



TECHNOLOGICAL
EDUCATIONAL
INSTITUTE of
WESTERN GREECE

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΣΤΗΝ ΑΛΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΕΣ (Α.Μ)

ΣΟΥΛΑΚΗ ΝΑΥΣΙΚΑ (1603)

ΤΣΟΡΠΑΤΖΙΔΟΥ ΣΟΦΙΑ (1527)

ΕΠΟΠΤΕΥΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΠΟΥΛΙΑΣΗ ΚΑΛΛΙΟΠΗ

ΑΙΓΙΟ 2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους τους παράγοντες που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, ευχαριστούμε τον κύριο Χρήστο Τσουρή πρόεδρο της ομάδας ΑΟΤ Αλίμου που δέχθηκε να πραγματοποιήσουμε την έρευνα μας στην εφηβική ομάδα, τον προπονητή της κύριο Νίκο Σχίζα για το χρόνο που μας έδωσε με τους αθλητές καθώς και την άδεια πρόσβασης στις εγκαταστάσεις του γηπέδου και φυσικά τους αθλητές που ακολούθησαν τις οδηγίες μας ώστε να έχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Επιπλέον, ιδιαίτερες ευχαριστίες θα θέλαμε να αποδώσουμε στο φιλικό και οικογενειακό μας περιβάλλον για τις συμβουλές τους και τη στήριξή τους και φυσικά στην εισηγήτρια μας Καλλιόπη Πουλιάση για την καθοδήγησή της.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το ποδόσφαιρο αποτελούσε ανέκαθεν ένα από τα πιο δημοφιλή αγωνίσματα στον χώρο του αθλητισμού. Η απήχρησή του είναι τεράστια ανεξάρτητα από την ηλικία, το φύλλο ή την κοινωνική τάξη. Ένας θεατής όμως δεν γνωρίζει τις τεράστιες ενεργειακές απαιτήσεις που πρέπει να καταβάλει ο αθλητής αφού κατά την διάρκεια ενός αγώνα απαιτείται εκρηκτικότητα, ταχύτητα, δύναμη και αντοχή. Οι παραπάνω παράμετροι συμβάλλουν στο να είναι ο αθλητής λειτουργικός για αυτό το λόγο κρίνεται σκόπιμη η συνεχής αξιολόγησή τους. Το ένα κομμάτι για την αξιολόγηση της λειτουργικότητας ενός αθλητή βασίζεται στις ειδικές δοκιμασίες οι οποίες προσομοιάζουν σε διάφορες κινήσεις που υπάρχουν στο άθλημα κατά τη διάρκεια ενός αγώνα. Μία από τις ειδικές δοκιμασίες που χρησιμοποιούνται στο ποδόσφαιρο είναι το κατακόρυφο άλμα (countermovement jump).



Εικόνα1: Η απήχρηξη του ποδοσφαίρου (FIFA Magazine June 2006 N° 6/7)

Στη συγκεκριμένη έρευνα αρχικά αναλύεται το κατακόρυφο άλμα (countermovement jump) καθώς και ο τρόπος που συνδέεται με το ποδόσφαιρο. Παράλληλα αναλύονται οι επιδράσεις της κρυοθεραπείας και της θερμοθεραπείας στον γαστροκνήμιο μυ και οι αλλαγές που επέρχονται με την χρήση των φυσικών μέσων και τη συμβολή της ισχαιμικής πίεσης τόσο στο μυ όσο και στο άλμα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή : Για να είναι ένας αθλητής λειτουργικός πρέπει αν είναι σε θέση να εκτελέσει ένα σωστό κατακόρυφο άλμα. Αυτό προϋποθέτει, την ύπαρξη δυναμικής σταθεροποίησης, την ικανότητα παραγωγής εκρηκτικής δύναμης, την ύπαρξη νευρομυϊκού ελέγχου, την ικανότητα απόσβεσης φορτίων σε δυναμικές συνθήκες, αλλά και την εμπιστοσύνη του αθλητή στο μέλος του.

Σκοπός : Στόχος της έρευνας είναι να μελετήσει τις μεταβολές που πραγματοποιούνται μετά την εφαρμογή των φυσικών μέσων στον γαστροκνήμιο και κατά συνέπεια και στο κατακόρυφο άλμα.

Μέθοδος: Εικοσιδύο (22) επαγγελματίες αθλητές έλαβαν μέρος στην έρευνα όπου περιελάμβανε τρεις διαφορετικές μετρήσεις σε τρεις διαφορετικές μέρες. Ο κάθε αθλητής απείχε από οποιαδήποτε έντονη άσκηση την προηγούμενη μέρα. Την πρώτη μέρα οι αθλητές εκτέλεσαν τρία κατακόρυφα άλματα από τα οποία επιλέχθηκε αυτό με την μεγαλύτερη τιμή ενώ δεν εφαρμόστηκε κάποια θεραπευτική παρέμβαση. Την δεύτερη μέρα η διαδικασία παρέμεινε η ίδια αλλά με την εφαρμογή κρυοθεραπείας για 15 λεπτά σε συνδυασμό με ισχαιμική πίεση ενώ την τρίτη μέρα εφαρμόστηκε θερμοθεραπεία για 15 λεπτά σε συνδυασμό με ισχαιμική πίεση. Οι συμμετέχοντες είχαν μέσο όρο ηλικίας 16,09, ύψος 176,31 cm και σωματικό βάρος 67,81 kg. Όλοι εκτέλεσαν πλειομετρική άσκηση με άλματα βάθους.

Αποτελέσματα: Μετά από τις μετρήσεις και την στατιστική ανάλυση οποία παρουσίασε δείκτη σημαντικότητας $p < 0.05$, η συγκεκριμένη έρευνα έδειξε ότι η αλτική ικανότητα αυξάνεται ύστερα από την εφαρμογή θερμού επιθέματος στον γαστροκνήμιο. Αξίζει να σημειωθεί ότι αν και η κρυοθεραπεία επέφερε μία μείωση στο ύψος του άλματος οι διαφορές σε σχέση με το άλμα χωρίς θεραπεία και το άλμα με θερμοθεραπεία δεν είχαν μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ τους. Παρόλα αυτά η εφαρμογή κρύου δεν ήταν τόσο ευχάριστη στους αθλητές όσο η εφαρμογή του θερμού. Βασικός παράγοντας που επηρέασε το αποτέλεσμα ήταν επίσης η ισχαιμική πίεση η οποία μεγιστοποίησε την επίδραση της κάθε εφαρμογής.

Συμπεράσματα: Στη συγκεκριμένη έρευνα φάνηκε η θετική επίδραση της εφαρμογής θερμού επιθέματος στο γαστροκνήμιο μυ και κατά συνέπεια στο κατακόρυφο άλμα (CMJ). Παρόλα αυτά κρίνεται αναγκαία η περαιτέρω έρευνα του συγκεκριμένου θέματος αφού στη βιβλιογραφία είναι πολύ λίγες οι αναφορές στις επιδράσεις της θερμοθεραπείας στο CMJ καθώς και σε άλλες λειτουργικές δοκιμασίες σε σχέση με τις αναφορές που υπάρχουν για την κρυοθεραπεία. Τέλος, οι ερευνητές και οι άμεσα εμπλεκόμενοι με το ποδόσφαιρο οφείλουν να αναδείξουν τη σημαντικότητα του CMJ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	ii
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	1
I ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	3
1.1.Εισαγωγή.....	3
1.2.Σκοπός και χρησιμότητα της έρευνας.....	5
1.3.Οριοθετήσεις και περιορισμοί.....	6
1.4.Μεταβλητές της έρευνας και συμβολισμοί.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	8
2.1.Ανατομικά στοιχεία της άρθρωσης του γόνατος.....	8
2.2.Εμβιομηχανικά στοιχεία της άρθρωσης του γόνατος.....	15
2.3.Εμβιομηχανική άλματος.....	21
2.4.Η χρησιμότητα του άλματος στο ποδόσφαιρο.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	28
3.1.Κρυοθεραπεία.....	28
3.2.Θερμοθεραπεία.....	32
3.3.Ισχαιμική πίεση.....	36
3.4.Ανασκόπηση βιβλιογραφίας για την κρυοθεραπεία, θερμοθεραπεία και ισχαιμική πίεση.....	37
II ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	48
4.1.Μέθοδος.....	48
4.2.Δείγμα.....	48
4.3.Τόπος και χρόνος διεξαγωγής.....	49
4.4.Σχεδιασμός της μέτρησης.....	49
4.5.Ανάλυση δεδομένων.....	52
4.6.Αποτελέσματα.....	53
4.7. Συμπεράσματα.....	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	57
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	62

I ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1.Εισαγωγή

Το ποδόσφαιρο είναι το πιο διαδεδομένο πλέον άθλημα που απασχολεί την πλειονότητα όσων ασχολούνται με τον αθλητισμό τόσο επαγγελματικά όσο και ερασιτεχνικά. Στο ευρύ κοινό κυριαρχεί η πεποίθηση πως το ποδόσφαιρο δεν είναι απαιτητικό άθλημα και αυτό γιατί δε γνωρίζει τις ενεργειακές απαιτήσεις που χρειάζεται ο οργανισμός για να ανταπεξέλθει .

Είναι ένα αγώνισμα ισχύος και αντοχής και κατά την διάρκεια ενός αγώνα ο αθλητής δέχεται κυρίως στα κάτω άκρα μεγάλα φορτία από διαφορετικές κατευθύνσεις. Αυτό συμβαίνει, διότι ο ποδοσφαιριστής διανύει μεγάλες αποστάσεις κατά την διάρκεια του αγώνα με απότομα σταματήματα (φρεναρίσματα) στην κίνησή του καθώς και αρκετά επιτόπια άλματα επιβαρύνοντας τις ανατομικές δομές των κάτω άκρων του με αποτέλεσμα να υπάρχουν συχνοί τραυματισμοί. Ανάλογα με το είδος και την σοβαρότητα του τραυματισμού υπάρχει και η αντίστοιχη αποκατάσταση. Ένα από τα βασικά κομμάτια της αποκατάστασης είναι η πλειομετρική άσκηση, η οποία είναι προαπαιτούμενη ώστε ο φυσικοθεραπευτής να είναι σίγουρος ότι ο αθλητής του είναι έτοιμος να επανέλθει στις αθλητικές του υποχρεώσεις.

Η κατακόρυφη αλτική ικανότητα αποτελεί ιδιαίτερη μορφή της δύναμης ισχύος στην οποία παρατηρείται μια κίνηση προς τα κάτω η οποία συνοδεύεται με μια ενεργοποίηση των μυών και ακολουθεί μια κίνηση προς τα πάνω λόγω της βράχυνσης των μυών. Αυτός ο τύπος κίνησης ονομάζεται πλειομετρική συστολή ή κύκλος διάτασης – βράχυνσης (Asmussen, 1974 & Bosco & Komii, 1979). Το κατακόρυφο άλμα θεωρείται πλέον μια δοκιμασία ελέγχου αξιολόγησης της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων σε αθλητές και μη.

Αποτελεί μια πολυσύνθετη κίνηση και για την επίτευξή της παίζουν σημαντικό ρόλο:

- το επίπεδο νευρομυϊκής συναρμογής της κίνησης
- το επίπεδο δύναμης
- και ο ρυθμός ανάπτυξης της. (Kraemer & Newton, 1994)

Η αλτική ικανότητα είναι ανεξάρτητη μορφή δύναμης αλλά η ανάπτυξη της σε μεγάλο βαθμό εξαρτάται από την μέγιστη δύναμη. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία η δύναμη χωρίζεται σε τρεις (3) μορφές

1. Μέγιστη δύναμη
2. Δύναμη ισχύος
3. Αντοχή στην δύναμη (Bührlle,1985)

Όλες οι μορφές δύναμης είναι μορφολογικά και λειτουργικά ανεξάρτητες μεταξύ τους και βελτιώνονται με εξειδικευμένες μεθόδους προπόνησης (Bührlle,1985) Οι έρευνες των Bührlle et al (1983) κατέληξαν στο συμπέρασμα, ότι η μέγιστη δύναμη αποτελεί την βάση για την ανάπτυξη της δύναμης ισχύος. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγει και ο Gollhofer (1987) ο οποίος μετά από μία ανάλυση όλων των παραγόντων που επηρεάζουν την αλτική ικανότητα διαπίστωσε ότι η κατακόρυφη αλτική ικανότητα αν και δυναμική μορφή ισχύος είναι ανεξάρτητη ικανότητα δύναμης ενώ η ανάπτυξη της βασίζεται σε ένα καλά ανεπτυγμένο επίπεδο μέγιστης δύναμης.

Η μέτρηση της ικανότητας απόδοσης του κύκλου διάτασης-βράχυνσης οδήγησε στην κατηγοριοποίηση των κατακόρυφων αλμάτων από τους Asmussen/Bonde- Peterson (1974) :

1. Το SJ (Squat jump), άλμα από ημικάθισμα. Ο εξεταζόμενος είναι σε θέση ημικάθισμα, η γωνία στο γόνατο είναι 90 μοίρες και δεν προηγείται φάση διάτασης. Η συστολή που πραγματοποιείται είναι σύγκεντρη.
2. CMJ (countermovement jump) , με υποχωρητική κίνηση. Ο εξεταζόμενος βρίσκεται στην όρθια θέση και ακολούθως εκτελεί ελεύθερη κίνηση προς τα κάτω μέχρι την θέση ημικάθισμα και στην συνέχεια εκτελεί κίνηση προς τα πάνω. Ο κύκλος αυτός ονομάζεται κύκλος διάτασης – βράχυνσης.
3. DJ (Drop Jump), άλμα από διαφορετικό ύψος πτώσης. Πρόκειται για άλματα βάθους. Ο εξεταζόμενος βρίσκεται όρθιος πάνω σε πλινθίο και έχει ελαφρώς προβάλει το ένα πόδι του έξω από το πλινθίο, στη συνέχεια εκτελεί κατακόρυφο άλμα προς τα πάνω. (Gollhofer,1987)

Η κατακόρυφη αλτική ικανότητα αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων σε πολλά αγωνίσματα ισχύος, γι' αυτό και η βελτίωση της αθλητικής απόδοσης σε

αυτά τα αγωνίσματα έχει συνδεθεί με την αύξηση της μέγιστης δύναμης και της δύναμης ισχύος.(Vint & Hinrichs,1996)

1.2.Σκοπός και χρησιμότητα της έρευνας



Εικόνα 2: Αθλητής κατά τη διάρκεια του αγώνα (Sport business November 2005)

Το ποδόσφαιρο είναι ένα αγώνισμα που απαιτεί συχνά μεγάλο αριθμό κατακόρυφων αλμάτων, στα οποία με την κατάλληλη παρέμβαση μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί το ύψος τους. Στην συγκεκριμένη έρευνα μελετήθηκε η εμβιομηχανική του κατακόρυφου άλματος ώστε να γίνουν κατανοητές οι μεταβολές που συμβαίνουν σε αυτό όταν εφαρμόζονται δύο (2) διαφορετικές παρεμβάσεις: κρυοθεραπεία και θερμοθεραπεία σε συνδυασμό με ισχαιμική πίεση. Παρόλο που η αλτική ικανότητα έχει γίνει αντικείμενο μελέτης από πολλούς ερευνητές, δεν έχει πραγματοποιηθεί κάποια έρευνα η οποία να συνδυάζει τις προαναφερθείσες παρεμβάσεις και τις αλλαγές που φέρουν στο κατακόρυφο άλμα.

Το ερευνητικό ερώτημα που απαντήθηκε στη συγκεκριμένη έρευνα είναι ποιό φυσικό μέσο (κρυοθεραπείας-θερμοθεραπείας σε συνδυασμό με ισχαιμική πίεση) όταν εφαρμοστεί στον γαστροκνήμιο έχει μεγαλύτερη επίδραση στο ύψος του άλματος.

Η χρησιμότητα της έρευνας συνίσταται στην πληροφόρηση για το κατακόρυφο άλμα και στην ανάδειξη της σημαντικότητας του στον αθλητισμό και πιο συγκεκριμένα στο ποδόσφαιρο.



Εικόνα 3: Εκτέλεση κατακόρυφου άλματος (wise-coach.com)

1.3.Οριοθετήσεις και περιορισμοί

Η παρούσα έρευνα έχει τις εξής οριοθετήσεις :

- Το δείγμα της έρευνας αποτελούσαν έφηβοι επαγγελματίες αθλητές.
- Η ηλικία τους ήταν από 15 έως 18 ετών.
- Έγιναν παρεμβάσεις και στους δύο γαστροκνημίους του κάθε αθλητή.
- Στους αθλητές δεν υπήρξε κάποιος τραυματισμός κάτω άκρου τους τελευταίους 12 μήνες.
- Οι προπονήσεις τους γινόντουσαν 4 φορές την εβδομάδα.
- Οι ποδοσφαιριστές δεν είχαν συμμετάσχει σε προπόνηση 1 μέρα πριν την εφαρμογή και φυσικά τη μέρα της εφαρμογής.

Οι περιορισμοί της έρευνας ήταν οι ακόλουθοι :

- Οι αθλητές που συμμετείχαν αγωνίζονταν στην επαγγελματική ομάδα ΑΟΤ Αλίμου.
- Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν μικρό για να γενικευτούν οι στατιστικές αναλύσεις.

1.4.Μεταβλητές της έρευνας και συμβολισμοί

- Ηλικία
- Σωματικό Βάρος
- Ύψος

- Τραυματισμός
- Άλμα χωρίς θεραπεία
- Άλμα μετά από κρυοθεραπεία σε συνδυασμό με ισχαιμική πίεση
- Άλμα μετά από θερμοθεραπεία σε συνδυασμό με ισχαιμική πίεση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμη η αναφορά στην ανατομία και την εμβιομηχανική της σημαντικότερης ίσως άρθρωσης που λαμβάνει μέρος στην πραγματοποίηση του κατακόρυφου άλματος, αυτή του γόνατος. Από το γόνατο εκφύεται ο γαστροκνήμιος μυς που είναι ο βασικότερος στην επίτευξη του άλματος και καταφύεται μέσω του πτερνικού τένοντα στην οπίσθια επιφάνεια της πτέρνας.

2.1. Ανατομικά στοιχεία της άρθρωσης του γόνατος

Η άρθρωση του γόνατος είναι η μεγαλύτερη διάρθρωση του σώματος. Αποτελεί την κεντρική ένωση της τόσο σημαντικής κινητικής αλυσίδας των κάτω άκρων η οποία ως γνωστόν έχει αφετηρία το σύστημα ισχίου–λεκάνης και κατάληξη τον άκρο πόδα. Από μηχανικής άποψης πρέπει να ανταποκριθεί συγχρόνως σε δύο αντίθετες απαιτήσεις, την μεγάλη κινητικότητα και την μεγάλη σταθερότητα. Αποτελείται από:

1. Την άρθρωση μεταξύ του μηριαίου και της κνήμης, η οποία δέχεται το βάρος του σώματος
2. Την άρθρωση μεταξύ επιγονατίδας και μηριαίου, η οποία επιτρέπει στην ελκτική ενέργεια του τετρακέφαλου μηριαίου να κατευθύνεται μπροστά από το γόνατο προς την κνήμη χωρίς τον κίνδυνο ρήξης του καταφυτικού τένοντα.

Η επιγονατίδα είναι το μεγαλύτερο σησαμοειδές οστό του ανθρώπινου σώματος. Έχει τριγωνικό σχήμα, με την βάση της να βλέπει προς τα πάνω και την κορυφή της να βλέπει προς τα κάτω. Έχει δύο (2) επιφάνειες, μία προς την άρθρωση του μηριαίου και την άλλη που βλέπει προς τα εμπρός. Αυτές οι δύο (2) επιφάνειες ενώνονται με ένα έξω (λεπτότερο) και ένα έσω (παχύτερο) χείλος. Η πρόσθια επιφάνεια μπορεί να διαιρείται σε τρεις (3) μοίρες και ενώνεται με τον τένοντα του τετρακέφαλου μηριαίου μυός όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Η συνολική αρθρική επιφάνεια της επιγονατίδας στον ενήλικα έχει έκταση περίπου δώδεκα (12) τετραγωνικά εκατοστά και ιδίως στην κεντρική μοίρα της καλύπτεται από χόνδρο πάχους περίπου 6 χιλιοστών. Το μέγιστο πάχος του χόνδρου βρίσκεται περίπου στην ηλικία των τριάντα (30) ετών και μετά ελαττώνεται συνεχώς με την πάροδο της ηλικίας. (Platzer, 1975)

Η άρθρωση του γόνατος περιβάλλεται όπως και οι άλλες αρθρώσεις από τον αρθρικό θύλακο και τον αρθρικό υμένα και περιέχει ελάχιστα ml αρθρικού υγρού (Θανάσας 2011). Ο αρθρικός υμένας και ο ινώδης θύλακος του αρθρικού θυλάκου χωρίζονται μεταξύ τους με την εναπόθεση λιπιδίων σωμάτων που βρίσκονται στην πρόσθια και την οπίσθια επιφάνεια της άρθρωσης.

Υπάρχουν πολλοί ορογόνοι θύλακοι γύρω από την άρθρωση του γόνατος μερικοί από τους οποίους επικοινωνούν με την αρθρική κοιλότητα. Ο μεγαλύτερος από τους επικοινωνούντες ορογόνους θυλάκους είναι ο υπερεπιγονατιδικός ο οποίος βρίσκεται μπροστά από την άρθρωση και αυξάνει τον χώρο της αρθρικής κοιλότητας προς τα πάνω. Πίσω βρίσκονται το υποϊγνυακό κόλπωμα και ο ορογόνος θύλακος του ημιμυενώδους μυός οι οποίοι είναι πολύ μικρότεροι. Κάτω από τις εκφύσεις των δύο (2) κεφαλών του γαστροκνημίου μυός βρίσκονται ο έξω και ο έσω υποτενόντιος ορογόνος θύλακος του γαστροκνημίου μυός. Οι μεταβολές του σχήματος των αρθρικών επιφανειών στην διάρκεια των κινήσεων της άρθρωσης εξομαλύνονται από δύο ινοχόνδρινους μηνίσκους, οι οποίοι – ένας σε κάθε πλάγιο – παρεμβάλλονται μεταξύ των μηριαίων κονδύλων και της κνήμης. (Πουλμέντης 2007)

Οι λεπτομερειακές κινήσεις της άρθρωσης του γόνατος είναι σύνθετες, αλλά η άρθρωση αυτή είναι κατά βάση μια γωνιώδης διάρθρωση που επιτρέπει κυρίως την κάμψη και την έκταση. Όπως όλες οι γωνιώδεις αρθρώσεις η άρθρωση του γόνατος ενισχύεται από πλάγιους συνδέσμους, ένα σε κάθε πλάγιο της άρθρωσης. Η άρθρωση σταθεροποιείται προς τα έξω από τον έξω πλάγιο σύνδεσμο (από τον έξω κόνδυλο του μηριαίου στην κεφαλή της περόνης) και προς τα έσω από τον έσω πλάγιο σύνδεσμο (από τον έσω κόνδυλο του μηριαίου στην έσω επιφάνεια της μετάφυσης της κνήμης δηλαδή του άνω τμήματος της κνήμης). Ρόλος τους είναι η σταθερότητα του γόνατος σε δυνάμεις που τείνουν να το ανοίξουν προς τα έξω ή προς τα έσω. Οι σύνδεσμοι αυτοί τραυματίζονται κατά κύριο λόγο στον αθλητισμό και συχνότερα ο έσω πλάγιος. (Θανάσας 2011)

Επιπλέον, δύο πολύ ισχυροί σύνδεσμοι οι χιαστοί συνδέουν μεταξύ τους τα παρακείμενα άκρα του μηριαίου οστού και της κνήμης και τα συγκρατούν σε επαφή μεταξύ τους στην διάρκεια των κινήσεων. Από το σημείο που προσφύονται στην κνήμη (μπροστά ή πίσω) παίρνουν και τον χαρακτηρισμό τους. Είναι ο πρόσθιος που έχει μεγαλύτερο ενδιαφέρον επειδή συχνά τραυματίζεται σε αθλητικές δραστηριότητες και ο οπίσθιος χιαστός. Φέρονται μέσα στην αρθρική κοιλότητα διασταυρούμενοι, εξ' ου και το όνομά τους. Έχουν σπουδαίο σταθεροποιητικό ρόλο και σε βλάβη τους οι συνέπειες είναι σοβαρές. Σε περίπτωση ρήξης χιαστού ο αθλητής είναι αδύνατον να συνεχίσει και χρειάζεται βοήθεια για να βαδίσει. Αυτό συμβαίνει όταν το γόνατο είναι σε πλήρη έκταση και του ασκούνται ισχυρές στροφικές δυνάμεις, πχ γυριστό σουτ. Ο πρόσθιος χιαστός εμποδίζει τις υπερβολικές πρόσθιες κινήσεις του γόνατος ενώ ο οπίσθιος τις οπίσθιες. (Θανάσας, 2011)

Μέσα στην αρθρική κοιλότητα πάνω στην αρθρική επιφάνεια της κνήμης συναντάμε τους μηνίσκους, τον έσω και τον έξω. Πρόκειται για δύο (2) ινοχόνδρινα πέταλα που παρεμβάλλονται μεταξύ των αρθρικών επιφανειών του μηριαίου και της κνήμης. Ο ρόλος τους είναι να εξομαλύνουν την κίνηση των συντασσόμενων οστών προσφέροντας αύξηση της σταθερότητας της κίνησης και απορρόφηση της ενέργειας κατά την βάδιση και τις αθλητικές δραστηριότητες. Συμβάλλει ίσως και στην θρέψη των αρθρικών επιφανειών. Θεωρείται ένας από τους συχνότερους τραυματισμούς σε αθλήματα επαφής όπως είναι το ποδόσφαιρο. (Λαμπίρης 2007)



Εικόνα 4: Επιγονατιδικός τένοντας στην άρθρωση του γόνατος (ponosgonate.gr)

Σημαντική δομή στην περιοχή του γόνατος είναι και ο ιγνυακός βόθρος, ο οποίος βρίσκεται μεταξύ μηρού και κνήμης και αποτελεί την κύρια οδό μετάβασης ανατομικών μορφωμάτων από την μια περιοχή στην άλλη. Ο ιγνυακός βόθρος είναι ένας πολυγωνικός χώρος πίσω από την άρθρωση του γόνατος ο οποίος σχηματίζεται μεταξύ μυών του οπίσθιου διαμερίσματος του μηρού και της κνήμης :

- Τα χείλη του ανώτερου τμήματος του πολυγωνικού αυτού χώρου σχηματίζονται προς τα έσω από τα κάτω άκρα του υμιτενοντώδους και του υμιϋμενώδους μύος και προς τα έξω από το κάτω άκρο του δικέφαλου μηριαίου
- Τα χείλη του μικρότερου κατώτερου τμήματος του ιγνυακού βόθρου σχηματίζονται προς τα έσω από την έσω κεφαλή του γαστροκνημίου μύος και προς τα έξω από τον πελματικό μυ και από την έξω κεφαλή του γαστροκνημίου

- Το έδαφος του βόθρου σχηματίζεται από τον θύλακο της άρθρωσης του γόνατος , από τις παρακείμενες επιφάνειες του μηριαίου οστού και της κνήμης και από τον ιγνυακό μυ
- Η οροφή του ιγνυακού βόθρου σχηματίζεται από την εν τω βάθι περιτονία, η οποία ενώνεται προς τα πάνω με την πλατεία περιτονία του μυός και προς τα κάτω με την εν τω βάθι περιτονία της κνήμης. (Ozkaya,2012)

Τα κύρια περιεχόμενα του ιγνυακού βόθρου είναι η ιγνυακή αρτηρία, η ιγνυακή φλέβα, το κνημιαίο και το περνιαίο νεύρο.

Η άρθρωση του γόνατος σχετίζεται με την στήριξη του βάρους του σώματος και για το λόγο αυτό διαθέτει ένα ικανοποιητικό μηχανισμό κλειδώματος ώστε να μειώνεται η ποσότητα μυϊκής ενέργειας που είναι αναγκαία για την διατήρηση της άρθρωσης σε έκταση κατά την όρθια στάση. Ένα από τα στοιχεία του μηχανισμού κλειδώματος είναι η μεταβολή του σχήματος και του μεγέθους των μηριαίων επιφανειών που αρθρώνονται με την κνήμη :

- Στην κάμψη αρθρώνονται με την κνήμη οι κυρτές και στρογγυλεμένες περιοχές της οπίσθιας επιφάνειας των μηριαίων κονδύλων
- Καθώς εκτείνεται το γόνατο, η κνήμη αρθρώνεται προοδευτικά με τις πλατιές και επίπεδες περιοχές της κάτω επιφάνειας των μηριαίων κονδύλων. (Πουλμένης 2007)

Κατά συνέπεια οι αρθρικές επιφάνειες γίνονται κατά την έκταση μεγαλύτερες και σταθερότερες. Ένα άλλο στοιχείο του μηχανισμού κλειδώματος είναι η προς τα έσω στροφή του μηριαίου σε σχέση με την κνήμη που παρατηρείται κατά την έκταση. Η προς τα έσω στροφή και η πλήρης έκταση προκαλούν την διάταση όλων των συνδέσμων της άρθρωσης . Τέλος, ένα ακόμη στοιχείο που συγκρατεί το γόνατο σε έκταση κατά την όρθια στάση , είναι το ότι το κέντρο βάρους του σώματος βρίσκεται κατά μήκος μιας κατακόρυφης γραμμής που περνά μπροστά από την άρθρωση του γόνατος. Ο ιγνυακός μυς χαλαρώνει (ξεκλειδώνει) το γόνατο προκαλώντας μια προς τα έξω στροφή του μηριαίου πάνω στην κνήμη (Gray's, 2005).

Επιπλέον ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία στην άρθρωση του γόνατος είναι οι μύες, οι οποίοι έχουν μεγάλο σταθεροποιητικό ρόλο. Σε περίπτωση πιθανού τραυματισμού είναι αυτοί που θα αναλάβουν τον ρόλο να προστατεύσουν την άρθρωση του γόνατος και να αντικαταστήσουν κάποια άλλη σημαντική δομή του γόνατος, πχ σε περίπτωση που κάποιος αθλητής δεν έχει χιαστό σύνδεσμο ο επιγονατιδικός τένοντας παίρνει το ρόλο του αλλά πρέπει

να είναι πολύ δυνατό το μυϊκό του σύστημα για να ανταπεξέλθει . Οι μυς που συντελούν ώστε να γίνει κάμψη γόνατος είναι :

- Δικέφαλος μηριαίος
- 55% Ημιϋμενώδης
- 45% Ημιτενοντώδης
- 47% Ισχνός προσαγωγός
- 34% Ραπτικός
- 19% Ιγνυακός
- 45% Γαστροκνήμιος
- Μακρός πελματικός

Τα ποσοστά είναι η ποσοστιαία συμμετοχή των μυών στην κάμψη γόνατος (Πουλμέντης, 2007)

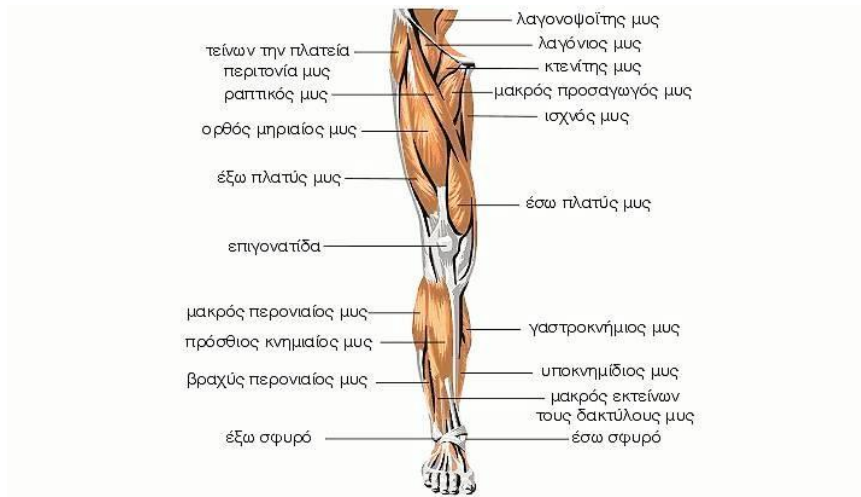
Και οι εκτείνοντες :

- Τετρακέφαλος
- Τείνων την πλατεία περιτονία (Πουλμέντης, 2007)

Τελειώνοντας με την ανατομία του γόνατος αναφέρουμε ονομαστικά και τους μυς του μηρού και της ποδοκνημικής άρθρωσης που παίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο στην επίτευξη του άλματος.

Μυς πρόσθιου διαμερίσματος μηρού :

- Μείζων ψοίτης
- Λαγόνιος
- Έσω πλατύς
- Μέσος πλατύς
- Έξω πλατύς
- Ορθός μηριαίος
- Ραπτικός



Εικόνα 5: Μύες της πρόσθιας επιφάνειας του κάτω άκρου (care.gr)

Μυς έσω διαμερίσματος του μηρού :

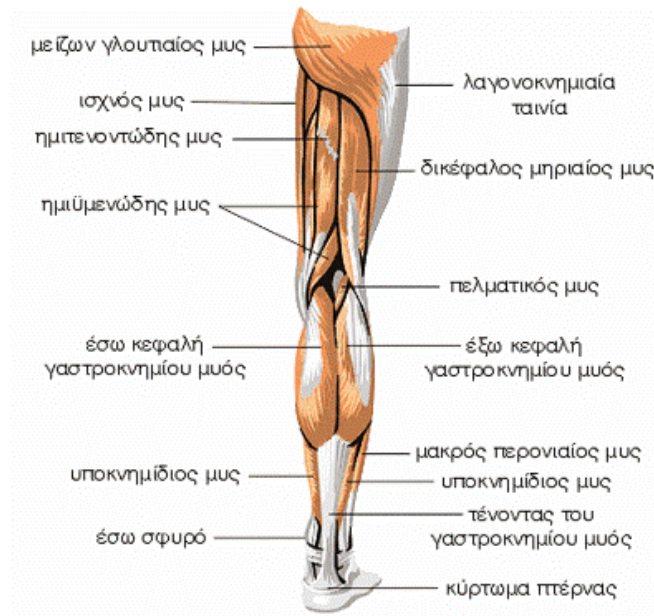
- Ισχνός προσαγωγός
- Κτενίτης
- Μακρός προσαγωγός
- Βραχύς προσαγωγός
- Μεγάλος προσαγωγός
- Έξω θυροειδής

Μυς του οπίσθιου διαμερίσματος του μηρού :

- Δικέφαλος μηριαίος
- Ημιτενοντώδης
- Ημιμυενώδης

Επιπολής ομάδα μυών του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης :

- Γαστροκνήμιος
- Πελματικός
- Υποκνημίδιος



Εικόνα 6: Μύες της οπίσθιας επιφάνειας του κάτω άκρου (care.gr)

Εν τω βαθη ομάδα μυών του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης :

- Ιγνυακός
- Μακρός καμπτήρας μεγάλου δακτύλου
- Μακρός καμπτήρας των δακτύλων
- Οπίσθιος κνημιαίος

Μυς του έξω διαμερίσματος της κνήμης :

- Μακρός περνιαίος
- Βραχύς περνιαίος

Μυς πρόσθιου διαμερίσματος της κνήμης :

- Πρόσθιος κνημιαίος
- Μακρός εκτείνων το μεγάλο δάκτυλο
- Μακρός εκτείνων τα δάκτυλα
- Τρίτος περνιαίος

Μυς της ραχιαίας επιφάνειας του ποδιού :

- Βραχύς εκτείνων τα δάκτυλα

Πρώτο μυικό στρώμα του πέλματος του ποδιού :

- Απαγωγός του μεγάλου δακτύλου
- Βραχύς καμπτήρας των δακτύλων
- Απαγωγός του μικρού δακτύλου

Δεύτερο στρώμα μυών πέλματος του ποδιού :

- Τετράγωνος πελματικός
- Ελμινθοειδείς

Τρίτο στρώμα πέλματος του ποδιού :

- Βραχύς καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου
- Προσαγωγός του μεγάλου δακτύλου
- Βραχύς καμπτήρας του μικρού δακτύλου

Τέταρτο στρώμα μυών πέλματος του ποδιού :

- Ραχιαίοι μεσόστυοι
- Πελματιαίοι μεσόστυοι (Gray's Anatomy, 2005)

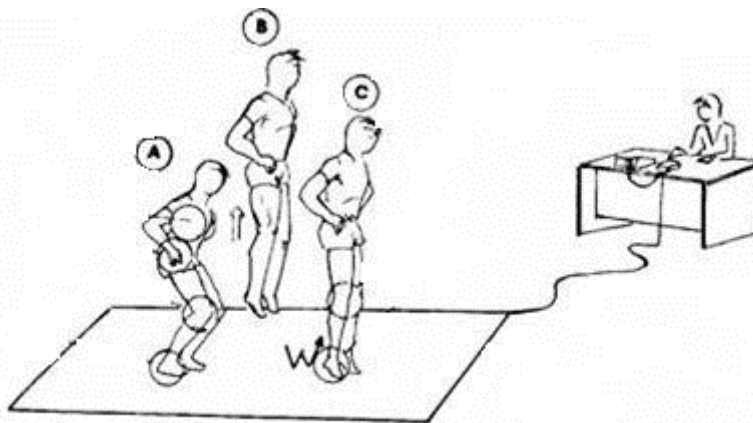
2.2.Εμβιομηχανικά στοιχεία της άρθρωσης του γόνατος

Η άρθρωση του γόνατος αποτελείται από δύο διαρθρώσεις που βρίσκονται μέσα στον ίδιο αρθρικό θύλακα:

- Την **επιγονατιδομηριαία**, η οποία σχηματίζεται από την μηριαία τροχίλια και την οπίσθια αρθρική επιφάνεια της επιγονατίδας.
- Την **κνημομηριαία** η οποία σχηματίζεται από τους μηριαίους κονδύλους και τις κνημιαίες γλίνες, καθώς και τους δυο διάρθριους μηνίσκους που παρεμβάλλονται μεταξύ τους.Οι δύο αυτοί διάρθριοι μηνίσκοι διαιρούν την κνημομηριαία διάρθρωση σε δυο επιμέρους διαρθρώσεις. Την άνω ή μηνισκομηριαία, η οποία είναι γωνιώδης και σε αυτήν γίνονται οι

κινήσεις κάμψης έκτασης της κνήμης, και την κάτω ή μηνισκοκνημιαία, στην οποία γίνονται οι κινήσεις της έσω και έξω στροφής της κνήμης όταν το γόνατο βρίσκεται σε τροχιά κάμψης έκτασης.

Η κνημομηριαία άρθρωση δεν είναι μια κλασσική γίγγλυμος άρθρωση στην οποία πραγματοποιούνται κινήσεις κάμψης έκτασης, αλλά περιλαμβάνει και μια επιπλέον σπειροειδή και ελικοειδή κίνηση, λόγω της ανατομικής ανομοιομορφίας των μηριαίων κονδύλων που την αποτελούν. (Ozkaya,2012)



Εικόνα 7: Εκτέλεση επιτόπιου κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος (recreation-fitness-team.com).

Κινηματική κνημομηριαίας άρθρωσης : Η άρθρωση του γόνατος κινείται ουσιαστικά σε οβελιαίο επίπεδο και κάνει κάμψη και έκταση. Παρόλα αυτά λόγω της ιδιαίτερης κατασκευής του υπάρχει δυνατότητα στροφής της κνήμης όταν το γόνατο βρίσκεται σε γωνία κάμψης και δεν είναι κλειδωμένο. Όταν η κνήμη κινείται από πλήρη έκταση προς 90 μοίρες κάμψης, τότε αυξάνεται και το εύρος κίνησης της στροφής στο οριζόντιο επίπεδο ενώ όταν βρίσκεται σε πλήρη έκταση οι αρθρικές επιφάνειες των μηριαίων και κνημιαίων κονδύλων ενώνονται πλήρως. Παράλληλα τα μαλακά στοιχεία της άρθρωσης είναι τεταμένα και σε ελικοειδή μορφή μη επιτρέποντας επιπρόσθετες κινήσεις. Οι κινήσεις χωρίζονται σε:

- Ενεργητική κάμψη – έκταση : Και οι δύο κινήσεις έχουν ίδιο εύρος κίνησης 140 μοίρες. Πραγματοποιούνται στο οβελιαίο επίπεδο και γύρω από τον μετωπιαίο άξονα που διαπερνά τους μηριαίους κονδύλους. Συχνά στις γυναίκες εμφανίζεται μια χαλαρότητα στα μαλακά

μόρια των αρθρώσεων (λόγω ορμονικών παραγόντων) και δημιουργείται μια φυσιολογική υπερέκταση των γονάτων 5-10 μοιρών.

- Παθητική κάμψη : Σε περίπτωση που ο τετρακέφαλος χαλαρώσει ή είναι διατεταμένος το εύρος μπορεί να φτάσει μέχρι και 150μοίρες.
- Κίνηση απαγωγής –προσαγωγής : Γίνονται στο μετωπιαίο επίπεδο και έχουν ελάχιστο εύρος. Εμφανίζονται όταν ασκείται στην άρθρωση μια παθητική τάση και το γόνατο βρίσκεται σε θέση κάμψης. Το ελαστικό εύρος κίνησης γίνεται να πραγματοποιηθεί μόνο υπό μορφή ολίσθησης, ενώ όταν το γόνατο βρίσκεται σε κλειδωμένη θέση είναι αδύνατο να γίνουν αυτές οι δύο κινήσεις .
- Παθητική στροφή : Η εξέταση της γίνεται από πρηνή θέση με κάμψη γόνατος 90 μοιρών ή από καθιστή θέση με τα γόνατα σε γωνία 90 μοιρών με το εύρος κίνησης να κυμαίνεται από 45-50 μοίρες έξω στροφής και 35-40 μοίρες έσω στροφής.
- Ενεργητική στροφή : Συμβαίνει σε οριζόντιο επίπεδο από τον επιμήκη άξονα με το γόνατο πάντα σε θέση κάμψης. Εάν το γόνατο είναι σε κλειδωμένη θέση δηλαδή σε πλήρη έκταση δεν μπορεί να γίνει καμία στροφική κίνηση, αντιθέτως γίνεται πιο εύκολα από καθιστή θέση με τα γόνατα να κρέμονται προς τα κάτω σε γωνία 90 μοιρών (όταν το γόνατο βρίσκεται σε γωνία 90 μοιρών η στροφή της κνήμης αυξάνεται και μπορεί να φτάσει μεταξύ 80-90 μοιρών, αυτό βέβαια είναι κάτι που διαφέρει από άτομο σε άτομο γιατί εξαρτάται από την χαλαρότητα της άρθρωσης).
- Αξονική στροφή κνήμης : Συμβαίνει ταυτόχρονα με τις κινήσεις της κάμψης-έκτασης και φαίνεται περισσότερο στο τέλος της έκτασης και στην αρχή της κάμψης. Κατά τη διάρκεια της έκτασης, η κνήμη στρέφεται προς τα έξω στα τελικά στάδια της, ενώ στα αρχικά στάδια της κάμψης η κνήμη στρέφεται προς τα έσω. (Πουλμέντης, 2007)

Δυνάμεις που ασκούνται στην άρθρωση του γόνατος: η κνημομηριαία άρθρωση δέχεται καθημερινά μεγάλα φορτία τα οποία προέρχονται από τη δύναμη που ασκεί το έδαφος σ' αυτή καθώς και από τους μύες που την περιβάλουν. Έτσι, οι δυνάμεις διαιρούνται σε συμπιεστικές και διατμητικές. Όταν το γόνατο βρίσκεται σε θέση έκτασης και όταν ο άξονας του κάτω άκρου είναι κατακόρυφος τότε ασκούνται σ' αυτό και οι μεγαλύτερες συμπιεστικές δυνάμεις αλλά εξαιτίας του μεγαλύτερου εμβαδού επαφής των αρθρικών επιφανειών που παρουσιάζεται στη θέση αυτή η πίεση που ασκείται στην αρθρική επιφάνεια μειώνεται. Οι διατμητικές δυνάμεις εμφανίζονται μεγαλύτερες στα τελικά στάδια της έκτασης του γόνατος . Χωρίζονται σε πρόσθια

διατμητική δύναμη που εμφανίζεται περισσότερο στη πλήρη έκταση του γόνατος, επειδή η κνήμη έλκεται από τον επιγονατιδικό τένοντα, και σε οπίσθια διατμητική δύναμη, η οποία προκαλείται από τις καμπτικές μυϊκές ομάδες που έλκουν τη κνήμη προς τα πίσω. (Oatis,2010)



Εικόνα8: Αθλητές κατά τη διάρκεια αγώνα: τα υψηλά φορτία που δέχονται και οι δυνάμεις από διαφορετικές κατευθύνσεις (FIFA Magazine July 2005 N° 7)

Ο ρόλος των δυναμικών στοιχείων στην άρθρωση του γόνατος:

- **Έκταση γόνατος:**

Ο τετρακέφαλος είναι ο μυς που πραγματοποιεί την κίνηση της έκτασης. Αποτελείται από τέσσερις κεφαλές, τον έσω, τον έξω, το μέσο και τον ορθό μηριαίο, οι οποίες συνδέονται και δημιουργούν ένα τένοντα που καταφύεται στα άνω και πλάγια χείλη της επιγονατίδας και συνεχίζει μέσω αυτής ως επιγονατιδικός τένοντας για να καταλήξει στο κνημιαίο κύρτωμα. Όταν το γόνατο εκτείνεται εμφανίζεται μια στροφική κίνηση 30 μοίρες πριν από την πλήρη έκταση και αυξάνεται πολύ γρήγορα στις τελευταίες 10 μοίρες. Στο στάδιο αυτό οι παθητικοί μηχανισμοί του γόνατος αντιστέκονται στην περαιτέρω έκταση και ειδικότερα όλοι οι σύνδεσμοι του γόνατος, ο λοξός ιγνυακός και το οπίσθιο τμήμα του θύλακα εμφανίζονται τεταμένοι, ενώ δεν εκλείπει και η ενεργητική τάση των καμπτήρων του γόνατος. Συνεπώς, η ισορροπία μεταξύ των μυϊκών ροπών του τετρακεφάλου που εκτείνουν το γόνατο και των παθητικών στοιχείων και μηχανισμών που αντιστέκονται στη κίνηση αυτή είναι πολύ σημαντική για τη θέση της έκτασης και είναι αυτή που την καθορίζει. Παράλληλα, σημαντικός παράγοντας για τη σταθερότητα της άρθρωσης του γόνατος κρίνεται και η αρμονική σχέση της μυϊκής δύναμης μεταξύ καμπτήρων και εκτεινόντων μυών κατά τη διάρκεια της κίνησης. Έρευνες έχουν δείξει πως η αρμονική σχέση μεταξύ της μυϊκής δύναμης καμπτήρων και

εκτεινόντων μυών του γόνατος βρίσκεται στο 60%, όταν η κίνηση εκτελείται με πολύ μικρή γωνιακή ταχύτητα. Όταν το γόνατο κινείται με μεγάλη γωνιακή ταχύτητα, ο λόγος αυτός τείνει να εξισωθεί, δηλαδή η μυϊκή δύναμη των καμπτήρων γίνεται σχεδόν ίση με αυτή των εκτεινόντων. Η ύπαρξη αποκλίσεων από τον παραπάνω φυσιολογικό λόγο της σχέσης αγωνιστών ανταγωνιστών μυών, μπορεί να οδηγήσουν σε μυϊκές θλάσεις και θυλακοσυνδεσμικές βλάβες στην άρθρωση του γόνατος.(Oatis, 2010)

- **Κάμψη γόνατος :** Τα δυναμικά στοιχεία της άρθρωσης του γόνατος σε συνδυασμό με τα παθητικά προσφέρουν στην άρθρωση την βασική σταθερότητα . Ο ρόλος των δύο (2) παραγόντων είναι πολύ σημαντικός κατά την διάρκεια της κίνησης και εκφράζεται με κάμψη-έκταση και ταυτόχρονη στροφή κνήμης. Παρατηρώντας μια κάμψη γόνατος βλέπουμε ότι οι καμπτήρες ενώ δουλεύουν δυναμικά δημιουργούν και στροφές της κνήμης .Τα μυϊκά συστήματα της άρθρωσης του γόνατος είναι οι καμπτήρες (βρίσκονται πίσω από την άρθρωση) και απαρτίζονται από :

- i. Τον δικέφαλο μηριαίο που ενώ είναι καμπτήρας προσφέρει εξωτερική υποστήριξη στρέφοντας την κνήμη προς τα έξω
- ii. Ημιτενοντώδη
- iii. Ραπτικό
- iv. Ισχνό
- v. Ημιϋμενώδη
- vi. Ιγνυακό

Οι πέντε μυς παραπάνω έχουν αντίθετο ρόλο από αυτόν του δικεφάλου, δηλαδή παρόλο που είναι και αυτοί καμπτήρες προσφέρουν εσωτερική υποστήριξη αφού στρέφουν ενεργητικά την κνήμη προς τα έσω.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ημιτενοντώδης, ραπτικός και ισχνός σχηματίζουν τον χήναιο πόδα του οποίου η καμπτική δύναμη φαίνεται να είναι μεγαλύτερη στις 90 μοίρες κάμψης και να μειώνεται προοδευτικά όταν η κνήμη τείνει από κάμψη προς πλήρη έκταση. Αυτό οφείλεται στην μείωση του μοχλοβραχίονα δύναμης των μυών στην συγκεκριμένη θέση (Oatis, 2010).

Επιγονατιδομηριαία άρθρωση : Αποτελείται από την τροχιλία του μηριαίου οστού και την οπίσθια αρθρική επιφάνεια της επιγονατίδας. Είναι το μεγαλύτερο σησαμοειδές οστό τριγωνικού σχήματος με την βάση προς τα πάνω και την κορυφή προς τα κάτω με την οπίσθια επιφάνεια να καλύπτεται από λείο υαλώδες χόνδρο πέντε (5) mm πάχους. Βρίσκεται μεταξύ των τενόντιων προσφύσεων του τετρακεφάλου κεντρικά και του επιγονατιδικού περιφερικά.

Πολύ σημαντικός είναι ο ρόλος του υαλώδη αρθρικού χόνδρου (ιστός χωρίς αγγεία και αίσθηση), ο οποίος λόγω των γλοιοελαστικών ιδιοτήτων του επιτρέπει μια παραμόρφωση αντέχοντας έτσι σε συνθήκες φόρτισης και παρέχοντας την δυνατότητα στα πολλαπλά σημεία επαφής να μοιράζονται τα φορτία ανάλογα με την γωνία που βρίσκεται το γόνατο. Το πόσο θα αντέξει ο χόνδρος εξαρτάται από συνεχείς φορτίσεις που δέχεται επί καθημερινής βάσης αναγκάζοντας το αρθρικό υγρό να κινείται μέσα στα μεσοκυττάρια διαστήματα θρέφοντας έτσι τους χονδροβλάστες. Σε περίπτωση όμως ακινητοποίησης δεν μεταφέρονται οι θρεπτικές ουσίες προκαλώντας θάνατο των κυττάρων. (Πουλμένης, 2007)

Αν το γεγονός αυτό συνδυαστεί με την αποκλίνουσα τροχοδρόμηση της επιγονατίδας επί της μηριαίας τροχιλίας και την άνιση κατανομή των φορτίων σε αυτή δημιουργούνται χρόνια εκφυλιστικά φαινόμενα. Για να λειτουργήσει σωστά η τροχοδρόμηση παίζει ρόλο ο αριθμός ενεργητικών και παθητικών παραγόντων κατά την διάρκεια της κάμψης-έκτασης του γόνατος.

Οι παθητικοί παράγοντες (υπεύθυνοι για την σωστή θέση της επιγονατίδας) είναι:

- i. Το ύψος των μηριαίων κονδύλων και το βάθος της μηριαίας τροχιλίας.
- ii. Οι επιγονατιδομηριαίοι σύνδεσμοι (έσω- έξω). Ο έσω εμποδίζει την παρεκτόπιση της επιγονατίδας προς τα έξω.
- iii. Οι έσω-έξω καθεκτικοί σύνδεσμοι διατηρώντας την επιγονατίδα μεταξύ των μηριαίων κονδύλων.
- iv. Η γωνία Q του γόνατος, η οποία σχηματίζεται από την κατεύθυνση της γραμμής έλξης του εκτατικού μηχανισμού και την θέση πρόσφυσης του επιγονατιδικού τένοντα στο κνημιαίο κύρτωμα .

Το εύρος της γωνίας εξαρτάται από το φύλο, στις γυναίκες κυμαίνεται από 11-20 μοίρες και στους άντρες από 8-14 μοίρες. Εξαρτάται όμως και από άλλους παράγοντες όπως είναι η πρόσθια και η οπίσθια συστροφή του αυχένα του μηριαίου οστού προκαλώντας, η πρόσθια έσω στροφή της μηριαίας τροχιλίας με αύξηση της γωνίας Q και τροχοδρόμησης της επιγονατίδας

προς τα έξω, και η οπισθια έξω στροφή με μείωση της γωνίας και τοποθέτηση της επιγονατίδας κυρίως κεντρικά.

Οι ενεργητικοί (δυναμικοί) παράγοντες είναι : ο τετρακέφαλος μυς με τις τέσσερις (4) κεφαλές οι οποίες αποτελούν και τον κύριο παράγοντα ελέγχου της κίνησης της επιγονατίδας στην κάμψη και την έκταση της άρθρωσης του γόνατος. Η γραμμή έλξης του τετρακεφάλου είναι παράλληλη με την διάφυση του μηριαίου οστού και τείνει να τραβήξει την επιγονατίδα προς τα έξω η οποία αντισταθμίζεται από τις εγκάρσιες ίνες του έσω πλατύ οι οποίες έχουν την ικανότητα να παράγουν δύναμη που μπορεί να έλξει την επιγονατίδα προς τα έσω και να την διατηρήσει κατά την διάρκεια της έκτασης μέσα στην μηριαία τροχλία. (Ozkaya,2012)

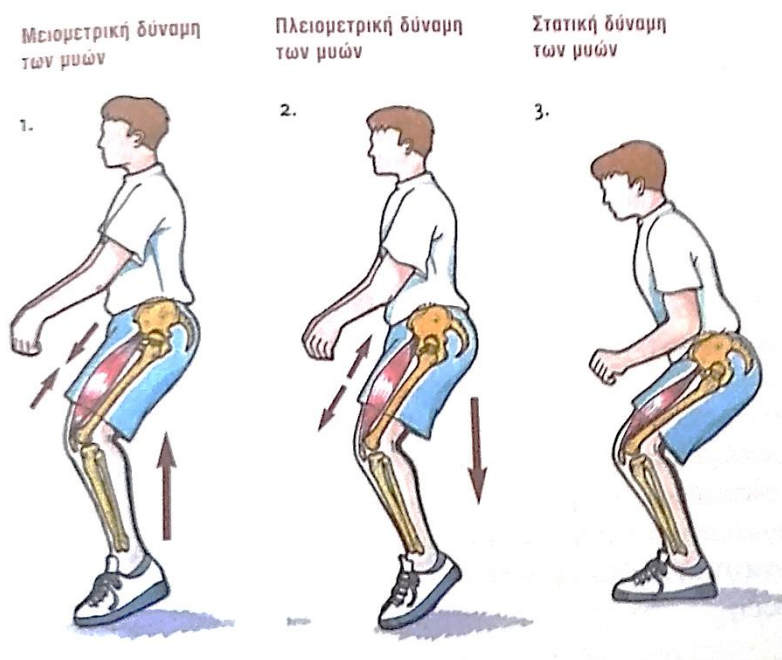
Σημαντικό ρόλο στον έλεγχο τροχοδρόμησης της επιγονατίδας παίζει και το μυϊκό σύστημα που ελέγχει την κάμψη γόνατος, το οποίο κατά την διάρκεια κάμψης-έκτασης και της προς τα έσω- έξω στροφικής δράσης του, συνεργάζονται για την διατήρηση της επιγονατίδας μέσα στην μηριαία τροχλία μέσω του επιγονατιδικού τένοντα. Αν κάποιος έχει υποστεί ολική επιγονατιδεκτομή μειώνεται η σταθερότητα που προσδίδει η επιγονατίδα αφού όταν κάμπτεται το γόνατο ο επιγονατιδικός τένοντας γλιστρά μέσα στην μεσοκονδύλια αύλακα μειώνοντας έτσι τον μοχλοβραχίονα δύναμης του εκτατικού μηχανισμού άρα και μείωσης του τετρακεφάλου που μπορεί να φτάσει έως και 50%. Φυσικά το να μειωθεί η δύναμη του τετρακεφάλου δεν σημαίνει απαραίτητα και παρεκτόπιση της επιγονατίδας αλλά επηρεάζει την σχέση δύναμης μεταξύ αγωνιστών- ανταγωνιστών οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την ομαλή λειτουργία της κίνησης του γόνατος (Πουλμέντης, 2007).

Ύστερα από την κατανόηση της πολύπλοκης λειτουργίας της άρθρωσης του γόνατος αναγκαία κρίνεται η αναφορά στην εμβιομηχανική του άλματος, στο μηχανισμό του και το ρόλο του στο ποδόσφαιρο.

2.3.Εμβιομηχανική άλματος

Το ποδόσφαιρο απαιτεί έντονες αλλαγές κατεύθυνσης και εκρηκτικά άλματα. Αυτά προϋποθέτουν την παραγωγή μυϊκής δύναμης σε ελάχιστο χρόνο. Η ενεργοποίηση των μυών είναι απαραίτητη για κινήσεις όπως είναι το τρέξιμο και το άλμα. Οι μύες ενεργοποιούνται μέσω του νευρικού συστήματος. Η σύσπαση των μυών είναι αποτέλεσμα των ερεθισμάτων που στέλνονται στο νευρικό σύστημα μέσω της σπονδυλικής στήλης και των κινητικών νεύρων.Ο ρυθμός των νευρικών ώσεων ελέγχει την δύναμη της μυϊκής σύσπασης. Όσα περισσότερα τα σήματα τόσο δυνατώτερη η σύσπαση των μυών. Η ενεργοποίηση των μυών είναι άμεσα

εξαρτώμενη από την αντίσταση που δέχεται η κίνηση. Αν η αντίσταση είναι λιγότερο ισχυρή από την δύναμη ενεργοποίησης των μυών ο μυς βραχύνεται και εμφανίζει μειομετρική δραστηριότητα, αν η αντίσταση είναι μεγαλύτερη τότε έχουμε ισομετρική συστολή. Στην περίπτωση που η αντίσταση στο μυ είναι μεγαλύτερη από την δύναμη της ενεργοποίησης του το οποίο σημαίνει ότι ο μυς διατείνεται παρά την ενεργοποίησή του για συστολή ο μυς αναπτύσσει πλειομετρική δύναμη. Για παράδειγμα, οι μυς του μηρού εργάζονται μειομετρικά στην κίνηση του άλματος και πλειομετρικά στην κίνηση του φρεναρίσματος κατά την προσγείωση μετά από ένα άλμα. Όταν η κίνηση σταματάει μετά από ένα άλμα προς τα επάνω αναπτύσσεται μια ισομετρική συστολή. (Ekstrand et al, 2003)



Εικόνα 9: Εκτέλεση κατακόρυφου άλματος (CMJ) και δυνάμεις που αναπτύσσονται στις διαφορετικές φάσεις (Ekstrand, A. et al 2003)

Για να αυξήσει ένας αθλητής την δύναμη του διατηρώντας την ίδια ταχύτητα κίνησης πρέπει να βελτιώσει την μυϊκή ισχύ του. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί ακόμη και αν καταφέρει να εφαρμόσει τις ίδιες δυνάμεις σε συντομότερο χρόνο χωρίς να μειωθεί η απόσταση εφαρμογής της δύναμης. (Cormie et al., 2007 & Garhammer et al., 1993). Η μυϊκή ισχύς έχει οριστεί ως η εφαρμοζόμενη δύναμη πολλαπλασιαζόμενη με τη ταχύτητα της κίνησης ($P=F \times V$) (Knuttgen et al., 1987), το έργο που ασκήθηκε προς τη μονάδα χρόνου ($P=W/t$, Garhammer et al., 1993) και τέλος ως το ρυθμό που μια δύναμη αναπτύσσεται σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο ($P=F \times D/t$).

Η μυϊκή ισχύς σχετίζεται άμεσα με τη βελτίωση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας. (Bosco et al., 1985; Moir et al., 2004; Schmidtbleicher et al., 1991; Shellock et. al, 1985; Viitasalo, Salo & Lachinen, 1998). Όπως προαναφέρθηκε, το κατακόρυφο άλμα εκτός του ότι περιλαμβάνεται σε διάφορα αθλήματα όπως καλοθοσφαίριση ή ποδόσφαιρο (Ziv & Lidor, 2010) χρησιμεύει και στον καθορισμό της απόδοσης αλλά και ως δοκιμασία ελέγχου για την αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων (Adams et al., 1992; Carlock et al., 2004).

Για να γίνει κατανοητός ο μηχανισμός και ο τρόπος εκτέλεσης του άλματος οι ερευνητές που ασχολούνται με την εμβιομηχανική χρησιμοποίησαν τεχνικές κινηματογραφίας και βιντεοσκόπησης υψηλών ταχυτήτων, ανίχνευσης ηλεκτρικής δραστηριότητας των μυών και μέτρησης δύναμης αντίδρασης του εδάφους για να ερευνήσουν τις μηχανικές αλληλεπιδράσεις του μυοσκελετικού συστήματος κατά την διάρκεια του κατακόρυφου άλματος.

Χρησιμοποιώντας τους νόμους της κλασικής μηχανικής είναι δυνατόν να προσδιοριστούν οι δυνάμεις των αρθρώσεων και οι ροπές κατά την διάρκεια του κατακόρυφου άλματος. Κατά την διάρκεια της απογείωσης οι στιγμές για το ισχίο, γόνατο και ποδοκνημική είναι θετικές που σημαίνει ότι όλες οι δομές (μύες, σύνδεσμοι, θύλακες) θα εκτείνουν το ισχίο και το γόνατο και θα κάνουν πελματιαία κάμψη στην ποδοκνημική. Σε αυτή τη φάση οι δυνάμεις των αρθρώσεων είναι γενικά θετικές υποδεικνύοντας κυρίως σύγκεντρη συστολή στους μονοαρθρικούς μύες. Η φάση απογείωσης του κατακόρυφου άλματος ξεκινά με την έκταση της άρθρωσης του ισχίου και ακολουθούν το γόνατο και η πόδοκνημική, τελειώνει όταν τα πόδια χάνουν την επαφή τους με το έδαφος. Η φάση της απογείωσης προηγείται της προπαρασκευαστικής φάσης η οποία περιλαμβάνει κάμψη στο ισχίο και στο γόνατο και ραχιαία κάμψη στην ποδοκνημική. Η μυϊκή δραστηριότητα είναι γενικά έκκεντρη κατά την διάρκεια την προπαρασκευαστικής φάσης, με την βαρύτητα να παρέχει την κινητήρια δύναμη. (Umberger, 1998)

Το κατακόρυφο άλμα αποτελεί μια συνδυαστική κίνηση γι αυτό η σωστή εκτέλεση του εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως τον τύπο των μυϊκών ινών (Bobbert et al., 2001), την ικανότητα των μυών να επιστρέφουν την κίνηση από έκκεντρη συστολή σε σύγκεντρη (Bosco et al., 1982) και η οποία αλληλεπιδρά με το μυοτατικό αντανακλαστικό (Bobbert et al., 2001) και την μέγιστη δύναμη ανάλογα με το επίπεδο του αθλητή (Baker et al., 1996) με σημαντικότερο παράγοντα τον κινητικό συντονισμό μελών του σώματος (Bobbert et al., 1988)

Σύμφωνα με τους Flanagan et al. (2008) το ύψος του κατακόρυφου άλματος εξαρτάται από την σχέση ταχύτητας και δύναμης, την χρήση της ελαστικής ενέργειας που βασίζεται στην αρχή της προδιάτασης του μυός και από το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης.

Κατά την εκτέλεση του άλματος παρατηρείται μια κίνηση προς τα κάτω μέχρι την θέση ημικαθίσματος και έπειτα μια κίνηση προς τα πάνω. Με αυτόν τον τρόπο συμβαίνει μια πλειομετρική και μια μειομετρική κίνηση. Η γρήγορη αυτή εναλλαγή ονομάζεται κύκλος διάτασης-βράχυνσης (Asmussen & Bonde- Peterson, 1974, Bosco & Komi, 1979). Κατά τον οποίο πραγματοποιείται μια έκκεντρη συστολή των τετρακέφαλων μυών τελειώνοντας την κίνηση με μια σύγκεντρη συστολή των μυών.

Η αύξηση της παραγωγής ισχύος μέσω των πλειομετρικών κινήσεων μπορεί να εξηγηθεί με δυο προτεινόμενα μοντέλα: το μηχανικό και το νευροφυσιολογικό (Wilketal, 1993).

Στο μηχανικό μοντέλο, αυξάνεται και αποθηκεύεται ελαστική ενέργεια στο μυοτενόντιο σύστημα κατά την γρήγορη έκκεντρη συστολή-προδιάταση (Asmussen & Bonde- Peterson, 1974), η οποία απελευθερώνεται κατά την σύγκεντρη συστολή λειτουργώντας σαν πρόσθετη κινητική ενέργεια (ελατήριο) με συνέπεια την αύξηση της παραγόμενης δύναμης (Cavagna et al, 1965).

Το νευροφυσιολογικό μοντέλο περιλαμβάνει την βελτίωση της μειομετρικής συστολής μέσω της χρησιμοποίησης του μυοτατικού αντανακλαστικού ή αντανακλαστικού διάτασης (Bosco et al., 1979 1981 1982). Το αντανακλαστικό αυτό είναι η ακούσια αντίδραση του ανθρώπινου σώματος που προκαλείται από την απότομη διάταση (Guyton, 2000). Τα ιδιοδεκτικά όργανα, οι μυϊκές άτρακτοι, ευθύνονται για αυτήν την αντίδραση, οι οποίες όταν ανιχνεύσουν μια γρήγορη διάταση διεγείρονται ενεργοποιώντας το αντανακλαστικό στέλνοντας σήμα εισόδου στη σπονδυλική στήλη μέσω των κεντρομόλων νευρικών ινών Ia.

Μετά από τη σύναψη με τους κινητικούς νευρώνες τύπου α οι νευρικές ώσεις επιστρέφουν στον αγωνιστή μυ (Bosco et al., 1979 1981 1982). Όπως και στο μηχανικό μοντέλο, αν η μειομετρική συστολή δεν ακολουθηθεί άμεσα από την διάταση τότε η διευκόλυνση του μυοτατικού αντανακλαστικού περιορίζεται. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο κύκλος διάτασης-βράχυνσης περιλαμβάνει το συνδυασμό των δυο ανωτέρω μοντέλων για την μέγιστη απόδοση του μυός στον μικρότερο δυνατό χρόνο εκτέλεσης. Η πιο σημαντική φάση του κύκλου διάτασης-βράχυνσης είναι η μεταβατική φάση, η φάση δηλαδή που τελειώνει η έκκεντρη

συστολή και αρχίζει η σύγκεντρη. Στόχος του αθλητή είναι η χρονική ελαχιστοποίηση του χρόνου αυτού (Cavagna et al., 1977).

Οι Moir et al. (2004) προτείνουν ότι η αξιολόγηση του CMJ σε αθλητές μπορεί να επιτευχθεί με υψηλό βαθμό αξιοπιστίας (ICC=0.93). Οι Ruben et al., (2010) και McBride et al., (2005), αναφέρουν πως απαιτείται μικρή τεχνική επιδεξιότητας για την εκτέλεση του.

Σύμφωνα με τους Gullich & Schmidtbleicher, (1996) αν έχει πραγματοποιηθεί άσκηση την προηγούμενη μέρα υψηλής έντασης και έχει παραχθεί γαλακτικό οξύ η απόδοση του CMJ παραμένει στάσιμη.



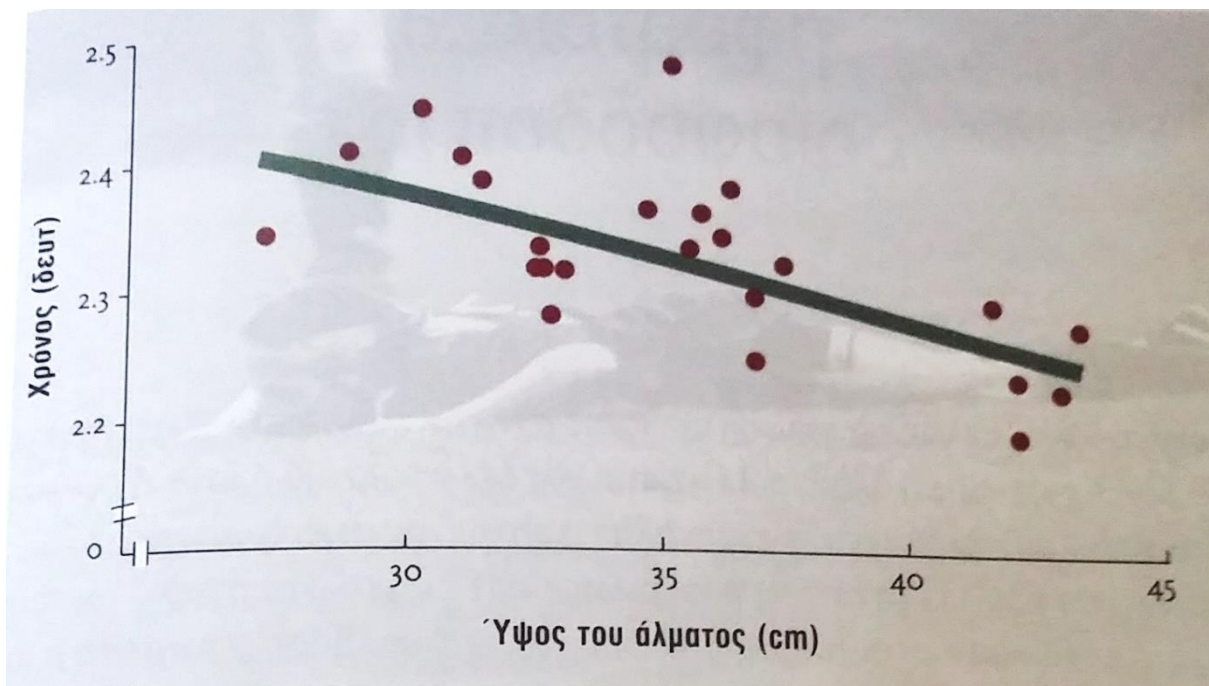
Εικόνα 10: Αθλητής κατά τη διάρκεια του αγώνα και οι τεράστιες δυνάμεις που χρειάζονται για την εκτέλεση αυτού του άλματος (Sport business September 2005)

2.4. Η χρησιμότητα του άλματος στο ποδόσφαιρο

Ένα σημαντικό στοιχείο που πρέπει να περιλαμβάνεται στις αθλητικές ικανότητες ενός ποδοσφαιριστή είναι το άλμα. Η δυνατότητα εκτέλεσης του άλματος είναι εξίσου σημαντική για τους τερματοφύλακες και τους υπόλοιπους παίκτες. Ένα άλμα όπως έχει ήδη αναφερθεί ξεκινάει από θέση κάμψης κορμού με θέση ημικαθίσματος και ταυτόχρονη κίνηση των χεριών κατά την ώρα της εκτέλεσης. Στην διάρκεια ενός αγώνα ο αθλητής θα πρέπει να είναι σε θέση να εκμεταλλευτεί το άλμα ανάλογα με τις απαιτήσεις του αγώνα όπως για παράδειγμα ο καλός συγχρονισμός άλματος και η ικανότητα κεφαλιάς. Όλοι οι ποδοσφαιριστές θα πρέπει αν είναι

σε θέση να επιτύχουν το μέγιστο άλμα κατά την διάρκεια του αγώνα. Για να επιτευχθεί ένα λειτουργικό άλμα απαραίτητη είναι η ελαστικότητα.(Ekstrand et al,2003)

Για να δοκιμαστεί η ελαστικότητα χρησιμοποιείται το τεστ άλματος που μετρά πόσο ψηλά μπορεί να ανυψώσει ένας αθλητής το κεντρικό σημείο του σώματος του. Κατά μέσο όρο οι άντρες ποδοσφαιριστές επιπέδου επιτυγχάνουν άλμα 50-55 εκατοστά ενώ οι γυναίκες που ασχολούνται με το ποδόσφαιρο 30-35 εκατοστά. Παρακάτω παραθέτουμε ένα διάγραμμα που σχετίζει το ύψος άλματος στο τεστ ελαστικότητας με ένα τεστ ταχύτητας 15 μέτρων.(Ekstrand et al,2003)



Εικόνα 11:Συσχετισμός μεταξύ ύψους του άλματος στο τεστ ελαστικότητας και του χρόνου σε τεστ 15μέτρων (Ιατρική στο ποδόσφαιρο Ekstrandetall)

Στο ποδόσφαιρο οι περισσότερες κινήσεις αποτελούνται από μια κίνηση έναρξης και στάσης , άλματος και σουτ έτσι επιτυγχάνεται ένας συνδυασμός πλειομετρικών, μειομετρικών και ισομετρικών κινήσεων των μυών. Ένας ποδοσφαιριστής μπορεί να γυμνάσει τα διαφορετικά είδη μυικής δύναμης (πλειομετρική,μειομετρική, ισομετρική) σε προπόνηση με βάρη αλλά είναι σημαντικό ότι τα πρότυπα κίνησης που γυμνάζονται είναι παρόμοια με εκείνα που γυμνάζονται κατά την διάρκεια μιας προπόνησης ποδοσφαίρου.(Ekstrand et al,2003)

Απαραίτητοι όμως παράγοντες για να μπορέσει ο αθλητής να εκτελέσει το μέγιστο άλμα είναι οι ακόλουθοι :

- Η ικανότητα παραγωγής ενέργειας χωρίς την ανάγκη για οξυγόνο (αναερόβια ικανότητα)

- Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου
- Η νευρομυϊκή λειτουργία (η δύναμη των μυών και ο συντονισμός)
- Οι ψυχολογικοί παράγοντες (αυτοπεποίθηση, συγκέντρωση) (Ekstrand et al, 2003)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Πριν περάσουμε στο ερευνητικό μέρος όπου θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα των παρεμβάσεων (κρυοθεραπεία, θερμοθεραπεία, ισχαιμική πίεση) στο ύψος του κατακόρυφου άλματος, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε την επίδραση των φυσικών μέσων στους ιστούς.

Στον αθλητισμό ένα μεγάλο μέρος της πρόληψης και αντιμετώπισης ενός τραυματισμού αλλά και της ολοκληρωμένης αποκατάστασής του αποτελούν τα φυσικά μέσα όπως η κρυοθεραπεία και η θερμοθεραπεία.

3.1.Κρυοθεραπεία

Η κρυοθεραπεία είναι μια θεραπευτική μέθοδος με την οποία επιτυγχάνεται τοπική μείωση της θερμοκρασίας σε μια ανατομική περιοχή τραυματισμένη ή μη κατά την διάρκεια εφαρμογής ενός ψυχρού μέσου.

Η θεραπευτική αυτή τεχνική παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στο οξύ στάδιο ενός τραυματισμού αλλά εξίσου σημαντική είναι και για το υποξύ και το χρόνιο. (Φουσέκης ,2014).

Οι κυριότεροι τρόποι κρυοθεραπείας είναι : Πάγος σε στερεή μορφή είτε σε τυποποιημένα πακέτα ειδικής γέλης, εμβύθιση σε παγωμένο νερό είτε σε δινόλουτρο, εκνεφώματα χλωριούχου αιθυλίου, μηχανήματα παραγωγής κρύου αέρα και ειδικοί θάλαμοι για έκθεση σε εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες.

Η εφαρμογή της κρυοθεραπείας μπορεί να είναι είτε στατική είτε δυναμική. Η διαφορά τους είναι ότι η στατική περιλαμβάνει τοποθέτηση ψυχρών επιθεμάτων σε μια περιοχή για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, ενώ η δυναμική περιλαμβάνει είτε κίνηση του ψυχρού μέσου πάνω και γύρω από τον τραυματισμένο ιστό ή την κίνηση του τραυματισμένου μέλους μέσα στο ψυχρό μέσο. Η δυναμική εφαρμογή τα τελευταία χρόνια περιλαμβάνει δύο συνδυαστικές τεχνικές κινησιοθεραπείας με χρήση κρυοθεραπείας. Είτε την κίνηση του ψυχρού μέσου πάνω και γύρω από τον τραυματισμένο ιστό, είτε την κίνηση του τραυματισμένου μέλους μέσα στο ψυχρό μέσο όπως στις περιπτώσεις της κινησιοθεραπείας μέσα σε παγωμένο νερό.

Για την συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιήθηκαν τα επιθέματα λόγω της εύκολης εφαρμογής αλλά και της αποτελεσματικότητας τους στην μεταβολή της θερμοκρασίας. Ο χρόνος εφαρμογής εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι οι ατομικοί (ευαισθησία), η

έκταση του τραυματισμού, η μέθοδος κρυοθεραπείας και το βάθος της τραυματισμένης περιοχής (Κίτσιος 2001). Όταν η περιοχή που θα εφαρμοστεί η κρυοθεραπεία είναι μικρή ο χρόνος εφαρμογής κυμαίνεται από 10 έως 15 λεπτά ενώ αν η περιοχή είναι μεγαλύτερη ο χρόνος εφαρμογής κυμαίνεται από 20 έως 30 λεπτά. Μετά τα 30 λεπτά εφαρμογής δεν υπάρχει κάποια σημαντική μεταβολή, συγκεκριμένα η εφαρμογή ψυχρών επιθεμάτων για εφαρμογή 20 λεπτών οδηγεί σε μια σημαντική μείωση της θερμοκρασίας του δέρματος που κυμαίνεται από 13,1 βαθμούς κελσίου έως και 20,3 βαθμούς κελσίου (Kennet J. et al 2007 & Merrick M. 1993)



Εικόνα 12: Εφαρμογή κρυοθεραπείας (θρυμματισμένος πάγος σε σακούλα) στην άρθρωση του γόνατος (medlab.gr.com)

Οι λόγοι που η κρυοθεραπεία είναι τόσο διαδεδομένη είναι αρκετοί, αφού παρά την απλότητα και την ευκολία της εφαρμογής της οι επιδράσεις της είναι πολύ σημαντικές.

Επιδράσεις κρυοθεραπείας :

- Μείωση αιματώματος
- Μείωση μυϊκού σπασμού
- Μείωση του πόνου
- Μείωση οιδήματος
- Μείωση κυκλοφορίας του αίματος
- Μείωση μεγέθους της οξείας κάκωσης
- Μείωση μεγέθους φλεγμονής
- Μυϊκή διεγερσιμότητα

- Αισθητικότητα περιοχής
- Ταχύτητα μετάδοσης νευρικών ερεθισμάτων
- Τοπική θερμοκρασία
- Εκπόλωση μυικής ατράκτου
- Μείωση του μεταβολισμού
- Βελτίωση φλεβικής και λεμφικής κυκλοφορίας (Forster 1986 , Burt 1965)

Αναλυτικότερα εφαρμόζοντας κρυοθεραπεία οι αισθήσεις που προκαλούνται αρχικά στο δέρμα είναι αυτή του ψυχρού και του πόνου. Οι δύο αυτές αισθήσεις θα κατασταλούν εάν το κρύο είναι αρκετά έντονο μέσω της αναχαίτησης της νευρικής αγωγιμότητας (Tim Watson). Εάν η θερμοκρασία του δέρματος μειωθεί κατά 10 βαθμούς κελσίου η μείωση της αγωγιμότητας στα αισθητικά και τα κινητικά νεύρα θα είναι 33% και 14% αντίστοιχα (Algafly 2007). Παράλληλα η μείωση της λειτουργίας της συνολικής λειτουργίας των κινητικών νεύρων οδηγεί σε μείωση του πόνου αφού μέσω του παραπάνω μηχανισμού μειώνεται ο μυικός σπασμός και κατα συνέπεια ο πόνος (Tepperman PS 1986 & Lee et al 1978). Επιπλέον έχει αποδειχθεί ότι η μικρής διαμέτρου εμμύελες ίνες (πχ αδ) οι οποίες μεταφέρουν το αίσθημα του πόνου είναι πιο ευαίσθητες στο κρύο με αποτέλεσμα την μείωση του πόνου λόγω των επιδράσεων του ψυχρού στις νευρικές ίνες και στις ελεύθερες νευρικές απολήξεις (Tim Watson 2008).

Η μυική απόδοση εξαρτάται από την θερμοκρασία. Η δύναμη, η ταχύτητα και η μέγιστη ισομετρική δύναμη από την διέγερση σε μεγάλες συχνότητες εξαρτώνται από την θερμοκρασία ενώ άλλες δεν επηρεάζονται τόσο συχνά από θερμοκρασίες 25 έως 37 βαθμούς κελσίου (Jones et al ,2004). Σε περίπτωση που η μείωση της θερμοκρασίας γίνεται σε λογικά πλαίσια οι μυικές συστολές μετά την ψύξη επιβραδύνονται αλλά φτάνουν σε ένα φυσιολογικό επίπεδο δύναμης. Θερμοκρασίες χαμηλότερες από 27 βαθμών κελσίου μπορεί να μειώσουν την απόδοση των μυών (Otte et al ,2002).

Ο μυικός τόνος μπορεί να μειωθεί μέσω κρυοθεραπείας αφού κατά την εφαρμογή της υπάρχουν μεταβολές στο νευρικό σύστημα όπως αλλαγές στην δράση των μυικών ατράκτων, των Ια και των δευτερευουσών αισθητικών ινών, των α κινητικών νευρώνων, των γ ινών, των νευρομυικών συναρμογών ή του ίδιου του μυός. Η μείωση της θερμοκρασίας που απαιτείται για να ενεργήσουν οι μυικές άτρακτοι δεν είναι μεγάλες και γι' αυτό το λόγο αντιδρούν πιο γρήγορα σε σχέση με άλλες μυικές και νευρικές δομές. Ανάλογα με το βαθμό της ψύξης η

ευαισθησία της μυϊκής ατράκτου πέφτει είτε εξαιτίας της απευθείας επίδρασης στις αισθητικές απολήξεις είτε επειδή μειώνεται ο ρυθμός πυροδότησης των Ia κεντρομόλων ινών ή και τα δύο (Eldredferal 1960, Ottoson 1965). Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω επειδή ο πόνος εμπλέκεται με το μυϊκό σπασμό η μείωση του μυϊκού τόνου μπορεί να οφείλεται και στη μείωση της νευρικής αγωγιμότητας τόσο στο μυ όσο και στα κινητικά νεύρα. Παρόλα αυτά υπάρχουν και έρευνες στις οποίες αναφέρεται πως ο μυϊκός τόνος αυξήθηκε μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας. Οι Price et al (1993) εφάρμοσαν σε ασθενείς κρύο με στόχο να μειώσουν το μυϊκό τόνο και προέκυψε αντίθετο αποτέλεσμα το οποίο αποδόθηκε στην επίδραση του απτικού ερεθισμού, ενώ οι Lehmann και de Lateur(1999) υποστήριζαν ότι υπάρχει μια αύξηση της διεγερτικότητας των α κινητικών νευρώνων. Συνεπώς ανάλογα με το ποια μέθοδος κρυοθεραπείας θα χρησιμοποιηθεί θα προκύψει και το αντίστοιχο αποτέλεσμα στο μυϊκό τόνο δηλαδή είτε διέγερση (πχ σύντομο ερέθισμα όπως είναι η παγομάλαξη), είτε αναστολή (πχ παρατεταμένη ψύξη με ψυχρό επίθεμα).

Η εφαρμογή κρυοθεραπείας έχει και αρνητικές και θετικές επιδράσεις στην **επιδιόρθωση του ιστού** και γι' αυτό είναι αναγκαίο να προσδιόριζεται από τον θεραπευτή ποιο είναι το επιθυμητό αποτέλεσμα σε κάθε στάδιο της επούλωσης. Έρευνα των Merrick et al (1999) έδειξε ότι το κρύο μπορεί να έχει θετική επίδραση στη διάρκεια της φάσης ενός “δευτερεύοντος τραυματισμού” όταν -σε κάποιες πιο σοβαρές κακώσεις- η δευτερογενής υποξία και η ενζυμική δραστηριότητα μπορεί να προκαλέσουν επιπλέον βλάβη στους ιστούς που πρόσκεινται στο αρχικό τραύμα. Η κυτταρική και χημική δραστηριότητα επιβραδύνεται από την ψύξη, ενώ παράλληλα μειώνεται η απελευθέρωση του οξυγόνου και η αιματική ροή. Έτσι μέσω αυτών των μηχανισμών υπάρχει πιθανότητα μείωσης της ενζυμικής δραστηριότητας και του μεταβολικού ρυθμού του ιστού που έχει τη βλάβη και έτσι να βοηθήσει στη διατήρηση της ακεραιότητάς του σε αυτή τη φάση.

Οι **αλλαγές στο κολλαγόνο** σχετικά με την εφαρμογή κρυοθεραπείας δε έχουν διευκρινιστεί πλήρως αφού δεν έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες πάνω στο συγκεκριμένο θέμα. Βέβαια είναι λογικό να περιμένουμε πως το κολλαγόνο γίνεται πιο δύσκαμπτο όταν ψύχεται χωρίς όμως να έχει διευκρινιστεί σε ποιο βαθμό και σε ποιες θερμοκρασίες γίνεται αυτό.

Ενδείξεις :Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οξύ ή χρόνιο πόνο, σε οξεία και υποξεία φάση φλεγμονής, σε σπαστικότητα, σε μυϊκό σπασμό και σε οξύ οίδημα.

Αντενδείξεις :Οξύ εμπύρετο νόσημα, κρυοσφαιριναιμία (μη φυσιολογικές πρωτεΐνες του αίματος μπορεί να συγκολληθούν σε χαμηλές θερμοκρασίες προκαλώντας θρόμβωση αγγείων),

αγγειοσπασμός πχ νόσος Raynaud κατά την οποία τα δάκτυλα αποκτούν λόγω του σοβαρού αγγειοσπασμού λευκό μπλε χρώμα, μερική ή ολική απώλεια αισθητικότητας (Cuthill JA, Cuthill SC 2005).

Επιπλοκές που μπορεί να προκύψουν από την χρήση κρυοθεραπείας : Κρυοπάγημα που εμφανίζεται είτε λόγω εφαρμογής πολύ ψυχρού επιθέματος, είτε λόγω εφαρμογής του χωρίς κάποιο ενδιάμεσο προστατευτικό υλικό αν ο χρόνος εφαρμογής είναι μεγάλος. Ενδεχόμενος κίνδυνος βλάβης νεύρου όταν εφαρμόζεται κρυοθεραπεία σε περιοχές του σώματος όπου ο νευρικός ιστός βρίσκεται στην επιφάνεια του δέρματος. Πολλές έρευνες κατέγραψαν πρόκληση νευρικών βλαβών μετά από κρυοθεραπεία του περνιαίου νεύρου, του πλάγιου μηροδερματικού νεύρου και του μηροδερματικού νεύρου (Covington & Bassett 1993, Green et al 1989, Parker et al 1983).



Εικόνα 13:Επίθεμα ειδικής γέλης - κρύου - θερμού (promed.grr)

3.2.Θερμοθεραπεία

Καλείται οποιαδήποτε μορφή θεραπείας που χρησιμοποιεί την θερμότητα. Η μεταφορά θερμότητας στους ιστούς εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- Πάχος του ιστού που απορροφά την ενέργεια
- Η σύνθεση του ιστού
- Ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας
- Η θερμοκρασία στην οποία μπορεί να φτάσει ο ιστός

- Η ικανότητα του ιστού να διαχέει την θερμότητα, γεγονός που αποτελεί κυρίως παράγοντα της τροφοδοσίας στο αίμα (Sheila Kitchen 2008)

Οι παραπάνω μεταβολές στους ιστούς μπορούν να επέλθουν μέσω των διαφορετικών εφαρμογών θερμοθεραπείας που χωρίζονται σε τρεις υποκατηγορίες και είναι οι εξής : Α)Υπό στερεά μορφή (θερμοκρασίας 36-40 βαθμούς κελσίου) και αποτελείται απο θερμοφόρα απλή-ελαστική-μεταλλική-ηλεκτρική και από πηλό. Β)Υπό υγρά μορφή (θερμοκρασίας 40-50 βαθμούς κελσίου) και αποτελείται απο θερμά επιθέματα, λουτρά παραφίνης και δινόλουτρα. Γ)Υπό αερώδη μορφή (θερμοκρασίας 80-110 βαθμούς κελσίου) αποτελούμενη απο θερμό αέρα και ατμόλουτρο.

Στην περίπτωση που στόχος μας είναι να επηρεάσουμε πιο εν τω βάθει ιστούς (0,5 έως 8-10cm) χρησιμοποιούμε τις εξής μορφές:

- Θερμότητα εξ ακτινοβολίας: υπέρυθρε-υπεριώδεις-φωτόλουτρα
- Θερμότητα εκ μετατροπής: Διαθερμίες(μακρά-βραχεία-υπερβραχεία-μικροκύματα), υπέρηχοι (Κίτσιος 2001)

Η εφαρμογή της ξεκινάει 24 ή 36 ώρες μετά τον τραυματισμό. Οι πρώτες συνεδρίες διαρκούν 8 με 10 λεπτά ενώ οι επόμενες 15 με 30 λεπτά. Λιγότερος ή περισσότερος χρόνος ενδέχεται να καθυστερήσει την όλη διαδικασία της λειτουργικής αποκατάστασης. Η εφαρμογή θερμότητας επαναλαμβάνεται καθημερινά ή 3 με 4 φορές την εβδομάδα. Σε περιπτώσεις εντατικής θεραπείας είναι δυνατόν να εφαρμόζεται 2 με 3 φορές την μέρα, συνήθως διαρκεί μεταξύ 15 με 20 συνεδρίες και αυτό εξαρτάται από : Την ανατομική δομή που έχει τραυματιστεί, απο το βαθμό κάκωσης, το βάθος του τραύματος, την ιδιοσυγκρασία του αθλητή , την μορφή θερμότητας που εφαρμόζεται και το χρόνο έναρξης θεραπείας (Rulffw. W,1982).

Όπως η εφαρμογή κρυοθεραπείας έτσι και η εφαρμογή θερμοθεραπείας έχει τη δυνατότητα να επιφέρει θετικά αποτελέσματα σε ένα τραυματισμένο ή μη ιστό.

Επιδράσεις θερμοθεραπείας:

- Αύξηση θερμοκρασίας του σώματος
- Χαλάρωση μυϊκού σπασμού
- Υποχώρηση των φλεγμονωδών φαινομένων

- Μείωση πόνου
- Γρήγορη απορρόφηση οιδήματος
- Μείωση δυσκαμψίας γειτονικών αρθρώσεων
- Αύξηση των λεμφοκυττάρων
- Αύξηση των αντισωμάτων
- Αύξηση της ικανότητας διάτασης των κολλαγόνων ιστών
- Αύξηση του O₂ στην θερμαινόμενη περιοχή (Rulffs W.1982)

Ειδικότερα τα θερμά επιθέματα επιφέρουν διεύρυνση των αγγείων, αυξάνουν την τοπική αιμάτωση, επιφέρουν χαλάρωση και αναλγητική ενέργεια (Κίτσιος 2001).

Πιο αναλυτικά, για την **μείωση του πόνου** διάφοροι μηχανισμοί μπορεί να είναι υπεύθυνοι. Ο πόνος μπορεί να μειώνεται ελαττώνοντας τον δευτερογενή μυϊκό σπασμό ή μέσω των αλλαγών στην ταχύτητα νευρικής αγωγιμότητας. Σε έρευνα που πραγματοποίησε ο Kramer(1984) χρησιμοποίησε την υπέρυθη ακτινοβολία στην ομάδα ελέγχου αξιολογώντας τα θερμικά αποτελέσματα του υπερήχου στην νευρική αγωγιμότητα σε φυσιολογικά άτομα. Οι εφαρμογές έγιναν ξεχωριστά στο ωλένιο νεύρο σε δόσεις αυξάνοντας την θερμοκρασία κατά 0,8 βαθμούς κελσίου. Και με τα δύο μέσα παρατηρήθηκε αύξηση της ταχύτητας αγωγιμότητας του ωλένιου νεύρου.

Ερευνητές υποστήριξαν πως η θερμότητα μπορεί να ανακουφίσει σε πολλές περιπτώσεις τον **μυϊκό τόνο**. Οι αντιδράσεις των μυϊκών ατράκτων, των δευτερευουσών κεντρομόλων ινών και των τενόντιων οργάνων του Golgi στην θερμότητα έχουν όλες ερευνηθεί. Οι Ια κεντρομόλες ίνες των μυϊκών ατράκτων όπως έχει αποδείχτεί από τον Mense (1978) αυξάνουν τον ρυθμό πυροδότησης τους με μια μέτρια αύξηση της θερμοκρασίας ενώ σύμφωνα με τους Lehmann και de Lauter (1999) οι δευτερεύουσες κεντρομόλες ίνες εμφανίζουν μειωμένη πυροδότηση με τις αυξήσεις της θερμοκρασίας. Η πυροδότηση των τενόντιων οργάνων του Golgi εμφανίζεται αυξημένη οδηγώντας σε αυξημένη αναχαίτιση. Όλοι οι παράγοντες που αναφέρθηκαν μπορεί να μειώνουν τον τόνο με την προϋπόθεση ότι ο δευτερογενής σπασμός είναι ένα τονικό φαινόμενο (Watson, 2008). Όμως έρευνες έχουν αποδείξει ότι ακόμα και η επιφανειακή θέρμανση του δέρματος μπορεί να μειώσει τον μυϊκό τόνο. Σύμφωνα με τους Fischer και Solomon (1965) τα θερμά επιθέματα και η υπέρυθη ακτινοβολία που επιδρούν επιφανειακά

στο δέρμα μειώνουν την τάση λόγω της δράσης των γ ιών που επιδρούν στις μυικές ακτράκτους. Οι επιδράσεις της θερμοθεραπείας είναι βραχυπρόθεσμες ενώ της κρυοθεραπείας μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικές εφόσον η θερμοκρασία του μυός επιστρέφει στο φυσιολογικό πιο αργά μετα απο ψύξη απο οτι μετα απο θέρμανση (Watson, 2008).

Η θερμότητα επηρεάζει άμεσα τους κολλαγόνους ιστούς που βρίσκονται κυρίως στις αρθρώσεις (τένοντες, σύνδεσμοι, αρθρικοί θύλακες). Μια κάκωση ακολουθείται από μια διάταση ή ρήξη των μορίων της άρθρωσης με αποτέλεσμα την δημιουργία έντονου πόνου, οιδήματος και έλλειψη λειτουργικότητας (Rylffs V.1982). Όταν η θερμότητα εφαρμοστεί στο υποξύ και στο χρόνιο στάδιο αυξάνει τις γλοιοελαστικές ιδιότητες των ενδοαρθρικών ιστών ενώ αν εισχωρήσει στην περιοχή και παραμείνει για 15 με 20 λεπτά επιφέρει επιπλέον στους ιστούς και στις κολλαγόνες ίνες αυξημένη ελαστικότητα.

Η θερμότητα επιπλέον έχει την ικανότητα μέσω του μηχανισμού της αύξησης της τοπικής θερμοκρασίας, της έντονης αιμάτωσης και της γρήγορης ανταλλαγής της ύλης (προιόντα μεταβολισμού) να απορροφά το οίδημα παρασύροντας τα συστατικά (υγρα) του. Στην συνέχεια η οξυγόνωση της περιοχής με νέο αίμα και ο εφοδιασμός με θεραπευτικά συστατικά βοηθά στην μείωση της φλεγμονής. (Κίτσιος 2001)

Η δύναμη και η αντοχή μπορούν να επηρεαστούν επίσης από μια αύξηση της θερμοκρασίας. Οι Edwards et al (1970) έδειξαν ότι μειώθηκε η ικανότητα για διατήρηση ισομετρικής σύσπασης μετά απο εμβύθιση των κάτω άκρων σε υδρόλουτρο στους 44 βαθμούς κελσίου για 45 λεπτά. Επίσης έχει αποδειχθεί οτι η εφαρμογή θερμότητας μέσω διαθερμίας βραχέων κυμάτων μειώνει την δύναμη του τετρακεφάλου (Chastain 1978). Η θερμοκρασία που βρέθηκε απο την μελέτη ήταν 42,4 βαθμούς κελσίου σε βάθος 3,22cm. Παρόλα αυτά ο Chastain(1978) παρατήρησε στις επόμενες δύο(2) ώρες αύξηση μυικής δύναμης η οποία παρέμεινε πάνω απο τα προ θεραπείας επίπεδα.

Ενδείξεις: Σε αντίθεση με την κρυοθεραπεία η θερμοθεραπεία δεν χρησιμοποιείται στο οξύ στάδιο των κακώσεων αλλά μονο σε υποξύ και χρόνιο.

Αυτή η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαστρέμματα, σε κράμπες, αιματώματα, θλάσεις, εξάρθρατα, επικονδυλίτιδες, περιοστίτιδες, θυλακίτιδες, τενοντίτιδες και νευρίτιδες.

Υπάρχουν και οι ενδείξεις που αφορούν χρόνιες παθολογικές καταστάσεις και περιλαμβάνουν νευραλγίες, αρθροπάθειες, μυαλγίες, οσφυϊκό σύνδρομο, αυχενικό σύνδρομο, οσφυαλγίες, ισχιαλγίες, αίμαρθρο, βρογχίτιδες και ύδραρθρο .

Σε γυναικολογικές παθήσεις όπως κολπίτιδα.

Σε οφθαλμολογικές παθήσεις και σε δερματολογικές (Κίτσιος 2001)

Αντενδείξεις :Στις αντενδείξεις περιλαμβάνονται οι διαταραχές αισθητικότητας ,η κακή αιμάτωση της περιοχής, η αιμορραγική προδιάθεση , το απονεκρωμένο δέρμα, η εγκυμοσύνη,η επιληψία ,η οξεία δερματίτιδα και η φλεβική ανεπάρκεια. (Lehman JF., 1999)

Επιπλοκές που μπορεί να προκύψουν από την χρήση θερμοθεραπείας :Εγκαύματα συνήθως επιφανειακά με εμπλοκή μόνο της επιδερμίδας, μπορεί να προκύψουν εξαιτίας ανεπαρκούς ελέγχου των μέσων θεραπείας και του θεραπευτικού εξοπλισμού, μεγάλου αισθητικού ελλείμματος του ασθενή, ύπαρξης απονεκρωμένου ιστού. Τα εγκαύματα προκαλούνται συνήθως σε θερμοκρασίες άνω των 46 με 47 βαθμών κελσίου (Hardy 1951, Stevens 1983). Χρόνια βλάβη στους ιστούς : προκαλείται από παρατεταμένη έκθεση στην Υ/Α σε υψηλές, ωστόσο ανεκτές απο τον ασθενή θερμοκρασίες (Kligman 1982).

Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκε σε συνδυασμό με τη κρυοθεραπεία και τη θερμοθεραπεία η ισχαιμική πίεση. Παρόλο που στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν πολλές αναφορές στην ισχαιμική πίεση, φαίνεται πως η χρήση της μπόρει να έχει θετικές επιδράσεις.

3.3.Ισχαιμική πίεση

Η χρήση της ισχαιμικής πίεσης είναι αρκετά διαδεδομένη στο χώρο του αθλητισμού τόσο ως θεραπευτική παρέμβαση όπως στην περίπτωση της απενεργοποίησης των σημείων πυροδότησης πόνου όσο και ως συνδυαστική παρέμβαση με άλλες μεθόδους είτε για βελτίωση της αιματικής κυκλοφορίας και αποσυμφόρηση των κάτω άκρων είτε για αύξηση της απόδοσης του αθλητή. Ο μηχανισμός στον οποίο βασίζεται η ισχαιμική πίεση σχετίζεται στην αρχή με μια τοπική μείωση της αιματικής κυκλοφορίας και στη συνέχεια μετά από παύση της πίεσης με μια υπεραιμάτωση της περιοχής. Η υπεραιμάτωση αυτή θα βοηθήσει στην καλύτερη αίσθηση των κάτω άκρων από τον αθλητή, ενώ σε περίπτωση φλεγμονής θα υπάρξει αποβολή των παραγόντων της από τον μυ καθώς και των μεταβολιτών του πόνου απευαισθητοποιώντας έτσι τις νευρικές απολήξεις.

3.4. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας για την κρυοθεραπεία, θερμοθεραπεία και ισχαιμική πίεση

Στη βιβλιογραφία οι αναφορές για τη χρήση κρυοθεραπείας στον αθλητισμό είναι πολλές, ενώ για τη χρήση θερμοθεραπείας και ισχαιμικής πίεσης αρκετά πιο μειωμένες. Ακόμα πιο μειωμένες είναι οι αναφορές των παραπάνω παρεμβάσεων σχετικά με το κατακόρυφο άλμα.

- Κρυοθεραπεία:

Όνομα/ Ημερομηνία	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Λιαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Eston R., Peters D. (1999)	Εκτίμηση επιπτώσεων της κρύας εμβύθισης στο νερό για τα συμπτώματα μυϊκής βλάβης μετά από εντατική έκκεντρη άσκηση.	15 γυναίκες ηλικίας 22 ετών.	Εκτέλεση έκκεντρης άσκησης σε ισοκινητικό δυναμόμετρο στους καμπτήρες του αγκώνα που προκαλεί βλάβη.	Μία ομάδα (n=7) δεν εφάρμοσε καμία θεραπεία, ενώ η άλλη (n=8) κρυοθεραπεία. Τα άτομα στην ομάδα κρυοθεραπείας βύθιζαν το χέρι σε κρύο νερό για 15 λεπτά αμέσως μετά την έκκεντρη άσκηση και στη συνέχεια κάθε 12 ώρες για 15 λεπτά για συνολικά 7 συνεδριάσεις	Μυϊκή ευαισθησία, δραστική κινάση και κρεατίνης στο πλάσμα, χαλαρή γωνία του αγκώνα, ισομετρική δύναμη και οίδημα.	Αν και η κρύα εμβύθιση μπορεί να μειώσει τη μυϊκή δυσκαμψία και το ποσό ζημιάς μετά την επίπονη έκκεντρη άσκηση φαίνεται να υπάρχει επίδραση στην αντίληψη της τρυφερότητας και απώλεια δύναμης.
Beth L. Atnip, Jean L. McCrory (2004)	Προσδιορισμός των αποτελεσμάτων της κρυοθεραπείας στην ποδοκνημική και της κινηματικής υγιών αθλητών εκτελώντας κίνηση 45 μοιρών.	21 άτομα	21 άτομα πραγματοποίησαν κάμψη 45 μοιρών πριν και μετά την κρυοθεραπεία. Οπισθοανακλαστικοί δείκτες τοποθετήθηκαν στο υποκείμενο στέλεχος και το πόδι ενώ 6 φωτογραφικές μηχανές υψηλής ταχύτητας	Μια επαναλαμβανόμενη μέτρηση ANOVA πραγματοποιήθηκε πριν και μετά τον πάγο για τις ελάχιστες και μέγιστες μετατοπίσεις και ταχύτητες.	Πατέντα κίνησης και γωνιακές ταχύτητες.	Τα αποτελέσματα δεν υποστηρίζουν καμία αλλαγή για την κρυοθεραπεία σε τραυματισμένους αθλητές για 10 λεπτά κατά τη διάρκεια ημιχρόνου.

			χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή κινηματικών στοιχείων.			
Melissa L. Richendollar et al (2006)	Να εξετάσει τα αποτελέσματα της εφαρμογής σακούλας πάγου στο πρόσθιο τμήμα των μηρών και προθέρμανσης για 3 μέγιστες λειτουργικές δοκιμασίες επιδόσεων.	24 μη τραυματισμένοι άνδρες ηλικίας 18-24	Πραγματοποίησαν όλοι κατακόρυφο άλμα σε μονοποδική, γρήγορο τρέξιμο και 36,58m sprint.	Στη μια μέτρηση εφαρμόστηκε πάγος και ύστερα πραγματοποιήθηκαν οι λειτουργικές δοκιμασίες, στην επόμενη προθέρμανση και τέλος συνδυασμός πάγου και προθέρμανσης.	Μέγιστη υψηλή ένταση	Η εφαρμογή πάγου επηρέασε αρνητικά την απόδοση της μέγιστης υψηλής έντασης στις λειτουργικές δοκιμασίες. Η προθέρμανση και ο χρόνος για μυϊκό ζέσταμα μετά την εφαρμογή πάγου χρόνος για μυϊκό ζέσταμα μετά την εφαρμογή πάγου .
Joseph H.Dykstra et al (2009)	Αξιολόγηση και σύγκριση της αποτελεσματικότητας με παγοκύστες, συνθλιμμένο και υγρό πάγο στην ενδομυϊκή και στην επιφανειακή θερμοκρασία.	12 υγιείς συμμετέχοντες	20 λεπτά εφαρμογή στο γαστροκνήμιο	Θρυμματισμένους πάγους, πάγους σε κύβους και υγρός πάγους	Ενδομυϊκή και επιφανειακή θερμοκρασία	Ο πάγος σε κύβους και ο υγρός πάγος παρήγαγαν τη χαμηλότερη επιφανειακή και ενδομυϊκή θερμοκρασία. Ο υγρός πάγος δημιούργησε τη μεγαλύτερη συνολική μεταβολή της θερμοκρασίας κατά τη θεραπεία και αποκατάσταση ενώ ο θρυμματισμένος πάγος παρήγαγε τη μικρότερη αλλαγή.

De Nardi M. (2011)	Διερεύνηση των επιδράσεων της εμβύθισης σε κρύο νερό (CWI) και θεραπεία contrastwater (CWT) στην απόδοση νέων ποδοσφαιριστών κατά τη διάρκεια μιας εβδομάδας προπόνησης.	18 ποδοσφαιριστές ηλικίας 15,5 +/- 1, βάρος 61,8 +/- 3 kg, ύψος 175,5 +/- 4cm και εκπαιδευτική εμπειρία 8,1 +/- 1 χρόνο	Συμμετείχαν σε μια 4ήμερη αποκατάστασης CWI και CWT μετά από κάθε προπόνηση χρησιμοποιώντας δοκιμές απόδοσης και smallsided παιχνίδια.	Εμβύθιση σε παγωμένο νερό και contrastwater therapy. Ύστερα αξιολόγηση σε διάφορες δοκιμασίες	Συγκέντρωση ουρικού οξέος, λευκοκύτταρα, αιμοσφαιρίνη, αλλαγές στα δικτυοερυθροκύτταρα και την κρεατοκινάση του αίματος, μασχαλιαία θερμοκρασία, βαθμολογία αντιληπτής άσκησης μετά από μία προπόνηση, καρδιακός ρυθμός κατά τη διάρκεια της άσκησης, δοκιμές απόδοσης (CMJ), ικανότητα επαναλαμβανόμενου sprint και 5 λεπτά shuttlerun.	Δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όταν χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές παρεμβάσεις: CWI και CWT δεν επηρέασαν αρνητικά τις επιδόσεις των αθλητών. Η κύρια επίδραση της CWI ήταν η μειωμένη αντίληψη της κόπωσης μετά την προπόνηση και αυτό μπορεί να βελτιώσει την προπόνηση. Επιπλέον η χρήση ενεργών πρωτοκόλλων αποκατάστασης που βασίζονται σε κρύο νερό ή κρύο/θερμοουδέτερο νερό προκαλούν τροποποιήσεις της φλεγμονής και των αιματολογικών δεικτών σε νεαρούς ποδοσφαιριστές.
Matthew Douglas et al (2013)	Προσδιορισμός επίδρασης της κρυοθεραπείας που εφαρμόζεται στην ποδοκνημική σε στατική και δυναμική	20 άτομα ηλικίας 18-40 ετών	Κάθε συμμετέχοντας εξετάστηκε σε 2 συνθήκες. Ένα Biodex Balance system χρησιμοποιήθηκε για την	Μία πειραματική κατάσταση όπου εφαρμόστηκε κρυοθεραπεία με βύθιση στο νερό για 15 λεπτά κατευθείαν πριν το τεστ ισορροπίας και	Στατική και δυναμική ισορροπία.	Η κρυοθεραπεία στην ποδοκνημική έχει αρνητική επίδραση στη δυναμική ισορροπία μετά από βύθιση σε παγωμένο νερό,

	ισορροπία σε όρθια στάση.		ποσοτικοποίηση της ισορροπίας.	μα κατάσταση ελέγχου σε θερμοκρασία δωματίου.		ενώ στη στατική δε παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.
Emily E. Williams et al (2013)	Σύγκριση των άμεσων επιπτώσεων των ποικίλων λειτουργιών των εφαρμογών κρυοθεραπείας στην ποδοκνημική στο star excursion balance test και στο κατακόρυφο άλμα.	30 άτομα (9 άντρες, 21 γυναίκες) ηλικίας 20,6±1 χρόνο, ύψους 1.70±0,10m και κιλών 67,5±11,7kg	3 ξεχωριστές συνεδρίες-δοκιμές με διαστήματα ανάπαυσης 72 ώρων. Η δυναμική ισορροπία αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας το star excursion balance test. Το κέντρο της πίεσης αξιολογήθηκε μέσω μιας πλατφόρμας δύναμης κατά τη διάρκεια μονοποδικής στήριξης στατικής ισορροπίας με ανοιχτά και κλειστά μάτια. Το κατακόρυφο ύψος άλματος αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας ένα κατακόρυφο μονοποδικό hop test.	Χωρίς πάγο, πάγος χωρίς συμπίεση και πάγος με συμπίεση.	Ανεξάρτητες μεταβλητές: Είδος θεραπείας χωρίς πάγο,πάγος χωρίς συμπίεση και πάγος με συμπίεση Εξαρτημένες: κέντρο της πίεσης,δυναμικές αποστάσεις ισορροπίας και ύψος κατακ'ρυφου άλματος για το κυρίαρχο πόδι.	Δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών ειδών θεραπείας.
Christiane S.G. Macedo et al (2014)	Ποσοτικοποίηση της ηλεκτρομυογραφικής απάντησης του γαστροκνημίου, πρόσθιου κνημιαίου, μακρύ	35 υγιείς και δραστήριοι φοιτητές	Χρήση πλατφόρμας με κλίση αναγκάζοντας την ποδοκνημική να είναι σε 30 μοίρες αναστροφήςπρι	Εφαρμογή κρυοθεραπείας με εμβύθιση σε κρύο νερό 4±2 βαθμούς Κελσίου για 20 λεπτά.	Ηλεκτρομυογραφική απόκριση γαστροκνήμιο, πρόσθιου κνημιαίου, μακρύ περνιαίου, ορθού μηριαίου	Η μέση τετραγωνική ρίζα της ηλεκτρομυογραφικής ανταπόκρισης ήταν σημαντικά χαμηλότερη ανά πάσα

	περνιαίου, ορθού μηριαίου και μέσου γλουτιαίου σε αναστροφή ποδοκνημικής μετά απο εμβύθιση σε κρύο νερό.		ν και αμέσως μετά από 10, 20, 30 λεπτά αφού την έχουμε βυθίσει σε κρύο νερό. Μετά από επαναλαμβανόμενες μετρήσεις με Shapiro-Wilk Test και Bonferroni's post-hoc και ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης διεξήχθησαν τα αποτελέσματα.		και μέσου γλουτιαίου.	στιγμή μετά την εμβύθιση σε νερό με υπολειμματική δράση της έως και 30 λεπτά σε σύγκριση με την τιμή πριν τη βύθιση σε νερό για όλους τους μύες εκτός από την άμεση μεταβύθιση για τον μέσο γλουτιαίο. Συνεπώς μετά από την εμβύθιση σε κρύο νερό της ποδοκνημικής θα πρέπει να ληφθεί ειδική μέριμνα σε δραστηριότητες που απαιτούν μεγαλύτερο νευρομυϊκό έλεγχο.
Takeda M. et al (2014)	Επιδράσεις της εμβύθισης σε κρύο νερό (CWI) μετά από παιχνίδι προσομοίωση (80 λεπτά) στην ανάκτηση της μυϊκής δύναμης και στους αιματολογικούς δείκτες.	20 παίκτες rugby ηλικίας 20,3 +/-0,6 ετών, ύψος 1,74 +/-0,05 cm, σωματικό βάρος 85,4 +/-2 kg και σωματικό λίπος 18,2 % +/- 1,4%)	Τα άτομα χωρίστηκαν τυχαία είτε σε CWI (n=10) ή παθητική κατάσταση ξεκούρασης (n=10) για την πρώτη φάση και μια βδομάδα αργότερα τα άτομα άλλαξαν συνθήκες για τη δοκιμή 2.	Μετά από την προσομοίωση που περιλαμβάνει σωματική επαφή, η μυϊκή λειτουργική ικανότητα και οι αιματολογικοί δείκτες αίματος εξετάστηκαν αμέσως μετά από CWI ή παθητική ανάπαυση και ξανά μετά απ-ο 24 ώρες.	Αιματολογικοί δείκτες, 10 msprint, CMJ, χρόνος αντίδρασης, πλαϊνό step	Δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για καμία λειτουργία. Συγκεκριμένα, το CWI δεν έχει επανορθωτική δράση από την άποψη μυϊκής βλάβης.

Πίνακας 1: Κρυοθεραπεία

• Θερμοθεραπεία

Όνομα/ Ημερομηνία	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Draper DO et al (1998)	Εξέταση της αύξησης της θερμοκρασίας των ιστών του τρικέφαλου ανθρώπινου μύδου μετά από υπέρηχο ενώ έχει προηγηθεί θέρμανση μέσω ενός θερμού επιθέματος ειδικής γέλης.	21 φοιτητές άντρες και γυναίκες χωρίς τραυματισμούς συμμετείχαν τυχαία σε μία από τις 2 ομάδες	Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες. Τα θερμά επιθέματα τοποθετήθηκαν σε 75 °C νερό. Η θεραπεία του υπέρηχου χορηγήθηκε 1 MHz για 10 λεπτά με ένταση 1,5 W/cm ² . Η θερμοκρασία του ιστού μετρούταν κάθε 30 sec με τηλεθερμόμετρο συνδεδεμένο με υποδερμικό μετρητή στο 1 cm και στα 3 cm του αναισθητοποιημένου τρικέφαλου	Παρέμβαση με υπέρηχο στην οποία είχε προηγηθεί 15 λεπτά εφαρμογή θερμού επιθέματος ή παρέμβαση στην οποία είχε προηγηθεί εφαρμογή επιθέματος σε θερμοκρασία δωματίου.	Ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν η θερμοκρασία του επιθέματος (ζεστό και θερμοκρασία δωματίου), το βάθος μέτρησης (1 και 3 cm) και ο χρόνος (αρχή, μετά την εφαρμογή του επιθέματος και μετά τον υπέρηχο). Η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η θερμοκρασία του ιστού.	Και στα δύο βάθη ιστού υπήρχε 0,8 °C μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας του ιστού με θερμά επιθέματα και υπέρηχο. Στο 1 cm ο υπέρηχος αύξησε τη θερμοκρασία 3,5 °C μετά από 0,5 °C που αυξήθηκε κατά τη διάρκεια εφαρμογής επιθέματος σε θερμοκρασία δωματίου, αλλά μόνο 0,6 °C μετά από 3,8 °C αύξησης κατά τη διάρκεια εφαρμογής θερμού επιθέματος. Στα 3 cm ο υπέρηχος αύξησε τη θερμοκρασία 3,85 °C μετά από μια μικρή (-0,26 °C) μείωση κατά τη διάρκεια εφαρμογής επιθέματος σε θερμοκρασία δωματίου και 3,68 °C μετά από 0,74 °C που αυξήθηκε κατά τη διάρκεια εφαρμογής

						<p>θερμού επιθέματος. Η έντονη αύξηση στην εν τω βάθει θερμοκρασία των μυών (≥ 4 °C) μπορεί να επιτευχθεί με 2-3 λεπτά λιγότερο συνολικό χρόνο όταν έχει ήδη θερμανθεί με θερμό επίθεμα.</p>
Lin YH (2003)	<p>Εκτίμηση της επίδρασης της εφαρμογής ενός θερμού επιθέματος που ακολουθείται από κρύο επίθεμα στο παθητικό εύρος της κάμψης του γόνατος σε άτομα με περιορισμένη κίνηση του γόνατος, συγκρίνοντας αυτή τη θεραπεία με την εφαρμογή ενός θερμού επιθέματος και μόνο.</p>	<p>71 άτομα τυχαιοποιήθηκαν σε 2 ομάδες</p>	<p>Χρησιμοποιήθηκε γωνιόμετρο για τη μέτρηση του εύρους στη παθητική κάμψη γόνατος χωρίς κάποια παρέμβαση (KROM), πριν KROM2 και μετά KROM3 εφαρμόζοντας θερμό επίθεμα με ή χωρίς κρύο.</p>	<p>Στη μία ομάδα εφαρμόστηκε παρέμβαση θερμού που ακολουθήθηκε από κρύο επίθεμα και στη δεύτερη μόνο θερμό.</p>	<p>Παθητικό εύρος κάμψης του γόνατος</p>	<p>Επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ANOVA αποκάλυψαν σημαντική αύξηση στο παθητικό εύρος κάμψης του γόνατος στις 2 ομάδες μελέτης ($p < 0,001$). Επιπλέον, το paired-t-test εμφανίζει στατιστικές προσαυξήσεις κάμψης γόνατος στις διάφορες φάσεις μέτρησης, εκτός από τη φάση θεραπείας χωρίς κρύο επίθεμα. Το εύρος της κάμψης του γόνατος μετά την θεραπεία με κρύο επίθεμα έχει σημαντική αύξηση σε σύγκριση με τη θεραπεία χωρίς κρύο επίθεμα. Συνεπώς η</p>

						εφαρμογή κρύου έχει περιορισμένη αλλά σημαντική επίδραση κατά τη διάρκεια μηχανικής διάτασης για περιορισμένη κίνηση γόνατος.
Mero A. et all (2015).	Διερεύνηση των επιπτώσεων της υπέρυθρης σάουνας (FIRS) αλλά και πιθανές διαφορές μεταξύ αυτής και της παραδοσιακής σάουνας (TRAD).	10 υγιείς σωματικά δραστήριοι άνδρες.	Συμμετείχαν είτε σε μια συνεδρία 60 λεπτών υπερτροφικής δύναμης (STS) ή μια συνεδρία 34 έως 40 λεπτά μέγιστης αντοχής (ETS).	30 λεπτά κολύμβηση στη σάουνα FIRS σε θερμοκρασία από 35 έως 50°C και υγρασία 25 έως 35%. Μετά τη σάουνα οι αθλητές κάθονταν για 30 λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου 21°C και 25 έως 30 % υγρασία. Αυτό πραγματοποιήθηκε και σε σάουνα TRAD στους 35 έως 50°C και υγρασία 60 έως 70 %.	Μέγιστη ισομετρική σε benchpress και legpressκατάκόρυφο άλμα (SMJ) και μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου σε διάδρομο .	Μετά από STS υπήρχαν μειώσεις στη μέγιστη ισομετρική στα benchpress, στη μέγιστη ισομετρική στο legpress, στο CMJ και στο pH αλλά αυξήσεις της καρδιακής συχνότητας και της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος. Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ κολύμβησης σε σάουνα FIRS και όχι κολύμβησης. Η προπόνηση μέγιστης αντοχής αύξησε την πρόσληψη οξυγόνου των καρδιακό ρυθμό στη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος και μείωσε το pH. Στο χρονικό διάστημα των

						30 λεπτών το SMJσημαντικά υψηλότερο (0,34± 0,09 m) μετά από κολύμβηση στη σάουνα FIRSenώ μετά τη συνεδρία χωρίς σάουνα (0,09).
--	--	--	--	--	--	--

Πίνακας 2: Θερμοθεραπεία

Οι αναφορές που υπάρχουν στη βιβλιογραφία σχετικά με την κρυοθεραπεία και τη θερμοθεραπεία είτε σε συνδυασμό με την ισχαιμική είτε όχι είναι αμέτρητες. Όπως φαίνεται στους παραπάνω πίνακες οι ερευνητές συνδυάζουν διάφορα είδη (στη κρυοθεραπεία εμβύθιση σε παγωμένο νερό, εφαρμογή παγωμένων επιθεμάτων, εφαρμογή πάγου σε σακούλα με ή χωρίς νερό και στη θερμοθεραπεία χρήση σάουνας, εφαρμογή θερμών επιθεμάτων, χρήση παραφίνης, υπέρηχο) στη κάθε παρέμβαση και οι μεταβλητές που μετριοούνται είναι άλλοτε ίδιες με παλαιότερες έρευνες ώστε να υπάρξει σύγκριση και άλλοτε διαφορετικές ώστε να υπάρξει η δυνατότητα μελέτης νέων δεδομένων. Πάντοτε όμως σχετίζονται με μεταβολές που συμβαίνουν στις λειτουργικές δοκιμασίες, σε αιματολογικούς δείκτες ή στην αντίληψη της κόπωσης. Βέβαια το να βρεθούν έρευνες που να συνδυάζουν κρυοθεραπεία, θερμοθεραπεία, ισχαιμική πίεση και CMJ στο ποδόσφαιρο ήταν πολύ δύσκολο. Έτσι, η συλλογή δεδομένων έγινε από έρευνες που είχαν ασχοληθεί είτε με την μία παρέμβαση είτε με την άλλη, ώστε να υπάρξει η δυνατότητα σύγκρισης με την συγκεκριμένη έρευνα.

Σύμφωνα με τους Takedaetal (2014) υπήρξε μείωση στο ύψος του άλματος μετά από εμβύθιση των αθλητών rugbyσε παγωμένο νερό. Το 2011 οι DeNardiatal βρήκανπως το πλεονέκτημα της εμβύθισης σε παγωμένο νερό είναι η μειωμένη αντίληψη του πόνου. Έρευνα των Macedoetal (2014) έδειξε πως μετά την εμβύθιση σε κρύο νερό της ποδοκνημικής θα πρέπει να ληφθεί ειδική μέριμνα σε δραστηριότητες που απαιτούν μεγαλύτερο νευρομυϊκό έλεγχο. Αυτό δείχνει πως η κρυοθεραπεία έχει αρνητική επίδραση στη νευρομυϊκή απόκριση του κάτω άκρου. Το 2013 οι Williamsetalσύγκριναν θεραπεία χωρίς πάγο, θεραπεία με πάγο χωρίς συμπίεση και θεραπεία με πάγο με συμπίεση (ισχαιμική πίεση) στην ποδοκνημική, αλλά δε βρέθηκαν διαφορές στην απόδοση του άκρου. Άλλη έρευνα αναγνωρίζει στην κρυοθεραπεία και θετικές και αρνητικές επιδράσεις, ότι δηλαδή μπορεί να μειώσει τη μυϊκή δυσκαμψία και το ποσοστό της βλάβης μετά από επίπονη έκκεντρη δραστηριότητα, αλλά φαίνεται να προκαλεί και απώλεια δύναμης (EstonR. &PetersD.,1999). Το 2006 οι Richendollaretalπέδειξαν πως η

εφαρμογή σακούλας με πάγο στο πρόσθιο τμήμα των μηρών επηρέασε αρνητικά την απόδοση της μέγιστης υψηλής έντασης στις λειτουργικές δοκιμασίες (κατακόρυφο άλμα σε μονοποδική, γρήγορο τρέξιμο και 36,58 msprint), ενώ η προθέρμανση στην ίδια έρευνα έδειξε να βελτιώνει τις επιδόσεις. Επιπλέον, υποστηρίζεται πως άμεση επιστροφή στο παιχνίδι μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας στην ποδοκνημική μειώνει τη δυναμική ισορροπία και αυξάνει το κίνδυνο για τυχόν τραυματισμούς (Douglas et al., 2013), καθώς και ότι εφαρμογή κρυοθεραπείας σε τραυματισμένους αστραγάλους για 10 λεπτά κατά τη διάρκεια ημιχρόνου δε φέρει καμία αλλαγή (Atnip & McCrory, 2004). Ωστόσο, φαίνεται να έχει θετική επίδραση ο συνδυασμός κρυοθεραπείας με συμπίεση στην αντιμετώπιση των διαστρεμμάτων (Steffen & Nilstad, 2010).

Παρόλο που η κρυοθεραπεία δε φαίνεται να έχει θετικές επιδράσεις στις λειτουργικές δοκιμασίες, δε παύει να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αποκατάσταση των αθλητών μετά από τραυματισμούς.

Σε αντίθεση με την κρυοθεραπεία, φαίνεται πως η θερμοθεραπεία έχει θετικές επιδράσεις σε λειτουργικές δοκιμασίες όπως το CMJ. Μετά από χρήση υπέρυθρης σάουνας (FIRS) το CMJ ήταν υψηλότερο και αποδείχθηκε επίσης πως βαθιά διείσδυση της υπέρυθρης θερμότητας (3-4 cm σε λιπώδη ιστό και νευρομυϊκό σύστημα) με ήπια θερμοκρασία (35-50 °C) σε σάουνα FIRS εμφανίζεται ευνοϊκή ώστε να ανακάμψει το νευρομυϊκό σύστημα από τη μέγιστη απόδοση αντοχής (Mero et al., 2015). Το 1998 οι Draper et al. έδειξαν πως οι εφαρμογές θερμοθεραπείας μπορούν να συνδυαστούν ώστε να μεγιστοποιηθούν τα αποτελέσματα και απέδειξαν πως η εφαρμογή θερμού επιθέματος έχει σημαντική επίδραση στην εν τω βαθεί θερμοκρασία των μυών. Τέλος, η σύγκριση εφαρμογής θερμού επιθέματος που ακολουθείται από κρύο με εφαρμογή μόνο θερμού στο παθητικό εύρος κάμψης του γόνατος έδειξε πως η πρώτη παρέμβαση είχε θετικές επιδράσεις σε περιορισμένη κίνηση του γόνατος (Lin YH, 2003).

Δυστυχώς, οι αναφορές στη βιβλιογραφία σχετικά με την επίδραση εφαρμογών της θερμοθεραπείας στο κατακόρυφο άλμα είναι περιορισμένες γι' αυτό κρίνεται σκόπιμη η περαιτέρω έρευνα του συγκεκριμένου θέματος ώστε να υπάρξει η δυνατότητα σύγκρισης και μεγαλύτερης αξιοπιστίας.

II ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγραφεί ο τρόπος με τον οποίο διεξήχθη η έρευνα καθώς και τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν, οι παρεμβάσεις που εφαρμόστηκαν και οι στατιστικές αναλύσεις.

4.1. Μέθοδος

Για την συγκεκριμένη έρευνα δόθηκε στους αθλητές ένα έντυπο ώστε να διευκρινιστούν τα οφέλη της και ο τρόπος διεξαγωγής της και εξηγήθηκε πως η συμμετοχή τους είναι εθελοντική και τα στοιχεία τους απόρρητα. Επίσης τους δόθηκε η δυνατότητα αποχώρησης τους οποιαδήποτε στιγμή το επιθυμήσουν. Πιο αναλυτικά, εξηγήθηκαν οι επιδράσεις και αντενδείξεις κρυοθεραπείας και θερμοθεραπείας καθώς επίσης ο τρόπος εκτέλεσης του κατακόρυφου άλματος. Οι οδηγίες που δόθηκαν στους αθλητές ήταν να εκτελέσουν τρία (3) άλματα (περισσότερα για τον τρόπο εκτέλεσης αναλύονται παρακάτω) τόσο με σωστή τεχνική όσο και με την μέγιστη δυνατή προσπάθεια. Παρόλο που καταγράφηκαν και οι τρεις (3) προσπάθειες για τις στατιστικές αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε εκείνη με την μεγαλύτερη τιμή.

Τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν έντυπο με κατευθυντήριες οδηγίες και επεξηγήσεις, ερωτηματολόγια, τυποποιημένα πακέτα ειδικής γέλης (gel) τα οποία εφαρμόστηκαν με την μορφή θερμού αλλά και κρύου, μετροταινία, χρονόμετρο, κιμωλία, μικρό ψυγείο, βραστήρας και φωτογραφική μηχανή.

Αφού ενημερώθηκαν οι αθλητές για τη διαδικασία της έρευνας ακολούθησαν μετρήσεις ύψους και βάρους με τα οποία μετέπειτα υπολογίστηκε ο δείκτης μάζας σώματος. Με αυτόν τον τρόπο συμπληρώθηκε και το ερωτηματολόγιο που είχε δοθεί στους αθλητές και παράλληλα συλλέχθηκαν σημαντικές πληροφορίες για τυχόν τραυματισμούς.

4.2. Δείγμα

Το δείγμα αποτέλεσαν 22 επαγγελματίες αθλητές ηλικίας 15 έως 18 ετών που αγωνίζονται στην ποδοσφαιρική ομάδα ΑΟΤ Αλίμου. Οι αθλητές απείχαν από οποιαδήποτε δραστηριότητα την προηγούμενη μέρα της μέτρησης, ενώ η τελευταία τους προπόνηση ήταν δύο (2) μέρες πριν. Ενημερώθηκαν γραπτά και προφορικά για την έρευνα και συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο με τα στοιχεία και τα βασικά χαρακτηριστικά τους. Οι συμμετέχοντες είχαν μέσο όρο ηλικίας

16,09 +/-0,75 έτη, ύψος 176,31+/-5,81 cm και σωματικό βάρος 67,81+/-6,8kg . Όλοι εκτέλεσαν πλειομετρική άσκηση με άλματα βάρους .

4.3. Τόπος και χρόνος διεξαγωγής

Το ερευνητικό κομμάτι πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις και συγκεκριμένα στα αποδυτήρια της επαγγελματικής ομάδας του ΑΟΤ Αλίμου. Η έρευνα ξεκίνησε 1 Απριλίου και ολοκληρώθηκε τέλη Μαΐου. Οι μετρήσεις γινόντουσαν δύο φορές την εβδομάδα μια ώρα πριν την προπόνηση τους.



Εικόνα 14: Οι εγκαταστάσεις στο χώρο που πραγματοποιήθηκε η έρευνα (προσωπικό αρχείο)

4.4. Σχεδιασμός της μέτρησης

Ο αθλητής πριν την μέτρηση κάνει ένα ήπιο ζέσταμα για 10 λεπτά. Έρευνα από Crowetal (2012) βρήκε ότι ένα πρόγραμμα προθέρμανσης χαμηλού φορτίου στους γλουτούς θα μπορούσε να είναι αποτελεσματικό στην ενίσχυση μέγιστης απόδοσης ισχύος κατά τη διάρκεια ενός άλματος προδιάτασης (CMJ). Οι Comynsetal (2015) βρήκαν επίσης θετικές επιδράσεις

ενός πρωτοκόλλου προθέρμανσης γλουτών στην ενίσχυση της παραγωγής ισχύος, αλλά με μια ενδιάμεση ξεκούραση 8 λεπτών και στη συνέχεια εκτέλεση του άλματος. Η προθέρμανση περιλάμβανε χαμηλής έντασης αερόβιες ασκήσεις με τρέξιμο και πηδήματα, καθώς και διάταση των μεγάλων μυϊκών ομάδων του κάτω άκρου.

Έπειτα κρατώντας μια κιμωλία στέκεται πλάι στον τοίχο στον οποίο είναι κολλημένη η μετροταινία και με τεντωμένο άκρο τραβάει μια γραμμή. Το σημείο αυτό κρατάμε σαν δεδομένο για τον υπολογισμό του άλματος και το ονομάζουμε Y1. Στην συνέχεια ο αθλητής από μια στατική θέση κάνει ημικάθισμα και πραγματοποιεί όσο το δυνατόν υψηλότερο άλμα σηματοδοτώντας τον τοίχο στο μέγιστο ύψος του άλματος. Το σημείο αυτό θεωρείται ως Y2 και έτσι οι ερευνητές υπολογίζουν την απόσταση μεταξύ Y1 και Y2. Η δοκιμασία επαναλαμβάνεται τρεις φορές ενώ το μετρήσιμο άλμα είναι αυτό με το μεγαλύτερο ύψος.

Στην επόμενη μέτρηση εφαρμόστηκε θερμό επίθεμα αφού πραγματοποιήθηκε πάλι ένα δεκάλεπτο ήπιο ζέσταμα ενώ η διαδικασία του άλματος ήταν η ίδια. Η εφαρμογή του επιθέματος έγινε αφού το επίθεμα τοποθετήθηκε σε λεκάνη με νερό που είχε βράσει στον βραστήρα. Ο αθλητής ήταν καθιστός σε πάγκο με τα ισχία σε κάμψη και τα γόνατα σε έκταση πάνω στον πάγκο, με τα επιθέματα τοποθετημένα ανάμεσα στους γαστροκνημίους και στον πάγκο με αποτέλεσμα την επίδραση ισχαιμικής πίεσης στον μυ. Η διαδικασία αυτή χρονομετρήθηκε για 15 λεπτά.

Στη βιβλιογραφία ο χρόνος εφαρμογής του θερμού επιθέματος διαφέρει από έρευνα σε έρευνα αλλά κυμαίνεται συνήθως στα 10-15 λεπτά. Συγκεκριμένα, έρευνα των Draperetal (1998) που συνδύαζε εφαρμογή θερμού επιθέματος 15 λεπτά και υπερήχου 10 λεπτά έδειξε πως η έντονη αύξηση στην εν τω βάθει θερμοκρασία των μυών ($\geq 4^{\circ}\text{C}$) μπορεί να επιτευχθεί με 2-3 λεπτά λιγότερο συνολικό χρόνο όταν έχει ήδη θερμανθεί με θερμό επίθεμα. Έπειτα πραγματοποιήθηκε το άλμα.

Η τελευταία μέτρηση για τον κάθε αθλητή ήταν με την εφαρμογή κρύου επιθέματος, η διαδικασία ήταν η ίδια και ο χρόνος εφαρμογής ήταν 15 λεπτά. Ο χρόνος εφαρμογής του κρύου επιθέματος επιλέχθηκε να είναι ο ίδιος με το χρόνο εφαρμογής του θερμού τόσο για την ύπαρξη ομοιογένειας στο αποτέλεσμα, όσο και για το ότι στη βιβλιογραφία οι περισσότεροι ερευνητές χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα εφαρμογής.

Υπάρχουν βέβαια πολλές διαφορετικές απόψεις για το χρόνο εφαρμογής του κρύου επιθέματος, για παράδειγμα ο EstonPeters (1999) εφάρμοσε 15 λεπτά εμβύθιση σε παγωμένο νερό, ενώ οι

Dykstraetal (2009) 20 λεπτά εφαρμογή στο γαστροκνήμιομε χρήση 3 διαφορετικών παρεμβάσεων (παγοκύστες στη μία περίπτωση με πάγο σε κύβους, στην άλλη συνθλιμμένο και στην τρίτη σακούλα με νερό και πάγο). Οι Takedaetal (2014) θεώρησαν πως 15 λεπτά εμβύθιση στο παγωμένο νερό ήταν πολύ για τους αθλητές, έτσι χρησιμοποίησαν το χρονικό διάστημα των 10 λεπτών.

Στη συγκεκριμένη έρευνα εφόσον το σημείο όπου εφαρμόστηκε το επίθεμα ήταν ο γαστροκνήμιος θεωρήθηκε πως το χρονικό διάστημα των 15 λεπτών είναι κατάλληλο τόσο για να υπάρξουν μεταβολές στη θερμοκρασία όσο και για να είναι ανεκτό.



Εικόνα 15: Εφαρμογή επιθεμάτων στους γαστροκνημίους των αθλητών (προσωπικό αρχείο)

Ο κάθε αθλητής πραγματοποίησε 3 άλματα για κάθε παρέμβαση. Με αυτόν τον τρόπο οι ερευνητές ήταν βέβαιοι για την σωστή ολοκλήρωση του άλματος και για την επίτευξη του μέγιστου άλματος για κάθε αθλητή.



Εικόνα 16: Εκτέλεση και μέτρηση κατακόρυφου άλματος (CMJ)(προσωπικό αρχείο)

4.5.Ανάλυση δεδομένων

Από την επεξεργασία των αρχικών δεδομένων υπήρξαν οι εξής μεταβλητές :

- Ύψος
- Βάρος
- Δείκτης μάζας σώματος (BMI)
- Άλμα χωρίς παρέμβαση
- Άλμα με εφαρμογή κρυοθεραπείας σε συνδυασμό με ισχαιμική πίεση
- Άλμα με εφαρμογή θερμοθεραπείας σε συνδυασμό με ισχαιμική πίεση

Οι μεταβλητές υποβλήθηκαν για το σύνολο του δείγματος (N=22) σε πλήρη περιγραφική στατιστική ανάλυση, με στόχο να ελεγχθούν ως προς την ύπαρξη ακραίων τιμών και άλλων προβλημάτων μεταβλητότητας. Συγκεκριμένα, για συνεχή δεδομένα (πχ ηλικία) χρησιμοποιήθηκαν μέσες τιμές και τυπικές και τυπικές αποκλίσεις. Για κάθε σειρά μεταβλητών υπολογίστηκαν οι ενδοσυσχετίσεις κατά Pearson προκειμένου να διαπιστωθεί ο βαθμός εσωτερικής συνοχής τους και να εντοπιστούν τυχόν προβλήματα συγγραμμικότητας.

4.6. Αποτελέσματα

Μετά την ολοκλήρωση όλων των μετρήσεων και την λήψη όλων των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Excel για την παρουσίαση και επεξεργασία των δεδομένων. Ο αριθμός του δείγματος όπως προαναφέρθηκε ήταν 22 αθλητές ηλικίας 16,09 έτη +/-0,75, βάρους 67,81 kg +/-6,8, ύψους 176,31 cm +/-5,81 και δείκτη μάζας σώματος (BMI) 21,79 +/-1,83.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
ΗΛΙΚΙΑ(έτη)	16,09	0,75
ΒΑΡΟΣ (kg)	67,81	6,8
ΥΨΟΣ (cm)	176,31	5,81
ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ΣΩΜΑΤΟΣ (BMI)	21,79	1,83

Πίνακας 3: Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις ηλικίας, βάρους, ύψους και BMI

Ο ΔΜΣ υπολογίζεται διαιρώντας το βάρος (σε κιλά) με το τετράγωνο του ύψους (σε μέτρα) και για τους άντρες κατηγοριοποιείται ως εξής:

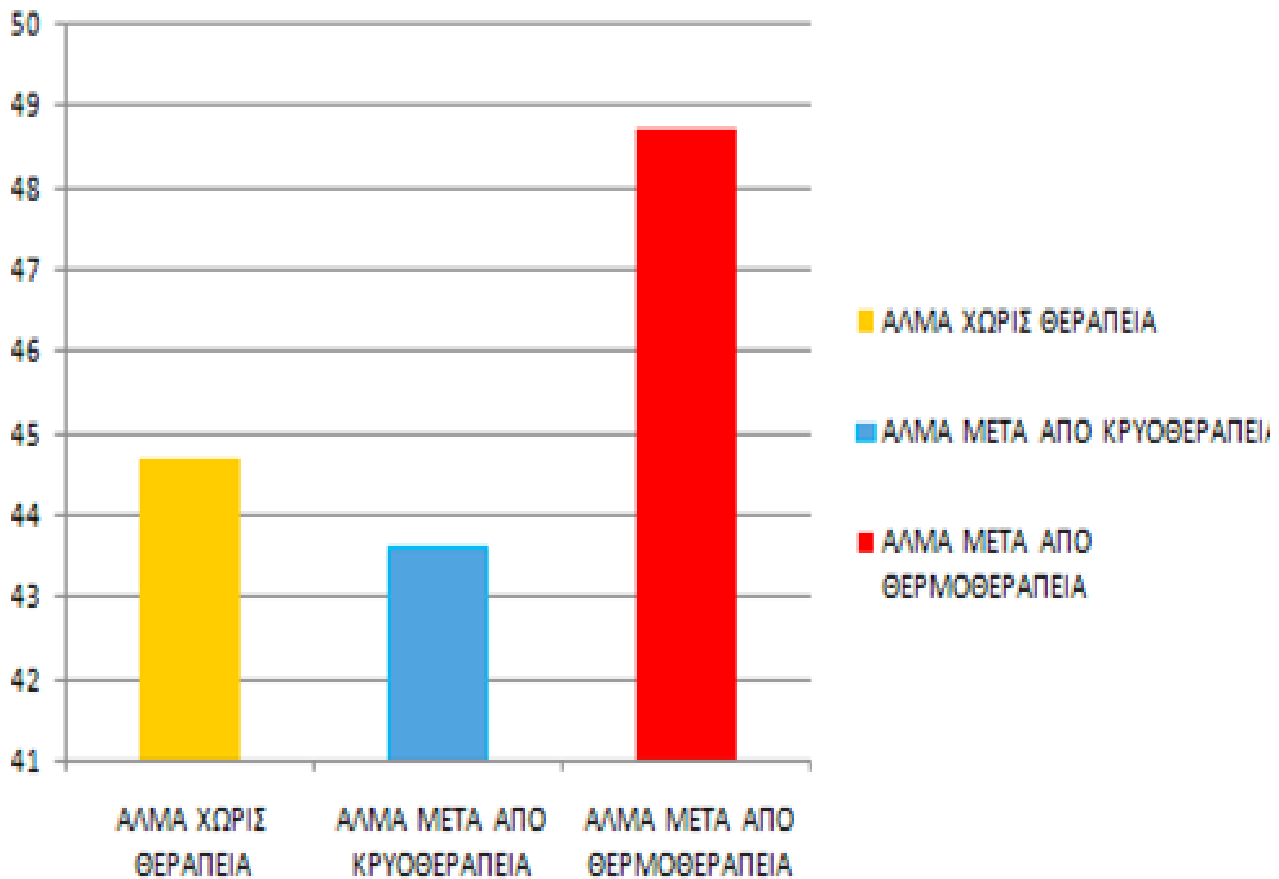
- <19,5: λιπόσαρκος,
- 19,5-24,9: κανονικό βάρος,
- 25-29,9: 1^{ος} βαθμός παχυσαρκίας,
- 30-40: 2^{ος} βαθμός παχυσαρκίας και
- >40: 3^{ος} βαθμός παχυσαρκίας.

Στο δείγμα μας το 13,6 % από τους αθλητές μας ήταν λιπόσαρκοι, ενώ όλοι οι υπόλοιποι φυσιολογικοί, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει πως τα άλματα τους ήταν μικρότερα σε σχέση με των υπολοίπων. Εκτός από 3 αθλητές του δείγματος που είχαν υποστεί τραυματισμούς, χωρίς όμως να επηρεάζουν το αποτέλεσμα εφόσον είχε περάσει ήδη ένα έτος και παραπάνω, οι υπόλοιποι δεν είχαν υποστεί κάποιο τραυματισμό. Το άλμα χωρίς θεραπεία ήταν 44,68 cm +/-11,83, το άλμα μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας σε συνδυασμό με την ισχαιμική πίεση ήταν 43,59 cm +/-12,01 και το άλμα μετά την εφαρμογή θερμοθεραπείας σε συνδυασμό με ισχαιμική πίεση ήταν 48,72 cm +/-10,62.

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
ΑΛΜΑ ΧΩΡΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ (cm)	44,68	11,83
ΑΛΜΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΚΡΥΟΘΕΡΑΠΕΙΑ ΚΑΙ ΙΣΧΑΙΜΙΚΗ ΠΙΕΣΗ (cm)	43,59	12,01
ΑΛΜΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΘΕΡΜΟΘΕΡΑΠΕΙΑ ΚΑΙ ΙΣΧΑΙΜΙΚΗ ΠΙΕΣΗ (cm)	48,72	10,62

Πίνακας 4: Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις ύψους αλμάτων χωρίς θεραπεία και αλμάτων μετά από τις 2 διαφορετικές παρεμβάσεις

Σύμφωνα με τις στατιστικές αναλύσεις που έγιναν τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας είναι αξιόπιστα και αυτό φαίνεται από την p-value που βρέθηκε μικρότερη από 0,05. Συνεπώς, η εφαρμογή θερμού επιθέματος έχει θετική επίδραση στην αλτική ικανότητα των ποδοσφαιριστών, χωρίς όμως να υπάρχει η δυνατότητα γενίκευσης του αποτελέσματος στο γενικό πληθυσμό εξαιτίας του μικρού αριθμού του δείγματος. Σημαντικό εύρημα της συγκεκριμένης έρευνας είναι επιπλέον το πώς επηρεάστηκε η αλτική ικανότητα των αθλητών μετά την εφαρμογή του κρύου επιθέματος, και αυτό γιατί το ύψος του άλματος δε μειώθηκε μόνο σε σύγκριση με το ύψος του άλματος μετά τη θερμοθεραπεία, αλλά και σε σχέση με το ύψος του άλματος χωρίς καμία παρέμβαση. Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα και στο παρακάτω διάγραμμα, το άλμα μετά τη θερμοθεραπεία με ισχαιμική πίεση αυξήθηκε κατά 4,04 cm σε σχέση με το άλμα χωρίς καμία παρέμβαση, ενώ το άλμα μετά την κρυοθεραπεία με ισχαιμική πίεση μειώθηκε κατά 1,09 cm σε σύγκριση με το άλμα χωρίς καμία παρέμβαση. Τέλος, συγκρίνοντας το άλμα μετά από κρυοθεραπεία με το άλμα μετά από θερμοθεραπεία (συνδυασμένες και οι δύο παρεμβάσεις με ισχαιμική πίεση) φαίνεται πως το ύψος του άλματος μετά την εφαρμογή θερμοθεραπείας σε συνδυασμό με ισχαιμική πίεση είναι κατά 5,13 cm μεγαλύτερο από το άλμα μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας σε συνδυασμό με την ισχαιμική πίεση.



Πίνακας 3: Συμπερασματικός πίνακας αποτελεσμάτων:

4.7. Συμπεράσματα

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας θα μπορούσαμε να πούμε πως ήταν κατά κάποιον τρόπο αναμενόμενα. Όπως είδαμε και παραπάνω μέσω των αναφορών στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές διαφορετικές απόψεις, αλλά υπάρχουν έρευνες που έχουν δείξει πως η μυϊκή απόδοση εξαρτάται από τη θερμοκρασία και συγκεκριμένα έχει αποδειχθεί πως θερμοκρασία μικρότερη από 27 °C μειώνει τη μυϊκή απόδοση (Otte et al, 2002). Όσον αφορά τη θερμοθεραπεία έρευνες έχουν δείξει, πως είτε μετά από κάποιες ώρες (Chastain, 1978), είτε και αμέσως μετά την εφαρμογή (Mero et al, 2015) αυξάνει τη μυϊκή απόδοση.

Στα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης φαίνεται ξεκάθαρα τόσο η επίδραση του θερμού επιθέματος στο γαστροκνήμιο, όσο και η επίδραση του κρύου. Το ότι η εφαρμογή της κρυοθεραπείας μείωσε το ύψος του άλματος σε σχέση με το ύψος του άλματος χωρίς κάποια παρέμβαση, ενώ γνωρίζουμε ήδη την εκτεταμένη χρήση της στο χώρο του αθλητισμού και τα θετικά αποτελέσματα που έχει όταν χρησιμοποιείται στην αποκατάσταση των τραυματισμών, δείχνει την επιτακτική ανάγκη που υπάρχει για διαχωρισμό των θεραπειών ανάλογα με τους στόχους της εκάστοτε θεραπείας.

Μπορεί μέχρι στιγμής η χρήση της θερμοθεραπείας στον χώρο του ποδοσφαίρου και γενικά του αθλητισμού να μην είναι τόσο διαδεδομένη, αλλά εφόσον υπάρχουν έρευνες που αποδεικνύουν τις θετικές επιδράσεις της σε λειτουργικές δοκιμασίες σημαντικές για την απόδοση των αθλητών (όπως CMJ), κρίνεται σκόπιμη η περαιτέρω έρευνα για ένταξή της σε πρωτόκολλα αύξησης της μυϊκής απόδοσης και αποκατάστασης, είτε μόνη της είτε σε συνδυασμό με κρυοθεραπεία και συμπίεση.

Η συγκεκριμένη μελέτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν πιλοτική προκειμένου να πραγματοποιηθεί μία έρευνα με μεγαλύτερο δείγμα και με περισσότερα και πιο αξιόπιστα μέσα. Μία επόμενη μελέτη σχετικά με το κατακόρυφο άλμα στο ποδόσφαιρο θα μπορούσε να μελετήσει και άλλους παράγοντες που έχουν να κάνουν με την απόδοση των ποδοσφαιριστών όπως τη θέση του κάθε παίκτη (αμυντικός, επιθετικός κλπ), αλλά και την περίοδο που γίνονται οι μετρήσεις δηλαδή εάν είναι αγωνιστική ή όχι. Αντικείμενο έρευνας θα μπορούσε να γίνει και το ποσό της δύναμης που χρειάζεται ο γαστροκνήμιος για να πραγματοποιήσει ένα κατακόρυφο άλμα.

Τέλος, αναγκαία κρίνεται και η περαιτέρω έρευνα σχετικά με τις επιδράσεις κρυοθεραπείας και θερμοθεραπείας στους ιστούς, ώστε να υπάρξουν πιο σαφή αποτελέσματα και έτσι καλύτερη χρήση για τη καλύτερη δυνατή θεραπεία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλιογραφία

1. Κίτσιος Α., 2001 *Αθλητική Φυσικοθεραπεία*
2. Πουλμέντης Π., 2007 *Βιολογική Μηχανική Εργονομία*. Αθήνα: Ιδιωτική Εκδοση.
3. Σωτηρόπουλος Α., Κίσης Τ., Μπεκρής Ε., Κασετα Μ., Κωνσταντινίδου Ξ., Ζέρβα Α., Σουγλής Α., Πανταζής Δ. 2002 *Εγχειρίδιο Ποδοσφαίρου Τελέθριον*.
4. Φουσέκης Κ., 2014 *Εφαρμοσμένη Αθλητική Φυσικοθεραπεία*.
5. Broken Hill Jan Ekstrand, John Karlson, Alan Hoodson 2003 *Ιατρική στο Πόδοσφαρο* Μετάφραση-επιμέλεια Α.Α. Σωτηρόπουλος, Ε.Μ. Μπεκρής Παρισιανού Α.Ε. Επιστημονικές εκδόσεις
6. Jim Lennox, Janet Rayfield, Bill Steffen 2010 *Πόδοσφαίρο. Προπόνηση τεχνικών δεξιοτήτων* Μετάφραση-επιμέλεια Μιχαήλ Κυπαρίσσης Τελέθριον
7. Nancy Hamilton. Kathryn Luttgens 2003 *Κινησιολογία. Επιστημονική Βάση Της Ανθρώπινης Κίνησης. Kinesiology/scientific basis of human motion*. Μετάφραση από Αγγλικά από Κατσουλάκης Δ. Κωνσταντίνος Παρισιανού ΑΕ Επιστημονικές εκδόσεις.
8. Nihat Ozkaya , Margareta Nordi 2004 *Θεμελιώδεις αρχές βιομηχανικής* Μετάφραση-επιμέλεια Κωνσταντίνος Μπουντόλος Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ Πασχαλίδης
9. Richard L. Drake. Wayne Vogl. Adam W.M. Mitchell *Gray's Anatomy*. 2006 Μετάφραση από Αγγλικά από Παναγιώτης Ν Σκανδαλάκης Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ Πασχαλίδης
10. Stanley Hoppenfeld 2008 *Φυσική εξέταση Σ.Σ και των άκρων. Physical examination of the spine and extremities*. Μετάφραση από Αγγλικά από Ποντιφίκας Γεώργιος Παρισιανού ΑΕ Επιστημονικές εκδόσεις
11. Tim Watson 2011 *Ηλεκτροθεραπεία Τεκμηριωμένη Πρακτική Electrotherapy evidence based practice*. Μετάφραση από Αγγλικά από Δραγάτη Γεωργία, Κατσουλάκη Δ Κωνσταντίνος, Μαντούβαλος Μιχάλης, Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ Πασχαλίδης

Αρθρογραφία

1. Adams, K., O'Shea, J. P., & O'Shea, K. L. (1992). *The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production*. *Journal of Applied Sports Science Research*, 6, 36-41.
2. Algafly AA and George KP. *The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance*, *British Journal of sports medicine* 41:365-369 2007
3. Asmussen, E., & Bonde-Peterson, F. (1974). *Storage of elastic energy in skeletal muscle in man*. *Acta Physiol. Scand.*, 91, 358-392
4. Atnip BL & McCrory JL, *The effect of cryotherapy on three dimensional ankle kinematics during a sidestep cutting maneuver*. *J Sports Sci Med*. 1;3(2):83-90. eCollection 2004.
5. Baker, D. (1996). *Improving vertical jump performance through general, special and specific strength training: A brief review*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10, 131-136.

6. Bobbert, M. F., & van Ingen Schenau, G. J. (1988). *Coordination in vertical jumping*. Journal of Biomechanics, 21, 249-262.
7. Bobbert, M. F. (2001). *Dependence of human squat jump performance on the series elastic compliance of the triceps surae: a simulation study*. J Exp Biol, 204, 533–542.
8. Bosco, C., & Komi, P. V. (1979). *Potentialization of the mechanical behaviour of the human skeletal muscle through pre-stretching*. Acta Physiologica Scandinavica, 106, 467–72.
9. Bosco, C. & Pittera., C. (1982). *Zur Trainingswirkung neuentwickelter Sprungubungen auf die explosive Kraft*. Leistungssport 12, 36-39.
10. Bosco, C. (1985). *Adaptive response of human skeletal muscle to simulated hypergravity condition*. Acta Physiologica Scandinavica, 124, 507-513.
11. Cavagna, G. A., Saibene, F. P. & Margaria, R. (1965). *Effect of negative work on the amount of positive work performed by an isolated muscle*. Journal of Applied Physiology, 20, 157-158.
12. Cavagna, G. A., (1977). *Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle*. In: R. S. Hutton (ed.) *Exercise and Sport Sciences Reviews*, pp. 89-129. Journal Publications, Santa Barbara.
13. Chastain PB(1978) *The effect of deep heat on isometric strength*. Phys Ther 58:543
14. Comyns T., Kenny I., and Scales G. (2015) *Effects of a Low-Load Gluteal Warm-Up on Explosive Jump Performance* J Hum Kinet. 2015 Jun 27; 46: 177–187. Published online 2015 Jul 10.
15. Cormie, P., G. O., McCaulley, N. T., Triplett, & McBride, J. M. *Optimal Loading for Maximal Power Output during Lower-Body Resistance Exercises*. Med. Sci. Sports Exerc., 39, 340–349.
16. Covington DB, Basset FH (1993) *When cryotherapy injures*. Phys Sports med 21(3):78-93
17. Crow JF, Buttifant D, Kearny SG, Hrysomallis C. (2012) *Low load exercises targeting the gluteal muscle group acutely enhance explosive power output in elite athletes*. J Strength Cond Res. 2012 Feb;26(2):438-42.
18. Cuthill SC(2005) *Partial thickness burn to the leg following application of a cold pack: case report and results of a questionnaire survey of Scottish physiotherapists in private practice*, physiotherapy 92:61-65
19. De Nardi M, La Torre A, Barassi A, Ricci C, Banfi G.,(2011) *Effects of cold-water immersion and contrast-water therapy after training in young soccer players*. J Sports Med Phys Fitness. Dec;51(4):609-15
20. Douglas M., Bivens S., Pesterfield J., Clemson N., Castle W., Sole G. and Craig A. Wassinger,(2013) *Immediate effects of cryotherapy on static and dynamic balance*. Int J Sports Phys Ther. 8(1): 9–14. Dykstra JH, Hill HM, Miller MG, Cheatham CC, Michael TJ & Baker R. (2009) *Comparisons of cubed ice, crushed ice and wetted ice on intramuscular and surface temperature changes*. J Athl Train. 44(2): 136–141.
21. Draper D., Harris S., Schulthies S., Durrant E., Knight K., and Ricard M., (1998) *Hot-Pack and 1-MHz Ultrasound Treatments Have an Additive Effect on Muscle Temperature Increase* J Athl Train. 33(1): 21–24.

22. Edwards R, Harris R, Hultman E et al(1970).*Energy metabolism during isometric exercise at different temperatures of m.quadriceps femoris in man.*Acta Physiol Scand 80:17-18
23. Eldred E, Lindsey DF, Buchwald JS(1960) *The effects of cooling on the mammalian muscle spindle.*exp neurol 2:144-157
24. Eston R., Peters D. (1999), *Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise included muscle damage.* J Sports Sci. Mar;17(3):231-8
25. Flanagan, E. P., Ebben, W. P., & Jensen, R. L. (2008). *Reliability of the reactive strength index and time to stabilization during depth jumps.* J Strength Cond Res, 22, 1677–1682.
26. Forster Clayton s electrotherapy. London 1986 pp.50-70
27. Fischer E, Solomon S(1965)*Physiological responses to heat and cold.*In Licht S(ed) Therapeutic Heat and Cold , 2nd edn. New Haven, CT, E Licht:126-16
28. Garhammer, J. (1993). *A review of power output studies of olympic and powerlifting methodology, performance, prediction and evaluation tests.* J. Appl. Sports. Sci. Res., 7, 76-89.
29. Green GA, Zachazewski JE, Jordan SE(1989) *Peroneal nerve palsy induced by cryotherapy.* Phys sports med 17(9):63-70
30. Gullich, A & Schmidtbleicher, D. (1996). *MVC-induced short-term potentiation of explosive force.* New Studies in Athletics, 11, 67–81
31. Guyton, A. C., Hall, J. E. *Textbook of Medical Physiology.*10th ed. Philadelphia: Saunders, 2000.
32. Hardy JD (1951) *Influence of skin temperature upon pain threshold as evoked by thermal irradiation.*Science 114:149-150
33. Jones D, Round J, de Harris A(2004) *Skeletal Muscle from molecules to movement.* London , churchill Livingstone
34. Kennet J. Hard Daker N. Hobbs S. Selfe J. *Cooling Efficiency of 4 Common Cryotherapeutic Agents,* journal of athletic training 42(3) : 343-348 2007
35. Kligman LH (1982) *Intensification of ultraviolet-induced dermal damage by infrared radiation.*Arch dermatol res 272:229-238
36. Knuttgen, H. G., & Kraemer, W. J. (1987). *Terminology and measurement in exercise performance.* J. Appl. Sport. Sci. Res., 1, 1-10.Kovacevic, E., Klino, A., Babajić, F., Bradić, A. (2011). *Effects of maximum isometric contraction on explosive power of lower limbs (jump performance).*Sport SPA, 7, 69-75.
37. Kramer JF (1984) *Ultrasound: evaluatio of its mechanical and thermal effects.* Arch Phys Med Rehab 65:223-227.
38. Lee JM, Warren MP, Mason SM (1978)*The effects of ice on nerve conduction velocity.*Physiotherapy 64:2-6
39. Lehman JF, de Lateur JB (1999)*Ultrasound, shortwave, microwave, laser, superficial, heat and cold in the treatment of pain.* In wall PD, Melzack R(eds) Textbook of pain, 4th edn. New York, churchill Livingstone : 1383-1397

40. Lin YH (2003) *Effects of thermal therapy in improving the passive range of knee motion: comparison of cold and superficial heat applications*. Clin Rehabil.17(6):618-23.
41. Macedo C., Alonso C., Liporaci R., Vieira F., Guirro R. (2014) *Cold water immersion of the ankle decreases neuromuscular response of lower limb after inversion movement* Braz J Phys Ther. 18(1): 93–97.
42. McBride, J. M., Triplett-McBride, N. T., & Davie, A.A *A comparison of strength and power characteristics between power lifters, Olympic lifters, and sprinters*. Journal of Strength and Conditioning Research, 13, 58-66
43. *Mechanics of the vertical jump and to- joint muscles : implications for training*. Brayn Umberger (1998)
44. Mense S(1978) *Effects of temperature on the discharges of motor spindles and tendon organs*.Pflugers Arch 374:159-166
45. Merrick M, Knight K, Ingersoll C, Potteiger J. *The effects of ice and compression wraps on intramuscular temperature at various depths*. Journal of athletic training 29(3): 236-245 1993
46. Merrick M, Rankin J, Andres F, Hinman C(1999) *A preliminary examination of cryotherapy and secondary injury in skeletal muscle*. Med Sci Sports Exerc 31:1516-1521
47. Mero A, Tornberg J, Mäntykoski M, Puurtinen R.(2015) *Effects of far-infrared sauna bathing on recovery from strength and endurance training sessions in men*. Springerplus. 2015 Jul 7;4:321.
48. Moir, G., Button, C., Glaister, M., & Stone, M. H. *Influence of familiarization on the reliability of vertical jump and acceleration sprinting performance in physically active men*. Journal Strength and Conditioning Research,18, 276–280.
49. Moir, G. L., Mergy, D., Witmer, C. A., & Davis, S. E. (2011). *The acute effects of manipulating volume and load of back squats on countermovement vertical jump performance*. Journal Strength and Conditioning Research, 25,1486–1491.
50. Otte JW, Merric MA, Ingersoll CD, Cordova ML(2002) *Subcutaneous adipose tissue thickness alters cooling timeduring cryotherapy*. Arch phys med rehab 83:1501-1505
51. Ottoson D (1965) *The effects of temperature on the isolated muscle spindle*.J Physiol 180:636-648
52. Parker JT, Small NC, Davis DG (1983) *Cold included nerve palsy*. Athletic training 18:76
53. Price R, Lehmann JF, Boswell-Bessette S et al (1993) *Influence of cryotherapy on spasticity at the human ankle*. Arch Phys Med Rehab 74: 300-304
54. Richendollar ML, Darby LA & Brown TM (2006) *Ice bag application, active warm-up and 3 measures of maximal functional performance*. J Athl Train. 41(4): 364–370.
55. Ruben, R. M., Molinari, M. A., Bibbee, C. A., Childress, M. A., Harman, M. S., Reed, K. P., & Haff, G. G. (2010). *The acute effects of an ascending squat protocol on performance during horizontal plyometric jumps*. Journal Strength and Conditioning Research, 24, 358–369.
56. Ruffls W.: *Kryotherapie- Indikationen und Kontraindikationen*.Arch. Badewes.34(1982)51

57. Shellock, F. G., Prentice, W. E. (1985). *Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries*. Sports Med, 2, 267–278.
58. Steffen K, Nilstad A. (2010) *Ankle exercises in combination with intermittent ice and compression following an ankle sprain improves function in the short term*, J Physiother.56(3):202
59. Stevens J (1983)*Thermal sensation : infrared and microwaves*. In Adair, E (ed) *Microwaves and thermal regulation*, London, Academic Press : 134-176
60. Takeda M., Sato T., Hasegawa T., Shintaku H., Kato H., Yamaguchi Y., and Radak Z. (2014) *The Effects of Cold Water Immersion after Rugby Training on Muscle Power and Biochemical Markers* J Sports Sci Med. 2014 Sep; 13(3): 616–623 Published online 2014 Sep 1
61. Tepperman PS, Devlin M. *Therapeutic heat and cold: a practitioners guide*. Postgraduate medicine 73(1):69-76, 1986
62. Williams E., Miller S., Sebastianelli W., and Giampietro L. (2013) *comparative immediate functional outcomes among cryotherapeutic interventions at the ankle*. Int J Sports Phys Ther. 8(6): 828–837
63. Wilk, K., Voight, M., Keirns, M., Gambetta, V, Andrews, R., & Dillman, C. (1993). *Stretch-Shortening Drills for the Upper Extremities: Theory and Clinical Application*. JOSPT, 17, 225-239.
64. Ziv, G., & Lidor, R. (2010). *Vertical jump in female and male volleyball players: a review of observational and experimental studies*. Scand J Med Sci Sports, 20, 556-567.

Αναφορές

1. http://www.recreation-fitness-team.com/2013/08/blog-post_29.html
2. <http://www.care.gr/post/58/mys-tou-kato-akrou-opisthia-epifaneia>
3. <http://www.care.gr/post/57/mys-tou-kato-akrou-prosthia-epifaneia>
4. <http://www.ponosgonato.gr/τενοντίτιδα/>
5. http://medlabgr.blogspot.com/2014/06/blog-post_17.html
6. <http://www.promed.gr/425-therma-psixra-epithemata-pagokystes>
7. <http://www.syattfitness.com/conditioning/fitness-myths-need-die-right-way-kettlebell-swing/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΘΛΗΤΕΣ :

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΑΘΛΗΤΗ:

Παρακαλούμε συμπληρώστε τα παρακάτω στοιχεία:

Όνομα:

Επώνυμο:

Ηλικία :

Ύψος :

Βάρος :

Έχετε πραγματοποιήσει υψηλής έντασης προπόνηση τις τελευταίες 24 ώρες ? ΝΑΙ ΟΧΙ

Είχατε ποτέ κάποιον τραυματισμό ? ΝΑΙ ΟΧΙ

Αν ναι αναφέρετε ποιος ήταν αυτός και πόσα έτη πριν

ΕΝΤΥΠΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΤΩΝ ΑΘΛΗΤΩΝ:

Έρευνα για πτυχιακή εργασία

Εισηγήτρια: Πουλιάση Καλλιόπη

Σπουδάστριες: Σουλάκη Ναυσικά, Τσορπατζίδου Σοφία

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΣΤΗΝ ΑΛΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ

Σημαντικές πληροφορίες:

Κρυοθεραπεία:

Είναι η εφαρμογή ενός ψυχρού μέσου σε μια τραυματισμένη ή και μη, ανατομική περιοχή με στόχους αναλγητικούς και θεραπευτικούς.

Οι θεραπευτικές επιδράσεις της κρυοθεραπείας βασίζονται στις μεταβολές των φυσιολογικών αποκρίσεων του οργανισμού στο ψυχρό ερέθισμα.

Με αυτόν τον τρόπο μέσω της κρυοθεραπείας μπορεί να επιτευχθεί μείωση:

α) του πόνου

β) της αιματικής ροής και της θερμοκρασίας

- γ) της συσσώρευσης οιδήματος-αιματώματος
- δ) του μεταβολισμού και
- ε) της νευρικής αγωγιμότητας στην περιοχή της εφαρμογής

Επιδράσεις κρυοθεραπείας:

Μείωση 10 βαθμών κελσίου στην θερμοκρασία του δέρματος οδηγεί σε μια αντίστοιχη μείωση της νευρικής αγωγιμότητας των αισθητικών και κινητικών νεύρων κατά 33% και 14%, αντίστοιχα. Η μείωση του πόνου από την εφαρμογή της κρυοθεραπείας έχει επίσης αποδοθεί και στη μείωση της συνολικής λειτουργίας των κινητικών νεύρων μια προσαρμογή που θεωρητικά οδηγεί σε μείωση του μυϊκού σπασμού και του φαύλου κύκλου πόνου-μυϊκού σπασμού-πόνου.

Αντενδείξεις:

- * Υπαισθησία,
- * Υπερευαισθησία/αλλεργία στο κρύο
- * Προβληματική αιματική κυκλοφορία
- * Καρδιαγγειακά νοσήματα
- * Κρυοσφαιριναιμία
- * Σύνδρομο Raynaud's.

Θερμοθεραπεία:

- Οποιαδήποτε μορφή θεραπείας χρησιμοποιεί την θερμότητα.

Φυσιολογικές επιδράσεις θερμότητας:

- 1.Τοπικές
- 2.Κυτταρική δραστηριότητα
- 3.Αιματική ροή
- 4.Κολλαγόνο
- 5.Μυϊκός τόνος
- 6.Ανακούφιση από τον πόνο
- 7.Επούλωση ιστών
- 8.Συστηματικές επιδράσεις

Ενδείξεις θερμοθεραπείας:

- 1.Χρόνιες αρθροπάθειες
- 2.Νευραπραξίες
- 3.Μυϊκός σπασμός
- 4.Δύσκαμπτες αρθρώσεις
- 5.Χρόνιες φλεγμονές
- 6.Οσφυαλγία
- 7.Αυχενικό σύνδρομο

Αντενδείξεις θερμοθεραπείας:

- 1.Διαταραχή αισθητικότητας
- 2.Κακή αιμάτωση περιοχής
- 3.Αιμορραγική προδιάθεση
- 4.Κακοήθεις όγκους
- 5.Εγκυμοσύνη
- 6.Φλεβική ανεπάρκεια
- 7.Επιληψία
- 8.Απονεκρωμένο δέρμα
- 9.Οξεία δερματίτιδα

Κατακόρυφο άλμα (countermovement jump):

Κατά την κατακόρυφη αναπήδηση ο αθλητής από διποδική προσπάθει να εκτελέσει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο άλμα ύψους και η απόδοσή του θα αξιολογηθεί μέσω της καταγραφής του ύψους του άλματος. Με αυτό τον τρόπο αξιολογούμε την ισχύ και τη δυναμική σταθεροποίηση που έχει ο αθλητής. Παράλληλα η κατακόρυφη αναπήδηση μας δείχνει την ικανότητα παραγωγής εκρηκτικής δύναμης, το αν υπάρχει νευρομυϊκός έλεγχος καθώς και την ικανότητα απόσβεσης φορτίων σε δυναμικές συνθήκες. Σημαντική βέβαια είναι και η αξιολόγηση της εμπιστοσύνης του αθλητή στο μέλος του.

Η βελτίωση της αθλητικής απόδοσης σε αγωνίσματα ισχύος έχει συνδεθεί με την αύξηση της μέγιστης δύναμης και της δύναμης ισχύος. Η κατακόρυφη αλτική ικανότητα αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων σε πολλά αγωνίσματα ισχύος.

Ο εξεταζόμενος βρίσκεται στην όρθια θέση και ακολούθως εκτελεί ελεύθερα κίνηση προς τα κάτω μέχρι τη θέση ημικάθισμα και στη συνέχεια εκτελεί κίνηση προς τα πάνω.

Οι πρώτοι μύες που δραστηριοποιούνται είναι οι εκτείνοντες του ισχίου, δηλαδή μεγάλος γλουτιαίος και οπίσθιοι μηριαίοι. Ακολουθούν οι εκτείνοντες του γόνατος : έσω πλατύς και ορθός μηριαίος. Στη συνέχεια ενεργοποιείται ο υποκνημίδιος και τελευταίος ο γαστροκνήμιος.



Εκτέλεση κατακόρυφου άλματος (www.syattfitness.com)

ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑΣ:

Συγγραφείς & Χρονολγία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Adams et al (1992)	Η επίδραση 6 εβδομάδων προπόνησης με σκουάτ, πλειομετρικές ασκήσεις και πλειομετρικά σκουάτ στην ισχύ των μυών του ισχίου	48 άρρενες αθλητές άρσης βαρών μέσου επιπέδου χωρίς προηγούμενη έκθεση τους σε προπονητική πλειομετρικών ασκήσεων	Μέτρηση της ισχύος των μυών της κατ'ισχίον άρθρωσης και του μηρού με τη χρήση κατακόρυφων στατικών αλμάτων	Οι εθελοντές διαχωρίστηκαν σε 4 υποομάδες ισόποσα και εκτέλεσαν επί 6 εβδομάδες αντίστοιχα σκουάτ ή πλειομετρικές ασκήσεις ή πλειομετρικά σκουάτ ή υπήχθησαν σε ομάδα ελέγχου χωρίς προπόνηση	Ύψος κατακόρυφου άλματος	Η χρήση προπόνησης με σκουάτ, στατικά ή με πλειομετρική βύθιση, καθώς και η πλειομετρική προπόνηση αυξάνουν σημαντικά το ύψος κατακόρυφου άλματος άρα και την ισχύ των μυών του ισχίου και του μηρού
Asmussen and Bonde-Petersen (1979)	Η μελέτη της αποθήκευσης ελαστικής ενέργειας στους σκελετικούς μύες του ανθρώπου	19 υγιείς νεαροί ενήλικες εκ των οποίων 14 άνδρες και 5 γυναίκες μέσου βάρους 71 kg	Εκτέλεση κατακόρυφων αλμάτων σε 3 διαφορετικές συνθήκες και υπολογισμός της αποθήκευσης ελαστικής ενέργειας μέσω της διαφοράς ενέργειας που ασκείται σε δυναμομετρική πλατφόρμα (force-platform) κατά την εκκίνηση και την προσγείωση	Εκτέλεση άλματος από ημικαθιστή θέση (semi-squat), από όρθια με αντίστροφη κίνηση (counter-movement) και κατόπιν προσγείωσης από πλατφόρμες ύψους 0,23m, 0,40m και 0,69m χωρίς ανάπαυλα.	Μέτρηση ενέργειας σε kpm, χρόνου πτήσης άλματος σε sec και δύναμης ασκηθείσας επί της δυναμομετρικής πλατφόρμας σε kgf	Η ενέργεια προσγείωσης δεν είχε σημαντική διαφορά από την ενέργεια εκκίνησης σε άλμα από ημικαθιστή θέση. Αντίθετα σημαντικά αυξημένη ήταν η ενέργεια προσγείωσης κατά την εκτέλεση άλματος μετά από αντίστροφη κίνηση και μετά από πτώση και από τα 3 ύψη, όμως το μεγαλύτερο ύψος 0,69m εμφάνισε τη μικρότερη διαφορά. Η διαφορά αυτή στην ενέργεια θεωρείται ότι απηχεί την αποθήκευση της ελαστικής ενέργειας στους σκελετικούς μύες.

Συγγραφείς & Χρονολογία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Alqaflly and George (2007)	Η επίδραση της κρυοθεραπείας στην ταχύτητα νευρικής αγωγιμότητας, στην ουδό αλγογόνου ερεθισμού και στην ανοχή του πόνου	23 υγιείς άρρενες αθλητές	Μέτρηση ταχύτητας νευρικής αγωγιμότητας με ηλεκτρομυγράφο καθώς και ουδού ερεθισμού και ανοχής στον πόνο με χρήση ηλεκτρονικού αλγόμετρου. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε περιοχές που νευρώνει το κνημιαίο νεύρο στους δύο αστράγαλους σε κάθε υποκείμενο. Στον έναν αστράγαλο ελέγχου δεν εφαρμόστηκε θεραπευτική παρέμβαση ενώ στον άλλον αστράγαλο που εφαρμόστηκε κρυοθεραπεία, οι μετρήσεις διεξήχθησαν σε δύο σημεία που δέχονται νεύρωση από το κνημιαίο νεύρο, ένα σημείο που δέχτηκε κρυοθεραπεία και ένα που δεν δέχτηκε.	Εφαρμογή κρυοθεραπείας στην περιοχή του αστράγαλου μέχρι του σημείου πτώσης της θερμοκρασίας του δέρματος κατά 10 βαθμούς Κελσίου.	Μέτρηση Θερμοκρασίας δέρματος σε βαθμούς Κελσίου, μέτρηση αγωγιμότητας σε m/sec, μέτρηση ουδού ερεθισμού και ορίου ανοχής στον πόνο σε Nt/cm ²	Η εφαρμογή κρυοθεραπείας μείωσε σημαντικά την ταχύτητα της νευρικής αγωγιμότητας και αύξησε την ουδό αλγογόνου ερεθισμού και το όριο ανοχής σε αλγογόνο ερεθισμό τόσο στην περιοχή που δέχτηκε κρυοθεραπεία, όσο και στην όμορη περιοχή του ίδιου μέλους που νευρώνεται από το ίδιο νεύρο αλλά δεν εφαρμόστηκε κρυοθεραπεία.

Συγγραφείς & Χρονολογία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Bobbert and Schenau (1988)	Η μελέτη της σχέσης μεταξύ κινητικής ενέργειας των μυών του κάτω άκρου και επίδοσης στο κατακόρυφο άλμα	10 υγιείς άρρενες αθλητές υψηλού επιπέδου στο άλμα εις ύψος	Εκτέλεση κατακόρυφου άλματος έπειτα από πλειομετρική βύθιση.	Μέτρηση μέγιστης δύναμης ασκηθείσας επί του εδάφους, βιντεοσκόπηση για την αλληλουχία κίνησης διαφορετικών τμημάτων του σώματος και μέτρηση της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας 7 μυικών ομάδων του κάτω άκρου	Δύναμη ασκηθείσα επί του εδάφους, ταχύτητα κίνησης, και ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα, αλληλουχία κίνησης των μερών του σώματος	Η επίτευξη υψηλής επίδοσης στο κατακόρυφο άλμα στηρίζεται κατά κύριο λόγο στη απόδοση και το συγχρονισμό του ορθού μηριαίου και του γαστροκνήμιου ενώ η ιδανική αλληλουχία κίνησης είναι άνω κορμός-άνω τμήμα κάτω άκρου-κάτω τμήμα κάτω άκρου-άκρος πόδας
Bosco (1986)	Η επίδραση των συνθηκών αυξημένου βαρυντικού πεδίου στη μυική ισχύ και την εκρηκτικότητα των εκτεινόμενων μυών του κάτω άκρου	5 υγιείς άρρενες αθλητές διεθνών επιδόσεων	Μέτρηση της ταχοδυναμικής καμπύλης των εκτεινόμενων μυών του κάτω άκρου, κατά τη διάρκεια πλειομετρικών αλμάτων, κατακόρυφων εκτινάξεων και 15'' συνεχόμενων αλμάτων	Οι εξεταζόμενοι μεταξύ των μετρήσεων φόρεσαν γιλέκο βάρους ίσου με το 11% του σωματικού του βάρους, από την πρωινή έγερση μέχρι τη νυχτερινή κατάκλιση και για περίοδο τριών εβδομάδων	Εκρηκτική μυική ισχύς εκτεινόμενων κάτω άκρου, ταχοδυναμική καμπύλη	Στατιστικά σημαντική αύξηση της εκρηκτικής μυικής ισχύος σε όλες τις δοκιμασίες στο πέρας των τριών εβδομάδων, με μετατόπιση της καμπύλης Δύναμης-Ταχύτητας (F-V) προς τα δεξιά.

Συγγραφείς & Χρονολγία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Baker (1994)	Η μελέτη της επίδρασης γενικών, ειδικών και εξειδικευμένων προγραμμάτων ενδυνάμωσης στη βελτίωση του κατακόρυφου άλματος	Μελέτες που εξετάζουν την επίδραση συγκεκριμένων προγραμμάτων άσκησης στη επίτευξη υψηλής επίδοσης στο κατακόρυφο άλμα.	Ανασκόπηση διεθνούς αρθρογραφίας που ασχολείται με την προπονητική που εφαρμόζεται για την αύξηση του ύψους κατακόρυφου άλματος σε αθλητές	Προπονητικά προγράμματα για την επίτευξη α) γενικής σωματικής ενδυνάμωσης, β) ειδικής ενδυνάμωσης των μυών που πρωταγωνιστούν στο κατακόρυφο άλμα και γ) εξειδικευμένης ενδυνάμωσης που αφορά τους πρωταγωνιστές της κίνησης του άλματος με χρήση εξειδικευμένων μεθόδων καταπόνησης όπως πλειομετρικές ασκήσεις και ασκήσεις αυξημένων συνθηκών βαρύτητας	Ύψος κατακόρυφου άλματος	Τα μέγιστα κέρδη σε ύψος κατακόρυφου άλματος επιτυγχάνονται με συνδυασμό των τριών μεθόδων προπονητικής ξεκινώντας με γενική ενδυνάμωση, ακολουθώντας με ειδική ενδυνάμωση και τέλος με την προσθήκη εξειδικευμένης ενδυνάμωσης
Bobbert (2001)	Η επίδραση της ελαστικότητας των εν σειρά ελαστικών στοιχείων του γαστροκνήμιου και του υποκνημίδιου στις επιδόσεις	Προσομοίωση του ανθρώπινου σκελετού σε υπολογιστή	Υπολογισμός του ύψους κατακόρυφου άλματος του ανθρώπινου σκελετού με τη χρήση διαφορετικών βαθμών ισομετρικής σύσπασης γαστροκνήμιου και υποκνημίδιου	Αύξηση του βαθμού προφόρτισης των εν σειρά ελαστικών στοιχείων του γαστροκνήμιου και του υποκνημίδιου με χρήση αυξημένης έντασης ισομετρικής σύσπασης των εν λόγω μυών	Δύναμη μέγιστης ισομετρικής συστολής, ύψος κατακόρυφου άλματος	Η προφόρτιση των εν-σειρά ελαστικών στοιχείων με τη χρήση μέγιστης ισομετρικής σύσπασης επιφέρει αύξηση της επίδοσης στο κατακόρυφο άλμα.

	της ά- σκησης του σκουώτ					
--	-----------------------------------	--	--	--	--	--

Συγγραφείς & Χρονολογία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Bosco and Komi (1979)	Ενίσχυση της μηχανικής συμπεριφοράς των ανθρώπινων σκελετικών μυών με τη χρήση προπαρασκευαστικής διάτασης (prestretching)	28 υγιείς άρρενες αθλητές της άρσης βαρών	Εκτέλεση κατακόρυφων στατικών αλμάτων με την προσθήκη βάρους στους ώμους από 10 έως 160 κιλά, χωρίς προπαρασκευαστική διάταση, υπολογισμός κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης εδάφους και γωνιακής ταχύτητας του γόνατος	Εκτέλεση κατακόρυφων στατικών αλμάτων με την προσθήκη βάρους στους ώμους από 10 έως 160 κιλά με προπαρασκευαστική διάταση από θέση ημικαθίσματος ή με εκτέλεση αλμάτων σε βάθος από 0,1 έως 1 μέτρο.	Μηχανική ισχύς των μυών μέσω της ταχοδυναμικής καμπύλης που παρήχθη από την κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους και τη γωνιακή ταχύτητα του γόνατος	Η χρήση προπαρασκευαστικής διάτασης είτε με ημικάθισμα είτε με άλμα εις βάθος πριν την επίτευξη κατακόρυφου άλματος βελτιώνει σημαντικά τη μηχανική ισχύ μετατοπίζοντας την ταχοδυναμική καμπύλη προς τα δεξιά
Chastain (1978)	Η επίδραση της εν τω βάθους θερμοθεραπείας στα επίπεδα δύναμης της ισομετρικής συστολής	12 υγιείς ενήλικες άρρενες	Μέτρηση της δύναμης ισομετρικής σύσπασης τετρακεφάλου πριν, αμέσως μετά, 30' μετά και 2ώρες μετά την εφαρμογή εν τω βάθους θερμοθεραπείας	Εφαρμογή θερμοθεραπείας πεδίου με συσκευή διαθερμίας βραχέων κυμάτων, διάρκειας 20'	Μέτρηση της δύναμης ισομετρικής σύσπασης τετρακεφάλου σε Nt	Η εφαρμογή εν τω βάθους θερμοθεραπείας προκαλεί αρχικά μια μείωση της δύναμης μέγιστης ισομετρικής σύσπασης του 4κεφάλου, η οποία 30' μετά την εφαρμογή ακολουθείται από αύξηση της δύναμης σε σχέση με τα επίπεδα πριν τη θερμοθεραπεία και παραμένει αυξημένη ακόμη και 2 ώρες έπειτα από την εφαρμογή.

Συγγραφείς & Χρονολογία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Cormie et al (2007)	Η διερεύνηση του βαθμού επιβάρυνσης με φορτίο κατά τη διάρκεια ασκήσεων του κάτω άκρου για την επίτευξη μέγιστης μυϊκής ισχύος	11 άρρενες αθλητές πρώτης κατηγορίας	Μετρήθηκε η μέγιστη φόρτωση ανά εξεταζόμενο στην εκτέλεση τριών διαφορετικών ασκήσεων (σκουώτ, σκουώτ με άλμα και power clean) με τυχαιοποιημένη σειρά.	Οι αθλητές εκτέλεσαν ξανά τις ασκήσεις στο 0, 12, 27, 42, 57 και 85% της μέγιστης φόρτωσης για το σκουώτ και το σκουώτ με άλμα, καθώς και από το 10% και ανά 10% μέχρι το 90% της μέγιστης φόρτωσης για το power clean. Κατά τη διάρκεια των παραπάνω εκτελέσεων μετρήθηκαν και υπολογίστηκαν η μέγιστη μυϊκή δύναμη, η μυϊκή ισχύς και η ταχύτητα κίνησης.	Μυϊκή ισχύς σε σχέση με το βαθμό φόρτωσης όπως αυτός εκφράζεται ως ποσοστό της μέγιστης φόρτωσης ανά εξεταζόμενο.	Για το σκουώτ με άλμα, η μέγιστη μυϊκή ισχύς παρήχθη με φόρτωση 0%. Για το απλό σκουώτ, η μέγιστη μυϊκή ισχύς εμφανίστηκε στο 56% της μέγιστης φόρτωσης. Για την άσκηση power clean η μέγιστη μυϊκή ισχύς εμφανίστηκε στο 80% υπομέγιστης φόρτωσης.
Cuthill and Cuthill (2006)	Πρόκληση εγκαύματος κατά την χρήση ψυχρού επιθέματος στο κάτω άκρο	Μία υγιής γυναίκα ηλικίας 29 ετών που υπέστη κάκωση μαλακών μορίων κατά τη διάρκεια ξαφνικού τρεξίματος – case study	Πρόκληση εγκαύματος 2 ^{ου} -3 ^{ου} βαθμού από εφαρμογή κρυοθεραπείας στην περιοχή του δεξιού γαστροκνημίου μυός, με αρχικό ερύθημα που εξελίχθηκε σε φλυκταινώδη σχηματισμό και δημιουργία έλκους	Εφαρμογή ψυχρού επιθέματος με συμπίεση από το βάρος του μέλους σε καθιστή θέση με το υπό θεραπεία πόδι τεντωμένο επάνω σε κάθισμα και το επίθεμα τοποθετημένο ανάμεσα στη γάμπα και την επιφάνεια του καθίσματος και παρεμβολή	Εκτιμήθηκαν το εμβαδόν της εξέλκωσης στο 3% της επιφάνειας του σώματος καθώς και το βάθος της που συνίστατο σε ολική απώλεια της επιδερμίδας και σε μερική απώλεια του υποδόριου ιστού.	Επούλωση εντός 12 ημερών με αποχή από εργασία και δραστηριότητες καθώς και ανύψωση σκέλους καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου

			κατόπιν διά- νοιξης του σε κλινική ε- γκαυμάτων και διαπί- στωσης.	πετσέτας. Η ε- φαρμογή από λάθος διήρ- κησε 30' ενώ αρχικά η πρό- θεση ήταν να μην ξεπεράσει τα 15'.		
--	--	--	---	---	--	--

Συγγραφείς & Χρονολογία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Edwards et al (1971)	Η επίδραση της θερμοκρασίας στα επίπεδα μεταβολισμού και αντοχής στη κόπωση, στο τετρακέφαλο μυ του ανθρώπου	10 υγιείς ενήλικες άρρενες	Μέτρηση της μέγιστης (MVC) και υπομέγιστης (2/3 MVC) ισομετρικής δύναμης έκτασης του γόνατος σε καθιστή θέση, τη λεκάνη σταθεροποιημένη με ιμάντα και το γόνατο σε γωνία κάμψης 90°.	Βάπτιση του εξεταζόμενου μέλους μέχρι το ύψος του μείζονος τροχαντήρα εντός κάδου με θερμαινόμενο νερό και παραμονή για 45' στις ακόλουθες ενδομυϊκά μετρούμενες θερμοκρασίες : 10°, 26° και 44°. 2' μετά την έξοδο του μέλους από τον κάδο κάθε φορά οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν υπομέγιστες (2/3 MVC) ισομετρικές συσπάσεις μέχρι κοπώσεως	Μέτρηση θερμοκρασίας σε βαθμούς Κελσίου, μέτρηση δύναμης ισομετρικής σύσπασης σε Nt, και μέτρηση χρόνου ικανότητας διατήρησης του επιπέδου υπομέγιστης ισομετρικής σύσπασης (2/3 MVC) σε δευτερόλεπτα	Από τους 10° έως τους 26° η αντοχή στην κόπωση του τετρακέφαλου αυξάνεται γραμμικά, ενώ από τους 26° έως τους 44° μειώνεται γραμμικά. Η μέση ενδομυϊκή θερμοκρασία μέγιστης αντοχής στην κόπωση προσδιορίστηκε στους 26°
Flanagan et al (2008)	Η αξιοπιστία του δείκτη αντιδραστικής δύναμης (reactive strength index RSI) και του χρόνου σταθεροποίησης (time to stabilize TTS) στα άλματα από ύψος	22 υγιείς ενήλικες	Εκτέλεση αλμάτων βάρους από ύψος 30 εκατοστών, και μέτρηση/υπολογισμός του ύψους του άλματος από το ανώτατο σημείο ανόδου, το χρόνο επαφής με το έδαφος, του δείκτη RSI και του χρόνου	Επανάληψη της διαδικασίας 3 φορές για κάθε εθελοντή προς έλεγχο της επαναληψιμότητας των μετρήσεων	Ύψος άλματος, χρόνος επαφής με το έδαφος (contact time CT) δείκτης RSI και χρόνος σταθεροποίησης TTS, και δείκτες αξιοπιστίας Cronbach alpha reliability coefficient και intraclass correlations	Ο δείκτης αντιδραστικής δύναμης RSI έδειξε υψηλό δείκτη αξιοπιστίας (Cronbach alpha>0,95) και ενδείκνυται για την αξιολόγηση της πλειομετρικής επίδοσης, ενώ ο χρόνος σταθεροποίησης CT είχε χαμηλό δείκτη αξιοπιστίας (alpha<0,7) υποδεικνύοντας την

			νου σταθεροποίησης TTS)			ανάγκη εξοικείωσης με τη διαδικασία.
Garhamer (1993)	Η δυνατότητα πρόβλεψης των επιδόσεων της άρσης βαρών, του power lifting (σκουώτ, πιέσεις πάγκου και άρσεις θανάτου) με μεθόδους μέτρησης της μυικής ισχύος	Μελέτες που χρησιμοποιούν μετρήσεις της μυικής ισχύος	Κινησιολογική ανάλυση των τεχνικών της άρσης βαρών και του power lifting, σε ότι αφορά τη μετακίνηση κέντρου βάρους του σώματος του αθλητή ως παράμετρο αξιολόγησης της παραγωγής μυικής ισχύος.	Σύγκριση της παραγωγής μυικής ισχύος κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των κινήσεων της άρσης βαρών και κατά τη διάρκεια των πειραματικών μεθόδων όπως η ανάλυση του κατακόρυφου άλματος με τη χρήση της φόρμουλας Lewis και τη χρήση ανάλυσης μέσω βιντεοσκόπησης.	Μέγιστη μυική ισχύς κατά τη διάρκεια της άρσης βαρών και powerlifting και σύγκριση με την παραγόμενη μυική ισχύ κατά την εκτέλεση κατακόρυφου άλματος	Το κατακόρυφο άλμα είναι μια ασφαλής μέθοδος πρόβλεψης των επιδόσεων στην άρση βαρών ενώ για το powerlifting δεν υπάρχουν επαρκή ερευνητικά δεδομένα.
Gullich and Schmidtbleicher (1996)	Η επίδραση της προθέρμανσης με χρήση συσπάσεων μέγιστης προσπάθειας (maximal voluntary contraction MVC) στην εκρηκτικότητα των μυϊκών συστημάτων άνω και κάτω άκρου	36 άνδρες και γυναίκες αθλητές αγωνισμάτων απαιτητικών σε υψηλή ταχοδυναμική μυϊκή λειτουργία (εκρηκτικότητα)	Εκτέλεση πιέσεων πάγκου (bench press) πριν και μετά την επίτευξη μέγιστης προσπάθειας στη συγκεκριμένη κίνηση, καθώς και κατακόρυφων αλμάτων και αλμάτων εις βάθος 32εκ, πριν και μετά την επίτευξη μέγιστης προσπάθειας	Μέγιστη ισομετρική συστολή (MVC) 5'' στο άνω άκρο στην άσκηση πιέσεων πάγκου με βάρος στην μπάρα που είχε προσδιοριστεί σε συνεδρίες εξοικείωσης για κάθε συμμετέχοντα. Ισομετρική MVC 5'' κάτω άκρου σε μηχανήμα	Εκτίμηση της εκρηκτικότητας μυϊκής σύσπασης μέσω του υπολογισμού της μέγιστης ταχύτητας της κίνησης μετρούμενης σε m/sec. Εκτίμηση έντασης του τενόντιου αντανακλαστικού μέσω μέτρησης χρόνου έκλυσης	Στην άσκηση πιέσεων πάγκου η χρήση ισομετρικών MVC βελτίωσε σημαντικά την εκρηκτικότητα των μυϊκών ομάδων που εκτελούν την κίνηση, ενώ η χρήση υπομέγιστων ισομετρικών δεν βελτίωσε την εκρηκτικότητα. Στα κατακόρυφα άλματα, η χρήση MVC συσπάσεων μείωσε την εκρηκτικό-

			με χρήση ισομετρικής συστολής για 5'' σε μηχάνημα πιέσεων ποδιών (leg press). Μέτρηση έντασης σύσπασης μέσω ΗΜΓ δραστηριότητας (EMG) κατά την έκλυση τενόντιου αντανάκλαστικού στο γαστροκνήμιο και υποκνημίδιο μυ, πριν και μετά τις ισομετρικές MVC στα κάτω άκρα	εγκύμνασης τύπου Smith (μπάρα μεταβλητού βάρους ανυψούμενη επάνω σε εκατέρωθεν οδηγούς)	ΗΜΓ δραστηριότητας από τη στιγμή του παρεχόμενου ερεθίσματος, μετρούμενο σε msec	τητα της κίνησης στα πρώτα 3' μετά την πραγματοποίησή τους, όμως σε χρονικό διάστημα 3' έως 5' 20'', η εκρηκτικότητα αυξήθηκε. Παρόμοια διακύμανση είχε η εκρηκτικότητα στα άλματα από ύψος. Το μυοτατικό αντανάκλαστικό αντίστοιχα, στα πρώτα 4' έδειξε μείωση ενώ από 4' έως τα 11' μετά την επίτευξη MVC ήταν αυξημένο με με μ.ο. μέγιστης ανταπόκρισης στα 8,7 ±3,6 sec.
Green et al (1989)	Πρόκληση πάρεσης περονιαίου νεύρου με εφαρμογή κρυοθεραπείας-case report	Ένας άνδρας 18 ετών	Τράβηγμα τένοντα δικέφαλου μηριαίου και πιθανή κάκωση έξω πλάγιου συνδέσμου γόνατος χωρίς όμως κλινική ένδειξη αστάθειας	Εφαρμογή ψυχρού επιθέματος με παρεμβολή πετσέτας και περιδέση με ελαστικό ιμάντα, στην έξω πλαϊνή επιφάνεια του γόνατος		Πάρεση περονιαίων μυών
Hardy et al (1951)	Η επίδραση της θερμοκρασίας του δέρματος στην ουδό του πόνου που προκαλείται με θερμικό ερεθισμό	4 υγιείς ενήλικες	Μια περιοχή του μετώπου και της ράχης της παλάμης σημάδεύτηκαν με μαύρο χρώμα και μετρήθηκαν για τη θερμοκρασία τους έπειτα από παραμονή σε δωμάτιο με	Οι συμμετέχοντες εισήλθαν και παρέμειναν για μια ώρα σε παρακείμενο δωμάτιο όπου η θερμοκρασία του χώρου ήταν 8 βαθμοί Κελσίου. Σε χρονικά διαστήματα 5'	Μέτρηση θερμοκρασίας δέρματος και ουδού πόνου σε watt/sec/cm ²	Η σχέση ουδού πόνου και θερμοκρασία δέρματος είναι γραμμική και αντιστρόφως ανάλυση

			<p>θερμοκρασία περιβάλλοντος 26 βαθμούς Κελσίου, πριν και 2 ώρες μετά την παραμονή τους σε ψυχρότερο περιβάλλον. Κατά την παραμονή τους, στις σημειωμένες περιοχές προκλήθηκε πόνος με θερμικό ερεθισμό και μετρήθηκε η ουδός του πόνου.</p>	<p>έως 10' προκλήθηκαν θερμικά ερεθίσματα για την εξέταση του κατωφλιού του πόνου. Εν συνεχεία, επέστρεψαν στο δωμάτιο που επικρατούσαν 26 βαθμοί και οι μετρήσεις συνεχίστηκαν επί 2ωρο μέχρι να αποκατασταθεί η θερμοκρασία του δέρματος στην αρχή του πειράματος.</p>		
--	--	--	--	--	--	--

Συγγραφείς & Χρονολογία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Kennet et al (2007)	Σύγκριση τεσσάρων διαφορετικών μέσων ψυχοθεραπείας προς την αποτελεσματικότητά τους	9 υγιείς ενήλικες εκ των οποίων 5 άνδρες και 4 γυναίκες	Μέτρηση επιφανειακής θερμοκρασίας του δέρματος του δεξιού αστραγάλου με τη μέθοδο της θερμικής κάμερας, με συχνότητα λήψης μια φωτογραφία ανά λεπτό, επί διάστημα μισής ώρας αρχόμενης από το πέρας εφαρμογής κρυοθεραπείας	Εφαρμογή κρυοθεραπείας στην περιοχή του δεξιού αστραγάλου διάρκειας 20' σε τέσσερις διαφορετικές συνεδρίες, με την αντίστοιχη χρήση ενός εκ των ακόλουθων μέσων: τριμμένου πάγου, σακουλιού ψυκτικού τζελ, σακούλας κατεψυγμένου αρακά, και παγωμένου νερού εντός του οποίου βαπτίστηκε το θεραπευόμενο μέλος	Μέτρηση θερμοκρασίας επιφανείας δέρματος σε βαθμούς Κελσίου	Οι μέθοδοι εφαρμογής τριμμένου πάγου και της εμβάπτισης μέλους σε κρύο νερό υπερέχουν σε αποτελεσματικότητα των μεθόδων εφαρμογής ψυκτικού τζελ με σακούλα, και κατεψυγμένου αρακά σε σακούλα, καθώς κατέβασαν τη θερμοκρασία χαμηλότερα και επίσης τη διατήρησαν σε χαμηλά επίπεδα για περισσότερη ώρα
Kligman (1982)	Η εντατικοποίηση της θερμικής βλάβης του δέρματος από υπεριώδη ακτινοβολία με συνδυασμένη εφαρμογή υ-	32 χοίροι τύπου Γουινέας ανοιχτόχρωμοι (guinea albino)	Διαχωρισμός του πλήθους των χοίρων σε 4 ομάδες έκθεσης: σε υπεριώδη μόνον, σε υπεριώδη και υπέρυθρη ταυτόχρονα, σε υπέρυθρη μόνον και ελέγχου με μηδενική έκθεση σε ακτινοβολία. Ελήφθησαν δείγματα δέρματος προς βιοψία, για σύγκριση πριν και μετά	Οι χοίροι ανάλογα την ομάδα που ανήκαν, εκτέθηκαν στην ίδια μορφή ακτινοβολίας για ορισμένο διάστημα της ημέρας και καθημερινά για 45 εβδομάδες.	Μετρήθηκε η πυκνότητα του δικτύου ελαστικών κολλαγόνων στις βιοψίες δέρματος η πυκνωση του οποίου συνίσταται το φαινόμενο της ηλιακής ελάστωσης (solar elastosis) και θεωρείται το	Η συνδυασμένη έκθεση σε υπεριώδη και υπέρυθρη ακτινοβολία επιφέρει το μεγαλύτερο βαθμό ηλιακής ελάστωσης άρα κρίνεται και πιο βλαπτική σε σχέση με την έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία μόνον. Η έκθεση κατ' αποκλειστικότητα σε υπέρυθρη επίσης

	πέρυθρης ακτινοβολίας		την έκθεση σε ακτινοβολία		πρώτο στάδιο των βλαβών του δέρματος από την έκθεση στο ήλιο .	προκάλεσε αλλοιώσεις ηπιότερου όμως βαθμού.
Kovacevic et al (2011)	Η επίδραση μιας μέγιστης ισομετρικής προσπάθειας στη εκρηκτική μυική ισχύ του κάτω άκρου	9 υγιείς άρρενες και πρώην επαγγελματίες αθλητές του τέννις	Υποβολή των εξεταζόμενων σε μέγιστη ισομετρική προσπάθεια σε ημικαθιστή θέση (semi-squat) και μέτρηση της μυικής ισχύος κατά τη διάρκεια εκτέλεσης κατακόρυφου και επιμήκους άλματος πριν και 30'', 60'' και 90'' μετά την εκτέλεση της ισομετρικής προσπάθειας	Οι εξεταζόμενοι εκτέλεσαν μια μέγιστη ισομετρική προσπάθεια σε ημικαθιστή θέση σκουάτ, έναντι σταθερού εμποδίου (μπάρα στους ώμους συνδεδεμένη με αλυσίδες στο πάτωμα) επί έξι δευτερόλεπτα	Μυική ισχύς παραγόμενη κατά την κατακόρυφη εκτίναξη (κατακόρυφο άλμα) και την οριζόντια εκτίναξη (οριζόντιο άλμα) πριν και μετά την παρέμβαση	Στατιστικά σημαντική αύξηση της ισχύος του κατακόρυφου άλματος στις απόπειρες 60'' και 90'' δευτερόλεπτα μετά την επίτευξη της μέγιστης ισομετρικής προσπάθειας στην ημικαθιστή θέση. Μη στατιστικά σημαντική μεταβολή του κατακόρυφου άλματος στα 30'' μετά τη μέγιστη ισομετρική προσπάθεια καθώς και του οριζόντιου άλματος ανεξαρτήτως χρόνου
Kramer (1994)	Η εξειδίκευση της βιολογικής επίδρασης μεταξύν των θερμικών και των μηχανικών αποτελεσμάτων του θεραπευτικού υπέρηχου	10 υγιείς ενήλικες άρρενες	Μέτρηση θερμοκρασίας υποδόριου ιστού και ταχύτητας νευρικής αγωγιμότητας πριν και μετά την εφαρμογή θεραπευτικής παρέμβασης	Εφαρμογή με τυχαιοποιημένη σειρά για κάθε συμμετέχοντα των ακόλουθων τεσσάρων τύπων θεραπείας στην περιοχή του κάτω τριτημορίου του βραχίονα: Συνεχής υπέρηχος, διακοπτόμενος υπέρηχος, υπέρυθρη ακτινοβολία και εφαρμογή υπέρηχου με τη συσκευή κλειστή ως παρέμβαση ελέγχου του	Μέτρηση θερμοκρασίας υποδόριου ιστού σε βαθμούς Κελσίου και ταχύτητας νευρικής αγωγιμότητας σε m/sec	Η εφαρμογή συνεχούς υπέρηχου και υπέρυθρης ακτινοβολίας αύξησαν σημαντικά τη θερμοκρασία του υποδόριου ιστού και την ταχύτητα νευρικής αγωγιμότητας. Η εφαρμογή διακοπόμενου υπέρηχου και placebo εφαρμόστη μειώσαν τη θερμοκρασία και τη νευρική αγωγιμότητα λόγω ψύξης από τη χρήση του ζελέ υπέρηχων

				φαινομένου placebo.		
Συγγραφείς & Χρονολογία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Merrick et al (1999)	Η επίδραση της άμεσης εφαρμογής κρυοθεραπείας σε δευτερογενείς βλάβες του μυϊκού ιστού	19 ενήλικα αρσενικά ποντίκια ράτσας Sprauge-Dawley	Εργαστηριακή πρόκληση τραυματισμού του μυϊκού ιστού της γαστροκνημίας των ποντικών και εν συνεχεία μέτρηση της ουσίας TTC (triphenyltetrazolium chloride) πριν και μετά την εφαρμογή 5 ωρών κρυοθεραπείας στην ομάδα παρέμβασης ή απλά έπειτα από την παρέλευση του ίδιου χρόνου δίχως εφαρμογή στην ομάδα ελέγχου.	Εφαρμογή 5ωρης συνεχούς κρυοθεραπείας με τη μέθοδο του επιθέματος τριμμένου πάγου στην περιοχή της γαστροκνημίας των ποντικών	Μέτρηση σε μικρογραμμάρια, της συγκέντρωσης χλωριούχου τέτραφαίνυλοτετραζολίου (TTC) η μείωση της οποίας είναι ενδεικτική της έκτασης δευτερογενούς βλάβης του μυϊκού ιστού που ακολουθεί την αρχική βλάβη ενός τραυματισμού	Η 5ωρη συνεχούς εφαρμογής κρυοθεραπείας προκάλεσε περιορισμένη μείωση της συγκέντρωσης ουσίας TTC στο μυϊκό ιστό, γεγονός που υποδεικνύει ότι η εφαρμογή ψυχρού περιορίζει την έκταση δευτερογενούς ιστικής βλάβης που ακολουθεί έπειτα από μυϊκό τραυματισμό.
Merrick et al (1993)	Η ελάττωση επιδερμικής και ενδομυϊκής θερμοκρασίας έπειτα από την εφαρμογή πάγου με/χωρίς/ ή συμπιεστική εφαρμογή ψυχρού επιθέματος	11 υγιείς ενήλικες	Μέτρηση θερμοκρασίας δέρματος και ενδομυϊκά, στην επιφάνεια και σε βάθος 1cm και 2 cm, στην πρόσθια περιοχή του μηρού	4 ξεχωριστές συνεδρίες μηδενικής εφαρμογής ελέγχου, εφαρμογής πάγου, εφαρμογής συμπιεστικού επιθέματος χωρίς πάγο και συνδυαστικής εφαρμογής πάγου με συμπιεστικό επίθεμα αντίστοιχα	Μέτρηση θερμοκρασίας επιφανείας δέρματος και ενδομυϊκά σε βαθμούς Κελσίου	Η συνδυαστική εφαρμογή πάγου με συμπίεση επιφέρει τη μεγαλύτερη και διαρκέστερη μείωση της θερμοκρασίας σε όλα τα βάθη μέτρησης

Συγγραφείς & Χρονολογία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Moir et al (2011)	Η επίδραση του μεγέθους και του όγκου αντίστασης της άσκησης μπακ σκουώτ (back squat) στην επίδοση του κατακόρυφου άλματος	11 γυναίκες αθλήτριες πετοσφαίρισης 2 ^{ης} κατηγορίας του αμερικανικού κολλεγιακού πρωταθλήματος	Εκτέλεση 10 κατακόρυφων αλμάτων με προπαρασκευαστικό πλειομετρικό ημικάθισμα (countermovement) με μεσοδιαστήματα 2', πάνω σε πλατφόρμα μέτρησης δύναμης πριν και 2' μετά την πραγματοποίηση πρωτοκόλλου άσκησης μπακ σκουώτ	Εκτέλεση ασκήσεων μπακ σκουώτ που αποτελούνταν 1 πρωτόκολλο υψηλής αντίστασης 3 επαναλήψεων (με αντίσταση στο 90% της μέγιστης προσπάθειας) και ένα πρωτόκολλο υψηλού όγκου αντίστασης 12 επαναλήψεων (με αντίσταση στο 37% της μέγιστης αντίστασης)	Μέτρηση ύψους άλματος, κατακόρυφης δύναμης εδάφους (vertical Stiffness VStiff) και της γωνίας κίνησης άρθρωσης του γόνατος	Η άσκησης μπακ σκουώτ υψηλής αντίστασης και υψηλού όγκου αντίστασης δεν βελτιώνουν άμεσα (2' μετά) το ύψος του κατακόρυφου άλματος. Οι ασκήσεις μπακ σκουώτ υψηλής αντίστασης βελτιώνουν άμεσα (2' μετά) μόνο την κατακόρυφη δύναμη που ασκείται επί του εδάφους.
Moir et al (2006)	Η επίδραση της εξοικείωσης στην αξιοπιστία της μέτρησης κατακόρυφων αλμάτων και σπριντ	10 υγιείς σωματικά δραστήριοι άνδρες	Μέτρηση του ύψους κατακόρυφου άλματος με και χωρίς την προσθήκη βάρους, με και χωρίς πλειομετρική βύθιση πριν την εκτίναξη. Μέτρηση του χρόνου κάλυψης των πρώτων 10m καθώς και των συνολικών 20m τρεξίματος σπριντ.	Επανάληψη της διαδικασίας μέτρησης 3 φορές σε κάθε συνεδρία, για 5 συνεδρίες που έλαβαν χώρα σε διάστημα 3 εβδομάδων	Ύψος για τα άλματα και χρόνος για το σπριντ, μελέτη τυχόν εξοικείωσης μέσω βελτίωσης των επιδόσεων και μελέτη αξιοπιστίας με τη χρήση Intraclass Correlation Coefficient (ICC).	Η μέτρηση των επιδόσεων στη διάρκεια κατακόρυφων στατικών αλμάτων με ή χωρίς πλειομετρική βύθιση καθώς και τρεξίματος 20 μέτρων με σπριντ, έχει υψηλό βαθμό αξιοπιστίας ανεξάρτητα αν προηγείται ή όχι διαδικασία εξοικείωσης των συμμετεχόντων με τη διαδικασία.

<p>McBride et al (1999)</p>	<p>Σύγκριση της μυϊκής ισχύος και της μυϊκής δύναμης κατά τη διάρκεια του σκουάτ, μεταξύ αθλητών δυναμικής άρσης βαρών (power lifting) άρσης βαρών Ολυμπιακού τύπου (Olympic lifting) και δρομέων υψηλών ταχυτήτων (sprinting)</p>	<p>6 αρσιβαρίστες Ολυμπιακής άρσης, 8 αρσιβαρίστες δυναμικής άρσης, 6 δρομείς υψηλών ταχυτήτων και 8 άτομα μη αθλητικής κατάρτισης ως ομάδα ελέγχου (control group)</p>	<p>Εκτέλεση κατακόρυφου άλματος χωρίς βάρη, εκτέλεση σκουάτ σε μηχανήμα τύπου Smith για τον προσδιορισμό της φόρτωσης μέγιστης προσπάθειας (repetition maximum RM), και εν συνεχεία εκτέλεση κατακόρυφων αλμάτων με το 60%, 70% και 90% του βάρους της μέγιστης RM.</p>	<p>Μέτρηση ύψους άλματος, ταχύτητας της κίνησης, και της ασκηθείσας δύναμης επί του εδάφους (vertical ground reaction force VGRF)</p>	<p>Υπολογισμός μέγιστης μυϊκής δύναμης, της μέγιστης μυϊκής ισχύος, του ύψους άλματος και της ταχύτητας κίνησης</p>	<p>Οι αθλητές άρσης βαρών Ολυμπιακών προδιαγραφών υπερέχουν σε μυϊκή δύναμη, ισχύ, ταχύτητα και ύψος άλματος των αντίστοιχων της δυναμικής άρσης βαρών και της ομάδας ελέγχου. Οι σπρίντερ υπερέχουν σε μέγιστη ταχύτητα και ύψος άλματος έναντι όλων των άλλων ομάδων άθλησης. Οι αθλητές δυναμικής άρσης υπερέχουν των μη αθλητών σε μέγιστη δύναμη και μέγιστη ταχύτητα. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η εξειδίκευση του αθλήματος επιφέρει και εξειδίκευση των επιδόσεων στο κατακόρυφο άλμα με διαφορετικά επίπεδα αντίστασης.</p>
-----------------------------	--	---	---	---	---	--

Συγγραφείς & Χρονολογία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Ottoson (1965)	Η επίδραση της θερμοκρασίας στη διεγερσιμότητα της μυϊκής ατράκτου	42 εργαστηριακά παρασκευασμένες μυϊκές άτρακτοι από τους μύες των δακτύλων των οπίσθιων άκρων απροσδιόριστου αριθμού βατράχων	Οι μυϊκές άτρακτοι τοποθετήθηκαν σε ειδική συσκευή με τα άκρα τους υπό τάση συνδεδεμένα με ηλεκτρομαγνήτη και παλμοσκόπιο το οποίο κατέγραφε τις όποιες μεταβολές της τάσης στα άκρα της ατράκτου. Ο θάλαμος της συσκευής ήταν πλημμυρισμένος από υγρό Ringer ελεγχόμενα μεταβαλλόμενης θερμοκρασίας, μετρούμενης με θερμικό ζεύγος αισθητήρων τοποθετημένων κατά μήκος της ισημερινής γραμμής της ατράκτου.	Η συσκευή βαπτίστηκε σε νερό μεταβαλλόμενης θερμοκρασίας, ξεκινώντας από θερμοκρασία δωματίου 22° ανέβηκε στους 35°-36° και στη συνέχεια κατέβηκε έως τους 0° μέσα σε διάστημα 20'-30', και κατόπιν επέστρεψε με τον ίδιο ρυθμό στους 36°. Ανά ένα βαθμό Κελσίου μεταβολή, ασκείτο συγκεκριμένη τάση στα άκρα της μυϊκής ατράκτου διάρκειας 300msec	Μεταβολή θερμοκρασίας σε βαθμούς Κελσίου, διεγερσιμότητα μυϊκής ατράκτου σε αριθμό παλμών όπως αυτοί καταγράφονταν από παλμοσκόπιο σε απάντηση σταθερού ερεθίσματος που ασκείτο στα άκρα της μυϊκής ατράκτου από το δυναμόμετρο.	Η μέγιστος αριθμός παλμών που ανέπτυξαν οι άτρακτοι ήταν γύρω στους 30°. Κατεβαίνοντας μέχρι τους 5° οι παλμοί μειώνονταν και από τους 5° έως τους 0° σταθεροποιούνταν στον ελάχιστο αριθμό, συνήθως έναν παλμό ανά ερέθισμα. Στην επιστροφή της θερμοκρασίας του παρασκευάσματος στην αρχική θερμοκρασία δωματίου 22° δεν παρατηρήθηκε το φαινόμενο της υστέρησης του κολλαγόνου ιστού. Από τους 30° έως τους 35°-36° οι αριθμοί των παλμών μειώνονταν σημαντικά.

Συγγραφείς & Χρονολογία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Λιαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Otte et al (2008)	Η επίδραση του πάχους της στοιβάδος υποδόριου λιπώδους ιστού στην απαραίτητη διάρκεια της κρυοθεραπείας	47 υγιείς ενήλικες άρρενες με πάχος λιπομετρικής πτύχωσης του πρόσθιου μηρού μικρότερο των 40χιλιοστών	Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε 4 ομάδες ανάλογα τη λιπομέτρησή τους, στην ομάδα 0-10mm πάχους λιπώδους ιστού, σε ομάδα 10-20mm, σε ομάδα 20-30mm και τέλος ομάδα 30-40mm.	Στους συμμετέχοντες εισήχθησαν ενδομυϊκά αισθητήρες θερμότητας σε βάθος 1 cm κάτω από το στρώμα του λιπώδους ιστού. Εφαρμόστηκε κρυοθεραπεία με τη μέθοδο του επιθέματος τριμμένου πάγου στην πρόσθια επιφάνεια του μηρού μέχρι του σημείου που η ενδομυϊκή θερμοκρασία σε βάθος 1cm κάτω από το στρώμα του λιπώδους ιστού μειώθηκε κατά 7 ⁰ σε σχέση με τη θερμοκρασία πριν την έναρξη της εφαρμογής	Ενδομυϊκή θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου και χρόνος επίτευξης της μείωσης της θερμοκρασίας σε λεπτά της ώρας	Η σχέση μεταξύ πάχους λιπώδους ιστού και απαραίτητου χρόνου κρυοθεραπείας για την επίτευξη συγκριμένης πτώσης της ενδομυϊκής θερμοκρασίας είναι γραμμικά ανάλογη. Ενδεικτικά σε πάχος λιπώδους έως 20mm χρειάστηκαν κατά μέσο όρο 25', σε πάχος 20-30mm 40' 30-40mm 60'.
Price et al (1993)	Η επίδραση της κρυοθεραπείας στη σπαστικότητα του άρθρωσης του αστραγάλου στον άνθρωπο	25 ενήλικες άρρενες με κλινικά σημεία σπαστικότητας έπειτα από κρανιοεγκεφαλική κάκωση, κάκωση νωτιαίου μυελού ή αγγειακό επεισόδιο	Εκτίμηση του βαθμού σπαστικότητας των μυών (γαστροκνήμιο –υποκνημίδιο) του αστραγάλου με τη χρήση μεθόδου που βασίζεται στην ποσοτικοποίηση	Εφαρμογή κρυοθεραπείας στην επιφάνεια του γαστροκνήμιου με χρήση της μεθόδου του ψυχρού επιθέματος και εκτίμηση της σπαστικότητας πριν κατά τη	Μέτρηση της σπαστικότητας μέσω της γλοιοελαστικής ακαμψίας εκπεφρασμένης σε Nt	Η εφαρμογή της κρυοθεραπείας προκαλεί μείωση της σπαστικότητας κατά τη διάρκεια της κρυοθεραπείας ενώ μια ώρα μετά το πέρας της εφαρμογής η σπαστικότητα παραμένει μειωμένη σε μικρότερο όμως βαθμό, ενώ σε 2

			της γλοιε- λαστικής α- καμψίας των μυών	διάρκεια κα- θώς και μια ώρα μετά την εφαρμογή της κρυοθε- ραπείας		συμμετέχοντες εμφανίστηκε α- ντιθέτως επιδεί- νωση.
--	--	--	--	---	--	--

Συγγραφείς & Χρονολογία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Otte et al (2008)	Η επί- δραση του πά- χους της στοιβά- δος υπο- δόριου λιπό- δους ι- στού στην α- παράι- τητη διάρκεια της κρυ- οθερα- πείας	47 υγιείς ενή- λικες άρρενες με πάχος λιπο- μετρικής πτύ- χωσης του πρόσθιου μη- ρού μικρότερο των 40χιλιο- στών	Οι συμμετέ- χοντες χωρί- στηκαν σε 4 ομάδες ανά- λογα τη λι- πομέτρησή τους, στην ο- μάδα 0- 10mm πά- χους λιπό- δους ιστού, σε ομάδα 10- 20mm, σε ο- μάδα 20- 30mm και τέλος ομάδα 30-40mm.	Στους συμ- μετέχοντες εισήχθησαν ενδομυικά αισθητήρες θερμότητας σε βάθος 1 cm κάτω από το στρώμα του λιπώδους ιστού. Εφαρ- μόστηκε κρυοθερα- πεία με τη μέθοδο του επιθέματος τριμμένου πάγου στην πρόσθια επι- φάνεια του μηρού μέχρι του σημείου που η ενδο- μυική θερμο- κρασία σε βάθος 1cm κάτω από το στρώμα του λιπώδους ι- στού μειώ- θηκε κατά 7 ⁰ σε σχέση με τη θερμο- κρασία πριν την έναρξη της εφαρμο- γής	Ενδομυική θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου και χρόνος επί- τευξης της μείωσης της θερμοκρα- σίας σε λε- πτά της ώρας	Η σχέση μεταξύ πάχους λιπό- δους ιστού και απαραίτητου χρόνου κρυοθε- ραπείας για την επίτευξη συ- γκριμένης πτώ- σης της ενδομυ- ϊκής θερμοκρα- σίας είναι γραμι- μικά ανάλογη. Ενδεικτικά σε πάχος λιπώδους έως 20mm χρειάστηκαν κατά μέσο όρο 25', σε πάχος 20-30mm 40' 30-40mm 60'.
Price et al (1993)	Η επί- δραση της κρυ- οθερα- πείας	25 ενήλικες άρρενες με κλινικά σημεία σπαστικότητας έπειτα από	Εκτίμηση του βαθμού σπαστικότη- τας των	Εφαρμογή κρυοθερα- πείας στην ε- πιφάνεια του	Μέτρηση της σπαστικότη- τας μέσω της γλοιοελαστι-	Η εφαρμογή της κρυοθεραπείας προκαλεί μεί- ωση της σπαστι- κότητας κατά τη

	στη σπαστικότητα του άρθρωσης του αστραγάλου στον άνθρωπο	κρανιοεγκεφαλική κάκωση, κάκωση νωτιαίου μυελού ή αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο	μυών (γαστροκνήμιο –υποκνημίδιο) του αστραγάλου με τη χρήση μεθόδου που βασίζεται στην ποσοτικοποίηση της γλοιεολαστικής ακαμψίας των μυών	γαστροκνήμιου με χρήση της μεθόδου του ψυχρού επιθέματος και εκτίμηση της σπαστικότητας πριν κατά τη διάρκεια καθώς και μια ώρα μετά την εφαρμογή της κρυοθεραπείας	κής ακαμψίας εκπεφρασμένης σε Nt	διάρκεια της κρυοθεραπείας ενώ μια ώρα μετά το πέρας της εφαρμογής η σπαστικότητα παραμένει μειωμένη σε μικρότερο όμως βαθμό, ενώ σε 2 συμμετέχοντες εμφανίστηκε αντιθέτως επιδείνωση.
--	---	---	--	---	----------------------------------	--

Συγγραφείς & Χρονολογία δημοσίευσης	Σκοπός	Εξεταζόμενοι	Διαδικασία	Παρέμβαση	Μεταβλητές	Αποτελέσματα
Ruben et al (2010)	Η επίδραση ενός πρωτοκόλλου άσκησης με μπακ σκουάτ στις επιδόσεις κατά τη διάρκεια οριζόντιων πλειομετρικών αλμάτων	12 άρρενες, που είχαν την ικανότητα να εκτελέσουν σκουάτ με βάρος τουλάχιστον 150% του σωματικού τους βάρους	Εκτέλεση 5 εν σειρά οριζόντιων αλμάτων με απόσταση 45,7εκ μεταξύ τους και ύψος 62,5εκ το καθένα, πριν και μετά από 5' ξεκούρασης στα 6 άτομα της ομάδας ελέγχου και πριν και μετά από εκτέλεση σκουάτ από τα υπόλοιπα 6 άτομα της ομάδας άσκησης	Εκτέλεση πρωτοκόλλου άσκησης μπακ σκουάτ αποτελούμενο από 5 επαναλήψεις με βάρη στο 30% των βαρών της μέγιστης προσπάθειας (RM), 1 επανάληψη στο 100% της RM, 3 επαναλήψεις στο 70% της RM και 3 επαναλήψεις στο 90% της RM	Μέγιστη Μυϊκή ισχύς (peak power PP), μέγιστη ταχύτητα (peak velocityPV) και μέγιστη δύναμη ασκήθαισα επί του εδάφους (peak force PF)	Μόνο όσοι μπορούν να εκτελέσουν σκουάτ με βάρη διπλάσια του σωματικού τους βάρους (200%) ή ανώτερα, μπορούν να επιδείξουν βελτίωση στις επιδόσεις της μέγιστης ισχύος PP και μέγιστης δύναμης PF κατά τη διάρκεια οριζόντιων πλειομετρικών αλμάτων έπειτα από την πραγματοποίηση του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου ασκήσεων σκουάτ.
Ziv and Lidor (2010)	Μελέτη του κατακόρυφου άλματος σε αθλήτριες και αθλητές πετοσφαίρισης	32 μελέτες, (24 παρατήρησης και 8 πειραματικές)	Ανασκόπηση και κριτική αξιολόγηση μελετών που αξιολογούν το ύψος κατακόρυφου άλματος κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου σε ομάδες πετοσφαίρισης	Η θέση της ομάδας στον βαθμολογικό πίνακα, η συστηματική ή όχι προπόνηση στη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου και η εφαρμογή ή μη προπονητικής με έμφαση στην εκτέλεση πλειομετρικών ασκήσεων	Ύψος κατακόρυφου άλματος	Το ύψος του κατακόρυφου άλματος των αθλητών και των αθλητριών πετοσφαίρισης σχετίζεται θετικά με α) τη θέση της ομάδας στο βαθμολογικό πίνακα, β) στην αδιάκοπη ροή προπονήσεων στη διάρκεια της σεζόν και γ)την εφαρμογή προπονητικών μεθόδων με έμφαση στις πλειομετρικές ασκήσεις.