

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

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΟΥ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΡΙΑ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΚΑΤΑΓΜΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗ ΑΡΘΡΩΣΗ: ΜΙΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.

Δελερέ Αικατερίνη [Α.Ε.Μ. 12101]

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: Γιοφτσιίδου Ασημένια, Καθηγήτρια Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

2ο Μέλος: Μπενέκα Αναστασία, Καθηγήτρια Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

3ο Μέλος: Μπαξεβάνη Μαρία, Ειδικό Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό Τ.Ε.Φ.Α.Α. – Δ.Π.Θ.

Κομοτηνή, 2024



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

THE EFFECT OF A COMBINED WATER AND LAND EXERCISE THERAPY PROGRAM IN TRACK AND FIELD ATHLETES WITH FATIGUE FRACTURES: A CASE STUDY.

Aikaterini Delere [R.N. 12101]

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: Gioftsidou Asimena, *Professor D.P.E.S.S. – D.U.Th.*

Member 2: Beneka Anastasia, *Professor D.P.E.S.S. – D.U.Th.*

Member 3: Baxevani Maria, *Teaching and lab support staff (T.L.S.S.) D.P.E.S.S. – D.U.Th.*

Komotini, 2024



**© 2024 Διϊδρυματικό 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.



Όταν μοχθείς για τον σκοπό σου η νίκη λησμονεί την κόυραση!

Πίνδαρος



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όσους με βοήθησαν για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας. Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια κ. Γιοφτσίδου Ασημένια της οποίας η συμβολή, η υποστήριξη και η βοήθεια ήταν καθοριστική για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση αυτής της μελέτης. Την διοίκηση του κέντρου αποκατάστασης για την παραχώρηση του χώρου και του εξοπλισμού για την υλοποίηση των μετρήσεων.

Τέλος, θα ήταν παράβλεψη μου να μην ευχαριστήσω την μοναδική συμμετέχουσα της μελέτης που έλαβε χώρα στο πρόγραμμα, που χωρίς εκείνην θα ήταν αδύνατη η συλλογή των δεδομένων και η συγγραφή αυτής της εργασίας.



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Δελιρέ Ε. Αικατερίνης: Η επίδραση ενός συνδυαστικού θεραπευτικού προγράμματος άσκησης στο νερό και στο έδαφος σε μια αθλήτρια κλασικού αθλητισμού με κάταγμα κόπωσης στην ποδοκνημική άρθρωση: Μια περιπτωσιολογική μελέτη.

(Με την επίβλεψη της Καθηγήτριας κ. Ασημένιας Γιοφτσίδου)

Το κάταγμα κόπωσης, είναι ένας συχνός τραυματισμός που εμφανίζεται στον αγωνιστικό αθλητισμό και ιδιαίτερα σε αγωνίσματα του κλασικού αθλητισμού (μεγάλων μεσαίων και μικρών αποστάσεων). Οι αθλητές με κάταγμα κόπωσης, παρουσιάζουν σημαντικό σωματικό πόνο που επηρεάζει την κατάσταση της υγείας τους, αλλά και την αγωνιστική τους επίδοση. Σκοπός, της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει την επίδραση ενός θεραπευτικού προγράμματος άσκησης στο νερό και στο έδαφος σε μια αθλήτρια κλασικού αθλητισμού μεσαίων αποστάσεων με κάταγμα κόπωσης στην ποδοκνημική άρθρωση. Η έρευνα αποτελεί μία μελέτη περίπτωσης. Στη μελέτη, συμμετείχε μια αθλήτρια 17 ετών. Η αθλήτρια ακολούθησε πρόγραμμα παρέμβασης 6 εβδομάδων, 3 φορές εβδομάδα διάρκειας 60 λεπτών η κάθε συνεδρία. Το πρόγραμμα παρέμβασης ήταν συνδυασμός ασκήσεων αποκατάστασης στο νερό και στο έδαφος. Υπήρχε προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης ανάλογα με την πρόοδο της συμμετέχουσας. Οι εξαρτημένες μεταβλητές που αξιολογήθηκαν ήταν η μείωση της έντασης του πόνου, το εύρος κίνησης και η ευλυγισία, η στατική και δυναμική ισορροπία, η λειτουργική και η αλτική ικανότητα. Η δευτερεύουσες μετρήσεις (υψομέτρηση, έλεγχος βάρους, ΔΜΣ και λιπομέτρηση) έγιναν για τη συνολική υγεία της αθλήτριας. Τα αποτελέσματα της έρευνας, έδειξαν πως το θεραπευτικό πρόγραμμα άσκησης στο νερό και στο έδαφος είχε θετικές επιδράσεις, καθώς σε όλες τις τελικές μετρήσεις υπήρχαν βελτιώσεις. Μετά το τέλος της παρέμβασης, βελτιώθηκαν όλες οι μετρήσεις στις δοκιμασίες ελέγχου της φυσικής κατάστασης. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, υποδηλώνουν ότι μια παρέμβαση άσκησης στο νερό και στο έδαφος είναι αποτελεσματική στη μείωση του πόνου και στην αποκατάσταση αθλητών με κατάγματα κόπωσης στην ποδοκνημική άρθρωση.

Λέξεις κλειδιά: Αποκατάσταση, ασκήσεις στο νερό και στο έδαφος, κάταγμα κόπωσης.



ABSTRACT

Delere E. Aikaterini: The effect of a combined water and land exercise therapy program in track and field athletes with fatigue fractures: A case study.

(Under the supervision of Professor Ms Gioftsidou Asimena)

A fatigue fracture is a frequent injury which occurs in competitive sports, especially in track and field sports (sprint, medium-distance and long-distance running). Athletes with fatigue fractures encounter significant physical pain which affects the state of their health and well-being in addition to their athletic performance. The goal of this research was to examine the effects of a therapeutic exercise regimen in water and on land on a track and field athlete competing in medium-distance running competitions with a fatigue fracture in the ankle joint. The participant of the study was a seventeen year old female athlete. She followed a six week therapeutic exercise regimen for six weeks, three times a week for sixty minutes per session. The program combined rehabilitation exercises in water and on land. There was a progressive increase of positive results coinciding with the progress of the participant. The dependent variables being assessed were a reduction in the intensity of pain, the range of motion and flexibility, static and dynamic balance, functionality and mobility. Secondary measurements (height measurement, weight control, BMI and fat measurements) were taken for the overall health of the athlete. The results of the research showed that a therapeutic exercise program in water and on land had positive effects. In addition, all final measurements showed improvement. After the end of the intervention all measurements from the fitness control tests had improved as well. The results of this study suggest that an exercise intervention in water and on land is effective in reducing pain and assists in the rehabilitation of an athlete suffering from a fatigue fracture located in the ankle joint.

Key Words: rehabilitation, exercises in water and on land, fatigue fracture.

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

| | |
|---|-------------|
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ..... | v |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | vi |
| ABSTRACT..... | vii |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ..... | viii |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ..... | xi |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ..... | xii |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ..... | xiii |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ..... | xiv |
| I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 16 |
| Προσδιορισμός του προβλήματος..... | 17 |
| Σκοπός της έρευνας..... | 18 |
| Σημασία της έρευνας..... | 18 |
| Ερευνητική υπόθεση | 19 |
| Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας..... | 19 |
| Λειτουργικοί ορισμοί..... | 20 |
| II.ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ..... | 22 |
| Κάταγμα κόπωσης..... | 22 |
| Παθοφυσιολογία..... | 23 |
| Κατηγοριοποίηση και συχνότητα καταγμάτων κόπωσης..... | 25 |
| Αιτίες καταγμάτων κόπωσης..... | 28 |
| Ενδογενείς παράγοντες..... | 29 |
| Οστική πυκνότητα..... | 29 |
| Γεωμετρία οστού..... | 29 |
| Σκελετική ευθυγράμμιση..... | 30 |
| Μέγεθος και σύνθεση σώματος..... | 30 |
| Διατροφή..... | 31 |
| Βιταμίνη D και Ασβέστιο..... | 31 |
| Εξωγενείς παράγοντες..... | 32 |
| Επιφάνεια άθλησης..... | 32 |



| | |
|--|-----------|
| Υπόδηση..... | 32 |
| Προπονητικοί παράγοντες..... | 33 |
| Άλλοι παράγοντες επικινδυνότητας..... | 33 |
| Ηλικία..... | 33 |
| Προηγούμενη τραυματισμοί..... | 33 |
| Αποκατάσταση..... | 33 |
| Η άσκηση ως μέσω πρόληψης των καταγμάτων εκ κοπώσεως..... | 34 |
| Θεραπευτική άσκηση στο νερό..... | 35 |
| Οι ιδιότητες του νερού..... | 39 |
| Πυκνότητα..... | 40 |
| Άνωση..... | 40 |
| Η υδροστατική πίεση..... | 40 |
| Η αντίσταση του νερού..... | 41 |
| Η θερμοκρασία..... | 41 |
| Θεραπευτική άσκηση στο νερό και κάταγμα κόπωσης..... | 41 |
| III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ..... | 44 |
| Δείγμα..... | 44 |
| Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης..... | 44 |
| Ανθρωπομετρικές μετρήσεις..... | 44 |
| Μέτρηση ύψους..... | 44 |
| Μέτρηση σωματικού Βάρους..... | 45 |
| Υπολογισμός ΔΜΣ..... | 45 |
| Βιοηλεκτρική Αγωγιμότητα..... | 45 |
| Εύρος κίνησης - Γωνιόμετρο | 45 |
| Αριθμητική Αξιολόγηση Πόνου (Numeric Rating Scale – NR)..... | 46 |
| Δοκιμασίες ελέγχου Φυσικής Κατάστασης..... | 46 |
| Στατική Ισορροπία - Time in Balance test..... | 46 |
| Δυναμική Ισορροπία - Star Excursion Balance Test..... | 47 |
| Μονό άλμα με το ένα πόδι..... | 47 |
| Τριπλό άλμα με το ένα πόδι..... | 47 |



| | |
|--|-----------|
| Λειτουργική ικανότητα και αλτικότητα - Διαδοχικά άλματα με το ένα πόδι, με εναλλαγή κατεύθυνσης, (μια δεξιά και μια αριστερά) πάνω σε μια ευθεία γραμμή..... | 47 |
| Πειραματικός σχεδιασμός..... | 48 |
| IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ..... | 54 |
| Αποτελέσματα στο εύρος κίνησης – πελματιαία κάμψη..... | 55 |
| Αποτελέσματα στο εύρος κίνησης – ραχιαία κάμψη..... | 55 |
| Αποτελέσματα Αριθμητικής κλίμακας αξιολόγησης πόνου (Numeric Rating Scale)..... | 56 |
| Αποτελέσματα στο Time in Balance test..... | 57 |
| Αποτελέσματα Star Excursion Balance Test..... | 58 |
| Αποτελέσματα στο Single-limb Single-Hop test for distance..... | 59 |
| Αποτελέσματα Single-limb Triple -Hop test for distance..... | 59 |
| Αποτελέσματα στο Single-limb Crossover-Hop test for distance..... | 60 |
| V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ..... | 61 |
| VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 68 |
| VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 70 |

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

| | | |
|------------------|--|----|
| Πίνακας 1 | Αθλήματα που συσχετίζονται με το κάταγμα κόπωσης..... | 28 |
| Πίνακας 2 | Πρόγραμμα αποκατάστασης 1 ^{ης} & 2 ^{ης} εβδομάδας..... | 49 |
| Πίνακας 3 | Πρόγραμμα αποκατάστασης 3 ^{ης} & 4 ^{ης} εβδομάδας..... | 51 |
| Πίνακας 4 | Πρόγραμμα αποκατάστασης 5 ^{ης} & 6 ^{ης} εβδομάδας..... | 52 |
| Πίνακας 5 | Αποτελέσματα μετρήσεων..... | 54 |



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

| | | |
|----------------|--|----|
| Σχήμα 1 | Διαφορά του εύρους κίνησης στην πελματιαία κάμψη από αρχική σε τελική μέτρηση..... | 55 |
| Σχήμα 2 | Διαφορά του εύρους κίνησης στην ραχιαία κάμψη από αρχική σε τελική μέτρηση..... | 56 |
| Σχήμα 3 | Διαφορά μεταξύ των μετρήσεων της αριθμητική κλίμακα αξιολόγησης πόνου (NRS)..... | 57 |
| Σχήμα 4 | Χρονική διάρκεια στο Time in Balance test στην αρχή και μετά το τέλος της παρέμβασης..... | 57 |
| Σχήμα 5 | Βαθμολογίες του Star Excursion Balance Test από αρχική σε τελική μέτρηση..... | 58 |
| Σχήμα 6 | Βαθμολογίες του Single- limb Single Hop test for distance στην 1 ^η και στην 6 ^η εβδομάδα..... | 59 |
| Σχήμα 7 | Βαθμολογίες του Single- limb Triple Hop test for distance από αρχική σε τελική μέτρηση..... | 60 |
| Σχήμα 8 | Βαθμολογίες του Single- limb Crossover - Hop test for distance στην 1 ^η και στην 6 ^η εβδομάδα..... | 60 |

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ**

| | |
|-----------------|--|
| Εικόνα 1 | Αριθμητική Αξιολόγηση Πόνου(Numeric Rating Scale - NRS).....46 |
|-----------------|--|



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

| | |
|---------------|--|
| BMD | Οστική Πυκνότητα |
| ΚΝΣ | Κεντρικό Νευρικό Σύστημα |
| WDR | Deep Water Runing |
| TMR | Τρεξιμο στο έδαφος |
| ATT | Antigravity Treadmill Training |
| ΣΒ | Σωματικό Βάρος |
| ΚΒ | Κέντρο Βάρους |
| ΑΚΑ | Ανοικτή Κινητική Αλυσίδα |
| ΚΚΑ | Κλειστή Κινητική Αλυσίδα |
| VAS | Οπτική Αναλογική Κλίμακα Πόνου |
| OCI3 | Συνολικός Δείκτης Σταθερότητας Επίπεδο 5 & 3 |
| TCT | Δυναμική Ισορροπία |
| %SCST | Ποσοστό χρόνου στήριξης στο ένα άκρο |
| VO2max | Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου |
| ΔΜΣ | Δείκτης Μάζας Σώματος |
| BMI | Δείκτης Μάζας Σώματος |
| BIA | Βιοηλεκτρική Αγωγιμότητα ή Εμπέδηση |
| ΠΔΚ | Ποδοκνημική Άρθρωση |
| ROM | Εύρος Κίνησης |
| AL | Anterolateral |
| ANT | Anterior |
| AM | Anteromedial |



M. O. Μέσος όρος

SEBT Star Excursion Balance Test

NRS Numeric Rating Scale

PF Plantarflexion

IV Interverision



Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΟΥ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΡΙΑ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΜΕ ΚΑΤΑΓΜΑ ΚΟΠΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗ ΑΡΘΡΩΣΗ: ΜΙΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.

Ι.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο μυϊκός και λιπώδης ιστός, καθώς και τα οστά συνδέονται άμεσα με την φυσική δραστηριότητα. Ωστόσο τα οστά θεωρούνται ως στατικός ιστός του οποίου η μορφολογία του εξαρτάται από βιοχημικούς παράγοντες. Παρά την άποψη αυτή, υπάρχουν πολλά στοιχεία τα οποία τεκμηριώνουν ότι τα οστά, είναι ένα συνεχές μεταβαλλόμενο και ζωντανά όργανα τα οποία δεν παραμένουν σταθερά και αμετάβλητα (Martin & Culloch, 2007). Με την ελεγχόμενη φόρτιση του οστού, ο οστικός ιστός υπερτροφεί και αναδιοργανώνεται για να μειώσει τις εσωτερικές μηχανικές καταπονήσεις σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο. Αυτό επιτρέπει στο οστό να είναι περισσότερο ανθεκτικό στις καταπονήσεις. Επιπλέον, μετά τη μείωση της επιβάρυνσης του οστού, η οστική μάζα μειώνεται και οι εσωτερικές καταπονήσεις κανονικοποιούνται (Martin & Culloch, 2007). Επομένως, οι αυξημένες επιβαρύνσεις οι οποίες δημιουργούν εσωτερικές καταπονήσεις, μπορούν να προκαλέσουν τραυματισμό με δύο τρόπους. Η πρώτη είναι όταν υπάρχει μια υπερβολική επιβάρυνση του οστού που μπορεί να οδηγήσει σε ένα ολικό κάταγμα του οστού και ο δεύτερος τρόπος είναι όταν υπάρχει μέτρια ή ελαφριά φόρτιση του οστού, η οποία με τη σειρά της θα οδηγήσει στο κάταγμα κόπωσης (Martin & Culloch, 2007).

Το κάταγμα κοπώσεως είναι ένας τραυματισμός, ο οποίος εμφανίζεται κυρίως σε δρομείς μεγάλων, μεσαίων και μικρών αποστάσεων, σε άλτες, καθώς και σε ποδοσφαιριστές (Kahanov, Eberman, Games & Wasik, 2015).

Ορίζεται ως η πλήρη ή μερική διακοπή του οστού, ως αποτέλεσμα της επαναλαμβανόμενης φόρτισης, η οποία υπερβαίνει το όριο αντοχής του. Το κάταγμα κόπωσης, αντιπροσωπεύει το τέλος ενός συνεχόμενου τραυματισμού. Η ένταση, η ποσότητα και η διάρκεια του προπονητικού ερεθίσματος, καθώς και ο μειωμένος χρόνος αποκατάστασης συμβάλλουν στη βλάβη του οστού, η οποία έχει αντισταθμιστεί από τη σύνθεση των οστών. Με τον τρόπο αυτό το οστό οδηγείται σε μια αντίδραση τάσης, όπου γίνεται πιο ευπαθή, αποδυναμώνεται και οδηγείται σε ένα μερικό ή ολικό



κάταγμα(Kahanon et al., 2015).

Το οστό που έχει υποστεί το κάταγμα κόπωσης έχει αυξημένη οστεοκλαστική διαδικασία, με αποτέλεσμα να αποδομούνται τα οστικά κύτταρα, ξεπερνώντας τον ρυθμό των οστεοβλαστών που οικοδομούν τα οστικά κύτταρα και το σχηματισμό νέων οστών. Σε υγιή οστά οι οστεοβλάστες επιδιορθώνουν την περιοχή του τραυματισμένου οστού. Στην περίπτωση όμως, που η περίοδος της αποκατάστασης είναι ελάχιστη στο βαθμό που δεν επιτρέπει στους οστεοβλάστες να σχηματίσουν το νέο οστό και ο ρυθμός απορρόφησης από τους οστεοκλάστες υπερβαίνει το σχηματισμό του νέου οστού τότε το οστό μπορεί να οδηγηθεί στην εξασθένηση του (Kiel & Kaiser, 2023).

Επιπλέον, παράγοντες που συμβάλλουν στο παραπάνω τραυματισμό είναι οι διατροφικές συνήθειες, η εμμηνόρροια και οι ορμονικές ανωμαλίες. Η χαμηλή οστική πυκνότητα, η ποιότητα των υποδημάτων, ακόμη και το κάπνισμα (Kahanon et al., 2015).

Το κάταγμα κόπωσης μπορεί να εμφανιστεί σε διάφορα οστά, όπως στην περόνη, στην κνήμη, στο μηριαίο οστό, στο ισχίο, στα μετατάρσια και στην ποδοκνημική άρθρωση (Kahanon et al., 2015).

Ο συγκεκριμένος τραυματισμός μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως χαμηλού και υψηλού κινδύνου. Οι περιοχές χαμηλού κινδύνου είναι το ιερό οστό, ο θώρακας, το βραχιόνιο οστό και από το δεύτερο έως το τέταρτο μετατάρσιο οστό. Ενώ οι περιοχές υψηλού κινδύνου είναι το πέμπτο μετατάρσιο οστό, τα σησαμοειδή οστά, η οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης, το οστό της πτέρνας, το πρόσθιο κνημιαίο και τον έσω σφυρό (Kiel et al., 2023).

Προσδιορισμός του προβλήματος

Το κάταγμα κόπωσης είναι ένας συνηθισμένος τραυματισμός στους αθλητές υψηλού επιπέδου και οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, όπως είναι το φύλο, το κάπνισμα, οι ορμονικοί παράγοντες, η έλλειψη βιταμίνης D, στην ανεπάρκεια σιδήρου και στη κακή ευλυγισία. Ένα κάταγμα κόπωσης μπορεί να οδηγήσει σε μερικό ή ολικό κάταγμα, το οποίο προκαλείται μετά από έντονες και επαναλαμβανόμενες αθλητικές δραστηριότητες.

Σύμφωνα με μια συστηματική ανάλυση παρατηρήθηκε κάταγμα κόπωσης σε 263



αθλητές, εκ των οποίων οι 90 ήταν σε υψηλό ερασιτεχνικό επίπεδο και οι άλλοι 173 ανήκαν σε υψηλό αγωνιστικό αθλητισμό. Τα μεγαλύτερα ποσοστά του συγκεκριμένου τραυματισμού παρατηρούνται σε αθλητές καλαθοσφαίρισης (21,3%), μπίτζμπολ (13,7%), κλασικού αθλητισμού (11,4%), κωπηλασία (9,5%) και σε αθλητές ποδοσφαίρου (8,4%) ενώ τα οστά στα οποία παρουσιάζει ο συγκεκριμένος τραυματισμός είναι η κνήμη (44,1%), ο θώρακας (14,1%) και τα μετατόρσια οστά (14,1%). Επιπλέον, το προσλαμβανόμενο οστό από το κάταγμα κόπωσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το άθλημα με το οποίο ασχολείται ένας αθλητής. Οι αθλητές του κλασικού αθλητισμού και του ποδοσφαίρου συνήθως τραυματίζονται στην κνήμη, στην ποδοκνημική άρθρωση και στα μετατόρσια οστά, ενώ το κάταγμα κόπωσης στο θώρακα είναι πιο σύνηθες στους κωπηλάτες. (Iwamoto, Sato, Takeda & Matsumoto, 2018).

Το 98% των καταγμάτων κόπωσης αφορούν τα κάτω άκρα. Ενώ, για τα άνω άκρα έχουν σημειωθεί πολύ λίγες περιπτώσεις σε αθλήματα όπως άρση βαρών, τένις και αγωνίσματα ρίψεων (Dauty & Dubois, 2004). Επιπλέον, το 20% των καταγμάτων κόπωσης εμφανίζεται σε δρομείς (Kelly, McInnis, Lindsay & Ramey, 2016).

Επομένως, μετά τον συγκεκριμένο τραυματισμό θα πρέπει να διερευνηθούν οι εμβιομηχανικοί παράγοντες και τα προπονητικά λάθη, προκειμένου να συμβάλουν στην επανεκπαίδευση του αθλητή και στη γρήγορη αποκατάσταση και επανένταξή του στον αγωνιστικό αθλητισμό (Brian, Hallie & Mark, 2013).

Σκοπός της έρευνας

Σκοπός, της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει την επίδραση ενός συνδυαστικού θεραπευτικού προγράμματος άσκησης στο νερό και στο έδαφος ως προς το εύρος κίνησης και την ευλυγισία της ΠΔΚ, την μείωση της έντασης του πόνου, την στατική και δυναμική ισορροπία, τη λειτουργική και αλτική ικανότητα σε αθλήτρια μεσαίων αποστάσεων πριν και μετά την παρέμβαση.

Σημασία της έρευνας

Η παρούσα μελέτη ήταν ιδιαίτερα σημαντική, καθώς μελετήθηκε η επίδραση ενός θεραπευτικού προγράμματος άσκησης για ένα πολύ σημαντικό τραυματισμό που συμβαίνει σε αθλητές κλασικού αθλητισμού. Το κάταγμα κόπωσης, είναι ένας δύσκολος



και συχνός τραυματισμός που μειώνει σε σημαντικό βαθμό την αγωνιστική επίδοση και απόδοση των αθλητών. Για το κάταγμα κόπωσης υπάρχουν πολλές θεραπευτικές μέθοδοι. Είναι η χειρουργική επέμβαση (ανάλογα με τον βαθμό του κατάγματος) και η θεραπευτική άσκηση. Η θεραπευτική άσκηση μπορεί να γίνει στο έδαφος αλλά και στο νερό. Η άσκηση στο νερό έχει ευεργετικά αποτελέσματα και χρησιμοποιείται κατά κόρον σε πολλούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς.

Η άσκηση, ως μέσο αποκατάστασης, είναι αποτελεσματική και ασφαλής σε κλινικούς πληθυσμούς και για αυτό είναι εξίσου σημαντικό να μελετηθούν δείκτες όπως η ισορροπία (στατική και δυναμική), η δύναμη, η ευλυγισία, η λειτουργική ικανότητα και αλτικότητα, οι οποίοι μειώνονται σημαντικά κατά την ανάπαυση του αθλητή από την περίοδο της προετοιμασίας του.

Τέλος, η παρατήρηση και η ανάλυση των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης έρευνας μπορούν να συμβάλουν και να ενισχύσουν τα δεδομένα των επιστημόνων της άσκησης και της υγείας, με σκοπό την παγίωση μεθόδων άσκησης για την πρόληψη και την αποκατάσταση τραυματισμών από κάταγμα κόπωσης.

Ερευνητική Υπόθεση

Η ερευνητική υπόθεση της μελέτης, ήταν ότι το συνδυαστικό πρόγραμμα παρέμβασης θα έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση του εύρους κίνησης και της ευλυγισίας, της μείωσης της έντασης του πόνου, της στατικής και δυναμικής ισορροπίας, της λειτουργικότητας και της αλτικότητας, σε μια αθλήτρια μεσαίων αποστάσεων του κλασικού αθλητισμού με κάταγμα κόπωσης στην ποδοκνημική άρθρωση.

Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας

Οι οριοθετήσεις της έρευνας ήταν οι εξής:

- Ως προς τον αριθμό του δείγματος, η έρευνα ήταν μια περιπτωσιολογική μελέτη και το δείγμα ήταν μόνο μια αθλήτρια με κάταγμα κόπωσης στην ποδοκνημική άρθρωση.
- Το δείγμα της έρευνας ήταν αθλήτρια κλασικού αθλητισμού μεσαίων αποστάσεων.



- Η ηλικία της ήταν 17 ετών.
- Το πρόγραμμα παρέμβασης είχε διάρκεια 6 εβδομάδων.

Οι περιορισμοί της έρευνας ήταν οι εξής:

- Το δείγμα της μελέτης δεν είχε προβεί σε καμία χειρουργική επέμβαση
- Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης στο δείγμα δεν έκανε χρήση οποιασδήποτε φαρμακευτικής αγωγής.

Λειτουργικοί Ορισμοί

Κάταγμα Κόπωσης: Το κάταγμα κόπωσης ξεκινάει από την περιοχή περιστίτιδα ή τη φλεγμονή του περιόστεου και καταλήγει σε ένα πλήρες σπάσιμο του φλοιού. Το κάταγμα κόπωσης μπορεί να είναι υψηλού ή χαμηλού κινδύνου και να χαρακτηριστεί ως μερικό ή πλήρες κάταγμα (Kiel et al., 2023).

Ποδοκνημική Άρθρωση: Η ποδοκνημική άρθρωση είναι μία άρθρωση που σχηματίζεται από την άρθρωση των οστών της ποδοκνημικής άρθρωσης, της κνήμης και της περόνης. Η αρθρική πλευρά του έσω και του έξω σφυρού σχηματίζουν τα όρια της άρθρωσης. Το άνω τμήμα της ποδοκνημικής άρθρωσης σχηματίζεται από την κάτω αρθρική επιφάνεια της κνήμης και το άνω περιθώριο της ποδοκνημικής άρθρωσης. Επιπλέον, η ποδοκνημική άρθρωση ενώνεται με την πτέρνα και με το σκαφοειδές οστό. Η άνω επιφάνεια επιτρέπει τη ραχιαία και πελματιαία κάμψη (Manganaro & Alsayouri, 2023).

Άσκηση στο νερό: Είναι ένα πρόγραμμα εκγύμνασης που στόχο έχει την θεραπεία του ασκούμενου χρησιμοποιώντας τις ιδιότητες του νερού (Verhagen, Cardoso, & Bierma-Zeinstra, 2012).

Εύρος κίνησης: Το εύρος κίνησης μιας άρθρωσης είναι η τροχιά μιας άρθρωσης κατά την παθητική ή την ενεργητική κίνηση της. Κατά την ενεργητική κίνηση συμμετέχουν οι μύες και οι τένοντες μια άρθρωσης, καθώς και οι αρθρικές επιφάνειες, ο αρθρικός θύλακας, οι σύνδεσμοι και οι ορογόνοι θύλακες (Πάφης, 2015).



Ευλυγισία: Ευλυγισία είναι η ικανότητα διάτασης των μυών, των τενόντων και των συνδέσμων και αφορά την συνολική ελαστικότητα των σκελετικών μυών (Πάφης, 2015).

Στατική ισορροπία: Στατική ισορροπία είναι η ισορροπία, στην οποία το άτομο προσπαθεί να διατηρήσει την ισορροπία του όταν βρίσκεται σε καθιστή ή όρθια θέση (Seong-Gil Kim & Wan-Soo Kim, 2018).

Δυναμική ισορροπία: Η δυναμική ισορροπία είναι η ισορροπία όπου το άτομο ελέγχει και δεν χάνει την ισορροπία του κατά τη διάρκεια της κίνησης, όπως στη βάρδια (Seong-Gil Kim et al., 2018).

Λειτουργική Ικανότητα: Λειτουργική ικανότητα είναι η δυνατότητα ενός ατόμου να εκτελεί όλες τις καθημερινές δραστηριότητες, δεξιότητες που κρίνονται απαραίτητες ώστε να διαβιώνει επαρκώς και ανεξάρτητα σε σύγχρονη κοινωνία (Kane & Kane, 2000).

Αλτική Ικανότητα: Η ικανότητα του νευρομυϊκού συστήματος να απογειώνει το σώμα σε κατακόρυφη και οριζόντια κατεύθυνση (Παπαδημητρίου, 2004).

Δύναμη: Δύναμη είναι η ικανότητα του ανθρώπου να ενεργεί σε εξωτερικές δυνάμεις ή στο ίδιο το βάρος του σώματός του μέσω της μυϊκής δραστηριότητας. (π.χ. Να τις υπερνικά ή να αντιστέκεται όπως το κάθετο άλμα) (Κέλλης, 2003).



II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Κάταγμα κόπωσης

Το κάταγμα κόπωσης αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1855 από τον Breithoupt. Μπορεί να χαρακτηριστεί ως σύνδρομο υπέρχρησης που εμφανίζεται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια στον αγωνιστικό αθλητισμό. Το κάταγμα κοπώσεως ορίζεται ως ένα τμηματικό ή και ολοκληρωμένο κάταγμα οστού που οφείλεται στην επαναλαμβανόμενη και συνεχή φόρτιση του. Ο όρος κάταγμα κοπώσεως χρησιμοποιείται για ένα οστό που πρώτα γίνεται προοδευτικά συμπτωματικό και στη συνέχεια έντονα συμπτωματικό (Ραφαηλίδης, Σπανός & Κιουρτσής, 2009).

Ο επικρατέστερος ορισμός του κατάγματος κοπώσεως περιγράφει ένα ιστορικό εντοπισμένου άλγους με λανθάνουσα έναρξη, το οποίο αυξάνεται προοδευτικά με τη δραστηριότητα και επουλώνεται με την ανάπαυση. Η αποκατάσταση είναι σχετικά μεγάλης διάρκειας και οι επιπτώσεις σημαντικές (Χατζηπαπάς, 2007).

Επιπλέον, το κάταγμα από καταπόνηση συμβαίνει στα υγιή οστά χωρίς να προκληθεί από κάποια βίαιη κίνηση ή από έναν συγκεκριμένο τραυματισμό που έχει ως αποτέλεσμα το κάταγμα κόπωσης, αλλά από συνεχή φόρτιση του οστού που οφείλεται σε 2 κύριες δυνάμεις της κάμψης και της συμπίεσης. Οι δυνάμεις κάμψης προκαλούν διάσπαση του φλοιού που βρίσκεται σε ελκυσμό. Η επούλωση του οστού αρχίζει αμέσως αλλά όταν υπάρχει επαναλαμβανόμενη φόρτιση τότε το κάταγμα μεγαλώνει σε όλο το οστό. Το συγκεκριμένο κάταγμα εμφανίζεται σε νεαρούς ενήλικες και οφείλεται στη δράση των ισχυρών μυών. Στους αθλητές η μυϊκή ισχύ αποκτάτε πολύ γρήγορα σε σχέση με την αντοχή των οστών, η οποία έχει πιο αργό ρυθμό προσαρμογής, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται ο συγκεκριμένος τραυματισμός (Λαμπίρης, 2007).

Το κάταγμα κόπωσης είναι ένας συχνός τραυματισμός στους δρομείς κλασικού αθλητισμού (Brian et al., 2013). Αποτελεί έναν συνηθισμένο τραυματισμό στον αγωνιστικό αθλητισμό που προκαλείται από επαναλαμβανόμενες μέγιστες και υπομέγιστες εντάσεις (Kiel et al., 2023). Αντιπροσωπεύει το 1% έως και το 20% των αθλητικών τραυματισμών (Kahanon et al., 2015). Τα κατάγματα κοπώσεως εμφανίζονται συχνά σε αθλητές μεσαίων και μεγάλων αποστάσεων, καθώς και σε άλλες και οφείλεται στον αυξημένο όγκο προπόνησης, την υψηλή ένταση του ερεθίσματος και στο μειωμένο χρόνο



αποκατάστασης. Συχνά εμφανίζεται στα κάτω άκρα, ενώ για τα άνω άκρα είναι λιγότερα τα ποσοστά εμφάνισης του συγκεκριμένου τραυματισμού (Kiel et al., 2023).

Τα κατάγματα κοπώσεως μπορεί να εμφανιστούν σε μια μεγάλη ποικιλία αθλητών. Πιο συγκεκριμένα εμφανίζονται σε δρομείς μεσαίων και μεγάλων αποστάσεων συγκριτικά με αθλητές άλλων αγωνισμάτων (Ραφαηλίδης et al., 2009). Αρχικά ο πόνος στους δρομείς εμφανίζεται στο τέλος ή κατά τη διάρκεια της προπόνησης ή ακόμη και στη βάρδια και επιδεινώνεται με την πάροδο του χρόνου. Η εκγύμναση του αθλητή γίνεται όλο και πιο επώδυνη με αποτέλεσμα την διακοπή της προετοιμασίας του αθλητή (Asano, Duarte & Silva, 2014).

Παθοφυσιολογία

Σύμφωνα με το Χατζηπαπά (2007), η φόρτιση ενός οστού είναι βασική για τη διατήρηση της φυσιολογικής οστικής μάζας. Δραματική απώλεια της οστικής μάζας υπάρχει σε καταστάσεις αχρησίας και ακινητοποίησης. Επομένως, η φυσική δραστηριότητα οδηγεί στην αύξηση της οστικής μάζας και αυτό γιατί το οστό προσαρμόζεται στα επιπλέον φορτία που εφαρμόζονται. Ωστόσο, αν τα φορτία είναι μεγάλα και επαναλαμβανόμενα το οστό μπορεί να αδυνατίσει. Αυτό είναι αποτέλεσμα των μικροσκοπικών ρωγμών που δημιουργούνται. Εάν οι δυνάμεις αυτές δράσουν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, τότε οι μικρορωγμές πολλαπλασιάζονται και δημιουργούν μεγαλύτερες ρωγμές. Το αποτέλεσμα αυτό ονομάζεται κάταγμα κόπωσης. Η αναδιαμόρφωση του οστού είναι μια διαδικασία αυτόματη και συνεχής στην οποία δημιουργούνται μικροσκοπικές κοιλότητες στα οστά. Η συγκεκριμένη διαδικασία συμβαίνει στην περιοστική και ενδοστική επιφάνεια του φλοιώδους ιστού, αλλά και στην επιφάνεια των οστικών δοκίδων του σπογγώδους οστού.

Οι κύριες λειτουργίες της αναδιαμόρφωσης του οστού είναι:

1. Να προσαρμοστεί το οστό στα μηχανικά φορτία.
2. Να αποτρέψει την συνάθροιση των μικροσκοπικών καταγμάτων και των βλαβών από κάκωση.
3. Να διατηρήσει σταθερές τις τιμές του ασβεστίου στο αίμα.



Στη διαδικασία του remodeling συμμετέχουν οι οστεοβλάστες και οι οστεοκλάστες, οι οποίοι οργανώνονται σε βασικές πολυκυτταρικές μονάδες. Η αναδιαμόρφωση του οστού χωρίζεται σε 5 στάδια:

1. Ηρεμία.
2. Ενεργοποίηση.
3. Απορρόφηση.
4. Αντιστροφή
5. Σχηματισμός.

Η ενεργοποίηση μιας οστικής επιφάνειας από τη φάση της ηρεμίας οφείλεται σε κάποιο ερέθισμα που συνήθως είναι ορμονικό ή χημικό ή φυσικό. Οι οστεοκλάστες πλησιάζουν την περιοχή, συνενώνονται και σχηματίζουν πολυπύρηνους οστεοκλάστες, οι οποίοι δημιουργούν κοιλότητες απορροφώντας οστό. Μέχρι και τις 2 εβδομάδες ξεκινάει το στάδιο σχηματισμού του οστού. Σε αυτό το στάδιο το οστό είναι αδύναμο, και με συνεχή φορτία μπορεί να καταλήξει σε συσσώρευση μικροκακώσεων και στην έναρξη κλινικής συμπτωματολογίας. Την επιδιόρθωση του οστού ξεκινάνε οι οστεοβλάστες σε 2 στάδια: Στη σύνθεση της θεμέλιας ουσίας και στην επιμετάλλωση (Χατζηπαπάς, 2007).

Το κάταγμα κόπωσης είναι ένας τραυματισμός, ο οποίος εμφανίζεται μετά από επαναλαμβανόμενη φόρτιση και δεν είναι αποτέλεσμα ενός μοναδικού τραυματισμού. Όταν εφαρμόζεται μια δύναμη στο οστό, το οστό έχει την τάση να παραμορφώνεται. Λόγω όμως της ελαστικής του ιδιότητας, το οστό έχει τη δυνατότητα να επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση, όταν σταματήσει η συνεχής φόρτιση του. Η συσσώρευση μικρορωγμών προκαλεί βλάβη στο οστό, και στη συνέχεια τη θραύση του. Εάν η φόρτιση του οστού υπερβαίνει το εύρος ελαστικότητας των οστών και οι οστεοβλάστες "οικοδομούν" λιγότερα οστικά κύτταρα απ' ό,τι αποδομούν οι οστεοκλάστες, τότε το οστό μπορεί να οδηγηθεί στο σχηματισμό μικρορωγμών. Η συσσώρευση των μικρορωγμών μπορεί να οδηγήσει σε θραύση του οστού. Τα οστά, συνεχώς αποδομούνται και επαναδομούνται ανανεωμένα διαρκώς και προσφέροντας τα υλικά τους για την εύρυθμη λειτουργία του οργανισμού. (π.χ. οστική ανακατασκευή ή οστική ανακύκλωση). Αυτή η οστική ανακατασκευή είναι απαραίτητη τόσο για την ισορροπία του ασβεστίου στο αίμα, όσο και



για την καλή συντήρηση του οστού, των μηχανικών του ιδιοτήτων και την οστική αντοχή του (Saunier, & Charurlat, 2018).

Σύμφωνα με τους Kiel et al. (2023), το κάταγμα από καταπόνηση είναι μια ισορροπία μεταξύ της αντοχής του οστού και της χρόνιας υπερφόρτωσης του. Η διατάραξη αυτής της ισορροπίας μπορεί να οδηγήσει στο κάταγμα κοπώσεως. Επομένως, αν η περίοδος της αποκατάστασης δεν είναι επαρκής, ώστε οι οστεοβλάστες να οικοδομήσουν το νέο οστό και οι οστεοκλάστες έχουν γρηγορότερο ρυθμό αποδόμησης, τότε το οστό εξασθενεί και σταδιακά οδηγείται στο κάταγμα κοπώσεως.

Κατηγοριοποίηση και συχνότητα καταγμάτων κόπωσης

Το κάταγμα από καταπόνηση μπορεί να συμβεί στο γενικό πληθυσμό, αλλά κυρίως σε αθλητές υψηλού επιπέδου. Σε δραστηριότητες όπου απαιτούνται επαναλαμβανόμενα άλματα και κάλυψη μεγάλων αποστάσεων, εκεί αποδεικνύεται και η συχνότητα των καταγμάτων κοπώσεως στον αθλητικό πληθυσμό. Σχεδόν το 20% των τραυματισμών των αθλητών σχετίζονται με το κάταγμα κόπωσης. Το 40,3% αντιπροσωπεύει το κάταγμα κόπωσης στην περόνη, ενώ το 34,9% στην περιοχή του ποδιού κάτω από τον ποδοκνημική άρθρωση (Kiel et al., 2023).

Αντίθετα, οι Ραφαηλίδης et al. (2009), αναφέρουν ότι το 25% των καταγμάτων κοπώσεως αφορούν το τμήμα της περόνης. Στο κεντρικό τμήμα της περόνης είναι σπάνιο να συμβεί κάποιο κάταγμα κόπωσης. Συγκεκριμένα, έχουν αναφερθεί 4 περιπτώσεις αθλητών με περνιαίο κάταγμα.

Οι Kahanon et al. (2015), αναφέρουν ότι τα κατάγματα από καταπόνηση στην περόνη αντιπροσωπεύουν το 7%-12%. Συνήθως, το κάταγμα στην περόνη εμφανίζεται σε αθλητές αλματικών αγωνισμάτων παρά σε δρομείς αποστάσεων. Η συμπτωματολογία αποτελείται από προοδευτικό πόνο στην περιοχή της περόνης, τοπικό οίδημα και περιστασιακό πόνο στο γόνατο. Η αντιμετώπιση του τραυματισμού γίνεται με αποχή από την προπονητική διαδικασία, με την τροποποίηση της προπονητικής επιβάρυνσης και με σταδιακή επιστροφή στην προπόνηση.



Σύμφωνα με τους Saunier et al. (2018), τα μεγαλύτερα ποσοστά καταγμάτων κόπωσης συμβαίνουν στα κάτω άκρα. Πιο συγκεκριμένα, στους αθλητές των δρόμων οι περιοχές των οστών οι οποίες είχαν υποστεί συχνότερα υπερβολική φόρτιση, ήταν και οι περιοχές οι οποίες οδηγήθηκαν στο κάταγμα κόπωσης. Συγκεκριμένα, ήταν η κνήμη με ποσοστό 33%, τα οστά του ταρσού 20%, τα μετατάρσια οστά 20%, το μηριαίο οστό 11%, η περόνη 7% και η πύελος 7%. Το κάταγμα από καταπόνηση στο οστό της κνήμης είναι ένα συνηθισμένο ανατομικό σημείο τραυματισμού. Τα συμπτώματα που παρουσιάζονται είναι ο έντονος πόνος στον έσω άξονα της κνήμης, ο οποίος σταδιακά αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου και τη συχνότητα της επιβάρυνση (Kahanov et al., 2015). Για την αντιμετώπιση του τραυματισμού χρειάζεται περιορισμός της δραστηριότητας και συντηρητική αντιμετώπιση (Kiel & Kaiser, 2023).

Το δεύτερο και τρίτο μετατάρσιο αποτελεί το 20% των καταγμάτων κόπωσης. Συνήθως, συμβαίνει λόγω της πίεσης που ασκούνται στα μετατάρσια και στην κόπωση των μυών της πελματιαίας κάμψης κατά τη διάρκεια συνεχόμενου τρεξίματος, το οποίο αυξάνει την πίεση στα μετατάρσια. Οι αθλητές παρουσιάζουν έντονο πόνο ακόμη και οίδημα (Kahanov et al., 2015).

Τα ταρσικά οστά αποτελούν και αυτά το 20% των καταγμάτων κόπωσης στους δρομείς, με την πλειοψηφία να εμφανίζεται σε δρομείς μικρών αποστάσεων-ταχυτήτων. Το σκαφοειδές οστό, είναι ευάλωτο στον τραυματισμό λόγω της περιορισμένης αιμάτωσης και έτσι μειώνετε η επούλωση. Η διάγνωση είναι δύσκολη λόγω του διάχυτου πόνου σε όλο το πόδι (Kahanov et al., 2015). Τέλος, αποτελεί έναν τραυματισμό υψηλού κινδύνου, διότι υπάρχει μεγάλο ποσοστό μη ένωσης του οστού (Kiel & Kaiser, 2023).

Το κάταγμα κόπωσης στο μηριαίο οστό εμφανίζεται με πόνο στο ισχίο στη βουβωνική χώρα, στους γλουτούς, στους μηρούς ή και στο γόνατο. Το ποσοστό νοσηρότητας είναι 20%, με το πιο κοινό ανατομικό στοιχείο, το μηριαίο άξονα. Οι αθλητές παρουσιάζουν έντονο πόνο και μειωμένο εύρος κίνησης (Kahanov et al., 2015).

Η πύελος αντιπροσωπεύει το 1% - 2% όλων των καταγμάτων από καταπόνηση στους δρομείς. Το κάταγμα κόπωσης εμφανίζεται στο ηβικό οστό. Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας εμφανίζεται πόνος στη μέση στους γλουτούς, στους μηρούς και στη



βουβωνική χώρα. Η διάγνωση του συγκεκριμένου κατάγματος γίνεται με μαγνητική τομογραφία και η επιστροφή στην ενεργό δράση κυμαίνεται μεταξύ 7 και 12 εβδομάδων (Kahanov et al., 2015).

Το κάταγμα από καταπόνηση στο ιερό οστό, αποτελεί ένα συνηθισμένο τραυματισμό που χαρακτηρίζεται από πόνο στη μέση. Εμφανίζεται κυρίως σε αγωνίσματα τα οποία έχουν πολλά άλματα και είναι ένας τραυματισμός που δύσκολα διαγιγνώσκετε διότι τα συμπτώματα αντιπροσωπεύουν πολλούς τραυματισμούς όπως η δισκοπάθεια και η ισχυαλγία. Οι αθλητές μετά από το συγκεκριμένο τραυματισμό μπορούν να επιστρέψουν σε αθλητικές δραστηριότητες μετά από 4 έως 6 εβδομάδες με διαχείριση παρόμοια με τα παραπάνω κατάγματα κοπώσεως (Kahanov et al., 2015).

Οι Iwamoto et al.(2018), στην έρευνά τους θέλησαν να εξετάσουν τη συσχέτιση μεταξύ των καταγμάτων κόπωσης της ηλικίας, του φύλου, του αθλητικού επιπέδου, της αθλητικής δραστηριότητας και της ανατομικής θέσης του τραυματισμού. Κατά τη διάρκεια των 18 ετών και 8 μηνών εξετάστηκαν συνολικά 14276 αθλητές (N=14276), εκ των οποίων οι 9123 ήταν άνδρες (M=9123) και οι 5061 ήταν γυναίκες (F=5061). Τα κατάγματα από καταπόνηση εντοπίστηκαν σε 263 αθλητές (N=263), 171 άνδρες (M=171) και 92 γυναίκες (F=92). Η μέση ηλικία των ασθενών ήταν τα 20,2 έτη, 112 ασθενείς(N=112) είχαν μέση ηλικία 15-19 ετών και 90 ήταν 20-24 ετών. Συνολικά, 90 ασθενείς (N=90), (34,2%) ήταν αθλητές ερασιτεχνικού επιπέδου και 173 (65,8%) υψηλού αγωνιστικού επιπέδου. Τα υψηλότερα ποσοστά καταγμάτων από καταπόνηση καταγράφηκαν σε αθλητές καλαθοσφαίρισης (21,3%), μπίιζμπολ (13,7%), κλασικού αθλητισμού (11,4%), κωπηλασίας (9,5%), ποδοσφαίρου και κλασικού μπαλέτου (4,9%). Ενώ τα συχνότερα ανατομικά σημεία στα οποία παρουσιάζονταν το πρόβλημα ήταν η κνήμη (44,1%), ο θώρακας (14,1%) (κυρίως στους αθλητές του μπίιζμπολ και στους κωπηλάτες), στα μετατόρσια οστά (12,9%) στο ωλένιο οστό (8,7%), και στη πύελο (8,4%).

Οι ανατομικές θέσεις, διαφέρουν από αγώνισμα σε αγώνισμα με τους αθλητές της καλαθοσφαίρισης και του κλασικού μπαλέτου να προσβάλλονται από κατάγματα κόπωσης στην περιοχή της κνήμης και στα μετατόρσια οστά. Οι αθλητές του κλασικού αθλητισμού, υπέστησαν κατάγματα στην κνήμη και στο ηβικό οστό. Τέλος, στη



συγκεκριμένη έρευνα παρατηρήθηκαν ότι τα κατάγματα κόπωσης δημιουργήθηκαν σε έφηβους αθλητές υψηλού επιπέδου με σχεδόν ίδιο ποσοστό σε άνδρες και γυναίκες και με συγκεκριμένα αθλήματα να σχετίζονται με συγκεκριμένη ανατομική περιοχή (Iwamoto et al., 2018).

Πίνακας 1 Αθλήματα που συσχετίζονται με το κάταγμα κόπωσης. (Iwamoto et al.,2018).

| ΑΘΛΗΜΑ | n (%) | ΑΝΔΡΕΣ | ΓΥΝΑΙΚΕΣ |
|----------------------------|--------------|---------------|-----------------|
| <i>Καλαθοσφαίριση</i> | 56 (21,3) | 32 | 24 |
| <i>Μπέϊζμπολ</i> | 36 (13,7) | 35 | 1 |
| <i>Κλασικός Αθλητισμός</i> | 30 (11,4) | 21 | 9 |
| <i>Κωπηλασία</i> | 25 (9,5) | 23 | 2 |
| <i>Ποδόσφαιρο</i> | 22 (8,4) | 20 | 2 |
| <i>Κλασικό Μπαλέτο</i> | 13 (4,9) | 0 | 13 |
| <i>Αντισφαίριση</i> | 7 (2,7) | 7 | 0 |
| <i>Πετοσφαίριση</i> | 6 (2,3) | 1 | 5 |

Αιτίες καταγμάτων κόπωση

Η αιτιολογία των καταγμάτων κοπώσεως είναι πολυπαραγοντική και χωρίζεται σε ενδογενείς, εξωγενείς, σε διατροφικούς και ορμονικούς παράγοντες. Οι ενδογενείς παράγοντες, είναι οι παράγοντες εκείνοι που ασχολούνται με τη γεωμετρία των οστών, την πυκνότητά, το σωματικό μέγεθος, τη σύνθεση, καθώς και τη μυϊκή δύναμη και αντοχή των οστών. Αντίθετα, οι εξωγενείς παράγοντες είναι η επιφάνεια άθλησης, η υπόδηση, το εξωτερικό φορτίο κ.α. (Ραφαηλίδης et al., 2009).



Ενδογενείς παράγοντες

Οστική πυκνότητα

Σύμφωνα με την έρευνα των Bennell et al. (1990), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η οστική πυκνότητα σχετίζεται με το κάταγμα κόπωσης στις αθλήτριες, οι οποίες είχαν μικρότερη οστική πυκνότητα. Οι αθλήτριες με το συγκεκριμένο τραυματισμό είχαν συχνά προβλήματα εμμηνορροϊκής διαταραχής σε συνδυασμό με χαμηλά επίπεδα πρόσληψης διατροφικού ασβεστίου. Επιπλέον, οι Louis et al. (1991), διεξήγαγαν μια έρευνα με 35 γυναίκες δρομείς (F=35), με μέσο όρο ηλικίας 17 έως 35 ετών και διέκριναν ότι οι αθλήτριες με ηλικία από 17 έως 26 ετών που είχαν εμμηνορροϊκές διαταραχές είχαν και χαμηλή οστική πυκνότητα.

Επιπλέον, η μελέτη των Carbon, Sambrook, Deakin, Fricker, Eisman, Kelly, KenMaguire, & Yeates (1990), έδειξε ότι η χαμηλή οστική πυκνότητα σχετίζεται με την εμμηνορροϊκή διαταραχή που μπορεί να προκληθεί από την έντονη άσκηση και να οδηγήσει σε αυξημένο κίνδυνο για την εμφάνιση κατάγματος κοπώσεως. Συγκεκριμένα, από τις 9 αθλήτριες (F=9) που έλαβαν μέρος στην έρευνα, οι 4 (F=4) είχαν αμηνόρροια, εκ των οποίων οι 2 (F=2) δεν είχαν φτάσει στην εμμηναρχή, οι 3 (F=3) ήταν ολιγομηνόρροιακές και 2 (F=2) είχαν φυσιολογική έμμηνο ρύση. Η συγκεκριμένη μελέτη έδειξε σημαντική μείωση της οστικής πυκνότητας στις αθλήτριες που είχαν αμηνόρροια ή βρισκόταν πριν την εμμηναρχή, καθώς και σε αυτές που ήταν ολιγομηνόρροιακές και είχαν υποστεί κάποιο κάταγμα κόπωσης.

Γεωμετρία οστού

Οι μηχανικές ιδιότητες των οστών ποικίλλουν ανάλογα με το φύλο και την ηλικία. Στα μακρά οστά η γεωμετρία είναι σύνθετη και διαφοροποιείται κατά μήκος του οστού. Άρα, η αντοχή του οστού είναι συνυφασμένη με τη γεωμετρία του (Χατζηπαπάς, 2007).

Η αντοχή ενός οστού δεν εξαρτάται μόνο από την οστική του πυκνότητα, αλλά και από τη γεωμετρία του. Τα οστά φορτίζονται με καμπτικά ή στρεπτικά φορτία. Η ποσότητα της επιβάρυνσης για ένα οστό είναι ανάλογη της εγκάρσιας διατομής του. Επομένως, ένα



οστό είναι ανθεκτικό και δυνατό όσο μεγαλύτερη είναι η περιοχή στην οποία δέχεται τη φόρτιση (Ραφαηλίδης et al., 2009).

Σκελετική ευθυγράμμιση

Η σκελετική ευθυγράμμιση ενός οστού βοηθάει στο να ερμηνευτεί τι ποσοστό δύναμης απορροφάτε από το πόδι και πόση μεταφέρεται στο οστό κατά την επαφή του ποδιού στο έδαφος. Για παράδειγμα, η πλατυποδία η οποία συνδέεται με τον υπερπρηνισμό μπορεί να δημιουργήσει συστροφή στην κνήμη και να μετατρέψει τα συμπιεστικά φορτία σε στρεπτικά. Αντίθετα, στην κοιλοποδία η καμάρα δεν μπορεί να απορροφήσει τους κραδασμούς του ποδιού στην επαφή με το έδαφος, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται δυνάμεις και να φορτίζονται τα οστά της κνήμης και του ισχίου. Επομένως, και στην πλατυποδία αλλά και στην κοιλοποδία μπορούν να δημιουργηθούν κατάγματα κόπωσης. Επιπρόσθετα, η ανισότητα στο μήκος των κάτω άκρων είναι υπεύθυνη για την εμφάνιση καταγμάτων κόπωσης. Υπάρχουν 3 κατηγορίες που περιλαμβάνουν το λειτουργικό, ανατομικό και περιβαλλοντικό κοντό κάτω άκρο σε σχέση με την ανισότητα μήκους: α) Το λειτουργικό κοντό κάτω άκρο που δημιουργείται από μυϊκή αδυναμία ή από ανελαστικότητα της πυέλου ή της ποδοκνημικής β) το κατασκευαστικά ή ανατομικά κοντό κάτω άκρο γ) λόγω περιβάλλοντος κοντό κάτω άκρο. Πολλές έρευνες αναφέρουν ότι οι δρομείς που δεν είχαν διαφορές στο μήκος των κάτω άκρων δεν εμφανίζουν ή υπήρχαν λιγότερες περιπτώσεις εμφάνισης καταγμάτων κόπωσης από δρομείς με ασυμμετρία στα κάτω άκρα. Συμπερασματικά, η ανισότητα στο μήκος των ποδιών είναι υπεύθυνη για την πρόκληση πολλών μυοσκελετικών τραυματισμών (Ραφαηλίδης et al., 2009).

Μέγεθος και σύνθεση του σώματος

Το σωματικό μέγεθος και η σύνθεση των μαλακών ιστών μπορούν να συμβάλουν στην εμφάνιση καταγμάτων από καταπόνηση. Το σωματικό βάρος συνδέεται με τη δύναμη αντίδρασης του εδάφους. Επομένως, αθλητές που έχουν αυξημένο σωματικό βάρος θα αναπτύξουν και μεγαλύτερες δυνάμεις φόρτισης σε μια προπονητική μονάδα. Το μέγεθος και η σύνθεση του σώματος επηρεάζουν την οστική πυκνότητα και την



εμμηνορροϊκή λειτουργία, οπότε αυτομάτως αυξάνονται και οι πιθανότητες εμφάνισης κατάγματος κόπωσης (Ραφαηλίδης et al., 2009).

Διατροφή

Οι διατροφικές συνήθειες θα μπορούσε να θεωρηθεί παράγοντας εμφάνισης ενός κατάγματος κοπώσεως. Υπάρχουν σχετικά λίγες έρευνες με τον ρόλο της διατροφής στην πρόληψη και αποκατάσταση των τραυματισμών στα οστά, όπως είναι το κάταγμα από καταπόνηση (Graeme, Sale, Baar & Bermon, 2018).

Σύμφωνα με το Palacio (2006), τα βασικά θρεπτικά συστατικά για την υγεία των οστών είναι το ασβέστιο, η πρωτεΐνη, το μαγνήσιο, το φώσφορο, η βιταμίνη D, το κάλιο και το φθόριο. Άλλα θρεπτικά συστατικά για την ανάπτυξη του οστικού ιστού είναι το μαγγάνιο, ο χαλκός, το βόριο, ο σίδηρος, ο ψευδάργυρος, η βιταμίνη A, K, C, και B. Το πυρίτιο ανήκει στη λίστα των βασικών θρεπτικών συστατικών για την υγεία των οστών. Με δεδομένο αυτό, η κατανάλωση γαλακτοκομικών φρούτων και λαχανικών αποτελούν κύριες πηγές θρεπτικών συστατικών για την υγεία των οστών.

Οι Moran, Heled, Arbel, Israeli, Finestone, Evans, & Yanovich (2012), αναφέρουν ότι η εμφάνιση του κατάγματος κοπώσεως συσχετίζεται με τις προαναφερόμενες διατροφικές ελλείψεις, αλλά και στην πρόσληψη υδατανθράκων. Τέλος, η σωστή διατροφική πρόσληψη είναι σημαντική για την διατήρηση της φυσικής κατάστασης και της υγείας των αθλητών. Αντίθετα, η λανθασμένη διατροφική πρόσληψη μπορεί να έχει αρνητική επίδραση στη σωματική απόδοση, η οποία με τη σειρά της συμβάλλει σε αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού (Graeme et al., 2018).

Βιταμίνη D & Ασβέστιο.

Η βιταμίνη D παίζει σημαντικό ρόλο στον οστικό μεταβολισμό, αλλά και σε άλλα μεταβολικά νοσήματα, όπως αυτά που σχετίζονται με την ανοσολογική απάντηση και τα νεοπλάσματα (Χατζηπαπάς, 2007). Είναι τεκμηριωμένο ότι πολλοί αθλητές έχουν έλλειψη βιταμίνης D λόγω έλλειψης έκθεσης στο ηλιακό φως. Η έλλειψη βιταμίνης D μπορεί να επηρεάσει τη μυϊκή αναγέννηση και την υγιή ανάπτυξη των οστών (Graeme et al., 2018).



Η βιταμίνη D είναι απαραίτητη για την υγεία των οστών, συμβάλλει στον ανθρώπινο σκελετό, στην οστεβλαστική διαδικασία, συμβάλλει στη μεταφορά του ασβεστίου και μειώνει την παραθυροειδή ορμόνη (Arendt, Letha & Garrick, 2008). Επιπλέον σε αθλητές με επαναλαμβανόμενα κατάγματα κοπώσεως συνιστάται ο έλεγχος της βιταμίνης D και του ασβεστίου (Kiel et al., 2003).

Οι Miller, Dunn, Ciliberti, Patel & Swanson (2016), έδειξαν αυξημένο κίνδυνο κατάγματός από καταπόνηση σε αθλητές που προσλαμβάνουν χαμηλή ποσότητα βιταμίνης D και ασβεστίου. Αντίθετα, η βελτίωση της ποσότητας της βιταμίνης D και του ασβεστίου έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τις πιθανότητες εμφάνισης του συγκεκριμένου τραυματισμού (Larpe, Cullen, Haynatzki, Recker, Ahlf, & Thompson, 2008).

Εξωγενείς Παράγοντες

Επιφάνεια άθλησης

Τα κατάγματα κοπώσεως συνδέονται σε μεγάλο βαθμό με την επιφάνεια άθλησης του δρομέα. Μια μαλακή επιφάνεια μπορεί να οδηγήσει σε σύντομη μυϊκή κόπωση και σε μεγάλη φόρτιση των οστών. Αντίθετα, μια σκληρή επιφάνεια αυξάνει τους κραδασμούς και την επιβάρυνση των οστών. Επομένως, οι δρομείς θα πρέπει να ασκούνται σε ποικίλες επιφάνειες και να αποφεύγονται οι απότομες αλλαγές και η συνεχόμενη χρήση της καινούργιας επιφάνειας (Ραφαηλίδης et al., 2009).

Υπόδηση

Ο στόχος της υπόδησης είναι να μετριάσει τους κραδασμούς και τις δονήσεις που προέρχονται από την επαφή του ποδιού με το έδαφος. Πολλοί αθλητές, χρησιμοποιούν εσωτερικά απορροφητικά στα υποδήματα με σκοπό να μειώσουν τα φαινόμενα συνδρόμων υπέρχρησης. Συγκεκριμένα, οι αθλητές του κλασικού αθλητισμού χρησιμοποιούν παπούτσια για τρέξιμο με καρφιά, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν την εμφάνιση κατάγματος από καταπόνηση. Τα κύρια χαρακτηριστικά τα οποία θα πρέπει να έχει ένα καλό υπόδημα είναι τα εξής:

- 1) Σκληρότητας της μέσης σόλας.



- 2) Το πλάτος της μέσης σόλας.
- 3) Το ύψος της πτέρνας.
- 4) Η άκρη της πτέρνας.
- 5) Οι σταθεροποιητικοί μηχανισμοί.
- 6) Η στρεπτική ευλυγισία (Ραφαηλίδης et al., 2009).

Προπονητικοί παράγοντες

Ένα κάταγμα κόπωσης μπορεί να δημιουργηθεί από επαναλαμβανόμενη μηχανική φόρτιση, η οποία προέρχεται από την αθλητική προπόνηση. Βέβαια δεν έχει διευκρινιστεί κατά πόσο και ποια από τα στοιχεία επιβάρυνσης μιας προπονητικής μονάδας επηρεάζει την εμφάνιση του συγκεκριμένου τραυματισμού.

Άλλοι παράγοντες επικινδυνότητας

Ηλικία

Η σχέση μεταξύ ηλικίας και κατάγματος από καταπόνηση είναι αμφιλεγόμενη και αυτό συμβαίνει διότι από τη μία η οστική πυκνότητα μειώνεται κατά την πάροδο της ηλικίας με αποτέλεσμα τη μη αποτελεσματική ικανότητα του οστού να αντέξει στις επαναλαμβανόμενες φορτίσεις και από την άλλη, έφηβοι και παιδιά με μειωμένη ανάπτυξη των οστών κινδυνεύουν λόγω του ότι η πυκνότητα των οστών δεν έχει ολοκληρωθεί μέχρι την εφηβεία (Ραφαηλίδης et al., 2009).

Προηγούμενοι τραυματισμοί

Άλλος ένας παράγοντας που μπορεί να οδηγήσει σε κάταγμα κόπωσης είναι κατά πόσο ένας δρομέας είχε ουσιαστική και αποτελεσματική αποκατάσταση σε ένα προηγούμενο τραυματισμό (Ραφαηλίδης et al., 2009).

Αποκατάσταση

Οι περισσότερες κατηγορίες καταγμάτων κόπωσης επουλώνονται σε 8 εβδομάδες και μόνο ένα μικρό ποσοστό χρειάζεται χειρουργική επέμβαση (Kahanov et al., 2015).



Σύμφωνα με τους Kahanon et al. (2015), υπάρχει ένα πρωτόκολλο 2 φάσεων για την αποκατάσταση των δρομέων με κατάγμα κόπωσης. Η πρώτη φάση περιλαμβάνει την αποκατάσταση της υπόλοιπης ανατομικής περιοχής και τη διατήρηση της αερόβιας ικανότητας, με φορτίσεις οι οποίες να είναι ανεκτές για τον αθλητή, όπως είναι η ποδηλασία, το τρέξιμο σε διάδρομο κατά της βαρύτητας και η κολύμβηση. Η δεύτερη φάση περιλαμβάνει την έναρξη μιας σταδιακής προόδου του αθλητή. Στη φάση αυτή η αποκατάσταση του αθλητή θα πρέπει να ξεκινήσει 2 εβδομάδες αφότου είναι απαλλαγμένος από κάθε είδους πόνο και βασίζεται στην προοδευτική επιστροφή σε δραστηριότητες που είναι σχεδόν οι ίδιες με το αγώνισμα του. Επιπλέον, κατά την δεύτερη φάση της αποκατάστασης, ο αθλητής θα πρέπει να επικεντρωθεί στην αύξηση της μυϊκής αντοχής, στη σταθερότητα του πυρήνα και της πυελικής ζώνης, στην ισορροπία, και την ευλυγισία.

Η άσκηση ως μέσω πρόληψης των καταγμάτων εκ κοπώσεως

Οι σκελετικοί μύες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη καταγμάτων εκ κοπώσεως. Στα αγωνίσματα αντοχής και ημιαντοχής έχει αποδειχθεί ότι ακόμα και στα χαμηλά επίπεδα μυϊκής κόπωσης το φορτίο της πρόσκρουσης των οστών μπορεί να επηρεαστεί και η καταπόνηση των οστών μετά από μια κουραστική προπόνηση μπορεί να αυξηθεί. Επομένως, προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης και ιδιαίτερα του γαστροκνήμιου μυ συμβάλλουν στη μείωση των πιθανοτήτων κατάγματος εκ κοπώσεως. Τέλος, η μειωμένη μυϊκή δύναμη και το μικρό μέγεθος των μυών προδιαθέτουν ένα κατάγμα κόπωσης (Bennell & Brukner, 2005).

Οι δυνατοί μυς σε ένα άκρο μπορούν να προστατεύσουν το οστό μειώνοντας τις δυνάμεις αντίδρασης στις αρθρώσεις και μοιράζοντας το φορτίο με τα παρακείμενα οστά. Οι ασκήσεις ενδυνάμωσης μπορεί να είναι ενδυνάμωση των ραχιαίων καμπτήρων του κάτω άκρου και του τετρακέφαλου (Ραφαηλίδης et al., 2009).

Όπως προαναφέραμε και παραπάνω, τα προπονητικά λάθη είναι η πιο κοινή αιτία των τραυματισμών στο τρέξιμο. Επομένως, ο σωστός τρόπος άσκησης αποτελεί και ένα ιδανικό μέσο πρόληψης του συγκεκριμένου τραυματισμού. Συγκεκριμένα, ένα σωστό προπονητικό πρόγραμμα θα πρέπει να περιέχει και ασκήσεις ευλυγισίας, προκειμένου να



χρησιμοποιηθεί όλο το μήκος των μυών όπου εκεί θα μειωθούν οι επαναλαμβανόμενες συσπάσεις των μυών γύρω από την κνήμη. Μια προπονητική μονάδα θα πρέπει να περιέχει διατάσεις όλων των μυϊκών ομάδων των κάτω άκρων (προσαγωγών, τετρακέφαλου, γαστροκνημίου και μακρού πελματικού) (Ραφαηλίδης et al., 2009).

Επίσης, η κούραση είναι ένας άλλος ένας παράγοντας για την εμφάνιση του κατάγματος κοπώσεως. Όταν επέλθει η κούραση του μυοσκελετικού συστήματος αλλάζει και η ταχύτητα της νευρομυϊκής αντίδρασης με αποτέλεσμα να υπάρχει ανισορροπία μεταξύ των συναγωνιστών και ανταγωνιστών μυών, και αυτό γιατί η χαλάρωση δεν επέρχεται φυσιολογικά αλλά με καθυστέρηση μετά από μια έντονη μυϊκή συστολή. Επομένως, η κακή φυσική κατάσταση επηρεάζει:

- I. Το εύρος τροχιάς μιας ή περισσότερων αρθρώσεων.
- II. Η ελλιπής ικανότητα αντοχής των οστών των τενόντων, των συνδέσμων και των αρθρικών θυλάκων.
- III. Κακός νευρομυϊκός συντονισμός.
- IV. Μειωμένη ιδιοδεκτικότητα.
- V. Και έλλειψη μυϊκής δύναμης (Ραφαηλίδης et al., 2009).

Τέλος, οι παραπάνω ικανότητες μπορούν να βελτιωθούν μέσω της άσκησης ώστε να έχουμε ως αποτέλεσμα την κατάλληλη προσαρμογή των οστών πριν τη βασική τους προπόνηση, προστατεύοντας τον αθλητή από οποιονδήποτε μυοσκελετικό τραυματισμό (Ραφαηλίδης et al., 2009).

Θεραπευτική άσκηση στο έδαφος

Μια προπονητική μονάδα για την αποκατάσταση καταγμάτων κόπωσης, θα πρέπει να περιέχει και ασκήσεις με αντιστάσεις του κάτω άκρου και του ισχίου, με στόχο την ανάπτυξη της δύναμης αλλά και τη βελτίωση της οστικής πυκνότητας. Πολλά στοιχεία για την προπόνηση της δύναμης δείχνουν ότι οι αθλητές με μεγάλη μυϊκή αδυναμία ήταν περισσότερο επιρρεπείς στην εμφάνιση κατάγματος κόπωσης από αθλητές οι οποίοι είχαν κάνει σωστή μυϊκή ενδυνάμωση. Ως παράδειγμα, είναι η μειωμένη δύναμη του τετρακέφαλου, όπου σε κάποιους δρομείς η κατάσταση αυτή μπορεί να τους αναγκάσει



να τρέχουν με λανθασμένη τεχνική και με εκτεταμένη τη θέση της άρθρωσης του γόνατος κατά την επαφή της πτέρνας με το έδαφος. Η αυξημένη ακαμψία του γόνατος οδηγεί σε υψηλότερες δυνάμεις συμπίεσης της κνήμης, με αποτέλεσμα το κάταγμα κόπωσης της κνήμης (Brian et al., 2013).

Η προπόνηση με αντιστάσεις μπορεί να βελτιώσει και τη δύναμη των οστών (Westcott, 2012). Στην έρευνά τους, οι Snow-Harter, Bouxsein, Lewis, Carter & Marcus (1992), έδειξαν ότι μετά από ένα πρόγραμμα προπόνησης με αντιστάσεις 8 εβδομάδων, η BMD αυξήθηκε κατά μέσο όρο 1,2% στην οσφυϊκή μοίρα κάτι που ήταν στατιστικά σημαντικό σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, η οποία δεν συμμετείχε σε αντίστοιχο πρόγραμμα ενδυνάμωσης.

Η αντοχή στη δύναμη αποτελεί άλλη μια σημαντική ικανότητα της φυσικής κατάστασης για την αποκατάσταση του κατάγματος εκ κοπώσεως. Μια από τις βασικές λειτουργίες του μυϊκού συστήματος είναι να απορροφά τις δυνάμεις πρόσκρουσης κατά τη διάρκεια του τρεξίματος. Ένα κουρασμένο μυϊκό σύστημα είναι λιγότερο ικανό να απορροφήσει τις δυνάμεις πρόσκρουσης και έτσι μεταδίδει μεγαλύτερη επιβάρυνση στο οστό (Brian et al., 2013).

Στη μελέτη των Christina, White & Gilchrist (2001), συμμετείχαν 11 γυναίκες δρομείς (F=11), και υποβλήθηκαν σε κουραστικές ασκήσεις των ραχιαίων καμπτήρων και της ποδοκνημικής άρθρωσης πριν από το τρέξιμο σε διάδρομο και διαπιστώθηκε ότι ο ρυθμός απορρόφησης της μέγιστης δύναμης πρόσκρουσης ήταν υψηλότερος στις προπονήσεις μετά την κούραση, σε σύγκριση με αυτές πριν την κόπωση.

Επομένως, οι ασκήσεις χαμηλής έντασης και υψηλών επαναλήψεων «χτίζουν» την αντοχή στη δύναμη. Σύμφωνα με το Αμερικανικό Κολέγιο Αθλητιατρικής, ένας μικρόκυκλος θα πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 2-3 προπονητικές μονάδες που να αναπτύσσουν την αντοχή στη δύναμη (Brian et al., 2013).

Άλλο ένα σημαντικό στοιχείο στο τρέξιμο είναι η σταθερότητα του πυρήνα (Brian et al., 2013). Οι μύες του πυρήνα, όπως ο εγκάρσιος κοιλιακός και ο έσω λοξός ενεργοποιούνται πριν από την κίνηση των κάτω άκρων υποδεικνύοντας με αυτό τον τρόπο



τη σημασία της σταθερότητας του πυρήνα στον έλεγχο των άκρων (Hodges & Richardson 1996). Το τρέξιμο είναι ένα άθλημα με στοιχεία ισορροπίας, όπου αποτελείται από μια κυκλική κίνηση. Η δύναμη, ο νευρομυϊκός συντονισμός, ο κοιλιακός πυρήνας και η πυελική ζώνη συντονίζουν την κίνηση των άκρων και βελτιώνουν την απορρόφηση των δυνάμεων (Fredericson & Moore, 2005).

Η πυελική ζώνη ελέγχει την δύναμη και τον νευρομυϊκό συντονισμό των απαγωγών του ισχίου και των γλουτιαίων. Η αδυναμία σε αυτούς τους μύς, μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη προσαγωγή του μηρού και εσωτερική περιστροφή, με αποτέλεσμα την αύξηση της ροπής στο γόνατο και με περισσότερη πίεση στην κάτω κινητική αλυσίδα (Niemuth, Johnson, Myers & Thieman, 2005; Ireland, Willson, Ballantyne & Davis, 2003). Αυτό έχει συσχετιστεί με ένα μεγάλο αριθμό καταγμάτων κόπωσης. Τέλος, η ενδυνάμωση αυτών των μυών έχει δείξει βελτίωση στη σωστή τεχνική του τρεξίματος (Edwards, Wright & Hartman, 2005).

Η ισορροπία των μυών είναι εξίσου σημαντική στην αποκατάσταση των τραυματισμών υπέρχρησης. Η προπόνηση της ισορροπίας παρέχει στο ΚΝΣ πληροφορίες για τον συντονισμό της σύνθετης κινητικής αλυσίδας και της κίνησης των αρθρώσεων που συμμετέχουν στο τρέξιμο. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τους δρομείς του βουνού, που πρέπει να προσαρμόζονται στις αλλαγές του εδάφους και γενικότερα στην επιφάνεια του τρεξίματος (Fredericson & Moore, 2005). Το ασκησιολόγιο της ισορροπίας μπορεί να ξεκινήσει με απλές ασκήσεις, όπως η ισορροπία στο ένα πόδι και στη συνέχεια, με ασκήσεις πιο σύνθετες, όπως είναι η ισορροπία σε μια πιο ασταθή επιφάνεια (rocker board) (Brian et al., 2013).

Η ευλυγισία είναι ένα στοιχείο της φυσικής κατάστασης που έχει σαν στόχο τη βελτίωση του εύρους κίνησης και της έκτασης του μυϊκού συστήματος. Στο τρέξιμο η οβελία κίνηση, η κάμψη του ισχίου, η κάμψη του γόνατος και η ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης κρατάνε το κέντρο μάζας χαμηλά και βοηθάει στην διάχυση των δυνάμεων (Dugan & Bhat, 2005). Επομένως, ο περιορισμός του εύρους κίνησης των μυών μπορεί να περιορίσει την ικανότητα του κάτω άκρου και να δεχθεί τις δυνάμεις αντίδρασης από το έδαφος (Fredericson & Moore, 2005).



Οι αθλητές αντοχής και ημιαντοχής παρουσιάζουν μείωση της VO₂max κατά 7% μέσα σε χρονικό διάστημα 2-3 εβδομάδες από την διακοπή της προπόνησης. Ένας επιπλέον στόχος στη φάση της αποκατάστασης είναι η διατήρηση της φυσικής ικανότητας της αντοχής. Κάποιες μορφές εκγύμνασης της αερόβιας ικανότητας είναι η χρήση του ελλειπτικού μηχανήματος, η ποδηλασία και η κολύμβηση (Brian et al., 2013). Η πρώιμη ενσωμάτωση της αερόβιας ικανότητας στην περίοδο της αποκατάστασης μπορεί να επαναφέρει τους αθλητές των δρόμων αντοχής νωρίτερα στο τρέξιμο (Knobloch, Schreibmueller, Jagodzinski, Zeichen & Krettek, 2007; Tenforde, Watanabe, Moreno & Fredericson, 2012).

Σε μια περιπτωσιολογική μελέτη οι (Knobloch et al. 2007; Tenforde et al. 2012), μελέτησαν την επίδραση ενός προγράμματος αποκατάστασης, το οποίο περιλάμβανε 60 έως 90 λεπτά καθημερινής ποδηλασίας και επιπλέον 2 φορές την εβδομάδα 60 λεπτά βαδίσματος Nordic Walking. Μετά τις 2 εβδομάδες εκτέλεσης του συγκεκριμένου προγράμματος, το περπάτημα Nordic Walking σε καθημερινή βάση για 60-90 λεπτά. Το αποτέλεσμα ήταν η αθλήτρια να ξεκινήσει το τρέξιμο 7 εβδομάδες μετά την έναρξη του τραυματισμού. Η παραπάνω μελέτη δείχνει ότι η ενσωμάτωση των διαφόρων προπονητικών δραστηριοτήτων στην πρώιμη διαδικασία της αποκατάστασης μπορεί να οδηγήσει σε μια πιο γρήγορη αποκατάσταση του αθλητή και ταυτόχρονα στην διατήρηση της καρδιοαναπνευστικής αντοχής (Brian et al., 2013).

Παρόλο που οι διάφορες δραστηριότητες για τη διατήρηση της αερόβιας ικανότητας μπορούν να βοηθήσουν στη διατήρηση της, ένα ολοκληρωμένο και σωστό πρόγραμμα αποκατάστασης ενός δρομέα θα πρέπει να έχει ίδια κινηματικά στοιχεία και απαιτεί την ενεργοποίηση συγκεκριμένων μυϊκών ομάδων του αγωνίσματος του αθλητή. Τέτοιες μορφές εκγύμνασης είναι το DWR και το ATT (Brian et al., 2013).

Το τρέξιμο σε διάδρομο κατά της βαρύτητας (ATT) είναι ένας διάδρομος ο οποίος έχει ένα θάλαμο γεμάτο από αέρα ελεγχόμενης πίεσης που καλύπτει το κάτω μέρος του σώματος, χωρίς βάρος από το 100% έως και το 20% του σωματικού βάρους. Πολλές από της κλασικές προπονήσεις μπορούν να γίνουν στο διάδρομο κατά της βαρύτητας. Μεγάλες αποστάσεις, διαλειμματικές προπονήσεις, ακόμη και fartleks μπορούν να γίνουν στον ATT



υπό την προϋπόθεση να χρησιμοποιείτε το κατάλληλο ποσοστό ΣΒ, ώστε ο αθλητής να μην πονάει κατά τη διάρκεια ή μετά τη συνεδρία. Μόλις ο αθλητής φτάσει στο 85%-90% ΣΒ ο δρομέας μπορεί να ενσωματώσει στην προπόνησή του το τρέξιμο στο έδαφος. Τέλος, ο ΑΤΤ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την εκγύμναση αθλητών μεγάλων χιλιομετρικών αποστάσεων, περιορίζοντας έτσι τον κίνδυνο τραυματισμού από τον όγκο της προπόνησης (Brian et al., 2013).

Οι ιδιότητες του νερού

Η άσκηση στο νερό ή αλλιώς η υδροθεραπεία είναι η χρήση του νερού ως θεραπευτικού μέσου (Μπενέκα, Μάλλιου, Πάφης, Μάλλιου & Κούτρα, 2015). Το υδάτινο περιβάλλον έχει πολλές δυνατότητες αποκατάστασης και εκτείνεται από την αποκατάσταση τραυματισμών έως και την διατήρηση της υγείας (Becker, 2019). Η θεραπευτική άσκηση στο νερό είναι η εφαρμογή ασκήσεων που σε συνδυασμό με τις ιδιότητες του υδάτινου περιβάλλοντος βοηθούν στη λειτουργικότητα των ατόμων με μυοσκελετικές και νευρολογικές παθήσεις. Συγκεκριμένα, βοηθούν στη βελτίωση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων, στην ευλυγισία των μυών, στην μυϊκή δύναμη, στην λειτουργικότητα και την ισορροπία (Μπενέκα και συν., 2015). Η βύθιση στο νερό έχει βαθιά βιολογικά αποτελέσματα που βοηθούν όλα τα ομοιοστατικά συστήματα του οργανισμού. Οι επιδράσεις του νερού είναι τόσο άμεσες που έχουν θεραπευτική αποτελεσματικότητα για μια μεγάλη ποικιλία προβλημάτων υγείας. Η υδροθεραπεία είναι ευεργετική για την διαχείριση μυοσκελετικών και νευρολογικών προβλημάτων καθώς και καρδιοπνευμονικών (Becker, 2019).

Οι παράμετροι του υδάτινου περιβάλλοντος που επηρεάζουν τη φυσιολογική αλλαγή είναι η πυκνότητα, η υδροστατική πίεση, η άνωση, η αντίσταση και η θερμοκρασία (Becker, 2019).



Πυκνότητα

Η σύσταση του σώματος καθορίζει τη σχετική πυκνότητα δηλαδή το ειδικό βάρος. Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται από λιπώδη ιστό, οστά και άλιπη σωματική μάζα. Τα στοιχεία αυτά έχουν διαφορετικό ειδικό βάρος (Μπενέκα και συν., 2015). Η άλιπη σωματική μάζα (οστά, μύες, συνδετικός ιστός και όργανα) έχει σχετική πυκνότητα 1,1, ενώ η λιπώδης μάζα (βασικό σωματικό λίπος και λίπος που υπερβαίνει τις βασικές ανάγκες), έχει σχετική πυκνότητα 0,9 (Bloomfield, Fricker & Fitch, 1992). Συμπερασματικά ένα γυμνασμένο άτομο με σχετική πυκνότητα >1 , επιπλέει με μεγαλύτερη δυσκολία από ένα άτομο με μεγαλύτερη λιπώδη μάζα (Μπενέκα και συν., 2015).

Άνωση

Η άνωση ή πλευστότητα είναι μια ιδιότητα κατά την οποία σύμφωνα με τον Αρχιμήδη «κάθε σώμα βυθισμένο σε ρευστό δέχεται άνωση με το βάρος του ρευστού που εκτοπίζει». Δηλαδή, αντιπροσωπεύει τη δύναμη που αντιτίθεται στη βαρύτητα ακόμη και όταν το σώμα βυθίζεται μερικώς ή πλήρως (An, Lee & Yi, 2019). Επομένως, όταν ένα σώμα βρίσκεται στο νερό επηρεάζεται από 2 αντίθετες δυνάμεις: Από τη βαρύτητα ευεργετώντας μέσω του ΚΒ της άνωσης που δρα μέσω του κέντρου πλευστότητας. Όταν το βάρος του σώματος ισούται με το βάρος του εκτοπισμένου υγρού, τότε το ΚΒ και το κέντρο πλευστότητας ευθυγραμμίζονται κάθετα. Αν όμως, τα 2 βάρη δεν είναι τα ίδια τότε υπάρχει ροπή. Η ροπή στο ανθρώπινο σώμα μπορεί να επιτρέψει να έχει όρθια θέση στο νερό με το κεφάλι έξω από το νερό ή να βρίσκεται σε ύπτια θέση (Holmes, 2000).

Η υδροστατική πίεση

Σύμφωνα με τον Pascal, η υδροστατική πίεση είναι η πίεση του υγρού που ασκείται σε όλες τις επιφάνειες ενός βυθισμένου σώματος σε ένα δεδομένο βάθος και είναι ευθέως ανάλογη τόσο του βάθους όσο και της πυκνότητας του υγρού (Holmes, 2000). Η υδροστατική πίεση ενισχύει τη ροή του αίματος αλλάζοντας την πίεση που ασκείται στο σώμα και προς τα βασικά όργανα (καρδιά, εγκέφαλο και πνεύμονες) (An et al., 2019). Με αυτόν τον τρόπο η υδροστατική πίεση βοηθάει στη σταθεροποίηση των ασταθών αρθρώσεων (Holmes, 2000).



Η αντίσταση του νερού

Όταν ένα μέρος του σώματος κινείται σε αναλογία με το νερό και έχει επίδραση της αντίστασης του νερού ονομάζεται οριζόντια αντίσταση του ρευστού και του στροβιλισμού. Υπό την στροβιλώδη ή μη μόνιμη ροή, η αντίσταση αυξάνεται. Επειδή η πυκνότητα του νερού είναι μεγάλη, συνεπώς αυξάνεται και η αντίσταση του σώματος έχοντας ως αποτέλεσμα την αύξηση της ενεργειακής δαπάνης κατά την άσκηση και την ταυτόχρονη εκγύμναση του καρδιοαναπνευστικού και μυοσκελετικού συστήματος (Takeshima et al., 2000). Όσο μεγαλύτερη δύναμη ασκείται μέσα στο νερό, τόσο αυξάνεται και η αντίσταση του. Αντίστοιχα και όταν μειώνεται η δύναμη, η αντίσταση μειώνεται σε μηδενική. Επομένως, όταν ένα άτομο ακολουθεί ένα πρόγραμμα αποκατάστασης στο νερό και αισθανθεί πόνο, μπορεί να μειώσει τη δύναμη ή και να σταματήσει την κίνηση δεδομένου ότι η αντίσταση μειώνεται. Αυτό επιτρέπει τον απόλυτο έλεγχο των κινήσεων (Pöyhönen, Keskinen, Hautala & Mälkiä, 2000).

Η θερμοκρασία

Το νερό είναι ένας αποτελεσματικός αγωγός θερμότητας. Η θερμική αγωγιμότητα του νερού σε συνδυασμό με την υψηλή θερμοκρασία του νερού καθιστά την αποκατάσταση στο νερό ευεργετική διότι μπορεί να διατηρεί και να μεταφέρει τη θερμότητα στο σώμα. Το νερό ανάλογα με την θερμοκρασία που έχει μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα ευρύ φάσμα αποκατάστασης. Ως παράδειγμα, μπορούμε να θέσουμε τις χαμηλές θερμοκρασίες νερού (10°C – 15°C) όπου χρησιμοποιούνται για την μείωση του μυϊκού πόνου και του μυϊκού κάματος. Όμως, οι θερμοκρασίες οι οποίες χρησιμοποιούνται από το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού γενικής αποκατάστασης είναι 33,5°C με 35,5°C που επιτρέπουν μεγάλη διάρκεια βύθιση μέσα στο νερό και ασκησιολόγιο που έχει θεραπευτικά αποτελέσματα χωρίς ο ασκούμενος να παγώνει ή να ζεσταίνεται υπερβολικά (Becker, 2019).

Θεραπευτική άσκηση στο νερό και κάταγμα κόπωσης

Η θεραπευτική άσκηση στο νερό έχει πολλά οφέλη στον μυοσκελετικό σύστημα. Τα αποτελέσματα της θεραπευτικής άσκησης προκαλούνται από τις ιδιότητες του νερού



και κυρίως από την υδροστατική πίεση και τη θερμοκρασία του υγρού που προκαλούν αύξηση της παροχής αίματος στο μυϊκό σύστημα και της καρδιακής παροχής, με αποτέλεσμα την μείωση του οιδήματος, του πόνου και των διάφορων συμπτωμάτων του κατάγματος κόπωσης. Για ένα τραυματισμό όπως είναι το κατάγμα κόπωσης, ένα πρόγραμμα θεραπευτικής άσκησης στο νερό μπορεί να διαφοροποιήσει το βάρος του ασκούμενου και συνεπώς τη φόρτιση λόγω της άνωσης ως αντίρροπη δύναμη. Όταν το επιτρέψουν τα συμπτώματα, ο αθλητής μπορεί να ξεκινήσει ένα πρόγραμμα αποκατάστασης σε βαθιά πισίνα όπου θα ασκείται με ελάχιστη επίδραση της βαρύτητας. Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ασκήσεις ΑΚΑ και ΚΚΑ. Το ασκησιολόγιο στα ρηχά νερά ανήκει στην κατηγορία της ΚΚΑ, ενώ η άσκηση σε βαθιά νερά ανήκουν στην κατηγορία της ΑΚΑ (Becker, 2019).

Στην έρευνα που διεξήγαγαν οι Kim, Kim, Kang, Lee & Childers (2010), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ένα υδάτινο πρόγραμμα αποκατάστασης παρέχει πρώιμη ανάρρωση μετά από ένα κατάγμα κόπωσης. Στη συγκεκριμένη έρευνα υπήρχαν 2 ομάδες αποκατάστασης. Η μία ομάδα ακολούθησε ένα τυπικό πρόγραμμα αποκατάστασης στην ξηρά και η δεύτερη ομάδα ακολούθησε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης στο νερό. Στα αποτελέσματα και οι 2 ομάδες έδειξαν σημαντική βελτίωση σε όλες τις ικανότητες. Ωστόσο, ένα μεγάλο μέρος βελτίωσης εντοπίστηκε στην ομάδα που ακολούθησε την αποκατάσταση στο νερό. Συγκεκριμένα, στη δεύτερη και τέταρτη εβδομάδα μετά τον τραυματισμό σημειώθηκε σημαντική βελτίωση στην VAS, OCI3, TCT, %SCST. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η δεύτερη ομάδα βελτιώθηκε πιο γρήγορα από ότι η πρώτη. Η άσκηση στο νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί επειδή το νερό παρέχει ένα ασφαλές περιβάλλον, όπου το σώμα υποστηρίζεται από την άνωση. Επομένως, η αποκατάσταση στο νερό αποτελεί ένα μέσω γρήγορης αποκατάστασης για τους αθλητές που πρέπει να ξεκινήσουν την αγωνιστική τους δράση (Kim et al., 2010).

Το DWR είναι μια μορφή τρεξίματος που έχει ίδια κινηματικά στοιχεία με τα δρομικά αγωνίσματα, αποτελώντας μια αποτελεσματική μορφή προπόνησης μετά από ένα κατάγμα κόπωσης. Το τρέξιμο σε βαθιά νερά επιτρέπει στο δρομέα να προσομοιώνει την τεχνική του τρεξίματος και να διατηρεί την επίδοση του αθλητή σταθερή (Brian et al., 2013).



Στις έρευνές τους οι Jan & Jan (1992) ; Butts, Tucker & Greening (1991), έδειξαν ότι η μέθοδος DWR μπορεί να αναπτύξει παρόμοια επίπεδα VO₂max με το τρέξιμο στην ξηρά. Στο ίδιο αποτέλεσμα κατέληξε και η έρευνα των Randall, Moffatt, Bradledy, Dae & Cucuzzo (1996) σύμφωνα με τις μετρήσεις της καρδιοαναπνευστικής απόδοσης μεταξύ ανδρών που ακολούθησαν ένα πρόγραμμα προπόνησης 6 εβδομάδων και στις 2 ομάδες, (DWR & TMR) δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά. Στο DWR χρησιμοποιείτε ένα μικρό μέρος της μυϊκής μάζας του άνω μέρους του σώματος, και σχεδόν καθόλου ο γαστροκνήμιο μυς όπως στο TMR. Ακόμη και ο καρδιακός ρυθμός μειώνεται λόγω της θερμοκρασίας του νερού (Brian et al., 2013).



III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Για την υλοποίηση της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκε δείγμα μιας αθλήτριας μεσαίων αποστάσεων (N=1). Η αθλήτρια ήταν 17 ετών, με προπονητική ηλικία 10 χρόνια, με Δείκτη Μάζας Σώματος, 14,44 kg/εκατοστά², σωματική μάζα 49 kg, ποσοστό σωματικού λίπους 17% και ύψος 163cm, με διεγνωσμένο κάταγμα κόπωσης στην ποδοκνημική άρθρωση. Ακολουθήθηκε συνδυασμένο πρόγραμμα άσκησης στο νερό και στο έδαφος, συνολικής διάρκειας 6 εβδομάδων.

Περιγραφή μετρήσεων και όργανα μέτρησης

Ανθρωπομετρικές μετρήσεις

Οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις διεξήχθησαν στο χώρο ενός κέντρου αποκατάστασης, ενώ οι δοκιμασίες ελέγχου της φυσικής κατάστασης έγιναν στο Δημοτικό στάδιο της Χίου αφού η αθλήτρια υπέγραψε μια υπεύθυνη δήλωση ότι συναινεί για τη συμμετοχή της στην έρευνα. Στη συνέχεια, μετρήθηκε το ύψος, το βάρος, ο δείκτης μάζας σώματος και η σύσταση του σώματος της συμμετέχουσας. Πριν από την έναρξη κάθε μέτρησης και δοκιμασίας παρέχονταν στον δοκιμαζόμενο σαφείς οδηγίες. Τα όργανα κάθε μέτρησης βαθμονομούνταν πριν από την έναρξη και η διεξαγωγή των μετρήσεων, οργανώθηκε με τέτοιο τρόπο, ώστε να παρέχεται στον δοκιμαζόμενο εξοικείωση με τα όργανα και τις δοκιμασίες. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στην αρχή και στο τέλος του προγράμματος.

Μέτρηση ύψους

Το ύψος αξιολογήθηκε με το αναστημόμετρο (Stadiometer 208 Seca, Birmingham, UK). Η μέτρηση έγινε χωρίς η δοκιμαζόμενη να φορά υποδήματα και ζητήθηκε να έχει ενωμένες τις φτέρνες και ταυτόχρονα η πλάτη να βρίσκεται σε επαφή με το αναστημόμετρο.



Μέτρηση σωματικού Βάρους

Η μέτρηση του σωματικού βάρους έγινε με τη χρήση ζυγαριάς ακριβείας (Kern, DE 150K2D), χωρίς η δοκιμαζόμενη να φοράει υποδήματα και κατανέμοντας το βάρος της και στα 2 πόδια.

Υπολογισμός ΔΜΣ

Ο ΔΜΣ είναι ένας δείκτης που χρησιμοποιείται για να αξιολογήσει αν κάποιο άτομο έχει φυσιολογικό βάρος ή είναι υπέρβαρο ή παχύσαρκο. Από τη στιγμή που μετρήθηκε το ανάστημα και το σωματικό βάρος του ασκούμενου, υπολογίστηκε ο BMI με τον εξής τρόπο: BMI: kg/m².

Βιοηλεκτρική Αγωγιμότητα

Η σύσταση μάζας σώματος έγινε με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής αγωγιμότητας με τον αναλυτή Body Composition Monitor. Η διαδικασία με την οποία έγινε η μέτρηση αυτή είχε ως εξής : Αρχικά εισήχθησαν στον αναλυτή η σωματική μάζα, το ύψος, η ηλικία και το φύλο της δοκιμαζόμενης. Στη συνέχεια, η ασκούμενη ξαπλώσε σε ύπτια θέση και τοποθετήθηκαν 4 ηλεκτρόδια στην δεξιά πλευρά του σώματος (χέρι, καρπός και στο πόδι). Οι οδηγίες που δόθηκαν πριν από την εφαρμογή της BIA στην ασκούμενη ήταν οι εξής:

- 4 ώρες πριν τη μέτρηση απαγορεύεται η πρόσληψη οποιασδήποτε τροφής.
- 12 ώρες πριν δεν επιτρέπεται η άσκηση.
- Η δοκιμαζόμενη πρέπει να έχει ουρήσει τουλάχιστον 30' πριν από την μέτρηση.
- Απαγορεύεται η κατανάλωση αλκοόλ 48 ώρες πριν από την μέτρηση.
- Η εξεταζόμενη έπρεπε να είναι επαρκώς ενυδατωμένη.

Εύρος κίνησης - Γωνιόμετρο

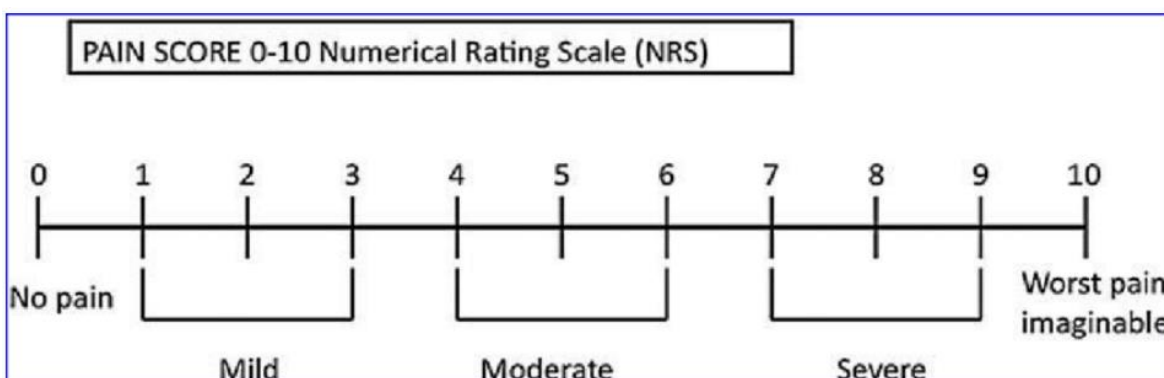
Το γωνιόμετρο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα συνηθισμένο πλαστικό γωνιόμετρο (KaWe). Η συμμετέχουσα βρίσκονταν σε ύπτια κατάκλιση. Ο άξονας του γωνιομέτρου βρίσκονταν στον έξω σφυρό. Ο σταθερός βραχίονας παράλληλα με την περόνη, ενώ ο κινητός βραχίονας ήταν παράλληλος με το 5^ο μετατάρσιο. Ζητήθηκε από τη



συμμετέχουσα, να προσπαθήσει να κάνει αρχικά πελματιαία κάμψη και μετά ραχιαία κάμψη της ΠΔΚ έως το μέγιστο δυνατό εύρος και να παραμείνει στην ακραία θέση για 3". Εκτελέστηκαν 2 προσπάθειες και καταγράφηκε η καλύτερη επίδοση.

Αριθμητική Αξιολόγηση Πόνου (Numeric Rating Scale - NRS)

Η NRS είναι μια αριθμητική κλίμακα αξιολόγησης του πόνου η οποία βαθμονομείται από το 0 έως το 10 με το 0 να αντιστοιχεί στην «απουσία του πόνου», και το 10 να είναι η μέγιστη δυνατή αντίληψη του πόνου από την δοκιμαζόμενη, η οποία επιλέγει έναν αριθμό για να περιγράψει την αίσθηση του πόνου (Katz & Melzack, 1999).



Εικόνα 1 Αριθμητική Αξιολόγηση Πόνου(Numeric Rating Scale - NRS).

Δοκιμασίες ελέγχου Φυσικής Κατάστασης

Στατική Ισορροπία - Time in Balance test

Η ασκούμενη βρισκόταν σε όρθια θέση με τα χέρια στους γοφούς και με τα μάτια κλειστά. Της δόθηκε η οδηγία να ισορροπήσει στο τραυματισμένο πόδι, ενώ ταυτόχρονα καταγράφηκε ο χρόνος (Amila Junso JS -508) ισορροπίας. Η δοκιμασία έληξε, αν το πόδι αιώρησης της ασκούμενης ακουμπούσε στο έδαφος. Το τεστ έγινε 2 φορές με 30'' διαλείμματος μετά από κάθε προσπάθεια.



Δυναμική Ισορροπία - Star Excursion Balance Test.

Τοποθετήθηκε στο έδαφος μια ταινία σε σχήμα αστεριού. Δηλαδή, οι ταινίες τοποθετήθηκαν με τέτοιο τρόπο που εκτείνονταν από το κεντρικό σημείο και απείχαν 45° η μία από την άλλη. Η εξεταζόμενη βρισκόταν με το εξεταζόμενο πόδι σε θέση ισορροπίας στο κέντρο του σχήματος που δημιουργήθηκε. Της δόθηκε η οδηγία να ακουμπήσει με το πόδι αιώρησης τις ταινίες σε διάφορες κατευθύνσεις [anterolateral (AL), anterior (ANT), anteromedial (AM)], και όσο το δυνατόν πιο μακριά, χωρίς να χάσει την ισορροπία της, ή να τοποθετήσει το πόδι αιώρησης στο έδαφος και στη συνέχεια να επανέλθει στην αρχική της θέση. Τέλος, μετρήθηκε η απόσταση από το κέντρο στήριξης μέχρι το σημείο που ακούμπησε το πόδι αιώρησης.

Μονό άλμα με το ένα πόδι

Επάνω στο έδαφος τοποθετήθηκε μια ευθεία γραμμή πάχους 15 εκατοστών. Η αθλήτρια ήταν πίσω από την γραμμή εκκίνησης με μονοποδική στήριξη. Στη συνέχεια, πραγματοποίησε άλμα προς τα εμπρός και προσγειώθηκε με πλήρη έλεγχο του σώματος της στο άκρο που είχε τραυματιστεί. Η απόσταση από την γραμμή εκκίνησης μέχρι το σημείο όπου η φτέρνα ακούμπησε στο έδαφος ήταν το σκορ της δοκιμασίας. Εκτέλεσε 2 δοκιμαστικές προσπάθειες και 2 τελικές με το τραυματισμένο πόδι.

Τριπλό άλμα με το ένα πόδι

Η ασκούμενη όπως και παραπάνω ισορρόπησε πίσω από την γραμμή εκκίνησης σε μονοποδική στήριξη και με το σύνθημα του γυμναστή αποκατάστασης εκτέλεσε 3 συνεχόμενα άλματα και προσγειώθηκε με πλήρη έλεγχο του σώματος της στο ίδιο άκρο. Η απόσταση από την γραμμή εκκίνησης μέχρι το σημείο που ακουμπάει η φτέρνα του τραυματισμένου ποδιού ήταν και το σκορ της αθλήτριας.

Λειτουργική ικανότητα και αλτικότητα - Διαδοχικά άλματα με το ένα πόδι, με εναλλαγή κατεύθυνσης, (μια δεξιά και μια αριστερά) πάνω σε μια ευθεία γραμμή.

Η αθλήτρια στάθηκε στη γραμμή εκκίνησης με μονοποδική στήριξη και με το σύνθημα του γυμναστή αποκατάστασης πραγματοποίησε σε 3 διαδοχικά άλματα με το



ίδιο πόδι εναλλάξ (δεξιά - αριστερά) και τέλος προσγειώθηκε με πλήρη έλεγχο του σώματος στο ίδιο άκρο. Το σκορ του τεστ ήταν η απόσταση από τη γραμμή εκκίνησης μέχρι το σημείο του τρίτου άλματος, όπου η φτέρνα της ασκούμενης ακούμπησε στο έδαφος.

Πειραματικός σχεδιασμός

Το παρεμβατικό πρόγραμμα αποκατάστασης είχε διάρκεια 6 εβδομάδες και πραγματοποιήθηκαν 3 συνεδρίες/εβδομάδα. Η κάθε συνεδρία είχε διάρκεια 60 λεπτά. Κάθε 2 εβδομάδες άλλαζε ο στόχος του προγράμματος, το ασκησιολόγιο και ο αριθμός των επαναλήψεων ανάλογα με την πρόοδο της ασκούμενης. Η αθλήτρια ακολούθησε μια σύντομη προθέρμανση. Η ένταση των ασκήσεων καθορίστηκε από τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε (πτερύγια, μηχανήματα αντιστάσεων, βατραχοπέδιλα). Όλες οι συνεδρίες εκτελέστηκαν υπό την επίβλεψη και την καθοδήγηση του γυμναστή αποκατάστασης με συνεχή ανατροφοδότηση. Όλες οι μετρήσεις (ανθρωπομετρικές μετρήσεις και δοκιμασίες ελέγχου φυσικής κατάστασης) μετρήθηκαν στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης, ενώ η αξιολόγηση του πόνου μετρήθηκε και την 3^η εβδομάδα πριν από κάθε δοκιμασία της φυσικής κατάστασης. Τηρήθηκε η αρχή της προοδευτικής αύξησης της επιβάρυνσης.

Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε πισίνα βάθους 150cm και θερμοκρασίας 32°C. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ζώνη επίπλευσης, μαλακός δίσκος ισορροπίας, αφρώδεις κυλινδρικούς σωλήνες, πτερύγια, μικρό και μεγάλο βατραχοπέδιλο, σανίδες επίπλευσης, σωσίβια, διάφορα λάστιχα και μπάλες pilates.

Πίνακας 2 Πρόγραμμα αποκατάστασης 1^{ης} & 2^{ης} εβδομάδας

| ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ | | | |
|---|------|----------|-----------|
| ΑΣΚΗΣΙΟΛΟΓΙΟ | | ΔΙΑΡΚΕΙΑ | |
| Βάδιση στο νερό. | | 2' | |
| Πλάγια βήματα. | | 2' | |
| Από πρηνή θέση ελεύθερες κινήσεις με την υποστήριξη ζώνης επίπλευσης. | | 2' | |
| Από ύπτια θέση ελεύθερες κινήσεις με την υποστήριξη ζώνης επίπλευσης. | | 2' | |
| Μεταφορά βάρους μπροστά – πίσω. | | 2' | |
| ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΥΡΟΥΣ ΚΙΝΗΣΗΣ | | | |
| ΑΣΚΗΣΙΟΛΟΓΙΟ | SETS | REPS | ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ |
| Κινήσεις ραχιαίας – πελματιαίας κάμψης από το τοίχωμα της πισίνας. | 4 | 15 | 30'' |
| Ακροστασίες. | 4 | 15 | 30'' |
| Μεταφορά σωματικού βάρους στο τραυματισμένος πόδι. | 4 | 15 | 30'' |
| Jumping Jacks. | 4 | 15 | 30'' |
| Πηδηματάκια μπροστά – πίσω με τα 2 πόδια. | 4 | 15 | 30'' |
| ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ | | | |
| ΑΣΚΗΣΙΟΛΟΓΙΟ | SETS | ΔΙΑΡΚΕΙΑ | ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ |
| Ισορροπία με τα 2 πόδια σε μαλακό δίσκο ισορροπίας. | 5 | 20'' | 10'' |
| Ισορροπία με τα 2 πόδια σε μαλακό | 5 | 20'' | 10'' |



| | | | |
|---|---|-----------------|------|
| δίσκο ισορροπίας με κλειστά μάτια. | | | |
| Μονοποδική στήριξη. | 5 | 20'' | 10'' |
| Μονοποδική στήριξη με δύνες. | 5 | 20'' | 10'' |
| Μονοποδική στήριξη χωρίς δύνες με κλειστά μάτια. | 5 | 20'' | 10'' |
| ΑΠΟΘΕΡΑΠΕΙΑ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΥΛΥΓΙΣΙΑΣ | | | |
| ΑΣΚΗΣΙΟΛΟΓΙΟ | | ΔΙΑΡΚΕΙΑ | |
| Βάδιση. | | 2' | |
| Επίπλευση από ύπτια θέση με την υποστήριξη από αφρώδεις κυλινδρικούς σωλήνες κάτω από την πλάτη και τα γόνατα. | | 2' | |
| Στατική διάταση οπίσθιων μηριαίων. | | 20'' | |
| Στατική διάταση τετρακέφαλου. | | 20'' | |
| Στατική διάταση γαστροκνημίου. | | 20'' | |
| Διάταση γαστροκνημίου με την βοήθεια του γυμναστη αποκατάστασης (PNF). | | 20'' | |

Πίνακας 3 Πρόγραμμα αποκατάστασης 3^{ης} & 4^{ης} εβδομάδας.

| ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ | | | |
|---|----------|----------|-----------|
| ΑΣΚΗΣΙΟΛΟΓΙΟ | ΔΙΑΡΚΕΙΑ | | |
| Βάδιση στο νερό. | 2' | | |
| Επιτόπιο χαμηλό skipping. | 2' | | |
| Επιτόπιο ψηλό skipping. | 2' | | |
| Επιτόπιο πίσω πόδια. | 2' | | |
| Επιτόπια ψαλιδάκια. | 2' | | |
| ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ - ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΥΡΟΥΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΥΪΚΗΣ ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗΣ | | | |
| ΑΣΚΗΣΙΟΛΟΓΙΟ | SETS | REPS | ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ |
| Κάμψη – έκταση ισχίου με πτερύγιο. | 4 | 15 | 30'' |
| Προσαγωγή – απαγωγή ισχίου με πτερύγιο. | 4 | 15 | 30'' |
| Ακροστασία στο τραυματισμένο πόδι. | 4 | 15 | 30'' |
| Κινήσεις ραχιαίας- πελματιαίας κάμψης από το τοίχωμα της πισίνας με την χρήση μικρού βτραχοπέδλου.* | 4 | 15 | 30'' |
| Κίνηση ελλειπτικού με λυγισμένα γόνατα και αύξηση της ταχύτητας με σωσίβιο επίπλευσης. | 5 | 20'' | 30'' |
| ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ - ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ | | | |
| ΑΣΚΗΣΙΟΛΟΓΙΟ | SETS | ΔΙΑΡΚΕΙΑ | ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ |
| Άλμα μπροστά και πίσω με το τραυματισμένο πόδι. | 5 | 20 reps | 30'' |
| Μονοποδική στήριξη με δύνες. | 5 | 20'' | 10'' |
| Μονοποδική στήριξη πάνω σε μαλακό δίσκο ισορροπίας και ταυτόχρονη προσαγωγή – απαγωγή ώμων. | 5 | 20'' | 10'' |
| Μονοποδική στήριξη πάνω σε μαλακό δίσκο ισορροπίας και ταυτόχρονη κάμψη – έκταση ισχίου. | 5 | 20'' | 10'' |
| Πιέσεις προς τα κάτω μιας σανίδας επίπλευσης. | 5 | 20 reps | 30'' |



| ΑΠΟΘΕΡΑΠΕΙΑ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΥΛΥΓΙΣΙΑΣ | |
|--|----------|
| ΑΣΚΗΣΙΟΛΟΓΙΟ | ΔΙΑΡΚΕΙΑ |
| Βάδιση. | 2' |
| Επίπλευση από ύπτια θέση με την υποστήριξη από αφρώδεις κυλινδρικούς σωλήνες κάτω από την πλάτη και τα γόνατα. | 2' |
| Διάταση οπίσθιων μηριαίων με την βοήθεια μικρού σωσίβιου. | 25'' |
| Διάταση τετρακέφαλου με την βοήθεια αφρώδη κυλινδρικού σωλήνα. | 25'' |
| Στατική διάταση γαστροκνημίου & υποκνημίδιου. | 25'' |
| Διάταση γαστροκνημίου με την βοήθεια του γυμναστή αποκατάστασης (PNF). | 25'' |

*Από την 4^η εβδομάδα έγινε χρήση μεγάλου βατραχοπέδιλου.

Πίνακας 4 Πρόγραμμα αποκατάστασης 5^{ης} & 6^{ης}.

| ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ | | | |
|--|----------|------|-----------|
| ΑΣΚΗΣΙΟΛΟΓΙΟ | ΔΙΑΡΚΕΙΑ | | |
| Ελλειπτικό* | 10' | | |
| ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ - ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΥΡΟΥΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΜΥΪΚΗΣ ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗΣ | | | |
| ΑΣΚΗΣΙΟΛΟΓΙΟ | SETS | REPS | ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ |
| Ραχιαία κάμψη με λάστιχο. | 5 | 20 | 10'' |
| Πελματιαία κάμψη με λάστιχο. | 5 | 20 | 10'' |
| Ενδυνάμωση ανάπλασης έσω χείλους ΠΔΚ με λάστιχο. | 5 | 20 | 10'' |
| Ενδυνάμωση ανάπλασης έξω χείλους ΠΔΚ με λάστιχο. | 5 | 20 | 10'' |
| Ισομετρική άσκηση τετρακέφαλων στο μηχάνημα.** | 5 | 25'' | 10'' |
| Ισομετρική άσκηση δικέφαλων στο μηχάνημα.*** | 5 | 25'' | 10'' |
| Ακροστασίες στο μηχάνημα ισομετρικά.**** | 5 | 25'' | 10'' |



| | | | |
|---|-----------------|-----------------|------------------|
| Κοιλιακοί. | 5 | 25 | 25'' |
| Ραχιαίοι. | 5 | 25 | 25'' |
| ΚΥΡΙΟ ΜΕΡΟΣ - ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ | | | |
| ΑΣΚΗΣΙΟΛΟΓΙΟ | SETS | ΔΙΑΡΚΕΙΑ | ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ |
| Μονοποδική στήριξη σε μαλακό δίσκο ισορροπίας με εναλλαγές μπάλας στα χέρια. | 5 | 20'' | 30'' |
| Προβολές σε μαλακό δίσκο ισορροπίας. | 5 | 20'' | 30'' |
| Ανεβάσματα σε ασταθή επιφάνεια. | 5 | 20'' | 30'' |
| Ημικάθισμα σε ασταθή επιφάνεια. | 5 | 25'' | 10'' |
| ΑΠΟΘΕΡΑΠΕΙΑ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΥΛΥΓΙΣΙΑΣ | | | |
| ΑΣΚΗΣΙΟΛΟΓΙΟ | ΔΙΑΡΚΕΙΑ | | |
| Ελλειπτικό.* | 10' | | |
| Στατικές διατάσεις τετρακέφαλου, δικέφαλου, γαστροκνημίου και υποκνημίδιου. | 30'' | | |
| Διάταση γαστροκνήμιου με την βοήθεια του γυμναστή αποκατάστασης (PNF). | 30'' | | |

* Την 6^η εβδομάδα έγινε χρήση του διάδρομο, **Καθιστή μηχανή τετρακέφαλου 20kg, ***Καθιστή μηχανή δικέφαλου 20kg, **** Καθιστό μηχάνημα γαστροκνήμιου 2,5kg.

Η παρούσα μελέτη είχε ως αντικείμενο τη διερεύνηση της επίδρασης του θεραπευτικού προγράμματος άσκησης στο νερό και στο έδαφος ως προς τη μείωση του πόνου και το εύρος κίνησης της ΠΔΚ, τη βελτίωση της στατικής και δυναμικής ισορροπίας και της λειτουργικότητας και αλτικότητας των κάτω άκρων. Για τις τελικές μετρήσεις όλων των μεταβλητών υπολογίστηκαν οι ποσοστιαίες διαφορές από την τελική μέτρηση σε σχέση με την αρχική. Γι' αυτό και δεν πραγματοποιήθηκε κάποια στατιστική ανάλυση.



IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του παραπάνω θεραπευτικού προγράμματος άσκησης. Σκοπός, της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση της άσκησης στο νερό και στο έδαφος σε μια αθλήτρια μεσαίων αποστάσεων με κάταγμα κόπωσης στην ΠΔΚ. Στη μελέτη, αξιολογήθηκαν το εύρος κίνησης και οι δείκτες του πόνου της ΠΔΚ μέσα από την αριθμητική κλίμακα αξιολόγησης πόνου (Numeric Rating Scale). Επίσης, αξιολογήθηκαν παράμετροι φυσικής κατάστασης, όπως η στατική ισορροπία (Time in Balance test), η δυναμική ισορροπία (Star Excursion Balance Test) η λειτουργικότητα και η αλτικότητα μέσα από τα αποτελέσματα των παρακάτω τεστ: Μόνο άλμα με το ένα πόδι, τριπλό άλμα με το ένα πόδι και διαδοχικά άλματα με το ένα πόδι με εναλλαγή κατεύθυνσης. Σε όλες τις κύριες μετρήσεις που εξετάστηκαν υπήρξε διαφορά στο τέλος της παρέμβασης των 6 εβδομάδων σε σχέση με την αρχική μέτρηση.

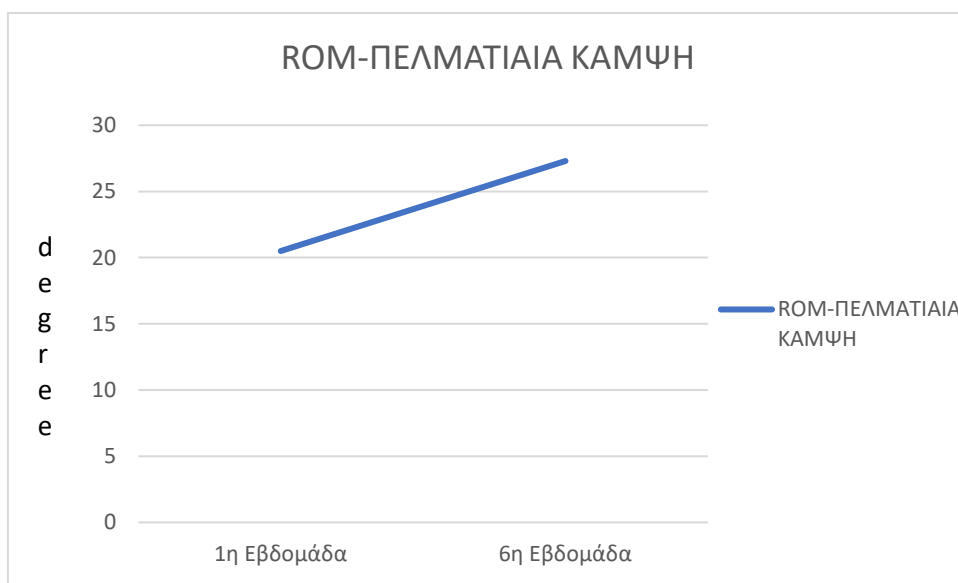
Πίνακας 5 Αποτελέσματα μετρήσεων

| | 1 ^η Εβδομάδα | 3 ^η Εβδομάδα | 6 ^η Εβδομάδα | Αύξηση |
|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|
| ROM-Πελματιαία κάμψη | 20,50° | - | 27,30° | 33,17% |
| ROM-Ραχιαία κάμψη | 8,82° | - | 12,10° | 37,18% |
| NRS | 6 | 3 | 1 | 83,33% |
| Time in Balance test | 25,31 sec | - | 42,40 sec | 67,52% |
| Star Excursion Balance Test | ANT:75cm | - | ANT:80cm | ANT:6,66% |
| | PM:93cm | - | PM:99cm | PM:6,45% |
| | PL:89cm | - | PL:96cm | PL:7,86% |
| Single-Hop test for distance | 133cm | - | 166cm | 24,81% |
| Triple-Hop test for distance | 445cm | - | 485cm | 8,98% |
| Single Crossover-Hop test | 449cm | - | 482cm | 7,34% |



Αποτελέσματα στο εύρος κίνησης – πελματιαία κάμψη

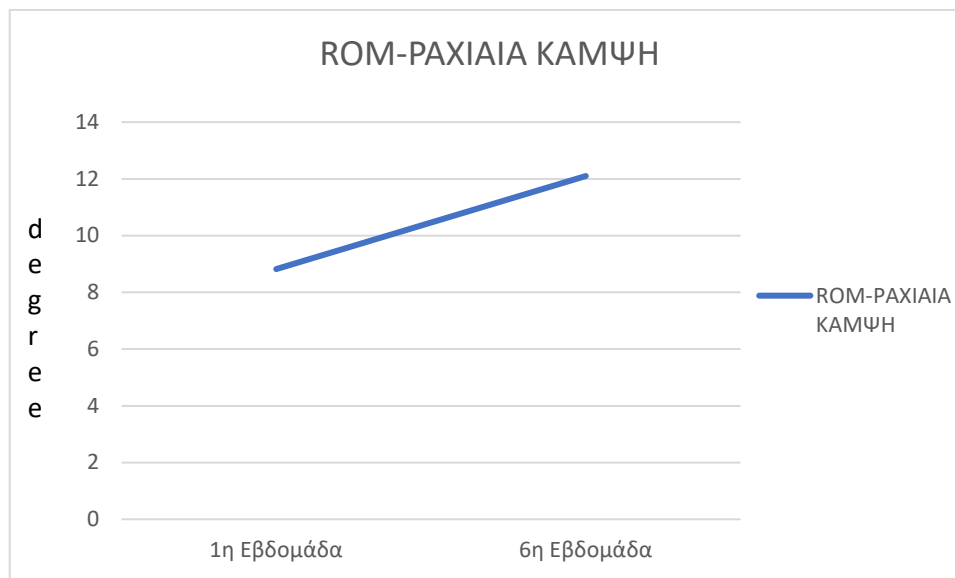
Η μέτρηση του εύρους κίνησης έγινε την 1^η εβδομάδα πριν την παρέμβαση ($20,50^\circ$) και στην συνέχεια την 6^η εβδομάδα όπου υπήρξε και αύξηση του ROM σε $27,30^\circ$. Επομένως, μετά την παρέμβαση υπήρξε αύξηση $6,8^\circ$ δηλαδή $33,17\%$.



Σχήμα 1. Διαφορά του εύρους κίνησης στην πελματιαία κάμψη από αρχική σε τελική μέτρηση.

Αποτελέσματα στο εύρος κίνησης – ραχιαία κάμψη

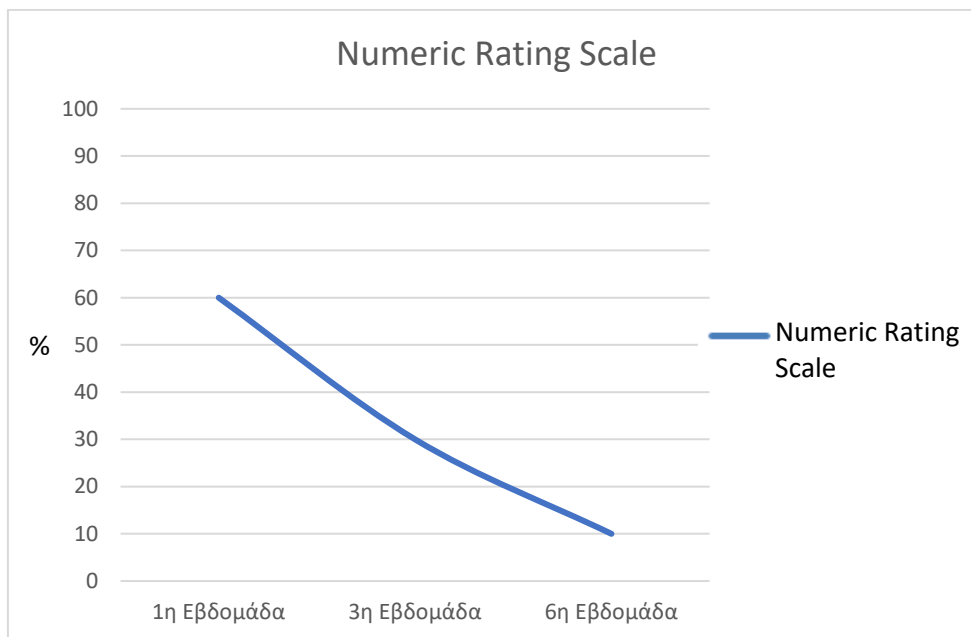
Η μέτρηση του εύρους κίνησης έγινε την 1^η εβδομάδα πριν την παρέμβαση ($8,82^\circ$) και στην συνέχεια την 6^η εβδομάδα όπου υπήρξε και αύξηση του ROM σε $12,10^\circ$. Επομένως, μετά την παρέμβαση υπήρξε αύξηση $3,28^\circ$ δηλαδή $37,18\%$.



Σχήμα 2. Διαφορά του εύρους κίνησης στην ραχιαία κάμψη από αρχική σε τελική μέτρηση.

Αποτελέσματα Αριθμητικής κλίμακας αξιολόγησης πόνου (Numeric Rating Scale).

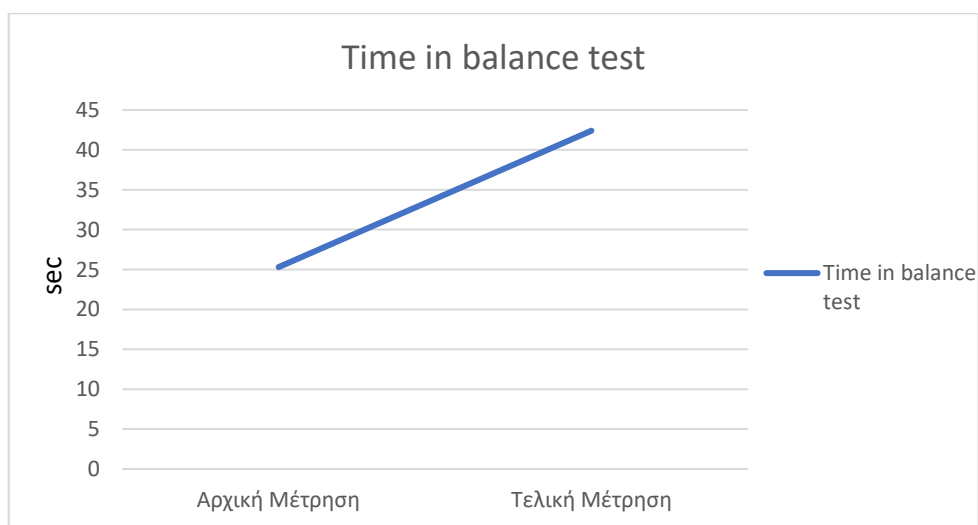
Για την αξιολόγηση της έντασης του πόνου χρησιμοποιήθηκε η Αριθμητική κλίμακα αξιολόγησης πόνου, όπου το μηδέν αντιστοιχεί στην απουσία του πόνου και το 10 αντιστοιχεί στο μέγιστο πόνο που αισθάνεται ο ασκούμενος. Στην αρχική μέτρηση πριν την παρέμβαση (1^η εβδομάδα), η αθλήτρια επέλεξε τον αριθμό 6, στη συνέχεια (3^η εβδομάδα) τον αριθμό 3 και στο τέλος της παρέμβασης (6^η εβδομάδα) τον αριθμό 1. Υπήρξε μείωση του πόνου κατά 50% από την αρχική μέτρηση μέχρι και την 3^η εβδομάδα και την 6^η εβδομάδα ο πόνος μειώθηκε κατά 66,66%. Συνολικά, από την πρώτη μέτρηση μέχρι και την τελική μέτρηση ο πόνος μειώθηκε κατά 83,33%.



Σχήμα 3. Διαφορά μεταξύ των μετρήσεων της αριθμητική κλίμακα αξιολόγησης πόνου(NRS).

Αποτελέσματα στο Time in Balance test

Για την αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας χρησιμοποιήθηκε το Time in Balance test στο οποίο διαπιστώθηκε βελτίωση 67,52% μετά το τέλος της παρέμβασης των 6 εβδομάδων. Δηλαδή από 25,31 sec αυξήθηκε σε 42,40 sec στο τέλος της παρέμβασης.

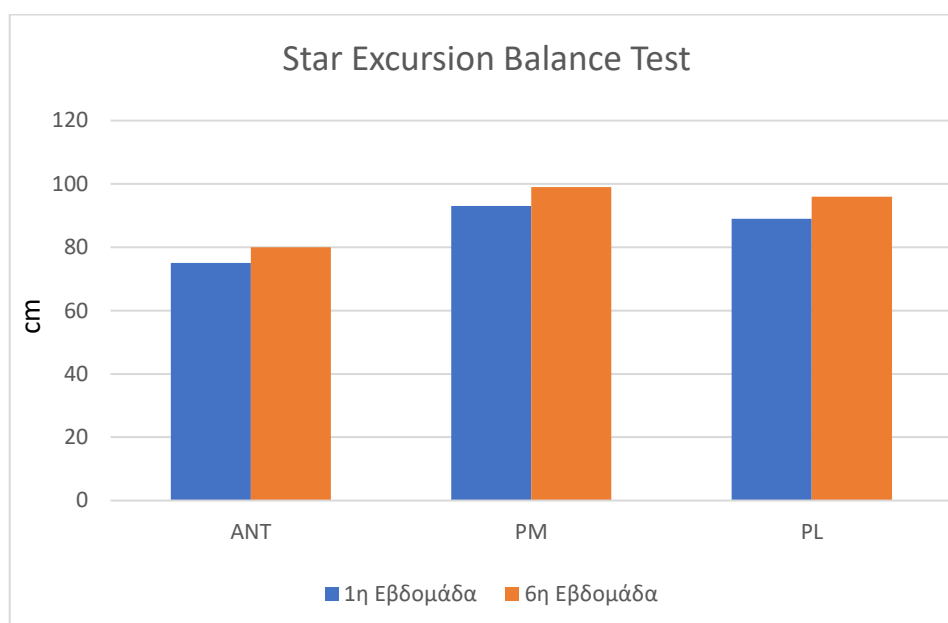


Σχήμα 4. Χρονική διάρκεια στο Time in Balance test στην αρχή και μετά το τέλος της παρέμβασης.



Αποτελέσματα Star Excursion Balance Test

Για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας χρησιμοποιήθηκε το Star Excursion Balance test και χρησιμοποιήθηκαν οι εξής κατευθύνσεις: anterior, posterior & posterolateral. Μετά το τέλος της παρέμβασης (6^η εβδομάδα) παρατηρήθηκε αύξηση στην επίδοση της αθλήτριας και για τις 3 κατευθύνσεις (ANT 6,66%, PM 6,45% & PL 7,86%). Δηλαδή για την κατεύθυνση anterior από την αρχική μέτρηση που ήταν 75cm στην τελική μέτρηση έφτασε 80cm, για την posteromedial από 93cm σε 99cm και για την posterolateral από 89cm σε 96cm.



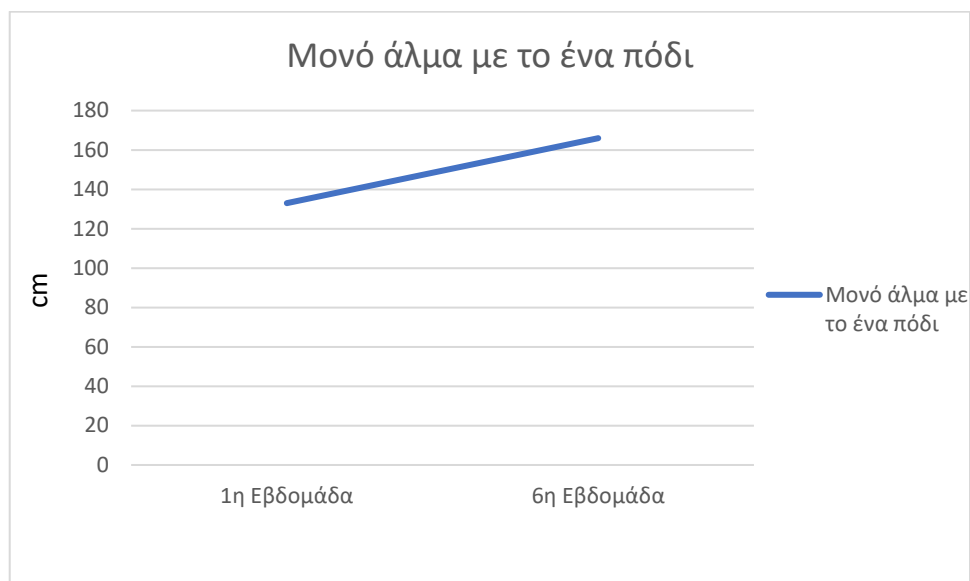
ANT= Anterior, **PM**= Posteromedial, **PL**= Posterolateral.

Σχήμα 5. Βαθμολογίες του Star Excursion Balance Test από αρχική σε τελική μέτρηση.



Αποτελέσματα στο Single-limb Single-Hop test for distance

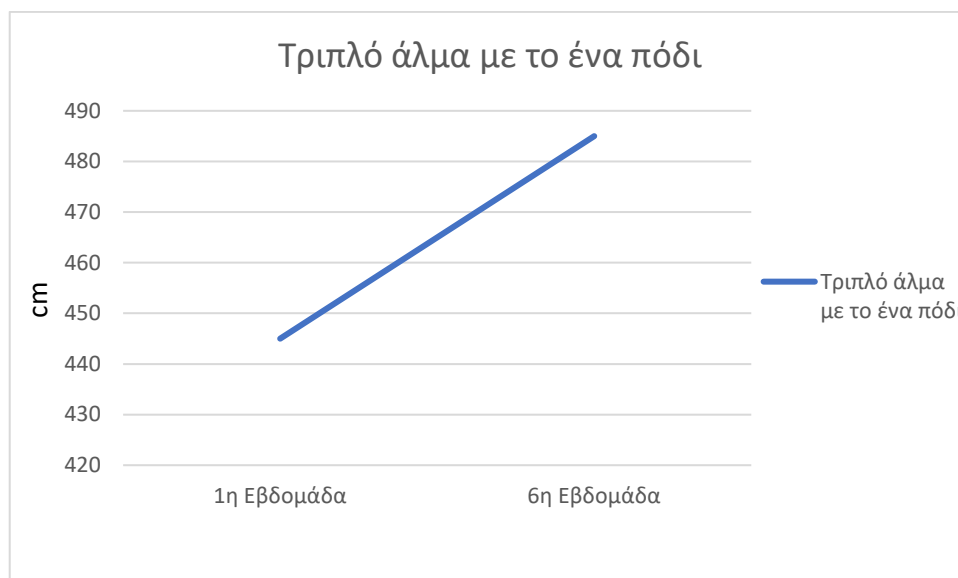
Στην αξιολόγηση της λειτουργικότητας και της αλτικότητας του κάτω άκρου χρησιμοποιήθηκε το test Single – Limb– Hop test for distance και παρατηρήθηκε βελτίωση από 133cm (αρχική μέτρηση) σε 166cm (τελική μέτρηση) δηλαδή αυξήθηκε κατά 24,81%.



Σχήμα 6. Βαθμολογίες του Single- limb Single Hop test for distance στην 1^η και στην 6^η εβδομάδα.

Αποτελέσματα Single-limb Triple -Hop test for distance

Στο test του τριπλού άλματος με το ένα πόδι που επίσης αξιολογεί την λειτουργικότητα και την αλτικότητα του κάτω άκρου παρουσιάστηκε αύξηση της λειτουργικότητας και της αλτικότητας κατά 8,98%. Συγκεκριμένα, από 445cm που ήταν στην αρχική μέτρηση βελτιώθηκε κατά 40cm δηλαδή 485cm στην τελική μέτρηση.



Σχήμα 7. Βαθμολογίες του Single- limb Triple Hop test for distance από αρχική σε τελική μέτρηση.

Αποτελέσματα στο Single-limb Crossover-Hop test for distance

Στο Single – limb Crossover test for distance παρατηρήθηκε αύξηση της λειτουργικότητας και της αλτικότητας της αθλήτριας κατά 7,34% σε σχέση με την αρχική τιμή της μέτρησης πριν την παρέμβαση.



Σχήμα 8. Βαθμολογίες του Single- limb Crossover - Hop test for distance στην 1^η και στην 6^η εβδομάδα.



V.ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την αποτελεσματικότητα ενός θεραπευτικού προγράμματος άσκησης στο νερό και στο έδαφος ως προς το εύρος κίνησης και τη μείωση του πόνου της ΠΔΚ, τη στατική και δυναμική ισορροπία και τέλος τη λειτουργική ικανότητα και αλτικότητα. Οι δευτερεύουσες μετρήσεις (υψομέτρηση, έλεγχος βάρους, ΔΜΣ και λιπομέτρηση) μετρήθηκαν ώστε να υπάρχει μια συνολική «εικόνα» της υγείας και της φυσικής κατάστασης της αθλήτριας για τους αγωνιστικούς της στόχους. Οι επιπτώσεις του παραπάνω προγράμματος συγκρίθηκαν με παρόμοιες μελέτες, οι οποίες χρησιμοποίησαν τις ίδιες μετρήσεις για την αξιολόγηση των διαφόρων παραμέτρων που μετρήθηκαν.

Σχετικά με τα αποτελέσματα του εύρους κίνησης της ΠΔΚ που αξιολογήθηκε με την χρήση γωνιόμετρου παρουσιάστηκε ποσοστιαία σημαντική βελτίωση κατά 33,17% στην πελματιαία κάμψη και 37,18% αύξηση της ραχιαίας κάμψης μετά το τέλος της παρέμβασης των 6 εβδομάδων. Στην αρχική μέτρηση πριν την παρέμβαση το εύρος κίνησης της ΠΔΚ ήταν μειωμένο με αρχική μέτρηση 20,50° και τελική μέτρηση 27,30° για την πελματιαία κάμψη και για την ραχιαία κάμψη 8,82° και 12,10° αντίστοιχα.

Σκοπός της έρευνας των Abadi, Choo, Sankaravel & Mondam (2018), ήταν να συγκρίνει ένα πρόγραμμα παρέμβασης στο νερό και στο έδαφος ως προς τη σταθερότητα και το εύρος κίνησης ΠΔΚ σε 24 αθλητές (N=24) για 8 εβδομάδες επί 2 φορές/εβδομάδα. Οι ερευνητές χώρισαν τους αθλητές σε 2 ομάδες (ομάδα νερού και ομάδα εδάφους), όπου στην ομάδα νερού υπήρχαν 6 γυναίκες (F=6) και 6 άνδρες (M=6) και στην ομάδα του εδάφους 4 άνδρες (M=4) και 8 γυναίκες (F=8). Μετά το τέλος της παρέμβασης, αξιολογήθηκε η δυναμική ισορροπία και το εύρος κίνησης της ΠΔΚ. Και στις 2 ομάδες παρατηρήθηκε βελτίωση στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης μετά το τέλος της παρέμβασης των 8 εβδομάδων σε σχέση με την αρχική μέτρηση πριν την παρέμβαση. Η αρχική μέτρηση για την ομάδα του νερού ήταν $20,77^{\circ} \pm 1,39^{\circ}$ και για την ομάδα του εδάφους ήταν $21,66^{\circ} \pm 1,21^{\circ}$. Ενώ η τελική μέτρηση ήταν $27,72^{\circ} \pm 1,01^{\circ}$ και $25,14^{\circ} \pm 1,32^{\circ}$ αντίστοιχα. Επομένως, παρατηρήθηκε για την ομάδα του νερού 33,46% αύξηση στο εύρος κίνησης και για την ομάδα του εδάφους 16,06%.



Σε ανάλογη έρευνα των Samakosh, Brito, Shojaedin, Hadadnezhad & Oliveira (2022), στην όποια επιλέχθηκαν 36 αθλητές (N=36), και χωρίστηκαν σε 3 ομάδες: Ομάδα balance strength training (N=12), ομάδα hopping training (N=12) και control group (N=12). Για την πρώτη ομάδα το πρωτόκολλο προπόνησης ήταν ασκήσεις ισορροπίας και δύναμης που πραγματοποιήθηκαν σε 8 εβδομάδες με τρεις συνεδρίες την εβδομάδα για 45 με 60 λεπτά. Η δεύτερη ομάδα ακολούθησε ένα πρόγραμμα αναπηδήσεων προς διάφορες κατευθύνσεις και η διάρκεια ήταν επίσης 8 εβδομάδες με τρεις συνεδρίες την εβδομάδα, των 30 λεπτών. Η τρίτη και τελευταία ομάδα, ήταν η ομάδα ελέγχου, η οποία δεν ακολούθησε κανένα πρόγραμμα αποκατάστασης. Στα αποτελέσματα της πρώτης ομάδα παρουσιάστηκε αύξηση της πελματιαίας κάμψης 26,53%. Δηλαδή, η αρχική μέτρηση πριν την παρέμβαση ήταν $8,93^{\circ} \pm 1,07^{\circ}$ και η τελική $11,30^{\circ} \pm 1,07^{\circ}$. Για την δεύτερη ομάδα, υπήρξε αύξηση 28,78%, δηλαδή η αρχική μέτρηση ήταν $9,24^{\circ} \pm 1,23$ και η τελική $11,90^{\circ} \pm 1,23^{\circ}$ ενώ για την ομάδα ελέγχου δεν σημειώθηκε κάποια σημαντική αύξηση (αρχική μέτρηση $9,36^{\circ} \pm 0,79^{\circ}$ και τελική μέτρηση $9,66^{\circ} \pm 0,71$). Στην συνέχεια, μετρήθηκε και η ραχιαία κάμψη και τα αποτελέσματα που προέκυψαν για την πρώτη ομάδα ήταν αύξηση 33,04% με αρχική μέτρηση $8,20^{\circ} \pm 0,73^{\circ}$ και τελική μέτρηση $10,91^{\circ} \pm 1,18^{\circ}$. Η δεύτερη ομάδα βελτιώθηκε κατά 30,99% με αρχική μέτρηση $8,71^{\circ} \pm 0,73^{\circ}$ και τελική μέτρηση $11,41^{\circ} \pm 1,28^{\circ}$. Τέλος, στην ομάδα ελέγχου δεν παρουσιάστηκε αύξηση (αρχική μέτρηση $9,15^{\circ} \pm 0,68$ και τελική μέτρηση $9,42^{\circ} \pm 0,66^{\circ}$).

Βλέπουμε εδώ ότι ο συνδυασμός της άσκησης στο νερό και στο έδαφος της περιπτωσιολογικής μας μελέτης ήταν πιο αποτελεσματικός καθώς υπήρξε σημαντική βελτίωση στο εύρος κίνησης της ΠΔΚ στην πελματιαία και ραχιαία κάμψη με ποσοστό 33,17% και 37,18% αντίστοιχα.

Στην περίπτωση που παρουσιάζει η εργασία, η αξιολόγηση της έντασης του πόνου, έγινε με την αριθμητική κλίμακα Numeric Rating Scale και παρουσίασε σημαντική βελτίωση 83,33% μετά το τέλος της παρέμβασης των 6 εβδομάδων. Συγκεκριμένα, στην αρχή της παρέμβασης, η ασκούμενη επέλεξε τον αριθμό 6 και την 3^η εβδομάδα τον αριθμό 3 (μείωση πόνου 50%). Στο τέλος της παρέμβασης, επέλεξε τον αριθμό 1 (μείωση πόνου από την 3^η εβδομάδα στην 6^η εβδομάδα 66,66%).



Στην περιπτωσιολογική μελέτη των Mau & Baker (2014), οι οποίοι εκτέλεσαν ένα πρόγραμμα αποκατάστασης στο έδαφος με ασκήσεις αντιστάσεων με λάστιχα, ασκήσεις ισορροπίας και ιδιοδεκτικότητας επάνω σε ασταθείς επιφάνειες και αλτικές ασκήσεις, παρατήρησαν ότι μετά την ολοκλήρωση των 10 συνεδριών η αθλήτρια ανέφερα επίπεδα πόνου που είχαν βελτιωθεί ελάχιστα. Πιο συγκεκριμένα, η αθλήτρια στην διποδική στήριξη είχε επιλέξει τον αριθμό 8 και στο τέλος των 10 συνεδριών επέλεξε τον αριθμό 7. Δηλαδή υπήρξε μια μικρή βελτίωση 12,5%. Και για την PF & IV στην αρχική μέτρηση είχε επιλέξει τον αριθμό 8 και στο τέλος της παρέμβασης των 10 ημερών επέλεξε τον αριθμό 6 (βελτίωση 25%).

Σε σχέση με την παραπάνω μελέτη, φάνηκε πως η αθλήτρια της παρούσας έρευνας είχε καλύτερα αποτελέσματα ως προς την ένταση του πόνου, καθώς μέσα από το συνδυαστικό πρόγραμμα παρέμβασης που εφαρμόστηκε υπήρξε σημαντική βελτίωση στην ένταση του πόνου (83,33%).

Όσο αφορά τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης στην στατική ισορροπία με βάση τα αποτελέσματα του Time in Balance test (60''), υπήρξε σημαντική βελτίωση 67,52% στην τελική μέτρηση. Η μονοποδική στήριξη στην ισορροπία ήταν 25,31 sec, ενώ στην τελική μέτρηση ήταν 42,40 sec.

Στην έρευνα των Shelley, Scott & Brent (2016), 34 συμμετέχοντες (N=34) με Μ.Ο. ηλικίας τα $23,06 \pm 3,20$ έτη, και ύψος $169,39 \pm 9,26$ cm χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες: Την πειραματική ομάδα (N=17), η οποία ακολούθησε το πρόγραμμα παρέμβασης και την ομάδα ελέγχου (N=17), η οποία δεν ακολούθησε κανένα πρόγραμμα αποκατάστασης. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 4 εβδομάδες / 2 φορές την εβδομάδα. Η αξιολόγηση της πρώτης ομάδας, έδειξε βελτίωση 56,26% στο τέλος της παρέμβασης των 4 εβδομάδων σε σχέση με την αρχική μέτρηση καθώς η αρχική μέτρηση στο Time in Balance test ήταν 28,81 sec, ενώ η τελική μέτρηση ήταν 45,02 sec. Αντίθετα, η ομάδα ελέγχου, που δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα παρέμβασης, δεν παρουσίασε σημαντική βελτίωση στο Time in Balance test καθώς για το ίδιο χρονικό διάστημα (4 εβδομάδες) η αρχική μέτρηση ήταν 27,91 sec και η τελική μέτρηση 32,09 sec.



Ο συνδυασμός της θεραπευτικής άσκησης στο νερό και στο έδαφος έδειξε σημαντική βελτίωση στην στατική ισορροπία που αξιολογήθηκε με το Time in Balance test (30'') μετά από παρέμβαση 4 εβδομάδων / 3 φορές την εβδομάδα σε 30 συμμετέχοντες (N=30) με Μ.Ο. ηλικίας τα 24,4 έτη \pm 2,7 έτη και ύψος 176,15 \pm 6,9 cm. Το δείγμα χωρίστηκε σε 2 ομάδες: Η μία ομάδα (N=15), ακολούθησε ένα πρόγραμμα παρέμβασης στο νερό και η δεύτερη ομάδα (N=15), ακολούθησε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης στο έδαφος. Και στις 2 ομάδες από την αρχική μέτρηση έως και την 4^η εβδομάδα παρουσίασαν αύξηση της στατικής ισορροπίας (83,1%) για την ομάδα του νερού και (91,43%) για την ομάδα του εδάφους (Singh, Kumar, Awasthi & Nizame, 2022).

Τα μεγαλύτερα ποσοστά στην βελτίωση της στατικής ισορροπίας της παραπάνω μελέτης (83,1% & 91,43%) σε σχέση με την παρούσα περιπτωσιολογική μελέτη (67,52%) οφείλεται στην μικρότερη διάρκεια του Time in Balance test (30'') καθώς και στο γεγονός ότι στην παραπάνω έρευνα οι συμμετέχοντες είχαν λιγότερο ποσοστό αναπηρίας σε σχέση με την παρούσα περιπτωσιολογική μελέτη.

Στην έρευνα των Abadi et al. (2018), αξιολογήθηκε και η δυναμική ισορροπία με το Star Excursion Balance Test και σημειώθηκαν οι εξής επιδόσεις: Για την ομάδα του νερού υπήρξε αύξηση της δυναμικής ισορροπίας κατά 8,97% από αρχική σε τελική μέτρηση και για την ομάδα εδάφους παρατηρήθηκε αύξηση 5,93%. Πιο αναλυτικά, η ομάδα του νερού είχε στην αρχική μέτρηση Μ.Ο. 55,82 \pm 8,09cm και η ομάδα του εδάφους 56,44 \pm 7,11cm και μετά το πρόγραμμα παρέμβασης είχε επίδοση Μ.Ο. 60,83 \pm 6,98cm και 59,79 \pm 7,14cm αντίστοιχα.

Επιπλέον, στην έρευνα τους οι Anguish & Sandrey (2018), συμμετείχαν 18 αθλητές ερασιτεχνικού επιπέδου (N=18) με Μ.Ο. τα 18,38 \pm 1,81 έτη, με αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση. Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν 4 εβδομάδες και οι συμμετέχοντες ακολούθησαν 3 φορές/εβδομάδα το πρόγραμμα αποκατάστασης. Η ομάδα της παρέμβασης στο SEBT παρουσίασε αύξηση 4,76%, 4,31% & 5,67% για τις κατευθύνσεις AN, PM & PL αντίστοιχα. Δηλαδή η αρχική μέτρηση ήταν AN=83,93 \pm 5,71cm, PM=95,8 \pm 6,71cm & PL=89,31 \pm 5,31cm και η τελική μέτρηση ήταν AN=87,93 \pm 5,17, PM=99,93 \pm 6,18cm & PL=94,38 \pm 6,21cm.



Επομένως, σύμφωνα με αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη, η δυναμική ισορροπία βελτιώθηκε καθώς σημειώθηκαν υψηλότερες επιδόσεις και στις 3 κατευθύνσεις από την αρχική μέτρηση. Συγκεκριμένα, οι αρχικές μετρήσεις ήταν AN=75cm, PM=93cm & PL=89cm και στις μετρήσεις που έγιναν την 6^η εβδομάδα σημειώθηκαν οι εξής: AN=80cm, PM=99cm & PL=96cm δηλαδή αυξήσεις 6,66%, 6,45% & 7,86% αντίστοιχα. Σε σχέση με τις παραπάνω έρευνες, φάνηκε πως η αθλήτρια είχε ευνοϊκότερα αποτελέσματα.

Αναφορικά με την λειτουργική ικανότητα και την αλτικότητα του τραυματισμένου άκρου, χρησιμοποιήθηκε το τεστ του μονού άλματος με το ένα πόδι όπου υπήρξε σημαντική βελτίωση κατά 24,81% στην τελική μέτρηση μετά την παρέμβαση. Η αρχική επίδοση της ασκούμενης ήταν 133cm και στο τέλος της παρέμβασης ήταν 166cm.

Το ίδιο τεστ χρησιμοποίησαν στην έρευνα τους οι Wang, Yu, Kim & Kan (2021), όταν ήθελαν να συγκρίνουν την επίδραση της προπόνησης με αντιστάσεις και της προπόνησης της ισορροπίας στην λειτουργική και αλτική ικανότητα. Στην έρευνα συμμετείχαν 54 αθλητές (N=54), οι οποίοι χωρίστηκαν σε 2 ομάδες, με την μια ομάδα (N=27) να ακολουθεί ένα πρόγραμμα με αντιστάσεις (λάστιχα) και η άλλη ομάδα (N=27) να εκτελεί ασκησιολόγιο ισορροπίας επάνω σε ασταθείς επιφάνεια. Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 6 εβδομάδες/5 φορές εβδομάδα και οι ασκήσεις εκτελούνται 2 φορές την ημέρα. Η αξιολόγηση για την ομάδα των αντιστάσεων αλλά και για την ομάδα της ισορροπίας, παρουσίασε βελτίωση 19,79% από αρχική σε τελική μέτρηση.

Συμπερασματικά με την παραπάνω μελέτη, η ασκούμενη της παρούσας έρευνας παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα, καθώς βελτιώθηκε 24,81% στο Single-limb Single-Hop for distance test, παρόλο που η παρέμβαση των Wang et al., (2021), ήταν όχι μεγαλύτερης διάρκειας των 6 εβδομάδων αλλά είχε περισσότερες συνεδρίες ανά την εβδομάδα (5 φορές/εβδομάδα) έναντι (3φορές/εβδομάδα) της περιπτωσιολογικής μελέτης.

Επίσης, για την αξιολόγηση της λειτουργικής ικανότητας και αλτικότητας χρησιμοποιήθηκε το τριπλό άλμα με το ένα πόδι. Η ασκούμενη βελτιώθηκε 8,98%, δηλαδή



ενώ στην αρχική μέτρηση είχε 445cm μετά το πρόγραμμα παρέμβασης βελτιώθηκαν σε 485cm.

Στην ίδια έρευνα Wang et al. (2022), χρησιμοποιήθηκε και το Single-limb Triple Hop test for distance όπου η ομάδα των αντιστάσεων παρουσίασε αύξηση 7,41% (αρχική μέτρηση M.O. 450,3cm \pm 51,5cm και τελική μέτρηση M.O. 483,7cm \pm 49,6cm) και η ομάδα της ισορροπίας είχε βελτίωση 7,02% (αρχική μέτρηση 444,4cm \pm 63,1cm και τελική μέτρηση 475,6cm \pm 64,4cm).

Στην έρευνα τους οι Samakosh et al. (2022), μελέτησαν εκτός από το εύρος κίνησης και την λειτουργική ικανότητα και αλτικότητα με το Single-limb Triple Hop test for distance όπου η μια ομάδα είχε βελτίωση κατά 4,81% (αρχική μέτρηση 414,99cm \pm 8,40 και τελική μέτρηση 434,98cm \pm 12,67) και η δεύτερη ομάδα είχε βελτίωση 5,38% (αρχική μέτρηση 419,63cm \pm 14,49cm και τελική μέτρηση 442,22cm \pm 13.56cm). Επομένως, και σε αυτή την μέτρηση η παρούσα περιπτωσιολογική μελέτη είχε σημαντική βελτίωση στην επίδοση της συμμετέχουσας.

Τέλος, όσον αφορά τη λειτουργική ικανότητα και την αλτικότητα του τραυματισμένου άκρου, χρησιμοποιήθηκε το τεστ των διαδοχικών αλμάτων με το ένα πόδι με εναλλαγή κατεύθυνσης και σημειώθηκε βελτίωση κατά 7,34% από την αρχική μέτρηση μέχρι και το τέλος της παρέμβασης. Συγκεκριμένα πριν την παρέμβαση, η επίδοση της αθλήτριας ήταν 449cm και στο τέλος της παρέμβασης η επίδοση της ήταν 482cm.

Στην έρευνά τους Namin, Letafatkar & Farhan (2017), είχαν ως δείγμα 30 συμμετέχοντες (N=30), τους οποίους χώρισαν σε 2 ομάδες. Η μία ομάδα αποτελούσε την πειραματική ομάδα (N=15) και η δεύτερη ομάδα ήταν η ομάδα ελέγχου (N=15), η οποία δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα παρέμβασης. Η διάρκεια του προγράμματος ήταν 6 εβδομάδες/3 φορές την εβδομάδα. Το πρόγραμμα παρέμβασης αποτελούνταν από ασκήσεις με μονοποδική στήριξη πάνω σε ασταθείς επιφάνειες στο έδαφος. Η αξιολόγηση της ομάδας που ακολουθούσε το πρόγραμμα παρέμβασης για την λειτουργική ικανότητα και αλτικότητα, χρησιμοποίησε το Single – limb Triple Crossover – Hop test for distance



που έδειξε βελτίωση κατά 6,01%. Δηλαδή η αρχική μέτρηση είχε Μ.Ο. 452,3cm και η τελική μέτρηση είχε Μ.Ο. 479,5cm.

Για την αξιολόγηση των ίδιων ικανοτήτων ασχολήθηκαν και οι Hall, Docherty, Simon, Kingma & Klossner (2015), οι οποίοι χώρισαν 39 αθλητές (N=39) σε 3 ομάδες. Η πρώτη ομάδα (N=13), ακολούθησε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης με λάστιχα με διάφορες διαβαθμίσεις σκληρότητας. Η δεύτερη ομάδα (N=13), ακολούθησε ασκησιολόγιο με διατάσεις PNF και η τρίτη ομάδα ήταν η ομάδα ελέγχου (N=13), η οποία δεν ακολούθησε κάποιο πρόγραμμα αποκατάστασης. Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν 6 εβδομάδες/3 φορές εβδομάδα και για τις 2 ομάδες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα από το Single – limb Triple – Hop test for distance για την πρώτη ομάδα, υπήρξε βελτίωση 5,46% και για τη δεύτερη ομάδα 6,22%.

Συγκριτικά με τις παραπάνω μελέτες, η αθλήτρια της περιπτωσιολογικής μελέτης είχε καλύτερα αποτελέσματα ως προς τη βελτίωση της λειτουργικής ικανότητας και αλτικότητας του τραυματισμένου άκρου αφού μετά το τέλος της παρέμβασης των 6 εβδομάδων παρουσίασε βελτίωση 7,34% στο test των διαδοχικών αλμάτων με το ένα πόδι με εναλλαγή κατεύθυνσης.



VI.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, φάνηκε πως το συνδυαστικό πρόγραμμα άσκησης στο νερό και στο έδαφος που εκτελέστηκε είχε θετικές επιδράσεις στη συμμετέχουσα με κάταγμα κόπωσης στην ΠΔΚ, καθώς παρουσίασε βελτίωση σε όλες τις εξαρτημένες μεταβλητές που εξετάστηκαν.

Ως προς το εύρος κίνησης (ROM), η παρέμβαση για την πελματιαία και ραχιαία κάμψη έδειξε βελτίωση 33,17% και 37,18% αντίστοιχα σε σχέση με αντίστοιχες έρευνες των (Abadi et al., 2018 ; Samakosh et al., 2022).

Σχετικά με τον πόνο στην ΠΔΚ, το αποτέλεσμα στην Αριθμητική Κλίμακα Αξιολόγησης πόνου (NRS), έδειξε σημαντική ποσοστιαία βελτίωση 83,33% μετά το τέλος της παρέμβασης, σε σχέση με την αρχική μέτρηση. Βελτίωση που ήταν μεγαλύτερη από ανάλογες έρευνες (Maur & Baker, 2014).

Όσο αφορά την επίδραση του προγράμματος παρέμβασης της παρούσας περιπτωσιολογικής μελέτης στην επίδραση της στατικής ισορροπίας, το αποτέλεσμα στο Time in Balance test έδειξε σημαντική ποσοστιαία βελτίωση 67,52% μετά το πέρας της παρέμβασης των 6 εβδομάδων σε σχέση με την αρχική μέτρηση. Η βελτίωση αυτή ήταν μεγαλύτερη από παρόμοια έρευνα που εξέτασε τη στατική ισορροπία, χρησιμοποιώντας το Time in Balance test (Shelley et al., 2016), αλλά σαφώς μικρότερη σε σχέση με την ποσοστιαία βελτίωση της έρευνας των (Sing et al., 2022). Η μεγαλύτερη βελτίωση που παρουσιάστηκε στην έρευνα των Sing et al., (2022), σε σχέση με τη βελτίωση της περιπτωσιολογικής μας, μελέτης οφείλονταν στην μικρότερη διάρκεια του Time in Balance test (30'') και στο λιγότερο ποσοστό αναπηρίας των συμμετεχόντων.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα από το SEBT για τη δυναμική ισορροπία και για τις 3 κατευθύνσεις, σημείωσαν καλύτερη βελτίωση 6,99% σε σχέση με τις αρχικές μετρήσεις. Η βελτίωση αυτή, ήταν μεγαλύτερη από παρόμοιες έρευνες που εξέτασαν τη δυναμική ισορροπία χρησιμοποιώντας το SEBT (Abadi et al., 2018 ; Angish et al., 2018).

Κάτι ανάλογο έδειξε το πρόγραμμα παρέμβασης ως προς τη βελτίωση της λειτουργικότητας και της αλτικότητας που αξιολογήθηκαν με τα τεστ: του μόνου άλματος



με το ένα πόδι, του τριπλού άλματος με το ένα πόδι και με τα διαδοχικά άλματα με εναλλαγή κατεύθυνσης. Η ποσοστιαία μεταβολή που παρουσιάστηκε στο τέλος των 6 εβδομάδων ήταν 24,81%, 8,98% και 7,34% αντίστοιχα. Ποσοστά μεγαλύτερα από την έρευνα των (Wang et al., 2021 ; Namin et al., 2017 ; Hall et al., 2015).

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα παρέμβασης των 6 εβδομάδων/3 φορές εβδομάδα, έδειξε να είναι αποτελεσματικό στη συμμετέχουσα αθλήτρια με κάταγμα κόπωσης στην ΠΔΚ, ως προς τις εξαρτημένες μεταβλητές που εξετάστηκαν. Όμως, χρειάζεται να πραγματοποιηθούν επιπλέον έρευνες μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας, καθώς μια περιπτωσιολογική μελέτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο υποθέσεων, αλλά όχι για γενικευμένα συμπεράσματα. Ένα μεγαλύτερο δείγμα, μπορεί να "φανεί" περισσότερο χρήσιμο για μια καλύτερη συνταγογράφηση της άσκησης σε αθλητές του κλασικού αθλητισμού, για τους οποίους είναι σημαντική η επιστροφή στο αγωνιστικό επίπεδο πριν τον τραυματισμό. Δρομείς υψηλού επιπέδου, επιδιώκουν την ταχεία αποκατάσταση ώστε να διασφαλίσουν όσο το δυνατόν γρηγορότερα την επιστροφή τους στον αγωνιστικό αθλητισμό.



VII.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abadi, F., Choo, L., Sankaravel, M. & Mondam, S., (2018). A Comparative Study of Water and Land Based Exercises Training Program on Stability and Range of Motion. *International Journal of Engineering & Technology*, 7, (42), 68 – 72.
- Alan D. Martin, D.A. & Culloch, R.G. (2007). Bone dynamics: Stress, strain and fracture. *Journal of Sport Sciences*, 5, (2), 155-163.
- Anguish, B. & Sandrey, M. (2018). Two 4-Week Balance-Training Programs for Chronic Ankle Instability. *Journal of Athletics Training*, 53, (7), 662-671.
- An, J., Lee, I. & Yi, Y. (2019). The Thermal Effects of Water Immersion on Health Outcomes: An Integrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, (7), 1280 – 1301.
- Asano, L.Y.J., Duarte, Jr. A. & Silva, A.P.S. (2014). Stress fractures in the foot and ankle of athletes. *Guidelines In focus*, 60, (6), 512-517.
- Becker, B. (2019). Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications. *PM&R*, 1, (9), 793-903.
- Bennell, K. & Brukner, P. (2005). Preventing and managing stress fractures in athletes. *Physical Therapy in Sport*, 6, (4), 171-180.
- Bloomfield, J., Fricker, P. & Fitch K., (1992). *Textbook of Science and Medicine in Sport*. Champaign IL: Human Kinetics Books.
- Brian, C.L., Hallie J.T. & Mark A.H. (2013). Rehabilitation and Return to Running after Lower Limb Stress Fractures. *Current Sports Medicine Reports*, 12, (3), 200-207.
- Butts, N., Tucker, M. & Greening, C. (1991). Physiologic responses to maximal treadmill and deep water running in men and women. *The American Journal of Sports Medicine*, 19, (6), 612 – 614.
- Carbon, R., Sambrook, N.P., Deakin, V., Fricker, P., Eisman, J., Kelly, P., Maguire, K. & Yeates, M. (1990). Bone density of elite female athletes with stress fractures. *The medical journal of Australia*, 153, (1), 373-375.
- Christina, K., White, S. & Gilchrist, L. (2001). Effect of localized muscle fatigue on vertical ground reaction forces and ankle joint motion during running. *Human Movement Science*, 20, (3), 257-276.



- Dauty, M. & Dubois, C. (2004). Stress fracture in athletes and prevalence of extensive rehabilitation. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 47, (6), 365-373.
- Dugan, S. & Bhat, K. (2005). Biomechanics and Analysis of Running Gait. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 16, (3), 603-621.
- Edwards, P., Wright, M. & Hartman, J. (2005). A Practical Approach for the Differential Diagnosis of Chronic Leg Pain in the Athlete. *The American Journal of Sports Medicine*, 33, (8), 1241-1249.
- Fredericson, M. & Moore, T. (2005). Muscular Balance, Core Stability, and Injury Prevention for Middle- and Long-Distance Runners. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 16, (3), 669-689.
- Graeme L. Close, L.G., Sale, C., Baar, K. & Bermon, S. (2018). Nutrition for the Prevention and Treatment of Injuries in Track and Field Athletes. *In International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29, (2), 189-197.
- Hall, E., Docherty, C., Simon, J., Kingma, J. & Klossner, J. (2015). Strength-Training Protocols to Improve Deficits in Participants With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Athletic Training*, 50, (1), 36-44.
- Hodges, P., Richardson, C. (1996). Inefficient Muscular Stabilization of the Lumbar Spine Associated With Low Back Pain. A Motor Control Evaluation of Transversus Abdominis. *Journal of Orthopedic Trauma*, 21, (22), 2640-2650.
- Holmes, T., (2019). The role of aquatic therapy in the rehabilitation of an athlete with a lower extremity injury.
- Ireland, M., Willson, J., Ballantyne, B. & Davis, I. (2003). Hip Strength in Females with and Without Patellofemoral Pain. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy*, 33, (11), 637-704.
- Iwamoto, J., Sato, Y., Takeda, T., & Matsumoto, H. (2018). Analysis of stress fractures in athletes based on our clinical experience. *World Journal of Orthopedics*, 2, (1), 7-12.
- Jan, S. & Jan, S. (1992). Running on land and in water comparative exercise physiology. *Medicine & Science in sports & Exercise*, 24, (10), 1155-1160.
- Jesús López-Torres Hidalgo, J.L.T. (2019). Effectiveness of physical exercise in the treatment of depression in older adults as an alternative to antidepressant drugs in primary care. *BMC Psychiatry*, 19, (1), 21.
- Jordane, S., & Chapurlat, P. (2018). Stress fracture in athletes. *Joint Bone Spine*, 85, (3), 307-310.



- Kane, R.L., & Kane, R.A. (2000). Assessment in long- term care. *Annual Review of Public Health*, 21, 659-686.
- Kahanov, L., Eberman, E.L., Games, E.K. & Wasik, M. (2015). Diagnosis, treatment, and rehabilitation of stress fractures in the lower extremity in runners. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 6, (1), 87-95.
- Katz, J. & Melzack, R. (1999). Measurement of pain. *Surgical Clinics of North America*, 79, (2), 231 – 252.
- Kiel, J. & Kaiser, K. (2023). Stress Reaction and Fractures. *StatPearls Publishing*, 7, (8), 175-185.
- Kelly, C., McInnis, D.O. & Ramey, N.,L. (2016). High-Risk Stress Fractures: Diagnosis and Management. *Journal Citation Reports*, 8, (3), 113-124.
- Κέλλης, Σ., (2014). Προπονητική. Σημειώσεις από τις παραδόσεις του μαθήματος.1-171.
- Kim, S.G. & Kim, W.S. (2018). Effect of Ankle Range of Motion (ROM) and Lower-Extremity Muscle Strength on Static Balance Control Ability in Young Adults: A Regression Analysis. *Medical Science Monitor*, 24, (7), 3168–3175.
- Kim, E., Kim, T., Kang, H., Lee, J. & Childres, M. (2010). Aquatic Versus Land-based Exercises as Early Functional Rehabilitation for Elite Athletes with Acute Lower Extremity Ligament Injury: A Pilot Study. *MP&R*, 2, (8), 703 – 712.
- Knobloch, K., Schreibmueller, L., Jagodzinski, M., Zeichen, J. & Krettek, C. (2007). Rapid rehabilitation programme following sacral stress fracture in a long-distance running female. *Archives of Orthopedic and Trauma Surgery Article*, 127, (9), 809 – 813.
- Λαμπίρης, Η. Ε. (2007). *Ορθοπαιδική και τραυματολογία*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
- Lappe, J., Cullen, D., Haynatzki, G., Recker, R., Ahlf, R., & Thompson, K. (2008). Calcium and vitamin D supplementation decreases incidence of stress fractures in female navy recruits. *Journal of Bone and Mineral Research*, 23, (5), 581-771.
- Letafatkar, A., Rabiei, P., Alamooti, G., Bertozzi, L., Farivar, N. & Afshari, M. (2020). Effect of therapeutic exercise routine on pain, disability, posture, and health status in dentists with chronic neck pain: a randomized controlled trial. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 93, (3), 281-290.
- Louis, O., Demeirleir, K., Kalender, W., Keizer, A.H., Platen, P., Hollmann, W. & Osteaux, M. (1991). Low vertebral bone density values in young non-elite female runners. *International Journal of Sports Medicine*, 12, (2), 214-217.



- Manganaro, D. & Alsayouri, K. (2023). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Ankle Joint. *StatPearls Publishing*, 9, (12), 190-202.
- Manning, O.J., Rancourt, S., Tomasone, J.R., Finlayson, M. & DePaul, V.(2023). Water-based therapeutic exercise in stroke: a scoping review. *Disability and Rehabilitation*, 45,(9), 1549-1562.
- Mau, H. & Baker, R. (2014). A modified mobilization with movement to treat a lateral ankle sprain. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9, (4), 540-548.
- Miller, J.R., Dunn, K.W., Ciliberti, L.J., Patel, R.D., & Swanson, B.A. (2016). Association of vitamin D with stress fractures: A retrospective cohort study. *The Journal of Foot & Ankle Surgery*, 55, (1), 117–120.
- Moran, D.S., Heled, Y., Arbel, Y., Israeli, E., Finestone, A.S., Evans, R.K., & Yanovich, R. (2012). Dietary intake and stress fractures among elite male combat recruits. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9, (6), 1-7.
- Μπενέκα, Α., Μάλλιου, Π., Πάφης, Γ., Μάλλιου, Β. & Κούτρα, Χ. (2015). *Θεραπευτική άσκηση στο νερό*. Στο Μπενέκα, Α., Μάλλιου, Π., Πάφης, Γ., Μάλλιου, Β. & Κούτρα, Χ. *Θεραπευτική Άσκηση*. (σελ. 100 - 115), Αθήνα: Κάλλιπος, Ανοιχτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.
- Myburgh, H. K., Janice Hutchins, J., Fataar, B.A., Hough, F. S. & Noakes, D.T. (1990). Low Bone Density Is an Etiologic Factor for Stress Fractures in Athletes. *Annals of Internal Medicine*, 113, (10), 754-759.
- Namin, S., Letafatkar, A. & Farhan, V. (2017). Effects of balance training on movement control, balance and performance in females with chronic ankle instability. *Hormozgan Medical Journal*, 21, (3), 188-199.
- Niemuth, P., Johnson, R., Myers, M., & Thieman, T. (2005). Hip Muscle Weakness and Overuse Injuries in Recreational Runners. *Clinical Journal of Sport Medicine* 15, (1), 14-21.
- Nobuo, T., Michael, R., Eiji, W., William, B., Akiyoshi, O., Tadaki, Y., Mohammad, I. & Jyunichirou, K. (2002). Water-based exercise improves health-related aspects of fitness in older women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, (3), 544 – 551.
- Palacios, C., (2006). The Role of Nutrients in Bone Health, from A to Z. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, (8), 621-628.
- Παπαδημητρίου Β. (2004). *Άλματα κλασικού αθλητισμού*. Αθήνα: Artwork.
- Pöyhönen, T., Keskinen, K., Hautala, A. & Mälkiä, E. (2000). Determination of hydrodynamic drag forces and drag coefficients on human leg/foot model during knee exercise. *Clinical Biomechanics*, 15, (4), 256 – 260.



Ραφαηλίδης, Ζ., Σπανός, Σ. & Κιουρτσής, Χ. Μ. (2009). Κατάγματα Κοπώσεως Κνήμης Περόνης σε Δρομείς Μεγάλων Αποστάσεων. Αιτιολογικοί Παράγοντες. *Θέματα Φυσικοθεραπείας*, 5, (8), 7-50.

Randall, W., Moffatt, R., Bradley, S., Dae, L. & Cucuzzo, N. (1996). Influence of water run training on the maintenance of aerobic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28, (8), 1056-1062.

Samakosh, H., Brito, J., Shojaedin, S., Hadadnezhad, M. & Oliveira, R. (2002). What does provide better effects on balance, strength and lower extremity muscle function in professional male soccer players with chronic ankle instability? Hopping or a balance plus strength intervention? A randomized control study. *Healthcare*, 10, (10), 1822-1840.

Shelley, L., Scott, R., & Brent, A. (2016). Wobble Board Rehabilitation for Improving Balance in Ankles with Chronic Instability. *Clinical Journal of Sport Medicine* 26, (1), 76-82.

Singh, M., Kumar, N., Awasthi, S., Saxena, P., Shohail Nizame, A. (2022). Comparison of water and land-based balance training in functional ankle instability. *International Journal of Creative Research Thoughts*, 10, (12), 73 -95.

Snow-Harter, C., Bouxsein, M., Lewis, B., Carter, D. & Marcus, R. (1992). Effects of resistance and endurance exercise on bone mineral status of young women: A randomized exercise intervention trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 7, (7), 761–769.

Tenforde, A., Watanabe, L., Moreno, T. & Fredericson, M. (2012). Use of an antigravity treadmill for rehabilitation of a pelvic stress injury. *PM&R*, 4, (8), 629-31.

Verhagen, A.P., Cardoso, R.F. & Bierma-Zeinstra, S. (2012). Aquatic exercise & balneotherapy in musculoskeletal conditions. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 26, (3), 335-343.

Wang, H., Yu, H., Kim, Y., & Kan, W. (2021). Comparison of the Effect of Resistance and Balance Training on Isokinetic Eversion Strength, Dynamic Balance, Hop Test, and Ankle Score in Ankle Sprain. *Life*, 11, (4), 307-320.

Wayne, W. (2012). Effects of Strength Training on Health. Resistance Training is Medicine. *Current Sports Medicine Reports*, 11, (4), 209-216.

Χατζηπαπάς, Χ.Ν. (2007). Συμβολή στη μελέτη των καταγμάτων εκ κοπώσεως των οστών των κάτω άκρων. Διδακτορική διατριβή, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Ιατρικής, Αλεξανδρούπολη, Ελλάδα.