



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΗΣ ΕΝΑΡΞΗΣ ΜΥΙΚΟ ΑΛΓΟΣ.  
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ ΚΑΙ  
ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ  
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑΣ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΤΖΙΤΖΙΦΑΚΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Α.Μ. 2544

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΤΣΕΠΗΣ ΗΛΙΑΣ

ΑΙΓΙΟ – 2022

**DELAYED ONSET MUSCLE SORENESS (DOMS).  
FUNCTIONAL IMPLICATIONS IN ATHLETES AND RECOVERY  
METHODS – LITERATURE REVIEW**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ:** Σε καθημερινή βάση, οι αθλητές υποβάλλονται σε προγράμματα υψηλής σωματικής κόπωσης με γνώμονα τη βελτίωση της απόδοσής τους και απώτερο σκοπό την επίτευξη ατομικών και ομαδικών στόχων. Η συνεχής προσπάθεια για εξέλιξη των δεξιοτήτων τους, πολύ συχνά τους φέρνει αναπόφευκτα αντιμέτωπους με μυϊκές βλάβες. Το καθυστερημένης έναρξης μυϊκό άλγος (Delayed Onset Muscle Soreness) αποτελεί την πιο δημοφιλή αίσθηση πόνου μεταξύ των αθλητών και συχνά περιγράφεται από τους ίδιους ως μυϊκή δυσκαμψία. Τα συμπτώματα του καθυστερημένου μυϊκού πόνου εκδηλώνονται τις πρώτες 24 ώρες μετά το πέρας της αθλητικής δραστηριότητας και υποχωρούν σε διάστημα 5-7 ημερών, με την πλειομετρική άσκηση και ιδιαίτερα τις έκκεντρες συσπάσεις να αποτελούν τον κύριο παράγοντα πρόκλησης των επώδυνων αυτών συμπτωμάτων. Ως αποτέλεσμα αυτών, προκαλούνται λειτουργικές επιπτώσεις στα επίπεδα απόδοσης των αθλητών και δημιουργούνται δυσμενείς συνθήκες που μπορούν να ευνοήσουν την ανάπτυξη ενός νέου, πιο σοβαρού τραυματισμού. Για το λόγο αυτό, κρίνεται αναγκαία η εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών αποκατάστασης ώστε να καταπολεμηθούν τα συμπτώματα του πόνου και να επιτευχθεί η ταχύτερη επανένταξη του αθλητή σε μέγιστα επίπεδα άσκησης.

**ΣΚΟΠΟΣ:** Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο τη μελέτη και λεπτομερή ανάλυση του φαινομένου του DOMS, καθώς επίσης και τις λειτουργικές επιπτώσεις που φέρει μαζί του αυτού του είδους ο μυϊκός τραυματισμός, σε έναν ευρύ αθλητικό πληθυσμό. Ακόμη, η συγκεκριμένη ανασκόπηση έθεσε ως στόχο την εύρεση των πιο αποτελεσματικών και αξιόπιστων μεθόδων αποκατάστασης, συμβάλλοντας έτσι στη συνεχή εξέλιξη της επιστήμης της φυσικοθεραπείας. Συγκεκριμένα, μελετήθηκε η επίδραση των τεχνικών μαλακών μορίων, της κρυοθεραπείας, των ενδυμάτων συμπίεσης (Compression Garments), του FOAM ROLLER, των διατάσεων και των συσκευών πνευματικής συμπίεσης (Intermittent Pneumatic Compression).

**ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ:** Για την υλοποίηση του στόχου της συγκεκριμένης εργασίας πραγματοποιήθηκε ανασκόπηση της διεθνούς αρθρογραφίας. Αυτό επιτεύχθηκε με την εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής αναζήτησης σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων όπως το PubMed και το Google Scholar, με σκοπό τα αποτελέσματα που θα λάβουμε να έχουν υψηλό δείκτη εγκυρότητας και αξιοπιστίας. Τα κριτήρια εισαγωγής ήταν τα άρθρα και οι έρευνες να απευθύνονται σε αθλητικό πληθυσμό που δεν ταλαιπωρείται από κάποιου είδους μυοσκελετικό τραυματισμό και να είναι στην πλειοψηφία τους σύγχρονα. Επίσης, κρίθηκαν ανεπιθύμητα τα άρθρα στα οποία το δείγμα τους αποτελούνταν από ορισμένα ζώα.

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:** Με γνώμονα τη σύγχρονη αρθρογραφία που αναφέρεται στο φαινόμενο του DOMS, θα λέγαμε πως πέραν του ότι ο συγκεκριμένος τύπος μυϊκού τραυματισμού έχει απασχολήσει κατά το παρελθόν και συνεχίζει να απασχολεί πολλούς ερευνητές, η παθοφυσιολογία του είναι ακόμα υπό διερεύνηση, με ορισμένες θεωρίες να είναι επικρατέστερες και άλλες να αμφισβητούνται. Ως παράγοντες πρόκλησης, η έκκεντρη άσκηση και τα ασυνήθιστα για έναν αθλητή φορτία αποτελούν σημεία αναφοράς για την εμφάνιση καθυστερημένου μυϊκού άλγους. Στόχο της φυσικοθεραπείας αποτελεί η πρόληψη των μυϊκών κακώσεων αλλά και η πληρέστερη αποκατάστασής τους, διότι είναι ικανές να επηρεάσουν αρνητικά τις επιδόσεις των αθλητών βραχυπρόθεσμα. Ως μέσα αποκατάστασης σε αθλητικό πληθυσμό προτάθηκαν οι τεχνικές μαλακών μορίων, η κρυοθεραπεία, τα ενδύματα συμπίεσης, το Foam Roller, οι στατικές διατάσεις και οι συσκευές πνευματικής συμπίεσης. Συμπερασματικά, η κρυοθεραπεία, οι τεχνικές μαλακών μορίων και οι συσκευές πνευματικής συμπίεσης φάνηκε να υπερτερούν και να αποτελούν λύση για τα συμπτώματα του DOMS.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** DOMS, Physiotherapy, Recovery, Athletes, Performance, Eccentric exercise.

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> : ΠΟΝΟΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ.....	8
1.1. ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ.....	8
1.2. ΑΘΛΗΜΑΤΑ – ΠΟΝΟΣ ΚΑΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	8
1.3. ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΗΣ ΕΝΑΡΞΗΣ ΜΥΙΚΟΣ ΠΟΝΟΣ.....	9
1.4. ΑΤΟΜΙΚΟ ΚΑΤΩΦΛΙ ΚΑΙ DOMS.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> : ΘΕΩΡΙΕΣ ΤΟΥ DOMS.....	11
2.1. ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΚΤΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ.....	11
2.2. ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΜΥΙΚΟΥ ΣΠΑΣΜΟΥ.....	11
2.3. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΒΛΑΒΗΣ ΤΟΥ ΣΥΝΔΕΤΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ.....	11
2.4. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΜΥΙΚΗΣ ΒΛΑΒΗΣ.....	11
2.5. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΦΛΕΓΜΟΝΩΔΟΥΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ.....	12
2.6. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΕΚΡΟΗΣ ΕΝΖΥΜΩΝ.....	12
2.7. ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΝΕΥΡΙΚΩΝ ΑΠΟΛΗΞΕΩΝ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> : ΕΚΚΕΝΤΡΑ ΦΟΡΤΙΑ.....	14
3.1. ΕΚΚΕΝΤΡΗΣ ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ DOMS.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> : ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ DOMS.....	16
4.1. ΚΛΙΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	16
4.2. ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> : ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ DOMS ΣΕ ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟ.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> : ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	22
6.1. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΑΛΑΚΩΝ ΜΟΡΙΩΝ.....	22
6.2. ΚΡΥΟΘΕΡΑΠΕΙΑ.....	24
6.3. ΕΝΔΥΜΑΤΑ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ.....	27
6.4. FOAM ROLLER.....	28
6.5. ΔΙΑΤΑΣΕΙΣ.....	30
6.6. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ.....	33
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	35
ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ.....	37

## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ ΕΙΚΟΝΩΝ**

- Εικόνα 1 - ΠΟΝΟΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ.....8
- Εικόνα 2 - ΕΚΚΕΝΤΡΑ ΦΟΡΤΙΑ .....14
- Εικόνα 3 - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ DOMS .....16
- Εικόνα 4 - ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ .....17
- Εικόνα 5 - ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΑΛΑΚΩΝ ΜΟΡΙΩΝ.....22
- Εικόνα 6 - ΚΡΥΟΘΕΡΑΠΕΙΑ.....24
- Εικόνα 7 - ΕΝΔΥΜΑΤΑ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ.....27
- Εικόνα 8 - FOAM ROLLER .....28
- Εικόνα 9 - ΔΙΑΤΑΣΕΙΣ.....30
- Εικόνα 10- ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ .....33

## **ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

Οι αθλητικές δραστηριότητες, από την αρχαιότητα έως σήμερα αποτελούν ένα μεγάλο μέρος της καθημερινότητας πολλών ανθρώπων. Αρκετά μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού παγκοσμίως στρέφεται προς τον αθλητισμό, με γνώμονα τις αποδεδειγμένες θετικές επιδράσεις που έχει στη ψυχική και σωματική υγεία. Παρότι τα οφέλη της άσκησης είναι ευρέως διαδεδομένα, δεν παύουν να υπάρχουν και οι δυσμενείς επιπτώσεις της, με πρώτη και κύρια την πρόκληση μυοσκελετικών τραυματισμών. Τέτοιου είδους αρνητικές επιπτώσεις λαμβάνουν χώρα ως επί το πλείστον σε επαγγελματίες αθλητές, χωρίς όμως να εξαιρούνται αυτών των κινδύνων και οι ερασιτέχνες. Ένας από τους κυριότερους μυϊκούς τραυματισμούς κατά την άθληση είναι το DOMS που θέτει σε κίνδυνο τα επίπεδα απόδοσης των αθλητών και αποτελεί «προθάλαμο» για έναν νέο, μεγαλύτερης έκτασης μυϊκό τραυματισμό. Η συγκεκριμένη μελέτη, διερευνά το καθυστερημένης έναρξης μυϊκό άλγος και όλα τα νέα επιστημονικά δεδομένα γύρω από αυτό.

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Το καθυστερημένης έναρξης μυϊκό άλγος αποτελεί ένα κοινό επώδυνο αίσθημα μεταξύ των αθλητών, στο οποίο πρώτος αναφέρθηκε ο Theodore Hough, συσχετίζοντάς το με ρήξεις των μυών (Hough, 1902). Πλέον, είναι κοινά αποδεκτό ότι το DOMS εμφανίζεται μετά από επαναλαμβανόμενη έκθεση σε έκκεντρες δυνάμεις ή ασυνήθιστα για τον αθλητή φορτία (Jooyoung K. & Jooyoung L. 2014). Τα συμπτώματα που σχετίζονται με το DOMS περιλαμβάνουν απώλεια δύναμης, πόνο και μυϊκή δυσκαμψία και συνήθως εμφανίζονται σε χρονικό διάστημα 6 – 12 ωρών μετά το τέλος της αθλητικής δραστηριότητας και κλιμακώνονται έως τις επόμενες 24 - 72 ώρες, χωρίς όμως αυτά να είναι αλληλοεξαρτώμενα και να λαμβάνουν χώρα πάντοτε. Για πολλά χρόνια, το φαινόμενο DOMS είχε αποδοθεί λανθασμένα στη συσσώρευση γαλακτικού οξέος στους μύες. Ωστόσο, αυτή η αντίληψη αποδείχθηκε ανακριβής, διότι η αίσθηση του πόνου μετά από πλειομετρική άσκηση δεν προκαλείται εξ ολοκλήρου από τη συσσώρευση γαλακτικού οξέος (Contro et al., 2016). Πράγματι, τα επίπεδα γαλακτικού οξέος αυξάνονται σημαντικά αλλά επιστρέφουν σε φυσιολογικά μεγέθη σε μικρότερο χρονικό διάστημα από όσο διαρκούν τα συμπτώματα του DOMS (Menziez et al., 2010). Ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την κατανόησή μας σχετικά με τον πόνο των μυών είναι η δυσκολία εκτίμησης και ποσοτικοποίησής του, καθώς είναι υποκειμενικός από τη φύση του. Οι οπτικές αναλογικές κλίμακες (Visual Analogue Scales) χρησιμοποιούνται ευρέως για την ποσοτικοποίηση του μυοσκελετικού πόνου και αρκετοί συγγραφείς τις έχουν αξιοποιήσει για την αξιολόγηση του DOMS (Hosseninzadeh et al., 2013 & Slater et al., 2010). Όσον αφορά την αθλητική απόδοση, το DOMS ενδέχεται να έχει αρνητικές επιδράσεις καθώς ο μυϊκός πόνος, η ανατομική βλάβη των μυών και του συνδετικού ιστού μπορεί να οδηγήσουν σε αλλοιωμένη μυϊκή λειτουργία και μηχανική των αρθρώσεων με αυτές τις αλλοιώσεις να είναι ικανές να μειώσουν σημαντικά την απόδοση ή τη βέλτιστη ένταση άσκησης των αθλητών. Περεταίρω δυσμενείς επιδράσεις αποτελούν τη μειωμένη ιδιοδεκτικότητα και εύρος τροχιάς των αρθρώσεων, μειωμένη ικανότητα αντοχής και αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού. Ως απόρροια των παραπάνω, απειλείται η μηχανική των αρθρώσεων και η μυϊκή λειτουργία, έτσι οι αθλητές υιοθετούν αντισταθμιστικά πρότυπα κίνησης, οδηγώντας ενδεχομένως σε μειωμένες αθλητικές επιδόσεις (Pearcey

et al.,2015). Ακόμη σημαντικό ρόλο παίζει και η συχνότητα προπόνησης των αθλητών, καθώς το χρονικό διάστημα ανάπαυσης μεταξύ δυο εξίσου επιβαρυντικών προγραμμάτων άσκησης, μπορεί να μην είναι αρκετό για την επίτευξη πλήρους αποκατάστασης, η οποία ορίζεται ως η επιστροφή στα φυσιολογικά επίπεδα ομοιόστασης έπειτα από μεταβολικές, φλεγμονώδεις αντιδράσεις και μυϊκές βλάβες που προκαλούνται (Hauswirth et al.,2011). Η αλληλεπίδραση μεταξύ του επιβαρυντικού φορτίου κατά την άσκηση, της επερχόμενης μυϊκής κόπωσης και της επιστροφής στα φυσιολογικά επίπεδα είναι πολύπλοκη και μπορεί να διαμορφωθεί θετικά ή αρνητικά από την επερχόμενη στρατηγική αποκατάστασης (Minett et al.,2015). Επί του παρόντος, διάφορες τεχνικές αποκατάστασης έχουν αναφερθεί με σκοπό είτε την πρόληψη είτε την αντιμετώπιση των συμπτωμάτων του DOMS, με τα ευρήματα όμως να είναι αμφιλεγόμενα και να απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΠΟΝΟΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ**



Εικόνα 1 (Meygeia.gr)

### **1.1 ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΟΥ ΠΟΝΟΥ**

Είναι κοινά αποδεκτό ότι οι αθλητές έχουν μεγαλύτερη αντοχή και ανθεκτικότητα στον πόνο σε σύγκριση με τους μη αθλητές κάτι που μπορεί να οφείλεται σε συχνότερη χρήση προσαρμοστικών αντιδράσεων πόνου. Έτσι λοιπόν, οι αθλητές που ορισμένες φορές προπονούνται και εξασκούνται παράλληλα με την ύπαρξη συμπτωμάτων του πόνου φαίνεται να αποδέχονται ευκολότερα τη δυσάρεστη αυτή αίσθηση σε σχέση με τον υπόλοιπο πληθυσμό. Λόγω της υψηλής έκθεσης στα συμπτώματα του άλγους και με σκοπό τη διατήρηση της συμμετοχής σε αθλήματα, απαιτείται από εκείνους να έχουν την ικανότητα να αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά τους τραυματισμούς τους. Επίσης, όσον αφορά τον αθλητικό πληθυσμό, οι ερευνητές ανέδειξαν ότι εκείνοι που έχουν βιώσει την εμπειρία ενός μεγάλου τραυματισμού είχαν αυξημένα επίπεδα κατάθλιψης, απογοήτευσης και θυμού (Sharma et al.,2011).

### **1.2 ΑΘΛΗΜΑΤΑ – ΠΟΝΟΣ ΚΑΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ**

Τα σημεία εμφάνισης του πόνου κατά τη διάρκεια των αθλητικών δραστηριοτήτων σχετίζονται με τις μυϊκές ομάδες που είναι υπεύθυνες για την εκτέλεση συγκεκριμένων ενεργειών και κινήσεων. Σε αθλητές στίβου, οι οποίοι διαγράφουν μεγάλες αποστάσεις και μεγάλης διάρκειας συνεχόμενο τρέξιμο, τα επίπεδα του μυϊκού πόνου είναι χαμηλότερα σε σχέση με αθλήματα που εμπεριέχουν υψηλής έντασης και μικρής διάρκειας τρέξιμο. Η συχνότητα εμφάνισης DOMS και μυϊκού τραυματισμού σε αθλήματα που περιλαμβάνουν συνεχή άλματα είναι υψηλότερη και η συχνότητα εμφάνισης DOMS και μυϊκού τραυματισμού σε υψηλού επιπέδου αθλήματα με άλματα είναι στο 100% των αθλητών και το ποσοστό των τραυματισμών αγγίζει το 87,5%. Το DOMS είναι μια δυσμενής κατάσταση που βρίσκεται στο μεταίχμιο μεταξύ πόνου και τραυματισμού. Ένας αιφνίδιος μυϊκός πόνος μπορεί να αποκατασταθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα και να μην αποτελέσει αιτία μυοσκελετικής αθλητικής κάκωσης. Εάν όμως, η αποκατάσταση είναι ελλιπής, μπορεί να οδηγήσει σε μυϊκό τραυματισμό. Το DOMS έχει υψηλή συσχέτιση με το μυϊκό τραυματισμό και την ένταση του φορτίου άσκησης καθώς με την αύξηση στην



ένταση της άσκησης, αυξάνεται σταδιακά η συχνότητα εμφάνισης μυϊκού πόνου και μυϊκού τραυματισμού. Ως εκ τούτου, είναι υψίστης σημασίας να μελετηθεί σε βάθος ο μηχανισμός πρόκλησης, ανάπτυξης αλλά και ταχείας αποκλιμάκωσης των συμπτωμάτων του DOMS (Zeng et al.,2022).

### 1.3 ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΜΕΝΗΣ ΕΝΑΡΞΗΣ ΜΥΙΚΟΣ ΠΟΝΟΣ (ΚΜΠ)

Ο καθυστερημένης έναρξης μυϊκός πόνος (ΚΜΠ) είναι ένας τύπος υπερδομικού μυϊκού τραυματισμού. Η εκδήλωση του ΚΜΠ συνήθως είναι αποτέλεσμα έκκεντρων ή ασυνήθιστων για τον αθλητή φορτίων, με την κλινική εικόνα να περιλαμβάνει μειωμένη ικανότητα παραγωγής δύναμης, επώδυνες ενεργητικές κινήσεις με περιορισμένο εύρος τροχιάς, δυσκαμψία, οίδημα καθώς και δυσλειτουργία γειτονικών αρθρώσεων, κάτι που τον κατατάσσει σε έναν από τους πιο διαδεδομένους λόγους που θέτουν σε κίνδυνο την αθλητική απόδοση (Hotfiel et al.,2018). Τα κλινικά σημεία του ΚΜΠ είναι αρκετά ασταθή και μεταβαλλόμενα, κυμαίνονται από ήπιας μορφής μυϊκό πόνο που υποχωρεί με μέτρια δραστηριότητα, έως έντονο πόνο και αδυναμία να εκτελεστούν ορισμένες κινήσεις (Pearcey et al.,2015). Ως εκ τούτου, οι παρεμβάσεις αποκατάστασης σε αθλητές υψηλού επιπέδου μπορεί να παίξουν ένα καθοριστικό ρόλο στον επαγγελματικό αθλητισμό, με την πρόληψη και ταχεία ανάκαμψη να συνεπάγεται με την ανάκτηση των φυσιολογικών λειτουργιών, κάτι που αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της ανάκτησης της μυϊκής δύναμης και των επιπέδων απόδοσης στον αθλητικό πληθυσμό (Hotfiel et al.,2018). Τα συμπτώματα του μυϊκού πόνου συνήθως κορυφώνονται εντός του χρονικού πλαισίου των 48 ωρών μετά την άσκηση, ωστόσο η πλήρης ανάκαμψη μπορεί να διαρκέσει έως και 10 ημέρες, με τη μέγιστη επιρροή που προκαλεί ο ΚΜΠ να εκδηλώνεται εντονότερα στο χρονικό διάστημα μεταξύ 24 και 48 ωρών μετά τη δραστηριότητα. Παρότι ο ΚΜΠ δεν αποτελεί μια σοβαρή απειλή στη γενικότερη υγεία του αθλητή, η διατήρηση της έντονης άσκησης κατά τη χρονική διάρκεια της έξαρσης των συμπτωμάτων, μπορεί ενδεχομένως να επιφέρει αρνητικές επιπτώσεις και μεταβολές στην ικανότητα απορρόφησης κραδασμών, στην παραγωγή δύναμης και αλληλουχίας συντονισμού των κινήσεων, με τα αντισταθμιστικά πρότυπα κίνησης να σηματοδοτούν την ακούσια προσπάθεια που κάνει το σώμα ώστε να προστατευθεί από τις επιπτώσεις του ΚΜΠ (Vila-Cha et al.,2012). Δυστυχώς, τα ακριβή επιδημιολογικά δεδομένα του DOMS εκλείπουν λόγω του πολύ μεγάλου αριθμού μη αξιολογημένων περιπτώσεων. Κατά τη διάρκεια της έκκεντρης άσκησης, το εξωτερικό φορτίο είναι μεγαλύτερο και οι δυνάμεις που αναπτύσσονται είναι ισχυρότερες σε σχέση με τις δυνάμεις που παράγονται στις μυϊκές ίνες κάτω από συνθήκες σύγκεντρης σύσπασης (Douglas et al.,2017). Κατ' αυτόν τον τρόπο, και όπως φαίνεται από τη σχέση δύναμης – ταχύτητας οι μύες παράγουν περισσότερη δύναμη με την ίδια γωνιακή ταχύτητα απ' ότι κατά τη διάρκεια της σύγκεντρης άσκησης, δηλαδή της ενεργητικής συστολής των μυϊκών ινών (Hoppele, 2016). Σε γενικές γραμμές, ο πιθανός μηχανισμός τραυματισμού που οδηγεί στον ΚΜΠ οφείλεται στις υψηλές μυϊκές δυνάμεις που παράγονται από τις λιγότερο ενεργές και περισσότερο επιζήμιες μυϊκές ίνες τύπου II. Ωστόσο στον αθλητισμό και κάτω από ρεαλιστικές συνθήκες άθλησης σε καμία περίπτωση δεν θα μπορούσαν να απομονωθούν μεμονωμένες έκκεντρες συσπάσεις. Αντ' αυτού κατά τη διάρκεια αθλητικών δραστηριοτήτων που εμπεριέχουν υψηλής έντασης τρέξιμο, αλλαγές κατεύθυνσης και συνεχή άλματα ενεργοποιείται ο κύκλος επιμήκυνσης-βράχυνσης με συνεχείς εναλλαγές έκκεντρων και σύγκεντρων συσπάσεων (Nicol et al.,2006).

## 1.4 ΑΤΟΜΙΚΟ ΚΑΤΩΦΛΙ ΚΑΙ DOMS

Η διέγερση και η σύσπαση των μυϊκών ιστών προέρχονται από το δυναμικό δράσης των μυϊκών ινών καθώς επίσης και η προέλευση του ΚΜΠ εξαρτάται από το δυναμικό δράσης. Είναι αδύνατο να παραχθεί ΚΜΠ αμέσως μετά την εκτέλεση άσκησης. Η ένταση διέγερσης των μεμονωμένων καταστάσεων ΚΜΠ ονομάζεται "ατομικό κατώφλι DOMS" και από άτομο σε άτομο το κατώφλι αυτό διαφέρει σημαντικά. Μόλις οποιοδήποτε ερέθισμα φτάσει να αγγίξει την τιμή στο ατομικό κατώφλι, ο καθυστερημένος πόνος θα παραχθεί και θα φτάσει στα μέγιστα επίπεδά του. Το επίπεδο του πόνου δεν θα αλλάξει μετά το ερέθισμα, και στη συνέχεια σταδιακά θα υποχωρήσει για να ολοκληρωθεί η διαδικασία του, κάτι που αποτελεί εξήγηση του ότι μόλις προκληθεί ο ΚΜΠ δεν μπορεί να διακοπεί ή να σταματήσει αμέσως αλλά και ούτε να αυξηθεί ραγδαία ακόμη και όταν μια έντονη σωματική άσκηση πραγματοποιηθεί μετά την εμφάνιση των συμπτωμάτων. Μόλις δημιουργηθεί ο ΚΜΠ θα εξαπλωθεί σε ολόκληρο το μυ που συμμετέχει στην κίνηση και η αίσθηση του πόνου δεν θα αποδυναμωθεί λόγω της αύξησης της απόστασης μετάδοσης, γεγονός που αιτιολογεί πως ολόκληρος ο μυϊκός ιστός παράγει τον ίδιο πόνο και δεν υπάρχει εμφανής εστίαση των συμπτωμάτων. Σε μία χρονική περίοδο, μετά την ανάκτηση του ΚΜΠ, το ίδιο φορτίο δεν θα προκαλέσει πλέον DOMS διότι δύο διαδοχικά περιστατικά ΚΜΠ δεν μπορεί να είναι παρόντα ταυτόχρονα. Η συνεχής έκκεντρη άσκηση με επαναλήψεις, όχι περισσότερες από αυτές του πρώτου φορτίου άσκησης, δεν θα επηρεάσει ούτε την διαδικασία αποκατάστασης του ΚΜΠ που ενεργοποιήθηκε από τα φορτία της πρώτης άσκησης αλλά ούτε θα επιδεινώσει τη μυϊκή βλάβη (Zeng et al.,2022).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : ΘΕΩΡΙΕΣ ΤΟΥ DOMS**

**2.1 Θεωρία του γαλακτικού οξέος:** Το γαλακτικό οξύ είναι μια ουσία που παράγεται κατά τη διάρκεια του γλυκολυτικού μεταβολισμού (γλυκόλυσης) και έχει αναφερθεί ότι προκαλεί συμπτώματα πόνου όταν εκχύνεται στους σκελετικούς μύες. Συνεπώς, μπορεί να υπάρξουν αυξημένα ποσοστά συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος, αντιπροσωπεύοντας ένα επιβλαβές ερέθισμα για τις ελεύθερες νευρικές απολήξεις που βρίσκονται μέσα σε μικρά αιμοφόρα αγγεία των σκελετικών μυών. Οι ελεύθερες νευρικές απολήξεις, οι οποίες είναι συνδεδεμένες με το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα, δρουν ως κύριοι υποδοχείς των χημικών και μηχανικών ερεθισμάτων. Παρότι υπάρχουν στοιχεία που υποδηλώνουν ότι τα αυξημένα επίπεδα γαλακτικού οξέος εμπλέκονται κατά μια έννοια στην έκταση της μυϊκής κόπωσης κατά τη διάρκεια έντονης αθλητικής δραστηριότητας, η θεωρία του γαλακτικού οξέος σε μεγάλο βαθμό έχει απορριφθεί ως αιτία για την εμφάνιση του ΚΜΠ. Σε αυτή την αντίληψη έχουν οδηγήσει τα ευρήματα τα οποία απέδειξαν ότι τα επίπεδα του γαλακτικού οξέος κορυφώνονται κατά τη διάρκεια της έντονης άσκησης και επανέρχονται σε φυσιολογικές τιμές αμέσως μετά, σε διάστημα μίας ώρας περίπου από τη λήξη της έντονης δραστηριότητας. Επίσης, ένα δεύτερο αντεπιχείρημα αποτελεί η έλλειψη συσχέτισης μεταξύ της συσσώρευσης γαλακτικού οξέος και της έντασης των συμπτωμάτων του DOMS. Αν και η σύγκεντρη άσκηση σε αρκετά σπάνιες περιπτώσεις προκαλεί DOMS, η παραγωγή γαλακτικού οξέος κατά τη διάρκεια αυτής της σύσπασης είναι πολύ υψηλότερη από ότι κατά τις έκκεντρες ασκήσεις, οι οποίες αποτελούν και σήμα κατατεθέν για την πρόκληση καθυστερημένου μυϊκού άλγους (Wilke & Behringer 2021).

**2.2 Θεωρία του μυϊκού σπασμού:** η θεωρία του μυϊκού σπασμού αναπτύχθηκε μετά την παρατήρηση αυξημένων επιπέδων μυϊκής ενεργοποίησης, έπειτα από έκκεντρη άσκηση. Προτάθηκε ότι η αυξημένη ενεργοποίηση των μυών υπέδειξε ένα τονικό εντοπισμένο σπασμό των κινητικών μονάδων. Η εν λόγω κατάσταση, θεωρήθηκε ότι οδήγησε σε συμπίεση τοπικών αιμοφόρων αγγείων, ισχαιμία και συσσώρευση ουσιών υπεύθυνων για τον πόνο. Με τη σειρά του αυτό πυροδότησε ένα φαύλο κύκλο καθώς η περεταίρω διέγερση των νευρικών απολήξεων προκάλεσε εκτεταμένους αντανεκαστικούς μυϊκούς σπασμούς και παρατεταμένες ισχαιμικές καταστάσεις. Ωστόσο, έρευνες που βασίστηκαν στη χρήση ηλεκτρομυογραφίας, δεν εντόπισαν αύξηση της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας στους υπό καταπόνηση μύες, αλλά και όσες εντόπισαν δεν απέδειξαν καμία σχέση μεταξύ του μεγέθους και της αντίληψης του πόνου (Cheung et al.,2003).

**2.3 Θεωρία βλάβης του συνδετικού ιστού:** η συγκεκριμένη θεωρία εξετάζει το ρόλο του συνδετικού ιστού, ο οποίος αποτελεί το περίβλημα των δεσμίδων των μυϊκών ινών. Οι ίνες βραδείας συστολής εμφανίζουν μια πιο ισχυρή και ανθεκτική δομή σε σχέση με τις ίνες ταχείας συστολής, με τις δεύτερες να επιδεικνύουν αυξημένη ευαισθησία και να είναι πιο επιρρεπείς σε τραυματισμό που προκαλείται από υπερβολική διάταση, με το συνδετικό ιστό που τις περικλείει να διατείνεται, να καταπονείται και να παράγει καθυστερημένο μυϊκό πόνο. Ωστόσο, ο μηχανισμός που επεξηγεί τη συγκεκριμένη θεωρία παραμένει αβέβαιος (Cheung et al.,2003).

**2.4 Θεωρία της μυϊκής βλάβης:** Σχεδόν 120 χρόνια πριν, ο Hough ανέδειξε για πρώτη φορά τη θεωρία κατά την οποία θα μπορούσε να προκληθεί ΚΜΠ από δομική βλάβη εντός του σκελετικού μύος. Έχει υποστηριχθεί επανειλημμένα ότι οι υψηλές μηχανικές καταπονήσεις που επιβάλλονται στα μαλακά

μόρια θα μπορούσαν να υπερβούν την ανθεκτικότητα του σαρκομερίου, οδηγώντας σε μικρές ρήξεις που βρίσκονται μέσα ή κοντά στις Z γραμμές των σαρκομερίων, μεταβολές που έχουν εντοπιστεί κατά τη διάρκεια μικροσκοπικών εξετάσεων βιοψίας μετά από συνεχείς έκκεντρες συσπάσεις. Σε σύγκριση με τις ίνες βραδείας συστολής, οι ίνες ταχείας συστολής έχουν στενότερες και ασθενέστερες Z γραμμές οι οποίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε μεγαλύτερες μηχανικές καταπονήσεις κατά τη διάρκεια των έκκεντρων συσπάσεων. Αυτοί οι παράγοντες πιθανώς εξηγούν το λόγο για τον οποίο οι μύες με μεγάλη περιεκτικότητα σε ίνες ταχείας συστολής υπόκεινται σε μεγαλύτερη καταπόνηση από έκκεντρες συσπάσεις από ότι οι μύες με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ίνες βραδείας συστολής. Ωστόσο, αρκετοί ερευνητές έχουν ερμηνεύσει τις μικροσκοπικές ενδοκυτταρικές δομικές αλλαγές μετά από έκκεντρες συσπάσεις ως φυσιολογικό ακόλουθο και όχι ως σημάδι μυϊκής βλάβης. Επιπλέον, παραμένει ασαφές το πώς αυτή η μικροσκοπική δομική βλάβη συνδέεται με την αίσθηση του πόνου, καθώς και μια ενεργοποίηση των μηχανοϋποδοχέων θα ήταν πιθανή, αλλά αυτή η διαδικασία θα μπορούσε να εξηγήσει μόνο την τρέχουσα αίσθηση του πόνου και όχι την καθυστερημένη έναρξή του μετά την άσκηση (Wilke & Behringer 2021).

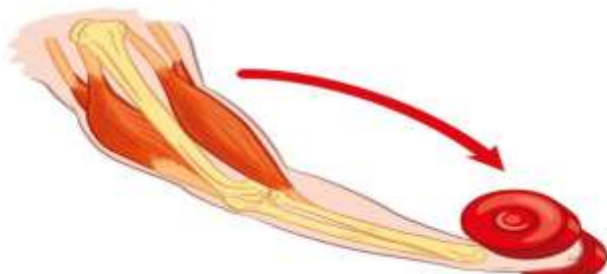
**2.5 Θεωρία φλεγμονώδους αντίδρασης:** Ένα ακόμη σύμπλεγμα θεωριών, επικεντρώνεται στις φλεγμονώδεις διεργασίες. Σε αντίθεση με τη βλάβη των ιστών, μια καθυστερημένη και παρατεταμένη ενεργοποίηση των κεντρομόλων ή αλλιώς προσαγωγών νευρώνων μπορεί να προκληθεί μέσω φλεγμονής, η οποία σχετίζεται άμεσα με την ενδομυϊκή διόγκωση και ασκεί υψηλή πίεση στους μηχανοϋποδοχείς. Αυτό υποστηρίζεται από την παρατήρηση ότι το μέγιστο οίδημα συμπίπτει με την κορύφωση του ΚΜΠ μετά την άσκηση. Επιπλέον, η φλεγμονώδης διεργασία θα μπορούσε να οδηγήσει σε αυξημένη αντίληψη του πόνου μέσω ουσιών που ρυθμίζουν τα επίπεδα του πόνου από τα φλεγμονώδη κύτταρα που εισβάλλουν στον κατεστραμμένο μυϊκό ιστό. Θεωρείται ότι τα φλεγμονώδη κύτταρα, οδηγούνται χημειοτακτικά μέσω ουσιών που διαχέονται στο πλάσμα και στο διάμεσο χώρο. Ο χημειοτακτισμός περιγράφει την κίνηση ανοσοποιητικών κυττάρων προς ουσίες που απελευθερώνονται από κατεστραμμένα κύτταρα, κάτι που εκφράζεται ιδιαίτερα έντονα στην διαδικασία κατά την οποία τα μακροφάγα προσελκύουν τα τραυματισμένα μυϊκά κύτταρα. Αποτελεί ενδιαφέρον το ότι υπάρχει μια πιθανή σχέση μεταξύ της θεωρίας της φλεγμονής και της προαναφερθείσας θεωρίας της μυϊκής βλάβης. Τα υψηλά μηχανικά φορτία φαίνεται ότι δεν προκαλούν βλάβη μόνο στα συστατικά στοιχεία των μυϊκών ινών αλλά και στις μεμβράνες. Η προκύπτουσα αλλαγή στη διαπερατότητα της μεμβράνης θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση για την απελευθέρωση χημειοτακτικών ουσιών (Wilke & Behringer 2021).

**2.6 Θεωρία εκροής ενζύμων:** Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, οι έκκεντρες ασκήσεις υψηλής έντασης έχουν την δυνατότητα να προκαλέσουν τραυματισμό στη μυϊκή μεμβράνη, που ονομάζεται, σαρκεΐλημα καθώς και διαταραχή των δομικών μακρομορίων στα μυοϊνίδια. Δομικές διαταραχές εξαιτίας των υψηλών μηχανικών δυνάμεων θα οδηγήσουν σε εισροή των ιόντων ασβεστίου κάτι που θα προκαλέσει περιορισμό της αναπνοής σε μιτοχονδριακό επίπεδο. Ενδοκυτταρικά δομικά στοιχεία αυξάνονται στο πλάσμα και προσελκύουν μονοκύτταρα και ενεργοποιούν μαστοκύτταρα και ιστιοκύτταρα εντός του χώρου του δομικού τραυματισμού. Πιστεύεται ότι η συσσώρευση κίνινης και αμίνης διεγείρει ελεύθερες νευρικές απολήξεις του νευρικού κυτταρικού συμπλέγματος IV, που ενεργοποιεί τους νευροϋποδοχείς και ενδεχομένως οδηγεί στην αίσθηση του ΚΜΠ (Bitra & Rajesh 2021).

**2.7 Θεωρία νευρικών απολήξεων:** σύμφωνα με την παρακάτω θεωρία, ο ΚΜΠ είναι μια οξεία συμπίεση του άξονα των νευρικών απολήξεων της μυϊκής ατράκτου, η οποία προκύπτει από επαναλαμβανόμενες έκκεντρες συσπάσεις. Η οξεία συμπίεση των νευρικών απολήξεων μπορεί να

συνυπάρχει με μικροτραυματισμούς στους γύρω ιστούς και ενισχύεται από τη μεσολαβούμενη φλεγμονή. Στα πρώτα στάδια, ο ΚΜΠ καλύπτεται από τη δραστηριότητα του συμπαθητικού νευρικού συστήματος, αλλά μόλις αυτό υποχωρήσει, το σώμα εντάσσεται σε μια κατάσταση ασφαλείας έτσι ώστε να αποτραπεί περεταίρω τραυματισμός. Ο ΚΜΠ εκδηλώνεται και γίνεται πιο αντιληπτός όταν οι αισθητικοί υποδοχείς της μυϊκής ατράκτου παύουν να αναστέλλουν τις επιδράσεις των μικροτραυματισμών και οι αισθητικές ίνες αποτελούν ανοιχτή πύλη στην υπεραλγησία μέσα από το ραχιαίο κέρασ του εγκεφάλου (Sonkodi et al.,2020).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΈΚΚΕΝΤΡΑ ΦΟΡΤΙΑ



Εικόνα 2 (physiomedica.gr)

### 3.1 ΈΚΚΕΝΤΡΗ ΣΥΣΠΑΣΗ ΚΑΙ DOMS

Μια έκκεντρη σύσπαση των μυών πραγματοποιείται όταν μια δύναμη που ασκείται σε έναν μυ υπερβαίνει τη στιγμιαία δύναμη που παράγει ο ίδιος ο μυς με αποτέλεσμα την ενεργητική επιμήκυνση του μυοτενόντιου συνόλου του. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, ο μυς απορροφά την ενέργεια που αναπτύσσεται από ένα εξωτερικό φορτίο, εξηγώντας το λόγο για τον οποίο η έκκεντρη σύσπαση αναφέρεται και ως "αρνητικό έργο" σε αντίθεση με τη σύγκεντρη που καλείται ως "θετικό έργο" (Hody et al., 2019). Η απορροφημένη μηχανική ενέργεια μπορεί να εξανεμιστεί ως θερμότητα ή εναλλακτικά μπορεί να ανακτηθεί και να προστεθεί στην ενεργητική δύναμη που παράγεται κατά την επακόλουθη σύγκεντρη σύσπαση. Με αυτόν τον τρόπο το μυοτενόντιο σύνολο λειτουργεί ως ελατήριο όταν ο μυς επιμηκύνεται ενεργητικά πριν από την επακόλουθη ενεργητική συστολή του. Η διαδικασία αυτή, η σύζευξη έκκεντρων και σύγκεντρων συσπάσεων, αναφέρεται ως κύκλος επιμήκυνσης-βράχυνσης, ένα φαινόμενο που είναι παρόν κατά τη διάρκεια ισχυρών κινήσεων και δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται κατά κόρον στον τομέα του αθλητισμού. Ένα αυξημένο σύνολο αποδεικτικών στοιχείων αποκαλύπτει πως η έκκεντρη σύσπαση μπορεί να προκαλέσει οξείες αντιδράσεις και αποκρίσεις οι οποίες διαφέρουν από τη σύγκεντρη ή την παραδοσιακή μικτή άσκηση. Συγκεκριμένα, η άσκηση κάτω από έκκεντρες αντιστάσεις φαίνεται να έχει ισχυρή επίδραση σε μια σειρά φυσιολογικών μεταβλητών που ενισχύουν μια καινοτόμα προσαρμοστική απόκριση (Douglas et al., 2017). Αν και δεν είναι πάντοτε οφθαλμοφανές, οι έκκεντρες μυϊκές συσπάσεις, αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι κατά τη διάρκεια καθημερινών ή αθλητικών δραστηριοτήτων (Hody et al., 2019). Ο επιβραδυντικός ρόλος τέτοιων συσπάσεων απεικονίζεται με το περπάτημα σε κατηφόρα ή στο κατέβασμα σκαλοπατιών κατά τη διάρκεια των οποίων κορυφώνεται η έκκεντρη εργασία των εκτεινόντων μυών του γόνατος (Gault & Willems 2013). Σε ένα γενικότερο πλαίσιο, ισχυρότερες δυνάμεις δημιουργούνται κατά τις έκκεντρες συσπάσεις σε αντίθεση με τις σύγκεντρες για μια δεδομένη γωνιακή ταχύτητα καθώς απαιτείται λιγότερη ενέργεια και κατανάλωση οξυγόνου. Πράγματι, το μεταβολικό κόστος που απαιτείται για την έκκεντρη άσκηση είναι περίπου τετραπλάσια χαμηλότερο από ότι για την ίδια άσκηση που εκτελείται σύγκεντρα (Hody et al. 2019). Ενώ πολλά ερωτήματα παραμένουν αναπάντητα, είναι κοινά αποδεκτό ότι οι νευρικοί μηχανισμοί που ελέγχουν τις έκκεντρες συσπάσεις διαφέρουν σημαντικά από εκείνους των σύγκεντρων ή

ισομετρικών συσπάσεων (Duchateau & Baudry 2014). Οι διαφορές εντοπίζονται στο επίπεδο του συσταλμένου μυός καθώς και στο φλοιώδες επίπεδο. Οι περισσότερες μελέτες υποδεικνύουν μειωμένη κεντρική ενεργοποίηση, που αποδεικνύεται μέσω ηλεκτρομυογραφήματος, κατά τη διάρκεια μέγιστων έκκεντρων συσπάσεων. Κάτι τέτοιο έχει επιπτώσεις στον έκκεντρο συντονισμό των κινήσεων διότι ο λεπτός κινητικός έλεγχος κατά τη διάρκεια έκκεντρων λειτουργιών αποδεικνύεται δυσκολότερος καθώς απαιτούνται λιγότερες κινητικές μονάδες για να παράγουν το ίδιο έργο (Hoppele 2016). Οι δύο κύριες και καθοριστικές ιδιότητες των έκκεντρων συσπάσεων που διέπονται από τη θεωρία "υψηλότερες δυνάμεις-χαμηλότερη μυϊκή ενέργεια" καθιστούν το συγκεκριμένο τύπο συστολής μια συνετή εναλλακτική λύση άσκησης (Paschalis et al.,2013). Ωστόσο, σε αντίθεση με τα προαναφερθέντα πλεονεκτήματα, η χρήση έκκεντρης άσκησης σε κλινικές καταστάσεις αποτελούσε συχνά αντικείμενο αντικρουόμενων απόψεων, λόγω των πιθανών ανεπιθύμητων επιδράσεών της. Όντως, δεν είναι λίγα τα προγράμματα έκκεντρης άσκησης που έχουν προκαλέσει μυϊκές κακώσεις καθώς ο συνδυασμός υψηλής παραγόμενης δύναμης και μειωμένης "επιστράτευσης" μυϊκών ινών προκαλεί υψηλή μηχανική καταπόνηση στις εμπλεκόμενες δομές, που μπορεί να οδηγήσουν σε βλάβες των μυϊκών ινών. Οι μορφολογικές ανωμαλίες που παρατηρούνται αμέσως μετά την άσκηση σταδιακά εκτείνονται σε μεγαλύτερο αριθμό μυϊκών ινών και εμφανίζονται επιδεινωμένες 2-3 ημέρες μετά. Αρκετές μελέτες, υποστήριξαν ότι οι μυϊκές ίνες τύπου II (και ειδικά IIβ) υπόκεινται μεγαλύτερη καταστροφή έπειτα από έκκεντρη άσκηση σε σχέση με τις ίνες τύπου I. Αρκετές είναι οι υποθέσεις που θα μπορούσαν να επεξηγήσουν την υψηλότερη ευαισθησία των μυϊκών ινών τύπου II στα φορτία έκκεντρης άσκησης. Μεταξύ αυτών είναι οι διαφορές στη δομική τους σύνθεση (ειδικές πρωτεΐνες όπως η τιτίνη), η μειωμένη οξειδωτική ικανότητα, η χαμηλότερη ικανότητα ρύθμισης της ομοιόστασης ασβεστίου ή επιλεκτική επιστράτευση μυϊκών ινών ταχείας συστολής κατά τη διάρκεια έκκεντρης σύσπασης (Hody et al.,2019). Παρά τη σημαντική ποσότητα διαθέσιμων δεδομένων σε κλινικό και ιστολογικό επίπεδο, παραμένει ένα μεγάλο κενό στην κατανόηση των μηχανισμών που μεσολαβούν στις μορφολογικές, κυτταρικές και μοριακές αποκρίσεις κατά την έκκεντρη άσκηση (Hoppele & Herzog 2014).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ DOMS



Εικόνα 3 (physioteam.gr)

### 4.1 ΚΛΙΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

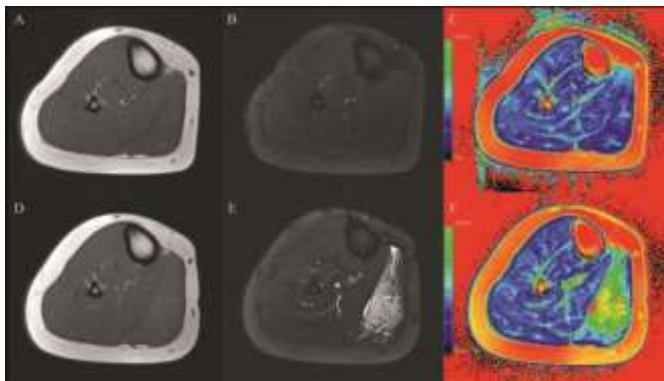
Σε γενικές γραμμές, ένα προσεκτικό ιστορικό και η κλινική εξέταση με ψηλάφηση και λειτουργικές δοκιμασίες των επηρεασμένων μυϊκών ομάδων μπορούν να παρέχουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την έκταση και τη σοβαρότητα ενός μυϊκού τραυματισμού, συμπεριλαμβανομένου και του DOMS (Hotfiel et al.,2016). Οι αθλητές συνήθως εκφράζουν την ανησυχία τους για μουντό πόνο στους επηρεασμένους μύες, τις περισσότερες φορές σε συνδυασμό με υψηλή ευαισθησία, δυσκαμψία και απώλεια δύναμης. Τα συμπτώματα του DOMS δεν γίνονται αντιληπτά σε κατάσταση ηρεμίας αλλά μόνο όταν η εκάστοτε μυϊκή ομάδα είναι υπό διάταση ή σύσπαση. Η σοβαρότητα και σφοδρότητα των συμπτωμάτων εξαρτάται από τη διάρκεια, την ένταση και τον τύπο της άσκησης που προηγήθηκε (Zondi et al.,2015). Η αξιολόγηση του ΚΜΠ είναι κλινικά δομημένη με βάση το ιστορικό και τα συμπτώματα του αθλητή. Αρκετά σπάνιες είναι οι περιπτώσεις στις οποίες απαιτούνται ειδικές εξετάσεις σε καταστάσεις στις οποίες υπάρχουν υπόνοιες ραβδομυόλυσης. Οι ασκούμενοι αλλά και οι επιστήμονες υγείας στο χώρο του αθλητισμού θα πρέπει είναι υποψιασμένοι σε τέτοιου είδους επιπλοκές ειδικότερα όταν οι αθλητές παρουσιάζουν επίμονο μυϊκό πόνο, αδυναμία και μυοσφαιρινουρία. Αυτοί οι αθλητές ίσως χρειαστεί να οδηγηθούν στο νοσοκομείο για ενδοφλέβια ενυδάτωση και συνεχή παρακολούθηση (Manspeker et al.,2014).

### 4.2 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

Η διαγνωστική απεικόνιση του μυϊκού ιστού είναι απαραίτητη για την πραγματοποίηση της πληρέστερης αξιολόγησης ενός μυϊκού τραυματισμού. Όσον αφορά τον ΚΜΠ, σε ολόκληρη την αρθρογραφία και βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί αρκετές μέθοδοι απεικόνισης, αλλά μέχρι στιγμής η μαγνητική τομογραφία φέρει τον τίτλο της πλέον αξιόπιστης και προτιμώμενης μεθόδου, που παρέχει μια λεπτομερή εικόνα ανάλυσης και χαρακτηριστικών αυτού του είδους της μυϊκής βλάβης (Ekstrand et al.,2016). Κατά την απεικόνιση, τα πρωτόκολλα εξέτασης συχνά εμπεριέχουν ένα μεγάλο όγκο χαρακτηριστικών και ένα διευρυμένο κομμάτι με πυκνωτικά στοιχεία. Τα πυκνωτικά στοιχεία της



μαγνητικής πρέπει να επιτρέπουν και να προάγουν την ακριβή ερμηνεία των μικροτραυματισμών που συχνά απαιτούν ένα κομμάτι πυκνότητας 4mm ή και λιγότερο. Η ακριβής επιλογή της αλληλουχίας των ενεργειών θα εξαρτηθεί από την τοποθεσία, την έκταση της μυϊκής βλάβης αλλά και από τις υποκειμενικές προτιμήσεις του εκάστοτε ακτινολόγου. Ο ΚΜΠ μπορεί να ανιχνευθεί στη μαγνητική ως ένα ενδομυϊκό οίδημα, με γενικευμένο ανομοιογενές υψηλό σήμα, σε έναν ή περισσότερους μύες (Pollock et al.,2014). Η αυξημένη ένταση σήματος δεν αποτελεί μονάχα μια ισχυρή ένδειξη ενδομυϊκής συσσώρευσης υγρού αλλά παρουσιάζει επίσης μια σημαντική συσχέτιση με το βαθμό των υπερδομικών βλαβών στα πλαίσια του ΚΜΠ. Ωστόσο, σε περιπτώσεις άσκησης που προκαλούνται μυϊκές βλάβες, η μαγνητική τομογραφία που πραγματοποιείται αμέσως μετά τη λήξη του προπονητικού προγράμματος, μπορεί να εκδηλώσει ανακριβή αποτελέσματα καθώς η ένταση σήματος στην οίδηματώδη περιοχή αρχίζει να αυξάνεται κατά τη διάρκεια της φλεγμονώδους απόκρισης. Διαφορετικά, μια εξέταση που εκτελείται κατά την περίοδο έξαρσης των συμπτωμάτων μπορεί να οδηγήσει σε υπερεκτίμηση αυτού του είδους της βλάβης. Περαιτέρω διακυμάνσεις στην εκδήλωση του ΚΜΠ πρέπει να είναι σεβαστές και αποδεκτές καθώς ακόμη δεν μπορεί να οριοθετηθεί ένα ιδεατό χρονικό σημείο πραγματοποίησης της διαγνωστικής απεικόνισης. Ωστόσο, είναι προτιμότερο η μαγνητική τομογραφία να πραγματοποιείται μεταξύ 24 και 72 ωρών μετά την άσκηση, καθώς προηγούμενες μελέτες έχουν αναφερθεί στις μεταβολές κορύφωσης της έντασης του σήματος, περίπου σε διάστημα 3 ημερών από το πέρας της έκκεντρης άσκησης (Yanagisawa et al.,2015).



T1-weighted (A, D), T2-weighted fat-suppressed (B, E) and T2-mapping images (C, F) of the lower leg before (A–C) and after eccentric exercise (D–F) in the same participant. The increased signal intensity (E) and T2 time value (F) reflect a rising fluid content in the gastrocnemius. (Hotfiel. T. et al.,2018) **Εικόνα 4** (Hotfiel. T. et al.,2018)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ DOMS ΣΕ ΑΘΛΗΤΙΚΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟ.**

- Οι Fatouros et al. (2010) στην έρευνά τους επιδίωξαν να προσδιορίσουν τις λειτουργικές επιπτώσεις κατά τη διάρκεια αποκατάστασης από έναν ποδοσφαιρικό αγώνα. Στη μελέτη έλαβαν μέρος 30 ποδοσφαιριστές, μέσου όρου ηλικίας 20,3 ετών που συμμετείχαν στο πρωτάθλημα της K-21. Οι 20 ποδοσφαιριστές οι οποίοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες αποτέλεσαν την πειραματική ομάδα και πραγματοποίησαν έναν ποδοσφαιρικό αγώνα 90' και οι υπόλοιποι 10 ποδοσφαιριστές δημιούργησαν την ομάδα ελέγχου. Στόχος ήταν η αξιολόγηση της αναερόβιας απόδοσης των αθλητών, πριν το ποδοσφαιρικό αγώνα αλλά και 24, 48 και 72 ώρες μετά το τέλος του. Έτσι λοιπόν, όλοι οι αθλητές αξιολογήθηκαν στη μέγιστη απόδοση ταχύτητας (Sprint) και στο κατακόρυφο άλμα (Vertical Jump). Οι λειτουργικές δοκιμασίες αξιολόγησης της απόδοσης περιλάμβαναν τη μέτρηση του χρόνου ολοκλήρωσης ενός σπριντ 20 μέτρων και το μέγιστο ύψος σε 3 επιτόπια άλματα, με τη βοήθεια ενός ψηφιακού χρονομέτρου, από τα οποία καταγράφηκε η καλύτερη απόδοση. Ο συντελεστής απόκλισης/διακύμανσης (CV) που αφορούσαν τις μετρήσεις απόδοσης πριν και μετά τον ποδοσφαιρικό αγώνα, ήταν 3.1% και 3,4% για το σπριντ και τα επιτόπια άλματα αντίστοιχα. Συμπερασματικά, διαπιστώθηκε πως μολονότι η ικανότητα στο σπριντ (%CV: 11.1-13.9% για την πειραματική ομάδα και 15,7-18% για την ομάδα ελέγχου) μειώθηκε κατά περίπου 2% ( $p < 0,05$ ) καθ' όλη τη διάρκεια της αποκατάστασης, το επιτόπιο άλμα (%CV: 0, 9-1, 1% για την πειραματική ομάδα και 0.7-0.9% για την ομάδα ελέγχου) μειώθηκε κατά 10%, μόνο για τις πρώτες 24 ώρες μετά τη λήξη του αγώνα.

- Οι Ojala & Hakkinen (2013) προχώρησαν σε μια μελέτη της οποίας σκοπός ήταν να προσδιοριστεί κατά πόσο διακυβεύεται η φυσική απόδοση του αθλητή κατά τη διάρκεια ενός τουρνουά τένις τριών ημερών. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 8 άντρες αθλητές τένις μέσου όρου ηλικίας 23 ετών οι οποίοι συμμετείχαν σε αγώνες υψηλού – εθνικού επιπέδου. Ως μέτρα αξιολόγησης της απόδοσης των αθλητών, έγιναν δοκιμασίες που περιλάμβαναν άλματα και επιταχύνσεις (Sprint). Έτσι λοιπόν, πραγματοποιήθηκε το Maximal Standing 5-Jump για την μέτρηση της εκρηκτικότητας, το Countermovement Jump (CMJ) για τη μέτρηση της μέγιστης κατακόρυφης ικανότητας άλματος χρησιμοποιώντας άλματα καθώς επίσης και η ταχύτητα επιτάχυνσης με σπριντ 5 μέτρων (5m run). Σε όλες τις παραπάνω λειτουργικές δοκιμασίες επιλέχθηκαν οι καλύτερες επιδόσεις μεταξύ τριών προσπαθειών. Οι μετρήσεις έγιναν σε χρονικό διάστημα πέντε ημερών. Κατά τη διάρκεια του τουρνουά οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν πριν, κατά τη διάρκεια (40 και 80 λεπτά από τη λήξη των αγώνων) και μετά. Όλοι οι αθλητές υποβλήθηκαν σε τεστ αξιολόγησης στις 24 και 48 ώρες μετά τη λήξη του τελευταίου αγώνα. Συμπερασματικά, σημαντικές μεταβολές στις αποδόσεις του CMJ, του Standing 5-Jump και του 5m Run δεν παρατηρήθηκαν στο μεσοδιάστημα μεταξύ των παιχνιδιών τένις. Οι μόνες αλλαγές που παρατηρήθηκαν ήταν μετά το δεύτερο αγώνα καθώς το 5m Run ήταν σημαντικά χαμηλότερο σε απόδοση από ότι πριν τον αγώνα και το Standing 5-Jump μειώθηκε κατά τη διάρκεια του πρώτου αγώνα. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ νικητών και ηττημένων.

- Στην έρευνά τους οι Moreira et al. (2014) έθεσαν ως στόχο να ερευνηθούν οι λειτουργικές επιπτώσεις και η απόδοση μετά από ένα επίσημο αγώνα μπάσκετ σε επαγγελματίες αθλήτριες. Έτσι λοιπόν, 11 ελίτ γυναίκες αθλήτριες μπάσκετ μέσου όρου ηλικίας  $27,4 \pm 4,8$  ετών συμμετείχαν στην έρευνα. Οι αθλήτριες υποβλήθηκαν σε λειτουργικά τεστ αξιολόγησης της απόδοσης με τη χρήση του 1MR και του T- test πριν από την ολοκλήρωση ενός αγώνα μπάσκετ και 24 - 48 ώρες μετά το τέλος του αγώνα. Καθορίστηκε η μία μέγιστη επανάληψη (1MR), η οποία πραγματοποιήθηκε στα κάτω άκρα, αρχικά από όρθια θέση κάνοντας ημικάθισμα και δύο μέρες αργότερα με τη βοήθεια μηχανήματος πρέσας (Leg Press). Όσον αφορά το T- test όλες οι αθλήτριες υποβλήθηκαν σε μικρής απόστασης μέγιστες επιταχύνσεις με αλλαγές κατεύθυνσης. Κάθε αθλήτρια πραγματοποίησε τη δοκιμασία 3 φορές και καταγράφηκε η καλύτερη προσπάθεια. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι προκλήθηκαν μικρές λειτουργικές επιπτώσεις στις δοκιμασίες αξιολόγησης της απόδοσης των αθλητριών (1MR και T-test) μετά τον αγώνα μπάσκετ. Μια μερίδα αθλητριών κατέδειξε μείωση στο 1MR και στο T- test 24 και 48 ώρες μετά τη λήξη του αγώνα. Συγκεκριμένα, οι παίκτριες που είχαν μικρότερο χρόνο συμμετοχής στο παιχνίδι έδειξαν ελάχιστες επιδράσεις στις μετρήσεις, αλλά οι παίκτριες που είχαν μεγαλύτερο χρόνο συμμετοχής στο παιχνίδι είχαν μειωμένα επίπεδα δύναμης και ταχύτητας/ευκινησίας 1-2 ημέρες μετά τον αγώνα. Έτσι λοιπόν, είναι αρκετά πιθανό να προκύψουν μεγαλύτερες και πιο μακροχρόνιες αρνητικές συνέπειες στις λειτουργικές δοκιμασίες, εάν ένας αγώνας απαιτεί μεγαλύτερη χρονική διάρκεια σε υψηλότερη ένταση.

- Οι Chatzinikolaou et al. (2014) έθεσαν ως στόχο να περιγράψουν τις επιπτώσεις στους δείκτες απόδοσης κατά τη διάρκεια ενός κύκλου προπόνησης 6 ημερών, μετά από έναν αγώνα μπάσκετ. Στην έρευνα συμμετείχαν 20 ελίτ αθλητές μπάσκετ, οι οποίοι αγωνιζόταν σε εθνικό επίπεδο. Οι αθλητές αρχικά συμμετείχαν σε μια εβδομάδα που εμπειρείχε μόνο προπονήσεις και στη συνέχεια συμμετείχαν σε μια αγωνιστική εβδομάδα που στο τέλος της αποτελούνταν από έναν επίσημο αγώνα. Πριν από την έναρξη των δοκιμών, οι παίκτες του μπάσκετ υποβλήθηκαν σε ανθρωπομετρικά τεστ και λειτουργικές δοκιμασίες που είχαν ως σκοπό να αξιολογήσουν τους δείκτες απόδοσής τους. Οι δείκτες απόδοσης των αθλητών αξιολογούνταν σε καθημερινή βάση κατά τη διάρκεια των δύο εβδομάδων, πριν και μετά τον αγώνα, ακριβώς την ίδια χρονική στιγμή. Οι παίκτες στο σύνολό τους συμμετείχαν σε ολόκληρο τον αγώνα. Οι λειτουργικές αξιολογήσεις επαναλήφθηκαν 2 ώρες μετά το τέλος του αγώνα αλλά συνεχίστηκαν και καθημερινά για 6 συνεχόμενες ημέρες. Οι δοκιμασίες αξιολόγησης περιλάμβαναν τη μέτρηση άλματος (Countermovement Jump) που καθορίστηκε σε ειδική πλατφόρμα μετρώντας τη χρονική διάρκεια παραμονής στον αέρα, μετρήθηκε ο χρόνος ενός σπριντ 10 μέτρων μέσα από αισθητήρες σε ένα γήπεδο μπάσκετ, και επίσης μετρήθηκε η μέγιστη δύναμη κάτω και άνω άκρων με Leg Press και με ελεύθερα βάρη αντίστοιχα, με τη διαδικασία της μιας μέγιστης επανάληψης (1MR). Ακόμη, η ικανότητα επιτάχυνσης αξιολογήθηκε με το T-test και η απόδοση άσκησης μέγιστης έντασης αξιολογήθηκε με βάση το χρόνο ολοκλήρωσης μιας δοκιμής ενός σπριντ (Line Drill). Ο συντελεστής απόκλισης για τα τεστ αξιολόγησης πριν και μετά τον αγώνα ήταν 2,6 - 3,9%. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η απόδοση του άλματος μειώθηκε (Effect Sizes - ES) = 0.6) κατά τη διάρκεια του πρώτου 48ωρου αποκατάστασης. Η δύναμη μιας μέγιστης επανάληψης στο Leg Press μειώθηκε ( $P < 0.05$ ; ES = 0.7) μέχρι 48 ώρες μετά τον αγώνα και ανακτήθηκε στη συνέχεια, ενώ το 1MR στα άνω άκρα μειώθηκε αμέσως μετά τον αγώνα και επανήλθε σε φυσιολογικά επίπεδα έκτοτε. Η απόδοση του σπριντ επιδεινώθηκε (5-7%,  $P < 0.05$ , ES = 0.5) στις 24 ώρες μετά και επανήλθε έπειτα. Η απόδοση στο αναερόβιο Line Drill Test και στη ευκινησία (T-test) ελαττώθηκε (~9% και ~3%,  $P < 0.05$ ; ES = 0.6 για το Line Drill Test ) τις πρώτες 48 ώρες. Διαπιστώθηκαν μεταβλητές απόδοσης με σημαντικές διαφορές στο T-test (7,133) = 2.8-12.68. Τα

αποτελέσματα έδειξαν ότι η ικανότητα άλματος, η μέγιστη δύναμη των ποδιών και η αναερόβια απόδοση μειώθηκαν και παρέμειναν σε χαμηλά επίπεδα τις πρώτες 48 ώρες μετά την ολοκλήρωση του αγώνα ενώ η ταχύτητα ανακτήθηκε μετά από μόλις 24 ώρες.

- Οι Gomes et al. (2014) προχώρησαν στην παρακάτω μελέτη με σκοπό να διερευνήσουν τις επιδράσεις στους δείκτες απόδοσης των αθλητών μετά από ένα αγώνα τένις 3 ωρών. Κατά τη διάρκεια της παρακάτω έρευνας συγκεντρώθηκαν 10 άντρες τενίστες μέσου όρου ηλικίας 18 ετών. Στην έρευνα αρχικά αξιολογήθηκε η ικανότητα άλματος, όπου όλοι οι αθλητές αφού ολοκλήρωσαν την προθέρμανσή τους με 10 λεπτά ήπιας έντασης τρέξιμο, πραγματοποίησαν 3 επιτόπια άλματα με βαθύ κάθισμα (Squat Jump-SJ) και 3 άλματα με αλλαγές κατεύθυνσης (Counter Movement Jump- CMJ). Υπήρξε διάστημα ανάπαυσης 2' μεταξύ των προσπαθειών και διάστημα 3' μεταξύ των δύο τεχνικών άλματος, με το υψηλότερο άλμα να καταγράφεται. Ακόμη, στην εν λόγω έρευνα αξιολογήθηκε η μία μέγιστη επανάληψη (1MR) με ημικάθισμα (Half Squat) αφού πρώτα προηγήθηκε προθέρμανση αποτελούμενη από 10 επαναλήψεις με 40% 1MR, 5 επαναλήψεις με 70% 1MR και 2 επαναλήψεις με 85% 1MR. Οι μετρήσεις αυτές έγιναν πριν την έναρξη, 30 λεπτά, 24 και 48 ώρες μετά από έναν αγώνα τένις. Ο αγώνας διάρκειας 3 ωρών χωρίστηκε σε 3 αγωνιστικές περιόδους 1 ώρα με 3 διαφορετικούς αντιπάλους. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι ο μέσος όρος μιας μέγιστης επανάληψης δύναμης με ημικάθισμα μειώθηκε αμέσως μετά τον αγώνα ( $p < 0,05$ ) σε σύγκριση με τις τιμές πριν τον αγώνα αλλά επέστρεψε στο επίπεδο αναφοράς (Baseline) 24 ώρες μετά. Όμως, 7 από τους παίκτες συνέχισαν να έχουν μειωμένο 1MR στις 24 ώρες μετά τον αγώνα, ωστόσο κανείς από τους αθλητές δεν παρουσίασε μείωση στις 48 ώρες μετά το παιχνίδι τένις. Ακόμη, σημαντική μείωση προκλήθηκε στην απόδοση SJ ( $-7.0 \pm 6.0\%$ ) και CMJ ( $-10.0 \pm 6.3\%$ ) η οποία παρατηρήθηκε αμέσως μετά τον αγώνα ( $p < 0,05$ ) σε σύγκριση με τις τιμές πριν τον αγώνα αλλά επέστρεψε στο επίπεδο αναφοράς 24 ώρες μετά. Ωστόσο, 7 αθλητές πέτυχαν χαμηλότερες τιμές SJ και CMJ από την αρχική τιμή σε διάστημα 24 ωρών μετά τον αγώνα τένις. Τέλος, μια πλήρη ανάκτηση της ικανότητας άλματος παρατηρήθηκε στις 48 ώρες μετά για όλους τους παίκτες τένις. Έτσι λοιπόν, τα ευρήματα υποδηλώνουν πως παρόλο που το μέγεθος της μυϊκής βλάβης που προκλήθηκε από τον αγώνα τένις ήταν ήπιο, η πλήρης ανάκαμψη από τον αγώνα θα μπορούσε να διαρκέσει περισσότερο από μία ημέρα.

- Οι Keane et al. (2015) στην έρευνά τους συγκέντρωσαν 11 ελίτ γυναίκες αθλήτριες κολεγιακών πρωταθλημάτων (ράγκμπι = 2, ποδόσφαιρο = 8 και netball =1) μέσου όρου ηλικίας 22 ετών. Ο σκοπός τους ήταν να αξιολογήσουν τις λειτουργικές επιπτώσεις που προκαλεί μια αθλητική περίοδος με επαναλαμβανόμενα σπριντ και εναλλαγές επιτάχυνσης-επιβράδυνσης. Στις αθλήτριες αξιολογήθηκαν το κατακόρυφο άλμα (Counter Movement Jump-CMJ), η μέγιστη ισομετρική σύσπαση εκτεινόντων του γόνατος (Maximum Voluntary Contraction-MVC ) και ο χρόνος σε ταχύτητα 30 μέτρων (Sprint Time), πριν την άσκηση και σε διάστημα 24, 48 και 72 ωρών μετά την άσκηση. Αρχικά οι αθλήτριες υποβλήθηκαν σε ένα πρόγραμμα προθέρμανσης που αποτελούνταν από 400 μέτρα τζόκινγκ, και μετέπειτα σε μια σειρά τριών σπριντ εξάσκησης με ένταση 60%, 80% και 100% του μέγιστου της ταχύτητάς τους. Στη συνέχεια οι αθλήτριες πραγματοποίησαν 15 μέγιστης ταχύτητας σπριντ των 30 μέτρων. Όσον αφορά τα άλματα, οι αθλήτριες υποβλήθηκαν 3 μέγιστα κατακόρυφα άλματα, με 60'' ανάπαυση μεταξύ των αλμάτων με το μέγιστο σε ύψος άλμα να καταγράφεται. Για να αξιολογηθεί η μέγιστη ισομετρική σύσπαση στο μη κυρίαρχο πόδι, όλες οι αθλήτριες πραγματοποίησαν 3 ισομετρικές

συσπάσεις των 3'' με ανάπαυση 60'' μεταξύ των συσπάσεων, με την ισχυρότερη να λαμβάνεται υπόψη. Η απόδοση και συγκεκριμένα το ύψος σε επαναλαμβανόμενα επιτόπια άλματα μειώθηκε 24 και 48 ώρες μετά τη δραστηριότητα επιστρέφοντας όμως κοντά στα φυσιολογικά επίπεδα στις 72 ώρες, καθώς επίσης και τα αποτελέσματα στο μέγιστης έντασης σπριντ 30 μέτρων επηρεάστηκαν αρνητικά 24, 48 και 72 ώρες μετά. Πιο συγκεκριμένα, οι τιμές του CMJ πριν το πρωτόκολλο άσκησης ήταν  $26.3 \pm 3.3$  Cm (mean  $\pm$  SD), στις 24 ώρες μετά ήταν  $23.9 \pm 3.9$  Cm, στις 48 ώρες στο  $24.1 \pm 3.8$  Cm και στην τελική αξιολόγηση στις 72 μετά την άσκηση έφτασαν το  $25.3 \pm 3.2$  Cm. Ακόμη, τα επίπεδα του MVC πριν την έναρξη της άσκησης ήταν  $470 \pm 73$  Newton (mean  $\pm$  SD), μετά από 24 ώρες έφτασαν την τιμή του  $440 \pm 78$  N και στις 48 και 72 ώρες από το πέρας της άσκησης άγγιζαν τις τιμές των  $450 \pm 95$  N και  $449 \pm 91$  N αντίστοιχα. Τέλος, όσον αφορά το Sprint Time (S), πριν από την άσκηση ήταν στο  $4.95 \pm 0.24$  Second (mean  $\pm$  SD), στις 24 ώρες έπειτα αυξήθηκε στο  $5.15 \pm 3.30$  S, στις 48 ώρες άγγιξε το  $5.25 \pm 0.40$  S και στην τελευταία αξιολόγηση των 72 ωρών οι τιμές του σπριντ έφτασαν το  $5.17 \pm 0.37$  S.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> : ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ**

Τα επιστημονικά στοιχεία που έχουν συγκεντρωθεί τις τελευταίες δεκαετίες έχουν επιτρέψει τον προσδιορισμό των πιο αποτελεσματικών και ικανών στρατηγικών προπόνησης για τη μέγιστη βελτίωση της απόδοσης των αθλητών. Ωστόσο, η μεγιστοποίηση της απόδοσης των αθλητών δεν εξαρτάται μονάχα από το περιεχόμενο της προπόνησης. Εξαρτάται, επίσης, από τη βέλτιστη ισορροπία μεταξύ του προπονητικού φορτίου και των κατάλληλων τεχνικών αποκατάστασης προκειμένου να αποτραπεί η ψυχολογική και σωματική επιβάρυνση που προκαλείται από τα μεγάλα προπονητικά φορτία. Πράγματι, ο υψηλός ανταγωνισμός και οι συνεχείς προπονήσεις μπορούν να επιφέρουν επαναλαμβανόμενα υψηλά φορτία, τα οποία οδηγούν σε μυϊκές βλάβες, όπως διάσπαση δομικών πρωτεϊνών στις μυϊκές ίνες και το συνδετικό ιστό, επακόλουθη φλεγμονή των ιστών, καθυστερημένης έναρξης μυϊκό άλγος και αυξημένα επίπεδα κόπωσης. Σε αυτό το πλαίσιο, είναι υψίστης σημασίας για τους αθλητικούς επιστήμονες να βελτιστοποιήσουν την περίοδο αποκατάστασης προκειμένου να διαχειριστούν τέτοιου είδους μυϊκές βλάβες, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο περαιτέρω τραυματισμού. Η αλληλεπίδραση μεταξύ του φορτίου προπόνησης, της επερχόμενης κόπωσης και της πλήρους επανένταξης στις αθλητικές δραστηριότητες είναι περίπλοκη και μπορεί να διαμορφωθεί θετικά ή αρνητικά από τις επακόλουθες τεχνικές αποκατάστασης (Dupuy et al.,2018).

### **6.1 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΑΛΑΚΩΝ ΜΟΡΙΩΝ :**



Εικόνα 5 (Nevronas.gr)

Η θεραπευτική μάλαιξη είναι μια μέθοδος αποκατάστασης που χρησιμοποιείται κατά κόρον στον τομέα του αθλητισμού. Η αποτελεσματικότητά της βασίζεται στα ευρήματα που αποδεικνύουν πως η μάλαιξη αυξάνει τοπικά την κυκλοφορία του αίματος και τη θερμοκρασία του μυϊκού ιστού, ενισχύοντας με αυτόν τον τρόπο την απόδοση του αθλητή. Η μάλαιξη μειώνει επίσης την προσκόλληση των κυττάρων και βελτιώνει την ευλυγισία των μυϊκών ομάδων, κάτι που θα μπορούσε να έχει σημαντικό ρόλο στη μείωση των κινδύνων τραυματισμού. Στον τομέα του αθλητισμού συγκεκριμένα, η μάλαιξη ενδείκνυται κατά την προετοιμασία μιας αθλητικής δραστηριότητας, κατά τη διάρκειά της αλλά και στο τέλος της ως μέσο αποκατάστασης (Gasibat & Suwehli 2017).

- Στην έρευνα των Dawson et al. (2004) στόχος ήταν να αξιολογηθεί η επίδραση της μάλαξης στην ανάκαμψη μετά από μια έντονη περίοδο άσκησης, όπως το τρέξιμο σε ημιμαραθώνιο. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 12 ερασιτέχνες αθλήτριες μεγάλων αποστάσεων (8 άνδρες και 4 γυναίκες) ηλικίας 24 – 51 ετών. Μια προσαρμοσμένη εικονική κλίμακα αξιολόγησης (Graphic Ratings Scale-GRS) που έχει αποδειχθεί ότι είναι τόσο έγκυρη όσο και αξιόπιστη για την αξιολόγηση του DOMS, χρησιμοποιήθηκε για να εξεταστεί η αντίληψη του πόνου, στις μυϊκές ομάδες του τετρακέφαλου και των οπίσθιων μηριαίων, σε γραμμικές κλίμακες με διαβάθμιση από 1 (χωρίς πόνο) έως 7 (αφόρητο πόνο). Σε κάθε δρομέα η μάλαξη διήρκεσε περίπου 30' και πραγματοποιήθηκε τυχαία μόνο στο ένα κάτω άκρο. Οι αξιολογήσεις των επιπέδων του καθυστερημένου μυϊκού πόνου πραγματοποιήθηκαν την επόμενη μέρα του αγώνα στις 4, 8, και 11 μέρες μετά. Εν τέλει, τα αποτελέσματα της θεραπευτικής μάλαξης δεν επέδειξαν κάποια ιδιαίτερη ή ταχύτερη βελτίωση των συμπτωμάτων του πόνου μεταξύ των δύο κάτω άκρων. Συγκεκριμένα, μια πολύ μικρή βελτίωση και διαφορά της αντίληψης του DOMS στα πόδια των δρομέων που είχαν υποβληθεί σε μάλαξη, σε τετρακέφαλο και οπίσθιους μηριαίους, εμφανίστηκε μόνο την πρώτη και τέταρτη ημέρα, 24 και 96 ώρες μετά τον ημιμαραθώνιο, με την απόκλιση αυτή να μην ξεπερνά τη μείωση της αντίληψης του DOMS κατά 0,5 στην 7βάθμια εικονική κλίμακα αξιολόγησης (GRS). Ωστόσο, μια ανασκόπηση των συμμετεχόντων έδειξε ότι επτά από τους δώδεκα, κατέθεσαν την υποκειμενική τους άποψη λέγοντας ότι αισθάνονται πιο χαλαρό και εύκαμπτο το πόδι που είχε υποβληθεί σε μάλαξη, καθώς και ότι κατά τη βόλτα και το τρέξιμο στο συγκεκριμένο σκέλος αισθανόταν λιγότερο πόνο. Αυτές οι δηλώσεις είναι ενδεικτικές των υποκειμενικών εντυπώσεων ως προς τη βελτίωση των συμπτωμάτων του DOMS, που μπορεί να προκύψουν μέσω της θεραπευτικής μάλαξης.

- Οι Kargarfard et al. (2016) προχώρησαν στην παρακάτω μελέτη η οποία αποσκοπούσε στην εξέταση των επιδράσεων της μάλαξης στην απόδοση των αθλητών bodybuilding. Τριάντα άντρες ηλικίας  $28.7 \pm 3.54$  και βάρους  $83.00 \pm 12.48$  με πολυετή εμπειρία στο χώρο αυτό, χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ισάριθμες ομάδες. Οι αθλητές της πρώτης ομάδας υποβλήθηκαν σε μάλαξη διάρκειας 30', σε διάστημα 2 ωρών μετά από το πρωτόκολλο άσκησης, ενώ οι υπόλοιποι ακολούθησαν παθητική αποθεραπεία. Για τον προσδιορισμό του μυϊκού πόνου χρησιμοποιήθηκε η οπτική αναλογική κλίμακα (Visual Analogue Scale-VAS), η οποία είναι μια γραμμική κλίμακα 10 εκατοστών (cm) με το ένα άκρο να αντικατοπτρίζει το μηδαμινό πόνο και το άλλο τον αφόρητο πόνο. Αρχικά οι συμμετέχοντες ξεκίνησαν μια 10λεπτη προθέρμανση και έπειτα με τη βοήθεια της πρέσας καθορίστηκε το επίπεδο της μίας μέγιστης επανάληψης στα κάτω άκρα (1 Repetition Maximum-RM). Στη συνέχεια οι αθλητές κλήθηκαν να εκτελέσουν ημικαθίσματα με κάμψη του γόνατος έως  $90^\circ$  για 5 σετ στο 75% του 1RM και αμέσως το ίδιο πρωτόκολλο άσκησης στις εκτάσεις γόνατος με πρέσα. Ως αποτέλεσμα αυτής της έρευνας, διαπιστώθηκε ότι οι αθλητές που υποβλήθηκαν σε μάλαξη κατέγραψαν χαμηλότερες αντιληπτές βαθμολογίες πόνου και είχαν καλύτερη απόδοση σε σχέση με το δεύτερο γκρουπ αθλητών, σε λιγότερο από 72 ώρες μετά τη μάλαξη. Συγκεκριμένα, τα επίπεδα μυϊκού άλγους μετά το πέρας της άσκησης και λίγο πριν τη παρέμβαση της θεραπευτικής μάλαξης, όπως καταγράφηκαν στην VAS, έφτασαν και για τις δυο ομάδες στο επίπεδο 25cm της κλίμακας. Όμως, 24 ώρες μετά τη μάλαξη τα επίπεδα του καθυστερημένου μυϊκού άλγους για την πειραματική ομάδα μειώθηκαν στα 20cm της κλίμακας σε αντίθεση με εκείνα της ομάδας ελέγχου που κατά τη διάρκεια του 24ώρου έκαναν μία μικρή άνοδο στην κλίμακα, με το πέρας του 24ώρου να βρίσκει τα επίπεδα αυτά πάλι στα 25cm της κλίμακας. Ακόμη, 48 ώρες μετά τη μάλαξη τα επίπεδα πόνου της πειραματικής ομάδας μειώθηκαν σε βαθμό λίγο πάνω από τα 15cm της κλίμακας και

της ομάδας ελέγχου λίγο κάτω από τα 20cm. Τέλος, έπειτα από 72 ώρες το πειραματικό γκρουπ των αθλητών κατέγραψε βαθμό μυϊκού άλγους 13cm και το δεύτερο γκρουπ σχεδόν 15cm στη VAS.

- Στην παρούσα τυχαιοποιημένη μελέτη, οι Hoffman et al. (2016) έθεσαν ως στόχο να ερευνήσουν την αποτελεσματικότητα της μάλαξης και των μηχανημάτων σταδιακής συμπίεσης (Intermittent Pneumatic Compression-IPC) στην αποκατάσταση μετά από συμμετοχή σε υπερμαραθώνιο 161 χιλιομέτρων. Στην έρευνα συμμετείχαν 72 αθλητές οι οποίοι κατάφεραν να ολοκληρώσουν το αγώνισμα και ήταν στο σύνολό τους άντρες, μέσου όρου ηλικίας 44 ετών. Χωρίστηκαν όλοι τους τυχαία σε 3 ομάδες με βάση τη θεραπευτική παρέμβαση στην οποία υποβλήθηκαν, 25 σε μάλαξη, 24 σε IPC και οι υπόλοιποι 23 αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου (Control Group). Οι θεραπευτικές παρεμβάσεις διήρκεσαν 20' και ξεκίνησαν 45' από τη λήξη του υπερμαραθωνίου και αφορούσαν αποκλειστικά τα κάτω άκρα, με την πίεση στην ομάδα IPC να φτάνει τα 80mmHg. Η υποκειμενική αξιολόγηση του μυϊκού πόνου των κάτω άκρων πραγματοποιήθηκε πριν τον αγώνα, αμέσως μετά και καθημερινά για 3 ημέρες έπειτα από τη λήξη του. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκε η 10βάθμια κλίμακα Likert Scale (1= χωρίς πόνο και 10= αφόρητος πόνος). Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, τα συμπτώματα μυϊκού πόνου στα κάτω άκρα 24 ώρες από τη λήξη του υπερμαραθωνίου για την ομάδα ελέγχου ήταν στο  $7,5 \pm 1,4$ , για την ομάδα IPC ήταν  $7,0 \pm 1,5$  και για την ομάδα μάλαξης  $6,9 \pm 1,9$ . Στις 48 ώρες για την ομάδα ελέγχου ήταν  $6,4 \pm 1,8$ , για την ομάδα IPC ήταν  $5,5 \pm 1,5$  και για την ομάδα μάλαξης  $5,4 \pm 2,3$ . Επίσης, στο διάστημα 72 ωρών από τη λήξη του υπερμαραθωνίου ο μυϊκός πόνος των κάτω άκρων για την ομάδα ελέγχου ήταν  $4,8 \pm 2,1$ , για την ομάδα IPC  $4,2 \pm 1,8$  και για την ομάδα μάλαξης  $4,1 \pm 2,2$ .

## 6.2 ΚΡΥΟΘΕΡΑΠΕΙΑ



Εικόνα 6 (Onsports.gr)

Για αρκετές δεκαετίες, διάφορες τεχνικές κρυοθεραπείας όπως η εμβύθιση σε κρύο νερό (Cold Water Immersion-CWI) και τα κρύα επιθέματα έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως με σκοπό την αποκατάσταση μετά από άσκηση. Στις επιστήμες υγείας, η κρυοθεραπεία ως μέθοδος αποκατάστασης μετά από αθλητικές δραστηριότητες, περιγράφεται συνήθως ως μια διαδικασία που αποσκοπεί στην ανακούφιση του πόνου



και στη μείωση της φλεγμονής κυρίως σε μυοσκελετικές κακώσεις. Ο μηχανισμός της κρυοθεραπείας αποδίδεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό στα αγγειοσυσταλτικά αποτελέσματα που επιφέρει, τα οποία περιορίζουν τη φλεγμονώδη αντίδραση μέσω της μείωσης του κυτταρικού μεταβολισμού (Hohenauer et al., 2015).

- Οι Ascencao et al. (2011) έθεσαν ως στόχο στη μελέτη τους να συγκρίνουν τις επιδράσεις της εμβύθισης σε κρύο νερό (Cold Water Immersion-CWI) (10°C) με εκείνες σε υψηλότερη θερμοκρασία νερού (Thermal Water Immersion-TWI) (35°C). Στην έρευνα έλαβαν μέρος 20 νεαροί ποδοσφαιριστές μέσου όρου ηλικίας 18 ετών. Αφού οι αθλητές κατανεμήθηκαν τυχαία σε δυο ισάριθμες ομάδες, αμέσως μετά τη λήξη ενός 90λεπτου φιλικού αγώνα η μία ομάδα υποβλήθηκε σε CWI θερμοκρασίας 10°C για διάστημα 10'. Με την ίδια τακτική και σε ίσο χρονικό διάστημα οι ποδοσφαιριστές της δεύτερης ομάδας υποβλήθηκαν σε TWI θερμοκρασίας 35°C. Έπειτα, σε δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους 24 και 48 ώρες μετά τον φιλικό αγώνα ζητήθηκε από όλους τους αθλητές να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με τα εκάστοτε επίπεδα του αντιληπτού μυϊκού πόνου στους τετρακέφαλους, οπίσθιους μηριαίους και γαστροκνήμιους με γνώμονα μια 10βάθμια οπτική κλίμακα (1= καθόλου πόνος και 10= ανυπόφορος πόνος). Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι η ομάδα CWI ανέφερε μειωμένα επίπεδα καθυστερημένου μυϊκού άλγους σε σύγκριση με την άλλη ομάδα. Συγκεκριμένα, οι σημαντικές διαφορές διαπιστώθηκαν σε γαστροκνήμιο, τετρακέφαλο και οπίσθιους μηριαίους σε χρονικό διάστημα 24 ωρών μετά τον ποδοσφαιρικό φιλικό αγώνα. Πιο αναλυτικά, στους τετρακέφαλους μύες τα επίπεδα του DOMS στην ομάδα CWI και στα δύο χρονικά διαστήματα κυμάνθηκαν μεταξύ 3 και 4 ενώ στην ομάδα TWI τα επίπεδα του DOMS στις 24 ώρες άγγιζαν τα επίπεδα του 6 και στις 48 ώρες του 5 της κλίμακας. Όσον αφορά τους οπίσθιους μηριαίους οι τιμές του DOMS για την ομάδα CWI ήταν εξίσου μεταξύ 3 και 4 σε όλα τα χρονικά διαστήματα, σε αντίθεση με την ομάδα TWI όπου, στις 24 ώρες ήταν στο 6 και στις 48 ώρες στο 4,5. Σχετικά με τους γαστροκνήμιους, τα επίπεδα καθυστερημένου μυϊκού άλγους για την ομάδα CWI ήταν ακόμη πιο χαμηλά με τις τιμές να κυμαίνονται από 1 έως 1,5 στις 24 και 48 ώρες αντίστοιχα, με σημαντική διαφορά να σημειώνεται στην ομάδα TWI όπου στις 24 ώρες το DOMS εκτοξεύθηκε στο 5 αλλά είχε ραγδαία μείωση στις 48 ώρες φτάνοντας στο 1 της κλίμακας.

- Οι Demirhan et al. (2015) στην παρακάτω μελέτη τους έθεσαν ως στόχο να συγκρίνουν τις επιδράσεις της μάλαξης με πάγο (Ice Massage-IM) με αυτές του CWI στα συμπτώματα του DOMS σε αθλητές πάλης. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 20 άντρες ελίτ παλαιστές, οι οποίοι στη συνέχεια χωρίστηκαν σε δύο ισάριθμες ομάδες (IM και CWI). Με σκοπό να προκληθούν τα ίδια επίπεδα κόπωσης μεταξύ των αθλητών των δύο ομάδων, διαμορφώθηκε ένα πρόγραμμα προπόνησης με 8 σταθμούς ασκήσεων, με τους αθλητές να εκτελούν τρία σετ επαναλήψεων σε κάθε άσκηση. Το περιεχόμενο της εν λόγω προπόνησης αποτελούνταν κυρίως από ειδικές τεχνικές και εξειδικευμένες ασκήσεις δύναμης για το άθλημα της πάλης. Κατά τη διάρκεια των δύο περιόδων ανάπαυσης μεταξύ των σετ η πρώτη ομάδα εφάρμοσε IM για 8', 4' στα άνω άκρα και 4' στα κάτω, ενώ η δεύτερη υποβλήθηκε σε CWI 30'' σε όλο το σώμα σε συνολικό χρόνο 8'. Τα αντιληπτικά επίπεδα του DOMS προσδιορίστηκαν με μια κλίμακα αξιολόγησης και πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ των δύο ομάδων στα χρονικά διαστήματα πριν την άσκηση, 24, 48 αλλά και 72 ώρες από το τέλος της προπόνησης. Τα αποτελέσματα αρχικά ανέφεραν πως οι τιμές του DOMS πριν την έναρξη της προπόνησης ήταν παρόμοιες μεταξύ των δύο ομάδων ( $p > 0, 05$ ). Πιο αναλυτικά και με βάση τα υποκειμενικά ευρήματα της έρευνας, οι τιμές του DOMS πριν την έναρξη της

προπόνησης για την ομάδα IM και για την ομάδα CWI ήταν σχεδόν στα ίδια επίπεδα,  $1,20 \pm 0,33$  και  $1,10 \pm 0,31$  αντίστοιχα. Έπειτα, στις 24 ώρες από την άσκηση για την ομάδα IM ήταν  $6,10 \pm 0,31$  και για την ομάδα CWI  $8,20 \pm 0,29$ . Ακόμη, μετά από 48 ώρες τα επίπεδα του DOMS για την ομάδα IM ήταν  $5,30 \pm 0,26$  και για την ομάδα CWI  $7,60 \pm 0,27$ . Τέλος, στις 72 ώρες για την ομάδα IM οι τιμές ήταν  $1,60 \pm 0,16$  και  $4,90 \pm 0,23$  για την ομάδα CWI. Κατά συνέπεια, η παρούσα μελέτη έδειξε ότι η εφαρμογή IM προκαλεί μειωμένη αίσθηση αντίληψης του πόνου συγκριτικά με το CWI.

- Στη μελέτη τους οι Ghoth et al. (2019) έθεσαν ως πρωταρχικό στόχο να συγκρίνουν την αποτελεσματικότητα του CWI με την προοδευτική μυϊκή χαλάρωση (Progressive Muscle Relaxation-PMR) στην αντιμετώπιση των συμπτωμάτων του DOMS σε νεαρούς αθλητές. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 30 νεαροί αθλητές ποδοσφαίρου ηλικίας 12-18 ετών. Οι αθλητές τοποθετήθηκαν με τυχαία σειρά, 10 στην ομάδα ελέγχου (control group), 10 στην ομάδα PMR και 10 στην ομάδα CWI. Για τους σκοπούς της αξιολόγησης του μυϊκού πόνου χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα VAS (100mm), με την οποία πραγματοποιήθηκαν υποκειμενικές μετρήσεις πριν το πρόγραμμα προπόνησης στις 24,48 και 72 ώρες μετά. Οι αθλητές στο σύνολό τους υποβλήθηκαν σε ειδικές δοκιμασίες όπως το σπριντ 20 μέτρων, όπου πραγματοποίησαν από 3 μέγιστες ταχύτητες έκαστος και καταγράφηκε η καλύτερη. Έπειτα, ακολούθησε ένα πρωτόκολλο πλειομετρικής άσκησης όπου οι αθλητές εκτελούσαν άλματα από ύψος 60 εκατοστών και κατά την προσγείωση αμέσως πραγματοποιούσαν ένα επιτόπιο άλμα, με σκοπό την πρόκληση καθυστερημένου μυϊκού άλγους. Εκτέλεσαν 5 σετ από 20 επαναλήψεις, με 2' διάλειμμα μεταξύ των σετ. Οι αθλητές που υποβλήθηκαν σε CWI στα κάτω άκρα, αμέσως μετά την πλειομετρική άσκηση και παρέμειναν για 15' σε θερμοκρασία  $15^{\circ}\text{C}$ . Από την άλλη πλευρά, οι αθλητές της ομάδας PMR, προχώρησαν σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης που περιλάμβανε χαλάρωση αλλά και ήπιες διατάσεις όλων σχεδόν των μυών του σώματος σε συνδυασμό με αργές και βαθιές εισπνοές και εκπνοές. Η συγκεκριμένη διαδικασία διήρκησε 15'. Τα αποτελέσματα της έρευνας μας έδειξαν πως, πριν από την έναρξη της άσκησης τα επίπεδα του μυϊκού άλγους για την ομάδα CWI ήταν 1.10, για την ομάδα PMR 1.60 και για την ομάδα ελέγχου 2.30. Στο χρονικό διάστημα 24 ωρών από την άσκηση αλλά και τις θεραπευτικές παρεμβάσεις για την ομάδα CWI τα επίπεδα μυϊκού πόνου ήταν 1.60, για την ομάδα PMR ήταν 2.90 και για την ομάδα ελέγχου 3.60. Στο διάστημα 48 ωρών για την ομάδα CWI ήταν 1.30, για την ομάδα PMR 2.90 και για την ομάδα ελέγχου 3.20. Τέλος, στις 72 ώρες μετά για την ομάδα CWI ήταν 1.20, για την ομάδα PMR 2.20 και για την ομάδα ελέγχου 3.00.

### 6.3 ΕΝΔΥΜΑΤΑ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ (COMPRESSION GARMENTS)



Εικόνα 7 (Sportsperformancebulletin.com)

Τα ενδύματα συμπίεσης (Compression Garments-CG) που χαρακτηρίζονται από τις εφαρμοστές και ελαστικές ιδιότητές τους, έχει αναφερθεί ότι αποτελούν χρήσιμα «εργαλεία» για μια σειρά παθολογικών καταστάσεων όπως τα οιδήματα, οι θρομβώσεις και η φλεβική ανεπάρκεια. Πιστεύεται ότι τα ενδύματα συμπίεσης δημιουργούν μια εξωτερική πίεση, περιορίζοντας το διαθέσιμο χώρο εμφάνισης οιδήματος, μειώνοντας έτσι τα αλγαισθητικά ερεθίσματα. Επιπλέον, έχει επίσης προταθεί ότι έχουν τη δυνατότητα να ρυθμίσουν τη ροή του αίματος και ενδεχομένως να επιταχύνουν την απομάκρυνση αποβλήτων μετά από έντονα προπονητικά φορτία (Upton et al.,2017).

- Στη μελέτη τους οι Heiss et al. (2018) έθεσαν ως σκοπό να διερευνήσουν την επίδραση των αθλητικών ενδυμάτων συμπίεσης (Compression Garments-CG) στην αποκατάσταση του καθυστερημένου μυϊκού άλγους στους μύες της γαστροκνημίας. Στην έρευνα συμμετείχαν 15 αθλούμενοι, 7 γυναίκες και 8 άντρες, μέσου όρου ηλικίας  $25 \pm 6$  ετών που στη πλειοψηφία τους ήταν ερασιτέχνες αθλητές κολύμβησης, τριάθλου, ποδοσφαίρου και πολεμικών τεχνών. Με σκοπό να προκαλέσουν συμπτώματα DOMS οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν αρχικά μια προθέρμανση με 2 σετ X 15 επαναλήψεων σηκώματα στις μύτες (Heel Raises). Έπειτα, οδηγήθηκαν μπροστά σε ένα ειδικά κατασκευασμένο σκαλοπάτι όπου εκεί εκτέλεσαν 5 σετ X 30 επαναλήψεις την ίδια κίνηση όπου το ανέβασμα (σύγκεντρη σύσπαση) διαρκούσε 1'' και το κατέβασμα (έκκεντρη σύσπαση) 3'', με 10'' ανάπαυση μεταξύ του κάθε σετ. Αμέσως μετά το πέρας του έκκεντρου πρωτοκόλλου άσκησης, στο ένα από τα δύο πόδια τοποθετήθηκε το CG που κάλυπτε την περιοχή της γαστροκνημίας και παρέμεινε για 60 ώρες μετά την άσκηση. Τα επίπεδα της μυϊκής κόπωσης αξιολογήθηκαν με τη χρήση της οπτικής αναλογικής κλίμακας (Visual Analogue Scale) κατά την έναρξη αλλά και 60 ώρες από τη λήξη τους έκκεντρου πρωτοκόλλου άσκησης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η αξιολόγηση των συμπτωμάτων του καθυστερημένου μυϊκού πόνου που έλαβε χώρα 60 ώρες μετά την άσκηση αποκάλυψε σημαντικά αυξημένο μυϊκό άλγος και στα δύο κάτω άκρα σε κατάσταση ηρεμίας (Compression garment :  $0+_0$  vs  $1,5 \pm 1,2$ ,  $p=0,001$ ) και (Non-Compression garment:  $0+_0$  vs  $1,5 \pm 1,4$ ,  $p=0,004$ ). Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη διαφορά στα επίπεδα του μυϊκού άλγους μεταξύ των δύο ποδιών σε διάστημα 60 ωρών μετά την άσκηση (CG  $1,5 \pm 1,2$  έναντι Non CG  $1,5 \pm 1,4$   $p=0,467$ ).

- Στη μελέτη τους οι Urton et al. (2017) στόχευσαν να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα των CG ως προς του δείκτες της μυϊκής βλάβης, μετά από ένα πρωτόκολλο άσκησης σχετικό με το άθλημα του ράγκμπι. Συμμετείχαν στην έρευνα 19 αθλητές του ράγκμπι, μέσου όρου ηλικίας 20 ετών. Με στόχο να αξιολογηθούν οι επιδράσεις των ενδυμάτων συμπίεσης όλοι οι αθλητές αποτέλεσαν αρχικά το πειραματικό δείγμα, χρησιμοποιώντας τα ενδύματα συμπίεσης και έπειτα σε μικρό χρονικό διάστημα επανέλαβαν το πρωτόκολλο άσκησης χωρίς όμως να προβούν σε καμία μέθοδο αποκατάστασης μετά από αυτό, διαμορφώνοντας οι ίδιοι αθλητές μια ομάδα ελέγχου. Τα επίπεδα του μυϊκού πόνου μετρήθηκαν με τη βοήθεια της 10βάθμιας οπτικής κλίμακας (0 = καθόλου πόνος και 10 = ανυπόφορος πόνος) στα χρονικά διαστήματα πριν και 24 - 48 ώρες μετά το πρωτόκολλο άσκησης. Οι αθλητές στο σύνολό τους πραγματοποίησαν ένα πρωτόκολλο άσκησης στα πρότυπα του ράγκμπι, με 20 μέγιστης έντασης σπριντ με αλλαγές κατεύθυνσης και ειδικές τεχνικές μεταφοράς της μπάλας. Αμέσως μετά την άσκηση η ομάδα CG φόρεσε τα ενδύματα συμπίεσης, τα οποία κάλυπταν εξ ολοκλήρου τα κάτω άκρα διατηρώντας την εφαρμογή τους για τις επόμενες 48 ώρες. Αρχικά, αξίζει να αναφέρουμε πως τα επίπεδα πίεσης των ενδυμάτων για όλους τους αθλητές ήταν στο γαστροκνήμιο  $14 \pm 4,1$  mmHg και στο μηρό  $8,5 \pm 2,3$  mmHg. Ακόμη, δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των γκρουπ πριν από την έναρξη της άσκησης ( $p \leq 0,05$ ). Ως προς τα επίπεδα του μυϊκού πόνου, εμφανίστηκαν σημαντικές μεταβολές με βάση το χρονικό διάστημα αλλά και την κάθε ομάδα. Η ομάδα CG παρουσίασε σημαντική πτώση στις τιμές του πόνου κυρίως στις 24 και 48 ώρες από το πρωτόκολλο άσκησης. Με γνώμονα τη 10βάθμια οπτική κλίμακα, τα επίπεδα των συμπτωμάτων του πόνου εμφάνισαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων. Έτσι λοιπόν, η πειραματική ομάδα στις πρώτες 24 και 48 ώρες μετά το πρωτόκολλο άσκησης εμφάνισε τιμές μυϊκού πόνου ύψους 2mm και 1,5mm αντίστοιχα. Από την άλλη, η ομάδα ελέγχου στα ίδια χρονικά διαστήματα άγγιξε τον αριθμό 5mm στην 10βάθμια κλίμακα.

## 6.4 FOAM ROLLER



Εικόνα 8 (fithealth.gr)

Τα τελευταία χρόνια, το Foam Roller (FR) αποτελεί μια δημοφιλή μέθοδο που χρησιμοποιείται σε όλα τα είδη των αθλητικών δραστηριοτήτων με σκοπό την αύξηση τους απόδοσης κατά την προπόνηση, την πληρέστερη προθέρμανση αλλά και την ταχύτερη αποκατάσταση. Το FR αποτελεί μια μορφή αυτό – μάλαξης προσαρμοσμένη στο μυϊκό σύστημα, κατασκευασμένο από ένα κυλινδρικό αφρώδες υλικό το οποίο διατίθεται σε διάφορα μεγέθη. Με το FR, οι αθλητές χρησιμοποιούν το σωματικό τους βάρος για να ασκήσουν πίεση τους μαλακούς ιστούς κατά τη διάρκεια τους κυλιόμενης κίνησης, κάτι που παραπέμπει στην πίεση που ασκείται τους μυϊκούς ιστούς κατά την απλή μάλαξη. Μερικοί από τους λόγους για τους οποίους η μάλαξη με FR έχει εξελιχθεί σε μια δημοφιλή τεχνική θεραπευτικής παρέμβασης που χρησιμοποιείται από υψηλού επιπέδου αλλά και ερασιτέχνες αθλητές, αποτελεί το ότι είναι εύχρηστη, οικονομικά προσιτή και επιφέρει παρόμοια ευεργετικά αποτελέσματα με αυτά τους μάλαξης (Wiewelhove et al.,2019).

- Οι Mustafa et al. (2021) στην έρευνα τους στόχευσαν να καθορίσουν εάν η εφαρμογή του Foam Roller έχει θετικό αντίκτυπο στη μείωση της αίσθησης του DOMS. Στην έρευνα συμμετείχαν 20 άντρες αθλητές ράγκμπι μέσου όρου ηλικίας 20,7 ετών. Όλοι οι αθλητές χωρίστηκαν σε 2 ισάριθμες ομάδες, πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου. Στη συνέχεια, προέβησαν σε ένα πρόγραμμα άσκησης που περιλάμβανε 10 σετ X 10 επαναλήψεις με ημικαθίσμα από όρθια θέση και επιπρόσθετο βάρος (Barbell Back Squats), με επιπρόσθετη αντίσταση το 60% τους 1MR. Ο συνολικός χρόνος πραγματοποίησης τους άσκησης ήταν 8' και 20' και ο χρόνος ανάπαυσης 18'. Τα επίπεδα τους μυϊκής κόπωσης των τετρακέφαλων μυών αξιολογήθηκαν υποκειμενικά με την 10βάθμια κλίμακα (Numerical Pain Rating Scale) στις 24, 48 και 72 ώρες μετά το πρωτόκολλο άσκησης που προαναφέρθηκε. Το πειραματικό γκρουπ των αθλητών υποβλήθηκε σε FR αμέσως μετά το πρωτόκολλο άσκησης, 24, 48 και 72 ώρες μετά στους τετρακέφαλους, τους προσαγωγούς, τους οπίσθιους μηριαίους, τις λαγονοκνημιαίες ταινίες και τους γλουτιαίους μύες για 4 σετ των 45'' σε κάθε μυ, με 15'' ανάπαυση ενδιάμεσα. Ο συνολικός χρόνος μάλαξης με FR μαζί με την ανάπαυση ήταν 20'. Τα αποτελέσματα, μέσω της κλίμακας NRS, κατέδειξαν πως η αίσθηση του μυϊκού κάματος μειώθηκε κατά μέσο όρο 1,1 στο χρονικό διάστημα μεταξύ 24 και 48 ωρών ( $p < 0.001$ ) και πως ήταν εξασθενημένη κατά μέσο όρο 4,55 μονάδες μεταξύ 24 και 72 ωρών ( $p < 0.001$ ) και στη συνέχεια μειώθηκε κατά μέσο όρο 3,45 μονάδες μεταξύ 48 και 72 ωρών μετά το πρόγραμμα άσκησης και την θεραπευτική παρέμβαση του FR. Συμπερασματικά, θα λέγαμε ότι στην παραπάνω μελέτη και με βάση την κλίμακα NRS τα επίπεδα αντίληψης του μυϊκού πόνου μειώθηκαν αισθητά σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου, μετά την εφαρμογή μάλαξης με FR.

- Στη μελέτη τους οι Laffaye et al. (2019) έθεσαν ως στόχο να αξιολογήσουν τις επιδράσεις της μάλαξης μέσω του Foam Roller (FR) στα κάτω άκρα έπειτα από μια υψηλής έντασης προπόνηση. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 20 άντρες πυγμάχοι, μέσου όρου ηλικίας 24 ετών. Όλοι οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν 10' προθέρμανση με ασκήσεις αρχικά χαμηλής έντασης και μετέπειτα υψηλότερης, στη συνέχεια εκτέλεσαν 5' χαμηλής έντασης αερόβιο τρέξιμο στο 60-70% τους μέγιστης καρδιακής συχνότητας, 2 σετ X 10 Push Ups, 2 σετ X 10 ημικαθίσματα (Squats), 2 σετ X 5 ημικαθίσματα με άλμα (Squat Jump) και τέλος 2 σετ X 5 επιτόπια άλματα με 30'' ανάπαυση μεταξύ των σετ. Αμέσως μετά το πρόγραμμα προπόνησης που είχε ως στόχο την πρόκληση καθυστερημένου μυϊκού πόνου κάθε αθλητής πραγματοποίησε στο κυρίαρχο κάτω άκρο 3 σετ των 60'' μάλαξη με τη χρήση του FR, στις μυϊκές ομάδες της πρόσθιας, οπίσθιας και πλάγιας επιφάνειας του μηρού, με ταχύτητα 2'' και ένταση πίεσης 7/10 στην κλίμακα VAS (Visual Analogue Scale). Το μη κυρίαρχο κάτω άκρο δεν υπέστη κάποια θεραπευτική

παρέμβαση και αποτέλεσε την ομάδα ελέγχου (Control Group). Τα επίπεδα του DOMS αξιολογήθηκαν με βάση τη 10βάθμια οπτική αναλογική κλίμακα VAS στις 24 και 48 ώρες έπειτα από το πρωτόκολλο άσκησης. Στο κυρίαρχο κάτω άκρο που εφαρμόστηκε το FR επηρεάστηκαν οι τιμές του DOMS ( $p < 0.05$ ) όπου είχαν μέση τιμή  $2,42 \pm 0,19$  σε αντίθεση με το κάτω άκρο ελέγχου όπου οι τιμές του ήταν  $3,02 \pm 0,19$ . Αμέσως μετά το πρωτόκολλο άσκησης οι τιμές του DOMS και στα δύο κάτω άκρα ήταν σε παρόμοια επίπεδα με τη μείωση των επιπέδων αυτών να είναι ξεκάθαρη 24 και 48 ώρες από την άσκηση, στο σκέλος που εφαρμόστηκε FR. Αναλυτικότερα, τα επίπεδα του DOMS στην ομάδα που εφαρμόστηκε το FR στις 24 ώρες από την προπόνηση ήταν λίγο πάνω από το 3 και στις 48 ώρες λίγο πάνω από το 2 στην VAS. Εν αντιθέσει, όσον αφορά την ομάδα ελέγχου, οι τιμές του DOMS παρέμειναν στο ύψος του 4 και τις δύο χρονικές περιόδους μέτρησης μετά το πέρας της προπόνησης.

- Στην έρευνά τους οι Naderi et al. (2020) επιχείρησαν να μελετήσουν τις επιπτώσεις της μάλαξης με Foam Roller (FR) μετά την πραγματοποίηση ενός έκκεντρου προγράμματος άσκησης σε ερασιτέχνες αθλητές (αερόβιο τρέξιμο, αθλήματα αντοχής). Στην έρευνα συμμετείχαν 80 άντρες φοιτητές γυμναστικής ακαδημίας, μέσου όρου ηλικίας 22,8 ετών οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ισάριθμες ομάδες, την πειραματική ομάδα (FR) και την ομάδα ελέγχου (Passive Recovery-PR) που δεν υπέστη καμία θεραπευτική παρέμβαση. Αρχικά όλοι οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν προθέρμανση 5' που περιείχε ήπιας έντασης περπάτημα σε διάδρομο, ενεργητικές ασκήσεις και διατάξεις για τα κάτω άκρα. Έπειτα, οι νεαροί αθλητές υποβλήθηκαν σε ένα έκκεντρο πρωτόκολλο άσκησης με τη χρήση ισοκινητικού δυναμόμετρου (Biodex Medical Systems Inc) στο οποίο εκτέλεσαν 4 σετ X 25 επαναλήψεις μέγιστης έκκεντρης σύσπασης στους εκτεινόμενες μύες του γόνατος, με ανάπαυση 2' μεταξύ των σετ. Στη συνέχεια, η πειραματική ομάδα (FR) εκτέλεσε 4 σετ X 120'' μάλαξη του δεξιού τετρακέφαλου μυός ενώ η ομάδα ελέγχου (PR) δεν υπέστη καμία παρέμβαση. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε και αξιολογήθηκε στα χρονικά διαστήματα 24, 48 και 72 ωρών μετά την άσκηση. Τα επίπεδα του μυϊκού πόνου μετρήθηκαν με τη βοήθεια της οπτικής αναλογικής κλίμακας VAS (Visual Analogue Scale) (0-100mm). Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, οι τιμές του μυϊκού άλγους ήταν μειωμένες στην ομάδα FR σε σύγκριση με την ομάδα PR στις 24 (34.3% Versus 45.7%;  $d = 1.2$ ,  $P = .001$ ) και τις 48 ώρες (45.8% Versus 62.3%;  $d = 1.3$ ,  $P = .001$ ) μετά το πρωτόκολλο άσκησης που προκάλεσε καθυστερημένης έναρξης μυϊκό πόνο. Πιο συγκεκριμένα, τα επίπεδα του μυϊκού πόνου για την ομάδα FR στις 24 και 48 από το πρωτόκολλο άσκησης έφτασαν τις τιμές 30mm και 40mm αντίστοιχα, ενώ για την ομάδα ελέγχου (PR) τα επίπεδα του μυϊκού πόνου στις 24 ώρες ήταν 40mm και στις 48 έφτασαν τα 60mm στη VAS. Ωστόσο, οι τιμές έπειτα από 72 ώρες ήταν στα ίδια επίπεδα και για τις δύο ομάδες, πέφτοντας κοντά στο 20mm της κλίμακας VAS.

## 6.5 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ



## Εικόνα 9 (Kallistos-oaka.gr)

Στις μέρες μας, υπάρχουν διαφόρων ειδών τεχνικές διάτασης που εφαρμόζονται κατά βάση σε αθλητικό πληθυσμό και αυτές είναι οι στατικές, οι δυναμικές, οι βαλλιστικές και οι διατάσεις ιδιοδεκτικής νευρομυϊκής διευκόλυνσης. Οι στατικές διατάσεις (Static Stretching-SS) περιλαμβάνουν μια συνεχή και ελεγχόμενη κίνηση στο τελικό εύρος τροχιάς μίας ή περισσότερων αρθρώσεων είτε ενεργητικά είτε παθητικά με τη βοήθεια κάποιου ατόμου. Παρόλο που οι στατικές διατάσεις έχουν ευρεία χρήση, αποτελούν παράλληλα μια από τις πιο αμφιλεγόμενες τεχνικές με συνεχώς μεταβαλλόμενες απόψεις σχετικά με τις θετικές και αρνητικές επιπτώσεις στην αποκατάσταση αλλά και στη μυϊκή δύναμη και αντοχή (Chaabene et al., 2019).

- Οι Pooley et al. (2017) στην έρευνα τους στόχευσαν να συγκρίνουν τις επιδράσεις της στατικής διάτασης (Static Stretching-SS) με την παθητική αποκατάσταση (Passive Recovery-PR) έπειτα από μια σειρά επίσημων αγώνων ποδοσφαίρου μεταξύ νεαρών ελίτ αθλητών. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 10 νεαροί ποδοσφαιριστές μέσου όρου ηλικίας 16 ετών, μέλη των ακαδημιών τους Αγγλικής Premier League. Για τη συμμετοχή τους στην έρευνα οι αθλητές ήταν απαιτούμενο να έχουν συμπληρώσει τουλάχιστον τρία 80λεπτα σε ισάριθμους αγώνες ποδοσφαίρου για κάθε θεραπευτική παρέμβαση (SS ή PR). Προκειμένου να εκτιμηθεί η σοβαρότητα της μυϊκής βλάβης που προκλήθηκε, αξιολογήθηκε ο μυϊκός πόνος πριν και 48 ώρες έπειτα από κάθε αγώνα ποδοσφαίρου, με τη χρήση της 10βάθμιας οπτικής αναλογικής κλίμακας (Visual Analogue Scale-VAS). Αμέσως μετά την ολοκλήρωση των αγωνιστικών τους υποχρεώσεων οι νεαροί ποδοσφαιριστές κλήθηκαν να ολοκληρώσουν είτε το πρωτόκολλο PR που αποτελούνταν από 10 λεπτά παθητικής ανάπαυσης ή το πρωτόκολλο SS που εμπεριείχε στατικές διατάσεις (2 σετ X 15'') στις μυϊκές ομάδες των κάτω άκρων. Συμπερασματικά, η ανάλυση των δεδομένων απέδειξε ότι η αξιολόγηση στα δύο προαναφερθέντα χρονικά διαστήματα εμφάνισε σημαντικές διαφορές ( $p < 0,05$ ) και για τις δύο μεθόδους αποκατάστασης (SS και PR). Από την άλλη, δεν υπήρξαν αξιοσημείωτες μεταβολές ( $p > 0,05$ ) μεταξύ των δύο ομάδων ως προς τη μυϊκή κόπωση, με τις τιμές να είναι σχεδόν όμοιες σε όλα τα χρονικά διαστήματα. Πιο συγκεκριμένα, με βάση την υποκειμενική αξιολόγηση των νεαρών αθλητών τα επίπεδα του μυϊκού πόνου και στις δύο περιπτώσεις, SS και PR, ήταν πριν από τους αγώνες στο 1.5 και 48 ώρες μετά στο 3.0 της κλίμακας VAS, χωρίς να παρουσιάζεται η παραμικρή διαφορά μεταξύ τους.

- Οι Apostolopoulos et al. (2018) έθεσαν ως στόχο στη μελέτη τους να διερευνήσουν τις επιδράσεις της ήπιας (Low Intensity Passive Static Stretching – 30-40% μέγιστης αντιληπτής διάτασης) αλλά και υψηλής (High Intensity Passive Static Stretching – 70-80% της μέγιστης αντιληπτής διάτασης) έντασης παθητική διάταση σε σύγκριση με μια ομάδα ελέγχου (Control Group). Πρωταρχικός στόχος ήταν να εντοπίσουν την επίδραση αυτών των τεχνικών διάτασης στα επίπεδα του μυϊκού πόνου, μετά από ένα έκκεντρο πρωτόκολλο άσκησης στους εκτεινόντες μύες του δεξιού γόνατος. Για τους σκοπούς της έρευνας, 30 άντρες αθλητές αναψυχής μέσου όρου ηλικίας  $25 \pm 6$  ετών, έλαβαν μέρος στη παρούσα μελέτη αφού είχαν χωριστεί σε τρεις ισάριθμες ομάδες (10 = LIPSS, 10 = HIPSS, 10 = Control Group). Όλοι οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν ως προς τα συμπτώματα του DOMS στα χρονικά διαστήματα των 24, 48 και 72 ωρών μετά από την έκκεντρη άσκηση, με τη βοήθεια της 10βάθμιας κλίμακας Numerical Rating Scale (0= καθόλου πόνος – 10= ανυπόφορος πόνος). Το πρωτόκολλο έκκεντρης άσκησης στο οποίο υποβλήθηκαν οι συμμετέχοντες περιλάμβανε αρχικά 5 υπομέγιστες έκκεντρες επαναλήψεις των

εκτεινόντων του δεξιού γόνατος στο 50% της μέγιστης προσπάθειας. Στη συνέχεια, κλήθηκαν να εκτελέσουν 6 σετ X10 έκκεντρες επαναλήψεις του τετρακέφαλου, με ανάπαυση 2' μεταξύ των σετ. Αφού ολοκληρώθηκε το πρόγραμμα άσκησης οι συμμετέχοντες των δύο πρώτων ομάδων πραγματοποίησαν ήπιας και υψηλής έντασης παθητική στατική διάταση στους οπίσθιους μηριαίους, τους καμπτήρες του ισχίου, και στον τετρακέφαλο για τρεις διαδοχικές ημέρες. Η διάρκεια των διατάσεων ήταν 3 σετ X 60'' για κάθε μυϊκή ομάδα. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι η ομάδα LIPSS συγκριτικά με την ομάδα HIPSS είχε μια μικρή μείωση του καθυστερημένου μυϊκού άλγους στις πρώτες 24 ώρες από την έκκεντρη άσκηση αλλά και στις 48-72 ώρες μετά. Αναλυτικότερα, στην ομάδα LIPSS ο καθυστερημένος μυϊκός πόνος στις 24 ώρες ήταν στο  $5.0 \pm 1.3$ , τους 48 ώρες στο  $2.9 \pm 1.2$  και τους 72 ώρες μετά την άσκηση στο  $1.2 \pm 0.4$ . Όσον αφορά την ομάδα HIPSS το καθυστερημένο μυϊκό άλγος τις πρώτες 24 ώρες άγγιξε το  $5.7 \pm 2.2$ , τις 48 ώρες το  $3.7 \pm 1.4$  και στις 72 ώρες μετά έφτασε στο  $2.4 \pm 1.3$ . Τέλος, σχετικά με την ομάδα ελέγχου (Control Group) οι τιμές των συμπτωμάτων του DOMS μετά το πρωτόκολλο άσκησης στις πρώτες 24 ώρες ήταν στο  $5.7 \pm 1.9$ , στις 48 ώρες ήταν στο  $4.0 \pm 1.3$  και τέλος 72 ώρες από την άσκηση έφτασε στο  $2.2 \pm 1.3$ .

- Σε μια ακόμα μελέτη, οι Pooley et al. (2020) στόχευσαν να αξιολογήσουν τις επιπτώσεις του CWI, της ενεργητικής αποκατάστασης (Active Recovery-AR) και των στατικών διατάσεων (Static Stretching-SS) ως προς τη μείωση των συμπτωμάτων του μυϊκού πόνου σε νεαρούς ελίτ αθλητές μετά από μια σειρά ποδοσφαιρικών αγώνων. Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 15 νεαροί ποδοσφαιριστές μέσου όρου ηλικίας 16 ετών από τις ακαδημίες ομάδας τους Αγγλικής Premier League. Απαραίτητη προϋπόθεση για τους νεαρούς αθλητές ήταν να έχουν συμμετάσχει για τουλάχιστον 80 λεπτά σε τρεις επίσημους αγώνες πρωταθλήματος. Με στόχο να εκτιμηθεί η έκταση της μυϊκής κόπωσης (Perceived Muscle Soreness-PMS) χρησιμοποιήθηκε η 10βάθμια οπτική αναλογική κλίμακα VAS σε χρονικό διάστημα πριν και 48 ώρες από τη λήξη των επίσημων αγώνων. Αμέσως μετά τους ποδοσφαιρικούς αγώνες οι νεαροί αθλητές προέβησαν με τυχαία σειρά από μία φορά σε CWI για τα κάτω άκρα, για διάστημα 10' με θερμοκρασία νερού 14°C, σε AR με 10' χαμηλής έντασης τρέξιμο και σε SS από 2 σετ X 15'' για τους τις μυϊκές ομάδες των κάτω άκρων. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υπέδειξαν σημαντική αύξηση στα επίπεδα του PMS στις 48 ώρες μετά τους ποδοσφαιρικούς αγώνες σε σχέση με τις τιμές πριν την έναρξή τους ( $p < 0.001$ ). Πιο ειδικά, και με βάση την υποκειμενική κόπωση των νεαρών ποδοσφαιριστών, τα επίπεδα του μυϊκού πόνου για την ομάδα SS πριν την έναρξη των αγώνων ήταν στο 1.2 και 48 ώρες μετά στο 3.0 της κλίμακας VAS. Όσον αφορά την ομάδα AR οι τιμές πριν την έναρξη των αγώνων ήταν στο 1.6 και 48 ώρες μετά στο 2.3. Τέλος, για την ομάδα CWI τα επίπεδα του μυϊκού άλγους πριν ήταν 1.7 και έπειτα από 48 ώρες από την πάροδο των αγώνων ποδοσφαίρου έφτασε 2.1. Τα κύρια ευρήματα τους παρούσας μελέτης έδειξαν ότι CWI και AR μείωσαν σημαντικά τις τιμές της μυϊκής κόπωσης, σε διάστημα 48 ωρών, συγκριτικά με το SS, υποδηλώνοντας πως αυτές οι θεραπευτικές παρεμβάσεις έχουν ισχυρότερα οφέλη στη μυϊκή ανάκαμψη. Τέλος, ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ AR και CWI δεν υπήρξαν, με τις δύο παρεμβάσεις να επιφέρουν παρόμοια αναλγητικά αποτελέσματα.



## 6.6 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

### (INTERMITTENT SEQUENTIAL PNEUMATIC COMPRESSION)



Εικόνα 10 (gr.dvttherapy.com)

Το ISPC (Intermittent Sequential Pneumatic Compression) είναι μια συσκευή που φουσκώνει σε ένα επίπεδο πίεσης και μπορεί να προσαρμοστεί στα άνω ή στα κάτω άκρα του ασθενή. Το ISPC αναπτύχθηκε αρχικά με σκοπό να διαχειριστεί και να αποτρέψει καταστάσεις όπως το λεμφοίδημα, τη φλεβική θρόμβωση και τις πνευμονικές εμβολές μέσω της αύξησης της κυκλοφορίας του αίματος. Καθώς η εν λόγω συσκευή σταδιακά φουσκώνει και ξεφουσκώνει, η κλίση πίεσης βελτιώνει τη φλεβική επιστροφή και μειώνει τον κίνδυνο σχηματισμού θρόμβων στο αίμα. Όσον αφορά την αθλητική αποκατάσταση, βελτιώνει την κυκλοφορία του αίματος, αυξάνοντας τη μεταφορά οξυγόνου στους μύες, ενισχύοντας κατά συνέπεια τη μεταφορά θρεπτικών ουσιών, στοχεύοντας στην απομάκρυνση αποβλήτων που έχουν συσσωρευτεί κατά τη διάρκεια της αθλητικής δραστηριότητας. Επίσης, υπάρχουν ενδείξεις πως μπορεί να μειώσει τον πόνο, το οίδημα και τη συνολική κόπωση του ασκούμενου (Oliver & Driller 2021).

- Σε μια τυχαιοποιημένη μελέτη οι Heary et al. (2018) αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητα δύο θεραπευτικών παρεμβάσεων, της μάλαξης και των μηχανημάτων διαλείπουσας συμπίεσης (Intermittent Pneumatic Compression-IPC) μετά την ολοκλήρωση ενός υπερμαραθώνιου. Στη μελέτη συμμετείχαν 56 άντρες αθλητές, μέσου όρου ηλικίας 42 ετών οι οποίοι ολοκλήρωσαν το αγώνισμα κατά μέσο όρο σε 13 ώρες. Όλοι οι αθλητές χωρίστηκαν τυχαία σε 3 υποομάδες, με 19 από αυτούς να υποβάλλονται σε μάλαξη μετά την ολοκλήρωση του υπερμαραθώνιου, 18 σε IPC και οι υπόλοιποι 19 αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου (Control Group). Η θεραπευτική μάλαξη με ειδικές τεχνικές πραγματοποιήθηκε σε όλο το σώμα με ιδιαίτερη έμφαση στα κάτω άκρα και διήρκησε 25'. Η θεραπεία με IPC στα κάτω άκρα διήρκησε 20' με την πίεση να ανέρχεται στα 80mmHg. Με σκοπό να εκτιμηθούν τα επίπεδα του μυϊκού πόνου των κάτω άκρων χρησιμοποιήθηκε μια 10βάθμια κλίμακα όπου 1= καθόλου πόνος και 10= ανυπόφορος πόνος. Οι υποκειμενικές αυτές εκτιμήσεις πραγματοποιήθηκαν πριν τον αγώνα και στις 24, 48 και 72 ώρες έπειτα από την ολοκλήρωση του υπερμαραθώνιου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές ( $p=0,1$ ) μεταξύ των δύο θεραπευτικών παρεμβάσεων ως προς τα επίπεδα του μυϊκού άλγους στα κάτω άκρα 24 έως 48 ώρες από τον υπερμαραθώνιο, αλλά σημαντική

διαφορά μεταξύ των επιπέδων πριν και μετά την ολοκλήρωση του αγώνα. Όσον αφορά τις επιδράσεις των θεραπευτικών μεθόδων, σημαντικές ( $p < 0.0001$ ) επιδράσεις διαπιστώθηκαν και για τις δύο ομάδες. Οι δύο ομάδες που υποβλήθηκαν σε τεχνικές μαλακών μορίων και IPC εμφάνισαν σημαντική βελτίωση ( $p < 0, 05$ ) στα επίπεδα του πόνου 24 και 72 ώρες μετά τον υπερμαραθώνιο σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Συγκεκριμένα, τα επίπεδα του μυϊκού πόνου στα κάτω άκρα για τις ομάδες μάλαξης και IPC τους 24 ώρες από τον υπερμαραθώνιο ήταν στο 6 τους κλίμακας, τους 48 λίγο κάτω από το 6 και τέλος τους 72 ώρες μετά τα επίπεδα του μυϊκού άλγους μειώθηκαν στο 4 τους 10βάθμιας κλίμακας. Από την άλλη πλευρά, η ομάδα ελέγχου τους 24 ώρες από το αγώνισμα εμφάνισε τιμές καθυστερημένου μυϊκού πόνου ύψους 7 τους κλίμακας, τους 48 ώρες τιμές ύψους 6 τους κλίμακας και σε διάστημα 72 ωρών από την λήξη του υπερμαραθωνίου τα επίπεδα του άλγους έπεσαν στο 5 τους κλίμακας.

- Οι Oliver & Driller (2021) έθεσαν ως στόχο στην έρευνά τους να διερευνήσουν την αποτελεσματικότητα του μηχανήματος πνευματικής συμπίεσης (Intermittent Pneumatic Compression-IPC) ως ένα μέσο αποκατάστασης των άνω άκρων σε αθλητές/τριες μπάσκετ και ράγκμπι με αναπηρικό αμαξίδιο. Στη συγκεκριμένη μελέτη, έλαβαν μέρος 11 αθλητές/τριες, 8 άντρες και 3 γυναίκες, μέσου όρου ηλικίας  $32 \pm 9,7$  ετών που συμμετείχαν σε περιφερειακά και εθνικά πρωταθλήματα. Αυτή η μελέτη εφάρμοσε ένα τυχαιοποιημένο σχέδιο μέσω του οποίου οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν δύο δοκιμές σε διάστημα μιας εβδομάδος μεταξύ τους, χρησιμοποιώντας στη μία περίπτωση το ISPC ως μέθοδος αποκατάστασης και στην άλλη την παθητική αποκατάσταση (Control Group). Με σκοπό να προκληθεί κόπωση, παρόμοια με αυτή που βιώνουν οι αθλητές σε έναν αγώνα μπάσκετ ή ράγκμπι, υποβλήθηκαν όλοι τους σε ένα υψηλής έντασης πρόγραμμα άσκησης. Έτσι λοιπόν, οι αθλητές/τριες αφού πραγματοποίησαν μια προθέρμανση, υποβλήθηκαν σε 10 υψηλής έντασης σπριντ 28 μέτρων, με 10'' ανάπαυση μεταξύ των σπριντ. Στη συνέχεια ακολούθησαν μια άσκηση κατά την οποία κάλυπταν με το μέγιστο της ταχύτητά τους μια απόσταση 6,5 μέτρων με συνεχείς αλλαγές κατεύθυνσης, πραγματοποιώντας το για 10 φορές X 30'', με 15'' ανάπαυση μεταξύ κάθε γύρου. Κατά την τελική άσκηση, οι αθλητές/τριες με αναπηρικά αμαξίδια πραγματοποίησαν 10 σπριντ 28 μέτρων, όπου στο τέλος κάθε προσπάθειας πραγματοποιούσαν τρεις πάσες με ειδική μπάλα (Medicine Ball), με ενδιάμεση ανάπαυση 10'' για κάθε προσπάθεια. Το παραπάνω πρωτόκολλο άσκησης πραγματοποιήθηκε δύο φορές, ακολουθούμενο στη μία περίπτωση από παθητική αποκατάσταση 30' και στη δεύτερη περίπτωση από την εφαρμογή ISPC στα άνω άκρα για χρονικό διάστημα 20' και με πίεση στο 80mmHg. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν το μυϊκό πόνο και την κόπωσή τους χρησιμοποιώντας μια 10βάθμια κλίμακα (0 = καθόλου πόνος και 10 = ανυπόφορος) σε χρονικά διαστήματα πριν την άσκηση και 24 ώρες από το τέλος της έντονης αθλητικής δραστηριότητας στην οποία υποβλήθηκαν. Συμπερασματικά και με βάση τις ενδείξεις της παραπάνω μελέτης, υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χρονικών διαστημάτων αξιολόγησης στο μυϊκό πόνο ( $p=0.002$ ) και τη μυϊκή κόπωση ( $p=0.003$ ). Ακόμη, υπήρξε μείωση στα επίπεδα της μυϊκού πόνου από  $5,7 \pm 1,8$  αμέσως μετά την άσκηση σε  $3,0 \pm 2,9$  μετά την θεραπευτική παρέμβαση ISPC, μια τιμή η οποία παρέμεινε και στις 24 ώρες μετά. Ομοίως, διαπιστώθηκε μείωση στις τιμές της μυϊκής κόπωσης από  $4,8 \pm 1,6$  αμέσως μετά την άσκηση σε  $2,9 \pm 1,9$  σε διάστημα 24 ωρών από το πρωτόκολλο άσκησης μετά την παρέμβαση του ISPC. Αναφορικά με την ομάδα ελέγχου τα επίπεδα του μυϊκού πόνου στην κλίμακα ξεκίνησαν από το 2 πριν το πρόγραμμα άσκησης και 24 ώρες μετά έφτασαν το 4.2.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Το καθυστερημένης έναρξης μυϊκό άλγος αποτελεί ένα καθημερινό φαινόμενο μυϊκού τραυματισμού που αντιμετωπίζουν επαγγελματίες αλλά και ερασιτέχνες αθλητές. Η κλινική εικόνα με την οποία εκδηλώνεται εμπεριέχει συμπτώματα πόνου, μειωμένο εύρος τροχιάς κίνησης των αρθρώσεων, μυϊκή αδυναμία και δυσκαμψία καθώς και εξασθενημένα επίπεδα λειτουργικής ικανότητας. Παρότι το DOMS αποτελεί έναν μικρής σοβαρότητας, αλλά αρκετά σύννηθες στον αθλητικό πληθυσμό μυϊκό τραυματισμό, αποτελεί έναν από τους πιο διαδεδομένους λόγους που θέτουν σε κίνδυνο την αθλητική απόδοση. Ως εκ τούτου είναι υψίστης σημασίας η ταχύτερη, ασφαλέστερη και πιο αποτελεσματική πρόληψη και αποκατάσταση αυτού του φαινομένου ούτως ώστε ο κάθε αθλητής να επιστρέφει στα μέγιστα επίπεδα απόδοσης αλλά και προπόνησής του το συντομότερο δυνατό. Αν και έχουν αναπτυχθεί πολλές θεωρίες γύρω από την ανάπτυξη αυτού του τραυματισμού, η παθοφυσιολογία του δεν είναι ακριβής έως και σήμερα. Κάποιες από αυτές τις θεωρίες, όπως του γαλακτικού οξέος, ενώ επικρατούσαν κατά το παρελθόν, τα πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα μέσα από τις συνεχείς μελέτες που αναπτύχθηκαν τις έκριναν ανακριβείς και αναξιόπιστες. Κάποιες άλλες, όπως η θεωρία του μυϊκού σπασμού και η βλάβη του συνδετικού ιστού είτε μετά από σειρά ερευνών απορρίφθηκαν είτε ο μηχανισμός δράσης τους παρέμεινε αβέβαιος και αμφιλεγόμενος. Όσο για τα υπόλοιπα θεωρήματα που αναπτύχθηκαν σχετικά με την προέλευση του DOMS, υπάρχουν επιστημονικά ευρήματα που να τα υποστηρίζουν αλλά κρίνεται απαραίτητη η εκτενέστερη έρευνα και μελέτη πάνω σε αυτά. Τον κυρίαρχο μηχανισμό πρόκλησης του καθυστερημένου μυϊκού άλγους αποτελούν αναμφισβήτητα οι έκκεντρες δραστηριότητες, κατά τις οποίες δημιουργούνται ισχυρότερες δυνάμεις με τους νευρικούς μηχανισμούς που τις ελέγχουν να διαφέρουν σημαντικά από του υπόλοιπους. Με βάση ποικίλες μελέτες έχει αποδειχθεί μειωμένη κεντρική ενεργοποίηση κατά τη διάρκεια μέγιστων έκκεντρων συσπάσεων. Κάτι τέτοιο έχει επιπτώσεις στον έκκεντρο συντονισμό των κινήσεων διότι ο λεπτός κινητικός έλεγχος κατά τη διάρκεια έκκεντρων λειτουργιών αποδεικνύεται δυσκολότερος καθώς απαιτούνται λιγότερες κινητικές μονάδες για να παράγουν το ίδιο έργο. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι δυσμενείς συνθήκες που δημιουργεί το καθυστερημένης έναρξης μυϊκό άλγος μπορεί να αποτελέσουν τροχοπέδη τόσο για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων όσο και για τη συνέχιση της καριέρας ορισμένων αθλητών. Μέσα από την παρούσα μελέτη, διαπιστώθηκε ότι έπειτα από συμμετοχή σε έναν ή περισσότερους αγώνες διάφορων αθλημάτων, οι λειτουργικές ικανότητες των αθλητών δυσχεραίνουν και εξασθενούν, κυρίως όσον αφορά τις αποδόσεις τους στη μέγιστη ταχύτητα, στην ικανότητα άλματος και παραγωγή δύναμης, κατά βάση στα χρονικά διαστήματα 24 – 48 ωρών από την ολοκλήρωση της αθλητικής δραστηριότητας. Με την πάροδο των χρόνων και την εξέλιξη της επιστήμης της φυσικοθεραπείας, πολλές θεραπευτικές παρεμβάσεις προτάθηκαν τόσο για την πρόληψη όσο και για την αντιμετώπιση και καταπολέμηση των συμπτωμάτων του DOMS. Αρχικά, στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκαν οι τεχνικές μαλακών μορίων με τη χρήση μάλαξης σε ερασιτέχνες αθλητές έπειτα από την πραγματοποίηση ενός ημιμαραθωνίου, με τα αποτελέσματα όμως να μην εμφανίζουν ιδιαίτερα ευεργετικά οφέλη στη μείωση των συμπτωμάτων του πόνου. Εν αντιθέσει, η επόμενη έρευνα που αναφέρθηκε σε αθλητές Bodybuilding ανέδειξε θετικές επιδράσεις και μειωμένα επίπεδα καθυστερημένου μυϊκού άλγους με την εφαρμογή μάλαξης, έπειτα από ένα πρωτόκολλο άσκησης, ευρήματα που συμβαδίζουν και με την επόμενη μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε αθλητές μετά την ολοκλήρωση ενός υπερμαραθωνίου. Η δεύτερη θεραπευτική παρέμβαση που μελετήθηκε ήταν η κρυοθεραπεία, μια από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους στον αθλητικό πληθυσμό. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε μια σύγκριση της κρυοθεραπείας με τη θερμοθεραπεία σε νεαρούς

ποδοσφαιριστές, με τα αποτελέσματα να ανακηρύσσουν την κρυοθεραπεία ως επικρατέστερη μέθοδο για την ανακούφιση των συμπτωμάτων του DOMS μεταξύ των δύο. Μια ακόλουθη μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε αθλητές πάλης, θέλησε να συγκρίνει τις επιδράσεις της μάλαξης με πάγο με αυτά της εμβύθισης σε κρύο νερό, με το Ice Massage να μειώνει πιο αισθητά τις τιμές του μυϊκού πόνου. Επίσης, ακόμη μια μελέτη που έγινε με τη χρήση κρυοθεραπείας σε νεαρούς ποδοσφαιριστές απέδειξε θετικό αντίκτυπο στα συμπτώματα του πόνου συγκριτικά με μια ομάδα παθητικής αποκατάστασης. Ακόμη, τα ενδύματα συμπίεσης στις δύο μελέτες που αναφέρθηκαν εμφάνισαν αντικρουόμενα αποτελέσματα και φτωχά επιστημονικά δεδομένα ως προς το μηχανισμό δράσης τους. Το Foam Roller που τα τελευταία χρόνια έχει εισχωρήσει στην καθημερινότητα πολλών αθλητών και συνδέεται άμεσα με το μηχανισμό δράσης της μάλαξης, κατέδειξε ορισμένες θετικές επιδράσεις στην εξέλιξη του καθυστερημένου μυϊκού πόνου, όχι όμως σε πολύ μεγάλο βαθμό. Ακόμη, η προσθήκη στατικών διατάσεων στα πλαίσια αποκατάστασης από υψηλά προπονητικά φορτία δεν είχε ευεργετικά αποτελέσματα στη μείωση των συμπτωμάτων του πόνου συγκριτικά με μια παθητική αποκατάσταση αλλά επίσης διαπιστώθηκε ότι η ενεργητική αποκατάσταση με χαμηλής έντασης αερόβιο τρέξιμο και η εμβύθιση σε κρύο νερό, υπερτερούσαν των διατάσεων, υποδηλώνοντας ισχυρότερα οφέλη στη μυϊκή ανάκαμψη. Τέλος, όσον αφορά τις συσκευές διαλείπουσας συμπίεσης, μέσω των παραπάνω αναφορών απέδειξαν πως είναι ικανές να μειώσουν τα επίπεδα καθυστερημένου μυϊκού άλγους, με εκτενή μελέτη και έρευνα να καλείται απαραίτητα και για αυτή τη θεραπευτική μέθοδο. Κλείνοντας, με βάση τα ευρήματα της παρούσας εργασίας το καθυστερημένης έναρξης μυϊκό άλγος μπορεί να επιφέρει δυσμενείς συνθήκες στην καθημερινότητα των αθλητών, με τις αποτελεσματικότερες θεραπευτικές μεθόδους να αποτελούν οι τεχνικές μαλακών μορίων, η κρυοθεραπεία και οι συσκευές πνευματικής συμπίεσης. Αξίζει να σημειωθεί πως στην πλειοψηφία τους οι παραπάνω έρευνες που χρησιμοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, αποτελούνταν από μικρό αριθμό δείγματος καθώς επίσης δεν χρησιμοποιήθηκαν σε όλες τις παραπάνω έρευνες οι ίδιες κλίμακες αξιολόγησης, κάτι που καθιστά αυτομάτως τα αποτελέσματα αναξιόπιστα και χωρίς μεγάλα ποσοστά εγκυρότητας.

## ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

1. Apostolopoulos, N. C., Lahart, I. M., Plyley, M. J., Taunton, J., Nevill, A. M., Koutedakis, Y., ... & Metsios, G. S. (2018). The effects of different passive static stretching intensities on recovery from unaccustomed eccentric exercise—a randomized controlled trial. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(8), 806-815.
2. Ascensão, A., Leite, M., Rebelo, A. N., Magalhães, S., & Magalhães, J. (2011). Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *Journal of sports sciences*, 29(3), 217-225.
3. Bitra, M., & Rajesh, P. (2021). Mechanism and theories for Delayed Onset of Muscle Soreness in athletes.
4. Chaabene, H., Behm, D. G., Negra, Y., & Granacher, U. (2019). Acute effects of static stretching on muscle strength and power: an attempt to clarify previous caveats. *Frontiers in physiology*, 1468.
5. Chatzinikolaou, A., Draganidis, D., Avloniti, A., Karipidis, A., Jamurtas, A. Z., Skevaki, C. L., ... & Fatouros, I. (2014). The microcycle of inflammation and performance changes after a basketball match. *Journal of sports sciences*, 32(9), 870-882.
6. Cheung, K., Hume, P. A., & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness. *Sports medicine*, 33(2), 145-164.
7. Contrò, V., Pieretta Mancuso, E., & Proia, P. (2016). Delayed onset muscle soreness (DOMS) management: present state of the art.
8. Dawson, L. G., Dawson, K. A., & Tiidus, P. M. (2004). Evaluating the influence of massage on leg strength, swelling, and pain following a half-marathon. *Journal of sports science & medicine*, 3(YISI 1), 37.
9. Demirhan, B., Yaman, M., Cengiz, A., Saritas, N., & Günay, M. (2015). Comparison of ice massage versus cold-water immersion on muscle damage and DOMS levels of elite wrestlers. *The Anthropologist*, 19(1), 123-129.
10. Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., & McGuigan, M. (2017). Eccentric exercise: physiological characteristics and acute responses. *Sports Medicine*, 47(4), 663-675.
11. Duchateau, J., & Baudry, S. (2014). Insights into the neural control of eccentric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 116(11), 1418-1425.
12. Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L., & Dugué, B. (2018). An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: a systematic review with meta-analysis. *Frontiers in physiology*.
13. Ekstrand, J., Lee, J. C., & Healy, J. C. (2016). MRI findings and return to play in football: a prospective analysis of 255 hamstring injuries in the UEFA Elite Club Injury Study. *British journal of sports medicine*, 50(12), 738-743.
14. Fatouros, I. G., Chatzinikolaou, A., Douroudos, I. I., Nikolaidis, M. G., Kyparos, A., Margonis, K., ... & Jamurtas, A. Z. (2010). Time-course of changes in oxidative stress and antioxidant status responses following a soccer game. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3278-3286.
15. Gasibat, Q., & Suwehli, W. (2017). Determining the benefits of massage mechanisms: a review of literature. *Rehabilitation Sciences*, 3, 58-67.
16. Gault, M. L., & Willems, M. E. (2013). Aging, functional capacity and eccentric exercise training. *Aging and disease*, 4(6), 351.
17. Ghoth, M. H. M., Amir, N. H., Radzi, J. A., Aznan, E. A. M., Japilus, S. J. M., & Ramle, M. Y. M. (2019). Comparison between two recovery methods: Cold water immersion versus progressive

- muscle relaxation in reducing DOMS among young athletes. *Malaysian Journal of Movement, Health & Exercise*, 8(2), 67.
18. Gomes, R. V., Santos, R. C. O., Nosaka, K., Moreira, A., Miyabara, E. H., & Aoki, M. S. (2014). Muscle damage after a tennis match in young players. *Biology of sport*, 31(1), 27.
  19. Hausswirth, C., and Le Meur, Y. (2011). Physiological and nutritional aspects of post-exercise recovery: specific recommendations for female athletes. *Sports Med.*
  20. Heapy, A. M., Hoffman, M. D., Verhagen, H. H., Thompson, S. W., Dhamija, P., Sandford, F. J., & Cooper, M. C. (2018). A randomized controlled trial of manual therapy and pneumatic compression for recovery from prolonged running—An extended study. *Research in Sports Medicine*, 26(3), 354-364.
  21. Heiss, R., Hotfiel, T., Kellermann, M., May, M. S., Wuest, W., Janka, R., ... & Hammon, M. (2018). Effect of compression garments on the development of edema and soreness in delayed-onset muscle soreness (DOMS). *Journal of sports science & medicine*, 17(3), 392.
  22. Hody, S., Croisier, J. L., Bury, T., Rogister, B., & Leprince, P. (2019). Eccentric muscle contractions: risks and benefits. *Frontiers in physiology*, 10, 536.
  23. Hoffman, M. D., Badowski, N., Chin, J., & Stuempfle, K. J. (2016). A randomized controlled trial of massage and pneumatic compression for ultramarathon recovery. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 46(5), 320-326.
  24. Hohenauer, E., Taeymans, J., Baeyens, J. P., Clarys, P., & Clijsen, R. (2015). The effect of post-exercise cryotherapy on recovery characteristics: a systematic review and meta-analysis. *PLoS one*, 10(9), e0139028.
  25. Hoppeler, H. (2016). Moderate load eccentric exercise; a distinct novel training modality. *Frontiers in physiology*, 7, 483.
  26. Hoppeler, H., & Herzog, W. (2014). Eccentric exercise: many questions unanswered.
  27. Hosseninzadeh M, Andersen OK, Arendt-Nielsen L, Madeleine P. Pain sensitivity is normalized after a repeated bout of eccentric exercise *Eur J Appl Physiol.* (2013).
  28. Hotfiel, T., Carl, H. D., Swoboda, B., Heinrich, M., Heiss, R., Grim, C., & Engelhardt, M. (2016). Current conservative treatment and management strategies of skeletal muscle injuries. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 154(3), 245-253.
  29. Hotfiel, T., Freiwald, J., Hoppe, M. W., Lutter, C., Forst, R., Grim, C., ... & Heiss, R. (2018). Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS): Part I: Pathogenesis and diagnostics. *Sportverletzung· Sportschaden*, 32(04), 243-250.
  30. Hough, T. ERGOGRAFIC STUDIES IN MUSCULAR SORENESS. *Am. J. Physiol. Leg. Content* (1902), 7, 76–92.
  31. Jooyoung K, Joohyung L. A review of nutritional intervention on delayed onset muscle soreness. Part I. *J Exerc Rehab* (2014).
  32. Kargarfard, M., Lam, E. T., Shariat, A., Shaw, I., Shaw, B. S., & Tamrin, S. B. (2016). Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. *Journal of sports sciences*, 34(10), 959-965.
  33. Keane, K. M., Salicki, R., Goodall, S., Thomas, K., & Howatson, G. (2015). Muscle damage response in female collegiate athletes after repeated sprint activity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(10), 2802-2807.
  34. Laffaye, G., Da Silva, D. T., & Delafontaine, A. (2019). Self-myofascial release effect with foam rolling on recovery after high-intensity interval training. *Frontiers in physiology*, 1287.
  35. Manspecker, S., Henderson, K., & Riddle, D. (2014). Treatment of exertional rhabdomyolysis among athletes: a systematic review protocol. *JBI Evidence Synthesis*, 12(3), 112-120.
  36. Menzies P, Menzies C, McIntyre L, et al. Blood lactate clearance during active recovery after an intense running bout depends on the intensity of the active recovery. *J Sports Sci.* (2010).
  37. Minett, G. M., and Costello, J. T. (2015). Specificity and context in postexercise recovery: it is not a one-size-fits-all approach. *Front Physiol.*

38. Moreira, A., Nosaka, K., Nunes, J. A., Viveiros, L., Jamurtas, A. Z., & Aoki, M. S. (2014). Changes in muscle damage markers in female basketball players. *Biology of sport*, 31(1), 3.
39. Mustafa, M. S., Hafiz, E., Hooi, L. B., Sumartiningsih, S., & Kumar, R. (2021). Effect of foam rolling on delayed onset muscle soreness (DOMS) with pain scores and power performance in varsity rugby players. *Journal of Sports Science and Nutrition*, 1(2), 84-88.
40. Naderi, A., Rezvani, M. H., & Degens, H. (2020). Foam rolling and muscle and joint proprioception after exercise-induced muscle damage. *Journal of athletic training*, 55(1), 58-64.
41. Navratilova, E., & Porreca, F. (2014). Reward and motivation in pain and pain relief. *Nature neuroscience*, 17(10), 1304-1312.
42. Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. V. (2006). The stretch-shortening cycle. *Sports medicine*, 36(11), 977-999.
43. Ojala, T., & Häkkinen, K. (2013). Effects of the tennis tournament on players' physical performance, hormonal responses, muscle damage and recovery. *Journal of sports science & medicine*, 12(2), 240.
44. Oliver, A., & Driller, M. (2021). The Use of Upper-Body Intermittent Sequential Pneumatic Compression Arm Sleeves on Recovery From Exercise in Wheelchair Athletes. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 100(1), 65-71.
45. Paschalis, V., Nikolaidis, M. G., Theodorou, A. A., Deli, C. K., Raso, V., Jamurtas, A. Z., ... & Koutedakis, Y. (2013). The effects of eccentric exercise on muscle function and proprioception of individuals being overweight and underweight. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(9), 2542-2551.
46. Pearcey, G. E., Bradbury-Squires, D. J., Kawamoto, J. E., Drinkwater, E. J., Behm, D. G., & Button, D. C. (2015). Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures *Journal of athletic training*.
47. Pollock, N., James, S. L., Lee, J. C., & Chakraverty, R. (2014). British athletics muscle injury classification: a new grading system. *British journal of sports medicine*, 48(18), 1347-1351.
48. Pooley, S., Spendiff, O., Allen, M., & Moir, H. J. (2017). Static stretching does not enhance recovery in elite youth soccer players. *BMJ open sport & exercise medicine*, 3(1), e000202.
49. Pooley, S., Spendiff, O., Allen, M., & Moir, H. J. (2020). Comparative efficacy of active recovery and cold water immersion as post-match recovery interventions in elite youth soccer. *Journal of sports sciences*, 38(11-12), 1423-1431.
50. Sharma, P., Sandhu, J. S., & Shenoy, S. (2011). Variation in the Response to Pain Between Athletes and Non-Athletes. *Ibnosina Journal of Medicine & Biomedical Sciences*, 3(5).
51. Slater H, Thériault E, Ronningen BO, Clark R, Nosaka K. Exercise-induced mechanical hypoalgesia in musculotendinous tissues of the lateral elbow. *Man Ther.* (2010).
52. Sonkodi, B., Berkes, I., & Koltai, E. (2020). Have we looked in the wrong direction for more than 100 years? Delayed onset muscle soreness is, in fact, neural microdamage rather than muscle damage. *Antioxidants*, 9(3), 212.
53. Upton, C. M., Brown, F. C., & Hill, J. A. (2017). Efficacy of compression garments on recovery from a simulated rugby protocol. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(11), 2977-2982.
54. Vila-Chã, C., Hassanlouei, H., Farina, D., & Falla, D. (2012). Eccentric exercise and delayed onset muscle soreness of the quadriceps induce adjustments in agonist–antagonist activity, which are dependent on the motor task. *Experimental brain research*, 216(3), 385-395.
55. Wiewelhove, T., Döweling, A., Schneider, C., Hottenrott, L., Meyer, T., Kellmann, M., ... & Ferrauti, A. (2019). A meta-analysis of the effects of foam rolling on performance and recovery. *Frontiers in physiology*, 376.
56. Wilke, J., & Behringer, M. (2021). Is “Delayed Onset Muscle Soreness” a False Friend? The Potential Implication of the Fascial Connective Tissue in Post-Exercise Discomfort. *International journal of molecular sciences*, 22(17), 9482.

57. Yanagisawa, O., Sakuma, J., Kawakami, Y., Suzuki, K., & Fukubayashi, T. (2015). Effect of exercise-induced muscle damage on muscle hardness evaluated by ultrasound real-time tissue elastography. *Springerplus*, 4(1), 1-9.
58. Zondi, P. C., van Rensburg, D. J., Grant, C. C., & van Rensburg, A. J. (2015). Delayed onset muscle soreness: No pain, no gain? The truth behind this adage. *South African Family Practice*, 57(3), 29-33.