

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΜΒΥΘΙΣΗΣ ΣΕ ΠΑΓΩΜΕΝΟ ΝΕΡΟ,  
ΤΗΣ ΑΘΛΗΤΙΚΗΣ ΜΑΛΑΞΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ  
ΤΟΥΣ ΣΤΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΟΥ  
ΜΥΙΚΟΥ ΠΟΝΟΥ ΣΕ ΕΡΑΣΙΤΕΧΝΕΣ ΑΘΛΗΤΕΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ**

ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΥΛΟΣ

ΔΙΑΚΟΡΩΝΑΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

ΦΟΥΣΕΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Καθηγητής Εφαρμογών Φυσικοθεραπείας

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Όλο και περισσότεροι άνθρωποι τα τελευταία χρόνια ασχολούνται με τον αθλητισμό, είτε σε ερασιτεχνικό, είτε σε επαγγελματικό επίπεδο. Οι φορτίσεις που δέχεται το ανθρώπινο σώμα, ειδικά λόγω της αύξησης του ανταγωνισμού, είναι μεγάλες με αποτέλεσμα να δημιουργούνται τραυματισμοί. Ένας από αυτούς τους τραυματισμούς είναι και το σύνδρομο του καθυστερημένου μυϊκού πόνου, το οποίο ταλαιπωρεί πολλούς αθλητές, επαγγελματίες ή ερασιτέχνες.

Η παρούσα μελέτη α) αναλύει το φαινόμενο του καθυστερημένου μυϊκού πόνου, β) ερευνά την επίδραση της έντονης πλειομετρικής άσκησης στην απόδοση του αθλητή και γ) αξιολογεί την επίδραση τριών διαφορετικών φυσικοθεραπευτικών μεθόδων αποκατάστασης του καθυστερημένου μυϊκού πόνου . Αυτές οι τεχνικές περιελάμβαναν εμβύθιση σε παγωμένο νερό, αθλητική μάλαξη, καθώς και συνδυασμό των δύο.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**Εισαγωγή:** Η συνηθέστερη κλινική εκδήλωση-ενόχληση μετά από έντονη μυϊκή άσκηση τόσο σε επαγγελματίες όσο και ερασιτέχνες αθλητές είναι ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος (ΚΜΠ). Η εξαντλητική άσκηση, που περιλαμβάνει κυρίως έκκεντρες συσπάσεις μυών, προκαλεί συμπτώματα ΚΜΠ που κυμαίνονται από μυϊκή ευαισθησία έως σοβαρό πόνο γύρω από τις προσβεβλημένες αρθρώσεις και μυς. Παρά την εκτεταμένη έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί εδώ και δεκαετίες με στόχο τον ορισμό της αιτιολογίας καθώς και της αποτελεσματικότερης θεραπείας για τον ΚΜΠ, δεν υπάρχει ξεκάθαρη επιστημονική απόδειξη.

**Σκοπός :** Η παρούσα ερευνητική προσπάθεια είχε ως κύριο στόχο να ερευνηθεί τις επιδράσεις τριών διαφορετικών μεθόδων φυσικοθεραπείας στην αποκατάσταση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου.

**Μέθοδος:** Εξήντα (60) ερασιτέχνες άνδρες αθλητές χωρίστηκαν τυχαία σε 4 ισόποσες υποομάδες, (1<sup>η</sup> αθλητικής μάλαξης, 2<sup>η</sup> εμβύθισης σε παγωμένο νερό, 3<sup>η</sup> συνδυασμού αθλητικής μάλαξης και εμβύθισης σε παγωμένο νερό, 4<sup>η</sup> ελέγχου). Οι συμμετέχοντες είχαν μέσο όρο ηλικίας 21.1 έτη, ύψος 1.767 μέτρα και σωματικό βάρος 77.55 κιλών. Όλοι οι αθλητές εκτέλεσαν πλειομετρική άσκηση με άλματα βάθους (5 σειρές των 20 αλμάτων από ύψος 0,60 μέτρων) σύμφωνα με το πρωτόκολλο των Nosaka και Miyama (2004), με στόχο την πρόκληση ΚΜΠ. Η εξέταση και αξιολόγηση του ΚΜΠ βασίστηκε σε αποδεκτούς από την βιβλιογραφία δείκτες, όπως η αίσθηση κόπωσης (BORG) και μυϊκού πόνου (VAS), η περιφέρεια άνω (ΠΑΜ) και μέσου (ΠΜΜ) μηρού, η περίμετρος του ορθού μηριαίου, με (ΠΟΜΣ) και χωρίς (ΠΟΜ) σύσπαση, το εύρος τροχιάς κάμψης γόνατος (ROM), η μέγιστη ισομετρική δύναμη τετρακέφαλου (ΜΙΔ) και τα επίπεδα κρεατινικής φωσφοκινάσης (CPK) στον ορό του αίματος. Ο έλεγχος των παραπάνω παραμέτρων πραγματοποιήθηκε σε 5 συνθήκες (πριν την έκκεντρη άσκηση, αμέσως μετά την πραγματοποίησή της και 24, 48 και 72 ώρες μετά την άσκηση). Ο έλεγχος στον ορό του αίματος πραγματοποιήθηκε πριν από την άσκηση και στην συνέχεια 24, 48, 72 ώρες μετά από αυτή.

**Αποτελέσματα:** Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας δείχνουν πως και οι τρεις φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις μειώνουν σημαντικά ( $p < 0.05$ ) την αίσθηση του πόνου (VAS), σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου, με την μέθοδο συνδυασμού αθλητικής μάλαξης και κρυοθεραπείας να παρουσιάζει τα θετικότερα αποτελέσματα. Δεν βρέθηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των υποομάδων όσον αφορά τα επίπεδα της CPK, ΠΑΜ, ΠΜΜ, ΠΟΜΣ, ROM. Αξίζει, ωστόσο, να σημειωθεί πως η κρυοθεραπεία συνέβαλε στην καλύτερη αποκατάσταση της μυϊκής δύναμης (ΜΙΔ), όπως έδειξαν τα αποτελέσματα των μετα-ANOVA αναλύσεων, με την υποομάδα κρυοθεραπείας να παρουσιάζει σημαντικές στατιστικές διαφορές σε σχέση με τις υπόλοιπες. Η αθλητική μάλαξη φαίνεται να έχει καλύτερη επίδραση στην αίσθηση κόπωσης (BORG), ενώ ο συνδυασμός αθλητικής μάλαξης και κρυοθεραπείας έδειξε θετική επίδραση στις τιμές της περιφέρειας μέσου μηρού (ΠΜΜ), χωρίς όμως στατιστική σημαντικότητα. Η υποομάδα συνδυασμού, επίσης, παρουσίασε τα θετικότερα αποτελέσματα στις τιμές της ΠΟΜ, εμφανίζοντας σημαντική στατιστική διαφορά σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου, στην μετα-ανάλυση ανά συνθήκη.

**Συμπέρασμα:** Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης υποστηρίζουν την εφαρμογή της μάλαξης, της κρυοθεραπείας και του συνδυασμού τους ως τρόπους αντιμετώπισης των συμπτωμάτων ασκησιογενούς μυϊκού πόνου. Πιο συγκεκριμένα, η κρυοθεραπεία συντελεί στην ταχύτερη αποκατάσταση της ΜΙΑ μετά από ασκησιογενή μυϊκό πόνο, ενώ ο συνδυασμός κρυοθεραπείας και αθλητικής μάλαξης συντελεί στην μείωση των επιπέδων πόνου και των τιμών της ΠΟΜ. Για την εξαγωγή οριστικών συμπερασμάτων σχετικά με τον ιδανικό τρόπο αποθεραπείας του ΚΜΠ είναι αναγκαία η πραγματοποίηση ερευνών με καλύτερο μεθοδολογικό σχεδιασμό, με μεγαλύτερο δείγμα και ίσως με καλύτερη προσομοίωση των συνθηκών άθλησης.

## 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:

- Τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Κωνσταντίνο Φουσέκη Pt,BSc,MSc,PhD, καθηγητής εφαρμογών φυσικοθεραπείας, για την υπεύθυνη καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια της εργασίας.
- Τη Δρ. Ξαπλαντέρη Παναγιώτα M.D.,PhD, η οποία πραγματοποίησε όλες τις αναλύσεις των αιματολογικών εξετάσεων, καθώς και για την παροχή εξοπλισμού για τη λήψη του αίματος.
- Τον Δρ. Ηλία Τσέπη BSc,PT,MSc,PhD, επίκουρο καθηγητή φυσικοθεραπείας, για τις πολύτιμες συμβουλές που μας έδωσε κατά το σχεδιασμό της έρευνας.
- Όλους όσους συμμετείχαν εθελοντικά στην έρευνα.
- Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειες μας για την ουσιαστική βοήθεια που μας πρόσφεραν όποτε την χρειαστήκαμε και για την συμπαράστασή τους καθόλη την διάρκεια της εργασίας.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>	i
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	ii
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>	iv
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ</b>	viii
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ</b>	ix
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ</b>	xi
<b>I ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	<b>1</b>
<b>1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>2</b>
1.1 Σκοπός και χρησιμότητα έρευνας	3
1.2 Ερευνητικά ερωτήματα	4
1.3 Οριοθετήσεις και περιορισμοί	4
1.4 Μεταβλητές της έρευνας και συμβολισμοί	5
1.4.1 Μεταβλητές ανθρωπομετρικού προφίλ	5
1.4.2 Μεταβλητές έρευνας	5
<b>2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΑ ΣΚΕΛΕΤΙΚΩΝ ΜΥΩΝ</b>	<b>6</b>
2.1 Σκελετικοί μύες	6
2.2 Μυϊκή ίνα	7
2.3 Θεωρία ολίσθησης νηματίων	10
2.4 Τύποι μυϊκών συστολών	11
<b>3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΟΣ ΜΥΙΚΟΣ ΠΟΝΟΣ (ΚΜΠ)</b>	<b>12</b>
3.1 Γενικά	12
3.2 Πόνος	12
3.3 Προσωρινός μυϊκός πόνος	13
3.4 Καθυστερημένος μυϊκός πόνος	14
3.4.1 Ανθρωπομετρικοί παράγοντες και ΚΜΠ	15
3.4.2 Μηχανισμοί πρόκλησης του ΚΜΠ	16
3.4.3 Συμπτώματα του ΚΜΠ	20
3.5 Πλειομετρική άσκηση	22
3.5.1 Γενικά	22

3.5.2	Άλματα βάθους	22
3.5.3	Πλειομετρική άσκηση και ΚΜΠ	23
3.6	Κρυοθεραπεία	24
3.6.1	Γενικά	24
3.6.2	Ορισμός	24
3.6.3	Εφαρμογή κρυοθεραπείας	25
3.6.4	Επίδραση της κρυοθεραπείας	26
3.6.5	Εμβύθιση σε παγωμένο νερό και ΚΜΠ	26
3.7	Μάλαξη	27
3.7.1	Αθλητική μάλαξη	27
3.7.2	Μάλαξη και ΚΜΠ	28
3.8	Κρεατινική φωσφοκινάση (CPK)	29
3.9	Ανασκόπηση βιβλιογραφίας για τον ΚΜΠ και την αντιμετώπισή του	30
3.9.1	Μάλαξη και ΚΜΠ	31
3.9.2	Κρυοθεραπεία και ΚΜΠ	35
3.9.3	Διάφορες τεχνικές και ΚΜΠ	42
<b>II</b>	<b>ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	46
<b>4</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΘΟΔΟΣ</b>	47
4.1	Δείγμα	47
4.2	Ερευνητικός εξοπλισμός	47
4.2.1	Borg Scale-Rate of perceived exertion (RPE)	47
4.2.2	Visual Analogue Scale (VAS)	49
4.2.3	Ερωτηματολόγιο Ποδοπλευρικότητας – Αξιολόγηση πλευρικής κυριαρχίας κάτω άκρων	50
4.2.4	Ερωτηματολόγιο τραυματισμών – Αξιολόγηση τραυματικού ιστορικού και τραυματισμών προοπτικής	50
4.2.5	Πρωτόκολλο πλειομετρικής άσκησης	50
4.2.6	Γωνιόμετρο-μεζούρα	51
4.2.7	Δαπεδοεργόμετρο-καρδιοσφυγμόμετρο	52
4.2.8	Διαγνωστικός υπέρηχος Mini Focus Ultrasound Scanner	53
4.2.9	Ισοκινητικό δυναμόμετρο BIODEX SYSTEM III	54
4.3	Μεθοδολογία της έρευνας	56

4.3.1	Ερευνητική διαδικασία	56
4.3.2	Ανάλυση δεδομένων υπερήχου	58
4.3.3	Ανάλυση αίματος	59
4.3.4	Παρέμβαση	60
4.4	Στατιστική Επεξεργασία Δεδομένων	62
<b>5</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>63</b>
5.1	Αποτελέσματα κλίμακας Borg	63
5.2	Αποτελέσματα κλίμακας Vas	67
5.3	Αποτελέσματα εύρους τροχιάς κάμψης γόνατος	71
5.4	Αποτελέσματα μέγιστης ισομετρικής δύναμης τετρακεφάλου	74
5.5	Αποτελέσματα περιφέρειας άνω μηρού	78
5.6	Αποτελέσματα περιφέρειας μέσου μηρού	82
5.7	Αποτελέσματα περιμέτρου ορθού μηριαίου χωρίς σύσπαση	85
5.8	Αποτελέσματα περιμέτρου ορθού μηριαίου με σύσπαση	89
5.9	Αποτελέσματα κρεατινικής φωσφοκινάσης	93
5.10	Αποτελέσματα μετα-αναλύσεων στις συγκρίσεις της εξέλιξης των συμπτωμάτων και σημείων της πάθησης από την αρχική μέχρι την τελευταία μέτρηση-συνθήκη	96
5.10.1	Αποτελέσματα μετα-αναλύσεων για κρεατινική φωσφοκινάση (CPK)	96
5.10.2	Αποτελέσματα μετα-αναλύσεων για μέγιστη ισομετρική δύναμη (ΜΙΔ)	100
5.10.3	Αποτελέσματα μετα-αναλύσεων για περίμετρο ορθού μηριαίου χωρίς σύσπαση (ΠΟΜ)	104
5.10.4	Αποτελέσματα μετα-αναλύσεων για αίσθηση πόνου (VAS)	108
<b>6</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>113</b>
<b>7</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>116</b>



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 2.1</b>	Η δομή του σκελετικού μυός	7
<b>Εικόνα 2.2</b>	Η δομή της μυϊκής ίνας	9
<b>Εικόνα 2.3</b>	Μια μυϊκή ίνα (α) σε θέση ηρεμίας, (β) σε συστολή και (γ) σε πλήρη συστολή	10
<b>Εικόνα 2.4</b>	(α) Η ισομετρική, (β) σύγκεντρη και (γ) έκκεντρη συστολή	11
<b>Εικόνα 3.1</b>	Εκτέλεση πλειομετρικής άσκησης κατά (α) την αρχική θέση, κατά (β) τη φάση έκκεντρης και κατά (γ) τη φάση σύγκεντρης συστολής των μυών	23
<b>Εικόνα 3.2</b>	(α) Ψυχρό επίθεμα, (β) ψυκτικό σπρεϋ και (γ) κρύο δινόλουτρο είναι ορισμένα μέσα κρυοθεραπείας	25
<b>Εικόνα 3.3</b>	Εξοπλισμός εμπύθισης σε παγωμένο νερό	27
<b>Εικόνα 3.4</b>	Εφαρμογή αθλητικής μάλαξης μετά από πλειομετρική άσκηση του αθλητή	28
<b>Εικόνα 3.5</b>	Λήψη αίματος για την αξιολόγηση της CPK	30
<b>Εικόνα 4.1</b>	(α) Η κλασική και (β) η αναθεωρημένη κλίμακα Borg	48
<b>Εικόνα 4.2</b>	Η κλίμακα Vas	49
<b>Εικόνα 4.3</b>	Το πρωτόκολλο των Nosaka & Miyama	51
<b>Εικόνα 4.4</b>	Γωνιόμετρο	51
<b>Εικόνα 4.5</b>	Αξιολόγηση (α) εύρους τροχιάς με γωνιόμετρο και (β) περιφέρειας μηρού με μεζούρα.	52
<b>Εικόνα 4.6</b>	Προθέρμανση του αθλητή στο δαπεδοεργόμετρο με χρήση καρδιοσφυγμομέτρου	53
<b>Εικόνα 4.7</b>	Ο διαγνωστικός υπέρηχος Mini Focus Ultrasound Scanner	53
<b>Εικόνα 4.8</b>	Εφαρμογή υπερήχου σε δύο αθλητές	54
<b>Εικόνα 4.9</b>	Ο ορθός μηριαίος (α) σε θέση ηρεμίας και (β) σε σύσπαση	54
<b>Εικόνα 4.10</b>	Το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System III	55
<b>Εικόνα 4.11</b>	Προσπάθειες δύο αθλητών για μέγιστη ισομετρική δύναμη τετρακεφάλου	56
<b>Εικόνα 4.12</b>	Το πρόγραμμα Image J και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν	58
<b>Εικόνα 4.13</b>	Αξιολόγηση περιμέτρου ορθού μηριαίου	59
<b>Εικόνα 4.14</b>	Εφαρμογή (α) κρυοθεραπείας και (β) αθλητικής μάλαξης	61

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 3.1</b>	Η επίδραση της μάλαξης στον ΚΜΠ	31
<b>Πίνακας 3.2</b>	Η επίδραση της κρυοθεραπείας στον ΚΜΠ	36
<b>Πίνακας 3.3</b>	Άλλες τεχνικές ως μέθοδος αποκατάστασης στον ΚΜΠ	42
<b>Πίνακας 5.1.1</b>	Περιγραφικά στοιχεία BORG ανά υποομάδα παρέμβασης	64
<b>Πίνακας 5.1.2</b>	Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test	65
<b>Πίνακας 5.1.3</b>	Επίδραση του χρόνου στη BORG	65
<b>Πίνακας 5.1.4</b>	Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της κλίμακας BORG	66
<b>Πίνακας 5.1.5</b>	Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni	66
<b>Πίνακας 5.2.1</b>	Περιγραφικά στοιχεία VAS ανά υποομάδα παρέμβασης	68
<b>Πίνακας 5.2.2</b>	Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test	69
<b>Πίνακας 5.2.3</b>	Επίδραση του χρόνου στη VAS	69
<b>Πίνακας 5.2.4</b>	Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της κλίμακας VAS	70
<b>Πίνακας 5.2.5</b>	Μετά-ANOVA ανάλυση και πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni	70
<b>Πίνακας 5.3.1</b>	Περιγραφικά στοιχεία εύρους κίνησης (ROM) ανά υποομάδα παρέμβασης	71
<b>Πίνακας 5.3.2</b>	Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test	72
<b>Πίνακας 5.3.3</b>	Επίδραση του χρόνου στο ROM	73
<b>Πίνακας 5.3.4</b>	Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα εύρους κίνησης	73
<b>Πίνακας 5.3.5</b>	Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni	74
<b>Πίνακας 5.4.1</b>	Περιγραφικά στοιχεία ΜΙΔ ανά υποομάδα παρέμβασης	75
<b>Πίνακας 5.4.2</b>	Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test	76
<b>Πίνακας 5.4.3</b>	Επίδραση του χρόνου στη ΜΙΔ	76
<b>Πίνακας 5.4.4</b>	Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της Μέγιστης Ισομετρικής Δύναμης (ΜΙΔ)	77

<b>Πίνακας 5.4.5</b>	Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni	78
<b>Πίνακας 5.5.1</b>	Περιγραφικά στοιχεία ΠΑΜ ανά υποομάδα παρέμβασης	79
<b>Πίνακας 5.5.2</b>	Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test	80
<b>Πίνακας 5.5.3</b>	Επίδραση του χρόνου στη ΠΑΜ	80
<b>Πίνακας 5.5.4</b>	Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στις τιμές ΠΑΜ	81
<b>Πίνακας 5.5.5</b>	Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni	81
<b>Πίνακας 5.6.1</b>	Περιγραφικά στοιχεία ΠΜΜ ανά υποομάδα παρέμβασης	82
<b>Πίνακας 5.6.2</b>	Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test	83
<b>Πίνακας 5.6.3</b>	Επίδραση του χρόνου στη ΠΜΜ	84
<b>Πίνακας 5.6.4</b>	Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στις τιμές της ΠΜΜ	84
<b>Πίνακας 5.6.5</b>	Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni	85
<b>Πίνακας 5.7.1</b>	Περιγραφικά στοιχεία ΠΟΜ ανά υποομάδα παρέμβασης	86
<b>Πίνακας 5.7.2</b>	Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test	87
<b>Πίνακας 5.7.3</b>	Επίδραση του χρόνου στη ΠΟΜ	87
<b>Πίνακας 5.7.4</b>	Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της ΠΟΜ	88
<b>Πίνακας 5.7.5</b>	Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni	89
<b>Πίνακας 5.8.1</b>	Περιγραφικά στοιχεία ΠΟΜΣ ανά υποομάδα παρέμβασης	90
<b>Πίνακας 5.8.2</b>	Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test	91
<b>Πίνακας 5.8.3</b>	Επίδραση του χρόνου στη ΠΟΜΣ	91
<b>Πίνακας 5.8.4</b>	Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της ΠΟΜΣ	92
<b>Πίνακας 5.8.5</b>	Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni	92
<b>Πίνακας 5.9.1</b>	Περιγραφικά στοιχεία CPK ανά υποομάδα παρέμβασης	94
<b>Πίνακας 5.9.2</b>	Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test	94
<b>Πίνακας 5.9.3</b>	Επίδραση του χρόνου στη CPK	95

<b>Πίνακας 5.9.4</b>	Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της CPK	95
<b>Πίνακας 5.9.5</b>	Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni	96
<b>Πίνακας 5.10.1.1</b>	Περιγραφικά στοιχεία CPK ανά συνθήκη	97
<b>Πίνακας 5.10.1.2</b>	Αποτελέσματα ANOVA (CPK)	98
<b>Πίνακας 5.10.1.3</b>	Πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των συνθηκών (CPK)	98
<b>Πίνακας 5.10.2.1</b>	Περιγραφικά δεδομένα ΜΙΔ ανά συνθήκη	100
<b>Πίνακας 5.10.2.2</b>	Αποτελέσματα ANOVA (ΜΙΔ)	101
<b>Πίνακας 5.10.2.3</b>	Πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των συνθηκών (ΜΙΔ)	102
<b>Πίνακας 5.10.3.1</b>	Περιγραφικά στοιχεία ΠΟΜ ανά συνθήκη	104
<b>Πίνακας 5.10.3.2</b>	Αποτελέσματα ANOVA (ΠΟΜ)	105
<b>Πίνακας 5.10.3.3</b>	Πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των συνθηκών (ΠΟΜ)	106
<b>Πίνακας 5.10.4.1</b>	Περιγραφικά στοιχεία VAS ανά συνθήκη	108
<b>Πίνακας 5.10.4.2</b>	Αποτελέσματα ANOVA (VAS)	110
<b>Πίνακας 5.10.4.3</b>	Πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των συνθηκών (VAS)	111

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ**

<b>Διάγραμμα 5.1.1</b>	Αποτελέσματα BORG	63
<b>Διάγραμμα 5.2.1</b>	Αποτελέσματα VAS	67
<b>Διάγραμμα 5.3.1</b>	Αποτελέσματα ROM	71
<b>Διάγραμμα 5.4.1</b>	Αποτελέσματα ΜΙΔ	75
<b>Διάγραμμα 5.5.1</b>	Αποτελέσματα ΠΑΜ	79
<b>Διάγραμμα 5.6.1</b>	Αποτελέσματα ΠΜΜ	82
<b>Διάγραμμα 5.7.1</b>	Αποτελέσματα ΠΟΜ	86
<b>Διάγραμμα 5.8.1</b>	Αποτελέσματα ΠΟΜΣ	90
<b>Διάγραμμα 5.9.1</b>	Αποτελέσματα CPK	93

# **I. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η άθληση τόσο στην ερασιτεχνική της μορφή, που είναι πολύ διαδεδομένη σε όλες τις ηλικίες, όσο και με την επαγγελματική της, αποτελεί δραστηριότητα μεγάλου μέρους του πληθυσμού της γης. Η μεγάλη αύξηση του αριθμού των αθλούμενων στα διάφορα αθλήματα και ο έντονος ανταγωνισμός που αναπτύχθηκε μεταξύ των αθλητών, δεν έχει μόνο θετικά αποτελέσματα όσον αναφορά την καλύτερη ποιότητα ζωής και επίδοσή τους, αλλά και αρνητικές επιπτώσεις, όπως είναι η αύξηση του κινδύνου αθλητικής κάκωσης.

Η αιτιολογία των αθλητικών κακώσεων περιλαμβάνει ένα σύνολο ενδογενών και εξωγενών παραγόντων όπως είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του εκάστοτε αθλητή καθώς και το περιβάλλον στο οποίο αθλείται (Taimela et al, 1990; Fousekis et al, 2010; Engebretsen, 2010). Οι ενδογενείς αιτιολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αθλητική κάκωση περιλαμβάνουν τα βιολογικά χαρακτηριστικά των αθλητών, όπως το φύλο, η ηλικία, το βάρος, το ύψος, οι μυοδυναμικές ασυμμετρίες, οι ασυμμετρίες στην ελαστικότητα και την ιδιοδεκτικότητα, οι λειτουργικές πλευρικότητες, οι ανατομικές ασυμμετρίες, η ελλιπής αποκατάσταση προηγούμενων τραυματισμών, η αστάθεια των αρθρώσεων, η γενικότερη φυσική κατάσταση καθώς και η ψυχολογική κατάσταση του αθλητή (Chomiak et al, 2000; Amason et al, 2004; Fousekis et al, 2012). Οι εξωγενείς παράγοντες περιλαμβάνουν το είδος του αθλήματος, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, το επίπεδο της άθλησης, το επίπεδο ικανοτήτων του αθλητή, τα προπονητικά σφάλματα, την απουσία προστατευτικού εξοπλισμού καθώς και την επιφάνεια της άθλησης και τον τύπο και τρόπο εκτέλεσης των δεξιοτήτων (έντονη έκκεντρη άσκηση) (Willems et al, 2005). Μία από τις πιο κοινές παθολογικές κλινικές εκδηλώσεις μετά από έντονη άσκηση είναι και το σύνδρομο του καθυστερημένου μυϊκού πόνου (ΚΜΠ).

Ο ΚΜΠ είναι μια κλινική εκδήλωση η οποία παρατηρείται κυρίως σε άτομα με κακή φυσική κατάσταση (τα οποία ασχολούνται σποραδικά με αθλητικές δραστηριότητες), καθώς και σε αθλητές οι οποίοι συμμετέχουν σε υψηλής έντασης ή σε υπερβολικά, γι' αυτούς, προπονητικά προγράμματα που περιλαμβάνουν κυρίως έκκεντρες και πλειομετρικές συστολές των μυών. Το σύνδρομο χαρακτηρίζεται από μια αίσθηση διάχυτου πόνου γύρω από τις προσβεβλημένες αρθρώσεις, μείωση του εύρους κίνησης των εμπλεκόμενων αρθρώσεων, μείωση της μυϊκής δύναμης και αντοχής, αυξημένα επίπεδα μυϊκών ενζύμων στο

αίμα, κυρίως κρεατινικής φωσφοκινάσης, καθώς και από μια γενικότερη ευαισθησία και δυσφορία. Οι εκδηλώσεις του ΚΜΠ πρωτοεμφανίζονται 6-12 ώρες μετά την άσκηση, κορυφώνονται στις 24-48 ώρες και αρχίζουν να υποχωρούν μετά τις 96 ώρες.

Ωστόσο, μολονότι η εμφάνιση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου στο χώρο του αθλητισμού, αποτελεί συχνό φαινόμενο, δεν υπάρχει ξεκάθαρη άποψη για την ακριβή αιτία και τους μηχανισμούς πρόκλησής του, καθώς επίσης και για τις τεχνικές φυσικοθεραπείας που πρέπει να εκτελεστούν για την αποκατάστασή του. Η μεγάλη επιδημιολογική εμφάνιση του ΚΜΠ έχει καταστήσει αναγκαία την διερεύνηση όλων των παρεμβάσεων που έχουν στόχο την βελτίωση των σημείων και συμπτωμάτων του ΚΜΠ, καθώς και την όσο το δυνατόν ταχύτερη αποκατάσταση της μυϊκής λειτουργικότητας. Στις πολυάριθμες αυτές μελέτες διερευνήθηκαν παρεμβάσεις όπως μάλαξη, κρυοθεραπεία, διατάσεις, εφαρμογή υπέρηχου, ηλεκτροθεραπεία, εφαρμογή συμπιεστικών ενδυμάτων, βελονισμός, χορήγηση μη στεροειδών αντιφλεγμονωδών φαρμάκων, παγομάλαξη. Κάποιες από αυτές τις έρευνες εμφανίζουν θετικά αποτελέσματα και άλλες όχι. Στο πεδίο των αντικρουόμενων αυτών ευρημάτων η παρούσα έρευνα στοχεύει στην αξιολόγηση της επίδρασης τριών φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων (την εμβύθιση σε παγωμένο νερό, την αθλητική μάλαξη, τον συνδυασμό αυτών), στην εμφάνιση του ΚΜΠ.

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

Ο ΚΜΠ είναι συχνή πάθηση στον αθλητισμό που επηρεάζει 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 τεχνικών φυσικοθεραπείας του ΚΜΠ όσον αφορά την επίδραση στη μείωσή του. Οι τεχνικές αυτές ήταν η εφαρμογή (α) εμβύθισης σε παγωμένο νερό, (β) αθλητικής μάλαξης και (γ) του συνδυασμού τους.

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 φυσικοθεραπευτικής παρέμβασης:
  - Ø πριν την πλειομετρική άσκηση και μετά από αυτή;
  - Ø 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 άντρες ερασιτέχνες αθλητές.
- Η ηλικία τους κυμάνθηκε από 18 έως 30 έτη.
- Οι αθλητές προέρχονται από ερασιτεχνικά σωματεία των νομών Ηλείας, Αχαΐας και Αττικής.
- 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 που συμμετείχαν στην έρευνα προπονούσαν τουλάχιστον τρεις φορές την εβδομάδα γι' αυτό το αγωνιστικό έτος.
- 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 | XH  |
| · Σωματικό βάρος     | ΣΒ  |
| · Σωματικό ύψος      | ΣΥ  |
| · Ποδοπλευρικότητα   | ΠΟΔ |

### 1.4.2 Μεταβλητές έρευνας

- |   |      |
|---|------|
| · Περιφέρεια άνω μηρού                      | ΠΑΜ  |
| · Περιφέρεια μέσου μηρού                    | ΠΜΜ  |
| · Περίμετρος ορθού μηριαίου (χωρίς σύσπαση) | ΠΟΜ  |
| · Περίμετρος ορθού μηριαίου (με σύσπαση)    | ΠΟΜΣ |
| · Εύρος τροχιάς κάμψης γόνατος              | ROM  |
| · Μέγιστη ισομετρική δύναμη                 | ΜΙΑ  |
| · Κρεατινική Φωσφοκινάση                    | CPK  |
| · Αίσθηση κόπωσης                           | BORG |
| · Αίσθηση πόνου                             | VAS  |

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

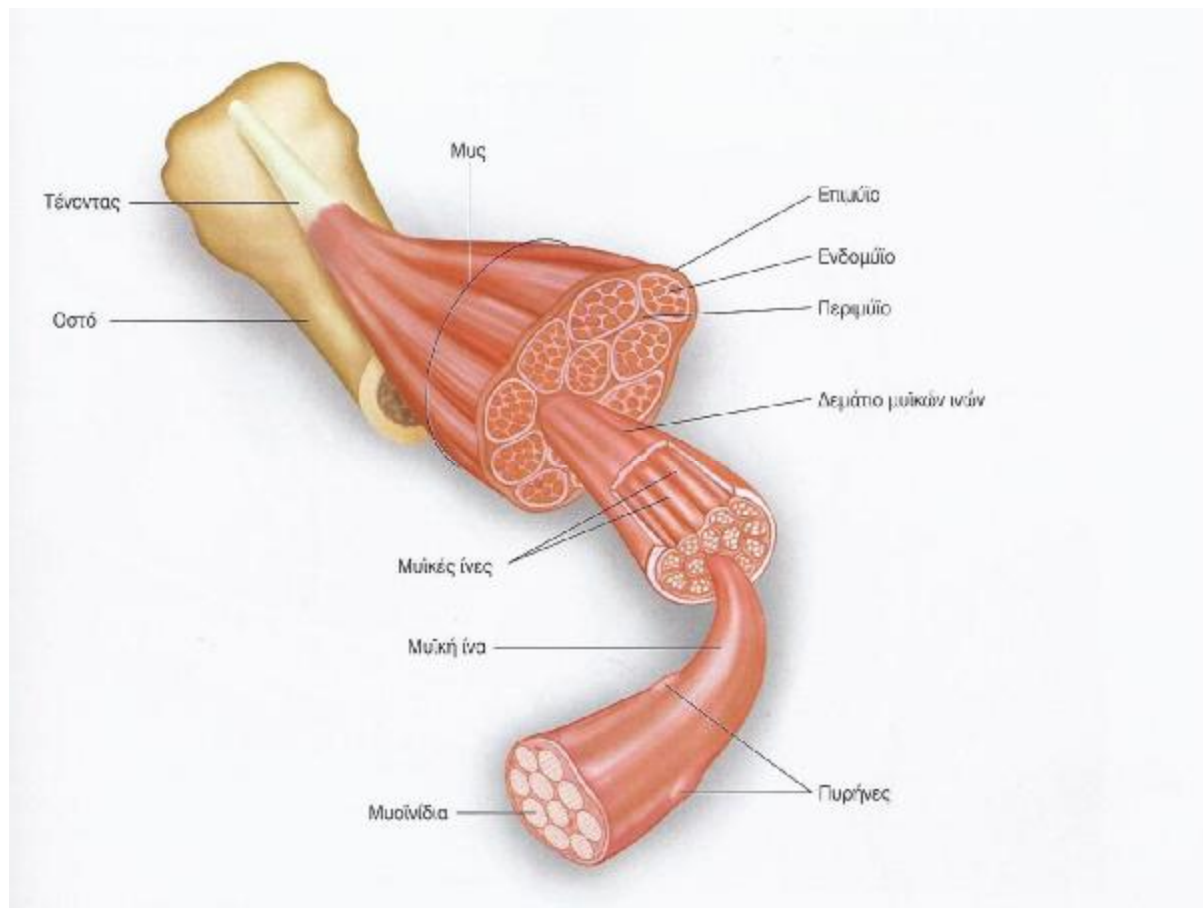
### ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΣΚΕΛΕΤΙΚΩΝ ΜΥΩΝ

#### 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 διακρίνονται σε τρία είδη ανάλογα με τη δομή τους, τις συσταλτικές τους ιδιότητες και τους μηχανισμούς ελέγχου τους. Τα είδη αυτά είναι ο σκελετικός, ο καρδιακός και ο λείος μυς. Οι περισσότεροι σκελετικοί μύς προσδένονται στα οστά και με τις συστολές που πραγματοποιούν είναι υπεύθυνοι για την υποστήριξη και τη κίνηση του σκελετού, αλλά και για τη παραγωγή θερμότητας, η οποία αντιπροσωπεύει το 85% της συνολικής παραγωγής θερμότητας στο σώμα (Μηλιάς, 2006). Η συστολή του σκελετικού μύος πραγματοποιείται συνήθως κάτω από εκούσιο έλεγχο (Vander et al, 2001).

Οι μύες περικλείονται και συγκρατούνται 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).

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 (Vander et al, 2001).



**Εικόνα 2.1** Η δομή του σκελετικού μυός

## 2.2 Μυϊκή ίνα

Οι σκελετικοί μύες αποτελούνται από εκατοντάδες ή ακόμα και από χιλιάδες μυϊκές ίνες (Μηλιάς, 2006). Η κυριότερη λειτουργία των μυϊκών ινών είναι η χρήση χημικής ενέργειας για τη παραγωγή δυνάμεων και κινήσεων. Ο σχηματισμός τους συμπληρώνεται κατά το χρόνο της γέννησης του παιδιού με διάμετρο από 20-100 μm και μήκος μέχρι 20 cm. Σε κάποιους μύες οι μεμονωμένες ίνες εκτείνονται κατά μήκος όλου του μυός, αλλά οι περισσότερες ίνες είναι πιο κοντές, συχνά προσανατολιζόμενες στον επιμήκη άξονα του μυός. Αυτές οι κοντές ίνες είναι προσδεμένες στο δίκτυο συνδετικού ιστού που περιβάλλει τις μυϊκές ίνες (Vander et al, 2001).

Ο συνδετικός ιστός που περιβάλλει τις μυϊκές ίνες ονομάζεται ενδομύιο. Ομάδες μυϊκών ινών που περιβάλλονται από τα αντίστοιχα ενδομύιά τους διατάσσονται μαζί και συγκροτούν τις μυϊκές δέσμες. Ο συνδετικός ιστός που περιβάλλει τις μυϊκές δέσμες ονομάζεται περιμύιο, ενώ ο συνδετικός ιστός που περιβάλλει ολόκληρο το μυ λέγεται επιμύιο

(Henneman et al, 1965). Τέλος, το επιμύιο καλύπτεται από μια ταινία συνδετικού ιστού, η οποία περιβάλλει και ξεχωρίζει τους μυς. Ο συνδετικός ιστός υποστηρίζει και προστατεύει τις μυϊκές ίνες, επιτρέποντάς τους να αντέχουν τις δυνάμεις της συστολής, και επίσης παρέχει μονοπάτια για τα αιμοφόρα αγγεία και τα νευρικά κύτταρα (Μηλιάς, 2006).

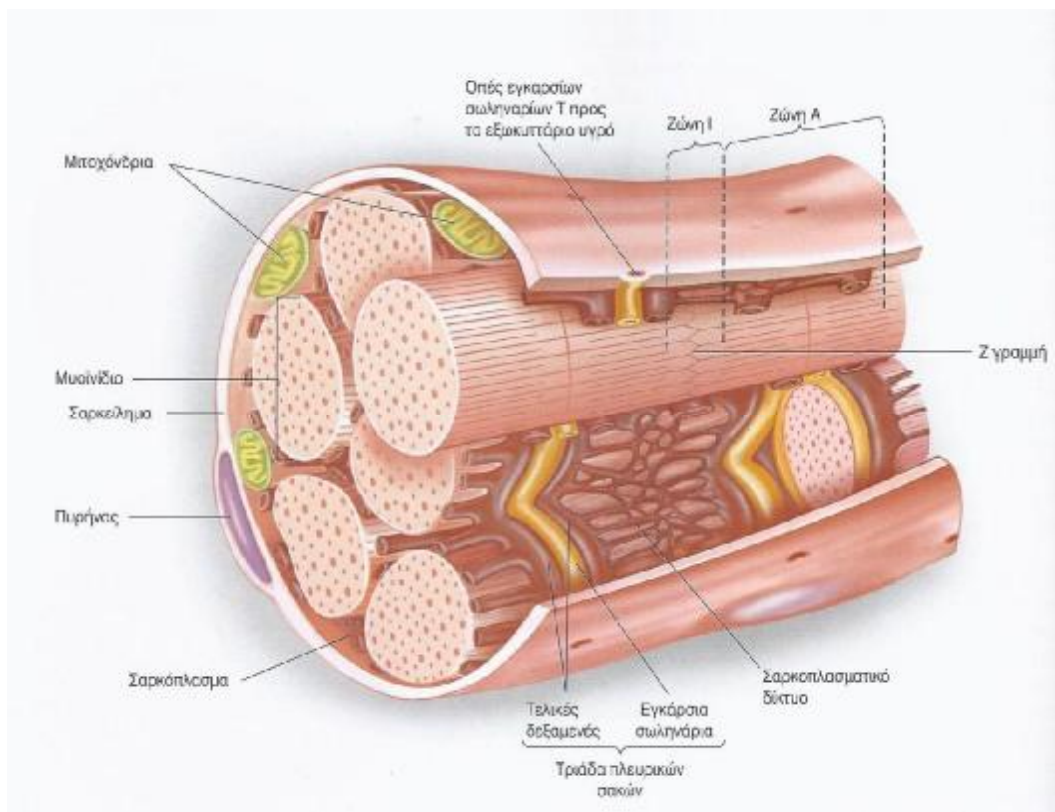
Πιο ειδικά οι μυϊκές ίνες αποτελούνται από:

- **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 σαρκειλήματος 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 σαρκόπλάσματος 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 σαρκόπλάσμα υπάρχει κι ένα μεγάλο ενδοπλασματικό δίκτυο, το οποίο στη μυϊκή ίνα ονομάζεται σαρκοπλασματικό (Guyton, 2009). Το σαρκοπλασματικό δίκτυο χρησιμεύει ως χώρος αποθήκευσης του ασβεστίου, το οποίο είναι ουσιαστικό για τη συστολή των μυών (Wilmore and Costill, 2006).

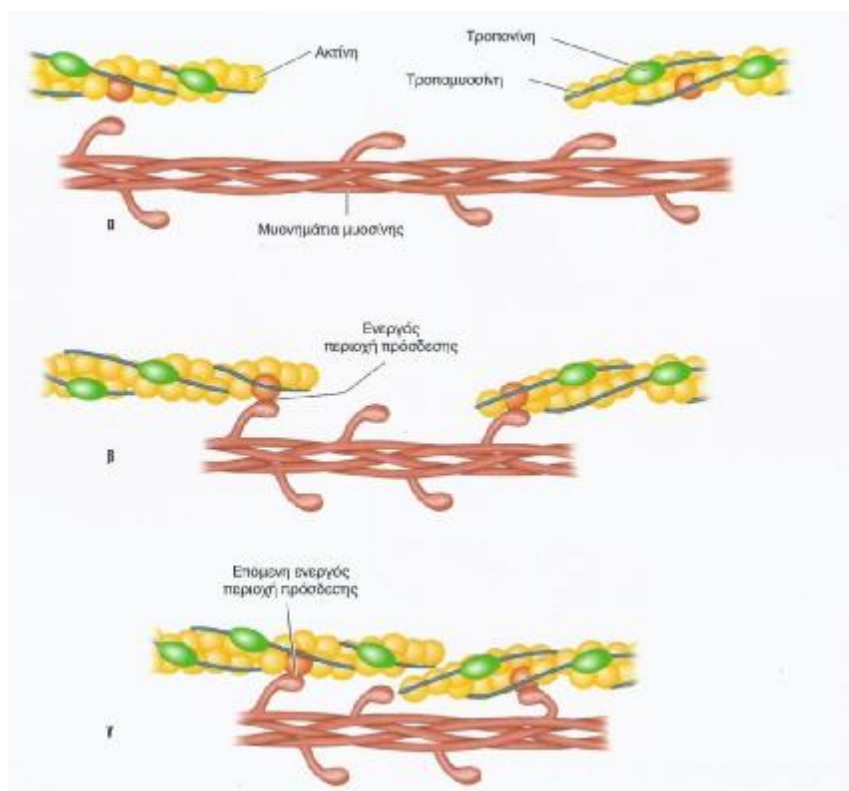


**Εικόνα 2.2** Η δομή της μυϊκής ίνας

### 2.3 Θεωρία ολίσθησης νηματίων

Το φαινόμενο με το οποίο βραχύνονται οι μυϊκές ίνες ονομάζεται θεωρία ολίσθησης νηματίων. Όταν ενεργοποιούνται, οι εγκάρσιες γέφυρες μυοσίνης συνδέονται ισχυρά με την ακτίνη, με συνέπεια μια στερεοτακτική αλλαγή στην εγκάρσια γέφυρα, η οποία αναγκάζει την κεφαλή μυοσίνης να γείρει προς το βραχίονα της εγκάρσιας γέφυρας και να έλξει τις ίνες ακτίνης και μυοσίνης προς αντίθετες κατευθύνσεις. Αυτή η κλίση της κεφαλής αναφέρεται ως «κίνηση δίκην μεντεσέ». Η έλξη της ακτίνης πέρα από τη μυοσίνη βραχύνει το μυ και παράγει δύναμη. Όταν οι ίνες δεν συστέλλονται, η κεφαλή μυοσίνης παραμένει σε επαφή με την περιοχή συνδέσεως της ακτίνης, αλλά η μοριακή σύνδεση στην περιοχή αποδυναμώνεται ή εμποδίζεται από την τροπομυοσίνη.

Αμέσως μόλις γείρει η κεφαλή μυοσίνης, αποκόβεται από την ενεργό περιοχή, στρέφεται πίσω στην αρχική θέσης της και συνδέεται με μια νέα ενεργό περιοχή σε απώτερη θέση κατά μήκος της ακτίνης. Αυτές οι επαναλαμβανόμενες συνδέσεις αναγκάζουν τις ίνες να γλιστρούν η μία πάνω στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τον όρο Θεωρία Ολίσθησης Νηματίων. Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται μέχρις ότου οι άκρες των ινών μυοσίνης φτάσουν στους δίσκους Z (Wilmore and Costill, 2006).



**Εικόνα 2.3** Μια μυϊκή ίνα (α) σε θέση ηρεμίας, (β) σε συστολή και (γ) σε πλήρη συστολή

## 2.4 Τύποι μυϊκών συστολών

Οι μυϊκές συστολές ανάλογα με τις μεταβολές στο μήκος του μυός χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- **Σύγκεντρη συστολή**

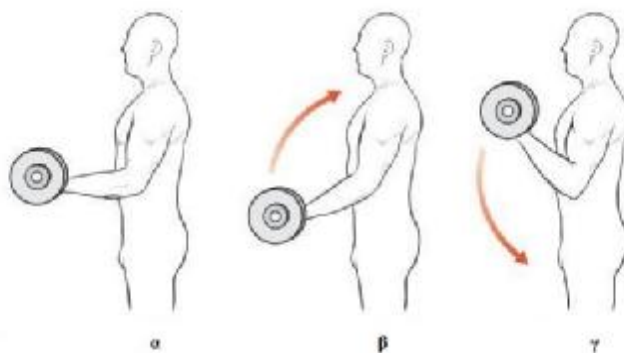
Στη σύγκεντρη συστολή οι μύες έχουν την ιδιότητα να βραχύνονται και να παράγουν δύναμη. Κατά τη διάρκεια της συστολής αυτής ο μυς λειτουργεί σύμφωνα με τη θεωρία ολίσθησης των νηματίων. Αυτό συμβαίνει σε όλο το εύρος του μυός, παράγοντας έργο στη μυοτενόντια περιοχή, με αποτέλεσμα ο μυς να βραχύνεται και να αλλάζει η γωνία της άρθρωσης. Στη σύγκεντρη συστολή η δύναμη που παράγεται είναι αρκετή έτσι ώστε να ξεπεράσει την υπάρχουσα αντίσταση, είτε αυτή είναι μόνο η βαρύτητα, είτε μια εξωτερική αντίσταση.

- **Έκκεντρη συστολή**

Στην έκκεντρη συστολή, η δύναμη που παράγεται δεν αρκεί για να ξεπεράσει το εξωτερικό φορτίο των μυών και έτσι οι μυϊκές ίνες επιμηκύνονται καθώς συσπώνται. Επίσης, έκκεντρη συστολή θεωρείται και η κίνηση κατά την οποία ένα μέρος του σώματος επιβραδύνεται, για παράδειγμα όταν κατεβάζουμε ένα αντικείμενο σταδιακά, χωρίς να το αφήσουμε να πέσει απότομα. Η έκκεντρη συστολή δηλαδή, είναι μία παραγόμενη δύναμη η οποία αντιτίθεται στην κίνηση.

- **Ισομετρική συστολή**

Στην ισομετρική συστολή οι μύες παράγουν δύναμη με το μήκος τους να παραμένει σταθερό. Παράδειγμα ισομετρικής συστολής είναι όταν κάποιος κρατάει ένα αντικείμενο χωρίς να το μετακινεί. Στη περίπτωση αυτή, η δύναμη που παράγεται από το μυ ταιριάζει ακριβώς στο φορτίο, ενώ δεν πραγματοποιείται κάποια κίνηση.



**Εικόνα 2.4** (α) Η ισομετρική, (β) σύγκεντρη και (γ) έκκεντρη συστολή

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΟΣ ΜΥΙΚΟΣ ΠΟΝΟΣ

#### 3.1 Γενικά

Ένα συχνό φαινόμενο μετά από μεγάλες επιβαρύνσεις, ασυνήθιστες στον αθλητή ασκήσεις και έκκεντρη δράση των μυών, είναι το έντονο μυϊκό άλγος ή πόνος (Cheung et al, 2003; Proske and Morgan, 2001; Clarkson et al, 1986; Byrnes et al, 1985; Newman et al, 1983 and Talag, 1972). Το συγκεκριμένο κλινικό σύμπτωμα συνήθως εμφανίζεται μετά από ώρες ή ημέρες ύστερα από έντονη προπόνηση και συνοδεύεται από δυσκαμψία και αίσθηση διάχυτου πόνου γύρω από τις εμπλεκόμενες αρθρώσεις και τους μυς (Armstrong, 1984; Nosaka et al, 2002), όπως επίσης και από ποικίλα κλινικά συμπτώματα όπως μυϊκό οίδημα, μειωμένο εύρος τροχιάς, ευαισθησία των μυών και μυϊκή αδυναμία (Chen and Nosaka, 2006; Hirose et al, 2004; Chen & Nosaka, 2006; Saxton et al, 1995). Ο πόνος αυτός μπορεί να είναι προσωρινός (διάρκειας λίγων λεπτών ή ωρών), και καθυστερημένος (διάρκειας ημερών ή και εβδομάδων).

#### 3.2 Πόνος

Στους μυς βρίσκονται οι αλγοϋποδοχείς (αισθητήρες πόνου) που συγκροτούνται από ελεύθερες νευρικές απολήξεις οι οποίες συνδέονται με λεπτές προσαγωγούς εμμύελες ίνες (τύπου III) και αμύελες (τύπου IV).

Οι εμμύελες προσαγωγές ίνες (τύπου III) είναι υπεύθυνες για την ταχεία μεταφορά του πόνου, ενώ αντίθετα οι αμύελες (τύπου IV) για την αργή. Κατά την διέγερση των πρώτων παράγεται οξύς, ακιδωτός, εντοπισμένος και βραχύβιος πόνος, ενώ η διέγερση των αμύελων πυροδοτεί έναν αμβλύ, μουντό, διάχυτο και εξασθενημένο πόνο που διαρκεί περισσότερο και προξενεί την αίσθηση καψίματος στους μυς.



Η νευροφυσιολογία του πόνου περιλαμβάνει την αρχική διέγερση των αλγοϋποδοχέων, είτε από μηχανικές παραμορφώσεις είτε από χημικές ουσίες και τη μεταφορά των ώσεων μέσω των προσαγωγών νευρικών ινών στην περιοχή του σωματοαισθητικού φλοιού του εγκεφάλου, η οποία είναι υπεύθυνη για την αναγνώριση του πόνου. Η παραπάνω διεργασία συντελεί στη διαμόρφωση της ``ιδέας`` του πόνου που οδηγεί στον εντοπισμό του αλγεινού ερεθίσματος (Κλεισούρας, 2011).

### 3.3 Προσωρινός μυϊκός πόνος

Θα πρέπει ωστόσο, προτού περιγραφεί ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος να γίνει ένας διαχωρισμός από τον προσωρινό μυϊκό πόνο. Ο προσωρινός μυϊκός πόνος παρατηρείται λοιπόν, μετά από εξαντλητική προπόνηση, και συνήθως διαρκεί μέχρι δύο ώρες με αποτέλεσμα την ελάττωση της μέγιστης δύναμης. Ο πόνος δεν είναι ιδιαίτερα οδυνηρός και δεν δημιουργεί αξιοσημείωτη ενόχληση στον ασκούμενο. Παρόλο που υπάρχει η εντύπωση ότι γενεσιουργός αιτία είναι η συσσώρευση προϊόντων του μεταβολισμού στους μυς ,και κυρίως των ιόντων υδρογόνου (H), λόγω της αύξησης παραγωγής γαλακτικού οξέος, η βασική αιτία φαίνεται ότι είναι η παρουσία οξέων, ιόντων, πρωτεϊνών και ορμονών (Miles and Clarkson, 1994).

Αξίζει να σημειωθεί ότι προσωρινός κάματος προκαλείται και κατά την υπομέγιστη μυϊκή προσπάθεια σε περίπτωση που αποφραχτεί η κυκλοφορία του αίματος. Ο ισχαιμικός αυτός πόνος προξενεί την εντύπωση καψίματος και είναι δυσάρεστος έως ανυπόφορος, υποχωρεί όμως αμέσως μετά την διακοπή της άσκησης. Η εκκίνηση και η ένταση του ισχαιμικού πόνου συνδέεται με την μεταβολική δραστηριότητα της μυϊκής προσπάθειας. Όσο πιο έντονη η προσπάθεια και η μεταβολική της απαίτηση τόσο πιο γρήγορα εκδηλώνεται ο ισχαιμικός πόνος. Ως αλλογόνος του ουσία υποστηρίζεται ότι είναι τα ιόντα καλλίου(K), τα οποία κατά την διάρκεια της μυϊκής συστολής οδηγούνται στο εξωκυττάριο περιβάλλον των μυϊκών ινών και διεγείρουν τους υποδοχείς του πόνου (Jones et al, 2004).

### 3.4 Καθυστερημένος μυϊκός πόνος

Ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος παρουσιάζεται συνήθως 24 ώρες αφότου έχει πραγματοποιηθεί η άσκηση και εντείνεται μεταξύ 24 και 72 ωρών μετά το πέρας της άσκησης (Clarkson et al, 1992; Armstrong, 1984). Χαρακτηρίζεται από αυξημένο τόνο των μυών, άλγος, μειωμένο εύρος κίνησης, μείωση της μυϊκής απόδοσης καθώς και από αυξημένα επίπεδα μυϊκών ενζύμων στο αίμα, κυρίως κρεατίνη κινάση (ένζυμο που αποτελεί δείκτη μυϊκής βλάβης) (Ebbeling and Clarkson, 1989).

Παρά το γεγονός ότι έχει πραγματοποιηθεί πληθώρα ερευνών πάνω στο συγκεκριμένο θέμα, δεν έχει διασαφηνιστεί ο ακριβής αιτιολογικός μηχανισμός. Η πρώτη αναφορά για το φαινόμενο του καθυστερημένου μυϊκού πόνου έγινε το 1902 απ τον Hough, ο οποίος υποστήριξε ότι η αιτία εμφάνισης καθυστερημένου πόνου οφείλεται σε κάποιο είδος ρήξης μέσα στο μυ. Τα τελευταία 20 χρόνια, με την χρήση εξελιγμένων βιοχημικών και ιστολογικών τεχνικών, η παραπάνω άποψη του Hough έχει επιβεβαιωθεί. Οι Friden et al (1981), καταφεύγοντας στην τεχνική της μυϊκής βιοψίας, ανέλυσαν μορφολογικά δείγματα από τον υποκνημίδιο μυ ανδρών οι οποίοι υπέφεραν από ΚΜΠ. Τα αποτελέσματα της έρευνας ανέδειξαν μια παραμόρφωση των μυοϊνιδίων, και πιο συγκεκριμένα της γραμμής Z. Επιπλέον ερευνητικά ευρήματα παρουσιάζουν ότι η συγκεκριμένη μυϊκή πάθηση προξενεί μια φλεγμονώδη κατάσταση παρόμοια με αυτή που συναντάμε σε οξείες αθλητικές κακώσεις (Smith 1991). Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι γενικότερα ο ΚΜΠ κατατάσσεται στην κατηγορία μυϊκών θλάσεων 1<sup>ου</sup> βαθμού.

Το 1956 ο Asmussen ανέφερε ότι οι συστολές κυρίως έκκεντρης μορφής και όχι σύγκεντρης ή ισομετρικής μορφής, συντελούν περισσότερο στη πρόκληση του ΚΜΠ, και η άποψή του επιβεβαιώθηκε από πολλούς ερευνητές μετέπειτα (Armstrong, 1984; Newham et al, 1983; Talag, 1973).

Ένας μεγάλος αριθμός κινήσεων σε πολλά αθλήματα (μαραθόνιος, ορειβασία, πολεμικές τέχνες) περιέχει έκκεντρες συστολές. Ασκήσεις όπως το κατέβασμα ενός βάρους, το τρέξιμο σε κατηφόρα καθώς και οι κάμψεις αγκώνων και οι κοιλιακοί μυς περιλαμβάνουν επίσης έκκεντρες συστολές. Συνήθως οι κινήσεις προς την κατεύθυνση της βαρύτητας (π.χ. κίνηση για την απορρόφηση των κραδασμών) είναι έκκεντρης μορφής, ενώ αντίθετα οι κινήσεις ενάντια στην βαρύτητα είναι σύγκεντρης μορφής (Stauber, 1989). Επιπρόσθετα σε αγωνίσματα στίβου, όπως για παράδειγμα στα άλματα και στις ρίψεις οι αθλητές συχνά εκτελούν έκκεντρες συστολές σε συνδυασμό με πολύ γρήγορες σύγκεντρες (πλειομετρική κίνηση).

Γίνεται αντιληπτό λοιπόν ότι οι έκκεντρες συστολές συναντώνται πολύ συχνά σε διάφορα αθλήματα καθώς και σε πολλές μορφές άσκησης με αποτέλεσμα ο ΚΜΠ να αποτελεί συχνό φαινόμενο. Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες πάνω στον ΚΜΠ με σκοπό να αξιολογηθεί: α) η επίδραση του στην αθλητική απόδοση και β) η ιδανικότερη προσέγγιση αποκατάστασης του. Από αυτές έχει διαφανεί ότι ο ΚΜΠ επηρεάζει αρνητικά αρκετούς παράγοντες της αθλητικής απόδοσης όπως η μυϊκή δύναμη, το εύρος κίνησης, η ανασύνθεση κολλαγόνου και η νευρομυϊκή συναρμογή. Παράγοντες όπως η φυσική κατάσταση των ασκούμενων και η ηλικία επηρεάζουν το βαθμό αύξησης του ΚΜΠ και της μυϊκής βλάβης (Taimela et al, 1990; Fousekis et al, 2009; Engebretsen, 2010). Ενδοατομικές διαφορές στην μέτρηση του ΚΜΠ είναι πιθανό να οφείλονται στη μέθοδο αξιολόγησης του, η οποία συνήθως αξιολογείται με ερωτηματολόγια και κλίμακες πόνου.

Πολλές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα με σκοπό να αναδειχθεί η αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση του ΚΜΠ που έχουν όμως οδηγήσει σε γενικότερα αντιφατικά συμπεράσματα. Αυτές οι ερευνητικές προσπάθειες έχουν αξιολογήσει τη χορήγηση μη στεροειδών αντιφλεγμονωδών φαρμάκων (Francis and Hoobler, 1987; Gulick et al, 1996 and Jansen et al, 1983), εφαρμογή διατάσεων (Buroker and Schwane, 1989; Gulick et al, 1996; High et al, 1989 and Rodenburg et al, 1994), εφαρμογή υπερήχου (Hasson et al, 1990 and Tiidus, 1999), εφαρμογή διαδερμικής ηλεκτρικής νευρικής διέγερσης (Denegar & Perrin, 1992), εφαρμογή κρυοθεραπείας (Denegar and Perrin, 1992; Gulick et al, 1996; Isabell et al, 1992 and Yackzan et al, 1984), εφαρμογή μάλαξης (Farr et al, 2002; Hilbert et al, 2003; Kraemer et al, 2001; Lightfoot et al, 1997; Tiidus, 1997; Tiidus, 1999 and Weber et al, 1994), εφαρμογή συμπίεσης (Kraemer et al, 2001; Carling et al, 1995) και εφαρμογή δόνησης (Rhea et al, 2009; Aminian-Far et al, 2011).

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

Ο ΚΜΠ έχει αναφερθεί για ενήλικους κάθε ηλικίας, αλλά όχι σε παιδιά (Kedlaya et al, 2008). Διαφορές στην ασκησιογενή μυϊκή βλάβη έχουν εντοπιστεί μεταξύ αντρών και γυναικών (Stupka et al, 2000; Dembach et al, 1999; MacIntyre, 2000; Danneker, 2005) καθώς έχουν βρεθεί διαφοροποιήσεις στη δραστηριότητα της CPK και στη φλεγμονώδη απόκριση (η οποία είναι εξασθενημένη στις γυναίκες (Stupka et al, 2000, Schneider et al, 1999)) αλλά και στη καταστροφή μικροϊνιδίων (Dembach et al, 1999). Μια μελέτη επίσης έδειξε ότι γενικά το μοτίβο του ΚΜΠ και της ισοκινητικής ροπής διέφερε μεταξύ των δύο φύλων μετά από έκκεντρη άσκηση (MacIntyre, 2000). Αυτές οι διαφορές έχουν αποδοθεί στη γυναικεία

ορμόνη 17β-οιστραδιόλη, η οποία έχει την ικανότητα να δρα ως αντιοξειδωτικό και ως σταθεροποιητής των μεμβρανών (μέσω της αλληλεπίδρασης με την φωσφολιποειδική διπλοστιβάδα). Συνεπώς, η 17β-οιστραδιόλη ίσως έχει θετική επίδραση στη παραγωγή μυϊκής δύναμης, μειώνοντας τις βλάβες στις μεμβράνες (Tiidus, 1995).

### 3.4.2 Μηχανισμοί πρόκλησης του ΚΜΠ

Η αιτιολογία του ΚΜΠ δεν είναι ξεκάθαρη, παρόλα αυτά υπάρχουν αρκετές υποθέσεις που έχουν προσπαθήσει να επεξηγήσουν την θεωρία αυτή. Αυτές περιλαμβάνουν τη:

- Θεωρία του γαλακτικού οξέος
- Θεωρία του μυϊκού σπασμού
- Θεωρία της βλάβης του συνδετικού ιστού
- Θεωρία της μυϊκής βλάβης
- Θεωρία της φλεγμονής
- Θεωρία της εκροής ενζύμων

Η άποψη όμως που φαίνεται να κυριαρχεί είναι ότι ο ΚΜΠ οφείλεται σε ένα συνδυασμό δύο ή και περισσότερων θεωριών (Μηλιάς, 2006).

#### · **Θεωρία γαλακτικού οξέος**

Η θεωρία του γαλακτικού οξέος υποστηρίζει ότι η παραγωγή του συνεχίζεται και μετά το τέλος της άσκησης και αυξάνει την ευαισθησία και τον πόνο (Gulick et al, 1996; Armstrong, 1984; Francis et al., 1987). Ωστόσο η θεωρία φαίνεται ότι είναι αβάσιμη για τους εξής λόγους:

- I. Διότι κατά της σύγκεντρης συστολής, παρατηρούνται υψηλότερα επίπεδα μεταβολισμού, που όμως δεν συνοδεύονται από παρόμοια επίπεδα ΚΜΠ (Asmussen, 1956).
- II. Τα επίπεδα του γαλακτικού οξέος επιστρέφουν στα πριν την άσκηση επίπεδα την πρώτη κιόλας ώρα αφότου έχει πραγματοποιηθεί η άσκηση.

III. Μετρήσεις στο αίμα, οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί είτε πριν την άσκηση, είτε σε διάφορες χρονικές στιγμές μέχρι και 72 ώρες μετά την άσκηση, δεν δείχνουν να υπάρχει καμία συσχέτιση μεταξύ του γαλακτικού οξέος και του αντιλαμβανόμενου πόνου (Schwane et al, 1983).

Φαίνεται λοιπόν ότι το γαλακτικό οξύ μπορεί να συμβάλει στον οξύ πόνο που σχετίζεται με την κούραση που ακολουθεί μετά από έντονη άσκηση, αλλά όχι στον ΚΜΠ που γίνεται αντιληπτός 24-48 ώρες μετά την άσκηση (Cazorla et al, 2001).

#### · **Θεωρία του μυϊκού σπασμού**

Όταν παρατηρήθηκαν αυξημένα επίπεδα μυϊκής διέγερσης σε κατάσταση ηρεμίας μετά από έκκεντρη άσκηση, προτάθηκε η θεωρία του μυϊκού σπασμού και της ακόλουθης υποξίας (Gulick et al, 1996; Cleak et al, 1992; DeVries, 1961; Bobbert et al, 1986). Η αυξημένη μυϊκή διέγερση σε κατάσταση ηρεμίας φανερώνει έναν έντονο, τοπικά εστιασμένο σπασμό μυϊκών κινητικών μονάδων, ο οποίος οδηγεί σε συμπίεση των τοπικών αιμοφόρων αγγείων, ισχαιμία και τελικώς συσσώρευση ουσιών που προκαλούν την αίσθηση του πόνου. Αυτό το φαινόμενο με την σειρά του αρχίζει έναν φαύλο κύκλο (DeVries, 1966), όπου ο περαιτέρω ερεθισμός των νευρικών απολήξεων του πόνου δημιουργεί περαιτέρω αντανakλαστικούς μυϊκούς σπασμούς και παρατεταμένες συνθήκες ισχαιμίας (Bobbert et al, 1986). Πάρα ταύτα, τα αποτελέσματα των ερευνών στις οποίες εφαρμόστηκε είτε διπολικού είτε μονοπολικού τύπου ηλεκτρομυογραφία δεν συμφωνούν μεταξύ τους (Talag et al, 1973; Bobbert et al, 1986; Abraham, 1977; Newham et al, 1983). Επίσης, η χρήση αυτών των τεχνικών παραμένει αμφιλεγόμενη μεταξύ των ερευνητών, καθώς κάποιοι υποστηρίζουν ότι δεν έχουν την απαραίτητη ευαισθησία να καταγράψουν την ηλεκτρική δραστηριότητα των μυών με ΚΜΠ (DeVries, 1960), ενώ άλλοι υποστηρίζουν το αντίθετο (Abraham, 1977).

#### · **Θεωρία της βλάβης του συνδετικού ιστού**

Η θεωρία αυτή εξετάζει τον ρόλο του συνδετικού ιστού που πλαισιώνει τις μυϊκές δέσμες. Η ποσότητα και η σύσταση του συνδετικού ιστού διαφέρει ανάμεσα στους διαφορετικούς τύπους μυϊκών ινών. Γι αυτό το λόγο, οι ίνες βραδείας συστολής παρουσιάζουν πιο σφριγηλή δομή σε σχέση με τις ίνες ταχείας συστολής, με συνέπεια οι

τελευταίες να εμφανίζουν πιθανά μεγαλύτερη ευαισθησία σε τραυματισμό από εφελκυσμό (Stuber, 1989). Αυτό ίσως οδηγεί τελικά σε ΚΜΠ εξαιτίας της υπερβολικής διάτασης του συνδετικού ιστού (Hough., 1902). Μετρήσεις αποβολής υδροξυπρολίνης (HP) και υδροξυλυσίνης (HL) στα ούρα μετά από άσκηση ισχυροποιούν την συγκεκριμένη θεωρία (Sydney-Smith et al, 1992). Τα αμινοξέα HL και HP αποτελούν συστατικά του ώριμου κολλαγόνου και η παρουσία τους στα ούρα είναι αποτέλεσμα καταβολισμού του κολλαγόνου είτε λόγω υπερβολικής λειτουργίας, είτε λόγω κάποιας κάκωσης (Stouber, 1989). Ωστόσο, η απέκκριση HP και HL μπορεί να αντανακλά είτε αυξημένη σύνθεση είτε καταβολισμό του κολλαγόνου. Άρα, ο λόγος που αυξάνεται η απέκκριση των αμινοξέων HP και HL μετά από άσκηση δεν είναι απολύτως ξεκάθαρος (Cheung et al, 2003).

#### · **Θεωρία της μυϊκής βλάβης**

Η θεωρία της μυϊκής βλάβης, η οποία προτάθηκε για πρώτη φορά από τον Hough το 1902, επικεντρώνεται στην αποδιοργάνωση του συστατικού τμήματος του μυϊκού ιστού και συγκεκριμένα στο επίπεδο της Z ζώνης, το οποίο είναι επακόλουθο της άσκησης εκκεντρικού τύπου (Armstrong, 1984; Newham et al, 1983; Friden et al, 1981, 1984, 1988, 1999; Jones et al, 1986). Στο μικροσκόπιο, η βλάβη παρουσιάζεται χαρακτηριστικά ως μία διεύρυνση, κηλίδωση ή ακόμα και πλήρη ρήξη της Z ζώνης (Friden et al, 1992), που συνοδεύεται από ευρύτερη αποδιοργάνωση της αρχιτεκτονικής των σαρκομεριδίων (Newham et al, 1986).

Η εμφάνιση του ΚΜΠ μετά από έκκεντρες συσπάσεις οφείλεται πιθανώς στο γεγονός ότι κατά τη διάρκεια της έκκεντρης συστολής ενεργοποιούνται λιγότερες μυϊκές ίνες σε σχέση με σύγκεντρη συστολή παρόμοιου έργου (Asmussen, 1956). Αυτό σημαίνει ότι μια μυϊκή ίνα παράγει μεγαλύτερη δύναμη κατά τη διάρκεια της έκκεντρης σύσπασης και δημιουργείται μια κατάσταση όπου επιστρατεύονται λίγες ίνες για τη παραγωγή μεγάλων δυνάμεων. Συνεπώς, οι λίγες μυϊκές ίνες είναι δύσκολο να αντέξουν τη μεγάλη επιβάρυνση και δημιουργείται μυϊκή βλάβη και πόνος (Newham et al, 1983). Ακόμα, έχει αναφερθεί ότι κάποιες εγκάρσιες γέφυρες που δημιουργούνται κατά την έκκεντρη σύσπαση διασπώνται με την εφαρμογή μεγαλύτερης δύναμης, λόγω της ρήξης των δεσμών ακτίνης-μυοσίνης πριν τη διαδικασία της χάλασης της μυϊκής ίνας (Stouber, 1989). Η μηχανική ρήξη στα δομικά στοιχεία είναι αυξημένη, κυρίως στις ίνες ταχείας συστολής, οι οποίες διαθέτουν τις στενότερες και πιο αδύναμες Z ζώνες. Ο πόνος δημιουργείται από τις νευρικές απολήξεις που

ενεργοποιούνται στον μυϊκό συνδετικό ιστό, στη περιοχή των αρτηριδίων, των αιμοφόρων αγγείων και στη μυοτενόντια ένωση.

Αυξημένα επίπεδα ενζύμων στην αιματική κυκλοφορία ενισχύουν τη θεωρία της μυϊκής βλάβης. Η CPK θεωρείται αξιόπιστος δείκτης της διαπερατότητας της κυτταρικής μεμβράνης, αφού το ένζυμο αυτό βρίσκεται μόνο στο εσωτερικό των μυών και του καρδιακού μυ (Cleak et al, 1992). Η αποδιοργάνωση λοιπόν των Z ζωνών και η βλάβη στο σαρκείλημα οδηγεί στην απελευθέρωση μυϊκών ενζύμων στο διάμεσο υγρό, όπως της CPK. Πάντως, υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των χρονικών στιγμών όπου τα επίπεδα της CPK αποκτούν τη μέγιστη τιμή τους (μέχρι και 5 μέρες) (Newham et al, 1983, 1986; Walsh et al, 2001; Evans et al, 1986; Clarkson et al, 1986, 1987, 1988; Jones et al, 1985). Άρα, η θεωρία αυτή μπορεί να εξηγήσει εν μέρει την ύπαρξη ΚΜΠ (Cheung et al, 2003).

#### · **Θεωρία της φλεγμονής**

Η θεωρία της φλεγμονής στηρίζεται στο γεγονός ότι μετά από συνεχόμενες έκκεντρες μυϊκές συσπάσεις εμφανίζονται στοιχεία φλεγμονής, όπως σχηματισμός οιδήματος, και διήθηση φλεγμονωδών κυττάρων (Francis et al, 1987; Evans et al, 1986; Smith, 1991). Οι μυϊκές ίνες περιέχουν πρωτεολυτικά και άλλα ένζυμα, τα οποία αφού τραυματιστούν αρχίζουν τον καταβολισμό λιποειδικών και πρωτεϊνικών δομών του κυττάρου. Η ταχεία διάσπαση των τραυματισμένων μυϊκών ινών και του συνδετικού ιστού, μαζί με τη συσσώρευση βραδυκινίνης, ισταμίνης και προσταγλανδινών, προσελκύει κύτταρα του αίματος, όπως τα μονοκύτταρα και τα ουδετερόφυλλα, στην περιοχή του τραυματισμού (Hasson et al, 1993). Κατά την φλεγμονώδη διαδικασία εμπλέκονται και άλλοι φλεγμονώδεις μεσολαβητές, όπως οι κυτταροκίνες και ο PAF (Παράγοντας Ενεργοποίησης Αιμοπεταλίων), όπως φάνηκε σε μελέτες (Μηλιάς, 2006). Εξαιτίας της αυξημένης διαπερατότητας των μικρών αγγείων που ακολουθεί την πλειομετρική άσκηση προκύπτει η εισροή υγρού πλούσιου σε πρωτεΐνη (εξίδρωμα) (Smith et al, 1991). Τελικά, αναπτύσσεται ωσμωτική πίεση και η πρόκληση του πόνου προέρχεται πιθανώς από ενεργοποίηση των αισθητικών νευρώνων IV (Frیدن et al, 1986). Παρόλα αυτά, μόνο τα μέγιστα επίπεδα του οιδήματος (όπως αυτά μετρώνται μέσω του όγκου και της περιμέτρου του άκρου) φαίνεται ότι συμπίπτουν με τα μέγιστα επίπεδα του πόνου, σε αντίθεση με την χρονική πορεία της διήθησης των φλεγμονωδών κυττάρων που συμβαδίζει λιγότερο. Ωστόσο, έχει υποστηριχθεί ότι

μονοκύτταρα, τα οποία μετατρέπονται σε μακροφάγα, συσσωρεύονται στο σημείο του τραυματισμού και παράγουν ουσίες που ευαισθητοποιούν νευρικές απολήξεις τύπου III και IV μεταξύ 24 και 48 ωρών (Armstrong, 1984; Smith, 1991). Από την άλλη, υπάρχουν και μελέτες που δεν εντόπισαν συσσώρευση λευκοκυττάρων (Lapointe et al, 2002). Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει το συμπέρασμα, πως το αν ο σχηματισμός του οιδήματος, καθώς επίσης και η διήθηση φλεγμονωδών κυττάρων είναι μηχανισμοί υπεύθυνοι για τον ΚΜΠ, παραμένει αμφισβητούμενο (Cheung et al, 2003).

#### · **Θεωρία της εκροής ενζύμων**

Η θεωρία αυτή βασίζεται στην άποψη ότι το ασβέστιο, το οποίο φυσιολογικά αποθηκεύεται στο σαρκοπλασματικό δίκτυο, συσσωρεύεται στους τραυματισμένους μύες μετά την βλάβη στο σαρκείλημμα (Gulick et al, 1996; Armstrong, 1984). Η συσσώρευση όμως του ασβεστίου περιορίζει την κυτταρική αναπνοή σε μιτοχονδριακό επίπεδο και έτσι με αυτόν τον τρόπο καθυστερεί την αναγέννηση του ATP (τριφωσφορική αδενοσίνη), που είναι απαραίτητο για την ενεργητική επαναφορά του ασβεστίου στο σαρκοπλασματικό δίκτυο. Επίσης, η συσσώρευση του ασβεστίου ενεργοποιεί πρωτεάσες και φωσφολιπάσες, προκαλώντας έτσι περαιτέρω βλάβη στο σαρκείλημμα διαμέσου της παραγωγής λευκοτριενίων και προσταγλανδινών και της διάσπασης των πρωτεϊνών του σαρκομεριδίου (Armstrong, 1984, 1990). Προκύπτει λοιπόν ως αποτέλεσμα, ότι η διάσπαση των μυϊκών πρωτεϊνών στις ήδη εξασθενημένες Z ζώνες αυξάνει, παράλληλα με χημικής προέλευσης την ενεργοποίηση των νευρικών απολήξεων πόνου (Cheung et al., 2003).

### **3.4.3 Συμπτώματα του ΚΜΠ**

Ο πόνος και η ευαισθησία αποτελούν κλασικά συμπτώματα του ΚΜΠ τα οποία κορυφώνονται συνήθως μεταξύ 24-48 ωρών μετά την άσκηση και υποχωρούν μετά τις 96 ώρες. Γενικά, η αίσθηση του πόνου αυξάνεται σε δραστηριότητες μεγάλης έντασης. Άλλοι



παράγοντες που παίζουν ρόλο στην εμφάνιση του ΚΜΠ, είναι η δυσκαμψία, η ταχύτητα συστολής, η κούραση, η γωνία σύσπασης, αλλά και η φυσική κατάσταση του ατόμου (Szymanski, 2001; Milne, 1988; Kenney, 1998). Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα που συνδέονται συχνά με τον ΚΜΠ περιλαμβάνουν απώλεια δύναμης, αμβλύ και διάχυτο πόνο, ευαισθησία μυών, δυσκαμψία και οίδημα. Η απώλεια δύναμης κορυφώνεται συνήθως μέσα στις πρώτες 48 ώρες μετά από την άσκηση και επανέρχεται μέσα σε 5 ημέρες. Ο πόνος και η ευαισθησία κορυφώνονται μέσα σε 1-3 ημέρες μετά την άσκηση και υποχωρούν μέσα σε 7 ημέρες (Conolly et al, 2003; Szymanski, 2001; Fitzgerald et al, 1991). Έχει αναφερθεί ότι ο πόνος αρχικά εντοπίζεται στη μυοτενόντια περιοχή και μετά εξαπλώνεται σε όλο το μυ (MacIntyre et al, 1995). Η δυσκαμψία και το οίδημα αυξάνονται 3-4 ημέρες μετά την άσκηση και υποχωρούν μέσα σε 10 ημέρες. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα συμπτώματα δεν εμφανίζονται πάντα ταυτόχρονα (Conolly et al, 2003; Szymanski, 2001; Fitzgerald et al, 1991).

Αρκετοί ερευνητές έχουν εξετάσει την επίδραση του ΚΜΠ στην αθλητική απόδοση και τα αποτελέσματα έχουν δείξει ότι ο ΚΜΠ επηρεάζει αρνητικά αρκετούς παράγοντες της αθλητικής απόδοσης (μυϊκή δύναμη, εύρος κίνησης, ανασύνθεση γλυκογόνου, νευρομυϊκή συναρμογή). Οι Cleak et al (1992) βρήκαν ότι σε 26 νέες γυναίκες καταγράφηκε μείωση 26<sup>ο</sup> της κάμψης του αγκώνα μετά από έκκεντρη άσκηση ενώ οι Saxton et al (1995) ανέφεραν μείωση της νευρομυϊκής απόδοσης σε έξι άντρες και έξι γυναίκες. Οι Hamill et al (1991) παρατήρησαν ότι υπήρχε μείωση της κάμψης του γονάτου και του ισχίου κατά το τρέξιμο αφού είχε προηγηθεί έκκεντρη άσκηση. Οι Lash et al (1988) ανέφεραν ότι μειώθηκε η ευαισθησία του οργανισμού σε ινσουλίνη κατά 40% μετά από έκκεντρη άσκηση ενώ οι O'reilly et al (1987) ανέφεραν ότι η επανασύνθεση γλυκογόνου μειώθηκε κατά 43% δέκα μέρες μετά την έκκεντρη άσκηση σε 5 απροπόνητους άντρες. Τέλος, οι Golden et al (1992) παρατήρησαν ότι η ισοκινητική δύναμη του τετρακεφάλου μειώθηκε κατά 43%, 48 ώρες μετά την έκκεντρη άσκηση, σε 24 υγιείς άντρες.

Ο ΚΜΠ εμφανίζει συνήθως υποκλινικά συμπτώματα και, όπως αναφέρθηκε, επηρεάζει την αθλητική απόδοση, ειδικά στην αρχή της αγωνιστικής περιόδου (Cheung et al, 2003) και μπορεί να οδηγήσει σε χρόνια τραύμα και πόνο. Από την άλλη πλευρά όμως, ο ΚΜΠ ίσως συμβάλλει στη διαδικασία προσαρμογής, οδηγώντας σε μυϊκή υπερτροφία (Adams et al, 2004). Η δυσκαμψία και ο πόνος που ακολουθεί μια περίοδο άσκησης μειώνονται σημαντικά όταν η άσκηση επαναλαμβάνεται μετά από μία εβδομάδα και αυτό είναι αποτέλεσμα της προσαρμογής των μυών (Hough, 1902; Friden et al, 1983; Schwane et al, 1983; Clarkson et al, 1988), ο μηχανισμός όμως που την προκαλεί παραμένει μη ξεκάθαρος (McHugh et al, 1999). Ένας πιθανός μηχανισμός μπορεί να είναι η αύξηση του

αριθμού των σαρκομερίων στις μυϊκές ίνες, και η ακόλουθη δευτερογενής αύξηση του βέλτιστου μήκους του μυός κατά την ενεργή συστολή (Proske et al, 2001).

### **3.5 Πλειομετρική άσκηση**

#### **3.5.1 Γενικά**

Η πλειομετρική άσκηση περιλαμβάνει αρχικά διάταση των μυών (έκκεντρη δράση) η οποία ακολουθείται αμέσως μετά από μια εκρηκτική σύγκεντρη συστολή (Baechle and Earle, 2000) και χρησιμοποιείται κυρίως σε αθλητές για αύξηση της εκρηκτικής δύναμης (Chu, 1998).

Κατά τη πλειομετρική άσκηση μπορεί να παραχθεί μεγαλύτερη δύναμη και αυτό συμβαίνει για δύο λόγους (Fleck and Kraemer, 2004):

1. Στη φάση της έκκεντρης δράσης των μυών υπάρχει διάταση αυτών με συνέπεια να αποθηκεύεται ελαστική ενέργεια στους τένοντες και τους συνδέσμους η οποία προστίθεται στην επερχόμενη ενέργεια της σύγκεντρης συστολής που ακολουθεί.
2. Κατά την απότομη διάταση των μυών στη φάση της έκκεντρης συστολής ενεργοποιούνται τα τενόντια όργανα Golgi και συνεισφέρουν στην αντανακλαστική σύσπαση των μυών, η οποία αυξάνει τη δύναμη που παράγεται κατά τη φάση της σύγκεντρης συστολής.

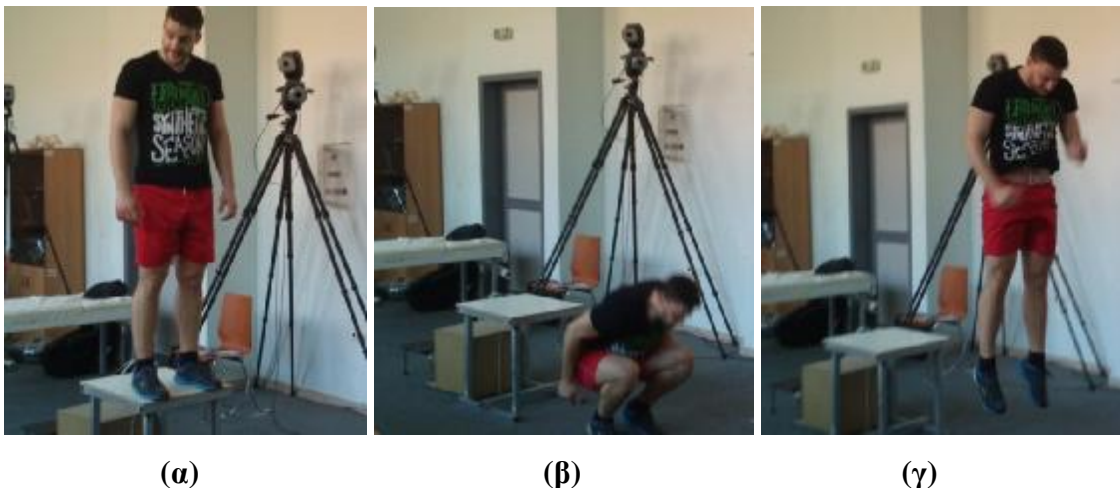
#### **3.5.2 Άλματα βάθους**

Τα άλματα βάθους είναι ένα είδος πλειομετρικής προπόνησης των κάτω άκρων που το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι πριν τη σύγκεντρη δράση των μυών προηγείται μια έκκεντρη. Κατά τη στιγμή της προσγείωσης, οι μύες του κάτω άκρου ενεργοποιούνται για να αντισταθούν στην πρόσκρουση με το έδαφος και διατείνονται (έκκεντρη φάση), ενώ στη συνέχεια κατά την ώθηση βραχύνονται (σύγκεντρη φάση), ολοκληρώνοντας έτσι ένα κύκλο έκκεντρης και σύγκεντρης συστολής των μυών (πλειομετρική συστολή). Η πλειομετρική αυτή δράση των μυών έχει το πλεονέκτημα να προστατεύει τους μύς από δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά τη πρόσκρουση με το έδαφος και παράλληλα συμβάλλει στη παραγωγή μεγαλύτερης ισχύος.

Το πλεονέκτημα της πλειομετρικής άσκησης με άλματα βάθους είναι ότι διευκολύνει την νευρομυϊκή λειτουργία των μυών του κάτω άκρου, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος και απόδοσης.

### 3.5.3 Πλειομετρική άσκηση και ΚΜΠ

Πέρα όμως από τα οφέλη της πλειομετρικής άσκησης, οι μύες που δρουν με αυτού του είδους τη πλειομετρική συστολή φαίνεται να συνοδεύονται και από βλάβη μυοϊνιδίων. Από ηλεκτρομυογραφικές έρευνες προκύπτει ότι κατά τη πλειομετρική δράση των μυών επιστρατεύονται για τη παραγωγή δύναμης λιγότερες μυϊκές ίνες σε σχέση με τη μειομετρική δράση (Komi et al, 2000). Αυτό σημαίνει ότι η επιβάρυνση των μυϊκών ινών για τη παραγωγή δύναμης είναι μεγαλύτερη και συνεπώς πιο επιρρεπείς σε βλάβη. Από μυϊκές βιοψίες, επίσης, προκύπτει ότι κατά τη πλειομετρική δράση επιστρατεύονται περισσότερες ίνες ταχείας συστολής (McHugh et al, 2002). Οι ίνες ταχείας συστολής έχουν μεγαλύτερη προδιάθεση σε βλάβη επειδή οι Ζ ζώνες τους, που είναι ο αδύναμος κρίκος μεταβίβασης της δύναμης, είναι πιο λεπτές και αδύνατες από ότι οι ίνες βραδείας συστολής (Lieber et al, 1988).



**Εικόνα 3.1** Εκτέλεση πλειομετρικής άσκησης (α) κατά την αρχική θέση, (β) κατά τη φάση έκκεντρης και (γ) κατά τη φάση σύγκεντρης συστολής των μυών

## 3.6 Κρυοθεραπεία

### 3.6.1 Γενικά

Η κρυοθεραπεία χρησιμοποιείται στην αθλητική φυσικοθεραπεία τόσο για την αποκατάσταση αθλητικών κακώσεων όσο και ως μέρος των πρώτων βοηθειών τη στιγμή της κάκωσης.

Πρώτος ο Ιπποκράτης (660-370 π.Χ.) χρησιμοποίησε τον πάγο και το χιόνι σαν θεραπευτικό μέσο στους διάφορους οξείς τραυματισμούς του μυοσκελετικού συστήματος και σήμερα η κρυοθεραπεία αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι των αθλητικών κακώσεων και γενικά της αθλητικής φυσικοθεραπείας.

### 3.6.2 Ορισμός

Η μείωση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του σώματος επιτυγχάνεται μέσω της μεταφοράς θερμικής ενέργειας από το θερμότερο στο ψυχρότερο σώμα, δηλαδή από τον ιστό στο μέσο κρυοθεραπείας. Οι ενδομυϊκές θερμοκρασίες μπορούν να ελαττωθούν από 3-7°C έχοντας συμβάλλοντας στη μείωση του πόνου, της φλεγμονής και του τοπικού μεταβολισμού (Nalder et al, 2004).

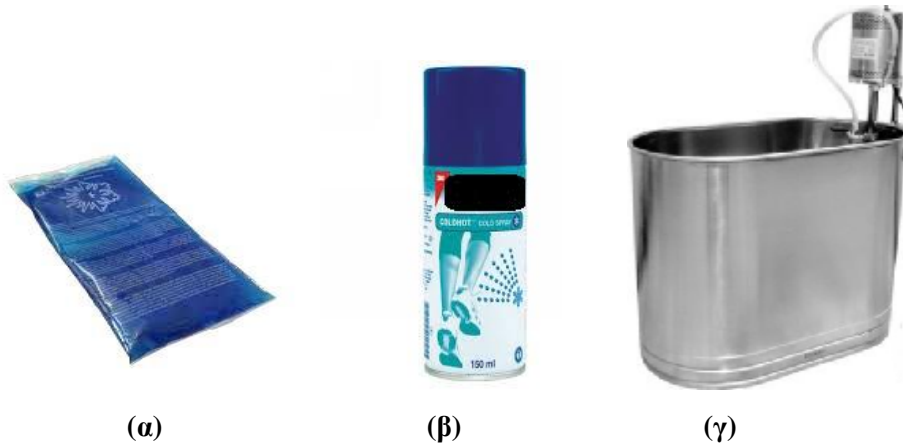
Το βάθος στο οποίο μπορεί να διεισδύσει η ψύξη μπορεί να φτάσει και τα 5 εκ.(Starkey, 1999) και εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

1. Διάρκεια κρυοθεραπείας
2. Μέσο κρυοθεραπείας
3. Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ μέσου κρυοθεραπείας και ιστού
4. Ποσότητα υποδόριου λίπους
5. Θερμική αγωγιμότητα του σημείου που ψύχεται
6. Περιφέρεια άκρων (von Nieda et al., 1996)

Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ του ιστού και του μέσου κρυοθεραπείας τόσο μεγαλύτερη είναι η διαφοροποίηση της θερμοκρασίας του ιστού που αλλάζει. Επίσης, οι εν τω βάθη ιστοί απαιτούν περισσότερο χρόνο για να μειωθεί η θερμοκρασία τους.

### 3.6.3 Εφαρμογή κρυοθεραπείας

Η εφαρμογή της κρυοθεραπείας μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους, όπως με ψυχρά επίθεματα, κρύο δινόλουτρο, εμβύθιση σε παγωμένο νερό, σακούλες με πάγο και ψυκτικά σπρέι (Allen et al, 2002).



**Εικόνα 3.2** (α) Ψυχρό επίθεμα, (β) ψυκτικό σπρεϋ και (γ) κρύο δινόλουτρο είναι ορισμένα μέσα κρυοθεραπείας

Η κρυοθεραπεία εφαρμόζεται συνήθως για 20-30 λεπτά έτσι ώστε να υπάρξει μέγιστη ψύξη στους επιπολής και εν τω βάθη ιστούς. Συνήθως ανάμεσα στο μέσο κρυοθεραπείας και στο σημείο εφαρμογής της τοποθετούνται πετσέτες ή κάποιο άλλο κάλυμμα με σκοπό την αποφυγή εγκαύματος, αλλά έρευνες έχουν δείξει ότι δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται αρκετή ώρα. Αντίθετα, το κρύο πρέπει να εφαρμόζεται πάνω στο δέρμα για καλύτερες θεραπευτικές επιδράσεις (Tsang et al, 1997; Knight et al, 1995). Σύμφωνα με τον Knight η επαναφορά της αρχικής θερμοκρασίας των ιστών (εκτός από τα δάχτυλα) κυμαίνεται κοντά στα 90 λεπτά, γι' αυτό και η επόμενη εφαρμογή κρυοθεραπείας στο ίδιο σημείο πρέπει να γίνει μετά το χρονικό αυτό όριο.

### 3.6.4 Επίδραση της κρυοθεραπείας

Η εφαρμογή κρυοθεραπείας οδηγεί σε αγγειοσυστολή η οποία συμβαίνει αμέσως μετά της εφαρμογή της. Η αγγειοσυστολή έχει ως αποτέλεσμα την μειωμένη αιματική ροή στο δέρμα και έτσι μειώνεται η μεταφορά των νευρικών ερεθισμάτων του θερμού. Μετά από λίγο πραγματοποιείται αγγειοδιαστολή που μπορεί να διαρκέσει περίπου 15 λεπτά και ίσως μετά ακολουθήσει κι άλλη αγγειοσυστολή. Αυτό το φαινόμενο συμβαίνει για την προστασία των ιστών από το κρύο.

Άλλη σημαντική επίδραση της κρυοθεραπείας είναι η μείωση του μεταβολισμού των ιστών (δηλαδή μειωμένη ανάγκη για οξυγόνο) η οποία ελαττώνει την πιθανότητα υποξίας. Επιπλέον η εφαρμογή του κρύου μειώνει τη διαπερατότητα της κυτταρικής μεμβράνης, την παραγωγή των μεταβολιτών, του οξυγόνου και τον κυτταρικό μεταβολισμό οδηγώντας συνεπώς στη μείωση του οιδήματος.

Τέλος, η θεωρία της πύλης ελέγχου του πόνου αναφέρει ότι η κρυοθεραπεία προκαλεί μείωση της νευρικής αγωγιμότητας των ινών που μεταφέρουν τον πόνο προκαλώντας μείωση της δραστηριότητας της μυϊκής ατράκτου που είναι υπεύθυνη για τον τοπικό πόνο (Nalder et al, 2004). Λόγω της αναστολής αυτής στην μετάδοση των σημάτων του πόνου υπάρχει διακοπή του κύκλου πόνου-σπασμού-πόνου και αναλγησία.

### 3.6.5 Εμβύθιση σε παγωμένο νερό και ΚΜΠ

Η κρυοθεραπεία, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω προκαλεί μείωση της θερμοκρασίας, συστολή των τοπικών αιμοφόρων αγγείων και μειωμένη φλεγμονώδη απόκριση και αποφυγή του οιδήματος (Cheung, 2003). Η εμβύθιση σε παγωμένο νερό προκαλεί ταχύτερη μείωση της θερμοκρασίας και κατά συνέπεια χρησιμοποιείται στην αθλητική και ιδιαίτερα σε αθλητές υψηλού επιπέδου για την αντιμετώπιση οξέων καταστάσεων τραυματισμών, όπως για παράδειγμα ο ΚΜΠ (MacIntyre et al, 1995).

Διάφοροι ερευνητές έχουν δείξει ότι η εμβύθιση σε παγωμένο νερό έχει θετικές επιδράσεις στον μυϊκό πόνο μετά από επίπονη και υπερβολική προπόνηση και επιτρέπει στον αθλητή να συνεχίσει να προπονείται σε υψηλούς ρυθμούς και τις επόμενες ημέρες. Από την άλλη, κάποιες έρευνες έχουν δείξει ασαφή αποτελέσματα σχετικά με τα οφέλη της κρυοθεραπείας (Paddon-Jones et al, 1997).



**Εικόνα 3.3** Εξοπλισμός εμβύθισης σε παγωμένο νερό

## 3.7 Μάλαξη

### 3.7.1 Αθλητική μάλαξη

Η αθλητική μάλαξη ξεκίνησε από τους Έλληνες και τους Ρωμαίους, οι οποίοι ήταν πολύ σαφής σχετικά με τα θετικά οφέλη της μάλαξης στους αθλητές. Ο Γαληνός, γνωστός Ρωμαίος γιατρός, πρότεινε τη χρήση μάλαξης στους μονομάχους πριν και μετά την άσκηση. Η αθλητική μάλαξη ακολούθησε παρόμοια πορεία με τη κλασσική μάλαξη. Στα τέλη του 1980 ως τις αρχές του 1990 η αθλητική μάλαξη έγινε αντικείμενο εξειδίκευσης με σκοπό την αντιμετώπιση ειδικών περιστατικών πάνω στον επαγγελματικό αθλητισμό.

Η χρήση της αθλητικής μάλαξης μπορεί να είναι προ-αγωνιστική, κατά την διάρκεια ενός αγώνα και μετά-αγωνιστική με τα οφέλη και τους σκοπούς της κάθε φορά να αλλάζουν.

- Προ-αγωνιστική μάλαξη: Η προαγωνιστική μάλαξη έχει σκοπό την αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος και της καρδιαγγειακής δραστηριότητας, την αύξηση της ελαστικότητας των μυών και την προθέρμανση του αθλητή. Οι συγκεκριμένες επιδράσεις είναι πολύ ωφέλιμες καθώς παρατηρείται αύξηση της κυκλοφορίας και κινητοποίηση των μαλακών ιστών, αύξηση της θερμοκρασίας των ιστών και σε κυτταρικό επίπεδο αγγειοδιαστολή. Τέλος, η μάλαξη διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη ψυχολογία του αθλητή, καθώς η επικοινωνία με τον θεραπευτή επιδρά θετικά στη συνείδησή του και επιπλέον καθησυχάζεται από φόβους τραυματισμών κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής του προσπάθειας.
- Μάλαξη κατά την διάρκεια ενός αγώνα: Σε παύση κατά τη διάρκεια του αγώνα (για παράδειγμα στο ημίχρονο ενός αγώνα ποδοσφαίρου) η μάλαξη επίσης, καθώς τονώνει

τη λεμφική και φλεβική κυκλοφορία, απομακρύνει άχρηστες ουσίες και αναζωογονεί τους μύες. Ο αυξημένος μυϊκός σπασμός σε ορισμένες μυϊκές ομάδες μπορεί επίσης να αντιμετωπιστεί με τη χρήση μάλαξης και να μειωθούν οι πόνοι του αθλητή.

- Μετά-αγωνιστική μάλαξη: Μετά από επίπονη άσκηση το μυϊκό σύστημα του αθλητή είναι καταπονημένο και χρειάζεται χαλάρωση. Η εφαρμογή μάλαξης βοηθάει στη μυϊκή χαλάρωση και στην επαναφορά της αρχικής της ηρεμίας. Επιπλέον, με τη χρήση της απομακρύνονται άχρηστα προϊόντα, μειώνεται η υψηλή καρδιαγγειακή συχνότητα και η αρτηριακή πίεση. Τέλος, η μάλαξη επιδρά θετικά στη ψυχολογική κατάσταση του αθλητή.

### 3.7.2 Μάλαξη και ΚΜΠ

Η εφαρμογή αθλητικής μάλαξης οδηγεί σε υπεραιμία στην περιοχή και τοπική αύξηση της θερμοκρασίας η οποία συνδέεται με καλύτερη κυκλοφορία του αίματος, καλύτερη οξυγόνωση των ιστών τοπικά, βελτίωση της διαδικασίας ανάπλασης των ιστών και επαναφορά των μυών στα φυσιολογικά τους επίπεδα. Μάλιστα με την καλύτερη κυκλοφορία του αίματος και της λέμφου (στην περιοχή όπου εφαρμόζεται η μάλαξη) δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες απομάκρυνσης των προϊόντων της φλεγμονής, αλλά και σημαντικής βελτίωσης της διαδικασίας του μεταβολισμού.



**Εικόνα 3.4** Εφαρμογή αθλητικής μάλαξης μετά από πλειομετρική άσκηση του αθλητή



### 3.8 Κρεατινική Φωσφοκινάση (CPK)

Η κρεατινική φωσφοκινάση ή CPK όπως είναι γνωστή είναι ένα ένζυμο που βοηθά στη δημιουργία της κινητήριας ενέργειας πολλών κυττάρων του οργανισμού, του ATP, από την φωσφορική κρεατίνη. Η τελευταία ευρίσκεται σε πολλά κύτταρα και την χρησιμοποιεί ο οργανισμός όταν εξαντλείται το ATP μετά από υπερβολική δραστηριότητα. Αποτελεί δηλαδή την ενεργειακή εφεδρεία ή το ενεργειακό απόθεμα του οργανισμού. Η διεργασία αυτή εξελίσσεται στα μιτοχόνδρια των κυττάρων.

Αρχικά είχε θεωρηθεί ότι η CPK υπήρχε μόνο στους γραμμωτούς μυς, στην συνέχεια όμως διαπιστώθηκε ότι παραλλαγές της (ισοένζυμα) βρίσκονται και σε άλλους ιστούς, όπως π.χ. στον μυ της καρδιάς, στους λείους μυς (αρτηρίες, έντερο, πνεύμονες), στον εγκέφαλο, τα φωτοευαίσθητα κύτταρα του αμφιβληστροειδούς, στα σπερματοζώαρια και αλλού.

Όπως προαναφέρθηκε η CPK που απελευθερώνεται από τον μυ στο πλάσμα του αίματος αποτελεί ένα δείκτη βλάβης του μυός και ειδικότερα της απώλειας της ακεραιότητας της κυτταρικής μεμβράνης. Ωστόσο, η συγκέντρωσή της στο αίμα μετά την άσκηση δεν αποτελεί έναν αξιόπιστο δείκτη της κυτταρικής βλάβης, καθώς αυξάνεται βαθμιαία 24ώρες μετά από την άσκηση και η αύξησή της επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως είναι το φύλο, η ηλικία, η φυλή και φυσικά τον βαθμό που έχει αθληθεί το άτομο. Το ποσό της CPK στο αίμα, σε φυσιολογικές καταστάσεις, εξαρτάται βασικά από την μυϊκή μάζα του ατόμου, όσο μεγαλύτερη, τόσο υψηλότερη η CPK. Αυτός είναι και ο λόγος που η μαύρη φυλή έχει τις υψηλότερες τιμές, οι άνδρες υπερέχουν των γυναικών και οι ενήλικες των υπερηλίκων. Στα βρέφη και τα παιδιά οι τιμές είναι ιδιαίτερα υψηλές διότι σε αυτή την ηλικιακή φάση δημιουργείται το μυϊκό σύστημα. Αξίζει να σημειωθεί ότι ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην αύξηση των επιπέδων της CPK διαδραματίζει και η διάρκεια της δραστηριότητας καθώς για παράδειγμα οι μαραθωνοδρόμοι ή τριαθλητές παρουσιάζουν τιμές 50 φορές υψηλότερες από την φυσιολογικές. Επιπρόσθετα βασικό στοιχείο είναι και ο τύπος της άσκησης αφού έχει παρατηρηθεί ότι η κολύμβηση δεν προκαλεί ιδιαίτερη αύξηση της CPK (Katirji & Al-Jaberi, 2001; Havas et al, 1997, Kirwan et al, 1988; Paschoal & Amancio, 2004; Symanski et al, 1983), σε αντίθεση με τον μαραθώνιο και το ποδόσφαιρο που προκαλούν μεγαλύτερες αυξήσεις (Ehlers et al, 2002). Πέρα όμως από τα παραπάνω παίζει σημαντικό ρόλο και η χρονική στιγμή λήψης του δείγματος (αίμα), αφού όπως προαναφέρθηκε η CPK αρχίζει να αυξάνεται μερικές ώρες μετά την άσκηση και κορυφώνεται

1 έως 4 ημέρες μετά την άσκηση για να επανέλθει στα φυσιολογικά της επίπεδα μέσα σε 3 με 8 ημέρες αφότου έχει πραγματοποιηθεί η άσκηση (Αρσένη, 1991; Katirji & Al-Jaberi, 2001).



**Εικόνα 3.5** Λήψη αίματος για την αξιολόγηση της CPK

### **3.9 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας για τον ΚΜΠ και την αντιμετώπισή του**

Ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος αποτελεί έναν από τους συχνότερους μυϊκούς τραυματισμούς που αναπτύσσεται μετά από εντατική, κυρίως έκκεντρη άσκηση. Έχει πραγματοποιηθεί μεγάλη γκάμα ερευνών, η οποία περιλαμβάνει μελέτες διαφόρων στρατηγικών παρέμβασης που αποσκοπούν στην ανακούφιση των συμπτωμάτων του ΚΜΠ και την ταχύτερη αποκατάσταση της λειτουργικότητας των μυών. Μέχρι και σήμερα δεν υπάρχει σαφή απάντηση στο ερώτημα ποιες είναι και αν υπάρχουν οι μέθοδοι που συμβάλλουν στην αποκατάσταση του ΚΜΠ. Ωστόσο η σχετική βιβλιογραφία θεωρεί πως η εφαρμογή μάλαξης και κρυοθεραπείας, ως στρατηγικές αντιμετώπισης του ΚΜΠ, επιδεικνύουν σαφώς θετικά αποτελέσματα.

### 3.9.1 Μάλαξη και ΚΜΠ

Από τις παρακάτω έρευνες (πίνακας 3.1) που χρησιμοποίησαν την μάλαξη ως μέθοδος αποκατάστασης του ΚΜΠ φάνηκε ότι εννέα από τις έντεκα έρευνες (Hilbert et al, 2003; Imtiyaz et al, 2014; Jay et al, 2014; Zainyiddin et al, 2005; Andersen et al, 2013; Farr et al, 2002; Mancinelli et al, 2006; Willems et al, 2009; Smith et al, 1994) είχαν θετικά αποτελέσματα στην μείωση των συμπτωμάτων του ΚΜΠ και κυρίως του πόνου και της ευερεθιστικότητας που αυτός προκαλεί και όχι τόσο στην αποκατάσταση της μυϊκής δύναμης. Επίσης δύο από αυτές (Mancinelli et al, 2006; Willems et al, 2009) έδειξαν ότι η μάλαξη αυξάνει το κατακόρυφο άλμα και μόνο δύο (Mark et al, 1994; Abad et al, 2010) δεν έδειξαν θετικά αποτελέσματα στην μείωση των συμπτωμάτων του ΚΜΠ.

**Πίνακας 3.1:** Η επίδραση της μάλαξης στον ΚΜΠ

<i>Όνομα/Ημερομηνία</i>	<i>Σκοπός</i>	<i>Εξεταζόμενοι</i>	<i>Διαδικασία</i>	<i>Παρέμβαση</i>	<i>Μεταβλητές</i>	<i>Αποτελέσματα</i>
Mark et al (1994)	Έλεγχος επίδρασης θεραπευτικής μάλαξης, εργομετρικών άνω κορμού και χαμηλής ηλεκτρικής διέγερσης, στα συμπτώματα ΚΜΠ που προκαλούνται μετά από έκκεντρη άσκηση.	40 μη εκπαιδευμένες γυναίκες.	Πραγματοποιήθηκε έκκεντρη άσκηση στους καμπτήρες αγκώνα.	Οι θεραπείες στις υποομάδες εφαρμόστηκαν αμέσως μετά την άσκηση και μετά από 24 ώρες.	Μυϊκή κόπωση και μέγιστη ισομετρική δύναμη στις 90ο με γωνιακή ταχύτητα 60ο/sec.	Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις 4 υποομάδες.
Smith et al (1994)	Επίδραση μάλαξης στην αντιμετώπιση του ΚΜΠ.	14 άνδρες ηλικίας 18-21 έτη.	Πραγματοποίησαν μέγιστες έκκεντρες συσπάσεις καμπτήρων και	Διαχωρίστηκαν σε 2 ισόποσες υποομάδες (1η ελέγχου και 2η παρέμβασης). Στη	Μυϊκή κόπωση , επίπεδα CPK, ουδετερόφιλων πριν και 8, 24, 48,	Η αθλητική μάλαξη μειώνει τη μυϊκή κόπωση και τα επίπεδα CPKόταν

			εκτεινόντων αγκώνα 5 σειρές των 35 επαναλήψεων.	2η υποομάδα εφαρμόστηκε 30' μάλαξη 2 ώρες μετά την άσκηση.	72, 96, 120 ώρες μετά την άσκηση.	εφαρμόζεται 2 ώρες μετά την άσκηση.
Farr et al (2002)	Επίδραση μάλαξης στην αντιμετώπιση του ΚΜΠ.	8 άνδρες με μέσο όρο ηλικίας 22 έτη.	Κατάβαση με τα πόδια (40 λεπτών με 10% της μάζας του σώματος τους).	Εφαρμόστηκε 30' μάλαξη στο ένα πόδι 2 ώρες μετά την άσκηση.	Επίπεδα CPK, μυϊκή δύναμη, μυϊκή κόπωση , πόνος στην πίεση και μονοποδικό κατακόρυφο άλμα πριν και 1,24,48,72 ,120 ώρες μετά από την άσκηση .	Η θεραπευτική μάλαξη μπορεί να μετριάσει τον πόνο και την ευερεθιστότητα που σχετίζονται με τον ΚΜΠ. Ωστόσο, δεν μην είναι ευεργετικό για την αποκατάσταση της μυϊκής δύναμης και λειτουργικότητας.
Hilbert et al (2003)	Η επίδραση της μάλαξης στην αντιμετώπιση του ΚΜΠ.	18 εθελοντές (άντρες και γυναίκες) τυχαιοποιήθηκαν σε 2 ομάδες μία παρέμβασης και μία ελέγχου.	6 σειρές των 8 μέγιστων έκκεντρων συσπάσεων οπίσθιων μηριαίων	20 λεπτά μάλαξη 2 ώρες μετά την άσκηση.	Συμπτώματα ΚΜΠ, ROM, αριθμός ουδετερόφιλων, αξιολόγηση ερωτηματολογίων 2,6,24,48 ώρες μετά την άσκηση.	Δεν υπήρξε βελτίωση στην λειτουργία των οπίσθιων μηριαίων, ούτε στη μεταβολή των επιπέδων ουδετερόφιλων, αλλά μείωσε την ένταση του πόνου.
Zainyddin et al (2005)	Η επίδραση της μάλαξης στον ΚΜΠ και στην αποκατάσταση της λειτουργικότητας του μυός	10 υγιείς συμμετέχοντες, 5 άνδρες και 5 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας 23 έτη , ύψους 163 cm και βάρους 63,7 kg , χωρίς ιστορικό τραυματισμού	Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν 10 σειρές των 6 μέγιστων έκκεντρων συστολών κάμψης αγκώνα , με 10 δεύτερα ξεκούρασης ανά συστολή και 3' ξεκούρασης ανά σειρά.	Εφαρμόστηκε σύγκριση μεταξύ των άνω άκρων κάθε εξεταζόμενου. Το πρωτόκολλο κούρασης πραγματοποιήθηκε με διαφορά 2 εβδομάδων σε κάθε άνω άκρο. Στην	Μέγιστη ισομετρική και ισοκινητική δύναμη, το εύρος κίνησης , άνω περίμετρος βραχίονα, επίπεδα CPK και μυϊκής κόπωσης.	Τα ευρήματα υποστηρίζουν πως η αθλητική μάλαξη είχε θετική επίδραση στην μείωση των επιπέδων CPK, της μυϊκής κόπωσης και του οιδήματος αλλά δεν επηρέασε

		άνω άκρου και εμπειρίας στην έκκεντρη προπόνηση.		υποομάδα παρέμβασης εφαρμόστηκε 10' αθλητική μάλαξη 3 ώρες μετά την άσκηση ενώ στην υποομάδα ελέγχου τίποτα.		σε σημαντικό βαθμό τα επίπεδα μέγιστης δύναμης και εύρους κίνησης.
Mancinelli et al (2006)	Επίδραση μάλαξης στην αντιμετώπιση του ΚΜΠ.	22 ερασιτέχνες γυναίκες αθλήτριες με μέσο όρο ηλικίας 20 έτη.	4 μέρες προπονητικό πρωτόκολλο.	Διαχωρίστηκαν σε 2 ισόποσες υποομάδες: 1η ελέγχου και 2η παρέμβασης). Στο 2η υποομάδα εφαρμόστηκε 17' μάλαξη την ημέρα της προβλεπόμενης κορυφής πόνου.	Μυϊκός πόνος , μήκος τετρακεφάλου μυός , χρόνος τρεξίματος και κατακόρυφο άλμα την 2η και 4η ημέρα.	Η χρήση της μάλαξης μειώνει τον πόνο των μυών και βελτιώνει το κατακόρυφο άλμα.
Willems et al (2009)	Επίδραση μάλαξης στην αντιμετώπιση του ΚΜΠ.	7 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας 19 έτη.	Κατάβαση με τα πόδια(20' με το 10% της μάζας του σώματός τους ως φορτίο)	Στο ένα πόδι εφαρμόστηκε 25' μάλαξη αμέσως μετά την άσκηση.	Μυϊκή κόπωση και το κατακόρυφο μονοποδικό άλμα πριν και 24,72 ώρες μετά την άσκηση.	Η χρήση του μασάζ μειώνει τα επίπεδα του πόνου των μυών και βελτιώνει το κατακόρυφο άλμα.
Abad et al (2010)	Ο έλεγχος της επίδρασης της κλασσικής μάλαξης στα συμπτώματα του ΚΜΠ.	18 άνδρες εθελοντές.	6 σειρές των 5 μέγιστων έκκεντρων συσπάσεων	Οι εξεταζόμενοι διαχωρίστηκαν σε 3 υποομάδες (1η μάλαξης, 2η, πρωτόκολλο κούρασης, 3η πρωτόκολλο κούρασης και μάλαξη). Αμέσως μετά την άσκηση	Μυϊκή κόπωση, περίμετρος και εύρος κίνησης 24,48,72 και 96 ώρες μετά την άσκηση ενώ η μέγιστη ισομετρική αξιολογήθηκε 48 και 96 ώρες μετά την άσκηση.	Τα ευρήματα έδειξαν πως η κλασσική μάλαξη δεν ήταν αποτελεσματική στη μείωση των συμπτωμάτων του ΚΜΠ.

				στη 3η υποομάδα εφαρμόστηκε μάλαξη για 6΄.		
Andersen et al (2013)	Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να συγκρίνει την οξεία επίδραση της μάλαξης με την ενεργό άσκηση για την ανακούφιση ΚΜΠ.	20 υγιείς γυναίκες με ηλικίες 18-67 ετών.	Οι εθελοντές πραγματοποίησαν έκκεντρη άσκηση στην άνω μοίρα τραπεζοειδή. Συγκεκριμένα 4 σειρές των 10 επαναλήψεων με γωνιακή ταχύτητα 30o s ,4 σετ των 15 επαναλήψεων στις 60o s και 2 σειρές των 15 επαναλήψεων στις 90o s με 1΄ ξεκούρασης ανά σειρά.	48 ώρες μετά την άσκηση οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε 2 υποομάδες παρέμβασης. Στη 1η εφαρμόστηκε μάλαξη 10΄ ενώ 2 ώρες μετά στη 2η ενεργητική άσκηση με λάστιχο 10 σειρές των 10 επαναλήψεων.	Αίσθηση μυϊκής κόπωσης και τα επίπεδα μυϊκού πόνου.	Έχουν εξίσου θετικά αποτελέσματα στην μείωση του ΚΜΠ .
Imtiyaz et al (2014)	Σύγκριση θεραπείας δόνησης και μάλαξης στις επιδράσεις του ΚΜΠ.	45 υγιείς γυναίκες μη αθλήτριες χωρίστηκαν σε 3 ισόποσες υποομάδες, 1 δόνησης, 1 μάλαξης και 1 ελέγχου.	30 μέγιστες έκκεντρες συσπάσεις καμπτήρων αγκώνα στο 80% της μέγιστης ισομετρικής της κάθε εξεταζόμενης. Κάθε σύσπαση ξεκινούσε από 50o κάμψης και κατέληγε σε 170o έκτασης αγκώνα σε χρονικό διάστημα 4-5 sec. Μετά από κάθε σύσπαση υπήρχε 45 sec διάλειμμα.	Υποομάδα δόνησης: εφαρμόστηκε δόνηση για 5 λεπτά στον δικέφαλο βραχιόνιο με συχνότητα 50 Hz πριν την άσκηση. Υποομάδα μάλαξης: 15 λεπτά μάλαξης πριν την άσκηση.	Πόνος, ROM, μέγιστη ισομετρική, μέγιστη επανάληψη, CPK και γαλακτική αφυδρογονάση, πριν και αμέσως μετά την παρέμβαση, αμέσως μετά την άσκηση και 24,48,72 ώρες μετά.	Ίδια επίδραση στην αποφυγή του ΚΜΠ. Η μάλαξη είναι πιο αποτελεσματική στην αποκατάσταση της μία μέγιστης επανάληψης, ενώ η θεραπεία με δόνηση έδειξε καλύτερα αποτελέσματα στην ταχύτερη αποκατάσταση του πόνου και στη

						μείωση των επιπέδων γαλακτικής αφυδρογονάσης.
Jay et al (2014)	Η διερεύνηση της επίδρασης της μάλαξης με συσκευή thera-band ρολό στον οπίσθιους μηριαίους μετά από έκκεντρη άσκηση.	22 υγιείς ερασιτέχνες αθλητές χωρίστηκαν σε 2 ισόποσες υποομάδες.	10 σειρές των 10 επαναλήψεων με 30 sec ξεκούραση ανά σειρά άρσεις θανάτου με αλτήρες kettlebell που σταδιακά το βάρος τους αυξανόταν από 12 κιλά στη 1η σειρά μέχρι 32 κιλά στο 10ο. όλη η διαδικασία είχε διάρκεια 10 λεπτά.	10 λεπτά μάλαξη χρησιμοποιώντας τη συσκευή ρολού στους οπίσθιους μηριαίους ενώ η υποομάδα ελέγχου παρέμεινε απλά στη πρηνή θέση για 10 λεπτά.	Κλίμακα VAS, ROM και κατώτατο όριο πόνου πίεσης (PPT) αμέσως πριν και 0, 10, 30, 60 λεπτά μετά τη θεραπεία.	Η μάλαξη με τη συσκευή ρολού επιδρά στη μείωση του πόνου και μεγαλύτερη ανοχή στην εφαρμογή πίεσης στον προσβεβλημένο μυ. 10 λεπτά μετά τη μάλαξη υπήρχε αύξηση του ROM αλλά μόνο σ' αυτό το χρονικό σημείο.

### 3.9.2 Κρυοθεραπεία και ΚΜΠ

Σε οχτώ από τις παρακάτω έρευνες (πίνακας 3.2) που χρησιμοποίησαν την κρυοθεραπεία ως μέθοδο αποκατάστασης του ΚΜΠ (Williams et al, 2011; Bailey et al, 2007; Louis et al, 2011; Dawson et al, 2009; Eston et al, 2010; Ascensao et al, 2011; Skyrvydas et al, 2006; Pournot et al, 2011) υποστηρίζεται πως η συγκεκριμένη στρατηγική έχει θετικά αποτελέσματα στα συμπτώματα του ΚΜΠ και βοηθάει στην ταχύτερη αποκατάστασή του. Σε τέσσερις από αυτές (Goodall et al, 2008; Howatson et al, 2005; Howatson et al, 2009; Jakeman et al, 2009) φάνηκε πως η κρυοθεραπεία δεν συντέλεσε σημαντικά στην αποκατάσταση του ΚΜΠ. Τέλος, μόνο μια από αυτές (Sellwoodetal., 2001) αμφισβήτησε την χρήση της εμβύθισης σε παγωμένο νερό ως μέθοδο αποκατάστασης του ΚΜΠ καθώς έδειξε ότι δεν προσφέρει κανένα όφελος

σε πόνο, οίδημα, ισομετρική δύναμη και λειτουργικότητα, ενώ αντιθέτως φάνηκε ότι μπορεί να φέρει τους αθλητές σε πιο επώδυνη κατάσταση την επόμενη μέρα.

**Πίνακας 3.2:** Η επίδραση της κρυοθεραπείας στον ΚΜΠ

<i>Όνομα/Ημερομηνία</i>	<i>Σκοπός</i>	<i>Εξεταζόμενοι</i>	<i>Διαδικασία</i>	<i>Παρέμβαση</i>	<i>Μεταβλητές</i>	<i>Αποτελέσματα</i>
Sellwood et al (2001)	Η επίδραση της εμβύθισης σε παγωμένο νερό στην αποκατάσταση του ΚΜΠ.	40 ανεκπαίδευτοι εθελοντές χωρίστηκαν σε 2 ισόποσες υποομάδες.	2 σειρές των 10 επαναλήψεων με 1 λεπτό ξεκούραση ανάμεσα στις σειρές. Η άσκηση έγινε σε μηχανήμα εκγύμνασης τετρακεφάλου και το βάρος που χρησιμοποιήθηκε προσδιορίστηκε με βάση το 120% μιας μέγιστης σύγκεντρης σύσπασης του κάθε εθελοντή.	Οι εξεταζόμενοι βυθίστηκαν για 1 λεπτό σε κρύο νερό $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ και στη συνέχεια παρέμειναν 1 λεπτό έξω από το νερό. Ο κύκλος αυτός επαναλήφθηκε 3 φορές. Το ίδιο πραγματοποίησε και η υποομάδα ελέγχου στους $24^{\circ}\text{C}$ .	Κλίμακα vas, CPK, συμπτώματα ΚΜΠ, μέγιστη ισομετρική δύναμη. Οι μετρήσεις έγιναν 0,24,48,72 ώρες μετά την άσκηση.	Η έρευνα αυτή αμφισβητεί την χρήση εμβύθισης σε παγωμένο νερό μετά από έκκεντρη άσκηση καθώς δεν προσφέρει κανένα όφελος σε πόνο, οίδημα, ισομετρική δύναμη και λειτουργία, ενώ παράλληλα μπορεί να φέρει τους αθλητές σε πιο επώδυνη κατάσταση την επόμενη ημέρα.
Howatson et al (2005)	Η επίδραση της παγομάλαξης στα συμπτώματα του ΚΜΠ.	12 υγιείς ερασιτέχνες άνδρες αθλητές με μέσο όρο ηλικίας 24. 8 έτη, βάρους 86.4 κιλών και ύψους 1.80 m.	Πραγματοποίησαν 3 σειρές των 10 έκκεντρων συσπάσεων καμπτήρων αγκώνα.	Οι εξεταζόμενοι διαχωρίστηκαν σε 2 υποομάδες. Στη 1 <sup>η</sup> εφαρμόστηκε παγομάλαξη 15' πριν την άσκηση και 24,48 ώρες μετά από αυτή. Στη 2 <sup>η</sup> εφαρμόστηκε "placebo" παρέμβαση όπου οι συμμετέχοντες	Εύρος κίνησης ,μέγιστη ισομετρική και μέγιστη σύγκεντρη δύναμη και επίπεδα CPK.	Δεν βρέθηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των υποομάδων.



				έλαβαν 5' θεραπεία υπερήχου.		
Skyrvydas et al (2006)	Επίδραση κρυοθεραπείας στην αντιμετώπιση του ΚΜΠ.	20 άνδρες εθελοντές με μέσο όρο ηλικίας 20.4 έτη.	Άλματα 100 επαναλήψεων.	Διαχωρίστηκαν σε 2 ισόποσες υποομάδες (1 <sup>η</sup> ελέγχου και 2 <sup>η</sup> παρέμβασης). Στη 2 <sup>η</sup> υποομάδαεφαρμόστηκε εμβύθιση στους 15°C 2 φορές των 15' αμέσως μετά και 4,8,24 ώρες μετά την άσκηση.	Επίπεδα CPK, μυϊκή δύναμη, μυϊκή κόπωση, δύναμη που προκαλείται από ηλεκτροδιέγερση και επιτόπιο άλμα στις 24,48 και 72 ώρες μετά την άσκηση.	Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η κρυοθεραπεία επιταχύνει την αποκατάσταση στον ΚΜΠ.
Bailey et al (2007)	Η επίδραση της εμβύθισης σε κρύο νερό στο ΚΜΠ	20 υγιείς εθελοντές άνδρες με μέσο όρο ηλικίας 22,3 έτη και βάρους 83,7 κιλά .	Οι εθελοντές πραγματοποίησαν διαλείπουσα άσκηση τρεξίματος 90 λεπτών με μέση ένταση της άσκησης ίση με το 75% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου.	Οι εξεταζόμενοι διαχωρίστηκαν τυχαία σε δυο υποομάδες 1 <sup>η</sup> (κρυοθεραπείας) 2 <sup>η</sup> (ελέγχου). Αμέσως μετά την άσκηση η 1 <sup>η</sup> υποομάδα πραγματοποίησε βύθιση των κάτω άκρων σε κρύο νερό για 10 λεπτά στους 10° C. Ενώ η 2 <sup>η</sup> παρέμεινε για το ίδιο χρονικό διάστημα σε	Μυϊκή κόπωση, η μέγιστη ισομετρική συστολή εκτεινόντων και καμπτήρων γόνατος ,μέγιστο επιτόπιο άλμα , σπριντ και επίπεδα CPKστις 1,24,48 και 7 μέρες μετά την άσκηση.	Τα ευρήματα υποστηρίζουν πως η εμβύθιση σε κρύο νερό αμέσως μετά την άσκηση δεν επηρεάζει τα επίπεδα CPK, μειώνει όμως την μυϊκή κόπωση και βελτιώνει μέγιστη ισομετρική συστολή σε σύγκριση με υποομάδα ελέγχου.

				καθιστή θέση .		
Goodall et al (2008)	Η διερεύνηση της επίδρασης της κρυοθεραπείας στον ΚΜΠ.	18 άνδρες αθλητές με μέσο όρο ηλικίας 24 έτη, βάρους 85,7 κιλών και ύψους 1,82 μέτρων.	Πραγματοποίησαν άλματα 5 σειρές των 20 επαναλήψεων.	Διαχωρίστηκαν τυχαία σε 2 ισόποσες υποομάδες (1 <sup>η</sup> παρέμβασης και 2 <sup>η</sup> ελέγχου). Στη 1 <sup>η</sup> υποομάδα εφαρμόστηκε εμβύθιση 15΄ στους 15ο C αμέσως μετά την άσκηση και 24,48,72 ώρες μετά από αυτή.	Επίπεδα CPK,περιφέρεια, μυϊκή δύναμη, μυϊκή κόπωση, εύρος κίνησης πριν από την άσκηση και 24,48,72,96 ώρες μετά από αυτή.	Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις υποομάδες.
Dawson et al (2009)	Να συγκρίνει την αποτελεσματικότητα της εμβύθισης σε ζεστό/κρύο νερό, σε κρύο νερό και σε αποκατάσταση χωρίς παρέμβαση μετά από εξαντλητική άσκηση.	11 άνδρες εθελοντές αθλητές με μέσο όρο ηλικίας , ύψους και βάρους 27.5 ,1.78 , 76.0.	Οι αθλητές πραγματοποίησαν ένα τριήμερο τεστ δοκιμασιών κάθε ένα χωρισμένο σε 2 εβδομάδες. Την 1 <sup>η</sup> ημέρα, καταγράφηκαν βασικές μετρήσεις απόδοσης (10m x 20m σπριντ και ισομετρική δύναμη των τετρακέφαλους, δικέφαλους και καμπτήρες του ισχίου). Οι συμμετέχοντες στη συνέχεια	Οι αθλητές χωρίστηκαν τυχαία σε 3 υποομάδες (1 <sup>η</sup> κρύου-ζεστού ,2 <sup>η</sup> κρύου ,3 <sup>η</sup> ελέγχου).Οι παρεμβάσεις εφαρμόστηκαν αμέσως μετά την άσκηση και μετά από 24 ώρες. Το πρωτόκολλο της 1 <sup>ης</sup> υποομάδας περιλάμβανε εμβυθίσεις στους 10° C και στους 40°C για 2΄, τριών επαναλήψεων, με εναλλαγές κάθε 30΄΄	Επίπεδα CPKστο αίμα ,η μυϊκή κόπωση και μέγιστη ισομετρική δύναμη πριν, αμέσως μετά και 24 και 48 ώρες μετά την άσκηση.	Η εμβύθιση σε κρύο νερό έδειξε ότι έχει χαμηλότερα επίπεδα μυϊκής κόπωσης και γρηγορότερη αποκατάσταση από την εμβύθιση σε ζεστό/κρύο νερό. Η εμβύθιση σε ζεστό/κρύο έδειξε ότι επιδρά κι αυτή θετικά στην μείωση της μυϊκής κόπωσης, αλλά γενικότερα το κρύο νερό έχει καλύτερα αποτελέσματα.

			εκτέλεσαν 80' ομαδική προπόνηση και στην συνέχεια 20' αναερόβιο τρέξιμο μέχρι την εξάντληση. 48 ώρες μετά επαναλήφθηκαν.	. Το 2 <sup>ο</sup> περιλάμβανε 5' εμβύθιση στους 10°C *2 φορές με διαχωρισμένες με 2.5' σε θερμοκρασία 22° C. Το 3 <sup>ο</sup> περιλάμβανε 15' χωρίς καμία παρέμβαση.		
Howatson et al (2009)	Επίδραση κρυοθεραπείας στην αντιμετώπιση του ΚΜΠ.	16 άνδρες με μέσο όρο ηλικίας 23 έτη.	Οι εξεταζόμενοι πραγματοποίησαν άλματα (5 σειρές των 20 επαναλήψεων).	Διαχωρίστηκαν σε 2 ισόποσες υποομάδες (1 <sup>η</sup> ελέγχου και 2 <sup>η</sup> παρέμβασης). Στη 2 <sup>η</sup> υποομάδα εφαρμόστηκε εμβύθιση σε 15° C για 12' αμέσως μετά την άσκηση.	Επίπεδα CPK, περιφέρεια, μυϊκή δύναμη, μυϊκή κόπωση, εύρος κίνησης πριν από την άσκηση και 0,24,48,72,96 ώρες μετά από αυτή.	Δεν βρέθηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις υποομάδες.
Jakeman et al (2009)	Επίδραση κρυοθεραπείας στην αντιμετώπιση του ΚΜΠ.	18 αθλητές με μέσο όρο ηλικίας 19.9 έτη.	Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν άλματα (10 σειρές των 10 επαναλήψεων).	Διαχωρίστηκαν σε 2 ισόποσες υποομάδες (1 <sup>η</sup> ελέγχου και 2 <sup>η</sup> παρέμβασης). Στη 2 <sup>η</sup> εφαρμόστηκε εμβύθιση στους 10°C αμέσως μετά την άσκηση.	Επίπεδα CPK, μυϊκή δύναμη, μυϊκή κόπωση, πριν από την άσκηση και 1,24,48,72,96 ώρες μετά από αυτή.	Δεν βρέθηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις δύο υποομάδες.
Eston et al (2010)	Η αξιολόγηση των επιδράσεων της εμβύθισης σε κρύο νερό στη αποκατάσταση των συμπτωμάτων του ΚΜΠ μετά από	15 γυναίκες με μέσο όρο ηλικίας 22 έτη.	Πραγματοποίησαν 8 σειρές των 5 μέγιστων συστολών (έκκεντρων και σύγκεντρων) στους καμπτήρες	Σε 8 γυναίκες εφαρμόστηκε κρυοθεραπεία, όπου βύθισαν το χέρι τους σε κρύο νερό (15°C) αμέσως μετά την άσκηση για 15'	Μέγιστη ισομετρική δύναμη, τα επίπεδα CPK, εύρος κίνησης αγκώνα, μυϊκή ευαισθησία και περιφέρεια άνω άκρου πριν και κάθε 24 ώρες	Βρέθηκε ότι στην υποομάδα που εφαρμόστηκε κρυοθεραπεία παρουσιάστηκε μείωση επιπέδων της CPK και της

	έκκεντρη άσκηση.		αγκώνα.	κ στη συνέχεια κάθε 12 ώρες για 3 μέρες.	για 3 μέρες μετά την άσκηση.	δυσκαμψίας και αύξηση της γωνίας του αγκώνα, ενώ δεν παρουσιάστηκαν μεταβολές στον μυϊκό τόνο και στη δύναμη του μυός.
Ascensao et al (2011)	Επίδραση κρυοθεραπείας στην αντιμετώπιση του ΚΜΠ.	20 άνδρες αθλητές	Αγώνας ποδοσφαίρου.	2 ισόποσες υποομάδες. Στη 1 <sup>η</sup> εφαρμόστηκε 10' εμβύθιση σε 10° C και στη 2 <sup>η</sup> 10' εμβύθιση στους 35°C.	Επίπεδα CPK, μέγιστη ισομετρική δύναμη, μυϊκή κόπωση και δοκιμασίες απόδοσης πριν και 30', 24 και 48 ώρες μετά την άσκηση.	Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κρυοθεραπεία μειώνει τα συμπτώματα του ΚΜΠ και επιταχύνει την αποκατάσταση αυτού.
Pournot et al (2011)	Επίδραση διαφόρων τύπου εμβύθισης σε νερό στην αντιμετώπιση του ΚΜΠ.	41 επαγγελματίες αθλητές με μέσο όρο ηλικίας 21.5έτη.	Πραγματοποίησαν 20' εξαντλητική άσκηση (άλματα και κωπηλασία).	Διαχωρίστηκαν σε 4 υποομάδες. Η 1 <sup>η</sup> βυθίστηκε στους 10° C ενώ η 2η στους 36° C για 15'. Η 3 <sup>η</sup> βυθίστηκε στους 10°C και 42°C για 1.5' 5 φορές ενώ η 4 <sup>η</sup> παρέμεινε σε καθιστή θέση για 15'.	Επίπεδα CPK, μέγιστη ισομετρική δύναμη, κατακόρυφο άλμα πριν και 1,24 ώρες μετά την άσκηση.	Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κρυοθεραπεία και η βύθιση σε κρύο/ζεστό νερό μπορεί να είναι μια επέμβαση αποκατάστασης του ΚΜΠ.
Williams et al (2011)	Η επίδραση της εμβύθισης σε κρύο νερό αμέσως ή 3 ώρες μετά από υψηλής έντασης άσκηση.	8 άνδρες επαγγελματίες αθλητές.	Εξαντλητικού τύπου προπονητικό πρωτόκολλο.	3 υποομάδες. 1 <sup>η</sup> υποομάδα ελέγχου όπου οι αθλητές παρέμειναν καθιστοί σε δωμάτιο με θερμοκρασία 23°C και υγρασία 43%.	Αίσθηση μυϊκής κόπωσης μέσω ερωτηματολογίων αλλά και επίπεδα CPK.	Η εμβύθιση σε κρύο νερό αμέσως μετά την άσκηση έδειξε καλύτερα αποτελέσματα από αυτή που έγινε 3 ώρες μετά. Και οι δύο είχαν καλύτερα

				Στη 2 <sup>η</sup> εφαρμόστηκε 15' εμπύθιση σε νερό στους 15°C και στο 3 <sup>ο</sup> το ίδιο 3 ώρες μετά την άσκηση.		αποτελέσματα από την υποομάδα ελέγχου.
Louis et al (2011)	Επιδράσεις κρυοθεραπείας σε όλο το σώμα, υπέρυθρης ακτινοβολίας και παθητικής αντιμετώπισης στην αποκατάσταση του ΚΜΠ.	9 επαγγελματίες δρομείς, όλοι σε παρόμοιο επίπεδο άθλησης.	Τρέξιμο σε ειδικά διαμορφωμένο δρόμο με σκοπό τη δημιουργία ΚΜΠ. Έτρεξαν 48 λεπτά.	Πραγματοποιήθηκαν 3 συνεδρίες και για τις 3 παρεμβάσεις στις 1, 24, 48 ώρες μετά την άσκηση. Για την 1 <sup>η</sup> παρέμβαση οι αθλητές πέρασαν από 3 δωμάτια κρυοθεραπείας (-10, -60, -110ο C) όπου και παρέμειναν για 3' στο καθένα και τέλος παρέμειναν σε δωμάτιο με φυσιολογική θερμοκρασία (24°C) για 10'. Για την 2 <sup>η</sup> παρέμβαση οι αθλητές εκτέθηκαν για 30' σε υπέρυθρη ακτινοβολία ενώ για την 3 <sup>η</sup> παρέμβαση οι αθλητές παρέμειναν για 30' χαλαροί σε καθιστή θέση.	Αξιολογήθηκαν πριν και αμέσως μετά την άσκηση και στην συνέχεια 1,24 και 48 ώρες μετά την άσκηση η μέγιστη ισομετρική δύναμη, τα επίπεδα CRK στο αίμα, η αίσθηση πόνου και μυϊκής κόπωσης.	Τα ευρήματα δεν έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των υποομάδων, με την κρυοθεραπεία να φαίνεται πως έχει καλύτερη αποκατάσταση στον ΚΜΠ.

### 3.9.3 Διάφορες τεχνικές και ΚΜΠ

Υπήρξαν και άλλες τεχνικές (πίνακας 3.3) που χρησιμοποίησαν διάφορα μέσα για την αποκατάσταση του ΚΜΠ. Μια από αυτές που χρησιμοποίησε ως μέσο αποκατάστασης την κατανάλωση συμπληρώματος ωμέγα 3 (Lembke et al, 2014) έδειξε ότι οι αθλητές που κατανάλωσαν το συγκεκριμένο συμπλήρωμα δεν είχαν σημαντικές διαφορές στα συμπτώματα του ΚΜΠ με την υποομάδα αθλητών που κατανάλωσε συμπλήρωμα εικονικού φαρμάκου, παρά μόνο στα επίπεδα του γαλακτικού οξέος. Επίσης σε άλλη έρευνα που μελέτησε την χρήση δόνησης σε όλο το σώμα ως μέσο αποκατάστασης του ΚΜΠ (Far et al, 2011), έδειξε ότι μειώνει τα κλινικά σημεία του ΚΜΠ. Ανάλογα αποτελέσματα με την δόνηση έδειξε και η παρατεταμένη συμπίεση όπου η εφαρμογή της μείωσε τα επίπεδα κρεατινικής φωσφοκινάσης, απέτρεψε την απώλεια εύρους κίνησης, μείωσε το οίδημα και την κόπωση και προώθησε την γρήγορη αποκατάσταση (Kraemer et al, 2001). Από την άλλη οι παθητικές διατάσεις έδειξαν ότι δεν μπορούν να αποτρέψουν δευτερογενείς παθολογικές διαταραχές (Lynd et al, 1998), το ίδιο και η χρήση υπερήχου που μελετήθηκε από τους Sandhuetal (2006). Τέλος, οι Torres et al, το 2007 έδειξαν ότι οι διατάσεις μειώνουν την μυϊκή δυσκαμψία που προέρχεται από την έντονη άσκηση.

**Πίνακας 3.3:** Άλλες τεχνικές ως μέθοδος αποκατάστασης στον ΚΜΠ

<i><b>Όνομα/Ημερομηνία</b></i>	<i><b>Σκοπός</b></i>	<i><b>Εξεταζόμενοι</b></i>	<i><b>Διαδικασία</b></i>	<i><b>Παρέμβαση</b></i>	<i><b>Μεταβλητές</b></i>	<i><b>Αποτελέσματα</b></i>
Lynd et al (1998)	Η επίδραση της παθητικής διάτασης στα συμπτώματα του ΚΜΠ.	7 υγιείς μη εκπαιδευμένες γυναίκες με ηλικίες 28-46 έτη.	Πραγματοποιήθηκε έκκεντρη άσκηση στον τετρακέφαλο μέχρι εξάντλησης.	Πραγματοποιήθηκαν παθητικές διατάσεις 30' για 3 φορές με	Μέγιστη μυϊκή δύναμη, CRK και η αναλογία φωσφοκρεατίνης	Οι παθητικές διατάσεις μετά από έκκεντρη άσκηση δεν μπορούν να

				30' ανάπαυση ανά φορά. Οι διατάσεις έγιναν πριν και αμέσως μετά την άσκηση και για τις επόμενες 7 μέρες.	σε ανόργανο φώσφορο και μυϊκός πόνος.	αποτρέψουν δευτερογενείς παθολογικές διαταραχές.
Kraemer et al (2001)	Η αξιολόγηση της παρατεταμένης συμπίεσης όσον αφορά την ανάκτηση της φυσικής λειτουργίας και της μείωσης των συμπτωμάτων του ΚΜΠ.	20 μη εκπαιδευμένες γυναίκες.	50 παθητικές κάμψεις αγκώνα στο ισκιοκνητικό δυναμόμετρο με μία μέγιστη έκκεντρη σε κάθε 4 παθητικές επαναλήψεις.	Οι εθελοντές διαχωρίστηκαν σε 2 υποομάδες ισόποσα. Στη 1 <sup>η</sup> εφαρμόστηκε χρήση συμπιεστικού ενδύματος για 5 μέρες αμέσως μετά την άσκηση. Ενώ η 2 <sup>η</sup> ήταν η υποομάδα ελέγχου.	Μια μέγιστη επανάληψη κάμψης αγκώνα, εύρος κίνησης κάμψης αγκώνα, περιφέρεια άνω άκρου επίπεδα CPK, κορτιζόλης, γαλακτικής αφυδρογονάσης και ερωτηματολόγιο για τον πόνο πριν από την άσκηση και ημερησίως στη συνέχεια για 5 μέρες.	Παρατηρήθηκαν μειωμένα επίπεδα CPK, η συμπίεση απέτρεψε την απώλεια εύρους κίνησης στην κάμψη του αγκώνα, μείωσε την κόπωση και το οίδημα και προώθησε την γρήγορη αποκατάσταση.
Sandhu et al (2006)	Επίδραση υπέρηχου στον ΚΜΠ.	12 υγιείς άντρες αθλητές.	Πραγματοποίησαν 4 σειρές των 10 επαναλήψεων σύγκεντρων-έκκεντρων συστολών καμπτήρων αγκώνα του μη κυρίαρχου άνω άκρου, μέχρι	Χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ισόποσες υποομάδες (1 <sup>η</sup> παρέμβασης με υπέρηχο και 2 <sup>η</sup> ελέγχου). Στην 1 <sup>η</sup> υποομάδα εφαρμόστηκε υπέρηχος με	Μυϊκή κόπωση, ενεργητικό εύρος τροχιάς και μέγιστη δύναμη.	Δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των υποομάδων.

			εξάντλησης, με βάρος 20 κιλών.	συχνότητα 1 MHz και ένταση 0,8 W/cm <sup>2</sup>		
Torres et al (2007)	Επίδραση διατάσεων στην αντιμετώπιση του ΚΜΠ.	30 άνδρες ηλικίας 18-32 έτη.	Πραγματοποίησαν μέγιστη έκκεντρη άσκηση των εκτεινόντων γόνατος 2 σειρές μέχρι εξάντληση.	Διαχωρίστηκαν σε 3 υποομάδες (1 <sup>η</sup> διάτασης, 2 <sup>η</sup> έκκεντρης άσκησης, 3 <sup>η</sup> διάτασης-έκκεντρης άσκησης. 10 σειρές των 30'' διάτασης εφαρμόστηκαν αμέσως μετά την άσκηση.	Η μυϊκή δυσκαμψία πριν και 1,24,48,72,96 ώρες μετά την άσκηση.	Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι διατάσεις μειώνουν η μυϊκή δυσκαμψία που προέρχεται από έντονη άσκηση.
Far et al (2011)	Η διερεύνηση της επίδρασης της δόνησης σε όλο το σώμα πριν από έκκεντρη άσκηση για τη πρόληψη του ΚΜΠ.	32 υγιείς ερασιτέχνες εθελοντές χωρίστηκαν σε υποομάδα παρέμβασης (n=15) και υποομάδα ελέγχου (n=17)	6 σειρές των 10 μέγιστων έκκεντρων συσπάσεων τετρακεφάλου με σταθερή γωνιακή ταχύτητα 60o /s.	Η υποομάδα παρέμβασης πραγματοποίησε σε μία πλατφόρμα δόνησης (35 Hz, 5mm) θεραπεία για 1 λεπτό σε κάμψη γόνατος 100o.	Περίμετρος μηρού, πόνος, μέγιστη ισομετρική και ισοκινητική δύναμη έκτασης, CPK πριν, αμέσως μετά και 1,2,3,4,7, 14 μέρες μετά.	Μείωση στα συμπτώματα ΚΜΠ, χαμηλότερα επίπεδα CPK, λιγότερη απώλεια δύναμης, καμία διαφορά στη περίμετρο του μηρού.
Lembke et al (2014)	Η αξιολόγηση της συσχέτισης μεταξύ των επιπέδων ωμέγα 3 (N3) στους ιστούς στην ποιότητα ζωής σε υγιείς νέους αθλητές μετά από έκκεντρη άσκηση.	69 εξεταζόμενοι άνω των 18 ετών οι οποίοι δεν είχαν καταναλώσει συμπληρώματα διατροφής με περιεκτικότητα ωμέγα 3. Τα άτομα τυχαιοποιήθηκαν 2/1	2 σειρές των 30 έκκεντρων επαναλήψεων στο μη κυρίαρχο άκρο έκτασης αγκώνα.	Η υποομάδα παρέμβασης κατανάλωσε 6 κάψουλες ωμέγα 3 για 30 μέρες πριν την άσκηση και συγκρίθηκε με τη 2 <sup>η</sup> υποομάδα η	Κλίμακα Vas, ROM αγκώνα, συμπτώματα ΚΜΠ, CPK, επίπεδα γαλακτικού οξέος και ερωτηματολόγια 0,24,48,72,96	Δεν υπήρξαν διαφορές στο gom, στη δύναμη, στα επίπεδα CPK μεταξύ των 2 υποομάδων. Σημαντική διαφορά σημειώθηκε στα επίπεδα γαλακτικού οξέος, στα



		σε 2 υποομάδες.		οποία κατανάλωσε συμπλήρωμα εικονικού φαρμάκου για τις ίδιες ημέρες.	ώρες.	συμπτώματα ΚΜΠ (ερωτηματολόγια) στην υποομάδα που είχε λάβει συμπλήρωμα ωμέγα 3.
--	--	-----------------	--	--	-------	--

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι η κάθε έρευνα χρησιμοποιεί τους δικούς της παράγοντες και μεταβλητές για την αξιολόγηση της καλύτερης μεθόδου στην αποκατάσταση του ΚΜΠ. Επίσης η διαδικασία που ακολουθεί η καθεμία είναι διαφορετική προκειμένου να οδηγηθεί σε κάποιο αποτέλεσμα. Το σημαντικότερο είναι ότι καμία έρευνα από τις παραπάνω δεν έλαβε υπόψη της την αποθεραπεία που ακολουθούν οι αθλητές υπό κανονικές συνθήκες αθλητισμού. Επομένως η κάθε έρευνα μπορεί να περιέχει ένα αναπόφευκτο ποσοστό λάθους.

## **II. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΜΕΘΟΔΟΣ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται στοιχεία της μεθόδου όπως, τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν, η μεθοδολογία της, η παρέμβαση που εφαρμόστηκε, οι αναλύσεις των δεδομένων του υπερήχου και του αίματος, καθώς και οι στατιστικές αναλύσεις.

Για τη διεκπεραίωση της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τα εξής όργανα τα οποία αναλύονται παρακάτω:

- Borg Scale-Rate of perceived exertion (RPE)
- Visual Analogue Scale (VAS)
- Ερωτηματολόγια ποδοπλευρικότητας και τραυματισμών
- Πρωτόκολλο πλειομετρικής άσκησης
- Γωνιόμετρο και μεζούρα
- Δαπεδοεργόμετρο και καρδιοσφυγμόμετρο
- Διαγνωστικός υπέρηχος Mini Focus Ultrasound Scanner
- Ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System III

#### 4.1 Δείγμα

Το δείγμα αποτέλεσαν εξήντα (60) ερασιτέχνες αθλητές. Όλοι οι αθλητές προέρχονται από ερασιτεχνικά αθλητικά σωματεία των νομών Ηλείας, Αχαΐας και Αττικής.

Όλοι οι εξεταζόμενοι ενημερώθηκαν εγγράφως και προφορικά σχετικά με τους στόχους της έρευνας, τις ημέρες των μετρήσεων, και στην συνέχεια υπέγραψαν έγγραφη συγκατάθεση εθελοντικής συμμετοχής στις μετρήσεις και γενικότερα στις διαδικασίες της έρευνας.

#### 4.2 Ερευνητικός εξοπλισμός

##### 4.2.1 Borg Scale-Rate of perceived exertion (RPE)

Η κλίμακα Borg είναι μια μέθοδος μέτρησης του επιπέδου της έντασης της σωματικής δραστηριότητας. Βασίζεται στις σωματικές αισθήσεις που βιώνει ένας άνθρωπος κατά τη

διάρκεια της φυσικής δραστηριότητας συμπεριλαμβανομένου του αυξανόμενου καρδιακού ρυθμού, του ρυθμού αναπνοής, της αυξημένης εφίδρωσης και την κόπωση των μυών (Borg, 1998).

Η κλασική κλίμακα με σκορ από 6 έως 20 είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε να δώσει στοιχεία σχετικά με την ένταση του καρδιακού ρυθμού και την κατανάλωση οξυγόνου πριν, μετά ή κατά τη διάρκεια της άσκησης. Το σκορ 6-20 έχει φτιαχτεί ώστε να ακολουθεί το γενικό καρδιακό ρυθμό ενός υγιούς ενήλικα με πολλαπλασιασμό επί 10. Για παράδειγμα ένα σκορ 14 αντιστοιχεί σε 140 παλμούς ανά λεπτό. Η αναθεωρημένη κλίμακα με σκορ από 1 έως 10 χρησιμοποιείται κυρίως για τη διάγνωση της δύσπνοιας και για πόνους στο στήθος ή στο γενικότερο μυοσκελετικό σύστημα.

Στη συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιήθηκε η κλασική κλίμακα Borg με σκοπό να διερευνηθεί η γενική σωματική κόπωση του αθλητή πριν και μετά την άσκηση αλλά και τις επόμενες μέρες. Οι αθλητές στη πρώτη μέρα της δοκιμασίας τους ερωτήθηκαν μετά από την προθέρμανση καθώς και μετά από την αποθεραπεία. Στις επόμενες τρεις ημέρες η κλίμακα χρησιμοποιήθηκε μόνο μετά την προθέρμανση του αθλητή.

BORG RPE SCALE		rating	description
Rating	Perceived Exertion During Exercise		
6		0	NOTHING AT ALL
7	Very, very light	0.5	VERY, VERY LIGHT
8		1	VERY LIGHT
9		2	FAIRLY LIGHT
10	Very light	3	MODERATE
11		4	SOMEWHAT HARD
12	Fairly light	5	HARD
13		6	
14	Somewhat light	7	VERY HARD
15		8	
16	Hard	9	
17		10	VERY VERY HARD (MAXIMAL)
18	Very hard		
19			
20	Very, very hard		

(α)

(β)

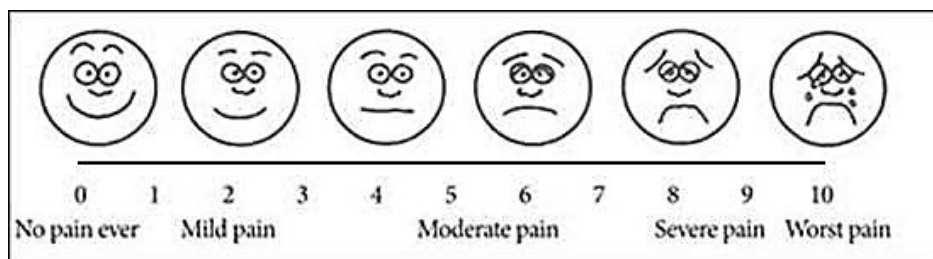
**Εικόνα 4.1** (α) Η κλασική και (β) η αναθεωρημένη κλίμακα Borg

#### 4.2.2 Visual Analogue Scale (VAS)

Η κλίμακα Vas παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τον Huskisson το 1982 και πρόκειται για ένα όργανο μέτρησης για υποκειμενικά χαρακτηριστικά ή συμπεριφορές όπως ο πόνος. Είναι μια συνεχόμενη οριζόντια γραμμή 10 cm και στα άκρα της υπάρχουν δύο λεκτικές περιγραφές, μία για το καθένα π.χ. «καθόλου πόνος-ανυπόφορος πόνος». Ο εξεταζόμενος καλείται να σημειώσει το νούμερο από 1-10 που νομίζει ότι αντικατοπτρίζει την κατάσταση του και έτσι προκύπτει η ένταση του αλγινού ερεθίσματος.

Είναι αξιόπιστη μέθοδος αξιολόγησης του πόνου, με πολύ καλή ευαισθησία τόσο στην εκτίμηση του οξέος πόνου, όσο και στην ανίχνευση μεταβολών της έντασης αυτού (Bijur et al., 2001). Παρόλα αυτά η χρήση της είναι μια χρονοβόρα διαδικασία καθώς πρέπει να εξηγηθεί λεπτομερώς ο τρόπος χρήσης της. Επιπλέον, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί προφορικά και έτσι εμφανίζονται δυσκολίες σε άτομα με έντονο πόνο (Aubrun et al., 2003). Τέλος, απαιτεί από τον εξεταζόμενο να έχει την ικανότητα να αντιληφθεί την αφηρημένη έννοια της ευθείας γραμμής και επομένως δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άτομα χαμηλού μορφωτικού επιπέδου, σε ηλικιωμένους και παιδιά (Williamson and Hoggart, 2005). Ωστόσο η κλίμακα αυτή χρησιμοποιείται ευρέως και αρκετοί ερευνητές έχουν κάνει χρήση της (Sellwood et al., 2007; Nosaka et al., 2002; Law et al., 2008).

Στην παρούσα έρευνα που πραγματοποιήθηκε η κλίμακα Vas χρησιμοποιήθηκε έχοντας στόχο τη σύγκριση του πόνου στον τετρακέφαλο του αθλητή πριν και μετά την πλειομετρική άσκηση, αλλά και κατά τις επόμενες τρεις ημέρες. Την πρώτη μέρα η κλίμακα συμπληρώθηκε μετά την προθέρμανση του αθλητή και μετά από την αποθεραπεία, ενώ τις υπόλοιπες τρεις μέρες μόνο μετά την προθέρμανση (όπως και με τη κλίμακα Borg).



Εικόνα 4.2 Η κλίμακα Vas

#### **4.2.3 Ερωτηματολόγιο Ποδοπλευρικότητας – Αξιολόγηση πλευρικής κυριαρχίας κάτω άκρων.**

Η αξιολόγηση της ποδοπλευρικότητας έγινε με την χρήση ειδικού ερωτηματολογίου (Fousekis et al, 2011). Στην παρούσα μελέτη, αφού έγινε προφορική ενημέρωση των εξεταζόμενων για την διαδικασία των μετρήσεων και υπογράφηκε η σχετική έγγραφη συγκατάθεση για εκούσια συμμετοχή στην έρευνα, συμπληρώθηκαν τα ερωτηματολόγια ποδοπλευρικότητας με την διαδικασία της προσωπικής συνέντευξης από τους εξεταστές.

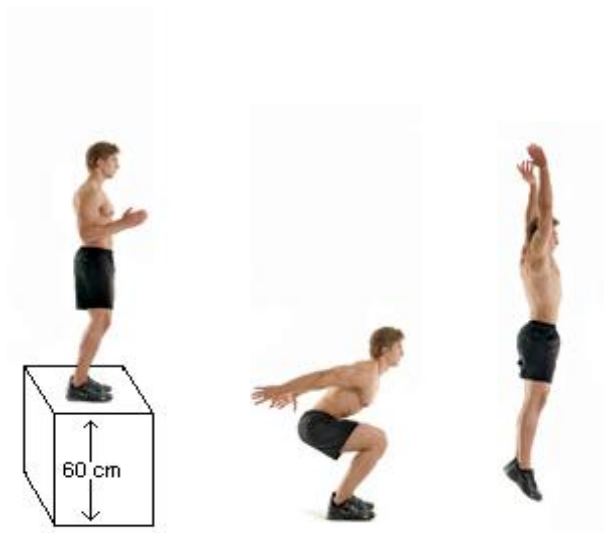
#### **4.2.4 Ερωτηματολόγιο τραυματισμών – Αξιολόγηση τραυματικού ιστορικού και τραυματισμών προοπτικής.**

Το ερωτηματολόγιο των τραυματισμών είναι αυτό που προτείνεται από τον Fousekis et al (2011). Στο συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο εισήχθησαν οι πληροφορίες του τραυματικού ιστορικού των αθλητών εφόσον υπήρξε σοβαρός τραυματισμός εντός των τελευταίων έξι μηνών.

#### **4.2.5 Πρωτόκολλο πλειομετρικής άσκησης**

Το πρωτόκολλο πλειομετρικής άσκησης που εφαρμόστηκε στην έρευνα έχει προταθεί από τους Nosaka και Miyama (2004) και έχει χρησιμοποιηθεί από αρκετούς ερευνητές (Googall et al, 2008; Kirby et al, 2012; Jakeman et al, 2010). Περιλαμβάνει 100 άλματα (5 σειρές των 20 αλμάτων) από σκαλοπάτι ύψους 60 εκατοστών. Ανάμεσα από κάθε σειρά υπάρχει διάλειμμα 2 λεπτών ενώ ανάμεσα από κάθε άλμα υπάρχει χρονικό περιθώριο 10 δευτερολέπτων.

Στο συγκεκριμένο πρωτόκολλο ο αθλητής αφού ανέβει στο σκαλοπάτι περιμένει το σύνθημα του ερευνητή ώστε να ξεκινήσει να εκτελεί άλματα βάθους συνοδευόμενα από εκρηκτική σύσπαση των εκτεινόντων μυών του γόνατος και εκρηκτικό κάθετο άλμα. Κύριος σκοπός της επιλογής του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου άσκησης ήταν η προσομοίωση των πραγματικών συνθηκών της άσκησης ενός αθλητή.



**Εικόνα 4.3** Το πρωτόκολλο των Nosaka & Miyama

#### **4.2.6 Γωνιόμετρο-μεζούρα**

Με το γωνιόμετρο αξιολογήθηκε το εύρος κίνησης κάμψης της άρθρωσης του γόνατος ενώ με τη μεζούρα η περιφέρεια άνω και μέσου μηρού του εξεταζόμενου άκρου.



**Εικόνα 4.4** Γωνιόμετρο



(α)

(β)

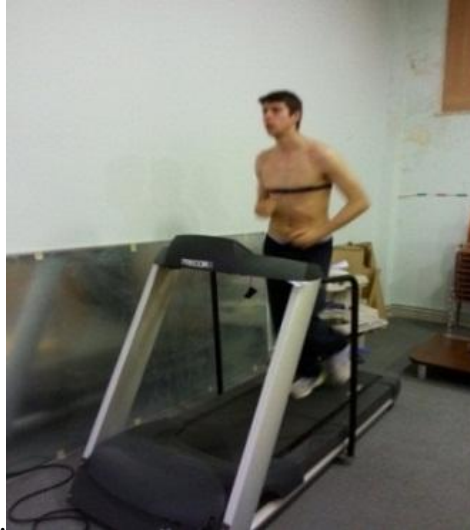
**Εικόνα 4.5** Αξιολόγηση (α) εύρους τροχιάς με γωνιόμετρο και (β) περιφέρειας μηρού με μεζούρα.

#### **4.2.7 Δαπεδοεργόμετρο-καρδιοσφυγμόμετρο**

Το καρδιοσφυγμόμετρο αποτελούταν από μια ελαστική ζώνη που στη μέση της είχε έναν πομπό και ένα ρολόι. Για την καλύτερη εφαρμογή του καρδιοσφυγμομέτρου η ζώνη του βρεχόταν με λίγο νερό πριν την τοποθέτησή της στην ξιφοειδή απόφυση του αθλητή.

Έπειτα ο αθλητής εισερχόταν στο δαπεδοεργόμετρο, το οποίο είχε ρυθμιστεί στο επίπεδο εδάφους (0% κλίση). Η προθέρμανση που πραγματοποιήθηκε περιλάμβανε 10 λεπτά τρέξιμο στους 150-160 σφυγμούς ανά λεπτό και στη συνέχεια 2 λεπτά στατικές διατάσεις στα κάτω άκρα. Στον συγκεκριμένο εξοπλισμό πραγματοποιήθηκε και η αποθεραπεία με χαλαρό τρέξιμο μετά το τέλος της άσκησης.





**Εικόνα 4.6** Προθέρμανση του αθλητή στο δαπεδοεργόμετρο με χρήση καρδιοσφυγμομέτρου

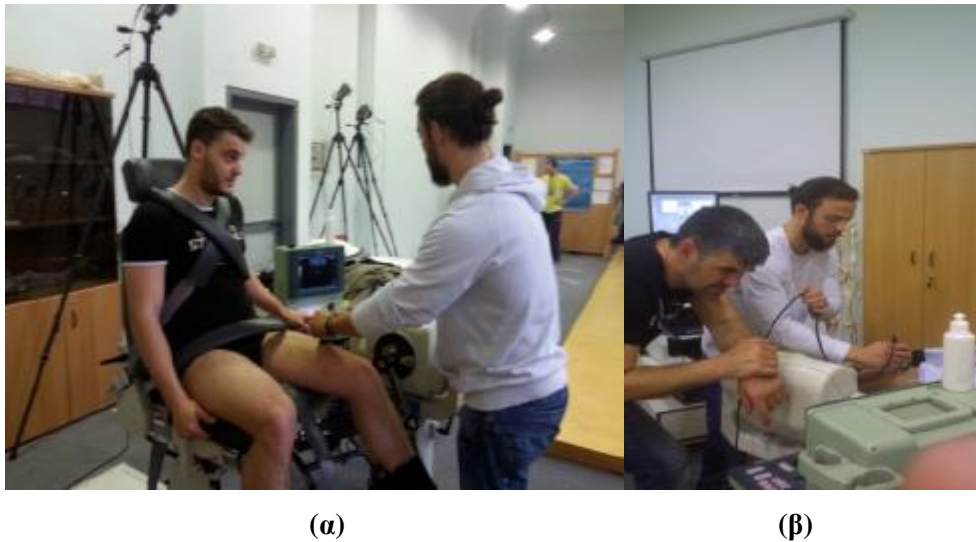
#### **4.2.8 Διαγνωστικός υπέρηχος Mini Focus Ultrasound Scanner**

Ο υπέρηχος Mini Focus Ultrasound Scanner είναι εξοπλισμός υψηλής τεχνολογίας ο οποίος έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί για πολλές εφαρμογές, όπως στην αθλητιατρική, στην παιδιατρική, στη χειρουργική, στην ουρολογία κ.α. Αποτελείται από μια οθόνη, πληκτρολόγιο και την κεφαλή με τη οποία γίνεται η απεικόνιση και η λήψη της φωτογραφίας και διαθέτει έναν μεγάλο αποθηκευτικό χώρο δεδομένων.

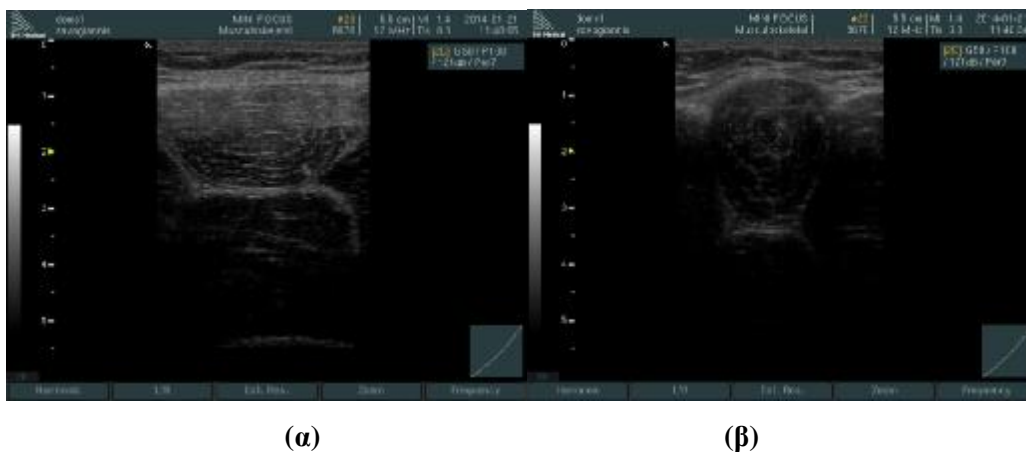
Στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε, οι ερευνητές εφάρμοσαν τη χρήση του υπερήχου στον ορθό μηριαίο μυ και πιο συγκεκριμένα στο κάτω τριτημόριό του, με σκοπό να καταγράψουν τις μεταβολές ως προς την περίμετρό του.



**Εικόνα 4.7** Ο διαγνωστικός υπέρηχος Mini Focus Ultrasound Scanner



**Εικόνα 4.8** Εφαρμογή υπερήχου σε δύο αθλητές



**Εικόνα 4.9** Ο ορθός μηριαίος (α) σε θέση ηρεμίας και (β) σε σύσπαση

#### 4.2.9 Ισοκινητικό δυναμόμετρο BIODEXSYSTEMIII

Το Ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System 3 είναι ένα δυναμόμετρο υψηλής τεχνολογίας που δίνει τη δυνατότητα μέτρησης διαφόρων παραμέτρων της μυϊκής απόδοσης σε όλες τις μεγάλες περιφερικές αρθρώσεις και σε κινήσεις στα τρία επίπεδα.

Αποτελείται από μια μονάδα ελέγχου της αντίστασης, ένα κάθισμα για την τοποθέτηση του δοκιμαζόμενου, μια πλήρη σειρά από μοχλούς αντίστασης ειδικά διαμορφωμένους για όλες τις περιφερικές αρθρώσεις και έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Το δυναμόμετρο αυτό λέγεται ισοκινητικό διότι η ταχύτητα κίνησης του μέλους εκτός από τα διαστήματα επιτάχυνσης και επιβράδυνσης είναι σταθερή. Αυτό μαζί με τον ακριβή προγραμματισμό της τροχιάς κίνησης του μέλους και κατά συνέπεια του μήκους των μυών διασφαλίζει τον έλεγχο των βασικών παραγόντων που επιδρούν στη μυϊκή απόδοση (ταχύτητα κίνησης και μήκος μυός). Κατά συνέπεια η ισοκινητική δυναμομέτρηση αποτελεί τον πιο αξιόπιστο και ακριβή τρόπο μέτρησης της μυϊκής απόδοσης. Η επίδοση καταγράφεται ως ροπή στρέψης σε όλη την τροχιά κίνησης και είναι δυνατή η ανάλυσή της στο σύνολο της τροχιάς κίνησης. Επιπροσθέτως η μέτρηση είναι ασφαλής διότι σε περίπτωση πόνου ή τραυματισμού η κίνηση σταματά τη στιγμή που ο δοκιμαζόμενος επιθυμεί χωρίς κάποια εξωτερική αντίσταση να δρα ανεξέλεγκτα όπως είναι δυνατό να συμβεί κατά την ισοτονική άσκηση.

Στην έρευνα που εφαρμόστηκε αξιολογήθηκε η μέγιστη ισομετρική δύναμη του τετρακεφάλου πριν και μετά την άσκηση, καθώς και τις επόμενες 72 ώρες με σκοπό να συγκριθούν οι μεταβολές στη δύναμή του.



**Εικόνα 4.10** Το ισοκινητικό δυναμόμετρο Biodex System III



(α)

(β)

**Εικόνα 4.11** Προσπάθειες δύο αθλητών για μέγιστη ισομετρική δύναμη τετρακεφάλου

### 4.3 Μεθοδολογία της έρευνας

#### 4.3.1 Ερευνητική διαδικασία

Εξήντα (60) ερασιτέχνες αθλητές χωρίστηκαν τυχαία σε 4 ισόποσες ομάδες έχοντας μέσο όρο ηλικίας 21.1 έτη, ύψους 1.767 m και σωματικού βάρους 77.55 kg και δέχτηκαν να συμμετάσχουν εθελοντικά σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το Εργαστήριο Εμβιομηχανικής και Αθλητικών Κακώσεων του Τμήματος Φυσικοθεραπείας Αιγίου Δυτικής Ελλάδας. Οι αθλητές προέρχονταν από ερασιτεχνικά αθλητικά σωματεία των νομών Ηλείας, Αχαΐας και Αττικής.

Οι μετρήσεις εφαρμόστηκαν στο μη κυρίαρχο άκρο του αθλητή. Επιπλέον οι μετρήσεις της έρευνας για κάθε εξεταζόμενο ολοκληρώθηκαν σε συνολικά 4 ημέρες και πέντε συνθήκες εκτός από την καταγραφή της CPK, η οποία πραγματοποιήθηκε σε τέσσερις συνθήκες. Την πρώτη ημέρα μετρήσεων καταγράφηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (βάρος, ύψος), καθώς και η ποδοπλευρικότητα με ειδικό ερωτηματολόγιο. Ακολούθησε η λήψη αίματος για την καταγραφή της κρεατινικής φωσφοκινάσης (CPK) από πτυχιούχο νοσηλεύτρια. Μετά τη λήψη του αίματος πραγματοποιήθηκε δεκάλεπτη προθέρμανση στο δαπεδοεργόμετρο με τρέξιμο στους 150-160 σφυγμούς ανά λεπτό και δύο λεπτά στατικές διατάσεις στα κάτω άκρα.

Μετά συμπληρώθηκαν οι κλίμακες Borg και Vas για την αξιολόγηση της γενικής σωματικής κόπωσης και του πόνου στον τετρακέφαλο μυ, αντίστοιχα. Έπειτα αξιολογήθηκε το εύρος τροχιάς κάμψης του γόνατος με γωνιόμετρο. Για την συγκεκριμένη μέτρηση ο αθλητής τοποθετήθηκε σε πρηνή θέση με τα χέρια έξω από το κρεβάτι. Ο ένας εξεταστής μετρούσε με το γωνιόμετρο (το εύρος κίνησης κάμψης γόνατος του εξεταζόμενου κάτω άκρου) και ο άλλος σταθεροποιούσε τη λεκάνη και έφερνε το πόδι του αθλητή μέχρι τις τελικές μοίρες κάμψης. Αμέσως μετά αξιολογήθηκε η περιφέρεια του μέσου και άνω μηρού με τη χρήση μεζούρας με τον αθλητή να βρίσκεται στην όρθια ανατομική θέση. Η περιφέρεια του μέσου μηρού αξιολογήθηκε στο μέσο της απόστασης μεταξύ του μείζονα τροχαντήρα και της μεσάρθριας γραμμής του γόνατος. Η περιφέρεια του άνω μηρού αξιολογήθηκε στο ανώτερο δυνατό σημείο αξιολόγησης. Σε κάθε μέτρηση του μηρού σημειωνόντουσαν μερικά σημεία με στυλό ώστε η μεζούρα να εφαρμόζεται σε αυτά και στις υπόλοιπες μετρήσεις και για να μειωθούν οι πιθανότητες σφάλματος.

Μετά τις μετρήσεις αυτές ο αθλητής τοποθετούνταν στο κάθισμα του ισοκινητικού δυναμομέτρου biodex system 3. Η πλάτη του καθίσματος προσαρμόστηκε έτσι, ώστε τα ισχία του αθλητή να βρίσκονται σε κάμψη 90 μοιρών και το οπίσθιο μέρος της κνήμης, όπως αυτή κρέμεται από την καθιστή θέση να απέχει 2-3 εκατοστά από την άκρη της καρέκλας. Επίσης ο κάθε δοκιμαζόμενος τοποθετήθηκε κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο άξονας κίνησης του βραχίονα του δυναμόμετρου να ευθυγραμμίζεται με τον κατά προσέγγιση μέσο άξονα κίνησης του γόνατος στον έξω μηριαίο κόνδυλο και ακόμα το κάτω χείλος του μαξιλαριού αντίστασης να βρίσκεται δύο εκατοστά πάνω από το έσω σφυρό. Τέλος, με ρύθμιση από το ισοκινητικό δυναμόμετρο η άρθρωση του γόνατος τοποθετήθηκε περίπου στις 70° κάμψης, όπου, σύμφωνα με την μηκοδυναμική σχέση, ο μυς παράγει το μεγαλύτερο δυνατό έργο, διότι βρίσκεται κοντά στο μήκος ηρεμίας του.

Από αυτή τη θέση έγινε και η χρήση του διαγνωστικού υπερήχου. Η λήψη φωτογραφιών με τον υπέρηχο έγινε στο κάτω τριτημόριο του ορθού μηριαίου με τη βοήθεια ειδικού υγρού (gel) στο σημείο εφαρμογής. Για να ορισθεί το σημείο λήψης της φωτογραφίας μετρήθηκε η απόσταση από την πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα έως τον άνω πόλο της επιγονατίδας και διαιρέθηκε δια του τρία. Έγιναν δύο λήψεις χωρίς σύσπαση τετρακεφάλου και δύο με σύσπαση, με συχνότητα 12 MHz.

Αφού πραγματοποιήθηκαν οι λήψεις ακολούθησε η μέγιστη ισομετρική δύναμη του τετρακεφάλου. Ο αθλητής, υπό την καθοδήγηση του ερευνητή, εκτέλεσε τρεις μέγιστες ισομετρικές συστολές των πέντε δευτερολέπτων με επτά δευτερόλεπτα ανάπαυση ανάμεσα σε κάθε μια συστολή.

Μετά το πέρας όλων των μετρήσεων ακολούθησε η πλειομετρική άσκηση. Ο αθλητής εκτέλεσε 100 άλματα (5 σειρές των 20 αλμάτων), από σκαλοπάτι ύψους 60 εκ., με δέκα δευτερόλεπτα χρονικό περιθώριο ανάμεσα στα άλματα και δύο λεπτών ανάμεσα στις σειρές. Σε επόμενη φάση, αφού τελείωσε η πλειομετρική άσκηση ο αθλητής έκανε μια δεκάλεπτη αποθεραπεία με οχτώ λεπτά χαλαρό τρέξιμο στο δαπεδοεργόμετρο και 2-3 λεπτά στατικές διατάσεις στα κάτω άκρα.

Ύστερα από την αποθεραπεία έγινε επανάληψη όλων των παραπάνω μετρήσεων, εκτός από τη λήψη αίματος και τέλος πραγματοποιήθηκε η παρέμβαση.

Στις επόμενες τρεις συνθήκες η διαδικασία ήταν η εξής:

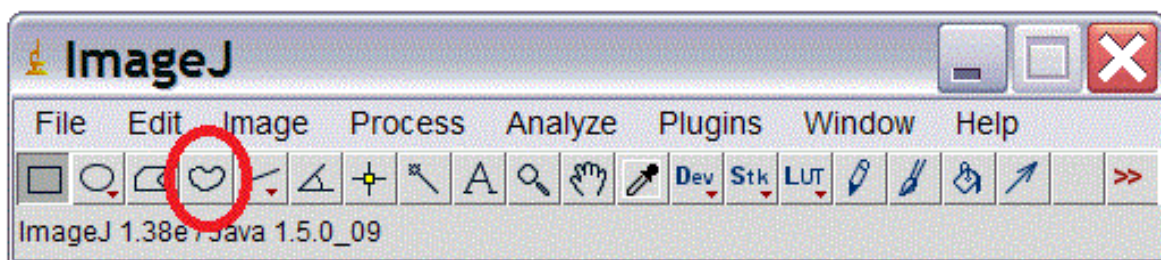
-Λήψη αίματος

-προθέρμανση

-Αξιολογήσεις (κλίμακα Borg/Vas, περιφέρεια άνω και μέσου μηρού, εύρος τροχιάς κάμψης γόνατος, λήψη φωτογραφιών μέσω υπερήχου, μέγιστη ισομετρική δύναμη τετρακεφάλου)

#### 4.3.2 Ανάλυση δεδομένων υπερήχου

Η ανάλυση των φωτογραφιών έγινε με το πρόγραμμα Image J. Ειδικότερα αξιολογήθηκε η περίμετρος του ορθού μηριαίου, όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.18. Για να επιτευχθεί η μέτρηση χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο ελεύθερης επιλογής (βλέπε εικόνα 3.17). Πρέπει να σημειωθεί ότι στη μέτρηση του ορθού μηριαίου δεν συμπεριλήφθηκε το υποδόριο λίπος.



Εικόνα 4.12 Το πρόγραμμα Image J και τα εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε



**Εικόνα 4.13** Αξιολόγηση περιμέτρου ορθού μηριαίου

### 4.3.3 Ανάλυση αίματος

Η ανάλυση του αίματος πραγματοποιήθηκε από τη Δρ. Ξαπλαντέρη Παναγιώτα, M.D., Ph.D σε μικροβιολογικό ιατρείο.

Τα δείγματα ολικού αίματος αφέθησαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι το σχηματισμό πύκματος. Κατόπιν φυγοκεντρήθηκαν δέκα λεπτά, 800 rpm. Το υπερκείμενο (ορός) διαχωρίστηκε άμεσα και ελέγχθηκε μικροσκοπικά για αιμόλυση. Δείγματα με αιμόλυση απορρίφθηκαν. Στην συνέχεια έγινε μέτρηση invitro της τιμής της Creatine Kinase στον ορό. Χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής cobasintegra 400 plus και το cobas integra creatine kinase liquid reagent σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Αρχή της μεθόδου:





Ο ρυθμός σχηματισμού του NADPH είναι απευθείας ανάλογος της καταλυτικής δραστηριότητας της CPK. Προσδιορίζεται μετρώντας φωτομετρικά την αύξηση της απορρόφησης στα 340 nm.

#### 4.3.4 Παρέμβαση

Το τελευταίο στάδιο της έρευνας περιελάμβανε την φυσικοθεραπευτική παρέμβαση. Οι αθλητές χωρίστηκαν τυχαία σε 4 υποομάδες (15 άτομα η κάθε υποομάδα) στις οποίες έγινε και διαφορετική παρέμβαση με σκοπό να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά τους στη μείωση των συμπτωμάτων του ΚΜΠ. Οι τεχνικές περιελάμβαναν την κρυοθεραπεία μέσω εμβύθισης σε παγωμένο νερό, την αθλητική μάλαξη και του συνδυασμού τους. Αυτές οι τεχνικές φυσικοθεραπείας επιλέχθηκαν καθώς εμφανίζουν ευρεία χρήση στον αθλητισμό και επιπλέον δεν έχει πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα έρευνα σύγκρισης των επιδράσεων τους. Όσον αφορά την υποομάδα συνδυασμού, ως κριτήριο επιλογής της ήταν η διερεύνηση των τεχνικών αυτών ως μια φυσικοθεραπευτική μέθοδος παρέμβασης στον ΚΜΠ.

##### 1<sup>η</sup> υποομάδα: εμβύθισης σε παγωμένο νερό

Στους αθλητές εφαρμόστηκε εμβύθιση σε δοχείο με παγωμένο νερό  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  για 10 λεπτά. Η στάθμη του νερού έφτανε μέχρι την πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα (Ascensao et al, 2011; Goodall and Howatson, 2008; Sellwood, 2007). Η θερμοκρασία του νερού ελέγχονταν με θερμόμετρο υγρών.

##### 2<sup>η</sup> υποομάδα: αθλητικής μάλαξης

Εφαρμογή επιθετικής μάλαξης στους αθλητές για 20 λεπτά, 10 λεπτά για κάθε άκρο. Η διαδικασία της μάλαξης ήταν αρχικά 1 λεπτό ήπια μάλαξη σε όλο τον τετρακέφαλο και



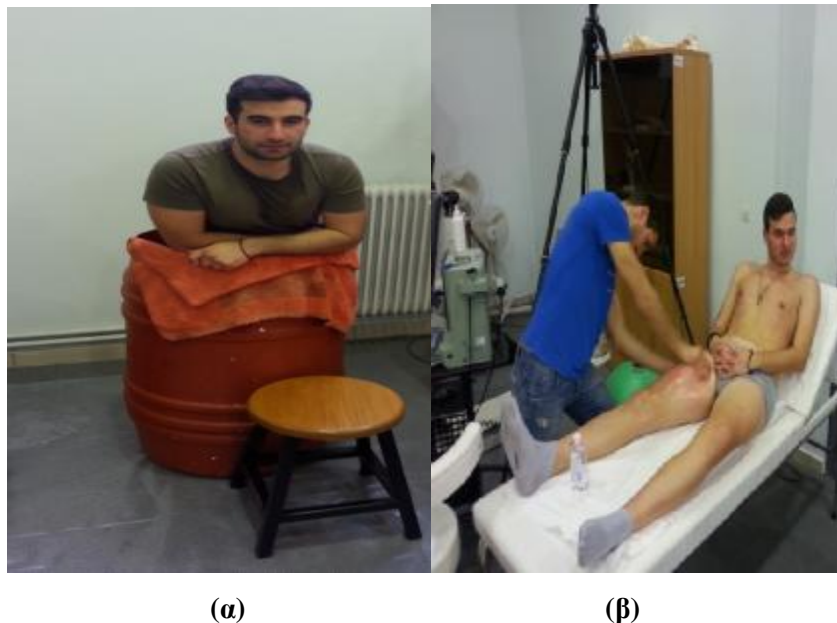
στην συνέχεια εφαρμογή αθλητικής επιθετικής μάλαξης για 1 λεπτό στον έξω πλατύ, 1 λεπτό στον ορθό μηριαίο και 1 λεπτό στον έσω πλατύ. Η σειρά επαναλήφθηκε άλλη μια φορά και στα δύο εναπομείναντα λεπτά έγινε εφαρμογή 1 λεπτού αθλητικής μάλαξης σε όλον το τετρακέφαλο και τέλος 1 λεπτού χαλαρωτικής μάλαξης. Η μάλαξη γινόταν με αργό τρόπο αλλά με αυξημένη ένταση ώστε αυτή να επιδρά και στους εν τω βάθει ιστούς (Nosaka et al., 2005; Hart et al., 2005; Jönhagen et al., 2004).

### 3<sup>η</sup> υποομάδα: συνδυασμού αθλητικής μάλαξης και εμβύθισης σε παγωμένο νερό

Εφαρμογή αθλητικής μάλαξης και εμβύθισης σε παγωμένο νερό στους αθλητές. Αρχικά πραγματοποιήθηκε η εικοσάλεπτη μάλαξη και έπειτα η δεκάλεπτη εμβύθιση στο παγωμένο νερό.

### 4<sup>η</sup> υποομάδα: ελέγχου:

Δεν πραγματοποιήθηκε κάποια παρέμβαση.



**Εικόνα 4.14** Εφαρμογή (α) κρυοθεραπείας και (β) αθλητικής μάλαξης

#### 4.4. Στατιστική Επεξεργασία Δεδομένων

Από την επεξεργασία των αρχικών δεδομένων παρήχθησαν εννέα σειρές μεταβλητών: η αίσθηση κόπωσης (BORG) και μυϊκού πόνου (VAS), η περιφέρεια άνω (ΠΑΜ) και μέσου (ΠΜΜ) μηρού, η περίμετρος του ορθού μηριαίου, με (ΠΟΜΣ) και χωρίς (ΠΟΜ) σύσπαση, μέσω διαγνωστικού υπερήχου, το εύρος τροχιάς κάμψης γόνατος (ROM), η μέγιστη ισομετρική δύναμη τετρακέφαλου (ΜΙΔ) και τα επίπεδα κρεατινικής φωσφοκινάσης (CPK) στον ορό του αίματος. Οι μεταβλητές υποβλήθηκαν για το σύνολο του δείγματος (N=60) σε πλήρη περιγραφική στατιστική ανάλυση, προκειμένου να ελεγχθούν (α) ως προς την κατανομική τους μορφή και (β) ως προς την ύπαρξη ακραίων τιμών και άλλων προβλημάτων μεταβλητότητας. Υπολογίστηκαν οι κύριοι περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες (μέτρα θέσης, μέτρα διασποράς), παρήχθησαν ιστογράμματα των μεταβλητών και έγινε έλεγχος Kolimgorov-Smirnov για την κανονικότητα τους.

Για κάθε σειρά μεταβλητών υπολογίστηκαν οι ενδοσυσχετίσεις κατά Pearson προκειμένου να διαπιστωθεί ο βαθμός εσωτερικής συνοχής τους και να εντοπισθούν τυχόν προβλήματα συγγραμμικότητας.

Η αξιολόγηση των επιδράσεων των φυσικοθεραπευτικών παρεμβάσεων (μάλαξη, βύθιση σε κρύο νερό και ο συνδυασμός τους) πραγματοποιήθηκε με την χρήση ANOVA επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures) και ακολούθων διορθώσεων Bonferroni. Η συγκεκριμένη ανάλυση βασίστηκε στην επίδραση αυτών των παρεμβάσεων στις 5 επαναληπτικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στη μελέτη. Η στατιστική σημαντικότητα για όλες τις στατιστικές αναλύσεις ελέγχθηκε στο επίπεδο πιθανότητας σφάλματος  $\alpha = 0.05$ .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

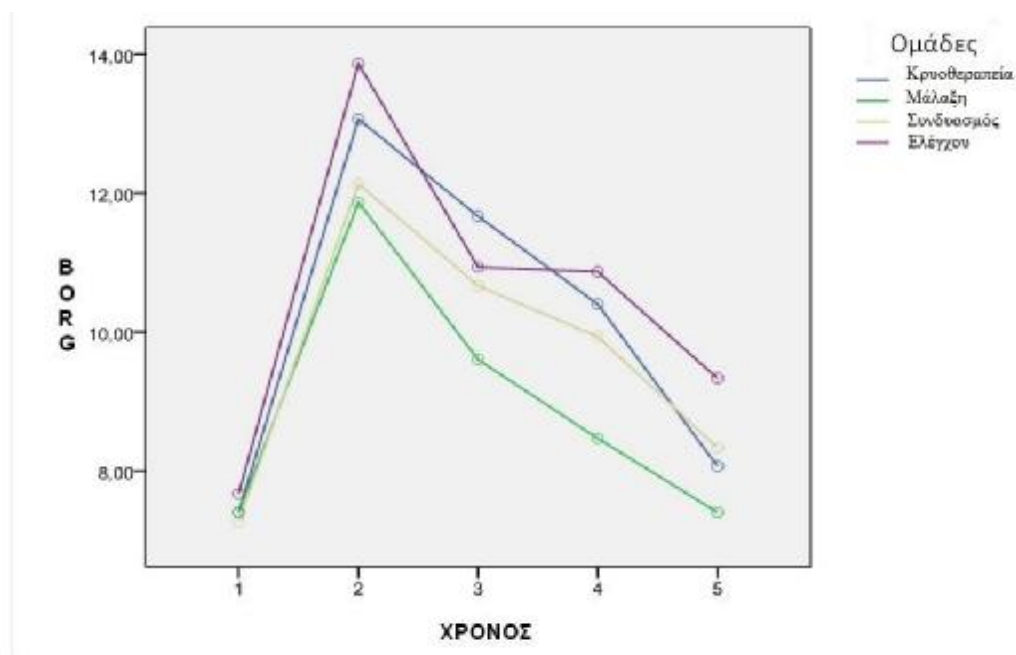
### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 5.1 Αποτελέσματα κλίμακας Borg

Στον πίνακα 5.1.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα για τις συνθήκες της εξαρτημένης μεταβλητής (αίσθησης κόπωσης (BORG)) που συμμετέχει στην ανάλυση. Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα τα επίπεδα της αίσθησης κόπωσης (BORG), αυξάνονται κατά πολύ στην δεύτερη συνθήκη (2) και στην συνέχεια πέφτουν σταδιακά, σε όλες τις υποομάδες, χωρίς σημαντικές στατιστικές διαφορές.

Τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται και στο διάγραμμα 5.1.1. Όπως φαίνεται η υποομάδα μάλαξης εμφάνισε τη μικρότερη αύξηση στα επίπεδα αίσθησης κόπωσης. Επίσης φαίνεται πως η υποομάδα ελέγχου, όπως είναι φυσικό, να παρουσιάζει την μεγαλύτερη αύξηση και παράλληλα την μικρότερη πτώση.

Διάγραμμα 5.1.1 Αποτελέσματα BORG



**Πίνακας 5.1.1** Περιγραφικά στοιχεία Borg ανά υποομάδα παρέμβασης

Συνθήκη	Ομάδες	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Εξεταζόμενοι(N)
1	Κρυοθεραπεία	7,4000	0,98561	15
	Μάλαξη	7,4000	1,76473	15
	Συνδυασμός	7,2667	1,16292	15
	Ελέγχου	7,6667	1,63299	15
	Σύνολο	7,4333	1,39450	60
2	Κρυοθεραπεία	13,0667	2,08624	15
	Μάλαξη	11,8667	3,09069	15
	Συνδυασμός	12,1333	2,32584	15
	Ελέγχου	13,8667	2,77403	15
	Σύνολο	12,7333	2,65449	60
3	Κρυοθεραπεία	11,6667	3,61873	15
	Μάλαξη	9,6000	3,20268	15
	Συνδυασμός	10,6667	1,83874	15
	Ελέγχου	10,9333	2,54858	15
	Σύνολο	10,7167	2,90582	60
4	Κρυοθεραπεία	10,4000	2,35433	15
	Μάλαξη	8,4667	2,13363	15
	Συνδυασμός	9,9333	1,90738	15
	Ελέγχου	10,8667	3,24844	15
	Σύνολο	9,9167	2,56635	60
5	Κρυοθεραπεία	8,0667	1,48645	15
	Μάλαξη	7,4000	1,63881	15
	Συνδυασμός	8,3333	1,71825	15
	Ελέγχου	9,3333	3,03942	15
	Σύνολο	8,2833	2,13201	60

Στο πίνακα 5.1.2 παρουσιάζονται τα στοιχεία για τον έλεγχο της σφαιρικότητας των μετρήσεων. Στην περίπτωση μας η προϋπόθεση της σφαιρικότητας δεν ισχύει (το p είναι στατιστικώς σημαντικό) οπότε θα χρησιμοποιηθεί ο δείκτης Huynh-Feldt ο οποίος δείχνει ότι δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική επίδραση του χρόνου μέτρησης,  $F=1,271, p=0,247$  στην αίσθηση κόπωσης (Κλίμακα μέτρησης Borg) (πίνακας 5.1.3).

**Πίνακας 5.1.2 Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test**

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
time	0,451	43,365	9	0,000	0,775	0,870	0,250

**Πίνακας 5.1.3 Επίδραση χρόνου μέτρησης στη BORG**

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Χρόνος	Sphericity Assumed	1041,500	4	260,375	87,186	0,000	0,609
	Greenhouse-Geisser	1041,500	3,101	335,875	87,186	0,000	0,609
	Huynh-Feldt	1041,500	3,479	299,343	87,186	0,000	0,609
	Lower-bound	1041,500	1,000	1041,500	87,186	0,000	0,609
Χρόνος * ομάδες	Sphericity Assumed	45,540	12	3,795	1,271	0,237	0,064
	Greenhouse-Geisser	45,540	9,303	4,895	1,271	0,254	0,064
	Huynh-Feldt	45,540	10,438	4,363	1,271	0,247	0,064
	Lower-bound	45,540	3,000	15,180	1,271	0,293	0,064
Error(time)	Sphericity Assumed	668,960	224	2,986			
	Greenhouse-Geisser	668,960	173,648	3,852			
	Huynh-Feldt	668,960	194,840	3,433			
	Lower-bound	668,960	56,000	11,946			

Στον πίνακα 5.1.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνει ότι δεν υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στην επίδραση των υποομάδων παρέμβασης όσον αφορά την αίσθηση της κόπωσης ( $f=2,236$ ,  $p=0,094$ ).

**Πίνακας 5.1.4** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της κλίμακας BORG

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	28910,083	1	28910,083	1867,232	0,000	0,971
Ομάδες	103,877	3	34,626	2,236	0,094	0,107
Error	867,040	56	15,483			

Στον παρακάτω πίνακα έχει πραγματοποιηθεί επιμέρους ανάλυση με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni (πίνακας 5.1.5). Παρατηρείται πως η αίσθηση κόπωσης υποχωρεί, όχι σημαντικά όμως, και στις τρεις υποομάδες παρέμβασης, συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Φαίνεται, επίσης, ότι η μάλαξη επιφέρει τα καλύτερα αποτελέσματα σχετικά με τις άλλες υποομάδες, χωρίς σημαντικές στατιστικές διαφορές.

**Πίνακας 5.1.5** Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni

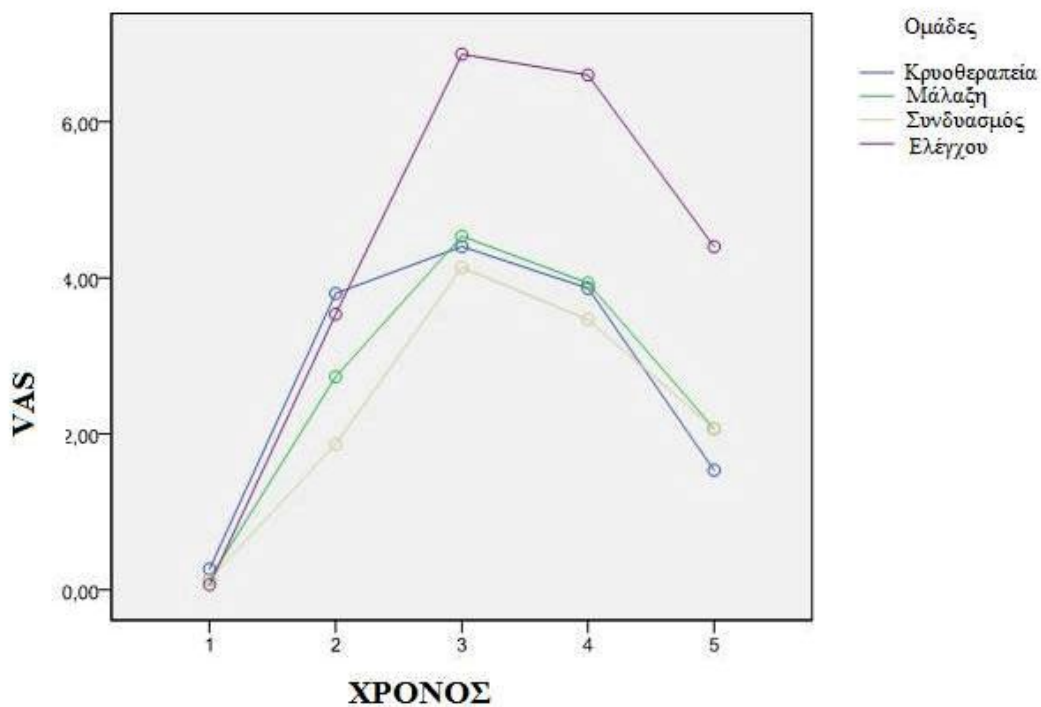
(I) Ομάδες	(J) Ομάδες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Κρυσθεραπεία	Μάλαξη	1,1733	,64255	0,439	-0,5842	2,9309
	Συνδυασμός	0,4533	,64255	1,000	-1,3042	2,2109
	Ελέγχου	-0,4133	,64255	1,000	-2,1709	1,3442
Μάλαξη	Κρυσθεραπεία	-1,1733	,64255	0,439	-2,9309	0,5842
	Συνδυασμός	-0,7200	,64255	1,000	-2,4775	1,0375
	Ελέγχου	-1,5867	,64255	0,100	-3,3442	0,1709
Συνδυασμός	Κρυσθεραπεία	-0,4533	,64255	1,000	-2,2109	1,3042
	Μάλαξη	0,7200	,64255	1,000	-1,0375	2,4775
	Ελέγχου	-0,8667	,64255	1,000	-2,6242	0,8909
Ελέγχου	Κρυσθεραπεία	0,4133	,64255	1,000	-1,3442	2,1709
	Μάλαξη	1,5867	,64255	0,100	-0,1709	3,3442
	Συνδυασμός	0,8667	,64255	1,000	-0,8909	2,6242

## 5.2 Αποτελέσματα κλίμακας Vas

Στον πίνακα 5.2.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα για τις συνθήκες της εξαρτημένης μεταβλητής (αίσθηση πόνου (VAS)) που συμμετέχει στην ανάλυση. Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα τα επίπεδα της αίσθησης πόνου (Vas) αυξάνονται κατά πολύ στην δεύτερη (2) και τρίτη (3) συνθήκη και στη συνέχεια πέφτουν σταδιακά, σε όλες τις υποομάδες.

Τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται και στο διάγραμμα 5.2.1 όπου γίνεται αντιληπτή η σημαντική διαφορά στα επίπεδα αίσθησης του πόνου μεταξύ των υποομάδων παρέμβασης και της ομάδας ελέγχου. Παράλληλα είναι διακριτό πως η υποομάδα συνδυασμού μάλιαξης και κρυοθεραπείας επέφερε θετικότερα αποτελέσματα σχετικά με τις υποομάδες κρυοθεραπείας και μάλιαξης, χωρίς σημαντικές στατιστικές διαφορές.

Διάγραμμα 5.2.1 Αποτελέσματα VAS



**Πίνακας 5.2.1** Περιγραφικά στοιχεία Vas ανά υποομάδα παρέμβασης

Συνθήκη	Ομάδες	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Εξεταζόμενοι(N)
1	Κρυοθεραπεία	0,2667	0,45774	15
	Μάλαξη	0,1333	0,35187	15
	Συνδυασμός	0,1333	0,35187	15
	Ελέγχου	0,0667	0,25820	15
	Σύνολο	0,1500	0,36008	60
2	Κρυοθεραπεία	3,8000	2,07709	15
	Μάλαξη	2,7333	1,27988	15
	Συνδυασμός	1,8667	1,12546	15
	Ελέγχου	3,5333	1,76743	15
	Σύνολο	2,9833	1,74173	60
3	Κρυοθεραπεία	4,4000	2,29285	15
	Μάλαξη	4,5333	1,88478	15
	Συνδυασμός	4,1333	1,68466	15
	Ελέγχου	6,8667	1,50555	15
	Σύνολο	4,9833	2,12724	60
4	Κρυοθεραπεία	3,8667	1,68466	15
	Μάλαξη	3,9333	2,08624	15
	Συνδυασμός	3,4667	1,68466	15
	Ελέγχου	6,6000	1,80476	15
	Σύνολο	4,4667	2,17432	60
5	Κρυοθεραπεία	1,5333	0,99043	15
	Μάλαξη	2,0667	1,66762	15
	Συνδυασμός	2,0667	1,48645	15
	Ελέγχου	4,4000	1,95667	15
	Σύνολο	2,5167	1,89103	60



Στην συνέχεια παρατίθεται πίνακας για τον έλεγχο της σφαιρικότητας των μετρήσεων (πίνακας 5.2.2), όπου και φαίνεται ότι η προϋπόθεση της σφαιρικότητας δεν ισχύει (το p είναι στατιστικώς σημαντικό). Άρα θα χρησιμοποιηθεί ο δείκτης Huynh-Feldt ο οποίος δείχνει ότι βρέθηκε στατιστικώς σημαντική επίδραση του χρόνου μέτρησης,  $F=5,788$  ,  $p=0,000$ , στην αίσθηση του πόνου (Κλίμακα Μέτρησης VAS)(πίνακας 5.2.3).

**Πίνακας 5.2.2** Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
vas	0,542	33,363	9	0,000	0,788	0,885	0,250

**Πίνακας 5.2.3** Επίδραση χρόνου μέτρησης στη VAS

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
vas	Sphericity Assumed	866,347	4	216,587	145,756	0,000	0,722
	Greenhouse-Geisser	866,347	3,152	274,863	145,756	0,000	0,722
	Huynh-Feldt	866,347	3,541	244,688	145,756	0,000	0,722
	Lower-bound	866,347	1,000	866,347	145,756	0,000	0,722
vas * ομάδες	Sphericity Assumed	103,200	12	8,600	5,788	0,000	0,237
	Greenhouse-Geisser	103,200	9,456	10,914	5,788	0,000	0,237
	Huynh-Feldt	103,200	10,622	9,716	5,788	0,000	0,237
	Lower-bound	103,200	3,000	34,400	5,788	0,002	0,237
Error(vas)	Sphericity Assumed	332,853	224	1,486			
	Greenhouse-Geisser	332,853	176,508	1,886			
	Huynh-Feldt	332,853	198,275	1,679			
	Lower-bound	332,853	56,000	5,944			

Στον πίνακα 5.2.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης, που δείχνουν ότι υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στην επίδραση των υποομάδων παρέμβασης όσον αφορά την αίσθηση του πόνου ( $F=9,420$ ,  $p=0,000$ ).

**Πίνακας 5.2.4** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της κλίμακας VAS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	2736,120	1	2736,120	454,289	0,000	0,890
Ομάδες	170,200	3	56,733	9,420	0,000	0,335
Error	337,280	56	6,023			

Στον πίνακα 5.2.5 πραγματοποιήθηκαν επιμέρους αναλύσεις με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων με βάση τη διόρθωση Bonferroni. Είναι φανερό πως η αίσθηση πόνου υποχωρεί σημαντικά ( $p=0,001$ ) και στις τρεις υποομάδες παρέμβασης συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Επιπλέον παρατηρείται πως η υποομάδα συνδυασμού μάλαξης και κρυοθεραπείας εμφάνισε τα καλύτερα αποτελέσματα σχετικά με τις υπόλοιπες δύο (κρυοθεραπείας, μάλαξης) χωρίς όμως να υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά ( $p=1,000$ ).

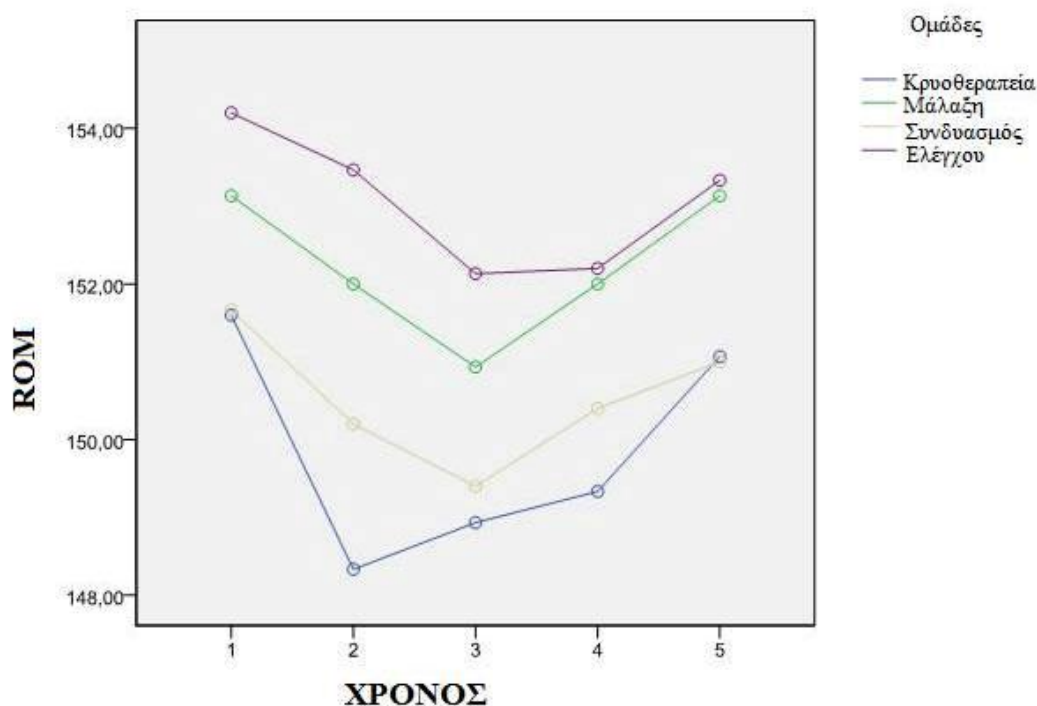
**Πίνακας 5.2.5** Μετά-ANOVA ανάλυση και πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni

(I) Ομάδες	(J) Ομάδες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	0,093	0,401	1,000	-1,003	1,190
	Συνδυασμός	0,440	0,401	1,000	-0,656	1,536
	Ελέγχου	-1,520*	0,401	0,002	-2,616	-0,424
Μάλαξη	Κρυοθεραπεία	-0,093	0,401	1,000	-1,190	1,003
	Συνδυασμός	0,347	0,401	1,000	-0,750	1,443
	Ελέγχου	-1,613*	0,401	0,001	-2,710	-0,517
Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	-0,440	0,401	1,000	-1,536	0,656
	Μάλαξη	-0,347	0,401	1,000	-1,443	0,750
	Ελέγχου	-1,960*	0,401	0,000	-3,056	-0,864
Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	1,520*	0,401	0,002	0,424	2,616
	Μάλαξη	1,613*	0,401	0,001	0,517	2,710
	Συνδυασμός	1,960*	0,401	0,000	0,864	3,056

### 5.3 Αποτελέσματα εύρους τροχιάς κάμψης γόνατος (ROM)

Στον πίνακα 5.3.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα για τις συνθήκες της εξαρτημένης μεταβλητής (εύρος τροχιάς γόνατος) που συμμετέχει στην ανάλυση. Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα τα επίπεδα του εύρους κίνησης (ROM), μειώνονται κατά μικρό ποσοστό στην δεύτερη (2) και τρίτη (3) συνθήκη και στην συνέχεια επανέρχονται στα αρχικά επίπεδα. Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται στο επόμενο διάγραμμα κάνοντας διακριτό το γεγονός ότι καμία υποομάδα παρέμβασης δεν κατάφερε να βελτιώσει τα επίπεδα εύρους κίνησης (διάγραμμα 5.3.1).

**Διάγραμμα 5.3.1** Αποτελέσματα ROM



**Πίνακας 5.3.1** Περιγραφικά στοιχεία εύρους κίνησης (ROM) ανά υποομάδα παρέμβασης

Συνθήκη	Ομάδες	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Εξεταζόμενοι(N)
1	Κρυσθεραπεία	151,6000	6,73795	15
	Μάλαξη	153,1333	4,96943	15
	Συνδυασμός	151,6667	5,08031	15
	Ελέγχου	154,2000	4,82849	15
	Σύνολο	152,6500	5,43006	60

2	Κρυοθεραπεία	148,3333	7,09795	15
	Μάλαξη	152,0000	5,05682	15
	Συνδυασμός	150,2000	5,45370	15
	Ελέγχου	153,4667	5,04079	15
	Σύνολο	151,0000	5,90604	60
3	Κρυοθεραπεία	148,9333	8,53118	15
	Μάλαξη	150,9333	5,99365	15
	Συνδυασμός	149,4000	5,80394	15
	Ελέγχου	152,1333	4,64245	15
	Σύνολο	150,3500	6,36682	60
4	Κρυοθεραπεία	149,3333	7,15808	15
	Μάλαξη	152,0000	5,22357	15
	Συνδυασμός	150,4000	5,67954	15
	Ελέγχου	152,2000	5,19890	15
	Σύνολο	150,9833	5,84109	60
5	Κρυοθεραπεία	151,0667	5,29780	15
	Μάλαξη	153,1333	4,59606	15
	Συνδυασμός	151,0000	5,41163	15
	Ελέγχου	153,3333	4,76095	15
	Σύνολο	152,1333	5,02356	60

Στην συνέχεια ο πίνακας 5.3.2 αναφέρεται στον έλεγχο της σφαιρικότητας των μετρήσεων. Στην περίπτωση μας η προϋπόθεση της σφαιρικότητας δεν ισχύει (το p είναι στατιστικώς σημαντικό) οπότε θα χρησιμοποιηθεί ο δείκτης Huynh-Feldt ο οποίος δείχνει ότι δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική επίδραση του χρόνου μέτρησης,  $F=1,057, p=0,397$  επίπεδα εύρους κίνησης (ROM) (πίνακας 5.3.3).

**Πίνακας 5.3.2** Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test

Within Subjects Effect	Mauchly'sW	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
ROM	0,386	51,773	9	0,000	0,651	0,723	0,250

**Πίνακας 5.3.3** Επίδραση χρόνου μέτρησης στο ROM

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
ROM	Sphericity Assumed	212,020	4	53,005	13,637	0,000	0,196
	Greenhouse-Geisser	212,020	2,606	81,369	13,637	0,000	0,196
	Huynh-Feldt	212,020	2,891	73,349	13,637	0,000	0,196
	Lower-bound	212,020	1,000	212,020	13,637	0,001	0,196
ROM * ομάδες	Sphericity Assumed	49,313	12	4,109	1,057	0,398	0,054
	Greenhouse-Geisser	49,313	7,817	6,308	1,057	0,396	0,054
	Huynh-Feldt	49,313	8,672	5,687	1,057	0,397	0,054
	Lower-bound	49,313	3,000	16,438	1,057	0,375	0,054
Error(ROM)	Sphericity Assumed	870,667	224	3,887			
	Greenhouse-Geisser	870,667	145,917	5,967			
	Huynh-Feldt	870,667	161,871	5,379			
	Lower-bound	870,667	56,000	15,548			

Στον πίνακα 5.3.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνουν ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην επίδραση των υποομάδων παρέμβασης όσον αφορά τα επίπεδα εύρους κίνησης ( $f=1,121$ ,  $p=0,348$ ).

**Πίνακας 5.3.4** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα εύρους κίνησης

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	6878707,763	1	6878707,763	46554,147	0,000	0,999
Ομάδες	496,837	3	165,612	1,121	0,348	0,057
Error	8274,400	56	147,757			

Στον πίνακα 5.3.5 έχει πραγματοποιηθεί επιμέρους ανάλυση με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni. Παρατηρείται πως τα επίπεδα εύρους κίνησης μειώνονται μετά την 1<sup>η</sup> συνθήκη και επανέρχονται στην τελευταία χωρίς να σημειώνεται σημαντική διαφορά μεταξύ των υποομάδων.

**Πίνακας 5.3.5** Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni

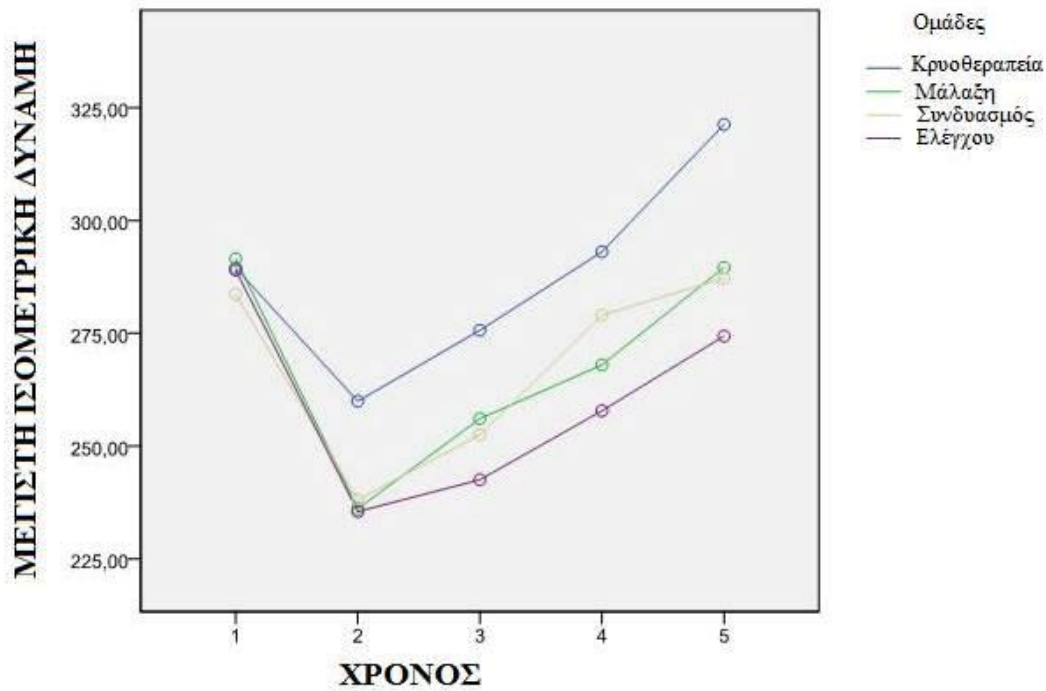
(I) Ομάδες	(J) Ομάδες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	-2,387	1,985	1,000	-7,816	3,043
	Συνδυασμός	-0,680	1,985	1,000	-6,109	4,749
	Ελέγχου	-3,213	1,985	0,667	-8,643	2,216
Μάλαξη	Κρυοθεραπεία	2,387	1,985	1,000	-3,043	7,816
	Συνδυασμός	1,707	1,985	1,000	-3,723	7,136
	Ελέγχου	-0,827	1,985	1,000	-6,256	4,603
Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	0,680	1,985	1,000	-4,749	6,109
	Μάλαξη	-1,707	1,985	1,000	-7,136	3,723
	Ελέγχου	-2,533	1,985	1,000	-7,963	2,896
Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	3,213	1,985	0,667	-2,216	8,643
	Μάλαξη	0,827	1,985	1,000	-4,603	6,256
	Συνδυασμός	2,533	1,985	1,000	-2,896	7,963

#### 5.4 Αποτελέσματα μέγιστης ισομετρικής δύναμης τετρακεφάλου

Στον πίνακα 5.4.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα για τις συνθήκες της εξαρτημένης μεταβλητής (μέγιστη ισομετρική δύναμη (ΜΙΔ)) που συμμετέχει στην ανάλυση. Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα τα επίπεδα της μέγιστης ισομετρικής δύναμης (ΜΙΔ), μειώνονται κατά την δεύτερη (2) και τρίτη (3) συνθήκη ενώ αρχίζουν να ανακάμπτουν στη τέταρτη (4) και πέμπτη (5), για όλες τις υποομάδες.

Όλα τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται και στο αμέσως επόμενο διάγραμμα 5.4.1. Είναι λοιπόν εμφανές ότι η ομάδα κρυοθεραπείας εμφάνισε τη μικρότερη πτώση στα επίπεδα μέγιστης ισομετρικής δύναμης. Επίσης φαίνεται πως η ομάδα ελέγχου, όπως είναι φυσικό, εμφάνισε την μεγαλύτερη πτώση και παράλληλα την μικρότερη ανάκαμψη, χωρίς όμως να σημειώνεται στατιστικώς σημαντική διαφορά.

Διάγραμμα 5.4.1 Αποτελέσματα ΜΙΔ



Πίνακας 5.4.1 Περιγραφικά στοιχεία ΜΙΔ ανά υποομάδα παρέμβασης

Συνθήκη	Ομάδες	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Εξεταζόμενοι(N)
1	Κρυοθεραπεία	289,4400	60,44487	15
	Μάλαξη	291,5267	58,23380	15
	Συνδυασμός	283,6533	57,01670	15
	Ελέγχου	289,0133	67,09820	15
	Σύνολο	288,4083	59,32903	60
2	Κρυοθεραπεία	259,9667	52,80508	15
	Μάλαξη	236,1267	44,34362	15
	Συνδυασμός	238,1533	57,67631	15
	Ελέγχου	235,4867	70,55461	15
	Σύνολο	242,4333	56,60387	60
3	Κρυοθεραπεία	275,6800	53,32337	15
	Μάλαξη	256,0933	43,27714	15
	Συνδυασμός	252,5067	67,30300	15
	Ελέγχου	242,5467	74,80429	15
	Σύνολο	256,7067	60,57087	60
4	Κρυοθεραπεία	293,0800	41,86537	15

	Μάλαξη	267,9867	41,75917	15
	Συνδυασμός	279,0067	67,14418	15
	Ελέγχου	257,8200	81,11278	15
	Σύνολο	274,4733	60,29178	60
5	Κρυοθεραπεία	321,2867	51,92856	15
	Μάλαξη	289,6133	50,82131	15
	Συνδυασμός	287,2200	70,03363	15
	Ελέγχου	274,3867	82,96666	15
	Σύνολο	293,1267	65,97597	60

Στο επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα στοιχεία για τον έλεγχο της σφαιρικότητας των μετρήσεων (πίνακας 5.4.2). Στην περίπτωση μας η προϋπόθεση της σφαιρικότητας δεν ισχύει (το  $p$  είναι στατιστικώς σημαντικό) οπότε θα χρησιμοποιηθεί ο δείκτης Huynh-Feldt ο οποίος δείχνει ότι δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική επίδραση του χρόνου μέτρησης,  $F=1,498, p=0,141$  στα επίπεδα ΜΙΑ (πίνακας 5.4.3)

**Πίνακας 5.4.2** Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
ΜΙΑ	0,462	42,076	9	0,000	0,757	0,848	0,250

**Πίνακας 5.4.3** Επίδραση χρόνου μέτρησης στη ΜΙΑ

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Χρόνος	Sphericity Assumed	109503,175	4	27375,794	42,258	0,000	0,430
	Greenhouse-Geisser	109503,175	3,028	36159,034	42,258	0,000	0,430
	Huynh-Feldt	109503,175	3,392	32278,670	42,258	0,000	0,430
	Lower-bound	109503,175	1,000	109503,175	42,258	0,000	0,430
Χρόνος * ομάδες	Sphericity Assumed	11647,803	12	970,650	1,498	0,126	0,074
	Greenhouse-Geisser	11647,803	9,085	1282,073	1,498	0,151	0,074
	Huynh-Feldt	11647,803	10,177	1144,489	1,498	0,141	0,074
	Lower-bound	11647,803	3,000	3882,601	1,498	0,225	0,074



Error(MIΔ)	Sphericity Assumed	145111,698	224	647,820			
	Greenhouse-Geisser	145111,698	169,589	855,666			
	Huynh-Feldt	145111,698	189,976	763,842			
	Lower-bound	145111,698	56,000	2591,280			

Στον πίνακα 5.4.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνει ότι δεν υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην επίδραση των υποομάδων παρέμβασης όσον αφορά τα επίπεδα της ΜΙΔ ( $f=0,665$ ,  $p=0,577$ ).

**Πίνακας 5.4.4** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της Μέγιστης Ισομετρικής Δύναμης (ΜΙΔ)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	2,204E7	1	2,204E7	1377,636	0,000	0,961
Ομάδες	31906,420	3	10635,473	0,665	0,577	0,034
Error	895794,710	56	15996,334			

Στην συνέχεια παρατίθεται πίνακας όπου έχει πραγματοποιηθεί επιμέρους ανάλυση με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων υπό διόρθωση Bonferroni (πίνακας 5.4.5). Φαίνεται, παρότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των υποομάδων, όσον αναφορά τη διακύμανση των επιπέδων της ΜΙΔ, πως η κρυοθεραπεία συνέβαλλε στην αποκατάσταση της ΜΙΔ σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με τις άλλες παρεμβάσεις, ενώ παράλληλα αξίζει να σημειωθεί πως η υποομάδα παρέμβασης εμφάνισε τη χειρότερη διακύμανση στα επίπεδα της ΜΙΔ.

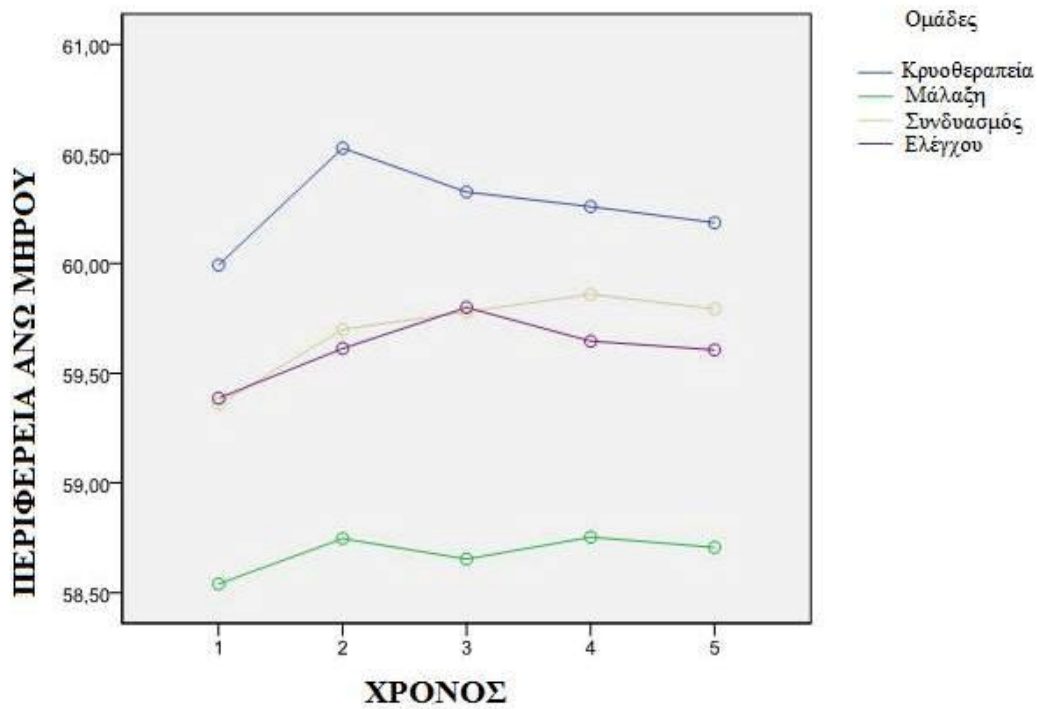
**Πίνακας 5.4.5** Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni

(I) Ομάδες	(J) Ομάδες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	19,621	20,654	1,000	-36,871	76,113
	Συνδυασμός	19,783	20,654	1,000	-36,709	76,275
	Ελέγχου	28,040	20,654	1,000	-28,452	84,532
Μάλαξη	Κρυοθεραπεία	-19,621	20,654	1,000	-76,113	36,871
	Συνδυασμός	0,161	20,654	1,000	-56,331	56,653
	Ελέγχου	8,419	20,654	1,000	-48,073	64,911
Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	-19,783	20,654	1,000	-76,275	36,709
	Μάλαξη	-0,161	20,654	1,000	-56,653	56,331
	Ελέγχου	8,257	20,654	1,000	-48,235	64,749
Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	-28,040	20,654	1,000	-84,532	28,452
	Μάλαξη	-8,419	20,654	1,000	-64,911	48,073
	Συνδυασμός	-8,257	20,654	1,000	-64,749	48,235

### 5.5 Αποτελέσματα περιφέρειας άνω μηρού

Στον πίνακα 5.5.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα για τις συνθήκες της εξαρτημένης μεταβλητής (περιφέρεια άνω μηρού (ΠΑΜ)) που συμμετέχει στην ανάλυση. Φαίνεται από τα αποτελέσματα πως οι τιμές της περιφέρειας άνω μηρού (ΠΑΜ) αυξάνονται σε στην δεύτερη συνθήκη (2) και στην συνέχεια πέφτουν σταδιακά, σε όλες τις υποομάδες, χωρίς σημαντικές στατιστικές διαφορές. Τα παραπάνω αποτελέσματα διαγράφονται στο παρακάτω διάγραμμα 5.5.1 όπου είναι διακριτό πως οι τιμές της ΠΑΜ αυξάνονται στην δεύτερη συνθήκη (2) και στην τρίτη (3), όσον αφορά τις υποομάδες συνδυασμού και ελέγχου, και στην συνέχεια ακολουθούν πτωτική πορεία.

**Διάγραμμα 5.5.1** Αποτελέσματα ΠΑΜ



**Πίνακας 5.5.1** Περιγραφικά στοιχεία ΠΑΜ ανά υποομάδα παρέμβασης

Συνθήκη	Ομάδες	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Εξεταζόμενοι(N)
1	Κρυοθεραπεία	59,9933	3,54088	15
	Μάλαξη	58,5400	5,05722	15
	Συνδυασμός	59,3600	4,02045	15
	Ελέγχου	59,3867	4,44825	15
	Σύνολο	59,3200	4,22446	60
2	Κρυοθεραπεία	60,5267	3,97267	15
	Μάλαξη	58,7467	5,06287	15
	Συνδυασμός	59,7000	4,02616	15
	Ελέγχου	59,6133	4,51914	15
	Σύνολο	59,6467	4,35012	60
3	Κρυοθεραπεία	60,3267	3,76231	15
	Μάλαξη	58,6533	5,04733	15
	Συνδυασμός	59,7800	4,12401	15
	Ελέγχου	59,8000	4,48601	15
	Σύνολο	59,6400	4,31203	60
4	Κρυοθεραπεία	60,2600	3,85983	15
	Μάλαξη	58,7533	5,02350	15

	Συνδυασμός	59,8600	4,20116	15
	Ελέγχου	59,6467	4,51393	15
	Σύνολο	59,6300	4,34235	60
5	Κρυοθεραπεία	60,1867	3,85225	15
	Μάλαξη	58,7067	4,99464	15
	Συνδυασμός	59,7933	4,13305	15
	Ελέγχου	59,6067	4,46230	15
	Σύνολο	59,5733	4,30328	60

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα στοιχεία για τον έλεγχο της σφαιρικότητας των μετρήσεων (πίνακας 5.5.2). Στην περίπτωση μας η προϋπόθεση της σφαιρικότητας δεν ισχύει (το  $p$  είναι στατιστικώς σημαντικό) οπότε θα χρησιμοποιηθεί ο δείκτης Huynh-Feldt ο οποίος δείχνει ότι δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική επίδραση του χρόνου μέτρησης,  $F=1,704$ ,  $p=0,095$  στις τιμές της ΠΑΜ (πίνακας 5.5.3).

**Πίνακας 5.5.2** Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
ΠΑΜ	0,172	95,861	9	0,000	0,651	0,722	0,250

**Πίνακας 5.5.3** Επίδραση χρόνου μέτρησης στη ΠΑΜ

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
ΠΑΜ	Sphericity Assumed	4,594	4	1,149	13,021	0,000	0,189
	Greenhouse-Geisser	4,594	2,603	1,765	13,021	0,000	0,189
	Huynh-Feldt	4,594	2,888	1,591	13,021	0,000	0,189
	Lower-bound	4,594	1,000	4,594	13,021	0,001	0,189
ΠΑΜ * ομάδες	Sphericity Assumed	1,804	12	0,150	1,704	0,067	0,084
	Greenhouse-Geisser	1,804	7,810	0,231	1,704	0,104	0,084
	Huynh-Feldt	1,804	8,663	0,208	1,704	0,095	0,084
	Lower-bound	1,804	3,000	0,601	1,704	0,177	0,084
Error(ΠΑΜ)	Sphericity Assumed	19,758	224	0,088			
	Greenhouse-Geisser	19,758	145,780	0,136			

Huynh-Feldt	19,758	161,710	0,122			
Lower-bound	19,758	56,000	0,353			

Στον πίνακα 5.5.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνουν ότι δεν υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην επίδραση των υποομάδων παρέμβασης όσον αφορά τη διακύμανση των τιμών ΠΑΜ ( $f=0,336$ ,  $p=0,799$ ).

**Πίνακας 5.5.4** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στις τιμές ΠΑΜ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	1064289,553	1	1064289,553	11132,679	0,000	0,995
Ομάδες	96,324	3	32,108	0,336	0,799	0,018
Error	5353,627	56	95,600			

Στον αμέσως επόμενο πίνακα έχει πραγματοποιηθεί επιμέρους ανάλυση με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni (πίνακας 5.5.5). Παρατηρείται πως οι τιμές της ΠΑΜ είναι σε παρόμοια επίπεδα για όλες τις υποομάδες χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

**Πίνακας 5.5.5** Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni

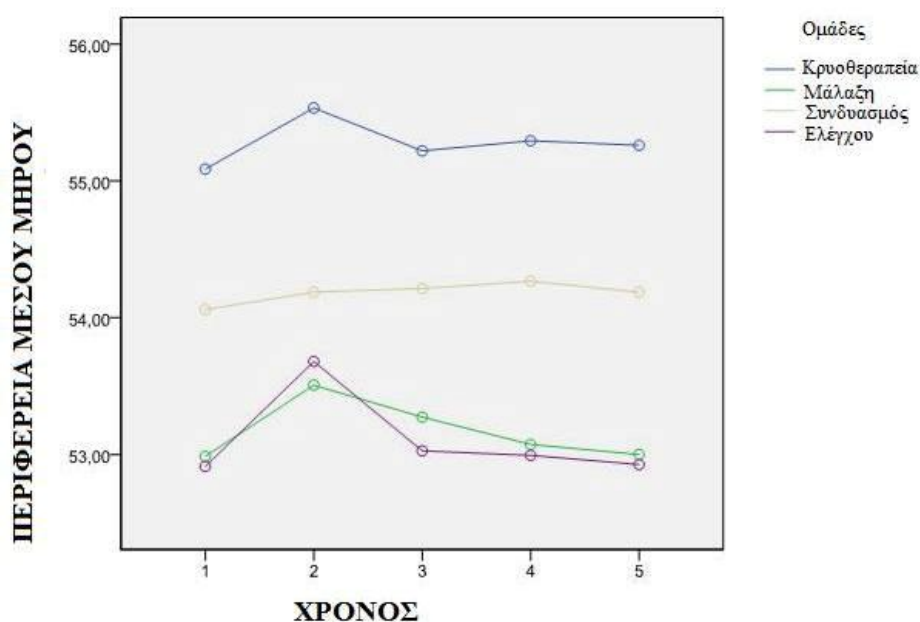
(I) Ομάδες	(J) Ομάδες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	1,5787	1,59667	1,000	-2,7886	5,9459
	Συνδυασμός	0,5600	1,59667	1,000	-3,8072	4,9272
	Ελέγχου	0,6480	1,59667	1,000	-3,7192	5,0152
Μάλαξη	Κρυοθεραπεία	-1,5787	1,59667	1,000	-5,9459	2,7886
	Συνδυασμός	-1,0187	1,59667	1,000	-5,3859	3,3486
	Ελέγχου	-0,9307	1,59667	1,000	-5,2979	3,4366
Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	-0,5600	1,59667	1,000	-4,9272	3,8072
	Μάλαξη	1,0187	1,59667	1,000	-3,3486	5,3859
	Ελέγχου	0,0880	1,59667	1,000	-4,2792	4,4552
Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	-0,6480	1,59667	1,000	-5,0152	3,7192
	Μάλαξη	0,9307	1,59667	1,000	-3,4366	5,2979
	Συνδυασμός	-0,0880	1,59667	1,000	-4,4552	4,2792

## 5.6 Αποτελέσματα περιφέρειας μέσου μηρού

Στον πίνακα (5.6.1) παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα για τις συνθήκες της εξαρτημένης μεταβλητής (περιφέρεια μέσου μηρού (ΠΜΜ)) που συμμετέχει στην ανάλυση. Φαίνεται από τα αποτελέσματα πως οι τιμές της περιφέρειας μέσου μηρού (ΠΜΜ) αυξάνονται στην δεύτερη συνθήκη (2) και στην συνέχεια πέφτουν σταδιακά, σε όλες τις υποομάδες, χωρίς σημαντικές στατιστικές διαφορές. Τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται και στο διάγραμμα 5.6.1.

Όπως φαίνεται οι τιμές της ΠΜΜ αυξάνονται στην δεύτερη συνθήκη (2) και στην συνέχεια ακολουθούν πτωτική πορεία, χωρίς να υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ομάδες. Αξιοσημείωτο όμως είναι, πως η υποομάδα συνδυασμού και μάλαξης δεν παρουσίασε, παρόμοια με τις υπόλοιπες υποομάδες, αύξηση των τιμών της ΠΜΜ, αλλά πολύ μικρότερη.

Διάγραμμα 5.6.1 Αποτελέσματα ΠΜΜ



Πίνακας 5.6.1 Περιγραφικά στοιχεία ΠΜΜ ανά υποομάδα παρέμβασης

Συνθήκη	Ομάδες	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Εξεταζόμενοι(N)
1	Κρυοθεραπεία	55,0867	3,16766	15
	Μάλαξη	52,9867	3,86871	15
	Συνδυασμός	54,0600	3,55443	15
	Ελέγχου	52,9133	3,81105	15

	Σύνολο	53,7617	3,63062	60
2	Κρυοθεραπεία	55,5333	3,21173	15
	Μάλαξη	53,5067	4,19634	15
	Συνδυασμός	54,1867	3,49098	15
	Ελέγχου	53,6800	4,97382	15
	Σύνολο	54,2267	4,00381	60
3	Κρυοθεραπεία	55,2200	3,17517	15
	Μάλαξη	53,2733	4,16233	15
	Συνδυασμός	54,2133	3,46449	15
	Ελέγχου	53,0267	3,77065	15
	Σύνολο	53,9333	3,67228	60
4	Κρυοθεραπεία	55,2933	3,14562	15
	Μάλαξη	53,0733	3,97662	15
	Συνδυασμός	54,2667	3,53829	15
	Ελέγχου	52,9933	3,73602	15
	Σύνολο	53,9067	3,64603	60
5	Κρυοθεραπεία	55,2600	3,17958	15
	Μάλαξη	53,0000	3,88532	15
	Συνδυασμός	54,1867	3,57768	15
	Ελέγχου	52,9267	3,77179	15
	Σύνολο	53,8433	3,65084	60

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα στοιχεία για τον έλεγχο της σφαιρικότητας των μετρήσεων (πίνακας 5.6.2). Στην περίπτωση μας η προϋπόθεση της σφαιρικότητας δεν ισχύει (το  $p$  είναι στατιστικώς σημαντικό) οπότε θα χρησιμοποιηθεί ο δείκτης Huynh-Feldt ο οποίος δείχνει ότι δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική επίδραση του χρόνου μέτρησης,  $F=0,925$ ,  $p=0,459$ , στις τιμές της ΠΜΜ (πίνακας 5.6.3).

**Πίνακας 5.6.2** Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
ΠΜΜ	0,004	300,080	9	0,000	0,311	0,331	0,250

**Πίνακας 5.6.3** Επίδραση χρόνου μέτρησης στη ΠΜΜ

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
ΠΜΜ	Sphericity Assumed	7,459	4	1,865	5,570	0,000	0,090
	Greenhouse-Geisser	7,459	1,243	6,001	5,570	0,015	0,090
	Huynh-Feldt	7,459	1,325	5,628	5,570	0,013	0,090
	Lower-bound	7,459	1,000	7,459	5,570	0,022	0,090
ΠΜΜ * ομάδες	Sphericity Assumed	3,677	12	0,306	0,915	0,533	0,047
	Greenhouse-Geisser	3,677	3,729	0,986	0,915	0,455	0,047
	Huynh-Feldt	3,677	3,976	0,925	0,915	0,459	0,047
	Lower-bound	3,677	3,000	1,226	0,915	0,440	0,047
Error(ΠΜΜ)	Sphericity Assumed	75,000	224	0,335			
	Greenhouse-Geisser	75,000	69,607	1,077			
	Huynh-Feldt	75,000	74,226	1,010			
	Lower-bound	75,000	56,000	1,339			

Στον πίνακα 5.6.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνουν ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην επίδραση των υποομάδων παρέμβασης όσον αφορά τη διακύμανση των τιμών ΠΜΜ ( $f=1,164$ ,  $p=0,332$ ).

**Πίνακας 5.6.4** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στις τιμές της ΠΜΜ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	872673,694	1	872673,694	12943,032	0,000	0,996
Ομάδες	235,425	3	78,475	1,164	0,332	0,059
Error	3775,756	56	67,424			



Στον αμέσως επόμενο πίνακα έχει πραγματοποιηθεί επιμέρους ανάλυση με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni (πίνακας 5.6.5). Παρατηρείται πως οι τιμές της ΠΜΜ είναι σε παρόμοια επίπεδα για όλες τις υποομάδες χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

**Πίνακας 5.6.5** Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni

(I) Ομάδες	(J) Ομάδες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	2,111	1,341	0,727	-1,557	5,778
	Συνδυασμός	1,096	1,341	1,000	-2,572	4,764
	Ελέγχου	2,171	1,341	0,667	-1,497	5,838
Μάλαξη	Κρυοθεραπεία	-2,111	1,341	0,727	-5,778	1,557
	Συνδυασμός	-1,015	1,341	1,000	-4,682	2,653
	Ελέγχου	0,060	1,341	1,000	-3,608	3,728
Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	-1,096	1,341	1,000	-4,764	2,572
	Μάλαξη	1,015	1,341	1,000	-2,653	4,682
	Ελέγχου	1,075	1,341	1,000	-2,593	4,742
Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	-2,171	1,341	0,667	-5,838	1,497
	Μάλαξη	-0,060	1,341	1,000	-3,728	3,608
	Συνδυασμός	-1,075	1,341	1,000	-4,742	2,593

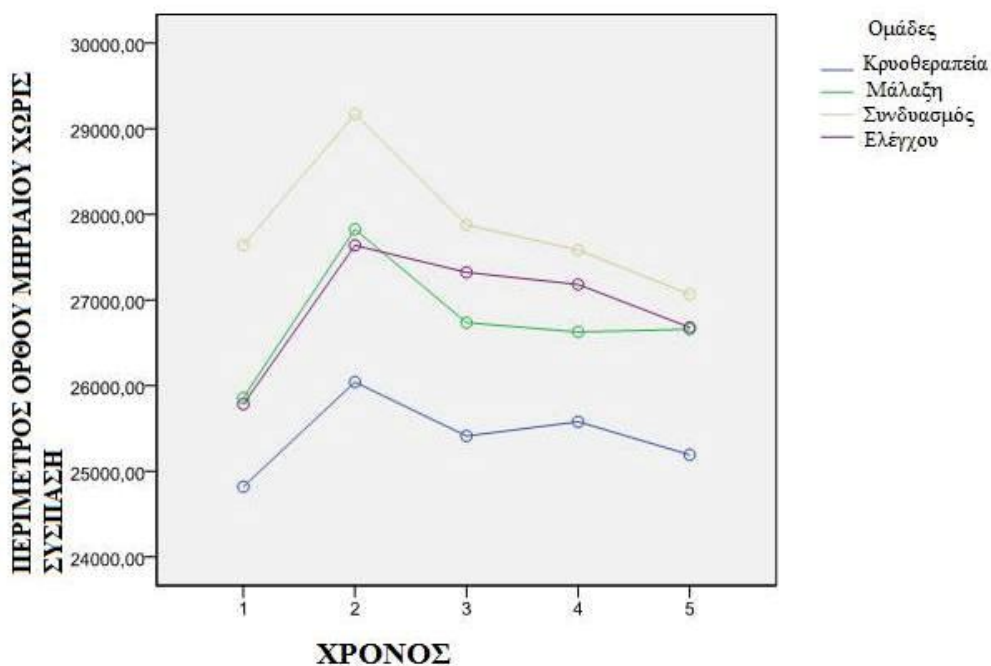
### 5.7 Αποτελέσματα περιμέτρου ορθού μηριαίου χωρίς σύσπαση

Στον πίνακα 5.7.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα για τις συνθήκες της εξαρτημένης μεταβλητής (περίμετρος ορθού μηριαίου (ΠΟΜ)) που συμμετέχει στην ανάλυση. Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα τα επίπεδα της περιμέτρου του ορθού μηριαίου χωρίς σύσπαση (ΠΟΜ), αυξάνονται σε μικρό ποσοστό στην δεύτερη συνθήκη (2) και στην συνέχεια πέφτουν σταδιακά, σε όλες τις υποομάδες.

Τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται και στο διάγραμμα 5.7.1. Όπως φαίνεται όλες οι ομάδες παρουσίασαν αύξηση της ΠΟΜ στην δεύτερη συνθήκη (2) και στην

συνέχεια είχαν σταδιακή πτώση, με την υποομάδα συνδυασμού να εμφανίζει ελαφρώς γρηγορότερη ανάκαμψη στα αρχικά επίπεδα της ΠΟΜ.

**Διάγραμμα 5.7.1** Αποτελέσματα ΠΟΜ



**Πίνακας 5.7.1** Περιγραφικά στοιχεία ΠΟΜ ανά υποομάδα παρέμβασης

Συνθήκη	Ομάδες	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Εξεταζόμενοι(N)
1	Κρυοθεραπεία	24819,7667	4883,19130	15
	Μάλαξη	25858,2667	4740,57769	15
	Συνδυασμός	27640,6333	5159,07919	15
	Ελέγχου	25783,7000	4062,49494	15
	Σύνολο	26025,5917	4719,90664	60
2	Κρυοθεραπεία	26042,2000	4588,31498	15
	Μάλαξη	27825,6333	5209,65944	15
	Συνδυασμός	29171,0000	5932,24373	15
	Ελέγχου	27637,7667	3469,45844	15
	Σύνολο	27669,1500	4888,31498	60
3	Κρυοθεραπεία	25412,6333	4459,47770	15
	Μάλαξη	26735,4000	5033,77379	15
	Συνδυασμός	27878,7333	5215,49883	15

	Ελέγχου	27322,9667	3413,23768	15
	Σύνολο	26837,4333	4561,24400	60
4	Κρυοθεραπεία	25578,3333	5274,22322	15
	Μάλαξη	26626,8333	5859,53095	15
	Συνδυασμός	27583,9333	5575,99456	15
	Ελέγχου	27181,2667	3588,96079	15
	Σύνολο	26742,5917	5075,31793	60
5	Κρυοθεραπεία	25193,3667	5640,07283	15
	Μάλαξη	26658,3000	6263,16325	15
	Συνδυασμός	27067,2000	5312,56018	15
	Ελέγχου	26680,9667	3864,17588	15
	Σύνολο	26399,9583	5255,18424	60

Στο επόμενο πινάκα παρουσιάζονται τα στοιχεία για τον έλεγχο της σφαιρικότητας των μετρήσεων (πίνακας 5.7.2). Στην περίπτωση μας η προϋπόθεση της σφαιρικότητας δεν ισχύει (το  $p$  είναι στατιστικώς σημαντικό) οπότε θα χρησιμοποιηθεί ο δείκτης Huynh-Feldt ο οποίος δείχνει ότι δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική επίδραση του χρόνου μέτρησης ( $F=1,067$ ,  $p=0,390$ ) στα επίπεδα της ΠΟΜ (πίνακας 5.7.3).

**Πίνακας 5.7.2** Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
ΠΟΜ	0,412	48,207	9	0,000	0,727	0,812	0,250

**Πίνακας 5.7.3** Επίδραση χρόνου μέτρησης στη ΠΟΜ

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Χρόνος	Sphericity Assumed	8,992E7	4	2,248E7	14,011	0,000	0,200
	Greenhouse-Geisser	8,992E7	2,908	3,093E7	14,011	0,000	0,200

	Huynh-Feldt	8,992E7	3,248	2,768E7	14,011	0,000	0,200
	Lower-bound	8,992E7	1,000	8,992E7	14,011	0,000	0,200
Χρόνος * ομάδες	Sphericity Assumed	2,055E7	12	1712259,537	1,067	0,389	0,054
	Greenhouse-Geisser	2,055E7	8,723	2355588,909	1,067	0,390	0,054
	Huynh-Feldt	2,055E7	9,745	2108572,381	1,067	0,390	0,054
	Lower-bound	2,055E7	3,000	6849038,148	1,067	0,370	0,054
Error(ΠΟΜ)	Sphericity Assumed	3,594E8	224	1604534,886			
	Greenhouse-Geisser	3,594E8	162,824	2207390,001			
	Huynh-Feldt	3,594E8	181,898	1975914,207			
	Lower-bound	3,594E8	56,000	6418139,543			

Στον πίνακα 5.7.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνουν ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην επίδραση των υποομάδων παρέμβασης όσον αφορά την ΠΟΜ ( $f=0,664$ ,  $p=0,578$ ).

**Πίνακας 5.7.4** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της ΠΟΜ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	2,144E11	1	2,144E11	1850,172	0,000	0,971
omades	2,308E8	3	7,692E7	0,664	0,578	0,034
Error	6,490E9	56	1,159E8			

Στον αμέσως επόμενο πίνακα έχει πραγματοποιηθεί επιμέρους ανάλυση με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni (πίνακας 5.7.5). Παρατηρείται πως η ΠΟΜ διατηρεί παρόμοια επίπεδα σε όλες τις υποομάδες χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, με μια ελαφρώς καλύτερη αποκατάσταση στην υποομάδα συνδυασμού μάλαξης και κρυοθεραπείας.

**Πίνακας 5.7.5** Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni

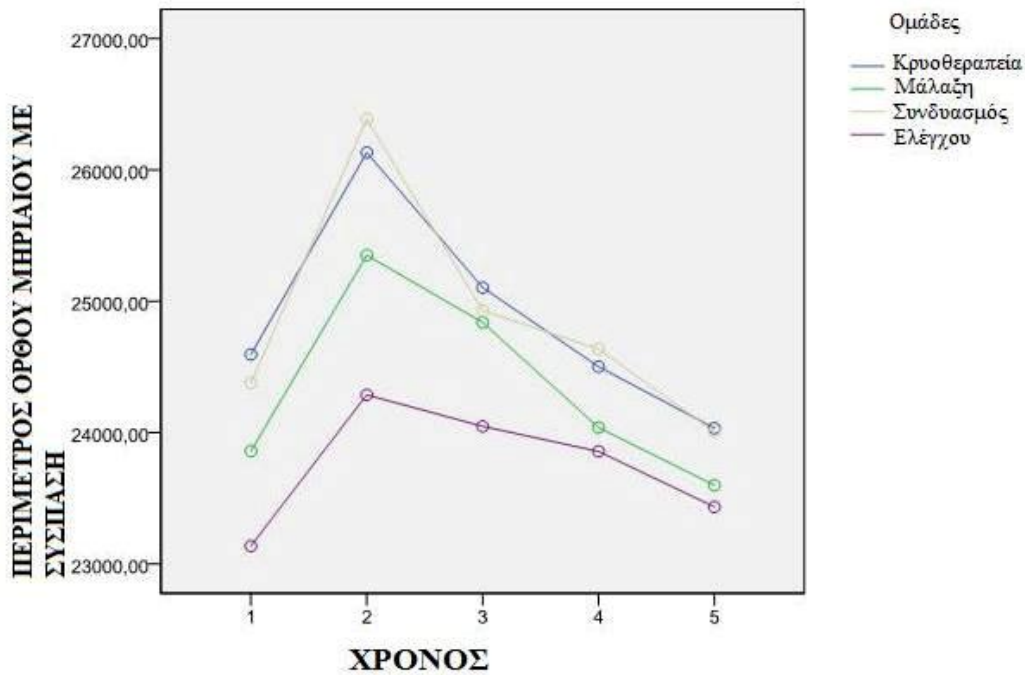
(I) Ομάδες	(J) Ομάδες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	-1331,6267	1757,99724	1,000	-6140,1368	3476,8834
	Συνδυασμός	-2459,0400	1757,99724	1,000	-7267,5501	2349,4701
	Ελέγχου	-1512,0733	1757,99724	1,000	-6320,5834	3296,4368
Μάλαξη	Κρυοθεραπεία	1331,6267	1757,99724	1,000	-3476,8834	6140,1368
	Συνδυασμός	-1127,4133	1757,99724	1,000	-5935,9234	3681,0968
	Ελέγχου	-180,4467	1757,99724	1,000	-4988,9568	4628,0634
Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	2459,0400	1757,99724	1,000	-2349,4701	7267,5501
	Μάλαξη	1127,4133	1757,99724	1,000	-3681,0968	5935,9234
	Ελέγχου	946,9667	1757,99724	1,000	-3861,5434	5755,4768
Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	1512,0733	1757,99724	1,000	-3296,4368	6320,5834
	Μάλαξη	180,4467	1757,99724	1,000	-4628,0634	4988,9568
	Συνδυασμός	-946,9667	1757,99724	1,000	-5755,4768	3861,5434

### 5.8 Αποτελέσματα περιμέτρου ορθού μηριαίου με σύσπαση

Στον πίνακα 5.8.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα για τις συνθήκες της εξαρτημένης μεταβλητής (περίμετρος ορθού μηριαίου με σύσπαση (ΠΟΜΣ)) που συμμετέχει στην ανάλυση. Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα τα επίπεδα της περιμέτρου του ορθού μηριαίου με σύσπαση (ΠΟΜΣ), αυξάνονται σε μικρό ποσοστό στην δεύτερη συνθήκη (2) και στην συνέχεια πέφτουν σταδιακά, σε όλες τις υποομάδες, με την ομάδα ελέγχου να εμφανίζει τη μικρότερη πτώση.

Τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται και στο διάγραμμα 5.8.1. Όπως φαίνεται όλες οι ομάδες παρουσίασαν αύξηση της ΠΟΜΣ στην δεύτερη συνθήκη(2) και στην συνέχεια είχαν σταδιακή πτώση, με την υποομάδα ελέγχου να εμφανίζει την μικρότερη.

**Διάγραμμα 5.8.1** Αποτελέσματα ΠΟΜΣ



**Πίνακας 5.8.1** Περιγραφικά στοιχεία ΠΟΜΣ ανά υποομάδα παρέμβασης

Συνθήκη	Ομάδες	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Εξεταζόμενοι(N)
1	Κρυοθεραπεία	24595,7333	6955,54706	15
	Μάλαξη	23860,1667	7769,02766	15
	Συνδυασμός	24377,9000	6487,05469	15
	Ελέγχου	23137,5000	6101,34111	15
	Σύνολο	23992,8250	6703,84882	60
2	Κρυοθεραπεία	26131,9667	6223,95046	15
	Μάλαξη	25350,2333	7346,95223	15
	Συνδυασμός	26388,2333	6814,52127	15
	Ελέγχου	24287,6667	5618,77664	15
	Σύνολο	25539,5250	6417,98948	60
3	Κρυοθεραπεία	25104,3000	6128,02840	15
	Μάλαξη	24838,2000	7609,90695	15
	Συνδυασμός	24928,6333	5890,17373	15
	Ελέγχου	24048,0000	5318,54084	15
	Σύνολο	24729,7833	6145,23096	60
4	Κρυοθεραπεία	24502,2333	7244,34907	15
	Μάλαξη	24038,7000	7693,76439	15
	Συνδυασμός	24637,2333	6193,45810	15

	Ελέγχου	23857,7000	5586,49676	15
	Σύνολο	24258,9667	6565,92588	60
5	Κρυσθεραπεία	24034,2667	6575,25076	15
	Μάλαξη	23600,0000	7880,67939	15
	Συνδυασμός	24007,9333	5816,75494	15
	Ελέγχου	23434,8667	5641,01831	15
	Σύνολο	23769,2667	6375,19225	60

Στο επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα στοιχεία για τον έλεγχο της σφαιρικότητας των μετρήσεων (πίνακας 5.8.2). Στην περίπτωση μας η προϋπόθεση της σφαιρικότητας δεν ισχύει (το  $p$  είναι στατιστικώς σημαντικό) οπότε θα χρησιμοποιηθεί ο δείκτης Huynh-Feldt ο οποίος δείχνει ότι δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική επίδραση του χρόνου μέτρησης,  $F=0,722$ ,  $p=0,663$ , στα επίπεδα της ΠΟΜΣ (πίνακας 5.8.3).

**Πίνακας 5.8.2** Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
ΠΟΜΣ	0,132	110,251	9	0,000	0,567	0,624	0,250

**Πίνακας 5.8.3** Επίδραση χρόνου μέτρησης στη ΠΟΜΣ

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Χρόνος	Sphericity Assumed	1,184E8	4	2,961E7	16,939	0,000	0,232
	Greenhouse-Geisser	1,184E8	2,268	5,222E7	16,939	0,000	0,232
	Huynh-Feldt	1,184E8	2,495	4,746E7	16,939	0,000	0,232
	Lower-bound	1,184E8	1,000	1,184E8	16,939	0,000	0,232
Χρόνος * ομάδες	Sphericity Assumed	1,515E7	12	1262325,520	0,722	0,729	0,037
	Greenhouse-Geisser	1,515E7	6,804	2226362,401	0,722	0,650	0,037
	Huynh-Feldt	1,515E7	7,486	2023523,934	0,722	0,663	0,037
	Lower-bound	1,515E7	3,000	5049302,081	0,722	0,543	0,037
Error(ΠΟΜΣ)	Sphericity Assumed	3,916E8	224	1748003,928			
	Greenhouse-Geisser	3,916E8	127,006	3082952,978			
	Huynh-Feldt	3,916E8	139,737	2802072,626			
	Lower-bound	3,916E8	56,000	6992015,712			

Στον πίνακα 5.8.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνει ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην επίδραση των υποομάδων παρέμβασης όσον αφορά την ΠΟΜΣ ( $f=0,101$ ,  $p=0,959$ ).

**Πίνακας 5.8.4** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της ΠΟΜΣ

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	1,795E11	1	1,795E11	853,062	0,000	0,938
Ομάδες	6,392E7	3	2,131E7	0,101	0,959	0,005
Error	1,178E10	56	2,104E8			

Στον αμέσως επόμενο πίνακα έχει πραγματοποιηθεί επιμέρους ανάλυση με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni (πίνακας 5.8.5). Παρατηρείται πως η ΠΟΜΣ διατηρεί παρόμοια επίπεδα σε όλες τις υποομάδες χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, με μια ελαφρώς καλύτερη αποκατάσταση στις υποομάδες παρέμβασης.

**Πίνακας 5.8.5** Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni

(I) Ομάδες	(J) Ομάδες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Κρυσθεραπεία	Μάλαξη	536,2400	2368,51978	1,000	-5942,1839	7014,6639
	Συνδυασμός	5,7133	2368,51978	1,000	-6472,7105	6484,1372
	Ελέγχου	1120,5533	2368,51978	1,000	-5357,8705	7598,9772
Μάλαξη	Κρυσθεραπεία	-536,2400	2368,51978	1,000	-7014,6639	5942,1839
	Συνδυασμός	-530,5267	2368,51978	1,000	-7008,9505	5947,8972
	Ελέγχου	584,3133	2368,51978	1,000	-5894,1105	7062,7372
Συνδυασμός	Κρυσθεραπεία	-5,7133	2368,51978	1,000	-6484,1372	6472,7105
	Μάλαξη	530,5267	2368,51978	1,000	-5947,8972	7008,9505
	Ελέγχου	1114,8400	2368,51978	1,000	-5363,5839	7593,2639
Ελέγχου	Κρυσθεραπεία	-1120,5533	2368,51978	1,000	-7598,9772	5357,8705
	Μάλαξη	-584,3133	2368,51978	1,000	-7062,7372	5894,1105
	Συνδυασμός	-1114,8400	2368,51978	1,000	-7593,2639	5363,5839

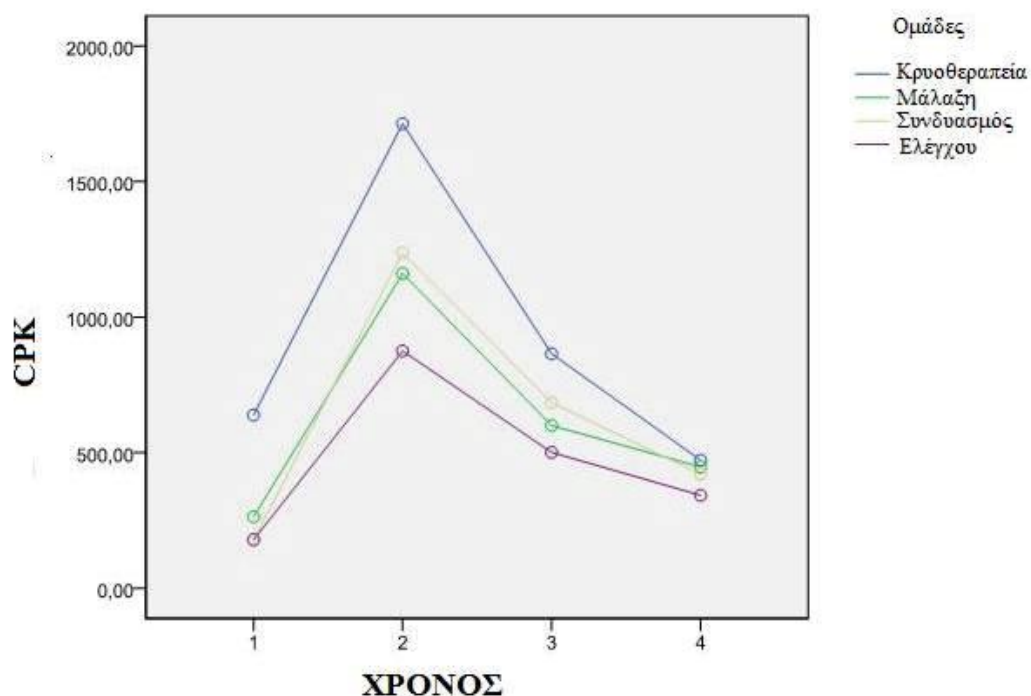


## 5.9 Αποτελέσματα Κρεατινικής φωσφοκινάσης

Στον πίνακα 5.9.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα για τις συνθήκες της εξαρτημένης μεταβλητής (επίπεδα κρεατινικής φωσφοκινάσης (CPK)) που συμμετέχει στην ανάλυση. Φαίνεται από τα αποτελέσματα πως τα επίπεδα της κρεατινικής φωσφοκινάσης (CPK), αυξάνονται σε μεγάλο ποσοστό στην δεύτερη συνθήκη (2) και στην συνέχεια πέφτουν σταδιακά, σε όλες τις υποομάδες, χωρίς ιδιαίτερες διαφορές.

Το διάγραμμα 5.9.1 παρουσιάζει όλα τα παραπάνω αποτελέσματα, αποδεικνύοντας πως καμία από τις υποομάδες παρέμβασης δεν επηρέασε στατιστικώς σημαντικά τα επίπεδα της CPK. Παρόλα αυτά πρέπει να τονιστεί πως μόνο η υποομάδα κρυοθεραπείας επανέφερε στα αρχικά επίπεδα την CPK μέχρι την τέταρτη (4) συνθήκη.

Διάγραμμα 5.9.1 Αποτελέσματα CPK



**Πίνακας 5.9.1** Περιγραφικά στοιχεία CPK ανά υποομάδα παρέμβασης

Συνθήκη	Ομάδες	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Εξεταζόμενοι(N)
1	Κρυοθεραπεία	638,4000	1546,34864	15
	Μάλαξη	263,4000	376,87982	15
	Συνδυασμός	179,4667	71,14258	15
	Ελέγχου	178,9333	61,10935	15
	Σύνολο	315,0500	799,89827	60
2	Κρυοθεραπεία	1713,1333	1928,27254	15
	Μάλαξη	1160,6000	658,39673	15
	Συνδυασμός	1236,2000	859,52056	15
	Ελέγχου	874,9333	439,44290	15
	Σύνολο	1246,2167	1139,57985	60
3	Κρυοθεραπεία	864,9333	756,00401	15
	Μάλαξη	599,8000	319,16861	15
	Συνδυασμός	683,7333	485,18854	15
	Ελέγχου	500,9333	346,29972	15
	Σύνολο	662,3500	512,13024	60
4	Κρυοθεραπεία	472,1333	306,40376	15
	Μάλαξη	447,5333	200,11956	15
	Συνδυασμός	420,8000	292,30493	15
	Ελέγχου	342,5333	234,11684	15
	Σύνολο	420,7500	259,74914	60

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα στοιχεία για τον έλεγχο της σφαιρικότητας των μετρήσεων (πίνακας 5.9.2). Στην περίπτωση μας η προϋπόθεση της σφαιρικότητας δεν ισχύει (το  $p$  είναι στατιστικώς σημαντικό) οπότε θα χρησιμοποιηθεί ο δείκτης Huynh-Feldt ο οποίος δείχνει ότι δεν βρέθηκε στατιστικώς σημαντική επίδραση του χρόνου μέτρησης,  $F=0,700, p=0,632$  στα επίπεδα της CPK (πίνακας 5.9.3).

**Πίνακας 5.9.2** Έλεγχος σφαιρικότητας Mauchly's Test

Within Subjects Effect	Mauchly's W	Approx. Chi-Square	df	Sig.	Epsilon <sup>a</sup>		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Lower-bound
CPK	0,036	181,819	5	0,000	0,542	0,585	0,333

**Πίνακας 5.9.3** Επίδραση χρόνου μέτρησης στη CPK

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Χρόνος	Sphericity Assumed	3,119E7	3	1,040E7	26,494	0,000	0,321
	Greenhouse-Geisser	3,119E7	1,625	1,920E7	26,494	0,000	0,321
	Huynh-Feldt	3,119E7	1,756	1,776E7	26,494	0,000	0,321
	Lower-bound	3,119E7	1,000	3,119E7	26,494	0,000	0,321
Χρόνος * ομάδες	Sphericity Assumed	2473606,783	9	274845,198	0,700	0,708	0,036
	Greenhouse-Geisser	2473606,783	4,874	507488,283	0,700	0,621	0,036
	Huynh-Feldt	2473606,783	5,268	469546,751	0,700	0,632	0,036
	Lower-bound	2473606,783	3,000	824535,594	0,700	0,556	0,036
Error(CPK)	Sphericity Assumed	6,593E7	168	392455,418			
	Greenhouse-Geisser	6,593E7	90,985	724649,829			
	Huynh-Feldt	6,593E7	98,337	670472,570			
	Lower-bound	6,593E7	56,000	1177366,253			

Στον πίνακα 5.9.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνουν ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην επίδραση των υποομάδων παρέμβασης όσον αφορά τη διακύμανση των επιπέδων CPK ( $f=2,007$ ,  $p=0,123$ ).

**Πίνακας 5.9.4** Αποτελέσματα ANOVA μεταξύ των επιδράσεων των υποομάδων παρέμβασης στα επίπεδα της CPK

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	1,049E8	1	1,049E8	99,443	0,000	0,640
Ομάδες	6351899,817	3	2117299,939	2,007	0,123	0,097
Error	5,907E7	56	1054774,021			

Στον αμέσως επόμενο πίνακα έχει πραγματοποιηθεί επιμέρους ανάλυση με πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni (πίνακας 5.9.5). Παρατηρείται πως οι τιμές της CPK είναι σε παρόμοια επίπεδα για όλες τις υποομάδες χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

**Πίνακας 5.9.5** Μετά-ANOVA αναλύσεις σύγκρισης μεταξύ των υποομάδων με διόρθωση Bonferroni

(I) Ομάδες	(J) Ομάδες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	304,3167	187,50769	0,661	-208,5582	817,1915
	Συνδυασμός	292,1000	187,50769	0,749	-220,7749	804,9749
	Ελέγχου	447,8167	187,50769	0,122	-65,0582	960,6915
Μάλαξη	Κρυοθεραπεία	-304,3167	187,50769	0,661	-817,1915	208,5582
	Συνδυασμός	-12,2167	187,50769	1,000	-525,0915	500,6582
	Ελέγχου	143,5000	187,50769	1,000	-369,3749	656,3749
Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	-292,1000	187,50769	0,749	-804,9749	220,7749
	Μάλαξη	12,2167	187,50769	1,000	-500,6582	525,0915
	Ελέγχου	155,7167	187,50769	1,000	-357,1582	668,5915
Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	-447,8167	187,50769	0,122	-960,6915	65,0582
	Μάλαξη	-143,5000	187,50769	1,000	-656,3749	369,3749
	Συνδυασμός	-155,7167	187,50769	1,000	-668,5915	357,1582

## 5.10 Αποτελέσματα μετα-αναλύσεων στις συγκρίσεις της εξέλιξης των συμπτωμάτων και σημείων της πάθησης από την αρχική μέχρι την τελευταία μέτρηση-συνθήκη.

### 5.10.1 Αποτελέσματα μετα-αναλύσεων για κρεατινική φωσφοκινάση (CPK)

Στον πίνακα 5.10.1.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα για την εξαρτημένη μεταβλητή CPK, που συμπεριλήφθηκε στην ανάλυση, με σκοπό να δειχθεί η εξέλιξη των επιπέδων της μεταβλητής ανά τις συνθήκες σε σχέση με την 1<sup>η</sup> συνθήκη. Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα η υποομάδα της κρυοθεραπείας παρουσίασε την μεγαλύτερη αύξηση των επιπέδων CPK μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> συνθήκης. Αξιοσημείωτο επίσης είναι το εύρημα ότι η κρυοθεραπεία ήταν η μοναδική παρέμβαση που επανέφερε τα επίπεδα της CPK στις αρχικές τιμές μέχρι την 4<sup>η</sup> συνθήκη.

Πίνακας 5.10.1.1 Περιγραφικά στοιχεία CPK ανά συνθήκη

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
CPK 1-2	Κρυοθεραπεία	15	-1446,7333	1920,55187	495,88436	-2510,2995	-383,1672	-7377,00	-37,00
	Μάλαξη	15	-897,2000	721,53558	186,29969	-1296,7731	-497,6269	-2101,00	415,00
	Συνδυασμός	15	-1056,7333	851,94915	219,97232	-1528,5270	-584,9396	-3639,00	-228,00
	Ελέγχου	15	-696,0000	412,81767	106,58906	-924,6108	-467,3892	-1675,00	-294,00
	Σύνολο	60	-1024,1667	1135,16011	146,54854	-1317,4096	-730,9237	-7377,00	415,00
CPK 1-3	Κρυοθεραπεία	15	-598,5333	756,76887	195,39688	-1017,6180	-179,4487	-2909,00	-4,00
	Μάλαξη	15	-336,4000	375,08490	96,84651	-544,1151	-128,6849	-977,00	663,00
	Συνδυασμός	15	-504,2667	473,40174	122,23180	-766,4278	-242,1055	-2038,00	-57,00
	Ελέγχου	15	-322,0000	321,54626	83,02289	-500,0664	-143,9336	-1317,00	-20,00
	Σύνολο	60	-440,3000	510,58691	65,91649	-572,1986	-308,4014	-2909,00	663,00
CPK 1-4	Κρυοθεραπεία	15	-205,7333	333,82983	86,19449	-390,6021	-20,8645	-900,00	270,00
	Μάλαξη	15	-184,1333	326,55406	84,31590	-364,9729	-3,2937	-558,00	891,00
	Συνδυασμός	15	-241,3333	255,74560	66,03323	-382,9605	-99,7061	-898,00	-2,00
	Ελέγχου	15	-163,6000	210,58992	54,37408	-280,2208	-46,9792	-750,00	59,00
	Σύνολο	60	-198,7000	280,41563	36,20150	-271,1390	-126,2610	-900,00	891,00

Στον πίνακα 5.10.1.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνουν ότι δεν υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών ανά υποομάδα ( $p>0.05$ )

**Πίνακας 5.10.1.2** Αποτελέσματα ANOVA (CPK)

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
CPK 1-2	Between Groups	4551556,067	3	1517185,356	1,189	0,322
	Within Groups	7,148E7	56	1276342,219		
	Total	7,603E7	59			
CPK 1-3	Between Groups	808794,333	3	269598,111	1,036	0,384
	Within Groups	1,457E7	56	260222,255		
	Total	1,538E7	59			
CPK 1-4	Between Groups	49669,000	3	16556,333	,202	0,895
	Within Groups	4589673,600	56	81958,457		
	Total	4639342,600	59			

Στον πίνακα 5.10.1.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μετα-ANOVA ανάλυσης με διόρθωση Bonferroni για τη πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των συνθηκών. Παρατηρείται πως δεν υπήρχαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών. Αξίζει να σημειωθεί πως μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> συνθήκης η υποομάδα κρυοθεραπείας παρουσίασε πολύ αυξημένα επίπεδα των τιμών της CPK σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου, με διαφορά η οποία προσέγγισε τη στατιστική σημαντικότητα ( $p=0.074$ ) CPK.

**Πίνακας 5.10.1.3** Πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των συνθηκών (CPK)

Dependent Variable	Ομάδες	Ομάδες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
CPK 1-2	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	-549,53333	412,52753	0,188	-1375,9253	276,8586
		Συνδυασμός	-390,00000	412,52753	0,349	-1216,3919	436,3919

		Ελέγχου	-750,73333	412,52753	0,074	-1577,1253	75,6586
		Κρυοθεραπεία	549,53333	412,52753	0,188	-276,8586	1375,9253
	Μάλαξη	Συνδυασμός	159,53333	412,52753	0,700	-666,8586	985,9253
		Ελέγχου	-201,20000	412,52753	0,628	-1027,5919	625,1919
	Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	390,00000	412,52753	0,349	-436,3919	1216,3919
		Μάλαξη	-159,53333	412,52753	0,700	-985,9253	666,8586
		Ελέγχου	-360,73333	412,52753	0,386	-1187,1253	465,6586
	Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	750,73333	412,52753	0,074	-75,6586	1577,1253
		Μάλαξη	201,20000	412,52753	0,628	-625,1919	1027,5919
		Συνδυασμός	360,73333	412,52753	0,386	-465,6586	1187,1253
CPK 1-3	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	-262,13333	186,26943	0,165	-635,2758	111,0092
		Συνδυασμός	-94,26667	186,26943	0,615	-467,4092	278,8758
		Ελέγχου	-276,53333	186,26943	0,143	-649,6758	96,6092
		Κρυοθεραπεία	262,13333	186,26943	0,165	-111,0092	635,2758
	Μάλαξη	Συνδυασμός	167,86667	186,26943	0,371	-205,2758	541,0092
		Ελέγχου	-14,40000	186,26943	0,939	-387,5425	358,7425
	Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	94,26667	186,26943	0,615	-278,8758	467,4092
		Μάλαξη	-167,86667	186,26943	0,371	-541,0092	205,2758
		Ελέγχου	-182,26667	186,26943	0,332	-555,4092	190,8758
	Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	276,53333	186,26943	0,143	-96,6092	649,6758
		Μάλαξη	14,40000	186,26943	0,939	-358,7425	387,5425
		Συνδυασμός	182,26667	186,26943	0,332	-190,8758	555,4092
CPK 1-4	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	-21,60000	104,53609	0,837	-231,0110	187,8110
		Συνδυασμός	35,60000	104,53609	0,735	-173,8110	245,0110
		Ελέγχου	-42,13333	104,53609	0,688	-251,5443	167,2776
		Κρυοθεραπεία	21,60000	104,53609	0,837	-187,8110	231,0110
	Μάλαξη	Συνδυασμός	57,20000	104,53609	0,586	-152,2110	266,6110
		Ελέγχου	-20,53333	104,53609	0,845	-229,9443	188,8776
	Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	-35,60000	104,53609	0,735	-245,0110	173,8110
		Μάλαξη	-57,20000	104,53609	0,586	-266,6110	152,2110
		Ελέγχου	-77,73333	104,53609	0,460	-287,1443	131,6776
	Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	42,13333	104,53609	0,688	-167,2776	251,5443
		Μάλαξη	20,53333	104,53609	0,845	-188,8776	229,9443
		Συνδυασμός	77,73333	104,53609	0,460	-131,6776	287,1443

### 5.10.2 Αποτελέσματα μετα-αναλύσεων για μέγιστη ισομετρική δύναμη (ΜΙΔ)

Στον πίνακα 5.10.2.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα για την εξαρτημένη μεταβλητή ΜΙΔ, που συμμετείχε στην ανάλυση, με σκοπό να δειχθεί η εξέλιξη των επιπέδων της μεταβλητής ανά τις συνθήκες σε σχέση με την 1<sup>η</sup> συνθήκη. Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα η υποομάδα της κρυοθεραπείας όχι μόνο παρουσίασε την μικρότερη μείωση των επιπέδων της δύναμης μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> συνθήκης αλλά εμφάνισε και την γρηγορότερη ανάκαμψη της ΜΙΔ, καθώς όπως φαίνεται στον πίνακα ήταν η μόνη υποομάδα που επανέφερε στις αρχικές τιμές την ΜΙΔ μέχρι την 4<sup>η</sup> συνθήκη. Αξίζει να τονιστεί πως η υποομάδα κρυοθεραπείας προώθησε τα ευεργετικά αποτελέσματα της πλειομετρικής άσκησης όσον αφορά την ΜΙΔ καθώς παρουσίασε αύξηση των επιπέδων ΜΙΔ μεταξύ 4<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> συνθήκης.

**Πίνακας 5.10.2.1** Περιγραφικά δεδομένα ΜΙΔ ανά συνθήκη

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
ΜΙΔ 1-2	Κρυοθεραπεία	15	29,4733	50,38939	13,01048	1,5686	57,3780	-77,80	116,90
	Μάλαξη	15	55,4000	31,81296	8,21407	37,7826	73,0174	6,10	116,70
	Συνδυασμός	15	45,5000	28,82479	7,44253	29,5374	61,4626	8,60	108,60
	Ελέγχου	15	53,5267	33,34406	8,60940	35,0613	71,9920	8,70	127,80
	Σύνολο	60	45,9750	37,54991	4,84767	36,2748	55,6752	-77,80	127,80
ΜΙΔ 1-3	Κρυοθεραπεία	15	13,7600	55,20561	14,25403	-16,8118	44,3318	-81,20	95,90
	Μάλαξη	15	35,4333	45,69307	11,79790	10,1294	60,7373	-34,10	114,30
	Συνδυασμός	15	31,1467	43,32474	11,18640	7,1542	55,1391	-37,90	113,00
	Ελέγχου	15	46,4667	34,00249	8,77941	27,6367	65,2966	-1,10	114,20
	Σύνολο	60	31,7017	45,59850	5,88674	19,9223	43,4810	-81,20	114,30



ΜΙΔ 1-4	Κρυοθεραπεία	15	-3,6400	49,97831	12,90434	-31,3171	24,0371	-98,40	89,30
	Μάλαξη	15	23,5400	48,60300	12,54924	-3,3754	50,4554	-45,00	117,40
	Συνδυασμός	15	4,6467	31,03173	8,01236	-12,5381	21,8315	-45,00	56,20
	Ελέγχου	15	31,1933	31,92515	8,24304	13,5138	48,8729	-22,90	98,80
	Σύνολο	60	13,9350	42,69931	5,51246	2,9046	24,9654	-98,40	117,40
ΜΙΔ 1-5	Κρυοθεραπεία	15	-31,8467	50,92217	13,14805	-60,0464	-3,6469	-135,20	46,70
	Μάλαξη	15	1,9133	53,37683	13,78184	-27,6458	31,4724	-60,10	133,20
	Συνδυασμός	15	-3,5667	26,53983	6,85255	-18,2639	11,1306	-39,10	39,60
	Ελέγχου	15	14,6267	34,34529	8,86792	-4,3931	33,6465	-55,80	96,90
	Σύνολο	60	-4,7183	45,07955	5,81975	-16,3636	6,9270	-135,20	133,20

Στον πίνακα 5.10.2.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνουν ότι υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> συνθήκης ( $p=0.032$ ) μεταξύ των ομάδων παρέμβασης

**Πίνακας 5.10.2.2. Αποτελέσματα ANOVA (ΜΙΔ)**

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ΜΙΔ 1-2	Between Groups	6275,834	3	2091,945	1,523	0,219
	Within Groups	76913,899	56	1373,462		
	Total	83189,733	59			
ΜΙΔ 1-3	Between Groups	8312,130	3	2770,710	1,357	0,265
	Within Groups	114362,060	56	2042,180		
	Total	122674,190	59			

ΜΙΔ 1-4	Between Groups	11778,898	3	3926,299	2,295	0,088
	Within Groups	95791,719	56	1710,566		
	Total	107570,617	59			
ΜΙΔ 1-5	Between Groups	17332,213	3	5777,404	3,154	0,032
	Within Groups	102565,597	56	1831,529		
	Total	119897,810	59			

Στον πίνακα 5.10.2.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μετα-ANOVA ανάλυσης με διόρθωση Bonferroni για τη πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των συνθηκών. Σύμφωνα με τα ευρήματα η υποομάδα της κρυοθεραπείας εμφάνισε τη μικρότερη μείωση στην ισοκινητική δύναμη συγκριτικά με όλες τις άλλες υποομάδες της έρευνας. Αυτή η διαφορά προσέγγισε τη στατιστική σημαντικότητα από την εξέλιξη μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> συνθήκης μεταξύ της ομάδας κρυοθεραπείας και ομάδας ελέγχου ( $p=0.052$ ). Στις επόμενες συνθήκες η υποομάδα κρυοθεραπείας επίσης διατηρεί την ισομετρική δύναμη σε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου (μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 4<sup>ης</sup> συνθήκης,  $p=0.025$ ). Επίσης η υποομάδα συνδυασμού προσέγγισε τη σημαντικότητα σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου ( $p=0.084$ ). Επιπλέον τα αποτελέσματα δείχνουν πως μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> συνθήκης η ισομετρική δύναμη στην υποομάδα κρυοθεραπείας αυξήθηκε σημαντικά σε σχέση με τους υπόλοιπες υποομάδες. Αυτή η διαφορά ήταν εμφανής στις συγκρίσεις τόσο σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου ( $p=0.04$ ) όσο και με την υποομάδα μάλαξης ( $p=0.035$ ) ενώ προσέγγισε τη σημαντικότητα σε σχέση με την υποομάδα συνδυασμού ( $p=0.076$ ).

**Πίνακας 5.10.2.3** Πολλαπλές συγκρίσεις μεταξύ συνθηκών (ΜΙΔ)

Dependent Variable	Ομάδες	Ομάδες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
ΜΙΔ 1-2	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	-25,92667	13,53249	0,060	-53,0355	1,1822
		Συνδυασμός	-16,02667	13,53249	0,241	-43,1355	11,0822
		Ελέγχου	-24,05333	13,53249	0,081	-51,1622	3,0555

		Κρυοθεραπεία	25,92667	13,53249	0,060	-1,1822	53,0355
	Μάλαξη	Συνδυασμός	9,90000	13,53249	0,467	-17,2088	37,0088
		Ελέγχου	1,87333	13,53249	0,890	-25,2355	28,9822
	Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	16,02667	13,53249	0,241	-11,0822	43,1355
		Μάλαξη	-9,90000	13,53249	0,467	-37,0088	17,2088
		Ελέγχου	-8,02667	13,53249	0,555	-35,1355	19,0822
	Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	24,05333	13,53249	0,081	-3,0555	51,1622
		Μάλαξη	-1,87333	13,53249	0,890	-28,9822	25,2355
		Συνδυασμός	8,02667	13,53249	0,555	-19,0822	35,1355
ΜΙΔ 1-3	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	-21,67333	16,50123	0,194	-54,7293	11,3826
		Συνδυασμός	-17,38667	16,50123	0,297	-50,4426	15,6693
		Ελέγχου	-32,70667	16,50123	0,052	-65,7626	,3493
		Κρυοθεραπεία	21,67333	16,50123	0,194	-11,3826	54,7293
	Μάλαξη	Συνδυασμός	4,28667	16,50123	0,796	-28,7693	37,3426
		Ελέγχου	-11,03333	16,50123	0,506	-44,0893	22,0226
	Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	17,38667	16,50123	0,297	-15,6693	50,4426
		Μάλαξη	-4,28667	16,50123	0,796	-37,3426	28,7693
		Ελέγχου	-15,32000	16,50123	0,357	-48,3759	17,7359
	Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	32,70667	16,50123	0,052	-,3493	65,7626
		Μάλαξη	11,03333	16,50123	0,506	-22,0226	44,0893
		Συνδυασμός	15,32000	16,50123	0,357	-17,7359	48,3759
ΜΙΔ 1-4	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	-27,18000	15,10217	0,077	-57,4333	3,0733
		Συνδυασμός	-8,28667	15,10217	0,585	-38,5399	21,9666
		Ελέγχου	-34,83333*	15,10217	0,025	-65,0866	-4,5801
		Κρυοθεραπεία	27,18000	15,10217	0,077	-3,0733	57,4333
	Μάλαξη	Συνδυασμός	18,89333	15,10217	0,216	-11,3599	49,1466
		Ελέγχου	-7,65333	15,10217	0,614	-37,9066	22,5999
	Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	8,28667	15,10217	0,585	-21,9666	38,5399
		Μάλαξη	-18,89333	15,10217	0,216	-49,1466	11,3599
		Ελέγχου	-26,54667	15,10217	0,084	-56,7999	3,7066
	Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	34,83333*	15,10217	0,025	4,5801	65,0866
		Μάλαξη	7,65333	15,10217	0,614	-22,5999	37,9066
		Συνδυασμός	26,54667	15,10217	0,084	-3,7066	56,7999
ΜΙΔ 1-5	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	-33,76000*	15,62702	0,035	-65,0647	-2,4553

	Συνδυασμός	-28,28000	15,62702	0,076	-59,5847	3,0247
	Ελέγχου	-46,47333*	15,62702	0,004	-77,7780	-15,1686
Μάλαξη	Κρυοθεραπεία	33,76000*	15,62702	0,035	2,4553	65,0647
	Συνδυασμός	5,48000	15,62702	0,727	-25,8247	36,7847
	Ελέγχου	-12,71333	15,62702	0,419	-44,0180	18,5914
Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	28,28000	15,62702	0,076	-3,0247	59,5847
	Μάλαξη	-5,48000	15,62702	0,727	-36,7847	25,8247
	Ελέγχου	-18,19333	15,62702	0,249	-49,4980	13,1114
Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	46,47333*	15,62702	0,004	15,1686	77,7780
	Μάλαξη	12,71333	15,62702	0,419	-18,5914	44,0180
	Συνδυασμός	18,19333	15,62702	0,249	-13,1114	49,4980

### 5.10.3 Αποτελέσματα μετα-αναλύσεων για τη μέτρηση της περιμέτρου του ορθού μηριαίου (ΠΟΜ) χωρίς σύσπαση

Στον πίνακα 5.10.3.1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα για την εξαρτημένη μεταβλητή ΠΟΜ, που συμμετείχε στην ανάλυση, με σκοπό να δειχθεί η εξέλιξη των επιπέδων της μεταβλητής ανά τις συνθήκες σε σχέση με την 1<sup>η</sup> συνθήκη. Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα μετά την αύξηση των τιμών της ΠΟΜ μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> συνθήκης μόνο η υποομάδα συνδυασμού εμφάνισε την ταχύτερη επαναφορά των τιμών της ΠΟΜ στα αρχικά επίπεδα (μέχρι την 4<sup>η</sup> συνθήκη).

Πίνακας 5.10.3.1 Περιγραφικά δεδομένα ΠΟΜ ανά συνθήκη

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
ΠΟΜ 1-2	Κρυοθεραπεία	15	-1222,4333	1434,06901	370,27503	-2016,5943	-428,2724	-4807,00	740,50
	Μάλαξη	15	-1967,3667	2414,72635	623,47966	-3304,5975	-630,1358	-7236,50	1916,50
	Συνδυασμός	15	-1530,3667	1846,30539	476,71400	-2552,8165	-507,9168	-7405,50	667,50
	Ελέγχου	15	-1854,0667	1384,12993	357,38081	-2620,5723	-1087,5611	-5225,50	-215,00

	Σύνολο	60	-1643,5583	1794,81123	231,70913	-2107,2072	-1179,9094	-7405,50	1916,50
ΠΟΜ 1-3	Κρυοθεραπεία	15	-592,8667	1868,75977	482,51170	-1627,7513	442,0180	-4383,50	2148,50
	Μάλαξη	15	-877,1333	2795,55250	721,80855	-2425,2587	670,9920	-6576,00	3953,00
	Συνδυασμός	15	-238,1000	1017,55004	262,73029	-801,6004	325,4004	-1829,00	2026,50
	Ελέγχου	15	-1539,2667	1183,14502	305,48673	-2194,4705	-884,0628	-4780,00	-373,00
	Σύνολο	60	-811,8417	1868,81062	241,26241	-1294,6066	-329,0767	-6576,00	3953,00
ΠΟΜ 1-4	Κρυοθεραπεία	15	-758,5667	1497,04350	386,53497	-1587,6017	70,4684	-3553,50	918,50
	Μάλαξη	15	-768,5667	3045,36632	786,31020	-2455,0343	917,9010	-7211,00	5381,00
	Συνδυασμός	15	56,7000	1597,00115	412,34392	-827,6898	941,0898	-2197,50	4519,50
	Ελέγχου	15	-1397,5667	1187,21808	306,53839	-2055,0261	-740,1072	-3895,50	119,00
	Σύνολο	60	-717,0000	1985,74014	256,35795	-1229,9711	-204,0289	-7211,00	5381,00
ΠΟΜ 1-5	Κρυοθεραπεία	15	-373,6000	1889,51541	487,87078	-1419,9788	672,7788	-5982,00	1490,50
	Μάλαξη	15	-800,0333	3405,82891	879,38124	-2686,1185	1086,0518	-7935,00	5860,00
	Συνδυασμός	15	573,4333	1393,85102	359,89079	-198,4556	1345,3223	-1861,50	4529,50
	Ελέγχου	15	-897,2667	563,20920	145,41999	-1209,1615	-585,3718	-1762,00	389,00
	Total	60	-374,3667	2116,57554	273,24873	-921,1361	172,4028	-7935,00	5860,00

Στον πίνακα 5.10.3.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνουν ότι δεν υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών ( $p > 0.05$ ).

**Πίνακας 5.10.3.2 Αποτελέσματα ANOVA (ΠΟΜ)**

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
ΠΟΜ 1-2 Between Groups	5089863,212	3	1696621,071	,514	0,675

	Within Groups	1,850E8	56	3303029,131		
	Total	1,901E8	59			
ΠΟΜ 1-3	Between Groups	1,366E7	3	4552698,415	1,325	0,275
	Within Groups	1,924E8	56	3435654,268		
	Total	2,061E8	59			
ΠΟΜ 1-4	Between Groups	1,599E7	3	5330847,933	1,378	0,259
	Within Groups	2,167E8	56	3868823,673		
	Total	2,326E8	59			
ΠΟΜ 1-5	Between Groups	2,029E7	3	6764709,744	1,552	0,211
	Within Groups	2,440E8	56	4357491,075		
	Total	2,643E8	59			

Στον πίνακα 5.10.3.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μετα-ANOVA ανάλυσης με διόρθωση Bonferroni για τη πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των συνθηκών. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως μεταξύ των συνθηκών 1<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> η υποομάδα συνδυασμού πλησιάζει την σημαντικότητα σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου ( $p=0.060$ ). Επίσης μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 4<sup>ης</sup> συνθήκης η περιφέρεια του ορθού μηριαίου ήταν σημαντική μειωμένη στην υποομάδα συνδυασμού σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου ( $p=0.048$ ). Αυτή η διαφορά μεταξύ των συγκεκριμένων υποομάδων παρατηρήθηκε και στην εξέλιξη μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup> συνθήκης όπου και προσέγγισε τη σημαντική διαφορά ( $p=0.059$ ).

**Πίνακας 5.10.3.3** Πολλαπλές συγκρίσεις μεταξύ συνθηκών (ΠΟΜ)

Dependent Variable	Ομάδες	Ομάδες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
ΠΟΜ 1-2	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	744,93333	663,62933	0,266	-584,4760	2074,3426
		Συνδυασμός	307,93333	663,62933	0,644	-1021,4760	1637,3426
		Ελέγχου	631,63333	663,62933	0,345	-697,7760	1961,0426
	Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	-744,93333	663,62933	0,266	-2074,3426	584,4760
		Ελέγχου	-437,00000	663,62933	0,513	-1766,4093	892,4093

	Μάλαξη	Ελέγχου	-113,30000	663,62933	0,865	-1442,7093	1216,1093	
	Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	-307,93333	663,62933	0,644	-1637,3426	1021,4760	
		Μάλαξη	437,00000	663,62933	0,513	-892,4093	1766,4093	
		Ελέγχου	323,70000	663,62933	0,628	-1005,7093	1653,1093	
	Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	-631,63333	663,62933	0,345	-1961,0426	697,7760	
		Μάλαξη	113,30000	663,62933	0,865	-1216,1093	1442,7093	
		Συνδυασμός	-323,70000	663,62933	0,628	-1653,1093	1005,7093	
ΠΟΜ 1-3	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	284,26667	676,82142	0,676	-1071,5696	1640,1029	
		Συνδυασμός	-354,76667	676,82142	0,602	-1710,6029	1001,0696	
		Ελέγχου	946,40000	676,82142	0,168	-409,4362	2302,2362	
			Κρυοθεραπεία	-284,26667	676,82142	0,676	-1640,1029	1071,5696
	Μάλαξη	Συνδυασμός	-639,03333	676,82142	0,349	-1994,8696	716,8029	
		Ελέγχου	662,13333	676,82142	0,332	-693,7029	2017,9696	
	Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	354,76667	676,82142	0,602	-1001,0696	1710,6029	
		Μάλαξη	639,03333	676,82142	0,349	-716,8029	1994,8696	
		Ελέγχου	1301,16667	676,82142	0,060	-54,6696	2657,0029	
	Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	-946,40000	676,82142	0,168	-2302,2362	409,4362	
		Μάλαξη	-662,13333	676,82142	0,332	-2017,9696	693,7029	
		Συνδυασμός	-1301,16667	676,82142	0,060	-2657,0029	54,6696	
ΠΟΜ 1-4	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	10,00000	718,22222	0,989	-1428,7720	1448,7720	
		Συνδυασμός	-815,26667	718,22222	0,261	-2254,0387	623,5053	
		Ελέγχου	639,00000	718,22222	0,377	-799,7720	2077,7720	
			Κρυοθεραπεία	-10,00000	718,22222	0,989	-1448,7720	1428,7720
	Μάλαξη	Συνδυασμός	-825,26667	718,22222	0,255	-2264,0387	613,5053	
		Ελέγχου	629,00000	718,22222	0,385	-809,7720	2067,7720	
	Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	815,26667	718,22222	0,261	-623,5053	2254,0387	
		Μάλαξη	825,26667	718,22222	0,255	-613,5053	2264,0387	
		Ελέγχου	1454,26667*	718,22222	0,048	15,4947	2893,0387	
	Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	-639,00000	718,22222	0,377	-2077,7720	799,7720	
		Μάλαξη	-629,00000	718,22222	0,385	-2067,7720	809,7720	
		Συνδυασμός	-1454,26667*	718,22222	0,048	-2893,0387	-15,4947	
ΠΟΜ 1-5	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	426,43333	762,23278	0,578	-1100,5024	1953,3691	
		Συνδυασμός	-947,03333	762,23278	0,219	-2473,9691	579,9024	

	Ελέγχου	523,66667	762,23278	0,495	-1003,2691	2050,6024
	Κρυοθεραπεία	-426,43333	762,23278	0,578	-1953,3691	1100,5024
Μάλαξη	Συνδυασμός	-1373,46667	762,23278	0,077	-2900,4024	153,4691
	Ελέγχου	97,23333	762,23278	0,899	-1429,7024	1624,1691
Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	947,03333	762,23278	0,219	-579,9024	2473,9691
	Μάλαξη	1373,46667	762,23278	0,077	-153,4691	2900,4024
	Ελέγχου	1470,70000	762,23278	0,059	-56,2357	2997,6357
Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	-523,66667	762,23278	0,495	-2050,6024	1003,2691
	Μάλαξη	-97,23333	762,23278	0,899	-1624,1691	1429,7024
	Συνδυασμός	-1470,70000	762,23278	0,059	-2997,6357	56,2357

#### 5.10.4 Αποτελέσματα μετα-αναλύσεων για αίσθηση πόνου (VAS)

Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 5.10.4.1) παρουσιάζονται τα περιγραφικά δεδομένα για την εξαρτημένη μεταβλητή VAS, που συμμετείχε στην ανάλυση, με σκοπό να δειχθεί η εξέλιξη των επιπέδων της μεταβλητής ανά τις συνθήκες σε σχέση με την 1<sup>η</sup> συνθήκη. Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα η υποομάδα συνδυασμού εμφάνισε τα θετικότερα αποτελέσματα στην αίσθηση πόνου καθώς οι τιμές της παρουσίασαν τη μικρότερη αύξηση μεταξύ των συνθηκών 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup>, 1<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup>.

**Πίνακας 5.10.4.1** Περιγραφικά δεδομένα VAS ανά συνθήκη

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
VAS 1-2 Κρυοθεραπεία	15	-3,5333	2,16685	0,55948	-4,7333	-2,3334	-8,00	0,00
Μάλαξη	15	-2,6000	1,29835	0,33523	-3,3190	-1,8810	-5,00	-1,00



	Συνδυασμός	15	-1,7333	0,96115	0,24817	-2,2656	-1,2011	-3,00	0,00
	Ελέγχου	15	-3,4667	1,88478	0,48665	-4,5104	-2,4229	-7,00	0,00
	Σύνολο	60	-2,8333	1,76757	0,22819	-3,2899	-2,3767	-8,00	0,00
VAS 1-3	Κρυοθεραπεία	15	-4,1333	2,23180	0,57625	-5,3693	-2,8974	-9,00	-1,00
	Μάλαξη	15	-4,4000	1,99284	0,51455	-5,5036	-3,2964	-8,00	-1,00
	Συνδυασμός	15	-4,0000	1,69031	0,43644	-4,9361	-3,0639	-7,00	-1,00
	Κρυοθεραπεία	15	-6,8000	1,56753	0,40473	-7,6681	-5,9319	-9,00	-4,00
	Μάλαξη	60	-4,8333	2,17198	0,28040	-5,3944	-4,2723	-9,00	-1,00
VAS 1-4	Κρυοθεραπεία	15	-3,6000	1,63881	0,42314	-4,5075	-2,6925	-7,00	-2,00
	Μάλαξη	15	-3,8000	2,21037	0,57071	-5,0241	-2,5759	-8,00	-1,00
	Συνδυασμός	15	-3,3333	1,75933	0,45426	-4,3076	-2,3590	-6,00	0,00
	Ελέγχου	15	-6,5333	1,88478	0,48665	-7,5771	-5,4896	-9,00	-3,00
	Σύνολο	60	-4,3167	2,25111	0,29062	-4,8982	-3,7351	-9,00	0,00
VAS 1-5	Κρυοθεραπεία	15	-1,2667	1,16292	0,30026	-1,9107	-0,6227	-4,00	1,00
	Μάλαξη	15	-1,9333	1,79151	0,46257	-2,9254	-0,9412	-6,00	0,00
	Συνδυασμός	15	-1,9333	1,53375	0,39601	-2,7827	-1,0840	-5,00	0,00
	Ελέγχου	15	-4,3333	1,98806	0,51331	-5,4343	-3,2324	-8,00	-2,00
	Σύνολο	60	-2,3667	1,99122	0,25707	-2,8811	-1,8523	-8,00	1,00

Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 5.10.4.2) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ANOVA ανάλυσης που δείχνουν ότι υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών ( $p < 0.05$ ).

**Πίνακας 5.10.4.2** Αποτελέσματα ANOVA (VAS)

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
VAS 1-2 Between Groups	32,333	3	10,778	3,971	0,012
Within Groups	152,000	56	2,714		
Total	184,333	59			
VAS 1-3 Between Groups	78,600	3	26,200	7,346	0,000
Within Groups	199,733	56	3,567		
Total	278,333	59			
VAS 1-4 Between Groups	99,917	3	33,306	9,369	0,000
Within Groups	199,067	56	3,555		
Total	298,983	59			
VAS 1-5 Between Groups	81,800	3	27,267	10,037	0,000
Within Groups	152,133	56	2,717		
Total	233,933	59			

Στον πίνακα 5.10.4.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μετα-ANOVA ανάλυσης με διόρθωση Bonferroni για τη πολλαπλή σύγκριση μεταξύ των συνθηκών. Όπως δείχνουν τα αποτελέσματα όλες οι υποομάδες παρέμβασης εμφάνισαν σημαντικά μειωμένη αίσθηση πόνου σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου μεταξύ των συνθηκών 1<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup>, 1<sup>ης</sup> και 4<sup>ης</sup>, 1<sup>ης</sup> και 5<sup>ης</sup>. Αξίζει να σημειωθεί πως η υποομάδα συνδυασμού παρουσίασε σημαντικές στατιστικές διαφορές και μεταξύ 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> συνθήκης σε σχέση με τις υποομάδες κρυοθεραπείας ( $p=0.004$ ) και ελέγχου ( $p=0,006$ ).

Πίνακας 5.10.4.3 Πολλαπλές συγκρίσεις μεταξύ συνθηκών (VAS)

Dependent Variable	Ομάδες	Ομάδες	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
VAS 1-2	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	-0,93333	0,60159	0,126	-2,1385	0,2718
		Συνδυασμός	-1,80000*	0,60159	0,004	-3,0051	-0,5949
		Ελέγχου	-0,06667	0,60159	0,912	-1,2718	1,1385
	Μάλαξη	Κρυοθεραπεία	0,93333	0,60159	0,126	-0,2718	2,1385
		Συνδυασμός	-0,86667	0,60159	0,155	-2,0718	0,3385
		Ελέγχου	0,86667	0,60159	0,155	-0,3385	2,0718
	Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	1,80000*	0,60159	0,004	0,5949	3,0051
		Μάλαξη	0,86667	0,60159	0,155	-0,3385	2,0718
		Ελέγχου	1,73333*	0,60159	0,006	0,5282	2,9385
	Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	0,06667	0,60159	0,912	-1,1385	1,2718
		Μάλαξη	-0,86667	0,60159	0,155	-2,0718	0,3385
		Συνδυασμός	-1,73333*	0,60159	0,006	-2,9385	-0,5282
VAS 1-3	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	0,26667	0,68961	0,700	-1,1148	1,6481
		Συνδυασμός	-0,13333	0,68961	0,847	-1,5148	1,2481
		Ελέγχου	2,66667*	0,68961	0,000	1,2852	4,0481
	Μάλαξη	Κρυοθεραπεία	-0,26667	0,68961	0,700	-1,6481	1,1148
		Συνδυασμός	-0,40000	0,68961	0,564	-1,7814	0,9814
		Ελέγχου	2,40000*	0,68961	0,001	1,0186	3,7814
	Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	0,13333	0,68961	0,847	-1,2481	1,5148
		Μάλαξη	0,40000	0,68961	0,564	-0,9814	1,7814
		Ελέγχου	2,80000*	0,68961	0,000	1,4186	4,1814
	Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	-2,66667*	0,68961	0,000	-4,0481	-1,2852
		Μάλαξη	-2,40000*	0,68961	0,001	-3,7814	-1,0186
		Συνδυασμός	-2,80000*	0,68961	0,000	-4,1814	-1,4186
VAS 1-4	Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	0,20000	0,68845	0,773	-1,1791	1,5791
		Συνδυασμός	-0,26667	0,68845	0,700	-1,6458	1,1125
		Ελέγχου	2,93333*	0,68845	0,000	1,5542	4,3125
	Μάλαξη	Κρυοθεραπεία	-0,20000	0,68845	0,773	-1,5791	1,1791
		Συνδυασμός	-0,46667	0,68845	0,501	-1,8458	0,9125
		Ελέγχου	2,73333*	0,68845	0,000	1,3542	4,1125

Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	0,26667	0,68845	0,700	-1,1125	1,6458
	Μάλαξη	0,46667	0,68845	0,501	-0,9125	1,8458
	Ελέγχου	3,20000*	0,68845	0,000	1,8209	4,5791
Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	-2,93333*	0,68845	0,000	-4,3125	-1,5542
	Μάλαξη	-2,73333*	0,68845	0,000	-4,1125	-1,3542
	Συνδυασμός	-3,20000*	0,68845	0,000	-4,5791	-1,8209
VAS 1-5	Κρυοθεραπεία	0,66667	0,60185	0,273	-0,5390	1,8723
	Μάλαξη	0,66667	0,60185	0,273	-0,5390	1,8723
	Ελέγχου	3,06667*	0,60185	0,000	1,8610	4,2723
Κρυοθεραπεία	Μάλαξη	-0,66667	0,60185	0,273	-1,8723	0,5390
	Συνδυασμός	0,00000	0,60185	1,000	-1,2056	1,2056
	Ελέγχου	2,40000*	0,60185	0,000	1,1944	3,6056
Μάλαξη	Κρυοθεραπεία	-0,66667	0,60185	0,273	-1,8723	0,5390
	Συνδυασμός	0,00000	0,60185	1,000	-1,2056	1,2056
	Ελέγχου	2,40000*	0,60185	0,000	1,1944	3,6056
Συνδυασμός	Κρυοθεραπεία	-0,66667	0,60185	0,273	-1,8723	0,5390
	Μάλαξη	0,00000	0,60185	1,000	-1,2056	1,2056
	Ελέγχου	2,40000*	0,60185	0,000	1,1944	3,6056
Ελέγχου	Κρυοθεραπεία	-3,06667*	0,60185	0,000	-4,2723	-1,8610
	Μάλαξη	-2,40000*	0,60185	0,000	-3,6056	-1,1944
	Συνδυασμός	-2,40000*	0,60185	0,000	-3,6056	-1,1944

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Έχει πραγματοποιηθεί πληθώρα ερευνών σχετικά με τις επιδράσεις της κρυοθεραπείας και της μάλαξης στα συμπτώματα του ΚΜΠ με αντιφατικές απόψεις σχετικά με την επίδραση της κρυοθεραπείας και της αθλητικής μάλαξης στον ασκησιογενή μυϊκό πόνο. Μέχρι σήμερα όμως δεν είχε πραγματοποιηθεί έρευνα που να εξετάζει την επίδραση του συνδυασμού της κρυοθεραπείας και της επιθετικής μάλαξης ως παρέμβαση στην αποκατάσταση του ΚΜΠ. Η παρούσα μελέτη είναι η πρώτη που συγκρίνει τις τρεις αυτές συγκεκριμένες φυσικοθεραπευτικές μεθόδους (κρυοθεραπεία, αθλητική μάλαξη, συνδυασμός κρυοθεραπείας και αθλητικής μάλαξης).

Το πρωτόκολλο πρόκλησης ΚΜΠ που χρησιμοποιήθηκε (Nosaka and Miyama, 2004) ήταν επιτυχές, όπως διαπιστώθηκε από τους δείκτες των παραμέτρων που αξιολογήθηκαν στην έρευνα. Πιο συγκεκριμένα η αύξηση των επιπέδων κρεατινικής φωσφοκινάσης (CPK), αίσθησης κοπώσεως (BORG), αίσθησης πόνου (VAS), περιφέρειας άνω και μέσου μηρού (ΠΑΜ, ΠΜΜ) σε συνδυασμό με την πτώση των επιπέδων εύρους τροχιάς (ROM) και μέγιστης ισομετρικής δύναμης (ΜΙΔ) στη 2<sup>η</sup>, 3<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> συνθήκη της μελέτης, επιβεβαιώνουν το γεγονός ότι η παρατεταμένη πλειομετρική άσκηση επιφέρει ΚΜΠ (Komi et al, 2000; McHugh et al, 2002; Lieber et al, 1988).

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας αποδεικνύουν πως και οι τρεις στρατηγικές αντιμετώπισης των συμπτωμάτων του ΚΜΠ έχουν ευεργετικά αποτελέσματα συγκριτικά με την υποομάδα ελέγχου. Πιο συγκεκριμένα, όλες οι παρεμβάσεις μειώνουν σημαντικά ( $p < 0.05$ ) την αίσθηση του πόνου (VAS), σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου, με την μέθοδο συνδυασμού αθλητικής μάλαξης και εμβύθισης σε παγωμένο νερό να παρουσιάζει τα καλύτερα επίπεδα. Δεν βρέθηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των υποομάδων όσον αφορά τα επίπεδα της CPK, ΠΑΜ, ΠΜΜ, ΠΟΜΣ. Ωστόσο η υποομάδα κρυοθεραπείας ήταν η μόνη που επανέφερε στα αρχικά επίπεδα την CPK μέχρι την τέταρτη (4) συνθήκη όπως έδειξαν και τα αποτελέσματα της μετα-ανάλυσης ανά συνθήκη. Ακόμα αξίζει να σημειωθεί πως η κρυοθεραπεία συνετέλεσε στην καλύτερη αποκατάσταση της

μυϊκής δύναμης, παρουσιάζοντας σημαντικές στατιστικές διαφορές σε σχέση με τις υπόλοιπες υποομάδες ανά τις συνθήκες. Η αθλητική μάλαξη φαίνεται να έχει καλύτερη επίδραση στην αίσθηση κόπωσης, χωρίς όμως στατιστική σημαντικότητα. Η υποομάδα συνδυαστικής εφαρμογής αθλητικής μάλαξης και εμβύθισης σε κρύο νερό, επίσης, παρουσίασε τα θετικότερα αποτελέσματα στις τιμές της ΠΟΜ, εμφανίζοντας σημαντική στατιστική διαφορά σε σχέση με την υποομάδα ελέγχου.

Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με τη βιβλιογραφία που αναφέρει τη κορύφωση των συμπτωμάτων μεταξύ 24-72 ωρών. Επιπλέον επιβεβαιώνονται οι έρευνες που αναφέρουν τη θετική επίδραση της μάλαξης στην ευερεθιστικότητα και την αίσθηση μυϊκού πόνου και κόπωσης (Hilbert et al, Imtiyaz et al, Jay et al, Zainyddin et al, Andersen et al, Farr et al, Mancinelli et al, Willems et al, Smith et al). Οι Mancinelli et al, και Willems et al το 2006 και το 2009 αντίστοιχα αναφέρουν την θετική επίδραση της μάλαξης στην δύναμη (συγκεκριμένα στην αύξηση κατακόρυφου άλματος), κάτι το οποίο δεν συμβαδίζει με τα συγκεκριμένα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης.

Έρευνες που χρησιμοποίησαν την κρυοθεραπεία ως στρατηγική αντιμετώπισης του ΚΜΠ (Williams et al, 2011; Bailey et al, 2007; Louis et al, 2011; Dawson et al, 2009; Eston et al, 2010; Ascensao et al, 2011; Skyrvydas et al, 2006; Pournot et al, 2011) συμφωνούν με τα ευρήματα της συγκεκριμένης μελέτης σε ότι αφορά τις θετικές επιδράσεις της κρυοθεραπείας και κυρίως με την ταχύτερη αποκατάσταση λειτουργικότητας και δύναμης του μυός καθώς και την αίσθηση μυϊκού πόνου.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί πως σε κάθε έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί έως σήμερα, έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μέθοδοι μάλαξης και κρυοθεραπείας. Η παρούσα έρευνα χαρακτηρίζεται από πέντε μεθοδολογικές πρωτοτυπίες. Αρχικά, αποτελεί την μοναδική έρευνα που χρησιμοποιεί και εξετάζει το συνδυασμό αθλητικής μάλαξης και κρυοθεραπείας ως στρατηγική αποκατάστασης του καθυστερημένου μυϊκού πόνου. Στις πρωτοτυπίες, επίσης, αυτής της μελέτης ανήκει η χρήση της αθλητικής επιθετικής μάλαξης. Η επιλογή της βασίστηκε στο ότι η συγκεκριμένη τεχνική επιφέρει μεγαλύτερη κινητοποίηση υγρών και αυξάνει την αιματική και λεμφική κυκλοφορία στην περιοχή εφαρμογής, συγκριτικά με την κλασική μάλαξη που συνήθως χρησιμοποιείται, καθώς επίσης συμβάλλει στην ευθυγράμμιση των μυϊκών ινών που έχουν υποστεί μικρορήξεις μετά την άσκηση. Η παρούσα έρευνα, επίσης, αποτελεί την μοναδική μελέτη που συγκρίνει τις επιδράσεις της μάλαξης με εκείνες τις κρυοθεραπείας, στα συμπτώματα του ΚΜΠ. Επιπρόσθετα, ακόμα μια ουσιαστική πρωτοτυπία της συγκεκριμένης μελέτης αποτελεί η εφαρμογή αποθεραπείας (χαλαρό τρέξιμο οχτώ λεπτών και δύο λεπτά στατικές διατάσεις) μετά το πέρας του

πρωτοκόλλου κόπωσης. Η σημαντικότητα της αποθεραπείας έγκειται στην προσομοίωση της έρευνας στις πραγματικές συνθήκες αθλητισμού, όπου δεν νοείται οποιαδήποτε τύπου προπόνηση χωρίς αποθεραπεία. Η συγκεκριμένη μάλιστα παράμετρος δεν έχει ληφθεί υπ' όψιν από καμία άλλη μελέτη σε αθλητές ως σήμερα. Πρωτοτυπία, επίσης, αποτελεί και η χρήση του διαγνωστικού υπερήχου για την αξιολόγηση της περιμέτρου του ορθού μηριαίου.

Καταληκτικά φαίνεται ότι όλες οι παρεμβάσεις (κρυοθεραπεία, εμβύθιση σε παγωμένο νερό, αθλητική μάλαξη και ο συνδυασμός τους) μπορούν να προτείνονται ως μορφές αποκατάστασης μετά από ασκησιογενή ΚΜΠ. Ωστόσο η επιλογή της κάθε φυσικοθεραπευτικής εφαρμογής φαίνεται ότι πρέπει να εξαρτηθεί από τους στόχους του αθλητικού φυσικοθεραπευτή. Δηλαδή, αν ο στόχος της αποκατάστασης είναι η διατήρηση της μυϊκής λειτουργικής ικανότητας (μυϊκής δύναμης) κι όχι τόσο τα σημεία και συμπτώματα του συνδρόμου (πόνος - οίδημα) τότε φαίνεται ότι η κρυοθεραπεία πρέπει να είναι η παρέμβαση επιλογής. Όταν ο στόχος της φυσικοθεραπείας είναι η μείωση του πόνου και της αίσθησης κόπωσης των αθλητών η μάλαξη και ο συνδυασμός της με κρυοθεραπεία φαίνεται ότι έχουν καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με την απλή κρυοθεραπεία. Για την εξαγωγή όμως οριστικών συμπερασμάτων είναι αναγκαία περαιτέρω έρευνα σε μεγαλύτερο δείγμα (ερασιτέχνες - επαγγελματίες αθλητές) και με εφαρμογή και άλλων τεχνικών φυσικοθεραπείας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Abraham, William M. "Factors in delayed muscle soreness." *Medicine and science in sports* 9.1 (1976): 11-20.
- 2) Amelink, G. J., et al. "Sex-linked variation in creatine kinase release, and its dependence on oestradiol, can be demonstrated in an in-vitro rat skeletal muscle preparation." *Acta physiologica scandinavica* 138.2 (1990): 115-124.
- 3) Amelink, G. J., H. H. Kamp, and P. R. Bär. "Creatine kinase isoenzyme profiles after exercise in the rat: sex-linked differences in leakage of CK-MM." *Pflügers Archiv* 412.4 (1988): 417-421.
- 4) Aminian-Far, Atefeh, et al. "Whole-body vibration and the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness." *Journal of athletic training* 46.1 (2011): 43.
- 5) Andersen, Lars L., et al. "Acute effects of massage or active exercise in relieving muscle soreness: Randomized controlled trial." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 27.12 (2013): 3352-3359.
- 6) Armstrong, R. B. "Initial events in exercise-induced muscular injury." *Medicine and science in sports and exercise* 22.4 (1990): 429-435.
- 7) Armstrong, R. B. "Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review." *Medicine and science in sports and exercise* 16.6 (1984): 529-538.
- 8) Arthur C. Guyton: *Φυσιολογία Του Ανθρώπου, Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας*, 5η Έκδοση.
- 9) Ascensao A., Leite M., Rebelo A.N., Magalhaes S., Magalhaes J. "Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match" *Journal of Sports Sciences*, February 1st 2011; 29(3): 217–225
- 10) Ascensao, Antonio, et al. "Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match." *Journal of sports sciences* 29.3 (2011): 217-225.
- 11) Ascensao, Antonio, et al. "Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match." *Journal of sports sciences* 29.3 (2011): 217-225.
- 12) Asmussen, Erling. "Observations on experimental muscular soreness." *Acta Rheumatol Scand* 2.2 (1956): 109-16.
- 13) Aubrun, Frédéric, et al. "Relationships between measurement of pain using visual analog score and morphine requirements during postoperative intravenous morphine titration." *Anesthesiology* 98.6 (2003): 1415-1421.



- 14) Baechle, Thomas R., Roger W. Earle, and D. Wathen. "Resistance training." *Essentials of strength training and conditioning* (2000): 395-425.
- 15) Bailey, D. M., et al. "Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running." *Journal of sports sciences* 25.11 (2007): 1163-1170.
- 16) Bär, P. R., et al. "Prevention of exercise-induced muscle membrane damage by oestradiol." *Life sciences* 42.26 (1988): 2677-2681.
- 17) Bijur, Polly E., Wendy Silver, and E. John Gallagher. "Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain." *Academic emergency medicine* 8.12 (2001): 1153-1157.
- 18) Bobbert, Maarten F., Hollander A.P., P.A. Huijing. "Factors in delayed onset muscular soreness." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 18 (1986): 75-81.
- 19) Brophy-Williams, Ned, Grant Landers, and Karen Wallman. "Effect of immediate and delayed cold water immersion after a high intensity exercise session on subsequent run performance." *Journal of sports science & medicine* 10.4 (2011): 665.
- 20) Brophy-Williams, Ned, Grant Landers, and Karen Wallman. "Effect of immediate and delayed cold water immersion after a high intensity exercise session on subsequent run performance." *Journal of sports science & medicine* 10.4 (2011): 665.
- 21) Brown, Stephen J., et al. "Exercise-induced skeletal muscle damage and adaptation following repeated bouts of eccentric muscle contractions." *Journal of sports sciences* 15.2 (1997): 215-222.
- 22) Brummitt, Jason. "The role of massage in sports performance and rehabilitation: current evidence and future direction." *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT* 3.1 (2008): 7.
- 23) Burgess, Theresa L., and Michael I. Lambert. "The efficacy of cryotherapy on recovery following exercise-induced muscle damage: invited review article." *International SportMed Journal* 11.2 (2010): 258-277.
- 24) Byrne, C. A., et al. "Rectus femoris surface myoelectric signal cross-talk during static contractions." *Journal of Electromyography and Kinesiology* 15.6 (2005): 564-575.
- 25) Byrne, Christopher, Craig Twist, and Roger Eston. "Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage." *Sports medicine* 34.1 (2004): 49-69.
- 26) Carol A. Oatis: *Κινησιολογία, Η Μηχανική Και Η Παθομηχανική Της Ανθρώπινης Κίνησης*, Εκδόσεις GOTSIS, 2η Έκδοση.
- 27) Cazorla G, Petibois C, Bosquet L: *Lactate At Exercise: Mythes Et Realites*, *Rev Sci Tech Activ Phys Sport* (Grenoble) 2001, 22(54):63-76
- 28) Cheung, Karoline, Patria A. Hume, and Linda Maxwell. "Delayed onset muscle soreness." *Sports Medicine* 33.2 (2003): 145-164.
- 29) Chomiak, Jiri, et al. "Severe injuries in football players influencing factors." *The American Journal of Sports Medicine* 28.suppl 5 (2000): S-58.

- 30) Chu, Donald Allen. *Jumping into plyometrics*. Vol. 2. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.
- 31) CK NAC activated, SGMItalia, Italy, Catalog Number 10195
- 32) Clarkson, P. M., Apple, F. S., Byrnes, W. C., McCormick, K. M., & Triffletti, P. "Creatine kinase isoforms following isometric exercise." *Muscle & nerve* 10.1 (1987): 41-44.
- 33) Clarkson, P. M., Byrnes, W. C., McCormick, K. M., Turcotte, L. P., & White, J. S. "Muscle soreness and serum creatine kinase activity following isometric, eccentric, and concentric exercise." *International journal of sports medicine* 7.03 (1986): 152-155.
- 34) Clarkson, Priscilla M., and C. A. R. A. Ebbeling. "Investigation of serum creatine kinase variability after muscle-damaging exercise." *Clin Sci* 75.3 (1988): 257-261.
- 35) Clarkson, Priscilla M., and Isabelle. Tremblay. "Exercise-induced muscle damage, repair, and adaptation in humans." *J Appl Physiol* 65.1 (1988): 1-6.
- 36) Clarkson, Priscilla M., and Monica J. Hubal. "Exercise-induced muscle damage in humans." *American journal of physical medicine & rehabilitation* 81.11 (2002): S52-S69.
- 37) Clarkson, Priscilla M., and Stephen P. Sayers. "Etiology of exercise-induced muscle damage." *Canadian journal of applied physiology* 24.3 (1999): 234-248.
- 38) Cleak, M. J., and R. G. Eston. "Delayed onset muscle soreness: mechanisms and management." *Journal of sports sciences* 10.4 (1992): 325-341.
- 39) Cleak, M. J., and R. G. Eston. "Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise." *British Journal of Sports Medicine* 26.4 (1992): 267-272.
- 40) Close, Graeme L., et al. "Eccentric exercise, isokinetic muscle torque and delayed onset muscle soreness: the role of reactive oxygen species." *European journal of applied physiology* 91.5-6 (2004): 615-621
- Chu, Donald Allen. *Jumping into plyometrics*. Vol. 2. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.
- 41) Connolly, Declan AJ, Stephen E. Sayers, and Malachy P. McHugh. "Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 17.1 (2003): 197-208.
- 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.

- 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):177-185
- 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.
- 47) 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.
- 48) 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.
- 49) Ebbeling, Cara B., and Priscilla M. Clarkson. "Exercise-induced muscle damage and adaptation." *Sports Medicine* 7.4 (1989): 207-234.
- 50) 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.
- 51) Engebretsen, Lars, et al. "Sports injuries and illnesses during the Winter Olympic Games 2010." *British Journal of Sports Medicine* 44.11 (2010): 772-780.
- 52) Eston, Roger, and Daniel Peters. "Effects oof cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage." *Journal of sports sciences* 17.3 (1999): 231-238.
- 53) Farr, Trevor, et al. "The effects of therapeutic massage on delayed onset muscle soreness and muscle function following downhill walking." *Journal of Science and Medicine in Sport* 5.4 (2002): 297-306.
- 54) Field, Tiffany. "Massage therapy." *The Medical clinics of North America* 86.1 (2002): 163-171.
- 55) Fitzgerald, G. K., Rothstein, J. M., Mayhew, T. P., & Lamb, R. L. "Exercise-induced muscle soreness after concentric and eccentric isokinetic contractions." *Physical therapy* 71.7 (1991): 505-513.
- 56) Fleck S.J., Kraemer W.J. (2004) *Designing resistance training programs*. 3rd edition Human Kinetics, Champaign, IL
- 57) Fousekis Konstantinos, Elias Tsepis, and George Vagenas. "Intrinsic Risk Factors of Noncontact Ankle Sprains in Soccer A Prospective Study on 100 Professional Players." *The American journal of sports medicine* 40.8 (2012): 1842-1850.
- 58) Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., & Vagenas, G. (2010). "Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a

- prospective study of 100 professional players." *British journal of sports medicine* (2010).
- 59) 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.
- 60) Friden, J., and Richard L. Lieber. "Structural and mechanical basis of exercise-induced muscle injury." *Medicine and science in sports and exercise* 24.5 (1992): 521-530.
- 61) Friden, J., M. Sjöström, and B. Ekblom. "A morphological study of delayed muscle soreness." *Experientia* 37.5 (1981): 506-507.
- 62) 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.
- 63) Friden, J., P. N. Sfikianos, and A. R. Hargens. "Muscle soreness and intramuscular fluid pressure: comparison between eccentric and concentric load." *J Appl Physiol* 61.6 (1986): 2175-2179.
- 64) Fridén, J., Seger, J., Sjöström, M., & Ekblom, B. "Adaptive response in human skeletal muscle subjected to prolonged eccentric training." *International journal of sports medicine* 4.03 (1983): 177-183.
- 65) Friden, J., U. Kjöll, and L-E. Thornell. "Delayed muscle soreness and cytoskeletal alterations: an immunocytological study in man." *International journal of sports medicine* 5.01 (1984): 15-18.
- 66) Fridén, Jan, Jan Seger, and Björn Ekblom. "Sublethal muscle fibre injuries after high-tension anaerobic exercise." *European journal of applied physiology and occupational physiology* 57.3 (1988): 360-368.
- 67) Golden, Catherine L., and Gary A. Dudley. "Strength after bouts of eccentric or concentric actions." *Medicine and science in sports and exercise* 24.8 (1992): 926-933.
- 68) Goodall, Stuart, and Glyn Howatson. "The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage." *Journal of sports science & medicine* 7.2 (2008): 235.
- 69) Gulick, D. T., and I. F. Kimura. "Delayed onset muscle soreness: what is it and how do we treat it?." *Journal of Sport Rehabilitation* 5 (1996): 234-243.
- 70) Hamill, J., Freedson, P. S., Clarkson, P. M., & Braun, B. "Muscle soreness during running: biomechanical and physiological considerations." *Int J Sport Biomech* 7.2 (1991): 125-37
- 71) Hart, Joseph M., C. Buz Swanik, and Ryan T. Tierney. "Effects of sport massage on limb girth and discomfort associated with eccentric exercise." *Journal of athletic training* 40.3 (2005): 181.

- 72) Hasson, SM., Daniels, JC., Divine, JG., Niebuhr, BR., Richmond, Shirley., Stein, PG., & Williams, JH. "Effect of ibuprofen use on muscle soreness, damage, and performance: a preliminary investigation." *Medicine and science in sports and exercise* 25.1 (1993): 9-17.
- 73) Hather, B. M., et al. "Influence of eccentric actions on skeletal muscle adaptations to resistance training." *Acta Physiologica Scandinavica* 143.2 (1991): 177-185.
- 74) Hausswirth, Christophe, et al. "Effects of whole-body cryotherapy vs. far-infrared vs. passive modalities on recovery from exercise-induced muscle damage in highly-trained runners." *PLoS One* 6.12 (2011): e27749.
- 75) Havas, E., J. Komulainen, and V. Vihko. "Exercise-induced increase in serum creatine kinase is modified by subsequent bed rest." *International journal of sports medicine* 18.08 (1997): 578-582.
- 76) Hedayatpour, Nosratollah, et al. "Effect of delayed-onset muscle soreness on muscle recovery after a fatiguing isometric contraction." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 20.1 (2010): 145-153.
- 77) High, David M., Edward T. Howley, and B. Don Franks. "The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed-onset muscle soreness." *Research quarterly for exercise and sport* 60.4 (1989): 357-361.
- 78) Hilbert, James E., G. A. Sforzo, and T. Swensen. "The effects of massage on delayed onset muscle soreness." *British Journal of Sports Medicine* 37.1 (2003): 72-75.
- 79) Hough, Theodore. "Ergographic studies in muscular soreness." *American Physical Education Review* 7.1 (1902): 1-17.
- 80) Howatson, G., D. Gaze, and K. A. Van Someren. "The efficacy of ice massage in the treatment of exercise-induced muscle damage." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 15.6 (2005): 416-422.
- 81) Howatson, Glyn, Stuart Goodall, and K. A. Van Someren. "The influence of cold water immersions on adaptation following a single bout of damaging exercise." *European journal of applied physiology* 105.4 (2009): 615-621.  
<http://emedicine.medscape.com/article/313267-overview>
- 82) Hughes, VA., BH. Jones, and HG. Knuttgen. *Metabolic changes following eccentric exercise in trained and untrained men.* Defense Technical Information Center, 1986.
- 83) 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.
- 84) 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.

- 85) Ingram, Jeremy, et al. "Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise." *Journal of Science and Medicine in Sport* 12.3 (2009): 417-421.
- 86) Isabell, William Kirk, et al. "The effects of ice massage, ice massage with exercise, and exercise on the prevention and treatment of delayed onset muscle soreness." *Journal of Athletic Training* 27.3 (1992): 208.
- 87) Isabell, William Kirk, et al. "The effects of ice massage, ice massage with exercise, and exercise on the prevention and treatment of delayed onset muscle soreness." *Journal of Athletic Training* 27.3 (1992): 208.
- 88) 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.
- 89) 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.
- 90) Jones DA, Newham DJ: The Effect Of Training On Human Muscle Pain And Damage, *J Physiol* 1985, 365:76
- 91) 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.
- 92) Katirji B. and M. Al-Jaberi. Creatine kinase revisited. *J Clin. Neuromusc. Dis.* (2001): 2(3) 158-163
- 93) Katirji, B. and M. M. Al-Jaberi. 2001. Review Creatine kinase revis-ited. *J. Clin. Neuromuscul. Dis.* 2:158–163
- 94) Keldaya D, Kuang T: Postexercise Muscle Soreness
- 95) Kenney, W. L. "Heat flux and storage in hot environments." *International journal of sports medicine* 19.S 2 (1998): S92-S95.
- 96) Kirby, Tyler J., et al. "Effect of leucine supplementation on indices of muscle damage following drop jumps and resistance exercise." *Amino acids* 42.5 (2012): 1987-1996.
- 97) Kirwan, John P., et al. "Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 20.3 (1988): 255-259.
- 98) Knight KL. *Cryotherapy in Sport Injury Management*. Champaign, IL:Human Kinetics, 1995.
- 99) Koh, Hyung-Woo, et al. "Effects of Vibratory Stimulations on Maximal Voluntary Isometric Contraction from Delayed Onset Muscle Soreness." *Journal of Physical Therapy Science* 25.9 (2013): 1093.

- 100) Komi PV, Linnamo V, Ventoinen P, Sillanpää M. "Force and EMG power spectrum during eccentric and concentric actions". *Medicine and Science in Sports and Exercise* (2000) 32:1757.
- 101) Konrath GA, et al. The use of cold therapy after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1996;24(5):629–633.
- 102) Kraemer, William J., et al. "Influence of compression therapy on symptoms following soft tissue injury from maximal eccentric exercise." *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 31.6 (2001): 282-290.
- 103) Kuipers, H. "Exercise-induced muscle damage." *International journal of sports medicine* 15.03 (1994): 132-135.
- 104) Lapointe, Benoît M., Jérôme Frenette, and Claude H. Côté. "Lengthening contraction-induced inflammation is linked to secondary damage but devoid of neutrophil invasion." *Journal of Applied Physiology* 92.5 (2002): 1995-2004.
- 105) Lash J, Sherman M, Bloomfield S. Muscle soreness: glucose and insulin response. *Medicine and Science in Sports and Exercise* (1988) 19: 575.
- 106) Law Frey, Laura A., et al. "Massage reduces pain perception and hyperalgesia in experimental muscle pain: a randomized, controlled trial." *The Journal of Pain* 9.8 (2008): 714-721.
- 107) Lee, Jeong-Woo, et al. "Effects of Inter-electrode Distance on Delayed Onset Muscle Soreness in Microcurrent Therapy." *Journal of physical therapy science* 25.11 (2013): 1451.
- 108) Lembke, Peter, et al. "Influence of Omega-3 (N3) Index on Performance and Wellbeing in Young Adults after Heavy Eccentric Exercise." *Journal of sports science & medicine* 13.1 (2014): 151.
- 109) Lieber RL and Friden J. Selective damage of fast glycolytic muscle fibres with eccentric contraction of the rabbit tibialis anterior. *Acta Physiologica Scandinavica* (1988) 133:587.
- 110) Lightfoot, J. T., Char, D., McDermott, J., & Goya, C. "Immediate postexercise massage does not attenuate delayed onset muscle soreness." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 11.2 (1997): 119-124.
- 111) Lund, Henrik, et al. "The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 8.4 (1998): 216-221.
- 112) Lund, Henrik, et al. "The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 8.4 (1998): 216-221.

- 113) Lund, Henrik, et al. "The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 8.4 (1998): 216-221.
- 114) Lund, Henrik, et al. "The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 8.4 (1998): 216-221.
- 115) MacIntyre, D. L., Reid, W. D., Lyster, D. M., & McKenzie, D. C. "Different effects of strenuous eccentric exercise on the accumulation of neutrophils in muscle in women and men." *European journal of applied physiology* 81.1-2 (2000): 47-53.
- 116) MacIntyre, Donna L., W. Darlene Reid, and Donald C. McKenzie. "Delayed muscle soreness." *Sports Medicine* 20.1 (1995): 24-40.
- 117) Mancinelli, Corrie A., et al. "The effects of massage on delayed onset muscle soreness and physical performance in female collegiate athletes." *Physical Therapy in Sport* 7.1 (2006): 5-13.
- 118) Mancinelli, Corrie A., et al. "The effects of massage on delayed onset muscle soreness and physical performance in female collegiate athletes." *Physical Therapy in Sport* 7.1 (2006): 5-13.
- 119) Marcora, S. M., and A. Bosio. "Effect of exercise-induced muscle damage on endurance running performance in humans." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 17.6 (2007): 662-671.
- 120) Margaret Hollis: *Massage For Therapists, Second Edition*.
- 121) Marianne F. Baird, Scott M. Graham, Julien S. Baker, and Gordon F. Bickerstaff, *Creatine-Kinase- and Exercise-Related Muscle Damage Implications for Muscle Performance and Recovery, Journal of Nutrition and Metabolism* 2012.
- 122) Mattacola, Carl G., et al. "A comparison of visual analog and graphic rating scales for assessing pain following delayed onset muscle soreness." *Journal of Sport Rehabilitation* 6 (1997): 38-46.
- 123) Mc Hugh MP, Tyler TF, Greenberg SC and Gleim G. Differences and activation patterns between eccentric and concentric quadriceps contractions. *Journal of Sports Sciences* 20:83, (2002)
- 124) McHugh, M. P., Connolly, D. A., Eston, R. G., & Gleim, G. W. "Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect." *Sports Medicine* 27.3 (1999): 157-170.
- 125) Milne, Christopher J. "Rhabdomyolysis, myoglobinuria and exercise." *Sports Medicine* 6.2 (1988): 93-106.



- 126) Miyama M. and Nosaka K. "Influence of surface on muscle damage and soreness induced by consecutive drop jumps." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 18.2 (2004): 206-211.
- 127) Moraska A., Sports massage: A comprehensive review, *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; Sep 2005; 45, 3;
- 128) Nadler SF, Weingand KW, Stitik TP et al. Pain relief runs hot and cold. *Biomechanics* 2001; 8:1
- 129) Newham, D. J., et al. "Pain and fatigue after concentric and eccentric muscle contractions." *Clin Sci (Lond)* 64.1 (1983): 55-62.
- 130) Newham, DJ, DA Jones, and RHT Edwards. "Large delayed plasma creatine kinase changes after stepping exercise." *Muscle & nerve* 6.5 (1983): 380-385.
- 131) Newham, DJ., DA. Jones, and RHT Edwards. "Plasma creatine kinase changes after eccentric and concentric contractions." *Muscle & nerve* 9.1 (1986): 59-63.
- 132) Nikawa, Takeshi, et al. "Skeletal muscle gene expression in space-flown rats." *The FASEB journal* 18.3 (2004): 522-524.
- 133) Nosaka, K., M. Newton, & P. Sacco: Muscle damage and soreness after endurance exercise of the elbow flexors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 34(6):920–927 (2002)
- 134) O'Reilly, K. P., Warhol, M. J., Fielding, R. A., Frontera, W. R., Meredith, C. N., & Evans, W. J. . "Eccentric exercise-induced muscle damage impairs muscle glycogen repletion." *J Appl Physiol* 63.1 (1987): 252-6.
- 135) Paddon-Jones, D. J., and B. M. Quigley. "Effect of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise." *International journal of sports medicine* 18.08 (1997): 588-590.
- 136) Paddon-Jones, Douglas, Makii Muthalib, and David Jenkins. "The effects of a repeated bout of eccentric exercise on indices of muscle damage and delayed onset muscle soreness." *Journal of Science and Medicine in Sport* 3.1 (2000): 35-43.
- 137) Paschoal, Valéria Cristina Provenza, and Olga Maria Silverio Amancio. "Nutritional status of Brazilian elite swimmers." *International journal of sport nutrition and exercise metabolism* 14 (2004): 81-94.
- 138) Pournot, Herve, et al. "Short term effects of various water immersions on recovery from exhaustive intermittent exercise." *European journal of applied physiology* 111.7 (2011): 1287-1295.
- 139) Proske, U., and D. L. Morgan. "Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications." *The Journal of physiology* 537.2 (2001): 333-345.

- 140) Rhea, Matthew R., et al. "Effect of iTonic whole-body vibration on delayed-onset muscle soreness among untrained individuals." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 23.6 (2009): 1677-1682.
- 141) Safran, Marc R., Mr Anthony V. Seaber, and William E. Garrett Jr. "Warm-up and muscular injury prevention an update." *Sports Medicine* 8.4 (1989): 239-249.
- 142) Saxton, JM., Clarkson, PM., James, Robert., Miles, Mary., Westerfer, Michael., Clark, Sean., & Donnelly, AE. "Neuromuscular dysfunction following eccentric exercise." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27.8 (1995): 1185-1193.
- 143) Schwane, J. A., and R. B. Armstrong. "Effect of training on skeletal muscle injury from downhill running in rats." *J Appl Physiol* 55.3 (1983): 969-975.
- 144) Schwane, J. A., Johnson, S. R., Vandenakker, C. B., & Armstrong, R. B. "Delayed-onset muscular soreness and plasma CPK and LDH activities after downhill running." *Medicine and Science in Sports and Exercise* 15.1 (1982): 51-56.
- 145) Schwane, J. A., Watrous, B. G., Johnson, S., & Armstrong, R. B. "Is lactic acid related to delayed-onset muscle soreness." *Phys Sportsmed* 11.3 (1983): 124-131.
- 146) Sellwood, Kylie Louise, et al. "Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial." *British journal of sports medicine* 41.6 (2007): 392-397.
- 147) Sharon A. Plowman, Denise L. Smith: *Exercise Physiology for Health, Fitness, and Performance*, Third Edition.
- 148) Skurvydas, Albertas, et al. "Cooling leg muscles affects dynamics of indirect indicators of skeletal muscle damage." *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 19.4 (2006): 141-151.
- 149) Skurvydas, Albertas, et al. "Dynamics of indirect symptoms of skeletal muscle damage after stretch-shortening exercise." *Journal of Electromyography and Kinesiology* 16.6 (2006): 629-636.
- 150) Skurvydas, Albertas, et al. "Peripheral and central fatigue after muscle-damaging exercise is muscle length dependent and inversely related." *Journal of Electromyography and Kinesiology* 20.4 (2010): 655-660.
- 151) Smith Jr, M. E., and C. G. R. Jackson. "Delayed Onset Muscle Soreness (Doms), Serum Creatine Kinase (Sck), and Creatine Kinase-Mb (Ck-Mb) Related to Performance Measurements in Football." *Medicine & Science in Sports & Exercise* 22.2 (1990): S34.
- 152) Smith, Lucille L. "Acute inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness?." *Medicine and science in sports and exercise* 23.5 (1991): 542-551.

- 153) Smith, Lucille L., et al. "The effects of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase, and neutrophil count: a preliminary report." *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 19.2 (1994): 93-99.
- 154) St Pierre Schneider, Barbara, Lois A. Correia, and Joseph G. Cannon. "Sex differences in leukocyte invasion in injured murine skeletal muscle." *Research in nursing & health* 22.3 (1999): 243-250.
- 155) Stauber, William T. "Eccentric action of muscles: physiology, injury, and adaptation." *Exercise and sport sciences reviews* 17 (1988): 157-185.
- 156) Stupka, N., et al. "Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise." *Journal of Applied Physiology* 89.6 (2000): 2325-2332.
- 157) Sydney-Smith, M., and Brian M. Quigley. *Delayed Onset Muscle Soreness: Evidence of Connective Tissue Damage, Lipid Peroxidation and Altered Renal Function After Exercise*. National Sports Research Centre, 1992.
- 158) Szymanski, David J. "Recommendations for the avoidance of delayed-onset muscle soreness." *Strength & Conditioning Journal* 23.4 (2001): 7.
- 159) Taimela, Simo, Urho M. Kujala, and Kalevi Osterman. "Intrinsic risk factors and athletic injuries." *Sports Medicine* 9.4 (1990): 205-215.
- 160) Talag, Trinidad S. "Residual muscular soreness as influenced by concentric, eccentric, and static contractions." *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation* 44.4 (1973): 458-469.
- 161) Tiidus, Peter M. "Can estrogens diminish exercise induced muscle damage?." *Canadian journal of applied physiology* 20.1 (1995): 26-38.
- 162) Tokmakidis Savvas P., et al. "The effects of ibuprofen on delayed muscle soreness and muscular performance after eccentric exercise." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 17.1 (2003): 53-59.
- 163) Torres, R., H. J. Appell, and J. A. Duarte. "Acute effects of stretching on muscle stiffness after a bout of exhaustive eccentric exercise." *International journal of sports medicine* 28.7 (2007): 590-594.
- 164) Tsang KK, et al. The effects of cryotherapy applied through various barriers. *J Sport Rehab* 1997;(4):343–354.
- 165) Vander, Sherman, Luciano, Τσακόπουλος: Φυσιολογία Του Ανθρώπου, Μηχανισμοί Της Λειτουργίας Του Οργανισμού I, Επιμέλεια Ελληνικής έκδοσης: Γελαδάς, Τσακόπουλος, ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδης, 8<sup>η</sup> έκδοση.
- 166) Von Nieda K, Michlovitz SL. Cryotherapy. In: *Thermal Agents in Rehabilitation*. Edited by Michlovitz SL. Philadelphia: FA Davis, 1996.

- 167) Walsh, B., Tonkonogi, M., Malm, C., Ekblom, B., & Sahlin, K. "Effect of eccentric exercise on muscle oxidative metabolism in humans." *Medicine and science in sports and exercise* 33.3 (2001): 436-441.
- 168) Weber, Mark D., Frank J. Servedio, and William R. Woodall. "The effects of three modalities on delayed onset muscle soreness." *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 20.5 (1994): 236-242.
- 169) Weber, Mark D., Frank J. Servedio, and William R. Woodall. "The effects of three modalities on delayed onset muscle soreness." *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 20.5 (1994): 236-242.
- 170) Willems, Mark ET, Tudor Hale, and Carley S. Wilkinson. "Effect of manual massage on muscle-specific soreness and single leg jump performance after downhill treadmill walking." *Medicina Sportiva* 13.2 (2009): 61-66.
- 171) Williamson, Amelia, and Barbara Hoggart. "Pain: a review of three commonly used pain rating scales." *Journal of clinical nursing* 14.7 (2005): 798-804.
- 172) Wilmore and Costill: *Φυσιολογία Της Άσκησης Και Του Αθλητισμού*, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδη, 3η Έκδοση.
- 173) Zainuddin, Zainal, et al. "Effects of massage on delayed-onset muscle soreness, swelling, and recovery of muscle function." *Journal of athletic training* 40.3 (2005): 174.
- 174) Zainuddin, Zainal, et al. "Effects of massage on delayed-onset muscle soreness, swelling, and recovery of muscle function." *Journal of athletic training* 40.3 (2005): 174.
- 175) Αρσένη Α., Δεληγιάννη Β., Ζουλλιέν Ζ.: *Ιατρική Βιοχημεία*, Ιατρικές Εκδόσεις Ζητα (1991).
- 176) Βασίλης Κλεισούρας: *Εργοφυσιολογία*, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδη, 11<sup>η</sup> Έκδοση.
- 177) 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.