



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΑΙΓΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:

**«ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ
ΔΙΑΣΤΡΕΜΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ ΚΑΙ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ»**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΚΡΑΣΣΑ ΚΑΛΛΙΟΠΗ, ΤΣΕΠΑΝΗ ΚΛΩΝΤΙΑΝ
ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ**

ΑΙΓΙΟ 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ	IV
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	V
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	VI
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	1
1.1 Στοιχεία ανατομίας	1
1.2 Ανατομία οπίσθιου άκρου ποδός	3
1.2.1 Αρθρώσεις οπίσθιου άκρου ποδός	7
1.2.2 Σύνδεσμοι της ποδοκνημικής άρθρωσης	9
1.2.3 Σύνδεσμοι της υπαστραγαλικής άρθρωσης	12
1.2.4 Σύνδεσμοι της κάτω κνημοπερνιαίας άρθρωσης.....	13
1.3 Ανατομία του μέσου άκρου ποδός.....	14
1.3.1 Αρθρώσεις μεταξύ οπίσθιου και μέσου άκρου πόδα	14
1.4 Ανατομία πρόσθιου άκρου ποδός.....	17
1.5 Ενεργητική σταθεροποίηση του οπίσθιου άκρου ποδός ...	18
1.6 Κινησιολογία οπίσθιου άκρου ποδός.....	27
1.7 Εμβιομηχανική ποδοκνημικής στη βάδιση.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ.....	32
2. Επιδημιολογικά στοιχεία	32
2.1 Μηχανισμός Διαστρέμματος.....	32
2.1.1 Περίπτωση τραυματισμού	33
2.1.2 Αναφορά περιστατικού	34
2.1.3 Ανάλυση του τραυματισμού	35
2.1.4 Σύγκριση μεταξύ των δοκιμασιών	36
2.2 Παράγοντες μηχανικής και λειτουργικής αστάθειας	37
2.3 Παθομηχανική του οπίσθιου άκρου ποδός.....	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ.....	48
3. Έννοια ιδιοδεκτικότητας.....	48
3.1 Η Ιδιοδεκτικότητα και αστάθεια ποδοκνημικής	49
3.1.1 Ισορροπία	51
3.2 Ο νευρομυϊκός συντονισμός μετά από διάστρεμμα ποδοκνημικής.....	52
3.3 Βάδιση και λειτουργική αστάθεια.....	56
3.4 Το σύστημα ελέγχου της στάσης	57
3.4.1 Έλεγχος της ισορροπίας	58
3.4.2 Σωματισθησία και ισορροπία.....	60
3.4.3 Διατάραξη της ισορροπίας	62
3.4.4 Ισορροπία και κλειστή κινητική αλυσίδα	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ.....	66
4. Η κλινική εξέταση.....	66
4.1 Ειδικές δοκιμασίες.....	66
4.2 Αξιολόγηση ισορροπίας	67
4.3 Μέθοδοι αξιολόγησης ιδιοδεκτικών ελλειμμάτων	69
4.4 Μηχανήματα αξιολόγησης ιδιοδεκτικότητας.....	71
4.4.1 Αξιολόγηση της Αίσθηση της θέσης της άρθρωσης.....	71
4.4.2 Αξιολόγηση στατικού ελέγχου.....	74
4.4.3 Η αξιολόγηση χρόνου αντίδρασης των ανασπαστών.	80
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ.....	84
5. Οι μηχανισμοί που επηρεάζονται μετά από έναν τραυματισμό και ο ρόλος της επανεκπαίδευσής τους.....	84
5.1 Προγράμματα αύξησης της ιδιοδεκτικότητας σε υγιή άτομα	86
5.2 Επανεκπαίδευση ιδιοδεκτικότητας σε άτομα με αστάθεια ποδοκνημικής για μείωση της συχνότητας υποτροπής.....	86
5.3 Άλλοι μέθοδοι επανεκπαίδευσης των παραμέτρων της ιδιοδεκτικότητας	93

5.3.1 Μη επιβλεπόμενη μέθοδος επανεκπαίδευσης	95
5.4 Χρήση θεραπευτικών ιμάντων στην μείωση του επανατραυματισμού.....	97
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	100
ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ.....	105
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	109
ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ.....	110

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1	Οστά του άκρου ποδός	Σελ. 1
Εικόνα 1.2	Οστά που λαμβάνουν μέρος στον οπίσθιο άκρο πόδα	Σελ. 2
Εικόνα 1.3	Οστό του αστραγάλου	Σελ. 4
Εικόνα 1.4	Η ραχιαία και πελματιαία επιφάνεια του αστραγάλου	Σελ. 5
Εικόνα 1.5	Η μορφολογία του άρθρικού θύλακα της ποδοκνημικής άρθρωσης	Σελ. 7
Εικόνα 1.6	Υπαστραγαλική άρθρωση	Σελ. 8
Εικόνα 1.7	Κάτω κνημοπερονιαία άρθρωση	Σελ. 9
Εικόνα 1.8	Οι σύνδεσμοι που σταθεροποιούν την ποδοκνημική άρθρωση	Σελ. 10
Εικόνα 1.9	Ο διαχωρισμός του έξω πλάγιου συνδέσμου	Σελ. 11
Εικόνα 1.10	Άκρος πόδας	Σελ. 15
Εικόνα 1.11	Πρόσθιος άκρος πόδας	Σελ. 17
Εικόνα 1.12	Η συνδεσμική σταθεροποίηση του οπίσθιου άκρου ποδός	Σελ. 18
Εικόνα 1.13	Μύες υπεύθυνοι της ραχιαίας κάμψης της Π Δ Κ	Σελ. 19
Εικόνα 1.14	Μύες υπεύθυνοι της πελματιαίας κάμψης της Π Δ Κ	Σελ. 21
Εικόνα 1.15	Μακρύς και βραχύς περονιαίος κατά την πελματιαία κάμψη	Σελ. 23
Πίνακας 1.16	Μύες για ενεργοποίηση της ραχιαίας κάμψης της Π Δ Κ	Σελ. 24
Πίνακας 1.17	Μύες για ενεργοποίηση της πελματιαίας κάμψης της Π Δ Κ	Σελ. 26
Εικόνα 1.18	Οι κινήσεις της ποδοκνημικής άρθρωσης	Σελ. 27
Εικόνα 2.1	Η καταγραφή των γωνιακών μετατοπίσεων	Σελ. 34
Εικόνα 2.2	Τα στιγμιότυπα του μηχανισμού κάκωσης της ποδοκνημικής	Σελ. 35
Σχήμα 2.3	Οι τομείς της μηχανικής και λειτουργικής αστάθειας	Σελ. 38
Σχήμα 2.4	Ο γεωμετρικός τρόπος υπολογισμού	Σελ. 45
Σχήμα 2.5	Δύο πελματογραφήματα κατά την φάση στήριξης	Σελ. 46
Σχήμα 3.1	Το μοντέλο του σωματισθητικού και κινητικού έλεγχου	Σελ. 49
Εικόνα 4.1	Αξιολόγηση με ισοκινητικό δυναμόμετρο	Σελ. 71
Εικόνα 4.2	Τροποποιημένη πλατφόρμα με γωνιόμετρο	Σελ. 73
Εικόνα 4.3	Η στάση του εξεταζομένου στην δυναμική πλατφόρμα	Σελ. 75
Σχήμα 4.4	Διποδική στήριξη	Σελ. 76
Σχήμα 4.5	Μονοποδική στήριξη	Σελ. 77
Σχήμα 4.6	Η πολυαξονική πλατφόρμα ισορροπίας	Σελ. 78
Εικόνα 4.7	Πλατφόρμα αξιολόγησης της ενεργοποίησης των ανασπαστών	Σελ. 81
Εικόνα 4.8	Τοποθέτηση του ασθενούς στην πλατφόρμα σε ουδέτερη θέση	Σελ. 82
Σχήμα 5.1	Οι μηχανουποδοχείς σε αλληλεπίδραση με το Κ Ν Σ	Σελ. 84
Εικόνα 5.2	Άσκηση ισορροπίας σε μονοποδική στήριξη με τα μάτια ανοιχτά	Σελ. 89
Εικόνα 5.3	Μονοποδική στήριξη σε συνδυασμό με χτύπημα της μπάλας	Σελ. 89
Εικόνα 5.4	Μονοποδική στήριξη στην ασταθή επιφάνεια με τα μάτια κλειστά	Σελ. 90
Εικόνα 5.5	Ασκήσεις ισορροπίας σε τετράγωνη πλατφόρμα ισορροπίας	Σελ. 90
Εικόνα 5.6	Η 5 ^η φάση ασκήσεων	Σελ. 91
Εικόνα 5.7	Μη επιβλεπόμενο πρόγραμμα θεραπείας	Σελ. 96
Εικόνα 5.8	Φιξάρισμα στο ένα άκρο και μειομετρική	Σελ. 98
Εικόνα 5.9	Το τελευταίο στάδιο ασκήσεων του προγράμματος ενδυνάμωσης	Σελ. 98
Εικόνα 5.10	Τελική φάση, αξιολόγηση	Σελ. 99

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο οπίσθιος άκρος πόδας αποτελείται από ένα σύμπλεγμα 3 αρθρώσεων "κλειδιά" για το ανθρώπινο σώμα και δεν είναι λίγες οι φορές που διαταράσσεται η λεπτή ισορροπία της λειτουργίας του, μέσω ενός διαστρέμματος με ανάσπαση έξω χείλους. Οι αναφερόμενες αρθρώσεις είναι: η κάτω κνημοπερονιαία άρθρωση, η αστραγαλοκνημική ή ποδοκνημική και η υπαστραγαλική άρθρωση, καθεμιά με ξεχωριστή σπουδαιότητα.

Η γνώση της ανατομίας, της κινησιολογίας, της ευρύτερης ενεργητικής σταθεροποίησης των αρθρώσεων καθώς και της εμβιομηχανικής τους, παρέχει τη δυνατότητα στο φυσικοθεραπευτή να αξιολογήσει κλινικά την περιοχή μετά από ένα τραυματισμό. Βέβαια θεωρείται απαραίτητη η γνώση του μηχανισμού κάκωσης καθώς και ποιοι μηχανοϋποδοχείς επηρεάζονται από αυτή, ώστε να επηρεαστεί έμμεσα η ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης, ο νευρομυϊκός συντονισμός, η στατική και δυναμική της ισορροπία.

Εκτός από την υποκειμενική αξιολόγηση καθίσταται δυνατή και η αντικειμενική ακριβέστερη μέθοδος αξιολόγησης μέσω μηχανημάτων. Στην έρευνα αυτή παρατίθενται μέσα, τα οποία επεξεργάζονται και αξιολογούν δεδομένα που αφορούν την αίσθηση της θέσης, το στατικό έλεγχο και το χρόνο ενεργοποίησης των ανασπαστών έσω και έξω χείλους της ποδοκνημικής άρθρωσης.

Η αρθρική αστάθεια της ποδοκνημικής άρθρωσης είναι ένα από τα σημαντικότερα ελλείμματα λόγω της μειωμένης ιδιοδεκτικότητας. Βέβαια, ο διαχωρισμός της αστάθειας σε λειτουργική και μηχανική αποτελεί άλλο ένα επιπρόσθετο κριτήριο προς αξιολόγηση για την σωστή επανεκπαίδευσή της.

Συγκεκριμένα, σε άτομα με χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής άρθρωσης, παρατηρείται μία λανθάνουσα κατάσταση της συμπεριφοράς του νευρομυϊκού τους μηχανισμού. Μία από τις αιτίες αυτής της κατάστασης, θεωρείται το γεγονός ότι η ποδοκνημική τους άρθρωση έχει υιοθετήσει μία μόνιμα λανθασμένη θέση.

Η μεγάλη επιδημιολογία των διαστρεμμάτων και η ανικανότητα που προκαλούν, καθιστούν αναγκαία την αποτελεσματικότερη πρόληψη και αντιμετώπισή τους. Πλήθος εξειδικευμένων και πρωτοποριακών πρωτοκόλλων αποκατάστασης, έχουν προσαρμοστεί σε άτομα που έχουν υποστεί διάστρεμμα, με σκοπό την επανεκπαίδευση της ιδιοδεκτικότητάς τους. Κύριος γνώμονας κάθε προγράμματος ήταν η επανεκπαίδευση της ισορροπίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αυτή η πτυχιακή εργασία έγινε με σκοπό την διερεύνηση των ιδιοδεκτικών ελλειμμάτων και των παραγόντων που ευθύνονται για τον τραυματισμό και συγκεκριμένα για τα διαστρέμματα του έξω χείλους του άκρου ποδός. Υπάρχει μεγάλος αριθμός ερευνών, οι οποίες παρουσιάζουν αντικρουόμενα αποτελέσματα σε όλους του τομείς. Οι συνηθέστεροι τομείς που έχουν απασχολήσει τους ερευνητές είναι εκείνοι, που θεωρούνται υπεύθυνοι κυρίως για τις μετέπειτα επιπτώσεις ενός διαστρέμματος στις αθλητικές δραστηριότητες ή στην καθημερινότητα.

Η ιδιοδεκτικότητα εξασφαλίζει την ομαλή λειτουργία του μυοσκελετικού συστήματος. Τα ιδιοδεκτικά ελλείμματα θεωρούνται σε μεγάλο βαθμό υπεύθυνα για την δυσλειτουργία της άρθρωσης και για τους επαναλαμβανόμενους τραυματισμούς μετά από τον αρχικό. Τα ελλείμματα εντοπίζονται στον ισορροπιστικό έλεγχο, τόσο στη στατική όσο και στη δυναμική ισορροπία, στην αίσθηση της τροχιάς της άρθρωσης, στην αντανακλαστική συμπεριφορά, κυρίως στους ανασπαστές έσω και έξω χείλους, στην παλλαισθησία, καθώς και στην προσαρμοστική συμπεριφορά των ανώτερων κινητικών κέντρων.

Με το πέρασμα των χρόνων, η συνεχής αναζήτηση και πειραματική μελέτη σε βελτιωμένο εργαστηριακό περιβάλλον προσέφεραν πολύτιμες επιστημονικές ανακαλύψεις για τις ακριβέστερες εκδοχές, σύμφωνα με τις οποίες πλήττεται η ιδιοδεκτικότητα.

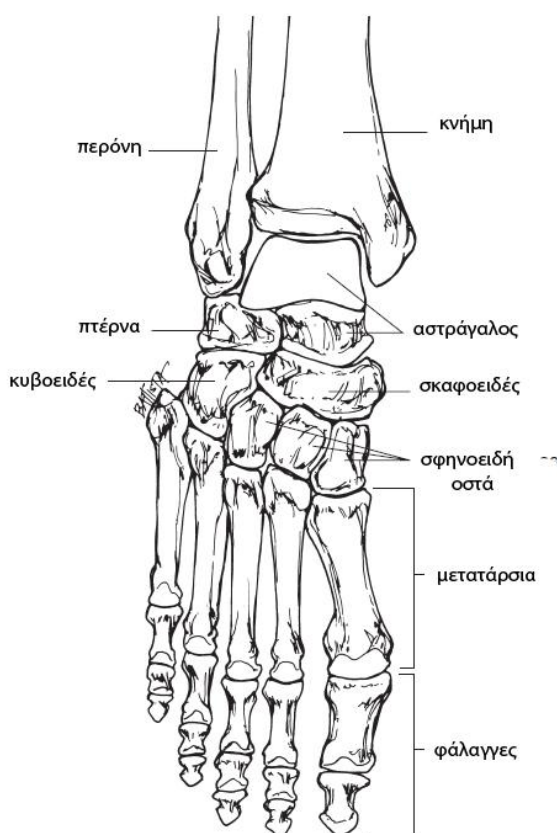
Η μετάβαση του πειραματισμού από τα ζώα στους ανθρώπους, από τις *in vitro* στις *in vivo*, και από τις υποκειμενικές δια χειρός κλινικές αξιολογήσεις, στις πιο αντικειμενικές, μέσω υπερσύγχρονων μηχανημάτων εκτιμήσεις, έχουν αναδιαμορφώσει ριζικά αυτόν τον τομέα της έρευνας. Η αντικειμενική αξιολόγηση μέσω μηχανημάτων, χρησιμοποιείται ευρέως στις περισσότερες έρευνες. Η αίσθηση της θέσης, η στατική και δυναμική ισορροπία, ο λανθάνων χρόνος ενεργοποίησης των ανασπαστών, καθώς και η μυϊκή δύναμη, αποτελούν τα βασικά στοιχεία στα οποία γίνονται μετρήσεις. Με βάση την αξιολόγηση, έχουν διαμορφωθεί πλήθος προγραμμάτων αποκατάστασης που αξίζει να εξετασθούν.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1.1 Στοιχεία ανατομίας

Ο άκρος πόδας αποτελείται στο σύνολό του από 28 οστά και 57 αρθρούμενες επιφάνειες (Εικ.1.1.). Παρόλο το πλήθος των αρθρώσεων και των ανατομικών στοιχείων που διαθέτει, είναι μια ελαστική κατασκευή. Η ελαστικότητα και η δύναμη του άκρου ποδός οφείλεται κυρίως στους πολυάριθμους συνδέσμους που ενώνουν τα οστά μεταξύ τους και στους μύες. Μύες και σύνδεσμοι εργάζονται αρμονικά για την διατήρηση τόσο της ισορροπίας όσο και της ακεραιότητας του ποδιού. Παρόλο ταύτα, στην τελική σταθερότητα της άρθρωσης παίζει ρόλο η σωστή διάταξη των ανατομικών στοιχείων ,όπου θα αναφερθούμε ξεχωριστά στην σημασία που έχει κάθε ανατομικό μέρος του άκρου ποδός για την αρμονία της κίνησης στην περιοχή (Λαμπίρης, 2003).



Εικόνα 1.1. Οστά του άκρου ποδός. Ραχιαία επιφάνεια, δεξί πόδι. Τροποποιημένο από Oatis, 2005.

Ο διαχωρισμός του άκρου ποδός γίνεται σε τρία μέρη, στον οπίσθιο άκρο πόδα, το μέσο και τον πρόσθιο άκρο πόδα. Ο οπίσθιος άκρος πόδας περιλαμβάνει τα οστά του κάτω πέρατος του οστού της κνήμης και της περόνης, το οστό του αστραγάλου και της πτέρνας (Εικ.1.2.).

Στο μέσο άκρο πόδα ανήκουν τα οστά του ταρσού, το σκαφοειδές και το κυβοειδές. Τέλος, στον πρόσθιο άκρο πόδα ανήκουν τα μετατάρσια οστά, οι φάλαγγες και τα σησαμοειδή οστά (Perry, 1983). Η άρθρωση μεταξύ του οπίσθιου και του μέσου άκρου ποδός αναφέρεται ως χοπάρτειος άρθρωση, ενώ Λισφράνκειος άρθρωση μεταξύ μέσου και πρόσθιου άκρου ποδός. Στην συνέχεια θα γίνει αναφορά σε κάθε ένα από τα μέρη αυτά με λεπτομερέστερη ανάλυση στα οστά και στις αρθρώσεις που συνθέτουν τον οπίσθιο άκρο πόδα, ο οποίος αποτελεί και το αντικείμενο μελέτης της εργασίας αυτής.



Εικόνα 1.2. Οστά που λαμβάνουν μέρος στον οπίσθιο άκρο πόδα. Τροποποιημένη από διαδίκτυο : <http://www.eorthopod.com>.

1.2 Ανατομία οπίσθιου άκρου ποδός

- Ο **αστράγαλος** είναι το δεύτερο σε μέγεθος οστό του ταρσού και αποτελεί τον σύνδεσμο μεταξύ του άκρου ποδός με όλο το υπόλοιπο σκέλος. Το οστό αυτό αποτελείται στο 60% της επιφάνειάς του από αρθρικό χόνδρο. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε το γεγονός ότι στον αστράγαλο δεν προσφύονται μυς αλλά έχει τη δυνατότητα να λαμβάνει και να μεταδίδει το βάρος του σώματος εκτός από το βάρος του ποδιού.

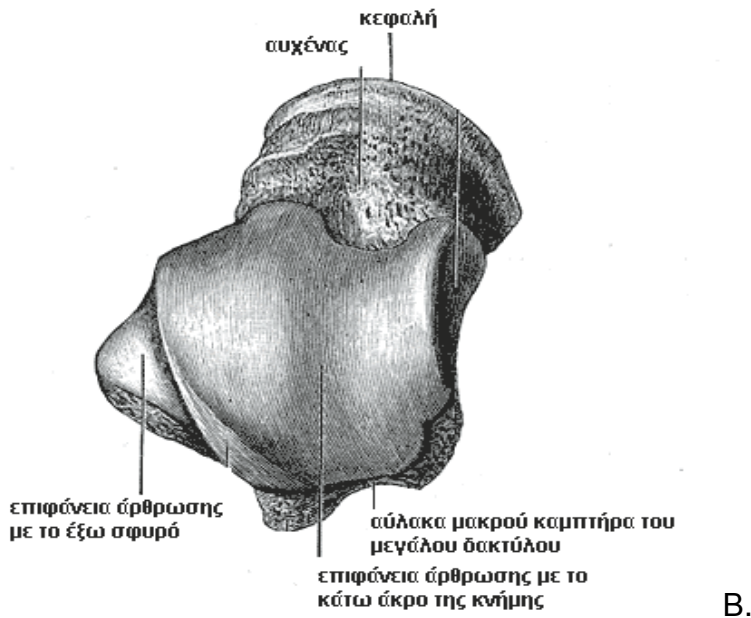
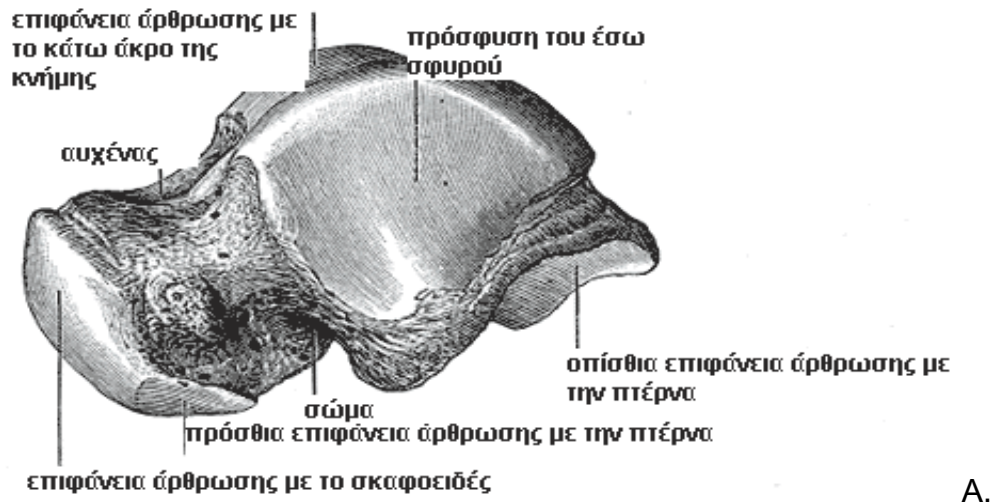
Συγκεκριμένα μόνο τα 5/6 από το φορτίο που δέχεται ο αστράγαλος μεταβιβάζονται στην κνήμη ενώ το 1/6 μεταφέρεται στο έξω σφυρό όπου στην συνέχεια το φορτίο αυτό κατανέμεται στην κνήμη με τη βοήθεια του συνδεσμικού συστήματος (Λαμπίρης, 2003). Το οστό αυτό χωρίζεται ανατομικά σε τρία μέρη, την κεφαλή, το κυρίως σώμα του αστραγάλου και τον αυχένα.

Η **κεφαλή** του αστραγάλου καλύπτεται εξ ολοκλήρου από αρθρικό χόνδρο. Στην πελματιαία πτυχή της κεφαλής του αστραγάλου υπάρχουν τρεις γλίνες. Η **οπίσθια γλήνη**, η οποία είναι και η μεγαλύτερη εκ των τριών, αποτελεί και το σημείο ένωσης της κεφαλής του αστραγάλου με το οστό της πτέρνας. Η γλήνη αυτή αναφέρεται και ως **υπέρεισμα του αστραγάλου** (Drake et al., 2005). Η δεύτερη γλήνη βρίσκεται πλάγια και πρόσθια της κεφαλής του αστραγάλου και εφάπτεται και εκείνη με την πτέρνα. Η τρίτη γλήνη που τοποθετείται εσωτερικά, στηρίζεται στον πελματιαίο περνοσκαφοειδή σύνδεσμο (Drake et al., 2005).

Το **σώμα** του αστραγάλου αρθρώνεται εσωτερικά με την επιφάνεια του έσω σφυρού της κνήμης και εξωτερικά με το σφυρό της περόνης. Η **άνω ή ραχιαία επιφάνεια** του σώματος ονομάζεται και **θόλος** ή **τροχιλία** του αστραγάλου, λόγω του σχήματός του. Συγκεκριμένα η εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια του θόλου είναι κοίλη ενώ το πρόσθιο και οπίσθιο τμήμα του είναι κυρτό. Επίσης, η πρόσθια πτυχή της ραχιαίας επιφάνειας του σώματος είναι ελαφρώς ευρύτερη σε σχέση με την οπίσθια πτυχή, όπως και η εξωτερική κορυφογραμμή ή έξω κόνδυλος της τροχιλίας είναι μεγαλύτερος από τον έσω κόνδυλο. Η ασυμμετρία που υπάρχει στην περιοχή, προσδιορίζει τα επίπεδα κίνησης. Οι επιφάνειες που απαρτίζουν την τροχιλία του αστραγάλου είναι τρεις, η άνω αρθρική επιφάνεια (τροχιλία) καθώς και δύο πλάγιες την έσω και έξω επιφάνεια.

Η **εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια** του σώματος είναι συνέχεια της τροχιλίας και το σημείο όπου παρέχονται οι ενώσεις με τις αρθρικές επιφάνειες των σφυρών κνήμης και περόνης αντίστοιχα. Μεταξύ των επιφανειών της τροχιλίας και των αρθρικών επιφανειών των αντίστοιχων γληνών των σφυρών, υπάρχει παραλληλία.

Την **εσωτερική και οπίσθια επιφάνεια** του σώματος του αστραγάλου διαπερνά η αύλακα ενός μυός, του μακρού καμπτήρα του μεγάλου δακτύλου (Εικ.1.3.).

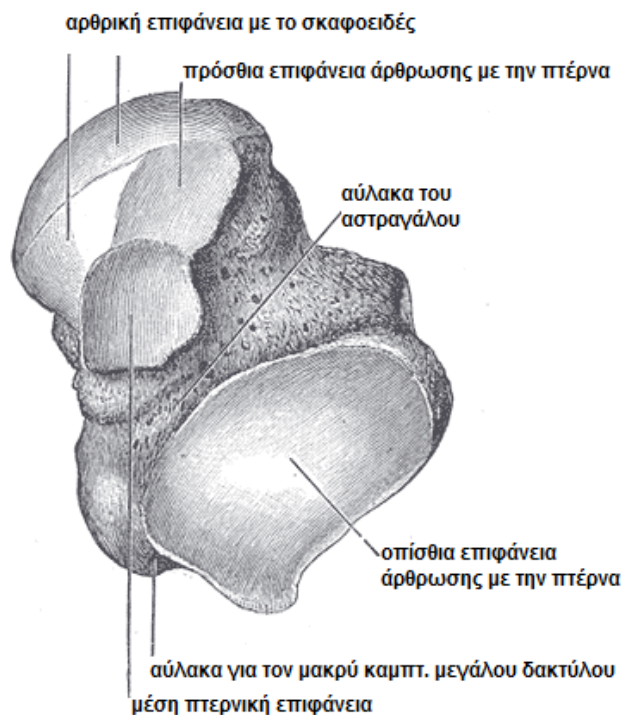


Εικόνα 1.3. Οστό του αστραγάλου. Α. Έσω και οπίσθια επιφάνεια. Β. Άνω ή ραχιαία επιφάνεια. Τροποποιημένο από Drake et al., 2005.

Η **κάτω ή πελματιαία επιφάνεια** του σώματος του αστραγάλου φέρει μία οπίσθια γλήνη, σημείο όπου γίνεται η ένωση με την ραχιαία επιφάνεια του οστού της πτέρνας.

Ο **αυχένας** του αστραγάλου ενώνει ουσιαστικά την κεφαλή με το κυρίως σώμα του αστραγάλου. Τόσο ο αυχένας όσο και η κεφαλή του αστραγάλου έχουν μία κλίση (κατεύθυνση) προς τα κάτω σε σχέση με το υπόλοιπο σώμα. Η κατεύθυνση συμβάλλει στο περίγραμμα της έσω επιμήκουσ καμάρας (αψίδας) του κάτω άκρου.

Η **ραχιαία και πελματιαία** επιφάνεια του αυχένα παρουσιάζει μια τραχύτητα, καθώς αποτελεί σημείο πρόσφυσης συνδέσμων. Στην **πελματιαία και μέση** επιφάνεια του αυχένα υπάρχει ένα προεξέχον τμήμα, η αύλακα του αστραγάλου, όπου μαζί με την συνέχεια του οστού της πτέρνας διαμορφώνουν την κοιλότητα του τάρσους (Εικ.1.4.).



Εικόνα 1.4. Η ραχιαία και πελματιαία επιφάνεια του αστραγάλου. Τροποποιημένο από Drake et al., 2005.

- Η **πτέρνα** είναι το μεγαλύτερο από τα οστά του ταρσού, εξυπηρετώντας σημαντικές λειτουργίες στον άκρο πόδα. Το οστό αυτό αποτελεί το οπίσθιο μέρος του ποδιού και το τμήμα εκείνο, όπου έρχεται πρώτο σε επαφή με το έδαφος κατά την βάρδιση. Το οστό της πτέρνας παρέχει πρόσφυση για τον πιο ισχυρό τένοντα στο ανθρώπινο σώμα τον αχίλλειο τένοντα. Σημαντικό επίσης είναι ότι διαβιβάζει το βάρος του σώματος από το οπίσθιο τμήμα του άκρου ποδός στο πρόσθιο τμήμα.

Ανατομικά μπορεί να διαιρεθεί σε τρία τμήματα, το πρόσθιο, το μέσο και το οπίσθιο τμήμα. Η πρόσθια επιφάνεια της πτέρνας εμφανίζει μία ελαφρώς κυρτή άποψη, σημείο ένωσης με την ελαφρώς κοίλη επιφάνεια του κυβοειδούς. Η άνω επιφάνεια του **πρόσθιου τμήματος** της πτέρνας, αποτελείται από δύο έδρες, την μέση και την πρόσθια οι οποίες πολλές φορές επικοινωνούν μεταξύ τους. Η μέση έδρα καλύπτεται στην επιφάνειά της από το υπέρεισμα του αστραγάλου, το οποίο προβάλλεται και υποστηρίζει την κεφαλή του αστραγάλου. Η μικρή, πρόσθια έδρα της πτέρνας αποτελεί το δεύτερο στήριγμά της κεφαλής του αστραγάλου (Crimm & Williams, 1997). Μία βαθιά εσοχή, η αύλακα της πτέρνας χωρίζει την οπίσθια από την μέση έδρα στην άνω επιφάνεια της πτέρνας. Η αύλακα της πτέρνας συνδυάζεται με την αντίστοιχη αύλακα της πελματιαίας επιφάνειας του αστραγάλου, διαμορφώνοντας την ταρσιαία κοιλότητα.

Το **οπίσθιο τρίτο** της πτέρνας χρησιμεύει στην διεύρυνση του μοχλοβραχίονα του Αχιλλείου τένοντα. Η ακραία πτυχή της οπίσθιας επιφάνειας της πτέρνας είναι το τμήμα που έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Στην πελματιαία επιφάνεια της πτέρνας υπάρχει το χαρακτηριστικό κύρτωμα της πτέρνας, όπου γίνεται η ένωση της πελματιαίας απονεύρωσης με τους αυτόχθονες μύες. Οι πλευρικές και διάμεσες επιφάνειες είναι ψηλαφίσημες και βοηθητικές, ώστε να προσδιοριστεί η ευθυγράμμιση του άκρου ποδός.

Η πτέρνα ως οστό αποτελείται από δύο μορφές οστού το φλοιώδες και το δοκιδωτό, όπου το φλοιώδες εσωκλείει το δοκιδωτό δημιουργώντας μία δικτυωτή κατασκευή. Η μορφολογία αυτή βοηθά στην καλή αιμάτωση του και τη δυνατότητα να αντέχει και να αποσβήνει τους κραδασμούς που δέχεται κατά την πρόσφυσή του με το έδαφος (Crimm & Williams, 1997 ; Harty, 1973).

1.2.1 Αρθρώσεις οπίσθιου άκρου ποδός

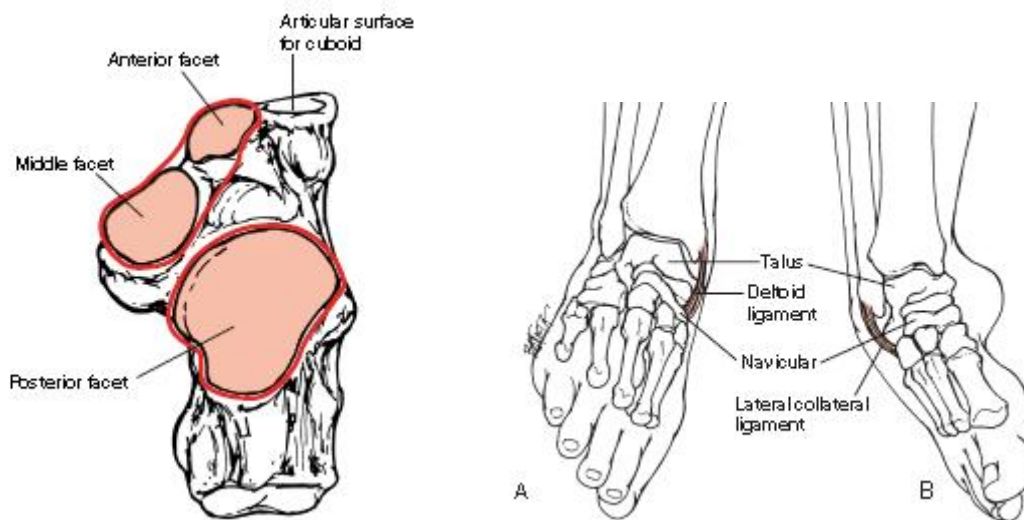
Η ποδοκνημική ή αστραγαλοκνημική είναι μία μονοαξονική άρθρωση αναφερόμενη και ως γίγγλυμος με ένα βαθμό ελευθερίας κίνησης. Αποκαλείται και ως διάρθρωση μεταξύ της τροχιλίας του αστραγάλου και της κνημοπερνιαίας συνδέσμωσης. Το σφυρό της περόνης, εκτείνεται κατά 1 εκατοστό περισσότερο προς τα κάτω και πίσω από το σφυρό της κνήμης με αποτέλεσμα η εξωτερική επιφάνεια της ποδοκνημικής να θεωρείται οστικά πιο σταθερή από την έσω επιφάνεια.

Η ποδοκνημική άρθρωση περιστοιχίζεται από ένα **αρθρικό θύλακα**, ο οποίος έχει μια ιδιαίτερη μορφολογία καθώς δεν είναι συνεχείς όπως οι περισσότεροι αρθρικοί θύλακες (Εικ.1.5.). Ο υμενώδης αυτός θύλακας παρουσιάζεται παχύτερος στην εσωτερική πλευρά της άρθρωσης. Συνεχίζοντας στην οπίσθια πλευρά, όπου γίνεται απλά ένας λεπτός, υμενώδης ιστός. Ο θύλακας ενισχύεται από κάθε πλευρά από πολυάριθμους και ισχυρούς συνδέσμους (Drake et al., 2005) . Τα φορτία που δέχεται η ποδοκνημική άρθρωση ανέρχονται στο μισό του σωματικού μας βάρους κατά την όρθια στάση ενώ στα πενταπλάσια αυτού κατά το τρέξιμο.



Εικόνα 1.5. Η μορφολογία του αρθρικού θύλακα της ποδοκνημικής άρθρωσης. Τροποποιημένο από διαδίκτυο: <http://www.eorthopod.com>.

Η Υπαστραγαλική ή αστραγαλοπτερνική ονομάζεται η άρθρωση που τοποθετείται μεταξύ του αστραγάλου και της πτέρνας (Perry,1983 ; Sangeorzan, 1991). Συγκεκριμένα αναφέρεται, ως η σύνδεση των τριών γληνών της κάτω επιφάνειας του αστραγάλου που αρθρώνεται με τις τρεις γλήνες στην άνω επιφάνεια της πτέρνας (Εικ.1.6.A,B). Η αρθρική επιφάνεια του κάτω τμήματος του αστραγάλου είναι κοίλη ενώ η αντίστοιχη αρθρική επιφάνεια της πτέρνας είναι κυρτή (Lippert, 1989).

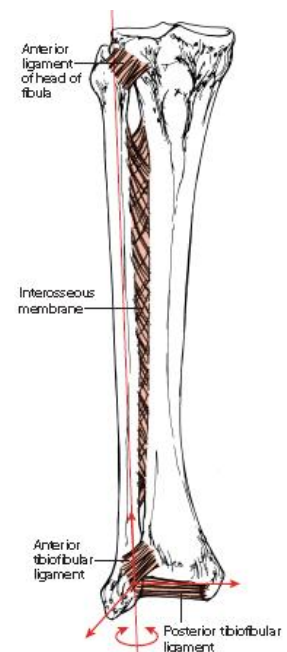


Εικόνα 1.6. Υπαστραγαλική άρθρωση. A) Αναπαρίστανται οι τρεις αρθρικές γλήνες στην άνω επιφάνεια της πτέρνας [posterior-middle-anterior facet= οπίσθια μέση και πρόσθια γλήνη), οι οποίες αρθρώνονται με τις τρεις γλήνες του αστραγάλου. B) Η υπαστραγαλική άρθρωση και οι κινήσεις που εκτελούνται σε αυτή (ανάσπαση έσω και έξω), [deltoid ligament=δελτοειδής σύνδεσμος, navicular=σκαφοειδής, talus=αστράγαλος]. Τροποποιημένο από Oatis, 2005.

Στην υπαστραγαλική άρθρωση **υπάρχουν τρεις διαρθρώσεις** μεταξύ αστραγάλου και πτέρνας, η πρόσθια, η οπίσθια και η μέση. Ο ταρσιαίος σωλήνας διαχωρίζει την οπίσθια διάρθρωση από την πρόσθια και μέση. Ο οποίος διχοτομεί την υπαστραγαλική άρθρωση σε δύο κοιλότητες. Η οπίσθια διάρθρωση διαθέτει τον δικό της θύλακα. Οι πρόσθιες διαρθρώσεις περικλείονται στον ίδιο θύλακο όπως και η αστραγαλοσκαφοειδής διάρθρωση, σχηματίζοντας την αστραγαλοπτερνοσκαφοειδή άρθρωση. Λειτουργικά οι διαρθρώσεις αυτές δουλεύουν με έναν ενιαίο τρόπο (Karandji,1987).

Η **Κνημοπερονιαία άρθρωση ή συνδέσμωση** είναι η τρίτη άρθρωση, στο σύμπλεγμα των αρθρώσεων που συνθέτουν την περιοχή του οπίσθιου άκρου ποδός. Η άρθρωση αυτή επιτρέπει οριακές κινήσεις ολίσθησης μεταξύ των οστών κνήμης και περόνης. Η κνημοπερονιαία συνδέσμωση σταθεροποιείται από μία λεπτή εγκάρσια μεμβράνη και από τον **πρόσθιο** και **οπίσθιο αστραγαλοπερονιαίο** σύνδεσμο (Mulligan, 1995)(Εικ.1.7.). Ο πρόσθιος κνημοπερονιαίος σύνδεσμος είναι εκείνος που επηρεάζεται σε τραυματισμό της άρθρωσης με ανάσπαση έσω χείλους. Ο τραυματισμός καλείται ως υψηλό διάστρεμμα της ποδοκνημικής άρθρωσης (Miller et al., 1995).

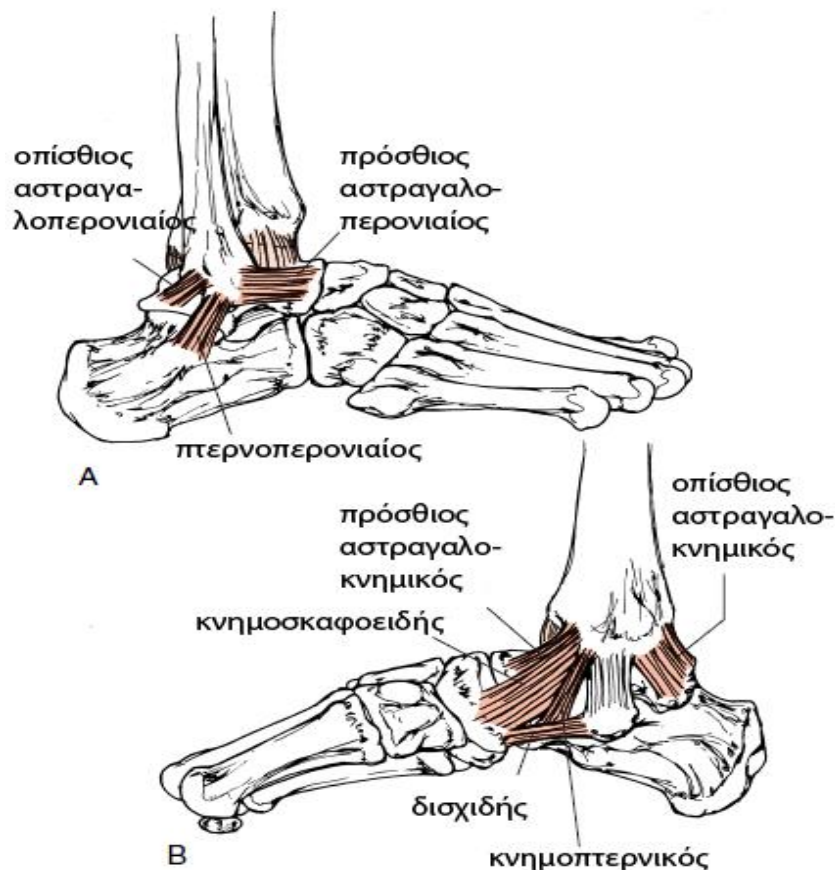
Εικόνα 1.7. Κάτω κνημοπερονιαία άρθρωση. Η ανατομική δομή της κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης καθώς και η συνδεσμική σταθεροποίηση της άρθρωσης αυτής από τον [anterior-posterior tibiofibular= πρόσθιο και οπίσθιο κνημοπερονιαίο σύνδεσμο]. Τροποποιημένο από Oatis, 2005.



1.2.2 Σύνδεσμοι της ποδοκνημικής άρθρωσης

Η ασφαλής βάδιση και στάση επέρχεται μέσω της σταθεροποίησης από τα θυλακοσυνδεσμικά στοιχεία στην διάρθρωση του αστραγάλου, όπου είναι και τα πρώτα που παρουσιάζουν ρήξη σε περίπτωση τραυματισμού.

Υπάρχουν σύνδεσμοι και από τις δύο πλευρές της ποδοκνημικής άρθρωσης που βοηθούν στη στήριξη καθώς και στην σύνδεση των οστών μεταξύ τους (Εικ.1.8.). Μεγάλη σημασία στη σταθεροποιητική συνιστώσα φέρουν οι αρθρικοί θύλακες στην άνω και κάτω διάρθρωση του αστραγάλου. Η συνδεσμική σταθεροποίηση και προστασία της ποδοκνημικής άρθρωσης διαχωρίζεται στην έσω και στην έξω επιφάνεια. Γενικά θεωρείται η εξωτερική πλευρά κατά πολύ πιο αδύναμη από την εσωτερική, με αποτέλεσμα το ποσοστό των τραυματισμών της έξω επιφάνειας της ποδοκνημικής να είναι μεγαλύτερο.



Εικόνα 1.8. Οι σύνδεσμοι που σταθεροποιούν την ποδοκνημική άρθρωση. Α) Εξωτερική επιφάνεια. Β) Εσωτερική επιφάνεια. Τροποποιημένο από Oatis, κινησιολογία, 2005.

Η έσω επιφάνεια της ποδοκνημικής άρθρωσης προστατεύεται από τον **δελτοειδή σύνδεσμο**. Ο δελτοειδής σύνδεσμος είναι μία ισχυρή τριγωνική δεσμίδα που αποτελείται από 4 επιμέρους συνδέσμους. Οι σύνδεσμοι αυτοί είναι ο **πρόσθιος και ο οπίσθιος αστραγαλοκνημικός**, ο **κνημοσκαφοειδής σύνδεσμος** και ο **κνημοπτερνικός**. Οι ίνες των συνδέσμων αυτών διαχωρίζονται σε επιπολής και σε εν τω βάθει. Οι δεσμίδες αυτές των 4 συνδέσμων ενώνουν το έσω σφυρό με τα οπίσθια οστά του τάρσους, την πτέρνα, τον αστράγαλο και το σκαφοειδές (Hamilton & Luttgens, 2002). Η αστραγαλοκνημιαία ένωση, ένωση του έσω σφυρού με τα οπίσθια οστά του τάρσους γίνεται από τις εν τω βάθει ίνες. Με επιφανειακές ίνες γίνεται η ένωση της κνήμης με το σκαφοειδές, καθώς και της κνήμης με την πτέρνα.

Ο **πρόσθιος αστραγαλοκνημικός** είναι ο μόνος που αποτελείται από εν τω βάθει ίνες και επεκτείνεται από την άκρη του έσω σφυρού καταλήγοντας στην έσω επιφάνεια του αστραγάλου.

Ο **οπίσθιος αστραγαλοκνημικός** διαφέρει από τον πρόσθιο καθώς φέρει επιπολής και οπίσθιες ίνες. Οι οπίσθιες ίνες του περνούν από την έσω πλευρά του αστραγάλου, το οπίσθιο κύρτωμά του και καταλήγουν στην αύλακα του μυός, του μακρού καμπτήρα των δακτύλων.

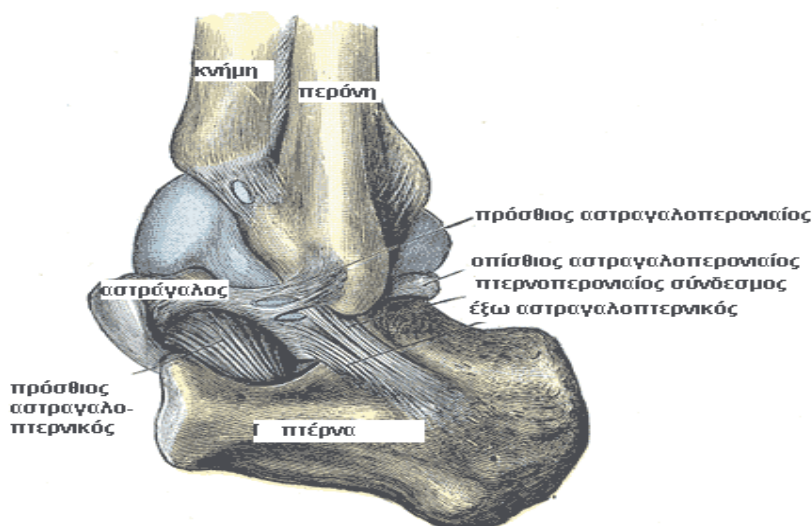
Ο **κνημοσκαφοειδής σύνδεσμος** διαθέτει επιπολής ίνες, οι οποίες ενώνουν το τελικό άκρο του έσω σφυρού της κνήμης με το σκαφοειδές οστό. Συγκεκριμένα, οι ίνες του διαπερνούν το κύρτωμα του σκαφοειδούς οστού και συνεχίζουν οπίσθια μέχρι την πελματιαία επιφάνεια στα όρια του κνημοπτερνικού συνδέσμου.

Ο **κνημοπτερικός σύνδεσμος** αποτελεί την μέση δεσμίδα ινών που καλύπτουν κατά μήκος το κύρτωμα της πτέρνας.

Ο δελτοειδής σύνδεσμος καλύπτεται από τους τένοντες του οπίσθιου κνημιαίου και του μακρού καμπτήρα των δακτύλων (Drake et al., 2005).

Στην **εξωτερική επιφάνεια της ποδοκνημικής άρθρωσης** συναντάμε τον έξω πλάγιο σύνδεσμο, ο οποίος απαρτίζεται από τρεις επιμέρους συνδέσμους. Οι σύνδεσμοι αυτοί είναι ο **πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος**, ο **οπίσθιος αστραγαλοπερονιαίος** και ο **πτεροπερονιαίος σύνδεσμος** (Εικ.1.9.).

Ο **πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος** σύνδεσμος θεωρείται ο πιο αδύναμος από όλους τους συνδέσμους της εξωτερικής επιφάνειας. Ο σύνδεσμος αυτός εξέρχεται από την πρόσθια επιφάνεια του έξω σφυρού και καταφύεται πίσω και έξω από την αρθρική γλήνη του αστραγάλου (Drake et al., 2005).



Εικόνα 1.9. Ο διαχωρισμός του έξω πλάγιου συνδέσμου (πτεροπερονιαίο, πρόσθιο και οπίσθιο αστραγαλοπερονιαίο). Τροποποιημένο από Drake et al, 2005.

Ο **οπίσθιος αστραγαλοπερνιαίος** είναι εν τω βάθει σύνδεσμος και κατά πολύ, ισχυρότερος από τον πρόσθιο αστραγαλοπερνιαίο. Η πορεία του είναι οριζόντια καθώς φέρεται από το έξω σφυρό της περόνης και οπίσθια στην επιφάνεια του αστραγάλου για να καταλήξει στην αύλακα του μακρού καμπτήρα του μεγάλου δακτύλου.

Ο **περνοπερνιαίος σύνδεσμος**, ο μακρύτερος των τριών, μοιάζει με ένα στενό, στρογγυλεμένο σκοινί, που φέρεται από την κορυφή του έξω σφυρού της περόνης προς τα κάτω και ελαφρώς προς τα πίσω και καταλήγει στο φύμα της πλευρικής επιφάνειας της πτέρνας. Ο σύνδεσμος αυτός καλύπτεται από τους τένοντες του βραχύ και του μακρού περνιαίου μυός.

Στην κάτω διάρθρωση του αστραγάλου συναντάμε τον **μεσόστεο αστραγαλοπτερνικό** σύνδεσμο που εκτείνεται μεταξύ πτέρνας και αστραγάλου ως στο βάθος της καμάρας του ποδιού και αναφέρεται ως σταθεροποιός αυτής. Ο σύνδεσμος αυτός δε θεωρείται αυστηρά σύνδεσμος της ποδοκνημικής, παρόλα αυτά σε ένα επερχόμενο διάστρεμμα μπορεί να επηρεαστεί.

Μέρος της αρθρικής γλήνης για την κεφαλή του αστραγάλου αποτελεί ο **πελματιαίος περνοκυβοειδής σύνδεσμος** που επικαλύπτεται σε μεγάλο μέρος του από αρθρικό χόνδρο.

1.2.3 Σύνδεσμοι της υπαστραγαλικής άρθρωσης

Η **υπαστραγαλική άρθρωση** χωρίζεται σε δύο επιμέρους αρθρώσεις ως προς την συνδεσμική της ενίσχυση, την πρόσθια και οπίσθια αστραγαλοπτερνική άρθρωση.

Η **πρόσθια αστραγαλοπτερνική** ενισχύεται από τον **πελματιαίο περνοσκαφοειδή** (γληνιαίο), το **δισχιδή** και το **πελματιαίο αστραγαλοσκαφοειδή** σύνδεσμο.

Η **οπίσθια αστραγαλοπτερνική** αποτελείται από πέντε αστραγαλοπτερνικούς συνδέσμους, τον **πρόσθιο**, τον **οπίσθιο**, **έσω**, **έξω** και **μεσόστεο** (Κακλαμάνη, 2005).

Ο **πελματιαίος αστραγαλοσκαφοειδής** θεωρείται ο πιο σημαντικός όλων, ο οποίος είναι ένας παχύς και πλατύς σύνδεσμος και ενώνει την πτέρνα με την κάτω πλευρά του σκαφοειδούς οστού. Ο σύνδεσμος αυτός διέρχεται κάτω από τον αστράγαλο και βοηθάει την υποστήριξη του. Θεωρείται μέρος της υπαστραγαλικής

άρθρωσης εμπεριέχοντας μία ινοχόνδρινη αρθρική επιφάνεια με αρθρικό υμένα (Hamilton & Luttgens, 2002). Η σημαντικότητα του συνδέσμου διακρίνεται από το γεγονός ότι ο αστραγάλος υποστηρίζει το βάρος όλου του σώματος.

Την υπαστραγαλική άρθρωση υποστηρίζεται από τον έσω και έξω πλάγιο σύνδεσμο, οι οποίοι ενισχύουν την ποδοκνημική άρθρωση μέσω του μεσόστεου αστραγαλοπτερνικού συνδέσμου στον ταρσιαίο σωλήνα. Επίσης η υπαστραγαλική ή αστραλοπτερνική υποστηρίζεται από τον οπίσθιο και έξω αστραγαλοπτερνικό σύνδεσμο (Harper, 1991).

Οι σύνδεσμοι της υπαστραγαλικής θεωρούνται ισχυρές δομές καλά προσαρμοσμένες για να δέχονται αυξημένες τάσεις, οι οποίες υποστηρίζουν δραστηριότητες κλειστής κινητικής αλυσίδας και λειτουργίες απορρόφησης κραδασμών.

1.2.4 Σύνδεσμοι της κάτω κνημοπερονιαίας άρθρωσης

Ένα σύμπλεγμα από 4 συνδέσμους υποστηρίζουν το κάτω μέρος των οστών κνήμης και περόνης στην περιοχή των σφυρών και εκεί όπου γίνεται η ένωση με την περιοχή του αστραγάλου, αναφερόμενη ως **κνημοπερονιαία συνδέσμωση**. Οι σύνδεσμοι της συνδέσμωσης είναι ο **πρόσθιος κνημοπερονιαίος** στην πρόσθια επιφάνεια, στην οπίσθια ο **οπίσθιος κνημοπερονιαίος** ο κάτω **εγκάρσιος σύνδεσμος** καθώς και ο **μεσόστεος σύνδεσμος**. Μία ινώδης μεμβράνη ενώνει κατά μήκος την κνήμη με την περόνη ονομαζόμενη ως μεσόστεα μεμβράνη.

Ο **πρόσθιος και ο οπίσθιος κνημοπερονιαίος** εκφύονται από το έξω σφυρό και καταφύονται στο έσω σφυρό της κνήμης, πρόσθια και οπίσθια αντίστοιχα.

Ο **εγκάρσιος σύνδεσμος** ενισχύει το έσω, το έξω σφυρό καθώς και την οπίσθια επιφάνεια του αστραγάλου.

1.3 Ανατομία του μέσου άκρου ποδός

Το σκαφοειδές είναι ένα μηννοειδές οστό που αποτελείται από τέσσερις επιφάνειες: την οπίσθια, τη μέση, την έξω και την πρόσθια. Η κοίλη οπίσθια επιφάνειά του, συγκλίνει με την κεφαλή του αστραγάλου. Η μέση επιφάνεια του σκαφοειδούς καταλήγει σε μια σημαντική κοιλότητα, η οποία τοποθετείται περιφερικά δυο με τρία εκατοστά από το έσω σφυρό και πρόσθια από το υπέρεισμα του αστραγάλου της πτέρνας. Στην έξω επιφάνεια υπάρχει μια μικρή γλήνη η οποία αρθρώνεται με το κυβοειδές. Τέλος η πρόσθια κυρτή επιφάνεια του σκαφοειδούς καλύπτεται από τρεις σχετικά επίπεδες επιφάνειες που αρθρώνονται με τα τρία σφηνοειδή οστά (Joyoe & Harty, 1970). Τόσο η ραχιαία όσο και η πελματιαία επιφάνεια του σκαφοειδούς είναι αδρή, πράγμα που την κάνει κατάλληλη για την πρόσφυση των συνδέσμων.

Το κυβοειδές παίρνει την ονομασία του από το χαρακτηριστικό εξάπλευρο σχήμα του. Αποτελείται από τρεις επιφάνειες: την οπίσθια, την πρόσθια την έσω και την έξω επιφάνεια. Η οπίσθια επιφάνεια είναι ελαφρώς κυρτή και αρθρώνεται με την κοίλη επιφάνεια της πτέρνας. Η πρόσθια είναι επίπεδη και ενώνεται με τις βάσεις του τέταρτου και πέμπτου μεταταρσίου στην έσω επιφάνεια του κυβοειδούς διακρίνονται δύο επιφάνειες, μια επίπεδη που αρθρώνεται με το έξω σφηνοειδές και μια μικρή επιφάνεια που αρθρώνεται με το σκαφοειδές. Όσον αφορά την έξω επιφάνεια έχουμε το σχηματισμό μιας αύλακας, η οποία επικοινωνεί με την πελματιαία κοιλότητα του ποδιού.

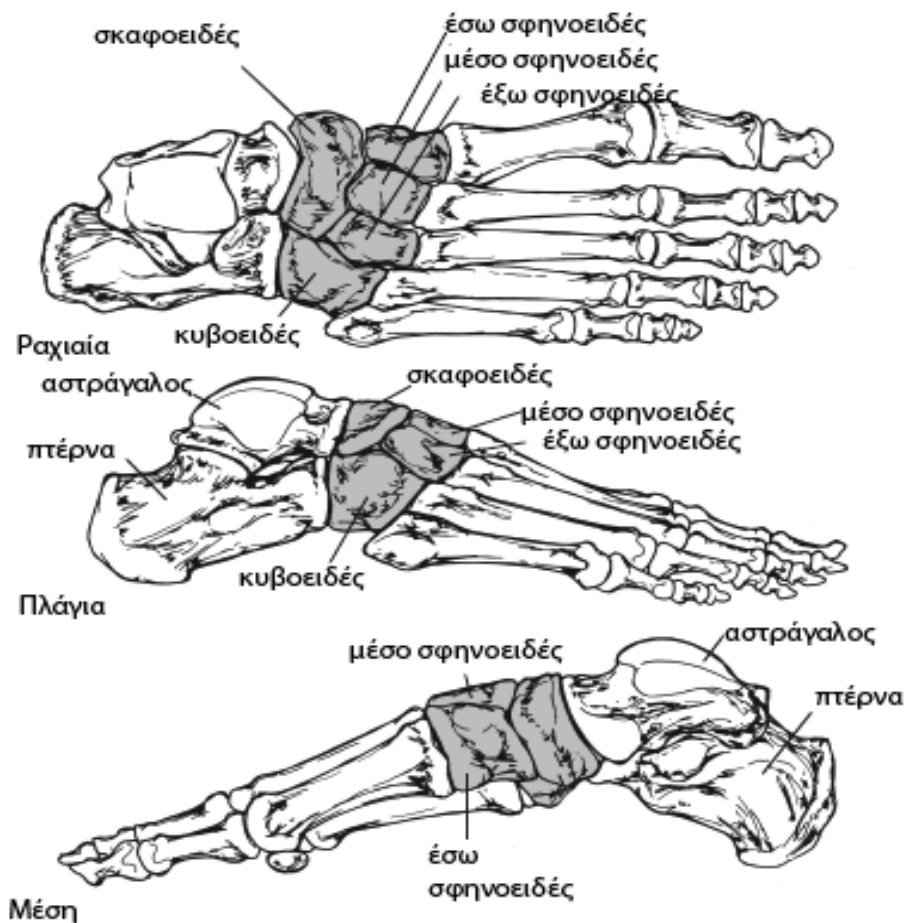
1.3.1 Άρθρώσεις μεταξύ οπίσθιου και μέσου άκρου πόδα

Η χοπάρτειος άρθρωση ή εγκάρσια άρθρωση του ταρσού, παρουσιάζεται και ως λειτουργική ένωση μεταξύ του οπίσθιου και μέσου άκρου πόδα. Ανατομικά η άρθρωση διαχωρίζεται σε δύο διαφορετικές αρθρώσεις την **αστραγαλοσκαφοειδή** και την **πτερνοκυβοειδή** (Εικ.1.10.).

Η **αστραγαλοσκαφοειδή** άρθρωση αναφέρεται ως η ένωση της κυρτής επιφάνειας της κεφαλής του αστραγάλου με την οπίσθια επιφάνεια του σκαφοειδούς. Ο αρθρικός θύλακας της άρθρωσης εσωκλείει το πρόσθιο τμήμα της μεταξύ της πτέρνας και του αστραγάλου, υποστηρίζοντας την αστραγαλοσκαφοειδή άρθρωση. Η

άρθρωση αυτή είναι μια τροποποιημένη σφαιροειδής άρθρωση επιτρέποντας περιορισμένες κινήσεις γύρω από τρεις άξονες (Hamilton & Luttgens, 2002).

Οι υποστηρικτικοί σύνδεσμοι που διασχίζουν την ραχιαία επιφάνεια της άρθρωσης είναι ο **αστραγαλοσκαφοειδής** και ο **πελματιαίος πτερνοσκαφοειδής** (οι ενδιάμεσες δεσμίδες του δισχιδή συνδέσμου). Ο πιο σημαντικός σύνδεσμος της άρθρωσης θεωρείται ο πελματιαίος πτερνοσκαφοειδής σύνδεσμος. Ο σύνδεσμος αυτός εκφύεται από την ινοχόνδρινη γλήνη της κεφαλής του αστραγάλου και καταφύεται στην έσω επιφάνεια του σκαφοειδούς οστού.



Εικόνα 1.10. Άκρος πόδας. Ραχιαία επιφάνεια (το σκαφοειδές που αρθρώνεται με το οστό του αστραγάλου, το κυβοειδές που αρθρώνεται με την πτέρνα καθώς και τα τρία σφηνοειδή οστά). Πλάγια επιφάνεια άκρου ποδός. Μέση επιφάνεια. Τροποποιημένο από Oatis, 2005.

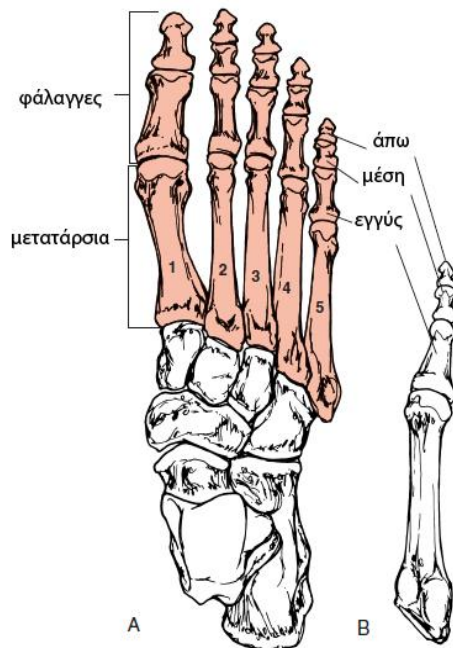
Η **πτερνοκυβοειδής άρθρωση** περιβάλλεται από αρθρικό θύλακα και από πολυάριθμους συνδέσμους που την διαπερνούν, ραχιαία και πελματιαία. Η ραχιαία επιφάνεια φέρει δύο συνδέσμους, τον **ραχιαίο πτερνοσκαφοειδή** και τον **ραχιαίο πτερνοκυβοειδή**. Στην πελματιαία επιφάνεια υπάρχουν δύο ισχυροί σύνδεσμοι ο **μακρύς και ο μικρός πελματιαίος**. Ο μακρύς πελματιαίος εκφύεται από την πελματιαία επιφάνεια της πτέρνας και καταφύεται σε πολλαπλά σημεία, στην πελματιαία επιφάνεια του κυβοειδούς στις βάσεις του 2^{ου}-4^{ου} και 5^{ου} μεταταρσίου. Ο σύνδεσμος παρέχει την πλήρη υποστήριξη της επιμήκους καμάρας.

Ο μικρός πελματιαίος ή πελματιαίος πτερνοκυβοειδής εκφύεται από την πρόσθια πλευρά της πτέρνας και καταφύεται στην πελματιαία επιφάνεια του κυβοειδούς οστού, διαπερνώντας εν τω βάθει τον μακρύ πελματιαίο. Ο σύνδεσμος υποστηρίζει την έξω επιμήκη καμάρα του άκρου ποδός (Kerkhoffs et al., 2001).

Η **Λισφράνκειος άρθρωση** παρουσιάζεται ως λειτουργική ένωση μεταξύ του μέσου και πρόσθιου άκρου ποδός (Λαμπίρης, 2003). Ανατομικά η άρθρωση χωρίζεται σε τρία μέρη ,τα οποία διαθέτουν κοινή αρθρική επιφάνεια. Συγκεκριμένα το πρώτο μέρος περιλαμβάνει την ένωση μεταξύ του 1^{ου} σφηνοειδούς και του 1^{ου} μεταταρσίου που αντιστοιχεί στο μεγάλο δάκτυλο. Το δεύτερο τμήμα ενώνει το δεύτερο και τρίτο μετατάρσιο με το 2^ο και 3^ο σφηνοειδές οστό. Τέλος το τρίτο τμήμα αρθρώνεται το κυβοειδές με το 4^ο και 5^ο μετατάρσιο. Οι αρθρώσεις αυτές είναι μη αξονικές , εξαιρώντας την άρθρωση του μεγάλου δακτύλου που προσομοιάζεται με επιπποιοειδή άρθρωση. Οι σύνδεσμοι που ενώνουν τα σφηνοειδή οστά με τα μετατάρσια είναι αρκετά ισχυροί, παρέχοντας τους μία σημαντική υποστήριξη.

1.4 Ανατομία πρόσθιου άκρου ποδός

Ο πρόσθιος άκρος πόδας αποτελείται από τα πέντε μετατάρσια οστά και τις φάλαγγες (Εικ.1.11.). Οι αρθρώσεις που λαμβάνουν μέρος στην περιοχή του πρόσθιου άκρου ποδός είναι οι μεσομετάρσιες αρθρώσεις, οι μεταταρσιοφαλαγγικές και οι μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις.



Εικόνα 1.11. Πρόσθιος άκρος πόδας. Α) Τα οστά που λαμβάνουν μέρος στον πρόσθιο άκρο πόδα (μετατάρσια, φάλαγγες). Β) Η ανατομική δομή κάθε φάλαγγας. Τροποποιημένο από Oatis, 2005.

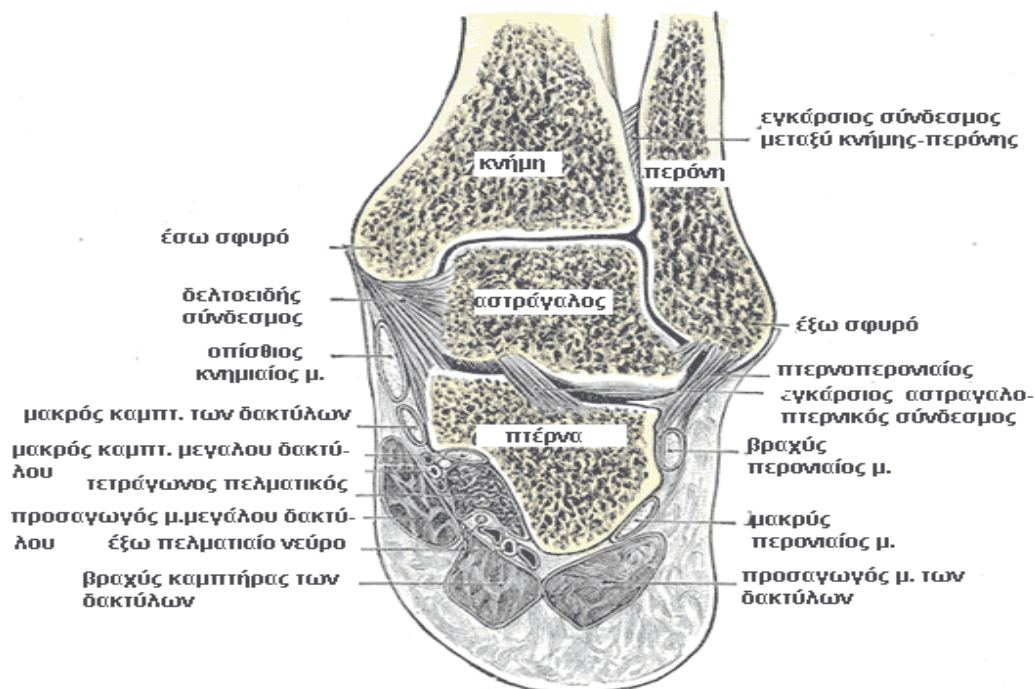
Συγκεκριμένα οι μεσοτάρσιες αρθρώσεις είναι μεταξύ των βάσεων και των κεφαλών των μεταταρσίων οστών. Ο σχηματισμός των διαρθρώσεων μεταξύ των κεφαλών των μεταταρσίων είναι σημαντικό μέρος της ποδικής καμάρας των μεταταρσίων. Οι μεταταρσιοφαλαγγικές είναι κονδυλοειδείς αρθρώσεις, καθώς η ελλειπτική κυρτή επιφάνεια των μεταταρσίων αρθρώνεται με την κοίλη επιφάνεια των φαλαγγών.

Μόνο η άρθρωση του μεγάλου δακτύλου διαφέρει από τις υπόλοιπες, επειδή είναι μεγαλύτερη και επιπλοιοειδής άρθρωση. Επίσης στο περιφερικό άκρο του πρώτου μεταταρσίου υπάρχουν δύο σησαμοειδή οστά στην πελματιαία επιφάνεια

του, τα οποία αποτελούν δίοδο για τον τένοντα του μακρού καμπτήρα του μεγάλου δακτύλου (Drake et al., 2005). Τέλος οι μεσοφαλαγγικές είναι γωνιώδεις αρθρώσεις ή μονοαξονικές με τις κινήσεις να εκτελούνται προς κάμψη και έκταση. Η τελική φάλαγγα όλων των σειρών καλείται ονυχοφόρος (Hamilton & Luttgens, 2002). Ο πρόσθιος άκρος πόδας διαθέτει πλήθος συνδέσμων για την υποστήριξη και συγκράτηση των δομών μεταξύ τους.

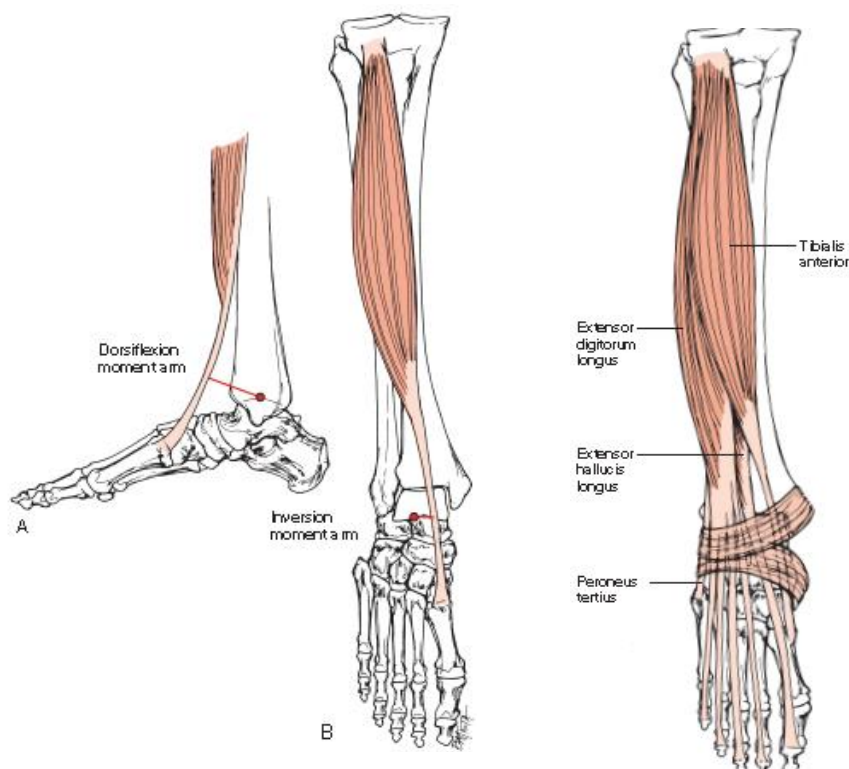
1.5 Ενεργητική σταθεροποίηση του οπίσθιου άκρου ποδός

Η σταθεροποίηση της ποδοκνημικής άρθρωσης ενεργητικά επέρχεται μέσω της διάταξης των μυών καθώς και στον τρόπο που οι τένοντες την περιβάλλουν και την διασχίζουν ώστε να γίνεται αναπλήρωση της έλλειψης του μεγέθους των μυών και του καλού μοχλοβραχίονα δύναμης καθώς η άρθρωση αυτή θεωρείται αρκετά επιρρεπής σε συχνότητα τραυματισμών (Εικ.1.12.). Οι μύες στην ποδοκνημική άρθρωση διαχωρίζονται σε δύο επιφάνειες ανάλογα με την κίνηση που εκτελούν. Στην πρόσθια επιφάνεια συναντάμε τους μυς που εκτελούν ραχιαία κάμψη και στην οπίσθια τους μυς που εκτελούν πελματιαία κάμψη.



Εικόνα 1.12. Η συνδεσμική σταθεροποίηση του οπίσθιου άκρου ποδός. Οβελιαία τομή. Τροποποιημένο από Drake et al., 2005.

Στην πρόσθια επιφάνεια και μπροστά από το έξω σφυρό συναντάμε τον πρόσθιο κνημιαίο μυ ο οποίος καλύπτει κατά μήκος την πρόσθια επιφάνεια της κνήμης (Εικ.1.13.).



Εικόνα 1.13. Μύες υπεύθυνοι της ραχιαίας κάμψης της Π Δ Κ.

A) πρόσθιος κνημιαίος μυς= tibialis anterior – πρωταγωνιστής μυς για ραχιαία κάμψη και ανάσπαση έσω χείλους στην ποδοκνημική άρθρωση. B) Ο συνολικός αριθμός των μυϊκών ομάδων που είναι υπεύθυνες για την ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης.[extensor digitorum longus=μακρός εκτείνων των δακτύλων, extensor hallucis longus=μακρός εκτείνων το μεγάλο δάκτυλο, peroneus longus= μακρός περονιαίος. Τροποποιημένο από Oatis, 2005.

Ο **πρόσθιος κνημιαίος μυς** είναι ο πρωταγωνιστής μυς της ραχιαίας κάμψης, εκτελώντας και έσω στροφή, προσαγωγή του άκρου ποδός. Ο μυς αυτός εκφύεται από τον έξω κόνδυλο και την άνω και έξω επιφάνειας της κνήμης και καταφύεται με τενοντώδη μορφή στην έσω πελματιαία επιφάνεια στην βάση του πρώτου μεταταρσίου. Ο συγκεκριμένος μυς είναι υπεύθυνος για την ανύψωση του ποδιού από το έδαφος, ενέργεια σημαντική για την βάδιση. Η νεύρωση του μυός γίνεται από το εν τω βάθει περονιαίο νεύρο και η αγγειωσή του από την κνημιαία αρτηρία.

Συνεργοί μύες της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής είναι ο **μακρός εκτείνων τους δακτύλους**, ο **μακρύς εκτείνοντας του μεγάλου δακτύλου** και ο **τρίτος περονιαίος μυς**.

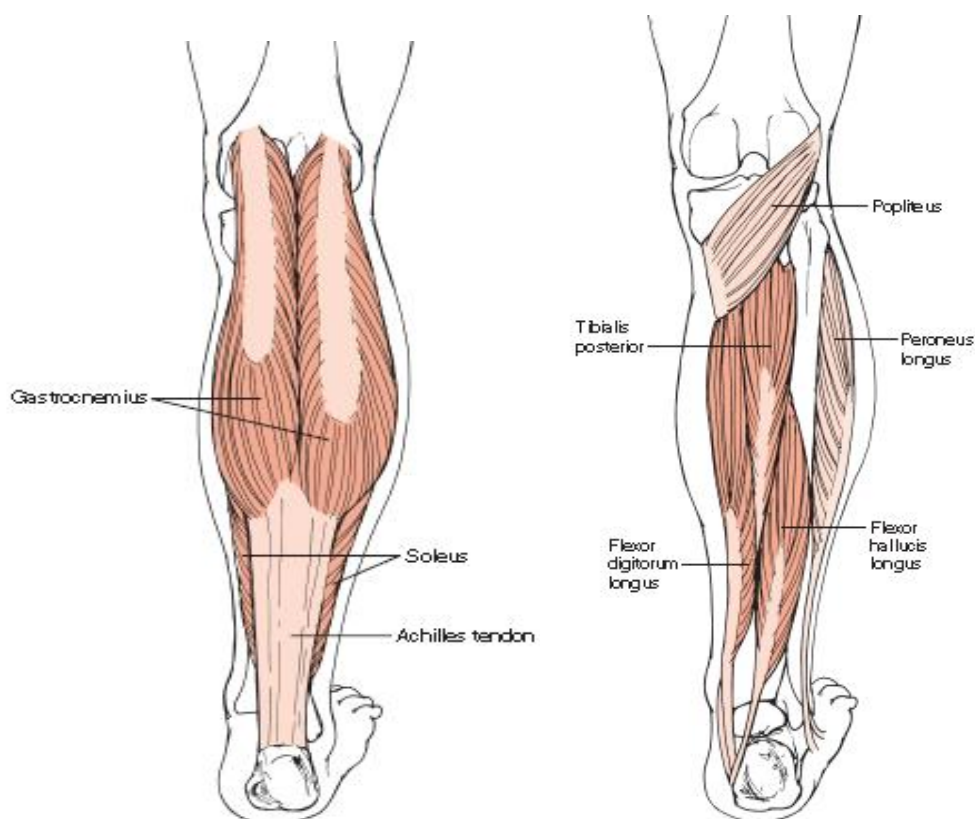
Ο **μακρός εκτείνων τους δακτύλους** είναι ένας αμφιπτεροειδής μυς που κύρια λειτουργία του είναι η έκταση των τεσσάρων μικρών δακτύλων και δευτερεύουσα η ραχιαία κάμψη ποδοκνημικής, ανάσπαση έξω και απαγωγή στα οστά του ταρσού. Ο μυς αυτός εκφύεται από την άνω και πρόσθια επιφάνεια της περόνης και το μεσόστεο υμένα και αποσχίζεται σε τέσσερις τένοντες στην ραχιαία επιφάνεια της μέσης και της ονυχοφόρου φάλαγγας των τεσσάρων έξω δακτύλων.

Ο **μακρύς εκτείνοντας του μεγάλου δακτύλου** έχει και εκείνος αμφιπτεροειδή κατασκευή και φέρει δύο τμήματα στην πορεία του ένα εν τω βάθει και ένα επιφανειακό. Το εν τω βάθει τμήμα του βρίσκεται κατά την έκφυση του, από την μεσότητα της περόνης και το μεσόστεο υμένα. Στο σημείο αυτό ο μυς βρίσκεται κάτω από τον πρόσθιο κνημιαίο μυ και τον μακρύ καμπτήρα των δακτύλων. Στην μεσότητα της διαδρομής του ο μυς γίνεται επιφανειακός και συνεχίζει την πορεία του προς τα έξω και κάτω στην ραχιαία επιφάνεια με τενοντώδη μορφή. Η κατάφυση μέσω του τένοντα του μυός αυτού γίνεται στην βάση της ονυχοφόρου φάλαγγας του μεγάλου δακτύλου.

Ως **τρίτος περονιαίος μυς** θεωρείται πολλές φορές και ως ο πέμπτος τένοντας κατάφυσης του μακρού εκτείνων τους δακτύλους, αφού εντοπίζεται στο πλάι αυτού. Ο μυς αυτός εκτελεί ραχιαία κάμψη στην ποδοκνημική άρθρωση και ανάσπαση έξω χείλους ,πρηνισμό στις αρθρώσεις του ταρσού. Η ψηλάφηση του υφίσταται στην ραχιαία επιφάνεια του άκρου ποδός, πλησίον της βάσης του πέμπτου μεταταρσίου.

Οι μύες που πραγματοποιούν πελματιαία κάμψη στην ποδοκνημική άρθρωση είναι συνολικά επτά. Οι κύριοι και πρωταγωνιστές της κίνησης αυτής είναι ο **γαστροκνήμιος** , ο **υποκνημίδιος** και ο **μακρός περονιαίος**. Οι επικουρικοί ή βοηθητικοί μύες είναι ο **οπίσθιος κνημιαίος**, , ο **μακρός** και ο **βραχύς περονιαίος**, ο **καμπτήρας των δακτύλων** και ο **μακρός καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου**.

Ο **γαστροκνήμιος** ο πιο επιφανειακός μυς της οπίσθιας επιφάνειας, εκφύεται με δύο κεφαλές την έσω και την έξω (Εικ.1.14.).



Εικόνα 1.14. Μύες υπεύθυνοι της πελματιαίας κάμψης της Π Δ Κ. [gastrocnemius=γαστροκνήμιος, soleus=υποκνημιδίου, achilles tendon=αχίλλειος τένοντας,tibialis posterior=οπίσθιος κνημιαίος, peroneus longus=μακρός περονιαίος, flexor digitorum longus=μακρός καμπτήρας των δακτύλων, flexor hallucis longus=μακρός καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου. Τροποποιημένο από Oatis, 2005.

Η έσω κεφαλή εκφύεται από την έσω ιγνυακή επιφάνεια και η έξω από το έξω υπερκονδύλιο κύρτωμα και το θύλακα της άρθρωσης του γόνατος. Η κατάφυση του μυός γίνεται αφού πρώτα ενωθεί με τον τένοντα του υποκνημιδίου για τον σχηματισμό του αχίλλειου τένοντα, που καταλήγει στην οπίσθια επιφάνεια στο κύρτωμα της πτέρνας. Ο αχίλλειος τένοντας είναι ένας πλατύς τένοντας και ο πιο ισχυρός τένοντας του ανθρωπίνου σώματος, Ο μοχλοβραχίονας του και η εσωτερική δομή του, τον καθιστούν ως ένα πανίσχυρο μυ. Η πιο σύνηθες λειτουργία του μυός αυτού είναι όταν σηκωνόμαστε στις μύτες των ποδιών μας.

Ο **υποκνημιδίου** ένας από τους τρεις κύριους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής άρθρωσης. Ο μυς εκφύεται από την οπίσθια επιφάνεια της κεφαλής της περόνης ,την ιγνυακή γραμμή και το θύλακο της κνημοπερονιαίας άρθρωσης και καταφύεται στον αχίλλειο τένοντα. Ο υποκνημιδίου θεωρείται ένας δυναμικός και στατικός πελματιαίος καμπτήρας καθώς αποτελείται κυρίως από ίνες βραδείας συστολής. Η δραστηριότητά του έχει πολύ μεγαλύτερη διάρκεια σε σχέση με το

γαστροκνήμιο καθώς η δράση είναι σταθεροποιητική και κατά την μείωση της ραχιαίας κάμψης.

Συμμετέχοντες στην πελματιαία κάμψη είναι ο **μακρός καμπτήρας των δακτύλων** που εντοπίζεται στην έσω και οπίσθια επιφάνεια της κνήμης και ο τένοντάς του έρχεται πίσω από το έσω σφυρό και καταφύεται αφού διαιρεθεί σε 4 επιμέρους τένοντες σε κάθε φάλαγγα από τα μικρά δάκτυλα.

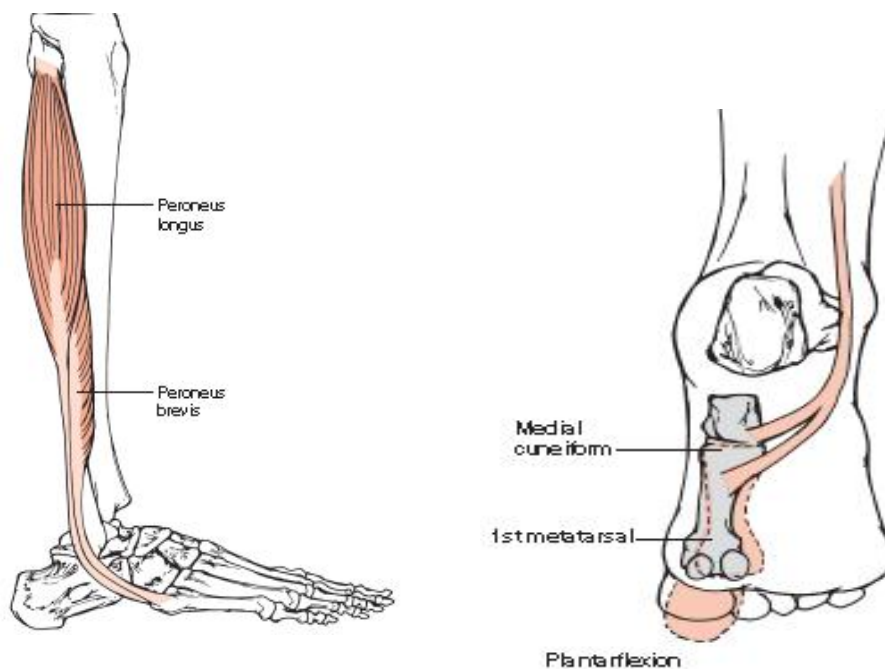
Και τέλος ο **καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου** εκφυόμενος από την έξω οπίσθια πλευρά της κνήμης και με τον τένοντά του να περνά πίσω από την ποδοκνημική και το υπέρεισμα του αστραγάλου και να καταλήγει στην τελική φάλαγγα του μεγάλου δακτύλου, σημαντικός μυσ στην προώθηση στην βάδιση.

Ο γαστροκνήμιος, ο υποκνημίδιος, ο μακρός καμπτήρας των δακτύλων και καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου νερώνονται από το κνημιαίο νεύρο κλάδο του ισχιακού νεύρου.

Ο **οπίσθιος κνημιαίος** εκφύεται από την κνήμη, την περόνη και το μεσόστεο υμένα με την κατάφυσή του να ακολουθεί μία πολύπλοκη πορεία. Συγκεκριμένα ο τένοντάς του χιάζεται στο κάτω μέρος της κνήμης, το ένα τμήμα του οποίου διαπερνά κάτω από το έσω σφυρό, περνά την έσω πλευρά του αστραγάλου και καταλήγει στο σκαφοειδές και μέσω του τένοντα του καταφύεται αφού διέρθει πίσω από το έσω σφυρό και κάτω από το σφηνοειδές οστό στη βάση του 2^{ου} έως 4^{ου} μεταταρσίου. Ο τένοντας του μυός αυτού συνδέεται με έναν από τους μικρούς μύες της γάμπας προσφυόμενοι στην κάτω επιφάνεια του ποδιού υποστηρίζοντας την καμάρα και επιτρέποντας την έσω στροφή του άκρου ποδός. Ο οπίσθιος κνημιαίος θεωρείται ένας πολύ σημαντικός μυσ όταν το πόδι είναι αδύναμο, στηρίζοντας την επιμήκη καμάρα. Ο μυσ νερώνεται από το κνημιαίο νεύρο.

Ο **μακρός περονιαίος** εκφύεται από κεφαλή της περόνης, τον έξω κνημιαίο κόνδυλο καθώς και την έξω επιφάνεια της περόνης. Ο μυσ αυτός καταφύεται στην έξω επιφάνεια του 1^{ου} σφηνοειδούς και στη βάση του 1^{ου} μεταταρσίου. Η μέγιστη δραστηριοποίηση του μυός αυτού είναι κατά την φάση της προώθησης. Ο μυσ είναι ένας από τους τρεις πρωταγωνιστές μύες της πελματιαίας κάμψης.

Ο **βραχύς περονιαίος** μυσ εκφύεται στην κάτω και έξω επιφάνεια της περόνης, με τον τένοντά του να εξέρχεται πίσω από το έξω σφυρό και μπροστά από τον τένοντα του μακρύ περονιαίου (Εικ.1.15.).



Εικόνα 1.15. Μακρύς και βραχύς περωναίος κατά την πελματιαία κάμψη. Τροποποιημένο από Oatis, 2005.

Η κατάφυση του βραχύ περωναίου είναι στη βάση του 5^{ου} μεταταρσίου και κάτω από την κατάφυση του τρίτου περωναίου. Η κύρια λειτουργία του μύος είναι στα οστά του τάρσους, εκτελώντας ανάσπαση έξω χείλους και απαγωγή.

Η νεύρωση και του μακρού και του βραχύ περωναίου είναι από το επιπολής περωναίο νεύρο.

ΜΥΕΣ ΠΟΥ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΡΑΧΙΑΙΑ ΚΑΜΨΗ ΤΗΣ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ

ΠΡΩΤΑΓΩΝΙΣΤΗΣ ΜΥΣ	ΕΚΦΥΣΗ	ΚΑΤΑΦΥΣΗ	ΕΝΝΕΥΡΩΣΗ
Πρόσθιος κνημιαίος μυς	έξω κόνδυλος & άνω έξω επιφάνεια κνήμης	έσω πελματιαία επιφάνεια, βάση 1ου μεταταρσίου	Εν τω βάθει περνιαίο νεύρο (Ο4-Ο5)
<u>ΣΥΝΕΡΓΟΙ ΜΥΕΣ</u>			
Μακρός εκτείνων τους δακτύλους	άνω πρόσθια επιφάνεια περόνης & μεσόστεο υμένα	μέσης & ονυχοφόρου φάλαγγας τεσσάρων έξω δακτύλων	Εν τω βάθει περνιαίο νεύρο (Ο5,Ι1)
Μακρύς εκτείνοντας του μεγάλου δακτύλου	μεσότητα της περόνης & μεσόστεο υμένα	βάση ονυχοφόρου φάλαγγας μεγάλου δακτύλου	Εν τω βάθει περνιαίο νεύρο (Ο ₅ , Ι ₁)

Πίνακας 1.16. Μύες για ενεργοποίηση της ραχιαίας κάμψης της Π Δ Κ..

ΜΥΕΣ ΠΟΥ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΕΛΜΑΤΙΑΙΑ ΚΑΜΨΗ ΤΗΣ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ

ΠΡΩΤΑΓΩΝΙΣΤΕΣ ΜΥΕΣ	ΕΚΦΥΣΗ	ΚΑΤΑΦΥΣΗ	ΕΝΝΕΥΡΩΣΗ
Γαστροκνήμιος	Εκφύεται με δύο κεφαλές: <u>έσω</u> : έσω μηριαίο κόνδυλο <u>έξω</u> : έξω μηριαίο κόνδυλο	Κύρτωμα πτέρνας μέσω αχιλλείου τένοντα	κνημιαίο νεύρο (I ₁ & I ₂)
Υποκνημίδιος	Άνω τριτημόριο περόνης	Κύρτωμα πτέρνας	κνημιαίο νεύρο (I ₁ & I ₂)
Μακρός περνιαίος	Άνω κνημοπερνιαία συνδέσμωση	έξω επιφάνεια του 1ου σφηνοειδούς & βάση του 1ου μεταταρσίου	Επιπολής περνιαίο νεύρο (O5, I1 & I2)

<u>ΣΥΝΕΡΓΟΙ ΜΥΕΣ</u>			
Μακρός καμπτήρας των δακτύλων	Οπίσθια επιφάνεια κνήμης	Τέσσερις τένοντες τεσσάρων τελευταίων δακτύλων	Κνημιαίο νεύρο (I2 & I3)
Μακρός καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου	Οπίσθια επιφάνεια περόνης	Βάση ονυχοφόρου φάλαγγας 1ου δακτύλου	Κνημιαίο νεύρο (I1-I2)
Οπίσθιος κνημιαίος	Μεσόστεο υμένα κνήμης & περόνης	Βάση 2ου – 4ου μεταταρσίου οστού	Κνημιαίο νεύρο (O4-O5)
Βραχύς περονιαίος	Έξω επιφάνεια περόνης	Βάση 5ου μεταταρσίου	Επιπολής περονιαίο νεύρο (O5-I1)

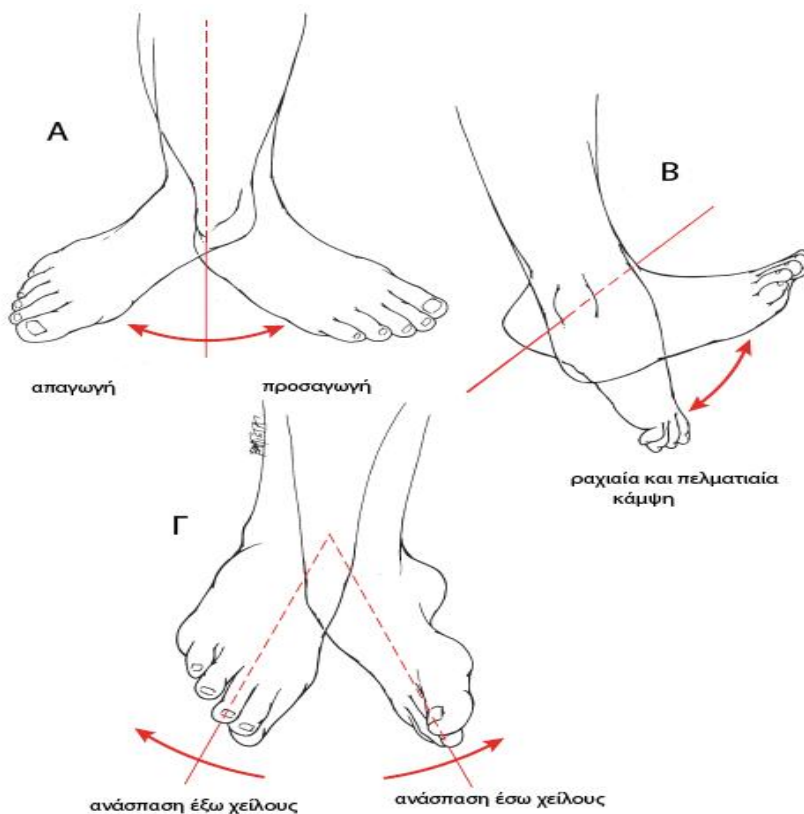
Πίνακας 1.17. Μύες για ενεργοποίηση της πελματιαίας κάμψης της Π Δ Κ.

1.6 Κινησιολογία οπίσθιου άκρου ποδός

Ο οπίσθιος άκρος πόδας είναι μία σύνθεση τριών αρθρώσεων όπως έχουμε ήδη αναφέρει. Συγκεκριμένα αποτελείται από:

1. αστραγαλοκνημική ή ποδοκνημική άρθρωση
2. υπαστραγαλική
3. κάτω κνημοπερνιαία συνδέσμωση

Η σύνθεση αυτή επιτρέπει πληθώρα κινήσεων και στα τρία επίπεδα. Για την καλύτερη κατανόηση αυτού αναφέρουμε ότι στο οβελιαίο επίπεδο, πραγματοποιούνται η πελματιαία και η ραχιαία κάμψη, στο στεφανιαίο επίπεδο πρηνισμός και υπτιασμός και τέλος, στο εγκάρσιο επίπεδο έσω και έξω στροφή (Εικ.1.18.).



Εικόνα 1.18. Οι κινήσεις της ποδοκνημικής άρθρωσης. **A.** Απαγωγή-προσαγωγή κινήσεις στον εγκάρσιο επίπεδο γύρω από τον κατακόρυφο άξονα. **B.** Ραχιαία-πελματιαία κάμψη στον οβελιαίο επίπεδο γύρω από τον μετωπιαίο άξονα. **Γ.** Ανάσπαση έσω-έξω χείλους στο μετωπιαίο επίπεδο γύρω από τον προσθιοπίσθιο άξονα. Τροποποιημένο από Oatis, 2005.

Οποιαδήποτε φυσιολογική λειτουργική κίνηση σε κλειστή ή ανοιχτή κινητική αλυσίδα της σύνθετης αυτής άρθρωσης, δεν πραγματοποιείται μεμονωμένα σε ένα επίπεδο ή αποκλειστικά σε μια εκ των τριών αρθρώσεων που προαναφέρθηκαν. Για

παράδειγμα, σε κλειστή κινητική αλυσίδα ο πρηνισμός είναι μια σύνθετη κίνηση η οποία αναλύεται σε πελματιαία κάμψη, ανάσπαση έξω χείλους και έξω στροφή. Ενώ από την άλλη, ο υππιασμός είναι απόρροια συνδυασμού ραχιαίας κάμψης, ανάσπασης έσω χείλους και έσω στροφής. Στην συγκεκριμένη εργασία θα δοθεί περισσότερη έμφαση στην αστραγαλοκνημική και υπαστραγαλική, αρθρώσεις που οι δομές τους (θύλακας, σύνδεσμοι) πλήττονται άμεσα μετά από ένα διάστρεμμα με ανάσπαση έξω χείλους.

1. Η άρθρωση μεταξύ της κνήμης και του αστραγάλου (αστραγαλοκνημική) θεωρείται ευρέως ως μια γωνιώδης άρθρωση με τον άξονα της κίνησής της να διαπερνά τα δυο σφυρά (κνήμης και περόνης). Πλήθος ερευνών αναφέρουν πως ο άξονας της κίνησης δεν παραμένει σταθερός αλλά μετατοπίζεται σε κάθε σημείο της τροχιάς (Aotis 2005). Οι έρευνες αναφέρουν επίσης πως κατά την διάρκεια της κίνησης, στην άρθρωση πραγματοποιείται μικρή μετατόπιση, ο βαθμός της οποίας εξαρτάται τόσο από την κατεύθυνση αλλά και από άλλες παραμέτρους της κίνησης (Donatelli,1996). Συγκεκριμένα η κνήμη μετατοπίζεται πρόσθια κατά τη ραχιαία κάμψη και οπίσθια κατά την πελματιαία. Δισδιάστατες αρθροκινηματικές αναλύσεις αποκαλύπτουν πως η μετατόπιση της κνήμης παράγει μεταβολή στο «στιγμιαίο κέντρο στροφής» (ICR: instant center of rotation), (Hertel et al,2001). Το ICR κινείται οπίσθια με την πελματιαία κάμψη και πρόσθια με τη ραχιαία κάμψη, εσωτερικά κατά τον υππιασμό και εξωτερικά κατά τον πρηνισμό. Η ραχιαία και η πελματιαία κάμψη συνδυάζονται με στροφή του αστραγάλου, καθώς επίσης στροφή και ολίσθηση της περόνης. Πιο συγκεκριμένα η περόνη και ο αστράγαλος κάνουν έξω στροφή ενώ η ποδοκνημική κάμπτεται ραχιαία. Αυτός ο συνδυασμός οφείλετε σε μεγάλο βαθμό στην αρχιτεκτονική των αρθρικών επιφανειών του αστραγάλου. Ο έξω κόνδυλος του αστραγάλου είναι ελάχιστα μεγαλύτερος από τον έσω με αποτέλεσμα κατά την ραχιαία κάμψη ο αστράγαλος να κάνει έξω στροφή. In vivo έρευνες κινηματικής ανάλυσης αναφέρουν πως η 30° πελματιαίας κάμψης (από ουδέτερη θέση σε κλειστή κινητική αλυσίδα) είναι αποτέλεσμα 28° κίνησης στο οβελιαίο επίπεδο 1° στο εγκάρσιο επίπεδο και 4° στο στεφανιαίο επίπεδο (Oatis, 2005). Στην πελματιαία κάμψη 30° (ουδέτερη θέση σε κλειστή κινητική αλυσίδα) οι 23° κίνησης αντιστοιχούν στο οβελιαίο επίπεδο οι 9° στο εγκάρσιο, καθώς και 2° στο στεφανιαίο επίπεδο. Από τα παραπάνω στοιχεία των ερευνών της αρθροκινηματικής ανάλυσης προκύπτει πως η ποδοκνημική άρθρωση θεωρείται στο σύνολό της, κάθε άλλο παρά μία γωνιώδης άρθρωση.

2. Η υπαστραγαλική σχηματίζεται από τις τρεις γλήνες της πτέρνας και των αντίστοιχων τριών γληνών του αστραγάλου. Η άρθρωση αυτή είναι χρήσιμη στη μετάδοση της κίνησης από την κνήμη στον άκρο πόδα ή στη μετάδοση των στροφών από τον άκρο πόδα στην κνήμη. Αυτή η μετάδοση κίνησης φαίνεται να είναι χρήσιμη στην πιο ομαλή βάρδια σε ανώμαλες επιφάνειες και στην στροφή επάνω στο ένα πόδι για γρήγορη αλλαγή κατεύθυνσης.

Δύο αρθρικοί θύλακες παρέχουν πρωταρχική σταθερότητα στην υπαστραγαλική άρθρωση. Ο ένα θύλακας περιβάλλει την οπίσθια αρθρική γλήνη της πτέρνας και ο άλλος περιβάλλει τη μέση και την πρόσθια αρθρική γλήνη. Εμβιομηχανικές έρευνες προτείνουν ένα μοντέλο τριαξονικής κίνησης για την υπαστραγαλική άρθρωση.

Παρ όλες τις διαφωνίες που υπάρχουν πάνω στον προσδιορισμό της μορφής της υπαστραγαλικής άρθρωσης οι περισσότεροι ερευνητές έρχονται να συμφωνήσουν ως προς τον πρωταρχικό άξονα κίνησης της άρθρωσης. Ο άξονας κίνησης της άρθρωσης φέρεται εντός και παράλληλα ως προς το σώμα της πτέρνας. Η υπαστραγαλική συμβάλλει κατά κύριο λόγο στην ανάσπαση έσω και έξω χείλους, στην απαγωγή και προσαγωγή και ελάχιστα στη ραχιαία και πελματιαία κάμψη.

1.7 Εμβιομηχανική ποδοκνημικής στη βάδιση

Η βάδιση διαιρείται σε δύο φάσεις. Την φάση στήριξης και την φάση αιώρησης. Η φάση στήριξης αποτελεί το 62% του κύκλου βάδισης ενώ η φάση αιώρησης το μόλις 38%.

Ως μέρος της κλειστής κινητικής αλυσίδας η φάση στήριξης υποδιαιρείται σε τέσσερις επιμέρους φάσεις :

- i) πρώτη επαφή (heel strike)
- ii) φάση πλήρους επαφής/φόρτισης του άκρου πους με το έδαφος
- iii) φάση απώθησης (απογείωση της πτέρνας από το έδαφος
- iv) φάση τελικής επαφής μεγάλου δακτύλου

Παρατηρείται επιπλέον ακόμη μια φάση κατά την οποία και οι δύο άκροι πόδες βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος, η ονομαζόμενη διπλή φάση στήριξης. Η διπλή φάση στήριξης αποτελεί περίπου το 12% του κύκλου βάδισης και φαίνεται να μειώνεται σταδιακά καθώς αυξάνεται η ταχύτητα της βάδισης.

Στην ομαλή βάδιση ολόκληρο το κάτω άκρο (πύελος, μηρός, κνήμη , περόνη) περιστρέφονται εκ των έσω κατά το πρώτο 15% της φάσης στήριξης. Από την φάση της πρώτης επαφής έως την φάση της πλήρους επαφής του κύκλου βάδισης, η υπαστραγαλική άρθρωση απάγεται και κάνει ανάσπαση έξω χείλους. Ο οπίσθιος άκρος πους κάνει πρηνισμό ουσιαστικά και ο πρόσθιος γίνεται πιο εύκαμπτος προκειμένου να απορροφήσει τους κραδασμούς και να υιοθετήσει έναν όσο το δυνατόν ωφέλιμο προσανατολισμό για την επαφή με το έδαφος. Μέρος της απαγωγής αυτής, που συμβαίνει κυρίως στη υπαστραγαλική άρθρωση, είναι αποτέλεσμα του προσανατολισμού της πτέρνας προς τα έξω σε σχέση με το υπόλοιπο κάτω άκρο. Αν παρατηρήσουμε το πόδι από την οπίσθια άποψη στην φάση της πρώτης επαφής της βάδισης θα παρατηρήσουμε πως η πτέρνα είναι προσανατολισμένη εξωτερικά συγκριτικά με το σημείο στροφής (ICR) της ποδοκνημικής άρθρωσης. Το παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα την περαιτέρω γωνίωση της ποδοκνημικής άρθρωσης.

Από την φάση επαφής μέχρι την πλήρη φόρτιση (foot flat), η υπαστραγαλική άρθρωση ανασπάτε εξωτερικά και συνολικά ο άκρος πόδας πρηνίζεται. Κατά την διάρκεια της φάσης αυτής το πρόσθιος άκρος πόδας γίνεται πιο εύκαμπτος για να προετοιμαστεί να δεχτεί τα φορτία. Η ανάσπαση του έξω χείλους οφείλεται μερικώς στην ανατομική δομή του άκρου ποδός και των οστών που συνθέτουν την

ποδοκνημική άρθρωση συμπεριλαμβανομένου και τον δυο μακρών οστών, την κνήμη και την περόνη. Κατά την φάση της πλήρους φόρτισης παρατηρείτε το εξής φαινόμενο : η πτέρνα έρχεται σε επαφή με το έδαφος αλλά το σημείο επαφής της εντοπίζεται εξωτερικά και σε απόσταση σε σχέση με το κέντρο βάρους της ποδοκνημικής άρθρωσης. Αυτή η απόσταση μεταξύ του κέντρου βάρους και του σημείου επαφής της πτέρνας με το έδαφος έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία βλαισότητας στην υπαστραγαλική άρθρωση.

Στην μέση φάση στήριξης και κατά την φάση ώθησης (push off) παρατηρείται στον άκρο πόδα ο αντίθετος μηχανισμός. Στην φάση αυτή όλο το κάτω άκρο στρέφεται εξωτερικά όμως ο άκρος πόδας αυτή τη φορά ανασπάτε εσωτερικά. Η γωνίωση που σχηματίζεται στην υπαστραγαλική αυτή τη φορά είναι αντίθετη σε σχέση με την φάση πρώτης επαφής (μικρός βαθμός ραιβότητας).

Σε μια πειραματική μελέτη που πραγματοποίησαν οι Olerud και Rosendahl (1987), μετρήθηκε η αναλογία της στροφής της κνήμης και της κίνησης της υπαστραγαλικής άρθρωσης και βρέθηκε πως όταν ο άκρος πόδας υπτιάζεται για 1 μοίρα, αυτό αντιστοιχεί σε 0.2 -0.44 μοίρες στροφής της κνήμης.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. Επιδημιολογικά στοιχεία

Διάστρεμμα είναι ο τραυματισμός που επέρχεται μέσω έντονης διάτασης, μερικής ή ολικής ρήξης. Το διάστρεμμα αφορά μαλακά μόρια όπως αρθρικός θύλακας, συνδέσμοι και μύες. Υπάρχουν τρεις συνήθως διαβαθμίσεις του όρου αυτού (διάστρεμμα πρώτου, δεύτερου και τρίτου βαθμού), (Kisner & Colby, 2007).

Στην άρθρωση της ποδοκνημικής τα συχνότερα διαστρέμματα αναφέρονται στην έξω επιφάνεια, στην έσω και στην κνημοπερονιαία άρθρωση (διάστρεμμα κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης).

Σύμφωνα με εκτιμήσεις η συχνότητα διαστρεμμάτων αφορά 37/1000 άτομα το χρόνο σε γενικό πληθυσμό της Αμερικής (Boruta et al., 1996). Ο Brostrom (1964) βρήκε ότι το 95% των διαστρεμμάτων είναι κυρίως κάκωση των έξω δομών (έξω διάστρεμμα ποδοκνημικής). Στο 85% των διαστρεμμάτων σύμφωνα με τον ίδιο, ο μηχανισμός αναφέρεται να είναι ο υππιασμός(προσαγωγή ανάσπαση έσω χείλους).

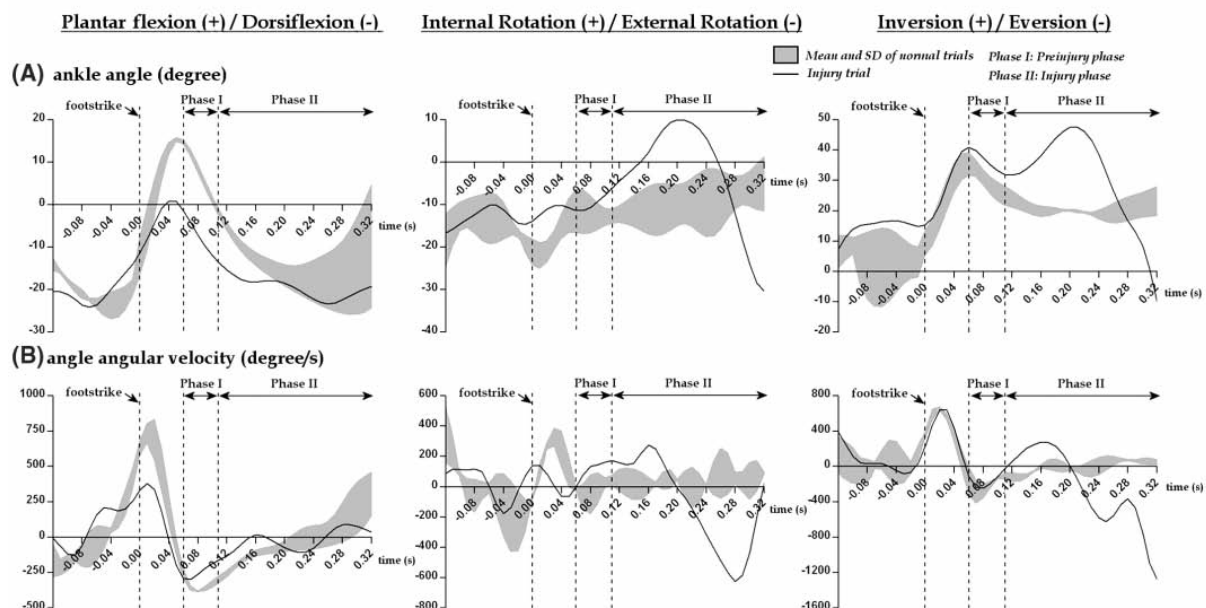
2.1 Μηχανισμός Διαστρέματος

Τα διαστρέμματα της ποδοκνημικής άρθρωσης προκαλούνται συνήθως όταν ο άκρος πόδας ανασπάτε βίαια προς τα έσω και κάμπτεται πελματιαία. Ο συνδυασμός αυτός έχει ως αποτέλεσμα την μέγιστη μείωση της επαλληλίας μεταξύ των αρθρικών επιφανειών και την άμεση ρήξη του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου συνδέσμου (Bahr R, Bahr IA 1997). Ο βαθμός της ρήξης θα εξαρτηθεί από το μέγεθος της δύναμης που αναπτύσσεται κατά το διάστρεμμα και από τον μηχανισμό διαστρέματος. Αν υπολογίζαμε το άθροισμα της αντοχής των συνδέσμων (πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος 140N, πτερνοπερονιαίος 350N και οπίσθιος πτερνοπερονιαίος 260N) θα βρίσκαμε πως είναι περίπου 750-800 N. Η συνολική αυτή αντοχή είναι πολύ μικρή σε σύγκριση με τις δυνάμεις που αναπτύσσονται στην ποδοκνημική μετά από προσγείωση από ύψος ενός μέτρου ή την τάση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου κατά την ίδια δοκιμασία.

2.1.1 Περίπτωση τραυματισμού

Ο μηχανισμός τραυματισμού μπορεί να διερευνηθεί μέσω πολλών προσεγγίσεων. Μέχρι στιγμής η κινηματική του τραυματισμού της ποδοκνημικής άρθρωσης έχει μελετηθεί με τρόπους που προσομοιώνουν την φάση και τις συνθήκες τραυματισμού, όπως είναι η ξαφνική ανάσπαση έσω χείλους κατά την στήριξη του άκρου ποδός σε μία πλατφόρμα στήριξης (Εικ.2.1.). Κατά την όρθια θέση και τα δύο άκρα ξεχωριστά του ασθενούς τοποθετούνται σε πλατφόρμα λίγο μεγαλύτερου εμβαδού του κάθε πέλματος. Οι πλατφόρμες υποχωρούν με συγκεκριμένη ταχύτητα και γωνία προσομοιώνοντας έτσι την ταχύτητα και την γωνία τραυματισμού. Καθώς η προσομοίωση πειραματισμού διαστρέμματος δεν έχει σκοπό τον τραυματισμό αλλά στην μελέτη των συνθηκών και των ελλειμμάτων που ταλαιπωρούν τα άτομα που έχουν ήδη υποστεί διάστρεμμα στην ποδοκνημική άρθρωση. Ο σχεδιασμός της πλατφόρμας γίνεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε οι δοκιμασίες να πραγματοποιούνται μέσα σε ασφαλή όρια τροχιάς και γωνιακής ταχύτητας.

Ο πιο άμεσος και ακριβής τρόπος ανάλυσης και μελέτης του μηχανισμού του διαστρέμματος θα ήταν η πρόκληση διαστρέμματος κάτι που έρχεται σε ρήξη με τους ηθικούς κανόνες που τηρούνται κατά την πραγματοποίηση μίας επιστημονικής έρευνας που χρησιμοποιεί για πειραματόζωα ανθρώπους. Παρ' όλα αυτά δεν είναι λίγες οι έρευνες που κατά την εκτέλεση δυναμικών δοκιμασιών είναι πιθανόν στους συμμετέχοντες να προκληθεί πραγματικός τραυματισμός. Ένα τέτοιο στιγμιότυπο που έχει καταγραφεί από τουλάχιστον μία κάμερα αποτελεί πολύ χρήσιμο υλικό για την μελέτη της έρευνας αυτής. Παρόμοια περιστατικά τραυματισμών παρατηρούνται κατά την διάρκεια ενός αγώνα μπάσκετ, ποδοσφαίρου καθώς και σε άλλους αθλητικούς χώρους, το υλικό των οποίων είναι λιγότερης επιστημονικής αξίας.



Εικόνα 2.1. Η καταγραφή των γωνιακών μετατοπίσεων κατά την προτραυματική και τραυματική φάση. Α) Η γωνιακή μετατόπιση κατά την πελματιαία-ραχιαία , εσω- εξω στροφή και ανάσπαση έσω-έξω χείλους. Β) Η γωνιακή ταχύτητα κατά τις κινήσεις της Ποδοκνημικής άρθρωσης και στους 3 άξονες κίνησης. Τροποποιημένο από Tik-Pui Fong et al.,2009.

2.1.2 Αναφορά περιστατικού

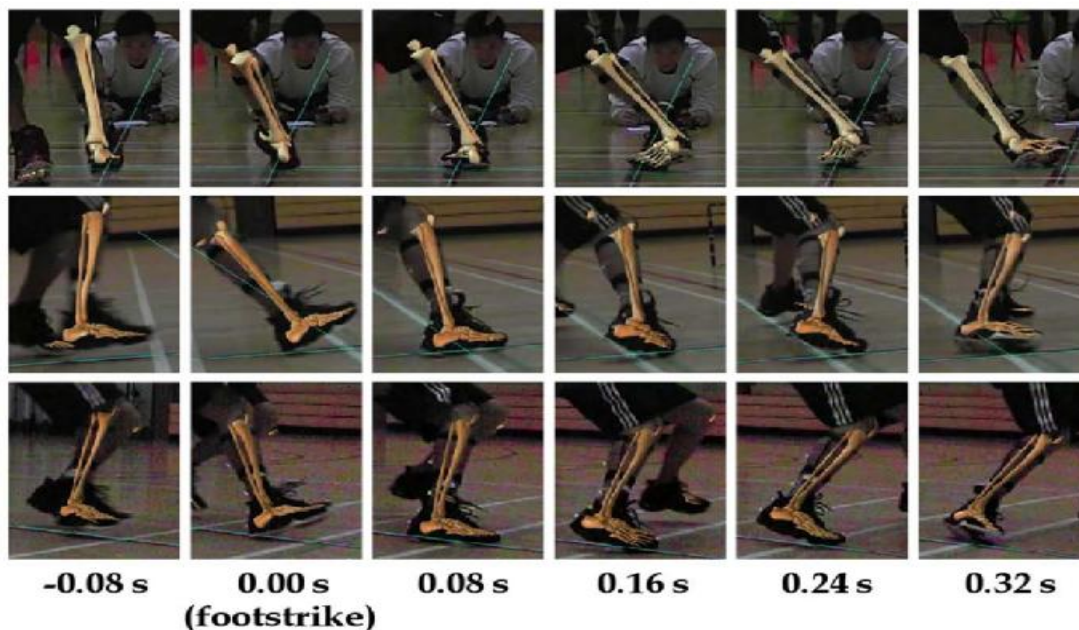
Ο Daniel Tik-Pui Fong et al., (2009) πραγματοποιούν μία έρευνα πάνω σε βιντεοσκοπημένο τραυματισμό στην ποδοκνημική άρθρωση.

Αθλητής 23 ετών, ύψους 1.75, 62,6kg φοράει ένα ζευγάρι αθλητικών παπουτσιών και πραγματοποιεί μια σειρά από υψηλών απαιτήσεων δοκιμασίες σε εργαστηριακό περιβάλλον. Σε μία από τις δοκιμασίες του, ζητείται να τρέξει εμπρός με την μέγιστη ταχύτητα και έπειτα να αλλάξει κατεύθυνση με μία γρήγορη αριστερή στροφή εντός συγκεκριμένου πλαισίου. Κατά την τέταρτη επανάληψη της δοκιμασίας, ο αθλητής τραυματίζεται με αποτέλεσμα να προκληθεί διάστρεμμα στο δεξί του πόδι. Ο τραυματισμός διαγιγνώσκεται άμεσα από ειδικούς ως διάστρεμμα 1ου βαθμού με ρήξη του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου συνδέσμου σύμφωνα με την κλίμακα Jackson. Τα συμπτώματα που παρουσιάστηκαν χαρακτήριζαν ένα διάστρεμμα 1ου βαθμού με πόνο, οίδημα και ευαισθησία κατά την ψηλάφηση της περιοχής. Η διάγνωση συνεχίστηκε με τον έλεγχο πιθανού τραυματισμού λοιπών δομών όπως οστά και θυλακοσυνδεσμικών στοιχείων της επικείμενης άρθρωσης. Καμία άλλη δομή δεν είχε τραυματιστεί. Επίσης δεν παρατηρήθηκε μηχανική αστάθεια κατά την

εκτέλεση του πρόσθιου συρταριού στην ποδοκνημική άρθρωση και πριν από τον τραυματισμό ο συγκεκριμένος αθλητής δεν είχε κάποιο ιστορικό τραυματισμού στο δεξί του άκρο πόδα τα τελευταία 3 χρόνια.

2.1.3 Ανάλυση του τραυματισμού

Ο τραυματισμός καταγράφηκε από 3 κάμερες υψηλής ταχύτητας συγχρονισμένες μεταξύ τους. Οι δοκιμασίες γίνονται σε ειδικό δάπεδο που καταμετράει την πίεση του πέλματος και υπολογίζει το κέντρο βάρους κάθε φορά. Την στιγμή της πρώτης επαφής παρατηρείται και η πρώτη καταγραφή πίεσης από το δάπεδο (Εικ.2.2.). Η στιγμή της πρώτης επαφής της πτέρνας συμπίπτει ακριβώς και με την αρχή της δοκιμασίας. Το οπτικό υλικό αναλύθηκε εκτενώς με σκοπό να μειωθούν στο μικρότερο δυνατό βαθμό το ποσοστό των σφαλμάτων. Το βασικό θέμα του οπτικού υλικού, το οποίο είναι το δεξί άκρο του αθλητή επεξεργάστηκε ψηφιακά και δημιουργήθηκε ένα τρισδιάστατο μοντέλο το οποίο περιλαμβάνει μόνον τα οστά της κνήμης, της περόνης και όλου του άκρου πόδα. Το τρισδιάστατο αυτό μοντέλο αντιγράφει την όσο πιο ακριβής κίνηση του δεξί άκρου πόδα κατά την εκτέλεση όλων των δοκιμασιών.



Εικόνα 2.2. Τα στιγμιότυπα του μηχανισμού κάκωσης της ποδοκνημικής. Το ενδιαφέρον αναπτύσσεται περισσότερο κατά την τελική φάση της τέταρτης δοκιμής (0,32s). Τροποποιημένο από Tik-Pui Fong et al.,2009.

2.1.4 Σύγκριση μεταξύ των δοκιμασιών

Η ίδια δοκιμασία πραγματοποιήθηκε 3 φορές προτού συμβεί ο τραυματισμός. Κατά την πρώτη επαφή (foot strike) για την δοκιμασία τραυματισμού η ποδοκνημική στρέφεται εσωτερικά κατά 7 μοίρες περισσότερο και ανασπάτε 6 μοίρες περαιτέρω σε σχέση με της κανονικές δοκιμασίες. Μετά την προσγγείωση παρατηρούνται δύο φάσεις μεταβολής της κινηματικής της ποδοκνημικής. Αυτές οι δύο φάσεις ορίζονται από τις έντονες μεταβολές που συμβαίνουν στην ταχύτητα της ανάσπασης του έσω και έξω χείλους του άκρου.

Αρχικά από τα 0.06 sec. το άκρο μπαίνει σε μια προτραυματική φάση (phase I) όπου και παρατηρούνται η πρώτες αποκλίσεις στην κινητική συμπεριφορά του άκρου σε σχέση με τις πρώτες 3 επιτυχημένες δοκιμασίες. Η προτραυματική φάση χαρακτηρίζεται από έντονη πελματιαία κάμψη υψηλής ταχύτητας και γρήγορη έσω στροφή της ποδοκνημικής. Η ανάσπαση του έξω χείλους συνεχίζει να είναι ομαλή καθώς δεν παρατηρήθηκαν έντονες μεταβολές στην ταχύτητα της.

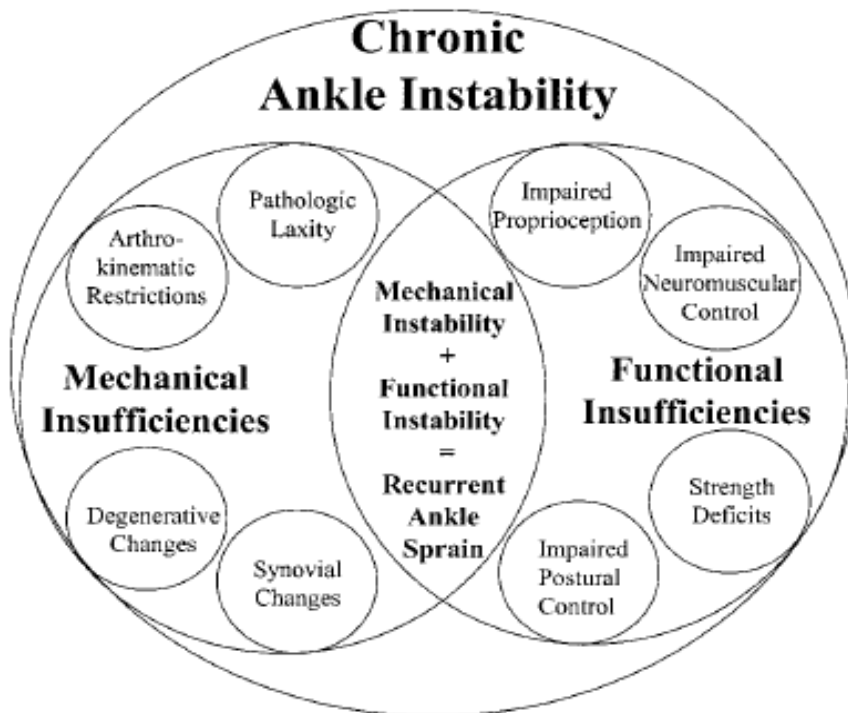
Λόγω της μικρής μεταβολής στην ανάσπαση του έξω χείλους η φάση αυτή ονομάζεται "προτραυματική φάση" διότι το άκρο δεν έχει υποστεί ακόμη τον τραυματισμό παρ' όλα αυτά κάποιος παράγοντας κινδύνου μπορεί να είχε εξελιχθεί και σε αυτή τη φάση.

Στα 0.11 sec η απόκλιση των ταχυτήτων μεταξύ των επιτυχημένων δοκιμασιών και την δοκιμασία τραυματισμού. Η ποδοκνημική ανασπάται για 32 μοίρες , στρέφεται εξωτερικά για 5 μοίρες και κάμπτεται ραχιαία για 14 μοίρες. Από τα 0.11 sec και έπειτα μπαίνουμε στην φάση τραυματισμού (phase II) καθώς σε αυτή τη φάση συμβαίνει εκρηκτική αύξηση της ταχύτητας της ανάσπασης του έξω χείλους και της έσω στροφής. Η φάση τραυματισμού συνεχίζεται με 16 μοίρες ανάσπασης έξω χείλους και 15 μοίρες έσω στροφής. Μέχρι την στιγμή των 0.20 sec η ποδοκνημική έφτασε στην μέγιστη γωνιακή μετατόπιση από την αρχική ανατομική θέση. Ο τελικός προσανατολισμός καταλήγει να είναι συνολικά ο εξής : 48 μοίρες ανάσπασης έξω χείλους, 10 μοίρες έσω στροφής και 18 μοίρες ραχιαίας κάμψης.

2.2 Παράγοντες μηχανικής και την λειτουργικής αστάθεια

Η **μηχανική αστάθεια** είναι αποτέλεσμα των ανατομικών αλλαγών που ακολουθούνται μετά από ένα διάστρεμμα της ποδοκνημικής άρθρωσης. Οι αλλαγές αυτές περιλαμβάνουν την **παθολογική χαλαρότητα, τον αρθροκινηματικό περιορισμό καθώς και την ανάπτυξη εκφυλιστικών και ενδοαρθρικών αλλοιώσεων** στην διάρθρωση της ποδοκνημικής (Hertel, 2002). Οι δυσλειτουργίες αυτές μπορεί να συμβαίνουν σε συνδυασμό ή να υπάρχουν η καθεμία ξεχωριστά (Σχ.2.3).

Ο τραυματισμός των συνδέσμων συχνά καταλήγει σε **παθολογική χαλαρότητα** των αναφερόμενων αρθρώσεων, με την ονομασία αυτών ως παθολογικά ασταθείς αρθρώσεις. Στην έρευνά του ο Martin et al., (1996) αναφέρουν την αστραλοκνημική (ή ποδοκνημική) και την υπαστραγαλική ως τις δύο συνηθέστερες αρθρώσεις με παθολογική χαλαρότητα, μετά από ένα οξύ διάστρεμμα. Η ποδοκνημική αστάθεια προκαλείται από τον τραυματισμό του **πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου και του πτερνοπερονιαίου συνδέσμου** (Rasmussen et al., 1982). Όταν πλήττονται και οι δύο σύνδεσμοι ταυτόχρονα, το χάσμα μεταξύ της ποδοκνημικής και υπαστραγαλικής άρθρωσης αυξάνεται αισθητά, κατά την ραχιαία κάμψη και ανάσπαση έσω χείλους. Σε περίπτωση τραυματισμού μόνο του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου συνδέσμου παρατηρείται μία υπερβολική έσω στροφή του οστού του αστραγάλου σε σχέση με το οστό της κνήμης, κατά τη ραχιαία κάμψη (Bremer, 1985). Ενώ σε ρήξη μόνο του πτερνοπερονιαίου προκαλείται παθολογική χαλαρότητα στην ποδοκνημική και στην υπαστραγαλική άρθρωση. Στην αρθρογραφία αναφέρεται ότι η βλάβη του πτερνοπερονιαίου συνδέσμου συνοδεύεται από τραυματισμό του αρθρικού θύλακα της υπαστραγαλικής, του εγκάρσιου συνδέσμου καθώς και των έξω πλαγίων συνδέσμων της ποδοκνημικής (Takaoka et al., 1998 ; Meyer et al., 1986). Η ρήξη του έξω αστραγαλοπερονιαίου ενοχοποιείται για την χρόνια αστάθεια στην έξω επιφάνεια της υπαστραγαλικής άρθρωσης (Karlsson et al., 1997).



Σχήμα 2.3. Οι τομείς της μηχανικής και λειτουργικής αστάθειας. Η σχέση που έχουν τόσο μεταξύ τους όσο και με την χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής άρθρωσης. Τροποποιημένο από Hertel, 2002.

Η παθολογική χαλαρότητα αναφέρεται συχνά και σε υγιή άτομα σε ποσοστό 11% και επονομάζεται ως **ασύμμετρη χαλαρότητα** των κάτω άκρων (Scranton et al., 2000). Παρόλο που η ποδοκνημική άρθρωση μελετάτε σε τρία επίπεδα, η παθολογική χαλαρότητα της άρθρωσης αναφέρεται μόνο σε ένα επίπεδο, κυρίως στο μετωπιαίο.

Ο **αρθροκινηματικός περιορισμός** ενοχοποιεί μία ακόμα δυνατότητα της μηχανικής αστάθειας. Ο όρος αυτός αναφέρεται στην μετατόπιση ενός οστού ή συνδέσμου γύρω από την περιοχή του αστραγάλου. Η λανθασμένη θέση της κάτω κνημοπερονιαίας άρθρωσης ή συνδέσμωσης, αποτελεί μία αιτία μηχανικής αστάθειας και επαναλαμβανόμενων διαστρεμμάτων (Hertel, 2002). Ο Mulligan, (1995) αναφέρει ότι άτομα με μία πρόσθια και κάτω μετατόπιση του περιφερικού τμήματος του οστού της περόνης, ενδέχεται να παρουσιάσουν αστάθεια κατά την διάρκεια της ζωής τους. Συγκεκριμένα, εάν το έξω σφυρό έχει υιοθετήσει αυτή τη λαθεμένη θέση, ο πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος σύνδεσμος είναι εκείνος που θα διαταθεί σε μεγάλο βαθμό. Στην περίπτωση αυτή, όταν ο άκρος εκτελεί υπτιασμό και έσω στροφή, το εύρος της κίνησης θα είναι μεγαλύτερο σε αναλογία με την έναρξη ενεργοποίησης του συνδέσμου. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ο σύνδεσμος να δέχεται μεγάλη

ποσότητα εφελκυστικών φορτίων κατά το τέλος της τροχιάς της κίνησης και να τραυματίζεται ευκολότερα.

Τα αποτελέσματα τριών ερευνών αποδεικνύουν ότι ο περιορισμός της οπίσθιας ολίσθησης της περόνης, οφείλεται στην άνω μετατόπιση του έξω σφυρού (Hetherington, 1996 ; O' Brien, Vicenzino, 1998 ; Kavanagh, 1999).

Η **υποκινητικότητα** και το περιορισμένο εύρος κίνησης προδιαθέτουν μία μηχανική ανεπάρκεια στην περιοχή της ποδοκνημικής. Όταν καθίσταται αδύνατον η ολοκλήρωση της ραχιαίας κάμψης δεν θα είναι εφικτή και η σωστή επαναφορά της. Εάν η ποδοκνημική άρθρωση δεν μπορεί να ολοκληρώσει την ραχιαία κάμψη σε ανοιχτή κινητική αλυσίδα, θα είναι αδύνατον να φτάσει στην τελική θέση κατά την όρθια στάση (κλειστή κινητική αλυσίδα). Παρόλα αυτά γίνεται εύκολα αναπλήρωση της κινητικότητας της άρθρωσης αυτής, καθώς συντρέχουν βοηθητικοί παράγοντες. Στην έρευνά τους ο Denegar et al., (2002) ασχολήθηκαν με αθλητές, 12 βδομάδες μετά το διάστρεμμα με περιορισμό της οπίσθιας ολίσθησης του οστού του αστραγάλου. Το αξιοσημείωτο είναι ότι δεν παρουσίαζαν σημαντικό έλλειμμα στην κίνηση της ραχιαίας κάμψης. Οι ερευνητές υπέθεσαν ότι το εύρος της κίνησης επανακτήθηκε μέσω της συνεχούς διάτασης των μυών της γαστροκνημίας. Ακόμα αναφέρεται η συνεισφορά αύξησης της κινητικότητας της υπαστραγαλικής άρθρωσης. Σε παλιότερη έρευνα αναφέρονται οι αρθροκινηματικές αλλαγές και ο περιορισμός της ραχιαίας κάμψης σε άτομα μετά από οξύ διάστρεμμα. Η μελέτη αυτή αναφέρονταν στην επανάκτηση της κινητικότητας στην άρθρωση με επιλογή οπίσθιας κινητοποίησης της ποδοκνημικής για την επαναφορά του εύρους της ραχιαίας κάμψης στην άρθρωση (Green et al., 2001).

Οι **εκφυλιστικές και ενδοαρθρικές αλλοιώσεις** αποτελούν μία ακόμα αιτία εμφάνισης της μηχανικής αστάθειας, στο σύμπλεγμα των αρθρώσεων που συνθέτουν τον οπίσθιο άκρο πόδα (Hertel, 2002).

Άτομα που εμφανίζουν φλεγμονή στους αρθρικούς θύλακες των αρθρώσεων της ποδοκνημικής και της υπαστραγαλικής, παρουσιάζουν έντονο πόνο και αστάθεια στον οπίσθιο άκρο πόδα. Συγκεκριμένα η φλεγμονή απορρέει λόγω υπερτροφίας της συνοβιακής (αρθρικής) μεμβράνης, που τοποθετείται μεταξύ των οστών που συνθέτουν την ποδοκνημική άρθρωση. Παρακάτω αναφέρονται τα ποσοστά δύο κύριων συνδρόμων που συντρέχουν στην εμφάνιση αστάθειας της ποδοκνημικής άρθρωσης. Συγκεκριμένα, το 67% των ασθενών που χρήζουν χειρουργικής επέμβασης λόγω έξω αστάθειας πάσχουν από σύνδρομο πρόσκρουσης της

αστραγαλοκνημικής άρθρωσης, ενώ το 49% υποφέρει από αστραγαλοκνημιαία υμενίτιδα (Di-Giovanni et al., 2000). Ακόμα το σύνδρομο ταρσιαίου σωλήνα, η υμενίτιδες στο έξω τμήμα του άκρου ποδός και στην οπίσθια υπαστραγαλική άρθρωση αποτελούν αιτίες για έξαρση της αστάθειας στην ποδοκνημική άρθρωση (Hertel, 2002). Επαναλαμβανόμενα επεισόδια αστάθειας παρουσιάζουν άτομα με εκφυλιστικές αλλοιώσεις. Έρευνα αναφέρει ότι άτομα που έχουν εγχειρήσει τους συνδέσμους τους, έχουν 3,37 φορές περισσότερες πιθανότητες να αναπτύξουν οστεόφυτα και αρθρική σκλήρυνση στην άρθρωση, με αποτέλεσμα την αστάθεια στην περιοχή (Scranton et al., 2000). Ακόμα άτομα με χρόνια αστάθεια παρουσιάζουν αυξημένο εύρος κίνησης στην περιοχή της αστραγαλοκνημικής σε σχέση με άτομα με οξύ διάστρεμμα (Takakura et al., 1997).

Ο όρος της **λειτουργικής αστάθειας** περιγράφηκε πρώτη φορά από τον Freeman (1965). Στην έρευνά του ασχολήθηκε με άτομα που είχαν υποστεί διάστρεμμα των έξω πλαγίων συνδέσμων, παρατηρώντας ένα αίσθημα αδυναμίας ελέγχου της ποδοκνημικής τους άρθρωσης. Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι μετά από ένα τραυματισμό των έξω πλαγίων συνδέσμων πλήττονται οι αρθρικοί ιδιοδεκτικοί υποδοχείς της άρθρωσης (τενόντια όργανα Golgi, μυϊκές άτρακτοι, δερματικοί υποδοχείς, υποδοχείς της άρθρωσης), επειδή οι ίνες των αρθρικών υποδοχέων έχουν μικρότερη αντοχή εφελκυσμού από ότι οι συνδεσμικές ίνες. Με άλλα λόγια μία κάκωση της ποδοκνημικής ελαττώνει την παραγωγή αισθητικών ερεθισμάτων, δημιουργώντας μία ανεπαρκή επανατροφοδότηση για το τραυματισμένο άκρο, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται το εύρος και η ταχύτητα ταλάντευσης του ατόμου (Hertel, 2002 ; Prentice, 2004). Έρευνες αναφέρουν ελλείμματα στον ισορροπιστικό έλεγχο, τόσο σε άτομα μετά από οξύ διάστρεμμα της ποδοκνημικής άρθρωσης (Guskiewicz & Perrin, 1996 ; Orteza et al., 1992 ; Friden et al., 1989) όσο και σε άτομα με χρόνια αστάθεια (Cornwall & Murrell, 1991 ; Forkin et al., Tropp et al., 1996). Σύμφωνα με την ανασκοπική μελέτη της Hertel (2002) διάφοροι παράγοντες ενοχοποιούνται , οι οποίοι συνθέτουν το παθοαιτιολογικό μοντέλο της λειτουργικής αστάθειας της ποδοκνημικής άρθρωσης. Συγκεκριμένα αναφέρονται στην **ελλειμματική ιδιοδεκτικότητα, την αδυναμία, την καθυστερημένη προστατευτική αντίδραση των μυών και τον ελλειμματικό στατικό έλεγχο.**

Οι όροι ιδιοδεκτικότητας, σωματαιοσθησίας και της κιναισθησίας θεωρούνται ταυτόσημοι και άμεσα συνδεδεμένοι με την ισορροπία (Hertel, 2002).

Η **μειωμένη ιδιοδεκτικότητα** αναφέρεται με βάση την ελλιπή αίσθηση της θέσης της άρθρωσης (κιναισθησία) σε άτομα με προϋπάρχων διάστρεμμα (Forkin et al., 1996 ; Lentell et al., 1995) καθώς και έλλειψη της αίσθησης της ενεργητικής επανατοποθέτησης της άρθρωσης (Docherty et al., 1998 ; Konradsen et al., 2000). Ευρήματα υπάρχουν για την μείωση των δερματικών υποδοχέων της άρθρωσης (Stoff & Greene ,1982 ; Nitz et al., 1985 ; Bullock & Saxton , 1994, 1995) καθώς και την ελάττωση της νευρικής αγωγιμότητας (Kleinrensink et al., 1994 ; Nitz et al.,1985) μετά από οξύ διάστρεμμα των έξω πλαγίων συνδέσμων. Κάτι τέτοιο δεν έχει αποδειχθεί αν ισχύει σε άτομα με χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής άρθρωσης (Hertel, 2002 ; Cross, 1987) .

Η **αδυναμία** και ο ελλειμματικός νευρομυϊκός έλεγχος αναφέρεται κυρίως σε άτομα με ιστορικό επαναλαμβανόμενων διαστρεμμάτων(Bullock- Saxton, Lofvenberg et al. , 1995 ; Karlsson et al., Brunt et al., 1992 ; Konradsen & Ravn, 1990 ; Bullock- Saxton, 1994 ; Lynch et al., 1996). Άτομα με χρόνια αστάθεια παρουσιάζουν μειωμένη ενεργοποίηση στο χρόνο απάντησης των περνιαίων μυών. Συγκεκριμένα τα άτομα αυτά φέρουν μειωμένο νευρομυϊκό έλεγχο, καθυστερημένη νευρική αγωγιμότητα καθώς και βλάβη του κεντρικού συστήματος, υιοθετώντας λανθασμένες στρατηγικές. Ο ρόλος του κεντρικού νευρικού συστήματος είναι να διατηρεί την όρθια στάση βάση των δύο τομέων του, της αισθητικότητας και του μυϊκού συντονισμού. Ο τομέας της αισθητικότητας περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες συγκεντρωμένες που προέρχονται από το οπτικό, το αισθησιαίο και το σωματισταθητικό σύστημα (Prentice, 2004). Παρόλο το πλήθος των αισθητικών πληροφοριών που δέχεται το Κ Ν Σ, στηρίζεται σε μία αίσθηση τη φορά για να καθορίσει τον προσανατολισμό της κίνησης. Τα υγιή ενήλικα άτομα βασίζονται κυρίως στο σωματισταθητικό σύστημα για την διατήρηση και τον έλεγχο της ισορροπίας τους. Απλούστερα βασίζονται στην επαφή των ποδιών τους με το έδαφος και στον εντοπισμό της κίνησης της άρθρωσης. (Nashner et al., 1990 ; Nashner,1982 ; Prentice, 2004)

Οι **ελλείψεις του στατικού ή ισορροπιστικού ελέγχου** αναδεικνύουν ένα ακόμα παράγοντα της λειτουργικής αστάθειας (Hertel, 2002 ; Fu & Hui-Chan, 2005 ; Tropp et al.,1986), καθώς ένα άτομο ισορροπεί σε μονοποδική ή διποδική στήριξη , διατηρώντας το κέντρο βάρους του εντός της βάσης στήριξης. Ο μειωμένος νευρομυϊκός έλεγχος και τα ελλιπή σωματισταθητικά ερεθίσματα συνθέτουν την έλλειψη της ισορροπίας. Τα σωματισταθητικά ερεθίσματα έχουν άμεση σχέση με τον ισορροπιστικό έλεγχο και το σύστημα ελέγχου της στάσης (Hertel, 2002). Τα

παραπάνω ερεθίσματα παράγονται από τους αισθητικούς μηχανοποδοχείς όπως: (τενόντια όργανα Golgi, μυϊκή άτρακτος, υποδοχείς της άρθρωσης, δερματικούς υποδοχείς) χωρίς να αναφέρεται ποιοι συγκεκριμένα ευθύνονται αποκλειστικά για τον έλεγχο της στάσης. Παρόλα αυτά σε μία κίνηση των κάτω άκρων οι μυϊκοί άτρακτοι είναι εκείνοι που αντιλαμβάνονται τη διάταση του αγωνιστή μυός, αποστέλλοντας τις αισθητικές πληροφορίες μέσω αισθητικών ινών στο νωτιαίο μυελό (Prentice, 2004). Στη συνέχεια οι πληροφορίες μεταπίπτουν στους α και γ κινητικούς νευρώνες, όπου με την σειρά τους στέλνουν τις πληροφορίες πίσω στις μυϊκές ίνες και μυϊκές ατράκτους για να προκληθεί η συστολή του μυός και να προληφθεί ο έλεγχος και η επιπρόσθετη ταλάντευση της άρθρωσης.

Σε σχέση με την βιβλιογραφία δεν αναφέρεται συσχέτιση μεταξύ της μηχανικής και της λειτουργικής αστάθειας. Παρόλα αυτά η ανάγκη να ερευνησουμε τους παράγοντες που αναφέρονται τόσο στην λειτουργική αστάθεια (Liu & Santos, 2008), όσο και στην μηχανική (Liu et al., 2001) για τον ελλιπή νευρομυϊκό μηχανισμό σηματοδοτείται σε άτομα με έλλειψη στον ισορροπιστικό τους έλεγχο. Οι ερευνητές αξιολογούν κάθε άτομο με υποκειμενική και αντικειμενική εκτίμηση, κρίνοντας τα δεδομένα και τα αποτελέσματα μέσω της αντίστοιχης αξιολόγησης. Υπάρχουν όμως και λεπτές διαφορές μεταξύ των ελλειμμάτων της κιναισθησίας ή ιδιοδεκτικότητας, από κεντρικές βλάβες (αιθουσαία ελλείμματα) που είναι ομολογουμένως δύσκολο στην διερεύνηση τους.

Η ισορροπία μας έχει έναν εξέχοντα ρόλο σε κάθε κίνηση μας, προσπαθώντας να κρατήσουμε το κέντρο ισορροπίας πάνω από την βάση στήριξης. Ένας τραυματισμός στην ποδοκνημική άρθρωση μπορεί να επηρεάσει την στρατηγική ισορροπίας υιοθετώντας μία λαθεμένη. Όπως αναφέρεται στην έρευνα άτομα με χρόνια αστάθεια υιοθετούν την στρατηγική του ισχίου. Η εναλλαγή της εσφαλμένης στρατηγικής πιθανά να οφείλεται σε βλάβη του κεντρικού νευρικού ελέγχου ως αποτέλεσμα της δυσλειτουργίας στην ποδοκνημική άρθρωση μετά το διάστρεμμα.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι οι ελλείψεις στο στατικό έλεγχο επανέρχονται σε μη καθορισμένα επίπεδα, μετά από ένα συγκεκριμένο διάστημα, χωρίς να παίζει ρόλο αν τα άτομα είχαν υποβληθεί σε κάποιο πρόγραμμα επανεκπαίδευσής του. Η μείωση του στατικού ελέγχου επέρχεται μέσω της έλλειψης της ιδιοδεκτικότητας και του νευρομυϊκού ελέγχου.

2.3 Παθομηχανική του οπίσθιου άκρο ποδός

Η ποδοκνημική άρθρωση απαιτεί έναν ακριβή νευρομυϊκό έλεγχο κατά την μετάβαση της από την φάση τελικής φόρτισης στην φάση της αρχικής επαφής του κύκλου της βάρδισης. Μεταβολές στην αρθροκινηματική και την μυϊκή δραστηριότητα έχουν αναφερθεί ως πιθανοί παράγοντες κινδύνου που μπορεί να οδηγήσουν σε έξω διάστρεμμα στην συγκεκριμένη μετάβαση του κύκλου της βάρδισης.

Σύμφωνα με την θεωρία των Freeman et al., (1965) περί αρθρωγενούς αναχαίτισης (articular deafferentation) που οφείλεται στην βλάβη των μηχανοποδοχέων που βρίσκονται στα θυλακοσυνδεσμικά στοιχεία της ποδοκνημικής άρθρωσης, η δυναμική ισορροπία της ποδοκνημικής εξαρτάται από την ικανότητα των ανασπαστών του έξω χείλους (περονιαίοι) να ενεργοποιηθούν γρήγορα για να αντιροπίσουν δυνάμεις που οδηγούν το άκρο σε υπερβολική ανάσπασση έσω χείλους. Η γρήγορη και η αποτελεσματική ενεργοποίηση των περονιαίων σύμφωνα με τους Freeman et al., (1964) είναι αρκετή ώστε να αποτρέψει τον παρατεταμένο υππιασμό του άκρου πόδα που οδηγεί συνήθως σε διάστρεμμα της ποδοκνημικής άρθρωσης. Με λίγα λόγια η θεωρία αυτή προτείνει πως τα άτομα που πάσχουν από λειτουργική αστάθεια της ποδοκνημικής παρουσιάζουν μειωμένη αντανακλαστική δραστηριότητα των περονιαίων μυών. Οι Monaghan et al., (2006) σε έρευνα πάνω στην κινηματική συμπεριφορά της ποδοκνημικής κατά τον κύκλο βάρδισης σε άτομα με χρόνια λειτουργική αστάθεια προτείνουν πως ο δυναμικός έλεγχος της σταθερότητας της ποδοκνημικής άρθρωσης εξαρτάται από τον κινητικό έλεγχο που ασκείται από τα ανώτερα κέντρα του Κ Ν Σ.

Tropp (2002) από την άλλη εστιάζει καθαρά στην κινηματική συμπεριφορά του άκρου και επανεξετάζει του παράγοντες κινδύνου και δηλώνει πως ένας σημαντικός παράγοντας που συμβάλλει στον τραυματισμό είναι ο κακός προσανατολισμός του άκρου πόδα (foot-floor clearance) προτού αυτό έλθει σε επαφή με το έδαφος (heel strike). Ο Monahan et al., (2006) έρχονται να υποστηρίξουν την μελέτη του Tropp επισημαίνοντας πως κατά την διάρκεια του κύκλου βάρδισης των ατόμων με χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής παρατηρείται αυξημένη ανάσπασση του έσω χείλους πριν και αμέσως μετά την φάση της πρώτης επαφής.

Με βάση της παραπάνω έρευνες οι Delahunt et al., (2006) σχεδιάζουν μια έρευνα στην οποία έγινε μελέτη του προσανατολισμού του άκρου πριν και μετά την φάση της πρώτης επαφής και ταυτόχρονα ηλεκτρομυογραφική καταγραφή της

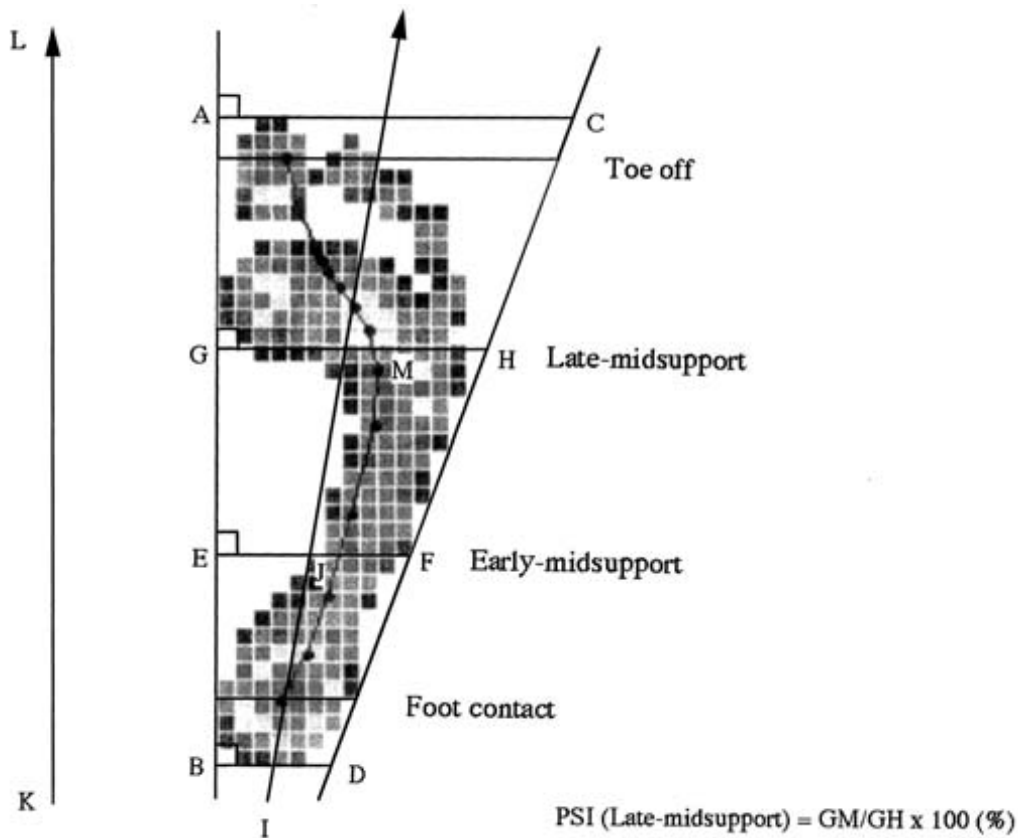
συνολικής ενεργοποίησης του ορθού μηριαίου, του μακρού περωναίου του πρόσθιου κνημιαίου καθώς και του γαστροκνημίου. Έγινε ταυτόχρονη καταγραφή της μυϊκής δραστηριότητας και των τεσσάρων προαναφερθέντων μυών 200 milisecond πριν τη φάση της πρώτης επαφής και 200 milisecond μετά τη πρώτη επαφή.

Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι τα εξής:

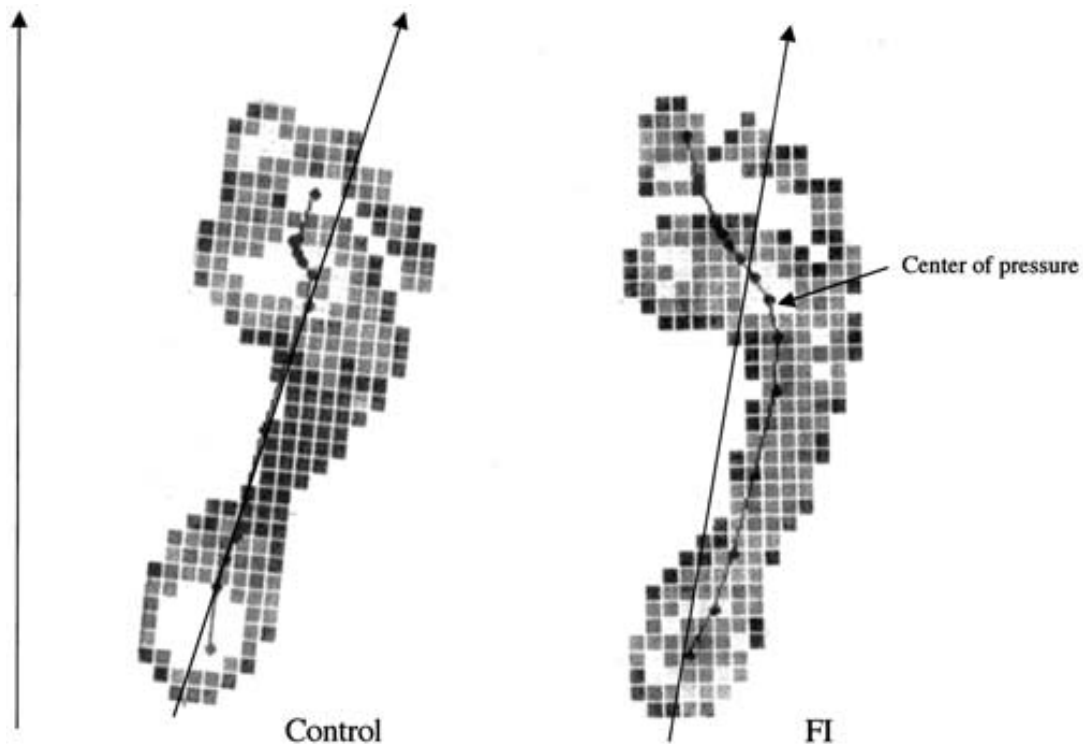
Τα άτομα που άνηκαν στην ομάδα που έπασχε από λειτουργική αστάθεια ποδοκνημικής παρουσίασαν στατιστικά μεγαλύτερη αύξηση της ανάσπασης του έσω χείλους στην διάρκεια της βόδισης και στις 3 δοκιμασίες σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Στο οβελιαίο επίπεδο η ομάδα με αστάθεια έδειξε να έχει μειωμένη επαλληλία μεταξύ του άκρου πόδα και του δαπέδου (foot-floor clearance) κατά την τελική φάση αιώρησης του κύκλου βόδισης. Το εύρημα αυτό μπορεί να εξηγήσει ίσως, γιατί τα άτομα που πάσχουν από χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής βιώνουν την αίσθηση της αστάθειας ή και τον επαναλαμβανόμενο τραυματισμό. Σε μια προηγούμενη μελέτη ο Kongradsen και Voigt (2002) δημιούργησαν ένα εμβιομηχανικό μοντέλο μέσω του οποίου μπορούσαν να συνδέσουν τα ιδιοδεκτικά ελλείμματα της ποδοκνημικής με τα επαναλαμβανόμενα επεισόδια διαστρεμμάτων σε άτομα με λειτουργική αστάθεια. Ήταν μια *in vitro* έρευνα στην οποία οι δύο ερευνητές κάνανε αναπαραγωγή της φάσης βόδισης. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως όταν κατά την τελική φάση αιώρησης και την πρώιμη φάση αρχικής επαφής αν ο άκρος πόδας έχει μεγάλο βαθμό ανάσπασης έσω χείλους έτσι ώστε η μεγαλύτερη ανατομική περιοχή του έξω χείλους συγκρουστεί βίαια με το έδαφος τότε ο άκρος πόδας ανασπάτε προς τα έσω 40 μοίρες, κάμπτετε πελματιαία 40 μοίρες, και στρέφεται προς τα έσω κατά 30 μοίρες. Σε αυτό το σημείο του προσανατολισμού (40 μοίρες ανάσπαση έσω, 40 μοίρες πελματιαίας κάμψης, και 30 μοίρες έσω στροφής) ο άκρος πόδας βρίσκεται σε μειονεκτική θέση καθώς οι αρθρικές επιφάνειες έχουν χάσει μεγάλο μέρος της επαλληλίας τους που σημαίνει ότι η άρθρωση υστερεί σε σταθερότητα. Εάν στο παραπάνω προσθέσουμε το γεγονός ότι στην φάση της πρώτης επαφής ο άκρος πόδας δέχεται τα μεγαλύτερα φορτία καταλαβαίνουμε ότι οι πιθανότητες για τραυματισμό αυξάνονται.

Ο Nawata et al (2005) χρησιμοποίησαν διαδυναμικό πελματογράφο από το οποίο αντλήσανε πληροφορίες για τον προσανατολισμό του άκρου ποδός κατά την βόδιση. Το σύστημά κατέγραφε την πίεση του πέλματος και ταυτόχρονα υπολόγιζε το κέντρο της πίεσης [C O P: center of pressure]. Κατά την φάση στήριξης μπορούσαν να βρουν μέσω υπολογισμών τον ακριβή προσανατολισμό του άκρου κατά την μέση

φάση στήριξης σύμφωνα με την μέθοδο της Silverstein et al., (1995)(Σχ.2.4.). Με αυτήν την μέθοδο προέκυπταν οι γωνία προσανατολισμού του άκρου ποδός καθώς και ο βαθμός του πρηγισμού υππιασμού. Επισημαίνουμε πως οι ομάδα με λειτουργική αστάθεια δεν παρουσίαζε κάποιο είδος παθολογικής ελαστικότητας (μηχανική αστάθεια).



Σχήμα 2.4. Ο γεωμετρικός τρόπος υπολογισμού για τον προσανατολισμό του άκρου ποδός. Ο βαθμός πρηγισμού-υππιασμού σύμφωνα με το κέντρο πίεσης (C O P). [toe off= φάση ώθησης, late- midsupport= φάση τελικής στήριξης, early-midsupport= φάση μέσης στήριξης, foot contact= φάση πρώτης επαφής]. Τροποποιημένο από Nawata et al., 2005.



Σχήμα 2.5. Δύο πελματογραφήματα κατά την φάση στήριξης. Το πελματογράφημα αριστερά αντιστοιχεί στην ομάδα ελέγχου και το δεύτερο, δεξιά της ομάδας με λειτουργική αστάθεια. Είναι εμφανής η διαφορά της τροχιάς που παρουσιάζει το κέντρο πίεσης στις δύο ομάδες. [Control= ομάδα ελέγχου, FI= ομάδα με λειτουργική αστάθεια, Center of pressure= κέντρο πίεσης]. Τροποποιημένο από Nawata et al., 2005.

Η έρευνα αυτή έδειξε πως η ομάδα των ατόμων που έπασχε από λειτουργική αστάθεια της ποδοκνημικής άρθρωσης παρουσίαζε αυξημένο βαθμού προσαγωγής και υππιασμού σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίαζαν οι έρευνες των Hertel (2002) και Tropp(1985) Όσον αφορά την ηλεκτρομυογραφική μελέτη της έρευνας αυτής παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μόνο στην ενεργοποίηση του ορθού μηριαίου και του μακρού περνιαίου.

Το σημείο της μέγιστης ενεργοποίησης του μακρού περνιαίου εντοπίστηκε αμέσως μετά την φάση της πρώτης επαφής (107.91 millisecond vs 64.53 millisecond $P < .01$). Αυτή η έντονη αντίδραση σύμφωνα με τους συγγραφείς μπορεί να είναι το αποτέλεσμα της προσπάθειας που κάνει το άτομο να εντοπίσει τα ασφαλή όρια τροχιάς προκειμένου να αποφύγει τον τραυματισμό κατά την διάρκεια της βάρδισης. Οι ίδιοι ερευνητές πιθανολογούν επίσης πως το παραπάνω φαινόμενο μπορεί να οφείλετε στην πρώιμη ρύθμιση και προσαρμογή του κινητικού ελέγχου που αναφέρετε στα ανώτερα κέντρα. Ο πρώιμος σχεδιασμός του κινητικού ελέγχου εμπλέκει μέσα και τον σχεδιασμό της κίνησης η οποία αναδιαμορφώνετε σύμφωνα με

τις παρελθοντικές εμπειρίες (Dyhre-Poulsen et al., 1991). Οι ίδιες υποθέσεις περί προσαρμογής του Κ Ν Σ στις περιφερικές βλάβες αποτέλεσαν την εξήγηση για την αυξημένη ενεργοποίηση του ορθού μηριαίου.

Σε έρευνα των Santilli et al., (2005) γίνεται μεμονωμένη καταγραφή της δραστηριότητας του μακρού περνιαίου κατά την διάρκεια του κύκλου βάρδισης. Και σε αυτή την έρευνα η μηδενική υπόθεση των ερευνητών αφορούσε την προστατευτική ιδιότητα του μακρού περνιαίου κατά την διάρκεια των φάσεων στήριξης του κύκλου βάρδισης. Στις φάσεις αυτές λόγω των ιδιοδεκτικών ελλειμμάτων και λόγω του ότι το άκρο δέχεται όλο το βάρος του σώματος ένα διάστρεμμα έξω χείλους είναι πολύ πιθανόν (Konradsen et al,1998). Ο Sutherland (2001) ο οποίος ασχολήθηκε με την καταγραφή της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας των μυών του έξω χείλους στην βάρδιση, γίνεται πιο συγκεκριμένος και υποστηρίζει πως ο μακρύς περνιαίος ενεργοποιείται κατά την διάρκεια της μέσης στάσης (middle stance phase) και της άρσης των δαχτύλων (terminal stance phase). Σε αυτές τις δύο φάσεις ο μακρύς περνιαίος παρέχει εξωτερική υποστήριξη που είναι χρήσιμη καθώς το άκρο βρίσκεται σε μονή στήριξη και είναι ευάλωτο σε διαστρέμματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3. Έννοια ιδιοδεκτικότητας

Θα μπορούσαμε να πούμε πως ιδιοδεκτικότητα είναι ο συνδυασμός της αίσθησης της θέσης, της κίνησης (κιναισθησία), και της δύναμης, που διευκολύνει ανά πάσα στιγμή την αντίληψη της θέσης των μελών, της κίνησής τους και της παραγωγής κατάλληλης μυϊκής συστολής για την διατήρηση μιας θέσης ή για την υιοθέτηση κάποιας άλλης (Haus et al., 1990).

Ο όρος ιδιοδεκτικότητα εισήχθη για πρώτη φορά από τον Charles Sherrington το 1906 και περιγράφει την συνείδηση της θέσης και του προσανατολισμού των μελών μεταξύ τους και στον χώρο. Είναι αποτέλεσμα σύνθετης επεξεργασίας κεντρομόλων ερεθισμάτων από διάφορους μηχανοποδοχείς και νευρικές δομές που βρίσκονται στο δέρμα (ελεύθερες νευρικές απολήξεις), στους συνδέσμους (όργανα Golgi), στις αρθρώσεις, στους μύες (μυϊκή άτρακτος) και σε άλλες δομές που αφορούν το κεντρικό νευρικό σύστημα όπως ο νωτιαίος μυελός και το στέλεχος. Ο Haus et al., (1990) ορίζουν τρία είδη νευρικών απολήξεων που συμβάλλουν στην ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης. Συγκεκριμένα αναφέρουν:

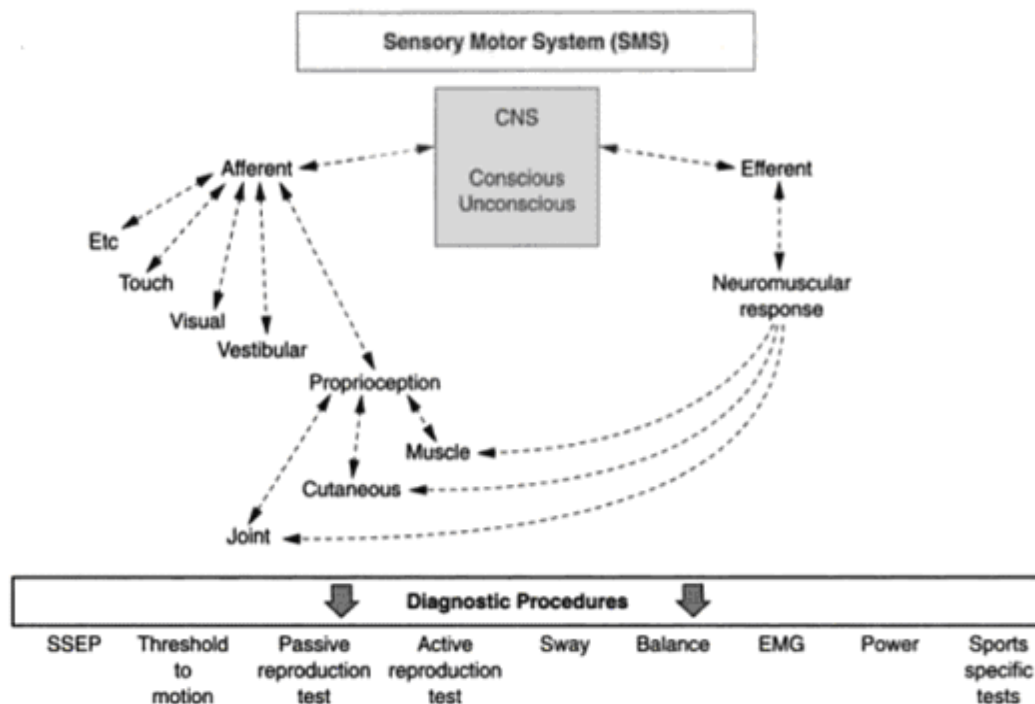
Pacini's corpuscles: μεταδίδουν την γρήγορη μεταβολή της δύναμης. Παρουσιάζουν γρήγορη προσαρμοστικότητα και χαμηλή ουδό πυροδότησης.

Ruffini's corpuscles: χαρακτηρίζονται από την αργή προσαρμογή και την χαμηλή ουδό πυροδότησης

Ελεύθερες νευρικές απολήξεις: λειτουργούν ως υποδοχείς πόνου μπορεί όμως να επισημαίνουν ερεθίσματα μηχανικά και θερμικά.

Τενόντιο όργανο Golgi: είναι μια ιδιοδεκτική δομή η οποία εντοπίζεται στην μυοτενόντια ένωση. Αυτή η δομή είναι ευαίσθητη στη μηχανική τάση και η λειτουργία της είναι η ανίχνευση της δημιουργίας τάσεων στη μυοτενόντια ένωση από τα συστατικά στοιχεία. Ο Houk και ο Henneman υποστηρίζουν πως η συγκεκριμένη δομή είναι τόσο ευαίσθητη ενεργοποιείται ακόμα και από δυνάμεις 0.1G

Η μυϊκή άτρακτος: παρέχει πληροφορίες στο Κ Ν Σ σχετικά με το μήκος του μυός και τον ρυθμό μεταβολής αυτού (ταχύτητα). Η άτρακτος δίνει πληροφορίες που αφορούν την θέση του μέλους και το επίπεδο συστολής του μυός (μήκος).



■ Figure 5.1 Set-up and diagnostic procedures for the sensomotoric system.

Σχήμα 3.1. Το μοντέλο του σωματισθητικού και κινητικού έλεγχου. Αναπαρίσταται το κεντρικό νευρικό σύστημα όλες οι δομές και οι δίοδοι που μεταφέρουν τα ερεθίσματα από τις δομές προς το Κ Ν Σ και κάτω από το κύριο σχηματισμό αναφέρονται όλοι οι διαγνωστικοί μέθοδοι αξιολόγησης της ιδιοδεκτικότητας. Τροποποιημένο από διαδίκτυο www.googlebooks.com Unstable Ankle

3.1 Η Ιδιοδεκτικότητα και αστάθεια ποδοκνημικής

Ο Freeman et al., (1965) μέσα από την έρευνά τους στην αιτιολογία και την πρόληψη της λειτουργικής αστάθειας, υπέθεσαν πως οι τραυματισμοί στην άρθρωση της ποδοκνημικής δεν είναι ένα απλό ζήτημα, καθώς μεταξύ των άλλων περιαρθρικών στοιχείων (τένοντες, θύλακες, σύνδεσμοι) τραυματίζονται και οι μηχανοϋποδοχείς που εμπεριέχονται στις παραπάνω δομές. Στον τραυματισμό αυτόν οι ερευνητές (Freeman et al., 1965) πιστεύουν ότι οφείλεται η μειωμένη ιδιοδεκτικότητα του οπίσθιου άκρου ποδός.

Ο Koradsen et al., (1993) έρχεται να διευκρινίσει ποιοι μηχανοϋποδοχείς συνεισφέρουν περισσότερο στην ιδιοδεκτικότητα, κάνοντας χρήση αναισθητικού. Με αυτόν τον τρόπο ο Koradsen σκόπευε ν' αποκλείσει ώσεις που προέρχονται από τους υποδοχείς των τενόντων

Από την παραπάνω έρευνα συμπεράναν πως οι κεντρομόλες ώσεις προερχόμενες από τους μηχανοϋποδοχείς των συνδέσμων συμβάλλουν λιγότερο στην ιδιοδεκτικότητα από ότι οι μηχανοϋποδοχείς των τενόντων και των μυών

Ο Feurbach et al., (1994) έρχονται να συμφωνήσουν πως οι προερχόμενες από συνδέσμους κεντρομόλες ώσεις είναι λιγότερο σημαντικές σε σύγκριση με τους μηχανοϋποδοχείς του δέρματος των τενόντων και των μυών της περιοχής.

Ο Koradsen και Ravn, (1990) ήταν από τους πρώτους ερευνητές που εξέτασαν τον χρόνο αντίδρασης των περνιαίων μυών σε μια απότομη κίνηση υπτιασμού 30 μοιρών. Καταμέτρησαν τη δραστηριότητα των περνιαίων με τη χρήση διαδερμικού ηλεκτρομυογράφου (patch). Οι μετρήσεις αυτές αφορούσαν το μακρύ και το βραχύ περνιαίο των ατόμων με λειτουργική αστάθεια ποδοκνημικής.

Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας δηλώνουν πως τ' άτομα με λειτουργική αστάθεια της ποδοκνημικής παρουσιάζουν μία χρονοκαθυστέρηση στην εκδήλωση αντανεκλαστικού προστασίας στους περνιαίους μύες σε σχέση με τα υγιή άτομα.

Στην προαναφερθείσα έρευνα οι ερευνητές καταλήγουν στο συμπέρασμα πως η αύξηση στον χρόνο αντίδρασης των περνιαίων υποδηλώνει έλλειμμα των περιφερικών αντανεκλαστικών σταθεροποίησης της ποδοκνημικής άρθρωσης. Αυτό το συμπέρασμα είναι σύμφωνο με τη θεωρία των Freeman et al., 1964.

Η θεωρία αυτή υποστηρίζει πως μετά από τραυματισμούς και λόγω της καταστροφής μηχανοϋποδοχών μειώνονται οι κεντρομόλες ώσεις που προέρχονται από μηχανοϋποδοχείς των τενόντων και των μυών προς το Κ Ν Σ. Η μείωση αυτή έχει σαν αποτέλεσμα την καθυστέρηση της εμφάνισης των αντανεκλαστικών, που προστατεύουν την άρθρωση από τα επικίνδυνα σημεία τροχιάς.

Σύμφωνα με τον Freeman et al., (1964) η δυναμική σταθεροποίηση της ποδοκνημικής εξαρτάται από την ικανότητα των πρημιστών (περνιαίοι) να αντιδράσουν γρήγορα σε μια ξαφνική και σύντομη δύναμη υπτιασμού, διατηρώντας την άρθρωση σε ασφαλή τροχιά. Ο λανθάνων χρόνος αντανεκλαστικών έχει προταθεί από τους Wilkerson και Nitz (1995) ως η κύρια αιτία επανατραυματισμού.

Ο Lofrenberg et al., (1995) μέτρησαν το χρόνο αντίδρασης μακρού περνιαίου και πρόσθιου κνημιαίου και ανακάλυψαν πως ο χρόνος αυτός είναι αυξημένος σε άτομα με λειτουργική αστάθεια ποδοκνημικής σε σχέση με υγιή άτομα. Απο τους Hopkins και Ingersoll, (2000) προτείνεται η θεωρία της αρθρογενούς μυϊκής αναχαίτισης. Ο Mayers et al., (2003) ερεύνησαν την επίδραση έκχυσης λιδοκαΐνης στο πρόσθιο αστραγαλοπερνιαίο και τον περνοπερνιαίο σύνδεσμο. Η έρευνα έδειξε πως η

προστατευτική αντίδραση (αντανακλαστικό) των περνιαίων μυών κατά την απρόβλεπτη κίνηση πρηνισμού και το πλάτος δραστηριοποίησης των μυών μειώθηκε.

3.1.1 Ισορροπία

Αν και η διατήρηση της ισορροπίας στην όρθια θέση μπορεί να φαίνεται ως μια απλή κινητική δεξιότητα για τους υγιείς αθλητές, αυτό δεν μπορεί να θεωρηθεί ως δεδομένο σε αθλητές με μυοσκελετικές δυσλειτουργίες. Η μυϊκή αδυναμία τα ιδιοδεκτικά ελλείμματα και τα ελλείμματα του εύρους τροχιάς της άρθρωσης, μπορεί να βλάψουν την ικανότητα ενός ατόμου να συγκρατήσει το κέντρο βάρους εντός της βάσης στήριξης. Με άλλα λόγια τα άτομα αυτά χάνουν την ισορροπία τους. Η ισορροπία είναι από μόνη της το πιο σημαντικό στοιχείο, το οποίο υπαγορεύει τις κινητικές στρατηγικές εντός της κινητικής αλυσίδας(Nashner.L 1976). Η απόκτηση αποτελεσματικών στρατηγικών για την διατήρηση της ισορροπίας είναι συνεπώς απαραίτητη για τις αθλητικές επιδόσεις. Αν και η ισορροπία συχνά θεωρείται ως μια στατική διαδικασία, στην ουσία είναι μια έντονη δυναμική διαδικασία, που ενσωματώνει πολλές νευρικές οδούς. Αν και η ισορροπία είναι ο πιο διαδεδομένος όρος, η ισορροπία της στάσης είναι ένας γενικότερος όρος, που περιλαμβάνει την ευθυγράμμιση των αρθρούμενων τμημάτων, σε μια προσπάθεια να διατηρηθεί το κέντρο βάρους εντός των μέγιστων ορίων της σταθερότητας. Παρ' ότι κατατάσσεται ως ένας από τους τελευταίους στόχους των θεραπευτικών ασκήσεων, η διατήρηση της ισορροπίας είναι ένα ζωτικό στοιχείο για την αποκατάσταση των τραυματισμών των αρθρώσεων, το οποίο δεν πρέπει να παραβλέπεται. Παραδοσιακά η ορθοπεδική αποκατάσταση δίνει έμφαση στα προβλήματα μεμονωμένων αρθρώσεων, όπως στη βελτίωση του εύρους της τροχιάς της άρθρωσης, στην ευκαμψία και στην αύξηση της μυϊκής δύναμης και αντοχής, παρά στις αισθητικές πληροφορίες που συγκεντρώνονται από τις αρθρώσεις και επεξεργάζονται από το σύστημα ελέγχου της στάσης. Η έρευνα στο πεδίο της ιδιοδεκτικότητας και κιναισθησίας τονίζει την ανάγκη εκπαίδευσης του νευρικού δικτύου, που συνδέεται με την άρθρωση(Garn et al, 1988). Η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, η ιδιοδεκτικότητα και η κιναισθησία, είναι απαραίτητες για όλες τις αθλητικές δραστηριότητες και μη, που απαιτούν ισορροπία. Τα σύγχρονα πρωτόκολλα αποκατάστασης πρέπει συνεπώς να επικεντρώνονται σε ένα συνδυασμό ασκήσεων ανοικτής και κλειστής κινητικής

αλυσίδας. Η αναγκαιότητα για το συνδυασμό ασκήσεων ανοικτής και κλειστής κινητικής αλυσίδας, μπορεί να φανεί κατά τη βάδιση (περπάτημα ή τρέξιμο), καθώς το πόδι και η ποδοκνημική προετοιμάζονται για την επαφή της πτέρνας με το έδαφος (ανοικτή αλυσίδα) και όταν προετοιμάζονται να ελέγξουν το κέντρο βάρους του σώματος κατά το μέσο της φάσης στήριξης και άρσης του μεγάλου δακτύλου (κλειστή κινητική αλυσίδα)(Nashner et al,1989).

3.2 Ο νευρομυϊκός συντονισμός μετά από διάστρεμμα ποδοκνημικής

Η περιπλοκότητα του μηχανισμού ανατροφοδότησης που αποτελείται από το μυϊκό σύστημα, τα αρθρικά στοιχεία και το Κ Ν Σ είναι ευρέως γνωστή και αναγνωρισμένη. Και οι τρεις αυτές ομάδες φαίνεται να συνδέονται στενά μεταξύ τους. Αλλοιώσεις σε ένα από τα στοιχεία του μηχανισμού ανατροφοδότησης επηρεάζει τα υπόλοιπα στοιχεία. Μείωση της αισθητικής πληροφόρησης έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει την τοπική και όχι μόνο μυϊκή λειτουργία και ενεργοποίηση. Για παράδειγμα, η εντόπιση αύξησης του στατικού λικνίσματος κατά τη μονοποδική στήριξη, μετά από διάστρεμμα της ποδοκνημικής, αποδόθηκε στην αλλοίωση των ιδιοδεκτικών πληροφοριών των μηχανοϋποδοχέων της άρθρωσης. Η σχέση μεταξύ των μηχανοϋποδοχέων και της μυϊκής λειτουργίας έχει εξεταστεί επανειλημμένως. Στην έρευνά τους οι Stokes και Young, (2009) υπέθεσαν πως οι αρθρικοί τραυματισμοί μπορεί να μειώσουν τη μυϊκή δραστηριότητα οδηγώντας μακροπρόθεσμα σε αδυναμία και έπειτα σε μυϊκή ατροφία.

Μετά από την καταμέτρηση της μυϊκής ενεργοποίησης του τετρακέφαλου με τη χρήση ηλεκτρομυογράφου σε ασθενείς, στους οποίους είχε πραγματοποιηθεί μηνισκεκτομή ή αρθροτομή (αρθροπλαστική), εντοπίστηκε πτώση της μυϊκής ενεργοποίησης έως και 80% στην πλευρά της επέμβασης ή του τραυματισμού. Η μειωμένη μυϊκή ενεργοποίηση επικράτησε και για τις επόμενες 15 ημέρες μετά το χειρουργείο, παρ' όλη την απουσία πόνου. Πιθανός μηχανισμός που ενοχοποιείται για τη μειωμένη μυϊκή δραστηριότητα μπορεί να είναι αυξημένη διέγερση των αρθρικών κεντρομόλων ώσεων από το αυξημένο ποσοστό του ενδοαρθρικού υγρού. Ο De Andrade et al., (1965) στην έρευνά τους έδειξαν πως η έγχυση φυσιολογικού ορού (saline) στην άρθρωση του γόνατος, ήταν υπεύθυνη για τη μειωμένη δραστηριότητα του τετρακέφαλου.

Πολύ πριν πραγματοποιηθούν έρευνες έγχυσης διαφόρων υγρών ενδοαρθρικά σε ανθρώπους, προηγήθηκαν τα πειράματα των Freeman et al. και Wyke (1965) σε γάτες. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές ήθελαν να εξετάσουν τη σχέση που συνδέει τους μηχανοϋποδοχείς της άρθρωσης της ποδοκνημικής και την αντανακλαστική δραστηριότητα του άκρου μετά από ενδοαρθρική έγχυση υγρού. Προηγουμένως είχαν κάνει παρατηρήσεις πάνω στα φυσιολογικά αντανακλαστικά του πρόσθιου κνημιαίου και του γαστροκνημιαίου μυός και έπειτα με τη χρήση αναισθητικού γύρω από την ποδοκνημική άρθρωση, στόχευαν στη μείωση των κεντρομόλων ερεθισμάτων. Μετά από τη χρήση αναισθητικού παρατηρήθηκε μείωση της αντανακλαστικής δραστηριότητας κάτι το οποίο αποδεικνύει τη σημαντικότητα των κεντρομόλων ερεθισμάτων προερχόμενων από την ποδοκνημική άρθρωση, στη ρύθμιση της μυϊκής ενεργοποίησης και δραστηριότητας. Οι Freeman et al. και Wyke πίστευαν ότι η μυϊκή δραστηριότητα ρυθμίζεται μέσω της συμβολής ερεθισμάτων που προέρχονται από αρθρικές δομές (μηχανοϋποδοχείς) και ερεθισμάτων από γ κινητικούς νευρώνες των μυϊκών ατράκτων (1965). Αυτές οι πειραματικές αποδείξεις έρχονται να επιβεβαιώσουν παλαιότερες κλινικές παρατηρήσεις, οι οποίες υποστήριζαν πως: " η μειωμένη αισθητικότητα μια άρθρωσης μπορεί να οδηγήσει στην μυϊκή δυσλειτουργία της ίδιας και όχι μόνον ". Η παραπάνω υπόθεση, ότι ένας αρθρικός τραυματισμός επηρεάζει την κινητική συμπεριφορά της ίδιας της άρθρωσης αλλά και των γειτονικών, αποτέλεσε επί δεκαετίες τον πυρήνα της διδασκαλίας των Lewit και Janda (1964).

Πειραματικές αποδείξεις παρέχει ο Wyke (1967) στην νευρολογία των αρθρώσεων, όπου σε μελέτες πάνω σε γάτες φαίνεται πως, το κινητικό σύστημα (motor system) έχει την τάση να επεκτείνει τη δυσλειτουργία σε επιπλέον περιοχές.

Ο Wyke με τα αποτελέσματα που εξήγαγε από τις έρευνές του πάνω σε πειραματόζωα, όπως οι γάτες, προσπαθούσε να συμπεράνει τις επιπτώσεις που θα είχαν τα ίδια πειράματα σε ανθρώπους. Ο ερευνητής παρατήρησε ότι στις γάτες ο τραυματισμός του θύλακα μιας άρθρωσης δεν επηρέαζε μόνο τους μύες γύρω από τη συγκεκριμένη άρθρωση αλλά και απομακρυσμένες μυϊκές ομάδες.

Με βάση την παραπάνω παρατήρηση δήλωσε ότι: "...ανωμαλία στη ροή των ώσεων από τους μηχανοϋποδοχείς μιας άρθρωσης προς το Κ Ν Σ θα είχε ως αποτέλεσμα την διαταραχή της αντίληψης της θέσης και κίνησης μια άρθρωσης καθώς και τη διαταραχή της αντανακλαστικής συμπεριφοράς που αφορά τη ρύθμιση της στάσης και της βάρδισης".

Ο Wyke δήλωσε επίσης πως η αισθητικότητα μιας άρθρωσης είναι ζωτικής σημασίας για την εκτέλεση των φυσιολογικών στατικών αντανακλαστικών. Αυτή του η δήλωση έρχεται να συμφωνήσει με την άποψη του Freeman όταν προτείνει ότι η αλλοίωση που παρατηρείται στα στατικά αντανακλαστικά και τη μυϊκή ενεργοποίηση μπορεί να είναι αποτέλεσμα της βλάβης των αρθρικών μηχανοϋποδοχέων. Καθώς τα κεντρομόλα ερεθίσματα κατευθύνονται προς την παρεγκεφαλίδα και τα φλοιϊκά κέντρα, η λανθάνουσα αισθητική πληροφορία προερχόμενη από την τραυματισμένη άρθρωση (στην προκειμένη περίπτωση από την άρθρωση της ποδοκνημικής) είναι αρκετή ώστε να επιφέρει αλλοιώσεις στη ρύθμιση της στάσης του σώματος. Σε πειραματικές μελέτες πάνω στη στατική ισορροπία οι Torpp et al., (1985) βρήκαν μετά από πολλές παρατηρήσεις ατόμων που είχαν τραυματιστεί στην ποδοκνημική σημαντική μείωση της στατικής ισορροπίας κάτι που επαληθεύει τις υποθέσεις του Wyke (1967) γύρω από το ίδιο θέμα.

Πιο πρόσφατες έρευνες που πραγματοποίησε ο Gauffin και οι συνεργάτες του (1990) υποδεικνύουν πως οι ασθενείς που είχαν μονόπλευρο τραυματισμό του πρόσθιου χιαστού παρουσιάζουν αμφίπλευρα ελλείμματα στασιικού ελέγχου. Οι συγκρίσεις αυτές γίνονται πάντα με ομάδες ελέγχου που δεν είχαν υποστεί ποτέ τραυματισμό στα κάτω άκρα. Από την παραπάνω παρατήρηση υπέθεσαν πως η αλλοίωση της ρύθμισης του στασιικού ελέγχου είναι αποτέλεσμα της προσαρμογής των ανώτερων κέντρων κινητικού ελέγχου.

Μέσω του παραπάνω συμπεράσματος εννοείται πως συγκεκριμένα μέρη του Κ Ν Σ που είναι υπεύθυνα για τη ρύθμιση του κινητικού ελέγχου της στάσης παρουσιάζουν προσαρμογές οι οποίες προέρχονται από τις αλλοιωμένες κεντρομόλες ώσεις. Με λίγα λόγια αλλαγή στα αισθητικά ερεθίσματα θα επιφέρει αλλαγή στα ανώτερα κέντρα που συνεπάγεται αλλαγή της μυϊκής ενεργοποίησης. Ο Gross στην ερευνά του πάνω στα επαναλαμβανόμενα διαστρέμματα της ποδοκνημικής αντικρούει τα αποτελέσματα και τις υποθέσεις των Freeman και των άλλων ερευνητών σχετικά με τα αίτια των ιδιοδεκτικών ελλειμμάτων μετά από διαστρέμματα.

Με βάση τις υποθέσεις των Freeman και ομόφωνων του οι Joanne και Bullock-Saxton (1992) πραγματοποιούν μια έρευνα στη οποία εξετάζουν την τοπική μεταβολή της αισθητικότητας και της αλλαγής στην μυϊκή λειτουργικότητα του ισχίου μετά από σοβαρά διαστρέμματα της ποδοκνημικής άρθρωσης.

Όπως και στις περισσότερες έρευνες δημιουργήθηκαν δύο ομάδες, την μία την αποτελούσαν άτομα με ιστορικό τραυματισμού και την άλλη άτομα χωρίς κανένα τραυματισμό στο κάτω άκρο. Όλοι οι συμμετέχοντες της έρευνας ήταν μέλη του Αυστραλέζικου στρατού και στην ομάδα των τραυματισμών θα μπορούσαν να συμμετέχουν μόνον άτομα με τραυματισμούς II και III βαθμού. Εξετάστηκε το γιατρικό ιστορικό 231 ατόμων εκ των οποίων τα 80 (20%) είχαν υποστεί τραυματισμούς αμφοτερόπλευρα τα 233 (60%) είχαν τραυματισμούς σε άλλες αρθρώσεις και θεωρήθηκαν ακατάλληλοι για συμμετοχή στην εν λόγω έρευνα. Μόνο στα 64 άτομα (18%) συνεχίστηκε η λεπτομερή ανάλυση του ιατρικού τους ιστορικού αλλά μόνο τα 20 άτομα πληρούσαν όλες τις προϋποθέσεις για την συμμετοχή τους στην έρευνα. Και στα 20 άτομα πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για τον έλεγχο της τοπικής αισθητικότητας (τραυματισμένος άκρος πόδας) και την ενεργοποίηση των μυών γύρω από την άρθρωση του ισχίου.

Στο κομμάτι της αισθητικότητας οι ερευνητές επέλεξαν να εξετάσουν την παλλαισθησία στην περιοχή κοντά στον έξω σφυρό. Η παλλαισθησία είναι η ικανότητα του ατόμου να αντιλαμβάνεται δόνηση συγκεκριμένης συχνότητας όταν η συσκευή ή οποιοδήποτε άλλο μέσον αναπαραγωγής δόνησης εφάπτεται με το δέρμα του. Ο εντοπισμός ελλειμμάτων αισθητηριακής φύσης μέσω της δόνησης είναι ένα αρκετά αμφιλεγόμενο θέμα και ο αριθμός των ερευνών σε αυτόν τον τομέα είναι περιορισμένος και αντικρουόμενων αποτελεσμάτων. Για αυτόν το λόγο χρησιμοποιήθηκε εύρος συχνοτήτων (100, 150, 200, 250 Hz). Κατά την εφαρμογή της δόνησης πραγματοποιείται σταδιακή αύξηση της συχνότητας μέχρι την στιγμή που η δόνηση γίνει αντιληπτή από το άτομο. Η ελάχιστη συχνότητα η οποία γίνεται αντιληπτή από το άτομο κατοχυρώνεται και ως το κατώφλι της παλλαισθησίας του συγκεκριμένου ατόμου.

Στο κομμάτι της μυϊκής ενεργοποίησης έγινε χρήση επιδερμικού ηλεκτρομυογράφου. Ο ηλεκτρομυογράφος παρέχει πληροφορίες για την ενεργοποίηση συγκεκριμένων μυών στους οποίους εφαρμόζονται τα ηλεκτρόδια.

Διπολικά ηλεκτρόδια εφαρμόστηκαν συμμετρικά αμφοτερόπλευρα της σπονδυλικής στήλης στο ύψος του O2-O3 για να καταγράψουν την μυϊκή δραστηριοποίηση των εκτεινόντων της σπονδυλικής στήλης στην περιοχή της οσφυϊκής μοίρας. Ηλεκτρομυογράφος εφαρμόσθηκε επίσης στην περιοχή των γλουτών για την καταγραφή την μυϊκής δραστηριότητας των μείζων γλουτιαίων και τον οπίσθιων μηριαίων. Η εφαρμογή των ηλεκτροδίων έγινε περίπου στην μεσότητα

τον μυϊκών γαστέρων με σκοπό την πιο ακριβή καταγραφή της μυϊκής δραστηριότητας των συγκεκριμένων μυών. Σε κάθε δοκιμασία τα άτομα εκτέλεσαν έκταση 15 μοιρών στο ισχίο σε διάρκεια ίση με 3 χτύπους μετρονόμου το οποίο πραγματοποιεί 72 χτύπους το λεπτό. Καταυτόν τον τρόπο το άκρο κινείται 6 μοίρες το δευτερόλεπτο γωνιακή ταχύτητα που αντιστοιχεί με την ταχύτητα που έχει το άκρο στην αργή βάρδια. Τα αποτελέσματα της έρευνα αυτής είναι τα εξής .

Το κατώφλι της παλλαισθησίας έδειξε να διαφέρει σημαντικά μεταξύ της ομάδας τραυματισμού και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις συχνότητες. Στην ομάδα των τραυματισμένων συμμετεχόντων χρειάστηκε να υπερβούν τα όρια των προκαθορισμένων συχνοτήτων προκειμένου αυτές να γίνουν αντιληπτές. Οι ερευνητές δεν σταμάτησαν σε αυτήν την σύγκριση μόνον εξέτασαν επίσης την διαφορά που μπορεί να εμφάνιζε στην αντίληψη της δόνησης στο υγιές συμμετρικό άκρο. Από αυτήν την σύγκριση προέκυψε πως ενώ η ομάδα ελέγχου δεν παρουσίαζε ιδιαίτερη διαφορά στην παλλαισθησία μεταξύ δεξί και αριστερού άκρου πόδα εκτός από μία συχνότητα (200 Hz) στην ομάδα των τραυματισμών η παλλαισθησία μεταξύ του τραυματισμένου και μη άκρου έδειχνε να διαφέρει κατά πολύ σε όλες της προκαθορισμένες συχνότητες.

Η ηλεκτρομυογραφική ανάλυση των μυών γύρω από το ισχίο παρατηρήθηκε πως κατά την προετοιμασία του άκρου για έκταση ο μείζον γλουτιαίος του τραυματισμένου άκρου χρειάστηκε περισσότερο χρόνο για την ενεργοποίηση του σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Η ανάλυση των ηλεκτρομυογραφικών δεδομένων των υπολοίπων μυϊκών ομάδων δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές.

3.3 Βάρδια και λειτουργική αστάθεια

Το σύνολο της ομαλής εμβιομηχανικής λειτουργίας του άκρου πόδα είναι άμεσα συνδεδεμένο με την λειτουργικότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης. Ο άκρος πόδας αποτελεί το τελικό τμήμα του κάτω άκρου απαραίτητο για μια ομαλή και σταθερή βάρδια.

Η ποδοκνημική είναι εκείνο το τμήμα της αλυσίδας που μεταφέρει τα φορτία από τα κάτω άκρα και το κορμό στον άκρο πόδα καθώς εκείνο έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Η σύνθεση των 28 οστών, των οποίων οι κινήσεις είναι αλληλένδετες δεν λειτουργούν μονάχα ως μια δομή υποδοχής βάρους απαραίτητη για την υποστήριξη του σώματος , αλλά και ως μια έξυπνη κατασκευή η οποία είναι εμφανίζει

μεγάλη προσαρμοστικότητα και ευελιξία σε περισσότερο απαιτητικές δραστηριότητες όπως είναι η βάρδια σε ανώμαλο έδαφος, οι εναλλαγές ταχυτήτων, οι ασύμμετρες επιβαρύνσεις, και οι γρήγορες εναλλαγές κατεύθυνσης.

3.4 Το σύστημα ελέγχου της στάσης

Η κατανόηση του συστήματος ελέγχου της στάσης και των διαφόρων συστατικών του στοιχείων είναι απαραίτητη. Το σύστημα ελέγχου της στάσης, χρησιμοποιεί πολύπλοκες διαδικασίες, που περιέχουν αισθητικά και κινητικά συστατικά στοιχεία. Η διατήρηση της ισορροπίας της στάσης περιλαμβάνει τον αισθητικό εντοπισμό των κινήσεων του σώματος, την ενσωμάτωση της αισθητικοκινητικής πληροφορίας στο Κ Ν Σ και την εκτέλεση των κατάλληλων μυοσκελετικών αντιδράσεων. Οι περισσότερες καθημερινές δραστηριότητες όπως είναι η βάρδια, το ανεβοκατέβασμα σκάλας, η προσέγγιση αντικειμένων, η ρήψη μιας μπάλας απαιτούν τη στατική τοποθέτηση των ποδιών με ελεγχόμενη μετατόπιση της ισορροπίας, ειδικά αν είναι επιθυμητό ένα ευνοϊκό αποτέλεσμα (Prentice, 2007). Γι' αυτό το λόγο, η ισορροπία μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι μια στατική και δυναμική διαδικασία. (Scot M. Lephart, Freddie H. Fu, 1998). Η επίτευξη της στατικής και δυναμικής ισορροπίας βασίζεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ σώματος και περιβάλλοντος. Από κλινική προοπτική, ο διαχωρισμός μεταξύ αισθητικών και κινητικών διαδικασιών της ισορροπίας σημαίνει ότι ένα άτομο μπορεί να παρουσιάσει ισορροπιστικά ελλείμματα για έναν ή δύο από τους παρακάτω λόγους:

- i) Δεν υπάρχει ακριβής αίσθηση της θέσης του κέντρου βάρους σχετικά με τη βάση στήριξης και
- ii) Οι αυτόματες κινήσεις, που απαιτούνται για τη μετακίνηση του κέντρου βάρους σε μια θέση ισορροπίας είναι εκτός χρόνου ή δεν συγχρονίζονται αποτελεσματικά.

Η θέση του σώματος σε σχέση με τη βαρύτητα και τον περιβάλλοντα χώρο γίνεται αισθητή μέσω του συνδυασμού οπτικών, αιθουσαίων και σωματοαισθητικών ερεθισμάτων. Οι ισορροπιστικές κινήσεις περιλαμβάνουν κινήσεις της ποδοκνημικής, του γόνατος και του ισχίου, τα οποία ελέγχονται με συντονισμένες ενέργειες κατά μήκος της κινητικής αλυσίδας. Αυτές οι διαδικασίες είναι ζωτικής σημασίας για την παραγωγή ομαλών κινήσεων σε αθλητικές δραστηριότητες.

3.4.1 Έλεγχος της ισορροπίας

Το ανθρώπινο σώμα είναι μια πολύ υψηλή κατασκευή που ισορροπεί πάνω σε μια σχετικά μικρή βάση. Το κέντρο βάρους του είναι πολύ ψηλά, ακριβώς πάνω από τη λεκάνη. Είναι πολλοί παράγοντες που υπεισέρχονται στο ζήτημα του ελέγχου της ισορροπίας εντός της βάσης στήριξης. Ο έλεγχος της ισορροπίας περιλαμβάνει ένα περίπλοκο δίκτυο νευρωνικών συνδέσεων και κέντρων, καθώς και κεντρικούς και περιφερικούς μηχανισμούς ανατροφοδότησης(Nashner,1976). Το σύστημα ελέγχου της στάσης λειτουργεί ως ένα κύκλωμα ελέγχου της ανατροφοδότησης μεταξύ του εγκεφάλου και του μυοσκελετικού συστήματος. Οι πηγές της αισθητικής πληροφόρησης, που κατευθύνονται προς το σύστημα ελέγχου της στάσης, προέρχονται συγκεντρωτικά από οπτικά, αιθούσια και σωματικά ερεθίσματα. Ο ρόλος του Κ Ν Σ για τη διατήρηση της όρθιας στάσης μπορεί να διαιρεθεί σε δύο τομείς.

Ο πρώτος τομέας, η οργάνωση της αισθητικότητας, περιλαμβάνει εκείνες τις διαδικασίες που καθορίζουν τον συγχρονισμό, την κατεύθυνση και το εύρος των διορθωτικών αντιδράσεων της στάσης βάσει των πληροφοριών από το οπτικό αιθουσαίο και σωματ αισθητικό σύστημα(Wilkerson et al, 1994). Παρά τη διαθεσιμότητα πολλαπλών αισθητικών ερεθισμάτων το Κ Ν Σ εν γένει βασίζεται σε μια μόνο αίσθηση τη φορά για πληροφορίες σχετικά με τον προσανατολισμό. Στο υγιείς ενήλικες οι προτιμώμενη αίσθηση για τον έλεγχο της ισορροπίας βασίζεται στο σωματ αισθητικό (δηλαδή στην επαφή των ποδιών με το έδαφος και στον εντοπισμό της κίνησης της άρθρωσης)(Nashner 1989). Στους ορθοπεδικούς τραυματισμούς το σωματ αισθητικό σύστημα είναι μέγιστης σημασίας.

Ο δεύτερος τομέας, ο μυϊκός συντονισμός, είναι το σύνολο των διαδικασιών που καθορίζουν τη χρονική ακολουθία και κατανομή της συστολικής δραστηριότητας των μυών των κάτω άκρων και του κορμού, που παράγουν υποστηρικτικές αντιδράσεις για τη διατήρηση της ισορροπίας. Τα ερευνητική δεδομένα προτείνουν τα ότι τα ελλείμματα ισορροπίας σε άτομα με νευρολογικά προβλήματα ενδέχεται να οφείλονται στην ακατάλληλη αλληλεπίδραση μεταξύ των τριών αισθητικών συστημάτων που παρέχουν πληροφορίες προσανατολισμού στο σύστημα ελέγχου της ισορροπίας.

Ένας ασθενής μπορεί να βασίζεται πάρα πολύ σε ένα σύστημα σε καταστάσεις, όπου δημιουργούνται συγκρούσεις και αντιδράσεις μεταξύ των αισθητικών

πληροφοριών (Garn et al, 1988).

Από κλινική προοπτική, η σταθεροποίηση κατά την όρθια θέση απαιτεί την ενσωμάτωση πληροφοριών και από τα τρία αισθητικά συστήματα, τα οποία εργάζονται συνδυαστικά και είναι όλα τους χρήσιμα για την εκτέλεση συντονισμένων διορθώσεων της στάσης. Η βλάβη ενός από αυτά αντισταθμίζονται συνήθως από τα υπόλοιπα δύο. Συχνά όμως ένα από τα συστήματα αυτά παρέχει εσφαλμένες ή ελλιπείς πληροφορίες σχετικά με διαφορετικές επιφάνειες, ή και μεταβολές στην οπτική οξύτητα και την περιφερική όραση. Στην περίπτωση αυτή είναι σημαντικό να παρέχει ένα από τα υπόλοιπα συστήματα ακριβείς και επαρκείς πληροφορίες έτσι ώστε να διατηρηθεί η ισορροπία. Για παράδειγμα, όταν υπάρχουν αντιφάσεις στο σωματαιοσθητικό σύστημα, όπως όταν το άτομο στέκεται πάνω σε μια κινούμενη πλατφόρμα ή μια μαλακή επιφάνεια από αφρό, η ισορροπία ελαττώνεται σημαντικά όταν τα μάτια είναι κλειστά σε σχέση με όταν είναι ανοιχτά. Τα σωματαιοσθητικά ερεθίσματα παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τον προσανατολισμό των τμημάτων του σώματος μεταξύ τους και σχετικά με την υποστηρικτική επιφάνεια (Horak et al, 1990). Η όραση εκτιμά τον προσανατολισμό των ματιών και της κεφαλής σε σχέση με τα διάφορα αντικείμενα του περιβάλλοντος και παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ισορροπίας. Σε μια σταθερή επιφάνεια, το κλείσιμο των ματιών θα πρέπει να επιφέρει μόνο ελάχιστη αύξηση της ταλάντευσης σε υγιή άτομα. Όταν όμως έχουν διαταραχθεί τα σωματαιοσθητικά ερεθίσματα λόγω τραυματισμού ενός συνδέσμου, το κλείσιμο των ματιών θα αυξήσει την ταλάντευση σημαντικά (Wilkerson et al, 1994).. Το αιθουσαίο σύστημα παρέχει πληροφορίες, που εκτιμούν τις επιταχύνσεις γραμμικές, γωνιακές και βαρύτητας του κεφαλιού σε σχέση με τον αδρανή χώρο. Δεν παρέχει όμως πληροφορίες προσανατολισμού σε σχέση με τα εξωτερικά αντικείμενα. Συνεπώς δεν διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ισορροπίας, όταν το οπτικό και σωματαιοσθητικό σύστημα παρέχουν ακριβή πληροφόρηση.

3.4.2 Σωματισθησία και ισορροπία

Οι όροι σωματισθησία, ιδιοδεκτικότητα και κιναισθησία συχνά χρησιμοποιούνται ο ένας αντί του άλλου.

Η σωματισθησία είναι ένας γενικότερος όρος, που χρησιμοποιείται για να αποδώσει τους ιδιοδεκτικούς μηχανισμούς σχετικά με τον έλεγχο της στάσης και μπορεί να θεωρηθεί ως συνώνυμος των υπόλοιπων όρων. Η σωματισθησία ορίζεται λοιπόν ως η εξειδικευμένη παραλλαγή της αίσθησης της αφής, που περιλαμβάνει την αίσθηση της κίνησης της άρθρωσης (κιναισθησία) και της θέσης της άρθρωσης (Garn et al., 1988).

Όπως αναφέρθηκε νωρίτερα η ισορροπία αφορά την ικανότητα διατήρησης του κέντρου βάρους του σώματος εντός της βάσης στήριξης, που σχηματίζουν τα πόδια. Η σωματισθησία και η ισορροπία συνεργάζονται στενά καθώς το σύστημα ελέγχου της στάσης χρησιμοποιεί τις αισθητικές πληροφορίες σχετικά με την κίνηση και η στάση από τους περιφερικούς αισθητικούς υποδοχείς (μυϊκή άτρακτος, τενόντια όργανα Golgi, υποδοχείς στις αρθρώσεις και δερματικοί υποδοχείς).

Το ερώτημα όμως παραμένει, πως επηρεάζει η ιδιοδεκτικότητα τη διατήρηση της όρθιας στάσης και την ισορροπία (Lephart ; Fu,1998);

Τα σωματισθητικά ερεθίσματα παράγονται από τους μηχανοϋποδοχείς, αλλά δεν είναι σαφές αν οι υποδοχείς της αφής, οι μυϊκές άτρακτοι ή τα τενόντια όργανα Golgi, ευθύνονται περισσότερο για τον έλεγχο της ισορροπίας. Ο Nashner συμπεραίνει, μετά από μελέτη ΗΜΓ αντιδράσεων ύστερα από διαταράξεις της πλατφόρμας στήριξης, ότι πρέπει να εμπλέκονται και άλλες οδοί για τις αντιδράσεις αυτές, γιατί οι χρόνοι υστέρησης ήταν μεγαλύτεροι από αυτούς που φυσιολογικά σχετίζονται με το κλασσικό μυοτατικό αντανακλαστικό. Το μυοτατικό αντανακλαστικό χρονικά είναι ο πρώτος μηχανισμός για την αύξηση του επιπέδου δραστηριοποίησης των μυών γύρω από μια άρθρωση μετά από μια εξωτερική επιβαλλόμενη στροφή της άρθρωσης. Η στροφή της ποδοκνημικής είναι το πιθανότερο ερέθισμα για την έκλυση του μυοτατικού αντανακλαστικού στα περισσότερα άτομα. Φαίνεται ότι είναι η πρώτη χρήσιμη φάση δραστηριοποίησης των μυών του κάτω άκρου μετά από μια μεταβολή της όρθιας στάσης .

Το μυοτατικό αντανακλαστικό εντοπίζεται όταν οι διαταράξεις της βάδισης ή της στάσης εκλύουν αυτόματες, λειτουργικά κατευθυνόμενες αντιδράσεις στους μύες των

κάτω άκρων για την αντιστάθμιση της ανισορροπίας τους αυξημένου εύρους και της ταχύτητας της ταλάντευσης (Nashner, 1976).

Οι μυϊκές άτρακτοι δισαισθάνονται τη διάταση του αγωνιστή και αποστέλλουν πληροφορίες μέσω των αισθητικών ινών τους στο νωτιαίο μυελό. Εκεί οι πληροφορίες μεταφέρονται στους α και γ κινητικούς νευρώνες, οι οποίοι με τη σειρά τους μεταφέρουν πληροφορίες πίσω στις μυϊκές ίνες και τις μυϊκές ατράκτους αντίστοιχα και προκαλείται η συστολή του μυός για τη πρόληψη ή έλεγχο της επιπρόσθετης ταλάντευσης (Lephart ; Fu,1998).

Το εύρος και η ταχύτητα ταλάντευσης αξιολογείται πάνω σε μια πλατφόρμα σε μια θέση με τα δάχτυλα επάνω και μια με τα δάχτυλα κάτω. Το μυοτατικό αντανακλαστικό εντοπίστηκε στους μυς της γαστροκνημίας μετά από μια απότομη μετατόπιση στη θέση των δακτύλων προς τα κάτω.

Παρατηρήθηκε μια αντίδραση με μέτριο χρόνο υστέρησης (103 – 118 ms στους μύες υπό διάταση, ενώ στη συνέχεια παρατηρήθηκε μια καθυστερημένη αντίδραση στον ανταγωνιστικό πρόσθιο κνημιαίο μυ (108 – 124 ms). Οι ερευνητές απέκλεισαν τις αισθητικές ιδιοδεκτικές πληροφορίες σε μια προσπάθεια να μελετήσουν το ρόλο της ιδιοδεκτικής πληροφόρησης από τα κάτω άκρα για τη διατήρηση της όρθιας στάσης. Αυτά τ' αποτελέσματα προτείνουν ότι η ιδιοδεκτική πληροφόρηση από υποδοχείς πίεσης, ή και αρθρικούς υποδοχείς στο πόδι (εφαρμόστηκε ισχαιμία στην ποδοκνημική) παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην σταθεροποίηση της στάσης σε κινήσεις μικρού εύρους, αλλά είναι ελάσσονος σημασίας σε έντονες μετατοπίσεις. Το πείραμα περιλαμβάνει και ένα οπτικό στοιχείο, καθώς τα άτομα δοκιμάστηκαν με τα μάτια ανοιχτά και με τα μάτι κλειστά. Τα αποτελέσματα προτείνουν ότι όταν τα άτομα δοκιμάστηκαν με τα μάτι ανοιχτά, η οπτική πληροφόρηση αντιστάθμισε την απώλεια της ιδιοδεκτικής πληροφορίας (Lephart ; Fu,1998).

Μια άλλη μελέτη* χρησιμοποίησε τις ΗΜΓ αντιδράσεις κατά την αυτόματη διατάραξη της θέσης των άκρων κατά τη στάση πάνω σε κινούμενο διάδρομο για να περιγράψει το μυοτατικό αντανακλαστικό. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι κατά την κίνηση προς τα πίσω του διαδρόμου, η ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής οδήγησε στην πρόσθια μετατόπιση του κέντρου βάρους, εκλύοντας έτσι ένα μυοτατικό αντανακλαστικό στον γαστροκνήμιο και στη συνέχεια μια αδύναμη δραστηριοποίηση του πρόσθιου κνημιαίου. Σε μια άλλη μελέτη η κίνηση ήταν η αντίστροφη, άρα το κέντρο βάρους μετατοπίστηκε προς τα πίσω, οπότε εκλύθηκε το μυοτατικό αντανακλαστικό στον πρόσθιο κνημιαίο. Και οι δύο αυτές μελέτες

προτείνουν ότι οι αντιδράσεις του μυοτατικού αντανεκλαστικού βοηθούν στον έλεγχο του κέντρου βάρους του σώματος, και ότι το αισουσαίο σύστημα είναι μάλλον απίθανο να σχετίζεται άμεσα με την παραγωγή των απαραίτητων αντιδράσεων. Η εξάλειψη όλων των αισθητικών πληροφοριών από τα πόδια και τις ποδοκνημικές, αποκαλύπτει ότι οι ιδιοδεκτικοί υποδοχείς στους μύες των κάτω άκρων (γαστροκνήμιους και πρόσθιους κνημιαίους) ήταν σε θέση να δώσουν επαρκείς αισθητικές πληροφορίες για μια σταθερή όρθια θέση (Scot M. Lephart, Freddie H. Fu, 1998). Οι μελέτες υποθέτουν ότι οι αισθητικές ίνες της μυϊκής ατράκτου καθώς και οι ίνες από τα τενόντια όργανα Golgi ήταν οι κύριες οδοί για αυτές τις αισθητικές πληροφορίες. Οι έρευνες έδειξαν ότι τα φυσιολογικά άτομα μπορούν να ορθοστατίσουν με σταθερό τρόπο, όταν οι υποδοχείς στους μύες των κάτω άκρων είναι η μόνη πηγή πληροφόρησης για την ταλάντευση του κέντρου βάρους του σώματος προκειμένου να διατηρήσει την όρθια στάση.

Άλλες μελέτες έχουν εξετάσει το ρόλο της σωματισταθητικής πληροφόρησης μέσω της μεταβολής ή του περιορισμού των σωματισταθητικών πληροφοριών με τη χρήση πλατφόρμας μέτρησης εύρους και ταχύτητας ταλάντευσης του κέντρου βάρους ή πλατφόρμας με αφρώδη επιφάνεια. Αυτές οι μελέτες αναφέρουν ότι τα άτομα αντιδρούσαν με καλά συντονισμένες κινήσεις, αλλά οι κινήσεις ήταν συχνά αναποτελεσματικές ή δεν επαρκούσαν για το περιβαλλοντικό πλαίσιο στον οποίο χρησιμοποιούνταν (Riemann, 2003).

3.4.3 Διατάραξη της ισορροπίας

Αν υποθεθεί, για παράδειγμα, ότι μια αθλήτρια καλαθοσφαίρισης πηδάει για να πιάσει τη μπάλα και συγκρούεται με μια άλλη παίκτρια, οπότε αυτή αναγκάζεται να προσγειωθεί με μη αναμενόμενο τρόπο και θέση κάτι που θέτει σε κίνδυνο τη φυσιολογική της ισορροπία. Για να μην πέσει το σώμα πρέπει να αυτοδιορθωθεί με την επιστροφή του κέντρου βάρους εντός πιο ασφαλών ορίων σταθερότητας. Τα ερεθίσματα από αισθητικούς μηχανοϋποδοχείς από το ισχίο, το γόνατο και την ποδοκνημική ευθύνονται για την έκλυση αυτομάτων αντιδράσεων διατήρησης της στάσης μέσω της χρήσης μιας από τις τρεις πιθανές στρατηγικές. Μεταξύ της βάσης στήριξης και του κέντρου βάρους εντοπίζονται τρεις κυρίως αρθρώσεις (ποδοκνημική, γόνατο, ισχίο). Αυτό επιτρέπει μια μεγάλη ποικιλία από στάσεις, ενώ το κέντρο βάρους βρίσκεται ακόμα τοποθετημένο πάνω από τη βάση στήριξης.

Όπως περιγράφει ο Nashner οι κινήσεις γύρω από μια δεδομένη άρθρωση ελέγχονται από τις συντονισμένες ενέργειες τουλάχιστον ενός ζεύγους μυών, που εργάζονται ενάντια ο ένας στον άλλον. Όταν οι δυνάμεις, που ασκούνται από τα ζεύγη των δυνάμεων αυτών γύρω από μια άρθρωση (πχ πρόσθιος κνημιαίος και γαστροκνήμιος/υποκνημίδιος) συνδυαστούν, το αποτέλεσμα είναι προβολή αντίστασης στην στροφή της άρθρωσης σχετικά με τη θέση ηρεμίας. Ο βαθμός, στον οποίον η άρθρωση αντιστέκεται στη στροφή, καλείται σκληρότητα της άρθρωσης. Η θέση ηρεμίας και η σκληρότητά της μεταβάλλονται ανεξάρτητα η μια από την άλλη μέσω της μεταβολής των επιπέδων δραστηριοποίησης της μιας ή και των δύο μυϊκών ομάδων (Ebig et al., 1997). Η θέση ηρεμίας της άρθρωσης και η σκληρότητα της άρθρωσης είναι από μόνες τους μια ανεπαρκής βάση για τον έλεγχο των αντιροπιστικών ταλαντεύσεων. Θεωρείται ότι το μυοτατικό αντανεκλαστικό είναι χρονικά ο πρώτος μηχανισμός για την αύξηση του επιπέδου δραστηριοποίησης των μυών μιας άρθρωσης μετά από μια εξωτερικά επιβαλλόμενη στροφή σε αυτήν. Όταν διαταραχθεί η ισορροπία ενός ατόμου από μια εξωτερική παρέμβαση, οι στρατηγικές κινήσεις των αρθρώσεων του κάτω άκρου συντονίζουν τη μετακίνηση του κέντρου βάρους πίσω σε μια θέση ισορροπίας. Έχουν εντοπιστεί τρεις στρατηγικές. Εν γένει η σχετική αποτελεσματικότητα της στρατηγικής της ποδοκνημικής, του γόνατος και του ισχίου για την επανατοποθέτηση του κέντρου βάρους πάνω από τη βάση στήριξης εξαρτάται από τη διατάραξη της βάσης στήριξης, την ευθυγράμμιση του κέντρου βάρους σε σχέση με τα όρια σταθερότητας και την ταχύτητα της αντισταθμιστικής ταλάντευσης (Riemann, 2003).

Η στρατηγική της ποδοκνημικής μετατοπίζει το κέντρο βάρους, ενώ διατηρεί την τοποθέτηση των ποδιών, μέσω της στροφής του σώματος σαν μια άκαμπτη μάζα γύρω από τις ποδοκνημικές. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της συστολής του γαστροκνημίου, ή του πρόσθιου κνημιαίου, για την παραγωγή ροπής στις ποδοκνημικές.

Η πρόσθια μετατόπιση του σώματος αντιροπείται από την δραστηριοποίηση του γαστροκνημίου, ο οποίος έλκει το σώμα προς τα πίσω. Η οπίσθια μετατόπιση του σώματος αντιροπείται από τη συστολή του πρόσθιου κνημιαίου. Η σημασία των μυών αυτών δεν πρέπει να υποτιμάται όταν σχεδιάζεται το πρόγραμμα αποκατάστασης. Η στρατηγική της ποδοκνημικής είναι περισσότερο αποδοτική κατά την εκτέλεση σχετικά αργών μετακινήσεων του κέντρου βάρους, όταν η βάση στήριξης είναι σταθερή και το κέντρο βάρους είναι σχετικά εντός της περιμέτρου των

ασφαλών ορίων σταθερότητας. Η στρατηγικής της ποδοκνημικής θεωρείται ότι είναι αποτελεσματική για τη διατήρηση μια στατικής θέσης με το κέντρο βάρους εκτός του κέντρου της βάσης στήριξης. Οι μύες του μηρού και του κατώτερου τμήματος του κορμού συστέλλονται και αντιστέκονται έτσι στην αποσταθεροποίηση από τις περιφερικές αρθρώσεις εξ αιτίας της έμμεσης επίδρασης των μυών της ποδοκνημικής στις κεντρικές αρθρώσεις.

Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες αισθητικότητας επιλέγεται σχεδόν αποτελεσματικά η ενεργοποίηση των μυών της ποδοκνημικής για τη διατήρηση της ισορροπίας. Υπάρχουν όμως λεπτές διαφορές που σχετίζονται με την απώλεια της σωματαιοσθησίας και με αιθουσαίες δυσλειτουργίες, σχετικά με τις στρατηγικές ελέγχου της στάσης. Τα άτομα με σωματαιοσθητικά ελλείμματα φαίνεται ότι βασίζονται στους μύες του ισχίου για να συγκρατήσουν το κέντρο βάρους κατά τις πρόσθιες ή οπίσθιες ταλαντώσεις, ή με διαφορετικά μήκη της υποστηρικτικής επιφάνειας (Ebig et al., 1997).

Αν η στρατηγική της ποδοκνημικής δεν μπορεί να ελέγξει τις υπερβολικές ταλαντεύσεις τότε υπάρχει η στρατηγική του ισχίου για να βοηθήσει στον έλεγχο της κίνησης του κέντρου βάρους μέσω της έκλυσης μεγάλων και γρήγορων κινήσεων στις αρθρώσεις των ισχίων και αντίθετης φάσης στροφής στις ποδοκνημικές. Αυτή η στρατηγική είναι περισσότερο αποτελεσματική όταν το κέντρο βάρους εντοπίζεται κοντά στην περίμετρο των ορίων σταθερότητας ή όταν τα όρια αυτά περιορίζονται από μια στενότερη βάση στήριξης. Τελικά όταν το κέντρο βάρους μετατεθεί εκτός των ορίων σταθερότητας, ένα βήμα είναι η μόνη στρατηγική που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αποφευχθεί η πτώση (Lephart ; Fu,1998).

Έχει προταθεί ότι η ευθυγράμμιση των ορίων σταθερότητας στο κέντρο βάρους μεταβάλλεται σε άτομα, που εκδηλώνουν μια μυοσκελετική ανωμαλία, όπως είναι ένα διάστρεμμα στο γόνατο ή την ποδοκνημική. Για παράδειγμα, η αδυναμία του συνδέσμου μετά από ένα οξύ ή χρόνια διάστρεμμα, γύρω από τις αρθρώσεις αυτές είναι πιθανόν ότι θα μειώσει το εύρος τροχιάς της άρθρωσης, άρα θα περιοριστούν τα όρια σταθερότητας και το άτομο θα κινδυνεύει περισσότερο από μια πτώση με σχετικά μικρότερη ταλάντευση.

Οι Pinstaar et al (2000), προτείνουν ότι ο περιορισμός της λειτουργικότητας σχετίζεται με τη μετάβαση από τη στρατηγική της ποδοκνημικής στη στρατηγική του ισχίου για τις τροποποιήσεις στις στάσεις σε αθλητές με λειτουργική αστάθεια της ποδοκνημικής. Αυτό το εύρημα, που συνάδει με προηγούμενα αποτελέσματα από

τους Tropp et al (1998) προτείνει ότι έχει επηρεαστεί η αισθητική ιδιοδεκτική λειτουργία στους αθλητές αυτούς.

3.4.4 Ισορροπία και κλειστή κινητική αλυσίδα

Υπεισέρχονται πολλοί παράγοντες στη διαδικασία ελέγχου της ισορροπίας. Ένα στοιχείο που συχνά παραβλέπεται είναι ο ρόλος της ισορροπίας εντός της κλειστής κινητικής αλυσίδας. Οι συνεχείς διαφωνίες σχετικά με τον ορισμό της κινητικής αλυσίδας, για το αν είναι καλύτερες οι ασκήσεις της κλειστής κινητικής αλυσίδας έναντι της ανοιχτής κινητικής αλυσίδας, πολλές φορές μας αποσπούν την προσοχή από που είναι πραγματικά σημαντικό. Η θεωρία της κινητικής (τμηματικής) αλυσίδας σχετικά για με το κάτω άκρο βοηθούν να σχηματιστεί μια άποψη για το ρόλο της κινητικής αλυσίδας στη διατήρηση της ισορροπίας. Εντός της κινητικής αλυσίδας, κάθε κινούμενο τμήμα μεταδίδει δυνάμεις στα υπόλοιπα τμήματα κατά μήκος της αλυσίδας, και κινήσεις που επηρεάζονται από τις δυνάμεις που μεταδίδουν προς αυτό τα υπόλοιπα τμήματα (Ebig et al., 1997).

Η διατήρηση της ισορροπίας σχετίζεται με την κλειστή κινητική αλυσίδα καθώς το περιφερικό τμήμα είναι σταθεροποιημένο επάνω στη βάση στήριξης. Ο συντονισμός των αυτόματων αντιροπιστικών ταλαντεύσεων κατά την ισορροπία δεν καθορίζεται αποκλειστικά από τους μύες που ενεργούν άμεσα γύρω από την άρθρωση. Οι μύες των κάτω άκρων και του κορμού ασκούν έμμεσες δυνάμεις σε γειτονικές αρθρώσεις μέσω των δυνάμεων αδράνειας αλληλεπίδρασης μεταξύ των τμημάτων του σώματος. Ο συνδυασμός μιας ή περισσότερων στρατηγικών (ποδοκνημική, γόνατο, ισχίο) χρησιμεύει για τον συντονισμό της μετακίνησης του κέντρου βάρους πίσω σε μια σταθερή ή ισορροπημένη θέση, όταν διαταράσσεται η ισορροπία του ατόμου από μια εξωτερική παρέμβαση. Ο τραυματισμός σε κάποια από τις αρθρώσεις αυτές, ή των μυών, κατά μήκος της κινητικής αλυσίδας μπορεί να οδηγήσει στην απώλεια της κατάλληλης επανατροφοδότησης για τη διατήρηση της ισορροπίας (Prentice, 2007) .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4. Η κλινική εξέταση

Η κλινική εξέταση αρχίζει με την προσεκτική επισκόπηση της περιοχής. Χρωματισμοί, πόνος, παρουσία οιδήματος, καθώς και προσανατολισμός της άρθρωσης είναι σημαντικά σημεία αξιολόγησης. Το οίδημα παρόλα αυτά είναι μια ένδειξη του χρόνου που μεσολάβησε από τον τραυματισμό και όχι τόσο της λειτουργικότητας του άκρου, οπότε ζητείται από τον ασθενή σε αυτήν τη φάση να πραγματοποιήσει φυσιολογικές κινήσεις πελματιαίας κάμψης 30 μοιρών, ραχιαίας κάμψης 20 μοιρών, απαγωγή - προσαγωγή 10 μοιρών και έσω - έξω στροφής 17 μοιρών.

Παρατηρείται η ευθυγράμμιση του άκρου κατά τη φάση έγερσης, κατά την όρθια θέση, τη βάδιση και το τρέξιμο. Τα γύρω μαλακά μόρια εξετάζονται για επίπονα σημεία και οι μύες για ενεργά trigger points. Η ψηλάφηση συνεχίζεται πέρα από το σημείο του τραυματισμού καθώς 30-40% των ασθενών παραπονούνται για υπερευαισθησία σε μη τραυματισμένες γειτονικές περιοχές. Ο κάθε λογής έλεγχος πραγματοποιείται πάντα σε σύγκριση με το συμμετρικό υγιές μέλος και συνεχίζεται στις γειτονικές αρθρώσεις (γόνατο, ισχίο, κατώτερη οσφυϊκή μοίρα).

4.1 Ειδικές δοκιμασίες

Όπως σε κάθε τραυματισμό έτσι και για τον τραυματισμό των θυλακοσυνδεσμικών στοιχείων της ποδοκνημικής υπάρχουν ειδικές κλινικές δοκιμασίες. Οι δοκιμασίες αυτές αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο των ειδικών για την διάγνωση και το βαθμό της βλάβης. Γενικότερα στις δοκιμασίες διάγνωσης των διαστρεμμάτων πραγματοποιούνται παθητικά από τον εξεταστή αλλά και ενεργητικά από τον ασθενή κινήσεις που αυξάνουν την τάση στην τραυματισμένη δομή. Μια δοκιμασία για την διάγνωση διαστρέμματος στη ποδοκνημική άρθρωση είναι το πρόσθιο συρτάρι. Η δοκιμασία του πρόσθιου συρταριού (anterior drawer) πραγματοποιείται με τον ασθενή σε ύπτια θέση με την ποδοκνημική σε γωνία 90 μοιρών (γωνία μεταξύ άκρου και κνήμης). Σε αυτήν τη θέση, ο εξεταστής τοποθετεί το

ένα του χέρι κάνοντας λαβή στην οπίσθια επιφάνεια του άκρου ποδός, στην πτέρνα και τον αστράγαλο, ενώ με το άλλο χέρι σταθεροποιεί την πρόσθια επιφάνεια της κνήμης. Με τα δύο χέρια σε αυτή τη θέση ο εξεταστής δημιουργεί δυνάμεις διάτμησης φέροντας τον άκρο πόδα προς τα εμπρός και σταθεροποιώντας την κνήμη στην επιφάνεια εξέτασης. Στην περίπτωση που ο ασθενής δεν μπορεί να ηρεμίσει από τον πόνο επιλέγουμε να τον τοποθετήσουμε σε πρηνή θέση τοποθετώντας τον άκρο πόδα λίγο έξω από το εξεταστικό κρεβάτι και με μια λαβή πίσω από την πτέρνα πιέζουμε τον άκρο προς το έδαφος. Αυτή η εναλλακτική εξέταση λέγεται Gungor test, η οποία όταν είναι θετική παρατηρείται μετατόπιση του αστραγάλου σε περιπτώσεις θυλακικής ρήξης και δερματική αναδίπλωση αμφοτερόπλευρα του αχίλλειου τένοντα σε σύγκριση με την υγιή πλευρά. Η μετατόπιση του αστραγάλου άνω των 4 mm (συγκριτικά πάντα με το υγιές μέλος) χαρακτηρίζεται ανωμαλία. Η παρουσία ενός μαλακού τελικού σημείου τροχιάς (soft end point) και χαρακτηριστικού κριγμού αξιολογείται προσεκτικά διότι συνήθως είναι σημεία θετικής την δοκιμασία του πρόσθιου συρταριού.

4.2 Αξιολόγηση ισορροπίας

Πριν από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 υπήρχαν πολύ λίγες μέθοδοι για τη συστηματική και ελεγχόμενη αξιολόγηση της ισορροπίας. Η αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας στους αθλητές γινόταν παραδοσιακά με την εφαρμογή της δοκιμασίας Romberg. Αυτή η δοκιμασία εκτελείται από όρθια θέση με τα πόδια το ένα δίπλα στο άλλο, τα άνω άκρα στο πλάι και τα μάτια κλειστά. Φυσιολογικά ένα άτομο μπορεί να σταθεί ακίνητο στη θέση αυτή, αλλά η τάση για ταλάντευση ή πτώση προς τη μια πλευρά θεωρείται ως θετικό σημείο Romberg και είναι ενδεικτικό ελλειμματικής ιδιοδεκτικότητας (Lephart ; Fu,1998). Η δοκιμασία Romberg έχει υποστεί κριτική πάντως για την έλλειψη ευαισθησίας και αντικειμενικότητας. Θεωρείται ως μια μάλλον ποιοτική αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας, επειδή χρειάζεται αρκετή προσπάθεια για να μετακινηθεί ο εξεταζόμενος, ώστε να μπορέσει ο εξεταστής να καταγράψει και να χαρακτηρίσει την ταλάντευση.

Πρόσφατα προτείνεται η χρήση μιας σειράς ποσοστοποιημένων κλινικών δοκιμασιών – balance error scoring system (BESS) Σύστημα βαθμολόγησης ισορροπιστικών σφαλμάτων – έναντι της πρότυπης δοκιμασίας Romberg. Ο

εξεταζόμενος υιοθετεί τρεις τάσεις (μονοποδική, διποδική στήριξη και στήριξη με τα πόδια στη σειρά) δύο φορές, μια σε σταθερή επιφάνεια και μια σε επιφάνεια αφρώδους υλικού μέσης πυκνότητας για ένα σύνολο έξι δοκιμασιών. Ζητείται από τους αθλητές να αναλάβουν την απαιτούμενη στάση τοποθετώντας τα χέρια στις λαγόνιες ακρολοφίες, και μόλις κλείσουν τα μάτια τους ξεκινάει η δοκιμασία που διαρκεί 20 δευτερόλεπτα. Κατά τη διάρκεια της μονοποδικής στήριξης ζητάμε από τους εξεταζόμενους να διατηρήσουν το ετερόπλευρο κάτω άκρο σε κάμψη ισχίου 20 – 30 μοίρες και το γόνατα σε 40 – 50 μοίρες κάμψης. Επιπλέον ζητείται από τον εξεταζόμενο να σταθεί όσο πιο ακίνητος γίνεται, με τα χέρια στις λαγόνιες ακρολοφίες και τα μάτια κλειστά. Οι δοκιμασίες της μονοποδικής στήριξης εκτελούνται από το μη επιδέξιο κάτω άκρο. Το ίδιο σκέλος τοποθετείται προς τα πίσω στις δοκιμασίες με το πόδια στη σειρά το ένα πίσω από το άλλο σε σειρά. Δίνονται εντολές στον εξεταζόμενο ότι στην περίπτωση που χάσει την ισορροπία του, μπορεί να κάνει τις απαραίτητες προσαρμογές και να επιστρέψει στην αρχική θέση της δοκιμασίας όσο πιο γρήγορα γίνεται. Οι επιδόσεις βαθμολογούνται προσθέτοντας ένα βαθμό σφάλματος για κάθε σφάλμα που παρατηρείται. Οι δοκιμασίες θεωρούνται ως μη ολοκληρωμένες, αν ο εξεταζόμενος δεν είναι σε θέση να διατηρήσει τη στάση για περισσότερο από 5 δευτερόλεπτα κατά τη διάρκεια της περιόδου που διαρκεί η δοκιμασία των 20 δευτερολέπτων. Σε αυτές τις δοκιμασίες έχει αποδοθεί μια μέγιστη βαθμολογία 10 (Prentice, 2007).

Τα αποτελέσματα των ισορροπιστικών δοκιμασιών κατά τη διάρκεια της ανάρρωσης από ένα τραυματισμό χρησιμοποιούνται καλύτερα όταν μπορεί να γίνει σύγκριση με φυσιολογικά αποτελέσματα, οπότε όσοι ασχολούνται με αθλητές ή ασθενείς θα πρέπει να φροντίσουν να έχουν σε τακτική βάση τέτοιου είδους αποτελέσματα.

Η ημιδυναμική και δυναμική αξιολόγηση της ισορροπίας μπορεί να επιτελεστεί καλύτερα με δοκιμασίες λειτουργικής προσέγγισης, χρονομέτρηση δοκιμασιών επιδεξιότητας, η δοκιμασία αναπηδήσεων ή τρεξίματος προς το πλάι, η δοκιμασία BASS για την δυναμική ισορροπία, η χρονομετρική δοκιμασία « T-band kicks» και η χρονομετρημένη δοκιμασία βάδισης σε ισορροπιστική δοκό με τα μάτια ανοικτά και κλειστά. Ο αντικειμενικός σκοπός στις περισσότερες από αυτές τις δοκιμασίες είναι η ελάττωση του μεγέθους της βάσης στήριξης, σε μια προσπάθεια να καθοριστεί η ικανότητα του αθλητή να ελέγχει την όρθια στάση ενώ κινείται. Πολλές από αυτές τις δοκιμασίες έχουν υποστεί κριτική ότι δεν καταφέρνουν να αποδώσουν επαρκώς με

ποσοτικούς όρους τη ισορροπία, καθώς απλώς αναφέρουν το χρονικό διάστημα για το οποίο διατηρείται μια στάση, τη γωνιακή μετατόπιση, ή την απόσταση που διανύεται με τη βάρδια. Σε κάθε περίπτωση παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τη λειτουργικότητα του αθλητή και τη δυνατότητα επιστροφής του στις αθλητικές δραστηριότητες (Scot M. Lephart, Freddie H. Fu, 1998).

4.3 Μέθοδοι αξιολόγησης ιδιοδεκτικών ελλειμμάτων

Οι παρακάτω μέθοδοι χρησιμοποιούνται ευρέως για την αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας στο κάτω άκρο μετά από διαστρέμματα Π Δ Κ άρθρωσης.

Παθητική και ενεργητική αναπαραγωγή της θέσης ή τροχιάς της άρθρωσης για την αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης (joint position sense).

Ηλεκτρομυογράφημα (EMG), χρόνος παραγωγής μυϊκού αντανακλαστικού.

Μονοποδική δοκιμασία, στατική σταθερότητα (μέτρηση πλάτους και μεγέθους στατικού λικνίσματος).

Αίσθηση της δύναμης

i) Η δοκιμασία για την αίσθηση της θέσης είναι μια μέθοδος η οποία περιλαμβάνει την αξιολόγηση της ακρίβειας με την οποία η θέση αναπαράγεται από τον ίδιο εξεταζόμενο αφού τοποθετηθεί το άκρο σε ένα διαφορετικό σημείο τροχιάς. Οι ερευνητές καθορίζουν ένα σημείο τροχιάς, ο ασθενής αποθηκεύει αυτήν την πληροφορία και αφού το άκρο τοποθετηθεί σ' ένα διαφορετικό σημείο τροχιάς ζητείται από τον εξεταζόμενο να αναπαράγει την αρχική θέση της άρθρωσης, που του υποδείχτηκε (Lephart ; Fu, 1998).

Παρ' όλο που η μέθοδος αυτή δεν παρουσιάζει μεγάλη συσχέτιση με το μηχανισμό πρόκλησης διαστρεμμάτων, μετά από μία προσγείωση για παράδειγμα, είναι μια διαδεδομένη μέθοδος αξιολόγησης ιδιοδεκτικότητας του κάτω άκρου μετά από τραυματισμούς.

ii) Μονοποδική δοκιμασία σταθερότητας – ισορροπίας. Αρχικά η ιδέα των ελλειμμάτων στο αισθητικοκινητικό έλεγχο, που είναι ουσιώδης για τη λειτουργικότητα του άκρου, γεννήθηκε από την παρατήρηση ότι τα άτομα με διαστρέμματα της ποδοκνημικής παρουσίαζαν αδυναμία στη μονοποδική ισορροπία με το προσβεβλημένο άκρο πόδα (Freeman et al., 1965). Στην μονοποδική δοκιμασία ζητείται από το άτομο με ΛΑΠ να ισορροπήσει στο τραυματισμένο και έπειτα στο

υγιές άκρο. Μ' αυτό τον τρόπο γίνεται μια πρώτη παρατήρηση και αξιολόγηση της ισορροπιστικής και σταθεροποιητικής ικανότητας του ατόμου. Σε περιπτώσεις που η δοκιμασία εφαρμόζεται στο προσβεβλημένο άκρο ο μειωμένος αισθητικοκινητικός έλεγχος είναι εμφανής. Όταν το υγιές συμμετρικό άκρο δεν παρουσιάζει κάποιο έλλειμμα, τότε η δοκιμασία χαρακτηρίζεται θετική. Σε περιπτώσεις που δεν παρατηρείται καμία διαφορά μεταξύ υγιούς και τραυματισμένου άκρου, η ύπαρξη ελλειμμάτων είναι υποκειμενική και χρειάζεται περαιτέρω έρευνα και συνδυαστικές μεθόδους (μονοποδική στήριξη επάνω σε ασταθή πλατφόρμα).

Ο Tropp et al., (1986) σχεδίασαν μια αντικειμενική μέτρηση του στατικού λικνίσματος κατά τη μονοποδική ισορροπία, καθιερώνοντας συγκεκριμένη στάση σώματος που υιοθετούν οι ασθενείς κατά τη δοκιμασία (σταυρωμένα χέρια, ανοιχτά μάτια, λυγισμένο αντίθετο άκρο) και κατέγραψαν τις συντεταγμένες του κέντρου πίεσης (instantaneous center of pressure) για διάρκεια 60 sec. Κατά τη διάρκεια αυτή γίνονται συνεχείς καταγραφές της αλλαγής της θέσης του ICR και του πλάτους του στατικού λικνίσματος.

4.4 Μηχανήματα αξιολόγησης ιδιοδεκτικότητας

Η αξιολόγηση της ιδιοδεκτικότητας διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:

1. Αίσθησης της θέσης: Τα μηχανήματα που ελέγχουν την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης είναι δύο ειδών: το ισοκινητικό δυναμόμετρο και η τροποποιημένη πλατφόρμα με γωνιόμετρο.
2. Στατικού ελέγχου: Ο στατικός έλεγχος αξιολογείται με τις δυναμικές πλατφόρμες ή δυναμοδάπεδα και πολυαξονική πλατφόρμα ισορροπίας.
3. Χρόνου αντίδρασης των περνιαίων μυών.: Τέλος, για την αξιολόγηση του χρόνου αντίδρασης των περνιαίων προτάσσονται, το ισοκινητικό δυναμόμετρο και η τροποποιημένη πλατφόρμα με ρύθμιση πλάγιων κλίσεων.

4.4.1 Αξιολόγηση της Αίσθησης της θέσης της άρθρωσης



Εικόνα 4.1.
Αξιολόγηση με
ισοκινητικό
δυναμόμετρο.
Τροποποιημένο από
Liu & Santos, 2008.

Ένας πρώτος τρόπος αξιολόγησης της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης γίνεται με την χρήση του ισοκινητικού δυναμόμετρου. Ο ασθενής τοποθετείται στο μηχάνημα στην αντίστοιχη θέση, βλέπουμε (Εικ.4.1).

Το ισοκινητικό δυναμόμετρο αποτελείται από δύο μέρη, το ένα μέρος όπου τοποθετείται ο ασθενής και το εξεταζόμενο μέλος και από το μηχανικό και υπολογιστικό μέρος. Συγκεκριμένα, το σταθερό μέρος συνδέεται με ένα μεταφερόμενο υπολογιστή, ο οποίος έχει την δυνατότητα να ελέγχει, να διαμορφώνει και να επεξεργάζεται τις παραμέτρους στο σταθερό μέρος. Η αξιολόγηση εφαρμόζεται μέσω παθητικής κινητοποίησης που εκτελείται στο άκρο και καταγραφής των αποτελεσμάτων στην οθόνη του υπολογιστή σε συγκεκριμένο λογισμικό πρόγραμμα (Liu & Santos, 2008).

Αρχικά, το πόδι παθητικά μεταφέρεται σε μία προσαρμοσμένη γωνία, όπου στην θέση αυτή παραμένει για μικρό χρονικό διάστημα. Εν συνεχεία, ο εξεταζόμενος επαναφέρει ενεργητικά το άκρο του, στην ουδέτερη θέση. Μετά από ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, το ισοκινητικό δυναμόμετρο αρχίζει ξανά την παθητική κινητοποίηση του μέλους. Η παθητική κίνηση εφαρμόζεται σε μικρή γωνιακή ταχύτητα, βοηθώντας τον εξεταζόμενο να αντιλαμβάνεται τη φορά της κίνησης. Η κίνηση του μηχανήματος θα σταματήσει από τον ίδιο, τον εξεταζόμενο με έναν αυτόματο διακόπτη στην προσαρμοσμένη κατά την άποψή του θέση (γωνία) που είχε προηγουμένως. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται τόσες φορές, όσες αρμόζει σε κάθε έρευνα, και κάθε προσπάθεια καταγράφεται και αξιολογείται στο τέλος.

Κατά καιρούς έρευνες χρησιμοποιούν για την αξιολόγηση της αίσθησης της άρθρωσης το ισοκινητικό δυναμόμετρο (Jerosch et al., 1994 ; Bernier & Perrin, 1998; You et al., 2004; Liu & Santos, 2008).

Η αξιοπιστία του ισοκινητικού δυναμόμετρου έγκειται στην επικρατούσα σταθερή μέση γωνιακή ταχύτητα (60° / ανά δευτερόλεπτο), υπολογίζοντας με τον τρόπο αυτό την ελάχιστη δυνατή κλινική βελτίωση της αίσθησης της θέσης των ατόμων προς αξιολόγηση (Sekir et al., 2007).

Το δεύτερο εργαλείο αξιολόγησης της θέσης αποτελείται από μία πλατφόρμα υποδοχής του άκρου ποδός με ενσωματωμένο γωνιόμετρο. Ο ασθενής τοποθετείται σε καθιστή θέση με το πέλμα στην πλατφόρμα κινητοποίησης (Εικ.4.2). Η αξιολόγηση της θέσης της άρθρωσης εφαρμόστηκε μέσω παθητικής κινητοποίησης προς δύο κατευθύνσεις, ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης με δύο διαφορετικές γωνίες ανά κατεύθυνση.

Αρχικά, οι ερευνητές τοποθετούν το άκρο σε καθεμία από τις γωνίες προς εξέταση και παρέμειναν για μικρό χρονικό διάστημα. Οι γωνίες αξιολογούνται

μεμονωμένα και επανατοποθετούνται στην αρχική θέση. Ο χρόνος παραμονής σε κάθε γωνία ήταν ενδεικτικός, για την κατανόηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης. Μετά το πέρας της ενδεικτικής προετοιμασίας επανατοποθετήθηκε το άκρο στην ουδέτερη θέση και ξεκίνησε η διαδικασία από την αρχή. Η επανατοποθέτηση, γίνονταν με τη βοήθεια των ερευνητών και ο εξεταζόμενος καλούνταν να περιγράψει την θέση που κατείχε η άρθρωσή του. Οι απαντήσεις των εξεταζομένων καταγράφονταν σε κάθε προσπάθεια για περαιτέρω επεξεργασία.



Εικόνα 4.2. Τροποποιημένη πλατφόρμα με γωνιόμετρο. Τοποθέτηση του εξεταζόμενου. Τροποποιημένο από Eils & Rosenbaum , 2001).

Σε πρόσφατη έρευνα αναφέρεται η χρήση του εργαλείου αυτού μέσω ενεργητικής αξιολόγησης της αίσθησης της θέσης. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή του καθόρισε την αίσθηση της άρθρωσης μεταξύ υγιών ατόμων και ατόμων με διαγνωσμένη αστάθεια (Jerosch et al., 1994).

Παλαιότερα ο Glencross και ο Thornton (1981) με τον ίδιο τρόπο αξιολόγησης εφάρμοσαν το μηχάνημα για να συγκρίνουν, τραυματισμένα και μη τραυματισμένα κάτω άκρα. Στην έρευνα αυτή διαγνώστηκε η μειωμένη αντίληψη της αίσθησης της θέσης του κάτω άκρου, ειδικότερα κατά την πελματιαία κάμψη.

Όσον αφορά τα δύο μηχανήματα, που αναφέρθηκαν από τις παραπάνω έρευνες (ισοκινητικό δυναμόμετρο, τροποποιημένη πλατφόρμα με γωνιόμετρο), παρατηρείται ότι: Το ισοκινητικό δυναμόμετρο, θεωρείται κατάλληλο για την αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης, σε άτομα με προϋπάρχον διάστρεμμα. Η αξιοπιστία του επέρχεται μέσω της επικρατούσας σταθερής μέσης γωνιακής ταχύτητας (60° ανά δευτερόλεπτο), υπολογίζοντας την ελάχιστη δυνατή κλινική βελτίωση της αίσθησης της θέσης των ατόμων προς αξιολόγηση (Sekir et al., 2007).

Αντίθετα, η τροποποιημένη πλατφόρμα με γωνιόμετρο, ενέχει αμφισβητήσεων όσον αφορά την αξιοπιστία και την εγκυρότητά της (Jerrosch et al., 1994; Glencross & Thornton 1981; Eils & Rosenbaum, 2001).

4.4.2 Αξιολόγηση στατικού ελέγχου

Η αναφορά του ελέγχου ως στατικού (στατική ισορροπία) αναφέρεται από τους (Eils & Rosenbaum, 2001; Liu & Santos, 2008) ενώ ο Perron et al., (2007) περιγράφουν ως δυναμικός στατικός έλεγχος. Στην πραγματικότητα, ο έλεγχος της στάσης αποτελεί απόρροια και σύνθεση τριών παραμέτρων, της σταθερότητας, της συμμετρίας και της δυναμικής σταθερότητας. Η σταθερότητα θεωρείται η ικανότητα του ατόμου να διατηρήσει το σώμα του ακίνητο σε μία συγκεκριμένη θέση και η μέτρησή της περιλαμβάνει την απόκλιση από την θέση αυτή. Η δεύτερη παράμετρος του ελέγχου, η συμμετρία περιγράφεται κατά την όρθια στάση ως η ισόποση κατανομή του σωματικού βάρους στα κάτω άκρα. Τέλος, η δυναμική ισορροπία είναι η ικανότητα διατήρησης της κάθετης προβολής του κέντρου βάρους έξω από τα όρια της υποστηρικτικής επιφάνειας χωρίς το άτομο να χάσει την ισορροπία του (Prentice, 2004).

Στα αναφερόμενα μηχανήματα (δυναμοδάπεδα και πολυαξονική πλατφόρμα ισορροπίας) αξιολογείται η δυναμική σταθερότητα μέσω του νευρομυϊκού ελέγχου και της στατικής αντίδρασης του ατόμου από τις απρόβλεπτες διαταράξεις των συγκεκριμένων επιφανειών (Perron et al., 2007).

Πολυάριθμες έρευνες αναφέρουν, τις δυναμικές πλατφόρμες ή δυναμοδάπεδα ως πρώτο εργαλείο αξιολόγησης της ισορροπίας-συμμετρίας, της σταθερότητας και

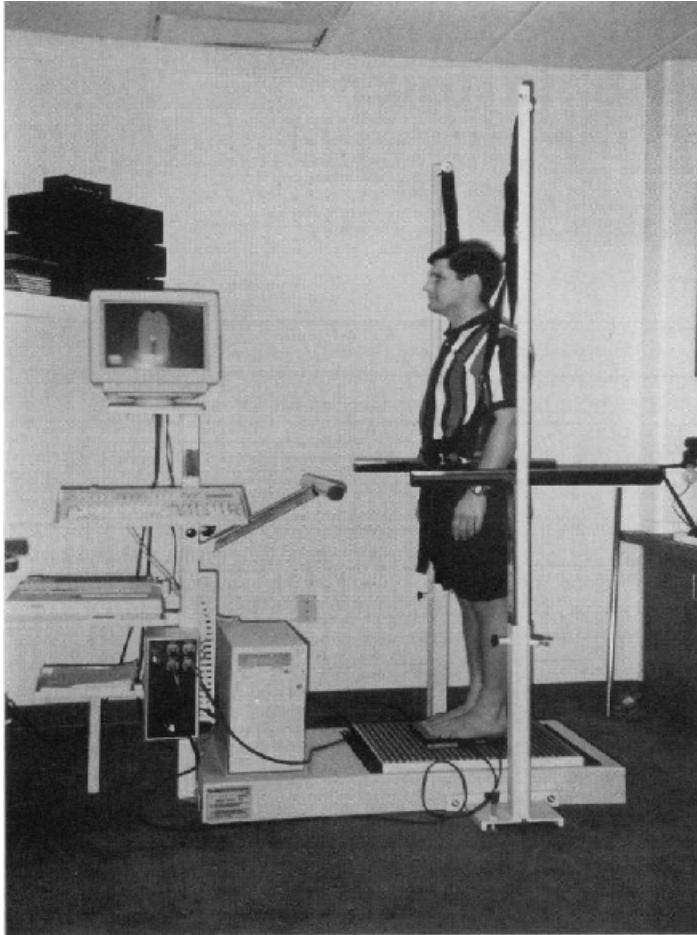
της δυναμικής σταθερότητας (Murray et al., 1975 ; Crabner, 1993 ; Trop et al., 1984; Ross et al. 2004).

Οι δυναμικές πλατφόρμες είναι επίπεδες και άκαμπτες επιφάνειες, οι οποίες στηρίζονται από συγκεκριμένο αριθμό σημείων (αισθητήρων) που λαμβάνουν διάφορες πληροφορίες και αποστέλλονται σε υπολογιστή. Ο υπολογιστής έχει ενσωματωμένο ένα συγκεκριμένο λογισμικό πρόγραμμα για τον έλεγχο, την επεξεργασία και την αξιολόγηση των δεδομένων.

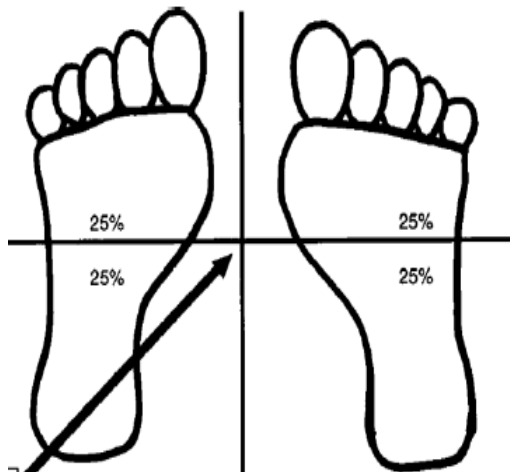
Η στάση του εξεταζόμενου στην πλατφόρμα (Εικ.4.3). Συγκεκριμένα, το βλέμμα τους έπρεπε να εστιάζει μπροστά και τα πόδια τους να εφάπτονται στην πλατφόρμα όπως αναφέρεται από Perrin et al., (1995) ή σε μονοποδική στήριξη ή σε διποδική στήριξη όπως αξιολογήθηκε από τους (Eils & Rosenbaum, 2001; Liu & Santos, 2008).

Σύμφωνα με την αξιολόγηση, ο εξεταζόμενος καλείται να συγκεντρωθεί στην θέση αυτή, κρατώντας την ισορροπία του για ένα συγκεκριμένο χρόνο. Οι πληροφορίες για την θέση, την σταθερότητα, την ισορροπία και την συμμετρία του ατόμου καταγράφονταν καθ'όλη την διάρκεια από τους αισθητήρες υποδοχής. Οι παράμετροι αυτοί βοηθούν στο να καθοριστούν οι μεταβλητές όπως το κέντρο βάρους, το κέντρο της πίεσης και το κέντρο της ισορροπίας.

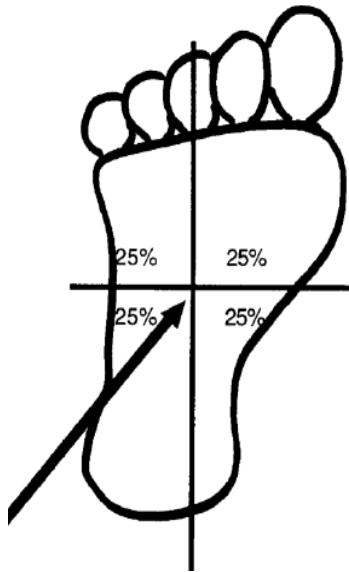
Οι Perrin et al., (1995) αξιολόγησαν το κέντρο της ισορροπίας μετά από διποδική (Σχ.4.4) και μονοποδική στήριξη (Σχ.4.5). Σε κάθε εξεταζόμενο σημειώνονταν η αρχική του θέση και έχοντας την θέση αυτή ως δεδομένη (θέση οριοθέτησης) ελέγχονταν κατά τη διάρκεια της εξέτασης, όπως και στο τέλος (Eils & Rosenbaum, 2001).



Εικόνα 4.3. Η στάση του εξεταζομένου στην δυναμική πλατφόρμα. Το βλέμμα θα έπρεπε να εστιάζεται σε συγκεκριμένο σημείο με τα πόδια να εφάπτονται και τα δύο (διποδική στήριξη). Τροποποιημένο από Perrin et al., 1995.



Σχήμα 4.4. Διποδική στήριξη. Το μαύρο βέλος δείχνει το σημείο του κέντρου της ισορροπίας κατά της διάρκεια της διποδικής στήριξης. Σύμφωνα με το συγκεκριμένο εργαλείο (Chattecx Balance System) το κέντρο της ισορροπίας είναι το σημείο όπου η πτέρνα και το πρόσθιο τμήμα κάθε ποδιού δέχονται το 25% του βάρους τους. Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκαν 4 αισθητήρες υποδοχής στην πλατφόρμα. Τροποποιημένο από Perrin et al., 1995.



Σχήμα 4.5. Μονοποδική στήριξη. Το κέντρο της ισορροπίας κατά την μονοποδική στήριξη. Το βάρος του σώματος κατανέμεται ισόποσα, 25% σε κάθε αισθητήρα. Τροποποιημένο από Perrin et al., 1995.

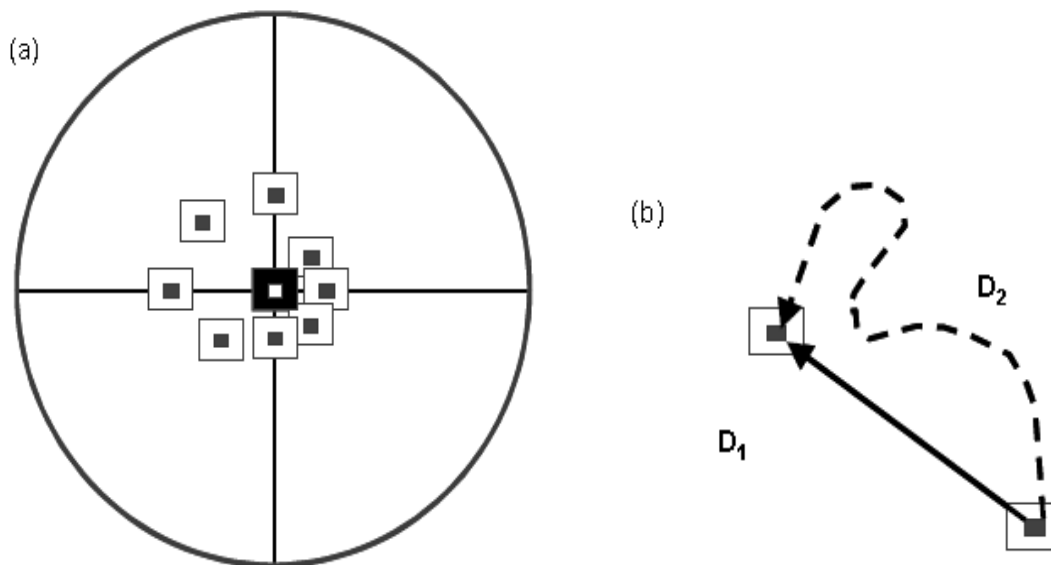
Η πολυαξονική πλατφόρμα ισορροπίας σαν δεύτερο εργαλείο προάγει την δυνατότητα αξιολόγησης του νευρομυϊκού έλεγχου μέσω της ικανότητας του ατόμου να διατηρήσει την στατική του ισορροπία στην ασταθή υποστηρικτική επιφάνεια. Το σύστημα αυτό αποτελείται από μία πλατφόρμα ισορροπίας, η οποία επικοινωνεί με μία οθόνη που βρίσκεται μπροστά από τον εξεταζόμενο. Η ονομασία της ως πολυαξονική προέρχεται από την ευχέρεια κινήσεων της πλατφόρμας στο μετωπιαίο και στο εγκάρσιο επίπεδο ταυτόχρονα. Η βάση της πλατφόρμας αποτελείται από έναν κέρσορα, ο οποίος αναπαριστάται στην οθόνη της πλατφόρμας ανάλογα με την κίνηση του ατόμου. Ο κέρσορας περιφέρεται γύρω από ένα κεντρικό κουτί (στόχο) σε οχτώ παραπλήσιους στόχους αναγραφόμενοι στην κυκλική επιφάνεια της οθόνης (Σχ.4.6). Το άτομο καλείται να μεταφέρει τον κέρσορα μέσω μονοποδικής στήριξης στην πλατφόρμα ισορροπίας.

Το σύστημα αυτό διαθέτει οχτώ επίπεδα δυσκολίας, (όσοι και οι στόχοι) που ξεκινάνε, από το ένα (δυσκολότερο επίπεδο) μέχρι το οχτώ (ευκολότερο επίπεδο) (Perron et al., 2007). Μετά το άκουσμα της αντίστροφης μέτρησης, ο εξεταζόμενος μέσω οδηγιών, θα έπρεπε να κινεί τον κέρσορα προς τον αντίστοιχο στόχο που αναβόσβηνε κάθε φορά. Το κουτί (στόχος) παρέμενε στο σημείο αυτό για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, πριν εξαφανιστεί και επανεμφανιστεί ο επόμενος στόχος. Μία προσπάθεια θεωρούνταν ολοκληρωμένη όταν όλοι οι στόχοι λαμβάνονταν και ο κέρσορας τοποθετούνταν ξανά στο κεντρικό κουτί (στόχο). Σε

κάθε προσπάθεια καταγράφονταν σε βίντεο όπου ανάλογα, με τις προδιαγραφές του προγράμματος για την στάση του εξεταζομένου, αξιολογούνταν ως έγκυρη ή άκυρη.

Ο Perron et al., (2007) περιορίστηκαν στην αξιολόγηση μόνο τριών επιπέδων, στο όγδοο, το έκτο και το τέταρτο επίπεδο δυσκολίας. Οι ερευνητές προσομοίωσαν τις ρυθμίσεις του μηχανήματος με βάση το δείγμα τους, οριοθετώντας το τέταρτο επίπεδο ως το δυσκολότερο για άτομα με λειτουργική αστάθεια.

Σε πρόσφατη έρευνα ο Testerman et al., (1999) ανέφεραν την χρήση της πολυαξονικής πλατφόρμας για τον υπολογισμό της λειτουργικής αστάθειας στην ποδοκνημική άρθρωση.



Σχήμα 4.6. Η πολυαξονική πλατφόρμα ισορροπίας.

a) Η διαμόρφωση των περιφερικών άσπρων κουτιών (στόχοι) γύρω από το κεντρικό μαύρο κουτί (στόχο) στην επιφάνεια της οθόνης. Η συγκεκριμένη αξιολόγηση απευθύνεται στο αριστερό άκρο και η τοποθέτηση των στόχων είναι στην κεντρική και αριστερή πλευρά.

b) Ένα παράδειγμα υπολογισμού του συνολικού ορίου σταθερότητας.

Τροποποιημένο από Perron et al., 2007.

Συμπερασματικά, τα παραπάνω μηχανήματα (δυναμοδάπεδα, πολυαξονική πλατφόρμα ισορροπίας), χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση του στατικού ελέγχου. Συγκεκριμένα, αξιολογείται η δυναμική σταθερότητα μέσω νευρομυϊκού ελέγχου και η στατική αντίδραση του ατόμου από τις απρόβλεπτες διαταράξεις των συγκεκριμένων επιφανειών (Perron et al., 2007). Στις έρευνες διακρίνονται σημεία αξιοπιστίας των μηχανημάτων, χωρίς όμως περαιτέρω επεξηγήσεις αυτών.

Συγκεκριμένα τα δυναμοδάπεδα θεωρούνται ως πρώτο εργαλείο αξιολόγησης της ισορροπίας-συμμετρίας, της σταθερότητας και της δυναμικής σταθερότητας (Murray et al., 1975 ; Crabner, 1993 ; Tropp et al., 1984 ; Ross et al. 2004).

Από την άλλη πλευρά, η πολυαξονική πλατφόρμα προάγει την δυνατότητα αξιολόγησης του νευρομυϊκού έλεγχου μέσω της ικανότητας του ατόμου να διατηρήσει την στατική του ισορροπία στην ασταθή υποστηρικτική επιφάνεια (Perrin et al., 1995).

4.4.3 Η αξιολόγηση χρόνου αντίδρασης των ανασπαστών

Το ισοκινητικό δυναμόμετρο θεωρείται εργαλείο αξιολόγησης τόσο για την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης όσο και για τον χρόνο αντίδρασης των ανασπαστών. Το μηχάνημα αποτελείται από ένα μέρος όπου τοποθετείται το άτομο και το άκρο προς εξέταση και το οποίο είναι συνδεδεμένο με ένα υπολογιστή. Ο υπολογιστής επικοινωνεί με την επιφάνεια τοποθέτησης του εξεταζόμενου άκρου για να μεταδίδει και να λαμβάνει πληροφορίες.

Με την χρήση του ισοκινητικού δυναμόμετρου εκτελούνται μέγιστες ταχύτητες με συγκεκριμένη φορά κίνησης και με συγκεκριμένες ροπές (σύγκεντρες ή έκκεντρες). Η τοποθέτηση του ατόμου για την αξιολόγησή του. Σύμφωνα με τους Liu και Santos, (2008) το μηχάνημα ξεκινούσε αυτόματα την κίνηση της άρθρωσης από την ουδέτερη θέση προς ανάσπαση έσω χείλους και ο εξεταζόμενος απλά ακολουθούσε την κίνηση. Όταν το άτομο βρίσκονταν σε θέση να αντιλαμβάνεται την κίνηση και να μπορεί ιδεοκινητικά να την ελέγχει, τότε καθοδηγούνταν να διακόψει την κατεύθυνση της κίνησης αυτής με την αντίθετη της. Ο χρόνος με τον οποίο κάθε άτομο αντιλαμβάνονταν και αντιδρούσε προς την αντίθετη κίνηση καταγράφονταν και μεταδίδονταν προς επεξεργασία.

Αξιοπιστία και εγκυρότητα μηχανήματος

Ευρήματα ερευνών φανερώνουν ότι η δύναμη των έξω ανασπαστών μυών παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόβλεψη και αποτροπή της έξω στροφής της υπαστραγαλικής και στον επερχόμενο τραυματισμό της άρθρωσης (Wilkerson & Nitz, 1994 ; Wilkerson et al., 1997). Η μειωμένη δύναμη των έξω ανασπαστών φαίνεται να επιδρά στην ανισορροπία των έσω και έξω μυϊκών ομάδων στην περιοχή της ποδοκνημικής.

Στον έλεγχο των πολυαξονικών αρθρώσεων όπως η ποδοκνημική και ο ώμος συντρέχουν παράγοντες που καθιστούν δύσκολη την αναπαραγωγή αποτελεσμάτων κατά την αξιολόγηση τους με ισοκινητικό δυναμόμετρο. Συγκεκριμένα οι δυσκολίες ενέχονται μέσω της πολυπλοκότητας των αρθρώσεων και των περιορισμών που συντρέχουν κατά την ευθυγράμμιση του άξονα περιστροφής του άκρου με τον μηχανικό άξονα του ισοκινητικού δυναμόμετρου. Ο Wennerberg (1991) μελετώντας την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων μέτρησης της μέγιστης ροπής της ραχιαίας και

πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής πάνω στο ισοκινητικό δυναμόμετρο μετά από επαναλαμβανόμενες δοκιμές, δεν αποδείχτηκαν καθόλου καλά. Ο ερευνητής συμπεραίνει ότι για τον περιορισμό των σφαλμάτων κατά την αξιολόγηση πρέπει να ελέγχονται και τα δύο άκρα και να λαμβάνονται υπόψη οι περιορισμοί του ισοκινητικού μηχανήματος στις πολυαξονικές αρθρώσεις.

Πρόσφατα ελέγχθηκε η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του πολυαξονικού ισοκινητικού δυναμομέτρου Biotex system 3 σχετικά με την ροπή την ταχύτητα και την τοποθέτηση του εξεταζομένου. Τα αποτελέσματα αναφέρουν υψηλό βαθμό εγκυρότητας και αξιοπιστίας (Perrin et al., 2001; Valovich et al., 2001).

Ως όργανο μέτρησης του χρόνου ενεργοποίησης συγκεκριμένων μυϊκών ομάδων (ανασπαστών) - εκτός από το ισοκινητικό μηχάνημα - αναφέρεται και μιας μορφής τροποποιημένη πλατφόρμα. Πολυάριθμες έρευνες αναφέρονται στην χρήση του συγκεκριμένου εργαλείου για την μέτρηση του χρόνου ενεργοποίησης των ανασπαστών σε άτομα με λειτουργική αστάθεια (Kaminski, Perrin & Gansneder, 1999, Lynch, Eklund, Gottlieb, Renstrom & Beynnon, 1996). Αντίθετα, στην έρευνα του Kernozek et al., (2008) έγινε αξιολόγηση του χρόνου αντίδρασης των ανασπαστών που απευθύνονταν σε υγιή άτομα.

Το εργαλείο αυτό αποτελείται από μία ξύλινη, υπερυψωμένη πλατφόρμα κατασκευασμένη και χωρισμένη σε δύο ίσες επιφάνειες έτσι ώστε η μισή επιφάνεια να είναι σταθερή και υπόλοιπη να μπορεί να μεταβάλλεται (Εικ.4.7). Συγκεκριμένα, στην επιφάνεια όπου στηρίζονταν το εξεταζόμενο σκέλος μπορούσαν να διεξάγονται κλίσεις στο προσθοπίσθιο και το εγκάρσιο επίπεδο.



Εικόνα 4.7.
Τροποποιημένη
πλατφόρμα αξιολόγησης
της ενεργοποίησης των
ανασπαστών.
Τροποποιημένο από τον
Kernozek et.al., 2008.

Ο εξεταζόμενος τοποθετούνταν σε όρθια θέση με ισόποση κατανομή του βάρους στα κάτω άκρα (Εικ.4.8).



Εικόνα 4.8 Τοποθέτηση του ασθενούς στην τροποποιημένη πλατφόρμα σε ουδέτερη θέση. Τροποποιημένο από Kernozek et al., 2008.

Οι κλίσεις προσομοίωναν ένα διάστρεμμα ποδοκνημικής συνδυάζοντας την πελματιαία κάμψη με την ανάσπαση έσω χείλους (Kernozek et al., 2008). Ο βαθμός των κλίσεων ελέγχονταν από ένα ηλεκτρογωνιόμετρο, το οποίο ήταν τοποθετημένο στην οπίσθια επιφάνεια της πλατφόρμας και συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ο υπολογιστής εκτελούσε ταυτόχρονα δύο λειτουργίες, την καταγραφή των κλίσεων που λάμβανε από το ηλεκτρογωνιόμετρο και την δραστηριότητα των μυών μέσω ηλεκτρομυογραφήματος.

Ο αριθμός των προσπαθειών ήταν αντίστοιχος του προγράμματος προσομοίωσης κλίσεων της πλατφόρμας σύμφωνα με την έρευνα των (Kernozek et al., 2008). Τα δεδομένα προερχόμενα από το ηλεκτρομυογράφημα και το ηλεκτρογωνιόμετρο καταγράφονταν χωριστά για κάθε προσπάθεια και επεξεργάζονταν στο σύνολό τους μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Συμπερασματικά, αναφέρθηκαν δύο είδη μηχανημάτων (ισοκινητικό δυναμόμετρο, τροποποιημένη πλατφόρμα ισορροπίας), για την αξιολόγηση του χρόνου αντίδρασης των ανασπαστών μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης σε άτομα με προϋπάρχον διάστρεμμα.

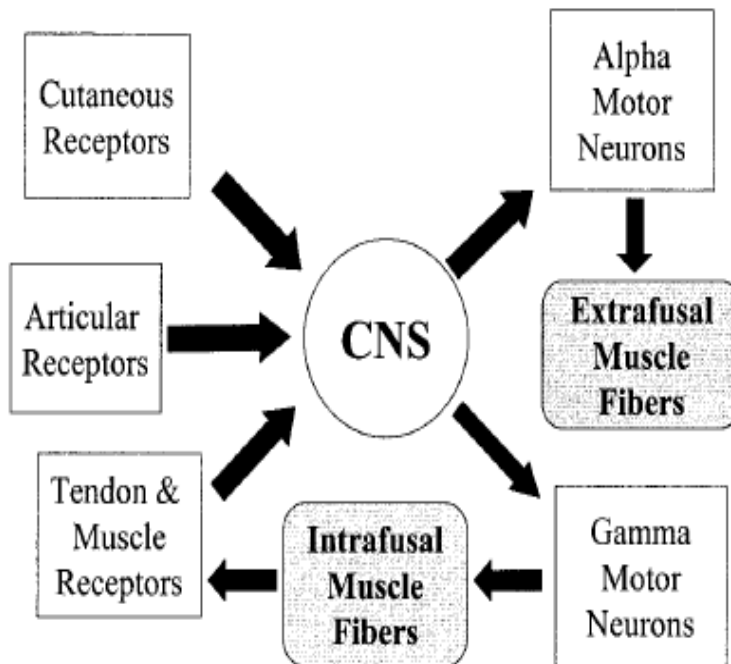
Το ισοκινητικό δυναμόμετρο παρουσιάζει δυσκολίες λόγω της πολυπλοκότητας των αρθρώσεων και των περιορισμών που συντρέχουν κατά την ευθυγράμμιση του άξονα περιστροφής του άκρου με τον μηχανικό άξονα του ισοκινητικού δυναμομέτρου. Ακόμα πρόσφατα ελέγχθηκε η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του πολυαξονικού ισοκινητικού δυναμομέτρου Biotex system 3 σχετικά με την ροπή, την ταχύτητα και την τοποθέτηση του εξεταζομένου όππου, τα αποτελέσματα αναφέρουν υψηλό βαθμό εγκυρότητας και αξιοπιστίας (Perrin et al., 2001; Valovich et al., 2001).

Αντίθετα η τροποποιημένη πλατφόρμα ισορροπίας, δεν παρουσιάζει δυσκολίες ως προς την αξιολόγηση αλλά εκλείπουν προφανή δεδομένα αξιοπιστίας αυτής (Kernozek et.al., 2008).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

5. Οι μηχανισμοί που επηρεάζονται μετά από έναν τραυματισμό και ο ρόλος της επανεκπαίδευσής τους

Η επανεκπαίδευση της ιδιοδεκτικότητας επανακτά διάφορους μηχανισμούς που ενοχοποιούν τον μειωμένο νευρομυϊκό συντονισμό. Άτομα τα οποία έχουν υποστεί διάστρεμμα φέρουν σε μεγαλύτερο βαθμό το ποσοστό μείωσης του νευρομυϊκού συντονισμού. Επίσης αναφέρεται η μειωμένη δύναμη των ανασπαστών του έσω χείλους τόσο στην μειομετρική (Sekir et al., 2006) όσο και στην πλειομετρική συστολή (Munn et al., 2002). Συγκεκριμένα πλήττονται οι μηχανοϋποδοχείς (μυϊκή άτρακτος, ενδαρθρικοί υποδοχείς, τενόντιο όργανο Golgi) στην περιοχή της ποδοκνημικής που είναι ευαίσθητοι στην διάταση και πίεση, κατά την διάρκεια των δυναμικών δραστηριοτήτων αλλά και κατά την ήρεμη όρθια στάση (Freeman, 1965), (Σχ.5.1). Η αρθρική αστάθεια που παρατηρείται επηρεάζει την αίσθηση της θέσης και την κιναισθησία του μέλους, καθώς η ποδοκνημική υιοθετεί μια μόνιμη λανθασμένη θέση. Ακόμα διαταράσσονται τα ιδιοδεκτικά αντανακλαστικά που συμβάλλουν στον ισορροπιστικό έλεγχο.



Σχήμα 5.1. Οι μηχανοϋποδοχείς της άρθρωσης σε αλληλεπίδραση με το Κ Ν Σ. Ο ρόλος των α και γ κινητικών νευρώνων με το συντονισμό των κινήσεων. Τροποποιημένο από Hertel, 2002.

Ωστόσο έρευνες αναφέρουν πως ο ελλειμματικός ισορροπιστικός έλεγχος δεν οφείλεται μόνο στην αρθρική αστάθεια αλλά και στην ελλιπή αντανακλαστική διαφοροποίηση της άρθρωσης (Konradsen, 2002; Delahunt, 2007). Οι ερευνητές προτάσσουν ότι μετά από μία περιφερική κάκωση επέρχονται προσαρμοστικές αλλαγές και στο κεντρικό νευρικό σύστημα.

Συγκεκριμένα βλάπτονται φλοιώδες περιοχές του εγκεφάλου που εμπλέκονται στη δημιουργία νέων (λανθασμένων) κινητικών προτύπων. Η ανίχνευση του παραπάνω μηχανισμού γίνεται παρατηρώντας την επιστράτευση των συγκεκριμένων κινητικών μονάδων, την συγκεκριμένη χρονική στιγμή για την αποτελεσματικότερη κινητική απάντηση.

Ο μηχανισμός αυτός ελέγχεται κεντρικά και πιθανότατα με το κατάλληλο πρόγραμμα αποκατάστασης μπορεί να επανεκπαιδευτεί. Η συνάθροιση των ερεθισμάτων στην ποδοκνημική άρθρωση προάγεται μέσω ασκήσεων κλειστής κινητικής αλυσίδας (Kidgell, 2007). Οι συγκεκριμένες ασκήσεις συμβάλλουν στην ενεργοποίηση των ενδοαρθρικών υποδοχέων, αυξάνοντας την στατική ισορροπία. Επιπροσθέτως συνεισφέρουν στην ενεργοποίηση όλων των μυϊκών ομάδων του κάτω άκρου για την διατήρηση της ισορροπίας κατά την μονοποδική στήριξη. Με την ενδυνάμωση και αποκατάσταση της (μυϊκής) ισορροπίας απομακρύνονται τα επώδυνα ερεθίσματα και αυξάνεται η διέγερση των εν τω βάθει μηχανοϋποδοχέων (Sekir, 2006). Προγράμματα αυτού του είδους προσάπτουν περισσότερα αισθητικά ερεθίσματα που αποστέλλονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα βελτιώνοντας την ισορροπία και την κιναισθησία του μέλους (Eilis & Rosenbaum, Osborne et al., 2001; Sekir, 2006).

Ως αποτέλεσμα των όσων αναφέρθηκαν, η επανεκπαίδευση στοχεύει στην βελτίωση της δύναμης, του ελλειμματικού νευρομυϊκού συντονισμού και της καθυστερημένης προστατευτικής αντίδρασης των μυών.

5.1 Προγράμματα αύξησης της ιδιοδεκτικότητας σε υγιή άτομα

Αρκετές έρευνες έχουν επικεντρώσει το ενδιαφέρον τους στην εκπαίδευση του νευρομυϊκού συντονισμού και σε υγιή άτομα, με σκοπό να καθοριστεί κατά πόσο βοηθάει στην πρόληψη επερχόμενων διαστρεμμάτων στην ποδοκνημική άρθρωση (Eilis & Rosenbaum, Osborne et al., 2001; Sheth et al., 1997; Hoffmann & Payne, 1995; Riemann et al., 2003; Verhaden et al., 2004).

Στην έρευνα των Sheth et al., (1997) απέδειξαν μετά από οχτώ βδομάδες επανεκπαίδευσης της ισορροπίας **σε υγιή άτομα** μία αυξημένη βελτίωση στην ενεργοποίηση και συστολή των μυών. Οι κατευθύνσεις των κινήσεων στην πλατφόρμα ισορροπίας που χρησιμοποιήθηκε, ήταν απόλυτα συνδεδεμένες με κινήσεις που υποδεικνύουν ένα διάστρεμμα. Τα αποτελέσματά δείχνουν ότι η εκπαίδευση ακόμα και σε υγιή άτομα μπορεί να μειώσει τις πιθανότητες διαστρέμματος. Πανομοιότυπη έρευνα αναφέρει ότι σε πρόγραμμα ισορροπίας, με χρήση του δίσκου ισορροπίας 3 φορές την βδομάδα για 10 βδομάδες παρουσιάζει επίσης σημαντικά θετικά αποτελέσματα στην ισορροπία σε υγιή πληθυσμό (Hoffmann & Payne, 1995).

5.2 Επανεκπαίδευση ιδιοδεκτικότητας σε άτομα με αστάθεια ποδοκνημικής για μείωση της συχνότητας υποτροπής

Σύμφωνα με έρευνες αθλητές οι οποίοι έχουν υποστεί ένα διάστρεμμα ποδοκνημικής έχουν αυξημένη πιθανότητα επανατραυματισμού στο ίδιο άκρο (Bahr & Bahr, 1997; Ekstrand & Tropp 1990; Milgrom et al., 1991; Tropp et al., 1985).

Η μειωμένη λειτουργικότητα και η επιμένουσα κατάσταση της λειτουργικής αστάθειας για μεγάλο χρονικό διάστημα ανέρχονται στο 20% με 50% των περιπτώσεων που έχουν αναφερθεί (Sander, 1980) με σημαντική απόρροια του γεγονότος αυτού ο αυξημένος κίνδυνος για νέο επερχόμενο τραυματισμό στην άρθρωση (Karlsson et al., Konradsen et al., 1991; Tropp et al., 1985). Η διεκπεραίωση ενός ισορροπιστικού προγράμματος δίνει την δυνατότητα της ανοικοδόμησης του ελλειμματικού νευρομυϊκού συντονισμού (Gauffin et al., 1998). Πολυάριθμες έρευνες αναφέρουν την σημαντική μείωση της επανεμφάνισης ενός διαστρέμματος μετά από επανεκπαίδευση μέσω προγράμματος ισορροπίας σε

άτομα με ιστορικό διαστρεμμάτων (Bahr et al., Sheth et al., 1997; Holme et al., 1999; Stasinopoulos, 2004 ; Verhaden et al., 2000).

Οι ασκήσεις μέσω προγραμμάτων ισορροπίας θεωρείται ένας αξιόπιστος τρόπος αποκατάστασης σε έλλειψη του νευρομυϊκού συντονισμού (Verhaden E. et al., 2004; McGuine & Keene, 2006). Ο όρος της αποκατάστασης (Wester et al., 1996) και της επανεκπαίδευσης (Holme et al., 1999) της ιδιοδεκτικότητας συγχέεται ως ορολογίες ταυτόσημες, όταν αναφερόμαστε σε άτομα με ιστορικό ή προϋπάρχων διάστρεμμα.

Ο συνδυασμός της αποκατάστασης και ενός πρωτοκόλλου εκπαίδευσης της ισορροπίας συνθέτουν τις μορφές των προγραμμάτων των περισσότερων ερευνών (Bernier & Perrin, 1998; Hoffmann & Payne, 1995; Holme et al, 1999; Sheth et al., 1997; Pincivero et al., 1994)

Σε μια έρευνα των McGuine και Keene (2006) χρησιμοποιήθηκε ένα πρόγραμμα επανεκπαίδευσης της ισορροπίας με ασκήσεις σε 5 φάσεις κλιμακούμενης και αυξανόμενης δυσκολίας. Τα άτομα που έλαβαν μέρος στην έρευνα ήταν 765 αθλητές μπάσκετ και ποδοσφαίρου σε αγωνιστική περίοδο. Το πρόγραμμα εκπαίδευσης διήρκησε 4 εβδομάδες από 3 φορές την βδομάδα με 10 λεπτά διάρκεια συνολικά του προγράμματος αυτού. Συγκεκριμένα οι φάσεις αποτελούνταν :

1. Από ασκήσεις μονοποδικής στήριξης σε σταθερή επιφάνεια με ανοιχτά και κλειστά μάτια (Εικ.5.2.)
2. Ασκήσεις προσομοίωσης αθλημάτων με χρήση μπάλας με τον εξεταζόμενο σε μονοποδική στήριξη σε σταθερή επιφάνεια (Εικ.5.3.)
3. Διποδική στήριξη πάνω σε ασταθή επιφάνεια στήριξης
4. Μονοποδική στήριξη σε ασταθή επιφάνεια στήριξης με ανοιχτά και κλειστά μάτια (Εικ.5.4.), (Εικ.5.5.)
5. Λειτουργικές ασκήσεις με χρήση μπάλας σε μονοποδική στήριξη (Εικ.5.6.)

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η αναλογία των επερχόμενων διαστρεμμάτων μειώθηκε στο 38% των αθλητών μέσα στην αγωνιστική περίοδο.

Ο Verhaden et al., (2004) μελέτησαν την επίδραση του ισορροπιστικού προγράμματος σε σχέση με την μείωση των διαστρεμμάτων με διάρκεια εκπαίδευσης 36 βδομάδων. Το δείγμα προς εξέταση συγκρότησαν 641 παίκτες του βόλεϊ και το δείγμα ελέγχου από 486 παίκτες, με τα δύο δείγματα να αποτελούνται από άτομα με ιστορικό διαστρεμμάτων. Το πρόγραμμα ισορροπίας του Verhaden et al., (2004)

αποτελούνταν από ένα συγκεκριμένο αριθμό ασκήσεων πάνω και κάτω από την ισορροπιστική επιφάνεια.

Οι φάσεις των ασκήσεων του Verhaden et al., (2004) ήταν πανομοιότυπες με το πρόγραμμα των McGuine και Keene (2006). Η διαφορά τους κυμαίνονταν στο πλήθος των ασκήσεων, 14 και 5 αντίστοιχα και στις ασκήσεις που αναφέρονταν η χρήση της μπάλας, οι οποίες διεξάγονταν ατομικά στο πρώτο πρόγραμμα και ανά ζεύγη στο δεύτερο. Όλες οι ασκήσεις είχαν τον ίδιο βαθμό δυσκολίας χωρίς καμία διαφοροποίηση μεταξύ τους. Μία άσκηση δεν επαναλαμβάνονταν δύο φορές κατά την διάρκεια της εβδομάδας και όσο περνούσαν οι εβδομάδες, αυξάνονταν η ένταση και η δυσκολία του προγράμματος (Verhaden et al., 2004).

Η επίδραση του προγράμματος ισορροπίας έδειξε μία θετική επίπτωση στην πρόληψη των διαστρεμμάτων του εξεταζόμενου δείγματος προς το δείγμα ελέγχου.

Σε απόλυτη συμφωνία με τα συγκεκριμένα αποτελέσματα βρίσκουμε και τα αποτελέσματα των ερευνών (Bahr et al., 1997; Tropp et al., 1985). Η μείωση στο ποσοστό του επανατραυματισμού διαφαίνεται περισσότερο σε άτομα που έχουν ολοκληρώσει 2 συνεχόμενα έτη επανεκπαίδευσης της ισορροπίας, σύμφωνα με τους (Bahr et al., 1997)

Ο Bahr et al. στην τριετή συνεχόμενη έρευνά τους, (1997) με επανεκπαίδευση ισορροπίας αθλητών με προϋπάρχων ιστορικό διαστρέμματος, κατέγραψαν 21% μείωση των διαστρεμμάτων μετά τον πρώτο χρόνο του προγράμματος. Η έρευνα περιελάμβανε δίωρες διδακτικές συνεδρίες εκπαίδευσης με ασκήσεις προσομοιωμένες των διαστρεμμάτων. Οι ασκήσεις αυτές περιλάμβαναν προγράμματα εκπαίδευσης πάνω σε ασταθή επιφάνεια και προγράμματα με διάφορες δυναμικές λειτουργικές δραστηριότητες, όπως η ομαλή προσγείωση μετά από άλμα. Με την ολοκλήρωση των προγραμμάτων το τρίτο χρόνο, το ποσοστό μείωσης επερχόμενου διαστρέμματος ανήλθε στο 47%. Ακόμα οι ερευνητές αναφέρουν ότι η συνέχιση του προγράμματος είναι θετικός παράγοντας πρόβλεψης των ακόλουθων διαστρεμμάτων. Οι ερευνητές δεν μπόρεσαν να καθορίσουν πιο από τα δύο προγράμματα προσομοίωσης συνεισέφερε περισσότερο στο τελικό αποτέλεσμα.

Σε απόλυτη συμφωνία με τα συγκεκριμένα αποτελέσματα βρίσκουμε και τα αποτελέσματα των ερευνών (Tropp et al., 1985). Ακόμα τρεις έρευνες αναφέρουν την σημαντικά μειωμένη αναλογία των εξακολούθησης διαστρεμμάτων σε αθλητές με

ιστορικό διαστρεμμάτων μέσω της χρήσης ισορροπιστικών προγραμμάτων (Holme et al., 1999 ; Stasinopoulos, 2004; Wester et al.,1996).



Εικόνα 5.2. Άσκηση ισορροπίας σε μονοποδική στήριξη με τα μάτια ανοιχτά. Τροποποιημένη από McGuine & Keene, (2006).



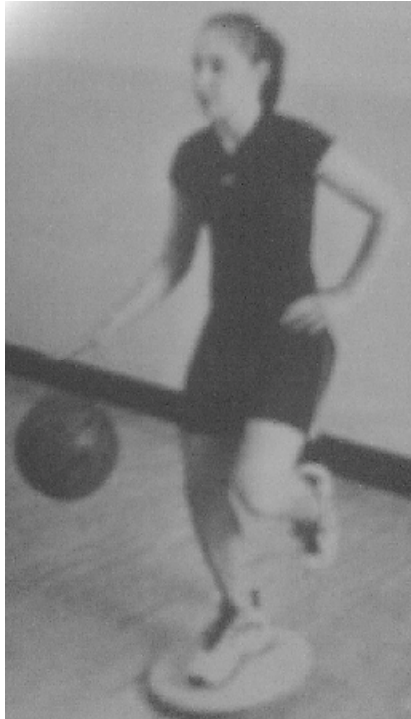
Εικόνα 5.3. Άσκηση ισορροπίας σε μονοποδική στήριξη σε συνδυασμό με χτύπημα της μπάλας. Τροποποιημένη από McGuine & Keene, (2006).



Εικόνα 5.4. Μονοποδική στήριξη στην ασταθή επιφάνεια με τα μάτια κλειστά. Περιστροφή του δίσκου ισορροπίας με τα άνω άκρα τοποθετημένα στη μέση. Ο δίσκος ισορροπίας επέτρεπε περίπου 17° κλίση προς όλα τα επίπεδα. Τροποποιημένη από McGuine & Keene, (2006).



Εικόνα 5.5. Ασκήσεις ισορροπίας σε τετράγωνη πλατφόρμα ισορροπίας. Η άσκηση εκτελείται με μονοποδική στήριξη, προς ένα επίπεδο (εγκάρσιο) για ανασπάσεις έσω-έξω χείλους. Τροποποιημένο από Bernier και Perrin (1998).



Εικόνα 5.6. Η 5^η φάση ασκήσεων. Η δυσκολότερη όλων των ασκήσεων απαιτώντας τον συνδυασμό μονοποδικής στήριξης, εξισορρόπησης στην ασταθή επιφάνεια και αναπήδηση της μπάλας. Τροποποιημένη από McGuine & Keene, (2006).

Ένα πρόγραμμα ασκήσεων μελετώντας πολλούς παραμέτρους ταυτόχρονα του νευρομυϊκού συντονισμού εφαρμόστηκε από τους (Eillis & Rosenbaum, 2001). Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ένα πρόγραμμα έξι εβδομάδων για την επανεκπαίδευση της ιδιοδεκτικότητας σε άτομα με προϋπάρχοντα διαστρέμματα χρησιμοποιώντας 12 διαφορετικά μηχανήματα, μεταξύ αυτών και εκείνων που εκπαιδεύουν την ισορροπία. Οι ασκήσεις για την εκπαίδευση της ισορροπίας δεν αρκέστηκαν μόνο σε εκείνες σε σταθερή επιφάνεια αλλά και σε ασταθή (δίσκο ισορροπίας) όπως στις περισσότερες έρευνες (Bahr et al., 1997, McGuine & Keene, 2006 ; Verhaden et al., 2004). Η έρευνα περιελάμβανε μηχανήματα (δυναμικές πλατφόρμες ισορροπίας), τα οποία ήταν συνδεδεμένα με ένα υπολογιστή και μία ενσωματωμένη οθόνη σε οπτική επαφή με τον εξεταζόμενο (εικόνα 4.9). Η δυνατότητα αυτή καθόριζε τον έλεγχο και την σωστή πορεία των κινήσεων για αντικειμενική και υποκειμενική εκτίμηση (Eillis & Rosenbaum, 2001).

Το δείγμα συντέλεσαν 30 άτομα με χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής άρθρωσης χωρίς πόνο κατά την εκτέλεση του προγράμματος. Τα πρόγραμμα διεξάγονταν μία φορά τη βδομάδα, με την κάθε άσκηση να διαρκεί 20 λεπτά. Η ένταση και η δυσκολία του προγράμματος **αυξάνονταν ανά δύο βδομάδες**

εκπαίδευσης. Κατά την πρώτη συνεδρία ελέγχθηκε και καταγράφηκε η θέση του κάθε εξεταζόμενου ώστε να καταμετρώνται οι αποκλίσεις από την θέση αυτή. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν μία σημαντική μείωση της συχνότητας ανάσπασης έσω χείλους και πελματιαίας κάμψης (κίνηση πρόκλησης διαστρέμματος) στο **60%**. Μία σημαντική βελτίωση παρουσιάστηκε στα άτομα ως προς το αίσθημα σταθερότητας και προστασίας της άρθρωσης (Eilis & Rosenbaum, 2001).

Η πρωτοτυπία του προγράμματος αυτού είναι τόσο η αντικειμενική εκτίμηση που λαμβάνουμε μέσω των μηχανημάτων, όσο και η υποκειμενική ανατροφοδότηση των ατόμων προς εξέταση. Τα σήματα που λαμβάνουν τα άτομα από τα συγκεκριμένα μηχανήματα, εντείνουν την δυνατότητα τους να αντιλαμβάνονται και να κατανοούν περισσότερο τον σωστό συντονισμό και συγχρονισμό των κινήσεων τους (Eilis & Rosenbaum, 2001).

Σε αντίθεση με όλες τις παραπάνω έρευνες, στην βιβλιογραφία αναφέρονται δύο έρευνες οι οποίες δεν βρίσκουν συσχέτιση μεταξύ των προγραμμάτων επανεκπαίδευσης και της ιδιοδεκτικής ικανότητας των αθλητών.

Συγκεκριμένα οι Soderman et al., (2000) σε παρόμοια έρευνα με αθλητές ποδοσφαίρου δεν παρατηρήθηκε καμία συσχέτιση μεταξύ του προγράμματος ισορροπίας και της μείωσης των διαστρεμμάτων. Σε παλαιότερη έρευνα των Bernier και Perrin (1998) δεν αποδείχθηκε καμία επίδραση στον νευρομυϊκό έλεγχο και την ισορροπία μέσω ισορροπιστικών ασκήσεων (εικόνα 4.8). Σκοπός της έρευνας ήταν να καθοριστεί αν η ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης μπορούσε να βελτιωθεί μετά από την επίδραση των έξι εβδομάδων επανεκπαίδευσης σε άτομα με λειτουργική αστάθεια ποδοκνημικής άρθρωσης.

5.3 Άλλοι μέθοδοι επανεκπαίδευσης των παραμέτρων της ιδιοδεκτικότητας

Ο Sekir et al., (2007) μελέτησαν την επίδραση που είχε η ισοκινητική άσκηση στη μυϊκή δύναμη καθώς και την αίσθηση της θέσης και της λειτουργικότητας της ποδοκνημικής σε αθλητές με λειτουργική αστάθεια. Το δείγμα αποτελούνταν από 24 άτομα στο σύνολο, τα οποία ήταν αθλητές που είχαν υποστεί 2 διαστρέμματα στο ίδιο σκέλος στους τελευταίους 6 μήνες. Οι συμμετέχοντες είχαν κλινικά εξετασθεί και δεν είχαν βρεθεί θετικοί όσον αφορά την μηχανική αστάθεια. Οι αθλητές εκπαιδεύτηκαν σε ισοκινητικό πρόγραμμα ασκήσεων διάρκειας 6 εβδομάδων και με συχνότητα 3 φορές τη βδομάδα. Η πραγματοποίηση των ασκήσεων έγινε μόνο από την πάσχουσα ποδοκνημική και περιείχαν κινήσεις ανάσπασης έξω και έσω χείλους της ποδοκνημικής με μειομετρική σύσπαση των κατάλληλων μυϊκών ομάδων.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν και πριν και κατά το πέρας του προγράμματος αποκατάστασης σύμφωνα με τις 2 ακόλουθες δραστηριότητες. Αρχικά οι ερευνητές με τη χρήση του ισοκινητικού δυναμόμετρου αξιολόγησαν την αίσθηση της θέσης του μέλους των ασθενών. Με την ρύθμιση της συνεχούς παθητικής κίνησης στο ισοκινητικό μηχάνημα η ποδοκνημική άρθρωση σε κάθε εξεταζόμενο τοποθετήθηκε σε ανάσπαση έσω χείλους 10 μοιρών όπου παρέμειναν στη θέση αυτή για 10 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια τοποθετήθηκε η ποδοκνημική σε ουδέτερη θέση. Στην συνέχεια ζητήθηκε από τους εξεταζόμενους να σταματήσουν με τη χρήση χειροκίνητου διακόπτη την παθητική κίνηση από το μηχάνημα στο σημείο όπου αξιολογούσαν εκείνοι ότι η ποδοκνημική τους βρίσκονταν στην ίδια με την προηγούμενη θέση. Ακολουθώντας την ίδια ροή, η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε σε μεγαλύτερη τροχιά, εύρους 20 μοιρών. Επιπροσθέτως οι εξεταζόμενοι έπρεπε καθ' όλη την διάρκεια των μετρήσεων να έχουν κλειστά τα μάτια. Η δεύτερη δραστηριότητα που εξετάστηκαν ήταν ένα λειτουργικό τεστ, η ικανότητα της μονοποδικής στήριξης στο πάσχον σκέλος όπου και στη διαδικασία αυτή οι εξεταζόμενοι παρέμεναν στην θέση αυτή με κλειστά μάτια και χωρίς παπούτσια για 1 λεπτό. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας υπολογίστηκε τα στατικό λίκνισμα.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως μετά το τέλος και των 6 εβδομάδων, η αίσθηση της θέσης του μέλους των ασθενών βελτιώθηκε και μειώθηκε το στατικό λίκνισμά τους. Πιθανή εξήγηση για τα παραπάνω ευρήματα είναι ότι το συγκεκριμένο πρόγραμμα αποκατάστασης επέδρασε θετικά με δύο τρόπους. Πρώτον οδήγησε σε

άρση της μυϊκής ανισορροπίας στην ποδοκνημική άρθρωση και απομάκρυνε τα επώδυνα ερεθίσματα διευκολύνοντας με αυτό τον τρόπο τα ιδιοδεκτικά. Δεύτερον διευκολύνθηκε η διέγερση της μυϊκής ατράκτου και του τενόντιου οργάνου golgi αυξάνοντας έτσι τα κεντρομόλα ερεθίσματα προς το κεντρικό νευρικό σύστημα.

Όσον αφορά την επανεκπαίδευση της δύναμης των ανασπαστών μέσω του ισοκινητικού δυναμομέτρου συμπεράνουμε ότι: **η δύναμη και η λειτουργική ικανότητα των μυών που επανεκπαιδεύτηκαν ενδέχεται να μην σχετίζεται με την λειτουργική ικανότητα τους, γιατί οι ταχύτητες στο ισοκινητικό δυναμόμετρο δεν αντιπροσωπεύουν ταχύτητες εκτέλεσης λειτουργικών δραστηριοτήτων** (Perrin et al., 1991; Greenberger & Paterno, 1995; Lephart et al., 1992). Η βελτίωση της δύναμης των ανασπαστών μπορεί να προέρχεται λόγω εξοικείωσης του εξεταζομένου με το ισοκινητικό δυναμόμετρο ή μέσω νευρομυϊκών αλλαγών εντός του μυός (Bennett & Stauber, 1986). Για να παρουσιαστεί μία ουσιαστική αλλαγή στην δύναμη των ανασπαστών απαιτείται ένα διάστημα (4-6 εβδομάδων) επανεκπαίδευσης, συμπεραίνοντας ότι στους τραυματισμένους μύες καθυστερεί η μεταβολή της δύναμης τους (Mathews & St-Pierre, 1996). Στην προαναφερθήσα έρευνά για την αξιοπιστία και την σωστή εκτίμηση της δύναμης των ανασπαστών του έσω και έξω χείλους είχαν καθοριστεί δύο μέσες τιμές, μετά από αξιολόγηση σε υγιή άτομα πάνω στο ισοκινητικό μηχάνημα (Sekir, 2007). Συγκεκριμένα το ισοκινητικό μηχάνημα με ταχύτητα 120°/ανά δευτερόλεπτο και με τον εξεταζόμενο να εκτελεί έκκεντρη συστολή για ανάσπαση έσω—έξω χείλους, μετρήθηκαν οι προκαθορισμένες τιμές (0.86 Nm/Kg-0.89Nm/Kg). Άτομα με λειτουργική αστάθεια που αξιολογήθηκαν με τον ίδιο τρόπο, παρατηρήθηκε ότι οι τιμές αυτές ανήλθαν στο 0.90 και 0.94 σε μόλις 10° και 20° ανάσπαση έσω και έξω χείλους αντίστοιχα.

5.3.1 Μη επιβλεπόμενη μέθοδος επανεκπαίδευσης

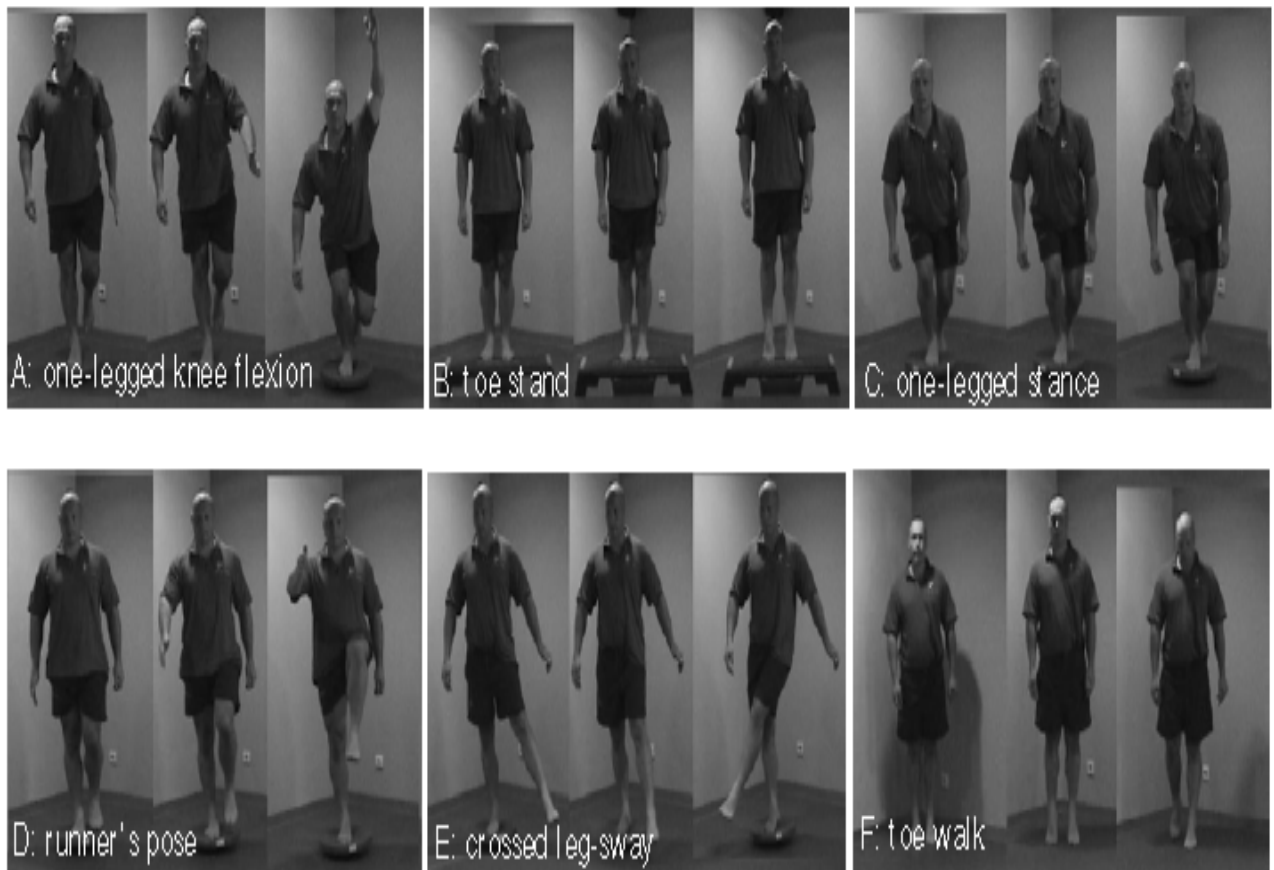
Μία πολλή πρόσφατη μελέτη αναφέρεται από τους (Maarten et al. 2008), για **μη επιβλεπόμενη μέθοδο** επανεκπαίδευσης της ιδιοδεκτικότητας μέσω προγραμμάτων ισορροπίας (Εικ.4.10). Τα προγράμματα ισορροπίας διαθέτουν τις κατάλληλες προϋποθέσεις, ώστε να μπορέσουν τα άτομα να εκτελέσουν αξιόπιστα τις υποδειγματικές ασκήσεις. (Hendriks et al., 1998, Maarten et al., 2008). Η μελέτη στηρίχτηκε στο γεγονός ότι η βασική αποκατάσταση ατόμων μετά από διάστρεμμα διαρκεί συνήθως έξι βδομάδες (Hendriks et al., 1998) και η συνέχιση ενός προγράμματος αύξησης νευρομυϊκού συντονισμού εμπεριέχει υποκειμενικά κριτήρια.

Τα άτομα που έλαβαν μέρος στην έρευνα ήταν 261, τα οποία ακολούθησαν το πρόγραμμα ισορροπίας 3 φορές τη βδομάδα για 8 βδομάδες. Οι ασκήσεις αριθμούνταν σε τρεις ουσιαστικά κατηγορίες και καθεμία περιελάμβανε τρία επίπεδα δυσκολίας.

Συγκεκριμένα :

1^η κατηγορία ασκήσεων εκπαίδευση εξισορρόπησης σε ασταθή επιφάνεια

- ισορροπία στην ασταθή επιφάνεια με μονοποδική στήριξη
- ισορροπία στην ασταθή επιφάνεια με μονοποδική στήριξη με συνδυασμό με κάμψη στο γόνατο προς τα μπροστά ή πίσω (Εικ.5.7 A,C,D)
- Διαγώνια χιάσματα με το ένα πόδι πάνω στην ασταθή επιφάνεια (Εικ.5.7 E)
- Διαγώνια χιάσματα με κλειστά μάτια.



Εικόνα 5.7. Μη επιβλεπόμενο πρόγραμμα θεραπείας. Όλες οι μορφές ασκήσεων που εκτελέστηκαν κατά τη διάρκεια 8 εβδομάδων, το οποίο στηρίζονταν σε ασκήσεις βελτίωσης της ισορροπίας (Maarten et al., 2008).

2^η κατηγορία ασκήσεων αναφέρθηκε η ισορροπία σε αυξημένο ύψος επίπεδης επιφάνειας

- Διποδική στήριξη στην επιφάνεια
- Η κλιμακώμενη δυσκολία ενέχονταν στον έλεγχο της ισορροπίας όταν το άτομο ανασηκώνονταν στις μύτες των ποδιών του.
- Ισορροπία στις μύτες των ποδιών και κλείσιμο ματιών (Εικ.5.7.B)

3^η κατηγορία ασκήσεις σε ασταθής επιφάνεια για τον έλεγχο δυναμικών ασκήσεων

- Προτεινόμενη βάρδιση σε ασταθή επιφάνεια
- Βάρδιση με κλειστά μάτια και
- Άλμα με μονοποδική στήριξη (Εικ.5.7 F)

Το πρόγραμμα θα επαναληφθεί μετά το πέρας ενός έτος και η εξέταση για έλεγχο βελτίωσης του νευρομυϊκού συντονισμού εκτελείται κάθε μήνα με την μορφή

ερωτηματολογίου (Maarten et al., 2008). Μέχρι στιγμής τα αποτελέσματα της έρευνας αναφέρουν μία σημαντική βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας και αύξησης της λειτουργικής ικανότητας των ατόμων. Ο πρώτος χρόνος εκπαίδευσης μετά τον τραυματισμό θεωρείται κρίσιμος για την επανεκπαίδευση της ισορροπίας.

Σε πολυάριθμες έρευνες αναφέρεται η επανεκπαίδευση της ισορροπίας μετά τον πρώτο χρόνο ως σημαντικός παράγοντας μείωσης του υψηλού κινδύνου των επερχόμενων διαστρεμμάτων. (Bahr & Bahr, 1997; Ekstrand & Tropp, 1990; Milgrom et al., 1991; Verhaden et al., 2004). Οι έρευνες αυτές θεωρούσαν απαραίτητη την επίβλεψη κατά την διάρκεια των ασκήσεων σε αντίθεση με την πρόσφατη μη επιβλεπόμενη έρευνα (Maarten et al., 2008).

5.4 Χρήση θεραπευτικών ιμάντων στην μείωση του επανατραυματισμού

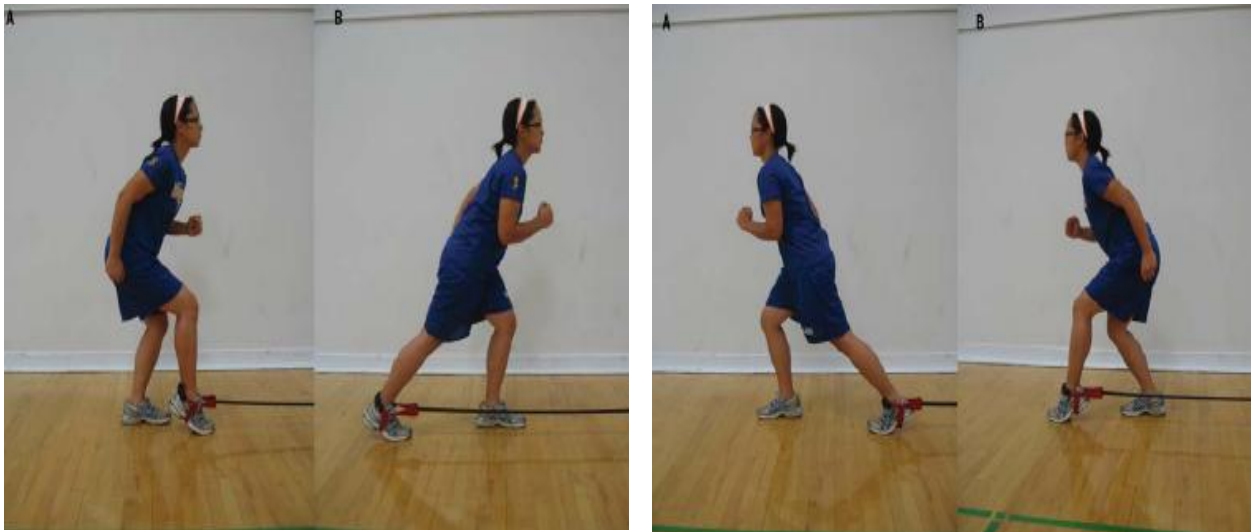
Συχνά σε προγράμματα ασκήσεων αποκατάστασης εμπεριέχονται ασκήσεις με ελαστικούς ιμάντες, οι οποίες προάγουν τη δύναμη και την ισορροπία σε ασθενείς με επαναλαμβανόμενα διαστρέμματα (Schulth 2006; Simoneau et al., 2001). Σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης είναι υποχρεωτικό να λαμβάνονται υπόψη ο συνδυασμός της ισορροπίας και της συντονισμένης άσκησης στην συστολή των μυών (Holme et al., 1999; Eilis & Rosenbaum, 2001; Kyungmo et al., 2009).

Ένα πρόγραμμα 4 εβδομάδων στάθηκε ικανό στην βελτίωση της δύναμης και της ισορροπίας σε άτομα με προϋπάρχων ιστορικό διαστρεμμάτων. Το πρόγραμμα καθορίζονταν από συνδυασμό της μονοποδικής ισορροπίας και της μειομετρικής άσκησης με επιβαλλόμενη εξωτερική αντίσταση στο άλλο άκρο (Kyungmo et al., 2009).

Το δείγμα αποτελούνταν από 20 άτομα με τουλάχιστον 2 διαστρέμματα σε χρονικό διάστημα 36 μηνών. Οι εκπαιδευτικές συνεδρίες ανέρχονταν σε 3 φορές την εβδομάδα για 4 βδομάδες. Οι ασκήσεις του προγράμματος ήταν 4 στο σύνολο των διαφοροποιήσεων τους, με κάθε άσκηση να αποτελείται από 3 σετ των 15 επαναλήψεων.

Η αντίσταση από τους θεραπευτικούς ιμάντες ελέγχονταν από μηχανήμα (δυναμόμετρο) και οριοθετούνταν ανάλογα με την σωματική μάζα του ατόμου. Κάθε βδομάδα αυξάνονταν το ποσοστό της τάσης από τους ιμάντες. Οι ασκήσεις επανεκπαίδευσης ξεκινούσαν με καλή σταθεροποίηση στο άκρο με χρόνια αστάθεια

ποδοκνημικής και μειομετρική ενεργοποίηση του υγιούς σε κινήσεις ενάντια στην δύναμη του ιμάντα (Εικ.5.8).



Εικόνα 5.8. Φιξάρισμα στο ένα άκρο και μειομετρική, με αντίσταση μέσω του ιμάντα άσκηση. Η άσκηση εκτελείται αμφοτερόπλευρα. Τροποποιημένο από Kyungmo et al., 2009.

Έχει αποδειχθεί σε έρευνες ότι η ενεργοποίηση και ενδυνάμωση του υγιούς σκέλους, επιδρά στην αύξηση της ισορροπίας του πάσχοντος (Holme et al., 1999; Eilis & Rosenbaum, 2001; Kyungmo et al., 2009).

Στην συνέχεια το άτομο αντέστρεψε τις λειτουργίες, έχοντας το υγιές μέλος στην θέση του πάσχοντος. Σε κάθε άσκηση βασική προϋπόθεση ήταν η ομαλή επαναφορά (πλειομετρική ενεργοποίηση) στην αρχική θέση του μέλους .

Στο τελικό στάδιο ασκήσεων, αναφέρονταν σε εκείνες με σταθερό φιξάρισμα και των δύο ποδιών με κάμψη στα γόνατα και στα ισχία και εναλλάξ χιασμός του υγιούς μπροστά από το πάσχον και το αντίστροφο (Εικ.5.9).



Εικόνα 5.9. Το τελευταίο στάδιο ασκήσεων του προγράμματος ενδυνάμωσης μέσω αντίστασης των θεραπευτικών ιμάντων. Παρουσιάζεται το σταθερό φιξάρισμα και των

δύο ποδιών με κάμψη στα γόνατα και εναλλάξ χιασμός υγιούς και πάσχοντος. Τροποποιημένο από Kyungmo et al., 2009.

Τα αποτελέσματά τους αναφέρουν βελτίωση της ισορροπίας και του στατικού ελέγχου της ποδοκνημικής άρθρωσης (Εικ.5.10).



Εικόνα 5.10. Τελική φάση, αξιολόγηση. Με το πέρας του προγράμματος, έλεγχος μέσω πλατφόρμας ισορροπίας για την συλλογή δεδομένων και αποτίμηση των αποτελεσμάτων. Τροποποιημένο από Kyungmo et al., 2009.

Βέβαια το διάστημα που τα άτομα είχαν υποστεί ένα διάστρεμμα ήταν μεγάλο και η φυσική κατάσταση των ατόμων σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Ο Holme et al. (1999) αναφέρουν ότι ένας τραυματισμός της ποδοκνημικής άρθρωσης, παρουσιάζει μείωση του στατικού ελέγχου και της δύναμης του άκρου μετά το πέρας επανεκπαίδευσης 6 εβδομάδων. Όμως παρατηρείται αύξηση της δύναμης και ομαλοποίηση του ελέγχου, ανεξάρτητα του προγράμματος αποκατάστασης μετά τους 4 μήνες. Σκοπός της έρευνας ήταν να καθορίσει την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, μετά από εκπαιδευτικό πρόγραμμα που διεξήχθη στις 6 εβδομάδες και 4 μήνες μετά από τον τραυματισμό. Το πρόγραμμα τους περιελάμβανε ασκήσεις ισορροπίας με ισομετρική ενεργοποίηση των μυών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο άκρος πόδας έχει αποτελέσει το αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνών. Η ανατομία, η κινησιολογία, η εμβιομηχανική και η ιδιοδεκτικότητα είναι μερικοί από τους πολύ ενδιαφέροντες τομείς μελέτης. Οι ανακαλύψεις γύρω από αυτούς τους τομείς έχουν βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση της μορφής και λειτουργίας των αρθρώσεων του άκρου πόδα.

Εκ των τριών αρθρώσεων του οπίσθιου άκρου πόδα μεγάλη έμφαση δίνεται στην ποδοκνημική και την υπαστραγαλική άρθρωση οι οποίες συμβάλουν περισσότερο στην κινητικότητα του άκρου ποδός. Οι δύο αυτές γειτονικές αρθρώσεις αλληλεπιδρούν και αλληλοσυμπληρώνονται συνολικά σε όλες τις κινήσεις που πραγματοποιεί ο άκρος πόδας. Κινησιολογικές και εμβιομηχανικές έρευνες μας δίνουν στοιχεία γύρω από την συμπεριφορά αυτών των αρθρώσεων και παρουσιάζουν δύο αρθρώσεις που κάθε άλλο παρά γωνιώδεις ή ανώμαλες μπορούν να χαρακτηριστούν.

Αποδεδειγμένα επιστημονικά και οι δύο αυτές αρθρώσεις πραγματοποιούν κινήσεις γύρω από τους τρεις άξονες και στα τρία επίπεδα. Η κάθε μία ξεχωριστά παρουσιάζει την δική της κλιμάκωση, σε βαθμό κινητικότητας σε συγκεκριμένους άξονες κίνησης. Η υπαστραγαλική έχει το μεγαλύτερο εύρος κίνησης στο προσθιοπίσθιο επίπεδο, ενώ η υπαστραγαλική στο στεφανιαίο επίπεδο. Εν ολίγοις, η πελματιαία και η ραχιαία κάμψη πραγματοποιούνται στο προσθιοπίσθιο επίπεδο και είναι οι κύριες κινήσεις της ποδοκνημικής, ενώ η ανάσπαση έσω και έξω χείλους είναι κινήσεις της υπαστραγαλικής.

Η ισορροπία μεταξύ αυτών των κυρίων αρθρώσεων έχει αποδειχτεί ότι είναι πολύ ευαίσθητη και έτσι εξηγείται το αυξημένο ποσοστό τραυματισμών που παρουσιάζει ο οπίσθιος άκρος πόδας και κυρίως τα θυλακοσυνδεσμικά στοιχεία του έξω χείλους (έξω διαστρέμματα).

Τα διαστρέμματα της ποδοκνημικής άρθρωσης είναι ένα συχνό φαινόμενο που παρατηρείται στον αθλητισμό αλλά και σε καθημερινές δραστηριότητες.

Ο μηχανισμός του διαστρέμματος εμπεριέχει ως κύριο στοιχείο την ανάσπαση του έσω χείλους με έξω στροφή της κνήμης που συνδυάζεται με ραχιαία ή πελματιαία κάμψη. Στις προαναφερθείσες μελέτες, ο μηχανισμός κάκωσης της ποδοκνημικής άρθρωσης, αναλύεται σε εργαστηριακό περιβάλλον όπου γίνεται προσομοίωση του τραυματισμού σε υγιή και μη, άτομα.

Οι επιπτώσεις ενός διαστρέμματος φαίνεται να απασχολούν το άτομο που έχει υποστεί τον τραυματισμό για μακροχρόνιο διάστημα. Η έρευνά μας εστιάζεται στην μελέτη των ιδιοδεκτικών ελλειμμάτων. Για να καταλήξουμε στο κατά πόσο είναι υπεύθυνα τα ιδιοδεκτικά ελλείμματα στον τραυματισμό και στον επανατραυματισμό, συγκεντρώσαμε έρευνες γύρω από την δομή και την λειτουργία του σωματισθητικού και κινητικού μοντέλου. Σε αυτό το μοντέλο περιγράφεται η πορεία όλων των κεντρομόλων ερεθισμάτων (αιθουσιαία, οπτικά, ερεθίσματα από τους μηχανούποδοχείς των αρθρώσεων και των μυών). Φυγόκεντρο ερέθισμα είναι η νευρομυική απάντηση. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι πρόκειται για ένα κύκλωμα που πρωταγωνιστικό ρόλο παίζει το ΚΝΣ. Καταλήγουμε στο ότι βλάβη σε ένα τμήμα του κυκλώματος αυτού συντελεί στον σχηματισμό ιδιοδεκτικών ελλειμμάτων. Συμπεραίνουμε ότι τα ελλείμματα αυτά είναι υπεύθυνα για τον επανατραυματισμό του άκρου.

Ενδιαφέρον μας προκάλεσαν οι έρευνες οι οποίες αξιολογούν τα ιδιοδεκτικά ελλείμματα σε λειτουργικές δραστηριότητες όπως η βάδιση. Τα συμπεράσματα που αντλήσαμε από αυτές είναι ότι κατά την διάρκεια της βάδισης στα άτομα με λειτουργική αστάθεια, η ποδοκνημική άρθρωση παρουσιάζει διαφορετική και πιο ευάλωτη ως προς τους τραυματισμούς συμπεριφορά. Ο προσανατολισμός του άκρου διαφοροποιείται στα άτομα με λειτουργική αστάθεια.

Στα άτομα αυτά, η ποδοκνημική υιοθετεί μια θέση περισσότερης ανάσπασης έσω χείλους και προσαγωγής, κάτι που θέτει σε κίνδυνο το άκρο κατά την φάση της πρώτης επαφής στην οποία και δέχεται τα περισσότερα φορτία.

Πέρα από την διαφοροποίηση στην κινηματική συμπεριφορά του άκρου εξετάστηκε και η αντανεκλαστικότητα του σε άτομα με λειτουργική αστάθεια. Με βάση τις έρευνες γύρω από την αντανεκλαστικότητα συμπεραίνουμε ότι η

αντανακλαστικότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης σε άτομα με λειτουργική αστάθεια είναι μειωμένη. Με τον όρο αντανακλαστικότητα της ποδοκνημικής εννοούμε κυρίως την αντίδραση των μυϊκών ομάδων γύρω από την ποδοκνημική και ιδιαίτερα των ανασπαστων έξω χείλους σε μία απότομη κίνηση που εκθέτη το άκρο σε επικίνδυνο εύρος τροχιάς.

Η επιστήμη της φυσικοθεραπείας με την ραγδαία εξέλιξη των μηχανημάτων καθιστά δυνατή και με μεγάλη ακρίβεια την αξιολόγηση των συνεπειών των διαστρεμμάτων της ποδοκνημικής άρθρωσης.

Ητοι :

A) Αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης

(Ισοκινητικό δυναμόμετρο, τροποποιημένη πλατφόρμα με γωνιόμετρο)

B) Αξιολόγηση του στατικού ελέγχου

(Δυναμικές πλατφόρμες, πολυαξονική πλατφόρμα ισορροπίας)

Γ) Αξιολόγηση του χρόνου αντίδρασης των ανασπαστών μυών

(Ισοκινητικό δυναμόμετρο, τροποποιημένη πλατφόρμα με ρύθμιση πλάγιων κλίσεων)

Καταλαβαίνουμε λοιπόν από την αναφορά σε έρευνες της παραπάνω εργασίας, ότι η άμεση επέμβαση της φυσικοθεραπείας είναι αναγκαία για την γρήγορη και πλήρη αποκατάσταση των διαστρεμμάτων της ποδοκνημικής. Αναφέρθηκε παραπάνω ότι ένα οξύ διάστρεμμα ποδοκνημικής μπορεί να αξιολογηθεί με πολύ μεγάλη προσέγγιση, να ελεγχθεί με ακρίβεια ποιοί μηχανισμοί και παράγοντες έχουν επηρεαστεί και εάν υπάρχει μηχανική ή λειτουργική αστάθεια της κνημοπερονιαίας, αστραγαλοκνημικής, και υπαστραγαλικής άρθρωσης.

Σύμφωνα επίσης με τις παραπάνω μελέτες γίνεται το ίδιο αξιόπιστη η αξιολόγηση και σε ασθενείς με υποψία αστάθειας λόγω παλαιού τραυματισμού της άρθρωσης και κατ' επέκταση μιας χρόνιας λανθασμένης θέσης που έχει υιοθετήσει η άρθρωση. Η λανθασμένη θέση της άρθρωσης έχει δημιουργήσει μείωση του νευρομυϊκού συντονισμού και μειωμένη δύναμη των ανασπαστών του έσω χείλους.

Συγκεκριμένα πλήττονται οι μηχανοϋποδοχείς στην περιοχή της ποδοκνημικής (μυϊκή άτρακτος, ενδαρθρικοί υποδοχείς, τενόντιο όργανο Golgi) που είναι ευαίσθητοι στην διάταση και πίεση, κατά την διάρκεια των δυναμικών δραστηριοτήτων αλλά και κατά την ήρεμη όρθια στάση .

Η αρθρική αστάθεια που παρατηρείται λοιπόν, επηρεάζει την αίσθηση της θέσης και την κιναισθησία του μέλους, καθώς η ποδοκνημική υιοθετεί μια μόνιμα λανθασμένη θέση. Ακόμα διαταράσσονται τα ιδιοδεκτικά αντανακλαστικά που συμβάλλουν στον ισορροπιστικό έλεγχο.

Ωστόσο έρευνες αναφέρουν πως ο ελλειμματικός ισορροπιστικός έλεγχος δεν οφείλεται μόνο στην αρθρική αστάθεια, αλλά και στην ελλιπή αντανακλαστική διαφοροποίηση της άρθρωσης.

Οι παραπάνω μελέτες έδειξαν ότι υπάρχουν διαφορετικά προγράμματα αποκατάστασης για την αντιμετώπιση ενός ενδεχομένως οξέως διαστρέμματος, μιας χρόνιας λανθάνουσας κατάστασης αλλά και προγράμματα αποκατάστασης καθαρά προληπτικού χαρακτήρα για την αποφυγή τραυματισμών και υποτροπών.

Και στις τρεις παραπάνω περιπτώσεις με διαφορετικό τρόπο, η επανεκπαίδευση στοχεύει στη βελτίωση της δύναμης, του ελλειμματικού νευρομυϊκού συντονισμού και της καθυστερημένης προστατευτικής αντίδρασης των μυών.

Κύριος στόχος στα προγράμματα φυσικοθεραπείας αποτελεί η επανεκπαίδευση της ιδιοδεκτικότητας.

Αρκετές έρευνες έχουν επικεντρώσει το ενδιαφέρον τους στην εκπαίδευση του νευρομυϊκού συντονισμού και σε **υγιή άτομα**, με σκοπό να διευκρινιστεί κατά πόσο βοηθάει στην πρόληψη επερχόμενων διαστρεμμάτων στην ποδοκνημική άρθρωση. Τα αποτελέσματά δείχνουν ότι η εκπαίδευση ακόμα και σε υγιή άτομα μπορεί να μειώσει τις πιθανότητες διαστρέμματος.

Σύμφωνα με έρευνες, αθλητές οι οποίοι έχουν υποστεί ένα διάστρεμμα ποδοκνημικής, έχουν αυξημένη πιθανότητα επανατραυματισμού στο ίδιο άκρο. Η διεκπεραίωση ενός ισορροπιστικού προγράμματος, δίνει τη δυνατότητα της επαναφοράς του ελλειμματικού νευρομυϊκού συντονισμού. Πολυάριθμες έρευνες αναφέρουν τη σημαντική μείωση της επανεμφάνισης ενός διαστρέμματος στο 60%, αλλά και βελτίωση της αίσθησης σταθερότητας μετά από επανεκπαίδευση, μέσω προγράμματος ισορροπίας, σε άτομα με ιστορικό διαστρεμμάτων. Ωστόσο υπάρχουν έρευνες που δεν παρατηρήθηκε καμία συσχέτιση μεταξύ του προγράμματος ισορροπίας και της μείωσης των διαστρεμμάτων. Παρόλα ταύτα επικρατούν οι πρώτες θεωρίες.

Άλλες μέθοδοι επανεκπαίδευσης, μελέτησαν την επίδραση που είχε η ισοκινητική άσκηση στη μυϊκή δύναμη καθώς και την αίσθηση της θέσης και της

λειτουργικότητας της ποδοκνημικής σε άτομα με λειτουργική αστάθεια. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως μετά από μερικές εβδομάδες, η αίσθηση της θέσης του μέλους βελτιώθηκε και μειώθηκε το στατικό λίκνισμά τους. Πιθανή εξήγηση για τα παραπάνω ευρήματα, είναι ότι το συγκεκριμένο πρόγραμμα αποκατάστασης επέδρασε θετικά με δύο τρόπους. Πρώτον οδήγησε σε άρση της μυϊκής ανισορροπίας στην ποδοκνημική άρθρωση και απομάκρυνε τα επώδυνα ερεθίσματα διευκολύνοντας με αυτό τον τρόπο τα ιδιοδεκτικά. Δεύτερον διευκολύνθηκε η διέγερση της μυϊκής ατράκτου και του τενόντιου οργάνου golgi αυξάνοντας έτσι τα κεντρομόλα ερεθίσματα προς το κεντρικό νευρικό σύστημα.

Συχνά σε προγράμματα ασκήσεων αποκατάστασης, εμπεριέχονται ασκήσεις με ελαστικούς ιμάντες ασκήσεις μονοποδικής και διποδικής ισορροπίας και έχει αποδειχθεί ότι η ενεργοποίηση και ενδυνάμωση του υγιούς σκέλους, επιδρά στην αύξηση της ισορροπίας του πάσχοντος.

ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Bahr R, Bahr IA (1997)**Incidence of acute volleyball injuries: a prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. *Scand J Med Sci Sports*. 7 (3): 166–171.
2. **Bahr R, Lian O, Bahr IA (1997)**A twofold reduction in the incidence of acute ankle sprains in volleyball after the introduction of an injury prevention program: a prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports*. 7 (3): 172–177
3. **Bernier JN, Perrin D, Rijke A (1997)**.Effect of unilateral functional instability of the ankle on postural sway and inversion and eversion strength. *J Athl Train*. 32 (3): 226–232.
4. **Beynon BD, Murphy DF, Alosa DM (2002)**.Predictive factors for lateral ankle sprains: a literature review. *J Athl Train*. 37 (4): 376–380
5. **Bozkurt M, Doral MN.(2006)**Anatomic factors and biomechanics in ankle instability. *Foot Ankle Clin*. 2006 Sep;11(3):451-63.
6. **Brunt D, Andersen JC, Huntsman B, Reinhert LB, Thorell AC, Sterling JC (1992)**. Postural responses to lateral perturbation in healthy subjects and ankle sprain patients. *Med Sci Sports Exerc*. 24: 171-176.
7. **Bryan L, Riemann BL, Scott M, Lephart SM (2002)**.The Sensorimotor System, Part I: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. *J Athl Train*. 37 (1): 71–79.
8. **Bryan L, Riemann BL, Scott M, Lephart SM (2002)**.The Sensorimotor System, Part I: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. *J Athl Train*. 37 (1): 71–79.
9. **Bryan L, Riemann BL, Scott M, Lephart SM (2002)**.Sensorimotor System Measurement Techniques *J Athl Train*. 37 (1): 85–9
10. **Cawthorn M, Cummings G, Walker JR, Donatelli R (1991)**.Isokinetic measurement of foot invertor and evertor force in three positions plantarflexion and dorsiflexion. *J Orthop Sports Phys Ther*. 14: 75-81.
11. **Cornwall MW, Murrell P (1991)**.Postural sway following inversion sprain of the ankle. *J Am Podiatr Med Assoc*. 81(5): 243–247.
12. **De Noronha M, Refshauge KM, Kilbreath SL, Crosbie J (2007)**. Loss of proprioception or motor control is not related to functional ankle instability: an observational study. *Australian J of Phys*. 53: 193–198.
13. **Ebig M, Lephart SM, Burdett RG, Miller MC, Pincivero DM.(1997)**The effect of sudden inversion stress on EMG activity of the peroneal and tibialis anterior muscles in the chronically unstable ankle.*J Orthop Sports Phys Ther*. 1997;26:73-7.
14. **Ebig M, SM. Lephart, Burdett,R G, Miller M C, Pincivero D M (1996)**.The effect of sudden inversion stress on EMG activity of the muscles in the chronically unstable ankle peroneal and tibialis anterior. *Br J Sports Med*. 30: 151-155.
15. **Eils E, Rosenbaum D (2001)**.A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Med Sci Sports Exerc*. 33 (12): 1991–1998.
16. **Evans T, Hertel J, Sebastianelli W (2004)**.Bilateral deficits in postural control following lateral ankle sprain. *Foot Ankle Int*. 25 (11): 833–839.
17. **Fong D, Hong Y, Shima Y, Krosshaug Tr et al (2009)**.Biomechanics of Supination Ankle Sprain. *Am J Sports Med*. 37 (4): 822-827

18. **Freeman MA (1965).**Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg Br.* 47 (4): 669–677.
19. **Freeman MA, Dean MR, Hanham IW (1965).**The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg Br.* 47 (4): 678–685.
20. **Freeman MAR, Wyke BD(1964)**The innervation of the cat's knee joint. *J Anat* 1964 98:299-300,
21. **Fu AS, Hui-Chan CW (2005).**Ankle joint proprioception and postural control in basketball players with bilateral ankle sprains. *Am J Sports Med.* 33 (8): 1174-1182.
22. **Gauffin H, Tropp H, Odenrick P(1988)**Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med.* 9 (2): 141–144.
23. **Goldie PA, EvansOM, Bach TM (1994).**Postural control following inversion injuries of the ankle. *Arch Phys Med Rehabil.* 75 (9): 969–975.
24. **Grindstaff T, Hamill R, Tuzson A, Hertel J (2006).**Neuromuscular control training programs and noncontact anterior cruciate ligament injuryrates in female athletes: a numbers-needed-to-treat analysis. *J Athl Train.* 41 (4): 450–456.
25. **Gross MT, Brugnotlotti JC (1992).**Relationship between multiple predictor variables and normal Biodex eversion-inversion peak torque and angular work. *J Orthop Sports Phys Ther.* 15: 24-31
26. **Gross P, Marti B (1999).**Risk of degenerative ankle joint disease in volleyball players: study of former elite athletes. *Int J Sports Med.* 20 (1): 58–63.
27. **Hale SA, Hertel J (2005).**Reliability and sensitivity of the Foot and Ankle Disability Index in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 40 (1)35–40.
28. **Hale SA, Hertel J, Olmsted-Kramer LC (2007).**The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 37 (6): 303–311.
29. **Han K, Ricard M D, Fellingham G W (2009).**Effects of a 4-Week Exercise Program on Balance Using Elastic Tubing as a Perturbation Force for Individuals With a History of Ankle Sprains. *J Orthop Sports Phys The.* 39 (4): 246-255.
30. **Hertel J (2002).**Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Train.* 37 (4): 364–375.
31. **Hertel J, Buckley WE, Denegar CR (2001).**Serial testing of postural control after acute lateral ankle sprain. *J Athl Train.* 36 (4): 363–368.
32. **Hoffman M, Payne VG (1995).**The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. *J Orthop Sports Phys The.* 21 (2): 90-93.
33. **Holme E, Magnusson SP, Becher K, Bieler T, Aagaard P, Kjaer M (1999).** The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense and re-injury risk after acute ankle ligament sprain. *Scand J Med Sci Sports.* 9 (2): 104–109.
34. **Holme E, Magnusson SP, Becher K, et al (1999).**The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense and re-injury risk after acute ankle ligament sprain. *Scand J Med Sci Sports* 9 (2): 104-109.

35. **Hupperets M, Verhagen E, Mechelen van W (2008).**The 2BFit study: is an unsupervised proprioceptive balance board training programme, given in addition to usual care, effective in preventing ankle sprain recurrences? Design of a Randomized Controlled Trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 71 (9): 1-10.
36. **Joanne E, Bullock-Saxton (1992).**Local Sensation Changes and Altered Hip Muscle Function Following Severe Ankle Sprain. *Physical Therapy*. 74 (1): 23-37.
37. **Kaminski T W, Buckley B D, Powers M E, Hubbard T J, Ortiz C (2003).** Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. *Br J Sports Med*. 37: 410–415.
38. **Konradsen L, Olesen S, Hansen HM (1998).**Ankle sensorimotor control and eversion strength after acute ankle inversion injuries. *Am J Sports Med*. 26:72-77.
39. **Lee AJY, Lin W-H (2008).**Twelve-week biomechanical ankle platform system training on postural stability and ankle proprioception in subjects with unilateral functional ankle instability. *Clin Biomech* 23: 1065 – 1072.
40. **Lentell GL, Katzman LL, Walters MR (1990).**The relationship between muscle function and ankle stability. *J Orthop Sports Phys Ther*. 11: 605-611.
41. **Malliou P, Gioftsidou A, Pafis G, et al (2004).**Proprioceptive training (balance exercises) reduces lower extremity injuries in young soccer players. *J Back Musculoskeletal Rehabil* 17 (3-4): 101-104.
42. **Marcio J. Santos, Wen L (2008).**Possible Factors Related to Functional Ankle Instability. *J Orthop Sports Phys Ther*. 38 (3) : 150-156.
43. **McGuine TA, Greene JJ, Best T, Levenson G (2000).**Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clin J Sport Med*. 10 (4): 239–244.
44. **McGuine TA, Keene JS (2006).**The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *Am J Sports Med*. 34 (7): 1103–1111.
45. **McKeon PO, Hertel J (2008).**Systematic review of postural control and lateral ankle instability, part I: can deficits be detected with instrumented testing? *J Athl Train*. 43 (3): 293–304.
46. **Nashner, L. (1976)**Adapting reflexes controlling human posture. *Exploring Brain Research* 26 :59-72
47. **Nashner, L. (1989)**Sensory , neuromuscular and biomechanical contribution to the human balance. In *Balance: Proceedings of the APTP Forum*, June 13-15, 1989
48. **Osborne MD, Chou LS, Laskowski ER, et al (2001).**The effect of ankle disk training on muscle reaction time in subjects with a history of ankle sprain. *Am J Sports Med* 29 (5): 627-632.
49. **Patrick O, McKeon, Carl G. Mattacola (2008).**Interventions for the prevention of first time and recurrent ankle sprains. *Clin sports med*. 27, 371-382.
50. **Pearce JMS (2004)**Sir Charles Scott Sherrington (1857-1952) and the synapse *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 2004;75;544
51. **Perrin PP, Bene MC, Perrin CA, Durupt D (1997).**Ankle trauma significantly impairs posture control: a study in basketball players and controls. *Int J Sports Med*. 18 (5): 387–392.

52. **Perron M, Garrison V, Luc J, Bradford J McFadyen (2007).**The ability of the Biodex Stability System to distinguish level of function in subjects with a second-degree ankle sprain. 21: 73-81
53. **Powers ME, Buckley BD, Kaminski TW (2004).**Six weeks of strength and proprioception training does not affect muscle fatigue and static balance in functional ankle instability. J Sport Rehabil. 13 (3): 201-227.
54. **Riemann BL (2002).**Is there a link between chronic ankle instability and postural instability? J Athl Train. 37 (4): 386–393.
55. **Riemann BL, Myers JB, Stone DA, Lephart SM (2004).**Effect of lateral ankle ligament anesthesia on single-leg stance stability. Med Sci Sports Exerc. 36 (3): 388–396.
56. **Riemann BL, Tray NC, Lephart SM (2003)**Unilateral multiaxial coordination training and ankle kinesthesia, muscle strength, and postural control. J Sport Rehabil. 12 (1): 13-30.
57. **Robert E. van Cingel, Gertjan KI, Elian J, Patrick R, Paul G.H. Mulder, Geert A, Stoeckart R (2006).**Repeated ankle sprains and delayed neuromuscular response: acceleration time parameters. Orthop Sports Phys Ther. 36: 72-79.
58. **Ross SE, Guskiewicz KM, Yu B (2005).**Single-leg jump-landing stabilization times in subjects with functionally unstable ankles. J Athl Train. 40(4):298–304.
59. **Rothermel S, Hale SA, Hertel J, Denegar CR (2004).**Effect of active foot positioning on the outcome of a balance training program. Phys Ther Sport. 5 (2): 98–103.
60. **Rozzi SL, Lephart SM, Sterner R, Kuligowski L (1999).**Balance training for persons with functionally unstable ankles. J Orthop Sports Phys Ther. 29 (8): 478–486.
61. **Santilli V, Frascarelli M, Paoloni M, Frascarelli FI et al(2005).**Peroneus longus muscle activation pattern during gait cycle in athletes affected by functional ankle instability. Am J Sports Med. 33 (8): 1183-1187
62. **Sheth P, Yu B, Laskowski ER, An KN (1997).**Ankle disk training influences reaction times of selected muscles in a simulated ankle sprain. Am J Sports Med. 25 (4): 538-543.
63. **Sutherland DH (2001).**The evolution of clinical gait analysis, part I: kinesiological EM. Gait Posture. 14:61-70
64. **Tropp H (1986).**Pronator muscle weakness in functional instability of the ankle joint. Int J Sports Med. 7 (5): 291–294.
65. **Tropp H (2002).**Commentary: functional ankle instability revisited. J Athl Train. 37: 512-515.
66. **Verhagen E, van der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R, et al (2004).**The effect of a proprioceptive balance training program for the prevention of ankle sprains. Am J Sports Med. 32 (6): 1385-1393.
67. **Verhagen RA, de Keizer G, van Dijk CN (1995).**Long-term follow-up of inversion trauma of the ankle. Arch Orthop Trauma Surg. 114 (2): 92–96.
68. **Wester JU, Jespersen SM, Nielsen KD, Neumann L (1996).**Wobble board training after partial sprains of the lateral ligaments of the ankle: a prospective randomized study. J Orthop Sports Phys Ther. 23 (5): 332–336.
69. **Wilkerson, G., and J. Nitz(1994)**Dynamic ankle stability:Mechanical and neuromuscular interrelationships.Journal of Sport Rehabilitation 3:43-57

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Drake R L, Vogl W, Mitchell A W (2005).**Ανατομία Gray's. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις, Πασχαλίδης.
2. **Hamilton N, Luttgens K (2003).**Κινησιολογία, επιστημονική βάση της ανθρώπινης κίνησης. Αθήνα: Επιστημονικές εκδόσεις, Παρισιάνου.
3. **Hansen T J (2007).**Εγχειρίδιο Ανατομικής, Άκρα. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις, Πασχαλίδης.
4. **Hoppenfeld St (1993).**Orthopaedic neurology a diagnostic guide to neurologic levels. Αθήνα: Επιστημονικές εκδόσεις, Παρισιάνου.
5. **Kahle W, Leonhardt H, Platzer W (1985).**Εγχειρίδιο ανατομικής του ανθρώπου με έγχρωμο άτλαντα. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις, Λίτσας.
6. **Lippert (1993).**Ανατομική, κείμενο και άτλαντας. Αθήνα: Επιστημονικές εκδόσεις, Παρισιάνου.
7. **Oatis (2002).**Kinesiology: The mechanics and pathomechanics of human motion. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia.
8. **Prentice W E (2007).**Τεχνικές αποκατάστασης αθλητικών κακώσεων. Αθήνα: Επιστημονικές εκδόσεις, Παρισιάνου
9. **Scott M. Lephart, Freddie H. Fu (1998)**Proprioception and neuromuscular control in joint stability
10. **Κακλαμάνης Ν, Καμνάς Α (1998).**Η ανατομική του ανθρώπου. Αθήνα
11. **Λαμπίρης Ηλ (2003).**Ορθοπαιδική και τραυματιολογία. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις, Πασχαλίδης.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

1. <http://www.eorthopod.com/>. A Patient's Guide to Ankle Anatomy. (σελ.1-8). Ημερομηνία πρόσβασης : 24/11/ 2008.
2. www.google.gr/ Διάστρεμμα της ποδοκνημικής άρθρωσης/ Γιαννακόπουλος Χρ., νοσοκομείο ΙΑΣΩ General, Αθήνα. Ημερομηνία πρόσβασης : 15/10/ 2008.
3. www.tsoukas-ortho.gr ; www.BasketBlog.gr-Συνδεσμικές κακώσεις ποδοκνημικής άρθρωσης.mht. Ημερομηνία πρόσβασης : 10/10/2008.
4. www.Ask.com /joint ankle- Ask.com Search. Ημερομηνία πρόσβασης : 10/10/2008.
5. www.Ask.com / Dr. Morris Gr, Podiatry – ankle sprains/ Foot and Ankle Surgery, Sports Medecine. Ημερομηνία πρόσβασης : 10/10/2008.
6. <http://www.sagepublications.com>
7. <http://www.eorthopod.com/images/ContentImages>
8. <http://www.telarun.com/bauerfeind/graphics/ze...>
9. <http://www.univie.ac.at/cga/courses/be522/kad>
10. http://www.physio.gr/article_read.asp?id=72
11. Stivoz.gr / Μυικές κακώσεις : Πρέντζας Κ., Χαροκόπειο πανεπιστήμιο Αθηνών. Ημερομηνία πρόσβασης : 10/10/2008.
12. [www.American orthopaedic foot & ankle society](http://www.Americanorthopaedicfoot&anklesociety.com) Ημερομηνία πρόσβασης : 16/07/2008.