

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΛΑΤΥΠΟΔΙΑΣ ΣΤΗΝ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ
ΓΟΝΑΤΟΣ

του Σασσάνη Χρυσοβαλάντη

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ

1^{ος} Επιβλέπων Καθηγητής: Γιάκας Ιωάννης

2^{ος} Επιβλέπων Καθηγητής: Χατζηγεωργιάδης Αντώνης

3^{ος} Επιβλέπων Καθηγητής: Τσιόκανος Αθανάσιος

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.

ΤΡΙΚΑΛΑ

2008

Copyright 2008

ΣΑΣΣΑΝΗΣ ΧΡΥΣΟΒΑΛΑΝΤΗΣ

Ευχαριστίες

Η ερευνητική αυτή εργασία δε θα είχε υλοποιηθεί χωρίς την καθοδήγηση και τη συμπαράσταση του υπεύθυνου καθηγητή μου, λέκτορα του Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κυρίου Ιωάννη Γιάκα. Επίσης, αρωγός μου σε όλη αυτή την προσπάθεια υπήρξε ο επίκουρος καθηγητής, κύριος Αντώνης Χατζηγεωργιάδης, με τις πολύτιμες συμβουλές του στη μεθοδολογία της έρευνας και τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων της παρούσας μελέτης.

Θα ήθελα, ακόμα, να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στο Θέμη Τσαταλά, διδακτορικό φοιτητή του Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, δίχως τη βοήθεια του οποίου, δε θα μπορούσε να είχε επιτευχθεί η διαδικασία της συλλογής των δεδομένων.

Κλείνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους μεταπτυχιακούς φοιτητές, Βασιλοπούλου Δώρα, Ζώρζο Μάρκο και Σπυρόπουλο Ιωάννη καθώς και τις προπτυχιακές φοιτήτριες Νάντια Καρατράντου και Πισπιρικού Ελένη για την πολύπλευρη στήριξή τους.

Περίληψη

Εισαγωγή: Ο πρηνισμός του άκρου πόδα φαίνεται πως είναι ένας από τους κύριους παράγοντες τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Η εξήγηση που έχει δοθεί μέχρι σήμερα, αφορά στα μηχανικά φορτία που ασκούνται στο γόνατο, εξαιτίας της πλατυποδίας. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει κατά πόσο η πλατυποδία μπορεί να επηρεάσει την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος, προδιαθέτοντας με αυτό τον τρόπο σε τραυματισμό της περιοχής.

Μεθοδολογία: 42 υγιείς αθλητές αξιολογήθηκαν, ως προς τον πρηνισμό του άκρου πόδα και την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις 5° και τις 45° κάμψης. Η πλατυποδία ελέγχθηκε μέσω του navicular drop test και η ιδιοδεκτικότητα μέσω της ικανότητας ενεργητικής επανατοποθέτησης του μέλους του στις γωνίες στόχο.

Στατιστική ανάλυση: Intraclass correlation coefficient χρησιμοποιήθηκε για την αξιοπιστία του navicular drop test. Regression analysis εφαρμόστηκε, για να βρεθεί κατά πόσο η πτώση του σκαφοειδούς οστού μπορεί να προβλέψει την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος, σε κάθε άκρο, για κάθε γωνία στόχο. Έπειτα, τα άτομα του δείγματος χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, ανάλογα με την πτώση του σκαφοειδούς (υγιείς= 6-9mm, πλατύποδες >9mm). Μανόνα χρησιμοποιήθηκε, για να εξεταστεί κατά πόσο υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων σε κάθε άκρο, ως προς την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος, στις δύο γωνίες στόχο.

Αποτελέσματα: Τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν πως η πλατυποδία επηρέασε την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις 5°, όχι όμως και στις 45° κάμψης.

Συμπεράσματα: Ο πρηνισμός του άκρου πόδα φαίνεται πως μειώνει την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος κοντά στην έκταση της άρθρωσης, τροχιά που συνήθως συμβαίνουν οι τραυματισμοί του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.

Abstract

Introduction: Hyperpronation of the foot is thought to contribute to ACL injury. Altered biomechanics of the foot is considered to place stress on the ligament and lead to rupture. The purpose of this study was to determine whether excessive pronation could also affect proprioception of the knee joint and thus predispose pronator athletes to injury.

Materials and methods: 42 healthy athletes participated in this study. Measures of navicular drop and knee joint position sense were obtained from both limbs of the athletes. Proprioception was measured in 5° and 45° degrees of flexion.

Statistical analysis: Intrarater reliability for the measure of navicular drop was assessed using intraclass correlation coefficient. Regression analysis was computed in both limbs using proprioception of both angles as dependent variables and navicular drop as predictor. Sample was also divided into two groups depending on navicular drop measures (normals= 6-9mm, pronators >9mm). Manova was used in order to examine differences in knee proprioception in both angles between the two groups in both limbs.

Results: Results revealed that flatfoot disrupted proprioception of the knee joint of both limbs in 5° degrees of flexion, but not in 45°.

Conclusions: Since most of the anterior cruciate ligament ruptures are reported to occur with non-contact mechanisms and at the time of the injury the knee joint appears to be near full extension, decreased proprioception of the knee in 5° degrees of flexion could predispose pronator athletes to trauma.

Περιεχόμενα

Περίληψη	Σελίδα 4
Abstract	Σελίδα 5
Περιεχόμενα	Σελίδα 6
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή	Σελίδα 9
Κεφάλαιο 2. Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	Σελίδα 11
2.1. Τραυματισμοί του άκρου πόδα	Σελίδα 11
2.2. Βλαισός μέγας δάκτυλος	Σελίδα 14
2.3. Επιγονατιδομηριαία δυσλειτουργία	Σελίδα 16
2.4. Τραυματισμός του προσθίου χιαστού συνδέσμου	Σελίδα 17
Κεφάλαιο 3. Μεθοδολογία της έρευνας	Σελίδα 22
3.1. Δείγμα	Σελίδα 22
3.2. Μέθοδος	Σελίδα 23
3.3 Στατιστική ανάλυση	Σελίδα 28
3.3.1. Απόλυτη τιμή της διαφοράς	Σελίδα 28
3.3.1.α. Μέρος πρώτο της ανάλυσης	Σελίδα 28
3.3.1.β. Μέρος δεύτερο της ανάλυσης	Σελίδα 29
3.3.2. Πραγματική τιμή της διαφοράς	Σελίδα 30
3.3.2.α. Μέρος πρώτο της ανάλυσης	Σελίδα 30
3.3.2.β. Μέρος δεύτερο της ανάλυσης	Σελίδα 30
Κεφάλαιο 4. Αποτελέσματα	Σελίδα 31
4.1. Απόλυτη τιμή της διαφοράς	Σελίδα 31
4.1.α. Μέρος πρώτο της ανάλυσης	Σελίδα 31
4.1.β. Μέρος δεύτερο της ανάλυσης	Σελίδα 33

4.4. Πραγματική τιμή της διαφοράς	Σελίδα 36
4.1.α. Μέρος πρώτο της ανάλυσης	Σελίδα 36
4.1.β. Μέρος δεύτερο της ανάλυσης	Σελίδα 37
Κεφάλαιο 5. Συζήτηση	Σελίδα 39
Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα και Προτάσεις	Σελίδα 55
Κεφάλαιο 7. Αρθρογραφία – Βιβλιογραφία	Σελίδα 57
Παράρτημα	Σελίδα 62

Περιεχόμενα

Λίστα με πίνακες

Πίνακας 1	Σελίδα 22
Πίνακας 2	Σελίδα 31
Πίνακας 3	Σελίδα 33
Πίνακας 4	Σελίδα 34
Πίνακας 5	Σελίδα 34
Πίνακας 6	Σελίδα 35
Πίνακας 7	Σελίδα 35
Πίνακας 8	Σελίδα 37
Πίνακας 9	Σελίδα 38
Πίνακας 10	Σελίδα 38

Λίστα με σχήματα

Σχήμα 1	Σελίδα 14
Σχήμα 2	Σελίδα 45
Σχήμα 3	Σελίδα 46

Λίστα με εικόνες

Εικόνα 1	Σελίδα 24
Εικόνα 2	Σελίδα 25
Εικόνα 3	Σελίδα 26

1. Εισαγωγή

Η πτώση της ποδικής καμάρας μεταβάλλει τον τρόπο κατανομής των δυνάμεων που ασκούνται στο κάτω άκρο, με συνέπεια διάφορες δομές της περιοχής του άκρου πόδα και του γόνατος να φορτίζονται υπέρμετρα. Γι αυτό το λόγο οι ερευνητικές μελέτες των τελευταίων δεκαετιών ενοχοποίησαν την πλατυποδία για ποικίλους τραυματισμούς, με σημαντικότερο εκ των οποίων τη ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Allen & Glasoe, 2000; Beckett, Massie, Bowers, & Stoll, 1992; Loudon, Jenkins, & Loudon, 1996; Woodford-Rogers, Cyphert, & Denegar, 1994).

Από εμβιομηχανικής πλευράς, η επεξήγηση που έχει δοθεί είναι πως σε περιβάλλον κλειστής κινητικής αλυσίδας, η πτώση της ποδικής καμάρας δημιουργεί βλαισότητα του αστραγάλου, προκαλώντας με τη σειρά της έσω στροφή της κνήμης (Beckett et al., 1992; Coplan, 1989; Tiberio, 1987). Κατά συνέπεια στον κύκλο της βάρδισης και συγκεκριμένα στη φάση στήριξης, όταν το γόνατο εκτείνεται η κνήμη δεν στρέφεται προς τα έξω, όπως κανονικά θα έπρεπε να συμβαίνει, αλλά παραμένει σε έσω στροφή. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται στροφικά φορτία στο γόνατο και τάση στον πρόσθιο χιαστό, οδηγώντας σε τραυματισμό (Coplan, 1989; Loudon et al., 1996).

Επιπρόσθετα, μελέτες έχουν δείξει πως τα συνεχή στροφικά φορτία αυξάνουν την χαλαρότητα της άρθρωσης του γόνατος ασυμπτωματικών ατόμων τόσο σε προσθιοπίσθιο (Trimble, Bishop, Buckley, Fields, & Rozea, 2002) όσο και σε εγκάρσιο επίπεδο (Coplan, 1989). Η αρθρική χαλαρότητα στον ώμο, προκαλούμενη από επαναλαμβανόμενα φορτία, έχει διαπιστωθεί πως μειώνει την κιναισθησία της άρθρωσης (Allegrucci, Whitney, Lephart, Irrgang, & Fu, 1995). Συνδυάζοντας τις παραπάνω έρευνες, ενδεχομένως κάτι αντίστοιχο θα μπορούσε να συμβαίνει στο

γόνατο ασυμπτωματικών ατόμων με πλατυποδία. Η αυξημένη χαλαρότητα μπορεί να προκαλεί μείωση της ιδιοδεκτικότητας, γεγονός που να συντελεί καθοριστικά στην ανάπτυξη ενός οξύ τραυματισμού.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να ερευνηθεί κατά πόσο η πλατυποδία θα μπορούσε να μειώσει την ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης του γόνατος των αθλητών. Η εργασία αυτή είναι σημαντική γιατί η μέχρι τώρα έρευνα έχει προσπαθήσει να εξηγήσει το φαινόμενο των τραυματισμών μελετώντας μόνο τα μηχανικά φορτία που ασκούνται στο γόνατο εξαιτίας της πλατυποδίας, παραμερίζοντας με αυτό τον τρόπο τον σπουδαίο ρόλο της ιδιοδεκτικότητας στην προστασία της άρθρωσης. Στη μελέτη αυτή επιχειρείται να δοθεί μια επιπλέον διάσταση στην αιτία των τραυματισμών του γόνατος σε άτομα με πλατυποδία και κατ' επέκταση στη δυνατότητα πρόληψής τους.

Η ερευνητική υπόθεση που τίθεται, επομένως, είναι εάν η πλατυποδία μπορεί να έχει αρνητική επίδραση στην ιδιοδεκτικότητα του γόνατος των αθλητών. Η μηδενική υπόθεση είναι πως η πλατυποδία δεν έχει καμία επίδραση στην ιδιοδεκτικότητα του γόνατος. Αντίθετα, η εναλλακτική υπόθεση είναι πως η πλατυποδία, όντως μειώνει την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος, προδιαθέτοντας σε τραυματισμό.

2. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

Στον κύκλο της βάρδισης ο άκρος πόδας διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο, αφού ενεργεί ως το μέσο για τη μεταφορά δυνάμεων από το σώμα προς το έδαφος, αλλά και την απορρόφηση των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους προς το σώμα (Fiolkowski, Brunt, Bishop, Woo, & Horodyski, 2003). Μία από τις σπουδαιότερες ανατομικές δομές για την ομοιόμορφη κατανομή των δυνάμεων αυτών είναι η ποδική καμάρα (Ogon, Aleksiev, Pope, Wimmer, & Saltzman, 1999). Πλήθος ερευνών που έχουν διεξαχθεί στο συγκεκριμένο αντικείμενο, έχουν δείξει πως η μείωση του ύψους της ποδικής καμάρας συνδέεται τόσο με τραυματισμούς υπέρχρησης, όσο και με οξείς τραυματισμούς που δεν επικεντρώνονται μόνο στην περιοχή του άκρου πόδα, αλλά αφορούν και στο γόνατο.

2.1. Τραυματισμοί του άκρου πόδα

Στον άκρο πόδα τα προβλήματα που προκαλεί η πλατυποδία φαίνεται να είναι αποτέλεσμα της υπερβολικής κινητικότητας μεταξύ των οστών του ποδιού (Subotnik, 1985; Subotnik & Sisney, 1986). Οι παθητικοί και οι δυναμικοί σταθεροποιοί στην προσπάθειά τους να μειώσουν αυτή την υπερκινητικότητα και να διατηρήσουν σταθερό το σχήμα της καμάρας δέχονται υπέρμετρα φορτία και μπορεί να τραυματιστούν (Williams, McClay, & Hamill, 2001). Οι εσωτερικές δομές του ποδιού φορτίζονται περισσότερο από τις εξωτερικές, γι αυτό και οι περισσότεροι τραυματισμοί εμφανίζονται συνήθως εκεί (Subotnik & Sisney, 1986).

Η σύνδεση της υπερκινητικότητας του άκρου πόδα και των τραυματισμών είχε γίνει αντιληπτή από τους ερευνητές από πολύ νωρίς (Clement, Taunton, Smart, & Mc Nicol, 1981) και δη στον αθλητικό χώρο (Subotnik, 1981). Στις πιο σύγχρονες

μελέτες έγινε προσπάθεια να αξιολογηθεί η πιθανή επίδραση της πλατυποδίας σε κακώσεις υπέρχρησης του κάτω άκρου, αξιολογώντας είτε αθλητές, είτε στρατιώτες με πλατυποδία, οι οποίοι συμμετείχαν σε προγράμματα τρεξίματος μεγάλων αποστάσεων. Η συχνότητα των τραυματισμών που ανέπτυξαν αντιπαρεβλήθει με τη συχνότητα των φυσιολογικών ατόμων ή ατόμων με κοιλοποδία και εντοπίστηκαν με αυτό τον τρόπο οι δομές που επιβαρύνονται περισσότερο εξαιτίας της πτώσης της ποδικής καμάρας.

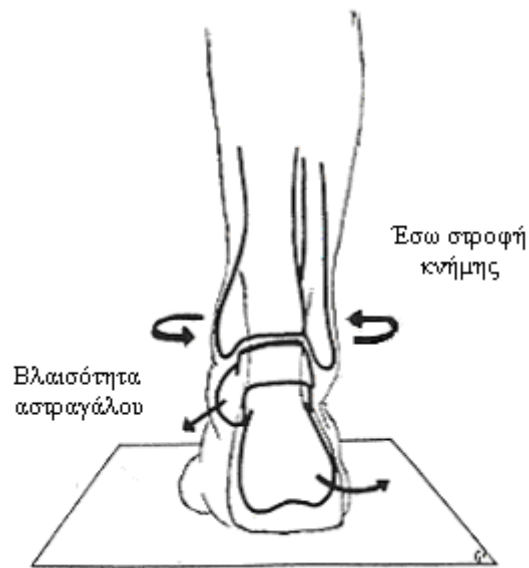
Τα κατάγματα εκ κοπώσεως, και κυρίως των μεταταρσίων, παρουσιάστηκε ως ο πιο συχνός τύπος τραυματισμού σε όλες τις μελέτες. Στην πιο πρόσφατη από αυτές, συγκρίνοντας 20 άτομα με πλατυποδία και 20 με κοιλοποδία, παρατηρήθηκε πως η μείωση του ύψους της ποδικής καμάρας συνοδεύτηκε με αυξημένα ποσοστά καταγμάτων στο δεύτερο και στο τρίτο μετατάρσιο (Williams et al., 2001). Σε λίγο παλαιότερη έρευνα, με πολύ μεγαλύτερο όμως δείγμα (449 στρατιώτες), διαπιστώθηκε πως οι πλατύποδες είχαν διπλάσιο κίνδυνο εμφάνισης καταγμάτων σε οποιαδήποτε κατασκευή του άκρου πόδα, σε σχέση με φυσιολογικά άτομα (Kaufman, Brodine, Shaffer, Johnson, & Cullison, 1999). Αντίστοιχα ήταν και τα αποτελέσματα ακόμα μίας μελέτης, με 295 στρατιώτες αυτή τη φορά, στην οποία παρατηρήθηκε υψηλή συχνότητα καταγμάτων κόπωσης γενικότερα στην περιοχή των μεταταρσίων στα άτομα με πλατυποδία (Simkin, Leichter, Giladi, Stein, & Milgrom, 1989).

Τα παραπάνω συμπεράσματα συμφωνούν με όσα προαναφέρθηκαν, πως δηλαδή οι παθητικοί σταθεροποιοί (οστά) φορτίζονται υπέρμετρα και κυρίως οι εσωτερικές δομές (δεύτερο και τρίτο μετατάρσιο). Ωστόσο, θα πρέπει να ειπωθεί πως σε δύο παρόμοιες έρευνες, με δείγμα 246 και 295 στρατιωτών αντίστοιχα, δε βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ μείωσης του ύψους της ποδικής καμάρας και τραυματισμών (Cowan, Jones, & Robinson, 1993; Giladi, Milgrom, & Stein, 1985). Περιορισμός της

έρευνας του Giladi και των συνεργατών του (1985), όμως, είναι πως η αξιολόγηση του δείγματος για την κατάταξη σε πλατύποδες και μη, δεν έγινε με την ενδεδειγμένη μέθοδο που ακολουθήθηκε από όλους τους άλλους ερευνητές, οπότε είναι πιθανό άτομα με πλατυποδία να κατετάγησαν ως φυσιολογικά ή το αντίστροφο (Kaufman et al., 1999).

Πέραν όμως των οστικών κακώσεων, υπάρχουν ενδείξεις πως η πλατυποδία μπορεί να είναι αιτιολογικός παράγοντας πρόκλησης τραυματισμού και των μαλακών μοριών στην περιοχή του άκρου πόδα. Αν και ο αριθμός των ερευνών που έχουν διεξαχθεί είναι μικρός εν τούτοις φαίνεται να υπάρχει συσχέτιση με την εμφάνιση κακώσεων υπέρχρησης στους τένοντες του οπισθίου κνημιαίου και του αχίλλειου (Clement, Taunton, & Smart, 1984; Kaufman et al., 1999; Williams et al., 2001).

Στην έρευνα του Kaufman και των συνεργατών του (1999) που προαναφέρθηκε, παρατηρήθηκε αυξημένη συχνότητα τενοντίτιδας αχίλλειου στους δρομείς με πλατυποδία. Μια πιθανή εξήγηση είναι πως σε περιβάλλον κλειστής κινητικής αλυσίδας ο αστράγαλος στους πλατύποδες μεταπίπτει σε θέση κάμψης και προσαγωγής (βλαισότητα), με αποτέλεσμα να προκαλεί έσω στροφή της κνήμης (Areblad, Nigg, Ekstrand, Olsson, & Ekstrom, 1990; Beckett et al., 1992; Tiberio, 1987) (σχήμα 1). Το γεγονός αυτό μπορεί να προκαλέσει συστροφή του αχίλλειου τένοντα, ανομοιόμορφη κατανομή φορτίων και ισχαιμία αυτού, με συνέπεια να είναι επιρρεπής σε τραυματισμό (Clement et al., 1984).



Σχήμα 1. Κατά την πτώση της ποδικής καμάρας ο αστράγαλος έρχεται σε θέση βλαιοσύτητας, με αποτέλεσμα η κνήμη να στρέφεται προς τα μέσα (Τροποποιημένο από Tiberio 1987)

Επίσης, στην έρευνα του Williams και των συνεργατών του (2001), παρουσιάστηκε τριπλάσια συχνότητα τενοντίτιδας οπισθίου κνημιαίου στους πλατύποδες σε σχέση με τους κοιλόποδες. Το γεγονός αυτό αποδόθηκε από τους συγγραφείς στη σημασία του συγκεκριμένου μυός στην διατήρηση της ποδικής καμάρας. Λόγω της υπερκινητικότητας των οστών του τάρσους, ο μυς στην προσπάθεια σταθεροποίησης της καμάρας δέχεται υπερβολικά φορτία και τραυματίζεται.

2.2. Βλαιοσός μέγας δάκτυλος

Η πλατυποδία έχει συσχετιστεί, επίσης, με την εμφάνιση βλαιοσού μεγάλου δακτύλου (hallux valgus), χωρίς ωστόσο να υπάρχει σαφής τεκμηριωμένη σχέση μεταξύ αυτών των δύο, αφού τα αποτελέσματα των ερευνών είναι αντικρουόμενα μεταξύ τους. Η πρώτη αναφορά στο συγκεκριμένο αντικείμενο φαίνεται να έγινε από τον Inman (1974), ο οποίος παρατήρησε πως ποτέ δεν είχε δει άτομο με βλαιοσό μέγα

δάκτυλο και υψηλή ποδική καμάρα. Δύο χρόνια αργότερα αναφέρθηκε πως σε περίπτωση ρήξης του τένοντα του οπισθίου κνημιαίου και πτώσης της ποδικής καμάρας, παρουσιάζεται μονόπλευρη εμφάνιση βλαισού μεγάλου δακτύλου στο πάσχον μέλος (Goldner & Gaines, 1976). Έκτοτε, ένας σημαντικός αριθμός ερευνητών έχει διατυπώσει την άποψη πως η πλατυποδία αυξάνει τον κίνδυνο επανεμφάνισης της πάθησης, στην περίπτωση που ακολουθηθεί χειρουργική επέμβαση και διόρθωσή της (Amarnek, Jacobs, & Oloff, 1985; Kalen & Brecher, 1988; Scranton & Zuckerman, 1984).

Μια πιθανή βιομηχανική επεξήγηση είναι πως όταν υπάρχει υπέρμετρος πρηνισμός της υπαστραγαλικής χάνεται το μηχανικό πλεονέκτημα του μακρού περνιαίου, με αποτέλεσμα ο μυς να μη μπορεί να απορροφήσει τα φορτία που δέχονται το πρώτο μετατάρσιο και η πρώτη μεταταρσιοφαλαγγική άρθρωση (first ray) (Root, Orien, & Weed, 1977). Η συνέπεια της μυϊκής ανεπάρκειας είναι να καθίστανται υπερκινητικά και επιρρεπή σε παραμόρφωση από τις δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους που ασκούνται επάνω τους (Root et al., 1977).

Στον αντίποδα, θα πρέπει να ειπωθεί πως σε τρεις πιο πρόσφατες έρευνες δε βρέθηκε συσχέτιση πλατυποδίας και βλαισού μεγάλου δακτύλου (Coughlin, 1995; Kilmartin & Wallace, 1992; Saragas & Becker, 1995). Από τις μελέτες αυτές τονίζεται πως αν τα ποσοστά συσχέτισης συγκριθούν με αυτά ομάδας ελέγχου φυσιολογικών ατόμων, δεν παρουσιάζεται καμία στατιστικά σημαντική διαφορά. Το όλο θέμα συνεπώς βρίσκεται ακόμα υπό διερεύνηση.

2.3. Επιγονατιδομηριαία δυσλειτουργία

Η αλλαγμένη βιομηχανική του άκρου πόδα δε θα μπορούσε να μην επηρεάσει τη λειτουργία της κλειστής κινητικής αλυσίδας ολόκληρου του κάτω άκρου, επομένως και της άρθρωσης του γόνατος. Διάφορες έρευνες που έχουν κατά καιρούς δημοσιευτεί συσχετίζουν την πλατυποδία με επιγονατιδομηριαία δυσλειτουργία και πρόσθιο πόνο στο γόνατο (Bogdan, Jenkins, & Hyland, 1978; Buchbinder, Napora, & Biggs, 1979; Dahle, Mueller, Delitto, & Diamond, 1991; Williams et al., 2001). Μια πιθανή εξήγηση του τρόπου που διαταράσσεται η ομαλή λειτουργία της άρθρωσης μεταξύ μηριαίου και επιγονατίδας παρουσιάζεται στο θεωρητικό μοντέλο που ανέπτυξε ο Tiberio (1987). Σύμφωνα με αυτό, το πρόβλημα στην άρθρωση προέρχεται από το γεγονός πως η κνήμη κατά τη φάση στήριξης της βάδισης παραμένει σε έσω στροφή εξαιτίας της πλατυποδίας, όπως προαναφέρθηκε. Κινησιολογικά, όμως, είναι γνωστό ότι για να εκταθεί το γόνατο, η κνήμη θα πρέπει να στραφεί προς τα έξω σε σχέση με το μηρό. Στην περίπτωση της πλατυποδίας, εφόσον η κνήμη είναι καθηλωμένη σε έσω στροφή, μεταβάλλεται ο μηχανισμός έκτασης του γόνατος και στρέφεται το μηριαίο πλέον προς τα έξω σε σχέση με την ακίνητη κνήμη. Καθώς το μηριαίο στρέφεται προς τα μέσα και ενώ ο τετρακέφαλος συσπάται για να εκτείνει το γόνατο, το έξω χείλος της αρθρικής επιφάνειας της επιγονατίδας συμπιέζεται πάνω στον έξω μηριαίο κόνδυλο, προκαλώντας με αυτό τον τρόπο τραυματισμό (Tiberio, 1987).

Επιπρόσθετα, στην προαναφερθείσα έρευνα του Williams και των συνεργατών του (2001) δίδεται μια ακόμα πιθανή εξήγηση της αιτίας εμφάνισης πρόσθιου πόνου στο γόνατο. Σύμφωνα με τους ερευνητές, κατά τη φάση στήριξης οι δρομείς με πλατυποδία κάμπτουν περισσότερο το γόνατό τους σε σχέση με τους κοιλόποδες, αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο τα συμπιεστικά φορτία στην

επιγονατιδομηριαία άρθρωση. Αναπόφευκτη συνέπεια των υψηλών επιβαρύνσεων, επομένως, είναι ο τραυματισμός της.

2.4. Τραυματισμός του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου

Πέραν της επογονατιδομηριαίας δυσλειτουργίας, όμως, η πλατυποδία έχει συνδυαστεί με έναν πολύ σοβαρότερο τραυματισμό της άρθρωσης του γόνατος, την ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Allen & Glasoe, 2000; Beckett et al., 1992; Loudon et al., 1996; Woodford-Rogers et al., 1994). Η πρώτη ερευνητική ομάδα που ανέδειξε την πιθανή συσχέτιση της πλατυποδίας με τον συγκεκριμένο τραυματισμό ήταν αυτή του Beckett και των συνεργατών του (1992), η οποία μελέτησε την πιθανή ύπαρξη πλατυποδίας σε δείγμα 50 ατόμων που είχαν υποστεί ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου και ομάδα ελέγχου 50 υγιών ατόμων. Η ύπαρξη πλατυποδίας ελέγχθηκε μέσω της διαφοράς στο ύψος του σκαφοειδούς οστού του ταρσού όταν το εξεταζόμενο άτομο εγείρεται από την καθιστή θέση, στην όρθια θέση (navicular drop test) (Brody, 1982). Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν πως τα άτομα που είχαν υποστεί τη ρήξη του συνδέσμου είχαν υψηλότερα σκορ στην πτώση του σκαφοειδούς σε σχέση με το φυσιολογικό πληθυσμό.

Οι ερευνητικές εργασίες που δημοσιεύτηκαν έκτοτε στο συγκεκριμένο αντικείμενο χρησιμοποίησαν αντίστοιχα πρωτόκολλα έρευνας με αυτό της μελέτης του Beckett και των συνεργατών του (1992), και καταλήγουν στο ίδιο συμπέρασμα, πως δηλαδή οι τραυματισμένοι αθλητές παρουσιάζουν σε μεγαλύτερο ποσοστό πλατυποδία, συγκριτικά με τα υγιή άτομα (Allen & Glasoe, 2000; Loudon et al., 1996; Woodford-Rogers et al., 1994). Εξάιρεση αποτελεί μόνο μία έρευνα, στην οποία δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Smith, Szczerba, Arnold, Perrin, & Martin, 1997). Ένας πιθανός λόγος σύμφωνα με τους ερευνητές για

τη διαφορά στα αποτελέσματά τους είναι πως οι στατικές μετρήσεις για τον καθορισμό της πλατυποδίας δεν είναι αντιπροσωπευτικές για το τι συμβαίνει σε δυναμικές καταστάσεις. Γι αυτό το λόγο διατύπωσαν την άποψη πως η τεχνική του Brody (1982), που ακολουθήθηκε από όλους τους ερευνητές, μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα και πρότειναν πως θα έπρεπε να αναπτυχθούν διαφορετικές τεχνικές, ώστε να διενεργούνται μετρήσεις σε δυναμικές συνθήκες για την ορθότερη κατάταξη των ατόμων σε πλατύποδες και μη.

Όσον αφορά στο μηχανισμό ρήξης του πρόσθιου χιαστού, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων (ποσοστό 72%) συμβαίνει δίχως σωματική επαφή με αντίπαλο, τη στιγμή που ο αθλητής είτε επιβραδύνει απότομα πραγματοποιώντας αλλαγή κατεύθυνσης, είτε προσγειώνεται από άλμα (Boden, Dean, Feagin, & Garrett, 2000). Την ώρα του τραυματισμού, η κνήμη είναι συνήθως στραμμένη προς τα έσω, ενώ το γόνατο υποκύπτει σε βλαισότητα (Shimokochi & Shultz, 2008). Στην περίπτωση της πλατυποδίας, όπως προαναφέρθηκε, η κνήμη βρίσκεται σε έσω στροφή στη φάση στήριξης κατά τη διάρκεια που το γόνατο εκτείνεται. Πιθανόν αυτός να είναι ο λόγος που οι πλατύποδες είναι επιρρεπείς σε τραυματισμό του χιαστού, σε καταστάσεις που δεν υπάρχει σωματική επαφή μεταξύ των αθλητών (Coplan, 1989; Loudon et al., 1996). Τα στροφικά φορτία στο γόνατο, συνθήκη που προσομοιάζει στο μηχανισμό ρήξης, δημιουργούν αυξημένη τάση στον σύνδεσμο, οπότε είναι εύκολο να ενδώσει όταν αυξηθούν οι επιβαρύνσεις κατά τις αθλητικές δραστηριότητες (Coplan, 1989; Loudon et al., 1996). Η θεωρία αυτή ενισχύεται ακόμα περισσότερο από τα αποτελέσματα μιας πρόσφατης έρευνας, στην οποία αναδεικνύεται η σημασία της οπίσθιας – έξω δεσμίδας του πρόσθιου χιαστού (posterolateral bundle) στη σταθεροποίηση του γόνατος ενάντια σε δυνάμεις που τείνουν να μετατοπίσουν την κνήμη προς τα εμπρός και ταυτόχρονα να προκαλέσουν έσω στροφή της, όταν η

άρθρωση βρίσκεται στις 30° κάμψης (Zantop, Herbort, Raschke, Fu, & Petersen, 2007).

Επιπρόσθετα, ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μελέτες στις οποίες αναφέρεται πως η επαναλαμβανόμενη λαθεμένη στροφική φόρτιση στο γόνατο εξαιτίας της πλατυποδίας φαίνεται να αυξάνει τη χαλαρότητα της άρθρωσης, τόσο σε πρόσθιο (Trimble et al., 2002; Woodford-Rogers et al., 1994), όσο και σε εγκάρσιο επίπεδο (Coplan, 1989). Ο Trimble και οι συνεργάτες του (2002) σε δείγμα 43 υγιών ατόμων μελέτησαν την επίδραση που έχει η πτώση του σκαφοειδούς στην πρόσθια μετατόπιση της κνήμης στις 30° κάμψης του γόνατος. Από τα αποτελέσματα της έρευνάς τους τονίζεται πως η πλατυποδία είναι ισχυρός παράγοντας πρόκλησης αυξημένου πρόσθιου συρταροειδούς σημείου της κνήμης. Επίσης, στην έρευνα του Woodford-Rogers και των συνεργατών του (1994), που προαναφέρθηκε, ελέγχθηκε η πτώση του σκαφοειδούς και η πρόσθια μετατόπιση της κνήμης στο μη τραυματισμένο μέλος ατόμων που είχαν υποστεί ρήξη προσθίου χιαστού σε σχέση με υγιή άτομα. Από τα αποτελέσματα προέκυψε πως οι τραυματισμένοι αθλητές παρουσίαζαν όχι μόνο μεγαλύτερη πτώση σκαφοειδούς, αλλά και αυξημένη μετατόπιση της κνήμης στις 20° κάμψης του γόνατος, συνδέοντας έτσι άμεσα τις δύο καταστάσεις.

Ο Coplan (1989), επιπρόσθετα, αξιολόγησε το εύρος της στροφικής κίνησης του γόνατος σε 15 πλατύποδες αθλήτριες που δεν εμφάνιζαν καμία παθολογία πλην της πλατυποδίας και σε ομάδα ελέγχου. Για τη μέτρηση χρησιμοποιήθηκαν οι γωνίες των 90°, 15°, και 5° κάμψης και διαπιστώθηκε πως στις 5° κάμψης οι πλατύποδες παρουσίασαν στατιστικά σημαντική αύξηση στο εύρος κίνησης σε σχέση με τον υγιή πληθυσμό. Στη συγκεκριμένη έρευνα τονίζεται, επίσης, πως η αξιολόγηση έγινε δίχως φόρτιση του μέλους, με συνέπεια τα συμπεράσματα να μην μπορούν να γενικευτούν στον αθλητικό χώρο όπου οι συνθήκες διαφέρουν σημαντικά από αυτές

του εργαστηρίου που έλαβαν χώρα οι μετρήσεις, ωστόσο είναι άξιο προσοχής πως τα άτομα με πλατυποδία παρουσιάζουν αυξημένη στροφική χαλαρότητα κοντά στην πλήρη έκταση (5^ο κάμψης), τροχιά στην οποία συνήθως συμβαίνουν οι τραυματισμοί του χιαστού.

Η αυξημένη αρθρική χαλαρότητα προκαλούμενη από μικροτραυματισμούς λόγω επαναλαμβανόμενων φορτίων έχει τεκμηριωθεί πως μπορεί να προκαλέσει ελάττωση της κιναισθησίας της περιοχής του ώμου (Allegucci et al., 1995). Το γεγονός αυτό αποδόθηκε από τους ερευνητές στο ότι οι ιδιοδεκτικοί υποδοχείς ενεργοποιούνται από την τάση των ιστών, τόσο κατά την κίνηση του μέλους, όσο και κατά τη στάση. Η χαλαρότητα δημιουργεί μικρότερη τάση στους ιστούς, με συνέπεια τη μείωση του αριθμού των προσαγωγών ερεθισμάτων και επομένως φτωχότερη ιδιοδεκτική επίδοση. Οι μικροτραυματισμοί μπορεί αρχικά να μην παρουσιάζουν επώδυνη συμπτωματολογία στην άρθρωση, όσο όμως συσσωρεύονται, τα θυλακοσυνδεσμικά στοιχεία χαλαρώνουν όλο και περισσότερο, η ιδιοδεκτικότητα συνεχώς μειώνεται και τελικά η άρθρωση μπορεί να οδηγηθεί σε έναν οξύ τραυματισμό (Allegucci et al., 1995).

Συνδυάζοντας τις παραπάνω έρευνες, ενδεχομένως κάτι αντίστοιχο θα μπορούσε να συμβαίνει στο γόνατο ασυμπτωματικών ατόμων με πλατυποδία. Τα συνεχή στροφικά φορτία μπορεί να αυξάνουν τη χαλαρότητα της άρθρωσης, προκαλώντας μείωση της ιδιοδεκτικότητας και οι ασθενείς να παραμένουν ασυμπτωματικοί, μέχρι τη στιγμή που σε μια πιο αυξημένη επιβάρυνση το νευρικό σύστημα δεν καταφέρνει να αντιδράσει άμεσα με κατάλληλη κινητική απάντηση και επέρχεται τραυματισμός. Το συγκεκριμένο αντικείμενο δεν φαίνεται να έχει ερευνηθεί μέχρι σήμερα.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξετάσει κατά πόσο η πλατυποδία θα μπορούσε να μειώσει την ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης του γόνατος σε υγιείς, εντελώς ασυμπτωματικούς αθλητές. Η εργασία αυτή είναι σημαντική γιατί η μέχρι τώρα ερευνητική προσπάθεια επεξήγησης του φαινομένου των τραυματισμών έχει επικεντρωθεί μόνο στην ανάλυση των μηχανικών φορτίων που ασκούνται στο γόνατο, εξαιτίας της πλατυποδίας, παραμερίζοντας με αυτό τον τρόπο τον σπουδαίο ρόλο της ιδιοδεκτικότητας στην προστασία της άρθρωσης. Στη συγκεκριμένη μελέτη επιχειρείται να δοθεί μια επιπλέον διάσταση στην αιτία των τραυματισμών του γόνατος σε άτομα με πτώση της ποδικής καμάρας και κατ' επέκταση στη δυνατότητα πρόληψής τους.

3. Μεθοδολογία της έρευνας

3.1. Δείγμα

Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 42 υγιείς φοιτητές του Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Για την ομοιογένεια του δείγματος επιλέχθηκαν μόνο άνδρες, καθώς είναι πιθανό η ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης του γόνατος να επηρεάζεται στις γυναίκες από τις ορμονικές μεταβολές κατά τη διάρκεια του κύκλου (Aydog et al., 2005; C. Friden et al., 2003). Από την μελέτη αποκλείστηκαν όσοι είχαν υποστεί σοβαρούς τραυματισμούς ή παρουσίαζαν επώδυνη συμπτωματολογία στην περιοχή του γόνατος. Επίσης, αποκλείστηκαν όσοι εμφάνιζαν παρεκκλίσεις τύπου βλαισότητας, ραιβότητας ή ανάκυρτου γόνατος. Τέλος, στην έρευνα αυτή δεν συμπεριελήφθησαν όσοι παρουσίαζαν οποιοδήποτε τύπου νευρολογική διαταραχή, η οποία θα μπορούσε να επηρεάσει την ιδιοδεκτικότητα του κάτω άκρου. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του δείγματος παρατίθενται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά του δείγματος

	Μέσος όρος \pm τυπική απόκλιση
Ηλικία	22.9 \pm 5.1 χρόνια
Ύψος	178.6 \pm 5.6 cm
Βάρος	75.7 \pm 10.9 kgr

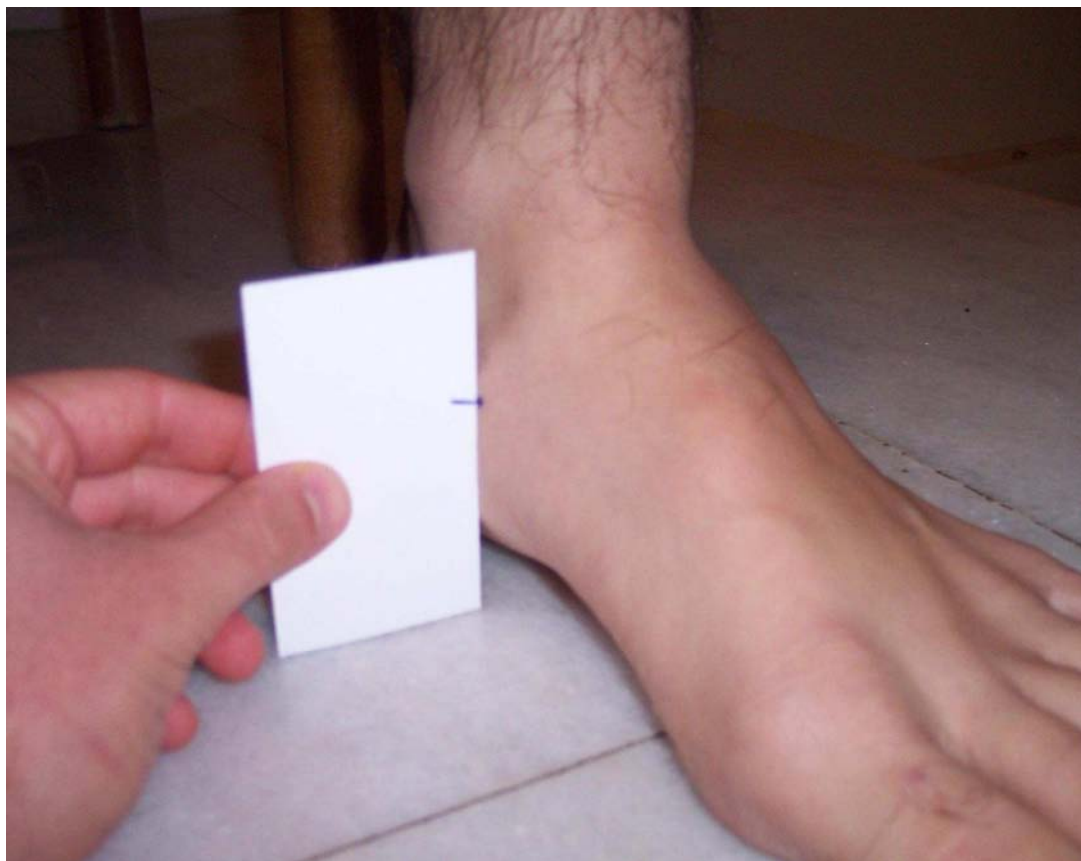
Για τη διεξαγωγή της μελέτης ζητήθηκε και πάρθηκε η έγγραφη συγκατάθεση των υποκειμένων (το έντυπο συγκατάθεσης παρατίθεται στο κεφάλαιο του παραρτήματος). Επίσης, για την πραγματοποίηση της εργασίας υπήρξε έγκριση από την Επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

3.2. Μέθοδος

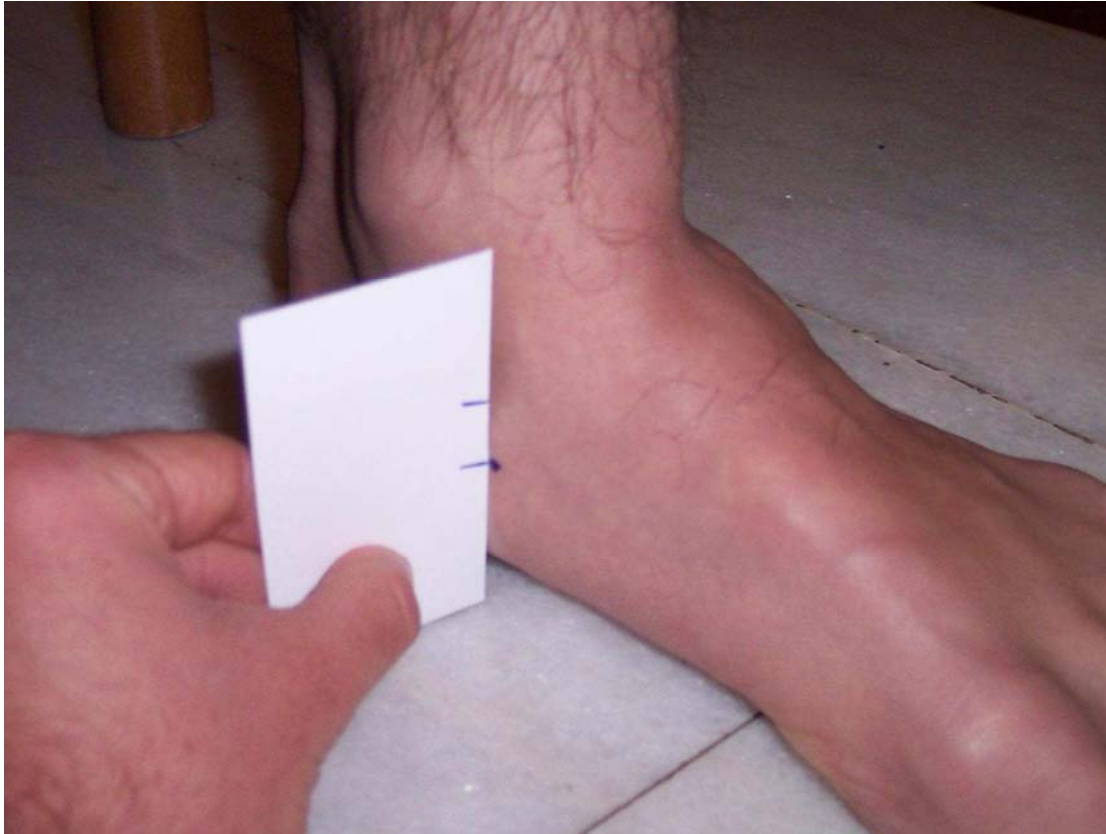
Στα άτομα του δείγματος αξιολογήθηκε η πιθανή ύπαρξη πλατυποδίας καθώς και η ιδιοδεκτικότητα του γόνατος. Για τον έλεγχο της πλατυποδίας διενεργήθηκε το *navicular drop test*, όπως περιγράφηκε από τον Brody (1982). Η ιδιοδεκτικότητα εξετάστηκε μέσω της ικανότητας του εξεταζόμενου να επανατοποθετεί το γόνατό του σε συγκεκριμένες γωνιακές θέσεις (*joint position sense*).

Navicular drop test: Για την εφαρμογή αυτού του τεστ, ο εξεταζόμενος αρχικά ήταν σε καθιστή θέση με τα ισχία, τα γόνατα και τις ποδοκνημικές λυγισμένα στις 90° κάμψης και την υπαστραγαλική άρθρωση σε μέση θέση από πλευράς πρηνισμού – υπτιασμού. Ο εξεταστής ψηλαφούσε το φύμα του σκαφοειδούς οστού και με τη βοήθεια μαρκαδόρου τοποθετούσε σημάδι στο δέρμα του εξεταζόμενου πάνω από το φύμα του οστού. Στη συνέχεια ο εξεταστής “ρόλλαρε” το πόδι του εξεταζόμενου δεξιά – αριστερά για να βρει με ακρίβεια την μέση θέση της υπαστραγαλικής άρθρωσης. Έπειτα τοποθετούσε μια ορθογώνια κάρτα κάθετα στο έδαφος, δίπλα από το πόδι του εξεταζόμενου και σημείωνε πάνω σε αυτή το ύψος του φύματος του σκαφοειδούς οστού. Ο εξεταζόμενος στη συνέχεια εγειρόταν στην όρθια θέση και σημειωνόταν ξανά πάνω στην κάρτα το νέο ύψος του φύματος. Η διαφορά μεταξύ των δύο θέσεων αποτελούσε τον δείκτη πτώσης του σκαφοειδούς οστού και κατ’ επέκταση της πλατυποδίας που παρουσίαζε ο εξεταζόμενος (Brody, 1982)

(εικόνες 1, 2). Η μέθοδος αυτή αξιολόγησης της ποδικής καμάρας θεωρείται αξιόπιστη και έχει χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο αριθμό μελετών (Allen & Glasoe, 2000; Beckett et al., 1992; Cote, Brunet, Gansneder, & Shultz, 2005; Loudon et al., 1996; Smith et al., 1997; Trimble et al., 2002; Woodford-Rogers et al., 1994). Τρεις μετρήσεις διενεργήθηκαν για κάθε μέλος.



Εικόνα 1. Ο εξεταζόμενος βρισκόταν σε καθιστή θέση με τα ισχία, τα γόνατα και τις ποδοκνημικές σε ορθή γωνία. Η υπαστραγαλική άρθρωση ήταν σε μέση θέση από πλευράς πρητισμού – υπτιασμού. Ο εξεταστής σημείωνε με μία κουκίδα το φύμα του σκαφοειδούς οστού. Το ύψος του φύματος σχεδιάζοταν επάνω στην κάρτα.



Εικόνα 2. Ο εξεταζόμενος εγειρόταν στην όρθια θέση. Το νέο ύψος του φύματος του σκαφοειδούς οστού σημειωνόταν επάνω στην κάρτα. Τα χιλιοστά της πτώσης του οστού αποτελούσαν το δείκτη της πλατυποδίας.

Ιδιοδεκτικότητα: Το τεστ αυτό διενεργήθηκε με τη βοήθεια ισοκινητικού δυναμομέτρου (Cybex Norm, Ronkonkoma, New York). Ο εξεταζόμενος ήταν καθιστός στο ισοκινητικό δυναμόμετρο με το ισχίο του να σχηματίζει γωνία 120° . Κατά την αξιολόγηση, φορούσε σορτσάκι, έχοντας αφαιρέσει κάλτσες και παπούτσια, για να μην εμπλέκονται ερεθίσματα από τους δερματικούς υποδοχείς. Τα μάτια του καλύπτονταν με μάσκα και τα αυτιά του με βαμβάκι, ώστε να απομονώνονται όλα τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα. Το σώμα, ο μηρός και η κνήμη του σταθεροποιούνταν με ιμάντες. Τα χέρια του τοποθετούνταν σταυρωτά στο στήθος. Ο άξονας κίνησης του δυναμομέτρου ευθυγραμμιζόταν με τον άξονα κίνησης

του γόνατός του. Το εύρος κίνησης του δυναμομέτρου οριζόταν από την πλήρη έκταση του γόνατος (0°) έως τις 90° κάμψης (εικόνα 3).



Εικόνα 3. Αρχική θέση τοποθέτησης του εξεταζόμενου στο ισοκινητικό δυναμόμετρο

Ως γωνίες στόχο ορίστηκαν η γωνία των 5° και των 45° . Αρχικά, το πόδι του εξεταζόμενου κινούταν παθητικά από τον εξεταστή στη γωνία στόχο. Ο εξεταστής συγκρατούσε το μέλος στη θέση αυτή για 10 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια το επέστρεφε πίσω στις 90° κάμψης. Έπειτα, ο εξεταζόμενος ενεργητικά πλέον προσπαθούσε να επανατοποθετήσει το άκρο του στη γωνία που πίστευε πως βρισκόταν πριν. Όταν επέλεγε μια συγκεκριμένη γωνία, συγκρατούσε το άκρο του στη θέση αυτή για 2 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια το επέστρεφε πίσω στις 90° κάμψης. Ο εξεταστής κατέγραφε τόσο την απόλυτη τιμή, όσο και την πραγματική τιμή της διαφοράς μεταξύ της γωνίας που είχε επιλέξει ο εξεταζόμενος και της πραγματικής γωνίας στόχου. Το συγκεκριμένο ερευνητικό πρωτόκολλο έχει εφαρμοστεί κατά το παρελθόν και η αξιοπιστία του έχει τεκμηριωθεί (Paschalis et al., 2007).

Για την εξοικείωση με την πειραματική διαδικασία αρχικά γινόταν προφορική επεξήγηση του πρωτοκόλλου που θα επακολουθούσε, δίχως να ανακοινώνεται στον εξεταζόμενο σε ποιες συγκεκριμένες γωνίες κάμψης του γόνατος θα αξιολογηθεί. Έπειτα, εφαρμοζόταν το πείραμα μια φορά σε τυχαία γωνία, διαφορετική από αυτή των 5° και των 45° μοιρών κάμψης του γόνατος, με τον εξεταζόμενο να έχει ανοικτά τα μάτια και γίνονταν οποιεσδήποτε διευκρινήσεις κρίνονταν απαραίτητες, ώστε να διασφαλιστεί πως είχε κατανοήσει τη διαδικασία. Στη συνέχεια κλείνονταν τα μάτια και τα αυτιά του εξεταζόμενου και ακολουθούσε η πειραματική διαδικασία με τον τρόπο που προαναφέρθηκε. Το ενδεχόμενο της μαθησιακής προσαρμογής αποκλείστηκε από την πρακτική του εξεταστή να μην ανακοινώνει στα άτομα που αξιολογούσε την ακρίβεια της κάθε προσπάθειάς τους. Συνολικά τρεις μετρήσεις διενεργήθηκαν σε κάθε άκρο, για κάθε γωνία στόχο με τυχαία σειρά.

3.3 Στατιστική Ανάλυση

Η ομαλότητα της κατανομής όλων των μεταβλητών εξετάστηκε μέσω του Kolmogorov–Smirnov τεστ.

Για να διαπιστωθεί η αξιοπιστία του navicular drop τεστ, χρησιμοποιήθηκε intraclass correlation coefficient, ώστε να βρεθεί ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των τριών διαδοχικών υπολογισμών της πτώσης του σκαφοειδούς οστού σε κάθε άκρο, από τον ίδιο εξεταστή.

Στη συνέχεια λήφθηκε για κάθε άτομο, ο μέσος όρος των τριών μετρήσεων του navicular drop τεστ σε κάθε άκρο.

Όσον αφορά στο τεστ της ιδιοδεκτικότητας, υπολογίστηκε σε κάθε άτομο τόσο η απόλυτη τιμή όσο και η πραγματική τιμή της διαφοράς της γωνίας που κάθε φορά τοποθετούσε το πόδι του, από τη γωνία στόχο. Η απόλυτη τιμή της διαφοράς παρουσίαζε αρνητικό πρόσημο όταν ο εξεταζόμενος επανατοποθετούσε το άκρο του σε θέση μεγαλύτερης έκτασης από τη γωνία στόχο. Έπειτα, λήφθηκε σε κάθε άτομο ο μέσος όρος των τριών αποκλίσεων τόσο της απόλυτης όσο και της πραγματικής τιμής, για κάθε γωνία στόχο, σε κάθε άκρο.

3.3.1. Απόλυτη τιμή της διαφοράς

3.3.1.α. Πρώτο μέρος της ανάλυσης

T-test για ανεξάρτητα δείγματα χρησιμοποιήθηκε για να βρεθεί κατά πόσο υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού ποδιού στα άτομα του δείγματος, ως προς την πτώση του σκαφοειδούς οστού.

Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης εφαρμόστηκε, ώστε να διευκρινισθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού ποδιού

στα άτομα του δείγματος, ως προς την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις 5° και στις 45° κάμψης.

Για να καθοριστεί κατά πόσο η πτώση του σκαφοειδούς οστού μπορεί να προβλέψει την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση παλινδρόμησης σε κάθε άκρο, για κάθε γωνία στόχο.

3.3.1.β. Δεύτερο μέρος της ανάλυσης

Για την περαιτέρω διερεύνηση του συγκεκριμένου ερευνητικού προβλήματος έγινε διαχωρισμός των ατόμων του δείγματος σε δύο ομάδες, πλατύποδες και μη πλατύποδες, ανάλογα με τα χιλιοστά (mm) πτώσης του σκαφοειδούς οστού. Σύμφωνα με την αρθρογραφία από 6mm έως 9mm θεωρείται φυσιολογική πτώση, ενώ από 9mm πτώσης και πάνω θεωρείται πλατυποδία (Loudon et al., 1996). Από τον παραπάνω διαχωρισμό, 24 άτομα κατετάγησαν στους υγιείς και 18 στους πλατύποδες για το δεξί πόδι, ενώ για το αριστερό 25 άτομα θεωρήθηκαν υγιείς και 17 πλατύποδες.

T-test για ανεξάρτητα δείγματα χρησιμοποιήθηκε, σε κάθε ομάδα ξεχωριστά, για να διερευνηθεί εάν υπάρχουν διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού κάτω άκρου στα άτομα της ίδιας ομάδας, ως προς την πτώση του σκαφοειδούς οστού.

Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης εφαρμόστηκε, σε κάθε ομάδα ξεχωριστά, ώστε να διευκρινισθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού κάτω άκρου στα άτομα της ίδιας ομάδας, ως προς την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις 5° και στις 45° κάμψης.

Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης χρησιμοποιήθηκε, επιπλέον, ώστε να καθοριστεί κατά πόσο υπάρχει διαφορά μεταξύ πλατυπόδων και μη πλατυπόδων, στην ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις 5° και στις 45° κάμψης, σε κάθε άκρο.

3.3.2. Πραγματική τιμή της διαφοράς

3.3.2.α. Πρώτο μέρος της ανάλυσης

Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης εφαρμόστηκε, ώστε να διευκρινισθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού ποδιού στα άτομα του δείγματος, ως προς την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις 5° και στις 45° κάμψης.

Για να καθοριστεί κατά πόσο η πτώση του σκαφοειδούς οστού μπορεί να προβλέψει την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση παλινδρόμησης σε κάθε άκρο, για κάθε γωνία στόχο.

3.3.2.β. Δεύτερο μέρος της ανάλυσης

Για την περαιτέρω διερεύνηση του ερευνητικού προβλήματος, όπως και προηγουμένως, έγινε διαχωρισμός των ατόμων του δείγματος σε δύο ομάδες, πλατύποδες και μη πλατύποδες.

Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης εφαρμόστηκε, σε κάθε ομάδα ξεχωριστά, ώστε να διευκρινισθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού κάτω άκρου στα άτομα της ίδιας ομάδας, ως προς την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις 5° και στις 45° κάμψης.

Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης χρησιμοποιήθηκε, επιπλέον, ώστε να καθοριστεί κατά πόσο υπάρχει διαφορά μεταξύ πλατυπόδων και μη πλατυπόδων, στην ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις 5° και στις 45° κάμψης, σε κάθε άκρο.

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η ενδέκατη έκδοση του SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

4. Αποτελέσματα

Σύμφωνα με το Kolmogorov–Smirnov τεστ, οι κατανομές όλων των μεταβλητών ήταν ομαλές. Η αξιοπιστία του navicular drop test ελέγχθηκε μέσω intraclass correlation coefficient, ώστε να διευκρινισθεί ο βαθμός συσχέτισης μεταξύ των τριών μετρήσεων που διενεργήθηκαν για την αξιολόγηση της πτώσης του σκαφοειδούς οστού, σε κάθε άκρο. Από τα αποτελέσματα προέκυψε υψηλός δείκτης συσχέτισης και στα δύο πόδια, .94 για το δεξί και .93 για το αριστερό.

4.1. Απόλυτη τιμή της διαφοράς

4.1.α. Πρώτο μέρος της ανάλυσης

T-test για ανεξάρτητα δείγματα εφαρμόστηκε, ώστε να ερευνηθεί κατά πόσο υπάρχουν διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού ποδιού στα άτομα του δείγματος, ως προς την πτώση του σκαφοειδούς οστού. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τον πρηγισμό του άκρου πόδα $t_{(82)} = .42$, $p = .68$. Η πτώση ήταν παρόμοια στο δεξί $M = 8.66\text{mm}$ ($S.D. = 1.86\text{mm}$) και το αριστερό πόδι $M = 8.49\text{mm}$ ($S.D. = 1.86\text{mm}$). Τα αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων για το δεξί και το αριστερό κάτω άκρο συνολικά στα άτομα του δείγματος

	Δεξί	Αριστερό
Αριθμός ατόμων	42	42
Πτώση του σκαφοειδούς	$8.7 \pm 1.9\text{ mm}$	$8.5 \pm 1.9\text{ mm}$

Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης εκτελέστηκε για να εξετασθεί αν υπάρχουν διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού ποδιού στα άτομα του δείγματος, ως προς την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις 5° και στις 45° κάμψης. Η ανάλυση έδειξε μη σημαντική πολυμεταβλητή επίδραση, $F_{(2, 81)} = 1.47$, $p = .24$.

Ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε σε κάθε άκρο, για να εξεταστεί η δυνατότητα πρόβλεψης της ιδιοδεκτικότητας του γόνατος, σε κάθε γωνία στόχο, από την πτώση του σκαφοειδούς οστού. Όσον αφορά το δεξί πόδι, το πολλαπλό R της ανάλυσης παλινδρόμησης στις 5° κάμψης του γόνατος ήταν .54, που είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικό από το μηδέν, $F_{(1, 40)} = 16.09$, $p < .001$. Η πτώση του σκαφοειδούς εξήγησε το 28.7% της ιδιοδεκτικότητας του γόνατος σε αυτές τις μοίρες κάμψης, $t = 4.01$, $p < .001$. Αντίθετα, στις 45° το πολλαπλό R της ανάλυσης παλινδρόμησης ήταν .13, που δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το μηδέν $F_{(1, 40)} = .67$, $p = .42$. Η πτώση του σκαφοειδούς εξήγησε μόλις το 1.6% της ιδιοδεκτικότητας, $t = .82$, $p = .42$.

Παρομοίως, για το αριστερό πόδι προέκυψε πως στις 5° κάμψης του γόνατος το πολλαπλό R της ανάλυσης παλινδρόμησης ήταν .53, το οποίο είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικό από το μηδέν, $F_{(1, 40)} = 15.47$, $p < .001$. Η πτώση του σκαφοειδούς εξήγησε το 27.9% της ιδιοδεκτικότητας, $t = 3.93$, $p < .001$. Στις 45°, το πολλαπλό R της ανάλυσης παλινδρόμησης ήταν .07, που δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το μηδέν $F_{(1, 40)} = .21$, $p = .65$. Η πτώση του σκαφοειδούς εξήγησε μόλις το .5% της ιδιοδεκτικότητας, $t = .46$, $p = .65$. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Δυνατότητα πρόβλεψης (%) της ιδιοδεκτικότητας μέσω της πτώσης του σκαφοειδούς οστού

	Δεξί	Αριστερό
Αριθμός ατόμων	42	42
Ιδιοδεκτικότητα 5° (*)	28.7%	27.9%
Ιδιοδεκτικότητα 45°	1.6%	.5%

* p< .001

4.1.β. Δεύτερο μέρος της ανάλυσης

T-test για ανεξάρτητα δείγματα χρησιμοποιήθηκε για να διευκρινιστεί κατά πόσο υπάρχουν διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού ποδιού, στα άτομα της ίδιας ομάδας (πλατύποδες, μη πλατύποδες), ως προς την πτώση του σκαφοειδούς οστού. Από τα αποτελέσματα προέκυψε πως δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον πρηνισμό του άκρου πόδα μεταξύ των δύο άκρων, ούτε στους υγιείς $t_{(47)} = .34$, $p = .73$, ούτε στους πλατύποδες $t_{(33)} = .29$, $p = .78$. Στα υγιή άτομα, η πτώση του σκαφοειδούς οστού για το δεξί πόδι ήταν $M = 7.29\text{mm}$ ($S.D. = .88\text{mm}$) και για το αριστερό $M = 7.2\text{mm}$ ($S.D. = .86\text{mm}$). Για τους αθλητές με πλατυποδία, η πτώση στο δεξί πόδι ήταν $M = 10.49\text{mm}$ ($S.D. = 1.06\text{mm}$) και στο αριστερό $M = 10.38\text{mm}$ ($S.D. = 1,17\text{mm}$). Τα αποτελέσματα παρατίθενται στους Πίνακες 4 και 5.

Πίνακας 4. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων για το δεξί και το αριστερό κάτω άκρο στα υγιή άτομα

	Δεξί	Αριστερό
Αριθμός ατόμων	24	25
Πτώση του σκαφοειδούς	7.3 ± .9 mm	7.2 ± .9 mm

Πίνακας 5. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων για το δεξί και το αριστερό κάτω άκρο στα άτομα με πλατυποδία

	Δεξί	Αριστερό
Αριθμός ατόμων	18	17
Πτώση του σκαφοειδούς	10.5 ± 1.1 mm	10.4 ± 1.2 mm

Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης χρησιμοποιήθηκε, σε κάθε ομάδα ξεχωριστά, για να εξετασθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού κάτω άκρου στα άτομα της ίδιας ομάδας, ως προς την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις δύο γωνίες στόχο. Η ανάλυση έδειξε μη σημαντική πολυμεταβλητή επίδραση, τόσο στα υγιή άτομα $F_{(2, 46)} = 1.27$, $p = .29$, όσο και στους πλατύποδες $F_{(2, 32)} = 1.37$, $p = .27$.

Εκτελέστηκε, επίσης, πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης ώστε να καθοριστεί κατά πόσο υπάρχει διαφορά μεταξύ πλατυπόδων και μη πλατυπόδων, σε κάθε άκρο, ως προς την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις 5° και στις 45° κάμψης. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης για το δεξί πόδι έδειξαν πως υπήρχε στατιστικά σημαντική πολυμεταβλητή επίδραση $F_{(2, 39)} = 6.94$, $p < .01$. Η εξέταση των μονομεταβλητών αναλύσεων έδειξε ότι η επίδραση ήταν σημαντική για τις 5°

κάμψης, $F_{(1, 41)} = 14.22$, $p < .01$, ενώ δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές για τις 45° κάμψης $F_{(1, 41)} = .06$, $p = .81$.

Αντίστοιχα, για το αριστερό άκρο η ανάλυση έδειξε πως υπήρχε στατιστικά σημαντική πολυμεταβλητή επίδραση $F_{(2, 39)} = 17.89$, $p < .001$. Η εξέταση των μονομεταβλητών αναλύσεων έδειξε ότι η επίδραση ήταν σημαντική για τις 5° κάμψης, $F_{(1, 41)} = 36.59$, $p < .001$, ενώ δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές για τις 45° κάμψης $F_{(1, 41)} = .01$, $p = .91$. Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις για κάθε μέλος παρουσιάζονται στους Πίνακες 6 και 7.

Πίνακας 6. Διαφορές στην ιδιοδεκτικότητα του δεξιού άκρου μεταξύ υγιών ατόμων και ατόμων με πλατυποδία

	Υγιείς	Πλατύποδες
Αριθμός ατόμων	24	18
Ιδιοδεκτικότητα 5° (*)	$2.4^\circ \pm 1.2^\circ$	$3.9^\circ \pm 1.5^\circ$
Ιδιοδεκτικότητα 45°	$4.1^\circ \pm 2.5^\circ$	$4.3^\circ \pm 2.9^\circ$

* $p < .01$

Πίνακας 7. Διαφορές στην ιδιοδεκτικότητα του αριστερού άκρου μεταξύ υγιών ατόμων και ατόμων με πλατυποδία

	Υγιείς	Πλατύποδες
Αριθμός ατόμων	25	17
Ιδιοδεκτικότητα 5° (*)	$2.2^\circ \pm 1.1^\circ$	$4.4^\circ \pm 1.3^\circ$
Ιδιοδεκτικότητα 45°	$5.4^\circ \pm 3.9^\circ$	$5.3^\circ \pm 3.5^\circ$

* $p < .001$

4.2. Πραγματική τιμή της διαφοράς

4.2.α. Πρώτο μέρος της ανάλυσης

Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης εκτελέστηκε για να εξετασθεί αν υπάρχουν διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού ποδιού στα άτομα του δείγματος, ως προς την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις 5^ο και στις 45^ο κάμψης. Η ανάλυση έδειξε μη σημαντική πολυμεταβλητή επίδραση, $F_{(2, 81)} = 0.53$, $p = .59$.

Ανάλυση παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε σε κάθε άκρο, για να εξεταστεί η δυνατότητα πρόβλεψης της ιδιοδεκτικότητας του γόνατος, σε κάθε γωνία στόχο, από την πτώση του σκαφοειδούς οστού. Όσον αφορά το δεξί πόδι, το πολλαπλό R της ανάλυσης παλινδρόμησης στις 5^ο κάμψης του γόνατος ήταν .47, που είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικό από το μηδέν, $F_{(1, 40)} = 11.49$, $p < .01$. Η πτώση του σκαφοειδούς εξήγησε το 22.3% της ιδιοδεκτικότητας του γόνατος σε αυτές τις μοίρες κάμψης, $t = 3.39$, $p < .01$. Αντίθετα, στις 45^ο το πολλαπλό R της ανάλυσης παλινδρόμησης ήταν .005, που δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το μηδέν $F_{(1, 40)} = .001$, $p = .97$. Η πτώση του σκαφοειδούς εξήγησε 0% της ιδιοδεκτικότητας, $t = .03$, $p = .97$.

Παρομοίως, για το αριστερό πόδι προέκυψε πως στις 5^ο κάμψης του γόνατος το πολλαπλό R της ανάλυσης παλινδρόμησης ήταν .47, το οποίο είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικό από το μηδέν, $F_{(1, 40)} = 11.54$, $p < .01$. Η πτώση του σκαφοειδούς εξήγησε το 22.4% της ιδιοδεκτικότητας, $t = 3.39$, $p < .01$. Στις 45^ο, το πολλαπλό R της ανάλυσης παλινδρόμησης ήταν .05, που δε διαφέρει στατιστικά σημαντικά από το μηδέν $F_{(1, 40)} = .1$, $p = .75$. Η πτώση του σκαφοειδούς εξήγησε μόλις το .2% της ιδιοδεκτικότητας, $t = 3.16$, $p = .75$. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8. Δυνατότητα πρόβλεψης (%) της ιδιοδεκτικότητας μέσω της πτώσης του σκαφοειδούς οστού

	Δεξί	Αριστερό
Αριθμός ατόμων	42	42
Ιδιοδεκτικότητα 5° (*)	22.3%	22.4%
Ιδιοδεκτικότητα 45°	0%	.2%

* $p < .01$

4.2.β. Δεύτερο μέρος της ανάλυσης

Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης χρησιμοποιήθηκε, σε κάθε ομάδα ξεχωριστά, για να εξετασθεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού κάτω άκρου στα άτομα της ίδιας ομάδας, ως προς την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις δύο γωνίες στόχο. Η ανάλυση έδειξε μη σημαντική πολυμεταβλητή επίδραση, τόσο στα υγιή άτομα $F_{(2, 46)} = 0.24$, $p = .79$, όσο και στους πλατύποδες $F_{(2, 32)} = 0.62$, $p = .54$.

Εκτελέστηκε, επίσης, πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης ώστε να καθοριστεί κατά πόσο υπάρχει διαφορά μεταξύ πλατυπόδων και μη πλατυπόδων, σε κάθε άκρο, ως προς την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις 5° και στις 45° κάμψης. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης για το δεξί πόδι έδειξαν πως υπήρχε στατιστικά σημαντική πολυμεταβλητή επίδραση $F_{(2, 39)} = 7.29$, $p < .01$. Η εξέταση των μονομεταβλητών αναλύσεων έδειξε ότι η επίδραση ήταν σημαντική για τις 5° κάμψης, $F_{(1, 41)} = 14.05$, $p < .01$, ενώ δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές για τις 45° κάμψης $F_{(1, 41)} = .29$, $p = .59$.

Αντίστοιχα, για το αριστερό άκρο η ανάλυση έδειξε πως υπήρχε στατιστικά σημαντική πολυμεταβλητή επίδραση $F_{(2, 39)} = 14$, $p < .001$. Η εξέταση των μονομεταβλητών αναλύσεων έδειξε ότι η επίδραση ήταν σημαντική για τις 5° κάμψης, $F_{(1, 41)} = 28.22$, $p < .001$, ενώ δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές για τις 45° κάμψης $F_{(1, 41)} = .06$, $p = .80$. Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις για κάθε μέλος παρουσιάζονται στους Πίνακες 9 και 10.

Πίνακας 9. Διαφορές στην ιδιοδεκτικότητα του δεξιού άκρου μεταξύ υγιών ατόμων και ατόμων με πλατυποδία

	Υγιείς	Πλατύποδες
Αριθμός ατόμων	24	18
Ιδιοδεκτικότητα 5° (*)	$0.9^\circ \pm 2^\circ$	$3.4^\circ \pm 2.2^\circ$
Ιδιοδεκτικότητα 45°	$-3.5^\circ \pm 3.1^\circ$	$-3^\circ \pm 3.4^\circ$

* $p < .01$

Πίνακας 10. Διαφορές στην ιδιοδεκτικότητα του αριστερού άκρου μεταξύ υγιών ατόμων και ατόμων με πλατυποδία

	Υγιείς	Πλατύποδες
Αριθμός ατόμων	25	17
Ιδιοδεκτικότητα 5° (*)	$0.9^\circ \pm 1.8^\circ$	$3.9^\circ \pm 1.9^\circ$
Ιδιοδεκτικότητα 45°	$-4.3^\circ \pm 4.8^\circ$	$-3.9^\circ \pm 4.8^\circ$

* $p < .001$

5. Συζήτηση

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να ερευνηθεί κατά πόσο η πλατυποδία μπορεί να επηρεάσει την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος σε υγιείς αθλητές, προδιαθέτοντας με αυτό τον τρόπο σε τραυματισμό της άρθρωσης. Από τα αποτελέσματα προέκυψε πως η πλατυποδία προκάλεσε φτωχότερη ιδιοδεκτική επίδοση στις 5^ο κάμψης του γόνατος, παρ' όλο που οι αθλητές δεν παρουσίαζαν επώδυνη συμπτωματολογία στο κάτω άκρο. Αντίθετα δεν φάνηκε να επηρεάζει την άρθρωση στις 45^ο κάμψης. Η αυξημένη αρθρική χαλαρότητα του γόνατος που παρουσιάζεται στους πλατύποδες (Trimble et al., 2002; Woodford-Rogers et al., 1994), πιθανόν να είναι ο αιτιολογικός παράγοντας πρόκλησης της μειωμένης ικανότητας αντίληψης της θέσης του γόνατος στις 5^ο κάμψης.

Η πρώτη μελέτη που συσχέτισε την αρθρική χαλαρότητα σε υγιή, ασυμπτωματικά άτομα, με προβλήματα ιδιοδεκτικότητας, αφορούσε στην άρθρωση του ώμου (Allegretti et al., 1995). Οι ερευνητές αξιολόγησαν 20 αθλητές, οι οποίοι χρησιμοποιούσαν το κυρίαρχο άνω άκρο τους σε δραστηριότητες που απαιτούσαν κινήσεις πάνω από το επίπεδο της ωμοπλάτης. Αρχικά εξέτασαν το εύρος της στροφικής κίνησης του ώμου στο κυρίαρχο και το μη κυρίαρχο άκρο και διαπιστώθηκε πως το συχνά χρησιμοποιούμενο μέλος παρουσίαζε αυξημένο εύρος έξω στροφής. Στη συνέχεια αξιολόγησαν την κιναισθησία των δύο αρθρώσεων στις 0^ο και στις 75^ο έξω στροφής. Η κιναισθησία εξετάστηκε μέσω της ικανότητας αντίληψης της κίνησης όταν το μέλος κινείται παθητικά τόσο προς έξω, όσο και προς έσω στροφή. Από τα αποτελέσματα φάνηκε πως το κυρίαρχο άκρο παρουσίαζε μειωμένη ικανότητα αντίληψης της κίνησης σε σχέση με το μη κυρίαρχο και στις δύο

γωνιακές θέσεις. Επίσης, προέκυψε πως και τα δύο άκρα είχαν καλύτερη ιδιοδεκτική επίδοση στις 75° στροφής, παρά στις 0°.

Οι ερευνητές απέδωσαν το αυξημένο εύρος κίνησης του κυρίαρχου ώμου, στα επαναλαμβανόμενα φορτία που δέχεται το πρόσθιο μέρος του θύλακα και τους μικροτραυματισμούς που υφίσταται κατά τη διάρκεια των κινήσεων στις διάφορες αθλητικές δραστηριότητες. Όσον αφορά στην κιναισθησία, ο Allegrucci και οι συνεργάτες του (1995) ανέφεραν πως η μηχανική τάση επάνω στους ιστούς είναι αυτή που διεγείρει τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς. Γι αυτό το λόγο εάν υπάρχει αρθρική χαλαρότητα, οι ιστοί δεν δέχονται μεγάλη τάση και οι υποδοχείς δεν ενεργοποιούνται, με συνέπεια να καθυστερεί το κεντρικό νευρικό σύστημα να αντιληφθεί την κίνηση στην περιφέρεια. Με αυτό τον τρόπο εξηγείται γιατί το μη κυρίαρχο άκρο παρουσίασε καλύτερη κιναισθησία σε σχέση με το κυρίαρχο. Επίσης, στις 75° έξω στροφής ο πρόσθιος θύλακας είναι σε μεγαλύτερη τάση σε σχέση με τις 0° στροφής. Επομένως, είναι αναμενόμενο η ικανότητα αντίληψης της κίνησης να είναι καλύτερη στις 75° στροφής και στα δύο άκρα.

Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης με αυτά της παρούσας έρευνας, μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για τον τρόπο με τον οποίο η αρθρική χαλαρότητα του γόνατος που παρουσιάζεται στους πλατύποδες, επηρεάζει την ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης. Οι 5° κάμψης, είναι πολύ κοντά στην πλήρη έκταση του γόνατος (κλειδωμένη θέση της άρθρωσης), οπότε η τάση που θα πρέπει φυσιολογικά να δέχονται τα θυλακοσυνδεσμικά στοιχεία είναι μεγάλη. Στους πλατύποδες, όμως, η τάση αυτή είναι μικρότερη σε σχέση με τον υγιή πληθυσμό, με συνέπεια τη μειωμένη ενεργοποίηση των ιδιοδεκτικών υποδοχέων. Αντίθετα, οι 45° κάμψης του γόνατος αποτελούν μια χαλαρή θέση της άρθρωσης, οπότε η τάση που δέχονται οι ιστοί της περιοχής του γόνατος τόσο στους πλατύποδες, όσο και στους μη

πλατύποδες είναι μικρή, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται παρόμοια ιδιοδεκτική επίδοση.

Μέχρι σήμερα δε φαίνεται να υπάρχει άλλη έρευνα, η οποία να συσχετίζει την πλατυποδία με την ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης του γόνατος. Υπάρχουν, ωστόσο, δύο μελέτες στις οποίες ελέγχθηκε η επίδραση του τύπου του άκρου πόδα στην ικανότητα μονοποδικής ισορροπίας (Cote et al., 2005; Hertel, Gay, & Denegar, 2002). Στην παλαιότερη από αυτές, ο Hertel και οι συνεργάτες του (2002) αξιολόγησαν το βαθμό πρηνισμού του άκρου πόδα και την ικανότητα μονοποδικής ισορροπίας με ανοικτά τα μάτια σε 30 υγιή άτομα. Από τα αποτελέσματα προέκυψε πως δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ πλατυπόδων και φυσιολογικών ατόμων.

Στη νεότερη αλλά και πιο εμπειριστατωμένη έρευνα της Cote και των συνεργατών της (2005) αξιολογήθηκε η στατική ισορροπία τόσο με ανοικτά, όσο και με κλειστά μάτια, αλλά και η δυναμική ισορροπία χρησιμοποιώντας ανοικτά μάτια. Για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας εφαρμόστηκε ένα λειτουργικό τεστ, το Star Excursion Balance Test, κατά το οποίο ο εξεταζόμενος στέκεται και ισορροπεί στο ένα πόδι, ενώ με το άλλο κάτω άκρο προσπαθεί να φτάσει όσο το δυνατόν μακρύτερα σε διάφορες κατευθύνσεις (πρόσθια, οπίσθια, έσω, έξω και διαγώνια). Για την αξιολόγηση της ποδικής καμάρας χρησιμοποιήθηκε το τεστ του Brody (1982). Τα αποτελέσματα των μετρήσεων σε δείγμα 48 υγιών ατόμων έδειξαν πως η στατική ισορροπία των πλατυπόδων δε διέφερε από αυτή του υγιούς πληθυσμού, είτε με ανοικτά, είτε με κλειστά μάτια. Ωστόσο, διαφορές παρουσιάστηκαν στη δυναμική ισορροπία. Οι πλατύποδες, παραδόξως, εμφάνισαν καλύτερη ισορροπία σε σχέση με τον υγιή πληθυσμό, καθώς κατάφεραν να φτάσουν πιο μακριά στην πρόσθια και στη διαγώνια πρόσθια-έσω κατεύθυνση.

Η εξήγηση που δόθηκε από τους ερευνητές ήταν πως οι μικρές αυτές αποκλίσεις δεν ήταν αποτέλεσμα ουσιαστικής διαφοράς στην ιδιοδεκτικότητα μεταξύ των δύο ομάδων, καθώς παρουσιάστηκαν σε δύο μόνο κατευθύνσεις και όχι σε όλες (συνολικά 8). Το πιθανότερο είναι πως οφείλονταν στην αυξημένη επιφάνεια επαφής των εσωτερικών δομών του άκρου πόδα με το έδαφος στα άτομα με πλατυποδία, η οποία ίσως να προσδίδει μεγαλύτερη βάση στήριξης και επομένως σταθερότητα σε αυτές τις κατευθύνσεις. Από τη μέχρι τώρα έρευνα, συνεπώς, δε φαίνεται ο τύπος του άκρου πόδα να επηρεάζει την ικανότητα ισορροπίας.

Όσον αφορά στην άρθρωση του γόνατος, φαίνεται πως μία μόνο μελέτη μέχρι τώρα έχει αξιολογήσει τα πιθανά προβλήματα της ιδιοδεκτικότητας λόγω αρθρικής χαλαρότητας σε υγιείς, ασυμπτωματικούς αθλητές (Rozzi, Lephart, Gear, & Fu, 1999). Οι ερευνητές αξιολόγησαν την χαλαρότητα του γόνατος σε δείγμα 17 ανδρών και 17 γυναικών και στη συνέχεια εξέτασαν την κιναισθησία της άρθρωσης στις 15^ο κάμψης, μετακινώντας παθητικά το άκρο τόσο προς κάμψη όσο και προς έκταση. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν πως οι γυναίκες παρουσίαζαν ενδογενώς αυξημένη χαλαρότητα σε σχέση με τους άνδρες. Επιπρόσθετα, η κιναισθησία στις γυναίκες ήταν χειρότερη από αυτή των ανδρών όταν το άκρο μετατοπιζόταν προς την κατεύθυνση της έκτασης, ενώ δεν υπήρχε διαφορά όταν κινούταν προς την κάμψη.

Οι ερευνητές επεξήγησαν τα αποτελέσματα της εργασίας τους με τρόπο παρόμοιο με αυτόν του Allegrucci και των συνεργατών του (1995). Η κίνηση του γόνατος από τις 15^ο κάμψης προς την έκταση, φυσιολογικά αυξάνει την τάση στον θύλακα και στους συνδέσμους, διεγείροντας τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς. Στις γυναίκες όμως λόγω χαλαρότητας, η τάση αυτή ήταν μικρότερη σε σχέση με τους άνδρες, με συνέπεια την ελλιπή ενεργοποίηση των υποδοχέων. Αντίθετα, η κίνηση από τις 15^ο προς την κάμψη οδηγεί την άρθρωση προς μια χαλαρότερη θέση, στην

οποία η τάση στα θυλακοσυνδεδσμικά στοιχεία είναι ούτως η άλλως μικρή. Γι αυτό το λόγο, παρ' όλη την αρθρική χαλαρότητα των γυναικών δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων.

Περιορισμός, ωστόσο, της προαναφερθείσας μελέτης είναι πως δεν αναφέρεται σε ποια φάση της εμμηνου ρήσεως των γυναικών διεξήχθησαν οι μετρήσεις, καθώς νεότερες έρευνες υποδεικνύουν πως η ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις γυναίκες μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του κύκλου (Aydog et al., 2005; C. Friden et al., 2003). Η μεταβολή αυτή δεν είναι εύκολο να εξηγηθεί. Ορισμένες μελέτες αναφέρουν πως τα επίπεδα των ορμονών μπορεί να επιδρούν στην χαλαρότητα του ίδιου του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Deie, Sakamaki, Sumen, Urabe, & Ikuta, 2002; Heitz, Eisenman, Beck, & Walker, 1999), ενώ αντίθετα άλλες πως όχι (Arnold, Van Bell, Rogers, & Cooney, 2002; Belanger et al., 2004; Hertel, Williams, Olmsted-Kramer, Leidy, & Putukian, 2006; Karageanes, Blackburn, & Vangelos, 2000). Επιπρόσθετα, η μεταβολή των ορμονών φαίνεται πως έχει άμεση επίδραση στη λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος (Kaneda, Ikuta, Nakayama, Kagawa, & Furuta, 1997; Yadav, Tandon, & Vaney, 2002, 2003; Yilmaz, Erkin, Mavioglu, & Sungurtekin, 1998), γι αυτό ενδεχομένως να παρουσιάζονται και οι διακυμάνσεις της ιδιοδεκτικότητας (Aydog et al., 2005). Συνεπώς, απαιτείται περισσότερη διερεύνηση για το κατά πόσο η διαφορά στην ιδιοδεκτικότητα μεταξύ των δύο φύλων είναι αποτέλεσμα συνδεδσμικής χαλαρότητας ή μεταβολής της λειτουργίας του κεντρικού νευρικού συστήματος κατά τη διάρκεια του κύκλου των γυναικών.

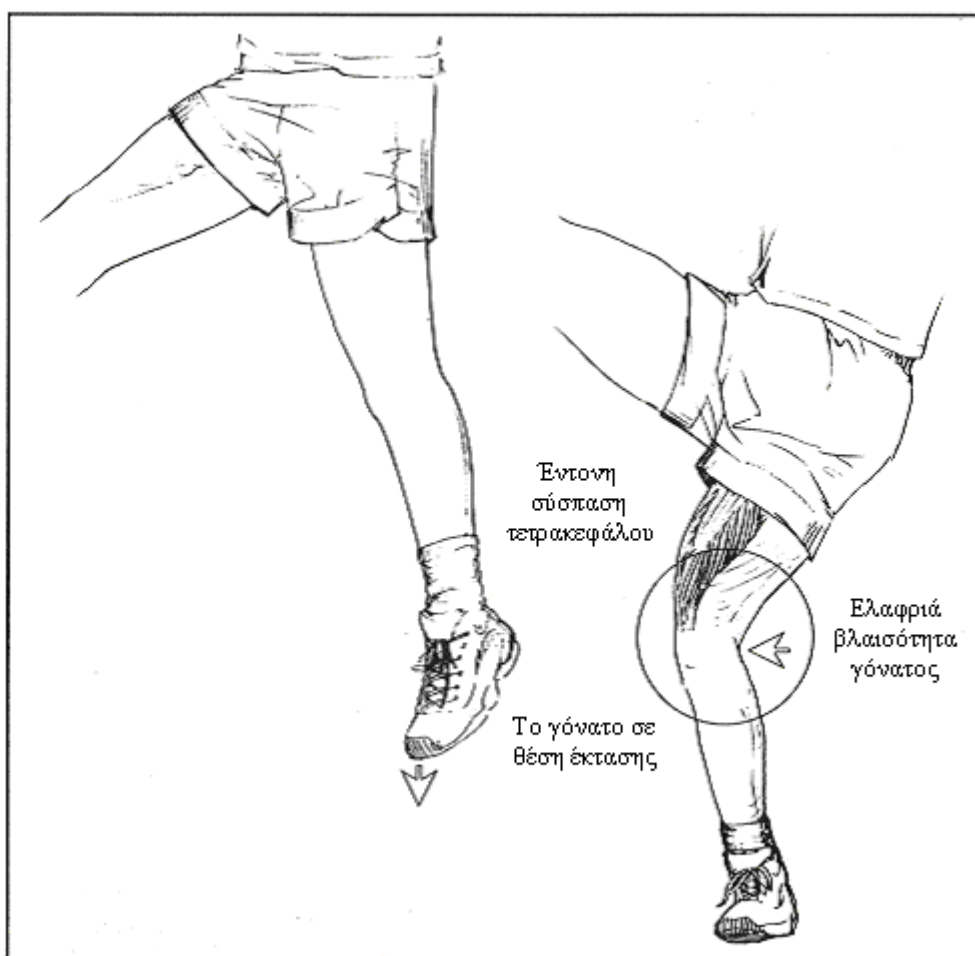
Σημαντική διαφορά, επίσης, μεταξύ της έρευνας της Rozzi και των συνεργατών της (1999) σε σχέση με αυτή του Allegrucci και των συνεργατών του (1995), αποτελεί πως η συνδεδσμική χαλαρότητα των γυναικών της πρώτης εργασίας

οφειλόταν σε κατασκευαστικούς ή ορμονικούς λόγους, ενώ αντίθετα η χαλαρότητα του ώμου που περιγράφηκε στη δεύτερη ήταν αποτέλεσμα επαναλαμβανόμενων μικροτραυματισμών του θύλακα. Η περίπτωση αυτή προσομοιάζει περισσότερο στη χαλαρότητα που παρουσιάζεται στο γόνατο των ατόμων με πλατυποδία, καθώς η πτώση της ποδικής καμάρας δημιουργεί στροφικά φορτία στην άρθρωση (Areblad et al., 1990; Beckett et al., 1992; Tiberio, 1987), οδηγώντας σε μικροκακώσεις των θυλακοσυνδεσμικών στοιχείων και των ιδιοδεκτικών τους υποδοχέων.

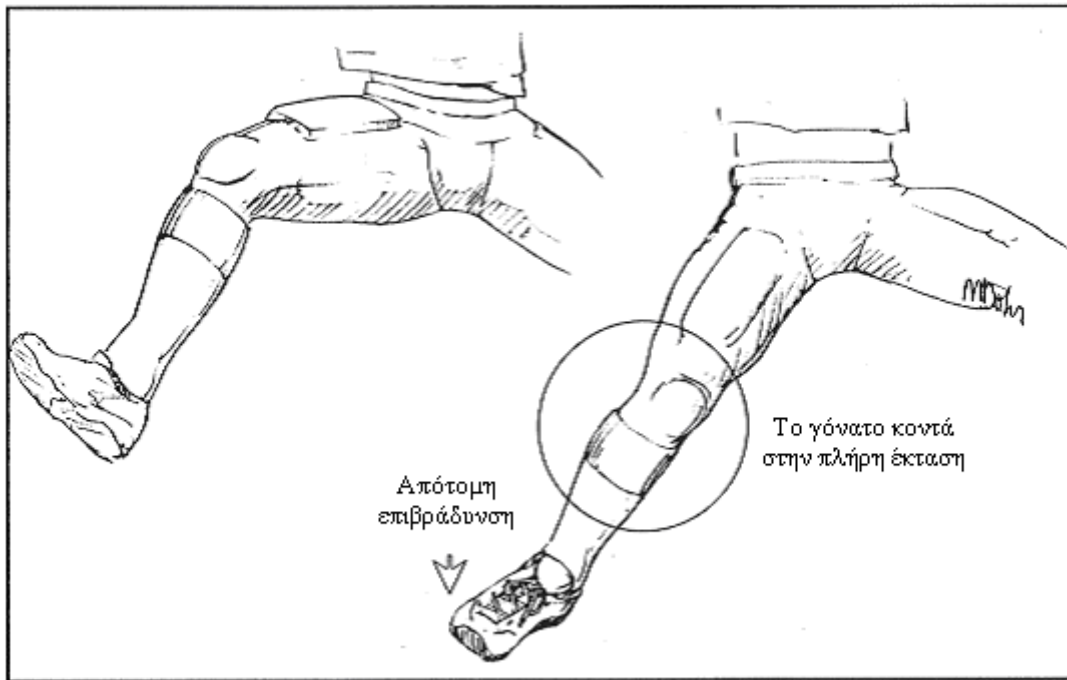
Όσον αφορά τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, η εμφάνιση ιδιοδεκτικού ελλείμματος στις 5^ο κάμψης του γόνατος, ενδεχομένως, να είναι ιδιαίτερης σημασίας για την ανάπτυξη τραυματισμών, καθώς η πλειοψηφία των κακώσεων του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου συμβαίνει σε θέσεις κοντά στην πλήρη έκταση του γόνατος (Boden et al., 2000; Ferretti, Papandrea, Conteduca, & Mariani, 1992; Olsen, Myklebust, Engebretsen, & Bahr, 2004; Shimokochi & Shultz, 2008). Στη μελέτη με το μεγαλύτερο δείγμα, αυτή του Boden και των συνεργατών του (2000), συγκεντρώθηκαν στοιχεία μέσω ερωτηματολογίου από 89 αθλητές, οι οποίοι είχαν υποστεί ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου στο ένα ή και στα δύο άκρα (συνολικά 100 γόνατα). Στο ερωτηματολόγιο ζητήθηκε να περιγράψουν τη δραστηριότητα που εκτελούσαν και τη θέση του σώματος τους την ώρα του τραυματισμού. Από τα αποτελέσματα προέκυψε πως στο 72% των περιπτώσεων δεν υπήρχε επαφή μεταξύ των αθλητών την ώρα του τραυματισμού. Επιπλέον, στην πλειοψηφία τους οι αθλητές ανέφεραν πως τη συγκεκριμένη στιγμή το γόνατό τους βρισκόταν σε θέση κοντά στην πλήρη έκταση, καθώς επιχειρούσαν να προσγειωθούν από άλμα ή να αλλάξουν απότομα κατεύθυνση.

Στην ίδια εργασία, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν 23 βιντεοταινίες στις οποίες παρουσιάζονται αθλητές να τραυματίζουν τον πρόσθιο χιαστό τους σύνδεσμο κατά τη

διάρκεια αθλητικών δραστηριοτήτων. Η κινηματική ανάλυση των ταινιών επιβεβαίωσε τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων. Η πλειοψηφία των τραυματισμών συνέβη δίχως επαφή μεταξύ των αθλητών, κατά την προσπάθεια προσγείωσης από άλμα ή απότομης επιβράδυνσης. Σε όλες τις περιπτώσεις το γόνατο των αθλητών τη στιγμή της κάκωσης ήταν σχεδόν τεντωμένο (σχήματα 2, 3).



Σχήμα 2. Μηχανισμός κάκωσης του προσθίου χιαστού κατά την προσγείωση από άλμα, με το γόνατο να υποκύπτει σε δυνάμεις βλαισότητας (τροποποιημένο από Boden et al., 2000)



Σχήμα 3. Μηχανισμός κάκωσης του πρόσθιου χιαστού οφειλόμενος σε απότομη επιβράδυνση και αλλαγή κατεύθυνσης (τροποποιημένο από Boden et al., 2000)

Ενδεχομένως, ο λόγος που οι τραυματισμοί συμβαίνουν σε αυτή τη τροχιά κίνησης είναι επειδή η δυνατή μυϊκή ενεργοποίηση του τετρακεφάλου, που παρουσιάζεται κατά την προσγείωση από άλμα ή την απότομη αλλαγή κατεύθυνσης, τείνει να μετατοπίσει την κνήμη προς τα εμπρός ασκώντας τάση στον σύνδεσμο (DeMorat, Weinhold, Blackburn, Chudik, & Garrett, 2004). Οι ερευνητές χρησιμοποιώντας 13 γόνατα από πτώματα μέτρησαν την επίδραση της υψηλού βαθμού ηλεκτρικής διέγερσης του τετρακεφάλου (4500 N) στην πρόσθια μετατόπιση της κνήμης, όταν το γόνατο βρίσκεται στις 20° κάμψης. Από τα αποτελέσματα φάνηκε πως μετά την εφαρμογή της δύναμης επήλθε στατιστικά σημαντική αύξηση του πρόσθιου συρταροειδούς της κνήμης ($p=.029$). Εντύπωση δε προκαλεί το γεγονός πως 6 από τα 13 άκρα που συμμετείχαν στην έρευνα υπέστησαν σοβαρού βαθμού ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί πως παρ' όλο που οι οπίσθιοι μηριαίοι δρουν σταθεροποιητικά στην άρθρωση του γόνατος (Li et al., 1999), κοντά στην πλήρη έκτασή του μειώνεται σημαντικά η γωνία έλξης τους (Pandy & Shelburne, 1997). Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να έχει ως αποτέλεσμα την ανεπάρκεια της συγκεκριμένης μυϊκής ομάδας να ασκήσει την απαιτούμενη δύναμη ώστε να αποτραπεί η πρόσθια ολίσθηση της κνήμης (Pandy & Shelburne, 1997).

Επιπρόσθετα, φαίνεται πως οι πλατύποδες αθλητές αντιμετωπίζουν ένα ακόμα μειονέκτημα στη θέση αυτή. Στη μελέτη των Shimokochi και Shultz (2008), η οποία πραγματεύεται το μηχανισμό κάκωσης του πρόσθιου χιαστού, αναφέρεται πως η εκτατική θέση στο γόνατο την ώρα του τραυματισμού, συνδυάζεται συνήθως με βλαισότητα και έσω στροφή της κνήμης. Η πτώση της ποδικής καμάρας, όπως περιγράφηκε στη βιβλιογραφική ανασκόπηση, δημιουργεί έσω στροφή στην κνήμη (Areblad et al., 1990; Beckett et al., 1992; Tiberio, 1987), αναπτύσσοντας ακόμα μεγαλύτερη τάση στον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο στα άτομα με πλατυποδία.

Η ταυτόχρονη ύπαρξη ιδιοδεκτικού ελλείμματος, σε συνδυασμό με όλες αυτές τις επιβαρυντικές για το γόνατο καταστάσεις, θα μπορούσε, ενδεχομένως, να εξηγήσει τα υψηλά ποσοστά κακώσεων στους πλατύποδες αθλητές. Η μειωμένη αντίληψη της άρθρωσης, προκαλεί ελάττωση της ικανότητας του κεντρικού νευρικού συστήματος να στείλει άμεσα κινητική απάντηση, όποτε αυτό είναι αναγκαίο, για την απορρόφηση των διαφόρων φορτίων, ώστε να προστατευθούν οι θυλακοσυνδεσμικές δομές (Rozzi et al., 1999). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, εξετάζοντας τόσο την απόλυτη όσο και την πραγματική τιμή της διαφοράς από τη γωνία στόχο, φαίνεται πως οι πλατύποδες έχουν μειωμένη αίσθηση της θέσης της άρθρωσής τους κοντά στην πλήρη έκταση. Η δε στατιστική ανάλυση που αφορά στην πραγματική διαφορά, υποδεικνύει πως οι πλατύποδες επανατοποθετούσαν το άκρο

τους σε μεγαλύτερη γωνία κάμψης από αυτή των 5°. Δε μπορούσαν, δηλαδή, να αντιληφθούν πως η αρχική θέση τοποθέτησης του άκρου από τον εξεταστή ήταν πολύ κοντά στην έκταση του γόνατος, θέση στην οποία υπάρχει η μέγιστη τάση στον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο. Η μειωμένη αυτή αίσθηση της κατάστασης στην οποία βρίσκεται η άρθρωση, ενδεχομένως, να έχει ως αποτέλεσμα την ανεπαρκή μυϊκή προστασία και τελικά τον τραυματισμό των θυλακοσυνδεσμικών της στοιχείων.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, επομένως, απαραίτητη κρίνεται η ανάπτυξη μεθόδων πρόληψης, με βάση τους εμβιομηχανικούς και νευροφυσιολογικούς παράγοντες που δρουν στο μηχανισμό κάκωσης του προσθίου χιαστού. Η εξειδικευμένη ιδιοδεκτική προπόνηση, ίσως, να αποτελεί την καλύτερη λύση εκλογής, καθώς φαίνεται πως βελτιώνει την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος (Panics, Tallay, Pavlik, & Berkes, 2008) και τη δυναμική ισορροπία (Holm et al., 2004), μειώνοντας σημαντικά τα ποσοστά τραυματισμού (Caraffa, Cerulli, Projetti, Aisa, & Rizzo, 1996; Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme, & Bahr, 2005; Wedderkopp, Kaltoft, Lundgaard, Rosendahl, & Froberg, 1999).

Στην πρόσφατη έρευνα του Panics και των συνεργατών του (2008), αξιολογήθηκε η επίδραση ενός προγράμματος προθέρμανσης που περιελάμβανε τρέξιμο, ασκήσεις στατικής και δυναμικής ισορροπίας, εκμάθηση κατάλληλης τεχνικής προσγείωσης και αλλαγής κατεύθυνσης, καθώς και διατάσεις, στην ικανότητα αναπαραγωγής μιας συγκεκριμένης γωνιακής θέσης του γόνατος. Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο αποτελεί ένα τροποποιημένο μοντέλο αυτού που είχε χρησιμοποιηθεί στην έρευνα του Olsen και των συνεργατών του (2005). Το δείγμα αποτελείτο από 31 αθλήτριες της χειροσφαίρισης υψηλού επιπέδου, 15 στην ομάδα παρέμβασης και 16 στην ομάδα ελέγχου. Από τα αποτελέσματα προέκυψε πως η εφαρμογή του προγράμματος για συνολικά 4 μήνες, με μόνο δύο φορές την εβδομάδα

άσκηση, ήταν αρκετή για να υπάρξει στατιστικά σημαντική βελτίωση στην ιδιοδεκτικότητα του γόνατος.

Σε αντίστοιχη έρευνα του Holm και των συνεργατών του (2004) εξετάστηκε κατά πόσο η ιδιοδεκτική άσκηση μπορεί να βελτιώσει την κιναισθησία και την ισορροπία αθλητριών της χειροσφαίρισης υψηλού επιπέδου. Το πρόγραμμα προπόνησης ήταν διάρκειας 15 λεπτών και περιείχε ασκήσεις στο έδαφος και σε σανίδα ισορροπίας προοδευτικά αυξανόμενης δυσκολίας, δίδοντας έμφαση στη σωστή τεχνική κατά την προσγείωση από άλμα και την αλλαγή κατεύθυνσης. Το πρόγραμμα εφαρμόστηκε τρεις φορές την εβδομάδα, για τις πρώτες 5-7 εβδομάδες και στη συνέχεια μία φορά την εβδομάδα κατά τη διάρκεια όλης της σεζόν, σε 35 αθλήτριες. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η δυναμική ισορροπία βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά, όχι όμως και η κιναισθησία του γόνατος.

Ο λόγος για τον οποίο η μία έρευνα έδειξε πως ο συγκεκριμένος τύπος άσκησης αυξάνει την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος, ενώ η άλλη πως όχι, δεν μπορεί να ειπωθεί με σιγουριά. Τα δύο πρωτόκολλα, αν και ήταν παρόμοια, ενδεχομένως, να έχουν διαφορετική επίδραση στην ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης των αθλητριών, ενώ σημαντικό ρόλο ίσως να παίζει, πως χρησιμοποιήθηκε διαφορετικό τεστ για την αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας σε κάθε έρευνα. Επιπλέον, σημαντικό μειονέκτημα και στις δύο μελέτες είναι πως δεν αναφέρεται σε ποια φάση της περιόδου των αθλητριών διενεργήθηκαν οι μετρήσεις, καθώς όπως ειπώθηκε νωρίτερα, η μεταβολή των ορμονών κατά τη διάρκεια του κύκλου, πιθανόν να τροποποιεί την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος (Aydog et al., 2005; C. Friden et al., 2003).

Η βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας του γόνατος και της δυναμικής ισορροπίας, ωστόσο, που παρουσιάστηκε στις προαναφερθείσες μελέτες, πιθανόν να εξηγεί εν μέρει το γεγονός της επίδρασης της ιδιοδεκτικής προπόνησης στη μείωση των

τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Caraffa et al., 1996; Olsen et al., 2005; Wedderkopp et al., 1999). Ο Olsen και οι συνεργάτες του (2005) εφάρμοσαν το πρόγραμμα προθέρμανσης, που προαναφέρθηκε, με τη διαφορά πως αντί για διατατικές ασκήσεις, χρησιμοποίησαν ασκήσεις ενδυνάμωσης. Το πρόγραμμα εφαρμόστηκε αρχικά καθημερινά για 15 συνεχόμενες συνεδρίες και στη συνέχεια μία φορά την εβδομάδα κατά τη διάρκεια όλης της αγωνιστικής περιόδου. Η ηλικία των ατόμων του δείγματος κυμαινόταν από 15 έως 17 ετών και ο συνολικός αριθμός τους ήταν 958 αθλητές στην ομάδα παρέμβασης (150 άνδρες και 808 γυναίκες) και 879 αθλητές στην ομάδα ελέγχου (101 άνδρες και 778 γυναίκες). Από τα αποτελέσματα φάνηκε 80% μείωση των τραυματισμών στις συνδεσμικές κατασκευές του γόνατος στα άτομα που εφαρμόστηκε αυτό το είδος προθέρμανσης.

Ο Caraffa και οι συνεργάτες του (1996), επίσης, εξέτασαν την επίδραση ενός προγράμματος άσκησης, που περιελάμβανε αποκλειστικά ασκήσεις ισορροπίας, στις κακώσεις του πρόσθιου χιαστού. Το εικοσάλεπτο πρωτόκολλο ήταν προοδευτικής δυσκολίας και εφαρμόστηκε σε ημιεπαγγελματίες και ερασιτέχνες αθλητές ποδοσφαίρου. Η συχνότητα της άσκησης ήταν 3-6 φορές την εβδομάδα καθ' όλη τη διάρκεια της αθλητικής σεζόν, για τρεις συνεχόμενες σεζόν. Συνολικά, 300 αθλητές (από 10 ημιεπαγγελματικές ομάδες και 10 ερασιτεχνικές ομάδες) ασκήθηκαν με το συγκεκριμένο πρόγραμμα, ενώ άλλοι 300 αθλητές (από 10 ημιεπαγγελματικές ομάδες και 10 ερασιτεχνικές ομάδες) αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως, κατά τη διάρκεια των τριών ετών, παρουσιάστηκαν στην ομάδα ελέγχου 70 τραυματισμοί του πρόσθιου χιαστού, ενώ στην ομάδα παρέμβασης μόλις 10 ($p < .001$).

Ο Wedderkopp και οι συνεργάτες του (1999), επιπρόσθετα, χρησιμοποίησαν ένα πρόγραμμα, το οποίο περιελάμβανε ασκήσεις ισορροπίας και ενδυνάμωσης,

συνολικής διάρκειας 10-15 λεπτών. Εφαρμόστηκε σε 111 αθλήτριες της χειροσφαίρισης για 10 μήνες, ενώ την ίδια περίοδο 126 αθλήτριες ακολούθησαν μόνο την τακτική τους προπόνηση και αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου. Οι ερευνητές κατέγραψαν τους συνολικούς τραυματισμούς των αθλητριών στο χρονικό αυτό διάστημα, στις αρθρώσεις του γόνατος και της ποδοκνημικής. Από τα αποτελέσματα φάνηκε πως η ιδιοδεκτική άσκηση κατάφερε να μειώσει σε ποσοστό 80% τους τραυματισμούς κατά τη διάρκεια των αγώνων και σε ποσοστό 71% κατά τη διάρκεια των προπονήσεων. Όσον αφορά την άρθρωση του γόνατος, 2 τραυματισμοί συνέβησαν στην ασκούμενη ομάδα και 8 στην ομάδα ελέγχου, χωρίς ωστόσο να δίδονται παραπάνω στοιχεία για το είδος των κακώσεων.

Σύμφωνα με τις παραπάνω έρευνες, επομένως, φαίνεται πως οι ασκήσεις ισορροπίας μπορούν να βελτιώσουν την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος, μειώνοντας εντυπωσιακά τα ποσοστά τραυματισμού της άρθρωσης. Επιπλέον, όταν στο συνολικό προπονητικό πρόγραμμα γίνεται ταυτόχρονα και διδασκαλία της σωστής τεχνικής προσγείωσης από άλμα, όπως αναφέρθηκε σε ορισμένες από τις παραπάνω έρευνες, μπορεί να αποφευχθεί η υπερβολική βλαισότητα του γόνατος (kissing knees), αποτρέποντας την άσκηση υπερβολικής τάσης στον πρόσθιο χιαστό (Renstrom et al., 2008). Ενδεχομένως, η ιδιοδεκτική προπόνηση να αποτελεί την καταλληλότερη λύση στην προσπάθεια πρόληψης των τραυματισμών του γόνατος και στους πλατύποδες αθλητές. Μέχρι σήμερα, ωστόσο, δεν φαίνεται να υπάρχει μελέτη, η οποία να ερευνά την επίδραση του συγκεκριμένου τύπου άσκησης εξειδικευμένα σε αθλητές με πλατυποδία, παρ' όλο που η σχέση μεταξύ πρηνισμού του άκρου πόδα και τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού έχει τεκμηριωθεί (Allen & Glasoe, 2000; Beckett et al., 1992; Loudon et al., 1996; Woodford-Rogers et al., 1994).

Επιπρόσθετα, ένας σημαντικός τομέας στην πρόληψη των κακώσεων του συνδέσμου πιθανόν να είναι η χρήση ορθωτικών μέσων. Η τοποθέτηση ενός υποστηρικτικού μέσου στην εσωτερική πλευρά του ποδιού, τείνει να διατηρήσει το σχήμα της ποδικής καμάρας, μειώνοντας έτσι τον βαθμό πρηνισμού και επηρεάζοντας με αυτό τον τρόπο την εμβιομηχανική λειτουργία της κνημομηριαίας άρθρωσης (Jenkins, Raedeke, & Williams, 2008). Αν και η ποικιλία των ορθωτικών που έχουν χρησιμοποιηθεί στις έρευνες είναι πολύ μεγάλη, ως γενικότερη τάση φαίνεται πως η εφαρμογή τους οδηγεί σε μείωση της έσω στροφής της κνήμης κατά την βάδιση (Cornwall & McPoil, 1995; McPoil & Cornwall, 2000), το τρέξιμο (Nawoczenski, Cook, & Saltzman, 1995) και την προσγείωση από άλμα (Tillman et al., 2003). Επιπλέον, φαίνεται πως ελαττώνεται η τάση για βλαισότητα του γόνατος τόσο στη βάδιση (Eng & Pierrynowski, 1994), όσο και στην προσγείωση από άλμα (Joseph et al., 2008).

Σύμφωνα με τις προαναφερθείσες μελέτες, επομένως, είναι αναμενόμενο πως αφού τα ορθωτικά μέσα βελτιώνουν την λειτουργία της κνημομηριαίας άρθρωσης, μπορούν να έχουν προστατευτικό ρόλο για τον πρόσθιο χιαστό. Παραδόξως, φαίνεται πως μέχρι σήμερα μόνο μία ερευνητική εργασία έχει μελετήσει την επίδρασή τους στα ποσοστά τραυματισμού του συνδέσμου (Jenkins et al., 2008). Αρχικά, οι ερευνητές κατέγραψαν τις συνδεσμικές κακώσεις του γόνατος, κατά τη διάρκεια τεσσάρων σεζόν, σε 48 αθλήτριες κολεγιακού επιπέδου, οι οποίες δεν χρησιμοποιούσαν ορθωτικά μέσα. Στη συνέχεια ακολούθησαν την ίδια διαδικασία, για εννέα συνεχόμενα έτη, σε 107 αθλήτριες, στις οποίες όμως είχαν δώσει να φορούν ειδικούς πάτους σε όλες τις αθλητικές τους δραστηριότητες. Από τα αποτελέσματα φάνηκε πως οι αθλήτριες που δε χρησιμοποίησαν ορθωτικά είχαν 1,72 φορές

περισσότερες πιθανότητες να τραυματιστούν στον έσω πλάγιο σύνδεσμο και 7,14 φορές περισσότερες πιθανότητες να τραυματιστούν στον πρόσθιο χιαστό.

Σοβαρός περιορισμός της συγκεκριμένης έρευνας, ωστόσο, αποτελεί αφ' ενός ο μικρός αριθμός των ατόμων του δείγματος, αφ' εταίρου πως δεν έγινε καμία αξιολόγηση της ποδικής καμάρας των αθλητριών και χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος τύπος πάτου σε όλα τα άτομα. Συνεπώς, δεν είναι εύκολο να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για το ρόλο των ορθωτικών μέσων στην προστασία των συνδεσμικών κατασκευών του γόνατος. Το όλο θέμα χρίζει, επομένως, περισσότερης διερεύνησης.

Όσον αφορά την παρούσα έρευνα, παρουσιάζονται ορισμένοι περιορισμοί στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Το navicular drop test, που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της ποδικής καμάρας, αποτελεί ένα στατικό τεστ, το οποίο δεν είναι ικανό να παρέχει πληροφορίες για την συμπεριφορά του άκρου πόδα σε δυναμικές καταστάσεις (Smith et al., 1997). Παρ' όλ' αυτά, δεν φαίνεται μέχρι σήμερα να έχει αναπτυχθεί ένα πιο αξιόπιστο εργαλείο από το τεστ του Brody (1982), με αποτέλεσμα να εφαρμόζεται περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο τεστ για τη μέτρηση της πλατυποδίας (Allen & Glasoe, 2000; Beckett et al., 1992; Cote et al., 2005; Loudon et al., 1996; Smith et al., 1997; Trimble et al., 2002; Woodford-Rogers et al., 1994).

Επιπρόσθετα, για την ιδιοδεκτικότητα υπάρχουν δύο είδη αξιολόγησης, η αναπαραγωγή μια συγκεκριμένης γωνιακής θέσης (joint position sense) και η κιναισθησία (kinesthesia / threshold to detect passive motion). Έχει ειπωθεί πως το τεστ της κιναισθησίας, ενδεχομένως, να είναι πιο αξιόπιστο στο να ανιχνεύει μικρές μεταβολές της ιδιοδεκτικότητας σε μια άρθρωση (T. Friden, Roberts, Ageberg, Walden, & Zatterstrom, 2001). Ωστόσο, κάτι τέτοιο δεν φαίνεται να έχει αποδειχθεί ερευνητικά και τα δύο τεστ εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται εξίσου συχνά στη

διεθνή αρθρογραφία. Άλλωστε, η αξιοπιστία του πρωτοκόλλου που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία έχει τεκμηριωθεί (Paschalis et al., 2007).

Τέλος, ασφαλέστερα συμπεράσματα θα μπορούσαν να είχαν εξαχθεί από αυτή την έρευνα, αν είχε μετρηθεί η χαλαρότητα της άρθρωσης του γόνατος στα άτομα του δείγματος. Δυστυχώς, η ανικανότητα πρόσβασης στον απαιτούμενο εξοπλισμό δεν επέτρεψε την υλοποίηση τέτοιου είδους μετρήσεων. Παρ' όλ' αυτά, οι μελέτες υποδεικνύουν, έως τώρα, πολύ στενή σχέση μεταξύ πτώσης σκαφοειδούς οστού και χαλαρότητας γόνατος (Coplan, 1989; Trimble et al., 2002; Woodford-Rogers et al., 1994). Επομένως, δεν είναι αβάσιμη η ερμηνεία της μειωμένης ιδιοδεκτικότητας του γόνατος στους πλατύποδες αθλητές, ως επακόλουθο της αυξημένη αρθρικής χαλαρότητας που παρουσιάζουν.

6. Συμπεράσματα και προτάσεις

Οι ερευνητικές εργασίες που έχουν δημοσιευθεί μέχρι σήμερα προσπάθησαν να εξηγήσουν το φαινόμενο των υψηλών ποσοστών τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού στους πλατύποδες αθλητές, μελετώντας τα μηχανικά φορτία που ασκούνται στο γόνατο, εξαιτίας της πτώσης της ποδικής καμάρας. Με αυτό τον τρόπο παραμερίστηκε ο σπουδαίος ρόλος της ιδιοδεκτικότητας στην προστασία της άρθρωσης. Η παρούσα μελέτη επιχείρησε να δώσει μια επιπλέον διάσταση στην αιτία των τραυματισμών και κατ' επέκταση στη δυνατότητα πρόληψής τους. Τα αποτελέσματα της μελέτης επιβεβαίωσαν την ερευνητική υπόθεση, καθώς η πτώση του σκαφοειδούς οστού φαίνεται να επηρεάζει την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στις 5^ο κάμψης της άρθρωσης.

Μία μόνο εργασία δεν μπορεί, βεβαίως, να τεκμηριώσει τη σχέση μεταξύ πλατυποδίας και ιδιοδεκτικότητας. Περαιτέρω έρευνα είναι απαραίτητη, ώστε να επιβεβαιωθεί ή να απορριφθεί η συγκεκριμένη υπόθεση. Η πιθανή ύπαρξη ιδιοδεκτικού ελλείμματος στις 5^ο κάμψης, ωστόσο, θα μπορούσε εν μέρει να εξηγήσει τα υψηλά ποσοστά κακώσεων, καθώς σύμφωνα με τη διεθνή αρθρογραφία, η πλειοψηφία των τραυματισμών του πρόσθιου χιαστού παρατηρείται σε θέσεις κοντά στην έκταση του γόνατος.

Οι ασκήσεις ισορροπίας φαίνεται πως γενικότερα μπορούν να βελτιώσουν την ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης και να προφυλάξουν τις συνδεσμικές της κατασκευές. Παρ' όλ' αυτά, μέχρι σήμερα δεν υπάρχει διαθέσιμη μελέτη που να αφορά συγκεκριμένα στους πλατύποδες ασκούμενους. Απαραίτητο θα ήταν να βρεθεί, βάσει των προηγούμενων ερευνών, κάποιο προπονητικό πρόγραμμα, το οποίο

τεκμηριωμένα να αυξάνει την ιδιοδεκτικότητα του γόνατος στους πλατύποδες αθλητές και να δρα προστατευτικά για την άρθρωση.

Σημαντικό τομέα στην πρόληψη των τραυματισμών, ενδεχομένως, να αποτελεί και η χρήση των ορθωτικών μέσων. Η έρευνα επάνω στο αντικείμενο είναι ακόμα πολύ φτωχή, καθώς μεθοδολογικά σφάλματα δεν επιτρέπουν την εξαγωγή συμπερασμάτων. Στις μελλοντικές εργασίες θα πρέπει να ληφθεί υπόψη πως η μορφολογία του άκρου πόδα δεν είναι όμοια σε όλα τα άτομα, συνεπώς θα πρέπει να γίνεται αξιολόγηση του πέλματος κάθε ατόμου ξεχωριστά και να εφαρμόζεται το κατάλληλο ορθωτικό μέσο για κάθε τύπο ποδιού. Μόνο τότε θα μπορεί να ειπωθεί με σιγουριά αν δύναται να διορθωθεί η εμβιομηχανική λειτουργία της κνημομηριαίας άρθρωσης και αν μπορούν να αποφευχθούν οι κακώσεις των συνδέσμων του γόνατος. Τέλος, τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα για τους πλατύποδες αθλητές, ίσως, να μπορέσουν να προκύψουν από τον συνδυασμό ορθωτικών μέσων και ιδιοδεκτικής προπόνησης.

7. Αρθρογραφία – Βιβλιογραφία

- Allegrucci, M., Whitney, S. L., Lephart, S. M., Irrgang, J. J., & Fu, F. H. (1995). Shoulder kinesthesia in healthy unilateral athletes participating in upper extremity sports. *J Orthop Sports Phys Ther*, 21(4), 220-226.
- Allen, M. K., & Glasoe, W. M. (2000). Metrecom Measurement of Navicular Drop in Subjects with Anterior Cruciate Ligament Injury. *J Athl Train*, 35(4), 403-406.
- Amarnek, D. L., Jacobs, A. M., & Oloff, L. M. (1985). Adolescent hallux valgus: its etiology and surgical management. *J Foot Surg*, 24(1), 54-61.
- Areblad, M., Nigg, B. M., Ekstrand, J., Olsson, K. O., & Ekstrom, H. (1990). Three-dimensional measurement of rearfoot motion during running. *J Biomech*, 23(9), 933-940.
- Arnold, C., Van Bell, C., Rogers, V., & Cooney, T. (2002). The relationship between serum relaxin and knee joint laxity in female athletes. *Orthopedics*, 25(6), 669-673.
- Aydog, S. T., Hascelik, Z., Demirel, H. A., Tetik, O., Aydog, E., & Doral, M. N. (2005). The effects of menstrual cycle on the knee joint position sense: preliminary study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 13(8), 649-653.
- Beckett, M. E., Massie, D. L., Bowers, K. D., & Stoll, D. A. (1992). Incidence of Hyperpronation in the ACL Injured Knee: A Clinical Perspective. *J Athl Train*, 27(1), 58-62.
- Belanger, M. J., Moore, D. C., Crisco, J. J., 3rd, Fadale, P. D., Hulstyn, M. J., & Ehrlich, M. G. (2004). Knee laxity does not vary with the menstrual cycle, before or after exercise. *Am J Sports Med*, 32(5), 1150-1157.
- Boden, B. P., Dean, G. S., Feagin, J. A., Jr., & Garrett, W. E., Jr. (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 23(6), 573-578.
- Bogdan, R. J., Jenkins, D., & Hyland, T. (1978). The runner's knee syndrome. *Spo Med*, 78, 159-177.
- Brody, D. M. (1982). Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *Orthop Clin North Am*, 13(3), 541-558.
- Buchbinder, M. R., Napora, N. J., & Biggs, E. W. (1979). The relationship of abnormal pronation to chondromalacia of the patella in distance runners. *J Am Podiatry Assoc*, 69(2), 159-162.
- Caraffa, A., Cerulli, G., Progetti, M., Aisa, G., & Rizzo, A. (1996). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 4(1), 19-21.
- Clement, Taunton, J. E., & Smart, G. W. (1984). Achilles tendinitis and peritendinitis: etiology and treatment. *Am J Sports Med*, 12(3), 179-184.
- Clement, Taunton, J. E., Smart, G. W., & Mc Nicol, K. L. (1981). A survey of overuse running injuries. *Phys Sports Med*, 9(5), 47-58.
- Coplan, J. A. (1989). Rotational motion of the knee: a comparison of normal and pronating subjects. *J Orthop Sports Phys Ther*, 10, 366-369.
- Cornwall, M. W., & McPoil, T. G. (1995). Footwear and foot orthotic effectiveness research: a new approach. *J Orthop Sports Phys Ther*, 21(6), 337-344.
- Cote, K. P., Brunet, M. E., Gansneder, B. M., & Shultz, S. J. (2005). Effects of Pronated and Supinated Foot Postures on Static and Dynamic Postural Stability. *J Athl Train*, 40(1), 41-46.

- Coughlin, M. J. (1995). Roger A. Mann Award. Juvenile hallux valgus: etiology and treatment. *Foot Ankle Int*, 16(11), 682-697.
- Cowan, D. N., Jones, B. H., & Robinson, J. R. (1993). Foot morphologic characteristics and risk of exercise-related injury. *Arch Fam Med*, 2(7), 773-777.
- Dahle, L. K., Mueller, M., Delitto, A., & Diamond, J. E. (1991). Visual Assessment of foot Type and Relationship of foot Type to Lower extremity Injury. *J Orthop Sports Phys Ther*, 14(2), 70-74.
- Deie, M., Sakamaki, Y., Sumen, Y., Urabe, Y., & Ikuta, Y. (2002). Anterior knee laxity in young women varies with their menstrual cycle. *Int Orthop*, 26(3), 154-156.
- DeMorat, G., Weinhold, P., Blackburn, T., Chudik, S., & Garrett, W. (2004). Aggressive quadriceps loading can induce noncontact anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med*, 32(2), 477-483.
- Eng, J. J., & Pierrynowski, M. R. (1994). The effect of soft foot orthotics on three-dimensional lower-limb kinematics during walking and running. *Phys Ther*, 74(9), 836-844.
- Ferretti, A., Papandrea, P., Conteduca, F., & Mariani, P. P. (1992). Knee ligament injuries in volleyball players. *Am J Sports Med*, 20(2), 203-207.
- Fiolkowski, P., Brunt, D., Bishop, M., Woo, R., & Horodyski, M. (2003). Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: an electromyography study. *J Foot Ankle Surg*, 42(6), 327-333.
- Friden, C., Hirschberg, A. L., Saartok, T., Backstrom, T., Leanderson, J., & Renstrom, P. (2003). The influence of premenstrual symptoms on postural balance and kinesthesia during the menstrual cycle. *Gynecol Endocrinol*, 17(6), 433-439.
- Friden, T., Roberts, D., Ageberg, E., Walden, M., & Zatterstrom, R. (2001). Review of knee proprioception and the relation to extremity function after an anterior cruciate ligament rupture. *J Orthop Sports Phys Ther*, 31(10), 567-576.
- Giladi, M., Milgrom, C., & Stein, M. (1985). The low arch, a protective factor in stress fractures. A prospective study of 295 military recruits. *Orthop Rev*, 14, 709-712.
- Goldner, J. L., & Gaines, R. W. (1976). Adult and juvenile hallux valgus: analysis and treatment. *Orthop Clin North Am*, 7(4), 863-887.
- Heitz, N. A., Eisenman, P. A., Beck, C. L., & Walker, J. A. (1999). Hormonal Changes Throughout the Menstrual Cycle and Increased Anterior Cruciate Ligament Laxity in Females. *J Athl Train*, 34(2), 144-149.
- Hertel, J., Gay, M. R., & Denegar, C. R. (2002). Differences in Postural Control During Single-Leg Stance Among Healthy Individuals With Different Foot Types. *J Athl Train*, 37(2), 129-132.
- Hertel, J., Williams, N. I., Olmsted-Kramer, L. C., Leidy, H. J., & Putukian, M. (2006). Neuromuscular performance and knee laxity do not change across the menstrual cycle in female athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14(9), 817-822.
- Holm, I., Fosdahl, M. A., Friis, A., Risberg, M. A., Myklebust, G., & Steen, H. (2004). Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clin J Sport Med*, 14(2), 88-94.
- Inman, V. T. (1974). Hallux valgus: a review of etiologic factors. *Orthop Clin North Am*, 5(1), 59-66.

- Jenkins, W. L., Raedeke, S. G., & Williams, D. S. B. (2008). The relationship between the use of foot orthoses and knee ligament injury in female collegiate basketball players. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 98(3), 207-211.
- Joseph, M., Tiberio, D., Baird, J. L., Trojian, T. H., Anderson, J. M., Kraemer, W. J., et al. (2008). Knee valgus during drop jumps in National Collegiate Athletic Association Division I female athletes: the effect of a medial post. *Am J Sports Med*, 36(2), 285-289.
- Kalen, V., & Brecher, A. (1988). Relationship between adolescent bunions and flatfeet. *Foot Ankle*, 8(6), 331-336.
- Kaneda, Y., Ikuta, T., Nakayama, H., Kagawa, K., & Furuta, N. (1997). Visual evoked potential and electroencephalogram of healthy females during the menstrual cycle. *J Med Invest*, 44(1-2), 41-46.
- Karageanes, S. J., Blackburn, K., & Vangelos, Z. A. (2000). The association of the menstrual cycle with the laxity of the anterior cruciate ligament in adolescent female athletes. *Clin J Sport Med*, 10(3), 162-168.
- Kaufman, K. R., Brodine, S. K., Shaffer, R. A., Johnson, C. W., & Cullison, T. R. (1999). The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. *Am J Sports Med*, 27(5), 585-593.
- Kilmartin, T. E., & Wallace, W. A. (1992). The significance of pes planus in juvenile hallux valgus. *Foot Ankle*, 13(2), 53-56.
- Li, G., Rudy, T. W., Sakane, M., Kanamori, A., Ma, C. B., & Woo, S. L. (1999). The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics and in-situ forces in the ACL. *J Biomech*, 32(4), 395-400.
- Loudon, J. K., Jenkins, W., & Loudon, K. L. (1996). The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther*, 24(2), 91-97.
- McPoil, T. G., & Cornwall, M. W. (2000). The effect of foot orthoses on transverse tibial rotation during walking. *J Am Podiatr Med Assoc*, 90(1), 2-11.
- Nawoczinski, D. A., Cook, T. M., & Saltzman, C. L. (1995). The effect of foot orthotics on three-dimensional kinematics of the leg and rearfoot during running. *J Orthop Sports Phys Ther*, 21(6), 317-327.
- Ogon, M., Aleksiev, A. R., Pope, M. H., Wimmer, C., & Saltzman, C. L. (1999). Does arch height affect impact loading at the lower back level in running? *Foot Ankle Int*, 20(4), 263-266.
- 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.
- Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I., & Bahr, R. (2005). Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *Bmj*, 330(7489), 449.
- Pandy, M. G., & Shelburne, K. B. (1997). Dependence of cruciate-ligament loading on muscle forces and external load. *J Biomech*, 30(10), 1015-1024.
- Panics, G., Tallay, A., Pavlik, A., & Berkes, I. (2008). Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. *Br J Sports Med*, 42(6), 472-476.
- Paschalis, V., Nikolaidis, M. G., Giakas, G., Jamurtas, A. Z., Pappas, A., & Koutedakis, Y. (2007). The effect of eccentric exercise on position sense and joint reaction angle of the lower limbs. *Muscle Nerve*, 35(4), 496-503.

- Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., et al. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med*, 42(6), 394-412.
- Root, M. L., Orien, W. P., & Weed, J. H. (1977). Normal and Abnormal Function of the Foot. *Los Angeles, Clinical Biomechanics Corp.*
- Rozzi, S. L., Lephart, S. M., Gear, W. S., & Fu, F. H. (1999). Knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female soccer and basketball players. *Am J Sports Med*, 27(3), 312-319.
- Saragas, N. P., & Becker, P. J. (1995). Comparative radiographic analysis of parameters in feet with and without hallux valgus. *Foot Ankle Int*, 16(3), 139-143.
- Scranton, P. E., Jr., & Zuckerman, J. D. (1984). Bunion surgery in adolescents: results of surgical treatment. *J Pediatr Orthop*, 4(1), 39-43.
- Shimokochi, Y., & Shultz, S. J. (2008). Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train*, 43(4), 396-408.
- Simkin, A., Leichter, I., Giladi, M., Stein, M., & Milgrom, C. (1989). Combined effect of foot arch structure and an orthotic device on stress fractures. *Foot Ankle*, 10(1), 25-29.
- Smith, J., Szczerba, J. E., Arnold, B. L., Perrin, D. H., & Martin, D. E. (1997). Role of Hyperpronation as a Possible Risk Factor for Anterior Cruciate Ligament Injuries. *J Athl Train*, 32(1), 25-28.
- Subotnik, S. I. (1981). The flat foot. *Phys Sports Med*, 9(8), 85-91.
- Subotnik, S. I. (1985). The biomechanics of running. *Spo Med*, 2, 144-153.
- Subotnik, S. I., & Sisney, P. (1986). Treatment of Achilles tendinopathy in the athlete. *Am Pod Med Ass*, 76, 552-557.
- Tiberio, D. (1987). The Effect of Excessive Subtalar Joint Pronation on Patellofemoral Mechanics: A Theoretical Model. *J Orthop Sports Phys Ther*, 9(4), 160-165.
- Tillman, M. D., Chiumento, A. B., Trimble, M. H., Bauer, J. A., Cauraugh, J. H., Kaminski, T. W., et al. (2003). Tibiofemoral rotation in landing: the influence of medially and laterally posted orthotics. *Physical Therapy in Sport*, 4(1), 34-39.
- Trimble, M. H., Bishop, M. D., Buckley, B. D., Fields, L. C., & Rozea, G. D. (2002). The relationship between clinical measurements of lower extremity posture and tibial translation. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 17(4), 286-290.
- Wedderkopp, N., Kalsoft, M., Lundgaard, B., Rosendahl, M., & Froberg, K. (1999). Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scand J Med Sci Sports*, 9(1), 41-47.
- Williams, D. S., 3rd, McClay, I. S., & Hamill, J. (2001). Arch structure and injury patterns in runners. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 16(4), 341-347.
- Woodford-Rogers, B., Cyphert, L., & Denegar, C. R. (1994). Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury in High School and College Athletes. *J Athl Train*, 29(4), 343-346.
- Yadav, A., Tandon, O. P., & Vaney, N. (2002). Auditory evoked responses during different phases of menstrual cycle. *Indian J Physiol Pharmacol*, 46(4), 449-456.
- Yadav, A., Tandon, O. P., & Vaney, N. (2003). Long latency auditory evoked responses in ovulatory and anovulatory menstrual cycle. *Indian J Physiol Pharmacol*, 47(2), 179-184.

- Yilmaz, H., Erkin, E. F., Mavioglu, H., & Sungurtekin, U. (1998). Changes in pattern reversal evoked potentials during menstrual cycle. *Int Ophthalmol*, 22(1), 27-30.
- Zantop, T., Herbort, M., Raschke, M. J., Fu, F. H., & Petersen, W. (2007). The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation. *Am J Sports Med*, 35(2), 223-227.

Παράρτημα

Έντυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενου σε ερευνητική εργασία

1. Σκοπός της ερευνητικής εργασίας

Οι ερευνητικές μελέτες των τελευταίων χρόνων έχουν δείξει πως ένας από τους πολλούς λόγους τραυματισμού του προσθίου χιαστού, πιθανόν να είναι και η πλατυποδία. Η μέχρι τώρα επεξήγηση του φαινομένου έχει γίνει μελετώντας τα μηχανικά φορτία που ασκούνται στο γόνατο εξαιτίας της πτώσης της ποδικής καμάρας. Ωστόσο δεν έχει εξεταστεί κατά πόσο εμπλέκεται στον παθολογικό μηχανισμό η ιδιοδεκτικότητα, ένα είδος αίσθησης δηλαδή που προέρχεται από τους μηχανοϋποδοχείς του γόνατος και λειτουργεί προστατευτικά στην άρθρωση. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να ερευνηθεί κατά πόσο η πλατυποδία θα μπορούσε να μειώσει την ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης του γόνατος, προδιαθέτοντας με αυτό τον τρόπο σε τραυματισμό.

2. Διαδικασία μετρήσεων

Θα χρειαστεί να έρθεις στο εργαστήριο μόνο μια φορά. Θα διεξαχθούν δύο είδη μετρήσεων. Αρχικά θα αξιολογηθεί η πιθανή ύπαρξη πλατυποδίας μετρώντας πόσο "πέφτει" η ποδική σου καμάρα όταν από την καθιστή θέση εγείρεσαι στην όρθια. Στη συνέχεια, για την εξέταση της ιδιοδεκτικότητας θα είσαι καθιστός σε ένα μηχάνημα, με κλειστά μάτια και αυτιά. Ο εξεταστής θα σου πηγαίνει το γόνατο σε μια γωνία κάμψης για 10sec. Έπειτα, θα στο επιστρέφει πίσω στις 90° κάμψης. Εσύ θα προσπαθείς να επανατοποθετείς το πόδι σου στη γωνία που πιστεύεις πως σου είχε πάει το πόδι πριν ο εξεταστής.

3. Κίνδυνοι και ενοχλήσεις

Δεν υφίσταται ουσιαστικός κίνδυνος απ' τις μετρήσεις και είναι σχεδόν απίθανο να παρουσιαστεί η οποιαδήποτε ενοχληση. Εντούτοις υπάρχει πρόβλεψη πρώτων βοηθειών και εκπαιδευμένο προσωπικό για κάθε ενδεχόμενο.

4. Προσδοκούμενες ωφέλειες

Τα ευρήματα από την εργασία θα σου δώσουν την δυνατότητα να μάθεις αφ' ενός κατά πόσο έχεις πλατυποδία, αφ' εταίρου σε τι κατάσταση βρίσκεται η ιδιοδεκτικότητα του γόνατός σου και αν διατρέχεις κίνδυνο για τραυματισμό. Επιπρόσθετα, θα καταλάβεις κατά πόσο συσχετίζεται η πλατυποδία με ελάττωση της ιδιοδεκτικότητας.

5. Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων

Η συμμετοχή σου στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείς με τη δημοσίευση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων της, με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν θα κωδικοποιηθούν με αριθμό, ώστε το όνομα σου δε θα φαίνεται πουθενά.

6. Πληροφορίες

Μη διστάσεις να κάνεις ερωτήσεις γύρω από το σκοπό, τον τρόπο πραγματοποίησης της εργασίας ή τον υπολογισμό της λειτουργικής σου ικανότητας. Αν έχεις κάποιες αμφιβολίες ή ερωτήσεις, ζήτησέ μας να σου δώσουμε πρόσθετες εξηγήσεις.

7. Ελευθερία συναίνεσης

Η άδειά σου να συμμετάσχεις στην εργασία είναι εθελοντική. Είσαι ελεύθερος να μην συναινέσεις ή να διακόψεις τη συμμετοχή σου όποτε επιθυμείς.

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανώ τις διαδικασίες που θα εκτελέσω. Συναινώ να συμμετέχω στην εργασία.

Ημερομηνία: __/__/__

Όνοματεπώνυμο και
υπογραφή συμμετέχοντος

Υπογραφή ερευνητή

Όνοματεπώνυμο και
υπογραφή παρατηρητή