

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ &
ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ -

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΑΣΚΗΣΗ, ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η νευρομυϊκή ενδυνάμωση ως μέσο για την πρόληψη και
αποφυγή τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου**

Οικονόμου Αθανάσιος

Καθηγητής Φυσικής Αγωγής

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Χαντές Μιχαήλ..... Επιβλέπων καθηγητής

Καραχάλιος Θεόφιλος..... Μέλος τριμελούς επιτροπής

Βαρυτιμίδης Σωκράτης..... Μέλος τριμελούς επιτροπής

Λάρισα, 2024

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ- ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ&

ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ-

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΑΣΚΗΣΗ, ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»



DIPLOMA THESIS

**Neuromuscular strengthening as a means to prevent and
avoid anterior cruciate ligament injury**

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	7
1. Ανατομικά στοιχεία της άρθρωσης του γόνατος.....	7
1.1 Κνημομηριαία άρθρωση	8
1.2 Σύνδεσμοι και τένοντες	11
1.3 Μύες του γόνατος.....	13
2. Κινήσεις και λειτουργία του γόνατος	14
2.1 Κακώσεις του γόνατος.....	15
3. Τραυματισμός του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.....	16
3.1 Παράγοντες που συμβάλλουν στον τραυματισμό του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου ..	17
4. Πρόληψη.....	18
5. Νευρομυική ενδυνάμωση	19
5.1 Νευρομυική ενδυνάμωση και ποδηλασία	19
5.2 Νευρομυική ενδυνάμωση και κολύμβηση	20
5.3 Νευρομυική ενδυνάμωση και καλαθοσφαίριση.....	20
5.4 Νευρομυική ενδυνάμωση και ποδόσφαιρο	21
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	22
Σκοπός	22
Μεθοδολογία.....	22
1. Η επίδραση της νευρομυικής ενδυνάμωσης στην πρόληψη	24
2. Αποτελέσματα της νευρομυικής ενδυνάμωσης στην πρόληψη.....	30
3. Το πρόγραμμα FIFA 11+	44
Συμπεράσματα	49
Βιβλιογραφία	51

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου στις αθλητικές δραστηριότητες αποτελούσε ανέκαθεν συχνό φαινόμενο. Θεωρείται ένας από τους πιο σοβαρούς τραυματισμούς που μπορεί να υποστεί ένας αθλητής. Κάθε χρόνο αναφέρονται πάνω από 2 εκατομμύρια τραυματισμοί πρόσθιου χιαστού συνδέσμου με τους περισσότερους εξ' αυτών να συμβαίνουν χωρίς την επαφή με άλλο άτομο. Η νευρομυική ενδυνάμωση είναι ένας από τους πιο βασικούς τρόπους για την πρόληψη και αντιμετώπιση πιθανών τραυματισμών. Πιο συγκεκριμένα, η νευρομυική ενδυνάμωση παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόληψη του τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου και στη βελτίωση της σταθερότητας του γόνατος, είτε ως μέρος ενός προγράμματος αποκατάστασης μετά από τραυματισμό είτε ως προληπτικό μέτρο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με πολλούς τρόπους όπως θα δούμε παρακάτω.

Σκοπός: Στη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία θα εξετάσουμε την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Αναφορικά, το βασικό ερώτημα είναι κατά πόσο μπορεί η νευρομυική ενδυνάμωση να αποτελέσει ένα μέσο για την πρόληψη και αποφυγή τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου και αφετέρου ποιοι είναι οι τρόποι για να επιτύχουμε τα βέλτιστα αποτελέσματα όσον αφορά τη νευρομυική ενδυνάμωση και με ποιους τρόπους.

Μεθοδολογία: Για το σκοπό της ανασκόπησης της βιβλιογραφίας πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στη βάση δεδομένων επιστημονικής βιβλιογραφίας, PubMed χρησιμοποιώντας στον αλγόριθμο αναζήτησης τις αντίστοιχες λέξεις-κλειδιά.

Αποτελέσματα: Από τα αποτελέσματα των εξεταζόμενων ερευνών της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, ένα πρόγραμμα νευρομυικής ενδυνάμωσης φαίνεται να είναι εξαιρετικά αποτελεσματικό στη πρόληψη τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου, ειδικά σε αθλήτριες. Τα προγράμματα που περιλαμβάνουν ασκήσεις ενδυνάμωσης, ισορροπίας και ιδιοδεκτικότητας μπορούν να μειώσουν σημαντικά την επίπτωση αυτών των τραυματισμών, βελτιώνοντας τη νευρομυική λειτουργία και μειώνοντας τους βιομηχανικούς παράγοντες κινδύνου.

Συμπεράσματα: Ένα καλά δομημένο πρόγραμμα νευρομυικής ενδυνάμωσης, μπορεί να λειτουργήσει ως μέσο πρόληψης τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.

Λέξεις-κλειδιά: Πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος, άσκηση, νευρομυική ενδυνάμωση, νευρομυική προπόνηση, προπόνηση δύναμης, πρόληψη πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.

ABSTRACT

Introduction: Tear of the Anterior Cruciate Ligament (ACL) in sports activities has always been a common problem. It is considered one of the most severe injuries an athlete may suffer. Each year over 2 million anterior cruciate ligament injuries are reported with most of them occurring without contact with another person. Neuromuscular strengthening has been proposed as one of the most basic ways to prevent these injuries. In particular, neuromuscular strengthening is a key factor not only for the anterior cruciate ligament injury prevention, but also for the knee stability improvement as a part of a rehabilitation program after an injury or as a preventive measure. This can be achieved in many ways.

Aim: The purpose of this thesis is a literature review, regarding the key question if whether neuromuscular strengthening can be used to prevent and avoid anterior cruciate ligament injury and, on the other hand, what are the ways to achieve optimal results in terms of neuromuscular strengthening and in what ways.

Methodology: For the purpose of the review of the literature a search was made in the PubMed database, using the corresponding keywords in the search algorithm.

Results: From the results of the studies examined in the literature review, a neuromuscular strengthening program appears to be highly effective in preventing anterior cruciate ligament injuries, especially in female athletes. Programs that include strengthening, balance and proprioception exercises can significantly reduce the incidence of these injuries by improving neuromuscular function and reducing biomechanical risk factors.

Conclusions: A well-structured neuromuscular training program can act as a means of preventing anterior cruciate ligament injuries.

Keywords: Anterior cruciate ligament, exercise, neuromuscular strength, neuromuscular training, strength training, anterior cruciate ligament prevention.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος είναι ένας εκ των τεσσάρων βασικών συνδέσμων που σταθεροποιούν το γόνατο. Συνδέει το μηριαίο οστό με την κνήμη και έχει δυο κύριες δέσμες, που ασκούν τάση σε κάμψη και έκταση. Ο πρόσθιος χιαστός εμποδίζει την υπερβολική πρόσθια κίνηση της κνήμης σε σχέση με το μηριαίο οστό και παρέχει στροφική σταθερότητα.(Petersen and Tillmann, 2002)

Οι τραυματισμοί του πρόσθιου χιαστού παρατηρούνται κυρίως σε αθλητές διαφόρων σπορ επαφής ή αθλήματα που περιλαμβάνουν απότομες αλλαγές κατεύθυνσης. Ο συχνότερος και πιο σοβαρός τραυματισμός είναι η ρήξη του πρόσθιου χιαστού. Για την αποφυγή τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού η πρόληψη είναι πολύ σημαντική και θα πρέπει να παίζει βασικό ρόλο στη ζωή όχι μόνο των αθλητών αλλά όλων των ενεργών ανθρώπων για την υγεία και την ασφάλεια τους. Ένας βασικός τρόπος πρόληψης για την αποφυγή τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού αλλά και για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής είναι η νευρομυϊκή ενδυνάμωση.(Acevedo *et al.*, 2014)

Η νευρομυϊκή ενδυνάμωση αναφέρεται στην αύξηση της δύναμης, της αντοχής και της μυϊκής μάζας σε συγκεκριμένους μύες ή μυϊκές ομάδες μέσω ασκήσεων και εκγύμνασης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους. Σκοπός της νευρομυϊκής ενδυνάμωσης είναι να βελτιώσει τη λειτουργία των μυών, να αυξήσει την αντοχή τους, να βελτιώσει τη σταθερότητα των αρθρώσεων και να συμβάλει στην πρόληψη των τραυματισμών.

Η νευρομυϊκή ενδυνάμωση έχει πολλά οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της βελτίωσης της σωματικής απόδοσης, της αύξησης της μεταβολικής δραστηριότητας, της αντοχής στην καθημερινή δραστηριότητα και της πρόληψης τραυματισμών.(Emery *et al.*, 2015)

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας με στόχο την έρευνα σε βάθος για το κατά πόσο μπορεί η νευρομυϊκή ενδυνάμωση να αποτελέσει ένα μέσο για την πρόληψη και την αποφυγή τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου και αφετέρου ποιοι είναι οι τρόποι για να επιτύχουμε τα βέλτιστα αποτελέσματα όσον αφορά τη νευρομυϊκή ενδυνάμωση και με ποιούς τρόπους.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Ανατομικά στοιχεία της άρθρωσης του γόνατος

Σύμφωνα με τον Kahle et al. η άρθρωση του γόνατος είναι η μεγαλύτερη του σώματος, ανήκει στις τροχογίγγλυμες αρθρώσεις και αποτελείται από δυο επιμέρους αρθρώσεις: την επιγονατιδομηριαία και την κνημομηριαία, που περιβάλλονται από κοινό αρθρικό θύλακο. Η κεφαλή της περόνης δεν συμμετέχει στην άρθρωση του γόνατος. (Αμπατζίδης, 1998/2003)

1.1 Επιγονατιδομηριαία άρθρωση

Η επιγονατιδομηριαία άρθρωση έχει ως αρθρικές επιφάνειες:

1. Τη μηριαία τροχαλία
2. Την αρθρική επιφάνεια της επιγονατίδας

Η μηριαία τροχαλία καταλαμβάνει την πρόσθια επιφάνεια του κάτω άκρου του μηριαίου και εμφανίζεται στο μέσο της μια κάθετη αύλακα, που ονομάζεται αυχένας και διαχωρίζει τα δυο πλάγια ογκώματα.

Η επιγονατίδα αποτελεί το μεγαλύτερο από τα σησαμοειδή οστά και διαπλάθεται στο εσωτερικό του καταφυτικού τένοντα του τετρακεφάλου. Η επιγονατίδα είναι αποπλευσμένη από εμπρός προς τα πίσω, έχει σχήμα τριγωνικό, με τη βάση προς τα πάνω, την κορυφή προς τα κάτω και εμφανίζει δυο επιφάνειες, την πρόσθια και την οπίσθια.

Η πρόσθια επιφάνεια είναι υπόκυρτη και έχει πολλές αύλακες, που υποδέχεται τις δεσμίδες του καταφυτικού τένοντα του τετρακεφάλου. Η οπίσθια επιφάνεια εμφανίζει ωοειδή αρθρική επιφάνεια, που υποδιαιρείται από μια σχεδόν κάθετη ακρολοφία, που αντιστοιχεί στον αυχένα της τροχαλίας, σε δυο ελαφρά υπόκοιλες αρθρικές επιφάνειες, που αντιστοιχούν στα πλάγια ογκώματα της τροχαλίας.

Η βάση της επιγονατίδας χρησιμεύει για την κατάφυση του τένοντα του τετρακεφάλου, ενώ η κορυφή της για την έκφυση του επιγονατιδικού τένοντα. Κατά την έκταση του γόνατος η αρθρική επιφάνεια της επιγονατίδας έρχεται σε άμεση επαφή με τη μηριαία τροχαλία, ενώ κατά την κάμψη, η επιγονατίδα απομακρύνεται προς την κνήμη. (Αμπατζίδης, 1998/2003)

1.2 Κνημομηριαία άρθρωση

Η κνημομηριαία άρθρωση έχει ως αρθρικές επιφάνειες:

1. Την αρθρική επιφάνεια των μηριαίων κονδύλων
2. Τις κνημιαίες γλάνες
3. Τους μεταξύ τους, έξω και έσω μηνίσκο

Μηριαίοι κόνδυλοι

Ο έσω μηριαίος κόνδυλος είναι στενότερος και πιο επιμήκης από τον έξω, ενώ ο έξω μηριαίος κόνδυλος είναι πιο ευρύς και προέχει περισσότερο προς τα εμπρός. Οι μηριαίοι κόνδυλοι συγκλίνουν προς τα εμπρός και συνενώνονται με τη μηριαία τροχαλία, ενώ προς τα πίσω διαχωρίζονται από τη μεσοκονδύλια εντομή ή μεσοκονδύλιο βόθρο, που χωρίζεται από το σώμα του μηριαίου με τη μεσοκονδύλια γραμμή, η οποία αποτελεί τη βάση της ιγνυακής επιφάνειας. (Αμπατζίδης, 1998/2003)

Κνημιαίοι κόνδυλοι

Ο έσω και ο έξω κνημιαίος κόνδυλος εμφανίζουν μια άνω επιφάνεια που φέρει την κνημιαία γλάνη και μια περιφέρεια. Οι κνημιαίες γλάνες είναι υπόκοιλες και συντάσσονται με τους μηριαίους κονδύλους. Μεταξύ των δυο κνημιαίων γλινών και πίσω από τη μεσότητα τους, βρίσκεται το μεσογλίνιο ή μεσοκονδύλιο έπαρμα. Μπροστά και πίσω από το μεσογλίνιο έπαρμα βρίσκονται δυο άχονδρες και ανώμαλες επιφάνειες, ο πρόσθιος και ο οπίσθιος μεσογλίνιος βόθρος. Στον πρόσθιο μεσογλίνιο βόθρο προσφύονται οι δυο μηνίσκοι και ο πρόσθιος χιαστός, ενώ στον οπίσθιο προσφύεται ο οπίσθιος χιαστός. (Αμπατζίδης, 1998/2003)

Διάρθριοι μηνίσκοι

Οι διάρθριοι μηνίσκοι, ο έσω και ο έξω είναι δυο ινοχόνδρινοι μηνοειδείς δίσκοι, που παρεμβάλλονται μεταξύ των κονδύλων του μηριαίου και των κνημιαίων γλινών. Με τους μηνίσκους η κνημομηριαία διάρθρωση διαιρείται στην άνω ή μηνισκομηριαία και την κάτω ή μηνισκοκνημιαία διάρθρωση.

Κάθε μηνίσκος εμφανίζει δυο χείλη, το έσω και το έξω, δυο επιφάνειες, την άνω και την κάτω, δυο άκρα, που ονομάζονται κέρατα, το πρόσθιο και το οπίσθιο και λεπτύνεται βαθμιαία από την περιφέρεια προς το κέντρο. Το πρόσθιο κέρας του έσω μηνίσκου και το

πρόσθιο υπόκυρτο χείλος του έξω μηνίσκου, συνδέονται μεταξύ τους με τον εγκάρσιο σύνδεσμο.

Ο έσω μηνίσκος έχει ημικυκλικό σχήμα, είναι μεγαλύτερος σε μήκος από τον έξω και προσφύεται με το πρόσθιο κέρασ στον πρόσθιο μεσογλήνιο βόθρο, μπροστά από την έκφυση του πρόσθιου χιαστού, ενώ το οπίσθιο κέρασ προσφύεται πίσω από την πρόσφυση του έξω μηνίσκου και μπροστά από την έκφυση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Η περιφέρεια του έσω μηνίσκου συνάπτεται στενά με το έσω θυλακοσυνδεσμικό σύστημα, είναι επομένως λιγότερο ευκίνητος από τον έξω, γεγονός που μαζί με το ημικυκλικό σχήμα του ερμηνεύει τη μεγαλύτερη συχνότητα των ρήξεων του έσω μηνίσκου σε σχέση με τον έξω.

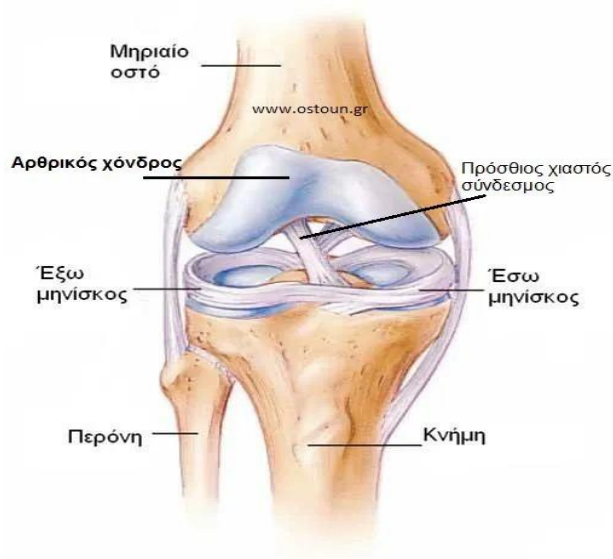
Ο έξω μηνίσκος έχει σχεδόν κυκλικό σχήμα, είναι μικρότερος από τον έσω και προσφύεται με το πρόσθιο κέρασ του μπροστά από το μεσογλήνιο έπαρμα, πίσω και έξω από την έκφυση του οπίσθιου χιαστού, ενώ με το οπίσθιο κέρασ προσφύεται στη οπίσθια επιφάνεια του μεσογλήνιου επάρματος. Η περιφέρεια του έξω μηνίσκου δεν έρχεται σε επαφή με τον έξω πλάγιο σύνδεσμο του γόνατος, είναι επομένως πιο ευκίνητος από τον έσω, γεγονός που μαζί με το σχεδόν κυκλικό του σχήμα, ερμηνεύει τη μικρότερη συχνότητα ρήξεων σε σχέση με τον έσω μηνίσκο.

Οι μηνίσκοι περιορίζουν τη δυσαρμονία μεταξύ των αρθρικών επιφανειών του μηριαίου και της κνήμης, αυξάνοντας το βάθος των κνημιαίων γληνών, διευκολύνουν τις στροφικές κινήσεις του γόνατος, ενώ παράλληλα κατανέμουν ομοιόμορφα και αμβλύνουν τους κραδασμούς που προκαλούνται κατά τη φόρτιση του σκέλους. Η άμβλυνση των κραδασμών γίνεται προς όλες τις κατευθύνσεις (κάθετα, οβελιαία και εγκάρσια).

Κατά την κάμψη και έκταση του γόνατος οι μηνίσκοι ακολουθούν την κίνηση των κνημιαίων κονδύλων, ενώ κατά τις στροφές ακολουθούν την κίνηση των μηριαίων κονδύλων.

Η πρόσθια και οπίσθια μοίρα του έσω μηνίσκου ακολουθούν την κίνηση της κνήμης, η μέση όμως μοίρα ακολουθεί τον έσω μηριαίο κόνδυλο, υπάρχει συνεπώς πιθανότητα να υποστεί κάκωση κατά τις στροφικές κινήσεις.

Ο έξω μηνίσκος ακολουθεί και αυτός τον έξω μηριαίο κόνδυλο κατά τις στροφές του γόνατος, λόγω όμως της συνάφειας του με τους συνδέσμους του Wridberg και του Humphry, μειώνονται οι πιθανότητες κάκωσής του. Επιπλέον κατά την έσω στροφή της κνήμης, με το γόνατο σε κάμψη ο ιγνυακός μυς έλκει την οπίσθια μοίρα του έξω μηνίσκου προς τα πίσω, αποτρέποντας την παγίδευση του μεταξύ του μηριαίου και κνημιαίου κονδύλου. (Αμπατζίδης, 1998/2003)



Εικόνα 1.1 Ανατομία γόνατος

Αρθρικός θύλακος

Ο αρθρικός θύλακος αποτελείται, από έξω προς τα έσω, από τον ινώδη θύλακο και τον αρθρικό υμένα.

Ο ινώδης θύλακος είναι κοινός για την επιγονατιδομηριαία και την κνημομηριαία άρθρωση και έχει σχήμα περιχειρίδος. Προσφύεται στο μηριαίο οστό και στην κνήμη, σε διαφορετική απόσταση από τις αρθρικές τους επιφάνειες.

Στην πρόσθια επιφάνεια του μηριαίου οστού, ο ινώδης θύλακος προσφύεται 1cm έως 2cm επάνω από τη μηριαία τροχίλια, όμως η γραμμή ανάκαμψης του θυλάκου βρίσκεται πολύ υψηλότερα, σχηματίζοντας τον υπερεπιγονατιδικό ορογόνο θύλακο. Στην οπίσθια επιφάνεια του μηριαίου, ο ινώδης θύλακος προσφύεται στα χείλη του αρθρικού χόνδρου των μηριαίων κονδύλων και στο οπίσθιο χείλος της μεσοκονδυλίου εντομής.

Στην πρόσθια επιφάνεια της κνήμης, ο ινώδης θύλακος προσφύεται στο πρόσθιο χείλος του μεσογλήνιου βόθρου και στα πλάγια κατά μήκος του υπογλήνιου χείλους, σε απόσταση 4mm έως 5mm από τον αρθρικό χόνδρο. Στην οπίσθια επιφάνεια της κνήμης, ο ινώδης θύλακος προσφύεται κατά μήκος των χειλέων του αρθρικού χόνδρου και συμφύεται με τους χιαστούς συνδέσμους. Στην πρόσθια επιφάνεια του ινώδης θυλάκου υπάρχει ευρύ άνοιγμα, τα χείλη του οποίου προσφύονται στην περιφέρεια της επιγονατίδας, εξωτερικά του αρθρικού χόνδρου.

Ο αρθρικός υμένας έχει την πιο μεγάλη επιφάνεια από τους αρθρικούς υμένες του σώματος και διακόπτεται, όπως και ο αρθρικός θύλακος, στην περιφέρεια της επιγονατίδας. Επάνω από την επιγονατίδα ο αρθρικός υμένας εμφανίζει προσεκβολή, το υπερτροχίλιο κόλπωμα,

που βρίσκεται κάτω από τον τετρακέφαλο και επικοινωνεί με τον υπερεπιγονατιδικό ορογόνο θύλακο.

Κάτω από την επιγονατίδα ο αρθρικός υμένας χωρίζεται από τον επιγονατιδικό σύνδεσμο με το λιπώδες σώμα του γόνατος, ενώ στα πλάγια της άρθρωσης, διακόπτεται λόγω της πρόσφυσης των μηνίσκων, οι οποίοι επομένως δεν καλύπτονται από τον αρθρικό υμένα. Στην οπίσθια επιφάνεια του γόνατος, ο αρθρικός υμένας περιβάλλει τον πρόσθιο και τον οπίσθιο χιαστό, από μπροστά και από τα πλάγια, οι οποίοι με την κάλυψη αυτή καθίστανται εξωμυενικά ανατομικά στοιχεία. (Αμπατζίδης, 1998/2003)

1.3 Σύνδεσμοι και τένοντες

Η άρθρωση του γόνατος ενισχύεται από τους εξής συνδέσμους:

1. Επιγονατιδικός τένοντας

Ο επιγονατιδικός τένοντας αποτελεί τη συνέχεια του καταφυτικού τένοντα του τετρακεφάλου μηριαίου και είναι μια ισχυρή και πλατειά τενοντώδης ταινία, μήκους 5cm έως 6cm, που εκφύεται από την κορυφή και τα πλάγια χείλη της επιγονατίδας και καταφύεται στην κάτω μοίρα του κνημιαίου κυρτώματος. Η οπίσθια επιφάνεια του τένοντα χωρίζεται από την κνήμη με τον υπερεπιγονατιδικό ορογόνο θύλακο, ενώ προς τα άνω χωρίζεται από τον αρθρικό υμένα, με το λιπώδες σώμα του γόνατος.

Το λιπώδες σώμα του γόνατος, αποτελείται από δομικό λίπος και καλύπτει το μέρος κάτω από την επιγονατίδα, μεταξύ του επιγονατιδικού τένοντα και των οστών του γόνατος, ενώ χωρίζεται από την αρθρική κοιλότητα, από τον αρθρικό υμένα. (Αμπατζίδης, 1998/2003)

2. Καθεκτικοί σύνδεσμοι επιγονατίδας

Ο εσω και ο έξω καθεκτικός σύνδεσμος της επιγονατίδας αποτελούν προσεκβολές του καταφυτικού τένοντα του τετρακεφάλου, καταφύονται στα πλάγια του κνημιαίου κυρτώματος και χρησιμεύουν στη σταθεροποίηση της επιγονατίδας από τα πλάγια. (Αμπατζίδης, 1998/2003)

3. Εσω πλάγιος

Ο εσω πλάγιος σύνδεσμος εκφύεται από το εσω υπερκονδύλιο κύρτωμα, κάτω από το φύμα του μεγάλου προσαγωγού, φέρεται προς τα κάτω και καταφύεται στη εσω επιφάνεια της κνήμης, 7cm έως 8cm περιφερικά του εσω μεσάρθριου διαστήματος, συναπτόμενος στενά με τον αρθρικό θύλακο και τον εσω μηνίσκο. Ο εσω πλάγιος αποτελεί το σημαντικότερο

στηρικτικό στοιχείο στη εσω επιφάνεια του γόνατος, στη σταθερότητα της οποίας συμβάλλουν ο εσω πλατύς, ο υμνιμενώδης και οι καταφυτικοί τένοντες του ραπτικού, του ισχνού και του ημιτενοντώδους, που σχηματίζουν τον χήνιο πόδα. Ο εσω πλάγιος με τον αρθρικό θύλακο αποτελούν τον εσω θυλακοσυνδεσμικό σύστημα. (Αμπατζίδης, 1998/2003)

4. Έξω πλάγιος

Ο έξω πλάγιος σύνδεσμος έχει σχοινοειδή μορφή και είναι βραχύτερος από τον εσω, εκφύεται από το έξω υπερκονδύλιο κύρτωμα και καταφύεται στην έξω επιφάνεια κεφαλής της περόνης. Ο έξω πλάγιος σύνδεσμος δεν επισυνάπτεται με τον αρθρικό θύλακο και τον έξω μηνίσκο και αποτελεί μαζί με τον αρθρικό θύλακο, το έξω θυλακοσυνδεσμικό σύστημα. (Αμπατζίδης, 1998/2003)

5. Λοξός ιγνυακός

Ο λοξός ιγνυακός σύνδεσμος είναι μια λεπτή και πλατειά ινώδης τενόντια δεσμίδα του καταφυτικού τένοντα του ημυμινωμένου μυός, φέρεται λοξά προς τα άνω και έξω και καταφύεται στο οπίσθιο τοίχωμα του αρθρικού θύλακου, τη μεσοκονδύλιο γραμμή και τον έξω μηνιαίο κόνδυλο, επεκτεινόμενος μέχρι την έξω κεφαλή του γαστροκνημίου μυός. (Αμπατζίδης, 1998/2003)

6. Τοξοειδής ιγνυακός

Ο τοξοειδής ιγνυακός σύνδεσμος, εκφύεται από την κορυφή της κεφαλής της περόνης, φέρεται προς τα άνω και αποσχίζεται σε δυο δεσμίδες, την εσω και την έξω. Η εσω δεσμίδα καταφύεται στον έξω κόνδυλο της κνήμης και έρχεται σε στενή σχέση με τον ιγνυακό μυ, ενώ η έξω η οποία ονομάζεται και βραχύς έξω πλάγιος σύνδεσμος, συνάπτεται με τον ινώδη θύλακο. (Αμπατζίδης, 1998/2003)

7. Χιαστοί

Οι χιαστοί σύνδεσμοι αποτελούνται από τον πρόσθιο και τον οπίσθιο χιαστό, είναι οι πιο ισχυροί σύνδεσμοι του γόνατος και έχουν οβελιαίο σχήμα στο εσωτερικό της άρθρωσης του γόνατος.

- **Πρόσθιος χιαστός**

Ο πρόσθιος χιαστός έχει σχοινοειδή μορφή εκφύεται από τον πρόσθιο μεσογληνιο βόθρο, πίσω από το πρόσθιο άκρο του εσω μηνίσκου, φερόμενος προς τα άνω, έξω και πίσω, χιάζεται με τον οπίσθιο και καταφύεται στην οπίσθια μοίρα της μεσοκονδύλιου επιφάνειας του έξω μηνιαίου κόνδυλου. Κατά την έκταση του γόνατος ο πρόσθιος χιαστός έχει μήκος 32mm και πλάτος από 7mm έως 12mm. Ο πρόσθιος χιαστός αποτελείται από δυο μοίρες, την πρόσθια-εσω και την οπίσθια-έξω, οι οποίες ισομετρικά διαφέρουν σε μήκος κατά την κάμψη

του γόνατος. (Duthon *et al.*, 2006)

- **Οπίσθιος χιαστός**

Ο οπίσθιος χιαστός είναι πιο ισχυρός από τον πρόσθιο, εκφύεται από τον οπίσθιο μεσογλήνιο βόθρο της κνήμης, πορεύεται προς τα πάνω, εσω και μπροστά και προσφύεται στην έξω επιφάνεια του εσω μηριαίου κονδύλου. Ο οπίσθιος χιαστός αποτελείται από δυο μοίρες την πρόσθια η οποία είναι μεγαλύτερη και διατείνεται κατά την κάμψη του γόνατος και την οπίσθια η οποία διατείνεται κατά την έκταση του γόνατος. (Cousin *et al.*, 2021)

1.4 Μύες του γόνατος

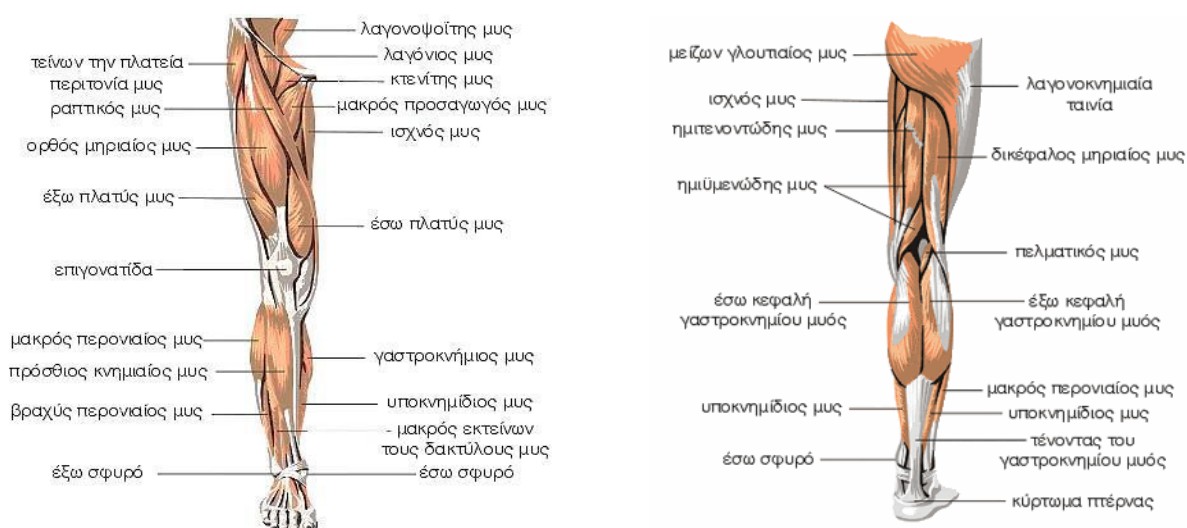
Οι μύες του γόνατος αποτελούν ένα σύνθετο σύστημα μυϊκής ανατομίας που επιτρέπει την κίνηση και την σταθερότητα της άρθρωσης του γόνατος. Οι περισσότεροι εξ' αυτών δρουν στο ισχίο ή στην ποδοκνημική. Οι μύες διακρίνονται σε καμπτήρες, εκτείνοντες, εσω στροφείς και έξω στροφείς.

Καμπτήρες: Δικέφαλος μηριαίος, ημιμυενώδης, ημιτενοντώδης, ιγνυακός, ραπτικός, ισχνός προσαγωγός, γαστροκνήμιος.

Εκτείνοντες: Τετρακέφαλος μηριαίος, τείνων την πλατεία περιτονία (λαγοκνημιαία ταινία).

Εσω στροφείς: Ημιμυενώδης, ημιτενοντώδης, ιγνυακός, ραπτικός, ισχνός προσαγωγός.

Έξω στροφείς: Δικέφαλος μηριαίος. (Αμπατζίδης, 1998/2003)



Εικόνα 2.1 Μύες του γόνατος

2. Κινήσεις και λειτουργία του γόνατος

Το γόνατο αποτελεί τροχογίγλυμη άρθρωση, στην οποία γίνονται κινήσεις:

1. Έκτασης και κάμψης
2. Στροφικές (εσω και έξω)

Έκταση και κάμψη

Οι κινήσεις έκτασης και κάμψης γίνονται γύρω από ένα εγκάρσιο άξονα, ο οποίος διέρχεται από τις εκφύσεις των πλαγίων συνδέσμων από τα υπερκονδύλια κυρτώματα. Ο άξονας αυτός μετατοπίζεται προς τα εμπρός κατά την έκταση και προς τα πίσω κατά την κάμψη του γόνατος. Η μετατόπιση οφείλεται:

1. Στην κυρτότητα των αρθρικών επιφανειών των μηριαίων κονδύλων, η οποία αυξάνεται από εμπρός προς τα πίσω.
2. Στην κίνηση τους, η οποία συνίσταται σε παράλληλη κίνηση των μηριαίων κονδύλων επί των κνημιαίων γληνών και ολίσθηση των μηριαίων κονδύλων, με φορά αντίθετης κύλισης.

Κατά την έκταση του γόνατος το πρόσθετο ευρύτερο τμήμα των μηριαίων κονδύλων έρχεται σε επαφή με τις κνημιαίες γλίνες και διατείνονται οι πλάγιοι, οι χιαστοί σύνδεσμοι και η οπίσθια μοίρα του αρθρικού θυλάκου. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η σταθεροποίηση του γόνατος σε έκταση, κατά τη στάση και τη βάρδια. Στις τελευταίες 10° της έκτασης του γόνατος, παρατηρείται η «τελική στροφή» της κνήμης προς τα έξω (5° περίπου) ή του μηριαίου προς τα εσω. Η πλήρης έκταση του γόνατος αντιστοιχεί στις 0°.

Κατά την κάμψη του γόνατος, το οπίσθιο στενότερο και κυρτότερο τμήμα των μηριαίων κονδύλων έρχεται σε επαφή με τις κνημιαίες γλίνες και υφίστανται χάλαση οι πλάγιοι σύνδεσμοι, οι χιαστοί και η οπίσθια μοίρα του αρθρικού θυλάκου.

Το εύρος κίνησης του γόνατος κυμαίνεται από 0° έως 130° κατά την ενεργητική κάμψη και από 0° έως 150° κατά την παθητική κάμψη. Στη διάρκεια της κάμψης, οι μηνίσκοι μετακινούνται παθητικά προς τα πίσω έως 1cm και συμπεριφέρονται ως κινητές αρθρικές επιφάνειες, αυξάνοντας την επιφάνεια επαφής των μηριαίων κονδύλων με την κνήμη, ενώ επανέρχονται στην προηγούμενη θέση τους κατά την έκταση. (Αμπατζίδης, 1998/2003)

Έσω και έξω στροφή

Οι στροφικές κινήσεις της κνήμης και του μηριαίου γίνονται γύρω από έναν κατακόρυφο άξονα, ο οποίος διέρχεται από το εσω γληνιαίο φύμα και επιτρέπονται μόνο όταν το γόνατο βρίσκεται σε κάμψη, λόγω της χάλασης των συνδεσμικών και θυλακικών στοιχείων.

Το μέγιστο εύρος των στρώφων επιτυγχάνεται, όταν το γόνατο βρίσκεται σε κάμψη 90°. Η εσω στροφή της κνήμης περιορίζεται στις 5° με 10°, λόγω της αντίστασης των συστρεφόμενων και διατεινόμενων χιαστών, ενώ η έξω στροφή, φτάνει τις 45° με 60° και το εύρος κίνησης καθορίζεται από τη διατατότητα του εσω πλαγίου συνδέσμου.

Οι στροφικές κινήσεις της κνήμης συνοδεύονται από παθητική μετακίνηση των μηνίσκων. Κατά την εσω στροφή, ο έξω μηνίσκος μετακινείται προς τα εμπρός και ο εσω προς τα πίσω, ενώ οι αντίθετες κινήσεις γίνονται κατά την έξω στροφή. Ο έξω μηνίσκος είναι ευκίνητος, ενώ αντίθετα οι κινήσεις του περιορίζονται λόγω της στενής σύμφυσης του με το εσω θυλακοσυνδεσμικό σύστημα. (Αμπατζίδης, 1998/2003)

2.1 Κακώσεις του γόνατος

Κάποιοι από τους τραυματισμούς που μπορεί να συμβούν στη περιοχή του γόνατος παρατίθενται παρακάτω. Η μερική ή ολική ρήξη πρόσθιου χιαστού ή οπίσθιου χιαστού συνδέσμου και η μερική ή ολική ρήξη εσω ή έξω πλαγίου συνδέσμου ανήκουν στις συνδεσμικές κακώσεις. Επίσης συχνός τραυματισμός θεωρείται ο τραυματισμός των μηνίσκων, οι οστεοχόνδρινοι τραυματισμοί και ο τραυματισμός της επιγονατίδας. Τέλος το τραυματικό αίμαρθρο και ύδραρθρο του γόνατος και οι μυϊκοί τραυματισμοί όπως οι μυϊκές κακώσεις ή μυϊκές θλάσεις. (Fritz and Fritz, 2023)

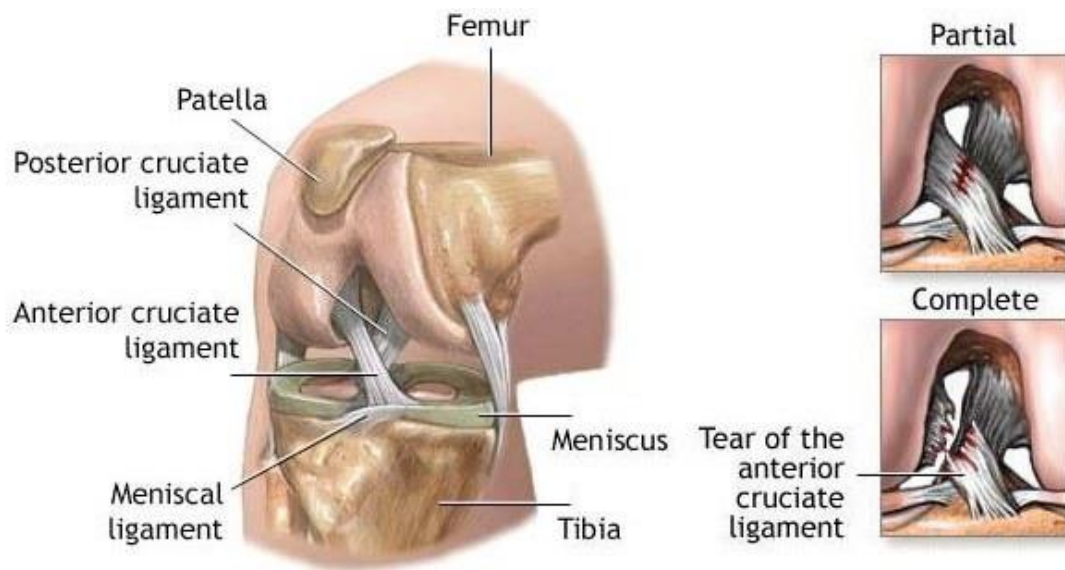
3. Τραυματισμός του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου

Ένας από τους πιο σοβαρούς τραυματισμούς του γόνατος είναι η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος μαζί με το οπίσθιο χιαστό, τους πλάγιους συνδέσμους και τους μύες του μηρού είναι τα κύρια σταθεροποιητικά στοιχεία του γόνατος. Ο πρόσθιος χιαστός συμμετέχει στον έλεγχο των κινήσεων της άρθρωσης, προστατεύει το γόνατο από την υπερέκταση, εμποδίζει την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης σε σχέση με τον μηρό και συμμετέχει στη στροφική σταθερότητα του γόνατος. Η ρήξη του πρόσθιου χιαστού αποτελεί μια από τις συχνότερες αθλητικές κακώσεις, η οποία καθιστά την άρθρωση ασταθή και μπορεί να συμβεί με τους παρακάτω μηχανισμούς:

- Κατά την απότομη αλλαγή κατεύθυνσης του αθλητή
- Όταν ο αθλητής σταματήσει ή επιβραδύνει απότομα
- Κατά την ανώμαλη προσγείωση μετά από ένα άλμα ή πτώση
- Από άμεση πλήξη, συνήθως κατά τη σύγκρουση με κάποιον συναθλητή
- Από αιφνίδια στροφική κάκωση

Παρατηρείται κυρίως σε νέους οι οποίοι αθλούνται και χαρακτηρίζεται όπως είπαμε από αστάθεια της άρθρωσης η οποία οδηγεί σε μειωμένη δραστηριότητα, ανεπαρκή λειτουργία του γόνατος και συνδέεται με αυξημένο τον κίνδυνο εμφάνισης οστεοαρθρίτιδας. Η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου έχει τρεις βαθμίδες ρήξης και κατατάσσεται ως εξής:

- **Ρήξη 1^{ου} βαθμού:** Ένας μικρός αριθμός των ινών του συνδέσμου έχει υποστεί ρήξη με συμπτώματα ελάχιστου πόνου και οιδήματος, ωστόσο επιτρέπει τη φυσιολογική δραστηριότητα και η αποκατάσταση πραγματοποιείται συντηρητικά.
- **Ρήξη 2^{ου} βαθμού:** Ένας σημαντικός αριθμός των ινών του συνδέσμου έχει υποστεί ρήξη με αποτέλεσμα τον περιορισμό της δραστηριότητας. Η αποκατάσταση διαφέρει ανάλογα με την περίπτωση και η χειρουργική επέμβαση είναι η λύση στην περίπτωση που η συντηρητική αντιμετώπιση αποδεικνύεται ανεπαρκής.
- **Ρήξη 3^{ου} βαθμού:** Όλες οι ίνες του συνδέσμου έχουν υποστεί ρήξη με αποτέλεσμα να παρουσιάζει αστάθεια το γόνατο, πόνο, αδυναμία του ελέγχου της κίνησης και μεγάλη μείωση της λειτουργικότητας και της ποιότητας ζωής. Η αντιμετώπιση σε αυτήν την περίπτωση γίνεται χειρουργικά. (Frobell *et al.*, 2010)



Εικόνα 3.1 Τύποι κάκωσης πρόσθιου χιαστού συνδέσμου

3.1 Παράγοντες που συμβάλλουν στον τραυματισμό του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου

- **Το φύλο :** Οι γυναίκες έχουν 4 έως 6 φορές μεγαλύτερες πιθανότητες να υποστούν τραυματισμό του πρόσθιου χιαστού σε σχέση με τους άντρες στα ίδια αθλήματα που μπορεί να περιέχουν στροφικές κινήσεις ή κινήσεις προσγείωσης. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε ανατομικές διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών, καθώς και σε ορμονικούς παράγοντες, αφού η επίδραση των ορμονών όπως τα οιστρογόνα, μπορούν να επηρεάσουν την ελαστικότητα των συνδετικών ιστών και να αυξήσουν τον κίνδυνο τραυματισμού.(Hewett, Ford and Myer, 2006)
- **Ελλιπής φυσική κατάσταση :** Η ελλιπής φυσική κατάσταση, η αδυναμία των μυών γύρω από το γόνατο και οι αδύναμοι οπίσθιοι μηριαίοι σε σχέση με τον τετρακέφαλο οδηγούν σε μη επαρκή στήριξη, που μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο τραυματισμού.(James, Kelly and Beckman, 2014)
- **Γενετικοί παράγοντες :** Το οικογενειακό ιστορικό και η γενετική προδιάθεση είναι ένας από τους παράγοντες που συμβάλλουν στον τραυματισμό του πρόσθιου χιαστού. Έρευνες έχουν δείξει πως εάν υπάρχει οικογενειακό ιστορικό με

τραυματισμό του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου, οι πιθανότητες να υποστεί η μετέπειτα γενιά τον ίδιο τραυματισμό είναι υπερδιπλάσιες καθώς κάποιοι άνθρωποι μπορεί να έχουν δομικές ιδιαιτερότητες που καθιστούν τον πρόσθιο χιαστό πιο ευαίσθητο σε τραυματισμούς σε σχέση με άλλους.(Hasani, Feller and Webster, 2022)

- **Κόπωση :** Η κόπωση μπορεί να αποτελέσει παράγοντα τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Κατά τη διάρκεια της κόπωσης, οι μύες γίνονται λιγότερο ικανοί να παρέχουν αποτελεσματική στήριξη και προστασία στο γόνατο. Οι μύες που έχουν κουραστεί μπορεί να αποτυγχάνουν να παράγουν την κατάλληλη σταθερότητα και έλεγχο κατά τη διάρκεια κινητικών δραστηριοτήτων, επιτρέποντας έτσι την εμφάνιση κινδύνων όπως ο τραυματισμός του πρόσθιου χιαστού.(Miura *et al.*, 2004)

4. Πρόληψη

Η πρόληψη τραυματισμών αναφέρεται στο σύνολο των μέτρων και των πρακτικών που λαμβάνονται προκειμένου να μειωθεί η πιθανότητα εκδήλωσης τραυματισμών σε άτομα ή ομάδες ατόμων. Σκοπός της πρόληψης τραυματισμών είναι να διασφαλιστεί η ασφάλεια των αθλητών, αποφεύγοντας τραυματισμούς που μπορούν να προκαλέσουν βλάβη ή άλλες αρνητικές συνέπειες. Ειδικότερα η συμμετοχή σε αθλητικές δραστηριότητες αποτελεί αποδεδειγμένη αιτία οξέων τραυματισμών. Για τον λόγο αυτόν έχουν σχεδιαστεί διάφορες παρεμβάσεις και προγράμματα για την πρόληψη τραυματισμών που είναι πολύ σημαντικά για ένα άτομο τόσο ψυχολογικά αλλά και οικονομικά αφού ο κάθε τραυματισμός συνδέεται πάντα με θεραπεία και αποκατάσταση. Επίσης τα προγράμματα αυτά συμβάλλουν και έχουν θετικά αποτελέσματα τόσο στην καρδιαγγειακή κυκλοφορία όσο και στην βελτίωση των δεξιοτήτων ενός ατόμου. Η επίτευξη των προγραμμάτων πρόληψης μπορεί να επιτευχθεί με πολλούς τρόπους, ένας εκ των οποίων είναι η καλή προθέρμανση και η νευρομυική ενδυνάμωση.(Soomro *et al.*, 2016)

5. Νευρομυϊκή ενδυνάμωση

Η νευρομυϊκή ενδυνάμωση είναι η διαδικασία βελτίωσης της μυϊκής δύναμης και της λειτουργίας των νεύρων στο ανθρώπινο σώμα. Πιο συγκεκριμένα η νευρομυϊκή ενδυνάμωση βελτιώνει τη φυσική κατάσταση ενός ατόμου και επιδρά βελτιώνοντας τομείς όπως η δύναμη, η πλειομετρική ικανότητα, η συναρμογή, η ταχύτητα, η σταθερότητα και η ισορροπία. Έχει άμεση σχέση με την πρόληψη τραυματισμών και με την γενική βελτίωση της απόδοσης τόσο των αθλητών όσο και του γενικού πληθυσμού (Panagoulis *et al.*, 2020). Η νευρομυϊκή ενδυνάμωση μπορεί να επιτευχθεί από πληθώρα ασκήσεων και αθλημάτων. Από απλές ασκήσεις όπως το τρέξιμο, η κολύμβηση και η ποδηλασία μέχρι ασκήσεις με αντιστάσεις, πλάτες, πλειομετρικές ασκήσεις και διάφορα αθλήματα, ομαδικά και μη, όπως ο στίβος, το τένις, το ποδόσφαιρο, το μπάσκετ, το βόλεϊ, το χάντμπολ οι πολεμικές τέχνες ή η αναρρίχηση.(Emery *et al.*, 2015)

5.1 Νευρομυϊκή ενδυνάμωση και ποδηλασία

Η νευρομυϊκή ενδυνάμωση παίζει σημαντικό ρόλο στην ποδηλασία για πολλούς λόγους. Ανεξαρτήτως του τύπου ποδηλασίας (ορεινή, δρόμος, βουνό, αγωνιστική κλπ.), η νευρομυϊκή ενδυνάμωση μπορεί να βελτιώσει την επίδοση και να προστατεύσει από τραυματισμούς. Ορισμένοι τρόποι με τους οποίους συμβάλλει η νευρομυϊκή ενδυνάμωση στην ποδηλασία περιλαμβάνουν: αύξηση της ισχύος μέσω της ενδυνάμωσης των μυών, ιδίως των μυών των κάτω άκρων. Προστασία από τραυματισμούς αφού οι ισχυροί μύες μπορούν να βοηθήσουν στην πρόληψη τραυματισμών καθώς διασφαλίζουν ότι οι αρθρώσεις λαμβάνουν τη σωστή στήριξη και δεν υπερφορτώνονται. Ενίσχυση της αντοχής, επιτρέποντας την επίτευξη μεγαλύτερων αποστάσεων και τη διατήρηση ενέργειας για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα και βελτίωση της σταθερότητας και της τεχνικής, ειδικά κατά την κατάβαση και την περιπλοκή ποδηλατικών κινήσεων. Επίσης αυξάνει τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO₂max). Τέλος δεν έχουν αναφερθεί αρνητικές επιπτώσεις όσον αφορά τη νευρομυϊκή ενδυνάμωση στην ποδηλασία. Συνεπώς είναι μια ενδεδειγμένη μορφή ενδυνάμωσης.(Rønnestad and Mujika, 2014)

5.2 Νευρομυική ενδυνάμωση και κολύμβηση

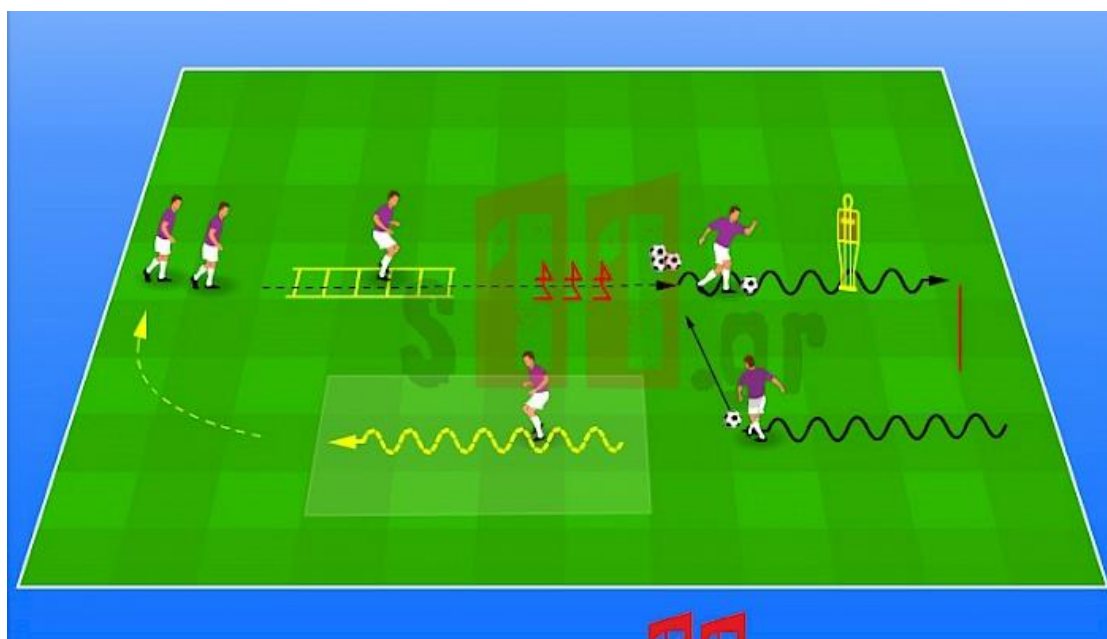
Η σπουδαιότητα της νευρομυικής ενδυνάμωσης και της προπόνησης δύναμης στην απόδοση των κολυμβητών ερευνάται από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Πρωτίστως σχετίζεται με τον Robert Kiphuth ο οποίος ήταν ένας από τους πρώτους προπονητές κολύμβησης κατά την περίοδο 1920-1930 που εφήρμοσε την προπόνηση έξω από το νερό σε μια προσπάθεια να δυναμώσει τους μύες των κολυμβητών προκειμένου να έχουν καλύτερη απόδοση. Η σπουδαιότητα της νευρομυικής ενδυνάμωσης στην κολύμβηση συζητιέται ακόμα και σήμερα και συχνά υποτιμάται από τους μελετητές. Ωστόσο εκτός από την βελτίωση στην απόδοση που μπορεί να προσφέρει, πρέπει να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι μπορεί να λειτουργήσει προληπτικά σε θέματα τραυματισμών καθώς ενισχύει τους μύες γύρω από τις αρθρώσεις ούτως ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της κολύμβησης. Προφανώς, το να παραμένει ο κολυμβητής υγιής είναι ο πρωτεύον στόχος αλλά είναι και θεμελιώδης προϋπόθεση για την πραγματοποίηση του προπονητικού προγράμματος και για την επίτευξη υψηλού επιπέδου απόδοσης. (Wirth *et al.*, 2022)

5.3 Νευρομυική ενδυνάμωση και καλαθοσφαίριση

Η καλαθοσφαίριση είναι ένα από τα πιο δημοφιλή αθλήματα. Αν και δεν θεωρείται ένα αυστηρώς άθλημα επαφής, οι αρθρώσεις των κάτω άκρων υποβάλλονται συνεχώς σε σωματική καταπόνηση από τις τεχνικές κινήσεις και τις έντονες σωματικές αλληλεπιδράσεις κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού. Παρά την ανάπτυξη και την εφαρμογή δραστηριοτήτων πρόληψης τραυματισμών, τα ποσοστά τραυματισμών των αρθρώσεων των κάτω άκρων στους καλαθοσφαιριστές παραμένουν υψηλά στα συστήματα παρακολούθησης αθλητικών τραυματισμών. Μεταξύ άλλων παραγόντων κινδύνου, η έλλειψη νευρομυικού ελέγχου των κάτω άκρων έχει συσχετιστεί με τραυματισμούς στο γόνατο και στην ποδοκνημική. Ο νευρομυικός έλεγχος ορίζεται ως η ικανότητα διατήρησης του κέντρου βάρους του σώματος εντός της βάσης στήριξής του. Μπορεί να κατηγοριοποιηθεί είτε ως στατική είτε ως δυναμική ισορροπία και μπορεί να είναι ο πιο τροποποιήσιμος παράγοντας κινδύνου για την πρόληψη τραυματισμών του γόνατος. Τα προγράμματα προπόνησης νευρομυικής ενδυνάμωσης έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικά για τη μείωση του κινδύνου τραυματισμών των κάτω άκρων σε διάφορα αθλήματα ένα εκ των οποίων και η καλαθοσφαίριση. (Benis, Bonato and La Torre, 2016)

5.4 Νευρομυική ενδυνάμωση και ποδόσφαιρο

Στο άθλημα του ποδοσφαίρου οι παίκτες χρειάζεται να μπορούν να επιταχύνουν, να επιβραδύνουν και να αλλάζουν συχνά κατεύθυνση κατά τη διάρκεια του αγώνα. Σε αυτές τις κινήσεις μεγάλο ρόλο παίζει η ευλυγισία. Η ευλυγισία είναι ένας καθοριστικός παράγοντας απόδοσης στο ποδόσφαιρο και ορίζεται ως η ταχεία κίνηση ολοκλήρου του σώματος με αλλαγή ταχύτητας ή κατεύθυνσης ως απόκριση σε ένα ερέθισμα. Ίσως ο καλύτερος τρόπος για να επιτευχθεί βελτίωση στην ευλυγισία είναι η νευρομυική ενδυνάμωση ή νευρομυική συναρμογή. Η προπόνηση νευρομυικής ενδυνάμωσης στο ποδόσφαιρο θεωρείται θεμελιώδης αφού ενσωματώνει ασκήσεις δυναμικής σταθερότητας, ισορροπίας, δύναμης, πλειομετρικών ασκήσεων και ασκήσεων ευκινησίας, βελτιώνει τους μηχανισμούς κίνησης και ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο τραυματισμών.(Zouhal *et al.*, 2019)



Εικόνα 5.1 Ασκήσεις νευρομυικής συναρμογής στο ποδόσφαιρο

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

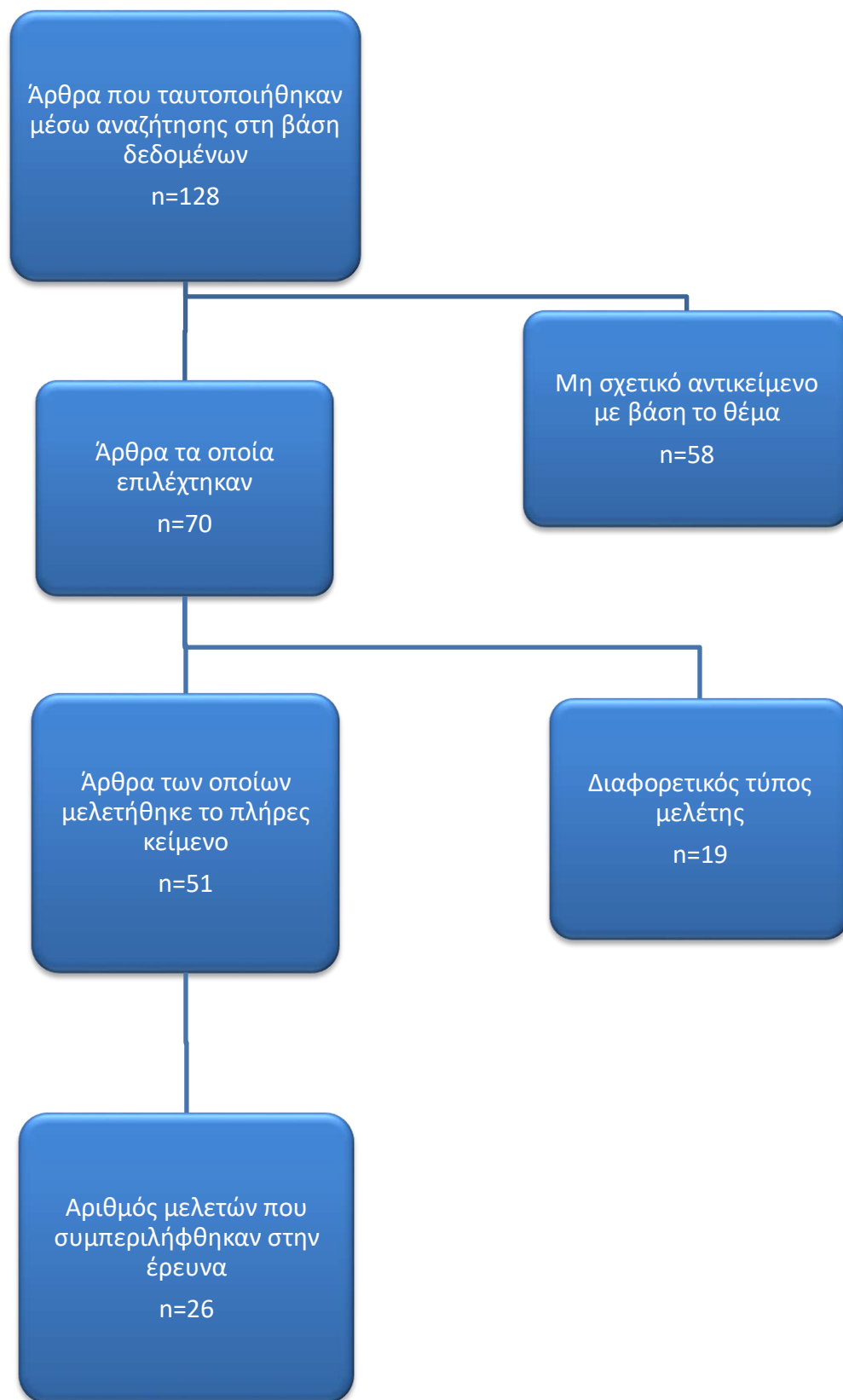
Σκοπός

Ο σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι η διερεύνηση των μεθόδων νευρομυϊκής ενδυνάμωσης, αλλά και κατά πόσο η νευρομυϊκή ενδυνάμωση μπορεί να συμβάλλει ως μέσο για την πρόληψη και την αποφυγή τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.

Μεθοδολογία

Για τον σκοπό της ανασκόπησης της βιβλιογραφίας πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στη βάση δεδομένων του PubMed, χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο αναζήτησης “anterior cruciate ligament injury” AND “prevention” OR “avoidance” AND “neuromuscular strength” OR “strength training” OR “neuromuscular training”. Τα αρχικά άρθρα που ταυτοποιήθηκαν μέσω αναζήτησης της βάσης δεδομένων ήταν 128. Από αυτά, απορριφτήκαν τα 58 καθώς το θέμα τους δεν αφορούσε την ανασκόπηση μας. Επομένως τα υπόλοιπα 70 άρθρα εξετάστηκαν λεπτομερώς, 51 από τα οποία μελετήθηκε πλήρως το κείμενο τους. Όσα δεν μελετήθηκαν εξ’ ολοκλήρου αναφέρονταν σε διαφορετικό τύπο μελέτης είτε δεν είχε σχέση με νευρομυϊκή ενδυνάμωση είτε δεν μελετούνταν ο τραυματισμός του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Εν τέλει, 26 μελέτες επιλέχθηκαν στην παρούσα ανασκόπηση.

Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής βιβλιογραφικής ανασκόπησης

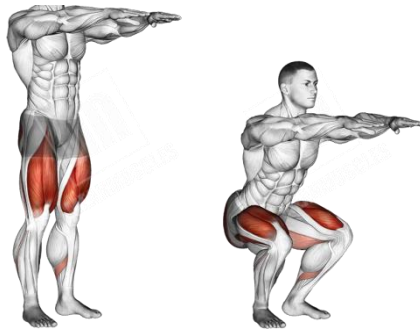


1. Η επίδραση της νευρομυκικής ενδυνάμωσης στην πρόληψη

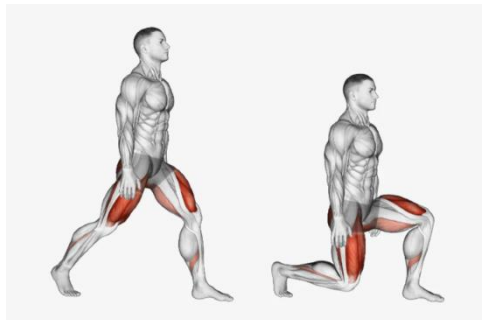
Ένα πρόγραμμα νευρομυκικής προπόνησης έχει ως στόχο την ενδυνάμωση των μυών, τη βελτίωση της ισορροπίας, της σταθερότητας και του νευρομυκικού ελέγχου, με σκοπό την πρόληψη τραυματισμών όπως αυτοί του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Τέτοια προγράμματα συνήθως περιλαμβάνουν μια σειρά από ασκήσεις που στοχεύουν σε διάφορες μυϊκές ομάδες και συνδυάζουν δυναμικές, ισομετρικές και λειτουργικές ασκήσεις. Τα προγράμματα νευρομυκικής και ιδιοδεκτικής προπόνησης θα πρέπει να χρησιμοποιούνται συνδυαστικά με τις υπάρχουσες τεχνικές πρόληψης τραυματισμών, ούτως ώστε να μπορούν να επιτευχθούν τα βέλτιστα αποτελέσματα. (Dargo, Robinson and Games, 2017) Ενδεικτικά, κάποιες ασκήσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα πρόγραμμα νευρομυκικής προπόνησης είναι:

(1) Ασκήσεις ενδυνάμωσης:

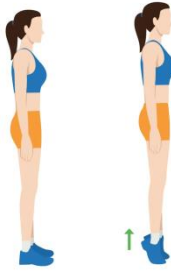
- **Καθίσματα (Squats):** Ενδυναμώνουν τους τετρακεφάλους, τους γλουτιαίους και τους μηριαίους δικεφάλους, ενώ παράλληλα βελτιώνουν τη σταθερότητα του γόνατος.



- **Προβολές (Lunges):** Στοχεύουν στους ίδιους μυς με τα καθίσματα, ενώ παράλληλα βοηθούν στην ισορροπία και τη σταθερότητα.



- **Ανοψώσεις γάμπας (Calf raises):** Ενισχύουν τους μυς της γάμπας, συμβάλλοντας στη σταθεροποίηση της ποδοκνημικής και του γόνατος.



(2) Ασκήσεις ισορροπίας:

- **Στάση σε ένα πόδι (Single-leg stance):** Εκτελείται πάνω σε σταθερή ή ασταθή επιφάνεια, όπως ένας δίσκος ισορροπίας, για βελτίωση της ισορροπίας και του νευρομυϊκού ελέγχου.



- **Κάθισμα με ένα πόδι (Single-leg squat):** Αυξάνει την ισορροπία και τη δύναμη, ειδικά στους σταθεροποιητές μύες του γόνατος.

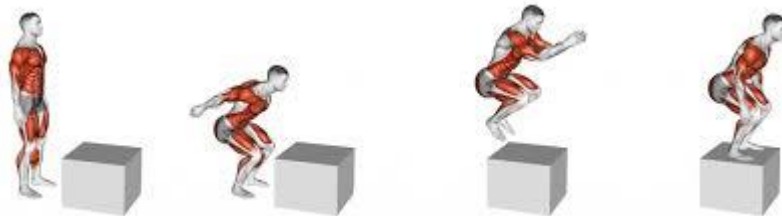


(3) Πλειομετρικές ασκήσεις:

- **Αλματάκια με αλλαγή κατεύθυνσης (Lateral jumps):** Ενισχύουν το συντονισμό, την ταχύτητα και την εκρηκτική δύναμη.



- **Αλματάκια σε κουτί (Box jumps):** Βοηθούν στη βελτίωση της εκρηκτικότητας και τη σταθερότητα των γονάτων κατά την προσγείωση.



(4) Ασκήσεις ευλυγισίας:

- **Διατάσεις οπίσθιων μηριαίων (Hamstring stretches):** Βοηθούν στη διατήρηση της ευλυγισίας των μυών που στηρίζουν το γόνατο.



- **Διατάσεις τετρακεφάλου (Quadriceps stretches):** Συμβάλλουν στη διατήρηση της ισορροπίας των μυϊκών ομάδων γύρω από το γόνατο.



Ένα τέτοιο πρόγραμμα είναι και το FIFA 11+. Το FIFA 11+ είναι μια πρωτοβουλία της Παγκόσμιας Ομοσπονδίας Ποδοσφαίρου (FIFA), που στοχεύει στην προώθηση της υγείας και της ευημερίας μέσω του ποδοσφαίρου. Στο πλαίσιο αυτού του προγράμματος, έχουν αναπτυχθεί έντεκα κατευθυντήριες γραμμές, οι οποίες περιλαμβάνουν φυσικές δραστηριότητες, διατροφικές συμβουλές, καθώς και οδηγίες για την πρόληψη τραυματισμών και την ενίσχυση της ψυχικής υγείας. Το «11» στον τίτλο αναφέρεται στις έντεκα συμβουλές που δίνει το πρόγραμμα για ένα υγιή τρόπο ζωής. Οι 11 κατευθυντήριες γραμμές του προγράμματος είναι:

1. **Αύξηση της φυσικής δραστηριότητας:** Ενθάρρυνση για τακτική άσκηση και σωματική δραστηριότητα.
2. **Υγιεινή διατροφή:** Προώθηση μιας ισορροπημένης και υγιεινής διατροφής.
3. **Πρόληψη τραυματισμών:** Οδηγίες για την πρόληψη τραυματισμών κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού.
4. **Καλή ενυδάτωση:** Συμβουλές για την κατανάλωση επαρκούς ποσότητας νερού.
5. **Αποφυγή επικίνδυνων ουσιών:** Ενημέρωση για τους κινδύνους των ουσιών όπως το αλκοόλ και τα ναρκωτικά.
6. **Εμβολιασμοί:** Προώθηση των εμβολιασμών για την πρόληψη ασθενειών.
7. **Στοματική υγιεινή:** Συμβουλές για την διατήρηση καλής στοματικής υγιεινής.
8. **Αντιμετώπιση του άγχους και της κατάθλιψης:** Παροχή σύμβουλων για την αντιμετώπιση ψυχικών προβλημάτων.
9. **Πρόληψη της ελονοσίας:** Ειδικά για περιοχές όπου η ελονοσία είναι ενδημική, συμβουλές για την πρόληψη της ασθένειας.
10. **Σωστή ανάπαυση και ύπνος:** Ενημέρωση για την σημασία του καλού ύπνου και της ανάπαυσης.
11. **Υγιεινές συνήθειες και καλή υγιεινή:** Συμβουλές για την καλή προσωπική υγιεινή και την αποφυγή μεταδοτικών ασθενειών.

Το πρόγραμμα χρησιμοποιεί το ποδόσφαιρο το οποίο είναι το πιο διαδεδομένο άθλημα ως πλατφόρμα για να προσελκύσει τους νέους και να τους εκπαιδεύσει για τα παραπάνω θέματα, συνδυάζοντας την αγάπη τους για το άθλημα με τη μάθηση υγιεινών πρακτικών.(Bizzini and Dvorak, 2015)

Όσον αφορά στο πρόγραμμα FIFA 11+ και στην πρόληψη τραυματισμών η FIFA παρατήρησε πως η έντονη φυσική δραστηριότητα που απαιτείται στο ποδόσφαιρο συχνά συνοδεύεται από αυξημένο κίνδυνο τραυματισμών. Οι τραυματισμοί, ιδιαίτερα εκείνοι που αφορούν τον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο, μπορεί να έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία των αθλητών και στην αθλητική τους σταδιοδρομία. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα η FIFA, σε συνεργασία με κορυφαίους ειδικούς στον τομέα της αθλητικής ιατρικής και της φυσιοθεραπείας, ανέπτυξε το πρόγραμμα FIFA 11+. Το FIFA 11+ είναι ένα ολιστικό πρόγραμμα προπόνησης που στοχεύει στη μείωση του κινδύνου τραυματισμών μέσω της ενίσχυσης της μυϊκής δύναμης, της βελτίωσης της ισορροπίας και του νευρομυϊκού ελέγχου των αθλητών. Πιο αναλυτικά, το πρόγραμμα αποτελείται από 3 μέρη:

(1) Προθέρμανση :

- Απλές ασκήσεις τρεξίματος που προετοιμάζουν τους παίκτες για τις επόμενες ασκήσεις.
- Περιλαμβάνει βασικά μοτίβα τρεξίματος που βελτιώνουν τη γενική κινητικότητα και την ευλυγισία.

(2) Ενδυνάμωση, Άλματα, Ισορροπία :

- Περιλαμβάνει ασκήσεις που ενισχύουν τον κορμό, τα κάτω άκρα και τους μύες που είναι βασικοί για την σταθερότητα και την αποφυγή τραυματισμών.
- Άλματα και ασκήσεις ισορροπίας που βελτιώνουν τη νευρομυϊκή λειτουργία και την αντίληψη της κίνησης.

(3) Αποθεραπεία :

- Ασκήσεις αποθεραπείας που βοηθούν στην επαναφορά της καρδιαγγειακής λειτουργίας σε ηρεμία και προετοιμάζουν το σώμα για την αποκατάσταση μετά την προπόνηση ή τον αγώνα.

Συγκεκριμένες ασκήσεις που χρησιμοποιούνται είναι οι παρακάτω :

- **Προθέρμανση**

- Τρέξιμο σε γραμμή.



- Ανύψωση γονάτων.
- Άλματα στο πλάι.

- **Ενδυνάμωση**

- Κάμψεις.



- Καθίσματα με ένα πόδι.
- Πλάγια άλματα.

- **Αποθεραπεία**
 - Ελαφρύ τρέξιμο.
 - Διάταση μυών.



Η προτεινόμενη συχνότητα του προγράμματος είναι τουλάχιστον 2-3 φορές την εβδομάδα, με την κάθε συνεδρία να έχει διάρκεια 20-25 λεπτά, για να θεωρείται το πρόγραμμα αποτελεσματικό. Τα οφέλη στα οποία αποσκοπεί το πρόγραμμα είναι η μείωση των τραυματισμών, η βελτίωση της απόδοσης των αθλητών καθώς και η ευκολία στη εφαρμογή του.(Sadigursky *et al.*, 2017)

2. Αποτελέσματα της νευρομυικής ενδυνάμωσης στην πρόληψη

Παρακάτω παρουσιάζονται τα ευρήματα μελετών οι οποίες διερεύνησαν την επίδραση της νευρομυικής ενδυνάμωσης στην πρόληψη τραυματισμών και πιο ειδικά στην πρόληψη τραυματισμού του γόνατος και του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.

Στη μελέτη του, ο Hewett και οι συνεργάτες του θέλησαν να αξιολογήσουν την επίδραση της νευρομυικής προπόνησης στη συχνότητα τραυματισμών στο γόνατο σε γυναίκες αθλήτριες μέσα σε μια σεζόν. Το δείγμα αποτελούνταν από 1263 αθλήτριες 43 ομάδων ποδοσφαίρου, μπάσκετ και βόλεϊ, οι οποίες χωρίστηκαν σε 3 γκρουπ. Το πρώτο γκρουπ αποτελούνταν από 366 αθλήτριες οι οποίες πριν την προπόνηση ακολουθούσαν ένα ειδικό πρόγραμμα νευρομυικής προπόνησης που περιελάμβανε ασκήσεις ευλυγισίας, πλειομετρικές ασκήσεις και ασκήσεις με βάρη για την αύξηση της μυϊκής δύναμης και την μείωση των δυνάμεων προσγείωσης στο έδαφος. Το δεύτερο γκρουπ αποτελούνταν από 463 αθλήτριες που δεν συμμετείχαν στο παραπάνω πρόγραμμα πριν την προπόνηση και το τρίτο αποτελούνταν από 434 αγόρια τα οποία δεν προπονούσαν καθόλου. Από τα 1263 άτομα μέσα στη σεζόν υπήρξαν 14 σοβαροί τραυματισμοί στο γόνατο 8 εκ των οποίων ήταν ρήξη πρόσθιου χιαστού τα οποία ως επί το πλείστον ήταν στα άτομα που δεν εκτελούσαν το πρόγραμμα νευρομυικής ενδυνάμωσης. Το πρόγραμμα νευρομυικής ενδυνάμωσης στην συγκεκριμένη έρευνα μείωσε τη συνολική συχνότητα σοβαρών τραυματισμών στο γόνατο στις αθλήτριες που το

ακολουθούσαν και αυτό κατά πάσα πιθανότητα οφείλεται στην αύξηση της δυναμικής σταθερότητας της άρθρωσης του γόνατος μετά την νευρομυική προπόνηση.(Hewett *et al.*, 1999)

Σε άλλη έρευνα, ο Mandelbaum και οι συνεργάτες του θέλησαν εκτεταμένα να εξετάσουν κατά πόσο η νευρομυική προπόνηση βοήθα στην αποφυγή τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Η συγκεκριμένη έρευνα έγινε σε βάθος 2 ετών με το δείγμα να ανέρχεται την πρώτη χρονιά σε 2946 αθλήτριες ποδοσφαίρου ηλικίας 14-18 ετών από 147 διαφορετικές ποδοσφαιρικές ομάδες. Οι αθλήτριες χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ, το πρώτο αποτελούνταν από 1041 αθλήτριες οι οποίες θα ακολουθούσαν ένα πρόγραμμα παρέμβασης το οποίο θα αντικαθιστούσε το παραδοσιακό πρόγραμμα προθέρμανσης και το οποίο περιελάμβανε προθέρμανση με διατακτικές ασκήσεις, ασκήσεις νευρομυικής ενδυνάμωσης, ασκήσεις ευλυγισίας και πλειομετρικές ασκήσεις και το δεύτερο γκρουπ θα ακολουθούσε την παραδοσιακή μέθοδο προπόνησης του. Τη δεύτερη χρονιά επανέλαβε την έρευνα με διαφορετικό δείγμα, αφού το πρώτο γκρουπ με το πρόγραμμα παρέμβασης έφτασε τις 844 αθλήτριες ποδοσφαίρου και το δεύτερο γκρουπ τις 1913. Τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά αφού την πρώτη χρονιά υπήρξε μείωση 88% σε τραυματισμούς του πρόσθιου χιαστού στο γκρουπ που ακολούθησε το πρόγραμμα παρέμβασης καθώς παρουσιάστηκαν 2 ρήξεις πρόσθιου χιαστού σε σχέση με το γκρουπ ελέγχου που παρουσιάστηκαν 32 ρήξεις πρόσθιου χιαστού και η προκύπτουσα αναλογία ποσοστού ήταν ισοδύναμη με 0,11, η οποία ήταν στατιστικά σημαντική $P=.0003$ ενώ τη δεύτερη χρονιά υπήρξε αντίστοιχα μείωση της τάξεως του 74% στο γκρουπ παρέμβασης καθώς παρουσιάστηκαν 4 ρήξεις πρόσθιου χιαστού σε σχέση με το γκρουπ ελέγχου που δεν ακολούθησε το πρόγραμμα παρέμβασης στο οποίο παρουσιάστηκαν 35 ρήξεις πρόσθιου χιαστού και η προκύπτουσα αναλογία ποσοστού ήταν ισοδύναμη με 0,28 και στατιστικά σημαντική με $P=.02$. Εν τέλει κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η χρήση ενός προγράμματος νευρομυικής προπόνησης μπορεί να έχει άμεσο όφελος στη μείωση του αριθμού των τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου σε παίκτριες ποδοσφαίρου.(Mandelbaum *et al.*, 2005)

Πίνακας 1. Αποτελέσματα

	Αθλήτριες	Ρήξεις ΠΧΣ	Ποσοστό ανά αθλήτρια α	Σχετική επικινδυνότητα	P
1 ^{ος} Χρόνος					
Γκρουπ	1041	2	1,9	0.114	.0001

παρέμβασης					
Γκρουπ ελέγχου	1905	32	16,8		
Σύνολο	2943	34			
2 ^{ος} Χρόνος					
Γκρουπ παρέμβασης	844	4	4,74	0.259	.0045
Γκρουπ ελέγχου	1913	35	18,3		
Σύνολο	2757	39			
Συνολικά και οι 2 χρονιές					
Γκρουπ παρέμβασης	1885	6	3,18	0.1814	<.001
Γκρουπ ελέγχου	3818	67	17,6		
Σύνολο	5703	73			
Συνολική μείωση στις ρήξεις ΠΧΣ για τον 1 ^ο χρόνο	$(16,8 - 1,9) / 16,8 \times 100 = 88\%$				
Συνολική μείωση στις ρήξεις ΠΧΣ για τον 2 ^ο χρόνο	$(18,3 - 4,74) / 18,3 \times 100 = 74\%$				

* α Το ποσοστό με βάση τους τραυματισμούς ανά 1000 αθλήτριες

Σε μια πιο πρόσφατη έρευνα, ο Zebis και οι συνεργάτες του θέλησαν να εξετάσουν την επίδραση της προπόνησης πρόληψης στους νευρομυικούς παράγοντες κινδύνου για

τραυματισμό πρόσθιου χιαστού σε έφηβες αθλήτριες ποδοσφαίρου και χάντμπολ. Στη συγκεκριμένη έρευνα έλαβαν μέρος 40 έφηβες αθλήτριες οι οποίες χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ των 20 ατόμων. Το πρώτο γκρουπ ακολούθησε ένα πρόγραμμα πρόληψης σαν προθέρμανση πριν την καθιερωμένη προπόνηση, 3 φορές την εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Το πρόγραμμα περιείχε ασκήσεις σε δίσκο ισορροπίας αλλά και σε στρώματα ισορροπίας και ασκήσεις με μπάλες ποδοσφαίρου και χάντμπολ. Το πρόγραμμα περιελάμβανε επίπεδα προοδευτικά αυξανόμενης δυσκολίας. Η κύρια εστίαση των ασκήσεων ήταν η βελτίωση της επίγνωσης του σώματος και του κινητικού ελέγχου στα ισχία, τα γόνατα και στην ποδοκνημική κατά την ορθοστασία, το τρέξιμο, τις πλάγιες μετατοπίσεις, τα άλματα και τις προσγειώσεις. Το δεύτερο γκρουπ ακολούθησε το συνηθισμένο του πρόγραμμα με την καθιερωμένη προθέρμανση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πρόγραμμα νευρομυϊκής προπόνησης άλλαξε το μοτίβο της προενεργοποίησης των μυών αγωνιστή-ανταγωνιστή κατά τη διάρκεια της προπόνησης. Αυτό συνεπάγεται σε μια πιο προστατευτική κινητική στρατηγική για τον πρόσθιο χιαστό.(Zebis *et al.*, 2016)

Ο Myklebust και οι συνεργάτες του θέλησαν από τη μεριά τους να εξετάσουν κατά πόσο είναι εφικτή η πρόληψη τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού σε αθλήτριες χάντμπολ. Η έρευνα διήρκησε 3 χρόνια για 3 σεζόν και περιελάμβανε όλες τις γυναικείες ομάδες χάντμπολ της Νορβηγίας που συμμετέχουν στις 3 πρώτες μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη χρονιά λειτούργησε σαν σεζόν ελέγχου όπου απλά καταγράφηκαν τα περιστατικά τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού. Έπειτα τη δεύτερη σεζόν παρουσιάστηκε ένα πρόγραμμα πρόληψης που περιείχε ασκήσεις νευρομυϊκού συντονισμού και νευρομυϊκής ενδυνάμωσης. Το πρόγραμμα αποτελούνταν από 3 διαφορετικά σετ ασκήσεων όπου το κάθε σετ περιείχε 5 βήματα προοδευτικής δυσκολίας από εύκολες ασκήσεις σε πιο δύσκολες. Οι ασκήσεις που ακολουθήθηκαν ήταν ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας πάνω σε δίσκο ισορροπίας αλλά και σε στρώματα ισορροπίας, ασκήσεις αλλαγής κατεύθυνσης και ασκήσεις για την βελτίωση των αλμάτων και των προσγειώσεων. Οι ομάδες έπρεπε να ακολουθήσουν το πρόγραμμα 3 φορές την εβδομάδα για μια περίοδο 5 έως 7 εβδομάδων και έπειτα από αυτό το διάστημα έπρεπε να συνεχίσουν το πρόγραμμα μια φορά την εβδομάδα μέχρι το τέλος της σεζόν. Την τρίτη και τελευταία σεζόν υπήρξαν βελτιώσεις στο πρόγραμμα πρόληψης τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά καθώς όλες οι ομάδες που συμμετείχαν στο πρόγραμμα βρισκόντουσαν πλέον υπό την επίβλεψη και φυσικοθεραπευτών. Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν εντυπωσιακά καθώς την πρώτη σεζόν (σεζόν ελέγχου) παρουσιάστηκαν 29 ρήξεις πρόσθιου χιαστού σε όλες τις ομάδες, την δεύτερη σεζόν (σεζόν παρέμβασης) παρουσιάστηκαν 23 ρήξεις πρόσθιου χιαστού και την τελευταία σεζόν (σεζόν παρέμβασης) παρουσιάστηκαν 17 ρήξεις πρόσθιου χιαστού. Συμπερασματικά, η έρευνα μας έδειξε ότι είναι εφικτή η πρόληψη τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού με συγκεκριμένη νευρομυϊκή προπόνηση.(Myklebust *et al.*, 2003)

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Αποτελέσματα

Σεζόν	<u>Αγώνας</u>						<u>Προπόνηση</u>					
	<u>Έκθεση αγώνα (h)</u>		<u>Τραυματισμοί ΠΧΣ</u>		<u>Περιστατικά</u>		<u>Έκθεση προπόνησης (h)</u>		<u>Τραυματισμοί ΠΧΣ</u>			
	<u>Περιστατικά</u>											
	Όλες οι κατηγορίες	Α κατηγορία	Όλες οι κατηγορίες	Α κατηγορία	Όλες οι κατηγορίες	Α κατηγορία	Όλες οι κατηγορίες	Α κατηγορία	Όλες οι κατηγορίες	Α κατηγορία	Όλες οι κατηγορίες	Α κατηγορία
1998–1999	15,547	3,941	23	11	1.48	2.79	193,389	64,491	6	2	0.03	0.03
1999–2000	14,854	3,822	17	4	1.14	1.05	157,838	48,830	6	2	0.04	0.04
2000–2001	12,865	3,822	14	5	1.09	1.31	173,940	67,499	3	0	0.02	0.00

Συνολική έκθεση, αριθμός τραυματισμών πρόσθιου χιαστού (ΠΧΣ), και αριθμός τραυματισμών κατά τη διάρκεια των αγώνων (συμπεριλαμβανομένων φιλικών και επίσημων παιχνιδιών για όλες τις κατηγορίες και για την Α κατηγορία για τη σεζόν ελέγχου (1998–1999), σεζόν παρέμβασης Ι (1999–2000), και σεζόν παρέμβασης ΙΙ (2000–2001) έκθεση αγώνα υπολογίζεται ως ο αριθμός των αγώνων πολλαπλασιασμένος με τη διάρκεια του αγώνα, πολλαπλασιασμένος με τον αριθμό 7 που είναι οι παίκτες που συμμετέχουν σε κάθε ομάδα. Τα περιστατικά αναφέρονται ως ο αριθμός των τραυματισμών ανά 1,000 ώρες παιχνιδιού.

Ο Pasanen και οι συνεργάτες του θέλησαν να εξετάσουν κατά πόσο μια προθέρμανση νευρομυκικής ενδυνάμωσης επιδρά στη βελτίωση της μυϊκής ενδυνάμωσης, της ισορροπίας, της ταχύτητας και της ευλυγισίας. Ωστόσο στη διάρκεια της έρευνας παρατηρήθηκε πως το πρόγραμμα νευρομυκικής ενδυνάμωσης που ακολουθήθηκε έχει πολλές προοπτικές όσον αφορά την πρόληψη τραυματισμών τόσο του γόνατος και του πρόσθιου χιαστού όσο και της ποδοκνημικής. Πιο αναλυτικά το πρόγραμμα είχε διάρκεια 6 μηνών και απευθυνόταν σε αθλήτριες ποδοσφαίρου που παίζουν στις 27 μεγαλύτερες ομάδες της Φινλανδίας. Οι 222 αθλήτριες που συμμετείχαν χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ. Το πρώτο γκρουπ το οποίο ήταν το γκρουπ παρέμβασης αποτελούνταν από 119 αθλήτριες ενώ το δεύτερο γκρουπ το οποίο ήταν το γκρουπ ελέγχου αποτελούνταν από 103 αθλήτριες. Στο γκρουπ παρέμβασης ακολουθήθηκε πρόγραμμα προθέρμανσης το οποίο περιείχε συγκεκριμένες τεχνικές τρεξίματος, ασκήσεις ισορροπίας και ασκήσεις ελέγχου του σώματος, ασκήσεις αλμάτων και ασκήσεις ενδυνάμωσης των κάτω άκρων και του κορμού. Η νευρομυκική προπόνηση πραγματοποιούνταν σαν προθέρμανση ακριβώς πριν από τις καθιερωμένες ασκήσεις του ποδοσφαίρου και είχε χαμηλή προς μέτρια ένταση για κάθε τύπο άσκησης. Η κάθε προθέρμανση διαρκούσε 20-30 λεπτά, περίπου 5-7 λεπτά η κάθε άσκηση. Από τις ομάδες ζητήθηκε να χρησιμοποιήσουν το πρόγραμμα 1-3 φορές την εβδομάδα, για το διάστημα που θα διαρκούσε η έρευνα. Οι ομάδες που περιλαμβάνονταν στο γκρουπ ελέγχου κλήθηκαν να κάνουν τη συνήθη προπόνηση τους καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης. Στα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας παρατηρήθηκε πως οι ομάδες που ακολούθησαν το πρόγραμμα νευρομυκικής ενδυνάμωσης παρουσίασαν βελτίωση στα πλάγια άλματα, στην ταχύτητα καθώς και στη στατική ισορροπία. Όσον αφορά την πρόληψη από τη συγκεκριμένη έρευνα

προέκυψε πως ένα τακτικό και καλά δομημένο πρόγραμμα νευρομυικής ενδυνάμωσης αποδείχτηκε πως είναι αποτελεσματικό στη μείωση κινδύνου τραυματισμού των συνδέσμων της ποδοκνημικής και του γόνατος όπως είναι ο πρόσθιος χιαστός και γι' αυτό συνιστάται και χρησιμοποιείται ευρέως σε αθλήματα όπως αυτό του ποδοσφαίρου.(Pasanen *et al.*, 2009)

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2022 εξετάστηκε κατά πόσο οι ερασιτεχνικές ομάδες ποδοσφαίρου συμπεριλαμβάνουν τα απαραίτητα στοιχεία της νευρομυικής προπόνησης και ενδυνάμωσης για την αποφυγή και την πρόληψη τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου και των διαστρεμμάτων της ποδοκνημικής. Στη συγκεκριμένη έρευνα συμμετείχαν 2013 αθλητές και αθλήτριες ποδοσφαίρου κατά τη διάρκεια της θερινής προετοιμασίας των ομάδων και 1253 αθλητές καθ' όλη τη διάρκεια της σεζόν. Από το σύνολο των αθλητών, το 34% στην προετοιμασία και το 21% κατά τη διάρκεια της σεζόν χρησιμοποίησαν νευρομυική προπόνηση, αλλά από αυτά τα ποσοστά μόνο το 8% στην προετοιμασία και το 5% κατά τη διάρκεια της σεζόν χρησιμοποίησαν επαρκή νευρομυική προπόνηση και ενδυνάμωση που περιείχε συγκεκριμένες ασκήσεις όπως πλειομετρικές ασκήσεις και ασκήσεις ισορροπίας τουλάχιστον δυο φορές την εβδομάδα. Το συμπέρασμα της έρευνας μας έδειξε ότι τα χαμηλά ποσοστά της χρήσης νευρομυικής προπόνησης σε ερασιτεχνικές ομάδες οφείλονται σε έλλειψη εμπιστοσύνης στην αποτελεσματικότητα της νευρομυικής προπόνησης, σε έλλειψη γνώσης από τους προπονητές και στην πεποίθηση ότι οι διατακτικές ασκήσεις είναι επαρκείς για την προθέρμανση. Ωστόσο έρευνες μας έχουν δείξει ότι το πρόγραμμα προπόνησης στις ερασιτεχνικές ομάδες θα πρέπει να περιλαμβάνει προπόνηση νευρομυικής ενδυνάμωσης τουλάχιστον δυο φορές την εβδομάδα καθ' όλη τη διάρκεια της σεζόν με στόχο την βελτίωση της απόδοσης των αθλητών αλλά και την αποφυγή τραυματισμών.(Rommers *et al.*, 2022)

Η προπόνηση για τη βελτίωση της ισορροπίας έχει γίνει μια κοινή συνιστώσα των προγραμμάτων που έχουν σχεδιαστεί για την πρόληψη τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού. Ωστόσο, υπάρχουν περιορισμένες διαθέσιμες πληροφορίες που ποσοτικοποιούν τη βελτίωση της σταθερότητας της στάσης του σώματος μετά από νευρομυική προπόνηση που αποσκοπεί στην πρόληψη τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού σε υγιή πληθυσμό. Ο Paterno και οι συνεργάτες του θέλησαν να εξετάσουν πως ένα πρόγραμμα νευρομυικής προπόνησης το οποίο έχει σχεδιαστεί για τη μείωση τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού μπορεί να βελτιώσει τη στατική ισορροπία ενός μόνο άκρου σε νεαρές αθλήτριες. Στη συγκεκριμένη έρευνα υπέθεσαν πως η νευρομυική προπόνηση θα είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της σταθερότητας, με τη μεγαλύτερη βελτίωση να λαμβάνει χώρα στη μεσοπλευρία κατεύθυνση. Στη συγκεκριμένη έρευνα έλαβαν μέρος 41 νεαρές αθλήτριες. Το πρόγραμμα νευρομυικής προπόνησης αποτελούνταν από 3 συνεδρίες την εβδομάδα διάρκειας 90 λεπτών η καθεμία, για διάστημα 6 εβδομάδων. Πιο αναλυτικά το πρόγραμμα αποτελούνταν από μια σειρά

πλειομετρικών ασκήσεων, ασκήσεων με αντιστάσεις και ασκήσεων για τη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας. Με βάση τα αποτελέσματα υπήρξε σημαντική βελτίωση στην σταθερότητα του ενός άκρου ($P=.001$) και στην σταθερότητα του πρόσθιου και του οπίσθιου μέρους του σώματος ($P=.004$) αλλά δεν υπήρξε διαφορά στη μεσοπλευρική σταθερότητα ($P=.650$). Επιπλέον, οι αθλήτριες επέδειξαν σημαντικά καλύτερη σταθερότητα στάσης στη δεξιά πλευρά σε σχέση με την αριστερή ($P=.026$). Σαν συμπέρασμα αναφέρεται πως ένα πρόγραμμα προπόνησης για τη βελτίωση της νευρομυϊκής ενδυνάμωσης που έχει σχεδιαστεί για να μειώσει τη συχνότητα εμφάνισης τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού βελτίωσε την προσθοπίσθια σταθερότητα της στάσης του σώματος αλλά και τη σταθερότητα της στάσης σε ένα άκρο στις αθλήτριες.(Paterno *et al.*, 2004)

Μέχρι σήμερα έχουν σχεδιαστεί διάφορα προγράμματα προπόνησης πρόληψης τραυματισμών σε μια προσπάθεια να μειωθεί ο αριθμός των ανέπαφων τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Οι μελέτες που διερευνούν τα αποτελέσματα αυτών των προγραμμάτων για τη μείωση τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού ήταν ελπιδοφόρες, δεδομένου ότι αρκετοί συγγραφείς ανέφεραν τη μειωμένη συχνότητα τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού μετά την προπόνηση. Σε έρευνα της Pollard και των συνεργατών της εξετάστηκε η επιρροή ενός προγράμματος πρόληψης τραυματισμών των κάτω άκρων και πιο συγκεκριμένα του ισχίου και του γόνατος κατά τη φάση της προσγείωσης μέσα στη διάρκεια της σεζόν σε αθλήτριες ποδοσφαίρου. Στην έρευνα συμμετείχαν 18 αθλήτριες. Η διαδικασία που ακολούθησαν για πιο ασφαλή συμπεράσματα ήταν η μέτρηση των αθλητριών πριν την έναρξη της σεζόν και μετά το πέρας της σεζόν σε συγκεκριμένα τεστ και ασκήσεις, κυρίως αλμάτων και προσγείωσης. Κατά τη διάρκεια της σεζόν οι αθλήτριες συμμετείχαν κανονικά στους αγώνες τους και στην τακτική τους προπόνηση σε συνδυασμό με την προπόνηση πρόληψης τραυματισμών η οποία ήταν κυρίως προπόνηση νευρομυϊκής ενδυνάμωσης. Το πρόγραμμα πρόληψης περιείχε προθέρμανση, διατακτικές ασκήσεις για τα κάτω άκρα και στο κύριο μέρος ασκήσεις νευρομυϊκής ενδυνάμωσης όπως πλειομετρικές ασκήσεις (επιτόπια άλματα με κεφαλές, πλευρικές μεταπηδήσεις πάνω από κώνους, αναπηδήσεις μπρος και πίσω σε κώνο κ.α.), ασκήσεις ευλυγισίας (τρέξιμο με αλλαγή κατεύθυνσης, τρέξιμο με μεγάλο διασκελισμό κ.α.) και ασκήσεις ενδυνάμωσης (ραχιαίοι, στήριξη στα δάχτυλα του ενός ποδιού κ.α.). Τα αποτελέσματα μετά το πέρας της σεζόν μας έδειξαν ότι οι αθλήτριες είχαν σημαντικά μικρότερη εσω στροφή του ισχίου ($P=0.01$) και σημαντικά μεγαλύτερη απαγωγή του ισχίου ($P=0.02$), ωστόσο δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στις γωνίες βλαισότητας ($P=0.15$) ή κάμψης του γόνατος ($P=0.34$). Εν κατακλείδι οι αθλήτριες παρουσίασαν σημαντικές αλλαγές στην κίνηση του ισχίου κατά τη διάρκεια της προσγείωσης μετά από μια σεζόν που περιείχε προπόνηση πρόληψης τραυματισμών. Τα αποτελέσματα μας υποστηρίζουν την υπόθεση ότι μια σεζόν ποδοσφαιρικής προπόνησης σε συνδυασμό με

προπόνηση πρόληψης τραυματισμών είναι αποτελεσματική στην αλλαγή των κινήσεων των κάτω άκρων που μπορεί να παίζουν ρόλο στην προδιάθεση των γυναικών για τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.(Pollard *et al.*, 2006)

Ο συχνότερος και σοβαρότερος τύπος τραυματισμού μεταξύ των ποδοσφαιριστών είναι στα κάτω άκρα και ιδίως στα γόνατα. Η συχνότητα τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου είναι υψηλότερη σε νεαρούς αθλητές. Επιπλέον οι γυναίκες παίκτριες ποδοσφαίρου έχουν κίνδυνο τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού αρκετές φορές υψηλότερο από αυτόν των ανδρών. Μια παρατήρηση, που εξηγείται εν μέρει από ένα συνδυασμό ανατομικών, ορμονικών, εμβιομηχανικών και νευρομυικών διαφορών μεταξύ των δυο φύλων. Σε έρευνα του ο Kiani και οι συνεργάτες του θέλησαν να εξετάσουν κατά πόσο είναι εφικτή η πρόληψη σε τραυματισμούς του γόνατος που σχετίζονται με το ποδόσφαιρο σε νεαρές αθλήτριες. Οι 1506 αθλήτριες χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ. Το γκρουπ ελέγχου που κλήθηκε να συνεχίσει το πρόγραμμα προπόνησης και την προθέρμανση του χωρίς περιορισμούς αποτελούνταν από 777 αθλήτριες και οι υπόλοιπες 729 αθλήτριες αποτελούσαν το γκρουπ παρέμβασης όπου θα ακολουθούσε ένα πρόγραμμα πρόληψης στο οποίο κύριοι στόχοι ήταν η αύξηση της επίγνωσης του κινδύνου τραυματισμού, η παροχή ενός δομημένου προγράμματος προθέρμανσης και η παροχή ασκήσεων νευρομυικής ενδυνάμωσης με στόχο την επίτευξη ενός βελτιωμένου πρότυπου κίνησης που προκαλεί λιγότερη καταπόνηση στην άρθρωση του γόνατος. Το πρόγραμμα πρόληψης αποτελούνταν από 5 βασικά μέρη: την προθέρμανση, τη μυϊκή ενεργοποίηση, την ισορροπία, τη δύναμη και τη σταθερότητα του πυρήνα του γόνατος, τα οποία όλα αποτελούν μέρος της νευρομυικής ενδυνάμωσης και θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στις κανονικές προπονήσεις ποδοσφαίρου χωρίς να απαιτούν πρόσθετο εξοπλισμό. Η διάρκεια του προγράμματος ήταν 4 μήνες, με τις ομάδες να έχουν οδηγίες να εκτελούν το πρόγραμμα 2 φορές την εβδομάδα κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας και μια φορά την εβδομάδα κατά τη διάρκεια της σεζόν. Τα αποτελέσματα ήταν εντυπωσιακά καθώς στο γκρουπ ελέγχου που δεν ακολούθησε το πρόγραμμα πρόληψης υπήρξαν 13 τραυματισμοί στο γόνατο εκ των οποίων οι 5 ήταν ρήξεις πρόσθιου χιαστού ενώ στο γκρουπ παρέμβασης που ακολούθησε το πρόγραμμα πρόληψης υπήρξαν μόνο 3 τραυματισμοί στο γόνατο εκ των οποίων κανείς δεν ήταν ρήξη πρόσθιου χιαστού και υπήρξε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των δυο γκρουπ ($P=.03$). Συμπερασματικά, η συχνότητα των τραυματισμών του γόνατος μεταξύ νεαρών αθλητριών ποδοσφαίρου μπορεί να μειωθεί με την εφαρμογή ενός πολύπλευρου προγράμματος πρόληψης που έχει ως κύριο αντικείμενο τη νευρομυική ενδυνάμωση αλλά και την εκπαίδευση των αθλητριών.(Kiani *et al.*, 2010)

Σε άλλη έρευνα ο Myer και οι συνεργάτες του θέλησαν να συγκρίνουν την επίδραση της προπόνησης νευρομυικής ενδυνάμωσης στους παράγοντες κινδύνου τραυματισμού του

πρόσθιου χιαστού ανάμεσα σε αθλήτριες που είναι πιο επιρρεπείς στον τραυματισμό (υψηλού κινδύνου) έναντι αθλητριών που δεν είναι τόσο επιρρεπείς (χαμηλού κινδύνου). Η υπόθεση στη συγκεκριμένη έρευνα ήταν πως οι αθλήτριες «υψηλού κινδύνου» θα μείωναν τις ροπές απαγωγής του γόνατος, ενώ οι αθλήτριες «χαμηλού κινδύνου» δεν θα παρουσίαζαν μετρήσιμες αλλαγές. Στην έρευνα σύμφωνα με τα τεστ που υποβλήθηκαν πάνω στην κινηματική του γόνατος οι 18 αθλήτριες χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ. Οι 12 από αυτές οι οποίες είχαν ροπή απαγωγής γόνατος $> 25,25\text{Nm}$ (όπου Nm μέση μέγιστη ροπή περιστροφής) τοποθετήθηκαν στο γκρουπ «υψηλού κινδύνου» και οι υπόλοιπες 6 οι οποίες είχαν ροπή απαγωγής γόνατος $< 25,25\text{Nm}$ τοποθετήθηκαν στο γκρουπ «χαμηλού κινδύνου». Το πρόγραμμα νευρομυϊκής ενδυνάμωσης διήρκεσε 7 εβδομάδες, με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα και περιείχε κυρίως ασκήσεις με άλματα και ασκήσεις προσγείωσης προκειμένου να εξεταστεί η μηχανική προσγείωσης που μπορεί να σχετίζεται με τη μηχανική παρόμοιων κινήσεων τόσο στο ποδόσφαιρο όσο και στο μπάσκετ. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι αθλήτριες που βρισκόντουσαν στο γκρουπ «υψηλού κινδύνου» μείωσαν τις ροπές απαγωγής του γόνατος κατά 13% και υπήρξε στατιστική διαφορά ($p=0.033$) σε αντίθεση με τις αθλήτριες που βρισκόντουσαν στο γκρουπ «χαμηλού κινδύνου» όπου δεν υπήρξε αξιοσημείωτη διαφορά στην απαγωγή του γόνατος ($p>0.05$). Σαν συμπέρασμα είναι ξεκάθαρο πως οι αθλήτριες «υψηλού κινδύνου» μείωσαν το μέγεθος του παράγοντα κινδύνου για τραυματισμό πρόσθιου χιαστού μετά από προπόνηση νευρομυϊκής ενδυνάμωσης. (Myer *et al.*, 2007)

Σε έρευνα που διεξήχθη στη Γερμανία το 2005 βρέθηκε πως στο άθλημα του χάντμπολ το 54% - 59% των τραυματισμών αφορούν στα κάτω άκρα. Ενώ κάποιιοι συγγραφείς έχουν δηλώσει ότι τα διαστρέμματα αστραγάλου είναι οι συνηθέστεροι τραυματισμοί, συγκεκριμένη έρευνα διαπίστωσε ότι το γόνατο είναι η άρθρωση που πλήττεται περισσότερο, με τη ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου να είναι ο πιο συχνός τραυματισμός. Γι' αυτό ο Petersen και οι συνεργάτες του θέλησαν να αξιολογήσουν ένα πρόγραμμα προπόνησης πρόληψης τραυματισμών που θα αποτελούνταν από προπόνηση νευρομυϊκής ενδυνάμωσης και προπόνηση βελτίωσης της ιδιοδεκτικότητας. Στην έρευνα συμμετείχαν 20 ομάδες χάντμπολ εκ των οποίων οι 10 αποτελούνταν από 134 αθλήτριες και ακολούθησαν το πρόγραμμα νευρομυϊκής ενδυνάμωσης και ιδιοδεκτικότητας και οι υπόλοιπες 10 ομάδες που αποτελούνταν από 142 αθλήτριες ακολούθησαν το σύννηθες πρόγραμμα προπόνησης τους. Το πρόγραμμα νευρομυϊκής ενδυνάμωσης αποτελούνταν κυρίως από ασκήσεις με κάθετα άλματα, άλματα εμπρός, πίσω, στο πλάι αλλά και άλματα με προσγείωση σε μαλακή και σκληρή επιφάνεια, με προοδευτική δυσκολία. Κατά τη διάρκεια των ασκήσεων δόθηκε έμφαση στη θέση προσγείωσης και στο κέντρο βάρους του σώματος. Στα αποτελέσματα όσον αφορά τους τραυματισμούς στα γόνατα, στο γκρουπ που δεν ακολούθησε το πρόγραμμα

πρόληψης τραυματισμών παρουσιάστηκαν 5 ρήξεις πρόσθιου χιαστού σε σχέση με το γκρουπ που ακολούθησε το πρόγραμμα νευρομυικής ενδυνάμωσης όπου εκεί παρουσιάστηκε μόνο ένας τραυματισμός ρήξης του πρόσθιου χιαστού. Η μελέτη αυτή επιβεβαιώνει ότι η προπόνηση νευρομυικής ενδυνάμωσης και ιδιοδεκτικότητας είναι κατάλληλη για την πρόληψη τραυματισμών στο γόνατο και συγκεκριμένα του τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού μεταξύ των αθλητριών χάντμπολ.(Petersen *et al.*, 2005)

Το σχολικό περιβάλλον θεωρείται ένας χώρος εκπαίδευσης και εκμάθησης αθλητικών δραστηριοτήτων και αθλημάτων. Στις ΗΠΑ πάνω από 40 εκατομμύρια παιδιά ηλικίας από 5 έως 18 ετών συμμετέχουν κάθε χρόνο σε αθλητικές δραστηριότητες εντός σχολείου. Ως εκ τούτου υπάρχουν και πολλοί τραυματισμοί, με το κόστος αποκατάστασης να είναι μεγάλο. Δεδομένου του αυξημένου ποσοστού κινδύνου τραυματισμών η Foss και οι συνεργάτες της θέλησαν να μελετήσουν παρεμβάσεις πρόληψης τραυματισμών και να αξιολογήσουν ένα πρόγραμμα προπόνησης νευρομυικής ενδυνάμωσης στο σχολείο σαν μια παρέμβαση πρόληψης αθλητικών κακώσεων σε 3 διαφορετικά αθλήματα (μπάσκετ, ποδόσφαιρο, βόλεϊ) σε επίπεδο γυμνασίου και λυκείου. Στην έρευνα συμμετείχαν 474 άτομα εκ των οποίων 259 ακολούθησαν το πρόγραμμα πρόληψης νευρομυικής ενδυνάμωσης και 215 ακολούθησαν το καθιερωμένο τους πρόγραμμα. Το πρόγραμμα πρόληψης νευρομυικής ενδυνάμωσης επικεντρώθηκε σε ασκήσεις για την ενδυνάμωση του κορμού και των κάτω άκρων και εμπεριείχε ασκήσεις με άλματα (εμπρός, πλάι), ασκήσεις προσγείωσης (με δυο πόδια και ένα πόδι), ασκήσεις με το βάρος του σώματος, ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας με τη μπάλα ισορροπίας BOSU καθώς και ασκήσεις κοιλιακών και ραχιαίων. Στα αποτελέσματα, όσον αφορά στους τραυματισμούς στο γόνατο υπήρξε μεγαλύτερη επίδραση του προγράμματος πρόληψης στο επίπεδο του γυμνασίου και αναφορικά με τα αθλήματα υπήρξε σημαντική μείωση των τραυματισμών στο άθλημα του βόλεϊ. Καθ' όλη τη διάρκεια της χρονιάς υπήρξαν 3 ρήξεις πρόσθιου χιαστού εκ των οποίων οι 2 ήταν στο γκρουπ που δεν ακολούθησε το πρόγραμμα πρόληψης ενώ υπήρξε στατιστική διαφορά στους τραυματισμούς στα γόνατα ($P=.02$). Από τη συγκεκριμένη έρευνα προκύπτει το συμπέρασμα πως η συμμετοχή σε ένα πρόγραμμα πρόληψης νευρομυικής ενδυνάμωσης έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη συχνότητα τραυματισμών.(Foss *et al.*, 2018)

Σε έρευνα του ο Walden και οι συνεργάτες του θέλησαν να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα της προπόνησης νευρομυικής ενδυνάμωσης στη μείωση του ποσοστού των οξέων τραυματισμών στο γόνατο σε νεαρές παίκτριες ποδοσφαίρου και κατά πόσο είναι εφικτή η πρόληψη μέσω αυτού του προγράμματος. Στη συγκεκριμένη έρευνα έλαβαν μέρος 230 γυναικείες ομάδες ποδοσφαίρου στη Σουηδία εκ των οποίων οι 121 ήταν στο γκρουπ παρέμβασης και ακολούθησαν το πρόγραμμα νευρομυικής ενδυνάμωσης και οι υπόλοιπες 109 ομάδες ήταν το γκρουπ ελέγχου και συνέχισαν κανονικά το πρόγραμμα τους χωρίς

παρεμβολές. Το πρόγραμμα της νευρομυϊκής ενδυνάμωσης που θα ακολουθούσε το γκρουπ ελέγχου θα είχε διάρκεια 15 λεπτών και θα λειτουργούσε σαν προθέρμανση με στόχο τη σταθερότητα, την ισορροπία και τη σωστή ευθυγράμμιση των γονάτων. Το πρόγραμμα θα εκτελούνταν 2 φορές την εβδομάδα καθ' όλη τη διάρκεια της σεζόν και περιείχε ασκήσεις όπως καθίσματα με δυο πόδια, καθίσματα με ένα πόδι, ανύψωση λεκάνης, προβολές ποδιών (lunges), καθώς και ασκήσεις αλμάτων για τη βελτίωση της τεχνικής προσγείωσης. Ο πρωταρχικός στόχος ήταν η μέτρηση του ποσοστού τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού και κατ' επέκταση άλλοι σοβαροί τραυματισμοί του γόνατος (μεγαλύτεροι των 4 εβδομάδων). Στα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας στο γκρουπ παρέμβασης, στο οποίο ακολουθήθηκε το πρόγραμμα πρόληψης υπήρξαν 7 τραυματισμοί του πρόσθιου χιαστού καθ' όλη τη διάρκεια της σεζόν ενώ στο γκρουπ ελέγχου το οποίο δεν ακολούθησε το πρόγραμμα πρόληψης υπήρξαν 14 τραυματισμοί του πρόσθιου χιαστού και υπήρξε σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των δυο γκρουπ ($P=0.02$). Σαν συμπέρασμα προέκυψε πως ένα πρόγραμμα νευρομυϊκής ενδυνάμωσης ως προθέρμανση μείωσε αισθητά το ποσοστό τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού σε νεαρές αθλήτριες ποδοσφαίρου. (Waldén *et al.*, 2012)

Οι τραυματισμοί του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου μπορεί να απαιτούν χειρουργική επέμβαση και αυτό συνεπάγεται σε μακρά περίοδο αποκατάστασης κι έτσι αυξάνεται ο κίνδυνος μακροχρόνιων συνεπειών. Έτσι ο Olsen και οι συνεργάτες του θέλησαν να διερευνήσουν ποιες ασκήσεις μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως μέσο πρόληψης τραυματισμών των κάτω άκρων. Στην έρευνα τους έλαβαν μέρος 120 ομάδες χάντμπολ από τη Νορβηγία και το πρόγραμμα είχε διάρκεια 8 μήνες, όσο δηλαδή διαρκεί μια σεζόν. Από τις 180 ομάδες οι 61 ήταν το γκρουπ παρέμβασης όπου ακολούθησαν τις ασκήσεις πρόληψης και οι υπόλοιπες 59 ομάδες ήταν το γκρουπ ελέγχου, όπου συνέχισαν το σύνηθες πρόγραμμα προπόνησης τους. Το πρόγραμμα πρόληψης ήταν ένα δομημένο πρόγραμμα προθέρμανσης που είχε ως στόχο τη βελτίωση της επίγνωσης και του ελέγχου των γονάτων και της ποδοκνημικής και κατ' επέκταση τη βελτίωση της ταχύτητας, της αλλαγής κατεύθυνσης, των τεχνικών προσγείωσης μετά από άλματα, αλλά και τη βελτίωση του νευρομυϊκού ελέγχου, του νευρομυϊκού συντονισμού, της ισορροπίας και της ενδυνάμωσης. Πιο αναλυτικά το πρόγραμμα περιείχε ασκήσεις νευρομυϊκής ενδυνάμωσης και συντονισμού όπως καθίσματα και ημικαθίσματα, άλματα εμπρός, σουτ με άλμα και προσγείωση στα δυο πόδια, τρέξιμο με μεγάλο διασκελισμό αλλά και ασκήσεις ισορροπίας και ταχύτητας. Στα αποτελέσματα, υπήρξαν αισθητά λιγότεροι τραυματίες παίκτες στο γκρουπ παρέμβασης απ' ότι στο γκρουπ ελέγχου όσον αφορά τους τραυματισμούς συνολικά. Συγκεκριμένα όσον αφορά τον τραυματισμό του πρόσθιου χιαστού, στο γκρουπ παρέμβασης που ακολούθησε το πρόγραμμα πρόληψης παρουσιάστηκαν 3 τραυματισμοί σε όλη τη σεζόν σε αντίθεση με το γκρουπ ελέγχου όπου εκεί παρουσιάστηκαν 14 τραυματισμοί του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου και

υπήρξε σημαντική στατιστική διαφορά ($P=0.01$). Συνεπώς ένα δομημένο πρόγραμμα προθέρμανσης νευρομυκικής ενδυνάμωσης μπορεί να λειτουργήσει ως μέσο πρόληψης τραυματισμών του γόνατος. (Olsen *et al.*, 2005)

Σε έρευνα του ο Gilchrist και οι συνεργάτες του μελέτησαν με ποιούς τρόπους θα μπορούσε να επιτευχθεί η πρόληψη του ανέπαφου τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού σε αθλήτριες ποδοσφαίρου. Από τις πιθανές στρατηγικές πρόληψης κατέληξαν στο συμπέρασμα πως ένα πρόγραμμα νευρομυκικής ενδυνάμωσης και ιδιοδεκτικής προπόνησης μπορεί να θεωρηθούν πολλά υποσχόμενα όσον αφορά στην πρόληψη τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού χωρίς επαφή. Στην έρευνα συμμετείχαν 1435 αθλήτριες ποδοσφαίρου οι οποίες χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ. Οι 583 από αυτές τοποθετήθηκαν στο γκρουπ παρέμβασης όπου ακολούθησαν το πρόγραμμα πρόληψης και οι υπόλοιπες 852 τοποθετήθηκαν στο γκρουπ ελέγχου όπου συνέχισαν την καθιερωμένη τους προπόνηση. Το πρόγραμμα πρόληψης λειτούργησε ως εναλλακτικό πρόγραμμα προθέρμανσης και περιελάμβανε βασικά στοιχεία για τις διατάσεις, ασκήσεις ενδυνάμωσης, πλειομετρικές ασκήσεις, ασκήσεις ευλυγισίας καθώς και την αποφυγή θέσεων υψηλού ρίσκου που απεικονίζονταν σε ένα βίντεο που διανεμήθηκε σε κάθε μέλος της ομάδας παρέμβασης. Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 12 εβδομάδων και πραγματοποιούνταν 3 φορές την εβδομάδα. Στα αποτελέσματα η πιο σημαντική διαφορά στα ποσοστά τραυματισμών παρατηρήθηκε κατά τη σύγκριση των ποσοστών τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού και ειδικά των ανέπαφων τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού μεταξύ των δυο γκρουπ. Στο γκρουπ παρέμβασης παρουσιάστηκαν 7 τραυματισμοί πρόσθιου χιαστού εκ των οποίων οι 2 ήταν χωρίς επαφή ενώ στο γκρουπ ελέγχου παρουσιάστηκαν συνολικά 18 τραυματισμοί πρόσθιου χιαστού εκ των οποίων οι 10 ήταν χωρίς επαφή. Συνεπώς το πρόγραμμα το οποίο επικεντρώνεται στον νευρομυκικό έλεγχο φαίνεται να μειώνει των κίνδυνο τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου σε νεαρές αθλήτριες ποδοσφαίρου. (Gilchrist *et al.*, 2008)

Πίνακας 3. Αποτελέσματα

	Γκρουπ παρέμβασης		Γκρουπ ελέγχου			
	n	Ποσοστό ανά 1000 αθλήτριες	n	Ποσοστό ανά 1000 αθλήτριες	z	P
Σύνολο Αθλητριών	583		852			
Συνολικοί τραυματισμοί του	40	1.136	58	1.096	0.17	.863

γόνατος						
Τραυματισμοί του ΠΧΣ	7	0.199	18	0.340	-1.29	.198
Ανέπαφοι τραυματισμοί του ΠΧΣ	2	0.057	10	0.189	-1.84	.066

Η αξιολόγηση ενός προγράμματος προπόνησης νευρομυϊκής ενδυνάμωσης με στόχο την πρόληψη τραυματισμών του γόνατος σε αθλήτριες ποδοσφαίρου ήταν το αντικείμενο της έρευνας της Kristin Wingfield. Στην έρευνα συμμετείχαν έφηβες αθλήτριες ποδοσφαίρου ηλικίας 12-17 ετών. Οι αθλήτριες χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ, το γκρουπ παρέμβασης και το γκρουπ ελέγχου. Στο γκρουπ παρέμβασης ακολουθήθηκε το πρόγραμμα πρόληψης νευρομυϊκής ενδυνάμωσης σαν μέρος της προθέρμανσης και αποτελούνταν από 6 συγκεκριμένες ασκήσεις : ημικαθίσματα με ένα και με δυο πόδια, ασκήσεις ανύψωσης της λεκάνης, ασκήσεις πάγκου, προβολές ποδιών εμπρός και ασκήσεις αλμάτων και προσγείωσης. Στο γκρουπ ελέγχου δόθηκε η οδηγία να συνεχίσουν τις συνήθειες προπονήσεις και πρακτικές. Οι ασκήσεις είχαν 4 επίπεδα προοδευτικής δυσκολίας και υπήρχε επίβλεψη από τους προπονητές καθ' όλη τη διάρκεια. Σε όλη την χρονιά σημειώθηκαν 96 τραυματισμοί στην περιοχή του γόνατος εκ των οποίων οι 21 ήταν τραυματισμοί του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Από αυτούς του 21 τραυματισμούς οι 7 σημειώθηκαν στο γκρουπ παρέμβασης και οι 14 στο γκρουπ ελέγχου, με σημαντική στατιστική διαφορά ($P=0.02$). Συνεπώς ένα σύντομο εβδομαδιαίο πρόγραμμα νευρομυϊκής ενδυνάμωσης μείωσε το ποσοστό τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού σε έφηβες αθλήτριες ποδοσφαίρου.(Wingfield, 2013)

Αντικρουόμενα ήταν τα αποτελέσματα της έρευνας του Pfeiffer και των συνεργατών του σε σχέση με τις προηγούμενες έρευνες, αφού μέσα από μια διετή μελέτη θέλησε να αξιολογήσει τις επιδράσεις ενός προγράμματος άσκησης για την πρόληψη τραυματισμού των συνδέσμων του γόνατος στη συχνότητα εμφάνισης τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου χωρίς επαφή σε νεαρές αθλήτριες. Η έρευνα επικεντρώθηκε σε νεαρές αθλήτριες ποδοσφαίρου, μπάσκετ και βόλεϊ. Στην έρευνα συμμετείχαν 1439 αθλήτριες οι οποίες χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ. Το γκρουπ παρέμβασης αποτελούνταν από 577 αθλήτριες οι οποίες ακολούθησαν ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης ενδυνάμωσης που περιείχε ασκήσεις για τη βελτίωση της τεχνικής προσγείωσης μετά από άλμα και ασκήσεις επιβράδυνσης κατά το τρέξιμο, 2 φορές την εβδομάδα, για 20 λεπτά τη φορά, καθ' όλη τη

διάρκεια της σεζόν. Το γκρουπ ελέγχου αποτελούνταν από τις υπόλοιπες 862 αθλήτριες και συνέχισε το υπάρχον πρόγραμμα. Όσον αφορά στα αποτελέσματα στο σύνολο των 1439 αθλητριών, παρουσιάστηκαν σε όλη τη σεζόν 6 τραυματισμοί του πρόσθιου χιαστού χωρίς επαφή, εκ των οποίων 3 τραυματισμοί παρουσιάστηκαν στο γκρουπ παρέμβασης και 3 στο γκρουπ ελέγχου. Επομένως τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι δεν υπήρξε σημαντική στατιστική διαφορά ($p>0.05$) και πως το πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης που ακολουθήθηκε δεν μείωσε το ποσοστό τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου χωρίς επαφή σε νεαρές αθλήτριες.(Pfeiffer *et al.*, 2006)

Σε άλλη έρευνα η Pasanen και οι συνεργάτες του θέλησαν να διερευνήσουν κατά πόσο ένα πρόγραμμα νευρομυϊκής ενδυνάμωσης είναι αποτελεσματικό στην πρόληψη ανέπαφων τραυματισμών των κάτω άκρων σε παίκτριες του φλόρμπολ (χόκεϊ επί δαπέδου). Για τη συγκεκριμένη έρευνα επιλέχθηκαν οι 28 καλύτερες ομάδες της Φινλανδίας. Συνολικά επιλέχθηκαν 457 παίκτριες οι οποίες χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ. Το γκρουπ παρέμβασης όπου ακολούθησε το πρόγραμμα πρόληψης αποτελούνταν από 201 αθλήτριες ενώ το γκρουπ ελέγχου αποτελούνταν από τις υπόλοιπες 256 αθλήτριες. Το πρόγραμμα νευρομυϊκής ενδυνάμωσης είχε ως στόχο να ενισχύσει τις κινητικές δεξιότητες και τον έλεγχο του σώματος των αθλητριών καθώς και να ενεργοποιήσει και να προετοιμάσει το νευρομυϊκό τους σύστημα για συγκεκριμένες αθλητικές κινήσεις. Πιο αναλυτικά το πρόγραμμα νευρομυϊκής ενδυνάμωσης αποτελούνταν από 4 ασκήσεις οι οποίες ήταν: τεχνικές τρεξίματος, ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και ελέγχου του σώματος, πλειομετρικές ασκήσεις καθώς και ασκήσεις ενδυνάμωσης. Η νευρομυϊκή προπόνηση πραγματοποιούνταν λίγο πριν το κύριο μέρος της προπόνησης του φλόρμπολ, με προθέρμανση χαμηλής έως μέτριας έντασης για κάθε άσκηση. Η διάρκεια του νευρομυϊκού προγράμματος ήταν 20-30 λεπτά τη φορά, με την κάθε άσκηση να έχει διάρκεια περίπου 7 λεπτά και το πρόγραμμα να πραγματοποιείται 2-3 φορές την εβδομάδα. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως στο γκρουπ παρέμβασης ο κίνδυνος τραυματισμού των κάτω άκρων χωρίς επαφή ήταν 66% χαμηλότερος απ' ότι στο γκρουπ ελέγχου. Παραδόξως όμως όσον αφορά τους τραυματισμούς του πρόσθιου χιαστού στο γκρουπ παρέμβασης που ακολούθησε το πρόγραμμα νευρομυϊκής ενδυνάμωσης παρατηρήθηκαν 6 ρήξεις πρόσθιου χιαστού εκ των οποίων οι 3 ήταν χωρίς επαφή ενώ στο γκρουπ ελέγχου παρατηρήθηκαν 4 ρήξεις πρόσθιου χιαστού εκ των οποίων κι εκεί οι 3 ήταν χωρίς επαφή. Συνεπώς ένα πρόγραμμα νευρομυϊκής ενδυνάμωσης μπορεί να θεωρηθεί αποτελεσματικό μέσο πρόληψης όσον αφορά τους τραυματισμούς χωρίς επαφή των κάτω άκρων σε αθλήτριες φλόρμπολ, ωστόσο δεν παρουσίασε κάποια διαφορά στους τραυματισμούς του πρόσθιου χιαστού.(Pasanen *et al.*, 2008)

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2010 ο Emery και οι συνεργάτες του θέλησαν να εξετάσουν την αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος νευρομυϊκής ενδυνάμωσης ως μια

στρατηγική πρόληψης για τη μείωση των τραυματισμών των κάτω άκρων σε νεαρούς ποδοσφαιριστές. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 60 ομάδες ποδοσφαίρου ηλικίας 13-18 ετών. Από τις 60 ομάδες οι 32 ακολούθησαν το πρόγραμμα πρόληψης νευρομυϊκής ενδυνάμωσης ενώ οι υπόλοιπες 28 ανήκαν στο γκρουπ ελέγχου και δεν ακολούθησαν το πρόγραμμα πρόληψης. Το πρόγραμμα πρόληψης ήταν ένα πρόγραμμα νευρομυϊκής προπόνησης για το ποδόσφαιρο που περιελάμβανε δυναμικές διατάσεις, ασκήσεις έκκεντρης δύναμης, ασκήσεις ευλυγισίας, ασκήσεις με άλματα καθώς και ασκήσεις ισορροπίας. Το γκρουπ ελέγχου ακολούθησε μια τυποποιημένη προθέρμανση η οποία περιελάμβανε στατικές και δυναμικές διατάσεις και αερόβιες ασκήσεις. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας έδειξαν πως στο γκρουπ που ακολούθησε το πρόγραμμα πρόληψης παρουσιάστηκαν στατιστικά 2.08 τραυματισμοί/1000 ώρες παιχνιδιού ενώ στο γκρουπ ελέγχου παρουσιάστηκαν 3,35 τραυματισμοί/1000 ώρες παιχνιδιού. Συνολικά η έρευνα υπέδειξε πως ένα πρόγραμμα νευρομυϊκής ενδυνάμωσης μπορεί να λειτουργήσει ως μέσο πρόληψης τραυματισμών και συνιστάται για ομάδες ποδοσφαίρου ηλικίας 13-18 ετών.(Emery and Meeuwisse, 2010)

3. Το πρόγραμμα FIFA 11+

Το πρόγραμμα πρόληψης τραυματισμών FIFA 11+ έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τον κίνδυνο τραυματισμών στο ποδόσφαιρο σε άντρες και γυναίκες. Το πρόγραμμα έχει επίσης αποδειχθεί ότι μειώνει τον χρόνο που χρειάζεται κάποιος αθλητής για να επιστρέψει στο γήπεδο μετά από τραυματισμό. Ωστόσο δεν είχε διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο το πρόγραμμα μπορεί να επηρεάσει το ποσοστό τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου σε άντρες ποδοσφαιριστές. Αυτό θέλησε να μελετήσει ο Granelli και οι συνεργάτες του σε έρευνα που πραγματοποίησαν. Σκοπός της έρευνας ήταν να εξετάσει εάν το πρόγραμμα πρόληψης τραυματισμών FIFA 11+ μπορεί (1) να μειώσει τον συνολικό αριθμό τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου σε άντρες ποδοσφαιριστές και εάν η πιθανή μείωση του ποσοστού των τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού διαφέρει ανάλογα (2) με το περιβάλλον, του αγώνα έναντι της προπόνησης, (3) με τη θέση του παίκτη, (4) με το επίπεδο του παιχνιδιού ή (5) με τον τύπο του γηπέδου. Η έρευνα διήρκεσε μια ολόκληρη σεζόν και οι 61 ομάδες που συμμετείχαν χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ, το γκρουπ παρέμβασης όπου αποτελούνταν από 27 ομάδες και ακολούθησε το πρόγραμμα πρόληψης FIFA 11+ και το γκρουπ ελέγχου όπου συμμετείχαν 34 ομάδες και συνέχισαν το τυπικό τους πρόγραμμα προθέρμανσης. Το πρόγραμμα FIFA 11+ ήταν ένα πρόγραμμα δυναμικής προθέρμανσης 15-20 λεπτών στο γήπεδο που χρησιμοποιήθηκε πριν από τους αγώνες και την προπόνηση και εκτελούνταν 2-3 φορές την εβδομάδα καθ' όλη τη διάρκεια της σεζόν. Το πρόγραμμα περιελάμβανε ασκήσεις δύναμης, ιδιοδεκτικότητας και πλειομετρικές ασκήσεις και

σχεδιάστηκε για να μειώσει τους τραυματισμούς που εντοπίζονται πιο συχνά στους ποδοσφαιριστές. Επιπρόσθετα εξετάστηκαν και οι περιβαλλοντικές συνθήκες που αφορούν στον τραυματισμό του πρόσθιου χιαστού σε σχέση με τον τύπο του γηπέδου, φυσικό χορτάρι έναντι τεχνητού χλοοτάπητα. Τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν έδειξαν πως το πρόγραμμα FIFA 11+ που ακολούθησε το γκρουπ παρέμβασης ήταν αποτελεσματικό σε όλες τις κατηγορίες. Πιο αναλυτικά στο γκρουπ ελέγχου παρουσιάστηκαν 16 τραυματισμοί πρόσθιου χιαστού εκ των οποίων οι 6 ήταν με επαφή με άλλο άτομο ενώ οι 10 ήταν ανέπαφοι, ενώ στο γκρουπ παρέμβασης παρουσιάστηκαν 3 τραυματισμοί εκ των οποίων 1 τραυματισμός ήταν με επαφή και οι 2 ανέπαφοι. Τώρα όσον αφορά στη σχέση αγώνα-προπόνησης, στο γκρουπ ελέγχου οι 12 τραυματισμοί έγιναν την ώρα του αγώνα και οι 4 έγιναν κατά τη διάρκεια της προπόνησης ενώ στο γκρουπ παρέμβασης και οι 3 τραυματισμοί έγιναν την ώρα του αγώνα. Όσον αφορά στις θέσεις των παιχτών στο γκρουπ ελέγχου, 5 τραυματισμοί αφορούσαν αμυντικούς, 6 τραυματισμοί μέσους και 5 τραυματισμοί επιθετικούς ενώ στο γκρουπ παρέμβασης 1 τραυματισμός αφορούσε αμυντικό παίκτη και 2 τραυματισμοί μέσο. Όσον αφορά στο επίπεδο, 7 από τους τραυματισμούς στο γκρουπ ελέγχου σημειώθηκαν σε παίκτες της πρώτης κατηγορίας και 9 τραυματισμοί σε παίκτες της δεύτερης κατηγορίας ενώ στο γκρουπ παρέμβασης 2 τραυματισμοί σημειώθηκαν σε παίκτες πρώτης κατηγορίας και 1 τραυματισμός σε παίκτη δεύτερης κατηγορίας. Τέλος όσον αφορά το περιβάλλον που σημειώθηκαν οι τραυματισμοί, στο γκρουπ ελέγχου 7 τραυματισμοί σημειώθηκαν σε φυσικό χορτάρι και 9 σε τεχνητό χλοοτάπητα ενώ στο γκρουπ παρέμβασης σημειώθηκαν 2 τραυματισμοί σε φυσικό χορτάρι και 1 τραυματισμός σε τεχνητό χλοοτάπητα. Σαν συμπέρασμα το πρόγραμμα FIFA 11+, εάν εφαρμοστεί σωστά έχει τη δυνατότητα να μειώσει το ποσοστό τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου σε ποδοσφαιριστές που αγωνίζονται σε υψηλότερο επίπεδο και αυτό μπορεί επίσης να ενισχύσει την ανάπτυξη και τη διάδοση πρωτοκόλλων πρόληψης τραυματισμών και μπορεί να μετριάσει τον κίνδυνο για τους αθλητές που χρησιμοποιούν το πρόγραμμα με συνέπεια. (Silvers-Granelli *et al.*, 2017)

Σε έρευνα που διενεργήθηκε το 2013 μελετήθηκε κατά πόσο το πρόγραμμα πρόληψης FIFA 11+ μπορεί να βελτιώσει τη λειτουργική ισορροπία και να μειώσει τον κίνδυνο τραυματισμών σε Καναδές αθλήτριες ποδοσφαίρου. Η έρευνα είχε διάρκεια 4 μήνες και αποτελούνταν από 21 ομάδες. Οι 21 ομάδες χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ, το γκρουπ ελέγχου, όπου οι προπονητές είχαν αποκλειστικά ηλεκτρονική πρόσβαση στην ιστοσελίδα του προγράμματος 11+ και δεν τους δόθηκε καμία πρόσθετη πληροφορία ή καθοδήγηση σχετικά με το πρόγραμμα πρόληψης τραυματισμών ή τον τρόπο συμμετοχής των παιχτών τους σε αυτό και το γκρουπ παρέμβασης, όπου στους προπονητές από τις 10 εναπομείνουσες ομάδες δόθηκε ένα σεμινάριο προετοιμασίας προπονητών για το πρόγραμμα 11+ από το προσωπικό της μελέτης, καθώς και υλικό για το 11+ (βίντεο, οδηγίες που περιγράφουν λεπτομερώς τις

ασκήσεις κλπ.). Επίσης στο γκρουπ παρέμβασης συμμετείχε και φυσιοθεραπευτής, γνώστης του 11+ όπου συμμετείχε εβδομαδιαία για την εκμάθηση της σωστής τεχνικής των ασκήσεων για την πρόοδο του προγράμματος. Στα αποτελέσματα, οι διαφορετικές μέθοδοι απόδοσης του FIFA 11+ στους προπονητές επηρέασαν ελάχιστα τη σωματική απόδοση των αθλητριών. Ωστόσο υπήρξε σημαντική βελτίωση στη λειτουργική ισορροπία και στη μείωση του κινδύνου τραυματισμών στις αθλήτριες που βρισκόντουσαν στο γκρουπ παρέμβασης καθώς ο κίνδυνος τραυματισμού ήταν σημαντικά χαμηλότερος στο γκρουπ παρέμβασης σε σύγκριση με το γκρουπ ελέγχου. (Steffen *et al.*, 2013)

Σε άλλη έρευνα ο Soligard και οι συνεργάτες του θέλησαν να εξετάσουν κατά πόσο ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα προθέρμανσης για την πρόληψη τραυματισμών (FIFA 11+) είναι αποτελεσματικό σε αθλήτριες ποδοσφαίρου. Στη συγκεκριμένη έρευνα έλαβαν μέρος 125 γυναικείες ομάδες ποδοσφαίρου. Από αυτές τις 125 ομάδες, οι 65 περιλαμβάνονταν στο γκρουπ παρέμβασης που ακολούθησε το πρόγραμμα FIFA 11+ για πρόληψη τραυματισμών και βελτίωση της απόδοσης, ενώ στις υπόλοιπες 60 ομάδες δόθηκε η οδηγία να συνεχίσουν την καθιερωμένη τους προθέρμανση. Το πρόγραμμα 11+ περιείχε ασκήσεις για τη βελτίωση της δύναμης, της ετοιμότητας και του νευρομυϊκού ελέγχου κατά τη διάρκεια στατικών και δυναμικών κινήσεων. Οι προπονητές ανέφεραν τραυματισμούς και λεπτομέρειες σχετικά με τη συμμετοχή των αθλητριών σε κάθε προπόνηση και αγώνα καθώς και σε ποιο βαθμό το πρόγραμμα προθέρμανσης εκτελούνταν σε κάθε προπόνηση, σε εβδομαδιαία έντυπα καταγραφής καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου μελέτης. Στα αποτελέσματα, όσον αφορά τους σοβαρούς τραυματισμούς όπως αυτόν του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου στο γκρουπ ελέγχου παρουσιάστηκαν 72 σοβαροί τραυματισμοί ενώ στο γκρουπ παρέμβασης (FIFA 11+) παρουσιάστηκαν 45. Συνολικά αν και το πρωταρχικό αποτέλεσμα της μείωσης τραυματισμών των κάτω άκρων δεν ήταν σημαντικό, ο κίνδυνος σοβαρών τραυματισμών μειώθηκε. Αυτό δείχνει ότι ένα δομημένο πρόγραμμα προθέρμανσης όπως το FIFA 11+ μπορεί να αποτρέψει τους τραυματισμούς σε νεαρές αθλήτριες του ποδοσφαίρου. (Soligard *et al.*, 2008)

Παρόλο που έχει φανεί πως το πρόγραμμα FIFA 11+ μπορεί να θεωρηθεί αποτελεσματικό βάσει αποτελεσμάτων στην πρόληψη τραυματισμών όσον αφορά στο γυναικείο φύλο, ωστόσο υπήρχε ανεπάρκεια ερευνών που να αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα του προγράμματος στον ανδρικό πληθυσμό. Γι αυτό η Silvers-Granelli και οι συνεργάτες της θέλησαν να εξετάσουν την αποτελεσματικότητα του προγράμματος πρόληψης FIFA 11+ σε άνδρες ποδοσφαιριστές κολεγιακού επιπέδου. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 65 ομάδες πρώτης και δεύτερης κατηγορίας του κολεγιακού πρωταθλήματος ποδοσφαίρου ανδρών στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (NCAA). Οι 65 ομάδες χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ, όπου οι 34 εξ' αυτών αποτελούσαν το γκρουπ ελέγχου, το οποίο ακολούθησε την τυπική προθέρμανση και οι υπόλοιπες 31 ομάδες ανήκαν στο γκρουπ παρέμβασης, όπου

ακολούθησαν το πρόγραμμα FIFA 11+. Στη συγκεκριμένη έρευνα το πρόγραμμα πρόληψης FIFA 11+ σχεδιάστηκε ως ένα εναλλακτικό πρόγραμμα προθέρμανσης για την αντιμετώπιση των τραυματισμών των κάτω άκρων που προκαλούνται στο άθλημα του ποδοσφαίρου. Το πρόγραμμα προθέρμανσης είχε διάρκεια 20 λεπτών και αποτελούνταν από 15 ασκήσεις που χωρίζονταν σε 3 διαφορετικά μέρη:

- Ασκήσεις τρεξίματος που περιείχαν αλλαγές κατεύθυνσης, επιβράδυνση (όχι απότομο σταμάτημα), αλλά και κατάλληλες τεχνικές προσγείωσης. (8 λεπτά)



- Ασκήσεις δύναμης, πλειομετρικές ασκήσεις και ασκήσεις ισορροπίας που εστιάζουν στη βελτίωση της ενδυνάμωσης, του έκκεντρου ελέγχου και της ιδιοδεκτικότητας. (10 λεπτά)

PART 2 STRENGTH · PLYOMETRICS · BALANCE · 10 MINUTES

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3
7 THE BENCH STATIC  Starting position: Lie on your front, supporting yourself on your forearms and feet. Your elbows should be directly under your shoulders. Exercise: Lift your body up, supported on your forearms, and pull your stomach in, and hold the position for 20-30 sec. Your body should be in a straight line. Try not to sway or arch your back. 3 sets.	7 THE BENCH ALTERNATE LEGS  Starting position: Lie on your front, supporting yourself on your forearms and feet. Your elbows should be directly under your shoulders. Exercise: Lift your body up, supported on your forearms, and pull your stomach in. Lift each leg in turn, holding for a count of 2 sec. Continue for 40-60 sec. Your body should be in a straight line. Try not to sway or arch your back. 3 sets.	7 THE BENCH ONE LEG LIFT AND HOLD  Starting position: Lie on your front, supporting yourself on your forearms and feet. Your elbows should be directly under your shoulders. Exercise: Lift your body up, supported on your forearms, and pull your stomach in. Lift one leg about 10-15 centimetres off the ground, and hold the position for 20-30 sec. Your body should be straight. Do not let your opposite hip dip down and do not sway or arch your lower back. Take a short break, change leg and repeat. 3 sets.
8 SIDEWAYS BENCH STATIC  Starting position: Lie on your side with the knee of your lowermost leg bent to 90 degrees. Support your upper body by resting on your forearm and knee. The elbow of your supporting arm should be directly under your shoulder. Exercise: Lift your uppermost leg and hips until your shoulder, hip and knee are in a straight line. Hold the position for 20-30 sec. Take a short break, change sides and repeat. 3 sets on each side.	8 SIDEWAYS BENCH RAISE & LOWER HIP  Starting position: Lie on your side with both legs straight. Lean on your forearm and the side of your foot so that your body is in a straight line from shoulder to foot. The elbow of your supporting arm should be directly beneath your shoulder. Exercise: Lower your hip to the ground and raise it back up again. Repeat for 20-30 sec. Take a short break, change sides and repeat. 3 sets on each side.	8 SIDEWAYS BENCH WITH LEG LIFT  Starting position: Lie on your side with both legs straight. Lean on your forearm and the side of your foot so that your body is in a straight line from shoulder to foot. The elbow of your supporting arm should be directly beneath your shoulder. Exercise: Lift your uppermost leg up and slowly lower it down again. Repeat for 20-30 sec. Take a short break, change sides and repeat. 3 sets on each side.
9 HAMSTRINGS BEGINNER  Starting position: Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly. Exercise: Your body should be completely straight from the shoulder to the knee throughout the exercise. Lean forward as far as you can, controlling the movement with your hamstrings and your gluteal muscles. When you can no longer hold the position, gently take your weight on your hands, falling into a push-up position. Complete a minimum of 3-5 repetitions and/or 60 sec. 1 set.	9 HAMSTRINGS INTERMEDIATE  Starting position: Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly. Exercise: Your body should be completely straight from the shoulder to the knee throughout the exercise. Lean forward as far as you can, controlling the movement with your hamstrings and your gluteal muscles. When you can no longer hold the position, gently take your weight on your hands, falling into a push-up position. Complete a minimum of 7-10 repetitions and/or 60 sec. 1 set.	9 HAMSTRINGS ADVANCED  Starting position: Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly. Exercise: Your body should be completely straight from the shoulder to the knee throughout the exercise. Lean forward as far as you can, controlling the movement with your hamstrings and your gluteal muscles. When you can no longer hold the position, gently take your weight on your hands, falling into a push-up position. Complete a minimum of 12-15 repetitions and/or 60 sec. 1 set.
10 SINGLE-LEG STANCE HOLD THE BALL  Starting position: Stand on one leg. Exercise: Balance on one leg whilst holding the ball with both hands. Keep your body weight on the ball of your foot. Remember: try not to let your knees buckle inwards. Hold for 30 sec. Change leg and repeat. The exercise can be made more difficult by passing the ball around your waist and/or under your other knee. 2 sets.	10 SINGLE-LEG STANCE THROWING BALL WITH PARTNER  Starting position: Stand 2-3 m apart from your partner, with each of you standing on one leg. Exercise: Keeping your balance, and with your stomach held in, throw the ball to one another. Keep your weight on the ball of your foot. Remember: keep your knee just slightly flexed and try not to let it buckle inwards. Keep going for 30 sec. Change legs and repeat. 2 sets.	10 SINGLE-LEG STANCE TEST YOUR PARTNER  Starting position: Stand on one leg opposite your partner and at arm's length apart. Exercise: Whilst you both try to keep your balance, each of you in turn tries to push the other off balance in different directions. Try to keep your weight on the ball of your foot and prevent your knee from buckling inwards. Continue for 30 sec. Change legs. 2 sets.
11 SQUATS WITH TOE RAISE  Starting position: Stand with your feet hip-width apart. Place your hands on your hips if you like. Exercise: Imagine that you are about to sit down on a chair. Perform squats by lowering your hips and knees to 90 degrees. Do not let your knees buckle inwards. Descend slowly then straighten up more quickly. When your legs are completely straight, stand up on your toes then slowly lower down again. Repeat the exercise for 30 sec. 2 sets.	11 SQUATS WALKING LUNGES  Starting position: Stand with your feet hip-width apart. Place your hands on your hips if you like. Exercise: Lunge forward slowly at an even pace. As you lunge, bend your leading leg until your hip and knee are flexed to 90 degrees. Do not let your knee buckle inwards. Try to keep your upper body and hips steady. Lunge your way across the pitch again. 10 times on each leg and then go back. 2 sets.	11 SQUATS ONE-LEG SQUATS  Starting position: Stand on one leg, loosely holding onto your partner. Exercise: Slowly bend your knee as far as you can manage. Concentrate on preventing the knee from buckling inwards. Bend your knee slowly then straighten it slightly more quickly, keeping your hips and upper body in line. Repeat the exercise 10 times on each leg. 2 sets.
12 JUMPING VERTICAL JUMPS  Starting position: Stand with your feet hip-width apart. Place your hands on your hips if you like. Exercise: Imagine that you are about to sit down on a chair. Bend your legs slowly until your knees are flexed to approximately 90 degrees, and hold for 2 sec. Do not let your knees buckle inwards. From the start position, jump up as high as you can. Land softly on the balls of your feet with your hips and knees slightly bent. Repeat the exercise for 30 sec. 2 sets.	12 JUMPING LATERAL JUMPS  Starting position: Stand on one leg with your upper body bent slightly forward from the waist, with knees and hips slightly bent. Exercise: Jump approx. 1 m sideways from the supporting leg on to the free leg. Land gently on the ball of your foot. Bend your hips and knees slightly as you land and do not let your knee buckle inward. Maintain your balance with each jump. Repeat the exercise for 30 sec. 2 sets.	12 JUMPING BOX JUMPS  Starting position: Stand with your feet hip-width apart. Imagine that there is a cross marked on the ground and you are standing in the middle of it. Exercise: Alternate between jumping forwards and backwards, from side to side, and diagonally across the cross. Jump as quickly and explosively as possible. Your knees and hips should be slightly bent. Land softly on the balls of your feet. Do not let your knees buckle inwards. Repeat the exercise for 30 sec. 2 sets.

- Δρομικές ασκήσεις, για να ολοκληρωθεί η προθέρμανση και να προετοιμαστεί ο αθλητής για την αθλητική συμμετοχή. (2 λεπτά)

Για την κάθε συγκεκριμένη άσκηση υπήρχαν 3 επίπεδα δυσκολίας. Αυτό επιτρέπει τόσο την ατομική, όσο και την ομαδική εξέλιξη κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου. Στα αποτελέσματα της έρευνας, συνολικά παρουσιάστηκαν 665 τραυματισμοί στο γκρουπ ελέγχου, ενώ 285 ήταν οι τραυματισμοί στο γκρουπ παρέμβασης. Από τους 665 τραυματισμούς στο γκρουπ ελέγχου το 15,3% αφορούσε τραυματισμούς στο γόνατο, ενώ από τους 285 τραυματισμούς στο γκρουπ παρέμβασης, το ποσοστό για τους τραυματισμούς στο γόνατο ήταν 11,9%. Συνεπώς το πρόγραμμα πρόληψης FIFA 11+ ήταν αποτελεσματικό σε άνδρες ποδοσφαιριστές κολεγιακού επιπέδου καθώς συνολικά μείωσε σημαντικά τους τραυματισμούς κατά 46,1% και την απώλεια χρόνου λόγω τραυματισμού κατά 28,6%. (Silvers-Granelli *et al.*, 2015)

Σε μια ακόμα έρευνα που θέλησε να εξετάσει το πρόγραμμα πρόληψης τραυματισμών FIFA 11+ σε ανδρικό πληθυσμό και πιο συγκεκριμένα σε ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές στην Ολλανδία επικεντρώθηκε η Van Beijsterveldt και οι συνεργάτες της. Στη συγκεκριμένη έρευνα έλαβαν μέρος 23 ομάδες οι οποίες χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ. Το πρώτο γκρουπ αποτελούνταν από 11 ομάδες και ήταν το γκρουπ παρέμβασης, το οποίο ακολούθησε το πρόγραμμα πρόληψης FIFA 11+ ενώ το δεύτερο γκρουπ αποτελούνταν από 12 ομάδες και

δεν ακολούθησε το συγκεκριμένο πρόγραμμα, παρά μόνο την καθιερωμένη τους προθέρμανση. Στη συγκεκριμένη έρευνα το πρόγραμμα πρόληψης FIFA 11+ περιελάμβανε ασκήσεις που εστίαζαν στη σταθερότητα του κορμού, στην έκκεντρη προπόνηση των μηριαίων μυών, στην ιδιοδεκτική προπόνηση, στη δυναμική σταθεροποίηση και την πλειομετρική προπόνηση. Το πρόγραμμα προθέρμανσης FIFA 11+ είχε διάρκεια 10-15 λεπτά στην κάθε προπόνηση και συχνότητα 2-3 φορές την εβδομάδα. Στα αποτελέσματα τα δυο γκρουπ δεν παρουσίασαν μεγάλες διαφορές όσον αφορά στους τραυματισμούς, καθώς στο γκρουπ παρέμβασης παρουσιάστηκαν συνολικά 207 τραυματισμοί ενώ στο γκρουπ ελέγχου 220 τραυματισμοί. Ωστόσο σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε στον αριθμό τραυματισμών στα γόνατα, καθώς στο γκρουπ παρέμβασης οι τραυματισμοί στα γόνατα αποτελούσαν το 11,7% των συνολικών τραυματισμών ενώ στο γκρουπ ελέγχου οι τραυματισμοί στα γόνατα αποτελούσαν το 19,8% των συνολικών τραυματισμών. Συγκεντρωτικά, η μελέτη δεν διαπίστωσε σημαντικές διαφορές στη συνολική συχνότητα τραυματισμών παρά μόνο στην περιοχή του γόνατος όπου είχαμε αισθητά λιγότερους τραυματισμούς στα άτομα που ακολούθησαν το πρόγραμμα πρόληψης FIFA 11+.(Van Beijsterveldt *et al.*, 2012)

Συμπεράσματα

Η νευρομυική ενδυνάμωση διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην πρόληψη τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Οι ασκήσεις που στοχεύουν στη βελτίωση της ισορροπίας, της σταθερότητας και της δύναμης των μυών που περιβάλλουν την άρθρωση του γόνατος, συμβάλλουν στη μείωση της καταπόνησης του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου κατά τη διάρκεια έντονων αθλητικών δραστηριοτήτων και κατ' επέκταση στοχεύουν στη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας και του μυϊκού συντονισμού και μπορούν να μειώσουν σημαντικά τον κίνδυνο τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Acevedo *et al.*, 2014, Emery *et al.*, 2015).

Η νευρομυική ενδυνάμωση λειτουργεί προληπτικά με διάφορους τρόπους. Οι ασκήσεις που ενισχύουν την ισορροπία και τη δύναμη των μυών συμβάλλουν στη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας και του μυϊκού συντονισμού, μειώνοντας την πιθανότητα τραυματισμών από αιφνίδιες κινήσεις. Η ενσωμάτωση αυτών των ασκήσεων στις καθημερινές προπονήσεις μπορεί να βελτιώσει την απόδοση και την ασφάλεια των αθλητών. Ειδικότερα, οι ασκήσεις αλμάτων και προσγείωσης, καθώς και οι ασκήσεις ισορροπίας σε ένα άκρο, έχουν αποδειχτεί αποτελεσματικές στη μείωση των τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού (Myer *et al.*, 2007, Zebis *et al.*, 2016).

Συμπερασματικά, η νευρομυική ενδυνάμωση αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο στην πρόληψη των τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Η ενσωμάτωση τέτοιων ασκήσεων στα

προπονητικά προγράμματα μπορεί να μειώσει σημαντικά τον κίνδυνο τραυματισμών, ενισχύοντας την ασφάλεια και την απόδοση των αθλητών. Το πρόγραμμα FIFA 11+ αποτελεί ένα εξαιρετικό παράδειγμα εφαρμογής νευρομυικής ενδυνάμωσης στην πράξη, αποδεικνύοντας την αξία τέτοιων προσεγγίσεων στην αθλητική κοινότητα. Η εφαρμογή αυτών των ευρημάτων στην πρακτική προπόνηση είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτίωση της αθλητικής υγείας και την προαγωγή της μακροπρόθεσμης αθλητικής απόδοσης.

Βιβλιογραφία

- Αμπατζίδης Γ. Ι 1998. Αθλητικές κακώσεις. Θεσσαλονίκη Εκδόσεις University Studio Press
- Acevedo, R. J. *et al.* (2014) 'Anterior cruciate ligament injury: identification of risk factors and prevention strategies', *Current sports medicine reports*, 13(3), pp. 186–191. doi: 10.1249/JSR.0000000000000053.
- Van Beijsterveldt, A. M. C. *et al.* (2012) 'Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: a cluster-randomised controlled trial', *British journal of sports medicine*, 46(16), pp. 1114–1118. doi: 10.1136/BJSPORTS-2012-091277.
- Benis, R., Bonato, M. and La Torre, A. (2016) 'Elite Female Basketball Players' Body-Weight Neuromuscular Training and Performance on the Y-Balance Test', *Journal of athletic training*, 51(9), pp. 688–695. doi: 10.4085/1062-6050-51.12.03.
- Bizzini, M. and Dvorak, J. (2015) 'FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide-a narrative review', *British journal of sports medicine*, 49(9), pp. 577–579. doi: 10.1136/BJSPORTS-2015-094765.
- Cousin, J. *et al.* (2021) 'Posterior cruciate ligament: Anatomy, femoral insertion and relationships with the anterior menisco-femoral ligament in 23 cadaver knees', *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR*, 107(2). doi: 10.1016/J.OTSR.2020.102788.
- Dargo, L., Robinson, K. J. and Games, K. E. (2017) 'Prevention of Knee and Anterior Cruciate Ligament Injuries Through the Use of Neuromuscular and Proprioceptive Training: An Evidence-Based Review', *Journal of athletic training*, 52(12), pp. 1171–1172. doi: 10.4085/1062-6050-52.12.21.
- Duthon, V. B. *et al.* (2006) 'Anatomy of the anterior cruciate ligament', *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 14(3), pp. 204–213. doi: 10.1007/S00167-005-0679-9.
- Emery, C. A. *et al.* (2015) 'Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: a systematic review and meta-analysis', *British journal of sports medicine*, 49(13), pp. 865–870. doi: 10.1136/BJSPORTS-2015-094639.
- Emery, C. A. and Meeuwisse, W. H. (2010) 'The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: a cluster-randomised controlled trial', *British journal of sports medicine*, 44(8), pp. 555–562. doi: 10.1136/BJSM.2010.074377.
- Foss, K. D. B. *et al.* (2018) 'A School-Based Neuromuscular Training Program and Sport-Related Injury Incidence: A Prospective Randomized Controlled Clinical Trial', *Journal of athletic training*, 53(1), pp. 20–28. doi: 10.4085/1062-6050-173-16.
- Fritz, B. and Fritz, J. (2023) 'MR Imaging of Acute Knee Injuries: Systematic Evaluation and Reporting', *Radiologic clinics of North America*, 61(2), pp. 261–280. doi: 10.1016/J.RCL.2022.10.005.
- Frobell, R. B. *et al.* (2010) 'A randomized trial of treatment for acute anterior cruciate ligament tears', *The New England journal of medicine*, 363(4), pp. 331–342. doi: 10.1056/NEJMOA0907797.
- Gilchrist, J. *et al.* (2008) 'A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players', *The American journal of sports medicine*, 36(8), pp. 1476–1483. doi: 10.1177/0363546508318188.
- Hasani, S., Feller, J. A. and Webster, K. E. (2022) 'Familial Predisposition to Anterior Cruciate Ligament Injury: A Systematic Review with Meta-analysis', *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(11), pp. 2657–2668. doi: 10.1007/S40279-022-01711-1.

- Hewett, T. E. *et al.* (1999) 'The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study', *The American journal of sports medicine*, 27(6), pp. 699–706. doi: 10.1177/03635465990270060301.
- Hewett, T. E., Ford, K. R. and Myer, G. D. (2006) 'Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention', *The American journal of sports medicine*, 34(3), pp. 490–498. doi: 10.1177/0363546505282619.
- James, L. P., Kelly, V. G. and Beckman, E. M. (2014) 'Injury risk management plan for volleyball athletes', *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(9), pp. 1185–1195. doi: 10.1007/S40279-014-0203-9.
- Kiani, A. *et al.* (2010) 'Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls', *Archives of internal medicine*, 170(1), pp. 43–49. doi: 10.1001/ARCHINTERNMED.2009.289.
- Mandelbaum, B. R. *et al.* (2005) 'Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up', *The American journal of sports medicine*, 33(7), pp. 1003–1010. doi: 10.1177/0363546504272261.
- Miura, K. *et al.* (2004) 'The Effect of Local and General Fatigue on Knee Proprioception', *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 20(4), pp. 414–418. doi: 10.1016/j.arthro.2004.01.007.
- Myer, G. D. *et al.* (2007) 'Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in "high-risk" versus "low-risk" athletes', *BMC musculoskeletal disorders*, 8. doi: 10.1186/1471-2474-8-39.
- Myklebust, G. *et al.* (2003) 'Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons', *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 13(2), pp. 71–78. doi: 10.1097/00042752-200303000-00002.
- Olsen, O. E. *et al.* (2005) 'Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial', *BMJ (Clinical research ed.)*, 330(7489), pp. 449–452. doi: 10.1136/BMJ.38330.632801.8F.
- Panagoulis, C. *et al.* (2020) 'In-Season Integrative Neuromuscular Strength Training Improves Performance of Early-Adolescent Soccer Athletes', *Journal of strength and conditioning research*, 34(2), pp. 516–526. doi: 10.1519/JSC.0000000000002938.
- Pasanen, K. *et al.* (2008) 'Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study', *BMJ (Clinical research ed.)*, 337(7661), pp. 96–99. doi: 10.1136/BMJ.A295.
- Pasanen, K. *et al.* (2009) 'Effect of a neuromuscular warm-up programme on muscle power, balance, speed and agility: a randomised controlled study', *British journal of sports medicine*, 43(13), pp. 1073–1078. doi: 10.1136/BJSM.2009.061747.
- Paterno, M. V. *et al.* (2004) 'Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes', *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 34(6), pp. 305–316. doi: 10.2519/JOSPT.2004.34.6.305.
- Petersen, W. *et al.* (2005) 'A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience', *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 125(9), pp. 614–621. doi: 10.1007/S00402-005-0793-7.
- Petersen, W. and Tillmann, B. (2002) '[Anatomy and function of the anterior cruciate ligament]', *Der Orthopade*, 31(8), pp. 710–718. doi: 10.1007/S00132-002-0330-0.
- Pfeiffer, R. P. *et al.* (2006) 'Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury', *The Journal of bone and joint*

- surgery. *American volume*, 88(8), pp. 1769–1774. doi: 10.2106/JBJS.E.00616.
- Pollard, C. D. *et al.* (2006) ‘The influence of in-season injury prevention training on lower-extremity kinematics during landing in female soccer players’, *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 16(3), pp. 223–227. doi: 10.1097/00042752-200605000-00006.
- Rommers, N. *et al.* (2022) ‘Most amateur football teams do not implement essential components of neuromuscular training to prevent anterior cruciate ligament injuries and lateral ankle sprains’, *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 30(4), pp. 1169–1179. doi: 10.1007/S00167-022-06878-8.
- Rønnestad, B. R. and Mujika, I. (2014) ‘Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review’, *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(4), pp. 603–612. doi: 10.1111/SMS.12104.
- Sadigursky, D. *et al.* (2017) ‘The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review’, *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 9(1). doi: 10.1186/S13102-017-0083-Z.
- Silvers-Granelli, H. *et al.* (2015) ‘Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player’, *The American journal of sports medicine*, 43(11), pp. 2628–2637. doi: 10.1177/0363546515602009.
- Silvers-Granelli, H. J. *et al.* (2017) ‘Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players?’, *Clinical orthopaedics and related research*, 475(10), pp. 2447–2455. doi: 10.1007/S11999-017-5342-5.
- Soligard, T. *et al.* (2008) ‘Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial’, *BMJ (Clinical research ed.)*, 337(7686), pp. 95–99. doi: 10.1136/BMJ.A2469.
- Soomro, N. *et al.* (2016) ‘The Efficacy of Injury Prevention Programs in Adolescent Team Sports: A Meta-analysis’, *The American journal of sports medicine*, 44(9), pp. 2415–2424. doi: 10.1177/0363546515618372.
- Steffen, K. *et al.* (2013) ‘High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: a cluster randomised trial’, *British journal of sports medicine*, 47(12), pp. 794–802. doi: 10.1136/BJSPORTS-2012-091886.
- Waldén, M. *et al.* (2012) ‘Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial’, *BMJ (Clinical research ed.)*, 344(7858). doi: 10.1136/BMJ.E3042.
- Wingfield, K. (2013) ‘Neuromuscular training to prevent knee injuries in adolescent female soccer players’, *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 23(5), pp. 407–408. doi: 10.1097/01.JSM.0000433153.51313.6B.
- Wirth, K. *et al.* (2022) ‘Strength Training in Swimming’, *International journal of environmental research and public health*, 19(9). doi: 10.3390/IJERPH19095369.
- Zebis, M. K. *et al.* (2016) ‘Effects of evidence-based prevention training on neuromuscular and biomechanical risk factors for ACL injury in adolescent female athletes: a randomised controlled trial’, *British journal of sports medicine*, 50(9), pp. 552–557. doi: 10.1136/BJSPORTS-2015-094776.
- Zouhal, H. *et al.* (2019) ‘Effects of Neuromuscular Training on Agility Performance in Elite Soccer Players’, *Frontiers in physiology*, 10(JUL). doi: 10.3389/FPHYS.2019.00947.