



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ
ΕΡΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ & ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ"**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Επίδραση της άσκησης στην ισορροπία ενός ατόμου με αστάθεια
μη συγκεκριμένης αιτιολογίας**

Έλλια Πατσούρα [Α.Ε.Μ. 13114]

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία-υποβλήθηκε στο Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος στη «Φυσιολογία της Άσκησης & Προπονητική» στην Ειδίκευση "Προπονητική"

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων Καθηγητής: Ερασμία Γιαννακού, Επίκουρη Καθηγήτρια Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

2ο Μέλος: Νικόλαος Αγγελούσης, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Α.Π.Θ.

3ο Μέλος: Ιωάννης Γιάκας, Καθηγητής Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Π.Θ.

Κομοτηνή, 2025



DEMOCRITUS UNIVERSITY OF THRACE

**SCHOOL OF PHYSICAL EDUCATION, SPORTS SCIENCE AND
OCCUPATIONAL THERAPY**

DEPARTMENT OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS SCIENCE

**POSTGRADUATE PROGRAM
“EXERCISE PHYSIOLOGY & SPORTS TRAINING SCIENCE”**

MASTER DISSERTATION

**The effect of exercise on balance of an individual with non-
specific instability**

Ilia Patsoura [R.N. 13114]

A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the Master's Degree in "Exercise Physiology and Sports Training Science" of the Department of Physical Education and Sport Science, Democritus University of Thrace, specialized in Sports Training

COMMITTEE OF EXAMINERS

Supervisor: Erasmia Giannakou, Assistant Professor D.P.E.S.S. - DUTH

Member 2: Nickolaos Aggelousis, Professor D.P.E.S.S. - DUTH

Member 3: Ioannis Giakas, Professor D.P.E.S.S. – University of Thessaly

Komotini, 2025

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πατσούρα Ήλια: Επίδραση της άσκησης στην ισορροπία ενός ατόμου με αστάθεια μη συγκεκριμένης αιτιολογίας

(Με την επίβλεψη της Επίκουρης Καθηγήτριας Ερασμίας Γιαννακού)

Η αστάθεια μη συγκεκριμένης αιτιολογίας αφορά διαταραχές της ισορροπίας που δεν είναι εφικτό να αποδοθούν σε μια μεμονωμένη και αναγνωρίσιμη ιατρική νόσο ή κατάσταση και συχνά οφείλονται σε συνδυασμό παραγόντων, όπως η μυϊκή αδυναμία, οι περιορισμοί στο εύρος κίνησης, τα ελλείμματα ιδιοδεκτικότητας, ο μειωμένος συντονισμός, η δυσλειτουργία του αιθουσαίου συστήματος, οι νευρολογικές βλάβες κα.. Σκοπός λοιπόν της έρευνας ήταν να αξιολογηθεί η επίδραση ενός προγράμματος άσκησης στην στατική ισορροπία ενός ατόμου με αστάθεια μη συγκεκριμένης αιτιολογίας. Στην έρευνα συμμετείχε εθελοντικά μια γυναίκα ηλικίας 63 ετών που αντιμετώπιζε προβλήματα αστάθειας. Το πρωτόκολλο αξιολόγησης περιλάμβανε την αξιολόγηση της ικανότητας ισορροπίας πριν, μετά την εφαρμογή ενός παρεμβατικού προγράμματος άσκησης και 2 μήνες μετά την ολοκλήρωση του. Εφαρμόστηκαν τεστ για την ισορροπία στα δυο πόδια και στο ένα πόδι σε τρεις διαφορετικές συνθήκες αισθητηριακής διαφοροποίησης (ανοιχτά μάτια, κλειστά μάτια και ανοιχτά μάτια με τη χρήση θόλου). Για την καταγραφή των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης χρησιμοποιήθηκαν δυο δυναμοδάπεδα Bertec (2000Hz). Οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν αφορούσαν την συμπεριφορά του κέντρου πίεσης τόσο στον προσθιοπίσθιο, όσο και στον εγκάρσιο άξονα κίνησης του κέντρου πίεσης. Το πρόγραμμα άσκησης είχε συνολική διάρκεια 2 μήνες και εφαρμόστηκε με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Κάθε συνεδρία, διάρκειας 60 λεπτών, περιλάμβανε: α) προθέρμανση (5-10'), β) ασκήσεις ισορροπίας (στατικής και δυναμικής) και διπλού στόχου (dualtask) (25'), γ) ασκήσεις ενδυνάμωσης (25') και δ) αποθεραπεία (5'). Στις πρώτες 2 εβδομάδες της παρέμβασης εφαρμόστηκε αποκλειστικά προπόνηση δύναμης με υψηλή ένταση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στην ισορροπία με τα δυο πόδια όλες οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν εμφάνισαν αξιόλογη βελτίωση μετά από την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος. Στο τεστ ισορροπίας με το ένα πόδι παρατηρήθηκε εμφανής διαφορά μόνο στο δεξί πόδι (που υστερούσε αρκετά) στην συνθήκη με κλειστά μάτια και στην συνθήκη με τη χρήση θόλου και στα δυο κάτω άκρα.

Λέξεις κλειδιά: κέντρο πίεσης, προπόνηση δύναμης, ασκήσεις διπλού στόχου

ABSTRACT

Ilia Patsoura: The effect of exercise on balance of an individual with non-specific instability

(Under the supervision of Assistant Professor Erasmia Giannakou)

Non- specific instability refers to balance disorders that cannot be attributed to a single identifiable medical disease or condition. These disorders are often due to a combination of factors including muscle weakness, reduced range of motion, proprioception deficits, impaired coordination, vestibular dysfunction, and neurological deficits. The objective of this study was to assess the impact of an exercise program on the static balance of an individual with non-specific instability. A 63-year-old female participant with instability-related concerns voluntarily enrolled in the study. The assessment protocol included measurements of balance ability at three distinct time points: prior to, following, and two months after the intervention exercise program. The protocol included a series of balance tests on one and both legs in three different sensory modulation conditions (eyes open, eyes closed, and eyes open with the use of a dome). Two Bertec forceplates (2000 Hz) were used to record the characteristics of the center of pressure in the anteroposterior and transverse axes of motion across all balance conditions. The exercise program, with a total duration of two months, was applied at a frequency of 3 times per week. Each session, with a duration of 60 minutes, comprised the following elements: (a) warm-up phase (5-10'), (b) balance exercises (static and dynamic) and dual-task exercises (25'), (c) strengthening exercises (25'), and (d) a recovery phase (5'). During the initial two weeks of the intervention, only high-intensity strength training was applied. The results demonstrated that all parameters evaluated exhibited remarkable improvement following the implementation of the intervention program, particularly in bipedal balance in all three balance conditions evaluated. In the single leg balance test, only the right leg (which lagged behind considerably) showed a noticeable difference in the closed-eye condition and in the dome condition on both lower extremities.

Key words: Center of pressure, strength training, dual-task exercises

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.2 Ερευνητικές υποθέσεις.....	12
1.3 Οριοθετήσεις και Περιορισμοί	14
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	16
2.1. Δείγμα.....	16
2.2. Πειραματικός σχεδιασμός	17
2.3. Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης.....	17
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	19
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	32
<u>4.1.</u> Περιορισμοί και Προοπτικές	34
<u>4.2.</u> Μελλοντικές έρευνες	35
<u>5.</u> ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	36
6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	37
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	39

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 1.** Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της διποδικής ισορροπίας με τα μάτια ανοιχτά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3) 19
- Πίνακας 2.** Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της διποδικής ισορροπίας με τα μάτια κλειστά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3)20
- Πίνακας 3.** Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της διποδικής ισορροπίας με τα μάτια ανοιχτά και την χρήση θόλου κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).....21
- Πίνακας 4.** Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο αριστερό κάτω άκρο με τα μάτια ανοιχτά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).....23
- Πίνακας 5.** Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο δεξί κάτω άκρο με τα μάτια ανοιχτά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).....24
- Πίνακας 6.** Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο αριστερό κάτω άκρο με τα μάτια κλειστά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).....26
- Πίνακας 7.** Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο δεξί κάτω άκρο με τα μάτια κλειστά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).....27
- Πίνακας 8.** Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο αριστερό κάτω άκρο με τα μάτια ανοιχτά και

τη χρήση θόλου κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3)29

Πίνακας 9. Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο δεξί κάτω άκρο με τα μάτια ανοιχτά και τη χρήση θόλου κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3)30

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι διαταραχές της ισορροπίας αποτελούν σημαντικό πρόβλημα υγείας που επηρεάζει ένα μεγάλο μέρος του ενήλικου πληθυσμού. Σύμφωνα με στοιχεία από την Εθνική Έρευνα για την Υγεία και την Διατροφή (2001 -2004), οι διαταραχές ισορροπίας αφορούν περίπου το 35% των ενηλίκων άνω των 40 ετών στις ΗΠΑ. Μάλιστα, το ποσοστό εμφάνισης αυξάνεται σημαντικά όσο αυξάνεται και η ηλικία (Agrawal et al., 2009). γεγονός που καταδεικνύει το εύρος των διαταραχών που σχετίζονται με την ισορροπία.

Στα ηλικιωμένα άτομα οι διαταραχές της ισορροπίας αντιπροσωπεύουν μια σύνθετη αλληλεπίδραση φυσιολογικών αλλαγών που σχετίζονται με την ηλικία (Lord et al., 1996), όπως η εξασθένηση των αισθητήριων οργάνων, η μυϊκή αδυναμία και η αλλοίωση των μηχανισμών του κεντρικού νευρικού συστήματος (Sturnieks et al., 2008). Οι αλλαγές που σχετίζονται με την γήρανση δημιουργούν ένα αθροιστικό αποτέλεσμα που θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα του ατόμου να διατηρεί την ισορροπία του κατά τη διάρκεια στατικών αλλά και δυναμικών δραστηριοτήτων.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζονται σημαντικά πολλαπλές πτυχές της καθημερινότητας και κατά συνέπεια η ποιότητα ζωής των ατόμων που βιώνουν αστάθεια. Οι περισσότερες δυσκολίες εμφανίζονται σε θεμελιώδεις δραστηριότητες της καθημερινότητας, όπως είναι η βάδιση (ιδίως σε ανώμαλο έδαφος), κατά το ανέβασμα της σκάλας, στις στροφές, η κίνηση σε πολυπληθή περιβάλλοντα και γενικότερα κατά την εκτέλεση εργασιών που απαιτούν δυναμικό έλεγχο της ισορροπίας ή απόσπαση της προσοχής από την εκτελούμενη δεξιότητα (Horak, 2006).

Αυτοί οι περιορισμοί επηρεάζουν άμεσα την ικανότητα διατήρησης της ανεξαρτησίας στις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής, από τις βασικές εργασίες αυτοεξυπηρέτησης έως και τις πιο σύνθετες. Μάλιστα, σε συνδυασμό με τον φόβο για πτώση, που αναπτύσσεται σε άτομα με αστάθεια, οδηγούν συχνά σε ένα προοδευτικό κύκλο μειωμένης φυσικής δραστηριότητας, κοινωνικής απόσυρσης και κατά συνέπεια περαιτέρω λειτουργικής έκπτωσης (Tinetti et al., 1988).

Ο έλεγχος της στάσης δεν είναι απλά ένα σύστημα που βασίζεται στους αντανακλαστικούς μηχανισμούς του νευρικού συστήματος, είναι ίσως μια σύνθετη κινητική δεξιότητα που περιλαμβάνει την επεξεργασία και ενσωμάτωση πολλών αισθητικοκινητικών διεργασιών (Horak, 2006). Τα περισσότερα από τα προβλήματα

ισορροπίας μπορούν να αποδοθούν σε συγκεκριμένες διαταραχές ή βλάβες σε κάποιο από τα παρακάτω συστήματα:

α) *Μυϊκό σύστημα*: Η μυϊκή δύναμη αποτελεί θεμελιώδες συστατικό του ελέγχου της στάσης και της διατήρησης της ισορροπίας. Μάλιστα η μυϊκή αδυναμία ως αποτέλεσμα της γήρανσης θεωρείται σημαντικός παράγοντας αστάθειας καθώς επηρεάζει την ικανότητα παραγωγής των απαραίτητων διορθωτικών κινήσεων κατά τη διαταραχή της ισορροπίας (Orr, 2010). Οι μύες των κάτω άκρων αλλά και του κορμού αποτελούν τις μυϊκές ομάδες που παίζουν τον σημαντικότερο ρόλο στον έλεγχο της στατικής αλλά και της δυναμικής ισορροπίας. Μάλιστα, η μυϊκή δύναμη ιδίως στα κάτω άκρα αποτελεί προγνωστικό παράγοντα για τα προβλήματα ισορροπίας και τον κίνδυνο πτώσης (Stel et al., 2003).

β) *Κινητικό νευρικό σύστημα*: Το κινητικό νευρικό σύστημα διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διατήρηση της ισορροπίας μέσω της συντονισμένης εκτέλεσης των στρατηγικών ισορροπίας και των αντισταθμιστικών κινήσεων. Η γήρανση επιφέρει δομικές αλλαγές στα νευρικά δίκτυα της σπονδυλικής στήλης που μπορεί να επηρεάσουν την μετάδοση των εντολών αλλά και την λειτουργικότητα τους. Η πυκνότητα των εμμύελων αλλά και αμύελων νευρικών ινών μειώνεται περισσότερο από 30% στην Τρίτη ηλικία, στοιχείο που αποτελεί τον κύριο παράγοντα για την μειωμένη ταχύτητα νευρικής αγωγιμότητας στα ηλικιωμένα άτομα. Η ικανότητα της ισορροπίας επηρεάζεται από τον βαθμό εκφύλισης του κινητικού νευρικού συστήματος (Xing et al., 2023).

γ) *Όραση*: Η όραση αποτελεί μια σημαντική αισθητήρια λειτουργία για την διατήρηση της ισορροπίας. Παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη θέση του σώματος σε σχέση με το περιβάλλον και ανιχνεύει την κίνηση του οπτικού περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα, το οπτικό σύστημα παρέχει σημάδια για τον προσανατολισμό στο χώρο που βοηθά τα άτομα να κατανοήσουν τη θέση τους σε σχέση με τον κατακόρυφο άξονα και τα στοιχεία του περιβάλλοντος. Όταν οι οπτικές πληροφορίες είναι περιορισμένες ή έρχονται σε σύγκρουση (όπως σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού ή οπτικά περίπλοκα περιβάλλοντα), η ισορροπία μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά, ιδίως σε ηλικιωμένους ενήλικες που μπορεί να εμφανίζουν μειωμένη ικανότητα αισθητηριακής προσαρμογής. Το κεντρικό νευρικό σύστημα χρησιμοποιεί συνδυαστικά τις οπτικές πληροφορίες με αυτές από το αιθουσαίο και το σωματοαισθητικό σύστημα μέσω μιας δυναμικής διαδικασίας

που προσαρμόζει συνεχώς τη βαρύτητα του κάθε αισθητήριου οργάνου βασιζόμενο στη διαθεσιμότητα των πληροφοριών (Gaerlan, 2010).

δ) *Αιθουσαίο σύστημα*: Το αιθουσαίο σύστημα, που βρίσκεται στο εσωτερικό του αυτιού χρησιμεύει ως ένα κρίσιμο αισθητήριο όργανο για την ανίχνευση της κίνησης του κεφαλιού και της θέσης του σε σχέση με την βαρύτητα. Για αυτό θεωρείται ότι διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο στη διατήρηση της στάσης του σώματος και του προσανατολισμού στο χώρο. Μάλιστα, η συμβολή του στην ισορροπία είναι ιδιαίτερα εμφανής όταν τα άλλα αισθητήρια συστήματα είναι επιβαρυνμένα ή αναξιόπιστα, καθώς παρέχει μια ανεξάρτητη αναφορά της θέσης και της κίνησης του κεφαλιού που δεν μπορεί να αντληθεί μόνο από το οπτικό ή το σωματοαιθητικό σύστημα (Gaerlan, 2010). Οι αλλαγές στην λειτουργία του αιθουσαίου συστήματος λόγω της γήρανσης επηρεάζουν σημαντικά την ικανότητα ελέγχου της ισορροπίας, ιδίως την αντιδραστική ισορροπία.

ε) *Ιδιοδεκτικότητα*: Το ιδιοδεκτικό σύστημα, που αποτελείται από μηχανοϋποδοχείς στους μύες, τους τένοντες, τις αρθρώσεις και τους συνδέσμους παρέχει συνεχή ανατροφοδότηση στο κεντρικό νευρικό σύστημα για τη θέση και την ταχύτητα της κάθε άρθρωσης καθώς και για το μήκος των μυών, επιτρέποντας του να προσαρμόζεται συνεχώς για την διατήρηση της ισορροπίας και την εκτέλεση συντονισμένων κινήσεων (Nieto – Guisado et al., 2022). Η έκπτωση της ιδιοδεκτικής λειτουργίας λόγω της ηλικίας είναι αποτέλεσμα της προοδευτικής μείωσης της ευαισθησίας των μηχανοϋποδοχέων, της μείωσης της ταχύτητας της νευρικής αγωγιμότητας ή της επηρεασμένης κεντρικής επεξεργασίας των εισερχόμενων ιδιοδεκτικών πληροφοριών (Sturnieks et al., 2008). Ένα η μειωμένη ιδιοδεκτικότητα συνοδεύεται από στο οπτικό ή το αιθουσαίο σύστημα τότε το πρόβλημα στην ισορροπία είναι μεγαλύτερο καθώς είναι τα συστήματα που συνήθως αντισταθμίζουν τα προβλήματα ιδιοδεκτικότητας. Μάλιστα, η όραση παίζει σημαντικό ρόλο στη διασύνδεση μεταξύ των αισθητηριακών συστημάτων καθώς έχει παρατηρηθεί ότι με την αύξηση της ηλικίας στηριζόμαστε πολύ περισσότερο σε αυτή για να αντισταθμίσουμε τα ελλείμματα ιδιοδεκτικότητας.

Υπάρχουν όμως κάποια άτομα που οι διαταραχές ισορροπίας που εμφανίζουν δεν μπορούν να αποδοθούν σε μια μεμονωμένη και αναγνωρίσιμη ιατρική νόσο ή κατάσταση. Το αίτιο μπορεί να είναι πολυπαραγοντικό, δηλαδή να αποτελεί συνδυασμό ελλειμμάτων στα αισθητήρια όργανα ή να είναι ακόμα αδιάγνωστο. Σε τέτοιες περιπτώσεις συνήθως

χρησιμοποιείται ο όρος «ιδιοπαθής αστάθεια» ή «αστάθεια μη συγκεκριμένης αιτιολογίας». Καθόσον γνωρίζουμε δεν υπάρχει ερευνητική αρθρογραφία που να εστιάζει σε αυτή την πληθυσμιακή ομάδα παρόλο που η διάγνωση και η αποκατάσταση της αποτελεί σημαντική ερευνητική πρόκληση.

Ένας από τους βασικότερους τρόπους αποκατάστασης των προβλημάτων ισορροπίας είναι η εφαρμογή δομημένων και εξατομικευμένων προγραμμάτων άσκησης, που έχει βρεθεί ότι παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αποκατάσταση της ισορροπίας των ηλικιωμένων ατόμων. Στα ηλικιωμένα άτομα έχει παρατηρηθεί πως αρκετά είδη άσκησης είναι αποτελεσματικά όσον αφορά την βελτίωση της ισορροπίας όπως ασκήσεις βάδισης, ισορροπίας, συντονισμού, οι λειτουργικές ασκήσεις και οι ασκήσεις ενδυνάμωσης. Πολύ καλή ανταπόκριση έχουν όμως και τα συνδυαστικά προγράμματα άσκησης που μάλιστα φάνηκαν να έχουν μεγαλύτερη επίδραση στις έμμεσες μετρήσεις της ισορροπίας (Howe et al., 2007).

Στην περίπτωση όμως των ατόμων με ιδιοπαθή αστάθεια, όπου δεν είναι γνωστή η αιτία των προβλημάτων ισορροπίας ίσως θα ήταν καλό τα προγράμματα άσκησης που εφαρμόζονται να στοχεύουν σε πολλαπλά συστήματα ώστε το ερέθισμα να είναι ποικίλο με στόχο να βελτιστοποιήσει τα περισσότερα από τα επηρεασμένα ή μη συστήματα.

Καθώς η μυϊκή αδυναμία αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την ικανότητα ισορροπίας θα πρέπει το παρεμβατικό πρόγραμμα να περιλαμβάνει ασκήσεις για την βελτίωση της δύναμης. Η προπόνηση αντιστάσεων, μέτριας ή υψηλής έντασης, έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να προκαλέσει από μέτριες έως και σημαντικές βελτιώσεις στην ικανότητα ισορροπίας των ηλικιωμένων ατόμων. Μάλιστα, τα προγράμματα άσκησης που περιλαμβάνουν ασκήσεις αντιστάσεων μόνο ή σε συνδυασμό με άλλα είδη άσκησης μειώνουν σημαντικά την πιθανότητα πτώσης (Sarabon & Kozinc, 2020).

Επίσης, θα πρέπει να είναι εξειδικευμένη στο κινητικό ερέθισμα που πρέπει να βελτιωθεί. Η δομημένη προπόνηση ισορροπίας επηρεάζει μέτρια την στατική και δυναμική ισορροπία αλλά επηρεάζει σημαντικά την προληπτική και αντιδραστική ισορροπία. Μάλιστα, εκτός από τις κινητικές δεξιότητες βελτιώνει και τις γνωστικές δεξιότητες που σχετίζονται με τον έλεγχο της κίνησης (Seider & Thaut, 2010). Τα πρωτόκολλα που προκαλούν την μεγαλύτερη βελτίωση έχουν συνήθως συνολική διάρκεια

11-12 εβδομάδες και εφαρμόζονται με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Κάθε προπονητική μονάδα έχει διάρκεια από 30 έως 45 λεπτά (Lesinski et al., 2015).

Τα πρωτόκολλα άσκησης διπλού στόχου (dual task), που συνδυάζουν ασκήσεις ισορροπίας με ταυτόχρονες γνωστικές ή κινητικές προκλήσεις επηρεάζουν σημαντικά την ισορροπία των ατόμων τρίτης ηλικίας. Μάλιστα, η προπόνηση με ασκήσεις διπλού στόχου προκαλεί σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα στην ισορροπία συγκρινόμενη με τις ασκήσεις ισορροπίας, τη συμβατική φυσικοθεραπεία, και τη βάρδια. Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιείται συχνά στην αποκατάσταση και στην έρευνα για να μελετηθούν οι επιδράσεις της γνωστικής φόρτισης στην κινητική απόδοση και στην ισορροπία, ιδιαίτερα σε ηλικιωμένους ή σε άτομα με νευρολογικές διαταραχές (Plummer & Eskes, 2015). Οι γνωστικές λειτουργίες, ιδίως οι εκτελεστικές, σχετίζονται με τον έλεγχο της στάσης στα ηλικιωμένα άτομα. Είναι απαραίτητες για την διαλογή και την επεξεργασία τόσο των εσωτερικών, όσο και των εξωτερικών ερεθισμάτων, τον καθορισμό στόχων και την επίλυση προβλημάτων (Yildiz et al., 2024).

Ένα συνδυαστικό πρόγραμμα προπόνησης που θα περιλαμβάνει όλα τα παραπάνω είδη άσκησης ίσως επηρεάσει θετικά την ισορροπία των ατόμων με αστάθεια μη συγκεκριμένης αιτιολογίας.

1.1. Σκοπός

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να αξιολογηθεί η επίδραση ενός εξατομικευμένου προγράμματος άσκησης στην στατική ισορροπία ενός ατόμου με αστάθεια μη συγκεκριμένης αιτιολογίας.

1.2. Ερευνητικές υποθέσεις

Οι βασικές ερευνητικές υποθέσεις της παρούσας μελέτης που εξετάστηκαν είναι:

- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη διποδική ισορροπία με μάτια ανοιχτά, θα βελτιωθούν στην ενδιάμεση μέτρηση σε σχέση με την αρχική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη διποδική στήριξη με κλειστά μάτια, θα βελτιωθούν στην ενδιάμεση μέτρηση σε σχέση με την αρχική μέτρηση.

- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη διποδική στήριξη με ανοιχτά μάτια και χρήση θόλου, θα βελτιωθούν στην ενδιάμεση μέτρηση σε σχέση με την αρχική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη μονοποδική στήριξη στο δεξί κάτω άκρο με ανοιχτά μάτια, θα βελτιωθούν στην ενδιάμεση μέτρηση σε σχέση με την αρχική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη μονοποδική στήριξη στο δεξί κάτω άκρο με κλειστά μάτια, θα βελτιωθούν στην ενδιάμεση μέτρηση σε σχέση με την αρχική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη μονοποδική στήριξη στο δεξί κάτω άκρο με ανοιχτά μάτια και χρήση θόλου, θα βελτιωθούν στην ενδιάμεση μέτρηση σε σχέση με την αρχική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη μονοποδική στήριξη στο αριστερό κάτω άκρο με ανοιχτά μάτια, θα βελτιωθούν στην ενδιάμεση μέτρηση σε σχέση με την αρχική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη μονοποδική στήριξη στο αριστερό κάτω άκρο με κλειστά μάτια, θα βελτιωθούν στην ενδιάμεση μέτρηση σε σχέση με την αρχική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη μονοποδική στήριξη στο αριστερό κάτω άκρο με ανοιχτά μάτια και χρήση θόλου, θα βελτιωθούν στην ενδιάμεση μέτρηση σε σχέση με την αρχική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη διποδική ισορροπία με ανοιχτά μάτια, θα παραμείνουν σταθερές ανάμεσα στην ενδιάμεση και την τελική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη διποδική στήριξη με κλειστά μάτια, θα παραμείνουν σταθερές ανάμεσα στην ενδιάμεση και την τελική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη διποδική στήριξη με ανοιχτά μάτια και χρήση θόλου, θα παραμείνουν σταθερές ανάμεσα στην ενδιάμεση και την τελική μέτρηση.

- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη μονοποδική στήριξη στο δεξί κάτω άκρο με ανοιχτά μάτια, θα παραμείνουν σταθερές ανάμεσα στην ενδιάμεση και την τελική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη μονοποδική στήριξη στο δεξί κάτω άκρο με κλειστά μάτια, θα παραμείνουν σταθερές ανάμεσα στην ενδιάμεση και την τελική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη μονοποδική στήριξη στο δεξί κάτω άκρο με ανοιχτά μάτια και χρήση θόλου, θα παραμείνουν σταθερές ανάμεσα στην ενδιάμεση και την τελική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη μονοποδική στήριξη στο αριστερό κάτω άκρο με ανοιχτά μάτια, θα παραμείνουν σταθερές ανάμεσα στην ενδιάμεση και την τελική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη μονοποδική στήριξη στο αριστερό κάτω άκρο με κλειστά μάτια, θα παραμείνουν σταθερές ανάμεσα στην ενδιάμεση και την τελική μέτρηση.
- Οι τιμές του συνόλου των μεταβλητών του κέντρου πίεσης κατά τη μονοποδική στήριξη στο αριστερό κάτω άκρο με ανοιχτά μάτια και χρήση θόλου, θα παραμείνουν σταθερές ανάμεσα στην ενδιάμεση και την τελική μέτρηση.

1.3. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί

Οι οριοθετήσεις της παρούσας έρευνας αναφέρονται παρακάτω:

- Η συμμετοχή στην μελέτη ήταν εθελοντική
- Οι συμμετέχοντες στη μελέτη να είναι ενήλικες με σημαντικό πρόβλημα ισορροπίας που δεν μπορεί να αποδοθεί σε συγκεκριμένη ιατρική παθολογία ή κατάσταση.

Οι περιορισμοί της έρευνας ήταν οι παρακάτω:

- Στη μελέτη συμμετείχε μόνο μια ασθενής και κατά συνέπεια τα αποτελέσματα της δεν μπορούν να γενικευτούν στον πληθυσμό.
- Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής του παρεμβατικού προγράμματος πραγματοποιήθηκε χειρουργική επέμβαση αφαίρεσης του θυρεοειδούς αδένου.

- Λόγω της χειρουργικής επέμβασης πραγματοποιήθηκε διακοπή του παρεμβατικού προγράμματος και ακολούθησε μια περίοδος προσαρμογής.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

2.1. Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχε εθελοντικά μια γυναίκα ηλικίας 63 ετών (βάρος: 78 κιλά και ύψος: 1,65 μέτρα), που παρουσίαζε σοβαρό πρόβλημα ισορροπίας για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο του ενός έτους. Κατά τη διάρκεια αυτού του διαστήματος και μέχρι την έναρξη του παρεμβατικού προγράμματος είχαν καταγραφεί 3 πτώσεις.

Με σκοπό την ανίχνευση της αιτίας της αστάθειας η συμμετέχουσα υποβλήθηκε σε μια σειρά από ιατρικές εξετάσεις (καρδιολογικές, νευρολογικές, ενδοκρινολογικές, ακτινολογικές και οφθαλμολογικές).

Μέσω των καρδιολογικών ελέγχων διαπιστώθηκαν ταχυπαλμίες που αντιμετωπίστηκαν με τη χορήγηση του β-αδρενεργού ανταγωνιστή προπρανολόλη (Inderal - 3 φορές την ημέρα). Οι νευρολογικές εξετάσεις αποδείχθηκαν φυσιολογικές, χωρίς ευρήματα που να υποδεικνύουν αιτία για την ασταθή βάδιση. Ειδικότερα, αποκλείστηκε η νόσος του Πάρκινσον. Επίσης, η συμμετέχουσα υπεβλήθη και σε οφθαλμολογικές εξετάσεις, οι οποίες ήταν φυσιολογικές εκτός από την εμφάνιση πρεσβυωπίας, η οποία θεωρήθηκε αναμενόμενη για την ηλικία της.

Μέσω των ενδοκρινολογικών εξετάσεων (σπινθηρογράφημα, υπερηχογραφική αξιολόγηση και παρακέντησης του θυρεοειδούς αδένου), που ολοκληρώθηκαν μετά την έναρξη του παρεμβατικού προγράμματος διαπιστώθηκε αδένωμα επιπέδου 3. Ως αποτέλεσμα, πραγματοποιήθηκε ολική αφαίρεση του θυρεοειδούς στις 14 Ιουνίου, δηλαδή στα μέσα της πρώτης περιόδου του προγράμματος παρέμβασης (Μάιος-Ιούλιος). Προ της επέμβασης, λάμβανε νατριούχο λεβοθυροξίνη (Medithyrox) 100 mg μια φορά την ημέρα.

Επίσης, πραγματοποιήθηκε μαγνητική τομογραφία εγκεφάλου, λιθοειδών, αυχενικής και οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης. Τα αποτελέσματα της μαγνητικής τομογραφίας εγκεφάλου και λιθοειδών ανέδειξαν μικροισχαιμικού τύπου αλλοιώσεις οι οποίες δεν συνδέθηκαν όμως με το μέγεθος της αστάθειας που εμφάνιζε η εξεταζόμενη. Στα ευρήματα των ακτινολογικών εξετάσεων της σπονδυλικής στήλης περιλαμβάνονται: α) κήλες μεσοσπονδύλιου δίσκου μεταξύ των σπονδύλων A3-A4, A4-A5, β) πρόσθια ολίσθηση με πρόπτωση του μεσοσπονδύλιου δίσκου μεταξύ του O3 και του O4 και γ)

εκφύλιση και αφυδάτωση του μεσοσπονδύλιου δίσκου μεταξύ των σπονδύλων O4-O5 και O5-I1.

Στο ιατρικό ιστορικό της περιλαμβάνονται επίσης χρόνιες ημικρανίες, οι οποίες αντιμετωπίστηκαν με ενέσεις μονοκλωνικών αντισωμάτων (Ajonvi και Aimonig) για συνολικό διάστημα έξι μηνών.

2.2. Πειραματικός σχεδιασμός

Το πρωτόκολλο της μέτρησης περιελάμβανε την αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας κατά τη διποδική και μονοποδική στήριξη σε τρία χρονικά σημεία α) πριν την παρέμβαση, β) αμέσως μετά την παρέμβαση, γ) δύο μήνες μετά την παρέμβαση.

Το πρόγραμμα παρέμβασης είχε συνολική διάρκεια 8 εβδομάδες και εφαρμόστηκε με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα. Κάθε προπονητική μονάδα διαρκούσε περίπου 60' και περιλάμβανε: προθέρμανση (5-10'), ασκήσεις ενδυνάμωσης (6-8 RM) για τα κάτω άκρα (25'), ασκήσεις ισορροπίας και διπλού στόχου (25') και αποθεραπεία με διατάσεις(5'). Τις πρώτες 3 εβδομάδες στο κύριο μέρος του προγράμματος εφαρμόστηκε αποκλειστικά προπόνηση αντιστάσεων(25').

2.3. Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης

Οι μετρήσεις και η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Εμβιομηχανικής του Τ.Ε.Φ.Α.Α. του Δ.Π.Θ.. Κατά την αρχική μέτρηση η συμμετέχουσα ενημερώθηκε λεπτομερώς για τους σκοπούς της έρευνας και την διαδικασία των μετρήσεων και υπέγραψε το έντυπο συναίνεσης. Ακολούθησε η καταγραφή του ύψους και του βάρους στην προσωπική της καρτέλα δεδομένων.

Πριν από κάθε μέτρηση η συμμετέχουσα απείχε από άσκηση και έντονες δραστηριότητες για τουλάχιστον 48 ώρες. Κατά την προσέλευση της φορούσε αθλητικό σορτς και έβγαζε τα παπούτσια και τις κάλτσες της. Το πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε σε κάθε μέτρηση ήταν πανομοιότυπο και περιελάμβανε τεστ για διποδική και μονοποδική ισορροπία σε τρεις διαφορετικές συνθήκες αισθητηριακής διαφοροποίησης (ανοιχτά μάτια, κλειστά μάτια, ανοιχτά μάτια με την χρήση θόλου).

Κάθε προσπάθεια ισορροπίας είχε διάρκεια 60'' στην διποδική στήριξη και 30'' στην μονοποδική στήριξη. Το διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών ήταν 1 λεπτό. Πριν από

κάθε συνθήκη προηγείτο μια προσπάθεια εξοικείωσης με το τεστ, τον χώρο και τον εξοπλισμό του εργαστηρίου και ακολουθούσε μια προσπάθεια για κάθε είδος στήριξης (μονοποδική, διποδική) και αισθητηριακή διαφοροποίηση (ανοιχτά μάτια, κλειστά μάτια, ανοιχτά μάτια με την χρήση θόλου).

Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω όργανα: α) μετροταινία, για την μέτρηση του σωματικού ύψους με ακρίβεια 0.5 εκατοστά, β) για την καταγραφή των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης χρησιμοποιήθηκαν 2 δυναμοδάπεδα (Bertec), διαστάσεων 175 x 50 εκ. το καθένα, με συχνότητα δειγματοληψίας 2000Hz. Τα δυναμοδάπεδα είναι αξιόπιστα εργαλεία για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς του κέντρου πίεσης (Doyle & O'Sullivan, 2007; Goldie et al. 1989).

Η κοπή και η επεξεργασία του σήματος πραγματοποιήθηκε μέσω μιας ρουτίνας της Python. Για κάθε προσπάθεια υπολογίστηκαν οι παρακάτω χωρικές παράμετροι του κέντρου πίεσης: μέση και μέγιστη απόσταση, πλάτος, αναλογία εύρους, μέση ταχύτητα, η μέση τετραγωνική ρίζα και η μήκος τροχιάς σύμφωνα με τις εξισώσεις από τους Quijoux et. al. (2021).

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της διποδικής ισορροπίας με τα μάτια ανοιχτά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Πίνακας 1. Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της διποδικής ισορροπίας με τα μάτια ανοιχτά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Μεταβλητές	Μάτια ανοιχτά		
	S1	S2	S3
Μέγιστη απόσταση ακτίνας (cm)	4,16	1,34	2,31
Μέγιστη απόσταση _X (cm)	1,37	1,16	1,05
Μέγιστη απόσταση _Y (cm)	4,02	1,31	2,30
Μέση απόσταση ακτίνας (cm)	1,31	0,50	0,62
Μέση απόσταση _X (cm)	0,30	0,21	0,18
Μέση απόσταση _Y (cm)	1,24	0,40	0,56
Πλάτος_X (cm)	2,21	1,63	1,89
Πλάτος _X_ και _Y (cm)	7,00	2,24	4,07
Πλάτος_Y (cm)	6,84	2,24	4,07
Αναλογία πλάτους_X_ και _Y	0,32	0,73	0,46
RMS_ ακτίνας (cm)	1,56	0,57	0,77
RMS_X (cm)	0,38	0,29	0,25
RMS_Y (cm)	1,51	0,50	0,73
Μέση ταχύτητα_X (cm.s^{-1})	0,94	0,46	0,59
Μέση ταχύτητα_X_ και _Y (cm.s^{-1})	2,41	1,05	1,26
Μέση ταχύτητα_Y (cm.s^{-1})	2,01	0,83	1,00
Μήκος τροχιάς_X (cm)	27,11	13,70	15,79
Μήκος τροχιάς_X_ και _Y (cm)	69,72	31,22	33,83
Μήκος τροχιάς_Y (cm)	58,35	24,78	26,89

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της διποδικής ισορροπίας με τα μάτια κλειστά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Πίνακας 2. Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της διποδικής ισορροπίας με τα μάτια κλειστά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Μεταβλητές	Μάτια κλειστά		
	S1	S2	S3
Μέγιστη απόσταση ακτίνας (cm)	6,40	1,99	1,67
Μέγιστη απόσταση _X (cm)	2,17	0,72	1,15
Μέγιστη απόσταση _Y (cm)	6,38	1,95	1,66
Μέση απόσταση ακτίνας (cm)	2,05	0,57	0,71
Μέση απόσταση _X (cm)	2,17	0,72	1,15
Μέση απόσταση _Y (cm)	6,38	1,95	1,66
Πλάτος_X (cm)	3,32	1,37	2,05
Πλάτος_X_και_Y (cm)	10,51	3,70	3,19
Πλάτος_Y (cm)	10,46	3,69	3,15
Αναλογία πλάτους_X_και_Y	0,32	0,37	0,65
RMS_ακτίνας (cm)	2,41	0,67	0,81
RMS_X (cm)	0,70	0,21	0,42
RMS_Y (cm)	2,30	0,64	0,69
Μέση ταχύτητα_X (cm.s^{-1})	1,71	0,54	0,76
Μέση ταχύτητα_X_και_Y (cm.s^{-1})	4,20	1,27	1,54
Μέση ταχύτητα_Y (cm.s^{-1})	3,41	1,03	1,20
Μήκος τροχιάς_X (cm)	47,41	16,27	21,83
Μήκος τροχιάς_X_και_Y (cm)	116,12	37,91	44,50
Μήκος τροχιάς_Y (cm)	94,48	30,87	34,71

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της διποδικής ισορροπίας με τα μάτια ανοιχτά και τη χρήση θόλου κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Πίνακας 3. Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της διποδικής ισορροπίας με τα μάτια ανοιχτά και την χρήση θόλου κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Μεταβλητές	Μάτια ανοιχτά με θόλο		
	S1	S2	S3
Μέγιστη απόσταση ακτίνας (cm)	4,27	2,33	2,11
Μέγιστη απόσταση _X (cm)	0,92	0,79	0,92
Μέγιστη απόσταση _Y (cm)	4,26	2,32	2,11
Μέση απόσταση ακτίνας (cm)	1,44	0,53	0,67
Μέση απόσταση _X (cm)	0,27	0,16	0,26
Μέση απόσταση _Y (cm)	1,38	0,47	0,56
Πλάτος_X (cm)	1,59	1,21	1,74
Πλάτος _X_ και _Y (cm)	8,31	4,13	3,69
Πλάτος_Y (cm)	8,30	4,07	3,69
Αναλογία πλάτους_X_ και _Y	0,19	0,30	0,47
RMS_ακτίνας (cm)	1,72	0,68	0,77
RMS_X (cm)	0,34	0,22	0,33
RMS_Y (cm)	1,68	0,64	0,69
Μέση ταχύτητα_X (cm.s^{-1})	0,92	0,62	0,56
Μέση ταχύτητα_X_ και _Y (cm.s^{-1})	2,92	1,26	1,22
Μέση ταχύτητα_Y (cm.s^{-1})	2,62	0,99	0,96
Μήκος τροχιάς_X (cm)	25,39	18,41	16,18
Μήκος τροχιάς_X_ και _Y (cm)	80,71	37,71	35,41
Μήκος τροχιάς_Y (cm)	72,40	29,59	28,01

Κατά την ισορροπία στα δυο πόδια με τα μάτια ανοιχτά παρατηρείται ότι στη δεύτερη μέτρηση, δηλαδή μετά την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος παρατηρείται βελτίωση στο σύνολο σχεδόν των παραμέτρων του κέντρου πίεσης που αξιολογήθηκαν. Στην τρίτη μέτρηση, δηλαδή 2 μήνες μετά την ολοκλήρωση του

παρεμβατικού προγράμματος οι τιμές σε κάποιες παραμέτρους έχουν παραμείνει σταθερές, όπως στην μέγιστη απόσταση στον Χ, την μέση απόσταση στον Χ, τη μέση απόσταση στον Υ, το RMS στον Χ, το μήκος τροχιάς στον Χ, το μήκος τροχιάς στον Υ, το μήκος τροχιάς στον Χ και Υ και σε οι υπόλοιπες παράμετροι έχουν χειροτερεύσει ελαφρώς, αλλά καμία παράμετρος δεν έχει επιτρέψει στο επίπεδο της αρχικής μέτρησης.

Κατά την ισορροπία στα δυο πόδια με τα μάτια κλειστά υπήρξε βελτίωση στο σύνολο σχεδόν των παραμέτρων του κέντρου πίεσης που αξιολογήθηκαν μετά την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος. Μετά την περίοδο διατήρησης κάποιες παράμετροι βελτιώθηκαν (μέγιστη απόσταση στον Υ, μέση απόσταση στον Υ, πλάτος στον Χ και Υ, πλάτος στον Υ), κάποιες παρέμειναν σταθερές (RMS στον Υ, μέση ταχύτητα στον Υ) και οι υπόλοιπες παράμετροι χειροτέρευσαν ελαφρώς, αλλά καμία παράμετρος επέτρεψε στο επίπεδο της αρχικής μέτρησης.

Στην ισορροπία με ανοιχτά μάτια και την χρήση θόλου το σύνολο σχεδόν των παραμέτρων βελτιώθηκε μετά την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος. Στην τρίτη μέτρηση παρατηρήθηκε ότι κάποιες παράμετροι βελτιώθηκαν (μέγιστη απόσταση ακτίνας, μέγιστη απόσταση στον Υ, πλάτος στον Χ και Υ, πλάτος στον Υ, μέση ταχύτητα στον Χ, μέση ταχύτητα στον Χ και Υ, μέση ταχύτητα στον Υ, μήκος τροχιάς στον Χ, μήκος ταλάντωση στον Χ και Υ, μήκος τροχιάς στον Υ), κάποιες παράμετροι παρέμειναν σταθερές (μέση απόσταση ακτίνας, μέση απόσταση στον Υ, RMS ακτίνας, RMS στον Υ) και οι τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων χειροτέρεψαν με μόνο την μέγιστη απόσταση στον Χ, στην μέση απόσταση στον Χ, το πλάτος στον Χ και το RMS στον Χ να επιστρέφουν στις τιμές της αρχικής μέτρησης

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο αριστερό κάτω άκρο με τα μάτια ανοιχτά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Πίνακας 4. Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο αριστερό κάτω άκρο με τα μάτια ανοιχτά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Μεταβλητές	Μάτια ανοιχτά - Αριστερό		
	S1	S2	S3
Μέγιστη απόσταση ακτίνας (cm)	3,80	4,77	3,47
Μέγιστη απόσταση _X (cm)	2,51	2,13	2,86
Μέγιστη απόσταση _Y (cm)	3,70	4,34	3,28
Μέση απόσταση ακτίνας (cm)	1,80	1,53	0,77
Μέση απόσταση _X (cm)	0,90	0,89	0,77
Μέση απόσταση _Y (cm)	1,45	1,15	0,89
Πλάτος_X (cm)	4,41	4,16	5,00
Πλάτος_X_και_Y (cm)	6,79	6,87	6,74
Πλάτος_Y (cm)	6,72	6,59	5,61
Αναλογία πλάτους_X_και_Y	0,66	0,63	0,89
RMS_ακτίνας (cm)	2,00	1,78	1,46
RMS_X (cm)	1,09	1,06	0,95
RMS_Y (cm)	1,67	1,43	1,11
Μέση ταχύτητα_X (cm.s^{-1})	5,03	3,43	3,22
Μέση ταχύτητα_X_και_Y (cm.s^{-1})	6,98	5,25	4,89
Μέση ταχύτητα_Y (cm.s^{-1})	3,96	3,12	2,91
Μήκος τροχιάς_X (cm)	47,53	51,30	67,00
Μήκος τροχιάς_X_και_Y (cm)	65,90	78,53	101,77
Μήκος τροχιάς_Y (cm)	37,38	46,66	60,53

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται οι τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο δεξί κάτω άκρο με τα μάτια ανοιχτά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Πίνακας 5. Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο δεξί κάτω άκρο με τα μάτια ανοιχτά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Μεταβλητές	Μάτια ανοιχτά – Δεξί		
	S1	S2	S3
Μέγιστη απόσταση ακτίνας (cm)	2,22	2,42	3,46
Μέγιστη απόσταση _X (cm)	1,07	2,03	2,67
Μέγιστη απόσταση _Y (cm)	2,18	2,34	2,65
Μέση απόσταση ακτίνας (cm)	0,96	1,26	1,73
Μέση απόσταση _X (cm)	0,50	0,73	0,97
Μέση απόσταση _Y (cm)	0,75	0,85	1,26
Πλάτος_X (cm)	1,78	3,48	4,29
Πλάτος _X_ και _Y (cm)	3,29	4,00	6,12
Πλάτος_Y (cm)	3,18	3,93	5,21
Αναλογία πλάτους_X_ και _Y	0,56	0,89	0,82
RMS_ακτίνας (cm)	1,06	1,35	1,88
RMS_X (cm)	0,54	0,91	1,17
RMS_Y (cm)	0,92	1,00	1,47
Μέση ταχύτητα_X (cm.s^{-1})	3,08	3,53	4,62
Μέση ταχύτητα_X_ και _Y (cm.s^{-1})	6,33	5,59	7,84
Μέση ταχύτητα_Y (cm.s^{-1})	5,00	3,57	5,55
Μήκος τροχιάς_X (cm)	5,82	17,54	28,50
Μήκος τροχιάς_X_ και _Y (cm)	11,96	27,78	48,39
Μήκος τροχιάς_Y (cm)	9,44	17,76	34,26

Κατά την ισορροπία στα αριστερό πόδι με τα μάτια ανοιχτά παρατηρείται ότι το πρόγραμμα άσκησης προκάλεσε βελτίωση στις περισσότερες από τις παραμέτρους του κέντρου πίεσης που αξιολογήθηκαν. Συγκεκριμένα, βελτιώθηκαν η μέγιστη απόσταση στον X, η μέση απόσταση ακτίνας, η μέση απόσταση στον Y, το πλάτος στον X, το πλάτος στον Y, το RMS ακτίνας, το RMS στον Y, η μέση ταχύτητα στον X, η μέση ταχύτητα στον X και Y, η μέση απόσταση στον Y. Στην τρίτη μέτρηση, κατά την περίοδο διατήρησης, οι τιμές στις περισσότερες από τις παραμέτρους βελτιώθηκαν ακόμα περισσότερο (μέση

απόσταση ακτίνας, μέση απόσταση στον Χ, μέση απόσταση στον Υ, πλάτος στον Υ, στο RMS ακτίνας, στο RMS στον Χ, στον RMS στον Υ, στη μέση ταχύτητα στον Χ, στη μέση ταχύτητα στον Χ και Υ, στην μέση ταχύτητα στον Υ) και κάποιες παράμετροι χειροτέρευσαν (μέγιστη απόσταση στον Χ, πλάτος στον Χ, μήκος τροχιάς στον Χ, μήκος τροχιάς στον Χ και Υ, μήκος τροχιάς στον Υ).

Κατά την ισορροπία στα δεξί πόδι με τα μάτια ανοιχτά παρατηρείται ότι το πρόγραμμα άσκησης προκάλεσε βελτίωση μόνο σε δυο από τις παραμέτρους του κέντρου πίεσης που αξιολογήθηκαν, στην μέση ταχύτητα στον Χ και Υ και στην μέση ταχύτητα στον Χ. Στην μέτρηση της διατήρησης οι τιμές στο σύνολο των παραμέτρους χειροτέρευσαν με τις τιμές να φτάνουν αλλά και να ξεπερνούν τις τιμές της αρχικής μέτρησης.

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται οι τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο αριστερό κάτω άκρο με τα μάτια κλειστά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Στον Πίνακα 7 παρουσιάζονται οι τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο δεξί κάτω άκρο με τα μάτια κλειστά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Κατά την ισορροπία στα αριστερό πόδι με τα μάτια κλειστά παρατηρείται ότι το πρόγραμμα άσκησης προκάλεσε βελτίωση μόνο σε δυο από τις παραμέτρους του κέντρου πίεσης που αξιολογήθηκαν, στην μέση ταχύτητα στον Χ και Υ και στην μέση ταχύτητα στον Χ. Στην μέτρηση της διατήρησης οι τιμές στο σύνολο σχεδόν των παραμέτρων χειροτέρευσαν και έφτασαν αλλά και ξεπέρασαν τις τιμές της αρχικής μέτρησης.

Πίνακας 6. Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο αριστερό κάτω άκρο με τα μάτια κλειστά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Μεταβλητές	Μάτια κλειστά - Αριστερά		
	S1	S2	S3
Μέγιστη απόσταση ακτίνας (cm)	2,61	3,57	4,14
Μέγιστη απόσταση _X (cm)	2,07	2,92	2,46
Μέγιστη απόσταση _Y (cm)	2,59	2,92	3,90
Μέση απόσταση ακτίνας (cm)	1,53	2,11	1,76
Μέση απόσταση _X (cm)	0,55	1,32	0,80
Μέση απόσταση _Y (cm)	1,29	1,33	1,45
Πλάτος_X (cm)	3,47	5,29	4,09
Πλάτος _X_και_Y (cm)	4,87	5,98	7,75
Πλάτος_Y (cm)	4,80	5,15	7,03
Αναλογία πλάτους_X_και_Y	0,72	1,03	0,58
RMS_ακτίνας (cm)	1,64	2,21	2,10
RMS_X (cm)	0,73	1,58	1,02
RMS_Y (cm)	1,46	1,54	1,83
Μέση ταχύτητα_X (cm.s^{-1})	4,15	5,53	5,46
Μέση ταχύτητα_X_και_Y (cm.s^{-1})	8,41	8,36	8,45
Μέση ταχύτητα_Y (cm.s^{-1})	6,84	5,18	5,41
Μήκος τροχιάς_X (cm)	7,22	11,39	17,98
Μήκος τροχιάς_X_και_Y (cm)	14,63	17,21	27,79
Μήκος τροχιάς_Y (cm)	11,91	10,67	17,80

Πίνακας 7. Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο δεξί κάτω άκρο με τα μάτια κλειστά κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Μεταβλητές	Μάτια κλειστά – Δεξί		
	S1	S2	S3
Μέγιστη απόσταση ακτίνας (cm)	6,55	3,43	4,35
Μέγιστη απόσταση _X (cm)	1,65	2,75	2,43
Μέγιστη απόσταση _Y (cm)	6,49	3,02	3,63
Μέση απόσταση ακτίνας (cm)	3,71	1,46	2,06
Μέση απόσταση _X (cm)	0,54	0,95	0,94
Μέση απόσταση _Y (cm)	3,62	0,92	1,79
Πλάτος_X (cm)	2,55	4,32	3,99
Πλάτος _X_και_Y (cm)	11,91	6,14	7,88
Πλάτος_Y (cm)	11,78	5,74	6,87
Αναλογία πλάτους_X_και_Y	0,22	0,75	0,58
RMS_ακτίνας (cm)	4,06	1,62	2,43
RMS_X (cm)	0,61	1,12	1,17
RMS_Y (cm)	4,01	1,16	2,14
Μέση ταχύτητα_X (cm.s^{-1})	3,87	5,19	5,38
Μέση ταχύτητα_X_και_Y (cm.s^{-1})	11,28	8,80	10,55
Μέση ταχύτητα_Y (cm.s^{-1})	10,20	6,22	8,72
Μήκος τροχιάς_X (cm)	7,17	25,38	9,21
Μήκος τροχιάς_X_και_Y (cm)	20,87	43,02	18,03
Μήκος τροχιάς_Y (cm)	18,87	30,41	14,91

Κατά την ισορροπία στα δεξί πόδι με τα μάτια κλειστά παρατηρείται ότι το πρόγραμμα άσκησης προκάλεσε βελτίωση στις περισσότερες από τις παραμέτρους του κέντρου πίεσης που αξιολογήθηκαν. Συγκεκριμένα, βελτιώθηκαν η μέγιστη απόσταση ακτίνας, η μέγιστη απόσταση στον Y, η μέση απόσταση ακτίνας, η μέση απόσταση στον Y, το πλάτος στον X και Y, το πλάτος στον Y, το RMS ακτίνας, το RMS στον Y, η μέση ταχύτητα στον X και Y, η μέση απόσταση στον Y. Στην τρίτη μέτρηση, κατά την περίοδο διατήρησης,

οι τιμές σε κάποιες παραμέτρους (ιδίως αυτές που δε είχαν δείξει βελτίωση αμέσως μετά την εφαρμογή του προγράμματος) βελτιώθηκαν (μέγιστη απόσταση στον Y, πλάτος στον X, μήκος τροχιάς στον X, μήκος τροχιάς στον X και Y, μήκος τροχιάς στον Y), κάποιες παράμετροι παρέμειναν σταθερές (μέση απόσταση στον X, RMS στον X, μέση ταχύτητα στον X) και κάποιες παράμετροι χειροτέρευσαν (μέγιστη απόσταση ακτίνας, μέγιστη απόσταση στον Y, μέση απόσταση ακτίνας, μέση απόσταση στον Y, πλάτος στον X και Y, πλάτος στον Y, RMS ακτίνας, RMS στον Y, μέση ταχύτητα στον X και Y, μέση ταχύτητα στον Y).

Στον Πίνακα 8 παρουσιάζονται οι τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο αριστερό κάτω άκρο με τα μάτια ανοιχτά και τη χρήση θόλου κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Στον Πίνακα 9 παρουσιάζονται οι τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο δεξί κάτω άκρο με τα μάτια ανοιχτά και τη χρήση θόλου κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Κατά την ισορροπία στα αριστερό πόδι με τα μάτια ανοιχτά και τη χρήση θόλου παρατηρείται ότι το πρόγραμμα άσκησης προκάλεσε βελτίωση στην πλειοψηφία των παραμέτρων του κέντρου πίεσης που αξιολογήθηκαν (μέγιστη απόσταση ακτίνας, μέγιστη απόσταση στον Y, μέση απόσταση ακτίνας, μέση απόσταση στον Y, πλάτος στον X και Y, πλάτος στον Y, RMS ακτίνας, RMS στον Y, μέση ταχύτητα στο X και Y, μέση ταχύτητα στον Y). Στην μέτρηση της διατήρησης οι τιμές σε κάποιες παραμέτρους βελτιώθηκαν ακόμα περισσότερο (μέγιστη απόσταση στον Y) ή βελτιώθηκαν παρόλο που δεν είχαν επηρεαστεί αμέσως μετά από την ολοκλήρωση της παρέμβασης (μήκος ταλάντωση τον X, μήκος τροχιάς στον X και Y, μήκος τροχιάς στο Y) και κάποιες χειροτέρευσαν και έφτασαν αλλά και ξεπέρασαν τις τιμές της αρχικής μέτρησης.

Πίνακας 8. Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο αριστερό κάτω άκρο με τα μάτια ανοιχτά και τη χρήση θόλου κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Μεταβλητές	Ανοιχτά μάτια με θόλο - Αριστερό		
	S1	S2	S3
Μέγιστη απόσταση ακτίνας (cm)	4,51	3,68	4,11
Μέγιστη απόσταση _X (cm)	1,51	2,20	2,27
Μέγιστη απόσταση _Y (cm)	4,49	3,60	3,44
Μέση απόσταση ακτίνας (cm)	2,60	1,35	1,92
Μέση απόσταση _X (cm)	0,61	0,90	1,24
Μέση απόσταση _Y (cm)	2,39	0,79	1,30
Πλάτος_X (cm)	2,32	4,30	4,52
Πλάτος _X_και_Y (cm)	7,79	5,17	6,58
Πλάτος_Y (cm)	7,78	4,96	5,54
Αναλογία πλάτους_X_και_Y	0,30	0,87	0,82
RMS_ακτίνας (cm)	2,78	1,57	2,02
RMS_X (cm)	0,72	1,08	1,39
RMS_Y (cm)	2,68	1,14	1,47
Μέση ταχύτητα_X (cm.s ⁻¹)	3,76	4,71	8,25
Μέση ταχύτητα_X_και_Y (cm.s ⁻¹)	10,47	7,04	10,99
Μέση ταχύτητα_Y (cm.s ⁻¹)	9,35	4,18	5,25
Μήκος τροχιάς_X (cm)	4,66	22,41	18,56
Μήκος τροχιάς_X_και_Y (cm)	12,99	33,50	24,72
Μήκος τροχιάς_Y (cm)	11,59	19,91	11,80

Πίνακας 9. Τιμές των χαρακτηριστικών του κέντρου πίεσης κατά τη διάρκεια της μονοποδικής ισορροπίας στο δεξί κάτω άκρο με τα μάτια ανοιχτά και τη χρήση θόλου κατά την αρχική μέτρηση (S1), την ενδιάμεση μέτρηση (S2) και κατά την τελική μέτρηση (S3).

Μεταβλητές	Ανοιχτά μάτια με θόλο - Δεξί		
	S1	S2	S3
Μέγιστη απόσταση ακτίνας (cm)	4,96	2,28	1,88
Μέγιστη απόσταση _X (cm)	2,50	0,55	1,32
Μέγιστη απόσταση _Y (cm)	4,29	2,25	1,68
Μέση απόσταση ακτίνας (cm)	2,51	1,01	0,84
Μέση απόσταση _X (cm)	1,14	0,29	0,62
Μέση απόσταση _Y (cm)	2,19	0,95	0,44
Πλάτος_X (cm)	4,08	1,08	2,40
Πλάτος _X_και_Y (cm)	8,73	4,06	3,00
Πλάτος_Y (cm)	7,76	3,97	2,63
Αναλογία πλάτους_X_και_Y	0,53	0,27	0,91
RMS_ακτίνας (cm)	2,88	1,19	0,93
RMS_X (cm)	1,35	0,33	0,72
RMS_Y (cm)	2,54	1,14	0,59
Μέση ταχύτητα_X (cm.s^{-1})	5,41	1,82	5,01
Μέση ταχύτητα_X_και_Y (cm.s^{-1})	10,96	6,32	7,13
Μέση ταχύτητα_Y (cm.s^{-1})	9,26	5,95	3,92
Μήκος τροχιάς_X (cm)	11,53	2,33	12,66
Μήκος τροχιάς_X_και_Y (cm)	23,35	8,10	18,04
Μήκος τροχιάς_Y (cm)	19,73	7,61	9,91

Κατά την ισορροπία στα δεξί πόδι με τα μάτια ανοιχτά και την χρήση θόλου παρατηρείται ότι το πρόγραμμα άσκησης προκάλεσε βελτίωση στο σύνολο των παραμέτρων του κέντρου πίεσης που αξιολογήθηκαν με εξαίρεση τις παραμέτρους του μήκους τροχιάς. Στην μέτρηση διατήρησης, οι τιμές σε κάποιες παραμέτρους βελτιώθηκαν ακόμα περισσότερο (μέγιστη απόσταση ακτίνας, μέγιστη απόστασης στον Y, μέση απόσταση ακτίνας, μέση απόσταση στον Y, πλάτος στον X και Y, πλάτος στον Y, RMS ακτίνας, RMS στον Y, μέση ταχύτητα στον Y) και κάποιες χειροτέρευσαν (μέγιστη

απόσταση στον X, μέση απόσταση στον X, πλάτος στον X, RMS στον X, μέση ταχύτητα στον X, μέση ταχύτητα στον X και Y, μήκος ταλάντωση στον X, μήκος τροχιάς στον X και Y, μήκος τροχιάς στον Y), με τις περισσότερες από τις οποίες να μην επιστρέφουν στις τιμές της αρχικής μέτρησης.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση ενός εξατομικευμένου προγράμματος άσκησης στην στατική ισορροπία ενός ατόμου με αστάθεια μη συγκεκριμένης αιτιολογίας. Η μελέτη αξιολόγησε την διποδική και μονοποδική ισορροπία σε τρεις διαφορετικές συνθήκες αισθητηριακής διαφοροποίησης, με ανοιχτά μάτια, με κλειστά μάτια και με ανοιχτά μάτια με τη χρήση ημισφαιρικού θόλου. Υποθέσαμε ότι το παρεμβατικό πρόγραμμα άσκησης θα βελτιώσει το σύνολο των παραμέτρων του κέντρου πίεσης που αξιολογήθηκαν σε κάθε συνθήκη που μελετήθηκε και μετά από δυο μήνες οι τιμές των παραμέτρων θα καταφέρουν να διατηρήσουν αυτή την βελτίωση.

Στην διποδική ισορροπία η υπόθεση επιβεβαιώθηκε και στις τρεις συνθήκες αισθητηριακής διαφοροποίησης που εξετάστηκαν (μάτια ανοιχτά, μάτια κλειστά και μάτια ανοιχτά με την χρήση θόλου). Το πρόγραμμα άσκησης προκάλεσε βελτίωση στο σύνολο των παραμέτρων που αξιολογήθηκαν και η βελτίωση αυτή παρέμεινε στο μεγαλύτερο μέρος και 2 μήνες μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος. Η βελτίωση μάλιστα ήταν αξιοσημείωτη ακόμα και σε παραμέτρους που θεωρούνται ιδιαίτερα σημαντικές για την ισορροπία, όπως είναι το μήκος τροχιάς και η ταχύτητα του κέντρου πίεσης.

Η διποδική στήριξη είναι μια δεξιότητα με μεγαλύτερη βάση στήριξης από τις μονοποδικές στηρίξεις και κατά συνέπεια μεγαλύτερη σταθερότητα και μικρότερη απαίτηση σε νευρομυϊκό έλεγχο. Κατά συνέπεια η βελτίωση στις παραμέτρους του κέντρου πίεσης μπορεί να αποδοθεί στο στοχευμένο παρεμβατικό πρόγραμμα που πιθανότατα βελτίωσε τον αισθητικοκινητικό έλεγχο και την στρατηγική της ποδοκνημικής, η οποία είναι κυρίαρχη στην διποδική στήριξη (Horak, 2006).

Στην μονοποδική στήριξη με τα μάτια ανοιχτά η ερευνητική μας υπόθεση επιβεβαιώθηκε εν μέρει καθώς η πλειοψηφία των παραμέτρων που εξετάστηκαν στο αριστερό κάτω άκρο βελτιώθηκαν. Μάλιστα, στη μέτρηση διατήρησης οι τιμές στις περισσότερες παραμέτρους βελτιώθηκαν ακόμα περισσότερο. Αντίθετα, στο δεξί κάτω άκρο η υπόθεση δεν επιβεβαιώθηκε καθώς μόνο 2 από τις παραμέτρους που αξιολογήθηκαν βελτιώθηκαν. Βέβαια, είναι ιδιαίτερα σημαντικό ότι αυτές οι παράμετροι που επηρεάστηκαν θετικά ήταν οι παράμετροι της ταχύτητας που θεωρούνται ιδιαίτερα σημαντικοί για την διατήρηση της ισορροπίας και την επανάκτηση της.

Στη μονοποδική στήριξη με τα μάτια κλειστά στο αριστερό κάτω άκρο τα

αποτελέσματα της μελέτης δεν στήριξαν την ερευνητική μας υπόθεση καθώς μόνο δύο από τις παραμέτρους που εξετάστηκαν βελτιώθηκαν. Επίσης, δυο μήνες μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος οι τιμές στο σύνολο σχεδόν των παραμέτρων χειροτέρευσαν και έφτασαν αλλά και ξεπέρασαν τις τιμές της αρχικής μέτρησης. Αντίθετα, στην ισορροπία στα δεξί πόδι με τα μάτια κλειστά η υπόθεση επιβεβαιώθηκε, καθώς το πρόγραμμα άσκησης προκάλεσε βελτίωση στις περισσότερες από τις παραμέτρους του κέντρου πίεσης που αξιολογήθηκαν. Στην τρίτη μέτρηση, κατά την περίοδο διατήρησης, επιβεβαιώθηκε η υπόθεση μερικών καθώς κάποιες παράμετροι του κέντρου πίεσης βελτιώθηκαν, κάποιες παράμετροι παρέμειναν σταθερές και κάποιες χειροτέρευσαν .

Στην ισορροπία στα αριστερό πόδι με τα μάτια ανοιχτά και τη χρήση θόλου η υπόθεση μας επιβεβαιώθηκε μερικώς, καθώς το πρόγραμμα άσκησης επέδρασε θετικά στην πλειοψηφία των παραμέτρων του κέντρου πίεσης που αξιολογήθηκαν. Επίσης, στη μέτρηση διατήρησης η υπόθεση επιβεβαιώθηκε μερικώς καθώς κάποιες παράμετροι βελτιώθηκαν ακόμα περισσότερο, κάποιες βελτιώθηκαν παρόλο που δεν είχαν επηρεαστεί αμέσως μετά από την ολοκλήρωση του προγράμματος άσκησης και κάποιες χειροτέρευσαν και έφτασαν αλλά και ξεπέρασαν τις τιμές της αρχικής μέτρησης. Κατά την ισορροπία στα δεξί πόδι η υπόθεση μας επιβεβαιώθηκε καθώς βελτιώθηκε το σύνολο των παραμέτρων του κέντρου πίεσης που αξιολογήθηκαν με εξαίρεση τις παραμέτρους του μήκους τροχιάς. Επίσης, στην μέτρηση διατήρησης, οι τιμές σε κάποιες παραμέτρους βελτιώθηκαν ακόμα περισσότερο και κάποιες χειροτέρευσαν, με τις περισσότερες από τις οποίες να μην επιστρέφουν στις τιμές της αρχικής μέτρησης.

Στην μονοποδική ισορροπία φαίνεται ότι το παρεμβατικό πρόγραμμα βελτίωσε σε κάθε συνθήκη το κάτω άκρο που υστερούσε στην αρχική μέτρηση. Στην ισορροπία με τα μάτια ανοιχτά βελτιώθηκε το αριστερό κάτω άκρο που παρουσίαζε χειρότερες τιμές σε σχέση με το δεξί κάτω άκρο. Αντίθετα, στα κλειστά μάτια το δεξί πόδι είναι αυτό που έδειξε αξιοσημείωτη βελτίωση αλλά ήταν και αυτό που υστερούσε αισθητά σε σχέση με το αριστερό κάτω άκρο στην αρχική μέτρηση. Αυτό πιθανότητα αποδεικνύει ότι κάθε άκρο λειτουργεί διαφορετικά σε κάθε αισθητηριακή συνθήκη ανάλογα με την ικανότητα του να προσαρμόζεται και να ρυθμίζει τη βαρύτητα του κάθε αισθητήρα. Το πρόγραμμα άσκησης ίσως κατάφερε να βελτιώσει την ικανότητα προσαρμογής και για αυτό πιθανότατα βελτιώθηκαν τα κάτω άκρα που υστερούσαν.

Η μερική υποτροπή που παρατηρήθηκε σε κάποιες συνθήκες είναι σύμφωνη με την υπάρχουσα βιβλιογραφία που υποστηρίζει ότι τα οφέλη της άσκησης στην ισορροπία φθίνουν όταν η παρέμβαση διακόπτεται. Βέβαια, το σημαντικότερο αποτέλεσμα είναι ότι η πλειοψηφία των παραμέτρων κατάφερε να διατηρήσει μεγάλο μέρος από τα οφέλη ακόμα και 2 μήνες μετά το τέλος της εφαρμογής του προγράμματος άσκησης. Κατά συνέπεια το προτεινόμενο πρόγραμμα άσκησης κατάφερε να προκαλέσει αξιοσημείωτες αλλαγές στο νευρικό σύστημα και τα αισθητήρια όργανα που δεν χάθηκε ακόμα και όταν σταμάτησε να εφαρμόζεται το ερέθισμα.

Αξιοσημείωτο είναι ότι πολλές μεταβλητές που παρουσίασαν χειρότερες τιμές μετά την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος παρουσίασαν εξαιρετική βελτίωση στη μέτρηση διατήρησης ή κάποιες παράμετροι που βελτιώθηκαν από την εφαρμογή του παρεμβατικού πρωτοκόλλου εμφάνισαν επιπλέον βελτίωση 2 μήνες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος άσκησης. Η καθυστέρηση στην εδραίωση των ωφελειών σε κάποιες παραμέτρους ίσως να οφείλεται σε πιο αργή προσαρμογή κάποιων παραμέτρων σε πιο σύνθετες νευρομυϊκές απαιτήσεις, όπως για παράδειγμα η προπόνηση με ασκήσεις διπλού στόχου.

Οι αλλαγές που προκλήθηκαν λόγω της εφαρμογής του προτεινόμενου προγράμματος άσκησης φαίνεται ότι ενίσχυσαν τους μηχανισμούς που ελέγχουν την ισορροπία και την στάση στην συμμετέχουσα με ιδιοπαθή αστάθεια. Για να διατηρηθεί όμως το σύνολο των ωφελειών θα πρέπει το πρόγραμμα άσκησης να ακολουθείται διαβίου ώστε να επιτυγχάνεται η βελτίωση αλλά και η διατηρείται της ικανότητας ισορροπίας.

4.1. Περιορισμοί και Προοπτικές

Ένας από τους βασικότερους περιορισμός της παρούσας μελέτης ότι συμμετείχε μόνο ένα άτομο, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων. Ήταν όμως αναμενόμενο καθώς η συνθήκη που αντιμετώπιζε η συμμετέχουσα δεν απαντάται εύκολα στην ιατρική και ερευνητική κοινότητα.

Επίσης, κατά τη διάρκεια εφαρμογής του παρεμβατικού προγράμματος αντιμετωπίσαμε μια επιπλέον πρόκληση. Στη συμμετέχουσα πραγματοποιήθηκε ολική αφαίρεση του θυρεοειδούς αδένος, η οποία μάλιστα προκάλεσε μια μικρή διακοπή του προγράμματος αλλά και προσωρινή διαταραχή στην ισορροπία. Οι Duntas & Brenta (2012)

σημειώνουν ότι οι αλλαγές στις θυρεοειδικές ορμόνες μετά από μια θυρεοειδεκτομή μπορούν να επηρεάσουν τη μυϊκή δύναμη και την ιδιοδεκτικότητα, οδηγώντας σε αστάθεια. Επίσης, σημειώνεται ότι ο τόσο ο υποθυρεοειδισμός, όσο και ο υπερθυρεοειδισμός μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά το νευρομυϊκό σύστημα προβλήματα στην ισορροπία και αυξημένο κίνδυνο πτώσης (Larsen & Sokol, 2011). Παρά την αρχική επιδείνωση, η συνεχιζόμενη άσκηση αποδείχθηκε αποτελεσματική στη σταδιακή ανάκαμψη. Βέβαια, αν αυτή η χειρουργική επέμβαση δεν είχε πραγματοποιηθεί τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή ίσως τα αποτελέσματα να έδειχναν ακόμα μεγαλύτερη βελτίωση της ισορροπίας.

4.2. Μελλοντικές έρευνες

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να εστιάσουν στην επίδραση του συγκεκριμένου προγράμματος άσκησης στη δυναμική ισορροπία ατόμων με ιδιοπαθή αστάθεια. Επίσης, θα είχε ιδιαίτερα ενδιαφέρον η μακροχρόνια εφαρμογή του συγκεκριμένου παρεμβατικού προγράμματος σε άτομα με ιδιοπαθή αστάθεια. Επιπλέον, η εφαρμογή παρέμβασης σε μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων με αστάθεια μη συγκεκριμένης αιτιολογίας που θα επέτρεπε την γενίκευση των ευρημάτων. Θα ήταν επίσης ενδιαφέρον να εξεταστεί η επίδραση προγραμμάτων άσκησης με στόχο τη διατήρηση των ωφελειών μετά την ολοκλήρωση της βασικής παρέμβασης (π.χ. συχνότητα 1 φορά την εβδομάδα).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα ευρήματα της παρούσας έρευνας προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Κατά τη διποδική ισορροπία όλες οι παράμετροι του κέντρου πίεσης που αξιολογήθηκαν έδειξαν αξιοθαύμαστη βελτίωση μετά την εφαρμογή που παρεμβατικού προγράμματος και στις τρεις διαφορετικές συνθήκες αισθητηριακής διαφοροποίησης (ανοιχτά μάτια, κλειστά μάτια και ανοιχτά μάτια με την χρήση θόλου)
- Κατά τη μονοποδική στήριξη, στις συνθήκες με ανοιχτά και κλειστά μάτια, οι παράμετροι του κέντρου πίεσης βελτιώθηκαν μετά την εφαρμογή του προγράμματος άσκησης στα κάτω άκρα που υστερούσαν στην αρχική μέτρηση.
- Κατά την μονοποδική στήριξη με τα μάτια ανοιχτά και την χρήση θόλου και τα δυο κάτω άκρα βελτιώθηκαν μετά την εφαρμογή του προγράμματος άσκησης.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Agrawal, Y., Carey, J. P., Della Santina, C. C., Schubert, M. C., & Minor, L. B. (2009). *Disorders of balance and vestibular function in U.S. adults: Data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001–2004. Archives of Internal Medicine, 169*(10), 938–944.
2. Doyle, M., & O'Sullivan, L. (2007). Balance and the center of pressure: An overview. *Clinical Biomechanics, 22*(3), 281-289.
3. Gaerlan, M.- G. (2010). The role of visual, vestibular, and somatosensory systems in postural balance. Unpublished Doctoral Dissertation, Professional Papers, and Capstones.
4. Goldie, P. A., Bach, T. M., & Evans, O. M. (1989). Force platform measures for evaluating postural control: reliability and validity. *Archives of physical medicine and rehabilitation, 70*(7), 510–517.
5. Granacher, U., Gollhofer, A., Hortobágyi, T., Kressig, R. W., & Muehlbauer, T. (2013). The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports Medicine, 43*(7), 627–641.
6. Horak, F. B., & Macpherson, J. M. (1989). Postural control and stability: A review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 13*(3), 303-312.
7. Horak, F. B., & Macpherson, J. M. (1996). Postural orientation and equilibrium. *Journal of Neurophysiology, 75*(6), 1880-1896.
8. Horak, F.B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing, 35*(Suppl 2), ii7-ii11.
9. Howe, T. E., Rochester, L., & Jackson, A. (2007). Exercise interventions for people with balance disorders: A review. *Physical Therapy, 87*(12), 1761-1772.
10. Larsen, P. R., & Sokol, M. S. (2011). The impact of thyroid dysfunction on balance and stability. *Thyroid, 21*(8), 885-892.
11. Lesinski, M., Hortobagyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A. & Granacher, U. (2015). Effects of balance training on balance performance in healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine, 45*: 1721-1738.
12. Lord, S. R., Clark, R. D., & Sherrington, C. (1996). The effect of age and gait on stability in older adults. *Journal of Biomechanics, 29*(9), 1179-1183.

13. Nieto-Guisado, A., Solana-Tramunt, M., Marco-Ahulló, A., Sevilla-Sánchez, M., Cabrejas, C., Campos-Rius, J., Morales, J. (2022). The Mediating Role of Vision in the Relationship between Proprioception and Postural Control in Older Adults, as Compared to Teenagers and Younger and Middle-Aged Adults. *Healthcare (Basel)*, 10(1):103.
14. Orr R. (2010). Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly. A systematic review. *European Journal of Physical Rehabilitation Medicine*, 46(2),183-220.
15. Plummer, P. & Eskes, G. (2015). Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 225.
16. Quijoux, F., Nicolaï, A., Chairi, I., Bargiotas, I., Ricard, D., Yelnik, A., Oudre, L., Bertin-Hugault, F., Vidal, P. P., & Vayatis, N. (2021). A review of center of pressure (COP) variables to quantify standing balance in elderly people: Algorithms and open-access code. *Physiological Reports*, 9(22), e15067.
17. Sarabon N. & Kozinc, Z. (2020). Effects of resistance exercise on balance ability: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Life*, 10, 284.
18. Seidler, R. D., & Thaut, M. H. (2010). Motor learning in older adults: Cognitive and neuromuscular effects of balance training. *Journal of Aging Research*, 2010, Article 983723.
19. Stel, V. S., Smit, J. H., Pluijm, S. M. F., & Lips, P. (2003). *Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons*. *Journal of Clinical Epidemiology*, 56(7), 659–668.
20. Sturnieks, D.L., George, R.St. & Lord, S.R. (2008). Balance disorders in elderly. *Clinical Neurophysiology*, 38, 467-478.
21. Tinetti, M. E., Speechley, M., & Ginter, S. F. (1988). Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *New England Journal of Medicine*, 319(26), 1701–1707.
22. Wang, Z., Chen, L., & Xu, X. (2021). Effects of exercise on balance and fall prevention in older adults with unexplained dizziness: A systematic review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 57(5), 733-741.
23. Xing L, Bao Y, Wang B, Shi M, Wei Y, Huang X, Dai Y, Shi H, Gai X, Luo Q, Yin Y, Qin D. (2023) Falls caused by balance disorders in the elderly with multiple systems involved: Pathogenic mechanisms and treatment strategies. *Frontiers Neurology*. 23;14: 1128092.
24. Yildiz, S.E., Fidan, O., Gulsen, C., Colak, E., Genc, G.A. (2024). Effect of dual-task training on balance in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 121: 105368.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΑΓΚΩΝ

Προφίλ Ασκούμενου:

Ηλικία: 63 ετών

Φύλο: θήλυ

Ιστορικό: Ημικρανίες που αντιμετωπίζονται με μονοκλωνικά αντισώματα (Ajoni & Aimonig), ταχυπαλμίες (Inderal 3 φορές την ημέρα), αδένωμα θυρεοειδούς, ήπιες μικροισχαιμικού τύπου αλλοιώσεις πιθανόν σχετιζόμενες με μικρά ισχαιμικά επεισόδια, κήλες μεσοσπονδύλιου δίσκου μεταξύ των σπονδύλων A3-A4, A4-A5, πρόσθια ολίσθηση με πρόπτωση του μεσοσπονδύλιου δίσκου μεταξύ του O3 και του O4 και εκφύλιση και αφυδάτωση του μεσοσπονδύλιου δίσκου μεταξύ των σπονδύλων O4-O5 και O5-I1.

Διάγνωση: αστάθεια μη συγκεκριμένης αιτιολογίας

Ιστορικό πτώσεων: 3 πτώσεις μέσα στο έτος

Επίπεδο λειτουργικής ικανότητας: ικανή να ανεβαίνει σκάλες, να ανασηκώνεται από την καρέκλα και να μετακινείται αλλά με μεγάλη επισφάλεια, σοβαρό πρόβλημα ευστάθειας στο προσθιοπίσθιο επίπεδο (μεγάλη ταλάντωση)

Επίπεδο φυσικής κατάστασης: χαμηλό

Ιατρικοί περιορισμοί: Η χρήση του Inderal μειώνει την καρδιακή συχνότητα κατά την ηρεμία και κατά την άσκηση, κατά συνέπεια δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η καρδιακή συχνότητα ως μέσο ελέγχου της έντασης. Για την αξιολόγηση της έντασης κατά την εφαρμογή του προγράμματος άσκησης θα χρησιμοποιηθεί η 10 βάθμια Υποκειμενικής κλίμακα της κόπωσης.

Υπάρχει τραυματισμός στον δεξί ώμο ως αποτέλεσμα της πιο πρόσφατης πτώσης, κατά συνέπεια δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ασκησιολογίο που να περιλαμβάνει στηρίξεις στα άνω άκρα.

Προσδιορισμός Αναγκών – Ελλειμμάτων

Πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση της ισορροπίας σε διποδική και μονοποδική στήριξη σε τρεις διαφορετικές συνθήκες (ανοιχτά μάτια, κλειστά μάτια και μάτια ανοιχτά με χρήση θόλου). Καταγράφηκε η συμπεριφορά του κέντρου πίεσης μέσω της καταγραφής μιας ομάδας παραμέτρων και συγκρίθηκε με τις μέσες τιμές των υγιών ατόμων τρίτης ηλικίας.

Στατική Ισορροπία	Παρατηρήσεις
Διποδική Ισορροπία	
Μάτια ανοιχτά	Μόνο δύο μεταβλητές βρίσκονται εντός φυσιολογικών τιμών
Μάτια κλειστά	Οι περισσότερες μεταβλητές βρίσκονται εκτός των φυσιολογικών τιμών
Μάτια ανοιχτά με χρήση θόλου	Οι περισσότερες μεταβλητές βρίσκονται εκτός των φυσιολογικών τιμών
Μονοποδική Ισορροπία (Αριστερό Πόδι)	
Μάτια ανοιχτά	Σχεδόν όλες οι παράμετροι βρίσκονται εκτός των φυσιολογικών τιμών
Μάτια κλειστά	Σχεδόν όλες οι μεταβλητές βρίσκονται εκτός των φυσιολογικών τιμών.
Μάτια ανοιχτά με χρήση θόλου	Οι περισσότερες μεταβλητές βρίσκονται εκτός των φυσιολογικών τιμών.
Μονοποδική Ισορροπία (Δεξί Πόδι)	

Μάτια ανοιχτά	Οι περισσότερες μεταβλητές βρίσκονται εκτός των φυσιολογικών τιμών
Μάτια κλειστά	Όλες οι μεταβλητές βρίσκονται εκτός των φυσιολογικών τιμών.
Μάτια ανοιχτά με χρήση θόλου	Οι περισσότερες μεταβλητές βρίσκονται εκτός των φυσιολογικών τιμών.

Στόχοι Προγράμματος

Η βελτίωση της στατικής ισορροπίας σε συνθήκες διποδικής και μονοποδικής στήριξης με ανοιχτά μάτια, κλειστά μάτια και ανοιχτά μάτια με τη χρήση θόλου.

Περιορισμοί

Λόγω της μεγάλης αστάθειας και της προσθιοπίσθιας ταλάντωσης η προπόνηση δύναμης θα χρησιμοποιηθεί κυρίως με την χρήση μηχανημάτων και όχι ελεύθερων βαρών.

Προτάσεις και τεκμηρίωση παρέμβασης

Η ισορροπία αποτελεί μια πολυπαραγοντική λειτουργία που εξαρτάται από τη συνεργασία μυϊκών, αισθητηριακών και νευρολογικών μηχανισμών. Όταν παρατηρούνται δυσκολίες στην ισορροπία, είναι απαραίτητο να σχεδιαστεί ένα πρόγραμμα άσκησης που να στοχεύει στην ολιστική βελτίωση της σταθερότητας του σώματος. Συγκεκριμένα, λόγω της σημαντικής συμμετοχής των μυών των κάτω άκρων και του κορμού στον έλεγχο της στάσης, αλλά και της ανάγκης εκπαίδευσης του νευρομυϊκού συστήματος σε περιπτώσεις όπου η ισορροπία επηρεάζεται, το πρόγραμμα πρέπει να περιλαμβάνει κατάλληλες παρεμβάσεις ενδυνάμωσης.

Επίσης, το ερέθισμα πρέπει να είναι εξειδικευμένο και για αυτό πρέπει να χρησιμοποιηθούν ασκήσεις ισορροπίας, τόσο στατικής αλλά και δυναμικής, κυρίως

λειτουργικής φύσεως (όπως βάδιση, καθίσματα κλπ).Τέλος, η ικανότητα του νευρολογικού συστήματος να προσαρμόζεται στις απαιτήσεις και να προσαρμόζει τη βαρύτητα του κάθε αισθητήριου οργάνου ανάλογα με την προσφερόμενη πληροφορία είναι πολύ σημαντική για την διατήρηση και την ανάκτηση της ισορροπίας. Για αυτό θα χρησιμοποιηθούν ασκήσεις διπλού στόχου που θα περιλαμβάνουν 2 κινητικά ή 1 κινητικό και ένα γνωστικό ερέθισμα με σκοπό να αναγκάσει το νευρικό σύστημα να μοιράσει τους διαθέσιμους πόρους από τα αισθητήρια όργανα και το κεντρικό νευρικό σύστημα και να επιλέξει τη βαρύτητα με την οποία θα στηριχθεί από το καθένα.

Κατά συνέπεια, το πρόγραμμα πρέπει να στηρίζεται σε τρεις βασικούς πυλώνες:

- α) Ενδυνάμωση των μυών των κάτω άκρων και του κορμού
- β) Ασκήσεις ισορροπίας, τόσο στατικής όσο και δυναμικής
- γ) Ασκήσεις διπλού στόχου (dual-task exercises)