

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΙΤΛΟΣ
Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΟΠΩΣΗΣ ΠΡΟΚΑΛΟΥΜΕΝΗΣ ΑΠΟ ΑΓΩΝΑ ΠΕΤΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ
ΣΤΗΝ ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΠΡΟΣΓΕΙΩΣΗΣ ΑΠΟ ΑΛΜΑ

της

Χάριτος Τσαρμπού

Επιβλέπων Καθηγητής

Αθανάσιος Τσιόκανος

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Άσκηση και Υγεία» του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Έτος ολοκλήρωσης της διατριβής
2018

© 2018

Charis Tsarbou

ALL RIGHTS RESERVED

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όσους συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής και συγκεκριμένα:

Τον καθηγητή μου, κ. Αθανάσιο Τσιόκανο, για την πολύ καλή συνεργασία, τη βοήθεια και την υποστήριξη σε όλα τα βήματα για την πραγματοποίηση της διατριβής.

Τον κ. Παναγιώτη Τσιμέα, για τη συμβολή του στον προγραμματισμό και την οργάνωση της πειραματικής διαδικασίας.

Τον κ. Γεράσιμο Γρίβα για τη συνεισφορά του στις μετρήσεις.

Τις φοιτήτριες του ΤΕΦΑΑ Τρικάλων για τη συμμετοχή τους στην έρευνα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το σύζυγό μου, Νίκο Λιβέρη, για την κατανόηση, την υποστήριξη και την έμπρακτη βοήθεια σε όλους τους τομείς ώστε να καταστεί δυνατή η πραγματοποίηση της μελέτης και η συγγραφή της διατριβής.

Αφιερώνω την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή στη μικρή κορούλα μου, την Κατερίνα, όπου η γέννηση και οι πρώτοι μήνες της στη ζωή σημάδεψαν έντονα τη διαδικασία πραγματοποίησης της παρούσας μελέτης.

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί η επίδραση της επιβάρυνσης ενός αγώνα πετοσφαίρισης στην εμβιομηχανική της προσγείωσης. Αξιολογήθηκε η εμβιομηχανική της προσγείωσης πριν και μετά από έναν αγώνα πετοσφαίρισης με τη χρήση του κλινικού εργαλείου LESS. Δεκατρείς αθλήτριες πετοσφαίρισης πραγματοποίησαν προσγειώσεις από άλμα από ένα κουτί 30 εκ., πριν και μετά από έναν αγώνα πετοσφαίρισης, διάρκειας 60 λεπτών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επιδόσεων του LESS ($t_{(12)} = 2.21, p < 0.05$). Οι τιμές στο LESS μετά την παρέμβαση ήταν μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες πριν την παρέμβαση. Συμπερασματικά, φαίνεται ότι η κόπωση, προκαλούμενη από αγώνα πετοσφαίρισης, επιδρά αρνητικά στην εμβιομηχανική της προσγείωσης, το οποίο μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση του κινδύνου για τραυματισμό του ΠΧΣ. Στις στρατηγικές πρόληψης τραυματισμού του ΠΧΣ θα πρέπει να περιλαμβάνονται στοιχεία για τη βελτίωση της τεχνικής της προσγείωσης, ιδιαίτερα μετά από κόπωση.

Λέξεις κλειδιά: κόπωση, προσγείωση, πετοσφαίριση, εμβιομηχανική

Abstract

The aim of the present study was to examine the effect of load of a volleyball match on biomechanics of landing. Biomechanics of landing was assessed before and after the volleyball match via the clinical tool LESS. Thirteen women volleyball athletes completed jump landings from a box of 30 cm height, before and after a 60 min volleyball match. The results of the study showed that the score of LESS changed significantly ($t_{(12)} = 2.21$, $p < 0.05$). The score of LESS was higher after than before the match. In conclusion, it is suggested that biomechanics of landing are affected negatively by fatigue, resulting in higher risk of ACL injury. Injury prevention strategies should incorporate components for better landing technique, especially after fatigue.

Key words: fatigue, landing, volleyball, biomechanics

Περιεχόμενα

ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΠΙΝΑΚΕΣ	7
ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΕΙΚΟΝΕΣ.....	8
ΛΙΣΤΑ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ.....	9
ΛΙΣΤΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή.....	11
1.1 Επιδημιολογία τραυματισμών	11
1.2 Πρόληψη τραυματισμών.....	12
1.3 Μυϊκή κόπωση	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	18
2.1 Επίπεδο κόπωσης.....	19
2.2 Πρωτόκολλα κόπωσης.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Μεθοδολογία	22
3.1 Δείγμα	22
3.2 Διαδικασία.....	23
3.2.1 Πριν τον αγώνα	23
3.2.2 LESS.....	24
3.2.3 Κατακόρυφο άλμα.....	26
3.2.4 Αγώνας	26
3.2.5 Μετά τον αγώνα.....	26
3.3 Στατιστική ανάλυση.....	26
Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα	28
Κεφάλαιο 5: Συζήτηση.....	29
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και Προτάσεις	33
Κεφάλαιο 7: Βιβλιογραφία.....	34
Παράρτημα 1: Έντυπο συναίνεσης.....	38
Παράρτημα 2: Ερωτηματολόγια – Φόρμα αποτελεσμάτων.....	40
Παράρτημα 3: Επεξήγηση τρόπου βαθμολόγησης Landing Error Scoring System (LESS) ..	43

ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Ενδεικτικές μελέτες για την επίδραση της κόπωσης στην προσγείωση από άλμα	21
Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων.....	22
Πίνακας 3: Προσφορά συμβουλών προσγείωσης.....	23
Πίνακας 4: Συμμετοχή σε πρόγραμμα πρόληψης.....	23
Πίνακας 5: Κατακόρυφο άλμα	28
Πίνακας 6: Κλίμακα Borg	28
Πίνακας 7: Landing Error Scoring System (LESS).....	28

ΛΙΣΤΑ ΜΕ ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1 Μηχανισμός τραυματισμού στην πετοσφαίριση	13
Εικόνα 2: Διάταξη χώρου κατά την εκτέλεση του Landing Error Scoring System (LESS) ...	25
Εικόνα 3: Εκτέλεση του LESS.	25

ΛΙΣΤΑ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ

ΠΧΣ = Πρόσθιος Χιαστός Σύνδεσμος

LESS = Landing Error Scoring System

ΠΔΚ = Ποδοκνημική

ΛΙΣΤΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

↑ = Αύξηση

↓ = Μείωση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

1.1 Επιδημιολογία τραυματισμών

Η εύκολη πρόσβαση όλων των ηλικιών στο άθλημα της πετοσφαίρισης, ο μικρός απαραίτητος εξοπλισμός για να στηθεί ένας αγωνιστικός χώρος, είτε σε ανοιχτό είτε σε εσωτερικό περιβάλλον, έχουν οδηγήσει το άθλημα αυτό να είναι ένα από τα πιο δημοφιλή αθλήματα διεθνώς (L. P. James, Kelly, & Beckman, 2014). Από τη Διεθνή Ομοσπονδία Πετοσφαίρισης εκτιμάται ότι ο αριθμός των αθλουμένων φθάνει παγκοσμίως τα 500 εκατομμύρια (Eerkes, 2012).

Τα επιδημιολογικά στοιχεία που αφορούν στους τραυματισμούς που συμβαίνουν στην πετοσφαίριση αναφέρουν ότι οι τραυματισμοί του κάτω άκρου καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό (Baugh et al., 2018). Πιο συγκεκριμένα, οι πιο συχνοί τραυματισμοί αφορούν την ποδοκνημική και κυρίως το διάστρεμμα της ποδοκνημικής, και ακολουθούν οι τραυματισμοί στο γόνατο, με πιο συχνή την τενοντίτιδα του επιγονατιδικού τένοντα και έπειτα τη ρήξη του πρόσθιου (ΠΧΣ) χιαστού συνδέσμου (Baugh et al., 2018; L. P. James et al., 2014).

Αν και η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου δεν είναι ο πιο συχνός τραυματισμός που συμβαίνει στην πετοσφαίριση, ωστόσο είναι πολύ πιο σοβαρός τραυματισμός, πολλές φορές καταστροφικός, και προκαλεί τη μεγαλύτερη αποχή από το άθλημα (Baugh et al., 2018). Επίσης, το άθλημα της πετοσφαίρισης βρίσκεται στην τέταρτη θέση μεταξύ των αθλημάτων όπου σημειώνονται οι περισσότεροι τραυματισμοί του ΠΧΣ (Majewski, Susanne, & Klaus, 2006).

Η ρήξη του ΠΧΣ μπορεί να προκαλέσει άμεση δυσλειτουργία στην άρθρωση του γόνατος εξαιτίας της λειτουργικής αστάθειας (Beynnon, Johnson, Abate, Fleming, & Nichols, 2005),

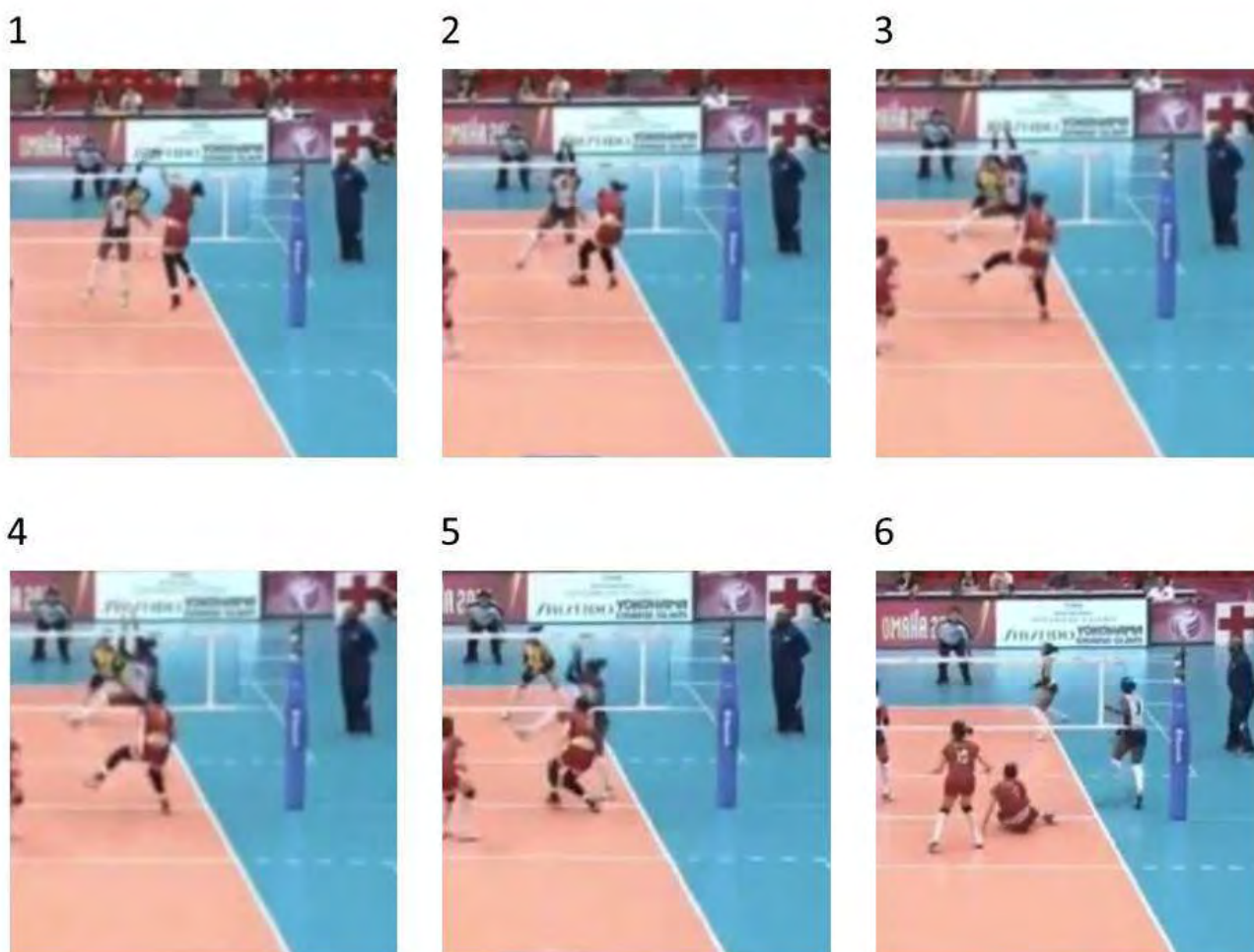
επίμονες νευρομυϊκές ασυμμετρίες στα κάτω άκρα (Xergia, Pappas, Zampeli, Georgiou, & Georgoulis, 2013) και την πρόωρη έναρξη οστεοαρθρίτιδας (Beynnon et al., 2005), ανεξάρτητα αν η αντιμετώπιση είναι χειρουργική ή συντηρητική (Delince & Ghafil, 2012). Επιπλέον, παρόλη την εξέλιξη των χειρουργικών τεχνικών και της φυσικοθεραπευτικής αποκατάστασης, τα ποσοστά επιστροφής στο επίπεδο πριν τον τραυματισμό παραμένουν χαμηλότερα από τα αναμενόμενα. Συγκεκριμένα, το 65% καταφέρνει να επιστρέψει στο επίπεδο πριν το τραυματισμό, ενώ όσον αφορά τους αθλητές υψηλού επιπέδου τα ποσοστά είναι ακόμα χαμηλότερα, της τάξης του 55% (Arderm, Taylor, Feller, & Webster, 2014).

1.2 Πρόληψη τραυματισμών

Βάσει όσων αναφέρθηκαν προηγουμένως, κρίνεται ότι ο μόνος τρόπος για να μειωθεί ο αριθμός των τραυματισμών του ΠΧΣ και οι επιπτώσεις αυτού είναι η πρόληψη. Οι ερευνητές έχουν αναδείξει μέσα από συστηματική έρευνα τους παράγοντες κινδύνου τραυματισμού του ΠΧΣ και τους έχουν κατηγοριοποιήσει σε δύο διαφορετικές κατηγορίες: Μη τροποποιήσιμους (ανατομικοί και ορμονικοί) και τροποποιήσιμους (νευρομυϊκοί και εμβιομηχανικοί) (Alentorn-Geli et al., 2009). Τα προγράμματα πρόληψης και η πλειοψηφία των ερευνών εστιάζουν στους νευρομυϊκούς και εμβιομηχανικούς παράγοντες κινδύνου, επειδή περιλαμβάνουν την ενεργητική συμμετοχή του μυϊκού συστήματος και έχουν τη δυνατότητα να τροποποιηθούν. Οι εμβιομηχανικοί και νευρομυϊκοί παράγοντες περιλαμβάνουν τη μυϊκή δύναμη και ισχύ, τα πρότυπα ενεργοποίησης μυών, τα πρότυπα κίνησης και την ικανότητα σταθεροποίησης των αρθρώσεων (Griffin et al., 2006).

Πιο αναλυτικά, τα τελευταία 20 χρόνια το ερευνητικό ενδιαφέρον έχει εστιαστεί στην εμβιομηχανική της προσγείωσης από άλμα και των αλλαγών κατεύθυνσης, λόγω της συσχέτισης που υπάρχει με τους τραυματισμούς του ΠΧΣ (Boden, Griffin, & Garrett, 2000; Krosshaug et al., 2007; Olsen, Myklebust, Engebretsen, & Bahr, 2004). Συγκεκριμένα,

μελέτες βασισμένες σε αναλύσεις βίντεο τραυματισμών του ΠΧΣ αναφέρουν ότι οι περισσότεροι τραυματισμοί συμβαίνουν χωρίς επαφή με άλλον αθλητή, κατά τη διάρκεια ξαφνικής επιβράδυνσης πριν από προσγείωση από άλμα ή αλλαγή κατεύθυνσης με το γόνατο κοντά στην πλήρη έκταση (Boden et al., 2000; Olsen et al., 2004). Ο μηχανισμός είναι ο ίδιος, είτε η βάση στήριξης του αθλητή είναι μονοποδική είτε διποδική (Olsen et al., 2004). Αντίστοιχα, στην πετοσφαίριση έχει παρατηρηθεί ότι οι περισσότεροι τραυματισμοί του ΠΧΣ συμβαίνουν κατά τη φάση προσγείωσης από ένα μπλοκ ή καρφί (Baugh et al., 2018; L. P. James et al., 2014) (Εικόνα 1). Γι' αυτό το λόγο οι αθλητές αριστεροί, μεσαίοι και δεξιοί επιθετικοί, διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο τραυματισμού (L. P. James et al., 2014).



Εικόνα 1: Μηχανισμός τραυματισμού στην πετοσφαίριση. (Στιγμιότυπο από βίντεο στο YouTube)

Ο μηχανισμός κάκωσης μπορεί εν μέρει να ερμηνευθεί από *in vitro* και *in-vivo* έρευνες που έχουν γίνει. Συγκεκριμένα, έχει βρεθεί ότι ο ΠΧΣ δέχεται τις υψηλότερες τάσεις όταν η άρθρωση του γόνατος βρίσκεται κοντά στην πλήρη έκταση (Alentorn-Geli et al., 2009; Beynnon et al., 2005). Η υψηλότερη τιμή εμφανίζεται στις 15 μοίρες κάμψης, η οποία αντιστοιχεί στις εκτιμήσεις των ερευνών που εξετάζουν τους μηχανισμούς τραυματισμού (Olsen et al., 2004). Επίσης, νευρομυϊκοί παράγοντες που μπορούν να αυξήσουν τα διατμητικά φορτία στον ΠΧΣ είναι η μειωμένη μυϊκή δύναμη και επιστράτευση των οπίσθιων μηριαίων σε σχέση με τον τετρακέφαλο, καθώς και στρατηγικές κίνησης με αυξημένη ενεργοποίηση του γαστροκνημίου μύος (Alentorn-Geli et al., 2009; Padua et al., 2006), γιατί ο γαστροκνήμιος παρουσιάζεται ως ανταγωνιστής του ΠΧΣ (Beynnon et al., 2005; Fleming et al., 2001).

Με βάση τα παραπάνω, ο εντοπισμός αθλητών που παρουσιάζουν πρότυπα κίνησης που θέτουν σε κίνδυνο την ακεραιότητα του ΠΧΣ κρίνεται ως ένα από τα αναγκαία και εξέχοντα βήματα στις στρατηγικές πρόληψης. Ο βέλτιστος τρόπος αξιολόγησης του προτύπου κίνησης είναι η εργαστηριακή εξέταση μέσω της τρισδιάστατης ανάλυσης κίνησης (Chimera & Warren, 2016). Ωστόσο, η προσβασιμότητα, ο χρόνος που απαιτείται, καθώς και το οικονομικό κόστος εμποδίζουν την ευρεία εφαρμογή της τρισδιάστατης ανάλυσης κίνησης. Αυτό έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη εργαλείων που μπορούν να εντοπίσουν λανθασμένα πρότυπα κίνησης στο μετωπιαίο και στο οβελιαίο επίπεδο, με τη χρήση απλής δισδιάστατης ανάλυσης κίνησης της προσγείωσης από άλμα (Chimera & Warren, 2016; Jones, Herrington, Munro, & Graham-Smith, 2014). Ένα από αυτά είναι το landing error scoring system. Το less είναι ένα κλινικό εργαλείο που παρουσιάζει καλή ως εξαιρετική αξιοπιστία, και έχει αξιολογηθεί για την εγκυρότητά του έναντι της τρισδιάστατης κινηματικής και κινητικής ανάλυσης κίνησης, σε μία μεγάλη μελέτη που περιλάμβανε περίπου 2700 συμμετέχοντες. Είναι εύκολο στη χρήση μετά από μικρή εξάσκηση και προσιτό. Χρησιμοποιεί δύο

βιντεοκάμερες, στο οβελιαίο και στο μετωπιαίο επίπεδο, για να εντοπίσει πιθανά λάθη κατά τα την προσγείωση από άλμα. Το άλμα πραγματοποιείται από ένα κουτί ύψους 30 εκατοστών, και ο εθελοντής εκτελεί επί τρεις φορές ένα οριζόντιο άλμα στη μισή απόσταση του ύψους του, και ακολούθως ένα μέγιστο κατακόρυφο άλμα. Η αξιολόγηση της προσγείωσης γίνεται με τη συμπλήρωση μιας φόρμας, που αποτελείται από 17 ερωτήσεις σωστού-λάθους. Όσο πιο υψηλή είναι η βαθμολογία τόσο περισσότερα είναι τα λάθη στην εμβιομηχανική της προσγείωσης (Chimera & Warren, 2016; Padua et al., 2009).

1.3 Μυϊκή κόπωση

Η μελέτη του φαινομένου της κόπωσης έχει απασχολήσει την ανθρώπινη σκέψη από τα πανάρχαια χρόνια, ωστόσο η συστηματική του διερεύνηση χρονολογείται από τα μέσα του 19ου αιώνα. Η μυϊκή κόπωση ορίζεται ως η ασκησιογενής μείωση της ικανότητας για παραγωγή δύναμης ή ισχύος (Enoka & Duchateau, 2008). Μία από τις επιδράσεις της μυϊκής κόπωσης είναι η διατάραξη της ικανότητας ελέγχου της στάσης σώματος, που οφείλεται σε αλλαγές στο πρότυπα ενεργοποίησης των μυών (Bisson, McEwen, Lajoie, & Bilodeau, 2011; Harkins, Mattacola, Uhl, Malone, & McCrory, 2005; Yaggie & McGregor, 2002). Κατά την προσγείωση από άλμα, οι αλλαγές στα πρότυπα ενεργοποίησης των μυών εκφράζονται με αυξημένη επιστράτευση του γαστροκνημίου μυός (Padua et al., 2006), ο οποίος δρα ανταγωνιστικά στον ΠΧΣ (Fleming et al., 2001) και μειωμένη επιστράτευση των οπίσθιων μηριαίων (Padua et al., 2006), οι οποίοι λειτουργούν προστατευτικά του ΠΧΣ, εμποδίζοντας την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης (Beynnon et al., 2005). Στην άρθρωση του γόνατος, ο μειωμένος νευρομυϊκός έλεγχος έχει βρεθεί ότι αυξάνει την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης, θέτοντας σε κίνδυνο την ακεραιότητα του ΠΧΣ (Chappell et al., 2005; Ribeiro, Santos, Goncalves, & Oliveira, 2008).

Η μυϊκή κόπωση αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως ένας από τους τροποποιήσιμους παράγοντες κινδύνου τραυματισμού του ΠΧΣ, λόγω των μεταβολών που προκαλεί στην εμβιομηχανική της κίνησης (Borotikar, Newcomer, Koppes, & McLean, 2008; Chappell et al., 2005). Επιπλέον, επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν ότι η συχνότητα των αθλητικών τραυματισμών συνολικά αυξάνεται κατά τη διάρκεια των τελευταίων λεπτών του αγώνα, καθώς και στα τελευταία τμήματα της αγωνιστικής σεζόν, όπου η κόπωση πιθανόν να επιδρά σωρευτικά. Πιο συγκεκριμένα, έχει φανεί ότι ένα μεγάλο ποσοστό των τραυματισμών στο γόνατο χωρίς επαφή συμβαίνει κατά τα τελευταία 15 λεπτά του πρώτου ημιχρόνου και τα τελευταία 30 λεπτά του δευτέρου ημιχρόνου ενός ποδοσφαιρικού αγώνα (Gabbett, 2000).

Στην πετοσφαίριση, οι περισσότεροι τραυματισμοί συμβαίνουν σε σημαντικά μεγαλύτερο βαθμό κατά τη διάρκεια των αγώνων σε σύγκριση με τις προπονήσεις. Επιπλέον, όσον αφορά τους αγώνες, οι περισσότεροι τραυματισμοί συμβαίνουν κατά τη διάρκεια του πρωταθλήματος σε σύγκριση με τους φιλικούς αγώνες προετοιμασίας και τους αγώνες μετά την κανονική περίοδο του πρωταθλήματος. Επιπροσθέτως, όσον αφορά τις προπονήσεις, οι τραυματισμοί κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας συμβαίνουν σε διπλάσιο αριθμό συγκριτικά με τις προπονήσεις μέσα στην αγωνιστική περίοδο. Με βάση, λοιπόν, τα στοιχεία αυτά, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η μικρότερη αντίσταση στην κόπωση, εξαιτίας ενός χαμηλότερου επιπέδου φυσικής κατάστασης, συμβάλλει στην αύξηση του κινδύνου τραυματισμού (James et al., 2014). Όταν σε αυτές τις συνθήκες προστεθεί ένα ήδη λανθασμένο πρότυπο κίνησης, τότε ίσως ο κίνδυνος τραυματισμού αυξάνει ακόμα περισσότερο.

Εκτιμώντας τη σχέση που υπάρχει μεταξύ της εμβιομηχανικής της προσγείωσης με τον τραυματισμό του ΠΧΣ, η μελέτη της επίδρασης της κόπωσης στην εμβιομηχανική της προσγείωσης από άλμα θα συμβάλλει στη βαθύτερη κατανόηση των νευρομυϊκών

παραγόντων κινδύνου και κατ' επέκταση στη βελτίωση των προγραμμάτων πρόληψης τραυματισμών.

Σκοπός, λοιπόν, της παρούσας μελέτης είναι η μελέτη της επίδρασης της κόπωσης ενός μικρής διάρκειας αγώνα πετοσφαίρισης (3 σετ) στην εμβιομηχανική της προσγείωσης από άλμα.

Η προκαλούμενη κόπωση μέσω ενός αγώνα θα βοηθήσει να εξαχθούν συμπεράσματα που να βασίζονται στις πραγματικές απαιτήσεις ενός αθλήματος. Επιπλέον, ο έλεγχος των αθλητών έπειτα από μικρής διάρκειας αγώνα (ημίχρονο ή 2-3 σετ) συμβάλλει στη λήψη αποφάσεων τακτικής ενός προπονητή.

Υποθέσαμε ότι ο αγώνας θα έχει αρνητική επίδραση και ότι οι αθλητές θα παρουσιάσουν μεγαλύτερες τιμές (περισσότερα λάθη) στο landing error scoring system.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Στη βιβλιογραφία υπάρχει ασυμφωνία για τον τρόπο που επιδρά η κόπωση στην εμβιομηχανική της προσγείωσης. Στο οβελιαίο επίπεδο, οι περισσότεροι ερευνητές έχουν βρει ότι οι εξεταζόμενοι μετά από κόπωση προσγειώνονται με τρόπο που να αυξάνεται ο κίνδυνος τραυματισμού του ΠΧΣ, δηλαδή με μικρότερες γωνίες κάμψης των αρθρώσεων και γενικά με ένα πιο άκαμπτο τρόπο προσγείωσης (Benjaminse et al., 2008; Borotikar et al., 2008; Chappell et al., 2005; Cortes, Quammen, Lucci, Greska, & Onate, 2012; Kim, Son, Seeley, & Hopkins, 2015; O'Connor, Johnson, & Benson, 2015; Pappas, Sheikhzadeh, Hagins, & Nordin, 2007; Quammen et al., 2012; Schmitz et al., 2014; Wesley, Aronson, & Docherty, 2015; Whyte et al., 2017). Σε κάποιες άλλες μελέτες όμως, οι ερευνητές παρατήρησαν ότι η επίδραση της κόπωσης οδηγεί σε αύξηση της κάμψης στην άρθρωση του γόνατος μετά από κόπωση, είτε και στα δύο φύλα (Brazen, Todd, Ambegaonkar, Wunderlich, & Peterson, 2010; Xia, Zhang, Wang, Sun, & Fu, 2017) είτε μόνο στις γυναίκες (Padua et al., 2006), που ίσως να θεωρηθεί ότι οι αλλαγές οδηγούν σε ένα πιο προστατευτικό πρότυπο κίνησης, αλλά με σημαντικές αλλαγές στην ενεργοποίηση των μυών (Kellis & Kouvelioti, 2009; Padua et al., 2006). Στις υπόλοιπες μελέτες, αν και υπήρχαν διαφορές, δεν βρέθηκε η κόπωση να επιδρά σημαντικά στις γωνίες των αρθρώσεων (C. R. James, Scheuermann, & Smith, 2010; Patrek, Kernozek, Willson, Wright, & Doberstein, 2011). Αντίστοιχα, όσες μελέτες εξέτασαν την εμβιομηχανική στο μετωπιαίο επίπεδο είχαν διαφορές. Σε τέσσερις μελέτες αυξήθηκε η βλαισότητα της άρθρωσης του γόνατος (Borotikar et al., 2008; Chappell et al., 2005; McLean et al., 2007; Pappas et al., 2007), ενώ σε μία (Benjaminse et al., 2008) μειώθηκε. Αυτές οι διαφοροποιήσεις ίσως να οφείλονται σε σημαντικές διαφορές στη μεθοδολογία τους, όπως θα αναλυθεί παρακάτω.

2.1 Επίπεδο κόπωσης

Μέχρι σήμερα, η επίδραση της κόπωσης στην εμβιομηχανική της προσγείωσης έχει εξεταστεί μέσα από διαφορετικά πρωτόκολλα, τα οποία διαφέρουν ως προς το επίπεδο κόπωσης των εξεταζόμενων. Οι εξεταζόμενοι, δηλαδή, εκτελούσαν το πρωτόκολλο κόπωσης είτε μέχρι εξαντλήσεως, δηλαδή να μην μπορούν να συνεχίσουν άλλο (Benjaminse et al., 2008; Borotikar et al., 2008; Chappell et al., 2005), είτε μέχρι να πετύχουν κάποια συγκεκριμένα κριτήρια. Στα κριτήρια περιλαμβάνονταν η μείωση του ύψους του κάθετου άλματος, η μείωση της μέγιστης καρδιακής συχνότητας, το αντιλαμβανόμενο επίπεδο κόπωσης, η αδυναμία εκτέλεσης των ασκήσεων στον προκαθορισμένο ρυθμό και η πτώση της μυϊκής ισχύος (Cone et al., 2012; Cortes et al., 2012; C. R. James et al., 2010; Padua et al., 2006; Wesley et al., 2015; Whyte et al., 2017). Το κριτήριο για το κάθετο άλμα ήταν η μείωση της απόδοσης κατά 5 εκατοστά (Wesley et al., 2015) ή κατά 10-20% της απόδοσης πριν την κόπωση (Cortes et al., 2012; Kim et al., 2015; Weinhandl, Smith, & Dugan, 2011). Όσον αφορά τη μέγιστη καρδιακή συχνότητα, το κριτήριο οριζόταν σε μείωση στο 85-90% της μέγιστης (Cortes et al., 2012; Whyte et al., 2017), ενώ με βάση την κλίμακα borg οι ερευνητές έθεταν στόχο την επίτευξη βαθμολογίας ίσης με 18-19 (Patrek et al., 2011; Whyte et al., 2017). Το κριτήριο για τη μυϊκή ροπή οριζόταν σε μείωση 30% (Kellis & Kouvelioti, 2009). Υπήρχαν, ωστόσο, και μελέτες όπου οι εξεταζόμενοι καλούνταν να εκτελέσουν τις δοκιμασίες όχι με βάση κάποια κριτήρια, αλλά αφού είχαν ολοκληρώσει το σύνολο των ασκήσεων (Brazen et al., 2010; Pappas et al., 2007) ή είχε παρέλθει το οριζόμενο χρονικό διάστημα (McLean et al., 2007).

Ωστόσο, στις μελέτες αυτές, ίσως το επίπεδο κόπωσης των εξεταζόμενων να ήταν αρκετά υψηλότερο από αυτό που επιτυγχάνεται κατά τη διάρκεια ενός πραγματικού αγώνα. Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η επίδραση (Ponoas et al., 2014) της κόπωσης μετά από έναν αγώνα χάντμπολ στο κατακόρυφο άλμα παρουσίαζε μείωση της τάξης 5,2-7,4% (Ponoas et

al., 2014), ενώ η αντιλαμβανόμενη κόπωση με βάση την κλίμακα Borg μετά από ένα αγώνα πετοσφαίρισης περιοριζόταν μεταξύ 15 και 17 βαθμών (Ribeiro et al., 2008).

2.2 Πρωτόκολλα κόπωσης

Στη βιβλιογραφία, οι μελέτες που έχουν ερευνήσει την επίδραση της κόπωσης στην εμβιομηχανική της προσγείωσης έχουν χρησιμοποιήσει διαφορετικά πρωτόκολλα κόπωσης, τα οποία μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες. Στη μία κατηγορία ανήκουν πρωτόκολλα τα οποία προκαλούν τοπική-περιφερική κόπωση και είναι μικρής διάρκειας (Borotikar et al., 2008; Chappell et al., 2005; Cortes et al., 2012; Wesley et al., 2015), και στην άλλη ανήκουν τα πρωτόκολλα τα οποία προκαλούν γενική κόπωση και είναι μεγάλης διάρκειας (Schmitz et al., 2014; Shultz et al., 2015). Οι περισσότερες μελέτες που εξετάζουν την εμβιομηχανική της προσγείωσης έχουν χρησιμοποιήσει πρωτόκολλα μικρής διάρκειας. Σε αυτές τις μελέτες οι ερευνητές προκαλούσαν κόπωση σε ένα μν ή μυϊκή ομάδα με ασκήσεις είτε ανοικτής (Kellis & Kouvelioti, 2009; O'Connor et al., 2015; Patrek et al., 2011) είτε κλειστής κινητικής αλυσίδας (Borotikar et al., 2008; Padua et al., 2006), ενώ αρκετοί επέλεξαν λειτουργικές ασκήσεις, όπως άλματα, τρέξιμο σπριντ και αλλαγές κατεύθυνσης, ώστε να προσεγγίζουν περισσότερο τις αθλητικές κινήσεις (Brazen et al., 2010; Chappell et al., 2005; Pappas et al., 2007). Ωστόσο, τα πρωτόκολλα γενικής κόπωσης προσεγγίζουν περισσότερο τις πραγματικές απαιτήσεις των αθλημάτων, γιατί είναι γνωστό ότι η κόπωση δρα σωρευτικά κατά τη διάρκεια της προπόνησης ή του αγώνα, και επίσης κατά τη διάρκεια όλης της αθλητικής περιόδου (Barber-Westin & Noyes, 2017). Με αυτό το σκεπτικό, λίγοι ερευνητές έως σήμερα έχουν χρησιμοποιήσει πρωτόκολλα κόπωσης διάρκειας ενός ολόκληρου αγώνα, με ασκήσεις που προσομοιάζουν στις κινήσεις που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια ενός κανονικού αγώνα (Schmitz et al., 2014; Shultz et al., 2015). Ωστόσο, δεν υπάρχουν πληροφορίες για την επίδραση της επιβάρυνσης πραγματικών αγώνων στην εμβιομηχανική της προσγείωσης (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Ενδεικτικές μελέτες για την επίδραση της κόπωσης στην προσγείωση από άλμα

Ερευνητές	Δείγμα	Πρωτόκολλο κόπωσης	Αποτελέσματα
Boroticar et al. (2008)	24 γυναίκες (NCAA division 1)	Επαναλαμβανόμενα καθίσματα μέχρι εξάντλησης	↓ κάμψης και έσω στροφής ισχίου ↑ βλαισότητας γόνατος, έσω στροφής γόνατος και υπτιασμού ΠΔΚ
Chappell et al. (2005)	20 (10 άντρες + 10 γυναίκες) ερασιτέχνες αθλητές	Συνεχείς κύκλοι από 5 κατακόρυφα άλματα και 30 μ. σπριντ μέχρι εξάντλησης	↓ κάμψης γόνατος
Pappas et al. (2006)	32 (16 γυναίκες + 16 άντρες) ερασιτέχνες αθλητές	Ολοκλήρωση 100 συνεχών άλματα πάνω από εμπόδια + 50 μέγιστων κατακόρυφων αλμάτων	↑ βλαισότητας γόνατος
James et al. (2009)	10 ερασιτέχνες άντρες αθλητές	1) μέγιστα ισομετρικά καθίσματα και 2) υπομέγιστη (60% μέγιστου έργου) ποδηλασία σε εργόμετρο μέχρι εξαντλήσεως	Όχι σημαντικές αλλαγές στις γωνίες κάμψης του γόνατος σε κανένα από τα 2 πρωτόκολλα
Shultz et al. (2015)	59 (29 γυναίκες 30 άνδρες) ερασιτέχνες αθλητές	διαλειμματικό πρόγραμμα άσκησης 90' – προσομοίωση αγώνα ποδόσφαιρου	↑ βλαισότητας γόνατος, ↑ ραχιαίας κάμψης ΠΔΚ, ↓ γωνιών κάμψης κάτω άκρου στις γυναίκες

Σε μια μελέτη (Ribeiro et al., 2008), οι ερευνητές βρήκαν ελλείμματα ιδιοδεκτικότητας στην άρθρωση του γόνατος σε αθλήτριες πετοσφαίρισης, μετά από έναν αγώνα πετοσφαίρισης (5 σετ). Δεν είχαν ωστόσο συμπεριλάβει στη μελέτη τους κινηματικά δεδομένα, ώστε να απαντηθεί το ερώτημα αν αυτά τα ελλείμματα ιδιοδεκτικότητας αλλάζουν το πρότυπο κίνησης σε βαθμό που να αυξάνουν τον κίνδυνο τραυματισμού του ΠΧΣ.

Γι' αυτό το λόγο, ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εξετάσουμε την επίδραση της επιβάρυνσης ενός κανονικού αγώνα πετοσφαίρισης (60 λεπτών) στην εμβιομηχανική της προσγείωσης από άλμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Μεθοδολογία

3.1 Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά δεκατρείς υγιείς γυναίκες (ηλικία: 19.3 ± 1.1 έτη, σωματική μάζα: 67 ± 12.3 kg, ανάστημα 1.68 ± 0.0 m, δείκτης μάζας σώματος: 23.6 ± 3.5), οι οποίες ήταν αθλήτριες πετοσφαίρισης, που έκαναν τουλάχιστον 2 προπονήσεις την εβδομάδα (Πίνακας 2). Οι συμμετέχοντες ήταν φοιτήτριες του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (ΤΕΦΑΑ) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και δήλωσαν συμμετοχή έπειτα από σχετική πρόσκληση κατά τη διάρκεια του μαθήματος.

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων

n = 13	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Ηλικία (έτη)	18	21	19.3	1.1
Μάζα (kg)	52.3	94.4	67.0	12.3
Ανάστημα (m)	1.62	1.76	1.68	0.0
Δείκτης Μάζας Σώματος	19.2	31.9	23.6	3.5
Προπονήσεις / εβδομάδα	2	6	4.2	1.1

Η πλειοψηφία των αθλητριών (84,6%) είχε λάβει τεχνικές συμβουλές για τον τρόπο προσγείωσης (Πίνακας 3), ενώ μόνο μία από αυτές είχε συμμετάσχει σε πρόγραμμα πρόληψης (Πίνακας 4). Πριν τη συμμετοχή στη μελέτη, ζητήθηκε και πάρθηκε η έγγραφη συγκατάθεση από όλες τις εθελόντριες. Επιπλέον, υπήρξε έγκριση πραγματοποίησης της μελέτης από την Επιτροπή Δεοντολογίας για την πραγματοποίηση ερευνητικής εργασίας του Τμήματος (Παράρτημα 1).

Πίνακας 3: Προσφορά συμβουλών προσγείωσης

Προσφορά	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
ΝΑΙ	11	84.6
ΟΧΙ	2	15.4

Πίνακας 4: Συμμετοχή σε πρόγραμμα πρόληψης

Συμμετοχή	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
ΝΑΙ	1	7.7
ΟΧΙ	12	92.3

3.2 Διαδικασία

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο κλειστό γυμναστήριο του αθλητικού κέντρου Τρικάλων. Αρχικά δόθηκαν οδηγίες στις δοκιμαζόμενες για τη διαδικασία και στη συνέχεια συμπλήρωσαν τα ερωτηματολόγια σχετικά με το ιατρικό ιστορικό τους και τη συμμετοχή στο άθλημα της πετοσφαίρισης (Παράρτημα 2). Τα κριτήρια αποκλεισμού από τη μελέτη, ήταν η ύπαρξη πρόσφατου τραυματισμού ή χειρουργείου σε διάστημα μικρότερο των 6 μηνών ή η ύπαρξη σοβαρού καρδιαγγειακού, αναπνευστικού ή νευρολογικού προβλήματος.

3.2.1 Πριν τον αγώνα

Πριν τις δοκιμασίες οι δοκιμαζόμενες εκτέλεσαν ένα 10-λεπτο γενικής προθέρμανσης. Χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, όπου η μία θα εκτελούσε το LESS και η άλλη το κατακόρυφο άλμα και αντίστροφα. Πριν την έναρξη των δοκιμασιών δόθηκαν οδηγίες για τον τρόπο που θα πρέπει να εκτελεστούν οι δοκιμασίες, ώστε να είναι έγκυρες. Για το LESS οι οδηγίες

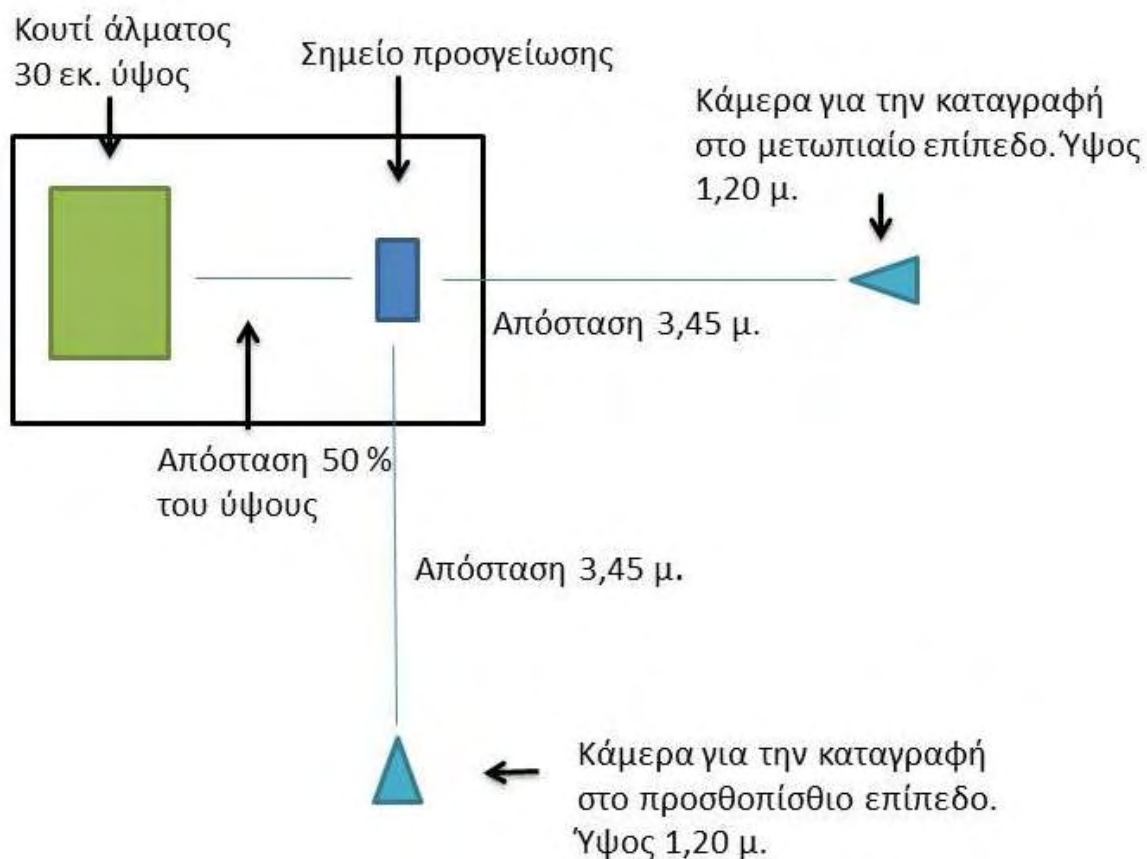
δόθηκαν έτσι ώστε να προληφθεί τυχόν επίδραση στη στρατηγική της προσγείωσης των συμμετεχόντων.

3.2.2 LESS

Η δοκιμασία less έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες του Padua και των συνεργατών του (2009). Οι δοκιμαζόμενες εκτέλεσαν 3 άλματα από ένα κουτί ύψους 30 εκ.. Εκτελούσαν οριζόντιο άλμα σε απόσταση ίση με το 50% του ύψους τους, προσγειώνονταν με τα 2 πόδια και αμέσως πηδούσαν κατακόρυφα όσο περισσότερο μπορούσαν.

Πρώτα έγιναν από την καθεμία 1-2 δοκιμαστικά άλματα για εξοικείωση με τη δοκιμασία και στη συνέχεια, βιντεοσκοπήθηκαν τρεις έγκυρες προσπάθειες.

Η βιντεοσκόπηση έγινε από 2 κάμερες Panasonic (HC-V770) και SONY (HDR-CX625), οι οποίες ήταν τοποθετημένες η μία στο μετωπιαίο και η άλλη στο οβελιαίο επίπεδο της δοκιμαζόμενης. Οι κάμερες απείχαν 3,45 μ. μέτρα από το σημείο προσγείωσης και ήταν τοποθετημένες σε τρίποδες ύψους 1,20 μ. (Εικόνα 2). Έγκυρο άλμα για το LESS θεωρούνταν όταν η δοκιμαζόμενη έκανε οριζόντιο άλμα με τα δύο πόδια, προσγειωνόταν με τα δύο πόδια μετά τη γραμμή που αντιστοιχούσε στο μισό του ύψους της και εκτελούσε τη δοκιμασία με συνεχή ροή κίνησης (Εικόνα 3). Αν η δοκιμαζόμενη εκτελούσε άκυρο άλμα, τότε η προσπάθεια ακυρωνόταν και επαναλάμβανε το άλμα ώσπου να καταγραφούν 3 έγκυρα άλματα (Padua et al., 2009). Οι καταγεγραμμένες προσπάθειες, μεταγενέστερα, προβάλλονταν με τη χρήση του προγράμματος δυσδιάστατης ανάλυσης κίνησης (Kinovea) 0.8.26 experimental version σε αργή κίνηση και συμπληρωνόταν το έντυπο αξιολόγησης με τις 17 ερωτήσεις σωστού-λάθους (Παράρτημα 3). Όσο μικρότερη ήταν η βαθμολογία τόσο καλύτερη θεωρούνταν η τεχνική προσγείωσης. Για λόγους χωροδιάταξης των καμερών, σε όλες τις δοκιμαζόμενες, εξεταζόταν το δεξί πόδι (Padua et al., 2009).



Εικόνα 2: Διάταξη χώρου κατά την εκτέλεση του Landing Error Scoring System (LESS)



Εικόνα 3: Εκτέλεση του LESS. Οριζόντιο άλμα στο 50% του ύψους της δοκιμαζόμενης και έπειτα μέγιστο κατακόρυφο άλμα

3.2.3 Κατακόρυφο άλμα

Για την ποσοτικοποίηση του επιπέδου της κόπωσης, όπως εκφράζεται από τη μείωση της ισχύος των κάτω άκρων, ενσωματώσαμε και τη μέτρηση του μέγιστου κατακόρυφου άλματος. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του διαδρόμου Bosco Ergojump System (Bosco, Luhtanen, & Komi, 1983). Οι δοκιμαζόμενες εκτελούσαν το κατακόρυφο άλμα ξεκινώντας από θέση ημικαθίσματος (90°) με τα χέρια στη μέση και έκαναν μετά από παράγγελμα του εξεταστή μέγιστο κατακόρυφο άλμα. Οι δοκιμαζόμενες εκτέλεσαν 1-2 άλματα δοκιμαστικά και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν 3 προσπάθειες. Στην ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το άλμα με την υψηλότερη επίδοση.

3.2.4 Αγώνας

Τη δεύτερη μέρα, οι δοκιμαζόμενες ξεκίνησαν με προθέρμανση περίπου 30 λεπτών και αφού χωρίστηκαν σε δύο ομάδες έπαιξαν έναν αγώνα πετοσφαίρισης διάρκειας 60 λεπτών (3 σετ).

3.2.5 Μετά τον αγώνα

Μετά τον αγώνα, οι δοκιμαζόμενες αμέσως χωρίστηκαν σε δύο ομάδες και η μία εκτέλεσε το LESS και η άλλη το κατακόρυφο άλμα και αντίστροφα. Οι δοκιμαζόμενες πριν την εκτέλεση του LESS βαθμολογούσαν την υποκειμενική αντιλαμβανόμενη κόπωση που είχαν με βάση την κλίμακα Borg (Borg, 1970).

3.3 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό λογισμικό πακέτο SPSS (IBM SPSS Statistics 21.0). Εφαρμόστηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση για τις εξεταζόμενες μεταβλητές (μάζα, ανάστημα, δείκτης μάζας σώματος, ηλικία, προπονήσεις/εβδομάδα και κλίμακα Borg). Αφού εξασφαλίστηκε η ομαλότητα των διακυμάνσεων στις βαθμολογίες στο LESS και στις επιδόσεις του κατακόρυφου άλματος έγινε έλεγχος για τυχόν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο χρονικών φάσεων (πριν και μετά τον αγώνα). Η

σύγκριση των βαθμολογιών στο LESS και των επιδόσεων του κατακόρυφου άλματος πριν και μετά τον αγώνα πραγματοποιήθηκε με Paired t-test. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p = 0.05$

Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα

Υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επιδόσεων του κατακόρυφου άλματος ($t_{(12)} = 2.55$, $p < 0.05$). Η επίδοση στο κατακόρυφο άλμα μετά την παρέμβαση ήταν μικρότερη από την αντίστοιχη πριν την παρέμβαση (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Κατακόρυφο άλμα

n = 13	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Άλμα πριν	21.3	33.1	26.2	3.9
Άλμα μετά	19.9	32.2	24.9	3.7

Το επίπεδο της αντιλαμβανόμενης κόπωσης, όπως καταγράφηκε με την κλίμακα Borg μετά τον αγώνα πετοσφαίρισης και πριν την εκτέλεση της δοκιμασίας LESS, ήταν 10.2 ± 1.0 και χαρακτηρίζεται ως ελαφριά κόπωση (Πίνακας 6).

Πίνακας 6: Κλίμακα Borg

n = 13	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Βαθμολόγηση	9	12	10.2	1.0

Επιπροσθέτως, υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των επιδόσεων του LESS ($t_{(12)} = 2.21$, $p < 0.05$). Οι τιμές στο LESS μετά την παρέμβαση ήταν μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες πριν την παρέμβαση (Πίνακας 7).

Πίνακας 7: Landing Error Scoring System (LESS)

n = 13	Ελάχιστο	Μέγιστο	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
LESS πριν	1	8	5.8	1.8
LESS μετά	2	10	6.3	1.9

Κεφάλαιο 5: Συζήτηση

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσουμε την επίδραση της επιβάρυνσης ενός κανονικού αγώνα πετοσφαίρισης στην εμβιομηχανική της προσγείωσης από άλμα. Υποθέσαμε ότι ο αγώνας θα έχει αρνητική επίδραση και ότι οι αθλητές θα παρουσιάσουν μεγαλύτερες τιμές (περισσότερα λάθη) στο Landing Error Scoring System. Πράγματι, οι αθλήτριες μετά από τον αγώνα παρουσίασαν μεγαλύτερη βαθμολογία στο LESS, δηλαδή έκαναν περισσότερα κινητικά σφάλματα κατά την προσγείωση.

Τα αποτελέσματα στο LESS είναι παρόμοια με εκείνα που παρουσιάζονται σε μία προηγούμενη μελέτη (Wesley et al., 2015), όπου χρησιμοποιήθηκε ένα λειτουργικό πρωτόκολλο κόπωσης μικρής διάρκειας. Η Wesley και οι συνεργάτες της (2015) βρήκαν ότι η βαθμολογία στο LESS στις γυναίκες πριν τη κόπωση ήταν 5.7 ± 1.9 ενώ μετά τη κόπωση η βαθμολογία αυξήθηκε στατιστικά σημαντικά στο επίπεδο 6.9 ± 1.7 . Στη δική μας μελέτη, οι βαθμολογίες των εξεταζόμενων κυμάνθηκαν σε παρόμοιο εύρος (5.8 ± 1.8 πριν την παρέμβαση, σε 6.3 ± 1.9 μετά την παρέμβαση). Η μικρή διαφορά που παρουσιάζεται στη βαθμολογία στο LESS μετά από την παρέμβαση, μεταξύ των μελετών, ίσως να εξηγείται από τις διαφορές στα επίπεδα της επιβάρυνσης. Στη μελέτη της Wesley και των συνεργατών της (2015) το κατακόρυφο άλμα μειώθηκε 13% (από 42.8 ± 5.8 σε 37.2 ± 5.3), ενώ στη δική μας μειώθηκε λιγότερο, 5%, (από 26.2 ± 3.9 σε 24.9 ± 3.7). Επιπλέον, τα αποτελέσματά μας είναι σε συμφωνία με την πλειοψηφία των προηγούμενων μελετών που έχουν ακολουθήσει διάφορα πρωτόκολλα κόπωσης και αναφέρουν ότι η κόπωση προκαλεί αρνητική μεταβολή του προτύπου κίνησης για την ακεραιότητα του ΠΧΣ (Benjaminse et al., 2008; Borotikar et al., 2008; Chappell et al., 2005; Cortes et al., 2012), ενώ είναι αντίθετα με κάποιες άλλες μελέτες (Brazen et al., 2010; Xia et al., 2017). Ωστόσο, η σύγκριση των μελετών δεν είναι

εύκολη να γίνει, λόγω των μεγάλων μεθοδολογικών διαφορών (διαφορετικά πρωτόκολλα κόπωσης, διαφορετικό κριτήριο και επίπεδο κόπωσης).

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθοδηγήσουν τα προγράμματα πρόληψης που έχουν σχεδιαστεί να βελτιώνουν την τεχνική της προσγείωσης.

Το πιο «σφιχτό» πρότυπο κίνησης μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερες τάσεις στον ΠΧΣ και να οδηγήσει στον τραυματισμό του. Γι' αυτό το λόγο θα πρέπει να δίνεται έμφαση στην επίτευξη «μαλακής» προσγείωσης, προκειμένου να υπάρχει επαρκής απόσβεση των φορτίων. Ωστόσο δε θα πρέπει να αγνοούνται οι κινήσεις στο μετωπιαίο και εγκάρσιο επίπεδο. Εξάλλου, ο μηχανισμός τραυματισμού περιλαμβάνει ένα συνδυασμό στροφών στο γόνατο και στα τρία επίπεδα. Γι' αυτό το λόγο ανάλογη σημασία θα πρέπει να δίνεται στα προγράμματα πρόληψης και στις κινήσεις στο μετωπιαίο και εγκάρσιο επίπεδο. Για παράδειγμα, θα πρέπει να αποφεύγονται η πλάγια κάμψη κορμού, η βλαισότητα στην άρθρωση του γόνατος και οι στροφές στην ποδοκνημική άρθρωση, καθώς αυξάνουν άμεσα ή έμμεσα τα φορτία στον ΠΧΣ (Alentorn-Geli et al., 2009).

Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι οι αλλαγές στην εμβιομηχανική της προσγείωσης και στην επίδοση του κατακόρυφου άλματος συντελέστηκαν παρόλο που ο αγώνας δεν ήταν ολόκληρος και η αντιλαμβανόμενη κόπωση των δοκιμαζόμενων, όπως εκφράστηκε με την κλίμακα Borg, ήταν σε χαμηλά επίπεδα (10.2). Οι δοκιμαζόμενες έπαιξαν σχεδόν μισό αγώνα πετοσφαίρισης, δηλαδή 3 σετ από τα 5, διάρκειας 60 λεπτών. Γι' αυτό το λόγο, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης μπορεί να συμβάλλουν και στο σχεδιασμό της τακτικής του προπονητή, έχοντας υπόψη την επίδραση της κόπωσης, κατά τη διάρκεια ενός αγώνα, στην εμβιομηχανική της προσγείωσης και κατ' επέκταση στον κίνδυνο τραυματισμού του ΠΧΣ.

Επιπροσθέτως, τα στοιχεία της παρούσας μελέτης παρέχουν επιπλέον αποδείξεις ότι η κόπωση οδηγεί σε αρνητική μεταβολή του προτύπου κίνησης, και ίσως μπορεί να εξηγήσει εν μέρει τη συχνότητα των τραυματισμών του ΠΧΣ. Επιδημιολογικές μελέτες δείχνουν ότι οι τραυματισμοί του ΠΧΣ συμβαίνουν σε γενικές γραμμές στις πιο απαιτητικές φάσεις της αθλητικής περιόδου, ή στα τελευταία λεπτά των ημίχρονων, εκεί δηλαδή όπου η κόπωση πιθανόν να επιδρά σωρευτικά (Gabbett, 2000; Gabbett & Godbolt, 2010; L. P. James et al., 2014).

Σε μια προηγούμενη μελέτη, όπου ελέγχθηκε η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του LESS με τη χρήση τρισδιάστατης ανάλυσης, οι δοκιμαζόμενοι κατατάσσονταν σε 4 κατηγορίες (τέλεια, καλή, μέτρια, κακή) ανάλογα με τη βαθμολογία τους στο LESS. Κάθε κατηγορία είχε στατιστικά σημαντικές διαφορές με την άλλη σε κινηματικές παραμέτρους στην τρισδιάστατη ανάλυση κίνησης. Τέλεια εκτέλεση προσγείωσης θεωρούνταν ότι είχαν όσοι πετύχαιναν βαθμολογία ≤ 4 , καλή όσοι είχαν βαθμολογία 4 με 5, μέτρια όσοι είχαν 5 με 6 και κακή όσοι πετύχαιναν βαθμολογία > 6 (Padua et al., 2009). Στην παρούσα μελέτη, οι δοκιμαζόμενες πριν τον αγώνα σημείωσαν βαθμολογία που τους κατέτασσε στη μέτρια επίδοση, και μετά τον αγώνα υπέπεσαν κατηγορία, δηλαδή η βαθμολογία τους τις κατέτασσε στην κακή εκτέλεση προσγείωσης, και επομένως κατατάχθηκαν στην ομάδα με την τεχνική προσγείωσης υψηλού κινδύνου (DiStefano, Padua, DiStefano, & Marshall, 2009). Αν η αρχική βαθμολογία ήταν χαμηλή, δηλαδή η εκτέλεση ήταν τέλεια, ίσως μετά την παρέμβαση να έπεφταν μια κατηγορία, αλλά ο κίνδυνος για τραυματισμό να μην αυξανόταν πολύ. Και αυτό φάνηκε σε κάποιες μεμονωμένες περιπτώσεις αθλητριών. Αυτό το γεγονός ίσως να δίνει περισσότερα τεκμήρια για την ανάγκη στα προγράμματα πρόληψης να εντάσσονται στοιχεία για τη βελτίωση της τεχνικής της προσγείωσης, με κατεύθυνση ώστε αυτή να γίνεται πιο «μαλακή» και χωρίς κινήσεις στο εγκάρσιο και στο μετωπιαίο επίπεδο.

Σε όλες τις προηγούμενες μελέτες, είχαν εφαρμοστεί πρωτόκολλα άσκησης τα οποία προσπαθούσαν να προσομοιάσουν τις απαιτήσεις των αθλημάτων. Η τοπική μυϊκή κόπωση διεγείρει έντονα το νευρομυϊκό σύστημα, προκαλώντας προσαρμογές στον κινητικό έλεγχο (Bisson et al., 2011; Nyland, Caborn, Shapiro, & Johnson, 1997) και δυσλειτουργία στους μηχανοϋποδοχείς (Borotikar et al., 2008), με πιθανό αποτέλεσμα την αύξηση του κινδύνου τραυματισμού του ΠΧΣ. Συνήθης τρόπος πρόκλησης της τοπικής μυϊκής κόπωσης είναι η χρήση ισοκινητικού δυναμόμετρου (Harkins et al., 2005). Ωστόσο, αυτός ο τρόπος πρόκλησης κόπωσης απέχει από τον τρόπο που προκαλείται η κόπωση κατά τις αθλητικές δραστηριότητες. Αντίθετα, τα πρωτόκολλα που προκαλούν γενική κόπωση προσομοιάζουν καλύτερα στις αθλητικές κινήσεις. Προκαλούν και τοπική και γενική κόπωση, επιδρώντας σε όλα τα αισθητικά συστήματα: ιδιοδεκτικότητα, οπτικό και αιθουσαίο σύστημα, καθώς και υποδοχείς του δέρματος (Paillard, 2012). Για το λόγο αυτό, επιλέξαμε να ακολουθήσουμε αυτόν τον τρόπο, δηλαδή του πιο γενικευμένου πρωτοκόλλου, σε συμφωνία με άλλους ερευνητές (Wesley et al., 2015), προσθέτοντας ωστόσο ένα ακόμα καινούργιο στοιχείο. Η επιβάρυνση να είναι πραγματική και όχι προσομοίωση. Επιλέξαμε να εξετάσουμε την επίδραση της επιβάρυνσης ενός αγώνα πετοσφαιρίσης, που είναι το τέταρτο άθλημα στην κατάταξη με τους περισσότερους τραυματισμούς του ΠΧΣ (Majewski et al., 2006).

Το δείγμα της παρούσας μελέτης απαρτιζόταν από αθλήτριες πετοσφαιρίσης που προπονούνται τουλάχιστον δύο φορές την εβδομάδα. Το γεγονός αυτό καθιστά τα αποτελέσματα της μελέτης πιο έγκυρα για το συγκεκριμένο πληθυσμό, ωστόσο δεν μπορούν να γενικευθούν σε ευρύτερο πληθυσμό, όπως άντρες αθλητές πετοσφαιρίσης ή αθλητές-τριες άλλων αθλημάτων όπως καλαθοσφαιρίσης ή ποδοσφαίρου, καθώς επίσης και άτομα εκτός του συγκεκριμένου ηλικιακού φάσματος.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και Προτάσεις

Οι δοκιμαζόμενες παρουσίασαν υψηλότερη βαθμολογία μετά από έναν αγώνα πετοσφαίρισης στο LESS. Επομένως, φαίνεται ότι η κόπωση επιδρά αρνητικά στην εμβιομηχανική της προσγείωσης, το οποίο μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση του κινδύνου για τραυματισμό του ΠΧΣ. Στις στρατηγικές πρόληψης τραυματισμού του ΠΧΣ θα πρέπει να περιλαμβάνονται στοιχεία για τη βελτίωση της τεχνικής της προσγείωσης, ιδιαίτερα μετά από κόπωση

Προτείνεται οι ερευνητές να συνεχίσουν να εξετάζουν τα στοιχεία εμβιομηχανικής της κίνησης που επηρεάζονται από την κόπωση, και πώς αυτές οι μεταβολές σχετίζονται με τον τραυματισμό του ΠΧΣ. Στη μελέτη μας, η παρέμβαση ήταν ένας κανονικός αγώνας πετοσφαίρισης. Στις μελλοντικές έρευνες θα ήταν ενδιαφέρον να εξεταστεί η επίδραση και άλλων αθλημάτων, όπου παρουσιάζονται συχνά τραυματισμοί στον ΠΧΣ.

Κεφάλαιο 7: Βιβλιογραφία

- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lazaro-Haro, C., et al. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 17(7), 705-729.
- Ardern, C. L., Taylor, N. F., Feller, J. A., & Webster, K. E. (2014). Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med*, 48(21), 1543-1552.
- Barber-Westin, S. D., & Noyes, F. R. (2017). Effect of Fatigue Protocols on Lower Limb Neuromuscular Function and Implications for Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Training: A Systematic Review. *Am J Sports Med*, 45(14), 3388-3396.
- Baugh, C. M., Weintraub, G. S., Gregory, A. J., Djoko, A., Dompier, T. P., & Kerr, Z. Y. (2018). Descriptive Epidemiology of Injuries Sustained in National Collegiate Athletic Association Men's and Women's Volleyball, 2013-2014 to 2014-2015. *Sports Health*, 10(1), 60-69.
- Benjaminse, A., Habu, A., Sell, T. C., Abt, J. P., Fu, F. H., Myers, J. B., et al. (2008). Fatigue alters lower extremity kinematics during a single-leg stop-jump task. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16(4), 400-407.
- Beynon, B. D., Johnson, R. J., Abate, J. A., Fleming, B. C., & Nichols, C. E. (2005). Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *Am J Sports Med*, 33(10), 1579-1602.
- Bisson, E. J., McEwen, D., Lajoie, Y., & Bilodeau, M. (2011). Effects of ankle and hip muscle fatigue on postural sway and attentional demands during unipedal stance. *Gait Posture*, 33(1), 83-87.
- Boden, B. P., Griffin, L. Y., & Garrett, W. E., Jr. (2000). Etiology and Prevention of Noncontact ACL Injury. *Phys Sportsmed*, 28(4), 53-60.
- Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med*, 2(2), 92-98.
- Borotikar, B. S., Newcomer, R., Koppes, R., & McLean, S. G. (2008). Combined effects of fatigue and decision making on female lower limb landing postures: central and peripheral contributions to ACL injury risk. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 23(1), 81-92.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 50(2), 273-282.
- Brazen, D. M., Todd, M. K., Ambegaonkar, J. P., Wunderlich, R., & Peterson, C. (2010). The effect of fatigue on landing biomechanics in single-leg drop landings. *Clin J Sport Med*, 20(4), 286-292.
- Chappell, J. D., Herman, D. C., Knight, B. S., Kirkendall, D. T., Garrett, W. E., & Yu, B. (2005). Effect of fatigue on knee kinetics and kinematics in stop-jump tasks. *Am J Sports Med*, 33(7), 1022-1029.
- Chimera, N. J., & Warren, M. (2016). Use of clinical movement screening tests to predict injury in sport. *World J Orthop*, 7(4), 202-217.
- Cone, J. R., Berry, N. T., Goldfarb, A. H., Henson, R. A., Schmitz, R. J., Wideman, L., et al. (2012). Effects of an individualized soccer match simulation on vertical stiffness and impedance. *J Strength Cond Res*, 26(8), 2027-2036.

- Cortes, N., Quammen, D., Lucci, S., Greska, E., & Onate, J. (2012). A functional agility short-term fatigue protocol changes lower extremity mechanics. *J Sports Sci*, 30(8), 797-805.
- Delince, P., & Ghafil, D. (2012). Anterior cruciate ligament tears: conservative or surgical treatment? A critical review of the literature. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 20(1), 48-61.
- DiStefano, L. J., Padua, D. A., DiStefano, M. J., & Marshall, S. W. (2009). Influence of age, sex, technique, and exercise program on movement patterns after an anterior cruciate ligament injury prevention program in youth soccer players. *Am J Sports Med*, 37(3), 495-505.
- Eerkes, K. (2012). Volleyball injuries. *Curr Sports Med Rep*, 11(5), 251-256.
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2008). Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *J Physiol*, 586(1), 11-23.
- Fleming, B. C., Renstrom, P. A., Ohlen, G., Johnson, R. J., Peura, G. D., Beynnon, B. D., et al. (2001). The gastrocnemius muscle is an antagonist of the anterior cruciate ligament. *J Orthop Res*, 19(6), 1178-1184.
- Gabbett, T. J. (2000). Incidence, site, and nature of injuries in amateur rugby league over three consecutive seasons. *Br J Sports Med*, 34(2), 98-103.
- Gabbett, T. J., & Godbolt, R. J. (2010). Training injuries in professional rugby league. *J Strength Cond Res*, 24(7), 1948-1953.
- Griffin, L. Y., Albohm, M. J., Arendt, E. A., Bahr, R., Beynnon, B. D., Demaio, M., et al. (2006). Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med*, 34(9), 1512-1532.
- Harkins, K. M., Mattacola, C. G., Uhl, T. L., Malone, T. R., & McCrory, J. L. (2005). Effects of 2 ankle fatigue models on the duration of postural stability dysfunction. *J Athl Train*, 40(3), 191-194.
- James, C. R., Scheuermann, B. W., & Smith, M. P. (2010). Effects of two neuromuscular fatigue protocols on landing performance. *J Electromyogr Kinesiol*, 20(4), 667-675.
- James, L. P., Kelly, V. G., & Beckman, E. M. (2014). Injury risk management plan for volleyball athletes. *Sports Med*, 44(9), 1185-1195.
- Jones, P. A., Herrington, L. C., Munro, A. G., & Graham-Smith, P. (2014). Is there a relationship between landing, cutting, and pivoting tasks in terms of the characteristics of dynamic valgus? *Am J Sports Med*, 42(9), 2095-2102.
- Kellis, E., & Kouvelioti, V. (2009). Agonist versus antagonist muscle fatigue effects on thigh muscle activity and vertical ground reaction during drop landing. *J Electromyogr Kinesiol*, 19(1), 55-64.
- Kim, H., Son, S., Seeley, M. K., & Hopkins, J. T. (2015). Functional Fatigue Alters Lower-extremity Neuromechanics during a Forward-side Jump. *Int J Sports Med*, 36(14), 1192-1200.
- Krosshaug, T., Nakamae, A., Boden, B. P., Engebretsen, L., Smith, G., Slauterbeck, J. R., et al. (2007). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. *Am J Sports Med*, 35(3), 359-367.
- Majewski, M., Susanne, H., & Klaus, S. (2006). Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *Knee*, 13(3), 184-188.
- McLean, S. G., Fellin, R. E., Suedekum, N., Calabrese, G., Passerallo, A., & Joy, S. (2007). Impact of fatigue on gender-based high-risk landing strategies. *Med Sci Sports Exerc*, 39(3), 502-514.
- Nyland, J. A., Caborn, D. N., Shapiro, R., & Johnson, D. L. (1997). Fatigue after eccentric quadriceps femoris work produces earlier gastrocnemius and delayed quadriceps

- femoris activation during crossover cutting among normal athletic women. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 5(3), 162-167.
- O'Connor, K. M., Johnson, C., & Benson, L. C. (2015). The Effect of Isolated Hamstrings Fatigue on Landing and Cutting Mechanics. *J Appl Biomech*, 31(4), 211-220.
- Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *Am J Sports Med*, 32(4), 1002-1012.
- Padua, D. A., Arnold, B. L., Perrin, D. H., Gansneder, B. M., Carcia, C. R., & Granata, K. P. (2006). Fatigue, vertical leg stiffness, and stiffness control strategies in males and females. *J Athl Train*, 41(3), 294-304.
- Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett, W. E., Jr., & Beutler, A. I. (2009). The Landing Error Scoring System (LESS) Is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: The JUMP-ACL study. *Am J Sports Med*, 37(10), 1996-2002.
- Paillard, T. (2012). Effects of general and local fatigue on postural control: a review. *Neurosci Biobehav Rev*, 36(1), 162-176.
- Pappas, E., Sheikhzadeh, A., Hagins, M., & Nordin, M. (2007). The effect of gender and fatigue on the biomechanics of bilateral landings from a jump: peak values. *J Sports Sci Med*, 6(1), 77-84.
- Patrek, M. F., Kernozek, T. W., Willson, J. D., Wright, G. A., & Doberstein, S. T. (2011). Hip-abductor fatigue and single-leg landing mechanics in women athletes. *J Athl Train*, 46(1), 31-42.
- Povoas, S. C., Ascensao, A. A., Magalhaes, J., Seabra, A. F., Krstrup, P., Soares, J. M., et al. (2014). Analysis of fatigue development during elite male handball matches. *J Strength Cond Res*, 28(9), 2640-2648.
- Quammen, D., Cortes, N., Van Lunen, B. L., Lucci, S., Ringleb, S. I., & Onate, J. (2012). Two different fatigue protocols and lower extremity motion patterns during a stop-jump task. *J Athl Train*, 47(1), 32-41.
- Ribeiro, F., Santos, F., Goncalves, P., & Oliveira, J. (2008). Effects of volleyball match-induced fatigue on knee joint position sense. *European Journal of Sport Science*, 8(6), 397-402.
- Schmitz, R. J., Cone, J. C., Tritsch, A. J., Pye, M. L., Montgomery, M. M., Henson, R. A., et al. (2014). Changes in drop-jump landing biomechanics during prolonged intermittent exercise. *Sports Health*, 6(2), 128-135.
- Shultz, S. J., Schmitz, R. J., Cone, J. R., Henson, R. A., Montgomery, M. M., Pye, M. L., et al. (2015). Changes in fatigue, multiplanar knee laxity, and landing biomechanics during intermittent exercise. *J Athl Train*, 50(5), 486-497.
- Weinhandl, J. T., Smith, J. D., & Dugan, E. L. (2011). The effects of repetitive drop jumps on impact phase joint kinematics and kinetics. *J Appl Biomech*, 27(2), 108-115.
- Wesley, C. A., Aronson, P. A., & Docherty, C. L. (2015). Lower Extremity Landing Biomechanics in Both Sexes After a Functional Exercise Protocol. *J Athl Train*, 50(9), 914-920.
- Whyte, E. F., Kennelly, P., Milton, O., Richter, C., O'Connor, S., & Moran, K. A. (2017). The effects of limb dominance and a short term, high intensity exercise protocol on both landings of the vertical drop jump: implications for the vertical drop jump as a screening tool. *Sports Biomech*, 1-13.
- Xergia, S. A., Pappas, E., Zampeli, F., Georgiou, S., & Georgoulis, A. D. (2013). Asymmetries in functional hop tests, lower extremity kinematics, and isokinetic strength persist 6 to 9 months following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*, 43(3), 154-162.

- Xia, R., Zhang, X., Wang, X., Sun, X., & Fu, W. (2017). Effects of Two Fatigue Protocols on Impact Forces and Lower Extremity Kinematics during Drop Landings: Implications for Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Healthc Eng*, 2017, 5690519.
- Yaggie, J. A., & McGregor, S. J. (2002). Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(2), 224-228.

Παράρτημα 1: Έντυπο συναίνεσης



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



Έντυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενου σε ερευνητική εργασία

Τίτλος Ερευνητικής Εργασίας: Η επίδραση της κόπωσης προκαλούμενη από αγώνα πετοσφαίρισης στην εμβιομηχανική των κάτω άκρων κατά την προσγείωση από άλμα.

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Αθανάσιος Τσιόκανος

Ερευνητές: Χάρις Τσαρμπού, (email: ctsarbou@gmail.com; τηλ. 6978710850)

Σκοπός της ερευνητικής εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσει την επίδραση της κόπωσης στην εμβιομηχανική της προσγείωσης από άλμα, μετά από έναν αγώνα πετοσφαίρισης.

Διαδικασίες

Η διαδικασία της μελέτης περιλαμβάνει: 1) συμπλήρωση ερωτηματολογίων σχετικά με τα δημογραφικά σας στοιχεία και το ιατρικό σας ιστορικό. Αξιολόγηση κατακόρυφου άλματος και εμβιομηχανικής της προσγείωσης μετά από άλμα. 2) αγώνας όπου θα πρέπει να είναι σε αγωνιστικούς ρυθμούς. 3) αξιολόγηση κόπωσης μέσω της κλίμακας borg perceived exertion scale, του κατακόρυφου άλματος, καθώς και της εμβιομηχανικής της προσγείωσης μετά από άλμα.

Κίνδυνοι και ενοχλήσεις

Θα νιώσετε την φυσιολογική κόπωση που προκαλεί ένας αγώνας σε αγωνιστικούς ρυθμούς. Δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος τραυματισμού κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών. Παρόλα αυτά υπάρχει πρόβλεψη πρώτων βοηθειών και εκπαιδευμένο προσωπικό για κάθε ενδεχόμενο. Αποκλείονται από την μελέτη όσοι έχουν κάνει χειρουργείο ή έχουν τραυματισμό στα κάτω άκρα το τελευταίο διάστημα και αδυνατούν να ολοκληρώσουν το πειραματικό πρωτόκολλο με ασφάλεια.

Προσδοκώμενες ωφέλειες

Με την συμμετοχή σας θα λάβετε πληροφορίες σχετικά με το πρότυπο προσγείωσής σας από το άλμα, πώς το επηρεάζει η κόπωση, αν αυτό είναι ασφαλές, και τι μπορείτε να κάνετε ώστε να το βελτιώσετε.

Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων

Η συμμετοχή σας στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείτε με τη μελλοντική δημοσίευση των αποτελεσμάτων της, με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δεν θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν θα κωδικοποιηθούν με αριθμό, ώστε το όνομά σας να μην φαίνεται πουθενά.

Πληροφορίες

Μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από το σκοπό ή τη διαδικασία της έρευνας. Αν έχετε οποιαδήποτε αμφιβολία ή ερώτηση ζητήστε μας να σας δώσουμε διευκρινίσεις.

Ελευθερία συναίνεσης

Η συμμετοχή σας στην εργασία είναι εθελοντική. Είστε ελεύθερος-η να μην συναινέσετε ή να διακόψετε τη συμμετοχή σας όποτε το επιθυμείτε.

Δήλωση συναίνεσης

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες που θα ακολουθήσω. Συναινώ να συμμετάσχω στην ερευνητική εργασία.

Ημερομηνία: __/__/__

Όνοματεπώνυμο και υπογραφή
συμμετέχοντος

Υπογραφή ερευνητή

Όνοματεπώνυμο και
υπογραφή παρατηρητή

Παράρτημα 2: Ερωτηματολόγιο – Φόρμα αποτελεσμάτων

Αύξων Αριθμός Εξεταζόμενου

Γενικά Χαρακτηριστικά

Όνοματεπώνυμο Ημ. γέννησης

Φύλο ΑΝΤΡΑΣ ΓΥΝΑΙΚΑ

Με ποιο πόδι προτιμάτε να κλωτσάτε την μπάλα;

ΔΕΞΙ ΑΡΙΣΤΕΡΟ

Αθλητική Δραστηριότητα

1. Συμμετέχετε σε κάποια οργανωμένη δραστηριότητα/άθλημα;

ΝΑΙ ΟΧΙ

Αν ναι, τι άθλημα κάνετε;

ΜΠΑΣΚΕΤ

ΒΟΛΕΥ

2. Σε ποια θέση;

3. Πόσα χρόνια ασχολείστε με το συγκεκριμένο άθλημα;

4. Πόσες φορές την εβδομάδα ασκείστε οργανωμένα (προπόνηση με την ομάδα);
φορές/εβδομάδα

5. Για πόσες ώρες σε κάθε προπόνηση; ώρες

Ιατρικό Ερωτηματολόγιο

1. Είχατε ποτέ κάποιον σοβαρό τραυματισμό στα κάτω άκρα που σας ανάγκασε να χάσετε προπόνηση ή αγώνα;

ΝΑΙ ΟΧΙ

Αν ναι, παρακαλώ περιγράψτε:

2. Είχατε ποτέ τραυματισμό προσθίου χιαστού συνδέσμου;

ΝΑΙ ΟΧΙ

Αν ναι, πριν πόσο καιρό; <6 ΜΗΝΕΣ 6ΜΗΝΕΣ–12 ΜΗΝΕΣ
>12 ΜΗΝΕΣ

3. Έχετε κάνει χειρουργείο στα κάτω άκρα; ΝΑΙ ΟΧΙ
Αν ναι, πριν πόσο καιρό; <6 ΜΗΝΕΣ 6ΜΗΝΕΣ – 12 ΜΗΝΕΣ >12 ΜΗΝΕΣ

Τι είδους Χειρουργείο ακριβώς: (πχ αποκατάσταση Χιαστού, μηνίσκου, κ.α.):

4. Αυτή τη στιγμή βρίσκεστε σε περίοδο αποκατάστασης από κάποιον τραυματισμό;

ΝΑΙ ΟΧΙ

5. Έχετε συμμετάσχει ποτέ σε πρόγραμμα πρόληψης τραυματισμών;

ΝΑΙ ΟΧΙ

6. Έχετε λάβει διδασκαλία ή συμβουλές για τον τρόπο προσγείωσης από άλμα;

ΝΑΙ ΟΧΙ

7. Έχετε στο ιατρικό ιστορικό σας κάποια αναπνευστική, καρδιαγγειακή ή νευρολογική πάθηση;

ΝΑΙ ΟΧΙ

Αν ναι, παρακαλώ διευκρινίστε.....

Αύξων Αριθμός Εξεταζόμενου



Φόρμα Αποτελεσμάτων

<u>Γενικά – Ανθρωπομετρικά</u>			
Όνομα	Επώνυμο
Βάρος (Kg)		
Ύψος (cm)		
BMI (Kg/m²)	Ύψος/2 (cm)

<u>PRE</u>				
Κατακόρυφο Άλμα	1 _οcm	2 _οcm	3 _οcm	Μέσος Όροςcm
LESS	1 _ο	2 _ο	3 _ο	Μέσος Όρος

<u>POST</u>				
Borg exertion scale			
Κατακόρυφο Άλμα	1 _οcm	2 _οcm	3 _οcm	Μέσος Όροςcm
LESS	1 _ο	2 _ο	3 _ο	Μέσος Όρος

Παράρτημα 3: Επεξήγηση τρόπου βαθμολόγησης Landing Error Scoring System (LESS)

Table 1. LESS Items and Number of Subjects Scoring Positive for Each Item (n=2691)

LESS Item	Operational Definition	Camera View	Error Condition	LESS Score
1 Knee flexion angle at initial contact	At the time point of initial contact, if the knee of the test leg is flexed more than 30 degrees, score YES. If the knee is not flexed more than 30 degrees, score NO.	Side	No	Y=0 N=1
2 Hip flexion angle at initial contact	At the time point of initial contact, if the thigh of the test leg is in line with the trunk then the hips are not flexed and score NO. If the thigh of the test leg is flexed on the trunk, score YES.	Side	No	Y=0 N=1
3 Trunk flexion angle at initial contact	At the time point of initial contact, if the trunk is vertical or extended on the hips, score NO. If the trunk is flexed on the hips, score YES.	Side	No	Y=0 N=1
4 Ankle plantar-flexion angle at initial contact	If the foot of the test leg lands toe to heel, score YES. If the foot of the test leg lands heel to toe or with a flat foot, score NO.	Side	No	Y=0 N=1
5 Knee valgus angle at initial contact	At the time point of initial contact, draw a line straight down from the center of the patella. If the line goes through the midfoot, score NO. If the line is medial to the midfoot, score YES.	Front	Yes	Y=1 N=0
6 Lateral trunk flexion angle at initial contact	At the time point of initial contact, if the midline of the trunk is flexed to the left or the right side of the body, score YES. If the trunk is not flexed to the left or right side of the body, score NO.	Front	Yes	Y=1 N=0
7 Stance width – Wide	Once the entire foot is in contact with the ground, draw a line down from the tip of the shoulders. If the line on the side of the test leg is inside the foot of the test leg then greater than shoulder width (wide), score YES. If the test foot is internally or externally rotated, grade the stance width based on heel placement.	Front	Yes	Y=1 N=0
8 Stance width – Narrow	Once the entire foot is in contact with the ground, draw a line down from the tip of the shoulders. If the line on the side of the test leg is outside of the foot then score less than shoulder width (narrow), score YES. If the test foot is internally or externally rotated, grade the stance width based on heel placement.	Front	Yes	Y=1 N=0
9 Foot position - Toe In	If the foot of the test leg is internally more than 30 degrees between the time period of initial contact and max knee flexion, then score YES. If the foot is not internally rotated more than 30 degrees between the time period of initial contact to max knee flexion, score NO.	Front	Yes	Y=1 N=0
10 Foot position - Toe Out	If the foot of the test leg is externally rotated more than 30 degrees between the time period of initial contact and max knee flexion, then score YES. If the foot is not externally rotated more than 30 degrees between the time period of initial contact to max knee flexion, score NO.	Front	Yes	Y=1 N=0
11 Symmetric initial foot contact	If one foot lands before the other or if one foot lands heel to toe and the other lands toe to heel, score NO. If the feet land symmetrically, score YES.	Front	No	Y=0 N=1
12 Knee flexion displacement	If the knee of the test leg flexes more than 45 degrees from initial contact to max knee flexion, score YES. If the knee of the test leg does not flex more than 45 degrees, score NO.	Side	No	Y=0 N=1
13 Hip flexion at max knee flexion	If the thigh of the test leg flexes more on the trunk from initial contact to max knee flexion angle, score YES.	Side	No	Y=0 N=1
14 Trunk flexion at max knee flexion	If the trunk flexes more from the point of initial contact to max knee flexion, score YES. If the trunk does not flex more, score NO.	Side	No	Y=0 N=1

15	Knee valgus displacement	At the point of max knee valgus on the test leg, draw a line straight down from the center of the patella. If the line runs through the great toe or is medial to the great toe, score YES. If the line is lateral to the great toe, score NO.	Front	Yes	Y=1 N=0
16	Joint displacement	Watch the sagittal plane motion at the hips and knees from initial contact to max knee flexion angle. If the subject goes through large displacement of the trunk, hips, and knees then score SOFT. If the subject goes through some trunk, hip, and knee displacement but not a large amount, then AVERAGE. If the subject goes through very little, if any trunk, hip, and knee displacement, then STIFF.	Side	Average or Stiff (double penalty for Stiff)	Soft=0 Av.=1 Stiff=2
17	Overall impression	Score EXCELLENT if the subject displays a soft landing and no frontal plane motion at the knee, Score POOR if the subject displays a stiff landing and large frontal plane motion at the knee. All other landings, score AVERAGE.	Side, Front	Average or Poor (double penalty for Poor)	Ex.=0 Av.=1 Poor=2

¹Number and percent of subjects scored positive on each item. For items 1-15, a positive score was defined as an Error on at least 2 of the 3 trials. For items 16 & 17, a positive score was defined as Average on at least 2 of 3 trials or Poor/Stiff on at least 1 of 3 trials.

(Padua et al., 2009)