



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η επίδραση της έκκεντρης εξάσκησης των
οπίσθιων μηριαίων με τη τεχνική Nordic στην
εξάλειψη προδιαθεσικών παραγόντων
τραυματισμού**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ : Κακαρούμπα Μαρία

Νικολακόπουλος Αθανάσιος

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Δρ. Τσέπης Ηλίας

ΑΙΓΙΟ-2019

Περίληψη

Ο τραυματισμός των οπίσθιων μηριαίων είναι ένα συχνό και επώδυνο φαινόμενο, που ταλαιπωρεί αρκετούς ανθρώπους, κυρίως στο χώρο του αθλητισμού. Η ενδυνάμωση και η τόνωση τους, παίζουν σημαντικό ρόλο στην πρόληψη αυτών των τραυματισμών. Μελέτες έχουν δείξει ότι η έκκεντρη εξάσκηση με την χρήση της τεχνικής Nordic, βοηθούν στον περιορισμό των τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων. Στη παρούσα εργασία, παρουσιάστηκε η δομή των οπίσθιων μηριαίων, καθώς και ο μηχανισμός τραυματισμών τους, αναλύθηκε η περίπτωση των μυϊκών θλάσεων και στη συνέχεια περιεγράφηκε μια σειρά ασκήσεων, στοχεύοντας στην ενδυνάμωση των μυών καθώς και στον περιορισμό των τραυματισμών τους. Τέλος, δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στην συμβολή της έκκεντρης εξάσκησης με τη χρήση της τεχνικής Nordic, όπου προέκυψαν διάφορα συμπεράσματα όπως η αύξηση της ισχύος των οπίσθιων μηριαίων κατά 11-21% (Mjølness et al. 2004) αλλά και η μείωση των τραυματισμών του δικέφαλου μηριαίου έως και 19% (Askling et al. 2003).

Λέξεις Κλειδιά: Οπίσθιοι μηριαίοι, θλάσεις, έκκεντρη και σύγκεντρη εξάσκηση, τεχνική Nordic

Abstract

Hamstring injuries are a frequent and painful phenomenon that affects many people, especially in the field of sports. Their empowerment and stimulation play an important role in preventing these injuries. Studies have shown that eccentric exercise using the Nordic technique helps to reduce hamstring injuries. In the following study, it has been showcased the structure of the hamstrings and their injury mechanism, also has been analysed the case of muscular strains followed by a group of exercises targeting at the strengthening of the muscles and the restriction of injuries. At last, special attention at the contribution of the eccentric exercise has been given, using the Nordic technique, where various conclusions have been showed. Such are the increase in power/strength by 11-21% (Mjølness et al., 2004) and the decrease of injuries up to 19% of the bifurcated femur (Askling et al., 2003).

Keywords: Hamstring, sprains, eccentric and concerted practice, Nordic technique

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|----|
| Περίληψη | 2 |
| Abstract | 3 |
| | |
| Εισαγωγή | 6 |
| | |
| Κεφάλαιο 1 ^ο – Οπίσθιοι Μηριαίοι Μύες | |
| | |
| 1.1 Οπίσθιοι μηριαίοι μύες | 8 |
| 1.1.1 Δικέφαλος μηριαίος | 9 |
| 1.1.2 Ημιτενοντώδης μυς | 9 |
| 1.1.3 Ημιϋμενώδης μυς | 10 |
| 1.2 Τραυματισμοί οπίσθιων μηριαίων | 11 |
| 1.3 Βιομηχανική των οπίσθιων μηριαίων και τραυματισμοί | 12 |
| 1.4 Η μηχανική των τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων | 13 |
| | |
| Κεφάλαιο 2 ^ο – Θλάσεις Οπίσθιων Μηριαίων | |
| | |
| 2.1 Θλάσεις των οπίσθιων μηριαίων | 16 |
| 2.2 Μηχανισμός θλάσεων | 18 |
| 2.3 Παθοβιολογία του μυϊκού τραυματισμού/θλάση | 20 |
| 2.3.1 Φάση καταστροφής | 20 |
| 2.3.2 Φάση επιδιόρθωσης και αναδιαμόρφωσης | 22 |
| 2.4 Αιτιολογία θλάσεων | 25 |
| | |
| Κεφάλαιο 3 ^ο – Έκκεντρη Εξάσκηση και Πρόληψη Τραυματισμών | |
| | |
| 3.1 Διάγνωση τραυματισμών οπίσθιων μηριαίων | 26 |
| 3.2 Θεραπευτικές Μεθόδους | 29 |
| 3.2.1 Μη χειρουργική αγωγή | 29 |
| 3.2.2 Χειρουργική αγωγή | 30 |

| | |
|--|----|
| 3.3 Ασκήσεις ενδυνάμωσης | 31 |
| 3.4 Σύγκεντρη και έκκεντρη ενδυνάμωση | 35 |
| 3.5 Έκκεντρη Εξάσκηση και πρόληψη τραυματισμών οπίσθιων μηριαίων | 38 |

Κεφάλαιο 4°

| | |
|---|----|
| 4.1 Πρέσα ποδιού/Leg Press | 40 |
| 4.2 Έλξη οπίσθιων μηριαίων/Hamstring Pull | 42 |
| 4.3 Stair Climbing/Αναρρίχηση σκάλας | 43 |
| 4.4 Step – ups | 46 |
| 4.5 Αναδίπλωση ποδιού/ Leg Curl | 48 |

Κεφάλαιο 5° - Έκκεντρη Εξάσκηση Οπίσθιων Μηριαίων με την Χρήση της Τεχνικής Nordic

| | |
|---|----|
| 5.1 Τεχνική Nordic – περιγραφή | 50 |
| 5.2 Ασκήσεις Nordic και βελτίωση της λειτουργίας των μυών | 52 |
| 5.3 Ασκήσεις Nordic στην πρόληψη τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων | 54 |
| 5.4 Πίνακες Μελετών και Αποτελεσμάτων Ερευνών Nordic..... | 58 |

| | |
|--------------------|----|
| Συμπεράσματα | 61 |
|--------------------|----|

| | |
|--------------------|----|
| Βιβλιογραφία | 63 |
|--------------------|----|

Εισαγωγή

Οι τραυματισμοί των μυών και των τενόντων, επικρατούν σε πολλά αθλήματα με σπριντ, άλματα και χτυπήματα. Έχει αναφερθεί υψηλός βαθμός υποτροπής των μυών και των τραυματισμών σε αθλήματα όπως το ποδόσφαιρο, το ράγκμπι, κλπ. (Brooks et al., 2006). Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχει δημοσιευθεί ένας μεγάλος όγκος βιβλιογραφίας σχετικά με την αιτιολογία και τους παράγοντες κινδύνου που συνδέονται με τους τραυματισμούς των οπίσθιων μηριαίων και είναι γενικά αποδεκτό ότι αυτοί οι τύποι τραυματισμών έχουν πολυπαραγοντική φύση (Mendiguchia et al., 2012).

Παρά τη σύνθετη αιτιολογία, εντοπίστηκαν ορισμένες αποτελεσματικές στρατηγικές πρόληψης τραυματισμών (Petersen and Holmich, 2005). Η χρήση εκκεντρικών ασκήσεων στην πρόληψη και την αποκατάσταση των τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων, υποστηρίχθηκε από πολλούς συγγραφείς (Brockett et al., 2004, Chumanov et al., 2012, Opar et al., 2012). Το σκεπτικό για την αξιοποίηση της έκκεντρης εξάσκησης στην πρόληψη και την αποκατάσταση των τραυματισμών αυτών, σχετίζεται με τη χρονική φάση του βηματισμού που συνδέεται με την πρόκληση τραυματισμού (Schache et al., 2012).

Κατά τη διάρκεια της φάσης αργής ταλάντωσης του τρεξίματος, οι οπίσθιοι μηριαίοι υποβάλλονται σε υψηλή μηχανική καταπόνηση καθώς επιμηκύνονται και συστέλλονται έκκεντρα και κατά τη διάρκεια αυτής της χρονικής φάσης καταγράφονται συχνότερα τραυματισμοί (Chumanov et al., 2012 Petersen et al., 2011). Πιστεύεται ότι κατά τη διάρκεια μιας σειράς έκκεντρων συστολών όλο και περισσότερα σαρκομερή θα υπερφορτωθούν και θα διαταραχθούν, οδηγώντας σε πολλαπλές μικροσκοπικές βλάβες που μπορούν να αναπτυχθούν σε τραυματισμό (Proske, & Allen, 2005).

Έρευνες που έχουν γίνει, έχουν τεκμηριώσει θετικές επιδράσεις της έκκεντρης εξάσκησης συμπεριλαμβανομένης της μείωσης του κινδύνου τραυματισμού των μυών, τη βελτίωση της αντοχής των κάτω άκρων και την ικανότητα σπριντ (Askling et al., 2003). Η έκκεντρη εξάσκηση έχει επίσης χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την πρόληψη τραυματισμών που αφορούν τους οπίσθιους μηριαίους (Brughelli et al., 2009).

Μια μορφή έκκεντρης εξάσκησης που χρησιμοποιείται συνήθως κυρίως στον χώρο του αθλητισμού, είναι η άσκηση Nordic για τους οπίσθιους μηριαίους. Σε αυτήν την άσκηση, οι ποδοκνημικές ενός ατόμου το οποίο βρίσκεται στα γόνατα, ασφαρίζονται απο ένα δεύτερο άτομο, που τις κρατά σταθερά στο έδαφος, ενώ σταδιακά το άνω μέρος του σώματος χαμηλώνει προσπαθώντας να διακόψει την πτώση χρησιμοποιώντας τους οπίσθιους μηριαίους.

Η συγκεκριμένη άσκηση εισήχθη για πρώτη φορά το 2001 (Brockett et al., 2001), ενώ έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές έρευνες με στόχο την μελέτη ενίσχυσης της μυϊκής δύναμης και την πρόληψη των τραυματισμών. Συγκεκριμένα σε δυο έρευνες που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι η εφαρμογή της άσκησης Nordic στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα της επαγγελματικής ένωσης ράγκμπι (Brooks et al., 2006) και των κορυφαίων ποδοσφαιριστών (Arnason et al., 2008) οδήγησε σε μείωση τόσο της συχνότητας όσο και της σοβαρότητας των τραυματισμών.

Επιπρόσθετα, σε δύο τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες μελέτες παρατηρήθηκε ότι μειώθηκε ο ρυθμός τραυματισμού στο ποδόσφαιρο (Petersen et al., 2011) και οι παίκτες της Αυστραλιανής Ομοσπονδίας (Gabbe et al., 2006) που πραγματοποίησαν το πρόγραμμα με ασκήσεις Nordic, είχε ως αποτέλεσμα την πρόληψη τραυματισμών. Συγκεκριμένα, υπήρξε μείωση 60% και 85% των νέων και επαναλαμβανόμενων τραυματισμών, αντίστοιχα (Petersen et al., 2011), ενώ οι Gabbe et al. (2006) ανέφεραν ότι η πρόκληση τραυματισμών ήταν 4% στην ομάδα παρέμβασης σε σύγκριση με 13% στην ομάδα ελέγχου.

Αν και η έκκεντρη εξάσκηση με τη χρήση της τεχνικής Nordic, είναι μια αποτελεσματική μέθοδος πρόληψης τραυματισμών, ο μηχανισμός αυτής της άσκησης δεν είναι κατανοητός. Η προπόνηση αντοχής αυξάνει τη μυϊκή δύναμη, αλλά επίσης μεταβάλλει την αρχιτεκτονική και τη δυσκαμψία των μυών. Και οι τρεις παράγοντες μπορεί να σχετίζονται με τη μείωση των μυϊκών τραυματισμών.

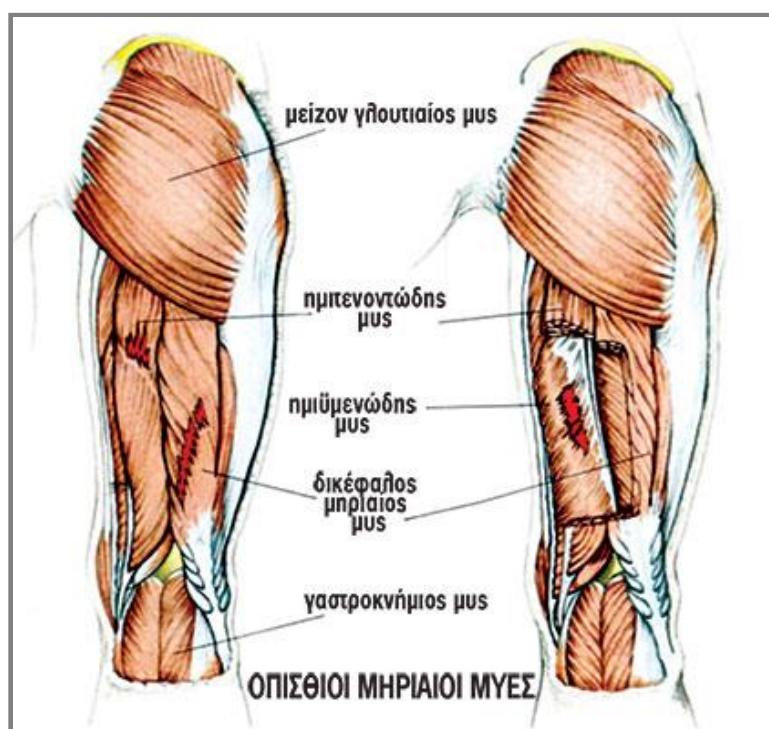
Κατά συνέπεια, η μελέτη του ρόλου της άσκησης Nordic στην προστασία των μυών και στον περιορισμό των τραυματισμών, έχει ιδιαίτερη σημασία, για όλα τα άτομα τα οποία ασχολούνται με τον αθλητισμό ή γυμνάζονται εντατικά. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η διερεύνηση της επίδρασης της έκκεντρης εξάσκησης με την χρήση της τεχνικής Nordic, στην πρόληψη των τραυματισμών στους οπίσθιους μηριαίους

Κεφάλαιο 1^ο – Οπίσθιοι Μηριαίοι Μύες

1.1 Οπίσθιοι μηριαίοι μύες

Οι μύες στο οπίσθιο τμήμα του μηρού είναι γνωστοί ως οπίσθιοι μηριαίοι ή αλλιώς ισχίο-κνημιαίοι. Αποτελούνται από τους τρεις μύες οι οποίοι είναι οι εξής: α) δικέφαλος μηριαίος, β) ημιτενοντώδης, και γ) ημιϋμενώδης οι οποίοι σε συνδυασμό, σχηματίζουν προεξέχοντες τένοντες ενδιάμεσα και πλευρικά στο πίσω μέρος του γονάτου (Mayo clinic staff, 2015).

Όλοι οι μύς είναι διάρθριοι, με εξαίρεση αυτόν ο οποίος βρίσκεται στην βραχεία κεφαλή. Η έκταση της άρθρωσης του ισχίου, όπως επίσης και η κάμψη στην άρθρωση του γονάτου, είναι αποτέλεσμα των μυών αυτών. (Drake et al. 2005).



Εικόνα 1: Οπίσθιοι μηριαίοι μύς

Πηγή: <http://www.iatrikokentro.gr/iatrikoskosmos/el/content/θλάση-οπίσθιων-μηριαίων---πρόληψη-και-αποκατάσταση>

1.1.1 Δικέφαλος μηριαίος μυς

Ο δικέφαλος μηριαίος αποτελείται από την μακρά και τη βραχεία κεφαλή. Η μακρά κεφαλή του δικεφάλου, προέρχεται από την άνω περιοχή του ισχιακού κυρτώματος και συγκεκριμένα από το έσω και κάτω τμήμα. Επιπρόσθετα η βραχεία κεφαλή του δικεφάλου, προέρχεται από το μηριαίο οστό και αναλυτικότερα από το εξωτερικό χείλος της τραχείας γραμμής της διάφυσης. Στην εξωτερική επιφάνεια του μηρού δημιουργείται ένας τένοντας, ο οποίος οφείλεται στην ένωση των μυϊκών ινών της μακράς και της βραχείας κεφαλής. Ο τένοντας αυτός συντελεί στην κατάφυση του μύ, που πραγματοποιείται στην περόνη και συγκεκριμένα στην εξωτερική επιφάνεια της κεφαλής της.

Η άρθρωση του γόνατος και ειδικότερα η κνήμη, κάμπτεται με τη βοήθεια του δικεφάλου μηριαίου, ενώ η έκταση του ισχίου επιτυγχάνεται από την μακρά κεφαλή. Η κνήμη έχει τη δυνατότητα να στρέφεται εξωτερικά χάρη στο δικέφαλο μηριαίο (Drake et al. 2005). Όσον αφορά τη νεύρωση του μύ της μακράς κεφαλής, πραγματοποιείται χάρη στον κνημιαίο κλάδο (ισχιακό νεύρο). Αντίθετα στην βραχεία κεφαλή, επιτυγχάνεται από περονιαίο κλάδο. Ο συντονισμός των δυο κεφαλών καθώς επίσης και η ένταση της οποιαδήποτε διέγερσης του, μπορεί να επηρεαστεί από τη διπλή νεύρωση του δικεφάλου (Mayo clinic staff, 2015) .

1.1.2 Ημιτενοντώδης μυς

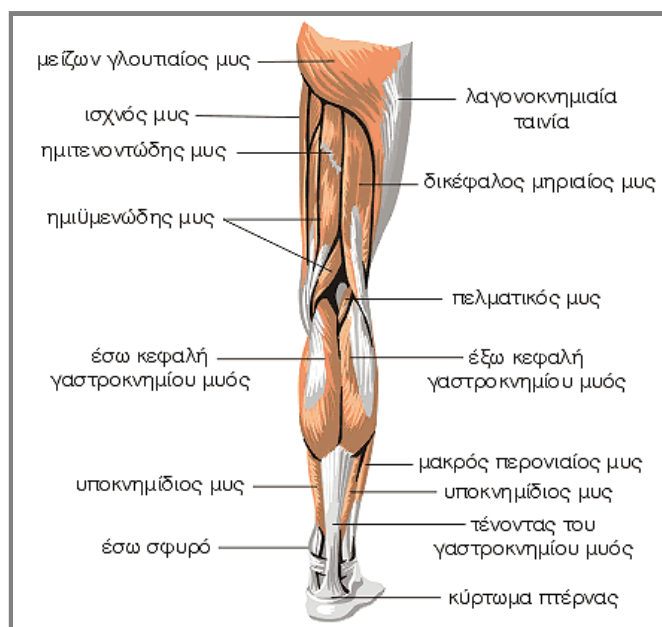
Στην εσωτερική οπίσθια μηριαία περιοχή, πλάι στον δικέφαλο, βρίσκεται ο ημιτενοντώδης. Η κεφαλή του δικεφάλου μηριαίου καθώς και ο ημιτενοντώδης, εμφανίζουν ίδια έκφυση μυός. Στην έκταση του μυ, δημιουργείται τένοντας, προερχόμενος από την μυϊκή γαστέρα. Ο συγκεκριμένος τένοντας ακολουθεί κυκλική τροχιά, κινούμενος περιμετρικά του εσωτερικού κονδύλου την κνήμης, αναπτύσσεται στην κνήμη, στην πρόσθια εσωτερική της πλευρά (Drake et al. 2005).

Στον ημιτενοντώδη οφείλεται η κάμψη που εκδηλώνει το γόνατο αλλά και η έκταση στο ισχίο. Η άρθρωση του ισχίου μπορεί να πραγματοποιηθεί με τον συνδυασμό του ημιτενοντώδη και άλλων μυών. Το ίδιο ισχύει και με την άρθρωση στο γόνατο (κνήμη) (Mayo clinic staff, 2015).

1.1.3 Ημιϋμενώδης μυς

Στην κάτω πλευρά του ημιτενοντώδη μύ, εμφανίζεται ο ημιϋμενώδης μυς. Ο ημιϋμενώδης μυς εκφύεται από το ισχιακό κύρτωμα και στην συνέχεια καταφύεται στην κνήμη.

Χάρη στον συγκεκριμένο μύ και σε συνεργασία με τον ημιτενοντώδη, επιτυγχάνεται η κάμψη της κνήμης, την οποία την στρέφει εσωτερικά. Επίσης η έκταση του μηρού εξασφαλίζεται μέσω του ημιϋμενώδη, ο οποίος έλκει και το οπίσθιο τοίχωμα του θυλάκου της διάρθρωσης του γονάτου. Το κνημιαίο νεύρο προκαλεί τη νεύρωση του συγκεκριμένου μύ (Mayo clinic staff, 2015).



Εικόνα 2: απεικόνιση δικέφαλου, ημιτενοντώδη και ημιϋμενώδη μύος.

Πηγή: <https://www.care.gr/post/58/mys-tou-kato-akrou-opisthia-epifaneia>

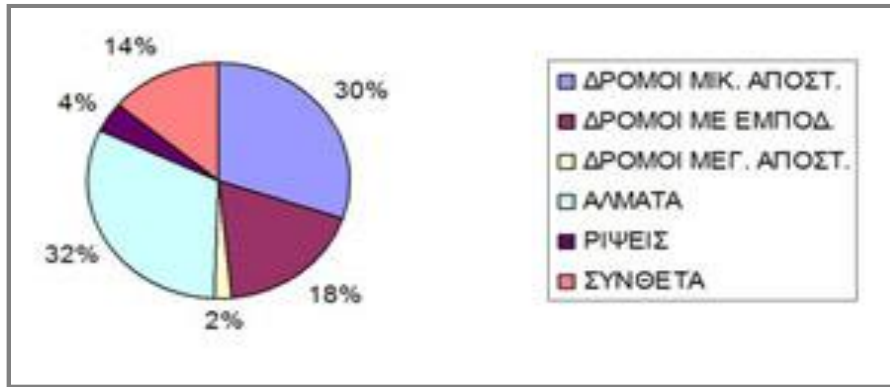
1.2 Τραυματισμοί οπίσθιων μηριαίων - επιδημιολογία

Η μυϊκή βλάβη είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι άνθρωποι και κυρίως οι αθλητές στην καθημερινότητα τους. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά το άθλημα του ποδοσφαίρου, οι τραυματισμοί των μηριαίων μυών αναφέρεται ότι αντιπροσωπεύουν το 20-37% όλων των χρονικών τραυματισμών σε επαγγελματικό επίπεδο ανδρών και το 18-23 % στο ερασιτεχνικό επίπεδο των ανδρών (Arnason, et al., 2004).

Επιπλέον, οι αθλητές, εμφανίζουν μυϊκές κακώσεις των οπίσθιων μηριαίων (ρήξεις) συνήθως κατά τη φάση της υπερδιάτασης ή εξαιτίας συσπάσεων που οφείλονται σε αυξημένη αντίσταση. Οι κακώσεις εμφανίζονται στους άλτες σε ποσοστό 31,25%, στους δρομείς σε ποσοστό 30,3% και στους αθλητές εμποδίων σε ποσοστό 17,8%. Επίσης αθλητές σύνθετων αγωνισμάτων, εκδηλώνουν κακώσεις στους μηριαίους σε ποσοστό 13,9%, οι αθλητές ρίψεων 4,1% και οι δρομείς μεγάλων αποστάσεων σε ποσοστό 2,3% (www.sportsmed.gr). Σύμφωνα με τους Askling et al., (2002), το 34% των χορευτών έχουν υποστεί τραυματισμό στους οπίσθιους μηριαίους.

Οι περισσότεροι τραυματισμοί που εκδηλώνονται στους οπίσθιους μηριαίους, έχουν καταγραφεί κατά το χρονικό διάστημα τους Ιανουαρίου έως και τον Ιούλιο. Την περίοδο αυτή οι αθλητές έχουν αυξημένες αγωνιστικές υποχρεώσεις. Αντίθετα, τους μήνες που μεσολαβούν κατά το χρονικό διάστημα από Σεπτέμβριο έως και τον Δεκέμβριο, ο αριθμός των κακώσεων μειώνεται. Εξάιρεση παρατηρείται κατά τον μήνα Νοέμβριο, για τους αθλητές στίβου, καθώς είναι η περίοδος όπου ξεκινούν την αθλητική τους προετοιμασία

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με την μελέτη των Loder, O' Donnell & Feinberg (2006), σχετικά με τραυματισμούς των οπίσθιων μηριαίων σε παιδιά, από τα σχεδόν 10.000 κατάγματα μηριαίου οστού, 1076 (11%) εμφανίστηκαν σε παιδιά ηλικίας κάτω των 2 ετών. 2119 (21%) σε παιδιά ηλικίας 2 έως 5 ετών. 3237 (33%) στα παιδιά ηλικίας 6 έως 12 ετών και 3528 (35%) σε εφήβους ηλικίας 13 έως 18 ετών. Το μεγαλύτερο ποσοστό (71%) εμφανίστηκε σε αγόρια.



Εικόνα 3: Καταγραφή τραυματισμών οπίσθιων μηριαίων μεταξύ αθλητών

Πηγή: <http://www.sportsmed.gr>

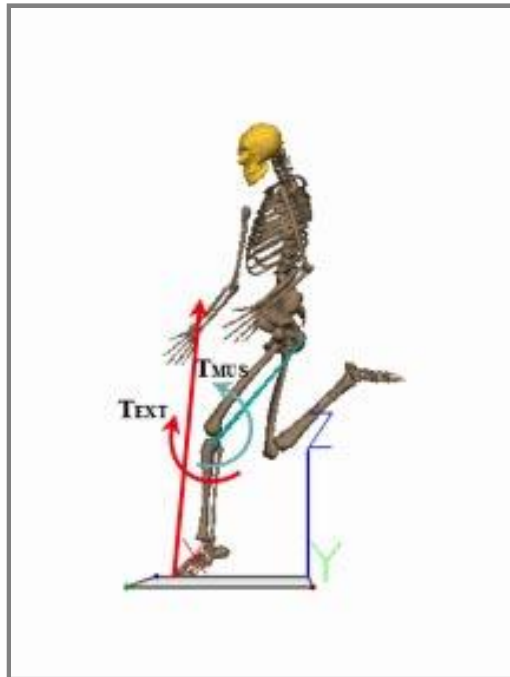
1.3 Βιομηχανική των Οπίσθιων Μηριαίων και τραυματισμοί

Οι οπίσθιοι μηριαίοι επιτελούν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην κίνηση και συνάμα πραγματοποιούν ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών. Κατά τη διάρκεια του τρεξίματος και συγκεκριμένα στην τελική φάση αιώρησης, οι οπίσθιοι μηριαίοι εκτελούν μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα τις εξής βασικές λειτουργίες (Bogduk et al., 1998, Woods et al., 2002):

- Έκκεντρη σύσπαση, με ταυτόχρονη επιβράδυνση κατά την έκταση του γονάτου.
- Ισομετρική σύσπαση, ενώ ταυτόχρονα ελέγχουν πόσο σταθερό είναι το γόνατο.
- Συνεισφέρουν στην έκταση της άρθρωσης στο ισχίο.
- Αντισταθμίζουν την κίνηση (έκταση - κάμψη γονάτου) (Woods et al., 2002)

Όταν ένας αθλητής επιταχύνεται ξαφνικά, οι οπίσθιοι μηριαίοι κινητοποιούνται απότομα με αποτέλεσμα να δημιουργούνται διάφορες βλάβες. Η κατάσταση των μυών αυτών επιβαρύνεται εξαιτίας της κόπωσης και της κακής τεχνικής των αθλητών. Στην περίπτωση αυτή οι οπίσθιοι μηριαίοι προσπαθούν να σταθεροποιήσουν την κατάσταση, με αποτέλεσμα να φορτίζονται ακόμη

περισσότερο. Οι διάφορες ρήξεις που παρατηρούνται στις μυϊκές ίνες, είναι πιθανό να οδηγήσουν σε τραυματισμούς.



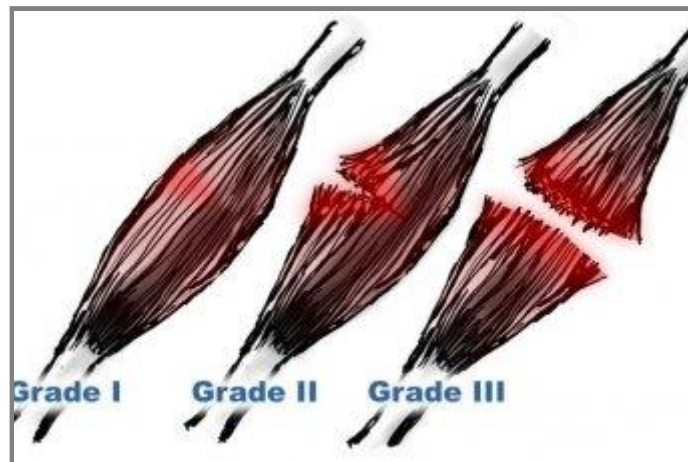
Εικόνα: Όταν το πόδι ακουμπά στο έδαφος οι οπίσθιοι μηριαίοι προσπαθούν να αντισταθμίσουν την κίνηση (έκταση – κάμψη γονάτου)

Πηγή: <https://lifergo.gr/index.php/2014-10-31-09-42-1/23-2013-12-09-14-36-12>

1.4 Η μηχανική των τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων

Αν ασκηθεί μεγαλύτερη πίεση στους οπίσθιους μηριαίους από το επιτρεπτό όριο αντοχής τους, τότε επέρχεται τραυματισμός. Ο τραυματισμός αυτός είναι γνωστός ως θλάση οπίσθιων μηριαίων και μπορεί να διακριθεί σε τρεις επιμέρους βαθμούς οι οποίοι είναι οι εξής (Stasinopoulos, 2015):

- Θλάση βαθμού 1. Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται μυϊκή διάταση ή μυϊκή ρήξη σε ένα μικρό αριθμό μυϊκών ινών (Petersen and Holmich, 2005).
- Θλάση βαθμού 2. Στην περίπτωση αυτή ο αριθμός των μυϊκών ινών όπου προκαλείται ρήξη, είναι μεγαλύτερος (Petersen and Holmich, 2005).
- Θλάση βαθμού 3. Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται τέλεια ρήξη στον μυ (Kisner et al., 2003).



Εικόνα: θλάσεις 3^{ων} βαθμών μυϊκών ινών.

Πηγή: <https://my-fitness.gr/general/202-myikes-thlaseis>

Στο τρέξιμο και συγκεκριμένα κατά την περίοδο όπου παρατηρείται η μέγιστη έκκεντρη συστολή, ο μυς επιμηκύνεται και την ίδια στιγμή συσπάται (Sherry and Best, 2004). Κατά την φάση αυτή αυξάνεται ο κίνδυνος εκδήλωσης οποιουδήποτε τραυματισμού στον μύ. Οι οπίσθιοι μηριαίοι εξαρτώνται από τη δύναμη του τετρακεφάλου. Η σχέση αυτή έχει ως αποτέλεσμα η εκτατική ροπή στο γόνατο να αυξηθεί. Έτσι όμως οι έκκεντρα συσπασμένοι οπίσθιοι μηριαίοι διατείνονται σε βαθμό που ξεπερνά τα όρια της ελαστικότητάς τους (Verrall et al., 2001).

Σύμφωνα με μελέτες έχει παρατηρηθεί ότι ο δικέφαλος μηριαίος είναι πιο επιρρεπής στους τραυματισμούς σε σχέση με τους άλλους μυς. Η πρόσθια κλίση που εκδηλώνεται στην λεκάνη, οφείλεται στον σφιχτό λαγονοψοίτη. Αυτό όμως δημιουργεί πρόβλημα και στους οπίσθιους μηριαίους και συγκεκριμένα κατά την φάση της αιώρησης όπου ο μυς εκδηλώνει αυξημένη τάση. Η πρόσθια κλίση της

λεκάνης που οφείλεται επίσης και στους αδύναμους κοιλιακούς μεγαλώνουν την τάση των μυών με αποτέλεσμα οι τραυματισμοί να είναι πιο συχνοί.

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες οι οποίοι ευθύνονται για τους τραυματισμούς που εκδηλώνονται (Hungerford, et al., 2003, Brockett et al., 2004). Κάποιοι από αυτούς είναι οι εξής:

- Μειωμένη ελαστικότητα η οποία δρα ανασταλτικά στην ικανότητα επιμήκυνσης του μυ με ασφάλεια.
- Λανθασμένη οσφυϊκή στάση η οποία δημιουργεί με τη σειρά της προβλήματα στους γλουτιαίους αλλά και τους οπίσθιους μηριαίους μυς.
- Η ηλικία. Όσο μεγαλύτερη είναι η ηλικία του ατόμου, τόσο πιο ανελαστικοί είναι οι καμπτήρες του ισχίου.
- Κόπωση των μυών
- Μεγάλος διασκελισμός που μπορεί να σημειωθεί κατά την επιτάχυνση
- Τραυματισμοί που μπορεί να έχουν σημειωθεί προγενέστερα.
- Έλλειψη καλίου, μαγνησίου και νατρίου λόγω κακής διατροφής.

Οι θλάσεις που παρατηρούνται στους οπίσθιους μηριαίους, εκδηλώνονται κυρίως στον ασθενή με το αίσθημα της «σουβλιάς». Σε άλλες περιπτώσεις, συνοδεύονται από τον ήχο «σπασίματος», ενώ σχεδόν πάντα ο ασθενής είναι σε θέση να υποδείξει την ακριβή θέση της ενόχλησης. Το οίδημα όπως και το χάσμα αποτελούν κάποια από τα συχνότερα συμπτώματα που συναντώνται κατά την ψιλάφηση του ασθενούς. Η θεραπεία των θλάσεων των οπίσθιων μηριαίων ακολουθεί κάποια συγκεκριμένα στάδια. Αρχικά είναι υποστηρικτική, ενώ στην συνέχεια πραγματοποιούνται κάποιες συγκεκριμένες ασκήσεις με σκοπό την ενδυνάμωση αλλά και τη διάταση των μυών (Καμαρός, & Δήμας, 2015)

Κεφάλαιο 2^ο – Θλάσεις Οπίσθιων Μηριαίων

2.1 Θλάσεις των οπίσθιων μηριαίων

Οι τραυματισμοί των οπίσθιων μηριαίων μυών, όπως για παράδειγμα μια θλάση, συμβαίνουν συχνά στους αθλητές και κυρίως σε αυτούς τους αθλητές οι οποίοι συμμετέχουν σε αθλήματα που απαιτούν έντονη ταχύτητα (σπριντ), όπως είναι το ποδόσφαιρο και το μπάσκετ.

Μια θλάση στον οπίσθιο μηριαίο, είναι ένας τραυματισμός σε έναν ή περισσότερους από τους μυς στο πίσω μέρος του μηρού. Οι περισσότεροι τραυματισμοί που προκαλούν θλάση ανταποκρίνονται καλά σε απλές, μη χειρουργικές θεραπείες. Μια θλάση μπορεί να χαρακτηρίζεται α) από ένα απλό τράβηγμα, β) μερικό σκίσιμο του μυ, ή γ) ολικό σκίσιμο αυτού.

Οι θλάσεις μυών ταξινομούνται, όπως προαναφέρθηκε, ανάλογα με τη σοβαρότητα τους σε τρεις επιμέρους κατηγορίες (1^ο βαθμού, 2^ο βαθμού, 3^ο βαθμού). Μια θλάση 1^ο βαθμού είναι ένας ήπιος τραυματισμός και συνήθως επουλώνεται εύκολα. Αντίθετα μια θλάση 3^ο βαθμού περιγράφεται από ένα πλήρες σχίσιμο του μυός και για το λόγο αυτό, μπορεί να χρειαστούν μήνες για να θεραπευτεί πλήρως (Järvinen, Kääriäinen, Järvinen, Kalimo, 2018).

Οι περισσότεροι τραυματισμοί που προκαλούν θλάση εμφανίζονται στο παχύ, κεντρικό τμήμα του μυός ή εκεί όπου οι μυϊκές ίνες συνδέονται με τις ίνες του τένοντα. Στους πιο σοβαρούς τραυματισμούς, ο τένοντας απομακρύνεται εντελώς από τα οστά, ενώ είναι επίσης πιθανό να απομακρυνθεί και ένα κομμάτι του οστού.

Η υπερφόρτωση των μυών είναι η κύρια αιτία της εμφάνισης θλάσεως των οπίσθιων μηριαίων μυών. Αυτό μπορεί να συμβεί όταν ο μυς διαταθεί πέρα από την ικανότητά του ή καταπονθεί με ξαφνικό φορτίο. Οι θλάσεις των μυϊκών μαζών συχνά εμφανίζονται όταν ο μυς επιμηκύνεται καθώς συστέλλεται ή διαστέλλεται. Αν και ακούγεται αντιφατικό, αυτό συμβαίνει κυρίως όταν ένας μυς επιμηκύνεται και την ίδια στιγμή φέρει παραπάνω φορτίο από το επιτρεπτό όριο αντοχής του. Αυτό ονομάζεται «έκκεντρη συστολή» (Gross, et al., 1994).

Κατά τη διάρκεια ενός σπριντ, οι οπίσθιοι μηριαίοι μύες συστέλλονται έκκεντρα καθώς το πίσω πόδι είναι ισιωμένο και τα δάκτυλα χρησιμοποιούνται για να σπρώξουν το βάρος του σώματος και να προχωρήσουν. Οι μύες τότε, όχι μόνο επιμηκύνονται σε αυτό το σημείο του βήματος, αλλά φορτώνονται επίσης με το

βάρος του σώματος καθώς και με τη δύναμη που απαιτείται για να θέσουν το σώμα σε κίνηση προς τα εμπρός (Μήτσου και συν., 2007) .



Εικόνα 2.1.1: Κατά τη διάρκεια του σπριντ, οι οπίσθιοι μηριαίοι, επιμηκύνονται και φορτώνονται καθώς το πίσω πόδι σπρώχνει προς τα εμπρός για να ωθήσει τον δρομέα προς τα εμπρός.

Πηγή: <https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/hamstring-muscle-injuries>

Όπως συμβαίνει με τις θλάσεις, έτσι και οι περισσότεροι τραυματισμοί στον τένοντα προκαλούνται επίσης από μεγάλα, ξαφνικά φορτία. Κατά την θλάση του οπίσθιου μηριαίου ενώ το άτομο κινείται με ταχύτητα (σπριντ), θα αισθανθεί έναν ξαφνικό, έντονο πόνο στο πίσω μέρος του μηρού του, η οποία θα τον αναγκάσει είτε να σταματήσει, είτε να μετατοπίσει το βάρος του στο άλλο πόδι, ακόμα και να πέσει χάνοντας την ισορροπία του (Μήτσου και συν., 2007).

Άλλα συμπτώματα μπορεί να περιλαμβάνουν:

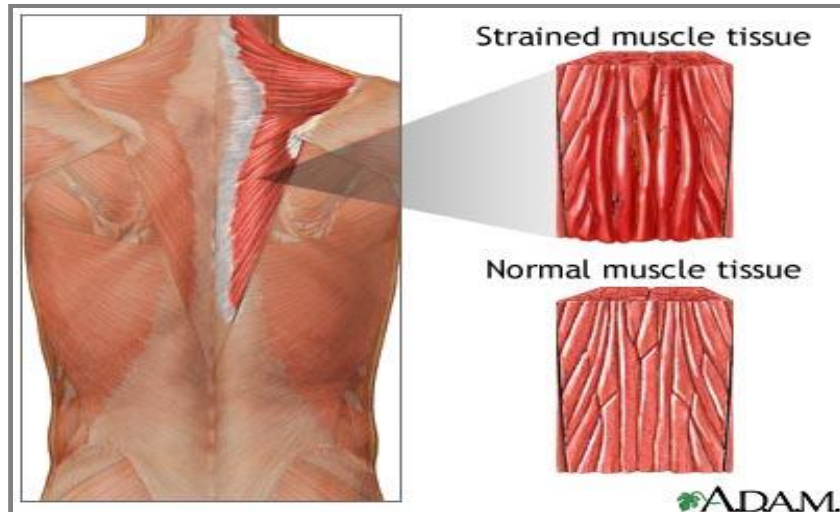
- Οίδημα κατά τις πρώτες ώρες μετά τον τραυματισμό
- Μώλωπες ή αποχρωματισμός του οπίσθιου μέρους του ποδιού του κάτω από το γόνατο κατά τις πρώτες ημέρες
- Αδυναμία στους οπίσθιους μηριαίους μύες που μπορεί να παραμείνει για εβδομάδες

2.2 Μηχανισμός θλάσεων

Οι μυϊκές θλάσεις συγκαταλέγονται στα πιο συνηθισμένα προβλήματα που αντιμετωπίζονται από τους γιατρούς (Garrett, Jr., 1996). Οι θλάσεις των μυών, αντιπροσωπεύουν την πλειοψηφία των τραυματισμών που σχετίζονται με τον αθλητισμό (Zarins & Ciullo, 1983, Brockett et al., 2001), καθώς και σημαντικό ποσοστό του χαμηλού πόνου στην πλάτη (Bartleson, 2001, Glass, 1979). Επομένως, τα συμπτώματα που σχετίζονται με αυτούς τους τραυματισμούς έχουν σημαντικό οικονομικό αντίκτυπο τόσο στο άτομο όσο και στην κοινωνία ως σύνολο.

Όταν ένας ενεργοποιημένος μυς επιμηκύνεται επειδή το εξωτερικό φορτίο υπερβαίνει την τάση που δημιουργείται από τη σύσπαση των μυών, η δράση του ονομάζεται επιμήκης σύσπαση («έκκεντρη»). Αν και οι συσπάσεις αυτές απαιτούν λιγότερη ενέργεια, η δύναμη που δημιουργείται κατά την μέγιστη μακρόχρονη σύσπαση είναι περίπου διπλάσια από τη δύναμη που αναπτύσσεται κατά την μέγιστη ισομετρική συστολή. Συνεπώς, οι επιμήκεις συσπάσεις είναι πιο πιθανό να προκαλέσουν βλάβη από ό, τι οι ισομετρικές ή ομόκεντρες συσπάσεις (Hunter & Faulkner, 1997).

Ο βασικός μηχανισμός της δημιουργίας υψηλότερων δυνάμεων κατά τη διάρκεια μιας μακράς σύσπασης δεν γίνεται κατανοητός. Η δυσκολία εξήγησης της ενισχυμένης δύναμης από την επιμήκη σύσπαση, έγκειται στο γεγονός ότι η παραγόμενη δύναμη είναι μεγαλύτερη από το άθροισμα της μετρούμενης ενεργού δύναμης (από μια ισομετρική συστολή) και της παθητικής δύναμης στο δεδομένο μήκος μυός. Οι συσπάσεις αυτές είναι φυσιολογικώς σχετικές (Cavagna, 1977, LaStayo et al., 2003) και συχνά εμφανίζονται χωρίς να προκαλούν βλάβες. Παράγουν μεγάλες δυνάμεις, οι οποίες είναι ένας στόχος της κατάρτισης δύναμης (η αρχή υπερφόρτωσης). Αυτό είναι εμφανές στα πρωτόκολλα ενίσχυσης που χρησιμοποιούν παρατεταμένες συσπάσεις, με σκοπό να αυξήσουν τη δύναμη.



Εικόνα 2.2.1: Σύγκριση εικόνας ενός κανονικού μυϊκού ιστού και ενός μυϊκού ιστού που έχει υποστεί θλάση.

Πηγή: <https://thestrengthagenda.com/2013/04/18/how-to-fix-common-weightlifting-injuries-part-2-pulled-muscles/>

Οι επιμήκεις συσπάσεις παράγουν περισσότερη δύναμη από άλλους τύπους συσπάσεων, καθώς επίσης μπορούν να το επιτύχουν με μειωμένη απαίτηση οξυγόνου (Lindstedt et al., 2001, LaStayo et al., 1999). Έτσι, η εφαρμογή ασκήσεων που χρησιμοποιούν παρατεταμένες συσπάσεις σε ηλικιωμένους, είναι περισσότερο αποδεκτή, καθώς η υψηλή μεταβολική ζήτηση δεν είναι μερικές φορές επιθυμητή σε αυτόν τον πληθυσμό ατόμων. Αν και τα μεγαλύτερα οφέλη δύναμης επιτυγχάνονται χρησιμοποιώντας τις επιμήκεις συσπάσεις, πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι η υψηλή δύναμη που παράγεται από τις έκκεντρες συσπάσεις μυών μπορεί να προκαλέσει πιθανό πόνο και πρόσθετες βλάβες (Armstrong, et al., 1983, Brooks, et al., 1995, Friden & Lieber, 2001, MacIntyre, et al., 1996).

Αν και οι υποκείμενοι μηχανισμοί των διαφορετικών βαθμών μυϊκών θλάσεων (1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου}), μπορεί να είναι διαφορετικοί, οι βαθμοί αναφέρονται συχνά ότι αντιπροσωπεύουν «τον αριθμό των σχισμένων ινών». Οι οξείες θλάσεις των μυών μπορούν να ανιχνευθούν με μεθόδους υπολογιστικής τομογραφίας ή μαγνητικού συντονισμού (MRI) (Speer et al., 1993), αλλά η διάγνωση τυπικά γίνεται βάσει φυσικών εξετάσεων και ιστορικού των ασθενών.

2.3 Η παθοβιολογία του μυϊκού τραυματισμού/θλάση

Η βλάβη που προκαλείται από τη θλάση των σκελετικών μυών μπορεί να ταξινομηθεί ως τραυματισμό «σκισίματος». Κατά τη διάρκεια αυτού του τραυματισμού, όχι μόνο οι μυοϊνες, αλλά και οι μυϊκές θήκες είναι σκισμένες (Kalimo et al, 1997). Η διαδικασία αποκατάστασης της βλάβης μπορεί να χωριστεί σε τρεις φάσεις: α) την φάση καταστροφής, η οποία χαρακτηρίζεται από σχηματισμό αιματώματος, τη νέκρωση μυοειδούς και την φλεγμονώδη κυτταρική αντίδραση, β) τη φάση επιδιόρθωσης, που αποτελείται από τη φαγοκυττάρωση του νεκρωμένου ιστού, την αναγέννηση των μυοϊνών, την παραγωγή ουλής συνδετικού ιστού και την τριχοειδή ανάπτυξη, γ) τη φάση αναδιαμόρφωσης, η οποία συνίσταται στην ωρίμανση των αναγεννημένων μυϊκών ινών, στη συστολή και στην αναδιοργάνωση του ιστού ουλής και στην αποκατάσταση της λειτουργικής ικανότητας του επισκευασμένου μυός (Kalimo, et al. 1997). Η επιδιόρθωση και η αναδιαμόρφωση, συχνά συμβαίνουν ταυτόχρονα.

2.3.1 Φάση καταστροφής

Σπάσιμο των μυών μετά από τη θλάση

Η θέση της ρήξης ενός κατά τα άλλα υγιούς μυός, συμβαίνει κοντά στον απομακρυσμένο MTJ (myotendinous junction) μετά το στέλεχος (Garrett, 1996, Garrett, et al., 1997) . Η σύσπαση των μυϊκών ινών συρρικνώνεται και σχηματίζεται ένα κενό μεταξύ των άκρων. Επειδή ο σκελετικός μυς είναι πλούσια αγγειοδιασταλμένος, η αιμορραγία από τα σκισμένα αγγεία είναι ικανή να γεμίσει και το κενό με τη σειρά του, γεμίζει με αιμάτωμα το οποίο και αντικαθιστάται αργότερα από ιστό ουλής. Η κατάσταση σύσπασης του μυός μεταβάλλει σημαντικά την έκταση του τραυματισμού, επειδή η ικανότητα της μονάδας μυών-τένοντα να αντιστέκεται στην διάταση, σχετίζεται άμεσα με την ένταση του μυός: σε μύες που έχουν συσπαστεί, χρειάζεται περίπου διπλάσια δύναμη απ' ότι στους χαλαρούς μυς για να προκληθεί ρήξη (Garrett, 1996, Garrett, et al., 1997). Εκτός αυτού, σε μύες που έχουν συσπαστεί, η ρήξη είναι περισσότερο επιφανειακή από ότι σε χαλαρούς μυς. Στην τελευταία, η ρήξη είναι συνήθως δίπλα στο υποκείμενο οστό, επειδή η πίεση

μεταδίδεται στα βαθύτερα μυϊκά στρώματα, όπου ο μύς συμπιέζεται στην επιφάνεια του οστού (Garrett, 1996, Garrett, et al., 1997

Νέκρωση μυϊκών ινών

Στα τραύματα διάτμησης, η μηχανική δύναμη διαρρηγνύει ολόκληρο το μυοειδές, καταστρέφοντας τη μεμβράνη του πλάσματος και αφήνοντας το σαρκόπλασμα ανοικτό στα άκρα. Επειδή οι μυϊκές ίνες είναι πολύ μακρές, τα κύτταρα μοιάζουν με χορδές και η νέκρωση που ξεκινά σε αυτή τη θέση εκτείνεται σε όλο το μήκος της ρήξης του μυοειδούς, εκτός αν η εξάπλωση της νέκρωσης σταματήσει μέσα σε λίγες ώρες μετά τον τραυματισμό, με συμπύκνωση του κυτταροσκελετικού υλικού για να σχηματιστεί η λεγόμενη ζώνη συστολής, η οποία μπορεί να περιορίσει τη νέκρωση σε μια τοπική διεργασία, μήκους περίπου 1,5-2 mm (ζώνη αναγέννησης) (Kalimo et al, 1997)..

Φλεγμονή

Τα αιμοφόρα αγγεία είναι επίσης σχισμένα σε τραυματισμούς διάτμησης. Έτσι, τα φλεγμονώδη κύτταρα που μεταφέρονται στο αίμα αποκτούν άμεση πρόσβαση στη θέση τραυματισμού (Tidball, 1995). Αργότερα, ουσίες που απελευθερώνονται από τα νεκρωμένα τμήματα των μυοϊνών χρησιμεύουν ως χημειοελκυστικά για περαιτέρω εξαγωγή φλεγμονωδών κυττάρων (Tidball, 1995). Οι μακροφάγοι και οι ινοβλάστες εντός των τραυματισμένων μυϊκών ινών ενεργοποιούνται επίσης και παρέχουν επιπλέον χημειοτακτικά σήματα (π.χ. παράγοντες ανάπτυξης) στα κυκλοφορούντα φλεγμονώδη κύτταρα (Tidball, 1995, Hurme & Kalimo, 1992). Στην οξεία φάση, τα πολυμορφοπύρηνα λευκοκύτταρα υπερισχύουν, αλλά σύντομα ακολουθούνται από μονοκύτταρα, τα οποία μετασχηματίζονται σε μακροφάγα ενεργά εμπλεκόμενα σε πρωτεόλυση και φαγοκυττάρωση του νεκρωτικού υλικού (Tidball, 1995, Hurme & Kalimo, 1992). Είναι αξιοσημείωτο ότι το βασικό στρώμα που περιβάλλει το νεκρωμένο τμήμα των τραυματισμένων μυοϊνών, είναι ανθεκτικό στην επίθεση των μακροφάγων. Παραμένει δε άθικτο και χρησιμεύει ως ικρίωμα στο εσωτερικό του οποίου αρχίζουν τα βιώσιμα περιφερειακά κύτταρα, το σχηματισμό νέων μυοϊνών (Hurme & Kalimo, 1992).

2.3.2 Φάση επιδιόρθωσης και αναδιαμόρφωσης

Η θεραπεία της μυϊκής καταπόνησης αποτελείται από δύο ταυτόχρονες διαδικασίες: α) την αναγέννηση των κατεστραμμένων μυϊκών ινών και των νεύρων, και β) τον σχηματισμό ουλώδους συνδετικού ιστού. Αυτές οι δύο διαδικασίες είναι ταυτόχρονα υποστηρικτικές αλλά και ανταγωνιστικές μεταξύ τους (Kalimo et al, 1997).

Η σημαντική αναγεννητική ικανότητα των σκελετικών μυών έχει εξασφαλιστεί ήδη κατά τη διάρκεια της εμβρυϊκής ανάπτυξης χάρη στα περιφερειακά κύτταρα, τα οποία βρίσκονται κάτω από το βασικό στρώμα κάθε μεμονωμένης μυϊκής ίνας. Υπάρχουν δύο διαφορετικοί πληθυσμοί περιφερειακών κυττάρων στους σκελετικούς μύες (Rantanen, Ranne, Hurme, Kalimo, 1995). Ένας πληθυσμός, που χαρακτηρίζεται από δεσμευμένα περιφερειακά κύτταρα, είναι έτοιμος να ξεκινήσει τη διαφοροποίηση σε μυοβλάστες αμέσως μετά τον τραυματισμό, ενώ ο άλλος πληθυσμός, περιφερειακών κυττάρων, υποβάλλεται σε διαίρεση πριν από τη διαφοροποίηση. Με τον πολλαπλασιασμό ο τελευταίος πληθυσμός συμπληρώνει ταυτόχρονα το αποθεματικό περιφερειακών κυττάρων για μελλοντικές διεργασίες αναγέννησης (Rantanen, Ranne, Hurme, Kalimo, 1995). Έτσι, τα περιφερειακά κύτταρα πολλαπλασιάζονται μέσα στα διατηρημένα βασικά φύλλα της ζώνης αναγέννησης, διαφοροποιούνται σε μυοβλάστες και στη συνέχεια συντηρούνται μεταξύ τους σε πολυπυρηνικούς μυοσωληνίσκους. Συντήκονται επίσης με επιζώντα τμήματα του τραυματισμένου μυοειδούς. Τέλος, τα αναγεννημένα τμήματα των μυϊκών ινών αποκτούν την ώριμη μορφή τους με εγκάρσιες ραβδώσεις δεσμών μυοϊνών και εντοπισθέντων περιφερειακά, μυονουκλεϊών (Hurme & Kalimo, 1992).

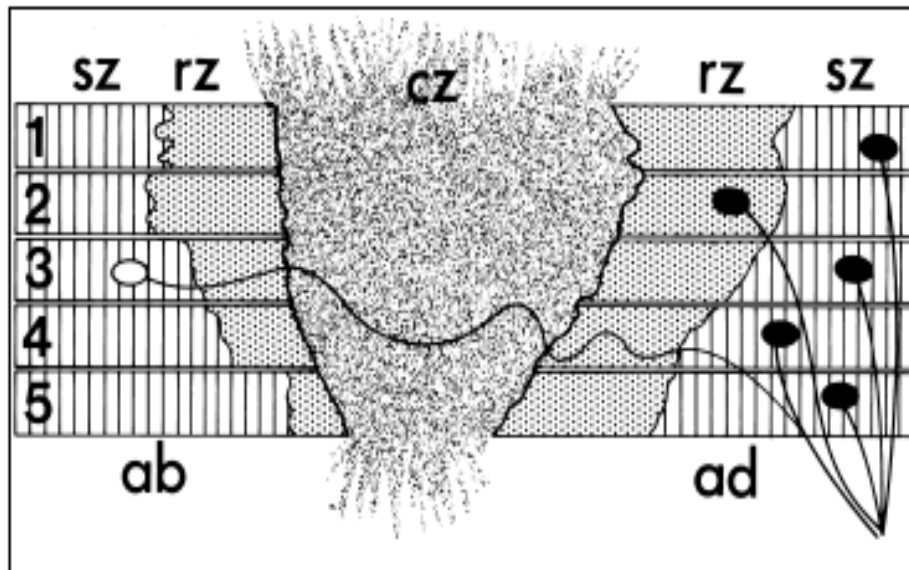
Μετά την αναγέννηση των μυϊκών ινών οι οποίες έχουν συμπληρώσει το παλιό κύριο στρώμα, εκτείνονται έξω από το άνοιγμα του, στην ουλή του συνδετικού ιστού. Τα αναδυόμενα μυϊκά κύτταρα σχηματίζουν πολλαπλούς κλάδους, τα άκρα των οποίων έχουν τη δομή ενός αναπτυσσόμενου κώνου (Hurme, Kalimo, Lehto, Järvinen, 1991). Αυτά προσπαθούν να διαπεράσουν την ουλή, αλλά αφού έχουν επεκταθεί μόνο σε σχετικά μικρή απόσταση από το άνοιγμα του βασικού ελάσματος, τα άκρα αρχίζουν να προσκολλώνται στον συνδετικό ιστό σχηματίζοντας μίνι-MTJs. Η αναγέννηση των μυϊκών ινών συνεχίζεται στη φάση του μυοβατικού σωλήνα χωρίς την παροχή

νεύρων, μετά την οποία ακολουθείται η ατροφία, εάν δεν πραγματοποιηθεί η επαναδημιουργία (Rantanen, Ranne, Hurme, Kalimo, 1995)

Στη συνέχεια το κενό μεταξύ των μυϊκών ινών που έχουν υποστεί ρήξη γεμίζεται από ένα αιμάτωμα. Εντός της πρώτης ημέρας το αιμάτωμα καταλαμβάνεται από φλεγμονώδη κύτταρα, συμπεριλαμβανομένων των φαγοκυττάρων, τα οποία αρχίζουν την απόρριψη του θρόμβου αίματος (Tidball, 1995). Η εγκάρσια σύνδεση της ινώδους και της ινωδονεκτίνης σχηματίζει μια πρωτεύουσα μήτρα, η οποία ενεργεί ανασταλτικά για τους εισβολείς ινοβλάστες και δίνει την αρχική αντοχή στην ουλή για να αντέξει τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτήν. Οι ινοβλάστες αρχίζουν να συνθέτουν πρωτεΐνες επίσης ως πρωτεογλυκάνες της εξωκυτταρικής μήτρας (ECM) (Hurme, et al., 1991). Η ινωδονεκτίνη εκφράζεται μεταξύ των πρώτων πρωτεϊνών ECM, ακολουθούμενη από κολλαγόνο τύπου III. Η παραγωγή κολλαγόνου τύπου I ενεργοποιείται αργότερα και παραμένει αυξημένη για αρκετές εβδομάδες (Hurme, et al., 1991).

Από τη στιγμή του τραυματισμού μέχρι τη 10η έως 12η ημέρα, οι ουλές αποτελούν το πιο αδύναμο σημείο του τραυματισμένου μυός (Kääriäinen, et al., 1998). Ωστόσο στη συνέχεια η ρήξη συμβαίνει μέσα στις μυϊκές ίνες δίπλα στα νεοσυσταθέντα MTJs (Hurme & Kalimo, 1992). Στη συνέχεια, η αύξηση της αντοχής εφελκυσμού της ουλής, γίνεται ταυτόχρονα με την παραγωγή κολλαγόνου τύπου I (Kääriäinen, et al., 1998). Η μηχανική σταθερότητα του κολλαγόνου, με τη σειρά του, βασίζεται στον σχηματισμό διαμοριακών εγκάρσιων δεσμών. Μετά την ωρίμανση της ουλής, η ρήξη συνήθως συμβαίνει εντός των αναγεννημένων μυϊκών ινών κοντά στην εγγύς / απομακρυσμένη γραμμή προσκόλλησης στην ουλή. Εντούτοις απαιτείται πολύς χρόνος μέχρι να αποκατασταθεί πλήρως η δύναμη του μυός (Kääriäinen, et al., 1998). Όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.3.1, η σύσπαση των μυϊκών ινών που έχουν υποστεί ρήξη και το κενό μεταξύ των άκρων (κεντρική ζώνη, cz) αρχικά γεμίζουν από ένα αιμάτωμα. Τα μυοϊνίδια είναι νεκρωμένα στο βασικό τους στρώμα σε μία απόσταση περίπου 1-2 mm, μέσα στο οποίο συνήθως εμφανίζεται πλήρης αναγέννηση (ζώνη αναγέννησης, rz). Πέρα από αυτό παρατηρούνται μόνο αντιδραστικές αλλαγές στη ζώνη επιβίωσης (sz). Κάθε μυοειδής είναι εννευρωμένος σε ένα μόνο σημείο νευρομυϊκής σύνδεσης (NMJ, μαύρες κουκίδες). Επειδή οι μυϊκές ίνες διαρρηγνύονται συνήθως και στις δύο πλευρές της σειράς των NMJs σε παρακείμενες ίνες, τα στελέχη των ινών 1 και 3-5 στην δεξιά πλευρά "ad" παραμένουν εννευρωμένα. Ακόμη και το συμπληρωματικό στέλεχος της ίνας 2 έχει γίνει

απονευρωμένο επειδή το NMJ της βρίσκεται στο rz. Η επανασύνδεση των βοηθητικών τμημάτων λαμβάνει χώρα μέσω της διείσδυσης νέων βλαστών νευρώσεων μέσω της ουλής του cz και σχηματισμού των νέων NMJs (λευκή κουκίδα). Η ίνα 2 γίνεται ξανά λειτουργική όταν πραγματοποιείται αναγέννηση στο συμπληρωματικό rz.



Εικόνα 2.3.1: Σχηματική απεικόνιση επούλωσης τραυματισμένου μυ: Πηγή: Järvinen, Kääriäinen, Järvinen, Kalimo, 2018

2.4 Αιτιολογία θλάσεων

Ορισμένοι μύες τραυματίζονται συχνότερα από άλλους. Οι μύες που κινδυνεύουν περισσότερο είναι εκείνοι στους οποίους η έκφυση και η κατάφυση διασχίζουν δύο αρθρώσεις. Ένας λόγος για την αυξημένη τάση τους για τραυματισμό είναι ότι πολλοί από αυτούς τους μύες μπορούν να περιορίσουν το εύρος κίνησης μιας άρθρωσης που διασχίζουν. Για παράδειγμα, με την κάμψη του ισχίου, οι μύες του τένοντα μπορούν να περιορίσουν την έκταση των γονάτων, ένας ελιγμός μπορεί να θέσει υψηλά επίπεδα παθητικής έντασης, να μπλοκάρει τους μύς και να τους τραυματίζει ενδεχομένως (Noonan, & Garrett, 1999).

Οι συχνά τραυματισμένοι μύες δρουν έκκεντρα (δηλαδή επιμηκύνονται καθώς συστέλλονται) καθώς ρυθμίζουν την κίνηση κατά τη διάρκεια αθλητικών δραστηριοτήτων. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, για παράδειγμα, οι μύες της ομάδας τετρακέφαλων δρουν κυρίως για να περιορίσουν τη κάμψη του γόνατος μετά το χτύπημα της φτέρνας και όχι να προχωρήσουν στην έκταση του γόνατος. Η κάκωση αυτών των μυών συνήθως συμβαίνει κατά τη διάρκεια μιας έκκεντρης συστολής (Noonan, & Garrett, 1999).

Οι συχνά τραυματισμένοι μύες έχουν σχετικά υψηλό ποσοστό ινών τύπου II (ταχείας συστροφής). Η υψηλή αναλογία τέτοιων ινών σημαίνει ότι οι μύες χρησιμοποιούνται για δραστηριότητες υψηλής ταχύτητας, οι οποίες ενδέχεται να προκαλέσουν τραυματισμό. Δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι η μυϊκή καταπόνηση εμφανίζεται συχνότερα σε αθλητές των οποίων ο αθλητισμός απαιτεί υψηλές ταχύτητες ή ταχεία επιτάχυνση, όπως ποδηλασία, ποδόσφαιρο, μπάσκετ και ποδόσφαιρο (Zarins, & Ciullo, 1983). Ένα παράδειγμα ενός μύος που εμφανίζει όλους αυτούς τους παράγοντες κινδύνου είναι ο μηριαίος δικέφαλος. Διασχίζει δύο αρθρώσεις και εκτελεί έκκεντρα υψηλές ταχύτητες για να επιβραδύνει το πόδι κατά τη διάρκεια ενός σπριντ (Zarins, & Ciullo, 1983).

Κεφάλαιο 3^ο – Έκκεντρη Εξάσκηση και Πρόληψη Τραυματισμών

3.1 Διάγνωση τραυματισμών οπίσθιων μηριαίων

Οι τραυματισμοί των οπίσθιων μηριαίων είναι από τους συνηθέστερους αθλητικούς τραυματισμούς και η κύρια αιτία τους είναι η χρόνια αποχή των αθλητών, από τον αθλητισμό (Lempainen, et al., 2014). Προγενέστεροι τραυματισμοί καθώς και η ηλικία θεωρούνται οι συχνότεροι παράγοντες κινδύνου για αυτούς τους τραυματισμούς μεταξύ του συνόλου των αθλητών (Lempainen, et al., 2006).

Η διάγνωση των τραυματισμών θα πρέπει να ξεκινά με τη λήψη ακριβούς ιστορικού που περιγράφει τον μηχανισμό του τραυματισμού και να ακολουθεί διεξοδική εξέταση. Η απεικόνιση με μαγνητικό συντονισμό και η υπερηχογραφική εξέταση χρησιμοποιούνται τόσο για τη διάγνωση όσο και για την ταξινόμηση αυτών των τραυματισμών (Alzahrani, et al., 2015). Παρόλο που έχουν περιγραφεί πολλαπλά συστήματα ταξινόμησης, κανένα από αυτά δεν έχει επικυρωθεί.

Η χειρουργική θεραπεία αυτών των τραυματισμών διέπεται από την ανατομική κατανομή της βλάβης (εγγύς έναντι περιφερικής) και τη φύση της βλάβης (οξεία έναντι χρόνιας) Η χειρουργική επέμβαση τόσο των εγγύς όσο και των περιφερικών τραυματισμών υποδεικνύεται όταν ο τραυματισμός περιλαμβάνει και τους τρεις μύες στους οπίσθιους μηριαίους, όταν ο τραυματισμός περιλαμβάνει δύο τένοντες σε αθλητές που συμμετέχουν σε αθλήματα που απαιτούν τη διατήρηση καθιστής θέσης κάτω από εκκεντρικά φορτία και όταν η μη λειτουργική θεραπεία αποτύχει (Alzahrani, et al., 2015).

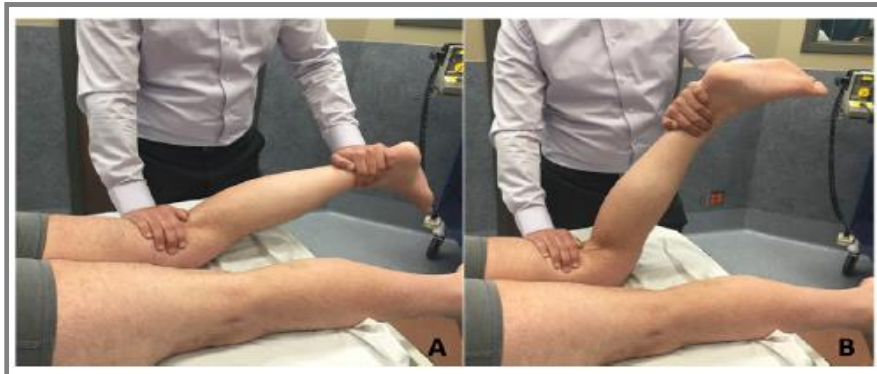
Μια κρίσιμη πτυχή τόσο της λειτουργικής όσο και της μη λειτουργικής θεραπείας αυτών των τραυματισμών, είναι η διαδικασία αποκατάστασης. Το πρόγραμμα αποκατάστασης θα πρέπει να επικεντρωθεί τόσο στην εκκεντρική ενίσχυση, όσο και σε ασκήσεις κατάλληλες για την αποκατάσταση. Εντούτοις, υπάρχει έλλειψη καλά σχεδιασμένων μελετών για την ακριβή αξιολόγηση άλλων πρωτοκόλλων αποκατάστασης (Alzahrani, et al., 2015).

Η ταυτοποίηση του τραυματισμού κατά τη διάρκεια της φυσικής εξέτασης μπορεί να είναι δύσκολη, λόγω της βαθιάς θέσης των μυών εντός του μηρού. Ωστόσο, υπάρχουν μερικές ενδείξεις που μπορούν να καθοδηγήσουν τον εξεταστή για τη διάγνωση.

Μετά τον τραυματισμό, οι ασθενείς συνήθως αναπτύσσουν εκχυμώσεις και οίδημα της οπίσθιας όψης, αλλά και ένα μεγάλο αιμάτωμα μπορεί να υποδηλώνει έναν πιο εκτεταμένο τραυματισμό, όπως ρήξη και των τριών τένοντων. Ωστόσο, αυτό το εύρημα είναι μεταβλητό και δεν υπάρχει σε όλους τους ασθενείς με τραυματισμούς.

Επιπλέον, ο ασθενής με εγγύς τραυματισμούς συνήθως κάθονται προς τα πλάγια για να αποφευχθεί ο πόνος στο σημείο απόσπασης (Cohen, & Bradley, 2007, Heiderscheit, et al., 2010). Ένα αισθητό ελάττωμα μπορεί μερικές φορές να γίνεται αισθητό κατά μήκος της πορείας των τενόντων, ανάλογα με τη θέση του τραυματισμού. Ωστόσο, το χάσμα θα μπορούσε να καλυφθεί από το αιμάτωμα που σχετίζεται με τον τραυματισμό (Sallay, 2009).

Ένα σημαντικό μέρος της φυσικής εξέτασης είναι η εξέταση του εύρους της κίνησης και της δύναμης του προσβεβλημένου μυϊκού ιστού και η σύγκριση αυτών των ευρημάτων με εκείνα στην αντίθετη πλευρά. Στην ιδανική περίπτωση, ο ασθενής θα πρέπει να είναι ευαίσθητος με το ισχίο που βρίσκεται σε 0° της επέκτασης. η κάμψη του γόνατος εξετάζεται στη συνέχεια με αντίσταση που εφαρμόζεται στην φτέρνα με το γόνατο σε κάμψη 15° και 90° (Εικόνα 3.1.1). Ο πόνος που προκλήθηκε από την εξέταση ή την αδυναμία θεωρούνται θετικά ευρήματα (Heiderscheit, et al., 2010).

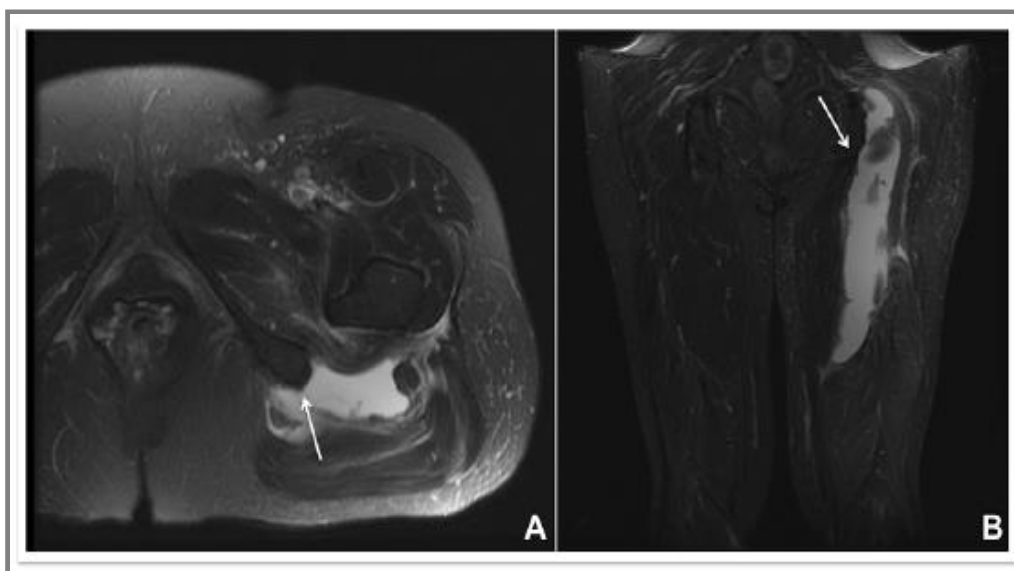


Εικόνα 3.1.1: Κατά τη διάρκεια μιας φυσικής εξέτασης για την εκτίμηση της αντοχής οπίσθιων μηριαίων. Με τον ασθενή να βρίσκεται σε πρήνη θέση με τον ισχίο σε 0° επέκτασης, εφαρμόζοντας αντίσταση στη φτέρνα με το γόνατο σε κάμψη 15° (Εικόνα A) και 90° (Εικόνα B).

Πηγή: Alzahrani, et al., 2015

Η κάμψη του ισχίου και η έκταση του γονάτου θα πρέπει να εξετάζονται για να δοκιμάσουν την ευκαμψία και το μέγιστο μήκος που μπορεί να περιοριστεί από τον πόνο σε ασθενείς με τραυματισμό (Schneider-Kolsky, et al., 2006). Μια επώδυνη παθητική ανύψωση των ποδιών, αναμένεται από τους ασθενείς με μερικούς τραυματισμούς. Αντίστροφα, μια ευθεία ανύψωση του ποδιού με μεγαλύτερη κάμψη του ισχίου στην πληγείσα πλευρά από την αντίπλευρη, μη τραυματισμένη πλευρά θα πρέπει να αυξήσει την υποψία της πλησιέστερης έμφραξης.

Όλοι οι ασθενείς με χαλαρό τραυματισμό θα πρέπει να αξιολογηθούν με ακτινογραφίες για να προσδιορίσουν τα κατάγματα πτώσης της ισχιακής ολίσθησης (Clanton, & Coupre, 1998, Carlson, 2008). Οι ισχαιμικοί εμβολιασμοί είναι πιο συχνοί στον παιδιατρικό πληθυσμό. Η απεικόνιση με μαγνητικό τομογράφο (MRI) θεωρείται η συνήθης μέθοδος για τη διάγνωση των τραυματισμών. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα σε περιπτώσεις επαναλαμβανόμενων τραυματισμών και τραυματισμών που περιλαμβάνουν το βαθύτερο μέρος του μυός (Connell, et al., 2004, Koulouris, & Connell, 2005).



Εικόνα 3.1.2: Απεικόνιση MRI τραυματισμού οπίσθιων μηριαίων γυναίκας 60 ετών ενώ έπαιζε τέννις

Πηγή: Alzahrani, et al., 2015

Η μαγνητική τομογραφία είναι επίσης ζωτικής σημασίας για τον προσδιορισμό της έκτασης της βλάβης και για τη διαφοροποίηση μεταξύ μερικών και πλήρων ρήξεων και για την εκτίμηση του αριθμού των τένοντων που έχουν υποστεί βλάβη, προβλέποντας παράλληλα και τη διάρκεια της περιόδου αποκατάστασης μετά τη βλάβη (Connell, et al., 2004, Koulouris, & Connell, 2005, Zissen, et al., 2010). Ο Cohen et al., (2011) σε μια μελέτη με τριάντα ασθενείς, διαπίστωσε ότι οι προγνωστικοί δείκτες MRI για αυξημένο χρόνο αποχής από τον αθλητισμό περιλάμβαναν αποσυμπίεση των μυών, εμπλοκή των μυών σε ποσοστό 25% και ένα μακροχρόνιο σήμα ισοροπίας T2 (Cohen, et al., 2011).

3.2 Θεραπευτικές Μεθόδους

3.2.1 Μη χειρουργική αγωγή

Αν και το μεγαλύτερο μέρος της προσοχής της βιβλιογραφίας, έχει κατευθυνθεί προς τη χειρουργική αγωγή των οπίσθιων μηριαίων, υπάρχει γενική συναίνεση ότι η μη-χειρουργική θεραπεία ενδείκνυται για μερικούς τραυματισμούς (Lemprainen, et al., 2006, Sarimo, et al., 2008) Ωστόσο, δεν υπάρχει συναίνεση για τη φύση αυτής της συντηρητικής θεραπείας. Ο στόχος της μη χειρουργικής θεραπείας είναι η αντιμετώπιση του πόνου και της φλεγμονής, που προκαλούνται από τον οξύ τραυματισμό.

Τα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα έχουν εφαρμοστεί ως επιλογή για την αναστολή των φλεγμονωδών κυττάρων και την αντίληψη του πόνου, αλλά δεν έχει αποδειχθεί η επίδραση τέτοιων φαρμάκων στη μείωση των συμπτωματικών επιπτώσεων των τραυματισμών. Οι ενέσεις ενδομυϊκού κορτικοστεροειδούς έχουν βρεθεί ότι επιταχύνουν την επιστροφή στο επίπεδο του ανταγωνισμού, αλλά μελέτες έχουν δείξει, τόσο ευνοϊκές όσο και δυσμενείς επιδράσεις στη διαδικασία επούλωσης του τραυματισμένου μύος και κατά συνέπεια αυτή η μέθοδος παραμένει αμφιλεγόμενη (Beiner, et al., 1999, Levine, et al., 2000).

Επιπλέον προσοχή έχει δοθεί στη χρήση ενέσεων πλάσματος αιμοπεταλίων για τη θεραπεία τραυματισμών που προκαλούν σπασμούς, με πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα σε μερικές μελέτες, αλλά απαιτούνται περισσότερες δοκιμές προτού να μπορέσει να υποστηριχθεί σε παγκόσμιο επίπεδο (Wetzel et al, 2013, A Hamid, et

al., 2014). Οι προτάσεις δείχνουν επίσης την αποφυγή περιττής ακινητοποίησης του τραυματισμένου άκρου, έτσι ώστε να αποφευχθεί η ατροφία του μυός (J' arvinen, et al., 2007).

Οι μέθοδοι θεραπείας, όπως η διέγερση με υπερήχους, οι συμπιεστές κρύου και θερμού, καθώς και το μασάζ, έχουν προταθεί για τη θεραπεία των τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων, εντούτοις τα αποτελέσματά τους δεν έχουν επικυρωθεί. Μια γενικότερη πρόταση για τη θεραπεία μυϊκών τραυματισμών, αν και δεν έχει αποδειχθεί πλήρως αποτελεσματική για τους τραυματισμούς των οπίσθιων μηριαίων, περιορίζει την έκταση του τραυματισμού, ακολουθώντας την αρχή RICE (Rest, Ice, Compression, Elevation/ ανάπαυση, πάγος, συμπίεση και ανύψωση) (J' arvinen, et al., 2007). Μια άλλη σημαντική πτυχή της μη χειρουργικής θεραπείας αυτών των τραυματισμών είναι μια επαρκής διαδικασία αποκατάστασης με προγράμματα επικεντρωμένα στην ενίσχυση και επαναφορά του εύρους κίνησης του άκρου, με σκοπό την πρόληψη ανεπιθύμητων συνεπειών, αλλά και τη βελτίωση του γενικού αποτελέσματος (Folsom, & Larson, 2008, Heiderscheit, et al., 2010, Birmingham, et al., 2011)

3.2.2 Χειρουργική αγωγή

Δεν υπάρχει σαφής συναίνεση όσον αφορά τη χειρουργική θεραπεία της ρήξης των οπίσθιων μηριαίων (Copland, Tipton, & Fields, 2009). Πολλές τεχνικές έχουν περιγραφεί, εντούτοις, δεν έχουν πραγματοποιηθεί τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές στην προσπάθεια τυποποίησης των πρωτόκολλων χειρουργικής επέμβασης και αποκατάστασης που χρησιμοποιούνται από τους ορθοπεδικούς χειρουργούς.

Η χειρουργική θεραπεία συνιστάται για οξείς τραυματισμούς των οπίσθιων μηριαίων, κατά τους οποίους και οι τρεις τεντωμένοι τένοντες αποσπώνται από το ισχίο. Η χειρουργική θεραπεία, μπορεί επίσης να ληφθεί υπόψη, σε περιπτώσεις τραυματισμών τένοντα υψηλού βαθμού με συστροφή 2 cm, σε αθλητές που συμμετέχουν σε αθλήματα, τα οποία απαιτούν τη διατήρηση καθιστής θέσης των οπίσθιων μηριαίων (π.χ. θαλάσσιο σκι, κ.λπ.) (Lempainen, et al., 2006, Cohen, & Bradley, 2007, Sarimo, et al., 2008, Birmingham, et al., 2011). Ο στόχος της θεραπείας αυτών των τραυματισμών είναι να αποκατασταθούν οι μυϊκές και οστικές προσκολλήσεις. Έχουν περιγραφεί αρκετές τεχνικές και οι περισσότερες από αυτές, εμπλέκουν τη χρήση ραμμάτων «άγκυρας», για την προσέγγιση της μυϊκής ρήξης ή

του θρυμματισμού του ισχίου (Folsom, & Larson, 2007, Sarimo, et al., 2008, Cohen, et al., 2012)

Εντούτοις, έχει περιγραφεί η χρήση βαρέων ραμμάτων που διέρχονται από οπές διάτρησης του ισχίου (Orava, & Kujala, 1995). Η χειρουργική αποκατάσταση οξέων τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων, με τη χρήση ραμμάτων «άγκυρας», έχει συσχετιστεί με καλά έως εξαιρετικά αποτελέσματα όπως έχει καταγραφεί στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, με τους ασθενείς να επιστρέφουν στο επίπεδο της δραστηριότητας που είχαν πριν την χειρουργική επέμβαση, σε ένα μέσο διάστημα, περίπου πέντε μηνών μετά τη χειρουργική επέμβαση (Cohen, & Bradley, 2007, Sarimo, et al., 2008, Birmingham, et al., 2011).

Υπάρχει μεγάλη διαμάχη στη βιβλιογραφία σχετικά με τα πρωτόκολλα θεραπείας και αποκατάστασης των τραυματισμών, και κυρίως αυτών που αφορούν τους οπίσθιους μηριαίους. Εντούτοις, οι γενικές αρχές μπορούν να βοηθήσουν αλλά και να καθοδηγήσουν τον ορθοπεδικό χειρουργό, κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αξιολόγησης.

3.3 Ασκήσεις Ενδυνάμωσης

Οι ασκήσεις ενδυνάμωσης, αποτελούν ασκήσεις, οι οποίες προκαλούν τη σύσπαση των μυών ενάντια στην αντίσταση. Αυτό βοηθά στην οικοδόμηση μυϊκής δύναμης, μάζας καθώς και στην τόνωση. Οι ασκήσεις ενδυνάμωσης συμβάλλουν επίσης στην αύξηση της μυϊκής αντοχής, αλλά και της ικανότητας του μυϊκού συστήματος να ασκεί σωματικές δραστηριότητες για μεγαλύτερες χρονικές περιόδους πριν επέλθει κόπωση. Η αντοχή είναι απαραίτητη για κάθε δραστηριότητα, είτε πρόκειται για τον αθλητισμό είτε για πιο απλές δραστηριότητες της καθημερινότητας (Hoeger, & Hoeger, 1999). Εάν οι μύες ενός ατόμου μπορούν να λειτουργήσουν περισσότερο, τότε το άτομο θα εμφανίζει μεγαλύτερη ικανότητα να υποστηρίξει τις δραστηριότητες της καθημερινής του ζωής (Kraemer, 2011).

Τρία πράγματα πρέπει να εξεταστούν κατά τη διάρκεια ενός προγράμματος ασκήσεων ενδυνάμωσης, προκειμένου να βοηθήσουν το άτομο να ενισχύσει τη δύναμη και την αντοχή του:

- Επαναλήψεις και σετ (set): Οι επαναλήψεις είναι ο αριθμός των φορών που σηκώνει κάποιος ένα βάρος ή εκτελεί ένα πλήρη κύκλο μιας άσκησης. Ένα άτομο, θα πρέπει να εκτελεί συνήθως, 8 έως 15 επαναλήψεις από 8 έως 10 διαφορετικές ασκήσεις, οι οποίες όλες μαζί, θα στοχεύουν στις κύριες ομάδες μυών. Με ένα σετ, το άτομο εκτελεί μια άσκηση για ένα δεδομένο αριθμό επαναλήψεων. Στην συνέχεια πρέπει να ξεκουραστεί για μια χρονική περίοδο και κατόπιν να επαναλάβει την άσκηση. Ο αριθμός επαναλήψεων ανά σετ για κάθε άσκηση, εξαρτάται από τους συγκεκριμένους στόχους. Δύο έως τρία σετ κάθε άσκησης συνιστώνται συνήθως. Καθ' όλη τη διάρκεια των ασκήσεων θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται περιόδοι ανάπαυσης ενός έως δύο λεπτών μεταξύ των σετ (National MS Society, 2014).
- Αντίσταση: Πολλά πράγματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αντίσταση στις ασκήσεις ενδυνάμωσης, όπως για παράδειγμα το βάρος σώματος του ίδιου του ατόμου ενάντια στη βαρύτητα, τα ελεύθερα βάρη, οι μηχανές βάρους, οι ζώνες αντοχής κλπ. Το βάρος είναι απαραίτητο για ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης. Παρέχει την αντίσταση που απαιτείται για την εργασία και την ανάπτυξη των μυών. Το άτομο θα πρέπει να ξεκινάει με χαμηλή αντίσταση και σταδιακά να αυξάνει τα βάρη. Είναι καλύτερα για το άτομο, να διατηρεί ή να μειώνει την ποσότητα του βάρους που σηκώνει, μέχρι να μπορέσει να εκτελέσει με ασφάλεια μια άσκηση με μεγαλύτερο βάρος. Τα βάρη πρέπει να αυξάνονται μόνο όταν είναι σε θέση να εκτελέσει 12 επαναλήψεις μιας άσκησης ολοκληρωμένα. Τα βάρη σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να αυξάνονται απότομα, παρά μόνο σταδιακά. Για παράδειγμα, εάν κάποιος ανυψώνει 3 έως 5 κιλά για μια συγκεκριμένη άσκηση, εκτελώντας 12 επαναλήψεις που δεν απαιτούν μεγάλη προσπάθεια, τότε μπορεί να αυξήσει το βάρος στο επόμενο επίπεδο (5-8 κιλά). Εντούτοις, αρχικά θα πρέπει να χαμηλώσει τον αριθμό των επαναλήψεων που εκτελεί και να το αυξήσει επίσης σταδιακά (National MS Society, 2014).
- Συχνότητα των ασκήσεων: Αν και ο στόχος της άσκησης είναι να προκληθούν οι μύες ώστε να αυξήσουν τη δύναμη και την αντοχή, είναι επίσης σημαντικό να δοθεί επαρκής χρόνος μεταξύ των περιόδων για την ανάκτηση και για την

αποκατάσταση των μυών που έχουν υποστεί βλάβη. Στόχος είναι να εξασκηθούν οι στοχευμένες περιοχές, 2 με 3 φορές την εβδομάδα, εναλλάσσοντας τους τύπους δραστηριοτήτων (National MS Society, 2014).

Κατά τη διάρκεια της άσκησης, το άτομο θα πρέπει να προσέχει ιδιαίτερα την στάση του σώματος του. Ένας εκπαιδευτής μπορεί να τον βοηθήσει να επιτύχει τη σωστή στάση, κατά την εκτέλεση κάθε άσκησης. Μια λανθασμένη στάση κατά την άσκηση, μπορεί να οδηγήσει σε τραυματισμό ή να μην προκαλέσει επαρκώς τις περιοχές - στόχους. Όταν κάποιος εκτελεί ασκήσεις χρησιμοποιώντας το πάνω μέρος του σώματος του, τα πόδια του θα πρέπει να είναι άνετα, με τα γόνατά χαλαρά, αλλά όχι λυγισμένα. Θα πρέπει επίσης να κρατάει τη σπονδυλική του στήλη σε ουδέτερη θέση με τους γοφούς ευθυγραμμισμένους με τους ώμους του (Kraemer, 2011).

Η κάθε άσκηση θα πρέπει να εκτελείται με έναν ομαλό, ελεγχόμενο ρυθμό. Είναι σημαντικό το άτομο να επικεντρώνεται στην αναπνοή του, φροντίζοντας να εκτελεί έναν πλήρη κύκλο αναπνοής, με πλήρη εισπνοή και εκπνοή, σε κάθε επανάληψη (Browder, Dolny 2002). Για παράδειγμα, το άτομο θα πρέπει να εκπνέει καθώς σηκώνει ένα βάρος και να εισπνέει όταν το επαναφέρει στην αρχική του θέση. Αν αυτό είναι δύσκολο ή τον αποσπά κατά την εκτέλεση της άσκησης, μπορεί να κρατά μια συνεχή και ρυθμική αναπνοή. Μια σωστή και ολοκληρωμένη άσκηση ενδυνάμωσης, βοηθά σημαντικά και στην τόνωση του καρδιαγγειακού συστήματος (National MS Society, 2014).

Υπάρχουν δύο τρόποι για να αυξήσει κάποιος αποτελεσματικά τη δύναμη και την αντοχή του: α) κινούμενος με αντίσταση, β) κρατώντας μια θέση ενάντια σε κάποια δύναμη

- Κινούμενος με αντίσταση: Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι ασκήσεις ενδυνάμωσης, περιλαμβάνουν την ανύψωση ενός βάρους ή την έλξη ενός φορτίου, είτε χρησιμοποιώντας ξένο βάρος, είτε το σώμα του ατόμου που ασκείται. Συνήθως περιλαμβάνει τη μετακίνηση μιας άρθρωσης μέσω μιας σειράς κινήσεων, όπως ένας αγκώνας στο «γύρισμα» του δικεφάλου ή το γόνατο κατά τη διάρκεια ενός squat. Αυτός ο τύπος άσκησης ενισχύει την ομάδα των μυών (National MS Society, 2014).



Εικόνα 3.3.1: Χρήση βάρους κατά την άσκηση ενδυνάμωσης

Πηγή:

https://www.nationalmssociety.org/NationalMSSociety/media/MSNationalFiles/Resources_Support/Strength-and-Endurance.pdf

- Κρατώντας μια θέση ενάντια σε κάποια δύναμη: Με αυτόν τον τύπο άσκησης, που αναφέρεται ως ισομετρική, οι αρθρώσεις και οι μύες δεν αλλάζουν κατά τη συστολή (για παράδειγμα, πιέζοντας τη μέση σε μια ώθηση και κρατώντας στη συνέχεια τη θέση αυτή, για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα). Αυτός ο τύπος προπόνησης, απομονώνει κυρίως έναν συγκεκριμένο μυ που χρησιμοποιείται για να κρατήσει τη θέση του, ενισχύοντας τον όταν προκαλείται αντίσταση. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο για την επίτευξη μιας ολοκληρωμένης άσκησης με την άμεση άσκηση μυών οι οποίοι είναι δύσκολο να εξασκηθούν (National MS Society, 2014) .



Εικόνα 3.3.2: Κρατώντας συγκεκριμένη θέση σώματος ενάντια σε κάποια δύναμη

Πηγή:

https://www.nationalmssociety.org/NationalMSSociety/media/MSNationalFiles/Resources_Support/Strength-and-Endurance.pdf

Καθώς οι μύες τονώνονται, η εξωτερική εμφάνισή τους βελτιώνεται και αυτή. Η άσκηση μπορεί όχι μόνο να αυξήσει τη μυϊκή δύναμη και την αντοχή, αλλά να οδηγήσει σε αυξημένα επίπεδα ενέργειας, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για άτομα με τραυματισμούς, ή με χρόνια προβλήματα υγείας, όπως για παράδειγμα σκλήρυνση κατά πλάκας (Lynch, Schertzer, & Ryall, 2007). Όλα αυτά επιπρόσθετα, επηρεάζουν άμεσα τη διάθεση, μειώνοντας το στρες και ελαχιστοποιώντας τα συναισθήματα της κατάθλιψης (Hoeger, & Hoeger, 1999).

3.4 Σύγκεντρη και Έκκεντρη ενδυνάμωση

Η προέλευση των όρων «σύγκεντρη (ομόκεντρη) και έκκεντρη», σχετίζεται με τη συστολή των μυών στη βασική επιστήμη της φυσιολογίας. Πίσω στο 1925, ο Hill καθόρισε δύο τύπους μυϊκών συσπάσεων (Hill, 1925): ισομετρική, όπου το μήκος των μυών δεν αλλάζει κατά τη διάρκεια της συστολής και ισότονη, όπου η ένταση παραμένει αμετάβλητη ή μπορεί επίσης να μεταβάλλεται ενώ το μήκος του μυός αλλάζει. Υπάρχουν δύο τύποι ισοτονικών συστολών: (α) σύγκεντρες και (β) έκκεντρες (Hill, 1925). Σε μια σύγκεντρη συστολή, η τάση των μυών αυξάνεται, προκειμένου να αντιμετωπίσει την αντίσταση, κατόπιν παραμένει σταθερή καθώς ο μυς «μικραίνει». Κατά την έκκεντρη συστολή, ο μυς παρατείνει καθώς η αντίσταση είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη που παράγει ο μυς.

Στα χρόνια που ακολούθησαν, οι όροι «σύγκεντρη και έκκεντρη», χρησιμοποιήθηκαν συχνά σε επιστημονικά χειρόγραφα σε διάφορους τομείς: φυσιολογία, βιομηχανική και νευρομηχανική. Σε διάφορες επιστημονικές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν τα έτη μεταξύ 1975 και 2012, βρέθηκαν $n = 190087$ άρθρα που χρησιμοποιούσαν τους όρους «συστολή μυών» έναντι $n = 2302/1582$ άρθρων που χρησιμοποιούσαν τους όρους «έκκεντρες / ομόκεντρες ασκήσεις». Αρκετοί συγγραφείς έχουν καταχραστεί τον όρο σύγκεντρο / έκκεντρο έργο ή άσκηση» για ασκήσεις που αφορούν τη μετατόπιση του σώματος προς τα πάνω με σκοπό να υπερνικήσει τη βαρύτητα (θετικό έργο) ή την προσγείωση (αρνητικό έργο), ενώ οι όροι «έκκεντρη/ομόκεντρη» συνδέονται αυστηρά με μια μυϊκή συμπεριφορά. Επομένως, οι άνωθεν όροι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλα τα πλαίσια (Padulo, et al., 2013).

Από την άποψη της φυσικής, κατά τη διάρκεια του θετικού έργου (αύξηση / επιτάχυνση) ή αρνητικού (μείωση / επιβράδυνση) (Asmussen, 1953), ορισμένοι μύες

βρίσκονται σε έκκεντρη λειτουργία. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της ομόκεντρης κάμψεως του αγκώνα, οι βραχίονες του δικέφαλου συστέλλονται ομόκεντρα, ενώ ο ανταγωνιστικός μυς και οι βραχίονες του τρικεφάλου, συστέλλονται ήπια έκκεντρα, ώστε να επιτρέπουν την ακρίβεια και τον έλεγχο της κίνησης.

Ένα άλλο παράδειγμα παρατηρείται στο μηχανισμό πίεσης του ποδιού, κατά τη διάρκεια της αντίστασης στην έκκεντρη συστολή των τετρακέφαλων. Οι μηριαίοι δικέφαλοι συστέλλονται ήπια ομόκεντρα, για να επιτρέπουν την ακρίβεια της κίνησης και τον έλεγχο της έντασης των εκτεινόντων, οι οποίοι, αν εφαρμοστούν χωρίς ανταγωνιστή, είναι πιθανό, ακόμη και να καταστρέψουν τον ACL (πρόσθιο σταυροειδές σύνδεσμο). Και στις δύο περιπτώσεις, μια απαραίτητη δυναμική περιγραφή της άσκησης - π.χ. «ύπαρξη θετικού / αρνητικού έργου» - απουσιάζει. Στο πρώτο παράδειγμα, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι αναπτύσσεται θετικό έργο, ενώ το δεύτερο παράδειγμα παρουσιάζει αρνητικό.

Επιπλέον, η χρήση αυτών των όρων τόσο στην άσκηση όσο και στη συστολή των μυών έχει δημιουργήσει σύγχυση (Faulkner, 2003). Λαμβάνοντας υπόψη την ανάγκη να αποσαφηνιστεί αυτό το ερώτημα, προτείνονται οι όροι «θετικό ή αρνητικό έργο» (Bosco, 1982) ως οι καταλληλότεροι για την περιγραφή κάποιας άσκησης (Zatsiorsky & Prilutsky, 2012). Η ορθή χρήση των όρων «έκκεντρη και ομόκεντρη» μπορεί να είναι πολύτιμη για την κατανόηση των αποτελεσμάτων διάφορων ερευνών, αλλά και να αποφασιστεί εάν τα συμπεράσματα των συγγραφέων δικαιολογούνται από τα δεδομένα. Για να αποφευχθεί η σύγχυση, προτιμούνται όροι όπως η θετική (ομόκεντρη) ή η αρνητική (έκκεντρη) άσκηση, καθώς υποδηλώνουν τη σημασία του αποτελέσματος. Πιστεύεται ότι η Επιστήμη του Αθλητισμού, εξακολουθεί να παρουσιάζει κάποια σύγχυση για κάποιες άλλες έννοιες.

Η ομόκεντρη κίνηση χαρακτηρίζεται από διόγκωση του μυός, που προκαλείται από την προσέγγιση των μονάδων συστολής του μυός. Στην αρχή της συστολής, ενεργοποιείται μόνο ένας μικρός αριθμός μονάδων κίνησης, δημιουργώντας ελάχιστη δύναμη. Όσο περισσότερη δύναμη χρειάζεται για να εκτελεστεί μια κίνηση, τόσο περισσότερες μονάδες κίνησης θα προσληφθούν από το μυ. Επομένως, η δύναμη ενός συγκεκριμένου μυ μπορεί να δημιουργήσει αυξήσεις με τον ίδιο ρυθμό όπως ο αριθμός των εμπλεκόμενων μονάδων κίνησης (Ercoli, 2018).

Με βάση την περιγραφή της ομόκεντρης κίνησης, η έννοια της έκκεντρης κίνησης γίνεται πιο εύκολη στην κατανόηση, καθώς είναι ακριβώς το αντίθετο. Είτε το άτομο

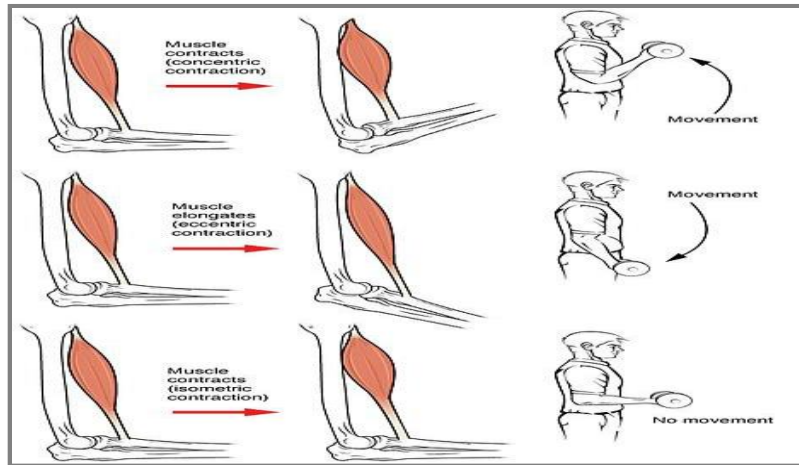
πραγματοποιεί μια παύση στο τέλος της ομόκεντρης κίνησης (για να βεβαιωθεί ότι έχει τον πλήρη έλεγχο του βάρους) είτε όχι, η κίνηση ολοκληρώνεται με το να μειωθεί το βάρος στην αρχική του θέση. Το δεύτερο μέρος της επανάληψης ονομάζεται έκκεντρη φάση ή αρνητική φάση και πολλοί άνθρωποι τείνουν να το παραμελούν. Για παράδειγμα, όταν κάποιος χαμηλώνει έναν αλτήρα κατά τη διάρκεια μιας κίνησης, ο δικέφαλος τεντώνεται σταδιακά, αν και διατηρεί ένα ορισμένο επίπεδο συστολής καθ' όλη την κίνηση (Ercoli, 2018).

Στην έκκεντρη κίνηση, τα νευρικά ερεθίσματα συνεχίζουν να διεγείρουν τις μονάδες κίνησης, αν και σε μικρότερο βαθμό από ό, τι στην ομόκεντρη φάση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μεγαλύτερη πίεση που ασκείται σε κάθε μυϊκό κύτταρο που συμμετέχει στην άσκηση και έχει σημαντική συνέπεια από την άποψη της ιστικής ισορροπίας (η διαδικασία που οδηγεί στην ανάπτυξη των μυών) (Ercoli, 2018).

Μία από τις θεωρίες της ανάπτυξης μυών δηλώνει ότι είναι απαραίτητο η πρόκληση βλάβης του μυϊκού ιστού, προκειμένου να προκληθεί μια φλεγμονώδη αντίδραση. Αυτή η αντίδραση είναι ένας από τους μηχανισμούς που αργότερα ενεργοποιούν τη διαδικασία πρωτεϊνικής σύνθεσης και, κατά συνέπεια, συμβάλλουν στην ανάπτυξη των μυών (Burd, 2012).

Σε μια κανονική προπόνηση, όταν κάποιος εκτελεί την έκκεντρη κίνηση, το βάρος που σταδιακά μειώνει είναι το ίδιο με αυτό που αυξάνει. Επίσης κατά τη μείωση του βάρους, χρησιμοποιούνται λιγότερες μυϊκές ίνες. Επομένως, κάθε ίνα που χρησιμοποιείται, υποβάλλεται σε περισσότερη ένταση, πράγμα που σημαίνει ότι είναι επίσης περισσότερο κατεστραμμένο και αυτή η επιπλέον βλάβη μπορεί να ενισχύσει τη διαδικασία ανάπτυξης μυών (Ercoli, 2018).

Εν ολίγοις, οι έκκεντρες κινήσεις είναι εκείνες που εκτείνουν τις μυϊκές ίνες, ενώ οι ομόκεντρες κινήσεις αφορούν τη συστολή των μυϊκών ινών. Με αυτή την έννοια, οι έκκεντρες κινήσεις είναι πολύ πιο απαιτητικές και πιο καταστροφικές για τους μυς. Δεν είναι απαραίτητο, ούτε υποχρεωτικό, να έχει κάποιος πλήρη επίγνωση όλων των διαδικασιών που τίθενται σε ισχύ στη δομή των μυών μας όταν εκτελεί μια συγκεκριμένη κίνηση. Παρόλα αυτά, μπορεί να επωφεληθεί από την κατανόηση μερικών βασικών αρχών σχετικά με αυτές τις διαδικασίες. Για παράδειγμα, είναι σημαντικό κάποιος να έχει κατά νου ότι, για να αναπτύξει τους μυς του, η έκκεντρη κίνηση είναι εξίσου σημαντική με την ομόκεντρη.



Εικόνα 3.4.1: Έκκεντρη και ομόκεντρη συστολή μύος

Πηγή: <https://www.iform.gr/ekkentri-proponisi-kai-h-anagkaiotita-tis/>

3.5 Έκκεντρη εξάσκηση και πρόληψη τραυματισμών οπίσθιων μηριαίων

Πριν από λίγο καιρό, πραγματοποιήθηκε μια συστηματική ανασκόπηση για να εκτιμηθεί ο αντίκτυπος των έκκεντρων προγραμμάτων άσκησης, σχετικά με τους τραυματισμούς (Goode et al., 2015). Οι ερευνητές συγκέντρωσαν μελέτες που συγκρίνουν ομάδες παικτών, όπου μια ομάδα ακολούθησε έκκεντρη εκπαίδευση ενώ μια ομάδα δεν το έκανε. Στη συνέχεια, εξέτασαν πόσοι τραυματισμοί καταγράφηκαν σε κάθε ομάδα.

Κατά τη σύγκριση των δύο ομάδων, διαπίστωσαν ότι τα άτομα που συμμετείχαν στο πρόγραμμα έκκεντρων ασκήσεων, εμφάνισαν μικρότερο αριθμό τραυματισμών σε σύγκριση με εκείνα των ομάδων που δεν συμμετείχαν. Τα αποτελέσματα μάλιστα των ερευνών έδειξαν ότι αυτοί οι αθλητές ήταν μόνο 0,35 φορές πιο πιθανό να υποστούν τραυματισμό στους οπίσθιους μηριαίους. Από τη άλλη πλευρά έρευνες έχουν δείξει, ότι εάν κάποιος αποτύχει να εκτελέσει μια έκκεντρη προπόνηση, έχει τρεις φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να υποστεί τραυματισμό στους οπίσθιους μηριαίους.

Όταν εξετάστηκε από τους Goode et al. (2015), υπήρχαν μόνο τέσσερις σχετικές μελέτες (Askling et al., 2003, Gabbe et al., 2006, Engebretsen et al., 2008, Petersen et al., 2011). Έκτοτε, έχουν πραγματοποιηθεί επιπλέον μελέτες (Van der Horst et al., 2015) οι οποίες και κατέληξαν σε παρόμοια αποτελέσματα. Εντούτοις, ούτε η ομόκεντρη δύναμη στους οπίσθιους μηριαίους, ούτε η έκκεντρη συνιστούν σαφείς παράγοντες κινδύνου για την εκδήλωση τραυματισμών, τουλάχιστον όταν οι δοκιμές γίνονται ισοκινητικά (Opur et al., 2012, Freckleton & Pizzari, 2013, Van Dyk κ.ά., 2016).

Αν και πιο πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι η έκκεντρη δύναμη κάμψεως του γόνατος σε μια άσκηση Nordic, μπορεί να είναι ένας καλός προγνωστικός παράγοντας της πρόκλησης τραυματισμού του στελέχους (Opur et al., 2014, Timmins et al., 2015a), δεν έχουν αναφέρει όλες οι μελέτες ακριβώς το ίδιο αποτέλεσμα (Bourne, et al., 2015). Ομοίως, για τον τετρακέφαλο, ούτε η ομόκεντρη ούτε η έκκεντρη δύναμη έκτασης του γόνατος είναι σαφείς παράγοντες κινδύνου για τραυματισμό τετρακέφαλου στελέχους (Fousekis et al., 2010).

Επιπλέον η έκκεντρη εξάσκηση, μπορεί να βοηθήσει στην ικανότητα απορρόφησης ενέργειας, πιθανόν μεταβάλλοντας την μυϊκή δομή και τα παθητικά στοιχεία μέσα στον μυ (Kay et al., 2016), που οδηγεί σε συγκεκριμένα κέρδη κατά την εφαρμογή της έκκεντρης δύναμης. Επίσης η έκκεντρη εξάσκηση βοηθάει και στην αποθήκευση της ενέργειας. Η αποθήκευση ενέργειας αντιστοιχεί στην περιοχή κάτω από την καμπύλη τάσης-καταπόνησης, και κατά συνέπεια η εκκεντρική εξάσκηση αυξάνει το μήκος των μυϊκών ινών.

Η έκκεντρη εξάσκηση παράγει συγκεκριμένα οφέλη στην έκκεντρη αντοχή, η οποία μπορεί να παρατηρηθεί ως μια αύξηση της αναλογίας του έκκεντρου προς το ομόκεντρο. Αυτό δίνει στους μύς μεγαλύτερη ικανότητα επιβράδυνσης και απορρόφησης ενέργειας. Αυτή η ικανότητα απορρόφησης ενέργειας οφείλεται πιθανώς στο ότι η έκκεντρη εξάσκηση οδηγεί στη συνέχεια σε μείωση του κινδύνου τραυματισμού των μυών. Η έκκεντρη εξάσκηση είναι επομένως ένα ουσιαστικό στοιχείο των προγραμμάτων ενδυνάμωσης για τον αθλητισμό.

Κεφάλαιο 4^ο – Ασκήσεις Ενδυνάμωσης Οπίσθιων Μηριαίων

4.1 Leg Press / Πρέσα Ποδιού

Η πρέσα ποδιών (Leg Press), ενδυναμώνει τους γλουτιαίους, τον δικέφαλο μηριαίο, τον τετρακέφαλο, τους μύες στην περιοχή της κνήμης, καθώς και τους προσαγωγούς. Η χρήση της περιγράφεται από υψηλή απόδοση χωρίς ωστόσο το άτομο να κινδυνεύει από διάφορους πιθανούς τραυματισμούς οι οποίοι μπορεί να συνδέονται με τη χρήση ελεύθερων βαρών. Η άσκηση πίεσης στα πόδια, δίνει τη δυνατότητα στο άτομο να επικεντρώνεται στους μεγάλους μυς των ποδιών, χωρίς να χρειάζεται να χρησιμοποιεί τους σταθερούς μυς, αφού η πρέσα του δίνει τη δυνατότητα να προσθέτει μεγαλύτερο βάρος με πιο γρήγορο ρυθμό. Εξάλλου, το τελικό αποτέλεσμα είναι η αυξημένη μυϊκή μάζα. Επίσης δεν επιβαρύνεται η σπονδυλική στήλη, κάτι που είναι ιδιαίτερα θετικό σε άτομα με προβλήματα στην πλάτη.

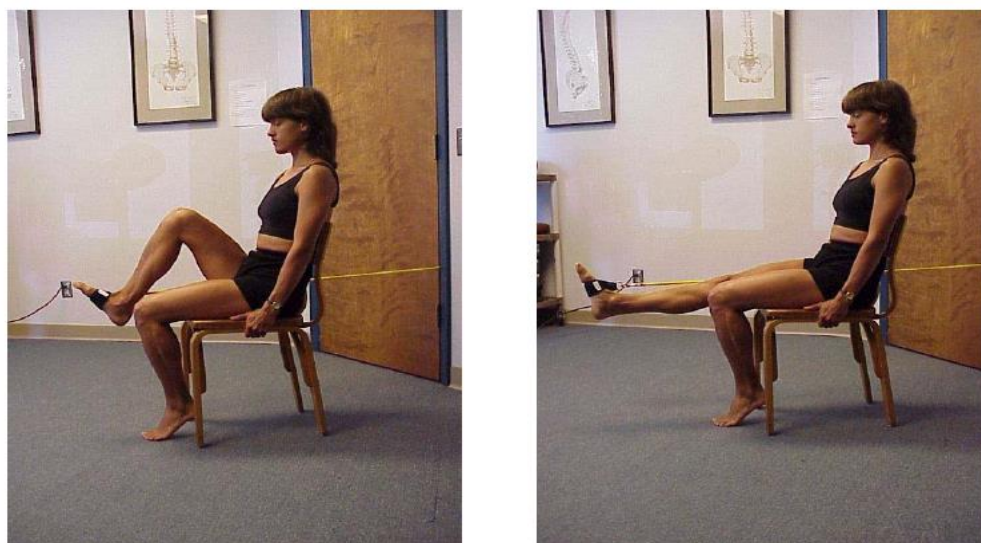
Με την πρέσα ποδιών μπορεί να αυξηθεί η μυϊκή δύναμη του ατόμου. Το άτομο εκτελεί μια επαναλαμβανόμενη κίνηση με διαφορετική γωνία κορμού και υπό διαφορετική κατεύθυνση. Η πρέσα ποδιών μπορεί να είναι είτε μηχανική, είτε να χρησιμοποιούνται μάντες στους οποίους το ένα άκρο τυλίγεται στο πέλμα του ατόμου και το άλλο σε κάποιο σταθερό σημείο (WSSC Clinics, 2001).

Υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός μελετών για τη χρήση και την επίδραση της πρέσας ποδιού. Ο Dolezal και οι συνεργάτες του (Dolezal, et al., 2000) διερεύνησαν τις επιδράσεις 8 σετ των 6 επαναλήψεων της άσκησης «πρέσας ποδιού/leg press) στη δραστηριότητα κινάσης κρεατίνης (CPK) και διαπίστωσαν ότι η κορύφωση της συγκεκριμένης δραστηριότητα επήλθε 24 ώρες μετά την άσκηση. Οι Machado & Willardson (2010) εξέτασαν την επίδραση 3 σετ ασκήσεων πρέσας ποδιού, έκτασης τρικεφάλου, έκτασης ποδιού και καμπύλης πέλματος στη δραστηριότητα κινάσης κρεατίνης και ανέφεραν σημαντικές αυξήσεις 48 ώρες μετά την άσκηση (Machado, & Willardson, 2010).

Ο Uchida και οι συνεργάτες του (2009), διερεύνησαν τις επιδράσεις των διαφορετικών εντάσεων της άσκησης πρέσας, με τον ίδιο όγκο στην μυϊκή ευαισθησία και τους φλεγμονώδεις μεσολαβητές και διαπίστωσαν αύξηση της μυϊκής βλάβης μετά από όλες τις εντάσεις χωρίς διαφορές μεταξύ των πειραματικών ομάδων (Uchida, et al., 2009). Πρόσφατα, η Arazi & Asadi (2013), εξέτασε τα αποτελέσματα

έντονης άσκησης αντοχής σε δείκτες ορού μυϊκής βλάβης και εμφάνιση μυϊκού τραυματισμού και διαπίστωσε αύξηση μυϊκής βλάβης μετά από δοκιμή μιας επανάληψης (Arazi, & Asadi, 2013). Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει μη σημαντικές ή σημαντικές διαφορές στη δραστικότητα κινάσης κρεατίνης (CPK) και συγκέντρωση CRP μετά από εφαρμογή ασκήσεων αντοχής που περιελάμβαναν υψηλές έναντι χαμηλής έως μέτριας εντάσεως (Uchida, et al., 2009, Schoenfeld, 2012, Arazi, & Asadi, 2013). Ωστόσο, οι συγγραφείς επέδειξαν σημαντικά μεγαλύτερες αποκρίσεις κινάση κρεατίνης και CRP όταν η άσκηση αντόχης φτάνει στη μέγιστη ένταση (Arazi, & Asadi, 2013).

Η πρέσα ποδιού χρησιμοποιείται σε πολύ μεγάλο βαθμό για την ενδυνάμωση των οπίσθιων μηριαίων, μέσα από μια σειρά ασκήσεων ενδυνάμωσης. Ενδεικτικά, το άτομο κάθεται σε μια καρέκλα και τοποθετεί τον ιμάντα γύρω από το πέλμα του εμπλεκόμενου άκρου. Σταθεροποιεί το άλλο άκρο του ιμάντα σε ένα σταθερό σημείο (π.χ. σε μια πόρτα πίσω από αυτόν) στο ύψος του ισχίου. Το κολάρο είναι ελαφρώς τεντωμένο με το γόνατο και το ισχίο σε μέγιστη κάμψη. Στη συνέχεια πραγματοποιεί πάτημα του ποδιού, εκτείνοντας ταυτόχρονα το γόνατο και το ισχίο. Αφήνει το γόνατό του να επιστρέψει στο στήθος του κατά τη διάρκεια της φάσης κάμψης του γόνατος και του ισχίου, με ρυθμό 20 πιέσεων ανά λεπτό. Το άτομο μπορεί να εκτελεί ένα σετ ανά λεπτό (20 πιέσεις) σε βαθμό που δεν νιώθει πόνο και σταδιακά φθάνει μέχρι 3 σετ ανά λεπτό. Η πρέσα των ποδιών θα οδηγήσει σε ουσιαστική πρόσθια δραστηριότητα του ορθού και της οσφυϊκής κοιλότητας (WSSC Clinics, 2001).



Εικόνα 4.1.1: Χρήση πρέσας ποδιού, για την ενδυνάμωση των οπίσθιων μηριαίων

Πηγή: <ftp.uws.edu/main.html?download&weblink...pdf>

4.2 Έλξη οπίσθιων μηριαίων

Άλλη μια άσκηση που χρησιμοποιείται για την ενδυνάμωση των οπίσθιων μηριαίων, ύστερα από διάφορους τραυματισμούς, είναι η έλξη οπίσθιων μηριαίων (Hamstring Pull). Κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης άσκησης, το άτομο, κάθεται στην άκρη μιας καρέκλας και τοποθετείτε τον ειδικό μιάντα γύρω από την άρθρωση της ποδοκνημικής, ακριβώς πάνω από την πτέρνα στο εμπλεκόμενο άκρο. Σταθεροποιεί το άλλο άκρο του μιάντα στον τοίχο, ο οποίος βρίσκεται μπροστά, 12 ίντσες πάνω από το έδαφος. Το γόνατο κάμπτεται από 10 έως 20 μοίρες με τον μιάντα να είναι τεντωμένος.

Το άτομο προσαρμόζει το γόνατό του όσο το δυνατόν περισσότερο, σέρνοντας το πόδι του κατά μήκος του δαπέδου. Στη συνέχεια, σηκώνοντας ελαφρώς τον αστράγαλο, ισιώνει το γόνατό του, επιστρέφοντας στην αρχική θέση. Το άτομο θα πρέπει να εκτελεί ένα σετ με 20 έλξεις το λεπτό, ως το βαθμό που δεν ενοχλείται ή δεν πονάει και σταδιακά αυξάνει σταδιακά τα σετ (μέχρι 3 σετ ενός λεπτού το καθένα).

Η έλξη των οπίσθιων μηριαίων, ενισχύει τους οπίσθιους μηριαίους καθιστώντας τους πιο ενεργούς. Μελέτες του Ciccotti et al. δείχνουν ότι αυτή η άσκηση, μπορεί να παράγει μεγαλύτερη δραστηριότητα στους οπίσθιους μηριαίους, σε σύγκριση με άλλες ασκήσεις όπως για παράδειγμα το τρέξιμο (Ciccotti, et al., 1994)



Εικόνα 4.1.2: Έλξη οπίσθιων μηριαίων

Πηγή: <ftp.uws.edu/main.html?download&weblink...pdf>

4.3 Αναρρίχηση σκάλας/Stair Climbing

Οι οπίσθιοι μηριαίοι είναι οι μεγάλοι μύες που βρίσκονται στο πίσω μέρος των ποδιών του ατόμου, που βοηθούν στην έκταση του ισχίου και στην κάμψη του γόνατος. Επειδή αυτοί οι μύες αποτελούνται πρωτίστως από ίνες που προκαλούν συσπάσεις, ανταποκρίνονται καλύτερα στις ασκήσεις υψηλής έντασης, όπως για παράδειγμα η αναρρίχηση σε κεκλιμένες επιφάνειες. Οι ασκήσεις αναρρίχησης σε σκάλες δεσμεύουν ένα υψηλό ποσοστό ινών σύσπασης στους οπίσθιους μηριαίους, βοηθώντας τους με αυτόν τον τρόπο να ενισχύσουν τη δύναμη και την αντοχή τους (Tang, 2018).

Οι σκάλες αναρρίχησης μπορούν να συγκριθούν με την εκπαίδευση αντίστασης. Όταν κάποιος βαδίζει με κλίση, οι μύες των πόδια του συστέλλονται, ή μικραίνουν, κάτι το οποίο είναι γνωστό ως σύγκεντρη (ομόκεντρη) κίνηση. Το άτομο, πρέπει να ανυψώσει όλο το σωματικό του βάρος προς τα πάνω και εμπρός, ενώ ασκείται ενάντια στη βαρύτητα. Επειδή οι γοφοί και τα γόνατά του κινούνται με μεγαλύτερο εύρος κίνησης, δεσμεύει περισσότερες μυϊκές ίνες, ιδιαίτερα στους οπίσθιους μηριαίους και τους γλουτούς. Δεδομένης της επαναλαμβανόμενης κίνησης με ελάχιστο χρόνο ανάκτησης, οι οπίσθιοι μηριαίοι πρέπει να συνεχίσουν να διεγείρονται. Μειώνοντας το χτύπημα των αρθρώσεων στο κάτω μέρος του σώματος του, μια άσκηση αναρρίχησης σκαλιών, χαρακτηρίζεται από χαμηλή πρόσκρουση (Tang, 2018).

Η αναρρίχηση σκάλας (Stair Climbing), αποτελεί μια εξαιρετική άσκηση, που ωφελεί την καρδιά και αυξάνει τη μυϊκή δύναμη των ποδιών. Το Τμήμα Κινησιολογίας και Υγείας του Κράτους της Γεωργίας σημειώνει ότι η αναρρίχηση σκάλας, θέτει σε λειτουργία πολλαπλούς μύες των κάτω άκρων, συμπεριλαμβανομένων των κνημών, των γλουτών, των γοφών, των οπίσθιων μηριαίων και των τετρακέφαλων. Όπως σημειώνει το αμερικανικό Συμβούλιο για τη φυσική κατάσταση, επειδή οι σκάλες αναρρίχησης επιδρούν επανειλημμένα στους μύες των ποδιών του ατόμου, αυτό οδηγεί σε αλλαγές στο μέγεθος και τη μορφή των μυών των κάτω άκρων (Medina, 2017).

Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας ένα μυ, τον ενισχύει και τον αναγκάζει να αυξάνεται, ειδικά στην περίπτωση που τον αναγκάζει να εργάζεται με αρκετό βάρος ή το «υπερφορτίζει», εξηγεί το Αμερικανικό Συμβούλιο Φυσικής Κατάστασης

(American Council on Fitness) (Medina, 2017). Η αναρρίχηση σκάλας, δίνει τη δυνατότητα στο άτομο να εξασκεί τη δύναμη και την αντοχή του. Η σωματική του δραστηριότητα επικεντρώνεται στους μύες των ποδιών, τα οποία και παρουσιάζουν υπερφόρτωση εξαιτίας του σωματικού βάρους που σηκώνουν.

Το περπάτημα, το τρέξιμο ή το βάδην, χρησιμοποιούν επίσης τα πόδια, αλλά επικεντρώνονται περισσότερο στην τόνωση των μυών και την ενίσχυση της καρδιάς. Αν και η αναρρίχηση σκάλας επιδρά επίσης στην λειτουργία της καρδιάς, ωστόσο χρησιμοποιεί τα κάτω άκρα πιο έντονα και συνεπώς τείνει να δομήσει μεγαλύτερο αριθμό μυών (Tang, 2018).

Οι γυναίκες δομούν μυς λιγότερο εύκολα σε σύγκριση με τους άνδρες. Οπότε αν ένας άνδρας και μια γυναίκα χρησιμοποιούν την αναρρίχηση σκάλας, με ίση ταχύτητα για ίσες χρονικές περιόδους, ο άνδρας πιθανότατα θα είναι σε θέση να «χτίσει» περισσότερους μυς. Ορισμένες γυναίκες πιστεύουν ανακριβώς ότι δεν θα έχουν να επωφεληθούν στη δόμηση των μυών, ακόμα κι αν εκτελούν ασκήσεις αντοχής. Η αναρρίχηση σκάλας ως άσκηση, μπορεί να δομήσει, στις περισσότερες περιπτώσεις, κάποιον αριθμό μυών - ανάλογα με τη συχνότητα, την έκταση και την ένταση της προπόνησης.

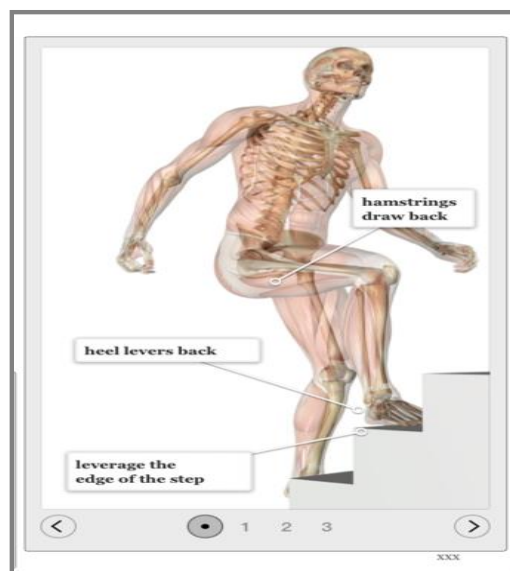
Ακόμα και μεταξύ των γυναικών, το αμερικανικό συμβούλιο Φυσικής Κατάστασης σημειώνει, ότι η μυϊκή ανάπτυξη ποικίλλει. Ορισμένα όργανα των γυναικών ανταποκρίνονται καλά στις ασκήσεις αντοχής, όπως για παράδειγμα στην αναρρίχηση σε σκάλες και εξασφαλίζουν γρήγορη δόμηση των μυών. Άλλες πάλι, ανταποκρίνονται με πιο αργό ρυθμό, ενώ άλλες δεν θα κερδίσουν ποτέ ένα σημαντικό αριθμό μυών (Medina, 2017).

Εάν κάποιος χρησιμοποιεί μηχανήμα αναρρίχησης σκαλοπατιών, το American Council on Fitness προτείνει τη χρήση χαμηλότερου ύψους βημάτων. Εάν κάποιος αναρριχάται σε πραγματικές σκάλες, τότε θα πρέπει να κρατάει έναν πιο αργό ρυθμό (Medina, 2017). Ο καρδιακός ρυθμός σε αυτή την περίπτωση, δεν θα είναι τόσο υψηλός, αλλά στην ουσία θα πραγματοποιεί μια αερόβια προπόνηση και ίσως καταναλώσει ακόμη περισσότερες θερμίδες αν μπορέσει να εκτελέσει την άσκηση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Χρησιμοποιώντας τους μύες περισσότερες φορές, αλλά με μικρότερο βάρος ή πρόσκρουση, είναι δυνατόν να τονώσει τους μύες παρά να χτίσει τη μυϊκή μάζα.

Η αναρρίχηση σε σκαλοπάτια παρέχει μια τριπλή προπόνηση, επειδή ενισχύει την καρδιά, τους μύες των ποδιών και ακόμα και τα οστά. Επειδή τα πόδια φέρουν ένα

φορτίο - το βάρος του σώματός του ατόμου που εξασκείται - ενώ εργάζεται έντονα, οι μύες των ποδιών τραβούν τα οστά που βρίσκονται σε αυτά. Σύμφωνα με μια ιστοσελίδα του Πανεπιστημίου της Αριζόνα, τα οστά ενισχύονται και γίνονται πιο πυκνά. Κατά συνέπεια, η αναρρίχηση σε σκαλοπάτια όχι μόνο κάνει τα πόδια ισχυρότερα, αλλά επίσης βοηθά στην πρόληψη της οστεοπόρωσης. Η αναρρίχηση σκαλοπατιών παρέχει αερόβια άσκηση καθώς και εκπαίδευση δύναμης, αυξάνοντας ταυτόχρονα τον καρδιακό ρυθμό αλλά και την αντοχή.

Εάν κάποιος συμμετέχει σε ένα σχήμα άσκησης που δίνει έμφαση στους μηρούς, τότε οι τετρακέφαλοι μπορεί να είναι ισχυρότεροι σε σχέση με τους οπίσθιους μηριαίους. Πολλοί αθλητές τείνουν να έχουν ισχυρότερους τετρακέφαλους, με αποτέλεσμα μια μυϊκή ανισορροπία που τους καθιστά ευάλωτους σε τραβήγματα. Η αναρρίχηση σε σκάλες, μπορεί να ενισχύσει τους οπίσθιους μηριαίους και να διορθώσει τις μυϊκές ανισορροπίες. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται περίπου 70 τοις εκατό μυϊκές ίνες σύσπασης για να εκτελεστεί η συγκεκριμένη άσκηση, σύμφωνα με το Canada StairClimbing Association. Αν κάποιος είναι σπρίντερ, η αναρρίχηση σε σκαλοπάτια μπορεί να αυξήσει την ποσότητα των γρήγορων μυϊκών ινών που προκαλούν συσπάσεις στους οπίσθιους μηριαίους και να βελτιώσει την απόδοσή τους (Tang, 2018)



Εικόνα 4.3.1: Άσκηση αναρρίχησης σκαλοπατιών

Πηγή: <http://blog.highheelhealing.com/hamstring-strength/>

4.4 Step - up

Σύμφωνα με μελέτες, πολλοί άνθρωποι επικεντρώνονται στις ομάδες μυών που μπορούν να δουν. Για παράδειγμα, οι άνθρωποι μπορούν ευκολότερα να εστιάσουν στην ενδυνάμωση του τετρακέφαλου μυός, αλλά όχι στους οπίσθιους μηριαίους, ή στα χέρια τους και όχι στην πλάτη τους, επειδή δεν μπορούν να δουν αυτούς τους μυς όταν κοιτάζουν στον καθρέφτη (Katsiroutis, 2017).

Η άσκηση step - up είναι μια σύνθετη άσκηση που εξασκεί μερικούς μυς των κάτω άκρων. Αποτελεί μια καλή άσκηση αντοχής, καθώς μιμείται την κίνηση που εκτελεί το άτομο στην πραγματική του ζωή, καθιστώντας την πιο λειτουργική από άλλες ασκήσεις ενδυνάμωσης του κάτω μέρους του σώματος. Η άσκηση step-up, έχει αρκετές παραλλαγές, έτσι ώστε να μπορεί να συμπεριληφθεί σε οποιοδήποτε πρόγραμμα εξάσκησης του κάτω μέρους του σώματος (Johnson, 2017).

Το άτομο στέκεται μπροστά στο «step», (ή σε ένα πλειομετρικό κουτί), έχοντας τα πόδια στο άνοιγμα των ισχίων. Τοποθετεί το δεξί πόδι στο step. Σπρώχνει το δεξί πόδι και ωθεί το σώμα του μέχρι το αριστερό του πόδι να προσγειωθεί στην πλατφόρμα δίπλα στο δεξιό σας πόδι. Στην συνέχεια κάνει μια παύση και κατόπιν χαμηλώνει αργά το αριστερό πόδι στο έδαφος και έπειτα ακολουθεί το δεξί πόδι. Ξεκινά εκ νέου, αρχίζοντας με το αριστερό πόδι.

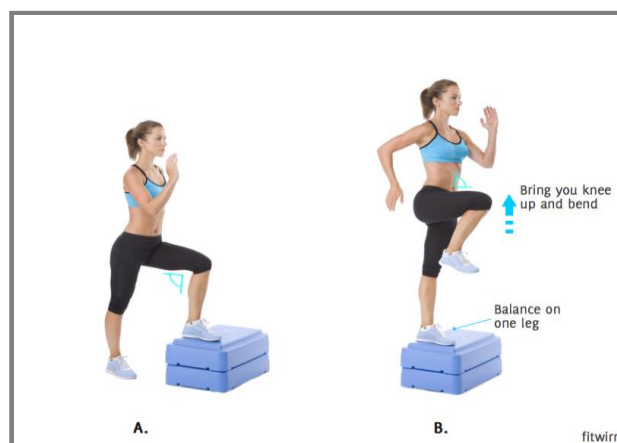
Οι ασκήσεις step - up εξασκούν κυρίως τους τετρακέφαλους, τους μύες στο μπροστινό μέρος των μηρών και περιλαμβάνουν τόσο το γόνατο όσο και τις αρθρώσεις ισχίου. Ωστόσο, άλλοι εμπλεκόμενοι μύες συμπεριλαμβανομένων τους γλουτούς, τις κνήμες και τους οπίσθιους μηριαίους, που βοηθούν στην κίνηση. Ακόμη και οι κάτω κοιλιακοί μυς συμμετέχουν κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης άσκησης, καθώς λειτουργούν ως σταθεροποιητές βοηθώντας το άτομο να διατηρήσει την σωστή στάση ενώ εκτελεί την κίνηση.

Ένα από τα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης άσκησης είναι ο αριθμός των παραλλαγών που την καθιστούν ευκολότερη ή πιο δύσκολη, προσαρμόζοντας την στις ανάγκες του ατόμου κάθε φορά. Το άτομο μπορεί να ρυθμίσει το ύψος του βήματος ώστε να κάνει την άσκηση ευκολότερη (με χαμηλό βήμα) ή πιο δύσκολη (με ένα μεγαλύτερο βήμα). Επίσης μπορεί να κρατά στα χέρια του αλτήρες ή μια μπάρα, για να προσθέσετε βάρος στο βήμα του και να αυξήσει την αντίσταση. Μπορεί επίσης

να χρησιμοποιήσει ένα πλευρικό βήμα προς τα εμπρός, κοιτάζοντας προς τα εμπρός και ανεβαίνοντας προς τα πλάγια (Johnson, 2017).

Η άσκηση step - up, μπορεί να επιβαρύνει τα γόνατά. Το άτομο που εκτελεί τη συγκεκριμένη άσκηση, θα πρέπει να χαμηλώνει το σώμα του αργά, έχοντας τον έλεγχο του. Επίσης δεν πρέπει να αφήνει το πόδι να πέσει πίσω στο έδαφος. Όταν επιταχύνει, θα πρέπει να αποφεύγει να πιέζει το γόνατο προς τα εμπρός (μπροστά από τα δάχτυλα των ποδιών). Το κάτω μέρος του ποδιού θα προχωρήσει, αλλά θα πρέπει να κρατά το γόνατο πίσω από τα δάχτυλα των ποδιών. Εάν τοποθετήσει το πόδι του στο step και ο μηρός του κλίνει προς τα κάτω, το γόνατό θα είναι υψηλότερα από το ισχίο και το βήμα θα είναι πολύ υψηλό επίσης, δυσκολεύοντας έτσι την άσκηση.

Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς, έχουν οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι οι διάφορες παραλλαγές της άσκησης step – up, επιδρούν με διαφορετικό τρόπο στους μύες του κάτω μέρους του σώματος. Διάφοροι μελετητές μέτρησαν το βαθμό με τον οποίο ενεργοποιούνται οι μύες και που παρατηρείται κατά τη διάρκεια ασκήσεων ενός απλού step-up, ενός πλάγιου step-up με σταύρωμα των ποδιών, ενός διαγώνιου step-up και ενός απλού πλάγιου step-up. Το πλάγιο step-up με σταύρωμα των ποδιών κρίθηκε ως το ιδανικότερο για την καλύτερη και αποδοτικότερη εκγύμναση του μέσου γλουτιαίου. Το κανονικό step-up με τη σειρά του, έδειξε να ενεργοποιεί το μέσο γλουτιαίο κατά την έκκεντρη συστολή (κατέβασμα) καθώς επίσης και τον μείζων γλουτιαίο, όπως και τον οπίσθιο μηριαίο κατά την σύγκεντρη συστολή (ανέβασμα) (Journal of Strength and Conditioning Research, 2012).



Εικόνα 4.4.1: Άσκηση step – up

Πηγή: <http://www.criticalbench.com/bench-press-anniversarysale.php?hop=stingnexus>

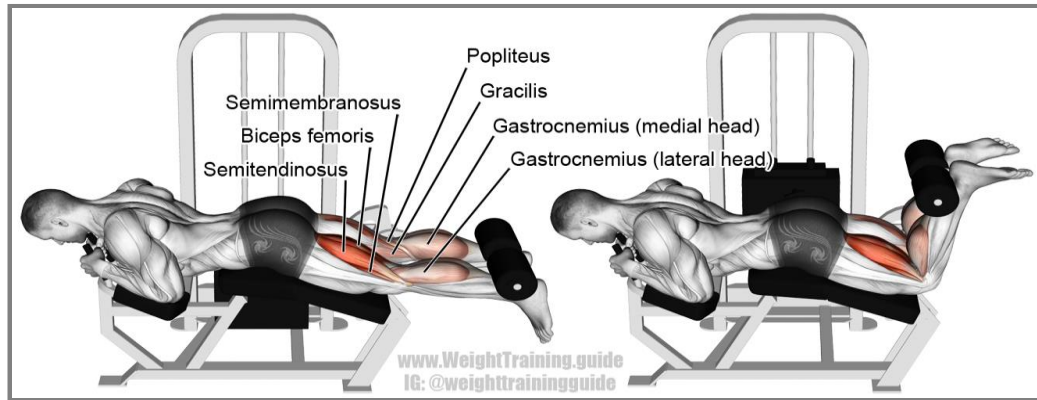
4.5 Αναδίπλωση ποδιού/ Leg Curl

Η αναδίπλωση του ποδιού είναι μια βασική άσκηση απομόνωσης που στοχεύει σε δύο κύριες μυϊκές ομάδες: α) τους μύες της κνήμης και β) τους οπίσθιους μηριαίους. Οι τρεις βασικές παραλλαγές εκτελούνται όλες σε μηχανές με υπερφόρτωση. Δύο από αυτές τις παραλλαγές, προβλέπουν την κίνηση με την εκκίνηση του μηρού εκτεταμένη στο ισχίο καθώς επίσης και με τον μηρό να κάμπτεται στο ισχίο (Rogers, 2018).

Οι bodybuilders συνήθως χρησιμοποιούν τη συγκεκριμένη άσκηση για να αυξήσουν τη μυϊκή μάζα. Εντούτοις, οι επαγγελματίες γυμναστικής δεν προτιμούν συνήθως αυτή την άσκηση, ιδιαίτερα σε ορισμένα αθλήματα, καθώς μπορεί να προκαλέσουν την παραμόρφωση (ή σφίξιμο) των οπίσθιων μηριαίων, καθώς οι μύες συστέλλονται ταυτόχρονα και μεγαλώνουν σε μέγεθος από την επανάληψη. Ως αποτέλεσμα, αυτή η κίνηση μπορεί να επηρεάσει την ευκαμψία τους όταν ασκούνται υπερβολικά χωρίς να δίνεται σημασία στις τεχνικές έκτασης (Stretching) (Rogers, 2018).

Η αναδίπλωση του ποδιού (Curl Leg), εκτελείται σε πάγκο γυμναστικής με έναν μοχλό ανύψωσης στο άκρο του ποδιού του μηχανήματος. Η άσκηση πραγματοποιείται με το άτομο σε πρηνή κατάκλιση και με τις ποδοκνημικές αρθρώσεις καλυμμένες κάτω από έναν κύλινδρο με μαξιλάρι. Όταν προκαλεί κάμψη στην άρθρωση του γόνατος, τα καλώδια που συνδέονται με ένα σύστημα τροχαλιών ανυψώνουν ομαλά το επιλεγμένο βάρος. Καθώς χαμηλώνει τα πόδια προς τα κάτω, η αντίσταση μετατοπίζεται ελαφρώς, αναγκάζοντας τους γλουτούς (γλουτιαίους μύες), τους μηρούς (τετρακέφαλο) και το μπροστινό μέρος των αυχένων (εμπρόσθια κνήμη) να αναλάβουν περισσότερη δράση.

Οι νεότερες εργονομικές μηχανές τοποθετούν τώρα τους γοφούς σε μια λυγισμένη θέση για να πιέζουν τη χαμηλό μέρος της πλάτης καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης. Υπάρχουν επίσης μηχανές αναδίπλωσης ποδιού με καθίσματα, οι οποίες λειτουργούν ακολουθώντας παρόμοια αρχή. Αν κάποιος θέλει να χτίσει μυϊκή μάζα, θα πρέπει να αυξάνει σταδιακά το βάρος. Για να κρατηθούν οι οπίσθιοι μηριαίοι ευλύγιστοι, θα πρέπει να εκτελούνται πάντα διατάσεις μετά από μια προπόνηση. Αν ο στόχος είναι να αυξηθεί η ισχύς και η απόδοση, δεν θα πρέπει να γίνεται υπερφόρτωση με βάρος (Rogers, 2018).



Εικόνα 4.5.1: Άσκηση αναδίπλωσης ποδιού

Πηγή: <https://weighttraining.guide/exercises/lying-leg-curl/>

Κεφάλαιο 5^ο – Έκκεντρη Εξάσκηση Οπίσθιων Μηριαίων με την Χρήση της Τεχνικής Nordic

5.5 Τεχνική Nordic – περιγραφή

Η άσκηση Nordic είναι μια μορφή έκκεντρης εξάσκησης που χρησιμοποιείται για την έκκεντρη ενίσχυση των οπίσθιων μηριαίων. Αυτή η άσκηση ασχολείται με τον μηχανισμό των τραυματισμών και οι τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμές που την έχουν χρησιμοποιήσει, έχουν αναφέρει μια ενθαρρυντική μείωση των τραυματισμών σε σύγκριση με άλλες μορφές ασκήσεων όπως οι παραδοσιακές σύγκεντρες (ομόκεντρες) αναδιπλώσεις (Askling, Karlsson, & Thorstensson, 2003, Mjolsnes, et al., 2004, Arnason, & Anderson, 2008). Η άσκηση Nordic επίσης αναφερόμενη και ως η αναδίπλωση Nordic (Nordic curl), έχει σχεδιαστεί για να βελτιώνει την έκκεντρη αντοχή των μυών των οπίσθιων μηριαίων (Mjolsnes, et al., 2004).

Η άσκηση εκτελείται σε ζευγάρια (αθλητής-συνεργάτης) (Petersen, et al., 2011). Η θέση εκκίνησης απαιτεί από τον αθλητή να ξεκινήσει στα γόνατά του, με κάμψη του γόνατος 90 °, τους γοφούς ελαφρώς καμπυλωμένους και τον κορμό σε όρθια θέση. Ο συνεργάτης ασφαλίζει τις ποδοκνημικές στο δάπεδο καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης (Εικόνα 5.3.1). Ο αθλητής έπειτα πέφτει μπροστά από τα γόνατα, αντισταθμίζοντας την πτώση για όσο το δυνατόν περισσότερο με τους οπίσθιους μηριαίους (Εικόνα 5.3.2). Καθώς το άνω μέρος του σώματος του αθλητή πλησιάζει στο έδαφος, τα χέρια πρέπει γρήγορα να στραφούν για να αποκαταστήσουν την πτώση, αφήνοντας το στήθος να αγγίζει τη γη (Εικόνα 5.3.3). Ο αθλητής θα πρέπει να κρατήσει τους γοφούς σε μια ελαφρώς καμπυλωμένη θέση σε όλο το φάσμα της κίνησης. Μετά την ολοκλήρωση μιας επανάληψης, ο αθλητής πρέπει αμέσως να επιστρέψει στην αρχική του θέση, ωθώντας το σώμα του πίσω με τα χέρια του για να ελαχιστοποιήσει τη φόρτιση στην ομόκεντρη φάση (Askling et al., 2003, Mjolsnes, et al., 2004, Arnason, & Anderson, 2008)



Εικόνα 5.3.1: Θέση εκκίνησης της εξάσκησης οπίσθιων μηριαίων με την τεχνική Nordic

Πηγή: Sayers, 2008



Εικόνα 5.3.2: Ο αθλητής πέφτει προς τα εμπρός από τα γόνατα, αντισταθμίζοντας την πτώση με τους οπίσθιους μηριαίους

Πηγή: Sayers, 2008



Εικόνα 5.3.3: Τερματική θέση

Πηγή: Sayers, 2008

Όπως εξηγήθηκε προηγουμένως, η εξάσκηση των οπίσθιων μηριαίων με την τεχνική Nordic, απαιτεί τη συνδρομή ενός συνεργάτη. Επιπλέον, η άσκηση θα πρέπει να εκτελείται σε σχετικά μαλακή επιφάνεια. Ένας Χλοοτάπητας ή ένας τεχνητός χλοοτάπητας είναι κατάλληλα για την εκτέλεση των συγκεκριμένων ασκήσεων, όπως επίσης και μια περιοχή με μοκέτα με δυνατότητα αντοχής. Οι επιφάνειες από τσιμέντο ή ξύλο πρέπει να αποφεύγονται, εκτός εάν οι αθλητές έχουν πρόσβαση σε κάποια μορφή στρώματος ή μαξιλαριού.

Ο ρόλος της εξάσκησης των οπίσθιων μηριαίων με την τεχνική Nordic όσον αφορά την αποκατάσταση τραυματισμών, δεν έχει ακόμη διερευνηθεί εκτενώς. Ως εκ τούτου, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την εφαρμογή της άσκησης με αθλητές που έχουν ιστορικό τραυματισμών στο γόνατο. Σε αυτή την περίπτωση, είναι σκόπιμο να ζητηθεί η συμβουλή ιατρών ή φυσικοθεραπευτών, πριν από την εφαρμογή της.

Η εφαρμογή της άσκησης Nordic για τους οπίσθιους μηριαίους, είναι αρκετά εύκολη στην εκμάθηση και απαιτεί ελάχιστο χρόνο για τη διεξαγωγή της, το οποίο είναι το ιδανικό είδος προπόνησης για τις αθλητικές ομάδες. Σε όλη τη βιβλιογραφία, η έκκεντρη προπόνηση και συγκεκριμένα η άσκηση Nordic, έχει επίσης αναγνωριστεί ως μια πολύ αποτελεσματική μέθοδος για την ενίσχυση των μυών και την πρόληψη των τραυματισμών. Μια σφαιρική προσέγγιση για την κατανόηση των προσαρμογών των οπίσθιων μηριαίων στην έκκεντρη προπόνηση αντοχής η οποία μειώνει τον κίνδυνο τραυματισμού, θεωρείται απαραίτητη για περαιτέρω προσπάθειες πρόληψης, αλλά και για την ανάπτυξη ιστών περισσότερο ανθεκτικών σε τραυματισμούς (Seymore, 2015)

5.2 Άσκηση Nordic και βελτίωση της λειτουργίας των μυών

Τα προγράμματα ενδυνάμωσης που χρησιμοποιούν την τεχνική Nordic, είναι αποτελεσματικά για τη βελτίωση της έκκεντρης αντοχής, της ενεργοποίησης των μυών και της απόδοσης τους (Mjølsnes et al., 2004, Clark, et al., 2005, Tansel, et al., 2008, Iga, et al., 2012, Delahunt, et al., 2016). Έρευνες έδειξαν ότι η αύξηση της έκκεντρης ισχύος, μετά από προγράμματα ασκήσεων Nordic, διάρκειας 4-10 εβδομάδων, κυμάνθηκαν από 11 έως 21% (Mjølsnes et al., 2004, Iga et al., 2012, Delahunt et al., 2016), χωρίς ωστόσο σημαντικά οφέλη σύγκρισης αντοχής (Mjølsnes, et al., 2004, Clark et al., 2005, Tansel, et al., 2008).

Επίσης διαπιστώθηκε μεγαλύτερη ενεργοποίηση των μυών κατά την άσκηση Nordic μετά από προγράμματα 6 εβδομάδων (Delahunt, et al., 2016). Αυτές οι βελτιώσεις στις μυϊκές ενεργοποιήσεις σε συνδυασμό με την αλλαγή στην ενεργοποίηση των τετρακέφαλων μυών, οδηγούν σε χαμηλότερο δείκτη συστολής κατά τη διάρκεια της άσκησης Nordic, υποδηλώνοντας ότι η εξάσκηση που βασίζεται στην τεχνική αυτή βελτιώνει τον νευρομυϊκό έλεγχο (Delahunt et al., 2016). Τέλος, η λειτουργική απόδοση βελτιώνεται μετά από επεμβάσεις 4 έως 5 εβδομάδων (Clark et al., 2005, Tansel et al., 2008), υποδηλώνοντας ότι η δύναμη και οι νευρομυϊκές βελτιώσεις μεταφράζονται σε λειτουργική δραστηριότητα.

Συνολικά, αρκετές προηγούμενες έρευνες αποδεικνύουν ότι η άσκηση Nordic είναι αποτελεσματική στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης και μειώνει τον κίνδυνο τραυματισμού. Έχει προταθεί ότι αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ανεπαρκής δύναμη στους οπίσθιους μηριαίους, έχει αναγνωριστεί ως παράγοντας κινδύνου για τραυματισμό και η δραστηριότητα αυτής της ομάδας μυών μεγιστοποιείται, όταν εργάζονται έκκεντρα ή μεταβαίνουν από έκκεντρη μυϊκή δράση σε σύγκεντρη (ομόκεντρη) (Arnason et al., 2008).

Η αλλαγή στη γωνία του γόνατος από την κάμψη στην έκταση αυξάνει τη δραστηριότητα των κοιλιακών μυών στον έλεγχο του κορμού (Eom et al., 2016). Επιπλέον, η ανταγωνιστική σύμφυση των μυών του κορμού παρέχει μηχανική σταθερότητα της οσφυϊκής σπονδυλικής στήλης σε ουδέτερες στάσεις (Cholewicki et al., 1997). Επομένως, τα αυξημένα φορτία της σπονδυλικής στήλης αυξάνουν την κοιλιακή και την οπίσθια μυϊκή σύμφυση (Granata, & Marras, 2000). Η σταθερότητα του ισχίου και του κορμού, παρέχει μια σταθερή βάση για τις κινήσεις των κάτω άκρων (Willson, et al., 2005). Ομοίως, η σωστή λειτουργία του εμπρόσθιου και οπίσθιου κορμού και των ισχίων, είναι απαραίτητη για την σταθερότητα ολόκληρου του κορμού (Willson, et al., 2005). Επομένως, η δυσλειτουργία του κορμού αυξάνει τον κίνδυνο τραυματίων στα κάτω άκρα (Willson, et al., 2005).

Η άσκηση Nordic είναι μια προοδευτική έκκεντρη άσκηση που προσομοιώνει μία κατάσταση με υψηλή ζήτηση μυϊκής δύναμης κατά την έκταση του γόνατος (Iga et al., 2012). Η ενέργεια αυτή μειώνει το ποσοστό επίπτωσης των κύριων τραυματισμών στο 60% (Thorborg, 2012). Η ενεργοποίηση των οπίσθιων μηριαίων σε δύο αρθρώσεις κατά τη διάρκεια της άσκησης Nordic αυξάνει αποτελεσματικά τη μέγιστη έκκεντρη αντοχή των οπίσθιων μηριαίων περισσότερο από τις παραδοσιακές ασκήσεις (Mjølsnes et al., 2004).

Η άσκηση Nordic έχει επίσης αποδειχθεί ότι προκαλεί μετατόπιση της καμπύλης γωνίας ροής του μυός, σε μυς με μακρύτερα μήκη ως μια μέθοδος προστασίας (Brockett et al., 2001). Επιπλέον, συνιστά μια δημοφιλή άσκηση που χρησιμοποιείται συνήθως από προπονητές και φυσικοθεραπευτές. Παρά την ευρεία χρήση της, είναι λίγες οι έρευνες που έχουν ασχοληθεί με το ζήτημα του επιπέδου ενεργοποίησης των οπίσθιων μηριαίων κατά τη διάρκεια της εξάσκησης με την τεχνική Nordic (Iga et al., 2012). Οι πληροφορίες αυτές θα επέτρεπαν στους ερευνητές και στους κλινικούς γιατρούς να ποσοτικοποιήσουν και να παρακολουθήσουν τις προσαρμογές που σχετίζονται με την κατάρτιση στην επέμβαση πρόληψης τραυματισμών που βασίζεται στην άσκηση Nordic.

Συνεπώς, μια βιομηχανική περιγραφή της τεχνικής Nordic, μετρώντας τη γωνιακή ταχύτητα της κίνησης και της δραστηριότητας του δικέφαλου, καθώς και η αξιολόγηση της αξιοπιστίας των μηχανικών παραμέτρων που περιγράφουν τη συγκεκριμένη τεχνική εντός και εκτός συνεδριών, θα μπορούσαν να δώσουν σημαντικές πληροφορίες.

5.3 Άσκηση Nordic στην πρόληψη τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων

Ο κόσμος της αθλητικής φυσικοθεραπείας, έρχεται συχνά αντιμέτωπος με τραυματισμούς των οπίσθιων μηριαίων, καθώς αποτελούν τον πιο συνηθισμένο τραυματισμό σε έναν αριθμό αθλημάτων, συμπεριλαμβανομένου του μπάσκετ και του ποδοσφαίρου και αντιπροσωπεύουν έως και το 12-16% των τραυματισμών (Hawkins et al., 2001, Warren et al., 2010). Οι Dvorak και Astrid (2000) σημείωσαν ότι καταγράφονται τραυματισμοί των οπίσθιων μηριαίων με συχνότητα 10-35 τραυματισμοί ανά 1000 ώρες παιχνιδιού. Λόγω της τεράστιας επίπτωσης και του γεγονότος ότι πολλοί από τους τραυματισμούς θεωρούνται υποτροπές από προηγούμενους τραυματισμούς (Woods et al., 2004), πολλές αθλητικές ομάδες επενδύουν χρόνο και χρήμα προσπαθώντας να αποτρέψουν το γεγονός αυτό.

Πολλές έρευνες έγιναν σχετικά με την πρόληψη των τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων. Υπάρχουν αντικρουόμενες θέσεις σχετικά με την αποτελεσματικότητα της έκκεντρης εξάσκησης για την αποφυγή τραυματισμού. Είναι λογικό να αναμένεται ότι η βελτίωση της έκκεντρης εξάσκησης των οπίσθιων μηριαίων, μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο τραυματισμού, καθώς οι έκκεντρες δράσεις είναι αυτές που εμπλέκονται στην πρόκληση τραυματισμών (Proske, & Morgan, 2001). Κάτι τέτοιο σημαίνει ότι ο τραυματισμός συμβαίνει κατά τη διάρκεια των έντονων δράσεων σπριντ και εκτάσεων, δηλαδή μιας συνδυασμένης προέκτασης του γοφού και του γόνατος (Woods et al., 2004). Οι Arnason et al (2008) έδειξαν ότι η έκκεντρη εξάσκηση των οπίσθιων μηριαίων με την χρήση ασκήσεων Nordic, (σε συνδυασμό με μια προπόνηση προθέρμανσης) μείωσε τον κίνδυνο τραυματισμού.

Πρόσφατες μελέτες έχουν καταδείξει ότι μπορούν να εφαρμοστούν προληπτικά μέτρα για την αντιμετώπιση της ευαισθησίας στην πρόκληση τραυματισμού στους ποδοσφαιριστές (Askling et al., 2003, Mjolsnes, et al., 2004, Arnason, & Anderson, 2008). Ένα εντατικό πρόγραμμα προπόνησης 10 εβδομάδων, το οποίο δίνει έμφαση στην έκκεντρη εξάσκηση, έχει αποδειχθεί ότι μειώνει σημαντικά το ποσοστό τραυματισμού σε επαγγελματίες ποδοσφαιριστές κατά τη διάρκεια μιας επερχόμενης αγωνιστικής περιόδου 10 μηνών έως και 15% (Askling et al., 2003). Επιπλέον, το ίδιο πρόγραμμα αντοχής είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέγιστης ταχύτητας κίνησης και της ισοκινητικής μυϊκής δύναμης. Αν και είναι κοινή η ενίσχυση των ομοαξονικών ομόκεντρων, είναι προφανές ότι η έκκεντρη ενίσχυση είναι εξίσου σημαντική τόσο για την πρόληψη των τραυματισμών όσο και για τη βέλτιστη απόδοση.

Ο Mjolsnes και οι συνάδελφοί του (Mjolsnes, et al., 2004) διαπίστωσαν ότι η εξάσκηση Nordic των οπίσθιων μηριαίων, ήταν πιο αποτελεσματική στην ανάπτυξη της μέγιστης έκκεντρης δύναμης, από την παραδοσιακή άσκηση αναδίπλωσης από 11 έως 21 %. Όταν αθλητές ακολούθησαν την άσκηση Nordic των οπίσθιων μηριαίων με μια σταδιακή αύξηση του όγκου και του φορτίου κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 10 εβδομάδων, τα αποτελέσματα ήταν εμφανώς πιο βελτιωμένα, με μεγαλύτερα κέρδη στην έκκεντρη ροπή στους οπίσθιους μηριαίους και ισομετρική δύναμη σε σύγκριση με τη παραδοσιακή αναδίπλωση οπίσθιων μηριαίων (Mjolsnes, et al., 2004). Η έκκεντρη εξάσκηση ενδυνάμωσης με τη χρήση της άσκησης Nordic στους οπίσθιους μηριαίους, βρέθηκε επίσης ότι μειώνει τον κίνδυνο τραυματισμών τους (Arnason, & Anderson, 2008).

Σύμφωνα με την έρευνα που συζητήθηκε προηγουμένως, η εκκεντρική εξάσκηση των οπίσθιων μηριαίων όταν κάποιος χρησιμοποιεί τη τεχνική Nordic, μπορεί όχι μόνο να μειώσει τον κίνδυνο τραυματισμού, αλλά και να βελτιώσει την απόδοση. Δεδομένου ότι δεν απαιτείται εξοπλισμός ή συγκεκριμένο περιβάλλον για την εκτέλεση της άσκησης των οπίσθιων μηριαίων με την τεχνική Nordic, μπορεί να ενσωματωθεί εύκολα σε οποιοδήποτε πρόγραμμα. Είναι επίσης αποτελεσματική ως προς το χρόνο, καθώς αρκετοί αθλητές μπορούν να εκτελέσουν την άσκηση ταυτόχρονα.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ένα πρόγραμμα εξάσκησης με την τεχνική Nordic, διάρκειας 10 εβδομάδων, μπορεί να έχει σημαντικά θετικά αποτελέσματα τόσο στην πρόληψη τραυματισμών όσο και στην απόδοση (Askling et al., 2003). Επομένως, στους αθλητές, όταν αρχικά ενσωματώνονται έκκεντρες ασκήσεις της τεχνικής Nordic, το πρόγραμμα θα πρέπει να ξεκινήσει 10 εβδομάδες πριν από την έναρξη της αγωνιστικής τους σεζόν.

Ο πίνακας 1 εμφανίζει την συνιστώμενη συχνότητα, τον όγκο, αλλά και το χρονικό πλαίσιο που απαιτείται για την εφαρμογή ενός αντίστοιχου προγράμματος (Mjolsnes, et al., 2004). Το φορτίο αυξάνεται προσπαθώντας να αντέξει την πτώση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Όταν μπορεί να αντέξει ολόκληρο το εύρος της κίνησης για 12 επαναλήψεις, το φορτίο μπορεί να αυξηθεί, αυξάνοντας ταυτόχρονα και την ταχύτητα στην αρχική φάση της (Mjolsnes, et al., 2004). Για τους αθλητές, όταν ξεκινά η αγωνιστική περίοδος, η συχνότητα της εξάσκησης, θα πρέπει να μειωθεί σε μία έως δύο φορές την εβδομάδα (Arnason, & Anderson, 2008).

| Συνιστώμενη συχνότητα και ένταση κατά τη διάρκεια των 10 εβδομάδων πριν και κατά την αγωνιστική περίοδο (εβδομάδες 11 και άνω) | | | |
|---|--------------------------|------------|--------------------|
| Εβδομάδα | Συνεδρία/εβδομάδα | Σετ | Επαναλήψεις |
| 1 | 1 | 2 | 5 |
| 2 | 2 | 2 | 6 |
| 3 | 3 | 3 | 6-8 |
| 4 | 3 | 3 | 8-10 |
| 5-10 | 3 | 3 | 12,10,8 |
| 11 και πάνω | 1-2 | 3 | 12,10,8 |

Πίνακας 1: Συνιστώμενη συχνότητα και ένταση κατά τη διάρκεια των 10 εβδομάδων πριν και κατά την αγωνιστική περίοδο

Πηγή: Mjolsnes et al., 2004

Επιπλέον κάποιες άλλες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν, έδειξαν ότι σημαντική αύξηση της έκκεντρης αντοχής κατά 12,6% παρουσιάστηκε σε παιδιά καλαθοσφαίρισης ηλικίας 10-12 ετών, τα οποία υποβλήθηκαν σε 5 εβδομάδες εξάσκησης με την τεχνική Nordic, σε σύγκριση με εκείνα που ακολουθούσαν κανονική προπόνηση μπάσκετ (Tansel et al., 2008). Ο Brooks και οι συνεργάτες του (2006) εξέτασαν την επίδραση των ασκήσεων ενδυνάμωσης των οπίσθιων μηριαίων, στη μείωση του ποσοστού τραυματισμού στους παίκτες του ράγκμπι. Συγκεκριμένα, διαπίστωσε ότι η συχνότητα τραυματισμού ανά ώρα στους παίκτες, ήταν σημαντικά χαμηλότερη με την εφαρμογή έκκεντρης εξάσκησης Nordic συγκριτικά με τις άλλες ασκήσεις.

5.4 Πίνακες μελετών και αποτελεσμάτων ερευνών Nordic

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται συνοπτικά βασικά χαρακτηριστικά και ευρήματα στις μελέτες που χρησιμοποιήθηκαν για την άσκηση Nordic.

| ΜΕΛΕΤΗ | ΔΕΙΓΜΑ | ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ |
|-----------------------|--|---|---|
| Mjolsnes et al(2004) | 11 ΑΝΔΡΕΣ | 10 ΕΒΔ. NHST SETS OF 2X6 SETS OF 3X8-12 | Αύξηση έκκεντρης ισχύος 11-21% |
| Delahunt et al(2016) | 29 ΑΝΔΡΕΣ | 6 ΕΒΔ. NHST | Αύξηση μυϊκής ισχύος 202,4 vs 177,4 nm. Βελτιστοποίηση κινησιολογίας από τις 68,1° στις 73,7°. Αύξηση νευρομυικών παραγόντων 54,2% |
| Yasar Salci(2013) | 25 ΓΥΝΑΙΚΕΣ | 10 ΕΒΔ. NHST | Με NSHT βελτιώθηκε η λειτουργική σταθερότητα των αρθρώσεων και μειώθηκε η πιθανότητα μελλοντικής εμφάνισης τραυματισμών κατά 10% |
| Brockett et al (2004) | 9 ΑΝΔΡΕΣ ΜΕ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΠΛΕΥΡΟΥ ΤΡΑΥΜΑΣΤΙΣΜΟΥ ΔΙΚΕΦΑΛΩΝ ΕΝΑΝΤΙ 18 ΥΓΕΙΩΝ ΑΝΔΡΩΝ | NHST ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΓΩΝΙΑ ΕΚΓΥΜΝΑΣΗΣ ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΗ ΑΠΟ ΙΣΟΚΙΝΗΤΙΚΟ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ | Τραυματισμένος μυς έδειξε αύξηση ισχύος σε μικρότερη επιμήκυνση συγκριτικά με τον μη τραυματισμένο. Για τη μείωση των τραυματισμών προτείνεται ο συνδυασμός της έκκεντρης άσκησης και δοκιμασίας των μυών. |

Πίνακας 2: Μελέτες και Αποτελέσματα Ερευνών Nordic

| ΔΕΙΓΜΑ | ΔΕΙΓΜΑ | ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ |
|--------------------------------|--|--|--|
| Arnason et al(2003) | 17-30 ΚΟΡΥΦΑΙΕΣ ΟΜΑΔΕΣ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟΥ | 4 ΧΡΟΝΙΑ 2ΠΡΩΤΑ ΒΑΣΗ ΣΤΑΤΙΚΩΝ.NHST | NHST + ζέσταμα με διατάσεις μειώνει τον κίνδυνο τραυματισμών RR= 0,42 από 0,89 |
| Askling et al(2003) | 15ΑΝΔΡΕΣ NORDIC 15 ΑΝΔΡΕΣ LEG CURL | 10 ΕΒΔ. 1-2 ΦΟΡΕΣ ΤΗΝ ΕΒΔ. NHST | Οι τραυματισμοί των δικέφαλων μηριαίων είναι σημαντικά λιγότεροι στο γκρουπ της NORDIC κατά 20% |
| Kajla D.Seymore et al(2017) | 20 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ. 1 NORDIC GROUP 1 LEG CURL GROUP | 6 ΕΔΒ. NHST | NORDIC GROUP Αύξηση υπερτροφίας 12% Καμία αλλαγή στις μυϊκές ίνες ή τη δύναμη του δικέφαλου μηριαίου |
| Brooke et al(2006) | PROFESSIONAL RUGBY UNION | ΟΙ ΚΛΙΝΙΚΟΙ ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ ΤΩΝ ΟΜΑΔΩΝ ΕΔΙΝΑΝ ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΑ ΑΝΑΦΟΡΑ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΩΝ ΜΗΡΙΑΙΩΝ ΔΙΚΕΦΑΛΩΝ | Παίκτες που έκαναν NHST+ συμβατικό STRECHING+STRENGTH TRAINNING είχαν λιγότερες εμφανίσεις και σοβαρότητα τραυματισμών κατά τη διάρκεια των προπονήσεων και των αγώνων. 2,4 τραυματισμοί ανά 1000 ώρες αγώνα, ενώ ήταν 5,6 τραυματισμοί ανά 1000 ώρες αγώνα |

Πίνακας 3: Μελέτες και Αποτελέσματα Ερευνών Nordic

Χρήζει εδώ απαραίτητο να αναφερθεί ότι η συλλογή ερευνών που αφορούν την τεχνική εξάσκηση της Nordic, δεν είναι εύκολη καθώς πρόκειται για μία σχετικά νεα άσκηση των οπίσθιων μηριαίων. Αυτό καθιστά την βιβλιογραφία αρκετά περιορισμένη ενώ έρευνες γίνονται μέχρι και σήμερα αλλάζοντας διαρκώς τα δεδομένα. Επιπλέον η φύση της άσκησης αποτελεί έναν ακόμη περιοριστικό παράγοντα στον αριθμό των ερευνών, αφού πρόκειται για μία αρκετά απαιτητική άσκηση όπου χρειάζεται ισχυρούς οπίσθιους μηριαίους και κανένα προγενέστερο τραυματισμό στην άρθρωση του γόνατος για τουλάχιστον δύο χρόνια (Saymore, 2015)

Παρόλλα αυτά, η συμβολή της στην έγκεντρη εξάσκηση των οπίσθιων μηριαίων χρήζει εξαιρετικά σημαντική όπως αποφαινεται απο τις μέχρι σήμερα έρευνες, γι' αυτό και θα συνεχιστούν για περαιτέρω πληροφορίες.

Συμπεράσματα

Δυστυχώς, οι τραυματισμοί των οπίσθιων μηριαίων είναι συχνοί και τις περισσότερες φορές επώδυνοι. Συναντώνται στους αθλητές όλων των ειδών, όπως για παράδειγμα τους δρομείς, τους σκέιτερ, τους αθλητές ποδοσφαίρου, των παικτών μπάσκετ, κλπ. Οι οπίσθιοι μηριαίοι, είναι μια ομάδα τριών μυών που εντοπίζονται κατά μήκος του πίσω μέρους του μηρού και είναι αυτοί που επιτρέπουν στο άτομο να κάμπει το γόνατο του ποδιού του, καθώς και να εκτείνει την άρθρωση του ισχίου. Κατά τη διάρκεια ενός τραυματισμού των οπίσθιων μηριαίων, ένας ή περισσότεροι από αυτούς τους μυς υπερφορτώνεται. Οι μύες μπορεί ακόμη και να αρχίσουν να σκίζονται. Είναι πιθανό κάποιος να τραυματίσει τους οπίσθιους μηριαίους του κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν έντονο τρέξιμο και άλμα, ή ξαφνική στάση και εκκίνηση. Η διάγνωση του τραυματισμού των οπίσθιων μηριαίων, πραγματοποιείται από γιατρούς ή φυσικοθεραπευτές, αφού πρώτα πραγματοποιήσουν μια λεπτομερή φυσική εξέταση.

Οι τραυματισμοί των οπίσθιων μηριαίων, είναι οι πιο συνηθισμένοι τραυματισμοί που σχετίζονται με το ποδόσφαιρο. Η έκκεντρη εξάσκηση με την χρήση της τεχνικής Nordic, φαίνεται να είναι αποτελεσματική στη μείωση των ποσοστών τραυματισμού. Η χρήση της άσκησης Nordic σε κανονική εκπαίδευση σύμφωνα με έρευνες, μπορεί να μειώσει τα ποσοστά εμφάνισης τραυματισμών κατά 65% -70% (Petersen J. et al, 2011) Κατά τη άσκηση αυτή χρειάζεται συνεργασία δυο ατόμων. Το άτομο που την εκτελεί θα πρέπει με τη βοήθεια του συνεργάτη του να κρατάει σταθερά τους αστραγάλους στο έδαφος. Το κεφάλι, ο κορμός, οι γοφοί και οι μηροί θα πρέπει να βρίσκονται σε ευθεία γραμμή. Θα πρέπει στη συνέχεια να λυγίσει τα γόνατα και όχι το ισχίο ή την σπονδυλική στήλη. Η άσκηση εκτελείται με αργό ρυθμό και το άτομο χαμηλώνει το σώμα του, όσο το δυνατόν περισσότερο προς το έδαφος, χρησιμοποιώντας τους οπίσθιους μηριαίους για να αποφύγει τη πτώση.

Έρευνες που έχουν γίνει σχετικά με την εφαρμογή της έκκεντρης εξάσκησης για την πρόληψη των τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων, έχουν δείξει ότι η τεχνική Nordic παρουσιάζει μια σειρά πλεονεκτημάτων. Είναι κατάλληλο για όλους τους

ασθενείς και τις αθλητικές ικανότητες, είναι εύκολη η εκμάθηση της ενώ αποτελεί μια αποτελεσματική τεχνική. Επίσης δεν απαιτείται βαρύς εξοπλισμός παρά μόνο μια μαλακή επιφάνεια. Επιπρόσθετα, το σωματικό βάρος του ατόμου αλλά και η βαρύτητα λειτουργούν ως φορτίο, ενώ ο αργός ρυθμός που ακολουθείται, δίνει τη δυνατότητα για ελεγχόμενη κίνηση. Το άτομο μπορεί να χρησιμοποιεί τη σπονδυλική στήλη καθώς και το ισχίο του, για τη σταθεροποίηση του κορμού του, κατά τη διάρκεια της, ενώ ταυτόχρονα ενδυναμώνει τους οπίσθιους μηριαίους.

Εν κατακλείδι, η κατανόηση του μηχανισμού της μείωσης των τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων, με τη βοήθεια της έκκεντρης εξάσκησης που βασίζεται στη τεχνική Nordic, θα βοηθούσε σημαντικά στην ελαχιστοποίηση του κινδύνου τραυματισμού, επιτρέποντας στους κλινικούς ιατρούς να εφαρμόσουν άριστα αυτή την άσκηση σε προγράμματα πρόληψης τραυματισμών και αντοχής και ενδυνάμωσης.

Βιβλιογραφία

A Hamid MS., Mohamed Ali MR., Yusof A., George J., Lee LP. (2014). Platelet-rich plasma injections for the treatment of hamstring injuries: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.*, 42(10), 2410-8.

Alzahrani, MM., Aldebeyan, S., Abduljabbar, F., Martineau, PA. (2015). Hamstring Injuries in Athletes: Diagnosis and Treatment. *JBJS REVIEWS*, 3(6),

Asmussen E. (1953). Positive and negative muscular work. *Acta Physiol Scand*, 28, 364-382

Arazi H., Asadi A. (2013). One repetition maximum test increases serum indices of muscle damage and soreness in trained and untrained males. *Apu Med L'Esport*, 48, 49-54

Arnason, A., Anderson, TE., Holme, I., Engebretsen, L., Bahr R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer. *Scand J Med Sci Sports*, 18, 40–48

Askling, C., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13(4), 244-250

Beiner JM., Jokl P., Cholewicki J., Panjabi MM. (1999). The effect of anabolic steroids and corticosteroids on healing of muscle contusion injury. *Am J Sports Med.*, 27(1), 2-9

Burd NA et. al., (2012). Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. *J Physiol.*, 590(Pt 2), 351-62,

- Birmingham P., Muller M., Wickiewicz T., Cavanaugh J., Rodeo S., Warren R. (2011). Functional outcome after repair of proximal hamstring avulsions. *J Bone Joint Surg Am.*, 93 (19), 1819-26.
- Bogduk. N., Johnson, G., Spalding, D. (1998). The morphology and biomechanics of latissimus dorsi. *Clinical Biomechanics*, 13 (6), 377 – 385
- Bourne, MN., Opar, DA., Williams, MD., & Shield, AJ. (2015). Eccentric Knee Flexor Strength and Risk of Hamstring Injuries in Rugby Union: A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(11), 2663.
- Bosco C., Viitasalo JT., Komi PV., Luhtanen P. (1982). Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Physiol Scand*, 114, 557-565
- Brughelli M., Nosaka K., Cronin J. (2009). Application of eccentric exercise on an Australian Rules football player with recurrent hamstring injuries. *Phys Ther Sport.*, 10(2),75-80
- Brockett CL., Morgan DL., Proske U. (2004). Predicting hamstring strain injury in elite athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 36, 379–87.
- Brooks JH., Fuller CW., Kemp SP., Reddin DB. (2006). Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med*, 34, 1297–306
- Browder, KD., Dolny, DG. (2002). Lower extremity muscle activation during elliptical trainer exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34 (5)
- Carlson C. (2008). The natural history and management of hamstring injuries. *Curr Rev Musculoskelet Med.*, 1(2):120-3.
- Cholewicki J., Panjabi MM., Khachatryan A. (1997). Stabilizing function of trunk flexor-extensor muscles around a neutral spine posture. *Spine (Phila Pa 1976).*, 22, 2207–2212.

Chumanov ES., Schache AG., Heiderscheit BC., Thelen DG. (2012). Hamstrings are most susceptible to injury during the late swing phase of sprinting. *Br J Sports Med*, 46, 90.

Clanton TO., Coupe KJ. (1998). Hamstring strains in athletes: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.*, 6(4), 237-48.

Clark R., Bryant A., Culgan J., Hartley B. (2005). The effects of eccentric hamstring strength training on dynamic jumping performance and isokinetic strength parameters: a pilot study on the implications for the prevention of hamstring injuries. *Phys Ther Sport*, 6,67–73

Cohen S., Bradley J. (2007). Acute proximal hamstring rupture. *J Am Acad Orthop Surg.*, (6), 350-5

Cohen SB., Towers JD., Zoga A., Irrgang JJ., Makda J., Deluca PF., Bradley JP. (2011). Hamstring injuries in professional football players: magnetic resonance imaging correlation with return to play. *Sports Health.*, 3(5), 423-30.

Cohen SB., Rangavajjula A., Vyas D., Bradley JP. (2012). Functional results and outcomes after repair of proximal hamstring avulsions. *Am J Sports Med.*, 40(9), 2092-8..

Connell DA., Schneider-Kolsky ME., Hoving JL., Malara F., Buchbinder R., Koulouris G., Burke F., Bass C. (2004). Longitudinal study comparing sonographic and MRI assessments of acute and healing hamstring injuries. *AJR Am J Roentgenol.*, 183(4), 975-84.

Copland ST., Tipton JS., Fields KB. (2009). Evidencebased treatment of hamstring tears. *Curr Sports Med Rep.*, 8(6), 308-14.

Delahunt E., McGroarty M., De Vito G., Ditroilo M. (2016) Nordic hamstring exercise training alters knee joint kinematics and hamstring activation patterns in young men. *Eur J Appl Physiol*, 116, 663–672

Dolezal BA., Potteiger JA., Jacobsen DJ., Benedict SH. (2000). Muscle damage and resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload. *Med Sci Sports Exerc*, 32, 1202–1207.

Engebretsen, AH., Myklebust, G., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of Injuries Among Male Soccer Players A Prospective, Randomized Intervention Study Targeting Players With Previous Injuries or Reduced Function. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(6), 1052-1060

Eom J., Rhee MH., Kim LJ. (2016). Abdominal muscle activity according to knee joint angle during sit-to-stand. *J Phys Ther Sci.*, 28, 1849–1851.

Faulkner JA. (2003). Terminology for contractions of muscles during shortening, while isometric, and during lengthening. *J Appl Physiol*, 95, 455-459

Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., & Vagenas, G. (2010). Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *British Journal of Sports Medicine*, 45(9), 709

Folsom GJ., Larson CM. (2008). Surgical treatment of acute versus chronic complete proximal hamstring ruptures: results of a new allograft technique for chronic reconstructions. *Am J Sports Med.*, 36(1), 104-9.

Gabbe, BJ., Branson, R., & Bennell, KL. (2006). A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian Football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1), 103-109.

Goode, AP., Reiman, MP., Harris, L., DeLisa, L., Kauffman, A., Beltramo, D., & Taylor, AB. (2015). Eccentric training for prevention of hamstring injuries may depend on intervention compliance: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(6), 349-356.

Granata KP., Marras WS. (2000). Cost-benefit of muscle cocontraction in protecting against spinal instability. *Spine (Phila Pa 1976)*, 25, 1398–1404.

Heiderscheit BC., Sherry MA., Silder A., Chumanov ES., Thelen DG. (2010). Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 40(2), 67-81.

Hill AV. (1925). Length of muscle, and the heat and tension developed in an isometric contraction. *J Physiol*, 60, 237-263

Hoeger, WWK and Hoeger, SA. (1999). *Principles & Labs for Fitness & Wellness* (5th ed.). Englewood, CO: Morton Publishing Company.

Iga J., Fruer CS., Deighan M., Croix MD., James DV. (2012). “Nordic” hamstrings exercise–engagement characteristics and training responses. *Int J Sports Med*, 33, 1000–1004

Johnson, J. (September 11, 2017). *Are Step-Ups a Good Exercise?*. Ανακτήθηκε από <https://www.livestrong.com/article/524568-toning-exercises-using-a-step/>

Järvinen TA., Järvinen TL., Kääriäinen M., Aarimaa V., Vaittinen S., Kalimo H., Järvinen M. (2007). Muscle injuries: optimising recovery. *Best Pract Res Clin Rheumatol.*, 21(2), 317-31.

Katsipoutis, S. (November 10, 2017). *Want To Show Off Your Thighs*. Ανακτήθηκε από <https://www.womenshealthmag.com/fitness/a19962155/hamstring-exercises/>

Kay, AD., Richmond, D., Talbot, C., Mina, M., Baross, AW., & Blazeovich, AJ. (2016). Stretching of Active Muscle Elicits Chronic Changes in Multiple Strain Risk Factors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.

Koulouris G., Connell D. (2005). Hamstring muscle complex: an imaging review. *Radiographics.*, 25(3), 571-86.

Kraemer, WJ. (2011). *Exercise Physiology: Integrating Theory and Application*. Lippincott Williams & Wilkins.

Lempainen L., Sarimo J, Heikkilä J., Mattila K., Orava S. (2006). Surgical treatment of partial tears of the proximal origin of the hamstring muscles. *Br J Sports Med.*, 40(8), 688-91.

Lempainen L., Sarimo J., Mattila K., Heikkilä J., Orava S., Puudu G. (2007). Distal tears of the hamstring muscles: review of the literature and our results of surgical treatment. *Br J Sports Med.*, 41(2), 80-3, discussion 83.

Lempainen L., Banke IJ., Johansson K., Brucker PU., Sarimo J., Orava S., Imhoff AB. (2014). Clinical principles in the management of hamstring injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*

Levine WN., Bergfeld JA., Tessedorf W., Moorman CT. (2000). Intramuscular corticosteroid injection for hamstring injuries. A 13-year experience in the National Football League. *Am J Sports Med.*, 28(3), 297-300.

Lynch, GS., Schertzer, JD., Ryall, JG. (2007). Therapeutic approaches for muscle wasting disorders. *Pharmacology & Therapeutics*, 113(3), 461-487.

Loder, R., O' Donnell, P., & Feinberg, J. (September - October 2006). Epidemiology and Mechanisms of Femur Fractures in Children. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 26 (5), 561 – 566. doi: 10.1097/01.bpo.0000230335.19029.ab

Mayo Clinic Staff (October 3, 2015). "Hamstring injury". Mayo clinic. Ανακτήθηκε από <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/hamstring-injury/symptoms-causes/syc-20372985>

Machado M., Willardson JM. (2010). Short recovery augments magnitude of muscle damage in high responders. *Med Sci Sports Exerc*, 42, 1370-1374

Mendiguchia J., Alentorn-Geli E., Brughelli M. (2012). Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? *Br J Sports Med*, 46, 81–5.

Medina, L. (September 11, 2017). *Does Stair Climbing Build Muscle?* Ανακτήθηκε από <https://www.livestrong.com/article/371245-does-stair-climbing-build-muscle/>

Mjolsnes, R., Arnason, A., Osthagen, T., Raastad, T., Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scand J Med Sci Sports*, 14, 311–317

Noonan, T., Garrett, W. (1999). Muscle Strain Injury: Diagnosis and Treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 7 (4), 262 - 269

Opar, MDA., Williams, MD., & Shield, AJ. (2012). Hamstring strain injuries. *Sports Medicine*, 42(3), 209-226.

Opar, DA., Williams, M., Timmins, R., Hickey, J., Duhig, S., & Shield, A. (2014). Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in Australian footballers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46.

Orava S., Kujala UM. (1995). Rupture of the ischial origin of the hamstring muscles. *Am J Sports Med.*, 23(6), 702-5.

Petersen J., Holmich P. (2005). Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Br J Sports Med*, 39, 319–23

Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, MB., Budtz-Jørgensen, E., & Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer a cluster-randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(11), 2296-2303.

Proske U., Allen TJ. (2005). Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. *Exerc Sport Sci Rev*, 33, 98–104.

Rogers, P. (June 8, 2018). *How to Execute a Leg Curl*. Ανακτήθηκε από <https://www.verywellfit.com/how-to-properly-execute-the-leg-curl-exercise-3498304>

Sallay PI. (2009). Diagnosis, classification, and management of acute proximal hamstring avulsion injuries. *Oper Tech Sports Med.*, 17(4), 196-204.

Sarimo J., Lempainen L., Mattila K., Orava S. (2008). Complete proximal hamstring avulsions: a series of 41 patients with operative treatment. *Am J Sports Med.*, 36(6), 1110-5

Schache AG., Dorn TW., Blanch PD., Brown NA., Pandy MG. (2012). Mechanics of the human hamstring muscles during sprinting. *Med Sci Sports Exerc*, 44, 647–58

Schneider-Kolsky ME, Hoving JL, Warren P, Connell DA. (2006). A comparison between clinical assessment and magnetic resonance imaging of acute hamstring injuries. *Am J Sports Med.*, 34(6), 1008-15.

Schoenfeld B. (2012). Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy? *J Strength Cond Res*, 26, 1441-1453.

Seymore, KD. (2015). *THE EFFECT OF ECCENTRIC HAMSTRING STRENGTH TRAINING ON MUSCLE FUNCTION*. Director of Thesis. Major Department of Kinesiology

Strength and Endurance. (2014). *National MS Society*. Ανακτήθηκε από <https://www.nationalmssociety.org/>

Tang, K. (April 20, 2018). *Strengthening the Hamstrings on Stairs*. Ανακτήθηκε από <https://livehealthy.chron.com/strengthening-hamstrings-stairs-3836.html>

Tansel RB., Salci Y., Yildirim A., Kocak S., Korkusuz F. (2008). Effects of eccentric hamstring strength training on lower extremity strength of 10–12 year old male basketball players. *Isokinet Exerc Sci*, 16, 81–85

Thorborg K. (2012). Why hamstring eccentrics are hamstring essentials. *Br J Sports*, 46, 463–465

Timmins, RG., Bourne, MN., Shield, AJ., Williams, MD., Lorenzen, C., & Opar, DA. (2015a). Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *British Journal of Sports Medicine*

Uchida MC., Nosaka K., Ugrinowitsch C., Yamashita A., Martins JE., Moriscot AS., (2009). Aoki MS: Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators. *J Sports Sci*, 27, 499-507

Verrall, G., Slavotinek, J., Barnes, P., Fon, G., Spriggins, A. (2001). Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *British Journal of Sports Medicine*, 35 (6), 435 – 439

Wetzel RJ., Patel RM., Terry MA. (2013). Platelet-rich plasma as an effective treatment for proximal hamstring injuries. *Orthopedics*, 36(1), e64-70.

Willson JD., Dougherty CP., Ireland ML., Davis IM. (2005). Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *J Am Acad Orthop Surg.*, 13, 316–325.

Zarins B., Ciullo JV. (1983). Acute muscle and tendon injuries in athletes. *Clin Sports Med*, 2, 167-182.

Zatsiorsky VM., Prilutsky BI. (2012). Biomechanics of Skeletal Muscles. Kinetics of Human Motion Champaign, IL, *Human Kinetics*.

Zissen MH., Wallace G., Stevens KJ., Fredericson M., Beaulieu CF. (2010). High hamstring tendinopathy: MRI and ultrasound imaging and therapeutic efficacy of percutaneous corticosteroid injection. *AJR Am J Roentgenol.*, 195(4), 993-8.

Καμαρός, Γ., Δήμας, Α. (2015). *Αποκατάσταση θλάσεων οπίσθιων μηριαίων με έμφαση στη λειτουργική αποκατάσταση και στην πρόληψη επανατραυματισμού σε αθλητές*. Πτυχιακή Εργασία. ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος. Τμήμα Φυσικοθεραπείας

Μήτσου, Α., Sherry, E., Wilson S., Βλάσσης, Κ., Τσουτσάνης, Γ. (2007). *Oxford Εγχειρίδιο αθλητρικής*. Αθήνα: Πασχαλίδης