



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ERGON Technique ΤΗΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ  
FLOSSING ΚΑΙ ΤΗΣ FOAM ROLLER ΣΤΑ  
ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΟΥ ΜΥΙΚΟΥ  
ΠΟΝΟΥ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ

ΚΟΥΜΠΕΤΣΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ Α.Μ.1888  
ΠΑΠΑΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ Α.Μ.1837

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΦΟΥΣΕΚΗΣ

ΑΙΓΙΟ-2018

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το ποσοστό των ατόμων που συμμετέχουν σε κάποια μορφή φυσικής δραστηριότητας, με στόχο την εκγύμναση του σώματος και την βελτίωση της υγείας τους, έχει αυξηθεί κατά πολύ τα τελευταία χρόνια. Πλέον η συμμετοχή στην αθλητική δραστηριότητα αποτελεί τρόπο ζωής, είτε σε ερασιτεχνικό, είτε σε επαγγελματικό επίπεδο. Τα οφέλη της σωματικής δραστηριότητας είναι ευρέως γνωστά. Εντούτοις, ο κίνδυνος μυοσκελετικού τραυματισμού είναι δυσμενής συνέπεια στη σωματική άσκηση. Οι απαιτήσεις της σύγχρονης αθλητικής δραστηριότητας είναι μεγάλες με αποτέλεσμα να δημιουργούνται τραυματισμοί. Ένας από τους σημαντικότερους τραυματισμούς είναι και το σύνδρομο του καθυστερημένου μυϊκού πόνου, το οποίο εμφανίζεται σε επαγγελματίες αλλά και σε ερασιτέχνες αθλητές. Η παρούσα μελέτη α) αναλύει το φαινόμενο του καθυστερημένου μυϊκού πόνου και β) ερευνά την επίδραση καινοτόμων τεχνικών, την ERGON Technique την ελαστική ισχαιμική περίδεσης Kinetic Flossing και το FoamRoller ως φυσιοθεραπευτική μέθοδο αποκατάστασης στα συμπτώματα του καθυστερημένου μυϊκού πόνου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Εισαγωγή:** Ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος συμβαίνει συχνά μετά από εξαντλητική ή μη συνηθισμένη άσκηση, ιδιαίτερα αν η άσκηση περιλαμβάνει έκκεντρες μυϊκές συσπάσεις. Η έκκεντρη συστολή χαρακτηρίζεται από υψηλή παραγωγή δύναμης και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Ο πόνος αυτός που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια κόπωσης των μυών, συνήθως ξεκινά τη πρώτη ημέρα μετά την άσκηση και κορυφώνεται σε ένταση 48 ώρες μετά την άσκηση. Ο Theodor Hough ήταν ο πρώτος που έδωσε μια λεπτομερή περιγραφή του ΚΜΠ. Τα συμπτώματα που συνδέονται με τον ΚΜΠ περιλαμβάνουν τον πόνο και τη δυσφορία στο σημείο της ζημιάς, φλεγμονή, οίδημα, μειωμένο εύρος κίνησης και μείωση της μέγιστης παραγωγής δύναμης του προσβεβλημένου μυός. Συνήθως, ο πόνος των μυών τείνει να αναπτύσσεται εντός των πρώτων 24 ωρών μετά την άσκηση και να παραμένει μέχρι 10 ημέρες.

**Σκοπός:** Ο σκοπός της έρευνας ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης τριών διαφορετικών τεχνικών στην αποκατάσταση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου.

**Μέθοδος:** Το δείγμα αποτέλεσαν 80 ερασιτέχνες αθλητές και αθλήτριες οι οποίοι χωρίστηκαν σε 4 ισόποσες ομάδες των 20 ατόμων ανάλογα με τη παρέμβαση που τους εφαρμόστηκε. Τα γκρουπ με βάση τη παρέμβαση ήταν τα εξής: Ελέγχου, Κινητοποίηση μαλακών μοριών με ειδικό εξοπλισμό Ergon Technique, Ισχαιμική Ελαστική Περίδεση Kinetic Flossing και Μυοπεριτονιακή Αυτομάλαξη Foam Roller. Τα άτομα χωρίστηκαν στις ομάδες με βάση την επιλογή τους. Όλοι οι εξεταζόμενοι εκτέλεσαν 6 σετ με 10 επαναλήψεις έκκεντρης άσκησης μέσω της διαδικασίας κόπωσης στο biodex με σκοπό την πρόκληση καθυστερημένου μυϊκού πόνου (ΚΜΠ). Η εξέταση και η αξιολόγηση του ΚΜΠ βασίστηκε σε αποδεκτούς από την βιβλιογραφία δείκτες, όπως η αίσθηση κόπωσης (BORG), μυϊκού πόνου (VAS), και ο πόνος στον μέσο μηρό με την χρήση αλγόμετρου, το εύρος τροχιάς της κάμψης του γόνατος (ROM) και η μέγιστη ισομετρική δύναμη του τετρακέφαλου (ΜΙΔ). Ο έλεγχος αυτών των παραμέτρων πραγματοποιήθηκε σε 5 συνθήκες (πριν το πρωτόκολλο κόπωσης, αμέσως μετά την πραγματοποίησή του και 24, 48 και 72 ώρες μετά την άσκηση)

**Αποτελέσματα:** Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας δείχνουν ότι και οι τρεις τεχνικές (Ergon, Flossing και Foam Roller) που εφαρμόστηκαν για την αντιμετώπιση των συμπτωμάτων του ΚΜΠ έχουν ευεργετικά αποτελέσματα συγκριτικά με την υποομάδα ελέγχου σε ότι αφορά την αποκατάσταση του. Ειδικότερα οι τεχνικές Ergon και Flossing παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα από την Foam Roller τεχνική σε όλες τις παραμέτρους. Η Flossing τεχνική υπερτερεί, με μικρή διαφορά, έναντι της Ergon στην αίσθηση της κόπωσης (BORG) και στην αίσθηση του πόνου στο μέσω μηρό με την χρήση αλγομέτρου. Η τεχνική Ergon υπερτερεί στην βελτίωση του εύρους τροχιάς της κάμψης του γόνατος (ROM). Τέλος όσο αφορά την αίσθηση του πόνου (VAS) παρουσιάζουν ίδια ευεργετικά αποτελέσματα τόσο η Ergon όσο και η Flossing οι οποίες την μειώνουν ( $p < 0,05$ ). Το ίδιο παρατηρείται και με τη μέγιστη ισοκινητική δύναμη τετρακεφάλου (ΜΙΔ).

**Συμπέρασμα:** Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης υποστηρίζουν ότι και οι τρεις τεχνικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μέσω αποκατάστασης στα συμπτώματα του ΚΜΠ. Ειδικότερα οι τεχνικές Ergon και Flossing οι οποίες είχαν παρόμοια ευεργετικά αποτελέσματα στην αίσθηση του πόνου και στην μέγιστη ισοκινητική δύναμη τετρακέφαλου. Ακόμα οι Ergon είχε ευεργετικά αποτελέσματα στη βελτίωση του εύρους τροχιάς. Τέλος η τεχνική Flossing υπερτερεί στη αίσθηση του πόνου στο μέσο μηρό του τετρακέφαλου με τη χρήση αλγομέτρου και στη μείωση της αίσθησης της κόπωσης. Για την εξαγωγή όμως οριστικών συμπερασμάτων είναι απαραίτητη η περαιτέρω έρευνα σε μεγαλύτερο δείγμα (ερασιτέχνες- επαγγελματίες αθλητές) και με εφαρμογή και άλλων τεχνικών αποκατάστασης φυσικοθεραπείας.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες σε όσους βοήθησαν για τη διεκπεραίωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε:

1. Τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Κωνσταντίνο Φουσέκη Pt,BSc,MSc,PhD, Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος φυσικοθεραπείας, για την υπεύθυνη καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια της εργασίας.
2. Τον Δρ. Ηλία Τσέπη BSc,PT,MSc,PhD, Αναπληρωτή Καθηγητή του τμήματος φυσικοθεραπείας για τις πολύτιμες συμβουλές που μας έδωσε κατά το σχεδιασμό της έρευνας.
3. Τον Παύλο Αγγελόπουλο για τη βοήθεια του και την συμπαράσταση του σε όλο το πρακτικό και θεωρητικό μέρος αυτής της μελέτης .
4. Όλους όσους συμμετείχαν εθελοντικά στην έρευνα.
5. Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειες μας για την ουσιαστική βοήθεια που μας πρόσφεραν όποτε την χρειαστήκαμε και για την συμπαράστασή τους σε όλη την διάρκεια της εργασίας.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>	2
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	3
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>	5
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ</b>	6
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ</b>	8
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ</b>	9
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ</b>	10
<b>I. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	11
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	12
Εισαγωγή	12
1.1 Σκοπός και χρησιμότητα της έρευνας	14
1.2 Ερευνητικά ερωτήματα	15
1.3 Οριοθετήσεις και περιορισμοί	15
1.4 Μεταβλητές της έρευνας και συμβολισμοί	17
1.4.1 Μεταβλητές ανθρωπομετρικού προφίλ	17
1.4.2 Μεταβλητές έρευνας	17
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΣΚΕΛΕΤΙΚΩΝ ΜΥΩΝ</b>	18
2.1 Σκελετικοί μύες	18
2.2 Μυϊκή ίνα	19
2.3 Θεωρία ολίσθησης νηματίων	21
2.4 Είδη μυϊκής σύσπασης	22
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΟΣ ΜΥΪΚΟΣ ΠΟΝΟΣ</b>	24
3.1 Γενικά	24
3.2 Πόνος	25
3.3 Προσωρινός μυϊκός πόνος	25
3.4 Καθυστερημένος μυϊκός πόνος	26
3.4.1 Ανθρωπομετρικοί παράγοντες και ΚΜΠ	27
3.4.2 Μηχανισμοί πρόκλησης και ΚΜΠ	28
3.4.3 Συμπτώματα του ΚΜΠ	33
3.5 Έκκεντρη άσκηση	34
3.5.1 Γενικά	34

3.5.2	Ισοκινητικό Δυναμόμετρο	34
3.5.3	Έκκεντρη άσκηση και ΚΜΠ	35
3.6	Κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό (ERGON)	36
3.6.1	Γενικά	36
3.6.2	Ορισμός	37
3.6.3	Διάγνωση	37
3.6.4	Εφαρμογή	37
3.6.5	Επίδραση	38
3.7	Ελαστική ισχαιμική περίδεση (KINETIC FLOSSING)	39
3.7.1	Εφαρμογή KINETIC FLOSSING	40
3.7.2	Επίδραση KINETIC FLOSSING	40
3.7.3	KINETIC COMPRESSION FLOSSING	41
3.8	Μυοπερτονιακή αυτομάλαξη (Foam Roller)	42
3.8.1	Γενικά	42
3.8.2	Επίδραση Μυοπερτονιακής αυτομάλαξης (Foam roller)	43
3.8.3	Εφαρμογή Μυοπερτονιακής αυτομάλαξης(Foam roller)	44
<b>II. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>		45
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΘΟΔΟΣ</b>		46
4.1	Εξεταζόμενοι	46
4.2	Ερευνητικός Εξοπλισμός	46
4.2.1	BorgScale-Rateofperceivedexertion(RPE)	47
4.2.2	Visualanaloguescale (VAS)	48
4.2.3	Ερωτηματολόγιο ποδοπλευρικότητα-WaterlooFootedness Questionnaire(WFQ-R)	49
4.2.4	Γωνιόμετρο-Μεζούρα	51
4.2.5	Δαπεδοεργόμετρο-Καρδιοσφυγμόμετρο	53
4.2.6	Αλγόμετρο-Συσκευή μέτρησης πόνου	54
4.2.7	Πρωτόκολλο κόπωσης	55
4.2.8	Ισοκινητικό δυναμόμετρο BiodexSystemIII	55
4.2.9	Ερευνητική διαδικασία	57
4.2.10	Παρέμβαση	60
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>		64
5.1	Αποτελέσματα εύρος τροχιάς	64

5.2 Αποτελέσματα μέτρησης αίσθησης πόνου με χρήση αλγόμετρου στον μέσο μηρό	67
5.3 Αποτελέσματα κλίμακας VAS	70
5.4 Αποτελέσματα κλίμακας BORG	73
5.5 Αποτελέσματα ισομετρικής δύναμης	76
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	80
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	82

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1 Δομή σκελετικού μυός	19
Εικόνα 2.2 Δομή ολίσθησης ή εγκάρσια γέφυρα	22
Εικόνα 3.1 Καθυστερημένος μυϊκός πόνος	24
Εικόνα 3.2 Έκκεντρη άσκηση	34
Εικόνα 3.3 Ισοκινητικό Δυναμόμετρο (Biodex)	35
Εικόνα 3.4 Μυοπεριτοιακός εξοπλισμός (ErgonTechnique)	36
Εικόνα 3.5 Ιμάντας ελαστικής ισχαιμικής περίδεσης (Kineticflossing)	40
Εικόνα 3.6 Τρόπος περίδεσης (Kineticflossing)	41
Εικόνα 3.7 Αφρώδες υλικό μυοπεριτονιακής αυτομάλαξης	43
Εικόνα 4.1 Κλασική κλίμακα Borg	48
Εικόνα 4.2 Κλίμακα analoguescale (Vas)	49
Εικόνα 4.3 Ερωτηματολόγιο ποδοπλευρικότητας (WFQ-R)	50
Εικόνα 4.4 Γωνιόμετρο	51
Εικόνα 4.5 Μεζούρα	52
Εικόνα 4.6 Προθέρμανση σε δαπεδοεργόμετρο με καρδιοσφυγμόμετρο	53
Εικόνα 4.7 Αλγόμετρο	54
Εικόνα 4.8 Ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex)	56
Εικόνα 4.9 Διαδικασία μέτρησης με γωνιόμετρο	58
Εικόνα 4.10 Ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex)	59
Εικόνα 4.11 Μυοπεριτονιακή αυτομάλαξη (Foamroller)	61
Εικόνα 4.12 Εφαρμογή τεχνικής (Ergon technique)	62
Εικόνα 4.13 Εφαρμογή ελαστικής ισχαιμικής περίδεσης (Kinetic flossing)	63



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 5.1.1 Μέσες τιμές και αποκλίσεις εύρους τροχιάς	64
Πίνακας 5.1.2 Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα του εύρους τροχιάς.	65
Πίνακας 5.1.3 Σύγκριση υποομάδων με διόρθωση Bonferroni του Εύρους Τροχιάς.	67
Πίνακας 5.2.1 Μέσες τιμές και αποκλίσεις αίσθησης πόνου μέσου μηρού (αλγόμετρο)	68
Πίνακας 5.2.2 Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της αίσθησης του πόνου στον μέσο μηρό με χρήση αλγομέτρου	68
Πίνακας 5.2.3 Σύγκριση υποομάδων με διόρθωση Bonferroni της αίσθησης του πόνου του άνω μηρού με την χρήση αλγομέτρου.	70
Πίνακας 5.3.1 Μέσες τιμές και αποκλίσεις αίσθησης πόνου κλίμακας VAS	71
Πίνακας 5.3.2 Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της αίσθησης του πόνου με χρήση της κλίμακας VAS	71
Πίνακας 5.3.3 Σύγκριση υποομάδων με διόρθωση Bonferroni για την μεταβλητή της αίσθησης του πόνου με την χρήση της κλίμακας VAS	73
Πίνακας 5.4.1 Μέσες τιμές και αποκλίσεις αίσθησης κόπωσης κλίμακας BORG	73
Πίνακας 5.4.2 Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της αίσθησης της κόπωσης με την χρήση της κλίμακας BORG	74
Πίνακας 5.4.3 Σύγκριση υποομάδων με διόρθωση Bonferroni για την μεταβλητή της αίσθησης κόπωσης με την χρήση της κλίμακας BORG	75
Πίνακας 5.5.1 Μέσες τιμές και αποκλίσεις ισομετρικής δύναμης	76
Πίνακας 5.5.2 Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της ισομετρικής δύναμης	77
Πίνακας 5.5.3 Σύγκριση υποομάδων με διόρθωση Bonferroni για την μεταβλητή της ισομετρικής δύναμης.	79

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 5.1 Αποτελέσματα Εύρους τροχιάς	64
Διάγραμμα 5.2 Αποτελέσματα αίσθησης πόνου με την χρήση Αλγόμετρου	67
Διάγραμμα 5.3 Αποτελέσματα αίσθησης πόνου με την χρήση της κλίμακας VAS	70
Διάγραμμα 5.4 Αποτελέσματα αίσθησης κόπωσης με την χρήση της κλίμακας BORG	73
Διάγραμμα 5.5 Αποτελέσματα ισομετρικής δύναμης, αποτελέσματα BIODExSYSTEM 3	76

# **I. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **DOMS (ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΟΣ ΜΥΙΚΟΣ ΠΟΝΟΣ)**

Ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος συμβαίνει συχνά μετά από εξαντλητική ή μη συνηθισμένη άσκηση, ιδιαίτερα αν η άσκηση περιλαμβάνει έκκεντρες μυϊκές συσπάσεις. Η έκκεντρη συστολή χαρακτηρίζεται από υψηλή παραγωγή δύναμης και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας (Hedayatrouetal, 2008). Ο πόνος αυτός που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια κόπωσης των μυών, συνήθως ξεκινά τη πρώτη ημέρα μετά την άσκηση και κορυφώνεται σε ένταση 48 ώρες μετά την άσκηση (Torresetal, 2012). ΟTheodorHough ήταν ο πρώτος που έδωσε μια λεπτομερή περιγραφή του ΚΜΠ. Τα συμπτώματα που συνδέονται με τον ΚΜΠ περιλαμβάνουν τον πόνο και τη δυσφορία στο σημείο της ζημιάς, φλεγμονή, οίδημα, μειωμένο εύρος κίνησης και μείωση της μέγιστης παραγωγής δύναμης του προσβεβλημένου μυός. Συνήθως, ο πόνος των μυών τείνει να αναπτύσσεται εντός των πρώτων 24 ωρών μετά την άσκηση και να παραμένει μέχρι 10 ημέρες (Duttoetal, 2004).

Οι αιτίες του ΚΜΠ φαίνεται να μην είναι ακόμα ακριβείς, παρ' όλα αυτά έχουν αναφερθεί έξι υποθετικές θεωρίες για τον μηχανισμό του ΚΜΠ. Ωστόσο η ενσωμάτωση δύο ή περισσότερων θεωριών είναι πιθανό να εξηγήσει το πόνο των μυών(Cheungetal, 2013).

Η πιο δημοφιλής ιδέα στο χώρο της άσκησης είναι ότι ο ΚΜΠ είναι αποτέλεσμα της συσσώρευσης γαλακτικού οξέος στους μυς. Αυτό φαίνεται να είναι συμπέρασμα από τη σχέση έντασης της άσκησης και έκτασης του πόνου. Επιπλέον, ο εκφυλισμός/αναγέννηση των μυϊκών ινών μετά από 2 με 3 ώρες ισχαιμίας είναι παρόμοιος με εκείνον που προκύπτει από την άσκηση και μπορεί να προκαλέσει μεταβολική δυσλειτουργία που οδηγεί σε νέκρωση των ινών (Armstrongetal, 1984). Σύμφωνα με πειράματα που έχουν διεξαχθεί, έχει μετρηθεί αυξημένη ηλεκτρική δραστηριότητα σε πονεμένους μυς. Συγκεκριμένα ο DeVries βρήκε ότι ο μυϊκός πόνος ξεκινά ένα κύκλο ανατροφοδότησης που οδηγεί σε τοπικό μυϊκό σπασμό, ο

οποίος με τη σειρά του προκαλεί περισσότερους πόνους, πιθανώς λόγω τοπικής ισχαιμίας.

Μία ακόμη θεωρία που έχει ερευνηθεί ως εξήγηση του ΚΜΠ, είναι ότι οι συνδετικοί ιστοί συμπεριλαμβανομένων των τενόντων έχουν υποστεί βλάβη κατά τη διάρκεια της μυϊκής σύσπασης (Francis, 1983). Μία άλλη είναι η θεωρία της μυϊκής βλάβης όπου είναι αποτέλεσμα της αυξημένης τάσης ανά μονάδα επιφάνειας που προκαλείται από τη μείωση των ενεργών κινητικών μονάδων κατά τη διάρκεια έκκεντρων ασκήσεων.

Η θεωρία της φλεγμονής βασίζεται στην άποψη ότι εμφανίζονται πτυχές της φλεγμονώδους απόκρισης, του σχηματισμού οιδήματος και της διήθησης των φλεγμονωδών κυττάρων μετά από επαναλαμβανόμενη έκκεντρα μυϊκή δράση (Francisetal, 1987; Cheungetal, 2003; Smith, 1991). Τέλος η θεωρία εκροής ενζύμων βασίζεται στην άποψη ότι διάφορα κολλαγόνα και πρωτεϊνικοί μεταβολίτες μπορούν να απελευθερώσουν στο εξωκυτταρικούς χώρους.

Ο ΚΜΠ περιλαμβάνει λοιπόν μειωμένο εύρος κίνησης, μειωμένη αντοχή ή μη φυσιολογικά ηλεκτρομυογραφικά χαρακτηριστικά. Ο περιορισμός ή η έλλειψη ικανότητας να εκτελείται μια λειτουργία ή δραστηριότητα εντός της περιοχής που θεωρείται φυσιολογική για ένα άτομο μπορεί να περιγραφεί ως λειτουργικός περιορισμός. Αυτό μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις κατά την διάρκεια περιόδων μυϊκής κόπωσης ως εσφαλμένη αντίληψη του αθλητή για τη προσωρινή του βλάβη που μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού.(Cheung, 2003). Όσο αναφορά την θεραπεία σχετικά με τον ΚΜΠ, έχουν αναπτυχθεί αρκετές στρατηγικές θεραπείας που βοηθούν στην ανακούφιση της σοβαρότητας του και στην αποκατάσταση της μέγιστης λειτουργίας των μυών όσον το δυνατόν γρηγορότερα. Τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη έχουν δείξει δόσοεξαρτώμενα αποτελέσματα που μπορούν επίσης να επηρεαστούν από τον χρόνο χορήγησης (Tokmakidisetal 2003; Lecmoteetal, 1998). Ομοίως, η μάλαξη έχει δείξει ποικίλα αποτελέσματα που μπορεί να αποδοθούν στο χρόνο εφαρμογής της και στο τύπο μάλαξης που χρησιμοποιήθηκε (Bakowskietal, 2008; Zainnudinetal, 2005 andNelson, 2013 ). Ακόμη, έρευνες έχουν γίνει σχετικά με την επίδραση των διατάσεων (McGrathetal, 2014; Herbertetal, 2011 andXieetal, 2018), της κρυοθεραπείας(Glasgowetal, 2014; Sellwoodetal, 2007 andCostelloetal 2016), του υπερήχου (Yuetal, 2015;BrockSimonsetal, 2004) αλλά και

της ηλεκτρικής νευρικής διέγερσης ( Graiget al, 1996; Denegaret al, 1992) με τα συμπεράσματα να είναι αντιφατικά. Τέλος, η άσκηση θεωρείται και αυτή ένα αποτελεσματικό μέσο για την ανακούφιση από τα συμπτώματα του ΚΜΠ, ωστόσο το αναλγητικό αποτέλεσμα είναι προσωρινό.

Τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί καινοτόμες τεχνικές κινητοποίησης μαλακών μορίων όπως η **ERGONIASTM TECHNIQUE, KINETIC FLOSSING** και η αυτομάλαξη **FOAMROLLER**. Η **Ergoniastm** είναι μία τεχνική μυοπεριτονιακής μάλαξης με χρήση ειδικού εξοπλισμού που εκτελείται είτε από τον θεραπευτή είτε από τον ίδιο τον αθλητή στην περίπτωση της αυτομάλαξης. Για τη λύση των συμφύσεων και την επαναφορά της ελαστικότητας στην πάσχουσα περιοχή, εκτός από την εγκάρσια μάλαξη που εκτελείται από τα χέρια του φυσικοθεραπευτή εφαρμόζονται και οι συγκεκριμένες τεχνικές. (Κωνσταντίνος Α. Φουσέκης, 2015). Η **Kinetic Flossing** περιλαμβάνει την θεραπευτική εφαρμογή ελαστικής ισχαιμικής περιίδεσης η οποία συνδυάζεται με κινητοποίηση και άσκηση υπομέγιστης αντίστασης.

Η αυτομάλαξη με το αφρώδες ρολό **Foamroller** θέτει τον αθλητή πάνω σε αυτό να εφαρμόζει τεχνικές θεραπείας σε ύπτια, πλάγια, πρηνή, όρθια και καθιστή θέση. Η διάρκεια εφαρμογής κυμαίνεται από 30''- 60'' και ο αριθμός των επαναλήψεων από 5-10 ανάλογα με τους στόχους, την αντοχή του ασθενή και το στάδιο της θεραπείας. (Κωνσταντίνος Α. Φουσέκης 2015). Με βάση τα παραπάνω , ο σκοπός της έρευνας ήταν η αξιολόγηση της επίδρασης αυτών των τεχνικών στον καθυστερημένο μυϊκό πόνο σε ερασιτέχνες αθλητές.

## ➤ **1.1 Σκοπός και χρησιμότητα της έρευνας**

Ο ΚΜΠ είναι μία πάθηση που επηρεάζει συχνά πολλούς αθλητές και συντελεί σε μειωμένη απόδοση. Σε αυτή τη φάση πρωταρχικός στόχος ήταν η μεγιστοποίηση των γνώσεων σχετικά με τον μηχανισμό πρόκλησης του ΚΜΠ και τις μεθόδους αποκατάστασής του. Μολονότι έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες σχετικά με την αποκατάσταση του ΚΜΠ, δεν έχουν καταλήξει σε κάποιο σαφές συμπέρασμα μέχρι τώρα. Κύριος προβληματισμός λοιπόν της παρούσας έρευνας, ήταν η σύγκριση τριών καινοτόμων τεχνικών φυσικοθεραπείας του ΚΜΠ όσον αφορά την επίδραση

στη μείωσή του. Οι τεχνικές αυτές ήταν η εφαρμογή (α) ERGON Technique, (β) Kinetic Flossing (γ) FoamRoller. Η χρησιμότητα της παρούσας έρευνας έγκειται στη βελτίωση των γνώσεων, σε ότι αφορά τον καθυστερημένο μυϊκό πόνο, και στην κατανόηση της επίδρασης των τριών τεχνικών αποκατάστασης του ΚΜΠ των εκτεινόντων μυών του γόνατος των αθλητών.

## ➤ 1.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Σύμφωνα με τους σκοπούς της έρευνας διατυπώθηκαν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

- Ποια η στατιστική διαφορά στα συμπτώματα (πόνος) και στη μυϊκή λειτουργική ικανότητα (δυσκαμψία, περιφέρεια, εύρος τροχιάς εκτεινόντων γόνατος) μετά την εφαρμογή ή όχι φυσιοθεραπευτικής παρέμβασης:

πριν την πλειομετρική άσκηση και μετά από αυτή;

μετά την άσκηση και στις 24, 48 και 72 ώρες;

- Υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των επιδράσεων των τεχνικών αποκατάστασης στη μείωση των συμπτωμάτων του ΚΜΠ;
- Ποιο είδος αποκατάστασης είναι αποτελεσματικότερο στη μείωση των συμπτωμάτων του ΚΜΠ;

## ➤ 1.3 Οριοθετήσεις και περιορισμοί

Η παρούσα έρευνα έχει τους ακόλουθους περιορισμούς και οριοθετήσεις :

- Το δείγμα απαρτίστηκε αποκλειστικά από ερασιτέχνες αθλητές. □ Η ηλικία τους κυμάνθηκε από 18 έως 27 έτη.

- Οι αθλητές προέρχονται από το ΑΤΕΙ ΑΙΓΙΟΥ
- Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε το μη κυρίαρχο άκρο του αθλητή. □ Οι αθλητές που δοκιμάστηκαν δεν είχαν υποστεί σημαντικό τραυματισμό κάτω άκρου τους τελευταίους 6 μήνες.
- Οι αθλητές δεν είχαν πραγματοποιήσει εξαντλητικού τύπου προπόνηση τουλάχιστον πέντε ημέρες πριν την συμμετοχή τους στην έρευνα.
- Οι αθλητές απείχαν από κάθε είδους προπόνηση την εβδομάδα συμμετοχής τους στην έρευνα.
- Οι αθλητές απείχαν από κάθε είδους αναλγητικού μέσου την εβδομάδα συμμετοχής τους στην έρευνα.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας ερμηνεύονται από τους ακόλουθους περιορισμούς:

- Λόγω του μεγάλου δείγματος και της δυσκολίας ανεύρεσής του δεν πραγματοποιήθηκε τυχαία δειγματοληψία των δοκιμαζομένων.
- Η καταγραφή του ιστορικού τραυματισμών έγινε με ειδικό ερωτηματολόγιο πριν τη δοκιμασία του αθλητή.
- Όλες οι προσπάθειες των αθλητών θεωρήθηκαν μέγιστες.
- Οι μετρήσεις των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών εμπεριέχουν ένα αναπόφευκτο σφάλμα μέτρησης.



## **1.4 Μεταβλητές της έρευνας και συμβολισμοί**

### **➤ 1.4.1 Μεταβλητές ανθρωπομετρικού προφίλ**

Χρονολογική ηλικία ΧΗ  
Σωματικό βάρος ΣΒ  
Σωματικό ύψος ΣΥ  
Ποδοπλευρικότητα ΠΟΔ

### **➤ 1.4.2 Μεταβλητές έρευνας**

Εύρος τροχιάς κάμψης γόνατος ROM  
Μέγιστη ισομετρική δύναμη ΜΙΔ  
Αίσθηση κόπωσης BORG  
Αίσθηση πόνου VAS

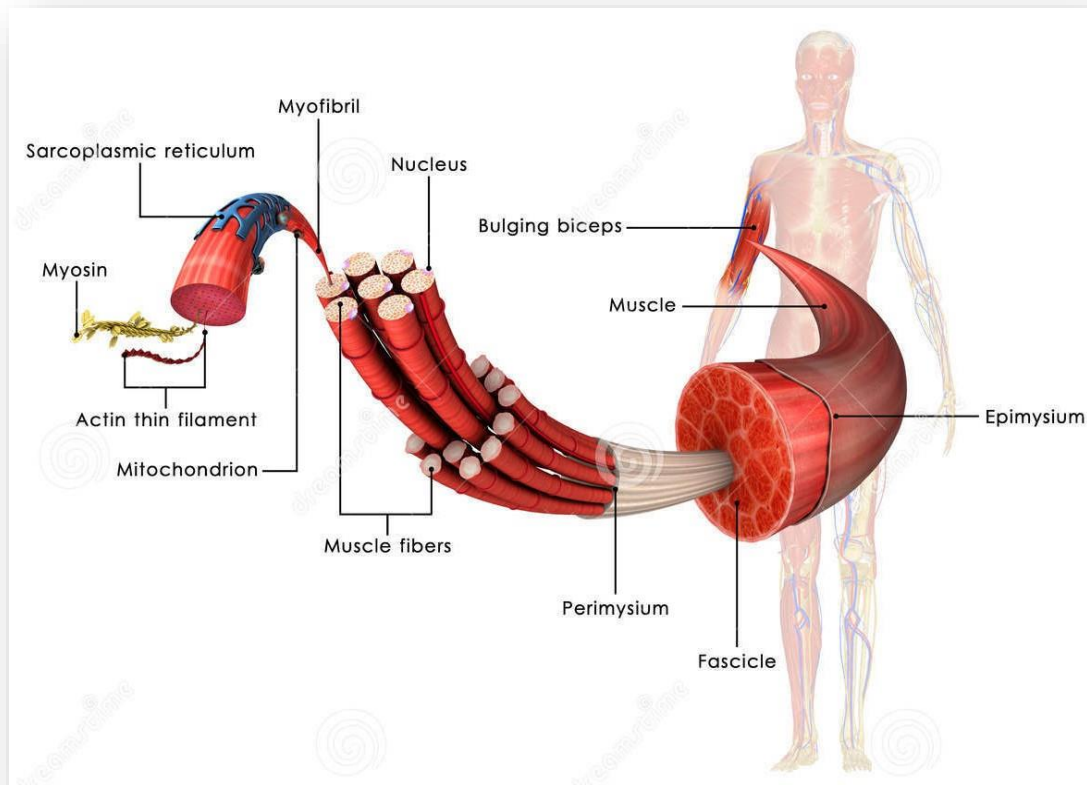
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΣΚΕΛΕΤΙΚΩΝ ΜΥΩΝ

#### ➤ 2.1 Σκελετικοί μύες

Στο ανθρώπινο σώμα υπάρχουν πάνω από 600 μύες, οι οποίοι αποτελούν το 40% περίπου του σωματικού βάρους (Μηλιάς, 2006). Οι μύες γενικά διαιρούνται σε τρεις τύπους: τον σκελετικό, τον καρδιακό και τον λείο μυ. (Ganong's). Το 40% περίπου είναι σκελετικοί μύες και ένα άλλο 10% περίπου είναι λείοι μύες και ο καρδιακός μύς (Guyton). Οι σκελετικοί μύες εμφανίζουν καλά αναπτυγμένες εγκάρσιες γραμμώσεις και φυσιολογικά δεν συσπώνται σε απουσία νευρικού ερεθίσματος. Στερούνται ανατομικών και λειτουργικών συνδέσεων μεταξύ των μεμονωμένων μυϊκών ινών και τελούν γενικά υπό τον έλεγχο της βούλησης. Ο καρδιακός μύς εμφανίζει επίσης εγκάρσιες γραμμώσεις και μπορεί να συσπάται ρυθμικά σε απουσία εξωτερικής νεύρωσης. Οι λείοι μύες δεν έχουν εγκάρσιες γραμμώσεις και μπορούν να υποδιαιρεθούν σε δύο κατηγορίες: τους απλής μονάδας (ή σπλαχνικούς) μύς και τους πολλαπλών μονάδων λείους μύς (Ganong's).

Στις άκρες των μυών υπάρχουν οι τένοντες. Οι τένοντες είναι δεμάτια κολλαγόνων ινών με τους οποίους οι μύες συνδέονται με τα οστά. Κάποιοι από αυτούς είναι πολύ μακριοί με το προσδεμένο άκρο στο οστό να βρίσκεται αρκετά μακριά από το τέλος του μυ. Η μεταφορά της δύναμης από το μυ στα οστά παρομοιάζεται με έναν άνθρωπο να τραβά ένα σχοινί, με το μυ να είναι ο άνθρωπος και τον τένοντα το σχοινί (Vanderetal, 2001).



**Εικόνα 2.1** Δομή σκελετικού μύος

## ➤ 2.2 Μυϊκή ίνα

Οι μύες περικλείονται και συγκροτούνται από έναν συνδετικό ιστό, τον επιμύιο. Μέσα από τον επιμύιο ιστό υπάρχουν μικρές δέσμες μυϊκών ινών, οι οποίες είναι τυλιγμένες από μια θήκη συνδετικού ιστού, το περιμύιο. Κάθε δέσμη από αυτές ονομάζεται μυϊκό δεμάτιο. Τέλος, κάθε μυϊκό δεμάτιο αποτελείται από μυϊκές ίνες οι οποίες κι αυτές περικλείονται από συνδετικό ιστό, τον ενδομύιο (Wilmore and Costill, 2006). Στους περισσότερους μύες, οι ίνες εκτείνονται σε ολόκληρο το μήκος του μύος και με εξαίρεση του 2% περίπου των ινών, καθεμία τους νευρώνεται από μία μόνο νευρική απόληξη που βρίσκεται κοντά στο κέντρο της ίνας.

Πιο ειδικά οι μυϊκές ίνες αποτελούνται από:

➤ **Το σαρκείλημα:** Σαρκείλημα είναι η κυτταρική μεμβράνη της μυϊκής ίνας. Αποτελείται από μια κυτταρική μεμβράνη, τη λεγόμενη πλασματική μεμβράνη, και από μια λεπτή στιβάδα πολυσακχαριδικού υλικού που περιέχει πολυάριθμα ινίδια κολλαγόνου. Στο άκρο της μυϊκής ίνας, αυτή η επιπολής στιβάδα του σαρκείληματος συγχωνεύεται με μια τενόντια ίνα, και οι τενόντιες ίνες με τη σειρά τους συνενώνονται σε δέσμες για σχηματίσουν τους τένοντες των μυών που προσφύονται στα οστά (Guyton, 2009).

➤ **Μυοϊνίδια:** Κάθε μυϊκή ίνα περιέχει εκατοντάδες ή χιλιάδες μυοϊνίδια και δίπλα από κάθε μυοϊνίδιο είναι τοποθετημένα πλάι-πλάι 1500 περίπου νημάτια μυοσίνης και 3000 νημάτια ακτίνης, που είναι μεγάλα μόρια πολυμερισμένης πρωτεΐνης, υπεύθυνα για τη μυϊκή συστολή. Τα νημάτια αυτά μπορούν να διακριθούν σε παχιά και λεπτά. Τα παχιά νημάτια είναι η μυοσίνη και τα λεπτά η ακτίνη. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα νημάτια της μυοσίνης και της ακτίνης διαπλέκονται εν μέρει μεταξύ τους, με αποτέλεσμα τα μυοϊνίδια να παρουσιάζουν εναλλακτικά φωτεινές και σκοτεινές ζώνες. Οι φωτεινές, που περιέχουν μόνο νημάτια ακτίνης, ονομάζονται ζώνες I. Οι σκοτεινές, που περιέχουν τα νημάτια της μυοσίνης και τα άκρα των νηματίων της ακτίνης, εκεί που επικαλύπτουν τη μυοσίνη, λέγονται ζώνες A. Σημειώνονται επίσης οι μικρές προσεκβολές από τα πλάγια των νηματίων, οι λεγόμενες εγκάρσιες γέφυρες. Οι γέφυρες αυτές προσεκβάλλουν από την επιφάνεια των νηματίων της μυοσίνης καθόλη την έκτασή τους εκτός από το κέντρο τους. Η αλληλεπίδραση αυτών με τα νημάτια της ακτίνης προκαλεί τη μυϊκή συστολή. Τα νημάτια της ακτίνης είναι προσκολλημένα στον λεγόμενο υμένα Z, ή δίσκο Z, από τις δύο πλευρές του οποίου εκτείνονται για να διαπλεχθούν με τα νημάτια μυοσίνης. Ο δίσκος Z αποτελείται από νηματοειδής πρωτεΐνες διαφορετικές από αυτές της ακτίνης και μυοσίνης. Περνά από το ένα μυοϊνίδιο στο άλλο, προσηλώνοντας έτσι τα μυοϊνίδια μεταξύ τους καθόλη την εγκάρσια έκταση της μυϊκής ίνας. Γι' αυτό το λόγο η μυϊκή ίνα παρουσιάζει σε όλη την έκτασή της φωτεινές και σκοτεινές ζώνες, όπως τα μυϊκά ινίδια που προσδίδουν στον σκελετικό και καρδιακό μυ τη γραμμωτή τους εμφάνιση (Guyton, 2009).

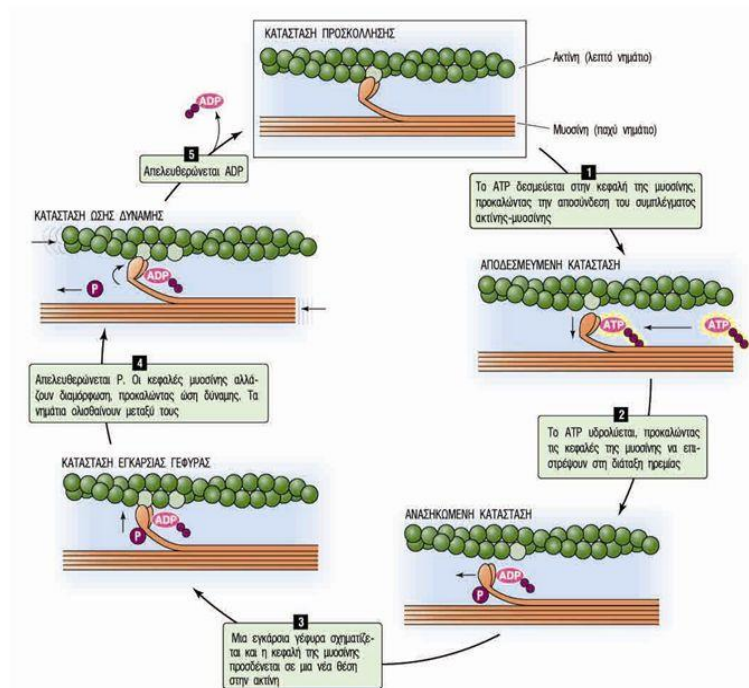
➤ **Το σαρκόπλάσμα:** Μέσα στη μυϊκή ίνα τα μυοϊνίδια είναι στερεωμένα σε σταθερή ουσία, το σαρκόπλάσμα και αποτελείται από τα συνηθισμένα ενδοκυττάρια συστατικά. Το υγρό στοιχείο του σαρκοπλάσματος περιέχει μεγάλες ποσότητες

καλίου, μαγνησίου, φωσφορικών ριζών και πρωτεϊνικών ενζύμων. Υπάρχουν επίσης μιτοχόνδρια σε πολύ μεγάλο αριθμό, που βρίσκονται ανάμεσα στα μυοϊνίδια και παράλληλα σ' αυτά. Το γεγονός αυτό δείχνει τις αυξημένες ανάγκες των μυοϊνιδίων που συστέλλονται για μεγάλες ποσότητες ATP, που σχηματίζεται από τα μιτοχόνδρια (Guyton, 2009). **Το σαρκοπλασματικό δίκτυο:** Μέσα στο σαρκόπλασμα υπάρχει κι ένα μεγάλο ενδοπλασματικό δίκτυο, το οποίο στη μυϊκή ίνα ονομάζεται σαρκοπλασματικό. Το δίκτυο αυτό έχει ειδική οργάνωση, εξαιρετικής σημασίας για τον έλεγχο της μυϊκής συστολής (Guyton, 2009).

### ➤ 2.3 Θεωρία ολίσθησης νηματίων

Το φαινόμενο με το οποίο βραχύνονται οι μυϊκές ίνες ονομάζεται θεωρία ολίσθησης νηματίων (WilmoreandCostill, 2006). Η κίνηση προκαλείται από μηχανικές δυνάμεις που παράγονται από την αλληλεπίδραση των εγκάρσιων γεφυρών των νηματίων της μυοσίνης με τα νημάτια της ακτίνης. Κάτω από συνθήκες ηρεμίας, οι δυνάμεις αυτές αναστέλλονται, αλλά όταν ένα δυναμικό ενέργειας μεταδίδεται στη μεμβράνη της μυϊκής ίνας, προκαλεί την απελευθέρωση μεγάλων ποσοτήτων ιόντων ασβεστίου στο σαρκόπλασμα που περιβάλλει τα μυοϊνίδια. Τα ιόντα ασβεστίου ενεργοποιούν τις μεταξύ των νηματίων δυνάμεις και αρχίζει η συστολή, η οποία όμως, για να προχωρήσει απαιτεί πρόσθετη ενέργεια. Η ενέργεια αυτή προέρχεται από τους υψηλής ενεργειακής απόδοσης δεσμούς του ATP, απελευθερώνοντας την απαιτούμενη ενέργεια (Guyton 2009).

## Ο ΚΥΚΛΟΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ Ή ΕΓΚΑΡΣΙΑΣ ΓΕΦΥΡΑΣ



Εικόνα 2.2 Δομή ολίσθησης ή εγκάρσια γέφυρα

### ➤ 2.4 Είδη μυϊκής σύσπασης

Η μυϊκή σύσπαση περιλαμβάνει τη βράχυνση των συσταλτών στοιχείων, αλλά επειδή ο μυς έχει επίσης ελαστικά και ιξώδη στοιχεία σε σειρά με τα συσταλτά στοιχεία, είναι δυνατό να λάβει χώρα συστολή χωρίς να υπάρχει ταυτόχρονα αισθητή μείωση του συνολικού μήκους του μυός. Μία τέτοια συστολή ονομάζεται **ισομετρική** (ίσο μέτρο ή μήκος) (ganong's). **Σύγκεντρη** είναι η μυϊκή σύσπαση όπου ο μυς βραχύνεται ορατά, ενώ παράγει ενεργή τάση. Οι σύγκεντρες συσπάσεις χρησιμοποιούνται για να υπερνικηθούν εξωτερικές αντιστάσεις όπως η βαρύτητα, ένα βάρος, η ώθηση, η ρίψη, η λήψη.

**Έκκεντρη** είναι η σύσπαση όπου ο μύς υφίσταται μια εξωτερική ροπή, μεγαλύτερη από αυτή που παράγει ο ίδιος, και τότε επιμηκύνεται. Η πηγή της εξωτερικής δύναμης που αναπτύσσει την αντίστοιχη ροπή δύναμης, η οποία με τη

σειρά της παράγει την έκκεντρη μυϊκή δράση των ανταγωνιστών μυών. Οι έκκεντρες χρησιμοποιούνται επίσης για την επιβράδυνση μίας κίνησης. Η έκκεντρη σύσπαση προηγείται της σύγκεντρης, γνωστό ως κύκλος διάτασης-βράχυνσης. Ενώ η ισομετρική παρεμβάλλεται μεταξύ τους ή σταθεροποιεί τις υπόλοιπες αρθρώσεις (Κωνσταντίνος Α. Φουσέκης 2015).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΟΣ ΜΥΙΚΟΣ ΠΟΝΟΣ

#### ➤ 3.1 Γενικά

Ο μυϊκός πόνος που αισθάνεται κανείς μια ή δύο ημέρες μετά από μία περίοδο έντονης άσκησης, αναφέρεται ως καθυστερημένος μυϊκός πόνος. (Willmore&Costill, 2006). Συνήθως είναι επακόλουθο της εφαρμογής μυϊκού έργου στο οποίο ο ασκούμενος δεν είναι εξοικειωμένος, ενώ είναι πιο έντονος όταν αυτό περιλαμβάνει μυϊκές συστολές πλειομετρικού τύπου. Τα τυπικά συμπτώματα που σχετίζονται με την ασκησιογενή μυϊκή βλάβη είναι η απώλεια μυϊκής δύναμης καθυστερημένος μυϊκός πόνος, η μυϊκή ευαισθησία, η μυϊκή δυσκαμψία και το οίδημα (Μήλιας,2006). Οι προτεινόμενες αιτίες του ΚΜΠ, περιλαμβάνουν τη δομική βλάβη στα μυϊκά κύτταρα και φλεγμονώδης αντιδράσεις μέσα στους μύες (Willmore&Costill, 2006).



**Εικόνα 3.1**Καθυστερημένος μυϊκός πόνος



## ➤ 3.2 Πόνος

Ένα σύνηθες φαινόμενο που παρατηρείται σε αθλητές και σε αγύμναστα άτομα, που μετά από καθιστική ζωή αρχίζουν να γυμνάζονται απότομα με μεγάλες επιβαρύνσεις και ιδιαίτερα με έκκεντρη δράση των μυών είναι το μυϊκό άλγος. Ο πόνος που αισθάνονται τα άτομα αυτά ώρες ή ημέρες μετά από έντονη προπόνηση χαρακτηρίζεται από μυϊκή αδυναμία, πιάσιμο των μυών, δυσκαμψία, άλγος, ευπάθεια και γενικότερα επώδυνα ερεθίσματα που συνοδεύουν τη μυϊκή συστολή. Πιο συγκεκριμένα, οι αλγούποδοχείς, δηλαδή οι αισθητήρες του πόνου, βρίσκονται στους μυς και απαρτίζονται από ελεύθερες νευρικές απολήξεις που συνδέονται με λεπτές προσαγωγούς εμμύελες ίνες (τύπου III) και αμύελες (τύπου IV). Οι εμμύελες προσαγωγοί ίνες (τύπου III) άγουν τις ώσεις του πόνου γρήγορα ενώ οι αμύελες (τύπου IV) αργά. Η διέγερση των πρώτων προκαλεί οξύ, ακιδωτό, εντοπισμένο και βραχύβιο πόνο, ενώ των δεύτερων προκαλεί έναν διάχυτο, αμβλύ, εξασθενημένο και μουντό πόνο που διαρκεί περισσότερο και δημιουργεί την αίσθηση καψίματος στους μυς. Συνεπώς, η αίσθηση του πόνου και του αλγεινού ερεθίσματος δημιουργείται όταν ερεθίζονται οι αλγούποδοχείς από μηχανικές παραμορφώσεις ή από χημικές ουσίες και στη συνέχεια οι προσαγωγές νευρικές ίνες μεταφέρουν ώσεις στην περιοχή του σωματοαισθητικού φλοιού του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνη για την αναγνώριση του πόνου (Κλεισούρας, 2011).

## ➤ 3.3 Προσωρινός μυϊκός πόνος

Αρχικά, θα πρέπει να διαχωριστεί ο προσωρινός μυϊκός πόνος σε σχέση με τον καθυστερημένο μυϊκό πόνο. Ο πόνος που γίνεται αισθητός κατά τη διάρκεια και αμέσως μετά την άσκηση μπορεί να προκύψει από τη συσσώρευση των τελικών προϊόντων της άσκησης και από το οίδημα των ιστών, το οποίο προκαλείται από τη μετατόπιση υγρών από το πλάσμα του αίματος στους ιστούς. Το οίδημα είναι αίσθηση πρηξίματος που αισθάνεται κάποιος μετά από βαριά προπόνηση αντοχής ή δύναμης. Ο πόνος και το πιάσιμο εξαφανίζονται συνήθως μέσα σε λίγα λεπτά έως και

αρκετές ώρες μετά την άσκηση. Κατά συνέπεια, αυτός ο πόνος αναφέρεται ως προσωρινός μυϊκός πόνος (Willmore&Costill, 2006).

### ➤ 3.4 Καθυστερημένος μυϊκός πόνος

Ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος συμβαίνει συχνά μετά από εξαντλητική ή μη συνηθισμένη άσκηση, ιδιαίτερα αν η άσκηση περιλαμβάνει έκκεντρες μυϊκές συσπάσεις. Η έκκεντρη συστολή χαρακτηρίζεται από υψηλή παραγωγή δύναμης και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. (Hedayatpouretal, 2008). Ο πόνος αυτός που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια κόπωσης των μυών, συνήθως ξεκινά τη πρώτη ημέρα μετά την άσκηση και κορυφώνεται σε ένταση 48 ώρες μετά την άσκηση. (Torresetal, 2012). Ο TheodorHough ήταν ο πρώτος που έδωσε μια λεπτομερή περιγραφή του ΚΜΠ. Τα κλασσικά συμπτώματα του ΚΜΠ είναι η απώλεια δύναμης, πόνος, οίδημα, ευαισθησία, δυσκαμψία, απώλεια πλήρους εύρους κίνησης. (JCliauDianRes, 2014). Υπάρχει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ έκκεντρης μυϊκής δράσης, η οποία περιλαμβάνει την επιμήκυνση του μυός υπό ένταση, και αυτής της ανάπτυξης του ΚΜΠ. Σε έρευνες που έγιναν σε ανθρώπους και ζώα, αυτό έχει επαληθευτεί επανειλημμένα, ότι δηλαδή η έκκεντρη άσκηση προκαλεί διαταραχή του συσταλτικού και του συνδετικού ιστού. Γενικά, οξεία φλεγμονή λαμβάνει χώρα όταν τραυματίζονται οι μύες και ο συνδεόμενος συνδετικός ιστός. Έχει προταθεί ότι ο ΚΜΠ είναι μια μορφή οξείας φλεγμονής που ενεργοποιείται σε απόκριση του τραυματισμένου ιστού και ότι η αίσθηση του πόνου αντιπροσωπεύει τον φλεγμονώδη πόνο. (Smithetal, 1994).

Όσο αναφορά την θεραπεία σχετικά με τον ΚΜΠ, έχουν αναπτυχθεί αρκετές στρατηγικές θεραπείας που βοηθούν στην ανακούφιση της σοβαρότητας του και στην αποκατάσταση της μέγιστης λειτουργίας των μυών όσον το δυνατόν γρηγορότερα. Τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη έχουν δείξει δόσοεξαρτώμενα αποτελέσματα που μπορούν επίσης να επηρεαστούν από τον χρόνο χορήγησης. (Tokmakidisetal 2003; Lecmoteetal, 1998) Ομοίως, η μάλαξη έχει δείξει ποικίλα αποτελέσματα που μπορεί να αποδοθούν στο χρόνο εφαρμογής της και στο τύπο μάλαξης που χρησιμοποιήθηκε. (Bakowskietal, 2008; Zainnudinetal, 2005 andNelson, 2013 ) Ακόμη, έρευνες έχουν γίνει σχετικά με την επίδραση των διατάσεων (McGrathetal, 2014; Herbertetal, 2011 andXieetal, 2018), της κρυοθεραπείας(Glasgowetal, 2014; Sellwoodetal, 2007

and Costello et al 2016), του υπερήχου (Yu et al, 2015; Brock Simon et al, 2004) αλλά και του ηλεκτρικής νευρικής διέγερσης ( Grainger et al, 1996; Denegare et al, 1992) με τα συμπεράσματα να είναι αντιφατικά.

Τέλος, η άσκηση θεωρείται και αυτή ένα αποτελεσματικό μέσο για την ανακούφιση από τα συμπτώματα του ΚΜΠ, ωστόσο το αναλγητικό αποτέλεσμα είναι προσωρινό. Αθλητές που πρέπει να προπονούνται σε καθημερινή βάση πρέπει να ενθαρρύνονται να μειώσουν την ένταση και την διάρκεια της άσκησης 1-2 ημέρες μετά την έντονη άσκηση που προκάλεσε τον ΚΜΠ (Rahmana et al, 2005; Fariasa et al, 2017). Εναλλακτικά, πρέπει να γίνουν ασκήσεις που στοχεύουν σε λιγότερα επηρεασμένα τμήματα του σώματος, ώστε να επιτρέψουν την ανάκτηση των πιο επηρεασμένων μυϊκών ομάδων. Έκκεντρες ασκήσεις θα πρέπει να εισαχθούν σταδιακά για περίοδο 1 ή 2 εβδομάδων στην αρχή ή κατά την διάρκεια της προπόνησης προκειμένου να μειωθεί το επίπεδο σωματικής βλάβης. Υπάρχουν ακόμα πολλά αναπάντητα ερωτήματα σχετικά με τον ΚΜΠ και πολλές πιθανές περιοχές για μελλοντική έρευνα. (Cheung et al, 2003)

### ➤ **3.4.1 Ανθρωπομετρικοί παράγοντες και ΚΜΠ**

Η πλειοψηφία των ερευνών που έχουν αξιολογήσει τις διαφορές φύλου στις μυϊκές βλάβες που προκαλούνται από άσκηση έχει επικεντρωθεί στην μέτρηση των ενζύμων που απελευθερώνονται από το μυ, κυρίως της CPK. Συγκεκριμένα έρευνες έχουν δείξει ότι οι γυναίκες έχουν χαμηλότερα επίπεδα CPK αίματος σε σύγκριση με τους άντρες μετά από έντονη άσκηση. Αυτό πιθανότατα να οφείλεται στο γεγονός ότι οι γυναίκες έχουν χαμηλότερα επίπεδα CPK σε κατάσταση ηρεμίας από ότι οι άντρες, πράγμα που οδήγησε στη πεποίθηση ότι οι γυναίκες μπορεί να προστατεύονται από μυϊκές βλάβες μετά από έντονη άσκηση. (Florres et al, 2011). Επιπλέον, η διαφορά στην μυϊκή βλάβες και πιο συγκεκριμένα στον ΚΜΠ μεταξύ ανδρών και γυναικών εξηγείται σε μεγάλο βαθμό από τα υψηλότερα επίπεδα οιστρογόνων που κυκλοφορούν στις γυναίκες. Το οιστρογόνο μπορεί να διαδραματίσει προστατευτικό ρόλο ελαχιστοποιώντας τις μυϊκούς τραυματισμούς. Δρα ως αντιοξειδωτικό και σταθεροποιητής μεμβράνης μέσω της αλληλεπίδρασης του με τη διπλή στιβάδα φωσφολιπιδίων. (Oosthuysen and Bosch, 2017). Σε άλλες έρευνες, οι γυναίκες ανέφεραν

χαμηλότερη ένταση πόνου μυών από τους άντρες, αλλά δεν εμφάνισαν διαφορά φύλου στο όριο πίεσης. Έτσι, φάνηκε ότι η ανίχνευση της διαφοράς φύλου στο πόνο των μυών εξαρτάται από τη μεθοδολογία επαγωγής του ΚΜΠ και την μέτρηση της αίσθησης. (Danneckeretal, 2003).

### ➤ **3.4.2 Μηχανισμοί πρόκλησης του ΚΜΠ**

Οι αιτίες του ΚΜΠ φαίνεται να μην είναι ακόμα ακριβείς, παρ' όλα αυτά έχουν προταθεί έξι υποθετικές θεωρίες για τον μηχανισμό του ΚΜΠ. Αυτές περιλαμβάνουν:

- Την θεωρία του γαλακτικού οξέως
- Την θεωρία του μυϊκού σπασμού
- Την θεωρία βλάβης του συνδετικού ιστού
- Την θεωρία της μυϊκής βλάβης
- Την θεωρία της φλεγμονής
- Την θεωρία εκροής ενζύμων

Ωστόσο, η ενσωμάτωση δύο ή περισσότερων θεωριών είναι πιθανό να εξηγήσει τον πόνο των μυών (Cheungetal, 2013).

#### ▪ **Θεωρία του γαλακτικού οξέος**

Η πιο δημοφιλής ιδέα στο χώρο της άσκησης είναι ότι ο ΚΜΠ είναι αποτέλεσμα της συσσώρευσης γαλακτικού οξέος στους μυς. Αυτό φαίνεται να είναι συμπέρασμα από τη σχέση έντασης της άσκησης και έκτασης του πόνου. Επιπλέον, ο εκφυλισμός/αναγέννηση των μυϊκών ινών μετά από 2 με 3 ώρες ισχαιμίας είναι παρόμοιος με εκείνον που προκύπτει από την άσκηση και μπορεί να προκαλέσει μεταβολική δυσλειτουργία που οδηγεί σε νέκρωση των ινών. (Armstrongetal, 1984). Ωστόσο, υπάρχουν δεδομένα που εναντιώνονται στην άποψη αυτή. Η πιο πειστική απόδειξη είναι ότι οι μυϊκές συστολές απαιτούν σχετικά χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Συγκεκριμένα, η άσκηση που περιλαμβάνει έκκεντρες συστολές απαιτεί

χαμηλότερη κατανάλωση οξυγόνου και παράγει λιγότερο γαλακτικό οξύ σε σχέση με την άσκηση με σύγκεντρες συστολές. Επίσης, η χρήση ενέργειας δραστικών μυών φαίνεται είναι μικρότερη στη έκκεντρη άσκηση απ' ό,τι στη σύγκεντρη.(Asmussenetal, 1956). Σε σχετική έρευνα που έγινε, τοποθετήθηκαν άτομα σε ένα κεκλιμένο διάδρομο και σε ένα επίπεδο διάδρομο με την ίδια ταχύτητα. Η λειτουργία κατάβασης απαιτούσε χαμηλότερη τιμή VO<sub>2</sub> και παράγαγε λιγότερο γαλακτικό οξύ απ' ό,τι το επίπεδο αλλά είχε ως αποτέλεσμα μεγαλύτερο ΚΜΠ.(Schwaneetal, 1983). Ως εκ τούτου, το γαλακτικό οξύ μπορεί να συμβάλλει στον οξύ πόνο που σχετίζεται με τη κόπωση μετά από έντονη άσκηση, ωστόσο δε μπορεί να αποδοθεί στον ΚΜΠ που αντιμετωπίζουμε 24-48 ώρες μετά την άσκηση (Cheungetal, 2003).

#### ▪ **Θεωρία του μυϊκού σπασμού**

Σύμφωνα με πειράματα που έχουν διεξαχθεί, έχει μετρηθεί αυξημένη ηλεκτρική δραστηριότητα σε πονεμένους μυς. Συγκεκριμένα ο DeVries βρήκε ότι ο μυϊκός πόνος ξεκινά ένα κύκλο ανατροφοδότησης που οδηγεί σε τοπικό μυϊκό σπασμό, ο οποίος με τη σειρά του προκαλεί περισσότερους πόνους, πιθανώς λόγω τοπικής ισχαιμίας. Έτσι, ο μυϊκός σπασμός είναι αποτέλεσμα του πόνου και το μέγεθος του πόνου εξαρτάται από τον αριθμό των κινητικών μονάδων που εμπλέκονται. Αναφέρθηκε επίσης από τον ίδιο ότι τα διπολικά ηλεκτρόδια που τοποθετήθηκαν στο δέρμα ή τα ηλεκτρόδια βελόνας που εισήχθησαν μες στο μυ, δεν ήταν επαρκή για να καταγράψουν την ηλεκτρική δραστηριότητα σε καταπονημένους μυς, αλλά ότι τα μονοπολικά ηλεκτρόδια ήταν. (DeVries, 1960). Ωστόσο, σε άλλες έρευνες που έγιναν, χρησιμοποιήθηκαν μονοπολικά ηλεκτρόδια και δεν παρατηρήθηκε αυξημένη ηλεκτρική δραστηριότητα στους πονεμένους μυς.(Newhametal, 1983). Επίσης, βρέθηκε αυξημένη ηλεκτρική δραστηριότητα σε μυς που ακολούθησαν έκκεντρη μυϊκή άσκηση, αλλά το μέγεθος της δραστηριότητας δεν σχετιζόταν με την αντίληψη του πόνου.(McGlynnetal, 1979). Είναι πιθανό λοιπόν ότι ένας μυϊκός σπασμός των κινητικών μονάδων είναι υπεύθυνος για τη παραγωγή πόνου, προϋποθέτοντας ότι αυτός ο σπασμός είναι αρκετά σοβαρός ώστε να προκαλέσει μερική απόφραξη των αιμοφόρων αγγείων, οδηγώντας έτσι σε ισχαιμία.(Bobertetal, 1986). Η χρήση όμως διπολικών και μονοπολικών τεχνικών παραμένει αμφισβητούμενη, με ορισμένους ερευνητές να υποστηρίζουν ότι οι

προηγούμενοι μέθοδοι στερούνται της ευαισθησίας για καταγραφή ηλεκτρικής δραστηριότητας σε πονεμένους μυς, ενώ άλλοι υποστήριξαν το αντίθετο. (Cheungetal, 2003).

- **Θεωρία βλάβης του συνδετικού ιστού**

Μία ακόμη θεωρία που έχει ερευνηθεί ως εξήγηση του ΚΜΠ, είναι ότι οι συνδετικοί ιστοί συμπεριλαμβανομένων των τενόντων έχουν υποστεί βλάβη κατά τη διάρκεια της μυϊκής σύσπασης.(Francis, 1983). Σε μια μελέτη που σχεδιάστηκε για να διερευνήσει αυτή τη θεωρία, ο Abraham συσχέτισε τις ουρικές εκκρίσεις υδροξυπλορίνης (OHP) με αναφορές για μυϊκή κόπωση μετά από έκκεντρη δραστηριότητα. Η OHP πρόκειται για προϊόν του συνδετικού ιστού και θεωρείται χρήσιμος δείκτης του μεταβολισμού του κολλαγόνου. Παρατηρήθηκε λοιπόν ότι οι τιμές της OHP ήταν μέγιστες 48 ώρες μετά την άσκηση σε εκείνα τα άτομα που ανέφεραν μεγαλύτερο πόνο.(Abraham, 1977). Ακόμη, σε άλλη έρευνα παρατηρήθηκε αυξημένη φλεγμονώδης απόκριση στα στοιχεία του συνδετικού ιστού του μυός μετά από μία παρατεταμένη περίοδο άσκησης χαμηλής έντασης. Και εντοπίστηκαν μεταβολές στην παρακέντηση μονοφωσφορικήςεξόζης (HMS), οι οποίες σχετίζονταν με συσσωρεύσεις πυρήνων στο μυϊκό παρεμβλαλλόμενο σημείο που υποδήλωνε βλάβη στον συνδετικό ιστό. (Tullsonetal, 1981). Έτσι θεωρία του συνδετικού ιστού στηρίζεται στην άποψη ότι ο μεγαλύτερος πόνος εμφανίζεται μετά από έκκεντρες συστολές.(Francis,1983). Ωστόσο, δεν έχει αποδειχθεί ακόμα ότι η βλάβη του συνδετικού ιστού είναι υπεύθυνη για την πρόκληση του ΚΜΠ καθώς οι τιμές της OHP είναι είτε σε αυξημένη σύνθεση είτε σε καταβολισμό του κολλαγόνου.(Cheungetal, 2003).

- **Θεωρία της μυϊκής βλάβης**

OHough ήταν ο πρώτος που μελέτησε την θεωρία της μυϊκής βλάβης, εστιάζοντας στην αποδιοργάνωση του συσταλτού τμήματος του μυϊκού ιστού και συγκεκριμένα στο επίπεδο της Z ζώνης, το οποίο είναι αποτέλεσμα ασκήσεων

έκκεντρου τύπου.(Armstrong, 1984; Newhametal, 1983).Η χαρακτηριστική αυτή μικροσκοπική βλάβη είναι μια διεύρυνση και ολική μυοϊνική διαταραχή της γραμμής Z, εκτός από την ευρύτερη διάσπαση της αρχιτεκτονικής του σαρκομερίου. Αυτή η βλάβη είναι αποτέλεσμα της αυξημένης τάσης ανά μονάδα επιφάνειας που προκαλείται από τη μείωση των ενεργών κινητικών μονάδων κατά τη διάρκεια έκκεντρων ασκήσεων. Η μηχανική διάσπαση αυξάνεται, ιδιαίτερα σε μυϊκές ίνες τύπου II, οι οποίες έχουν στενότερες και ασθενέστερες γραμμές Z.(Cheungetal, 2003). Σε μελέτη που έγινε, ελήφθησαν βιοψίες από τους μύες του πέλματος σε άτομα που έπασχαν από ΚΜΠ μετά από έκκεντρη άσκηση. Δύο ημέρες μετά την άσκηση δεν παρατηρήθηκαν κυτταρικές μορφολογικές ενδείξεις για ιστική βλάβη της διατάραξης των μηχανικών ινών. Ωστόσο, στο υποκυτταρικό επίπεδο παρατηρήθηκαν συχνές διαταραχές της μυοϊνώδους πλάκας, ειδικά της ζώνης Z. Η ζώνη Z παρουσίασε έντονη διεύρυνση και σε ορισμένες περιπτώσεις έντονη διαταραχή.(Francis, 1983). Επιπλέον, μετρήσεις των ενζύμων που έχουν γίνει μετά την άσκηση ενισχύουν τη θεωρία της μυϊκής βλάβης. Η CPK θεωρείται αξιόπιστος δείκτης για την αδυναμία της μυϊκής μεμβράνης, καθώς αυτό το ένζυμο συναντάται αποκλειστικά στον σκελετικό και στο καρδιακό μυ. Η διάσπαση των γραμμών Z και η ζημιά του σαρκειλήμματος θα επιτρέψουν τη διάχυση μυϊκών ενζύμων όπως η CPK, στο ενδιάμεσο υγρό. Σε κανονικές συνθήκες ανάπαυσης, το πλάσμα της CPK είναι περίπου 100 IU/L. Ωστόσο, μετά από έκκεντρη άσκηση τα επίπεδα κυκλοφορίας της CPK αυξάνονται στα 40000 IU/L, πράγμα που υποδηλώνει αύξηση της διαπερατότητας των μεμβρανών των μυϊκών κυττάρων μετά από τη διαταραχή της γραμμής Z. Παρ' όλα αυτά, υπάρχει σαφής διαφορά μεταξύ του χρόνου των μέγιστων επιπέδων της CPK στον ορό και του αντιλαμβανόμενου πόνου στους μύες. Έτσι, η θεωρία της μυϊκής βλάβης μπορεί να γίνει αποδεκτή ως μερική εξήγηση για τον ΚΜΠ. (Cheung et al, 2003; Cleak et Eston, 1992)

#### ▪ **Θεωρία της φλεγμονής**

Η θεωρία της φλεγμονής βασίζεται στην άποψη ότι εμφανίζονται πτυχές της φλεγμονώδους απόκρισης, του σχηματισμού οιδήματος και της διήθησης των φλεγμονωδών κυττάρων μετά από επαναλαμβανόμενη έκκεντρη μυϊκή δράση.(Francisetal, 1987; Cheungetal, 2003; Smith, 1991). Οι μυϊκές ίνες περιέχουν

πρωτεολυτικά ένζυμα τα οποία ξεκινούν την αποικοδόμηση πρωτεϊνικών και λιποειδικών δομών των κυττάρων. Η ταχεία αυτή διάσπαση των μυϊκών ινών και του συνδετικού ιστού σε συνδυασμό με τη συσσώρευση βραδυκίνινης, ισταμίνης και προσταγλανδίνων προσελκύει μονοκύτταρα και ουδετερόφιλα στο σημείο τραυματισμού. Αυτό ακολουθείται από εισροή πλούσιου σε πρωτεΐνη υγρού (εξίδρωμα) μέσα στο μυ, μέσω της αυξημένης διαπερατότητας των μικρών αιμοφόρων αγγείων μετά την έκκεντρη άσκηση. Τέλος, ασκείται μια ωσμωτική πίεση και ο πόνος παράγεται αν ενεργοποιηθούν οι αισθητικοί νευρώνες της ομάδας IV.(Fridenetal, 1986). Όμως, τα επίπεδα του οιδήματος φαίνονται να συμπίπτουν με τα επίπεδα του πόνου. Η χρονική πορεία της διείδυσης των φλεγμονωδών κυττάρων είναι βέβαια λιγότερο συμπτωματική. Γι' αυτό το λόγο, κάποιοι συγγραφείς αναφέρουν αυτή τη θεωρία ως «η θεωρία του ιστικού υγρού». Ωστόσο, ορισμένοι υποστήριζαν ότι τα μονοκύτταρα που μετατρέπονται σε μακροφάγα συσσωρεύονται στο σημείο της βλάβης και παράγουν ουσίες που ευαισθητοποιούν οι νευρικές απολήξεις τύπου III και IV εντός 24-48 ωρών.(Smith, 1991; Armstrong, 1984). Αμφιλεγόμενο λοιπόν παραμένει εάν είτε η φλεγμονώδης αντίδραση είτε ο σχηματισμός οιδήματος είναι υπεύθυνοι μηχανισμοί για τον ΚΜΠ (Cheungetal, 2003).

#### ▪ **Θεωρία της εκροής ενζύμων**

Η θεωρία εκροής ενζύμων βασίζεται στην άποψη ότι διάφορα κολλαγόνα και πρωτεϊνικοί μεταβολίτες μπορούν να απελευθερώσουν στον εξωκυτταρικούς χώρους. Η ένταση και η διάρκεια της έκκεντρης μυϊκής δράσης επηρεάζουν τη διαπερατότητα της μεμβράνης και τη ποσότητα εκφυλισμού των ινών. Η CPK έχει βρεθεί ότι αυξάνεται μετά από έκκεντρη δραστηριότητα. Αλλά έχει βρεθεί ότι το χρονικό σημείο στο οποίο τα επίπεδα της CPK είναι μεταβλητά, αυτά δεν αντιστοιχούν πάντοτε με την κορυφή του ΚΜΠ. Ουσίες όπως το ασβέστιο έχουν αναφερθεί ότι βλάπτουν το μυ σε άμεση επαφή.(GulicketKimura, 1996). Το ασβέστιο έχει βρεθεί ότι ενεργοποιεί πρωτεϊνάσες και φωσφολιπάσες έτσι ώστε να προκαλέσει διάσπαση της πρωτεΐνης μέσω της παραγωγής λευκοτριενίων και προσταγλανδίνων. Ακόμα, η συσσώρευση ασβεστίου περιορίζει την κυτταρική αναπνοή σε μιτοχονδριακό επίπεδο, καθυστερώντας έτσι τη διαδικασία αναγέννησης της



ΑΤΡ(τριφωσφορικήαδενοσίνης), η οποία είναι υπεύθυνη για την επαναφορά του ασβεστίου στο σαρκοπλασματικό δίκτυο.(Armstrong, 1984). Έτσι, η διάσπαση μυϊκών πρωτεϊνών έχει ως αποτέλεσμα στις ήδη αδύναμες Ζ ζώνες να αυξάνεται, λαμβάνοντας παράλληλα χημικής προέλευσης ενεργοποίηση νευρικών απολήξεων του πόνου.(Cheungetal, 2003).

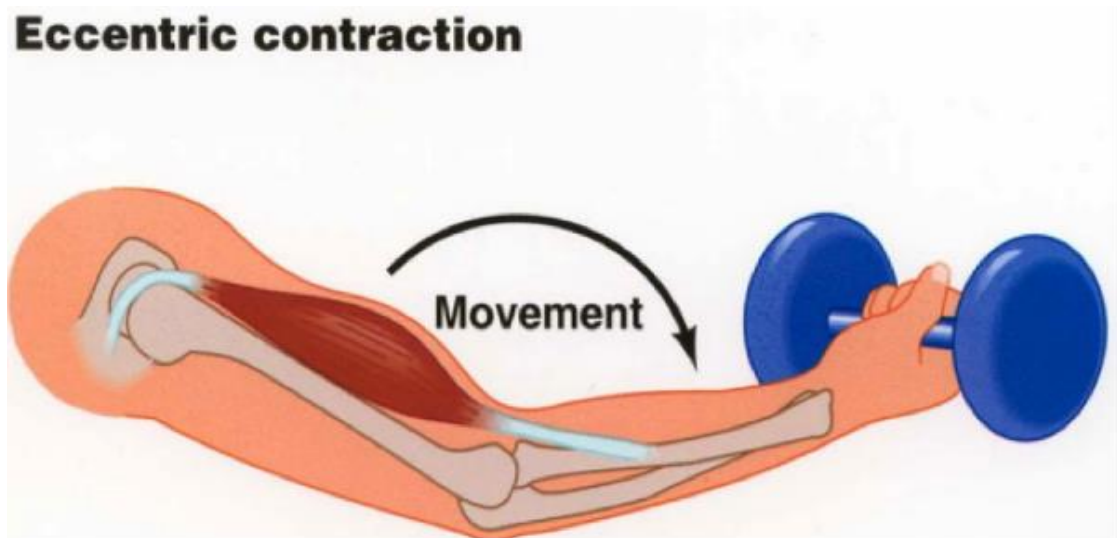
### ➤ 3.4.3 Συμπτώματα του ΚΜΠ

Τα συμπτώματα που συνδέονται με τον ΚΜΠ περιλαμβάνουν τον πόνο και τη δυσφορία στο σημείο της ζημιάς, φλεγμονή, οίδημα, μειωμένο εύρος κίνησης και μείωση της μέγιστης παραγωγής δύναμης του προσβεβλημένου μυός. Συνήθως, ο πόνος των μυών τείνει να αναπτύσσεται εντός των πρώτων 24 ωρών μετά την άσκηση και να παραμένει μέχρι 10 ημέρες. (Duttoetal, 2004).Επιπλέον, επηρεάζεται η νευρομυϊκή λειτουργία και μειώνεται η δύναμη και η ιδιοδεκτικότητα.(Rowlandsetal, 2001; Saxtonetal, 1995). Η αναπτυσσόμενη πορεία του ΚΜΠ αρχίζει με μικροτραυματισμό στους μύες και στη συνέχεια γύρω από τους συνδετικούς ιστούς. Ο μικροτραυματισμός ακολουθείται από φλεγμονώδη διαδικασία και μετέπειτα μετατοπίσεις υγρών και ηλεκτρολυτών. Κατά τη διάρκεια των περιστατικών αυτών, μυϊκοί σπασμοί είναι παρόντες, επιδεινώνοντας την κατάσταση. ( Lewisetal, 2012). Οι Doveretal (2012) χρησιμοποιώντας ισοκίνητικό δυναμόμετρο στους καμπτήρες γόνατος μετά από ΚΜΠ, ανέφεραν σημαντική μείωση της δραστηριότητας του δικέφαλου μηριαίου. Ακόμα,σε άλλη έρευνα των Villa-chaetal (2012) στους εκτεινόντες του γόνατος φάνηκε να διαταράσσονται ο ρυθμός ανάπτυξης δύναμης και η σταθερότητα δύναμης μετά από έκκεντρη μυϊκή άσκηση και συνεχίστηκαν και μετά από 24 ώρες όταν ήταν παρών ο ΚΜΠ. Οι Nosakaetal (2015) με έρευνα τους έδειξαν ότι ο ΚΜΠ μπορεί να σχετίζεται με βλάβη και φλεγμονή στον συνδετικό ιστό που περιβάλλει τις μυϊκές ίνες (δηλαδή το ενδόμυιο) ή τις δέσμες μυών (δηλαδή το περίμυιο ή τη περιτονία) ή και τα δύο, ειδικότερα κοντά στην μυοτενόντια σύνδεση.

## ➤ 3.5 Έκκεντρη άσκηση

### 3.5.1 Γενικά

Το σώμα μας εκτελεί σύνθετες κινήσεις που περιλαμβάνουν και τα τρία είδη των συσπάσεων. Ανάλογα με το είδος της άσκησης αλλάζει ο χρόνος παραμονής στο ένα ή στο άλλο είδος σύσπασης. Όλες οι μορφές μυϊκής σύσπασης δρούν συνεργικά στην υπερνίκηση των εξωτερικών αντιστάσεων, ή απλά της βαρύτητας. Η έκκεντρη σύσπαση επιμηκύνει το μυϊκό ιστό, εξαιτίας αυτού ο τένοντας διατείνεται λιγότερο. Η έκκεντρη μπορεί να παράγει μεγαλύτερο μέγεθος ροπής δύναμης σε δεδομένο εύρος κίνησης.



Εικόνα 3.2 Έκκεντρη άσκηση

## ➤ 3.5.2.Ισοκινητικό Δυναμόμετρο

Η εφαρμογή των Ισοκινητικών Δυναμομέτρων μπορεί να γίνει με μειομετρικό (concentric) και με έκκεντρο (eccentric) τρόπο δράσης, σε ανοικτή ή και κλειστή κινητική αλυσίδα.

Μπορούμε να κάνουμε ένα διαχωρισμό όσον αφορά τη χρήση των ισοκινητικών συστημάτων. Έτσι θα λέγαμε ότι υπάρχουν δύο είδη ισοκινητικών συστημάτων: Α) Τα **αμιγή μηχανικά**, τα οποία αποτελούνται μόνον από το δυναμόμετρο και τα τμήματα εφαρμογών (κρεβάτι, καρέκλα, αξεσουάρ κ.ά ) και χρησιμοποιούνται μόνο για αποκατάσταση και εξάσκηση. Β) Τα **ηλεκτρορυθμιζόμενα και ηλεκτρονικά ελεγχόμενα** συστήματα, στα οποία το δυναμόμετρο συνδέεται με υπολογιστή και με την χρήση ειδικού λογισμικού παρέχεται η δυνατότητα των ισοκινητικώνεργομετρήσεων και αξιολογήσεων, καθώς και της ηλεκτρονικά ελεγχόμενης εξάσκησης με την παράλληλη χρήση μεθόδων όπως το Biofeedback, το EMG κ.α. (Κωνσταντίνος Α. Φουσέκης 2015).



**Εικόνα 3.3** Ισοκινητικό Δυναμόμετρο (Biodex)

### **3.5.3 Έκκεντρη άσκηση και ΚΜΠ**

Είναι γνωστό ότι την επόμενη μέρα από έκκεντρη άσκηση υπάρχει δυσκαμψία και πόνος στους μύες (Hough 1902). Ερευνητές (Fridenetal. 1988) εστίασαν στο μέγεθος της μυϊκής ίνας και την ενδομυϊκή πίεση μετά από έκκεντρη προπόνηση στον πρόσθιο κνημιαίο. Σαράντα οχτώ ώρες μετά την άσκηση, με βιοψία αναλύθηκαν δείγματα μυϊκών ινών όπου βρέθηκαν ότι οι μυϊκές ίνες ήταν μεγαλύτερες και με

μεγαλύτερη ενδομυϊκή πίεση. Όσο μεγαλύτερη ήταν η αύξηση του μεγέθους των μυϊκών ινών, τόσο περισσότερο χρειάστηκε η πίεση των υγρών του ιστού να επιστρέψει στο φυσιολογικό. Άλλοι ερευνητές (Crenshawetal. 1994) επιβεβαίωσαν ότι το οίδημα των μυϊκών ινών και η ενδομυϊκή πίεση εξαιτίας των υγρών στους μύες των εκτεινόντων του γόνατος ήταν η αιτία της πρόκλησης πόνου μετά από έκκεντρη άσκηση. Παρόλο που το οίδημα παρατηρείτε μετά από έκκεντρη άσκηση, το οίδημα που εμφανίζεται στις μαγνητικές απεικονίσεις δεν έχει την ίδια χρονική πορεία με τον πόνο (Rodenburgetal. 1994).

### ➤ **3.6 Κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό (ERGON)**

#### ➤ **3.6.1 Γενικά**

Οι τεχνικές μάλαξης-κινητοποίησης μέσω ειδικών εργαλείων απόανοξείδωτο ατσάλι αποτελούν μια μορφή επιθετικής κινητοποίησης των μαλακών μορίων. Αυτά τα εργαλεία, όπως και η τεχνική, δημιουργήθηκαν από τον DavidGraston, έναν αθλητή του θαλάσσιου σκι, ο οποίος, έχοντας προβλήματα αποκατάστασης του γόνατός του (τενοντοπάθειαεπιγονατιδικού τένοντα), δημιούργησε ένα σετ ειδικών εργαλείων για να κάνει αυτομάλαξη (Κωνσταντίνος Α. Φουσέκης 2015).



**Εικόνα 3.4** Μυοπεριτονιακός εξοπλισμός (ErgonTechnique)

### ➤ **3.6.2 Ορισμός**

Οι συμφύσεις που δημιουργούνται, είτε ως προϊόν κακής αποκατάστασης είτε ως αποτέλεσμα υπέρχρησης κάποιων ιστών, εμποδίζουν τη διαδικασία επούλωσης, μειώνουν τη λειτουργική ικανότητα της περιοχής και αποτελούν αιτιολογικό παράγοντα μυοσκελετικού πόνου (LewitKetal. 2004). Για τη λύση αυτών των συμφύσεων και την επαναφορά της ελαστικότητας στην πάσχουσα περιοχή, εκτός από την εγκάρσια μάλαξη που εκτελείται από τα χέρια του φυσικοθεραπευτή εφαρμόζονται και τεχνικές μυοπεριτονιακής μάλαξης με χρήση ειδικού εξοπλισμού που εκτελούνται είτε από το θεραπευτή είτε από τον ίδιο τον αθλητή στην περίπτωση της αυτομάλαξης (Κωνσταντίνος Α. Φουσέκης 2015).

### ➤ **3.6.3 Διάγνωση**

Όλες οι τεχνικές αρχίζουν με μια διάγνωστική τεχνική, η οποία προϋποθέτει την εφαρμογή και την κίνηση των εργαλείων πάνω στους ιστούς του ασθενή με ήπια πίεση και μικρή ταχύτητα προς όλες τις κατευθύνσεις (παράλληλα, εγκάρσια και διαγώνια της κατεύθυνσης των μυϊκών ινών). Αυτή η τεχνική θα συνεισφέρει στην καταγραφή των περιοχών με αυξημένη ευαισθησία και υποδόρια σκληρότητα (Κωνσταντίνος Α. Φουσέκης 2015).

### ➤ **3.6.4 Εφαρμογή**

Οι τεχνικές μαλακών μορίων με χρήση ειδικού εξοπλισμού περιλαμβάνουν τη χρήση εργαλείων που είναι σχεδιασμένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να προσαρμόζονται στους διάφορους ιστούς, στα σχήματα και στις καμπύλες του σώματος. Τα συγκεκριμένα εργαλεία χρησιμοποιούνται: α) για να ανιχνεύσουν και να απελευθερώσουν-χαλαρώσουν ουλώδεις ιστούς, συμφύσεις και περιτονιακές

σκληρύνσεις, β) για να αυξήσουν την αιμάτωση, αλλά και γ) για να μειώσουν τον μυϊκό τόνο και τον πόνο (Carey, M. 2003, HammerWetal. 2005).

### ➤ 3.6.5 Επίδραση

Έχουν αναφερθεί σημαντικά πλεονεκτήματα από τη χρήση τέτοιων εργαλείων σε σχέση με τη χρήση των χεριών όσον αφορά στην αξιολόγηση των παθολογικών ιστών (παρά το γεγονός ότι ένα εργαλείο από ανοξείδωτο ατσάλι δεν μπορεί να συγκριθεί με το ανθρώπινο χέρι σε βασικά θέματα αξιολόγησης όπως η ψηλάφηση των ιστών, η αξιολόγηση της θερμοκρασίας, υγρασίας, των συσσωρεύσεων οίδημάτων και των μυϊκών σπασμών στους επιφανειακούς ιστούς του σώματος) (GrastonDetal 1997). Η μάλαξη των ιστών με τέτοιου είδους εργαλεία εργαλεία ενισχύει την αίσθηση και την πληροφόρηση που δέχεται ο θεραπευτής σχετικά με την κατάσταση των ιστών, καθώς τα λιπώδη σώματα των δακτύλων του θεραπευτή που έρχονται σε επαφή με το σώμα συμπιέζουν ιστούς, ενώ τα εργαλεία που διαθέτουν στενότερο άκρο στο τελείωμα τους έχουν την ικανότητα να τους διαχωρίζουν (SevierTetal 1995).

Σύμφωνα με τον κατασκευαστή, τα εργαλεία λειτουργούν ως διαπασών μουσικής, και όταν έρχονται σε επαφή με σκληρό ινώδη ιστό μεταδίδουν μια αντήχηση (αίσθηση δόνησης) στο χέρι του θεραπευτή βελτιώνοντας την ικανότητα του να αναγνωρίζει και να αξιολογεί συμφύσεις και ινώδεις εναποθέσεις. Επιπλέον η χρήση τέτοιων εργαλείων επιτρέπει την κινητοποίηση εν τω βάθει και σκληρών δομών χωρίς να φορτίζονται υπερβολικά τα δάχτυλα του θεραπευτή (HammerWetal. 2005).

Η συγκεκριμένη τεχνική (Graston) βασίζεται κυρίως πάνω στο θεωρητικό υπόβαθρο της εγκάρσιας μάλαξης, όπως περιγράφηκε από τον Cyriax. Όπως και άλλες τεχνικές κινητοποίησης των ιστών, έχει ως βασικούς στόχους τη λύση των συμφύσεων και τη χαλάρωση του ουλώδους ιστού, που είναι αποτέλεσμα τραύματος και την ανάκτηση της ελαστικότητας του συνδετικού ιστού μέσω του επανατραυματισμού και της ανακατασκευής του (HammerWetal. 2005).

Συγκεκριμένα, η μάλαξη Graston (σε αντιστοιχία με την μάλαξη εγκάρσιας τριβής) μπορεί να μειώσει την εναπόθεση ουλώδους ιστού μετά από μια κάκωση, να

μειώσει τη σκληρότητα των ήδη διαμορφωμένων εναποθέσεων συνδετικού ιστού και να διευκολύνει την επούλωση των χρόνιων κακώσεων υπέρχρησης με την πρόκληση ελεγχόμενου μικροτραυματισμού και ευθύγραμμης επανασυγκόλλησης των ιστών (BrosseauL1 etal. 2002; HammerWatel. 2005; KaderDetal. 2002)

Η θεραπεία με ειδικό εξοπλισμό φαίνεται ότι οδηγεί σε μεταβολή της μικροαγγειακής μορφολογίας και υπεραιμία, σε αυξημένη επιστράτευση και ενεργοποίηση των ινοβλαστών, καθώς και σε αναγέννηση και αποκατάσταση του τραυματισμένου κολλαγόνου. Οι παραπάνω προσαρμογές έχουν υποστηριχτεί τόσο από έρευνες σε ζώα όσο και από μελέτες σε ανθρώπους (DavidsonCJetal. 1997; Kader D etal. 2002; HowittSetal. 2006; loghmaniMetal. 2013; LoghmaniMetal. 2009)

### ➤ **3.7 Ελαστική ισχαιμική περίδεση (KINETIC FLOSSING)**

Η Kinetic Flossing περιλαμβάνει την θεραπευτική εφαρμογή ελαστικής ισχαιμικής περιδέσης η οποία συνδυάζεται με κινητοποίηση και άσκηση υπομέγιστης αντίστασης. Η τεχνική είναι μία καινοτόμα θεραπευτική προσέγγιση που έχει εξελιχθεί τα τελευταία τρία χρόνια στο πεδίο της μυοσκελετικής και αθλητικής φυσικοθεραπείας. Πρωτοεμφανίστηκε στην Αμερική όπου υπήρξαν οι πρώτες αναφορές με τον χαρακτηρισμό "Voodoo Flossing" από τον Dr.Kelly Starret (2014). Ο χαρακτηρισμός "Voodoo Flossing" της τεχνικής δημιουργήθηκε από το γεγονός πως τα εντυπωσιακά κλινικά αποτελέσματα της δε μπορούσαν να εξηγηθούν με επιστημονική βεβαιότητα (Kinetic Flossing Manual, Angelopoulos, 2017).



**Εικόνα 3.5** Ιμάντας ελαστικής ισχαιμικής περιίδεσης (Kineticflossing)

### ➤ **3.7.1 Εφαρμογή KINETIC FLOSSING**

Η KineticFlossing περιλαμβάνει τη χρήση ενός ειδικού ελαστικού ιμάντα, υλικού καουτσούκ-λατέξ, με τον οποίο ο θεραπευτής εφαρμόζει μία έντονη ισχαιμική περιίδεση στο μέλος του σώματος του ασθενή, που στοχεύει η θεραπεία. Η τεχνική περιλαμβάνει εξειδικευμένες τεχνικές περιίδεσης που εφαρμόζονται σε όλες τις ανατομικές δομές του σώματος. Το μεγάλο της λειτουργικό πλεονέκτημα είναι ότι η συγκεκριμένη εφαρμογή του ιμάντα kineticflossing εκτελείται συνήθως σε συνδυασμό με ειδικές θεραπευτικές τεχνικές όπως παθητική ή ενεργητική κινητική κίνηση, ειδικές τεχνικές κινητοποίησης και άσκηση υπομέγιστης ή μέγιστης επιβάρυνσης(KineticFlossingManual, Angelopoulos, 2017).

### ➤ **3.7.2 Επίδραση KINETIC FLOSSING**

Η τεχνική Kinetic Flossing αποτελεί μια κλινικά τεκμηριωμένη τεχνική ταχύτερης αποκατάστασης μυοσκελετικών παθήσεων και εξειδικευμένων αθλητικών κακώσεων οξείας και χρόνιας τυπολογίας. Η ισχαιμική πίεση μίας περιοχής, μιας ή



και πολλών αρθρώσεων ταυτόχρονα συμβάλλει στην δημιουργία σημαντικών αιμοδυναμικών και εμβιομηχανικών προσαρμογών. Οι αιμοδυναμικές προσαρμογές κατά την εφαρμογή των ελαστικών μιάντων περιίδεσης περιλαμβάνουν την αρχική μείωση της τοπικής αιματικής ροής αιμάτωσης ενώ μετά την απομάκρυνση τους ακολουθεί μια τοπική υπεραιμία που μεταβάλλει την μικροαγγειακή μορφολογία και αυξάνει την ινοβλαστική επιστράτευση και ενεργοποίηση. Αυτές οι φυσιολογικές αιμοδυναμικές προσαρμογές μετά την εφαρμογή του KineticFlossing συμβάλλουν α) στην αναγέννηση και αποκατάσταση του τραυματισμένου κολλαγόνου, β) στην κάθαρση του μυός από τα παράγωγα της φλεγμονής και των μεταβολιτών του πόνου και γ) στην απευαισθητοποίηση των νευρικών απολήξεων και άρα στη μείωση του τοπικού πόνου και της ευαισθησίας. Οι εμβιομηχανικές προσαρμογές μετά τη χρήση της τεχνικής περιλαμβάνουν την τμηματική συμπίεση ή αποσυμπίεση πασχουσών περιοχών και δομών αλλά και την στοχευμένη εμβιομηχανική διόρθωση της θέσης (postularcorrections) και της λειτουργίας συγκεκριμένων αρθρώσεων. (Kinetic Flossing Manual, Angelopoulos, 2017)



**Εικόνα 3.6** Τρόπος περιίδεσης (Kineticflossing)

### ➤ **3.7.3 KINETIC COMPRESSION FLOSSING**

Η εφαρμογή αυτή αποτελεί τον κλασικό τύπο περιίδεσης Flossing, όπου εφαρμόζεται ισομερής συμπιεστική περιίδεση στην περιοχή θεραπείας. Διακρίνεται σε

τρεις παραλλαγές ανάλογα με το βαθμό συμπίεσης που στοχεύει ο θεραπευτής. Έτσι, η περίδεση μπορεί να εφαρμοστεί με περιστροφές του 1/2, των 2/3, καθώς και των 3/3 του πλάτους του ελαστικού ιμάντα. Η συγκεκριμένη τεχνική ενδείκνυται για την αύξηση της λειτουργικότητας μέσω της αποκατάστασης της ολίσθησης των περιτονιών, την απελευθέρωση και λύση μυοπεριτονιακών προσκολλήσεων, για την εφαρμογή ειδικών τεχνικών κινητοποίησης σε αρθρώσεις καθώς και για την κινητοποίηση-μείωση ενδομυϊκών οιδημάτων-αιματωμάτων (KineticFlossingManual, Angelopoulos, 2017).

### **3.8 Μυοπεριτονιακή αυτομάλαξη (FoamRoller)**

#### **➤ 3.8.1 Γενικά**

Η μυοπεριτονιακή αυτομάλαξη είναι μια τεχνική κινητοποίησης των μαλακών μορίων που βασίζεται στις ίδιες αρχές με τις τεχνικές μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης και χαλάρωσης που περιγράφηκε στα παραπάνω με την διαφοροποίηση ότι όλες οι τεχνικές εκτελούνται από τον ίδιο τον αθλητή με χρήση ειδικού εξοπλισμού (αφρώδες ρολό, Foamroller). Η αυτομάλαξη με τέτοιο εξοπλισμό χρησιμοποιείτε ως μια τεχνική προθέρμανσης αλλά και αποκατάστασης, που στοχεύει στη βελτιστοποίηση του εύρους τροχιάς των αρθρώσεων και της μυϊκής λειτουργίας μέσω της μυοπεριτονιακής μάλαξης (MacDonaldGetal. 2013). Ο εξοπλισμός περιλαμβάνει την χρήση ειδικών ρολών από αφρώδες υλικό (foamroller), ειδικών ραβδιών (stick) αλλά και μπάλας μάλαξης-άθλησης (τένις-γκολφ). Τα ρολά από σκληρό αφρώδες υλικό (foamroller) διατίθενται σε διάφορα μεγέθη, και ανάλογα με την κατασκευή τους εμφανίζουν διαφορετική σκληρότητα και ολισθηρότητα. Για τη θεραπεία μικρών ή στοχευμένων σημείων (πέλμα, περνιαίοι, ωμοπλάτη) χρησιμοποιούνται μαπάκια του τένις ή και του lacrosse, καθώς και ειδικά ραβδία από σκληρό ή μαλακό υλικό (Κωνσταντίνος Α. Φουσέκης 2015).



Εικόνα 3.7 Αφρώδες υλικό μυοπεριτονιακής αυτομάλαξης

### ➤ 3.8.2 Επίδραση Μυοπεριτονιακής αυτομάλαξης (Foamroller)

Η θεραπευτική προσφορά της αυτομάλαξης με ειδικό εξοπλισμό βασίζεται στη θεωρητική υπόθεση ότι η συνδυασμένη έντονη συμπίεση και κίνηση των ιστών πάνω στο αφρώδες υλικό μπορεί να αυξήσει τις τριβές ανάμεσα στα στρώματα της περιτονίας και των μυών και να οδηγήσει: **α) στη λύση επίπονων συμφύσεων, β) στη χαλάρωση σκληρών εναποθέσεων (ουλώδους ιστού), και γ) στην αύξηση της ελαστικότητας της περιτονίας και γενικότερα των μαλακών μορίων** (PaoliniJ. 2009; SeftonJ. 2004). Αυτή η υπόθεση όμως δεν έχει επιβεβαιωθεί ερευνητικά καθώς οι μελέτες που διερεύνησαν τις επιδράσεις της αυτομάλαξης με τέτοια υλικά είναι ελάχιστα. Παρόλ' αυτά, υπάρχουν ενδείξεις ότι η αυτομάλαξη με foamroller βελτιώνει την τοπική αιμάτωση, (GeorgilopoulosP. 2012) τη νευρομυϊκή αποδοτικότητα και το εύρος τροχιάς των αρθρώσεων, (MacDonaldGetal. 2013) και μειώνει τη μυϊκή ευαισθησία και τον πόνο (SwannE, GranerS. 2002; BarnesM. 1997;CurranPetal. 2008).

Η βελτίωση στο εύρος τροχιάς αποδίδεται στην περιτονιακή χαλάρωση. Συγκεκριμένα, καθώς η περιτονία αποτελείται και από κολλοειδείς ουσίες, μετά από κάποιο μη θεραπευθέντα τραυματισμό θα στερεοποιηθεί και θα σκληρύνει. Αντίθετα, όταν κινητοποιηθεί και αυξηθεί η θερμοκρασία της θα μαλακώσει και θα αποκτήσει μια μορφή εύκαμπτης γέλης, επιτρέποντας μεγαλύτερη διάταση των μυών που

περιβάλλει (SchleipR. 2003). Η μείωση του μυϊκού τόνου και η χαλάρωση που έχει καταγραφεί μετά την εφαρμογή αυτής της τεχνικής έχει αποδοθεί στην αυτογενή αναχαίτιση μέσω της δραστηριότητας του οργάνου golgi (McKeechnieGetal. 2007). Συγκεκριμένα, η έντονη συμπίεση, διάταση και τριβή των ιστών από την επαφή με το ρολό ενεργοποιεί τους υποδοχείς του οργάνου golgi και οδηγεί σε μυϊκή χαλάρωση και δημιουργία ευνοϊκού περιβάλλοντος για αύξηση της ελαστικότητας του μυός (MacDonaldGetal. 2013). Επιπρόσθετα η συμπίεση των αγγείων από το foamroller μπορεί να αυξήσει την τοπική κυκλοφορία και αιμάτωση των μυών, καθώς και την παραγωγή ορμονών χαλάρωσης και ενδορφινών. Ακόμα, έχει δείχτεί ότι οι αθλητές που κάνουν αυτομάλαξη με foamroller εμφανίζουν θετικές ψυχολογικές προσαρμογές όπως μείωση άγχους (PaoliniJ. 2009).

### **3.8.3 Εφαρμογή Μυοπεριτονιακής αυτομάλαξης (foamroller)**

Η θέση του αθλητή πάνω στο αφρώδες ρολό (foamroller) εξαρτάται από τη στόχευση της θεραπείας. Ο αθλητής μπορεί να εφαρμόσει τεχνικές θεραπείας σε ύπτια, πλάγια, πρηνή, όρθια και καθιστή θέση. Από ύπτια θέση θεραπεύονται οι μυοτενόντιες δομές της οπίσθιας επιφάνειας του σώματος και κυρίως αυτές της κνήμης (γαστροκνήμιος, υποκνημίδιος, αχίλλειος τένοντας), του μηρού (οπίσθιοι μηριαίοι), της λεκάνης (γλουτιαίοι) και του κορμού. Σε πλάγια θέση του ασθενή θεραπεύονται οι περονιαίοι μύες, η λαγονοκνημιαία ταινία και οι πλάγιοι μύες του ισχίου (απιοειδής-γλουτιαίοι), ενώ κατά την πρηνή θέση, οι εκτείνοντες του γόνατος και οι καμπτήρες του ισχίου. Από όρθια θέση η θεραπεία περιλαμβάνει τη χρήση του ραβδίου για θεραπεία μεγάλων μυϊκών ομάδων, και της μπάλας για τη στόχευση μικρότερων και εστιασμένων δομών. Η διάρκεια εφαρμογής κυμαίνεται από 30''-60'' και ο αριθμός των επαναλήψεων από 5-10 ανάλογα με τους στόχους, την αντοχή του ασθενή και το στάδιο της θεραπείας. Το διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις μπορεί να φτάσει το 1' και, όπως και με τις άλλες τεχνικές μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης, μπορεί να είναι είτε ενεργητικό (κίνηση) είτε παθητικό (διάταση) (Κωνσταντίνος Α. Φουσέκης 2015).

# **ΙΙ.ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **ΜΕΘΟΔΟΣ**

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται τα όργανα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για τη μέθοδο, οι παρεμβάσεις που εφαρμόστηκαν καθώς και η ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε.

#### **➤ 4.1 Εξεταζόμενοι**

Το δείγμα αποτέλεσαν 80 ερασιτέχνες αθλητές και αθλήτριες (μέσο όρο ηλικίας 20,43 έτη, ύψους 1,74 m και σωματικού βάρους 68,63 kg), οι οποίοι χωρίστηκαν σε 4 ισόποσες ομάδες των 20 ατόμων ανάλογα με τη παρέμβαση που τους εφαρμόστηκε. Τα γκρουπ με βάση τη παρέμβαση ήταν τα εξής: Ελέγχου, Κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό ErgonTechnique, Ισχαιμική Ελαστική Περίδεση KineticFlossing και Μυοπεριτονιακή Αυτομάλαξη FoamRoller. Τα άτομα χωρίστηκαν στις ομάδες με βάση την επιλογή τους.

#### **➤ 4.2 Ερευνητικός Εξοπλισμός**

Για την εκπόνηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω όργανα:

- Borg Scale-Rate of perceived exertion (RPE)
- Visual Analogue Scale (VAS)
- Ερωτηματολόγιο ποδοπλευρικότητας-Waterloo Footedness Questionnaire (WFQ-R)
- Γωνιόμετρο
- Μεζούρα
- Δαπεδοεργόμετρο και καρδιοσφυγμόμετρο
- Αλγόμετρο χειρός-Συσκευή μέτρησης πόνου
- Ισοκινητικόδυναμόμετρο Biodex System III

➤ Πρωτόκολλο Κόπωσης

#### ➤ **4.2.1 BorgScale-Rateofperceivedexertion (RPE)**

Η κλίμακα BorgRPE είναι μία κλίμακα για την αξιολόγηση της αντίληψης της άσκησης. Είναι ένα εργαλείο για την αξιολόγηση της προσπάθειας και της άσκησης, της δύσπνοιας και της κόπωσης κατά την διάρκεια της φυσικής δραστηριότητας. Οι τιμές της συγκεκριμένης κλίμακας κυμαίνονται από το 6 μέχρι το 20 και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποδηλώσει καρδιακούς ρυθμούς που κυμαίνονται από 60 έως 200 κτύπους ανά λεπτό. Τα τελευταία χρόνια ωστόσο δημιουργήθηκε και μία νέα αναθεωρημένη κλίμακα με ειδικές αναλογίες, η οποία είναι μία απλή κλίμακα κατηγορίας για διαφορετική χρήση που έχει τα θετικά χαρακτηριστικά της κλίμακας γενικής αναλογίας. Η νέα αυτή κλίμακα έχει σκορ από το 1 μέχρι το 10 και αντιπροσωπεύει ακραίες εντάσεις και χρησιμεύει κυρίως για τη μέτρηση του πόνου στο στήθος ή στο μυοσκελετικό σύστημα. (Borget Gunnar,1982).

Στη συγκεκριμένη έρευνα βέβαια χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα Borg RPE που είναι και η κλασσική έτσι ώστε να εξετασθεί η γενικότερη κόπωση του αθλητή πριν και μετά την άσκηση αλλά και τις επόμενες μέρες. Τη πρώτη μέρα η κλίμακα χρησιμοποιήθηκε πριν το πρωτόκολλο κόπωσης αλλά και μετά. Τις επόμενες μέρες χρησιμοποιήθηκε μόνο μετά από την προθέρμανση.

### Borg's Rating of Perceived Exertion (RPE) Scale

Perceived Exertion Rating	Description of Exertion
6	No exertion. Sitting & resting
7	Extremely light
8	
9	Very light
10	
11	Light
12	
13	Somewhat hard
14	
15	Hard
16	
17	Very hard
18	
19	Extremely hard
20	Maximal exertion

Εικόνα 4.1 Κλασική κλίμακα Borg

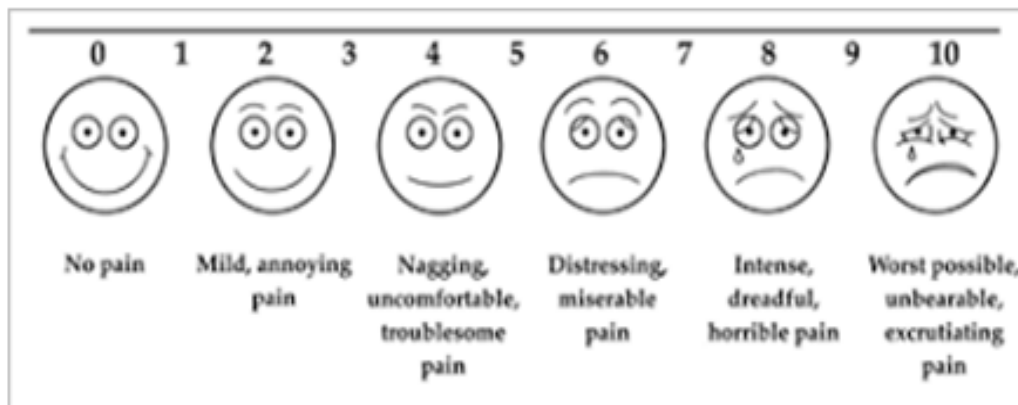
#### ➤ 4.2.2 Visual analogue scale (VAS)

Η οπτική αναλογική κλίμακα VAS είναι μία ευθεία γραμμή μήκους 10 cm, η οποία χρησιμοποιείται σε κλινικές δοκιμές και άλλες μελέτες ως εργαλείο για την εξαγωγή δείκτη χρησιμότητας. Έχουν αναπτυχθεί κάθετες και οριζόντιες παρουσιάσεις, αν και η οριζόντια έκδοση είναι πιο κοινή. Στο πλαίσιο του πόνου, οι ασθενείς καλούνται να τοποθετήσουν ένα σημάδι στη γραμμή σε ένα σημείο που αντιπροσωπεύει τη σοβαρότητα του πόνου τους.(Kerstenetal, 2014). Με τη μέτρηση, για παράδειγμα, του πόνου, μπορεί να υπάρξει «κανένας πόνος» στο αριστερό άκρο της γραμμής και «χειρότερος νοητός πόνος» ή ισοδύναμος στα δεξιά. Υπάρχουν ωστόσο κάποιοι περιορισμοί κατά τη χρήση του VAS, δηλαδή το άτομο πρέπει να κατανοεί το καθήκον(τυχόν γλωσσικές δυσκολίες, γνωστική αποτυχία).(Faiz, 2014). Επομένως, είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί από άτομα χαμηλού μορφωτικού επιπέδου, ηλικιωμένους ή παιδιά.(WilliamsonetHoggart, 2005).

Στην εν λόγω έρευνα, η κλίμακα VAS χρησιμοποιήθηκε από τους εξεταζόμενους με σκοπό την αξιολόγηση του πόνου μόνο στη περιοχή του τετρακέφαλου μυ. Τα άτομα συμπλήρωναν τη κλίμακα πριν την κόπωση που τους



εφαρμοζόταν στο μηχάνημα (Biodex) αλλά και μετά. Ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία λοιπόν με τη κλίμακα Borg συμπληρώνοντας τη κλίμακα την πρώτη μέρα πριν και μετά την κόπωση, αλλά και τις τρεις επόμενες μέρες μόνο μετά την προθέρμανση.



Εικόνα 4.2 Κλίμακα analogue scale (Vas)

### ➤ 4.2.3 Ερωτηματολόγιο ποδοπλευρικότητας- WaterlooFootednessQuestionnaire(WFQ-R)

Η αξιολόγηση της ποδοπλευρικότητας έγινε με τη χρήση του ειδικού ερωτηματολογίου WaterlooFootednessQuestionnaire (WFQ-R). Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο είναι από τα πιο αποδεκτά για μετρήσεις και κύριο πλεονέκτημά του έναντι άλλων ερωτηματολογίων ίδιας κατηγορίας είναι ότι έχει σχεδιαστεί για να αξιολογεί τόσο την προτίμηση του ποδιού για την κινητοποίηση όσο και για την σταθεροποίηση. Πρόσφατα κρίθηκε αξιόπιστη η ελληνική εκδοχή του ερωτηματολογίου, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιείται σε έρευνες αξιολογώντας τον ελληνόφωνα πληθυσμό(Kaprelietal, 2015).

Στην παρούσα έρευνα το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από τον εξεταζόμενο την πρώτη μέρα της δοκιμασίας, ώστε να εκτιμηθεί το ισχυρό του πόδι και να χρησιμοποιηθεί το λιγότερο ισχυρό στο πρωτόκολλο κόπωσης.

**ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΠΟΔΟΠΛΕΥΡΙΚΟΤΗΤΑΣ**

Κινητικότητα	Σταθεροποίηση
1. Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες για να κλωτοήσεις μία ακίνητη μπάλα σε ένα στόχο ευθεία μπροστά σου;	2. Εάν έπρεπε να σταθείς σε ένα πόδι, ποιο πόδι θα ήταν αυτό;
3. Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες για να στρώσεις την άμμο στη παραλία;	4. Εάν έπρεπε να ανέβεις πάνω σε μία καρέκλα, ποιο πόδι θα έβαζες πρώτο πάνω στη καρέκλα;
5. Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες για να πατήσεις ένα γρήγορα κινούμενο έντομο;	6. Εάν έπρεπε να ισορροπήσεις στο ένα πόδι πάνω σε μία γραμμή τρένου, ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες;
7. Εάν ήθελες να σηκώσεις ένα βύλο με τα δάχτυλα του ποδιού σου, ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες;	8. Εάν έπρεπε να κάνεις κουτσό με το ένα πόδι, ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες;
9. Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες για να μπορέσεις να χώσεις ένα φτυάρι μέσα στο έδαφος;	10. Όταν κάποιος στέκεται όρθιος σε θέση ανάπαυσης, αρχικά βάζει το περισσότερο από το βάρος του σώματός του σε ένα πόδι, αφήνοντας το άλλο ελαφρά λυγισμένο. Σε ποιο πόδι θα έβαζες το περισσότερο βάρος σου πρώτα.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

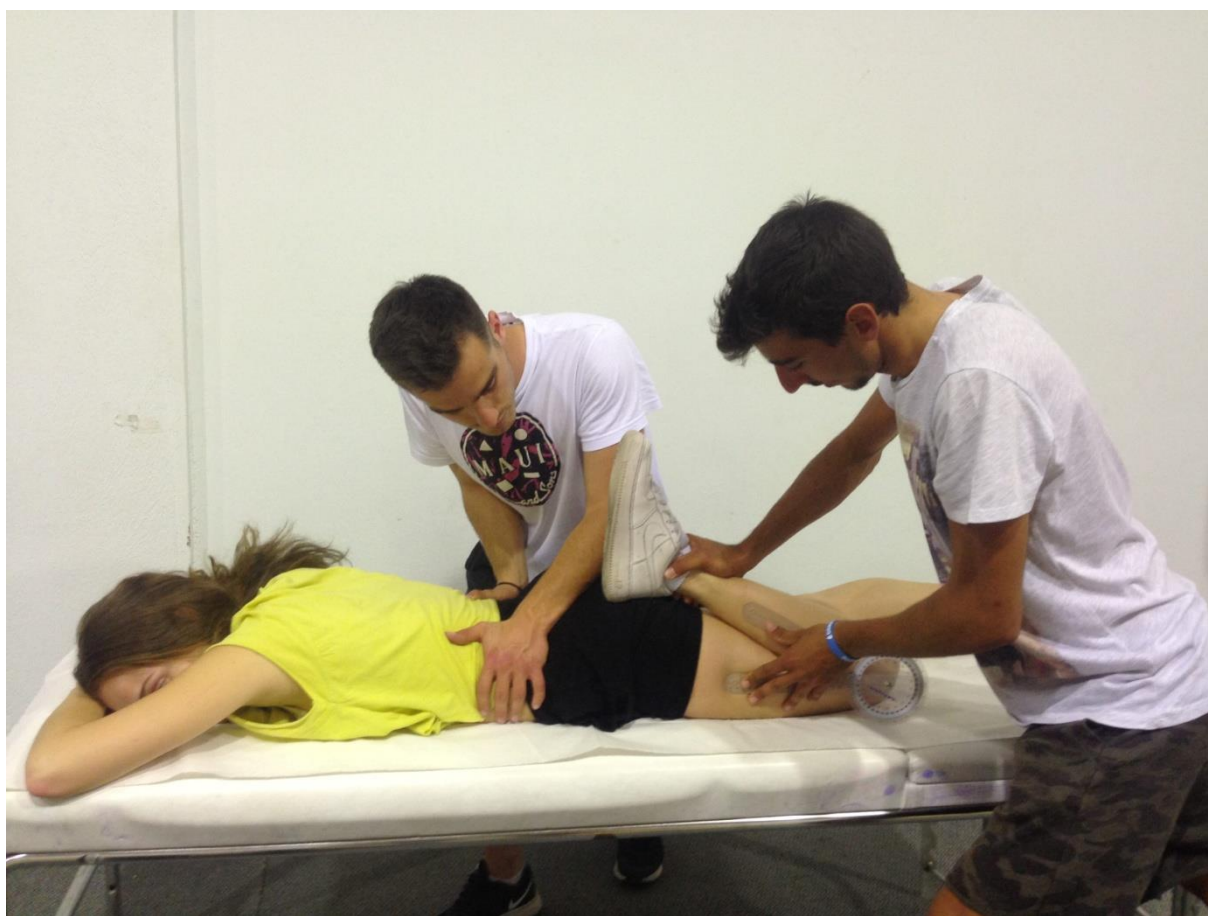
  

-2 → Πάντα Αριστερό  
 -1 → Συνήθως Αριστερό  
 0 → Εξίσου και τα δύο  
 1 → Συνήθως Δεξί  
 2 → Πάντα Δεξί

**Εικόνα 4.3** Ερωτηματολόγιο ποδοπλευρικότητας (WFQ-R)

#### ➤ 4.2.4 Γωνιόμετρο-Μεζούρα

Με το γωνιόμετρο (εικόνα 3.1) αξιολογήθηκε το εύρος τροχιάς κάμψης του γόνατος. Το άτομο βρισκόταν σε πρηνή θέση στο εξεταστικό κρεβάτι, ενώ ο ένας θεραπευτής σταθεροποιούσε τη λεκάνη και ο άλλος έφερνε το γόνατο στις τελικές μοίρες κάμψης.



**Εικόνα 4.4** Γωνιόμετρο

Με τη μεζούρα μετρήθηκε η περιφέρεια του άνω και μέσου μηρού του εξεταζόμενου άκρου από όρθια ανατομική θέση.



**Εικόνα 4.5** Μεζούρα

#### ➤ 4.2.5 Δαπεδοεργόμετρο-Καρδιοσφυγμόμετρο

Ο εξεταζόμενος ξεκίνησε τη προθέρμανσή του, κάνοντας 10 λεπτά τρέξιμο στο δαπεδοεργόμετρο στους 150 με 160 σφυγμούς, φορώντας βέβαια στο στήθος του το καρδιοσφυγμόμετρο, το οποίο αποτελείται από ένα πομπό και ένα ρολόι. Στη συνέχεια συνέχισε με 2 λεπτά στατικές διατάσεις. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης και στο τέλος της άσκησης για αποθεραπεία.



**Εικόνα 4.6** ΠροθέρμανσησεΔαπεδοεργόμετρο με Καρδιοσφυγμόμετρο

#### ➤ 4.2.6 Αλγόμετρο χειρός-Συσκευή μέτρησης πόνου

Τα αλγόμετρα που χρησιμοποιούνται σε διάφορες μελέτες περιλαμβάνουν την εφαρμογή πίεσης πάνω από τα σημεία ελέγχου του σώματος. Οι συσκευές αποτελούνται από ένα κουμπί πίεσης στην άκρη, το οποίο εφαρμόζεται κάθετα στο δέρμα με βαθμιαία αυξανόμενη δύναμη για να παράγει επιβλαβή ερέθισμα. Η ισχύς που εφαρμόζεται στην άκρη μεταδίδεται σε μία κυψέλη φορτίου και παράγεται μία έξοδος τάσης. Έτσι, εμφανίζεται η ένδειξη του πόνου με το δείκτη σε newton. (Kakaetal, 2015). Στην παρούσα έρευνα ο εξεταζόμενος μετρήθηκε με το αλγόμετρο εφαρμόζοντας σε αυτόν πίεση στη πρόσθια περιοχή του μηρού. Συγκεκριμένα, εξετάστηκαν τρία οδηγία σημεία στην περιοχή του τετρακέφαλου.



**Εικόνα 4.7** Αλγόμετρο

#### ➤ **4.2.7 Πρωτόκολλο κόπωσης**

Η κόπωση έγινε την 1<sup>η</sup> μέρα και εφαρμόστηκε στο ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodexsystem 3, έτσι ώστε να προέλθει ΚΜΠ τις επόμενες μέρες. Το πρωτόκολλο περιελάμβανε 6 σετ των 10 επαναλήψεων με ενδιάμεση ξεκούραση 1 λεπτο. Συγκεκριμένα, ο εξεταζόμενος πραγματοποιούσε έκκεντρες μυικές συσπάσεις των εκτεινόντων μυών του γόνατος, βάζοντας αντίσταση στην έκκεντρη κάμψη που εκτελούσε το μηχάνημα.(McNeiletal, 2004; Villa-Chaetal, 2012)

#### ➤ **4.2.8 Ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System III**

Τα ισοκινητικά δυναμόμετρα χρησιμοποιούνται συχνά ως μηχανήματα προπόνησης. Χρησιμοποιούνται επίσης συχνά για τη μέτρηση των χαρακτηριστικών των σκελετικών μυών υπό δυναμικές συνθήκες.(Zawadskietal, 2010). Είναι ηλεκτρομηχανικές συσκευές που μπορούν να μετρήσουν την απόδοση μιας ισοκινητικής μυικής δράσης στις σημαντικότερες αρθρώσεις του ανθρώπινου σώματος. Οι παράμετροι που μπορούν να ληφθούν υπόψη σε ένα δυναμόμετρο περιλαμβάνουν τη δύναμη, τη ροπή στρέψης, το εύρος κίνησης, τη γωνιακή ταχύτητα και τη διάρκεια της μυικής δράσης. Η ροπή στρέψης μπορεί να οριστεί ως αποτέλεσμα μιας δύναμης γύρω από ένα άξονα περιστροφής και είναι προϊόν της δύναμης της κάθετης απόστασης από τον άξονα του μοχλοβραχίονα. Τιμές της μέγιστης ροπής, του συνόλου της ροπής και της ειδικής γωνίας της ροπής στρέψεως χρησιμοποιούνται συχνά ως αντιπροσωπευτικές τιμές της απόδοσης του μυός που δοκιμάζεται. Έτσι η επίδοση καταγράφεται ως ροπή στρέψης σε όλη τη τροχιά κίνησης και είναι δυνατή η ανάλυσή της στο σύνολο της τροχιάς κίνησης. Πλεονεκτήματα λοιπόν αυτών των δυναμομέτρων είναι η ασφάλεια, η αντοχή στην αντίσταση και η ανάλυση της μυικής δύναμης.(Nitschke 1992; Osternig 1986)

Όσο αναφορά την έρευνα, το Biodex χρησιμοποιήθηκε τόσο για αξιολογηθεί η μέγιστη ισομετρική δύναμη του τετρακέφαλου πριν και μετά την κόπωση, όσο και για να εφαρμοστεί το πρωτόκολλο κόπωσης. Η κόπωση έγινε την 1<sup>η</sup> ημέρα, ενώ οι μέγιστες ισομετρικές εφαρμόστηκαν και τις τέσσερις μέρες.



**Εικόνα 4.8** Ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex)



## ➤ 4.2.9 Ερευνητική διαδικασία

Ογδόντα (80) ερασιτέχνες αθλητές και αθλήτριες χωρίστηκαν τυχαία σε 4 ισόποσες ομάδες των 20 ατόμων έχοντας μέσο όρο ηλικίας 20,43 έτη, ύψους 1,74 m και σωματικού βάρους 68,63 kg και συμμετείχαν στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Εμβιομηχανικής και Αθλητικών Κακώσεων του Τμήματος Φυσικοθεραπείας Αιγίου Δυτικής Ελλάδας.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο μη κυρίαρχο άκρο του/της αθλητή/τριας. Συγκεκριμένα, διήρκησαν συνολικά 4 ημέρες. Την πρώτη ημέρα καταγράφηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (βάρος, ύψος, ηλικία) και το ερωτηματολόγιο ποδοπλευρικότητας. Ο/Η αθλητής/αθλήτρια ξεκινούσε με δεκάλεπτη προθέρμανση στο δαπεδοεργόμετρο με τρέξιμο στους 150-160 σφυγμούς και 2 λεπτά στατικές διατάσεις στα κάτω άκρα. Στη συνέχεια συμπλήρωνε τις κλίμακες Borg και Vas για την αξιολόγηση της γενικής σωματικής κόπωσης και του πόνου συγκεκριμένα στη μυϊκή ομάδα του τετρακέφαλου. Έπειτα, με το γωνιόμετρο μετρήθηκε το εύρος τροχιάς κάμψης του γόνατος με το άτομο σε πρηνή θέση. Σε αυτή τη θέση ο ένας εξεταστής μετρούσε με το γωνιόμετρο το εύρος τροχιάς κάμψης του γόνατος και ο άλλος σταθεροποιούσε τη λεκάνη και έφερνε το πόδι στις τελικές μοίρες κάμψης. Μετά μετρήθηκε η περιφέρεια του άνω και μέσου μηρού με μεζούρα ενώ ο αθλητής στεκόταν όρθιος στην ανατομική θέση. Η περιφέρεια του άνω μηρού μετρήθηκε στο ανώτερο δυνατό σημείο και η περιφέρεια του μέσου μηρού στο μέσο της απόστασης από το μείζων τροχαντήρα μέχρι τη μεσότητα της άρθρωσης του γόνατος. Ακόμα, πραγματοποιήθηκε μέτρηση με τη χρήση χειροκίνητου αλγόμετρου σε 3 οδηγιά σημεία στην επιφάνεια του μηρού, τα οποία βρέθηκαν με βάση τη προηγούμενη μέτρηση με τη μεζούρα, πραγματοποιώντας μια μέτρηση με το αλγόμετρο στο μέσο της μεζούρας και άλλες 2 αντίστοιχα 10 cm πάνω και κάτω από το μέσο. Για την έγκυρη καταγραφή αποτελεσμάτων έγιναν 3 επαναλήψεις σε καθένα από τα 3 οδηγιά σημεία του μηρού. Με τη μέτρηση αυτή αξιολογήθηκε η αίσθηση πόνου του εξεταζόμενου.



**Εικόνα 4.9** Διαδικασία μέτρησης με γωνιόμετρο

Αφότου ολοκληρώθηκαν οι παραπάνω μετρήσεις ο εξεταζόμενος τοποθετήθηκε στο ισοκινητικό δυναμόμετρο BiodexSystem III. Στο ισοκινητικό μηχάνημα ελήφθησαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι: τα ισχία του εξεταζόμενου βρίσκονταν σε κάμψη 90 μοιρών, προσαρμόζοντας τη πλάτη του καθίσματος ακριβώς στους γλουτούς του και την απόσταση ανάμεσα στη κνήμη κ στην άκρη του καθίσματος να βρίσκεται στα 2 με 3 cm, επίσης η απόσταση του έξω μηριαίου κονδύλου του γόνατος με το βραχίονα του ισοκινητικού μετρήθηκε στα 2 cm και η απόσταση του μαξιλαριού αντίστασης από το έσω σφυρό στα 2 cm. Ρυθμίστηκε ακόμα η κάμψη γόνατος στις 70 μοίρες, έτσι ώστε να παραχθεί η καλύτερη δυνατή προσπάθεια. Ο αθλητής εκτέλεσε 3 μέγιστες ισομετρικές προσπάθειες συν 2 δοκιμαστικές πριν την έναρξη των 3 μέγιστων σύμφωνα με τη καθοδήγηση του εξεταστή. Οι ισομετρικές συστολές είχαν διάρκεια 5 δευτερολέπτων κ ο χρόνος ξεκούρασης ανάμεσα από κάθε συστολή ήταν 7 δευτερόλεπτα.



**Εικόνα 4.10** Ισοκινητικό δυναμόμετρο (Biodex)

Στη συνέχεια ακολούθησε το πρωτόκολλο κόπωσης στον εξεταζόμενο με σκοπό να δημιουργηθεί τις επόμενες μέρες καθυστερημένος μυϊκός πόνος. Το

πρωτόκολλο εφαρμόστηκε στο ισοκινητικό δυναμόμετρο BiodexSystemIII. Ο αθλητής εκτέλεσε 6 σετ των 10 επαναλήψεων έκκεντρες συσπάσεις των εκτεινόντων μυών του γόνατος. Συγκεκριμένα, το δυναμόμετρο τοποθετούσε το γόνατο του αθλητή σε έκταση και από εκείνο το σημείο εκτελούσε έκκεντρα κάμψη γόνατος, με τον εξεταζόμενο να βάζει αντίσταση μέχρι το γόνατο να κάνει κάμψη 90 μοίρες και να επαναληφθεί η κίνηση από την αρχή. Όλη η διαδικασία έγινε υπό την καθοδήγηση των ερευνητών. Μόλις τελείωνε τα 6 σετ ο δοκιμαζόμενος, επαναλάμβανε όλες τις παραπάνω μετρήσεις και τελείωνε με αποθεραπεία 10 λεπτά στο δαπεδοεργόμετρο και 2 λεπτά διατάσεις στα κάτω άκρα. Στο τέλος της πρώτης ημέρας εφαρμόστηκε η παρέμβαση. Τις επόμενες 3 ημέρες έγινε επανάληψη των μετρήσεων που προαναφέρθηκαν (κλίμακα Borg, Vas, άνω κ μέση περιφέρεια μηρού, εύρος τροχιάς κάμψης γόνατος, μέτρηση πόνου και μέγιστες ισομετρικές συσπάσεις), αφού πρώτα είχε προηγηθεί προθέρμανση του δοκιμαζόμενου.

#### ➤ 4.2.10 Παρέμβαση

Η έρευνα τελείωνε με την φυσικοθεραπευτική παρέμβαση, η οποία εφαρμοζόταν στο τέλος της 1<sup>ης</sup> μέρας. Οι αθλητές/αθλήτριες αφού είχαν χωριστεί πρώτα ισόποσα σε 4 γκρουπ των 20 ατόμων το καθένα, γινόταν εφαρμογή των καινοτόμων τεχνικών, ώστε να αξιολογηθεί αργότερα η αποτελεσματικότητά τους στη μείωση του ΚΜΠ. Οι τεχνικές αυτές ήταν: η μυοπεριτονιακή αυτομάλαξη FoamRoller, η κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό ErgonTechnique, η ελαστική ισχαιμική περίδεση KineticFlossing και ένα γκρουπ Ελέγχου.

##### 1<sup>ο</sup> γκρουπ: μυοπεριτονιακή αυτομάλαξη FoamRoller

Οι αθλητές εφαρμόζαν κύλιση πάνω στον ειδικό κυλινδρικό σωλήνα από αφρώδες υλικό FoamRoller (διαμέτρου 15 cm × 90 cm). Η τεχνική περιελάμβανε κύλιση του ενός ποδιού δίνοντας όλο το βάρος του σώματός του σε αυτό το πόδι (το άλλο σκέλος βρισκόταν είτε στο πλάι είτε χιαστί πάνω στο σκέλος που δούλευε) και

τους δινόταν εντολή να αρχίσουν την κύλιση από την έκφυση του τετρακέφαλου μυός έως και την επιγονατίδα και πάλι πίσω στην αρχική θέση. Ο εξεταζόμενος επαναλάμβανε αυτή τη κίνηση για 1 λεπτό συνεχόμενα, ολοκληρώνοντας 5 σετ με 30 δευτερόλεπτα ενδιάμεση ξεκούραση.(MacDonaldetal, 2013; Romero-Moraledaetal, 2017).



**Εικόνα4.11** Μυοπεριτονιακή αυτομάλαξη(Foamroller)

#### 2<sup>ο</sup>γκρουπ κινητοποίηση με ειδικό εξοπλισμό ErgonTechnique

Η τεχνική ErgonTechnique περιλαμβάνει 3 πολυλειτουργικά εργαλεία, το FASCIALIZER, το RHINO και το F-BAR. Η θεραπευτική προσέγγιση ξεκίνησε με το FASCIALIZER με την τεχνική GLOBE όπου οι θεραπευτές με κυκλικούς χειρισμούς, μέτρια ταχύτητα και με γωνία εφαρμογής 30 μοίρες εφάρμοσαν τις

τεχνικές από την έκφυση προς την κατάφυση και από την κατάφυση προς την έκφυση του τετρακεφάλου για 5' με στόχο την υπεραιμία. Έπειτα με το F-BAR εφαρμόστηκε η τεχνική WAVE που είναι ένας ευθύς-γραμμικός χειρισμός με διπλή κατεύθυνση, αργή ταχύτητα και γωνία εφαρμογής 30 και 45 μοίρες για 2' με στόχο την αξιολόγηση της περιοχής. Μετά για 4' εφαρμόστηκε η τεχνική RUB με το εργαλείο RHINO με γραμμική κατεύθυνση, γρήγορη ταχύτητα και γωνία εφαρμογής 30 μοίρες με στόχο την απευαισθητοποίηση επώδυνων περιοχών. Τέλος με το FASCIALIZER εφαρμόστηκαν οι τεχνικές SEP και SPLIT με μέτρια ταχύτητα, γωνία εφαρμογής 90 μοίρες για 4' με στόχο την αποκόλληση μυοπεριτονιακών προσκολλήσεων.



**Εικόνα 4.12** Εφαρμογή τεχνικής (ErgonTechnique)

3<sup>ο</sup> γκρουπ ελαστική ισχαιμική περίδεση KineticFlossing

Οι θεραπευτές εφάρμοσαν ισχαιμική περίδεση στην περιοχή του μηρού με τάση του μάντα 70-80% στην περιοχή του τετρακεφάλου και 40-50% στην υπόλοιπη περιοχή. Οι αθλητές βρισκόντουσαν σε ύπτια θέση και τους εφαρμόστηκε παθητική κάμψη-έκταση. Ο χρόνος εφαρμογής ήταν 2' με μισό λεπτό ξεκούραση για 4 σετ.



**Εικόνα 4.13** Εφαρμογή Ελαστικής Ισχαιμικής περιίδεσης (Kineticflossing)

4<sup>ο</sup> γκρουπ Ελέγχου

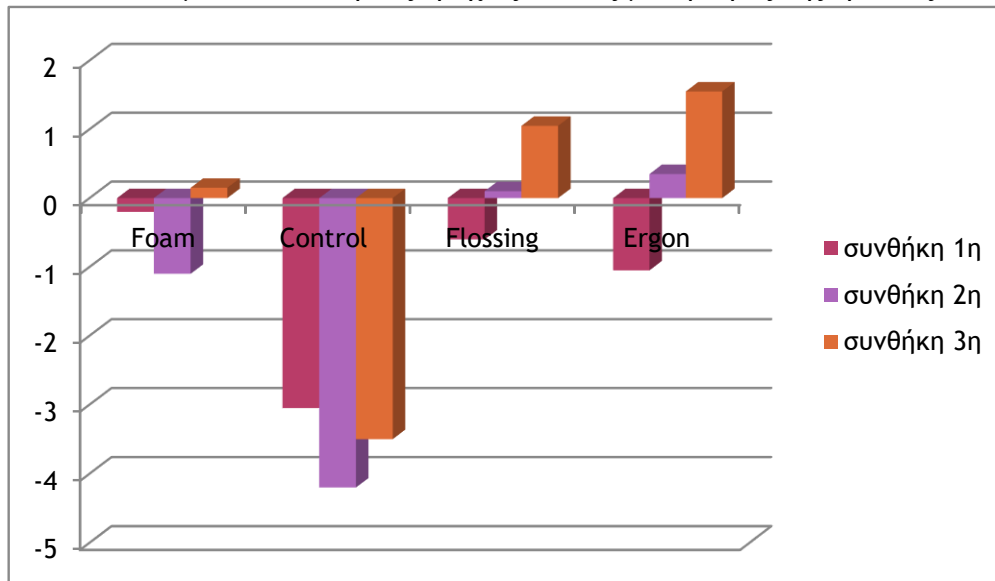
Δεν εφαρμόστηκε καμία τεχνική.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 5.1 Αποτελέσματα εύρος τροχιάς

Στον **πίνακα 5.1.1** παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και οι αποκλίσεις από την εξέταση των αποτελεσμάτων του εύρους τροχιάς από τις μεταβλητές της έρευνας.



**Διαγραμμα 5.1** Αποτελέσματα Εύρους τροχιάς

		N	Μέσος όρος	Απόκλιση
Κέρδος εύρους τροχιάς 1	Foam	20	-,2000	3,76410
	Control	20	-3,0500	2,37254
	Flossing	20	-,6000	1,50088
	Ergon	20	-1,0500	1,73129
	Total	80	-1,2250	2,69070
Κέρδος εύρους τροχιάς 2	Foam	20	-1,1000	5,10830
	Control	20	-4,2000	2,16673
	Flossing	20	,1000	1,97084
	Ergon	20	,3500	1,66307
	Total	80	-1,2125	3,51018
Κέρδος εύρους τροχιάς 3	Foam	20	,1500	4,02982
	Control	20	-3,5000	2,23607
	Flossing	20	1,0500	1,46808
	Ergon	20	1,5500	1,70062



	Total	80	-,1875	3,20638
--	-------	----	--------	---------

**Πίνακας 5.1.1** Μέσες τιμές και αποκλίσεις εύρους τροχιάς

Στον **πίνακας 5.1.2** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνει ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταβλητές του εύρους τροχιάς του γόνατος μεταξύ των μετρήσεων της έρευνας σημαντική διαφορά ( $F=5,113$   $P=0,03$ ), ( $F=9,332$   $P=,000$ ), ( $F=15,863$   $P=,000$ ).

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Κέρδος εύρους τροχιάς 1	Between Groups	96,050	3	32,017	5,113	,003
	Within Groups	475,900	76	6,262		
	Total	571,950	79			
Κέρδος εύρους τροχιάς 2	Between Groups	262,038	3	87,346	9,332	,000
	Within Groups	711,350	76	9,360		
	Total	973,388	79			
Κέρδος εύρους τροχιάς 3	Between Groups	312,738	3	104,246	15,863	,000
	Within Groups	499,450	76	6,572		
	Total	812,188	79			

**Πίνακας 5.1.2** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα του εύρους τροχιάς.

Στην συνέχεια παρατίθεται ο **πίνακας 5.1.3** όπου έχει πραγματοποιηθεί επιμέρους ανάλυση με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων υπό διόρθωση Bonferroni. Φαίνεται, ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των υποομάδων, όσον αναφορά τη διακύμανση των επιπέδων του εύρους τροχιάς συγκεκριμένα στην πρώτη συνθήκη παρατηρούμε ότι η υποομάδα flossing και foam παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου ενώ και οι τρεις υποομάδες παρέμβασης παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα απο την ομάδα ελέγχου. Όπως φαίνεται στην δεύτερη και τρίτη συνθήκη οι τρεις

υποομάδες παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με το control και η υποομάδα ergon φαίνεται να έχει τα καλύτερα αποτελέσματα.

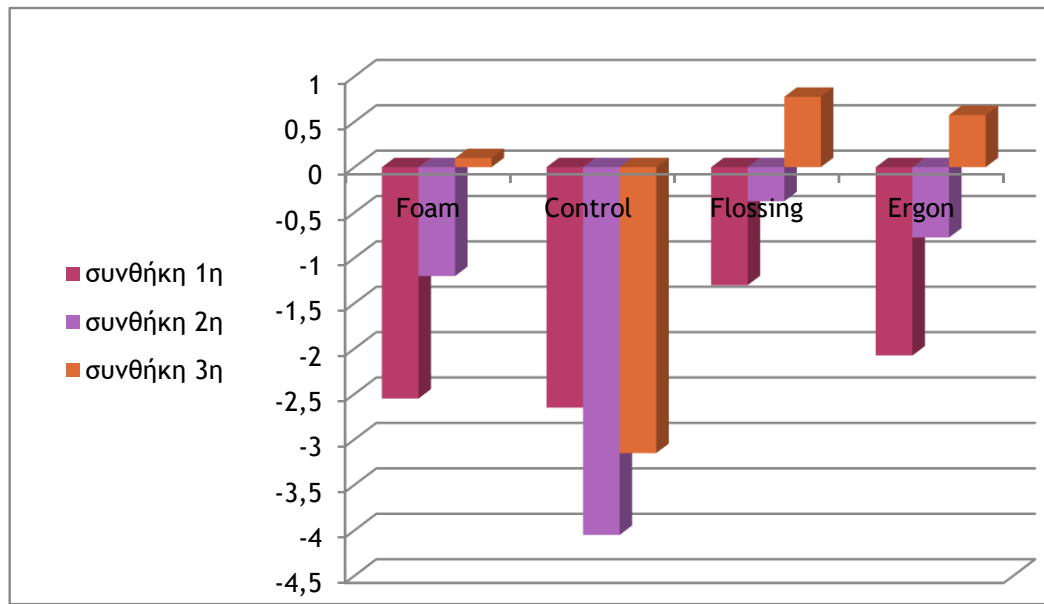
Dependent Variable			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Κέρδος εύρους τροχιάς 1	Foam	Control	2,85000*	,79132	,003	-4,9937	-,7063
		Flossing	,40000	,79132	1,000	-2,5437	1,7437
		Ergon	,85000	,79132	1,000	-2,9937	1,2937
	Control	Foam	-2,85000*	,79132	,003	,7063	4,9937
		Flossing	-2,45000*	,79132	,016	,3063	4,5937
		Ergon	-2,00000	,79132	,081	-,1437	4,1437
	Flossing	Foam	-,40000	,79132	1,000	-1,7437	2,5437
		Control	2,45000*	,79132	,016	-4,5937	-,3063
		Ergon	,45000	,79132	1,000	-2,5937	1,6937
	Ergon	Foam	-,85000	,79132	1,000	-1,2937	2,9937
		Control	2,00000	,79132	,081	-4,1437	,1437
		Flossing	-,45000	,79132	1,000	-1,6937	2,5937
Κέρδος εύρους τροχιάς 2	Foam	Control	3,10000*	,96746	,012	-5,7209	-,4791
		Flossing	-1,20000	,96746	1,000	-1,4209	3,8209
		Ergon	-1,45000	,96746	,828	-1,1709	4,0709
	Control	Foam	-3,10000*	,96746	,012	,4791	5,7209
		Flossing	-4,30000*	,96746	,000	1,6791	6,9209
		Ergon	-4,55000*	,96746	,000	1,9291	7,1709
	Flossing	Foam	1,20000	,96746	1,000	-3,8209	1,4209
		Control	4,30000*	,96746	,000	-6,9209	-1,6791
		Ergon	-,25000	,96746	1,000	-2,3709	2,8709
	Ergon	Foam	1,45000	,96746	,828	-4,0709	1,1709
		Control	4,55000*	,96746	,000	-7,1709	-1,9291
		Flossing	,25000	,96746	1,000	-2,8709	2,3709
Κέρδος εύρους τροχιάς 3	Foam	Control	3,65000*	,81066	,000	-5,8461	-1,4539
		Flossing	-,90000	,81066	1,000	-1,2961	3,0961

	Ergon	-1,40000	,81066	,529	-,7961	3,5961
Control	Foam	-3,65000*	,81066	,000	1,4539	5,8461
	Flossing	-4,55000*	,81066	,000	2,3539	6,7461
	Ergon	-5,05000*	,81066	,000	2,8539	7,2461
Flossing	Foam	,90000	,81066	1,000	-3,0961	1,2961
	Control	4,55000*	,81066	,000	-6,7461	-2,3539
	Ergon	-,50000	,81066	1,000	-1,6961	2,6961
Ergon	Foam	1,40000	,81066	,529	-3,5961	,7961
	Control	5,05000*	,81066	,000	-7,2461	-2,8539
	Flossing	,50000	,81066	1,000	-2,6961	1,6961

Πίνακας 5.1.3 Σύγκριση υποομάδων με διόρθωση Bonferroni του Εύρους Τροχιάς.

## 5.2 Αποτελέσματα μέτρησης αίσθησης πόνου με χρήση αλγόμετρου στον μέσο μηρό

Στον πίνακα 5.2.1 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και οι αποκλίσεις από την εξέταση των αποτελεσμάτων της αίσθησης του πόνου στον μέσο μηρό με τη χρήση αλγόμετρου που προκύπτουν από τις μεταβλητές της έρευνας.



Διάγραμμα

### 5.2 Αποτελέσματα αίσθησης πόνου με την χρήση αλγόμετρου

		N	Μέσος όρος	Απόκλιση
Κέρδος αλγόμετρου 1	Foam	20	-2,5500	2,38912
	Control	20	-2,6500	1,89945
	Flossing	20	-1,3000	1,40862
	Ergon	20	-2,0750	2,85286
	Total	80	-2,1438	2,22784
Κέρδος αλγόμετρου 2	Foam	20	-1,2000	2,52566
	Control	20	-4,0500	2,81397
	Flossing	20	-,3750	2,01883
	Ergon	20	-,7750	2,13662
	Total	80	-1,6000	2,76209
Κέρδος αλγόμετρου 3	Foam	20	,1000	3,69067
	Control	20	-3,1500	2,00066
	Flossing	20	,7750	1,48213
	Ergon	20	,5750	1,92131
	Total	80	-,4250	2,86743

**Πίνακας 5.2.1** Μέσες τιμές και αποκλίσεις αίσθησης πόνου μέσου μηρού (αλγόμετρο)

Στον **πίνακα 5.2.2** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνει ότι υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις μεταβλητές της αίσθησης πόνου στον μέσο μηρό στην δεύτερη και τρίτη μέτρηση όπου ( $f=9.700$ ,  $p=0.000$ )( $f=11.502$ ,  $p=0.000$ ).

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Κέρδος αλγόμετρου 1	Between Groups	22,759	3	7,586	1,561	,206
	Within Groups	369,338	76	4,860		
	Total	392,097	79			
Κέρδος αλγόμετρου 2	Between Groups	166,875	3	55,625	9,700	,000
	Within Groups	435,825	76	5,735		
	Total	602,700	79			
Κέρδος αλγόμετρου 3	Between Groups	202,825	3	67,608	11,502	,000
	Within Groups	446,725	76	5,878		
	Total	649,550	79			

**Πίνακας 5.2.2** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της αίσθησης του πόνου στον μέσο μηρό με χρήση αλγομέτρου.

Στην συνέχεια παρατίθεται ο **πίνακας 5.2.3** όπου έχει πραγματοποιηθεί επιμέρους ανάλυση με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων υπό διόρθωση Bonferroni. Φαίνεται ότι στην πρώτη συνθήκη δεν παρουσιάζει καμία υποομάδα σημαντικά στατιστική διαφορά μεταξύ τους. Στην δεύτερη και τρίτη συνθήκη και οι τρεις υποομάδες παρέμβασης παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με την υποομάδα ελέγχου.

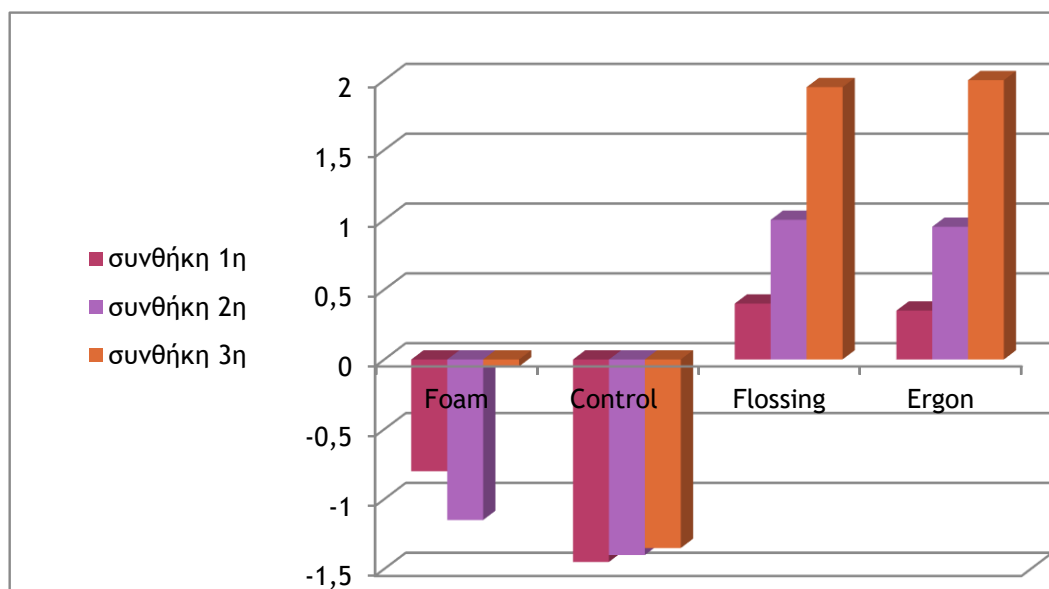
Dependent Variable			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Κέρδος αλγόμετρο υ 1	Foam	Control	,10000	,69712	1,000	-1,9885	1,7885
		Flossing	-1,25000	,69712	,462	-,6385	3,1385
		Ergon	-,47500	,69712	1,000	-1,4135	2,3635
	Control	Foam	-,10000	,69712	1,000	-1,7885	1,9885
		Flossing	-1,35000	,69712	,339	-,5385	3,2385
		Ergon	-,57500	,69712	1,000	-1,3135	2,4635
	Flossing	Foam	1,25000	,69712	,462	-3,1385	,6385
		Control	1,35000	,69712	,339	-3,2385	,5385
		Ergon	,77500	,69712	1,000	-2,6635	1,1135
	Ergon	Foam	,47500	,69712	1,000	-2,3635	1,4135
		Control	,57500	,69712	1,000	-2,4635	1,3135
		Flossing	-,77500	,69712	1,000	-1,1135	2,6635
Κέρδος αλγόμετρο υ 2	Foam	Control	2,85000*	,75727	,002	-4,9015	-,7985
		Flossing	-,82500	,75727	1,000	-1,2265	2,8765
		Ergon	-,42500	,75727	1,000	-1,6265	2,4765
	Control	Foam	-2,85000*	,75727	,002	,7985	4,9015
		Flossing	-3,67500*	,75727	,000	1,6235	5,7265
		Ergon	-3,27500*	,75727	,000	1,2235	5,3265
	Flossing	Foam	,82500	,75727	1,000	-2,8765	1,2265
		Control	3,67500*	,75727	,000	-5,7265	-1,6235
		Ergon	,40000	,75727	1,000	-2,4515	1,6515
	Ergon	Foam	,42500	,75727	1,000	-2,4765	1,6265
		Control	3,27500*	,75727	,000	-5,3265	-1,2235

		Flossing	-,40000	,75727	1,000	-1,6515	2,4515
Κέρδος αλγόμετρο υ 3	Foam	Control	3,25000*	,76668	,000	-5,3270	-1,1730
		Flossing	-,67500	,76668	1,000	-1,4020	2,7520
		Ergon	-,47500	,76668	1,000	-1,6020	2,5520
	Control	Foam	-3,25000*	,76668	,000	1,1730	5,3270
		Flossing	-3,92500*	,76668	,000	1,8480	6,0020
		Ergon	-3,72500*	,76668	,000	1,6480	5,8020
	Flossing	Foam	,67500	,76668	1,000	-2,7520	1,4020
		Control	3,92500*	,76668	,000	-6,0020	-1,8480
		Ergon	,20000	,76668	1,000	-2,2770	1,8770
	Ergon	Foam	,47500	,76668	1,000	-2,5520	1,6020
		Control	3,72500*	,76668	,000	-5,8020	-1,6480
		Flossing	-,20000	,76668	1,000	-1,8770	2,2770

**Πίνακας 5.2.3** Σύγκριση υποομάδων με διόρθωση Bonferroni της αίσθησης του πόνου του άνω μηρού με την χρήση αλγόμετρου.

### 5.3 Αποτελέσματα κλίμακας VAS

Στον πίνακα 5.3.1 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και οι αποκλίσεις από την εξέταση των αποτελεσμάτων της αίσθησης του πόνου με την χρήση της κλίμακας VAS που προκύπτουν από τις μεταβλητές τις έρευνας.



**Διάγραμμα 5.3** Αποτελέσματα αίσθησης πόνου με την χρήση της κλίμακας VAS

		N	Μέσος όρος	Απόκλιση
Κέρδος VAS 1	Foam	20	-,8000	2,06729
	Control	20	-1,4500	,88704
	Flossing	20	,4000	1,75919
	Ergon	20	,3500	1,78517
	Total	80	-,3750	1,83065
Κέρδος VAS 2	Foam	20	-1,1500	2,49789
	Control	20	-1,4000	,88258
	Flossing	20	1,0000	1,94666
	Ergon	20	,9500	1,87715
	Total	80	-,1500	2,17640
Κέρδος VAS 3	Foam	20	-,0500	2,18789
	Control	20	-1,3500	1,03999
	Flossing	20	1,9500	1,79106
	Ergon	20	2,0000	1,29777
	Total	80	,6375	2,14797

**Πίνακας 5.3.1** Μέσες τιμές και αποκλίσεις αίσθησης πόνου κλίμακας VAS

Στον **πίνακα 5.3.2** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τις ANOVA ανάλυσης που δείχνει ότι υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις μεταβλητές της κλίμακας VAS και στις τρεις μετρήσεις όπου ( $F=5.790$ ,  $p=0.001$ ), ( $F=9.480$ ,  $p=0.000$ ) και ( $F=19.830$ ,  $p=0.000$ ).

		Sumofsquares	df	Meansquare	F	Sig
Κέρδος VAS1	Between Groups	49,250	3	16,417	5,790	,001
	Within Groups	215,500	76	2,836		
	Total	264,750	79			
Κέρδος VAS 2	Between Groups	101,900	3	33,967	9,480	,000
	Within Groups	272,300	76	3,583		
	Total	374,200	79			
Κέρδος VAS 3	Between Groups	160,038	3	53,346	19,830	,000
	Within Groups	204,450	76	2,690		
	Total	364,488	79			

**Πίνακας 5.3.2** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της αίσθησης του πόνου με χρήση της κλίμακας VAS

Στην συνέχεια παρατίθεται ο **πίνακας 5.3.3** όπου έχει πραγματοποιηθεί επιμέρους ανάλυση με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων υπό διόρθωση Bonferroni.

Παρατηρούμε ότι και στις τρεις συνθήκες παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του flossing και ergon σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου. Στην δεύτερη και τρίτη συνθήκη και οι τρεις υποομάδες παρέμβασης παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με την υποομάδα ελέγχου.

Dependent Variable			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Κέρδος VAS 1	Foam	Control	,65000	,53250	1,000	-,7926	2,0926
		Flossing	-1,20000	,53250	,163	-2,6426	,2426
		Ergon	-1,15000	,53250	,204	-2,5926	,2926
	Control	Foam	-,65000	,53250	1,000	-2,0926	,7926
		Flossing	-1,85000*	,53250	,005	-3,2926	-,4074
		Ergon	-1,80000*	,53250	,007	-3,2426	-,3574
	Flossing	Foam	1,20000	,53250	,163	-,2426	2,6426
		Control	1,85000*	,53250	,005	,4074	3,2926
		Ergon	,05000	,53250	1,000	-1,3926	1,4926
	Ergon	Foam	1,15000	,53250	,204	-,2926	2,5926
		Control	1,80000*	,53250	,007	,3574	3,2426
		Flossing	-,05000	,53250	1,000	-1,4926	1,3926
Κέρδος VAS 2	Foam	Control	,25000	,59857	1,000	-1,3716	1,8716
		Flossing	-2,15000*	,59857	,003	-3,7716	-,5284
		Ergon	-2,10000*	,59857	,005	-3,7216	-,4784
	Control	Foam	-,25000	,59857	1,000	-1,8716	1,3716
		Flossing	-2,40000*	,59857	,001	-4,0216	-,7784
		Ergon	-2,35000*	,59857	,001	-3,9716	-,7284
	Flossing	Foam	2,15000*	,59857	,003	,5284	3,7716
		Control	2,40000*	,59857	,001	,7784	4,0216
		Ergon	,05000	,59857	1,000	-1,5716	1,6716
	Ergon	Foam	2,10000*	,59857	,005	,4784	3,7216
		Control	2,35000*	,59857	,001	,7284	3,9716
		Flossing	-,05000	,59857	1,000	-1,6716	1,5716
Κέρδος VAS 3	Foam	Control	1,30000	,51866	,086	-,1051	2,7051
		Flossing	-2,00000*	,51866	,001	-3,4051	-,5949
		Ergon	-2,05000*	,51866	,001	-3,4551	-,6449
	Control	Foam	-1,30000	,51866	,086	-2,7051	,1051
		Flossing	-3,30000*	,51866	,000	-4,7051	-1,8949
		Ergon	-3,35000*	,51866	,000	-4,7551	-1,9449
	Flossing	Foam	2,00000*	,51866	,001	,5949	3,4051
		Control	3,30000*	,51866	,000	1,8949	4,7051

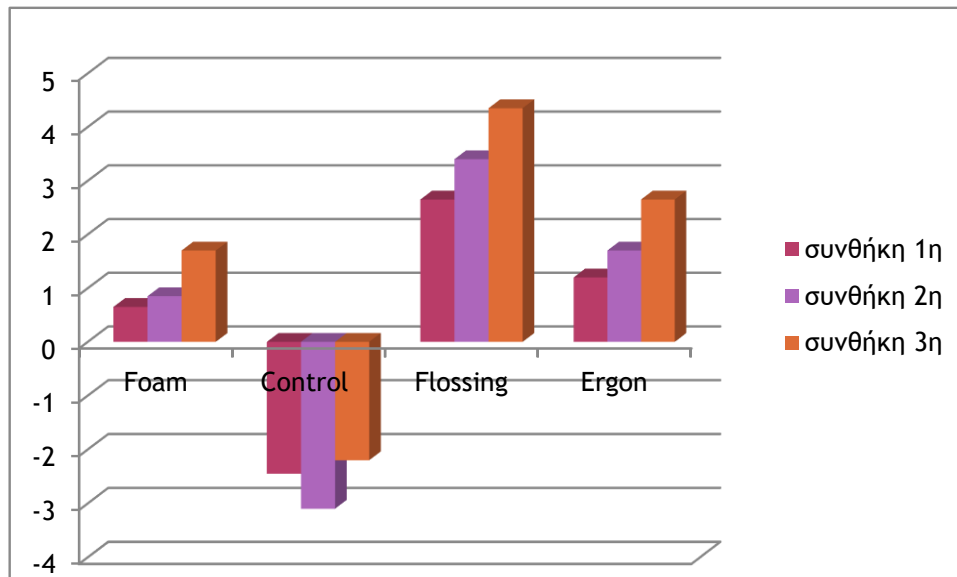


	Ergon	-.05000	,51866	1,000	-1,4551	1,3551
Ergon	Foam	2,05000*	,51866	,001	,6449	3,4551
	Control	3,35000*	,51866	,000	1,9449	4,7551
	Flossing	,05000	,51866	1,000	-1,3551	1,4551

**Πίνακας 5.3.3** Σύγκριση υποομάδων με διόρθωση Bonferroni για την μεταβλητή της αίσθησης του πόνου με την χρήση της κλίμακας VAS

## 5.4 Αποτελέσματα κλίμακας BORG

Στον **πίνακα 5.4.1** παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και οι αποκλίσεις από την εξέταση των αποτελεσμάτων της αίσθησης της κόπωσης με τη χρήση της κλίμακας BORG που προκύπτουν από τις μεταβλητές της έρευνας.



**Διάγραμμα 5.4** Αποτελέσματα αίσθησης κόπωσης με την χρήση της κλίμακας BORG

		N	Μέσος όρος	Απόκλιση
Κέρδος BORG1	Foam	20	,6500	3,61685
	Control	20	-2,4500	1,90498
	Flossing	20	2,6500	2,10950
	Ergon	20	1,2000	1,79473
	Total	80	,5125	3,06054
Κέρδος BORG 2	Foam	20	,8500	3,68889
	Control	20	-3,1000	1,51831
	Flossing	20	3,4000	2,50053
	Ergon	20	1,7000	1,71985
	Total	80	,7125	3,43546

Κέρδος BORG 3	Foam	20	1,7000	3,38884
	Control	20	-2,2000	1,28145
	Flossing	20	4,3500	2,87045
	Ergon	20	2,6500	1,42441
	Total	80	1,6250	3,38790

**Πίνακας 5.4.1** Μέσες τιμές και αποκλίσεις αίσθησης κόπωσης κλίμακας BORG

Στον **πίνακα 5.4.2** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνει ότι υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις μεταβλητές της κλίμακας BORG και στις τρεις μετρήσεις όπου ( $F=15.134, p=0.000$ ), ( $F=24.149, p=0.000$ ) και ( $F=26.345, p=0.000$ )

		Sum of squares	df	Mean square	F	Sig
Κέρδος BORG 1	Between Groups	276,738	3	92,246	15,134	,000
	Within Groups	463,250	76	6,095		
	Total	739,988	79			
Κέρδος BORG 2	Between Groups	455,038	3	151,679	24,149	,000
	Within Groups	477,350	76	6,281		
	Total	932,388	79			
Κέρδος BORG 3	Between Groups	462,250	3	154,083	26,345	,000
	Within Groups	444,500	76	5,849		
	Total	906,750	79			

**Πίνακας 5.4.2** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της αίσθησης της κόπωσης με την χρήση της κλίμακας BORG

Στην συνέχεια παρατίθεται ο **πίνακας 5.4.3** όπου έχει πραγματοποιηθεί επιμέρους ανάλυση με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων υπό διόρθωση Bonferroni. Στην πρώτη συνθήκη φαίνεται ότι όλες οι υποομάδες παρέμβασης έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά με την υποομάδα ελέγχου και το flossing να παρουσιάζει τα καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τις υπόλοιπες υποομάδες χωρίς όμως στατιστικές διαφορές. Στην δεύτερη συνθήκη παρατηρείται ότι όλες οι υποομάδες παρέμβασης έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά με την υποομάδα ελέγχου με το flossing να εμφανίζει τα καλύτερα αποτελέσματα και να έχει

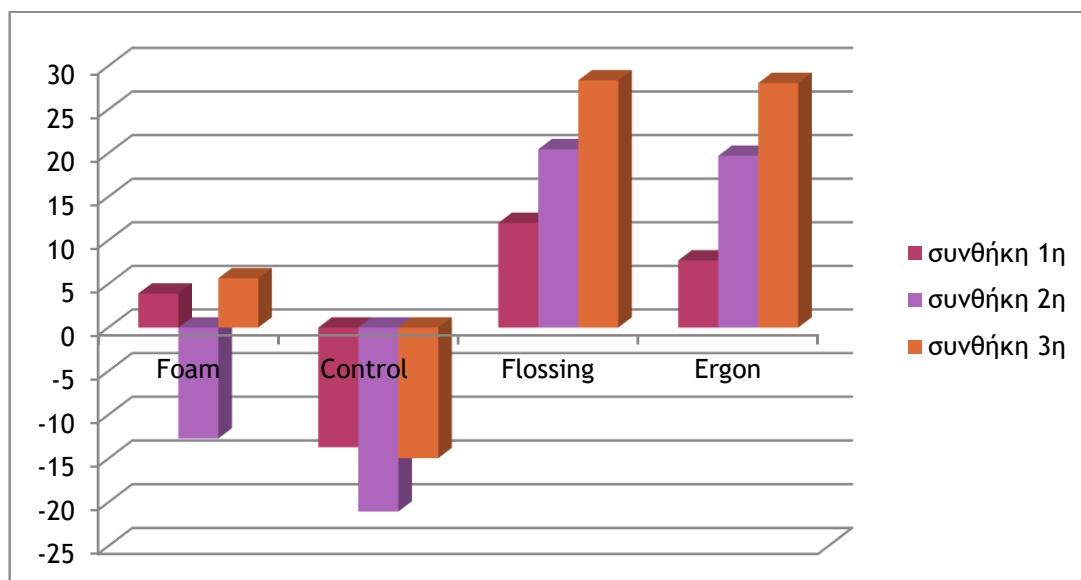
στατιστικά σημαντική διαφορά με την υποομάδα foam και στην τρίτη συνθήκη πάλι οι υποομάδες παρέμβασης έχουν στατιστικά σημαντική διαφορά με την υποομάδα ελέγχου με το flossing να εμφανίζει στατιστικά σημαντική διαφορά από την ομάδα foam.

Dependent Variable			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Κέρδος BORG 1	Foam	Control	3,10000*	,78073	,001	,9849	5,2151
		Flossing	-2,00000	,78073	,074	-4,1151	,1151
		Ergon	-,55000	,78073	1,000	-2,6651	1,5651
	Control	Foam	-3,10000*	,78073	,001	-5,2151	-,9849
		Flossing	-5,10000*	,78073	,000	-7,2151	-2,9849
		Ergon	-3,65000*	,78073	,000	-5,7651	-1,5349
	Flossing	Foam	2,00000	,78073	,074	-,1151	4,1151
		Control	5,10000*	,78073	,000	2,9849	7,2151
		Ergon	1,45000	,78073	,403	-,6651	3,5651
	Ergon	Foam	,55000	,78073	1,000	-1,5651	2,6651
		Control	3,65000*	,78073	,000	1,5349	5,7651
		Flossing	-1,45000	,78073	,403	-3,5651	,6651
Κέρδος BORG 2	Foam	Control	3,95000*	,79252	,000	1,8030	6,0970
		Flossing	-2,55000*	,79252	,011	-4,6970	-,4030
		Ergon	-,85000	,79252	1,000	-2,9970	1,2970
	Control	Foam	-3,95000*	,79252	,000	-6,0970	-1,8030
		Flossing	-6,50000*	,79252	,000	-8,6470	-4,3530
		Ergon	-4,80000*	,79252	,000	-6,9470	-2,6530
	Flossing	Foam	2,55000*	,79252	,011	,4030	4,6970
		Control	6,50000*	,79252	,000	4,3530	8,6470
		Ergon	1,70000	,79252	,211	-,4470	3,8470
	Ergon	Foam	,85000	,79252	1,000	-1,2970	2,9970
		Control	4,80000*	,79252	,000	2,6530	6,9470
		Flossing	-1,70000	,79252	,211	-3,8470	,4470
Κέρδος BORG 3	Foam	Control	3,90000*	,76477	,000	1,8282	5,9718
		Flossing	-2,65000*	,76477	,005	-4,7218	-,5782
		Ergon	-,95000	,76477	1,000	-3,0218	1,1218
	Control	Foam	-3,90000*	,76477	,000	-5,9718	-1,8282
		Flossing	-6,55000*	,76477	,000	-8,6218	-4,4782
		Ergon	-4,85000*	,76477	,000	-6,9218	-2,7782
	Flossing	Foam	2,65000*	,76477	,005	,5782	4,7218
		Control	6,55000*	,76477	,000	4,4782	8,6218
		Ergon	1,70000	,76477	,175	-,3718	3,7718
	Ergon	Foam	,95000	,76477	1,000	-1,1218	3,0218
		Control	4,85000*	,76477	,000	2,7782	6,9218
		Flossing	-1,70000	,76477	,175	-3,7718	,3718

**Πίνακας 5.4.3** Σύγκριση υποομάδων με διόρθωση Bonferroni για την μεταβλητή της αίσθησης κόπωσης με την χρήση της κλίμακας BORG

## 5.5 Αποτελέσματα ισομετρικής δύναμης

Στον **πίνακα 5.5.1** παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και οι αποκλίσεις από την εξέταση των αποτελεσμάτων της ισομετρικής δύναμης του τετρακεφάλου με τη χρήση του μηχανήματος BIODEXSYSTEM 3 που προκύπτουν από τις μεταβλητές της έρευνας.



**Διάγραμμα 5.5** Αποτελέσματα ισομετρικής δύναμης, αποτελέσματα BIODEXSYSTEM 3

		N	Μέσος όρος	Απόκλιση
Κέρδος Ισομετρικής δύναμης 1	Foam	20	3,9000	23,30778
	Control	20	-13,7000	10,22947
	Flossing	20	12,0000	15,88776
	Ergon	20	7,7000	28,35322
	Total	80	2,4750	22,50568
Κέρδος Ισομετρικής δύναμης 2	Foam	20	-12,7000	45,93600
	Control	20	-21,0500	19,91422
	Flossing	20	20,4500	17,78372
	Ergon	20	19,7000	23,86607
	Total	80	1,6000	34,21215
Κέρδος Ισομετρικής δύναμης 3	Foam	20	5,6500	37,37474
	Control	20	-14,9500	16,82565
	Flossing	20	28,3500	21,91197
	Ergon	20	28,0500	17,66494
	Total	80	11,7750	30,35610

**Πίνακας 5.5.1** Μέσες τιμές και αποκλίσεις ισομετρικής δύναμης

Στον **πίνακα 5.5.2** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα τις ANOVA ανάλυσης που δείχνει ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις μετρήσεις ανάμεσα στις μεταβλητές της ισομετρικής δύναμης.

**Διάγραμμα 5.5** Αποτελέσματα ισομετρικής δύναμης, αποτελέσματα BIODEXSYSTEM 3

		Sumofsquares	df	Meansquare	F	Sig
Κέρδος Ισομετρικής δύναμης 1	Between Groups	7633,750	3	2544,583	5,972	,001
	Within Groups	32380,200	76	426,055		
	Total	40013,950	79			
Κέρδος Ισομετρικής δύναμης 2	Between Groups	28008,900	3	9336,300	11,008	,000
	Within Groups	64458,300	76	848,136		
	Total	92467,200	79			
Κέρδος Ισομετρικής δύναμης 3	Between Groups	25826,950	3	8608,983	13,930	,000
	Within Groups	46971,000	76	618,039		
	Total	72797,950	79			

**Πίνακας 5.5.2** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της ισομετρικής δύναμης

Στην συνέχεια παρατίθεται ο **πίνακας 5.5.3** όπου έχει πραγματοποιηθεί επιμέρους ανάλυση με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων υπό διόρθωση Bonferroni. Στην πρώτη συνθήκη φαίνεται η υποομάδα flossing και η υποομάδα ergon παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με την υποομάδα ελέγχου, με την υποομάδα flossing να παρουσιάζει τα καλύτερα αποτελέσματα χωρίς όμως στατιστικές διαφορές με την υποομάδα ergon και foam. Στην δεύτερη συνθήκη

παρατηρούμε ότι η υποομάδα flossing και ergon παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με την υποομάδα ελέγχου ενώ η υποομάδα flossing παρουσιάζει στατιστικές διαφορές και με την υποομάδα foam παρουσιάζοντας τα καλύτερα αποτελέσματα σχετικά με την υποομάδα ergon. Στην τρίτη συνθήκη παρατηρούμε ότι οι υποομάδες flossing και ergon παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με την υποομάδα ελέγχου.

Dependent Variable		Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Κέρδος Ισομετρικής δύναμης 1	Foam	Control	17,60000	6,52729	,052	-35,2829	,0829
		Flossing	-8,10000	6,52729	1,000	-9,5829	25,7829
		Ergon	-3,80000	6,52729	1,000	-13,8829	21,4829
	Control	Foam	-17,60000	6,52729	,052	-,0829	35,2829
		Flossing	-25,70000*	6,52729	,001	8,0171	43,3829
		Ergon	-21,40000*	6,52729	,009	3,7171	39,0829
	Flossing	Foam	8,10000	6,52729	1,000	-25,7829	9,5829
		Control	25,70000*	6,52729	,001	-43,3829	-8,0171
		Ergon	4,30000	6,52729	1,000	-21,9829	13,3829
	Ergon	Foam	3,80000	6,52729	1,000	-21,4829	13,8829
		Control	21,40000*	6,52729	,009	-39,0829	-3,7171
		Flossing	-4,30000	6,52729	1,000	-13,3829	21,9829
Κέρδος Ισομετρικής δύναμης 2	Foam	Control	8,35000	9,20943	1,000	-33,2990	16,5990
		Flossing	-33,15000*	9,20943	,003	8,2010	58,0990
		Ergon	-32,40000*	9,20943	,004	7,4510	57,3490
	Control	Foam	-8,35000	9,20943	1,000	-16,5990	33,2990
		Flossing	-41,50000*	9,20943	,000	16,5510	66,4490
		Ergon	-40,75000*	9,20943	,000	15,8010	65,6990
	Flossing	Foam	33,15000*	9,20943	,003	-58,0990	-8,2010
		Control	41,50000*	9,20943	,000	-66,4490	-16,5510
		Ergon	,75000	9,20943	1,000	-25,6990	24,1990
	Ergon	Foam	32,40000*	9,20943	,004	-57,3490	-7,4510
		Control	40,75000*	9,20943	,000	-65,6990	-15,8010
		Flossing	-,75000	9,20943	1,000	-24,1990	25,6990
Κέρδος Ισομετρικής δύναμης 3	Foam	Control	20,60000	7,86155	,064	-41,8975	,6975
		Flossing	-22,70000*	7,86155	,030	1,4025	43,9975
		Ergon	-22,40000*	7,86155	,034	1,1025	43,6975
	Control	Foam	-20,60000	7,86155	,064	-,6975	41,8975
		Flossing	-43,30000*	7,86155	,000	22,0025	64,5975
		Ergon	-43,00000*	7,86155	,000	21,7025	64,2975
Flossing	Foam	22,70000*	7,86155	,030	-43,9975	-1,4025	

		Control	43,30000*	7,86155	,000	-64,5975	-22,0025
		Ergon	,30000	7,86155	1,000	-21,5975	20,9975
	Ergon	Foam	22,40000*	7,86155	,034	-43,6975	-1,1025
		Control	43,00000*	7,86155	,000	-64,2975	-21,7025
		Flossing	-,30000	7,86155	1,000	-20,9975	21,5975

**Πίνακας 5.5.3** Σύγκριση υποομάδων με διόρθωση Bonferroni για την μεταβλητή της ισομετρικής δύναμης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέχρι και σήμερα δεν έχει πραγματοποιηθεί έρευνα που να εξετάζει την επίδραση των τεχνικών εργονκαι flossing ως παρέμβαση στην αποκατάσταση του ΚΜΠ. Η παρούσα μελέτη είναι η πρώτη που συγκρίνει τις τρεις τεχνικές (ergon, flossingκαι foamroller).

Το πρωτόκολλο πρόκλησης ΚΜΠ που εφαρμόστηκε ήταν στο ισοκινητικό δυναμόμετρο biodex και πραγματοποιήθηκαν 6 σετ με 10 επαναλήψεις με 1' ξεκούραση, που ήταν επιτυχές όπως διαπιστώθηκε από τους δείκτες των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα.

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας αποδεικνύουν πως και οι τρεις στρατηγικές αντιμετώπισης των συμπτωμάτων του ΚΜΠ έχουν ευεργετικά αποτελέσματα, με τις τεχνικές εργονκαι flossingνα υπερτερούν σε σχέση με την foam roller.Πιο συγκεκριμένα όσο αναφορά την αίσθηση του πόνου (vas) μόνο οι εργονκαι flossingπαρεμβάσεις παρουσίασαν σημαντική μείωση του πόνου( $p<0,05$ )σε σχέση με την υποομάδα foamκαι ελέγχου. Στις τεχνικές εργονκαι flossing παρουσιάζεται σταδιακή μείωση του πόνου και τις τρεις μέρες. Στη τεχνική foam παρατηρείται αύξηση του πόνου κατά την 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> μέρα ενώ την 4<sup>η</sup> έχουμε μια σημαντική μείωση του πόνου. Αναλυτικότερα στην πρώτη συνθήκη παρατηρούμε ότι οι υποομάδεςflossingκαι foamπαρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου ενώ και οι τρεις υποομάδες παρέμβασης παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα από την ομάδα ελέγχου. Όσο αφορά το εύρος τροχιάς φαίνεται ότι και οι τρεις τεχνικές υπερτερούν έναντι της ομάδας ελέγχου . Συγκρίνοντας τις τρεις τεχνικές μεταξύ τους παρατηρείται ότι η εργon, με μικρή διαφορά με τηflossing,είναι πιο αποτελεσματική σε σχέση με τη foam roller.Στην πρώτη συνθήκη παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των flossing και foam σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου. Στην δεύτερη και τρίτη συνθήκη οι τρεις υποομάδες παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με την υποομάδα ελέγχου και την υποομάδα εργon να έχει τα καλύτερα αποτελέσματα. Μια ακόμα παράμετρος η οποία εξετάστηκε ήταν το αίσθημα του πόνου με τη χρήση αλγομέτρου στον μέσο μηρό. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η flossingυπερτερεί ελάχιστα έναντι τηςεργon



και κατά πολύ της foam. Ειδικότερα στην πρώτη συνθήκη δεν παρουσιάζει καμία υποομάδα σημαντικά στατιστική διαφορά έναντι των άλλων. Στην δεύτερη και τρίτη συνθήκη και οι τρεις υποομάδες παρέμβασης παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά με την υποομάδα ελέγχου. Ακόμα εξετάστηκε η αίσθηση της κόπωσης με τη χρήση της κλίμακας borg η οποία έδειξε ότι και στις τρεις υποομάδες μειώνεται το αίσθημα της κόπωσης μέρα με τη μέρα, με την τεχνική flossing να υπερτερεί έναντι των άλλων τεχνικών. Τέλος μετρήθηκε η δύναμη στο biodex και τις τρεις μέρες μετά από την εφαρμογή των τριών τεχνικών και φαίνεται ότι η flossing και η ergon υπερτερούν σε σχέση με τη foam, η οποία παρόλο που έδειξε αύξηση της δύναμης την τελευταία μέρα δεν ήταν σημαντική. Συγκρίνοντας την ergon με τη flossing τεχνική προκύπτουν καλύτερα αποτελέσματα στην δεύτερη τεχνική από την 1<sup>η</sup> κιάλας συνθήκη.

Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με τη βιβλιογραφία που αναφέρει τη κορύφωση των συμπτωμάτων μεταξύ 24-72 ωρών. Η πρωτοτυπία της έρευνας είναι η σύγκριση των τριών αυτών τεχνικών (ergon, flossing, foam) οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως στρατηγική αποκατάστασης του καθυστερημένου μυϊκού πόνου.

Συμπερασματικά φαίνεται ότι όλες οι παρεμβάσεις ( ergon, flossing , foam roller) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως τεχνικές αποκατάστασης μετά από ασκησιογενή ΚΜΠ. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνα φαίνεται ότι τόσο η ergon όσο και η flossing παρουσιάζουν καλύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με τη foam τεχνική. Ωστόσο η επιλογή της κάθε φυσικοθεραπευτικής τεχνικής φαίνεται ότι πρέπει να εξαρτηθεί από τους στόχους του αθλητικού φυσικοθεραπευτή. Δηλαδή εάν ο στόχος της φυσικοθεραπείας είναι το βελτίωση του εύρους τροχιάς, καλύτερα αποτελέσματα παρουσιάζει η ergon τεχνική. Εάν ο στόχος είναι η μείωση της αίσθησης του πόνου σε συγκεκριμένη μυϊκή ομάδα και η μείωση της κόπωσης ,τα καλύτερα αποτελέσματα προκύπτουν από την τεχνική flossing. Τέλος αν ο στόχος της αποκατάστασης είναι η μείωση της αίσθησης του πόνου και η διατήρηση της μυϊκής λειτουργικής ικανότητας (μυϊκής δύναμης) μπορούν να εφαρμοστούν και οι δύο τεχνικές (ergon, flossing).

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Brosseau L1, Casimiro L, Milne S, Robinson V, Shea B, Tugwell P, Wells G. 2002 Deep transverse friction massage for treating tendinitis.
2. Grant J.B. McKechnie,1, Warren B. Young,1, and David G. Behm. 2007 Acute Effects of Two Massage Techniques on Ankle Joint Flexibility and Power of the Plantar Flexors.
3. Dynamic Chiropractic – November 30, 2004 Abnormal Scars as a Cause of Myofascial Pain.
4. Carey, M. 2003. The Graston Technique Instruction Manual. Third Edition. Therapy Care. 15. Graston Technique Module-I Manual. Indianapolis, IN: Therapy Care Resources; 2006
5. Hammer W, Pfefer M. Treatment of a case of subacute lumbar compartment syndrome using the graston technique. J Manipulative Physiol Ther. 28(3:): 199-204, 2005
6. Graston D, Hall A. Graston Technique Manual, 2<sup>nd</sup> ed. Therapy Care Resources, Inc. 1997
7. Sevier T, Gehlsen G, Wilson JK, Slover S. Traditional physical therapy vs. Graston augmented soft tissue mobilization in treatment of lateral epicondylitis JACSM 27(5), 1995
8. Kader D, Saxena A, Movin T, Maffulli N. Achilles tendinopathy: Some aspects of basic science and clinical management. Br J Sports Med 36(4): 239-245, 2002  
Davidson C, Ganion L, Gehlsen G, Verhoestra B, Roepke J, Sevier T. Rat tendon morphologic and functional changes resulting from soft tissue mobilization. Med

Sci Sports Med.36(4): 239-245,2002

9. Davidson C, Ganion L, Gehlsen G, Verhoestra B , Roepke J, Sevier T, Rat tendon morphologic and functional changes resulting from soft tissue mobilization. Med Sci Sports Exerc. 29(3): 313-9, 1997
10. Melham T, Malnofski M, Wilson J, Helfst R, Chronic ankle pain and fibrosis successfully treated with a new non-invasive augmented soft tissue mobilization technique (ASTM): A case report. Med Sci Sports Exerc. 801-804, 1997
11. Loghmanin M, Warden S. Instrument-assisted cross fiber massage increases tissue perfusion and alters microvascular morphology in the vicinity of healing knee ligaments. BMC complementary and alternative medicine, 13(1): 240, 2013
12. Loghmani M, & Warden S. Instrument-assisted cross-fiber massage accelerates knee ligament healing. J Orthop Sports Phys Ther, 39(7), 506-514,2009
13. MacDonald G, Penney M, Mullaley M , Cuconato A, Drake C, Behm D, Button D. An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. The Journal of Strength & Conditioning Research, 27(3):812-821,2013
14. Swann E, Graner S. Uses of manual-therapy techniques in pain management. Athl Ther Today (15): 30-34, 2009
15. Paolini J. Review of myofascial release as an effective massage therapy technique. Athl Ther Today (15): 30-34, 2009
16. Sefton J. Myofascial release for athletic trainers, part1: Theory and session guidelines. Athl Ther Today (9): 48-49, 2004
17. Georgiliopoulos P. Foam rollers. Modern coach and athlete, 50-3,11-12, 2012
18. Barnes, MF. The basic science of myofascial release: Morphologic change in connective tissue. J Bodywork Move Ther1: 231-238, 1997

19. Curran PF, Fiore RD and Crisco JJ. A comparison of the pressure exerted on soft tissue by 2 myofascial roller. *J Sport Rehabil* 17: 432-442, 2008
20. Schleip, R. Fascial plasticity-A new neurobiological explanation: Part 1. *J Bodywork Move Ther* 7: 11-19, 2003
21. Vila-Chã C, Hassanlouei H, Farina D, Falla D. Eccentric exercise and delayed onset muscle soreness of the quadriceps induce adjustments in agonist-antagonist activity, which are dependent on the motor task.
22. Abraham W. M. (1977) Factors in delayed muscle soreness. *Medicine & Science in Sports*, 9(1): 11-20
23. Abercrombie M., Hickman C. J., Johnson M. L. (2017) *A Dictionary of Biology*. New York: Routledge
24. Andersen L. L., Andersen C. H., Jay K., Jakobsen M. D., Sundstrup E., Topp R. V., Behm D. G. (2013) Acute Effects of Massage or Active Exercise in Relieving Muscle Soreness: Randomized Controlled Trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(12): 3352-3359
25. Alfredson H., Pietilä T., Jonsson P., Lorentzon R. (1998) Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *American Journal of Sports Medicine*, 26(3): 360-6
26. Armstrong R.B., (1984) Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Medicine and science in sports and exercise*, 16(6):529-38
27. Ascensão A., Leite M., Rebelo A. N., Magalhães S., Magalhães J. (2011) Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *Journal of Sports Science*, 29(3): 217-

28. Asmussen E. (1956) Observations on experimental muscular soreness. *Acta Rheumatol Scand*, 2(2):109-16
29. Aminian-Far A., Hadian M., Olyaei G., Talebian S., Bakhtiary A. (2011) Wholebody vibration and the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness. *Journal of athletic training*, 46(1): 43-49
30. Bailey D. M., Erith S. J., Griffin P. J., Dowson A., Brewer D. S., Gant N., Williams C. (2007) Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *Journal of Sports Sciences*, 25(11): 1163-1170
31. Aidley, D. J. (1998) Mechanics and energetics of muscular contraction, *The Physiology of Excitable Cells* (4th ed.). New York, NY: Cambridge University Press. pp. 323-335
32. Borg G (1970) Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2(2): 92-8
33. Borg G. A. (1982) Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5):377-81
34. Borg G. (1998) Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. *Human Kinetics*
35. Brooks G. A., Fahey T. D., White T. P. (1996) *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications*. (2nd ed.). Mayfield Publishing Company
36. Bullock J., Boyle J., Wang M. B. (2001) Muscle contraction. *NMS Physiology*. 578 (4th ed.). Baltimore, Maryland: Lippincott Williams and Wilkins. pp. 37–56

37. Byrne C., Twist C., Eston R. (2004) Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*, 34(1): 49-69
  
38. Cannell M. B., Cheng H., Lederer W. J. (1994) Spatial non-uniformities in Ca<sup>2+</sup> during excitation-contraction coupling in cardiac myocytes. *Biophysical Journal*, 67 (5): 1942–56.
  
39. Chapman D., Newton M., Sacco P., Nosaka K. (2006) Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *International Journal Sports Medicine*, 27(8): 591-8
  
40. Cheng H., Lederer W. J., Cannell M. B. (1993) Calcium sparks: elementary events underlying excitation-contraction coupling in heart muscle. *Science*, 262 (5134): 7404
  
41. Cheung K, Hume P. A., Maxwell L. (2003) Delayed onset muscle soreness. *Sports Medicine*, 33(2): 145-164.
  
42. Dannecker, E. A., Hausenblas, H. A., Kaminski, T. W., & Robinson, M. E. " The Clinical journal of pain 21.2 (2005): 120-126.
  
43. Day, Molly, and Emily Ploen. "The effectiveness of cryotherapy in the treatment of exercise-induced muscle soreness." *UW-L J Undergrad Res* 13 (2010): 1-6.119
  
44. De Boer, Maarten D., et al. "Effect of 5 weeks horizontal bed rest on human muscle thickness and architecture of weight bearing and non-weight bearing muscles." *European journal of applied physiology* 104.2 (2008): 401-407.
  
45. De Vries HA: Prevention Of Muscular Distress After Exercise, *Res Q* 1960 32(2):177185 46) De Vries, Herbert A. "Electromyographic observations of the effects of static stretching upon muscular distress." *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation* 32.4 (1961): 468-479.

46. De Vries, Herbert A. "Quantitative electromyographic investigation of the spasm theory of muscle pain." *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 45.3 (1966): 119-134.
47. Dernbach, A. R., Sherman, W. M., Simonsen, J. C., Flowers, K. M., & Lamb, D. R. "No evidence of oxidant stress during high-intensity rowing training." *Journal of applied physiology* 74 (1993): 2140-2140.
48. Ebbeling, Cara B., and Priscilla M. Clarkson. "Exercise-induced muscle damage and adaptation." *Sports Medicine* 7.4 (1989): 207-234.
49. Ehlers, Greg G., Thomas E. Ball, and Linda Liston. "Creatine kinase levels are elevated during 2-a-day practices in collegiate football players." *Journal of athletic training* 37.2 (2002): 151.
50. Engebretsen, Lars, et al. "Sports injuries and illnesses during the Winter Olympic Games 2010." *British Journal of Sports Medicine* 44.11 (2010): 772-780.
51. Eston, Roger, and Daniel Peters. "Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage." *Journal of sports sciences* 17.3 (1999): 231-238.
52. Francis, K. T., and T. Hoobler. "Effects of aspirin on delayed muscle soreness." *The Journal of sports medicine and physical fitness* 27.3 (1987): 333.
53. Friden, J., M. Sjöström, and B. Ekblom. "Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man." *International journal of sports medicine* 4.03 (1983): 170-176.
54. Hughes, VA., BH. Jones, and HG. Knuttgen. *Metabolic changes following eccentric exercise in trained and untrained men.* Defense Technical Information Center, 1986.

55. Imtiyaz, Shagufta, Zubia Veqar, and M. Y. Shareef. "To Compare the Effect of Vibration Therapy and Massage in Prevention of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)." *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR* 8.1 (2014): 133.
56. Imtiyaz, Shagufta, Zubia Veqar, and M. Y. Shareef. "To Compare the Effect of Vibration Therapy and Massage in Prevention of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)." *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR* 8.1 (2014): 133.
57. Jakeman, J. R., R. Macrae, and R. Eston. "A single 10-min bout of cold-water immersion therapy after strenuous plyometric exercise has no beneficial effect on recovery from the symptoms of exercise-induced muscle damage." *Ergonomics* 52.4 (2009): 456-460.
58. Jay, Kenneth et al ``Specific and cross over effect of massage for muscle soreness: A randomized controlled trial.`` *International journal of sports physical therapy* 9.1 (2014): 82.
59. Jones DA, Newham DJ: The Effect Of Training On Human Muscle Pain And Damage, *J Physiol* 1985, 365:76
60. Jones, D. A., Newham, D. J., Round, J. M., & Tolfree, S. E. "Experimental human muscle damage: morphological changes in relation to other indices of damage." *The Journal of Physiology* 375.1 (1986): 435-448.
61. Katirji B. and M. Al-Jaberi. Creatine kinase revisited. *J Clin. Neuromusc. Dis.* (2001): 2(3) 158-163
62. Katirji, B. and M. M. Al-Jaberi. 2001. Review Creatine kinase revis-ited. *J. Clin. Neuromuscul. Dis.* 2:158–163
63. Keldaya D, Kuang T: Postexercise Muscle Soreness



64. Kenney, W. L. "Heat flux and storage in hot environments." *International journal of sports medicine* 19.S 2 (1998): S92-S95. 96
65. Roelands B., Koning J., Foster C., Hettinga F., Meeusen R. (2013) Neurophysiological determinants of theoretical concepts and mechanisms involved in pacing. *SportsMed*, 43(5): 301-311
66. Widmaier E. P., Raff H., Strang K. T. (2010) *Muscle. Vander's Human Physiology: The Mechanisms of Body Function* (12th ed.). New York, NY: McGraw-Hill. pp. 250291
67. Taimela S., Kujala U. M., Osterman K. (1990) Intrinsic risk factors and athletic injuries. *SportsMedicine*, 9(4): 205-215

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Πλέσσας Σ. Τ. (2010) *Φυσιολογία του Ανθρώπου*, Αθήνα: Φάρμακον- Τύπος
2. Φουσέκης Κ. Α. (2015) *Εφαρμοσμένη Αθλητική Φυσικοθεραπεία*, Broken Hill Publishers Ltd & Π.Χ. Πασχαλίδης
3. Μηλιάς Γ. Η Επίδραση Διατροφικών Παραγόντων Στη Πρόληψη Και Τη Ταχύτερη Αποκατάσταση Της Ασκησιογενούς Μυϊκής Βλάβης Που Συνοδεύεται Από Καθυστερημένο Μυϊκό Πόνο (Delayed Onset Muscle Soreness) Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα 2006.

## **ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΣΕ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ**

1. [http://osmci.gr/el/facility/isokinetiko\\_dunamometro](http://osmci.gr/el/facility/isokinetiko_dunamometro)
2. <https://kineticflossing.com/>
3. <https://ergontechnique.com/?lang=el>
4. [http://www.coursewareobjects.com/objects/evolve/E2/book\\_pages/thibodeau/pdfs/0\\_347-0394\\_A03718\\_10.pdf](http://www.coursewareobjects.com/objects/evolve/E2/book_pages/thibodeau/pdfs/0_347-0394_A03718_10.pdf)