. *Neurophysiologie Clinique = Clinical Neurophysiology*, *38*(6), 467–478. <https://doi.org/10.1016/J.NEUCLI.2008.09.001>
- Lampropoulou, S., Billis, E., & Gedikoglou, I. (2013). Ελληνική Έκδοση Κλίμακας Ισοροπίας BERG. *Technological Education Institute (TEI) of Western Greece*.
- Latey, P. (2001). The Pilates method: history and philosophy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *5*(4), 275–282. <https://doi.org/10.1054/JBMT.2001.0237>
- Lemus, D., Berry, A., Jabeen, S., Jayaraman, C., Hohl, K., van der Helm, F. C. T., Jayaraman, A., & Vallery, H. (2020). Controller synthesis and clinical exploration of wearable gyroscopic actuators to support human balance. *Scientific Reports*, *10*(1), 10412. <https://doi.org/10.1038/S41598-020-66760-W>
- Lord, S. R., & Dayhew, J. (2001). Visual risk factors for falls in older people. *Journal of the American Geriatrics Society*, *49*(5), 508–515. <https://doi.org/10.1046/J.1532-5415.2001.49107.X>
- Mętel, S., & Milert, A. (2007). Joseph Pilates' method and possibilities of its application in physiotherapy. *Rehabilitacja Medyczna*, *11*(2), 27–36.
- Montero-Odasso, M., Wells, J. L., Borrie, M. J., & Speechley, M. (2009). Can cognitive enhancers reduce the risk of falls in older people with mild cognitive impairment? A



- protocol for a randomised controlled double blind trial. *BMC Neurology*, 9, 42. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-9-42>
- Mueller, D., Redkva, P. E., Fernando de Borba, E., Barbosa, S. C., Krause, M. P., & Gregorio da Silva, S. (2021). Effect of mat vs. apparatus pilates training on the functional capacity of elderly women. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 25, 80–86. <https://doi.org/10.1016/J.JBMT.2020.11.012>
- Nnodim, J. O., & Yung, R. L. (2015). Balance and its Clinical Assessment in Older Adults – A Review. *Journal of Geriatric Medicine and Gerontology*, 1(1). <https://doi.org/10.23937/2469-5858/1510003>
- Oksuz, S., & Unal, E. (2017). The effect of the clinical pilates exercises on kinesiophobia and other symptoms related to osteoporosis: Randomised controlled trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 26, 68–72. <https://doi.org/10.1016/J.CTCP.2016.12.001>
- Pijnappels, M., Bobbert, M. F., & Van Dieën, J. H. (2005). Push-off reactions in recovery after tripping discriminate young subjects, older non-fallers and older fallers. *Gait & Posture*, 21(4), 388–394. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2004.04.009>
- Powell, L. E., & Myers, A. M. (1995). The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 50A(1), M28–M34. <https://doi.org/10.1093/GERONA/50A.1.M28>
- Richardson, J. K. (2017a). Imbalanced: The confusing, circular nature of falls research...and a possible antidote. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 96(1), 55. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000591>
- Richardson, J. K. (2017b). Imbalanced: The confusing, circular nature of falls research...and a possible antidote. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 96(1), 55. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000591>
- Rolland, Y., Czerwinski, S., Van Kan, G. A., Morley, J. E., Cesari, M., Onder, G., Woo, J., Baumgartner, R., Pillard, F., Boirie, Y., Chumlea, W. M. C., & Vellas, B. (2008).



- Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 12(7), 433–450. <https://doi.org/10.1007/BF02982704>
- Roller, M., Kachingwe, A., Beling, J., Ickes, D. M., Cabot, A., & Shrier, G. (2018). Pilates Reformer exercises for fall risk reduction in older adults: A randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 22(4), 983–998. <https://doi.org/10.1016/J.JBMT.2017.09.004>
- Salzman, B. (2010). *Gait and balance disorders in older adults*. Am Fam Physian.
- Salzman, Brooke. (2010). Gait and Balance Disorders in Older Adults. *American Family Physician*, 82(1), 61–68. www.aafp.org/afpAmericanFamilyPhysician61
- Van Iersel, M. B., Hoefsloot, W., Munneke, M., Bloem, B. R., & Olde Rikkert, M. G. M. (2004). Systematic review of quantitative clinical gait analysis in patients with dementia. *Zeitschrift Fur Gerontologie Und Geriatrie*, 37(1), 27–32. <https://doi.org/10.1007/S00391-004-0176-7>
- Van Roie, E., Delecluse, C., Coudyzer, W., Boonen, S., & Bautmans, I. (2013). Strength training at high versus low external resistance in older adults: effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. *Experimental Gerontology*, 48(11), 1351–1361. <https://doi.org/10.1016/J.EXGER.2013.08.010>
- Vestibular Disorders Association, Watson, M., Black, O., & Crowson, M. (2016). *The Human Balance System: A Complex Coordination of Central and Peripheral Systems*. Vestibular Disorders Association. https://vestibular.org/wp-content/uploads/2011/12/Human-Balance-System_36.pdf
- Vieira, N. D., Testa, D., Ruas, P. C., Salvini, T. de F., Catai, A. M., & Melo, R. C. (2017). The effects of 12 weeks Pilates-inspired exercise training on functional performance in older women: A randomized clinical trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(2), 251–258. <https://doi.org/10.1016/J.JBMT.2016.06.010>
- Viswanathan, A., & Sudarsky, L. (2012). Balance and gait problems in the elderly. *Handbook*



of *Clinical Neurology*, 103, 623–634. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-51892-7.00045-0>

White, U. E., Black, A. A., Wood, J. M., & Delbaere, K. (2015). Fear of falling in vision impairment. *Optometry and Vision Science*, 92(6), 730–735. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000596>

Θεώνη, Τ. (2021). *Η επίδραση ενός προγράμματος δυναμικής σταθεροποίησης στο νερό στην ικανότητα ισορροπίας ατόμων κατά την τρίτη ηλικία*. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Σοφοκλέους, Π. (2017). *Η εφαρμογή ασκήσεων σταθεροποίησης της σπονδυλικής στήλης - λεκάνης (εφαρμογή ασκήσεων Pilates), στην ιδιοδεκτικότητα (έμμεση αξιολόγηση) των κάτω άκρων* [Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης]. <https://www.didaktorika.gr/eadd/bitstream/10442/42066/1/42066.pdf>