



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΕΞΑΣΚΗΣΗΣ
ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΟ
ΚΑΤΩ ΑΚΡΟ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΜΑΣΟΥΡΑΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΣΤΑΥΡΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΕΠΗΣ ΗΛΙΑΣ

ΑΙΓΙΟ 2018

THE ROLE OF PLYOMETRIC EXERCISE IN REHABILITATION OF LOWER LIMB INJURIES

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αισθανόμαστε ιδιαίτερη ανάγκη να ευχαριστήσουμε τους γονείς μας που χάρη στη συμπαράσταση, την κατανόηση και την υπομονή τους, καθώς και την ψυχολογική και οικονομική υποστήριξη που μας παρείχαν κατά τη διάρκεια των φοιτητικών μας χρόνων έγινε εφικτή η εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα θέλαμε να δώσουμε στον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Ηλία Τσέπη για την εμπιστοσύνη και την πολύτιμη βοήθεια του, καθώς και τις γόνιμες συζητήσεις στις οποίες διέθεσε πρόθυμα το χρόνο του ώστε να επιτευχθεί ένα άρτιο αποτέλεσμα.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή εργασία αποτελεί το τελευταίο βήμα και την κορύφωση των σπουδών στο τμήμα φυσικοθεραπείας του Α.Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος.

Ο σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι να εξετάσει το κατά πόσο η πλειομετρική εξάσκηση κρίνεται αποτελεσματική στην αποκατάσταση τραυματισμών του κάτω άκρου. Για να εξασφαλιστεί όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εγκυρότητα έγινε προσπάθεια να καλυφθεί ένα μεγάλο φάσμα τραυματισμών για την εξαγωγή χρήσιμων και αξιόπιστων συμπερασμάτων. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στο χρονικό σημείο όπου η πλειομετρική εξάσκηση εισήχθη στα προγράμματα αποκατάστασης, το ασκησιολόγιο το οποίο χρησιμοποιήθηκε και τα αποτελέσματά της στους ασθενείς.

Για την πληρέστερη και πιο ολοκληρωμένη κάλυψη του θέματος, μελετήθηκαν έρευνες βασισμένες στην παγκόσμια βιβλιογραφία και αρθρογραφία, οι οποίες παρουσίαζαν προγράμματα αποκατάστασης που βασιζόνταν ή συμπεριελάμβαναν την πλειομετρική εξάσκηση για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων τραυματισμών.

Στην διεκπεραίωση της προσπάθειας αυτής έπαιξε σημαντικό ρόλο η άριστη συνεργασία μεταξύ μας καθώς και η πολύτιμη βοήθεια του επιβλέποντος καθηγητή, κ. Ηλία Τσέπη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως βασικό της στόχο την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της πλειομετρικής εξάσκησης στην αποκατάσταση τραυματισμών στο κάτω άκρο. Έτσι γίνεται παρουσίαση των βασικών συστατικών αυτού του είδους της άσκησης και παρουσίαση ερευνών με στόχο να κατανοηθεί η σπουδαιότητα της ενσωμάτωσής της σε ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αποκατάστασης.

Αρχικά, γίνεται μια ιστορική αναδρομή όσον αφορά την πλειομετρική εξάσκηση και περιγράφεται ο συνδυασμός των 3 φάσεων που πρέπει να εκτελεστούν ορθά για την ολοκλήρωση της πλειομετρικής δραστηριότητας. Επιπλέον παρουσιάζονται αναλυτικά οι μηχανικές, νευροφυσιολογικές και νευρομυϊκές προσαρμογές που προκαλούνται κατά την εκτέλεσή της, οι παράμετροι και τα βασικά συστατικά που περιλαμβάνει ένα πλειομετρικό πρόγραμμα καθώς και τα απαραίτητα κριτήρια για τη συμμετοχή σε αυτό.

Ακολούθως, δίνεται έμφαση στο ρόλο της ως μέσο αξιολόγησης της λειτουργικής ικανότητας του ασθενή μετά από τραυματισμούς όπως η λειτουργική αστάθεια της ποδοκνημικής, η μηνισκεκτομή και ο τραυματισμός του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Γίνεται εκτενής παρουσίαση των δοκιμασιών αλμάτων για την αξιολόγηση της ετοιμότητας του ασθενή να επιστρέψει στο προ-τραυματισμού επίπεδο και επισημαίνεται η σημασία της σωστής τεχνικής προσγείωσης και της ορθής εμβιομηχανικής της κίνησης.

Στη συνέχεια η εργασία πραγματεύεται την αποτελεσματικότητά της ως μέσο αποκατάστασης. Για το λόγο αυτό εξετάζονται έρευνες που αναλύουν προγράμματα, των οποίων βασικό στοιχείο αποτελεί η πλειομετρική εξάσκηση, για την αποκατάσταση για τραυματισμούς του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου, τα διαστρέμματα και τη χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής, τραυματισμούς στον αχίλλειο τένοντα καθώς και για άλλους όπως ο πρόσθιος πόνος στο γόνατο και η φλεγμονή της περιτονίας στην κνήμη.

Βάσει των συμπερασμάτων που προκύπτουν από την προσεκτική ανάλυση των ερευνών, η πλειομετρική εξάσκηση υποδεικνύεται ως ένα αξιόπιστο και κατάλληλο μέσο για την πρόληψη και την αξιολόγηση της λειτουργικής ετοιμότητας του αθλητή. Όσον αφορά την αποκατάσταση τραυματισμών του κάτω άκρου, κρίνεται αποτελεσματική κυρίως στα τελευταία στάδια του εκάστοτε προγράμματος πριν την επιστροφή στη δραστηριότητα, ενώ συγκεκριμένα στα αθλήματα προσομοιάζει καταστάσεις φόρτισης που συναντώνται σε αγωνιστικό ή προπονητικό επίπεδο αποτελώντας έτσι βασικό και αναπόσπαστο κομμάτι στην αθλητική αποκατάσταση.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	i
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	x
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	xi
1. ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΞΑΣΚΗΣΗ.....	1
1.1 Εισαγωγή στην πλειομετρική εξάσκηση.....	1
1.1.2 Ορισμός της πλειομετρικής εξάσκησης.....	2
1.2 Συσχέτιση έκκεντρης συστολής με την πλειομετρική εξάσκηση.....	2
1.3 Φάσεις της πλειομετρικής εξάσκησης.....	4
2. ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΕΞΑΣΚΗΣΗΣ.....	7
2.1 Μηχανικές προσαρμογές.....	7
2.2 Νευροφυσιολογικές προσαρμογές.....	8
2.3 Νευρομυϊκές προσαρμογές.....	9
3. ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΝΟΣ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....	10
3.1 Τεχνική εκτέλεσης πλειομετρικών ασκήσεων.....	10
3.2 Συστατικά ενός πλειομετρικού προγράμματος.....	10
4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΕΞΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ.....	15
4.1 Κριτήρια συμμετοχής σε πλειομετρική εξάσκηση.....	15
4.2 Παράγοντες προσοχής- Αντενδείξεις συμμετοχής.....	16
4.3.1 Η πλειομετρική εξάσκηση στην αποκατάσταση.....	17
4.3.2 Η πλειομετρική αξιολόγηση ως μέσο αποκατάστασης της λειτουργικής ικανότητας μετά από τραυματισμό.....	19
5. ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΑΛΜΑΤΩΝ.....	21
5.1.1 Ορισμός – Είδη δοκιμασίας αλμάτων.....	21
5.1.2 Τεχνικές εκτέλεσης.....	21
5.1.3 Τεχνικές προσγείωσης και εμβιομηχανική.....	27

5.1.4 Οι δοκιμασίες αλμάτων ως μέσο αξιολόγησης εμβιομηχανικών μηχανισμών στη δυναμική σταθεροποίηση του γόνατος.....	28
5.2.1 Οι δοκιμασίες αλμάτων ως μέσο αξιολόγησης έπειτα από επεμβατική αποκατάσταση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.....	29
5.2.2 Οι δοκιμασίες αλμάτων ως μέσο αξιολόγησης σε ασθενείς με μηνισκεκτομή.....	32
5.3 Οι δοκιμασίες αλμάτων ως μέσο αξιολόγησης σε άτομα με λειτουργική αστάθεια ποδοκνημικής.....	33
6. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΕΞΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ.....	36
6.1 Κάκωση – Ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.....	36
6.2.1 Η πλειομετρική εξάσκηση στην αποκατάσταση τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.....	37
6.2.2 Η πλειομετρική εξάσκηση στην αποκατάσταση τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου στα αθλήματα.....	41
6.2.3 Η πλειομετρική εξάσκηση στην αποκατάσταση τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου σε σκελετικά ανώριμους ασθενείς.....	44
6.3 Η πλειομετρική προπόνηση ως μέσο πρόληψης τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.....	46
7. Η ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΞΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΗΣ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ.....	48
7.1 Διάστρεμμα της ποδοκνημικής άρθρωσης.....	48
7.2 Η πλειομετρική εξάσκηση στην αποκατάσταση διαστρέμματος της ποδοκνημικής.....	49
7.3 Λειτουργική – Χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής άρθρωσης.....	50
7.4 Η πλειομετρική εξάσκηση στην αποκατάσταση της χρόνιας λειτουργικής αστάθειας της ποδοκνημικής.....	50
8. Η ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΞΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΟΝ ΑΧΙΛΛΕΙΟ ΤΕΝΟΝΤΑ.....	57
8.1 Η επίδραση της πλειομετρικής εξάσκησης στον αχίλλειο τένοντα.....	57
8.2 Η πλειομετρική εξάσκηση στην ρήξη του αχίλλειου τένοντα.....	58
9. Η ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΞΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΛΛΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ.....	59
9.1.1 Πρόσθιος πόνος του γόνατος (Anterior knee pain).....	59
9.1.2 Η πλειομετρική εξάσκηση στην αποκατάσταση του πρόσθιου πόνου στο γόνατο.....	60
9.2.1 Φλεγμονή περιτονίας στην κνήμη (Tibial Fasciitis).....	61

9.2.2 Η πλειομετρική εξάσκηση στη φλεγμονή περιτονίας στην κνήμη.....	62
9.3 Ο ρόλος της πλειομετρικής εξάσκησης στην αποκατάσταση μυϊκής θλάσης των οπίσθιων μηριαίων.....	62
10. ΕΚΚΕΝΤΡΗ ΑΣΚΗΣΗ.....	65
10.1 Η έκκεντρη άσκηση στην αποκατάσταση τραυματισμών.....	65
11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	70
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	73
ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ.....	74

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνες 1.1,1.2 Παράδειγμα έκκεντρης φόρτισης γαστροκνημίου και υποκνημιδίου, όπου από την όρθια θέση του σώματος με όλο το σωματικό βάρος στο μπροστινό μέρος του ποδιού και τον αστράγαλο σε πελματιαία κάμψη (αριστερά), η πτέρνα χαμηλώνει κάτω από το επίπεδο του μπροστινού μέρους του ποδιού (δεξιά) https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiU-MmB9tvdAhWRmbQKHedtB3UQjh6BAgBEAM&url=http%3A%2F%2Ffitness-elite.blogspot.com%2F2014%2F06%2Fgastrocnemius-soleus-plantaris.html&psig=AOvVaw1NHThO7eUXiTYULuGP7L9s&ust=1538161932477715	3
Εικόνα 1.3 Φάσεις πλειομετρικής άσκησης σε αλματική προσπάθεια Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.....	6
Εικόνα 2.1 Πλειομετρική άσκηση- Παράγοντες βελτίωσης μυικής απόδοσης, τροπ/νη από : Εφαρμοσμένη αθλητική φυσικοθεραπεία, Κωνσταντίνος Α. Φουσέκης.....	9
Εικόνα 3.1 Νευρομυική υπερφόρτωση μέσω άσκησης αλλαγής κατεύθυνσης http://mihalislakis.blogspot.com/2016/04/blog-post_43.html	11
Εικόνα 3.2 Ύψος πτώσεων πλειομετρικών ασκήσεων από κουτί 40 εκατοστών https://www.coachbasketball.gr/2014/08/pleiometrikes-askseis-almatos-sto-basket.html	13
Εικόνα 3.3 Λειτουργικές ασκήσεις κατά την προθέρμανση http://www.proplayer.gr/dinamikes-diataseis-stin-prothermansia	13
Εικόνα 3.4 Αποθεραπεία με τη βοήθεια διατάσεων http://s11.gr/proponese-omadas/apotherapiea	14
Εικόνα 4.1 Ημικαθίσματα στο ένα πόδι για συμμετοχή στο ΠΠ https://www.coachbasketball.gr/2013/04/corrective-exersices_10.html	15
Εικόνα 4.2 Σωστός έλεγχος προσγείωσης σε μονοποδικά άλματα https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=2ahUKEwivtefoss7dAhVJh6YKHZwwBDUQjh6BAgBEAM&url=http%3A%2F%2Fpedsinreview.aappublications.org%2Fcontent%2F36%2F10%2F438&psig=AOvVaw2sx-7rHrmHZTLgPaiYwD3T&ust=1537698315540084	16
Εικόνα 4.3 Δοκιμασία <i>single leg hop for distance</i> για αξιολόγηση δύναμης και ισορροπίας https://www.google.gr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=2ahUKEwi3t9JAzdndAhXPZVAKHTxhClkQjh6BAgBEAM&url=http%3A%2F%2Fflermagazine.com%2Farticle%2Ffunctional-tests-to-predict-lower-extremity-injury-risk&psig=AOvVaw0_KKqcdHA7vGRU5Ilg0iHkb&ust=1538082979742535	20
Εικόνα 5.1 Δοκιμασία <i>single leg hop for distance</i> https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=2ahUKEwjzv_Nrs7dAhXBlwKHez8Ba8Qjh6BAgBEAM&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DACRD1uAZ2_4&psig=AOvVaw2ivLyxxIXLH_svglzIPQ2m&ust=1537697180984200	22

Εικόνα 5.2 Δοκιμασία <i>triple hop for distance</i>		
https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiBkM2Sr87dAhXB3SwKHWadAHkQjhx6BAgBEAM&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DwKu835i-0gA&psig=AOvVaw01ichDpknMGoNv-dGAvjew&ust=1537697333527406	23	
Εικόνα 5.3 Δοκιμασία <i>triple crossover hop for distance</i>		
https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=2ahUKEwjV7prZr87dAhVKhiwKHSWDCDIQjhx6BAgBEAM&url=http%3A%2F%2Fathletemovementindex.org%2F&psig=AOvVaw3oEUBTYGOJ63Xr7sSCxjMV&ust=1537697466107422	23	
Εικόνα 5.4 Δοκιμασία <i>single 6 meter hop test</i>		
https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjD6-assM7dAhXGCSwKHR2vDJIQjhx6BAgBEAM&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3Dq62jKC3nwa0&psig=AOvVaw3oEUBTYGOJ63Xr7sSCxjMV&ust=1537697466107422	24	
Εικόνα 5.5 Δοκιμασία <i>figure of eight hop</i>	http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-78522007000500010&script=sci_arttext&tIng=en	25
Εικόνα 5.6 Δοκιμασία <i>side hop test</i>		
https://openi.nlm.nih.gov/detailedresult.php?img=PMC4169614_167_2014_3172_Fig2_HTML&req=4	25	
Εικόνα 5.7 Δοκιμασία <i>up-down hop test</i>		
https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=2ahUKEwi_vr qYss7dAhUBICwKHTRnBTIQjhx6BAgBEAM&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3Dk77NbnJ4wgo&psig=AOvVaw1WCQIYATaNHurbwPF5r9G2&ust=1537698158136311	26	
Εικόνα 5.8 Δοκιμασία <i>squarehop</i>		
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065709000633	27	
Εικόνα 5.9 Δοκιμασία <i>vertical hop</i>		
https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjT2saJtM7dAhWkiCwKHx6FDyUQjhx6BAgBEAM&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3D8GH8M2vG3m4&psig=AOvVaw0GwO96p53LHivDMgasIjZu&ust=153769866912382	27	
Εικόνα 6.1 Ρήξη πρόσθιου χιαστού συνδέσμου γόνατος		
https://ikee.lib.auth.gr/record/294498/files/Dissertation_Chatzilamprinos.pdf	36	
Εικόνα 6.2 Τραυματισμός επαφής- ρήξη ΠΧΣ στο ποδόσφαιρο		
https://stathellisorthopaedics.gr/pathiseis/gonato/riksi-prosthiou-xiastou	43	
Εικόνα 7.1 Υπερβολικός υππιασμός στην υπαστραγαλική άρθρωση και ρήξη έξω πλάγιων συνδέσμων		
https://www.physiopolis.gr/web/%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF%84%CF%81%CE%B5%CE%BC%CE%BC%CE%B1-%CF%80%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CE%BA%CE%BD%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CF%86%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%B1	48	
Εικόνα 8.1 Ολική ρήξη αχίλλειου τένοντα	http://www.physionow.gr/pathiseis/podoknimiki/rixi-axilliou-tenonta	58

Εικόνα 9.1 Πρόσθιος πόνος του γόνατος

<https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=2ahUKEwi3s uOxuM7dAhUNhxoKHRpiC1oQjhx6BAgBEAM&url=http%3A%2F%2Ftvonenews.com.cy%2Fponos-sto-gonato-apo-ti-prokaleitai-kai-pws-antimetwpizetai&psig=AOvVaw3P1Sv0absJu6mbfQJcwWr9&ust=1537699771830030.....>59

Εικόνα 9.2 Φλεγμονή περιτονίας στην κνήμη

https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=2ahUKEwjLu 8zPy87dAhVNCewKHQwMABcQjhx6BAgBEAM&url=http%3A%2F%2Fwww.runningnews.gr%2F%3Fid%3D7919&psig=AOvVaw3VD9Fxt3n1-KfRpJxg9_ug&ust=1537704981827173.....61

Εικόνα 9.3 Θλάση οπίσθιων μηριαίων στον αθλητισμό [https://www.football-](https://www.football-academies.gr/thlasi-opisthion-mirieon-diaforetiki-fysiotherapeftiki-prosengisi-pou-veltioni-tin-ekvasi-tis-therapias-ke-mioni-chrono-apokatastasis.....)

[academies.gr/thlasi-opisthion-mirieon-diaforetiki-fysiotherapeftiki-prosengisi-pou-veltioni-tin-ekvasi-tis-therapias-ke-mioni-chrono-apokatastasis.....](https://www.football-academies.gr/thlasi-opisthion-mirieon-diaforetiki-fysiotherapeftiki-prosengisi-pou-veltioni-tin-ekvasi-tis-therapias-ke-mioni-chrono-apokatastasis.....)63

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1 Παραδείγματα πλειομετρικών ασκήσεων.....	18
Πίνακας 5.1 Αλτικές δοκιμασίες αξιολόγησης ασθενών μετά από ρήξη ΠΧΣ.....	31
Πίνακας 5.2 Αξιολόγηση ασθενών μετά από μηνισκεκτομή.....	33
Πίνακας 5.3 Αλτικές δοκιμασίες αξιολόγησης ασθενών με λειτουργική αστάθεια ποδοκνημικής.....	34
Πίνακας 6.1 Συγκεντρωτικά στοιχεία για την εισαγωγή της ΠΕ σε πρόγραμμα αποκατάστασης για τραυματισμό του ΠΧΣ.....	40
Πίνακας 6.2 Εισαγωγή και στόχοι ΠΕ στην αποκατάσταση τραυματισμού ΠΧΣ στα αθλήματα.....	43
Πίνακας 7.1 Πλειομετρικές ασκήσεις προγράμματος αποκατάστασης σε έρευνα των O'Driscoll et al.(2011).....	51
Πίνακας 7.2 Ασκήσεις για το γκρουπ πλειομετρικής προπόνησης και το γκρουπ πλειομετρικής προπόνησης και ισορροπίας σε έρευνα των Huang et al.(2014).....	53
Πίνακας 7.3 Συγκεντρωτικά στοιχεία για την αποτελεσματικότητα της ΠΕ σε χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής.....	55
Πίνακας 10.1 Συγκεντρωτικά στοιχεία για την αποτελεσματικότητα της έκκεντρης άσκησης στην αποκατάσταση τραυματισμών του κάτω άκρου.....	67
Πίνακας 10.2 Πρόγραμμα αποκατάστασης με έκκεντρη άσκηση για τη συμπτωματική τενοντοπάθεια επιγονατίδας σε έρευνα των Frohm et al.(2007).....	69

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Στην συγγραφή της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω συντομογραφίες

1. Πλειομετρική εξάσκηση (ΠΕ)
2. Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ)
3. Κύκλος επιμήκυνσης-βράχυνσης (ΚΕΒ)
4. Πλειομετρικό πρόγραμμα (ΠΠ)
5. Τροποποιημένη (τροπ/νη)

1. ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΞΑΣΚΗΣΗ

Η πλειομετρική εξάσκηση (ΠΕ), αποτελεί μια μορφή προπόνησης που αρχικά χρησιμοποιούνταν για τη βελτίωση και την ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης (Chu, 1998). Αυτό οφείλεται κυρίως στις προσαρμογές που προκαλεί κατά την διεξαγωγή της στο νευρομυϊκό σύστημα. Χαρακτηριστικά αναφέρεται πως οι φυσιολογικές προσαρμογές της περιλαμβάνουν την αύξηση της μυϊκής δύναμης και της ισχύος, την προαγωγή της αποδοτικότητας των λειτουργικών κινητικών προτύπων για τη δυναμική αρθρική σταθεροποίηση, την αύξηση των αντανεκλαστικών για την ενίσχυση της μυϊκής στρατολόγησης και της δυναμικής συγκράτησης και την αυξημένη ιδιοδεκτικότητα για την προστασία από μελλοντικούς τραυματισμούς (Chu & Plummer, 1984; Diallo, Dore, Duche & Van Praagh, 2001; Fletcher & Hartwell, 2004; Fordet et al., 1983; Swanik & Swanik, 1999; Wilk et al., 1993). Ωστόσο, έχει πλέον εισέλθει και στο πεδίο της αποκατάστασης, όπου εισάγεται με ασκήσεις χαμηλής έντασης η οποία προοδευτικά αυξάνεται. Αυτή η αύξηση πιστεύεται πως συμβάλλει θετικά σε μετεγχειρητικές νευρομυϊκές δυσλειτουργίες και προετοιμάζει το μυοσκελετικό σύστημα για γρήγορες και απότομες κινήσεις και υψηλά φορτία όμοια με αυτά που απαιτούνται κάτω από αγωνιστικές συνθήκες, επιταχύνοντας την επιστροφή του αθλητή στο προ-τραυματισμού επίπεδο. Παρ' όλα αυτά, τα υποστηρικτικά στοιχεία από τη βιβλιογραφία που την υποδεικνύουν ως κατάλληλο μέσο για την αποκατάσταση τραυματισμών είναι σε αξιοπρόσεκτο βαθμό λιγότερα από αυτά που την υποδεικνύουν ως ιδανική για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης. Αυτός ακριβώς είναι και ο σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας, να μελετήσει το κατά πόσο η ΠΕ μπορεί να έχει ευεργετικές επιδράσεις στην αποκατάσταση των τραυματισμών του κάτω άκρου.

1.1 Εισαγωγή στην πλειομετρική εξάσκηση

Στην αποκατάσταση αθλητικών τραυματισμών πρέπει να διασφαλιστεί η επιστροφή στο προ-τραυματισμού επίπεδο και η ελαχιστοποίηση πιθανότητας επανατραυματισμού. Η ΠΕ ενισχύει τις μηχανικές ιδιότητες των βιοϋλικών του μυοσκελετικού συστήματος συντελώντας στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των φορτίων σε μια αθλητική δραστηριότητα. Επιπλέον, βασικός της στόχος είναι και η αύξηση της διεγερσιμότητας του νευρικού συστήματος, για την επίτευξη αποτελεσματικότερου νευρομυϊκού συντονισμού (Voight & Draovitch, 1991) έτσι ώστε με την προ-ενεργοποίηση των εμπλεκόμενων μυών να αντιδράσουν γρηγορότερα στην φόρτιση. Επιτυγχάνεται έτσι καλύτερος έλεγχος των τμημάτων του σώματος. Η ΠΕ βασίζεται στην σωστή εκτέλεση των ασκήσεων και την προοδευτική αύξηση της έντασης. Τα υψηλά φορτία τα οποία καλείται το μυοσκελετικό σύστημα να διαχειριστεί το ενδυναμώνουν, ενώ οι

υψηλές νευρομυϊκές απαιτήσεις της ΠΕ, οδηγούν στην αποθήκευση της κινητικής ενέργειας στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) και λόγω της δυνατότητας αυτού να θυμάται και να απομνημονεύει μια κίνηση με την επανάληψη της, να εκτελείται πιο αποτελεσματικά. Γενικώς η ΠΕ αποτελεί βασικό και αναπόσπαστο κομμάτι ενός προγράμματος αποκατάστασης καθώς υποβάλλει τον αθλητή σε ανάλογες με αυτές του αγωνιστικού και προπονητικού επιπέδου φορτίσεις.

1.1.2 Ορισμός της πλειομετρικής εξάσκησης

Οι ρίζες της ΠΕ πρωτοεμφανίζονται στην ανατολική Ευρώπη και περισσότερο στη Ρωσία όπου αρχικά ήταν γνωστή ως προπόνηση με άλματα και χρησιμοποιούταν σε μεγάλο βαθμό στο πεδίο του αθλητισμού (Chu & Donariello, 1989). Προς το τέλος της δεκαετίας του 60, οι χώρες της ανατολικής Ευρώπης κυριαρχούσαν στον τομέα του αθλητισμού όπου απαιτούνταν ισχύς. Χαρακτηριστικά ο Valery Borzov, χρυσός ολυμπιονίκης των 100 μέτρων, όπως επίσης και οι πολύ επιτυχημένοι Ρώσοι άλτες απέδιδαν την επιτυχία τους στην ΠΕ, οπότε παρουσιάστηκε και μια γενικευμένη αύξηση ενδιαφέροντος για τις προπονητικές μεθόδους. Ουσιαστικά δεν είναι στις χώρες της ανατολικής Ευρώπης όπου ανακαλύφθηκε η ΠΕ, καθώς τα άλματα και οι αναπηδήσεις χρησιμοποιούνταν για χρόνια και από τους Αμερικανούς ως μέσο βελτίωσης της φυσικής κατάστασης, αλλά που οργανώθηκε για πρώτη φορά σε μια πιο συστηματική βάση. Στα τέλη τη δεκαετίας του 60' ο θρυλικός Ρώσος προπονητής άλτεων Y.Verkhoshanski ξεκίνησε τη μετατροπή μιας μεθόδου αλμάτων και αναπηδήσεων σε ένα οργανωμένο προπονητικό πρόγραμμα ωστόσο ο πρώην προπονητής στίβου γυναικών του Purdue University, Fred Wilt λέγεται πως πρώτος αναφέρθηκε στον όρο *plyometrics* το 1975. Ετυμολογικά ο όρος πλειομετρική προπόνηση έχει τις ρίζες του στις ελληνικές λέξεις «πλείστον» και «έργο» που καλούνται να περιγράψουν μια υπέρμετρη και πολύ υψηλή φόρτιση.

1.2 Συσχέτιση έκκεντρης συστολής με την πλειομετρική εξάσκηση

Οι μύες αποτελούν περίπλοκα σχεδιασμένες βιολογικές δομές που συστέλλονται και διαστέλλονται για να παραχθεί κίνηση. Όταν ο μυς συστέλλεται το μήκος του μεταβάλλεται, δεν συμβαίνει όμως το ίδιο με το μήκος των μυονηματίων που μετατοπίζονται, διεισδύουν και γλιστράνε το ένα πάνω στο άλλο, όπως τα κουπιά μιας κωπηλατικής βάρκας λειτουργούν με στροφική κίνηση. Έτσι και η ολίσθηση των νηματίων προκαλείται με τις εγκάρσιες γέφυρες της μυοσίνης που διαδοχικά προσκολλούνται περιστρέφονται και αποκολλούνται από την ακτίνη. Η ενέργεια των μυών, που λειτουργούν ανάλογα με τις δυνατότητές τους και τις

κινητικές απαιτήσεις, μεταφέρεται στα οστά δημιουργώντας τη ροπή στρέψης ένα κέντρο περιστροφής στο κέντρο της άρθρωσης.

Σε περίπτωση που η ροπή στρέψης κάποιας εξωτερικής δύναμης είναι ισχυρότερη από αυτή του μυός η συστολή ονομάζεται έκκεντρη. Έκκεντρη συστολή παρατηρείται στο ελεγχόμενο φρενάρισμα ή επιβράδυνση μιας κίνησης καθώς ο μυς επιμηκύνεται (**Εικ.1.1,1.2**). Όταν επίσης μια εξωτερική δύναμη υπερισχύσει της μέγιστης παραγόμενης δύναμης του μυός έχουμε και πάλι έκκεντρη συστολή μόνο που σε αυτή την περίπτωση παρατηρούνται υπέρ μέγιστα φορτία που δεν μπορούν να ελεγχθούν ενώ η πρόκληση τραυματισμών επαφής και μη αποτελούν σύνηθες φαινόμενο. Συχνά, οι έννοιες «πλειομετρική» και «έκκεντρη» συγχέονται. Ωστόσο ενώ οι μυϊκές συστολές των 3 ειδών εμφανίζονται σε όλες τις σωματικές δραστηριότητες και χρησιμεύουν στην εκτέλεση συγκεκριμένων και ανεξάρτητων κινήσεων η ΠΕ αποτελεί μια πιο περίπλοκη έννοια, μια σύνθετη υψηλής ισχύος δραστηριότητα, βασισμένη στην ακαριαία εναλλαγή έκκεντρης-σύγκεντρης συστολής. Απαιτεί την απότομη προ-διάταση του μυ με έκκεντρη συστολή που ακολουθείται από μια απότομη σύγκεντρη συστολή και βράχυνση του μυός για την ενεργοποίηση του κύκλου επιμήκυνσης-βράχυνσης (ΚΕΒ) και την παραγωγή μεγαλύτερου έργου. Η έκκεντρη συστολή επομένως αποτελεί βασικό στοιχείο της ΠΕ και περιλαμβάνεται στην λειτουργία της και για το λόγω αυτό οι 2 αυτές έννοιες δεν θα έπρεπε να μπερδεύονται.



Εικόνες 1.1, 1.2 Παράδειγμα έκκεντρης φόρτισης γαστροκνημίου και υποκνημιδίου, όπου από την όρθια θέση του σώματος με όλο το σωματικό βάρος στο μπροστινό μέρος του ποδιού και τον αστράγαλο σε πελματιαία κάμψη (αριστερά), η πτέρνα χαμηλώνει κάτω από το επίπεδο του μπροστινού μέρους του ποδιού (δεξιά), τροπι/νη από το διαδίκτυο

1.3. Φάσεις της πλειομετρικής εξάσκησης

1) ΦΑΣΗ ΕΚΚΕΝΤΡΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ (*loading phase*)

Η φάση αυτή έχει χαρακτηριστεί ακόμα ως προκατασκευαστική, φάση προ-φόρτισης ή αντίθετης κίνησης. Η μυϊκή άτρακτος της μυοτενόντιας μονάδας και των μη συσταλτών στοιχείων μέσα στο μυ (ελαστικά στοιχεία σε σειρά και παράλληλα) διατείνεται. Αυτή η έκκεντρη προ-διάταση θα ισχυροποιήσει την επακόλουθη σύγκεντρη μυϊκή συστολή. Το μέγεθος, η ταχύτητα και η διάρκεια της διάτασης αποτελούν σημαντικές μεταβλητές της φάσης αυτής και τυχόν παραποίησή τους θα έχει σημαντική επίπτωση στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Η φάση αυτή ξεκινάει με μια έκκεντρη συστολή και τη μυϊκή μονάδα να παράγει αρνητικό έργο (Kubo et al., 2000). Εκμαιεύεται έτσι ο μηχανισμός μυϊκής δυνατοποίησης σύμφωνα με τον οποίο η μεταβολή των συσταλτών στοιχείων του μυός οδηγεί σε μεγαλύτερη παραγωγή δύναμης και το μυοστατικό αντανακλαστικό διάτασης, μηχανισμοί σχετικοί με τον κύκλο επιμήκυνσης-βράχυνσης (Kilani et al., 1989). Όσον αφορά το μυοστατικό αντανακλαστικό στα κάτω άκρα ολοκληρώνεται σε περίπου 30-40 msec, και η δύναμη παράγεται σε 50-55 msec περίπου μετά τη διέγερσή του συνυπολογίζοντας την ηλεκτρομηχανική καθυστέρηση (Komi, 2000). Εκτιμάται ωστόσο πως δεν μπορεί να εκμαιευτεί στον ίδιο βαθμό για όλους τους μύες σε μια πλειομετρική δραστηριότητα και εξαρτάται από τον αριθμό των αρθρώσεων που συμμετέχουν στην κίνηση. Για παράδειγμα σε δραστηριότητες επιμήκυνσης-βράχυνσης στον μονοαρθρικό υποκνημίδιο μυ η αντανακλαστική μυϊκή δραστηριότητα είναι εμφανής (Nikol & Komi, 2000), αλλά στο διάρθριο γαστροκνήμιο, συνεργό του για την άρθρωση της ποδ/κής είναι ασυνεπής (Voight et al., 1998) γεγονός που εξηγείται από την αλλαγή του μήκους των μυών κατά τη φόρτιση. Φαίνεται λοιπόν πως μεγαλύτερο είναι το όφελος για τους μονοαρθρικούς μύες. Τέλος η αποθήκευση ενέργειας στα ελαστικά στοιχεία σε σειρά αποτελεί έναν ακόμα βασικό μηχανισμό που ενεργοποιείται στη φάση αυτή (Roberts et al., 1997).

2) ΦΑΣΗ ΣΥΖΕΥΞΗΣ (*coupling phase*)

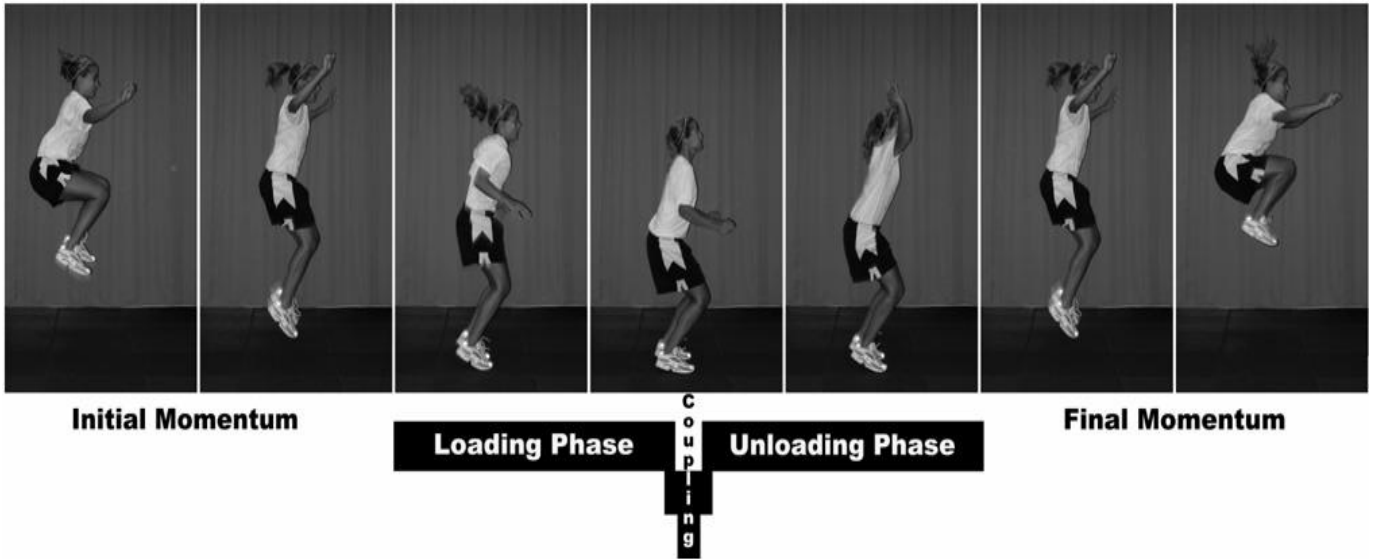
Ο όρος αυτός καλείται να περιγράψει το χρόνο ανάμεσα στην παύση της έκκεντρης προ-διάτασης και την έναρξη της σύγκεντρης μυϊκής δράσης ενώ χρησιμοποιείται και με τον όρο "*time to rebound*". Ο όρος "*amortization phase*" (Swanik & Swanik, 1999) και "*transmission phase*" (Horita et al., 2002) χρησιμοποιούνται ακόμα ενώ συχνά συναντάται και ως η φάση ηλεκτρομηχανικής καθυστέρησης της πλειομετρικής. Αναφέρεται στο χρόνο που απαιτείται για να ξεπεραστεί το αρνητικό έργο της έκκεντρης συστολής και να ξεκινήσει η παραγωγή της δύναμης με σύγκεντρη συστολή. Είναι η φάση κλειδί, η πιο καθοριστική της ΠΕ (Siff, 2004) καθώς όσο λιγότερο διαρκέσει τόσο πιο αποτελεσματική θα είναι η πλειομετρική κίνηση καθώς η αποθηκευμένη ενέργεια θα χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά. Στο μεγαλύτερο μέρος

της φάσης αυτής το μήκος της μυϊκής δεσμίδας παραμένει αμετάβλητο ενώ η συμπεριφορά της μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με το μυ και το έργο. Ο μέσος όρος διάρκειάς της για τα άλματα “*countermovement*” έχει υπολογιστεί στα 23 msec (Bosco & Komi, 1981) ενώ ο Siff (2004) προτείνει τα 15 msec ως ιδανική διάρκεια. Σε περίπτωση καθυστέρησης η αποθηκευμένη ενέργεια χάνεται ως θερμότητα, το αντανακλαστικό διάτασης δεν ενεργοποιείται και το επακόλουθο θετικό έργο δεν είναι το ίδιο αποτελεσματικό. Χαρακτηριστικά αναφέρεται πως ασκήσεις που περιλαμβάνουν τον κύκλο επιμήκυνσης-βράχυνσης με καθυστέρηση σε αυτή τη φάση μπορούν να έχουν οφέλη όσον αφορά τη μυϊκή ενδυνάμωση αλλά δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως ΠΕ (Siff, 2004). Ένας από τους βασικότερους στόχους της ΠΕ είναι η μείωση της διάρκειας της φάσης αυτής.

3) ΦΑΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΗΣ ΑΠΟΦΟΡΤΙΣΗΣ (*unloading phase*)

Αναφέρεται ακόμα και ως η φάση διευκόλυνσης ή βελτιστοποίησης της ΠΕ (Davies & Matheson, 2001) ή ως φάση συνεπακόλουθης εκπλήρωσης παραγωγής δύναμης και μυϊκού έργου. Στην πραγματικότητα αυτοί οι όροι περιγράφουν το αποτέλεσμα της πλειομετρικής δραστηριότητας. Ξεκινάει αμέσως μετά τη δεύτερη φάση και χαρακτηρίζεται από βράχυνση του μυός. Όσον αφορά μια άρθρωση του κάτω άκρου, ως εκκίνηση της έχει οριστεί η στιγμή που η καμπύλη της γωνίας της άρθρωσης αντιστρέφει κατεύθυνση και ολοκληρώνεται όταν η δύναμη της αντίδρασης του εδάφους είναι 0 (Bosco & Komi, 1981). Ακόμα έχει αναφερθεί πως η εκκίνησή της σηματοδοτείται από τη βράχυνση της μυοτενόντιας δομής και το τέλος της από την απομάκρυνση των δακτύλων του ποδιού από το έδαφος (Kurokawa et al., 2003).

Συνοψίζοντας, η πλειομετρική δραστηριότητα απαιτεί το συνδυασμό και την ορθή εκτέλεση των 3 αυτών φάσεων (**Εικ.1.3**), ενώ θεωρείται πως η βελτιωμένη παραγωγή δύναμης δεν είναι αποτέλεσμα ενός μόνο παράγοντα αλλά συνδυασμός της αποθήκευσης και επαναχρησιμοποίησης της ελαστικής ενέργειας (Fukunaga et al., 2002), της μυϊκής δυνατοποίησης (*potentiation*) (Rassier & Herzog, 2005) και της συνεισφοράς του μυοτατικού διατατικού αντανακλαστικού (Gollhofer et al., 1992).



Εικόνα 1.3 Φάσεις πλειομετρικής άσκησης σε αλματική προσπάθεια, τροπ/νη από το διαδίκτυο

2. ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΕΞΑΣΚΗΣΗΣ

2.1 Μηχανικές προσαρμογές

Οι ελαστικές ιδιότητες των μυών σχηματίζουν τη μηχανική βάση τους και οφείλονται σε 3 στοιχεία μέσα στους μύες, τα συστατικά στοιχεία, τα ελαστικά στοιχεία σε σειρά και παράλληλα, τα οποία αλληλεπιδρούν για την παραγωγή δύναμης. Η ΠΕ αναφέρεται σε σύνθετες δραστηριότητες και όχι μεμονωμένες κινήσεις. Συμπεριλαμβάνει αλλά και στηρίζει σε μεγάλο βαθμό τη λειτουργία της στον ΚΕΒ χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα κινητικά πρότυπα για την επίτευξη του επιθυμητού προπονητικού κέρδους. Έτσι ένας μυς που επιβραδύνει ή σταματάει μια κινητική ή πτωτική δραστηριότητα ή που την επιβραδύνει απότομα επιμηκύνεται και κατά την επακόλουθη γρήγορη βράχυνσή του παράγει μεγαλύτερο μυϊκό έργο. Για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος αυτή η εναλλαγή έκκεντρης-σύγκεντρης συστολής πρέπει να γίνει αστραπιαία για την ενεργοποίηση του μυοτακτικού αντανακλαστικού που αυξάνει την ικανότητα των μυών που λαμβάνει μέρος στην κίνηση να συστέλλονται. Επιπλέον, κατά τη διαδικασία αυτή, αποθηκεύεται ενέργεια στα ελαστικά στοιχεία σε σειρά η οποία συνεισφέρει στην αύξηση της σύγκεντρης δύναμης του μυός όταν επιστρέψει στο κανονικό του μήκος θυμίζοντας τη λειτουργία ενός ελατηρίου. Τα ελαστικά στοιχεία σε σειρά οφείλονται για το 70-75 % της αύξησης της σύγκεντρης δύναμης του μυός καθιστώντας την ΠΕ πολύ αποτελεσματική. Σε περίπτωση που υπάρχει καθυστέρηση στην εναλλαγή των συστολών, η αποθηκευμένη ελαστική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα και δεν αξιοποιείται αποτελεσματικά. Ο χρόνος, το μέγεθος και η ταχύτητα της συστολής αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για την εκμετάλλευση της αποθηκευμένης ενέργειας. Μόνο όταν η προηγούμενη έκκεντρη συστολή είναι μικρού εύρους και ταχύτατη συμβάλλει στη μεγιστοποίηση του μυϊκού έργου, γεγονός που υποστηρίζεται και από την πειραματική προσπάθεια των Bosco & Komi (1979) όπου συνέκριναν άλματα με και χωρίς απόσβεση. Στα πρώτα, η γωνία κάμψης του γόνατος πριν την αναπήδηση αυξήθηκε και η ελαστική ενέργεια χάθηκε με τη μορφή θερμότητας ενώ σε αυτά με ελάχιστη κάμψη γόνατος παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση στην ισχύ και το μυϊκό έργο. Πιστεύεται ακόμα πως η διαδικασία επιβράδυνσης και φρεναρίσματος στην ΠΕ συντελεί στην προ-φόρτιση των μυών αυξάνοντας τη διαθέσιμη για τη συστολή χημική ενέργεια ενώ η επίδρασή της είναι μεγάλη και στη σύζευξη της ακτίνης με τη μυοσίνη στο σαρκομέριο. Επιπροσθέτως, συντελεί στην αύξηση της μυοτενόντιας σκληρότητας κατευθύνοντας καλύτερα την ενέργεια στην κατάφυση των τενόντων, βελτιώνοντας την αρθρική σταθερότητα με αποτέλεσμα πιο άμεσο γρήγορο και αποτελεσματικό έλεγχο των υπέρμετρων κινήσεων. Η ΠΕ περιλαμβάνεται σε όλες τις

δραστηριότητες αλλαγής κατεύθυνσης και αλμάτων καθώς και βαλλιστικές ασκήσεις για το άνω άκρο.

2.2 Νευροφυσιολογικές προσαρμογές

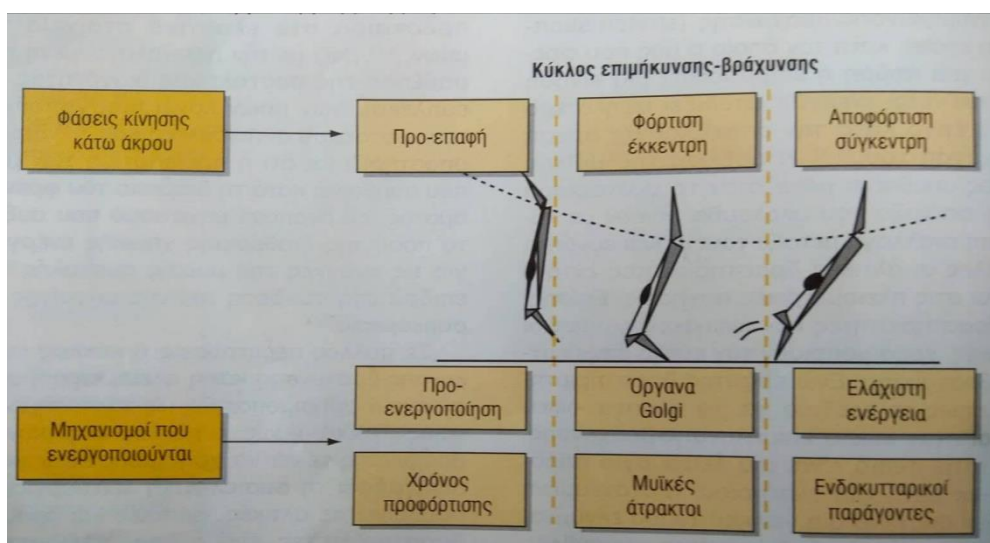
Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η επίδραση της ΠΕ στη λειτουργία των μυϊκών ατράκτων και των μυοτενόντιων οργάνων *Golgi* στους μηχανουποδοχείς δηλαδή που ρυθμίζουν κατά κύριο λόγο τη λειτουργία του μυοτατικού αντανακλαστικού (Lundon, 1985). Το ιδιοδεκτικό μυοτατικό αντανακλαστικό καθορίζει την παραγωγή δύναμης κατά τη διάρκεια του ΚΕΒ, καθώς οι μηχανουποδοχείς στους μύες παρέχουν στο ΚΝΣ πληροφορίες σχετικές με τη διάταση, ενώ το ΚΝΣ μπορεί να επηρεάσει την κιναισθητική εικόνα και το μυϊκό τόνο κατά την εκτέλεση κινητικών δραστηριοτήτων.

Η μυϊκή άτρακτος είναι ένας υποδοχέας για τη διάταση, η οποία όταν διατείνεται παράγει μια κεντρομόλο αισθητική ώση που στέλνεται στο ΚΝΣ, ενώ στη συνέχεια νευρικές ώσεις στέλνονται πίσω στο μυ, προκαλώντας την κινητική ενέργεια. Με τη συστολή του μύος το αρχικό ερέθισμα απομακρύνεται. Ο ρυθμός της διάτασης καθορίζει και την ένταση με την οποία αντιδράει στο ερέθισμα η μυϊκή άτρακτος. (Lundon, 1985). Έτσι όσο γρηγορότερα φορτίζεται ο μυς, τόσο μεγαλύτερη είναι και η συχνότητα με την οποία πυροδοτείται η μυϊκή άτρακτος και συνεπώς της αντανακλαστικής συστολής (βράχυνση στον ΚΕΒ). Η ΠΕ συντελεί στην ευαισθητοποίηση της μυϊκής άτρακτου, με συνέπεια τον βελτιωμένο μυϊκό έλεγχο από το νευρικό σύστημα και την παραγωγή ισχυρότερης αντίδρασης και μεγαλύτερου μυϊκού έργου.

Όσον αφορά το τενόντιο όργανο *Golgi* σε αντίθεση με τη δράση της μυϊκής άτρακτου έχει κατασταλτική επίδραση στο μυ, καθώς συντελεί στον αντανακλαστικό περιορισμό της μυϊκής τάσης. Όταν ενεργοποιείται με τη διάταση στέλνει νευρικές ώσεις στο ΚΝΣ που αναστέλλουν τη λειτουργία των Α κινητικών νευρώνων του μύος που συστέλλεται και των συνεργών του, μειώνοντας την παραγόμενη δύναμη. Ουσιαστικά ενεργοποιείται όταν η τάση σε έναν επιμηκυμένο μυ φτάσει σε ένα επικίνδυνο επίπεδο, διακόπτοντας τη διέγερσή του. Μέσω της ΠΕ παρατηρείται σημαντική μείωση της ανασταλτικής λειτουργίας των οργάνων *Golgi*, καθώς απευαισθητοποιούνται, επιτρέποντας την παραγωγή μεγαλύτερης δύναμης. Χαρακτηριστικά οι Bosco & Komi (1979) αναφέρουν πως με την επίδρασή της ΠΕ στην απευαισθητοποίηση των οργάνων *Golgi*, αυξάνεται το επίπεδο αναστολής και το κατώφλι διέγερσης, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στο μυοσκελετικό σύστημα να διαχειριστεί την εφαρμογή μεγαλύτερης φόρτισης και δύναμης. Αυτοί οι 2 μηχανισμοί έχουν ως αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση του νευρολογικού συστήματος, για αυτοματοποιημένο νευρομυϊκό συντονισμό.

2.3 Νευρομυϊκές προσαρμογές

Ο νευρομυϊκός συντονισμός αποτελεί έναν μηχανισμό ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει κατασταλτικά στην μυϊκή συστολή, όσον αφορά την ταχύτητα και την αποτελεσματικότητά της, και αυτό γιατί το ανθρώπινο σώμα κινείται σε συγκεκριμένο προκαθορισμένο εύρος ταχύτητας. Μέσω της προ διάτασης στους μύες, η ΠΕ είναι ικανή να προκαλέσει βελτιώσεις στη νευρωνική αποδοτικότητα και το νευρομυϊκό συντονισμό. Οι μεταβολές που επιφέρει συμβάλλουν στην αυτοματοποίηση του νευρομυϊκού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα καλύτερου ελέγχου του συστελλόμενου μύος και των γύρω του. Το ΚΝΣ έχει μια ξεχωριστή ικανότητα μέσω της σωστά εκτελεσμένης επανάληψης συγκεκριμένων δραστηριοτήτων να τις απομνημονεύει και να τις “θυμάται” κινητικά. Εκεί διακρίνεται η βάση της διαδικασίας του νευρομυϊκού συντονισμού και των μεταβολών του. Ενδυναμώνοντας ένα κινητικό μοτίβο και αυτοματοποιώντας τη δραστηριότητα βελτιώνεται η νευρομυϊκή απόδοση. Παράγεται λοιπόν μεγαλύτερο μυϊκό έργο (**Εικ.2.1**), χωρίς ωστόσο να υπάρχει κάποια μεταβολή στη μορφολογία του μύος (Ellenbecker & Davies, 2011). Αυτό το προπονητικό αποτέλεσμα του νευρικού συστήματος κυριαρχεί τις πρώτες 6-8 εβδομάδες οποιουδήποτε προπονητικού προγράμματος (Moritani & deVries, 1979), ενώ αργότερα παρατηρείται μυϊκή υπερτροφία. Η επαναλαμβανόμενη χρήση του ΚΕΒ που αποτελεί βασικό συστατικό της ΠΕ , μπορεί να προκαλέσει κάποιες μόνιμες αλλαγές στο ΚΝΣ, γεγονός που έχει μεγάλο όφελος για τις μυοσκελετικές δομές γιατί τις προετοιμάζει και τις προστατεύει. Η προ-ενεργοποίηση των μυών τους προετοιμάζει για την επακόλουθη φόρτιση, ενώ όταν ο μύς φορτιστεί η αντίδραση θα είναι αμεσότερη, πιο γρήγορη και πιο αποτελεσματική.



Εικόνα 2.1 Πλειομετρική άσκηση- Παράγοντες βελτίωσης μυϊκής απόδοσης, τροπ/νη από : Εφαρμοσμένη αθλητική φυσικοθεραπεία, Κωνσταντίνος Α. Φουσέκης

3. ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΝΟΣ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

3.1 Τεχνική εκτέλεσης πλειομετρικών ασκήσεων

Ένα σημαντικό μέλημα κατά την προπόνηση ενός προγράμματος πλειομετρικών ασκήσεων είναι η ανάγκη να παρακολουθείται πολύ προσεχτικά η τεχνική που χρησιμοποιείται στις ασκήσεις. Η απόκτηση ή επανάκτηση της ικανότητας πρέπει να γίνεται για να εξασφαλιστεί η εμβιομηχανική ασφάλεια (Hewett & Myer, 2004). Τα βασικά στοιχεία της τεχνικής κατά την εκτέλεση πλειομετρικών ασκήσεων συνοψίζονται στην ορθή ευθυγράμμιση των μελών του σώματος και στην ταχύτητα εναλλαγής από την έκκεντρη στη σύγκεντρη φάση. Ακατάλληλη τεχνική δεν επιτρέπεται γιατί θα ενισχύσει λανθασμένα κινητικά πρότυπα ή θα δημιουργήσει κάποια με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν προβλήματα. Παρατηρήσεις για κακή απόδοση ή τεχνική θα πρέπει να δίνονται αμέσως εκείνη τη στιγμή από το θεραπευτή και διαρκώς να γίνεται αναφορά στους λανθασμένους μηχανισμούς, οι οποίοι μπορεί να θέσουν τον αθλητή σε κίνδυνο τραυματισμού ή επανάληψης τραυματισμού. Η επαναλαμβανόμενη εκτέλεση με τις διορθώσεις πέρα από τις σωστές φορτίσεις που προσδίδει, δίνει και την εντύπωση κινητικών εγγραμάτων στο ΚΝΣ. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται κινητική μάθηση και το νευρομυϊκό σύστημα διδάσκεται να προ ενεργοποιεί τους μύες που χρησιμεύουν στη συγκεκριμένη δραστηριότητα. Οι οδηγίες που δίνονται από τον θεραπευτή είναι προφορικές και για καλύτερη κατανόηση της τεχνικής που πρέπει να χρησιμοποιηθεί γίνεται αναπαράσταση μέσω οπτικών μέσων, όπως καθρέπτες ή εγγραφές σε βιντεοκάμερες. Όταν η τεχνική αρχίσει να φθείρει θα πρέπει να σταματήσει αμέσως την άσκηση, καθώς η ποιότητα της άσκησης είναι πιο σημαντική από την ποσότητα. Ο στόχος για τον αθλητή θα πρέπει να είναι να αυξήσει τον όγκο μέσω του αριθμού των επαναλήψεων ή ασκήσεων διατηρώντας παράλληλα εξαιρετική τεχνική.

3.2 Συστατικά ενός πλειομετρικού προγράμματος

➤ Νευρομυϊκή υπερφόρτωση

Μέσω των πλειομετρικών ασκήσεων η νευρομυϊκή υπερφόρτωση λαμβάνει τη μορφή μιας γρήγορης αλλαγής κατεύθυνσης ενός άκρου ή ολόκληρου του σώματος χωρίς εξωτερικά φορτία. Το ποσό του συνολικού έργου σε επαναλήψεις, κύκλους επαναλήψεων ή εύρος κίνησης που ο αθλητής επιτυγχάνει, συμβάλλει στο συνολικό ποσό υπερφόρτωσης (**Εικ.3.1**).



Εικόνα 3.1 Νευρομυϊκή υπερφόρτωση μέσω άσκησης αλλαγής κατεύθυνσης τροπ/νη από το διαδίκτυο

➤ Χρόνος

Χρονική υπερφόρτωση μπορεί να επιτευχθεί εκτελώντας την κίνηση όσο πιο γρήγορα και έντονα γίνεται. Εάν η χρονική υπερφόρτωση ή η διατήρηση του χρόνου επαναφοράς (φάση απόσβεσης) είναι όσο πιο σύντομη γίνεται, τότε η εκτέλεση των πλειομετρικών ασκήσεων μπορεί να αποφέρει αυξημένη παραγωγή ενέργειας. Μικρότερος χρόνος επαναφοράς επιτρέπει την αποτελεσματική μετάδοση δύναμης από την έκκεντρη στη σύγκεντρη φάση ισχύος της πλειομετρικής κίνησης.

➤ Ένταση

Σε όλα τα πλειομετρικά προγράμματα (ΠΠ) σημαντικό ρόλο παίζει η ένταση που χρησιμοποιείται από τον αθλητή για να εκτελέσει την άσκηση. Για να ενεργοποιηθούν οι ίνες ταχείας σύσπασης η ένταση της άσκησης θα πρέπει να εκτελείται σε υψηλά επίπεδα, δηλαδή στο 80-100% της απόδοσης. Ωστόσο εάν κατά τη διάρκεια του προγράμματος υπάρξει ποιοτική πτώση της κίνησης και δεν μπορεί να εκτελεστεί σωστά, τότε είναι πιθανό ο αθλητής να εμφανίσει κούραση και αυτό το πλειομετρικό κομμάτι της άσκησης πρέπει να τερματιστεί. Οι πλειομετρικές ασκήσεις μπορούν να εμφανιστούν σε πολλές μορφές και εντάσεις.

➤ Όγκος

Στα ΠΠ ο όγκος συχνά μετριέται με τον υπολογισμό του φορτίου, τον αριθμό των επαναλήψεων και τον κύκλο των επαναλήψεων. Ο όγκος πρέπει να αυξάνεται

προοδευτικά για να μην υπάρξει ο κίνδυνος κάποιου τραυματισμού ή υπερβολικής προπόνησης (Fleck et al., 1994).

➤ Συχνότητα

Η συχνότητα είναι 2-3 φορές την εβδομάδα, ενώ οι επαναλήψεις και τα σετ κυμαίνονται μεταξύ 2-4 από 8-10 επαναλήψεις.

➤ Ξεκούραση

Εξαιτίας των έντονων απαιτήσεων που χρειάζεται το σώμα για να ανταπεξέλθει στην πλειομετρική προπόνηση, προτείνονται μεγαλύτερα διαλείμματα μεταξύ των κύκλων επαναλήψεων. Σύμφωνα με τους Tyler et al. (2004) τα 2-3 λεπτά μεταξύ των σετ θεωρούνται ικανοποιητικό διάστημα και η σχέση έργου-διαλείμματος πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 1:5 και 1:10, δηλαδή για 10 δευτερόλεπτα αλμάτων πρέπει να μεσολαβεί διάστημα 50-100 δευτερόλεπτα (Chu & Codier, 1996), ενώ οι 48-72 ώρες προτείνονται ως ιδανικό διάστημα ανάμεσα στις συνεδρίες. Με βάση τις φάσεις της ξεκούρασης, της ανάκαμψης και της αποκατάστασης που ακολουθούν της υψηλής έντασης πλειομετρικές ασκήσεις, θα πρέπει να αυξηθεί ο χρόνος ανάκαμψης σε σύγκριση με άλλους τύπους ασκήσεων (Davies et al., 1996).

➤ Ύψος πτώσεων

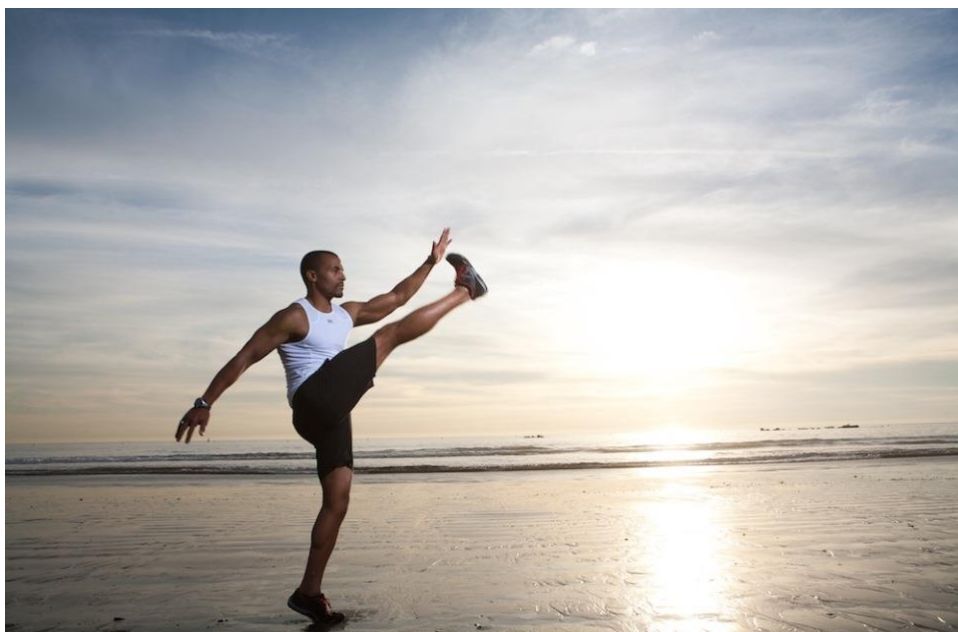
Εφόσον καμία μελέτη δεν έδειξε ότι τα μεγαλύτερα ύψη επέφεραν καλύτερα αποτελέσματα, για λόγους πρόληψης τραυματισμών φαίνεται ότι ύψη κοντά στα 40 εκατοστά είναι αποτελεσματικά και ασφαλή (Gollhofer et al., 1987) **(Εικ.3.2)**



Εικόνα 3.2 Ύψος πτώσεων πλειομετρικών ασκήσεων από κουτί 40 εκατοστών τροπ/νη από το διαδίκτυο

➤ Προθέρμανση – αποθεραπεία

Η προθέρμανση είναι ευεργετική καθώς αυξάνει τη θερμοκρασία και βελτιώνει τη νευρική αγωγιμότητα, καθιστώντας τον αθλητή πιο έτοιμο για να βρει απαντήσεις σε νευρομυικές προκλήσεις. Κατά την προθέρμανση συνίσταται ήπια αερόβια άσκηση 5-10 λεπτών με μετέπειτα επιβάρυνση των μυϊκών ομάδων που θα ενεργοποιηθούν μέσω λειτουργικών ασκήσεων (**Εικ.3.3**).



Εικόνα 3.3 Λειτουργικές ασκήσεις κατά την προθέρμανση τροπ/νη από το διαδίκτυο

Με το πέρας της συνεδρίας, ήπια αερόβια άσκηση, όπως αερόβιο τρέξιμο ή ήπιο ποδήλατο σε συνδυασμό με διατάξεις βοηθούν την απομάκρυνση μεταβολιτών και επαναφέρουν το μήκος του μυός στο φυσιολογικό (**Εικ.3.4**).



Εικόνα 3.4 Αποθεραπεία με τη βοήθεια διατάσεων τροπ/νη από το διαδίκτυο

➤ Εξειδίκευση

Η εξειδίκευση σε ένα ΠΠ θα πρέπει να σχεδιάζεται ανάλογα με το άθλημα και τη θέση του αθλητή όσο είναι δυνατόν, έτσι ώστε να ενισχυθούν οι στόχοι του προγράμματος και οι αθλητές να εκτελούν συγκεκριμένες αθλητικές δραστηριότητες που θα προσομοιάζουν το άθλημα τους.

4. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΕΞΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

4.1 Κριτήρια συμμετοχής σε πλειομετρική εξάσκηση

Πολλές πλειομετρικές ασκήσεις, ακόμη και σε χαμηλές εντάσεις, εκθέτουν τις αρθρώσεις σε σημαντικές δυνάμεις και κινήσεις που δεν είναι κατάλληλες για τα πρώτα στάδια της αποκατάστασης (Bobbert et al., 1987). Πριν από την έναρξη των ασκήσεων οι ασθενείς θα πρέπει να είναι σε θέση να ανταπεξέρχονται σε όλες τις δραστηριότητες της καθημερινής τους ζωής χωρίς πόνο ή πρήξιμο στη μεριά του τραυματισμού ή της επέμβασης, αλλιώς η έκθεση σε υψηλές πλειομετρικές φορτίσεις πιθανώς να επιδεινώσει την κατάσταση. Αξιόλογο χρονικό διάστημα θα πρέπει να ακολουθήσει την επούλωση του μαλακού ιστού και το εύρος τροχιάς θα πρέπει να είναι εντός των φυσιολογικών ορίων, συγκρίνοντας τα δύο άκρα μεταξύ τους και σε σχέση με τα κανονικά δεδομένα. Η βαλλιστική φύση των πλειομετρικών ασκήσεων καθιστά απαραίτητο έναν καλό δυναμικό έλεγχο. Ο μυϊκός έλεγχος για τους μύες που εμπλέκονται περισσότερο με τον τραυματισμό ή την επέμβαση θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 4 στα 5, όπου όλοι οι επικουρικοί μύες πρέπει να είναι 5 στα 5. Εκτός από τη μυϊκή δύναμη, η ισορροπιστική ικανότητα είναι απαραίτητη ώστε ο ασκούμενος να ανταπεξέλθει με επιτυχία στις μεταβλητές συνθήκες προσγείωσης που απαιτούνται για την εκτέλεση των πλειομετρικών ασκήσεων. Ο δοκιμαζόμενος πρέπει να είναι ικανός να κρατήσει μονοποδική ισορροπία για 30 δευτερόλεπτα με κλειστά μάτια και να μπορεί να εκτελέσει ημικάθισμα με το ένα πόδι πριν την έναρξη του αλτικού ΠΠ (Voight, 1994; Voight et al., 1991) **(Εικ.4.1)**.



Εικόνα 4.1 Ημικάθισμα στο ένα πόδι για συμμετοχή στο ΠΠ, τροπ/νη από το διαδίκτυο

Επιπρόσθετα, η συμμετοχή σε ΠΕ απαιτεί αρνητικά νευρολογικά τεστ και άλλα διάφορα τεστ να είναι φυσιολογικά χωρίς κάποια συμπτώματα και το ισοκινητικό τεστ να είναι τουλάχιστον 80% συγκρίνοντας τα δύο κάτω άκρα μεταξύ τους. Εξαιτίας της έντασης και μιας ενδεχόμενης υπέρχρησης των πλειομετρικών ασκήσεων, αυτές ήταν κάποιες εμπειρικές κατευθυντήριες γραμμές και κάποια κριτήρια που χρησιμοποιούνται για να εξετάσουν εάν ο ασθενής είναι σε θέση να ξεκινήσει ΠΕ. Ωστόσο, κάποιοι κλινικοί πέρα από τα διαπιστευμένα κριτήρια, χρησιμοποιούν και δικά τους υποκειμενικά κριτήρια και με βάση αυτά αξιολογούν την ετοιμότητα του ασθενή για ένα ΠΠ αποκατάστασης. Τέλος μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται σε άτομα με υψηλό δείκτη μάζας και σε άτομα με ανατομικές ανωμαλίες, όπως παραμορφώσεις στη σπονδυλική στήλη και εμβιομηχανικές αποκλίσεις αξόνων των κάτω άκρων, όταν συμμετέχουν σε ΠΠ εξάσκησης (Tyler & Andrews, 2004).

4.2 Παράγοντες προσοχής- Αντενδείξεις συμμετοχής

Η ΠΕ ενδείκνυται για άτομα που αντιμετωπίζουν κάποιο τραυματισμό και θέλουν να επιστρέψουν στις δραστηριότητές τους (Wilk et al., 1993). Η ΠΕ συνίσταται για να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ παραδοσιακών ασκήσεων αποκατάστασης και εξειδικευμένων αθλητικών δραστηριοτήτων (Cordaso et al., 1996). Καθώς ένα ΠΠ ξεκινάει, υπάρχουν κάποιες γενικές σκέψεις και κατευθυντήριες γραμμές που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη. Τέτοιες είναι η ηλικία του ασθενή, το ιστορικό τραυματισμών, ο τύπος του τραυματισμού, η κατάλληλη προθέρμανση πριν την έναρξη των πλειομετρικών ασκήσεων, η θεμελιώδης δύναμη και η εμπειρία σε προγράμματα με αντίσταση. Ιδιαίτερη σημασία έχει ο έλεγχος της προσγείωσης για το γόνατο, καθώς κατά την προσγείωση από μονοποδικό άλμα στα γόνατα συντελείται η μεγαλύτερη απορρόφηση ενέργειας (**Εικ.4.2**). Η αυστηρή τήρηση των αρχών της επιβάρυνσης-προοδευτικότητας και της εξειδίκευσης αποτελεί απαραίτητο κανόνα για την αποφυγή τραυματισμών.



Εικόνα 4.2 Σωστός έλεγχος προσγείωσης σε μονοποδικά άλματα, τροπ/νη από το διαδίκτυο

Ωστόσο ένας ασθενής δεν είναι πάντα ικανός να συμμετέχει σε ένα ΠΠ αποκατάστασης. Για παράδειγμα μια οξεία φλεγμονή ή ένας πόνος, οξεία ή υποξεία διαστρέμματα, η άμεση μετεγχειρητική κατάσταση και η αστάθεια στις αρθρώσεις αποτελούν τροχοπέδη για έναρξη του ΠΠ (Wilk et al., 1993). Επίσης αντενδείκνυται σε ασθενείς με παθολογίες αρθρώσεων, όπως η αρθρίτιδα, με οσφυαλγία και τραυματισμούς χόνδρων, ανάλογα την ικανότητα που έχει ο ιστός να ανέχεται υψηλές φορτίσεις, να συμμετέχουν σε πλειομετρικές ασκήσεις. Επιπρόσθετα οι μυοτενόντιοι τραυματισμοί αποτελούν το πιο συχνό φαινόμενο και δεν επιτρέπουν στον ασθενή να εκτελέσει πλειομετρικές ασκήσεις έως ότου ο ιστός μπορέσει να ανταπεξέλθει σε υψηλές φορτίσεις. Η πιο σημαντική αντένδειξη όμως είναι όταν ο ασθενής δε διαθέτει τη θεμελιώδη δύναμη και το προπονητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο χτίζεται ένα ΠΠ. Εάν ο ασθενής δεν πληρεί τα ελάχιστα κριτήρια που έχουν οριοθετηθεί για αυτούς τους δύο παράγοντες, τότε ο συντονισμός και ο κινητικός έλεγχος δεν θα συνεισφέρουν στην επιτυχημένη εκτέλεση των πλειομετρικών ασκήσεων (Davies et al., 2015). Είναι σκόπιμο ακόμα να αναφερθεί πως μια μέγιστη έκκεντρη συστολή παράγει 10-40% περισσότερη δύναμη καθώς στρεσάρονται τα ελαστικά στοιχεία σε σειρά και παράλληλα. Προκαλούνται έτσι μικροτραύματα στο συνδετικό ιστό και τις μυϊκές ίνες που εμφανίζονται 24-72 ώρες μετά την άσκηση και αυτό είναι το φαινόμενο του καθυστερημένου μυϊκού πόνου (*DOMS*). Σε έναν καλά προπονημένο μυ δεν θα εμφανιστεί και συνήθως στις 7-10 μέρες εξασθενεί, ωστόσο είναι σημαντική η ενημέρωση του ασθενή για το φαινόμενο αυτό όταν η ΠΕ εισάγεται σε ένα προπονητικό πρόγραμμα ή πρόγραμμα αποκατάστασης.

4.3.1 Η πλειομετρική εξάσκηση στην αποκατάσταση

Η ΠΕ τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται και στο κομμάτι της αποκατάστασης, όπου αρκετά πρωτόκολλα την συμπεριλαμβάνουν ως μέσο για αύξηση της λειτουργικότητας και επιστροφή στις αθλητικές δραστηριότητες (Cascio, 2004; Courson, 2001). Η επιτυχία της εξαρτάται από την επάρκεια του πλειομετρικού ελέγχου τόσο σε αλτικές ασκήσεις (Radcliffe & Farentinos, 1999), όσο και σε ασκήσεις ευκινησίας. Οι δραστηριότητες ευκινησίας (*agility*) χρησιμοποιούνται για να βελτιώσουν το νευρομυϊκό συντονισμό και την ταχύτητα των κάτω άκρων μέσω της γρήγορης αλλαγής κατεύθυνσης. Ασκήσεις όπως το τρέξιμο σε διαδρομή σχήματος '8' χρησιμοποιούνται στην αποκατάσταση για να βελτιώσουν την αποδοτικότητα αλλά και την ασφάλεια των αθλητών που συμμετέχουν σε αθλήματα με προσγειώσεις και αλλαγές κατεύθυνσης (Thomee, 2011). Στις ασκήσεις ευκινησίας το πόσο γρήγορη και απότομη θα γίνει η αλλαγή κατεύθυνσης καθορίζεται από το βαθμό του πλειομετρικού ελέγχου του αθλητή. Πολύ σημαντικό ρόλο στην επίτευξη του προγράμματος διαδραματίζει η ιδιοδεκτικότητα, η οποία αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της ΠΕ, καθώς όσο πιο

ευαισθητοποιημένο είναι το σύστημα ιδιοδεκτικότητας τόσο πιο έγκαιρα και αποτελεσματικά θα δοθεί η κινητική απάντηση (Ergen & Ulkar, 2011). Επομένως η ΠΕ με την άμεση επίδρασή της στην αθλητική απόδοση, αλλά και τη βελτίωση της επάρκειας του πλειομετρικού ελέγχου των φορτίσεων, είναι αναπόσπαστο στοιχείο του συνόλου της αθλητικής αποκατάστασης με μεγάλο φάσμα ασκήσεων πλειομετρικής φύσεως να χρησιμοποιούνται (Πιν4.1).

Πίνακας 4.1 Παραδείγματα πλειομετρικών ασκήσεων

Άσκηση	Επεξήγηση
Squat jump	Κατακόρυφο άλμα από αρχική θέση ημικαθίσματος, 90 μοίρες γωνία σε γόνατο και ισχίο, τα χέρια στη μέση για να μην επηρεάσουν την κατεύθυνση του άλματος
Split squat jump	Κατακόρυφο άλμα από αρχική θέση προβολής του ενός κάτω άκρου και τελική θέση μετά το άλμα προβολής του άλλου κάτω άκρου
Counter movement jump	Κατακόρυφο άλμα από αρχική θέση όρθια, αρχική επιτάχυνση προς τα κάτω και στη συνέχεια κίνηση προς τα πάνω, τα χέρια στη μέση
Lateral reactive jump	Πλάγιο άλμα με αρχική θέση στήριξης στο ένα κάτω άκρο και προσγείωση στο άλλο
Wall touches	Κατακόρυφα επιτόπια άλμα με τα χέρια τεντωμένα προς τα πάνω και σε κάθε άλμα ακουμπάνε τον τοίχο ψηλά
Tuck jump	Κατακόρυφο άλμα από αρχική θέση squat και στο άλμα πρέπει να πλησιάσουν τα γόνατα στο στήθος
Cutting maneuvers	Πτώση από προπονητικό κουτί και μετά την προσγείωση απότομη επιτάχυνση και τρέξιμο σε πλάγια κατεύθυνση
Shuttle jumps	Σε πρέσα ποδιών σπρώξιμο με δύναμη ώστε να απομακρυνθεί το σώμα όσο περισσότερο γίνεται
Cone hops	Αναπηδήσεις πάνω από κώνους
Ankle jump	Επιτόπια ταχύτατα άλματα από την ποδοκνημική άρθρωση όπου δεν απομακρύνονται τα κάτω άκρα πολύ από το έδαφος

Zigzag jump	Άλματα πρόσθια με προσγείωση εναλλάξ σε αντίθετες κατευθύνσεις
Jump up on step	Άλμα πάνω σε σκαλοπάτι
Lateral sawtooth hop	Πλάγιες πριονωτές αναπηδήσεις
Drop vertical jump	Πτώση από προπονητικό κουτί και επιτόπου απότομο κατακόρυφο άλμα
Broad jump	Αρχική θέση με τα πόδια ανοιχτά στο ύψος των ώμων , λυγισμένος ο κορμός και απογείωση προς το μπροστά, προσπαθώντας να προσγειωθεί με τα 2 πόδια όσο πιο μακριά μπορεί
Hop turns	Αναπηδήσεις με στροφή
Agility ladder	Σκάλα ευκινησίας
Jumps over mini-hurdle	Άλματα πάνω από μικρά εμπόδια
Balance lunge	Προβολές ποδιών με διατήρηση ισορροπίας

4.3.2 Η πλειομετρική εξάσκηση ως μέσο αποκατάστασης της λειτουργικής ικανότητας μετά από τραυματισμό

Η επιστροφή του αθλητή στο προ-τραυματισμού επίπεδο στοχεύει στη μείωση εμφάνισης υποτροπής. Η λειτουργική αξιολόγηση έρχεται ως εξέλιξη των λειτουργικών ασκήσεων προοδευτικά αυξημένης δυσκολίας. Οι πλειομετρικές ασκήσεις είναι ενσωματωμένες από τη φύση τους στην εκτέλεση των περισσότερων αθλητικών δραστηριοτήτων (Marković, 2010; Andrews, 2004). Η αξιόπιστη επάνοδος στις αθλητικές δραστηριότητες μετά από τραυματισμό εξασφαλίζεται σε μεγάλο βαθμό μόνο όταν γίνεται βάσει κριτηρίων. Η έλλειψη πόνου και οιδήματος όπως και το πλήρες εύρος τροχιάς αποτελούν κλινικά και λειτουργικά κριτήρια που πρέπει να επιτευχθούν. Τα τελευταία είναι στην ουσία δοκιμασίες με έντονο το στοιχείο της πλειομετρικής άσκησης, όπως άλματα και ρίψεις. Δηλαδή η ΠΕ λειτουργεί ως κριτήριο για την αξιολόγηση της κινητικής ικανότητας των αθλητών να ανταπεξέρχονται σε ανώτερα επίπεδα δυσκολίας με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα (Mandelbaum et al., 2005). Χαρακτηριστικά, το σύστημα δοκιμασιών (ALESA), (Advanced Lower Extremity Sports Assessment), αξιολογεί τον αθλητή σε δοκιμασίες δύναμης και ισορροπίας που δίνουν έμφαση στα μονοποδικά άλματα σε μήκος (Powel & Brotzman, 2011) **(Εικ.4.3)**. Η σπουδαιότητα της ΠΕ φαίνεται στον κεντρικό ρόλο που διαδραματίζουν οι δομικές ασκήσεις πολυκατευθυντικής φόρτισης των κάτω άκρων σε προγράμματα αποκατάστασης τραυματισμένων αθλητών. Τέτοιες ασκήσεις περιλαμβάνουν τρέξιμο ταχύτητας σε

διαφορετικές κατευθύνσεις και αποστάσεις, τρέξιμο με διαγώνιες αλλαγές κατεύθυνσης, τρέξιμο σχήματος 8, πλάγιες μετατοπίσεις και βηματισμό αριστερά δεξιά με διασταύρωση των ποδιών (Fitzgerald et al.,2000). Σε όλα τα ΠΠ αποκατάστασης χρησιμοποιούνται άλματα όλων των ειδών, τα οποία προσομοιάζουν ειδικές αθλητικές κινήσεις. Η αλτική απόδοση παίζει πολύ σημαντικό ρόλο και το σημαντικότερο άλμα που χρησιμοποιείται είναι το *single hop for distance* καθώς και τα *single leg triple hop for distance*, *single leg crossover hop*, *single leg hop for time 6m*. Σε συνδυασμό με τις προαναφερθείσες ασκήσεις ο αθλητής είναι ικανός να αποκαταστήσει σε υψηλά επίπεδα τη λειτουργική ικανότητα και να μπορέσει να εκτελέσει αποδοτικά τις ασκήσεις όντας έτοιμος για την επιστροφή του στις δραστηριότητες πριν τον τραυματισμό.



Εικόνα 4.3 Δοκιμασία *single leg hop for distance* για αξιολόγηση δύναμης και ισορροπίας, τροπ/νη από το διαδίκτυο

5. ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ ΑΛΜΑΤΩΝ

5.1.1 Ορισμός – Είδη δοκιμασίας αλμάτων

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι προσδιορισμού της απόδοσης και της ικανότητας του αθλητή. Ωστόσο, ο μόνος ακριβής τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι να εκτελεστεί μια λειτουργική δοκιμή. Οι λειτουργικές δοκιμές απόδοσης χρησιμοποιούνται συχνά για την αξιολόγηση της κατάστασης του αθλητή και είναι αποτελεσματικές και χρήσιμες, επειδή περιλαμβάνουν πολλαπλές συνιστώσες, όπως δοκιμασίες αλμάτων, ισορροπία, νευρομυϊκό συντονισμό, μυϊκή δύναμη και κινηματική του γόνατος που μπορούν να επηρεαστούν μετά από τραυματισμό. Οι δοκιμασίες αλμάτων χρησιμοποιούνται σε πολλά αθλήματα (Ross et al., 2002) για τη μέτρηση της αλτικής απόδοσης. Τέτοιες δοκιμασίες είναι χρήσιμες για την παρακολούθηση της προόδου και για να αποφασιστεί εάν το άτομο είναι έτοιμο να επιστρέψει στον αθλητισμό ή σε καθημερινές δραστηριότητες μετά από τραυματισμό ή χειρουργική επέμβαση (Phillips & van Deursen, 2008). Για την επανένταξη στα σπορ ή στην καθημερινότητά τους οι ασθενείς θα πρέπει να έχουν επανακτήσει πλήρως την κάμψη και έκταση του γόνατος και οι δοκιμασίες αλμάτων θα πρέπει να έχουν ποσοστό επιτυχίας πάνω από 90% στο τραυματισμένο ή χειρουργημένο άκρο σε σχέση με το υγιές. Υπάρχουν διάφοροι τύποι δοκιμασιών αλμάτων που μετρούν διάφορες πτυχές που μπορεί να επηρεαστούν μετά από τραυματισμό (Munro & Herrington, 2011), όπως η μυϊκή δύναμη (Noyes et al., 1991) και η σταθερότητα των αρθρώσεων (Hertel & Olmsted-Kramer, 2007). Επιπλέον, η δοκιμή τόσο της μυϊκής ισχύος όσο και της σταθερότητας των αρθρώσεων απαιτεί νευρομυϊκό συντονισμό, μίγμα το οποίο πρέπει επίσης να εξεταστεί (Myer et al., 2004). Αρκετά διαφορετικά πρωτόκολλα εξέτασης της δοκιμασίας αλμάτων έχουν περιγραφεί και χρησιμοποιούνται στην αθλητική βιβλιογραφία (Noyes et al., 1991; Booher et al., 1993; Fitzgerald et al., 2001; Phillips & VanDeursen, 2008). Οι δοκιμασίες αλμάτων περιλαμβάνουν πολλές παραλλαγές, οι οποίες διαφέρουν σε επίπεδο δυσκολίας και εκτέλεσης και χρησιμοποιούνται ανάλογα με το βαθμό ετοιμότητας του ασθενή. Διακρίνονται σε διποδικές ή και μονοποδικές δοκιμασίες και είναι το *single hop for distance*, *triple hop for distance*, *triple crossover hop for distance*, *single 6 meter timed hop test*, *figure-of-eight hop*, *side hop*, *up-down hop*, *square hop*, *vertical hop*.

5.1.2 Τεχνικές εκτέλεσης

Το *Single leg hop for distance* (Εικ.5.1) χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της δύναμης, της ισχύος, της δυναμικής σταθεροποίησης, της νευρομυϊκής συναρμογής και της ελαστικότητας των αρθρώσεων. Η μεθοδολογία της δοκιμασίας έχει τον αθλητή να στέκεται ακριβώς πίσω

από τη γραμμή εκκίνησης με μονοποδική στήριξη. Πραγματοποιεί οριζόντιο άλμα προς τα εμπρός και προσγειώνεται με πλήρη έλεγχο του σώματος του στο ίδιο άκρο. Η απόσταση από τη γραμμή εκκίνησης μέχρι το σημείο όπου η πτέρνα του αθλητή ακουμπάει στο έδαφος, είναι το σκορ της δοκιμασίας. Στον αθλητή επιτρέπονται δύο δοκιμαστικές προσπάθειες και δύο τελικές προσπάθειες με το ίδιο άκρο (Barber et al., 1990).



Εικόνα 5.1 Δοκιμασία *single leg hop for distance*, τροπ/νη από το διαδίκτυο

Το *Triple hop for distance* (**Εικ.5.2**) χρησιμοποιείται επίσης για την αξιολόγηση της δύναμης, της ισχύος, της δυναμικής σταθεροποίησης, της νευρομυϊκής συναρμογής και της ελαστικότητας των αρθρώσεων. Ο αθλητής από μονοποδική στήριξη προσπαθεί να εκτελέσει 3 διαδοχικά άλματα όσο το δυνατόν μακρύτερα και να προσγειωθεί στο ίδιο κάτω άκρο με το οποίο εκτέλεσε το άλμα. Η απόδοση αξιολογείται μέσω της καταγραφής του μήκους του άλματος (Reinke et al., 2011).



Εικόνα 5.2 Δοκιμασία *triple hop for distance*, τροπ/νη από το διαδίκτυο

Το *Triple crossover hop for distance* (**Εικ.5.3**) υπολογίζει την απόσταση που επιτυγχάνεται κατά την εκτέλεση τριών διαδοχικών αλμάτων με μονοποδική στήριξη εναλλάξ πάνω από μια γραμμή. Χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της λειτουργικότητας και της αλτικότητας. Ο αθλητής στέκεται ακριβώς πίσω από τη γραμμή εκκίνησης με μονοποδική στήριξη. Πραγματοποιεί τρία συνεχόμενα άλματα προς τα εμπρός και εναλλάξ πάνω από μια ευθεία γραμμή και προσγειώνεται με πλήρη έλεγχο του σώματος στο ίδιο άκρο. Η απόσταση από τη γραμμή εκκίνησης μέχρι το σημείο όπου η πτέρνα του ατόμου ακουμπάει στο έδαφος είναι το σκορ της δοκιμασίας. Επιτρέπονται δύο δοκιμαστικές προσπάθειες και δύο τελικές προσπάθειες με το ίδιο άκρο (Goh et al., 1997).



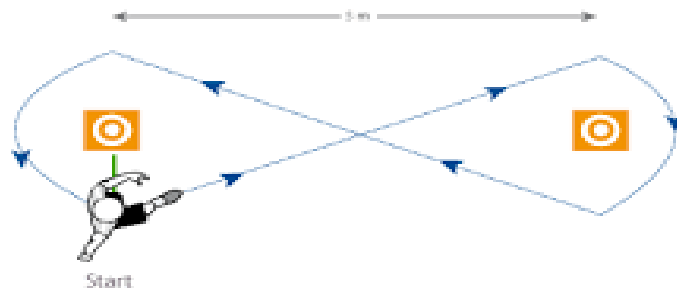
Εικόνα 5.3 Δοκιμασία *triple crossover hop for distance*, τροπ/νη από το διαδίκτυο

Το *Single 6 meter timed hop test* (**Εικ.5.4**) χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ισχύος και της δυναμικής σταθερότητας και υπολογίζει το χρόνο που χρειάζεται για να διανύσει 6 μέτρα ο αθλητής με μονοποδική στήριξη. Ο αθλητής στέκεται ακριβώς πίσω από τη γραμμή εκκίνησης με μονοποδική στήριξη. Μετά από εντολή του εξεταστή «Έτοιμος, θέση, πάμε» ξεκινά η μέτρηση του χρόνου με χρονόμετρο ακρίβειας 0.01 δευτερολέπτων. Τότε ο αθλητής προσπαθεί να διανύσει με συνεχόμενα άλματα την απόσταση των 6 μέτρων όσο πιο γρήγορα μπορεί. Επιτρέπονται δύο δοκιμαστικές προσπάθειες και δύο τελικές προσπάθειες με το ίδιο άκρο (Booher et al., 1993).



Εικόνα 5.4 Δοκιμασία *single 6 meter hop test*, τροπ/νη από το διαδίκτυο

Το *Figure of eight hop* (**Εικ.5.5**) αξιολογεί τη λειτουργικότητα και υπολογίζει το χρόνο που χρειάζεται ο αθλητής για να διανύσει τρεις φορές μια διαδρομή σχήματος «8» και διαμέτρου 5 μέτρων. Ο αθλητής στέκεται πίσω από τη γραμμή εκκίνησης. Μετά από εντολή του εξεταστή «Έτοιμος, θέση, πάμε» ξεκινά η μέτρηση του χρόνου με χρονόμετρο ακρίβειας 0.01 δευτερολέπτων και ο αθλητής ξεκινά με μονοποδικά άλματα μέχρι να ολοκληρώσει όλη τη διαδρομή. Στον αθλητή επιτρέπονται δύο δοκιμαστικές προσπάθειες και δύο τελικές προσπάθειες με το ίδιο άκρο (Fitzgerald et al., 2000).



Εικόνα 5.5 Δοκιμασία *figure of eight hop*, τροπ/νη από το διαδίκτυο

Το *Side hop test* (**Εικ.5.6**) αξιολογεί τη δύναμη, την ισχύ, τη δυναμική σταθεροποίηση, τη νευρομυϊκή συναρμογή και την ελαστικότητα των αρθρώσεων του αθλητή. Σε αυτή τη δοκιμασία ο αθλητής πραγματοποιεί πλάγια άλματα στο ένα πόδι σε απόσταση 30 εκατοστών. Μια επανάληψη θεωρείται όταν εκτελεστεί άλμα 30 εκατοστών σε πλάγια κατεύθυνση στο ένα πόδι και επιστροφή στην αρχική θέση. Ο ασθενής εκτελεί 10 επαναλήψεις και λαμβάνει εντολή να τις εκτελέσει όσο πιο γρήγορα μπορεί. Εάν ο ασθενής πέσει, ή πατήσει με το άλλο του άκρο στο έδαφος, η δοκιμασία θεωρείται ανεπιτυχής και πρέπει να εκτελεστεί από την αρχή (Itoh et al., 1998).



Εικόνα 5.6 Δοκιμασία *side hop test*, τροπ/νη από το διαδίκτυο

Το *up-down hop test* (**Εικ.5.7**) αξιολογεί τη λειτουργικότητα, τη δύναμη και την ταχύτητα. Ο αθλητής τοποθετείται μπροστά από σκαλοπάτι ύψους 20 εκατοστών και του ζητείται να εκτελέσει 10 άλματα στο ένα πόδι πάνω και κάτω όσο πιο γρήγορα μπορεί χωρίς να σταματήσει. Χρησιμοποιεί και τα χέρια του για να βοηθήσει την κίνηση και πρώτα δοκιμάζεται το μη εμπλεκόμενο πόδι και μετά το εξεταζόμενο. Τέλος καταγράφεται ο χρόνος που απαιτήθηκε για να εκτελέσει τη δοκιμασία και υπολογίζεται στο πλησιέστερο δέκατο του δευτερολέπτου.



Εικόνα 5.7 Δοκιμασία *up-down hop test*, τροπ/νη από το διαδίκτυο

Το *square hop* (**Εικ.5.8**) χρησιμοποιείται για να αξιολογηθεί η δύναμη-ισχύς, η αντοχή, η δυναμική σταθεροποίηση, η νευρομυϊκή προσαρμογή και η ελαστικότητα των αρθρώσεων. Ο αθλητής αναπηδά για ένα λεπτό μονοποδικά μέσα και έξω από ένα τετράγωνο διαστάσεων 30 × 35 εκατοστών. Η φορά των αλμάτων είναι κυκλική (δεξιά για το δεξί και αριστερά για το αριστερό κάτω άκρο) και ο αθλητής κάθε φορά αναπηδά μέσα στο τετράγωνο και μετά προς μια κατεύθυνση (πρόσθια, έσω, οπίσθια, έξω). Η απόδοση αξιολογείται μέσω της καταγραφής των επαφών μέσα στο τετράγωνο κατά τη διάρκεια 30'' (Ostenberg et al., 1998).



Εικόνα 5.8 Δοκιμασία *square hop*, τροπ/νη από το διαδίκτυο

Το *vertical hop* (**Εικ.5.9**) χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ισχύος και της δυναμικής σταθεροποίησης. Ο αθλητής από διποδική ή μονοποδική στήριξη προσπαθεί να εκτελέσει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο κατακόρυφο άλμα. Η απόδοση αξιολογείται μέσω της καταγραφής του ύψους του άλματος.



Εικόνα 5.9 Δοκιμασία *vertical hop*, τροπ/νη από το διαδίκτυο

5.1.3 Τεχνικές προσγείωσης και εμβιομηχανική

Η προσγείωση από ένα άλμα αποτελεί κρίσιμο κομμάτι σε όλες τις αθλητικές δραστηριότητες και θεωρείται ως μια πολυαρθρική κίνηση, η οποία απαιτεί μεγάλη μυϊκή προσπάθεια από τους μύες των αρθρώσεων του ισχίου, του γόνατος και της ποδοκνημικής. Για παράδειγμα

στο *triple hop test* οι δυνάμεις πρόσκρουσης που παράγονται μπορεί και να φτάσουν σε μέγεθος δώδεκα φορές το σωματικό βάρος, πράγμα το οποίο μπορεί να προκαλέσει κάποιο τραυματισμό στο κάτω άκρο. Για τον έλεγχο της κάμψης στις αρθρώσεις και της επιβράδυνσης κατά την προσγείωση απαιτούνται μεγάλες έκκεντρες δυνάμεις από τους εκτεινόντες του γόνατος και τους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής. Επομένως όσο πιο μεγάλη είναι η δύναμη αντίδρασης από το έδαφος τόσο πιο μεγάλη και η πιθανότητα τραυματισμού. Πολλές μελέτες έχουν διερευνήσει τη σχέση μεταξύ διαφορετικών τεχνικών προσγείωσης και τις αλλαγές στη συμβολή των αρθρώσεων των κάτω άκρων στην απορρόφηση ενέργειας. Μερικές από αυτές τις μελέτες έχουν ασχοληθεί με τις τεχνικές προσγείωσης (Bobber et al., 1987), με συγκεκριμένα άλματα στον αθλητισμό (Miller & Nissinen, 1987), ενώ άλλες ανέφεραν τα αποτελέσματα επιφανειών προσγείωσης (Gross & Nelson, 1988). Ωστόσο η χρήση διαφορετικών στρατηγικών προσγείωσης για τον έλεγχο και τη μείωση των δυνάμεων επισημαίνεται σε πολλές μελέτες. Αν και υπάρχουν διαφορές στις μεμονωμένες στρατηγικές που χρησιμοποιούνται, τα αποτελέσματα υποδηλώνουν αύξηση των κατακόρυφων δυνάμεων με μεγαλύτερο ύψος και έκταση στο γόνατο. Ως εκ τούτου, σε πολλές μελέτες προτείνεται η ανάγκη να εξεταστεί η συμπίεση, η ροπή και η διάτμηση που συνδέονται με διαφορετικές στρατηγικές απόδοσης, υποστηρίζοντας τη μυϊκή ενεργοποίηση των κάτω άκρων σε στρατηγικές προσγείωσης (Dufur & Bates, 1990). Οι δοκιμασίες αλμάτων επιτρέπουν στους εξεταστές να διερευνήσουν την κινηματική και κινητική των κάτω άκρων και τα ηλεκτρομυογραφικά χαρακτηριστικά κάτω από συνθήκες όπου η σταθερότητα του γόνατος επηρεάζεται. Για να επιτευχθεί σταθερή προσγείωση απαιτείται καλή ισορροπία. Η σταθερότητα μπορεί να διατηρηθεί με κατάλληλη ανατροφοδότηση από τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς που βρίσκονται μέσα στις αρθρώσεις.

5.1.4 Οι δοκιμασίες αλμάτων ως μέσο αξιολόγησης εμβιομηχανικών μηχανισμών στη δυναμική σταθεροποίηση του γόνατος

Κάποιοι ερευνητές έχουν περιγράψει την απόδοση των δοκιμασιών αλμάτων με πιο εμβιομηχανικά κριτήρια. Οι Colby et al. (2001) υπολόγισαν τους δείκτες σταθερότητας χρησιμοποιώντας την κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους σε υγιή άτομα και σε άτομα μετά από αποκατάσταση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (ΠΧΣ) μέσω του *single leg hop test* και του *step down test*. Ως αποτέλεσμα ανίχνευσαν κάποιες μικρές διαφορές στα χαρακτηριστικά της κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης του εδάφους ανάμεσα στα υγιή άτομα και σε αυτά που έχουν αποκαταστήσει τον ΠΧΣ. Άλλοι ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση που περιλαμβάνει την κινηματική, την κινητική και ηλεκτρομυογραφικά δεδομένα για να περιγράψουν την εμβιομηχανική εικόνα των ατόμων με

τραυματισμό στον ΠΧΣ κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας ενός *single leg hop test*. Οι Gauffin & Tropp, (2006) μελέτησαν διάφορα κινηματικά, κινητικά και μυοσκελετικά μοτίβα στο γόνατο κατά τη διάρκεια του *single leg hop test* σε άτομα που έχουν χρόνιο έλλειμμα στον ΠΧΣ. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν παρόμοια σκορ και στο υγιές και στο εμπλεκόμενο άκρο. Παρ' όλα αυτά τα μοτίβα κίνησης και μυϊκής δραστηριότητας διέφεραν μεταξύ τραυματισμένου και υγιούς άκρου. Καταγράφηκε μείωση στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα του τετρακέφαλου του τραυματισμένου άκρου σε σχέση με το υγιές, ενώ η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα των οπίσθιων μηριαίων παρέμεινε σταθερή μεταξύ των άκρων. Η αύξηση της κάμψης του γόνατος που παρατηρήθηκε τη στιγμή της προσγείωσης σε συνδυασμό με τη μειωμένη δραστηριότητα του τετρακέφαλου, θα βελτίωνε την ικανότητα των οπίσθιων μηριαίων να ελέγξουν τη διάτμηση της κνήμης κατά την προσγείωση, σύμφωνα με τους ερευνητές. Τέλος, οι δοκιμασίες αλμάτων αποτελούν μέσο αξιολόγησης εμβιομηχανικών μηχανισμών στη δυναμική σταθερότητα του γόνατος, ωστόσο νέες προσεγγίσεις πρέπει να εφαρμοστούν στο συγκεκριμένο κομμάτι.

5.2.1 Οι δοκιμασίες αλμάτων ως μέσο αξιολόγησης έπειτα από επεμβατική αποκατάσταση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου

Η προσπάθεια επανένταξης στα σπορ μετά από αποκατάσταση του ΠΧΣ είναι πολύ εντατική, ωστόσο δεν υπάρχει μια συγκεκριμένη μέθοδος που να εξασφαλίζει στον αθλητή την επιτυχημένη και ασφαλή επιστροφή του. Οι διαταραχές που εμφανίζει ο ΠΧΣ εμφανίζουν κάποιους λειτουργικούς περιορισμούς που συνήθως σχετίζονται με κινήσεις περιστροφής, άλματος ή μηχανισμούς προσγείωσης, που χρησιμοποιούνται σε αθλητικές δραστηριότητες. Για να εντοπιστούν αυτοί οι περιορισμοί χρησιμοποιούνται κάποια λειτουργικά τεστ με το πιο διαδεδομένο να είναι οι δοκιμασίες αλμάτων, οι οποίες έχουν περίοπτη θέση στην αξιολόγηση της λειτουργικότητας και οι μετρήσεις τους παρουσιάζουν μεγάλη αξιοπιστία. Οι Reid et al. (2007) μέσα από τις μελέτες τους προσπάθησαν να διερευνήσουν την αξιοπιστία και την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων που απορρέουν από αυτές. Χρησιμοποίησαν 4 δοκιμασίες αλμάτων και η σειρά τους καθορίστηκε με βάση τα πρωτόκολλα (Noyes, Barber & Daniel et al., 2004). Οι δοκιμασίες ήταν οι εξής: *single hop for distance*, *6 meter timed hop test*, *triple hop for distance* και *crossover hop for distance*. Η πρώτη δοκιμασία είχε στόχο την κινητική εκμάθηση, ενώ η δεύτερη και η τρίτη είχαν ως στόχο την αξιολόγηση της αξιοπιστίας στην επανεξέταση της διαδικασίας. Η τέταρτη και τελευταία δοκιμασία χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της μακροχρόνιας εγκυρότητας. Οι δοκιμασίες εφαρμόστηκαν και στο υγιές άκρο έτσι ώστε να υπάρχει μέτρο σύγκρισης. Τα αποτελέσματα και οι μετρήσεις από τις δοκιμασίες αλμάτων έδειξαν με σαφήνεια στον κλινικό θεραπευτή την πρόοδο του

προγράμματος αποκατάστασης. Γενικά η σύγκριση των σκορ από τις δοκιμασίες έδειξε ότι σημαντική κινητική εκμάθηση πραγματοποιήθηκε και στο επεμβατικό και στο μη επεμβατικό άκρο στις 2 πρώτες δοκιμασίες. Στην τελευταία δοκιμασία υπήρξε σημαντική αύξηση του σκορ στο επεμβατικό άκρο και όχι στο μη επεμβατικό. Σύμφωνα με τους ερευνητές τα αποτελέσματα των μετρήσεων από τις συγκεκριμένες δοκιμασίες αλμάτων, παρέχουν αξιοπιστία και εγκυρότητα σε ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε χειρουργική αποκατάσταση του ΠΧΣ, ενώ επιπλέον χρησιμοποιούν λειτουργικές μετρήσεις της απόδοσης για να εντοπίσουν τις όποιες ασυμμετρίες προκύπτουν μετά την ανακατασκευή του ΠΧΣ. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Logerstedt et al. (2012) εκτελέστηκαν σε ασθενείς με ρήξη του ΠΧΣ οι ίδιες δοκιμασίες αλμάτων με την προηγούμενη μελέτη προ εγχειρητικά αλλά και 6 μήνες μετά την επέμβαση. Το κομμάτι στο οποίο βοήθησαν τους ερευνητές, ήταν να προβλέψουν την αυτοαναφερόμενη λειτουργία του γόνατος 6 μήνες μετεγχειρητικά αλλά και μετά από ένα χρόνο. Τα αποτελέσματα αυτών των δοκιμασιών είχαν σημαντικές συνέπειες για την κλινική διαχείριση των ασθενών με ανακατασκευή ΠΧΣ, καθώς η ευκολία της εκτέλεσης τους επιτρέπει την εφαρμογή μιας πρακτικής μεθόδου για τον προσδιορισμό κατευθυνόμενων παρεμβάσεων για την αποκατάσταση της λειτουργίας του γόνατος. Το συμπέρασμα των ερευνητών ήταν πως προ εγχειρητικά οι δοκιμασίες αλμάτων δεν μπορούν να προβλέψουν τη λειτουργία του γόνατος μετά την ανακατασκευή, αλλά είναι κλινικά χρήσιμες στο να προβλέψουν μελλοντικές μετρήσεις 6 μήνες ύστερα από την επέμβαση και να διακρίνουν σε ποιους ασθενείς η λειτουργία του γόνατος θα βρίσκεται κάτω ή μέσα στα φυσιολογικά πλαίσια (1 χρόνο μετεγχειρητικά) και να σχεδιάσουν την αποκατάσταση που πρέπει να ακολουθηθεί για την αντιμετώπιση των ασυμμετριών με στόχο τη φυσιολογική λειτουργία του γόνατος. Στο ίδιο μοτίβο κινήθηκαν και οι Meierbachtol et al. (2017), οι οποίοι ασχολήθηκαν με ασθενείς που είχαν υποβληθεί σε επέμβαση για ανακατασκευή του ΠΧΣ και προσπάθησαν μέσω των δοκιμασιών αλμάτων να αξιολογήσουν τις ασυμμετρίες που είχαν προκύψει αλλά και να τις αντιμετωπίσουν. Η πρόοδος που παρατηρήθηκε τους πρώτους 6 μήνες μετά την επέμβαση ήταν μεγάλη και στα δύο άκρα και κυρίως μέσω της δοκιμασίας του *single hop* υπήρξε αύξηση του δείκτη συμμετρίας του κάτω άκρου. Ωστόσο οι ασυμμετρίες μπορεί να επιμένουν αρκετά χρόνια μετά το χειρουργείο, όπως για παράδειγμα στη συγκεκριμένη μελέτη σε αθλητές, ύστερα από 4 χρόνια παρατηρήθηκαν ασυμμετρίες στο ισχίο και το γόνατο στην εκτέλεση ενός *drop vertical jump*. Τέλος, οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα προγράμματα αποκατάστασης με τις δοκιμασίες αλμάτων βοηθούν στην αύξηση του δείκτη συμμετρίας του κάτω άκρου, αλλά μπορεί να μην καταφέρουν να φτάσουν στο επίπεδο που ήταν πριν τον τραυματισμό. Γενικά οι δοκιμασίες αλμάτων μέσα από τις συγκεκριμένες μελέτες έχουν δείξει ενθαρρυντικά αποτελέσματα και έχουν δώσει αξιοπίστες πληροφορίες όσον αφορά την αξιολόγηση ασθενών έπειτα από επεμβατική αποκατάσταση

ΠΧΣ κυρίως μέσω του υπολογισμού του δείκτη συμμετρίας του χειρουργημένου άκρου (Πιν.5.1).

Πίνακας 5.1 Αλτικές δοκιμασίες αξιολόγησης ασθενών μετά από ρήξη ΠΧΣ

Έρευνα	Δείγμα	Ηλικία	Πάθηση	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	Εφαρμογή	Αποτέλεσμα
Reid et al. (2007)	42	15-45	Ρήξη ΠΧΣ	Single hop for distance, triple crossover hop for distance, triple hop for distance, 6-m timed hop	16 ^η μετεγχειρητική εβδομάδα και 6 εβδομάδες αργότερα	Αύξηση του δείκτη συμμετρίας σε όλες τις δοκιμασίες αλμάτων 6,1%, δηλαδή $88,5 \pm 8,5$
Logerstedt et al. (2012)	120	15-54	Ρήξη ΠΧΣ	Single hop for distance, crossover hop for distance, triple hop for distance, 6-m timed hop	Προ εγχειρητικά, 6 μήνες μετεγχειρητικά και 1 χρόνο μετά	Crossover hop test, 6-m timed hop αποτέλεσαν δείκτες πρόβλεψης της αυτοαναφερόμενης λειτουργίας του γόνατος 1 χρόνο μετά, αύξηση του δείκτη συμμετρίας 93,3%- 96,1%
Meierbachtol et al. (2017)	71	12-46	Ρήξη ΠΧΣ	Single hop for distance, triple crossover hop for distance, triple hop for distance, 6-m timed hop	Περίπου 174 μέρες μετά την επέμβαση	Αύξηση δείκτη συμμετρίας μ.ό. 91% σε ασθενείς >18, triple crossover hop for distance αύξηση δείκτη συμμετρίας 87%- 91% σε ασθενείς < 18

5.2.2 Οι δοκιμασίες αλμάτων ως μέσο αξιολόγησης σε ασθενείς με μηνισκεκτομή

Η μηνισκεκτομή αποτελεί έναν από τους παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση οστεοαρθρίτιδας του γόνατος. Ως εκ τούτου η μετεγχειρητική αποκατάσταση παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη μείωση της ανάπτυξης και της εξέλιξης στην οστεοαρθρίτιδα του γόνατος. Οι κλινικοί χρησιμοποιούν το *single leg hop test* για να εκτιμήσουν πότε οι αθλητές είναι έτοιμοι να επιστρέψουν στα σπορ και η τυπική μέτρηση της απόδοσής τους είναι η απόσταση του άλματος. Σύμφωνα με τους Hsu et al. (2016) η ποιότητα της κίνησης παίζει πολύ μεγάλο ρόλο, καθώς τροποποιημένα πρότυπα κίνησης ενδέχεται να αυξήσουν τον κίνδυνο μελλοντικού τραυματισμού στο γόνατο. Σε μελέτη τους, παρακολούθησαν ασθενείς, οι οποίοι είχαν υποβληθεί σε μηνισκεκτομή και χωρίστηκαν σε 2 ομάδες όπου η μία ακολούθησε φυσιολογικό πρόγραμμα αποκατάστασης και η άλλη επιπλέον πρόγραμμα ενδυνάμωσης του τετρακέφαλου. Η αποκατάσταση ξεκίνησε μια εβδομάδα μετά την επέμβαση και οι δοκιμασία του *single hop* εφαρμόστηκε 6 εβδομάδες μετά το χειρουργείο αλλά και 1 χρόνο μετά. Τα αποτελέσματα της δοκιμασίας έδειξαν ότι ο δείκτης συμμετρίας ήταν στα επιθυμητά επίπεδα, ωστόσο 1 χρόνο μετεγχειρητικά υπήρχε κάποια ασυμμετρία στο μηχανισμό προσγείωσης. Παρότι οι μηχανισμοί προσγείωσης βελτιώθηκαν μέσα σε 1 χρόνο μετεγχειρητικά, η κάμψη και η έκταση του γόνατος παρουσίασαν κάποια μείωση σε σχέση με το μη χειρουργημένο άκρο, πράγμα το οποίο επηρέασε την επιστροφή τους στο σπορ και ελλόχευε ο κίνδυνος του τραυματισμού. Παρόλα αυτά οι περισσότεροι ασθενείς επέστρεψαν στην προ τραυματισμού κατάστασή τους. Αυτό που παρατηρήθηκε ήταν ότι με την απλή αποκατάσταση εξακολουθούσε να υπάρχει ασυμμετρία, ενώ στο πρόγραμμα με την επιπλέον ενδυνάμωση του τετρακέφαλου το *single hop test* έδειξε καλύτερα αποτελέσματα χωρίς ασυμμετρίες και βελτιωμένη μηχανική προσγείωσης. Οι Ericsson et al. (2006) υποστήριξαν ότι η σχέση μεταξύ ελλείμματος στη δύναμη του τετρακέφαλου και της λειτουργικότητας σχετίζεται άμεσα με τη μυϊκή δύναμη και τους περιορισμούς στη λειτουργικότητα σε μεσήλικες που έχουν υποβληθεί σε μερική μηνισκεκτομή. Η δοκιμασία άλματος που χρησιμοποίησαν ήταν το *single hop for distance*, καθώς λόγω της ευκολίας της μπορούσε να δείξει καλύτερα κατά πόσο οι ασθενείς εμπιστεύονται το γόνατό τους. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η επιλογή της συγκεκριμένης δοκιμασίας ήταν η ιδανική διότι μέσω αυτής μπορούσαν να εντοπίσουν τα ελλείμματα στη δύναμη αλλά και στη λειτουργικότητα του γόνατος. Συνοπτικά οι δοκιμασίες αλμάτων αποτέλεσαν χρήσιμες λειτουργικές ασκήσεις, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για έγκυρη αξιολόγηση σε ασθενείς που είχαν υποβληθεί σε μηνισκεκτομή (Πιν.5.2).

Πίνακας 5.2 Αξιολόγηση ασθενών μετά από μηνισκεκτομή

Έρευνα	Δείγμα	Ηλικία	Πάθηση	Παρέμβαση	Συχνότητα	Αποτέλεσμα
Hsu et al. (2016)	22 ασθενείς	18 +	Μηνισκεκτομή	Single leg hop σε συνδυασμό με ενδυνάμωση τετρακέφαλων 1 εβδομάδα μετά και 1 χρόνο μετά την εγχείρηση	2 φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες	Θετικός δείκτης συμμετρίας 88,6% και 98,9 αντίστοιχα, αύξηση στις μοίρες κάμψης και έκτασης του γόνατος 1.0 και 1.3 αντίστοιχα
Ericsson et al. (2006)	56 ασθενείς	35-45	Μερική μηνισκεκτομή περίπου 4 χρόνια νωρίτερα	Μέτρηση ισοκινητικής δύναμης γόνατος, single leg hop, square hop test	4 μήνες	Ίδια εκτατική δύναμη μεταξύ των 2 άκρων, μειωμένος πόνος και αυξημένη λειτουργικότητα

Σε άλλη έρευνα οι Stensrud et al. (2015) εξέτασαν τη λειτουργικότητα του γόνατος και τη μυϊκή δύναμη πάλι σε μεσήλικες με αρθροσκοπική μηνισκεκτομή. Όπως και σε άλλες έρευνες έτσι και στη συγκεκριμένη αυτό που τους καθοδήγησε στην αξιολόγησή τους ήταν ο δείκτης συμμετρίας του κάτω άκρου (LSI). Χρησιμοποιήθηκε στη δοκιμασία του *single hop* και σε ποσοστό $\geq 90\%$ αποτελούσε ασφαλές κριτήριο για μια πετυχημένη αποκατάσταση.

5.3 Οι δοκιμασίες αλμάτων ως μέσο αξιολόγησης σε άτομα με λειτουργική αστάθεια ποδοκνημικής

Τα διαστρέμματα αστραγάλου αποτελούν τους πιο συχνούς τραυματισμούς στον αθλητισμό σε ποσοστό 34%. Ύστερα από ένα διάστρεμμα το 40% των ατόμων διαμαρτύρονται για αίσθηση αστάθειας, σύμφωνα με τους Caffrey et al. (2009). Σε μελέτη τους, προσπάθησαν

να αξιολογήσουν την παρουσία λειτουργικών ελλειμμάτων σε άτομα με αστάθεια ποδοκνημικής σε σύγκριση με ένα υγιές σύνολο, με τη βοήθεια της δοκιμασίας αλμάτων. Οι δοκιμασίες αλμάτων που χρησιμοποίησαν ήταν οι εξής: *figure of 8 hop*, *side hop*, *6 meter crossover hop*, *square hop* για να στρεσάρουν την άρθρωση του αστραγάλου και να εμφανίσουν τη λειτουργική αστάθεια. Το γεγονός ότι προσομοιάζαν κάποιες κινήσεις που πραγματοποιούνται στα αθλήματα, βοήθησαν τους ερευνητές να αξιολογήσουν την κατάσταση του αθλητή και να εντοπίσουν τα όποια ελλείμματα υπάρχουν. Το συμπέρασμα που έβγαλαν ήταν πως τα άτομα με αστάθεια ποδοκνημικής παρουσιάζουν ελλείμματα, τα οποία αξιολογούνται από τις λειτουργικές δοκιμασίες αλμάτων (Πιν.5.3). Από τη μεριά τους οι Madsen et al. (2018) προσπάθησαν να διαπιστώσουν εάν οι δοκιμασίες αλμάτων ανιχνεύουν ελλείμματα που σχετίζονται με χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής. Τα αποτελέσματα της μελέτης τους έδειξαν ότι τα άτομα με χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής παρουσιάζουν σημαντική αστάθεια όταν εκτελούν μονοποδικές δοκιμασίες αλμάτων (*side hop*, *6- meter hop*, *figure 8 hop*, *lateral hop*) ακόμα και όταν το εμπλεκόμενο άκρο φαίνεται λειτουργικά φυσιολογικό. Συμπερασματικά οι μελετητές υποστήριξαν ότι οι δοκιμασίες αλμάτων πρέπει να εκτελούνται για να εξακριβώσουν εάν η αστάθεια επιμένει και μάλιστα ειδικές παρεμβάσεις οφείλουν να πραγματοποιούνται με σκοπό να προλαμβάνεται έγκαιρα η χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής. Το εύρημα αυτό έχει μεγάλη σημασία για τους κλινικούς γιατρούς που αντιμετωπίζουν ασθενείς με επαναλαμβανόμενα διαστρέμματα αστραγάλων.

Πίνακας 5.3 Αλτικές δοκιμασίες αξιολόγησης ασθενών με λειτουργική αστάθεια ποδοκνημικής

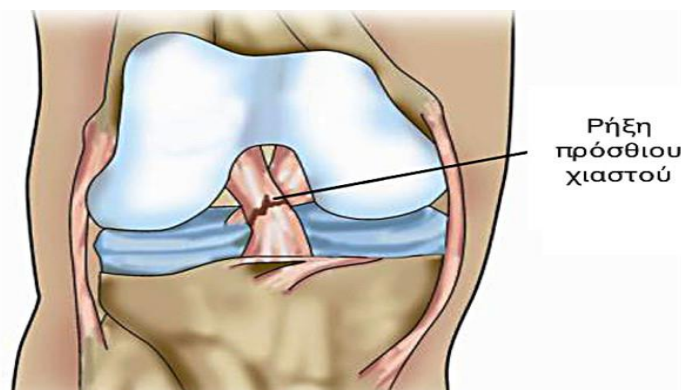
Έρευνα	Δείγμα	Ηλικία	Πάθηση	Παρέμβαση	Συχνότητα	Αποτέλεσμα
Caffrey et al. (2009)	60	18-24	Λειτουργική αστάθεια ποδοκνημικής	Figure of 8 hop test, side hop test, 6 meter timed hop test, square hop test	3 φορές την εβδομάδα για 1 ώρα η κάθε συνεδρία	Side hop test (έλλειμμα 2 δευτ.) 6 meter timed hop test (έλλειμμα 0,96 δευτ.) Square hop (έλλειμμα 3,28 δευτ.)

Madsen et al. (2018)	24	20,7 ± 3,0	Χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής	Λειτουργικές δοκιμασίες ετερόπλευρων αλμάτων απόστασης ή ταχύτητας (side hop,6 m. crossover hop,figure of 8 hop,triple crossover hop,lateral hop	2 ώρες άσκησης κάθε εβδομάδα	Εμφάνιση περίπου 2% ασυμμετρία για όλες τις δοκιμασίες
----------------------------	----	---------------	------------------------------------	--	---------------------------------------	--

6. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΕΞΑΣΚΗΣΗΣ ΣΕ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ

6.1 Κάκωση - Ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου

Ο ΠΧΣ είναι ένας από τους τέσσερις βασικούς συνδέσμους της άρθρωσης του γόνατος, ενδοθηλακικός, του οποίου ο ρόλος είναι σταθεροποιητικός. Βασική του λειτουργία είναι να παρέχει αντίσταση στην πρόσθια μετατόπιση της κνήμης σε σχέση με το μηρό σε ποσοστό περίπου 86% καθώς επίσης και να περιορίζει την υπέρμετρη στροφική λειτουργία της άρθρωσης, συμβάλλοντας έτσι στην ομαλή λειτουργία της. Ο κίνδυνος τραυματισμού είναι σημαντικά μεγαλύτερος για τα άτομα κατά τη διάρκεια κινήσεων περιστροφής και απότομων αλλαγών κατεύθυνσης (Dye et al., 1998). Η ρήξη του ΠΧΣ (**Εικ.6.1**) εμφανίζεται κατά κόρον στο ποδόσφαιρο, το 80% των τραυματισμών ωστόσο δεν απαιτεί σωματική επαφή αλλά συμβαίνει κατά την υπερβολική στρέψη του γόνατος πέραν κάποιου ορίου. Αρχικά προκαλείται πόνος και ευαισθησία στην άρθρωση του γόνατος, οίδημα και απώλεια του πλήρους εύρους κίνησης. Επιπλέον, προκαλεί δυσκολία στη βάδιση, μηχανική αστάθεια, αλλαγή της κινηματικής της άρθρωσης και μακροπρόθεσμα αρθρίτιδες γόνατος. Επιπροσθέτως, μετά το χειρουργείο η ικανότητα του ατόμου να εκτελέσει λειτουργικές δραστηριότητες και δραστηριότητες ισορροπίας μειώνεται (Noyes et al., 1991) ενώ ελλείμματα έχουν αναφερθεί σε μυϊκές και αισθητικές διεργασίες μετά το χειρουργείο ανακατασκευής του ΠΧΣ (Moussa et al., 2008;Legnani et al., 2010). Ένα σωστά δομημένο και προοδευτικό πρόγραμμα αποκατάστασης λοιπόν θεωρείται αναγκαίο για την επιστροφή στο προ-τραυματισμού επίπεδο στον αθλητισμό καθώς και την επιστροφή στις δραστηριότητες γενικά, μειώνοντας τον κίνδυνο επανατραυματισμού και παρέχοντας την απαραίτητη λειτουργική ασφάλεια.



Εικόνα 6.1 Ρήξη πρόσθιου χιαστού συνδέσμου γόνατος, τροπ/νη από το διαδίκτυο

6.2.1 Η πλειομετρική εξάσκηση στην αποκατάσταση τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου

Η πλειομετρική άσκηση διατηρεί πρωταρχικό ρόλο στην αποκατάσταση των τραυματισμών του ΠΧΣ καθώς συμβάλλει στον έλεγχο των διαφόρων τμημάτων του σώματος, στις δραστηριότητες των κάτω άκρων και του φρεναρίσματος. Η εισαγωγή ενός κατάλληλου προγράμματος στην αποκατάσταση των τραυματισμών του ΠΧΣ, μπορεί να αυξήσει το νευρομυϊκό έλεγχο, κάτι το οποίο θα μειώσει την πίεση του και θα τη μεταφέρει στους μύες, τους τένοντες και τα οστά, βελτιώνοντας το διασκορπισμό της δύναμης και μειώνοντας τη ροπή που εφαρμόζεται απευθείας στο γόνατο (Hewwett & colleagues). Επιπροσθέτως, οι μανούβρες αλλαγής κατεύθυνσης προσομοιάζουν εμβιομηχανικά το μηχανισμό της κάκωσης. Για αυτούς τους λόγους πιστεύεται πως η ΠΕ έχει θετικά αποτελέσματα όταν εισάγεται σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης για τραυματισμό του ΠΧΣ **(Πιν.6.1)**. Ενδιαφέρον παρ όλα αυτά προκύπτει από τη μορφή της πλειομετρικής άσκησης και από το κατά πόσο η χαμηλής ή η υψηλής έντασης άσκηση είναι πιο αποτελεσματική στην αποκατάσταση μετά την ανακατασκευή του ΠΧΣ. Σε έρευνα η οποία διεξήχθη από τους Chmielewski et al. (2016), έλαβε χώρα περίπου 14 εβδομάδες μετά το χειρουργείο ανακατασκευής του ΠΧΣ και διήρκεσε 8 εβδομάδες, η πλειομετρική άσκηση εφαρμόστηκε με τη μορφή τρεξιματος, αλματικών δραστηριοτήτων και ασκήσεων ευκινησίας με χαμηλή και με υψηλή ένταση σε 24 ασθενείς. Βάσει των αποτελεσμάτων της έρευνας, η άσκηση εφαρμοσμένη και με χαμηλή αλλά και με υψηλή ένταση, επέδρασε θετικά. Παρατηρήθηκε βελτίωση στο κάθετο άλμα και την αυτοαναφερόμενη λειτουργία του γόνατος, ομαλοποιήθηκε η συμμετρία και η δύναμη των τετρακέφαλων μυών, μειώθηκε η μέση ένταση του πόνου και αυξήθηκε η αυτοαποτελεσματικότητα του γόνατος στις δραστηριότητες. Συνοπτικά και τα 2 γκρουπ πλειομετρικής προπόνησης επέδειξαν εμφανείς θετικές αλλαγές στη λειτουργία της άρθρωσης του γόνατος, στις δομές του και τη γενικότερη ψυχοκοινωνική κατάσταση του ασθενούς, διευκολύνοντας την επιστροφή στα προ-τραυματισμού επίπεδα δραστηριότητας.

Ιδιαίτερου ενδιαφέροντος αποδεικνύεται η ερευνητική προσπάθεια των Souissi et al. (2011) όπου εξετάστηκαν τα αποτελέσματα προγραμμάτων επανεκπαίδευσης 8 εβδομάδων, 2 ή 3 συνεδριών την εβδομάδα με στόχο την αξιολόγηση της λειτουργικής ικανότητας και της μυϊκής δύναμης σε αθλητές με ανακατασκευή του ΠΧΣ. 16 άντρες αθλητές τυχαία χωρίστηκαν σε 2 γκρουπ. Το γκρουπ λειτουργικής προπόνησης αποτελούταν από 8 άτομα που συμμετείχαν σε 2 έντονες συνεδρίες κάθε εβδομάδα συνολικά για 4 ώρες ενώ το γκρουπ ελέγχου από 8 άτομα που εκτελούσαν 3 μέτριας έντασης συνεδρίες την εβδομάδα συνολικά για 6 ώρες. Τα αποτελέσματα των προγραμμάτων ελέγχθηκαν μέσω λειτουργικών δοκιμασιών και τεστ μυϊκής δύναμης καθώς και μέσω του *T-test* ευκινησίας. Η λειτουργική προπόνηση και οι πλειομετρικές ασκήσεις εισήχθησαν προοδευτικά στο πρόγραμμα και για

τα 2 γκρουπ μετά τους 4 μήνες αφού πληρούνταν παράγοντες όπως η επαρκής συμμετρία, το εύρος κίνησης και η ικανότητα αναπήδησης με το ένα πόδι χωρίς την παρουσία πόνου ή πρηξίματος. Για το γκρουπ ελέγχου οι δραστηριότητες που εκτελούνταν περιελάμβαναν τρέξιμο, ενδυνάμωση, λίγες πλειομετρικές ασκήσεις χαμηλής έντασης, λίγες αλλαγές κατεύθυνσης αλλά όχι ασκήσεις ευκινησίας και οριζόντια άλματα. Το γκρουπ λειτουργικής προπόνησης εκτέλεσε πιο περίπλοκες, έντονες και επιθετικές ασκήσεις καθώς και αερόβια προπόνηση με σκοπό την αύξηση του νευρομυϊκού ελέγχου της δύναμης και της ισχύος, τη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας της ταχύτητας και της ευκινησίας των κάτω άκρων. Η απόσταση, ο χρόνος, το ύψος και το επίπεδο δυσκολίας αυξάνονταν όσο η ανοχή των αθλητών στις ασκήσεις βελτιωνόταν. Κάθε συνεδρία ξεκινούσε με 20 λεπτά προθέρμανσης. Η πλειομετρική προπόνηση έδινε προοδευτικά έμφαση στις διποδικές και μονοποδικές κινήσεις. Τα προπονητικά σετ ωστόσο για το υγιές σκέλος ήταν λιγότερα απ' ό,τι για το προσβεβλημένο και αυτό γιατί σκοπός ήταν η επίτευξη του προ-τραυματισμού επιπέδου δύναμης και για τα 2 κάτω άκρα. Οι πλειομετρικές ασκήσεις εισάγονταν όταν ο αθλητής μπορούσε να τις ανεχτεί χωρίς ανεπιθύμητες ενέργειες (Chmielewski et al., 2006). Μετά την επανεκπαίδευση, το γκρουπ λειτουργικής προπόνησης παρουσίασε μεγάλη βελτίωση συγκριτικά με το γκρουπ ελέγχου στο χειρουργημένο πόδι, στη μονοποδική αλματική δοκιμασία και μικρότερη βελτίωση στο *five jump test* και στο τριπλό μονοποδικό άλμα, ενώ μεγαλύτερη βελτίωση παρατηρήθηκε και στο *T-test* ευκινησίας. Στα διποδικά τεστ δύναμης δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα γκρουπ στο *squat jump* και το *counter movement jump*. Αντίθετα, στο μονοποδικό *counter movement jump* σημαντική ήταν η βελτίωση και στα 2 κάτω άκρα και για τα 2 γκρουπ. Η παρούσα μελέτη προτείνει μια νέα προσέγγιση μετά από ανακατασκευή του ΠΧΣ που έχει ως αποτέλεσμα την καλή αποκατάσταση του χειρουργημένου σκέλους μαζί με το υγιές, επιτρέποντας στους αθλητές να φτάσουν σε καλή λειτουργική απόδοση και δύναμη με 2 συνεδρίες κάθε εβδομάδα και να προετοιμάζονται κατάλληλα για την επιστροφή τους στα σπορ μετά από ανακατασκευή του ΠΧΣ.

Σε μια άλλη περίπτωση αποκατάστασης τραυματισμού του ΠΧΣ, σχεδιάστηκε από τους Risberg et al. (2007) ένα νευρομυϊκό πρόγραμμα αποτελούμενο από ασκήσεις ισορροπίας, δυναμικές ασκήσεις ισορροπίας της άρθρωσης του γόνατος, πλειομετρικές ασκήσεις καθώς και δραστηριότητες ευκινησίας. Συγκριτικά με ένα συμβατικό πρόγραμμα ενδυνάμωσης, παρατηρήθηκε βελτίωση στο τεστ γόνατος *Cincinnati* και τη γενικότερη λειτουργία της άρθρωσης του γόνατος. Παρατηρήθηκε ακόμα βελτίωση στη δύναμη, στην ισορροπία και στην απόδοση του ασθενούς στις δοκιμασίες αλμάτων.

Μια ακόμα μελέτη που διεξήχθη από τους Almeida et al. (2014), υποστηρίζει πως μετά από τραυματισμό του ΠΧΣ, καλά αποτελέσματα μπορούν να επιτευχθούν και χωρίς χειρουργική

θεραπεία. Μια 28χρονη αθλήτρια του *muay thai* και του χάντμπολ υπέστη ρήξη του ΠΧΣ στο αριστερό γόνατο από τραυματισμό μη επαφής και 3 μήνες μετά το τέλος της αποκατάστασης υπέστη ακόμα μια ρήξη στον ΠΧΣ στο αντίθετο πόδι, πάλι από τραυματισμό μη επαφής και υποβλήθηκε ξανά σε μη χειρουργική θεραπεία. Μετά από τις 2 πρώτες ρήξεις η θεραπεία έδινε έμφαση στην ενδυνάμωση των τετρακέφαλων και των οπίσθιων μηριαίων μυών, τη σταθεροποίηση του κορμού, τις πλειομετρικές ασκήσεις την προπόνηση διαταραχής και αυτήν για την επιστροφή στις δραστηριότητες. Το πρωτόκολλο προπόνησης διεξήχθη 3 φορές την εβδομάδα με 28 συνεδρίες να γίνονται συνολικά. Όσον αφορά τον πρώτο τραυματισμό, οι πλειομετρικές ασκήσεις ξεκίνησαν κατά την πρώτη φάση (1^η – 10^η συνεδρία) με ασκήσεις όπως η *leg press* και τα μονοποδικά *squats*. Επίσης μονοποδικά και διποδική πλειομετρική προπόνησης εισήχθη στο πρόγραμμα ελέγχοντας τη δυναμική βλαισότητα του γόνατος με τα αποτελέσματά της να είναι η μέγιστη μυϊκή λειτουργία (5/5) για την κάμψη και έκταση του γόνατος, η απουσία πόνου και αστάθειας. Στην 2^η φάση του προγράμματος (11^η - 28^η συνεδρία) συνεχίστηκαν αυτές οι πλειομετρικές δραστηριότητες, ενώ εκτελέστηκαν απότομες αλλαγές κατεύθυνσης και *cuttings* όπου αποτελούν πλειομετρικής φύσεως ασκήσεις. Όσον αφορά τον 2^ο τραυματισμό, το πρόγραμμα αποκατάστασης ήταν το ίδιο, απλά στην 2^η φάση του η αποκατάσταση ήταν πιο γρήγορη και τελείωσε στις 23 εβδομάδες.

Μετά τις θεραπείες η ασθενής ανέφερε απουσία πόνου, φυσιολογική μυϊκή λειτουργία και δύναμη στην κάμψη και την έκταση του γόνατος, φυσιολογικό εύρος κίνησης, φυσιολογικά *hop-test* (<10% διαφορά μεταξύ των μελών), βελτίωση στη λειτουργική ικανότητα του γόνατος και πλήρη επιστροφή στις δραστηριότητες. Μετά από 2 χρόνια η απουσία πόνου και η φυσιολογική λειτουργία του γόνατος στην καθημερινή αθλητική δραστηριότητα διατηρούνταν και ο ασθενής δεν παρουσίαζε αστάθεια. Τα ευρήματα καταδεινύουν πως η φυσική θεραπεία της οποίας βασικό κομμάτι αποτέλεσε και η ΠΕ, έχει θετικά αποτελέσματα στη μη χειρουργική θεραπεία σε διποδική ρήξη του ΠΧΣ. Ωστόσο η συγκεκριμένη έρευνα πρέπει να ληφθεί με προσοχή καθώς τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της μη-χειρουργικής θεραπείας σε τέτοιου είδους τραυματισμό δεν είναι γνωστά.

Πίνακας 6.1 Συγκεντρωτικά στοιχεία για την εισαγωγή της ΠΕ σε πρόγραμμα αποκατάστασης για τραυματισμό του ΠΧΣ

Ερευνητής	Chmielewski et al. (2016)	Souissi et al. (2011)	Risberg et al. (2007)	Almeida et al. (2014)
Πάθηση	Ανακατασκευή ΠΧΣ	Ανακατασκευή ΠΧΣ	Ανακατασκευή ΠΧΣ	Ρήξη ΠΧΣ ,3 μήνες μετά ρήξη ΠΧΣ στο αντίθετο πόδι
Δείγμα	24 ασθενείς	16 αθλητές(8 σε γκρουπ λειτουργικής προπόνησης-8 σε γκρουπ ελέγχου)	74 ασθενείς	1 γυναίκα ασθενής
Διάρκεια προγράμματος	8 εβδομάδες	8 εβδομάδες	6 μήνες	9 εβδομάδες (1 ^{ος} τραυματισμός) 7 εβδομάδες (2 ^{ος} τραυματισμός)
Ασκήσεις	Χαμηλής και υψηλής έντασης πλειομετρική άσκηση(τρέξιμο, άλματα, δραστηριότητες ευκινησίας)	Γκρουπ ελέγχου(τρέξιμο, ενδυνάμωση, λίγες πλειομετρικές χαμηλής έντασης,λίγες αλλαγές κατεύθυνσης) Γρουπ λειτουργικής προπόνησης(επιθετικές πλειομετρικές ασκήσεις από 2ποδικές σε μονοποδικές και αερόβια προπόνηση	Νευρομυϊκό πρόγραμμα ισοροπίας, δυναμικές ισοροπίας ,ευκινησίας και πλειομετρικών ασκήσεων(αλματικές ασκήσεις για καλύτερη απόσβεση δύναμης στην προσγείωση και βελτίωση τεχνικής	Μη-χειρουργική θεραπεία, Ασκήσεις ενδυνάμωσης τετρακέφαλων και οπίσθιων μηριαίων, σταθεροποίησης κορμού, πλειομετρικές ασκήσεις, προπόνηση διαταραχής και προπόνηση επιστροφής στις δραστηριότητες

Αποτέλεσμα	<p>A)αύξηση IKDC σκορ (χαμηλής έντασης→12,1 ± 7,5), (υψηλής έντασης→15,5 ± 6,8) και ύψους κατακόρυφου άλματος,</p> <p>B)ομαλοποίηση δύναμης και συμμετρίας 4κεφάλων (χαμηλής έντασης→7,4 ± 14 %), (υψηλής έντασης→10.3 ± 13,9%),</p> <p>Γ)μείωση πόνου (χαμηλής έντασης →-0,4 ± 0,5), (υψηλής έντασης→ -0,5 ± 0,6)</p> <p>Δ)βελτίωση λειτουργικότητας γόνατος</p> <p>Ε)βελτίωση ψυχοκοινωνικής κατάστασης</p>	<p>Γκρουπ λειτουργικής προπόνησης >μεγαλύτερη βελτίωση στο μονοποδικό άλμα (34,64% για το γκρουπ λειτουργικής προπόνησης και 10,92% για το γκρουπ ελέγχου), στο 5 jump test (8,87% και 5,03 αντίστοιχα), στο T-test ευκινήσις (17,26% και 13,03 αντίστοιχα), στο τριπλό μονοποδικό άλμα (32,15% και 16,05 αντίστοιχα)</p> <p>Και τα 2 γρουπ βελτίωση στο μονοποδικό counter movement jump</p>	<p>A)βελτίωση σε τεστ γόνατος Cincinnati συγκριτικά με συμβατικό πρόγραμμα ενδυνάμωσης</p> <p>B)βελτίωση δύναμης, ισοροπίας, απόδοσης στα hop-test και γενικότερης λειτουργίας άρθρωσης γόνατος</p>	<p>Απουσία πόνου, φυσιολογική μυϊκή λειτουργία και δύναμη κάμψης και έκτασης γόνατος, φυσιολογικό εύρος κίνησης, φυσιολογικά <i>hop-test</i>(<10% διαφορά μεταξύ των μελών), βελτίωση λειτουργικής ικανότητας γόνατος και πλήρης επιστροφή στις δραστηριότητες</p>
-------------------	---	--	---	---

6.2.2 Η πλειομετρική εξάσκηση στην αποκατάσταση τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου στα αθλήματα

Η πλειομετρική άσκηση κατέχει πρωτεύοντα ρόλο στην επιστροφή στα σπορ μετά από τραυματισμό του ΠΧΣ καθώς ένα λειτουργικό πρόγραμμα αποκατάστασης δίνει έμφαση στην επίτευξη υψηλού επιπέδου ποιότητας της κίνησης πριν από την ικανοποιητική επιστροφή

στα σπορ. Ένα από τα αθλήματα στα οποία η πλειομετρική άσκηση παρουσιάζεται ως μέσο αποκατάστασης του τραυματισμού του ΠΧΣ είναι το *Alpine Skiing* από τους Kokmeyer et al. (2012). Βασικές προϋποθέσεις για την έναρξή της είναι ο αθλητής να διατηρεί συμμετρική διποδική *squat* θέση με 60 μοίρες κάμψης γόνατος για 30 δευτερόλεπτα, καθώς και τη μονοποδική *squat* θέση με 30 μοίρες κάμψης γόνατος. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος το βάρος και η αντίσταση αυξάνονται. Προς το τέλος το πρόγραμμα γίνεται πιο απαιτητικό και ο αθλητής δεμένος με ελαστικό σχοινί αντίστασης καλείται να τρέξει μπροστά αλλά και με πίσω βήματα, ενώ εισάγονται και άλλες δραστηριότητες ευκινησίας που περιλαμβάνουν πλειομετρικές ασκήσεις με αντίσταση.

Οι Verstegen et al. (2012) παρουσιάζουν το *American football* ως άλλο ένα άθλημα στο οποίο η πλειομετρική άσκηση καταλαμβάνει πρωταρχικό ρόλο στα τελικά στάδια της αποκατάστασης μετά από ανακατασκευή του ΠΧΣ καθώς σε δραστηριότητες επιβράδυνσης η έκκεντρη δύναμη στα μονοποδικά και διποδικά *hop-tests* είναι ζωτικής σημασίας. Η ΠΕ προτείνεται με τη μορφή αλματικών δραστηριοτήτων αρχικά με διποδική στήριξη, στη συνέχεια με μονοποδική αναπήδηση και τέλος με εναλλασσόμενη στα δύο πόδια με τη μορφή δραστηριοτήτων προσγείωσης. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ευθυγράμμιση του κάτω άκρου και στην απόσβεση των δυνάμεων στη φάση της προσγείωσης. Ως ιδανική συχνότητα προπόνησης προτείνονται οι 2-4 φορές την εβδομάδα, διάρκειας 10-15 λεπτών. Οι κινήσεις που εκτελούνται ανά συνεδρία είναι 2-3, από 4-6 σετ, και οι επαναλήψεις 5 έως 8, με ξεκούραση 30 έως 90 δευτερολέπτων ανάμεσα στα σετ.

Η ΠΕ έχει μεγάλη εφαρμογή και στην αποκατάσταση τραυματισμού του ΠΧΣ στο ποδόσφαιρο (*soccer*) **(Εικ.6.2)** σύμφωνα με τον Bizzini et al. (2012). Στα τελικά στάδια προτείνονται οι βασικές πλειομετρικές τεχνικές με βάση την κατάλληλη και ορθή προσγείωση και σταθεροποίηση. Η πρόοδος των ασκήσεων αυτών είναι από διποδικές σε μονοποδικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν οριζόντια και κάθετα άλματα, ενώ η έμφαση δίνεται στην ποιότητα έναντι της ποσότητας της κίνησης.



Εικόνα 6.2 Τραυματισμός επαφής- ρήξη ΠΧΣ στο ποδόσφαιρο, τροπ/νη από το διαδίκτυο

Πέραν αυτών των 3 αθλημάτων, ο Waters (2012) παρουσιάζει το μπάσκετ ως ένα ακόμη σπορ όπου η πλειομετρική προπόνηση προτείνεται ως στοιχείο του προγράμματος αποκατάστασης μετά από ανακατασκευή του ΠΧΣ. Η εισαγωγή της γίνεται στην αρχή της τρίτης φάσης της αποκατάστασης που αποσκοπεί στη μυϊκή δύναμη, στην ισχύ και στη βελτιστοποίηση της αντοχής. Οι πλειομετρικές ασκήσεις ξεκινούν με χαμηλής έντασης διποδικές και μονοποδικές ασκήσεις, όπως τα πλάγια άλματα με ή χωρίς αντίσταση, τα μονοποδικά πλάγια άλματα ενώ ο αθλητής ντριπλάρει ή υποδέχεται τη μπάλα και τα άλματα πάνω σε κουτί. Σε πιο προχωρημένο στάδιο συναντώνται τα μονοποδικά και διποδικά άλματα όπου ο ασθενής ξεκινάει από θέση *squat* και φέρνει τα γόνατα στο στήθος του. Επιπροσθέτως, οι επαναλήψεις κατακόρυφων αλμάτων σε κουτιά 30 και 45 εκατοστών, τα άλματα με προβολή του ενός ποδιού μπροστά, αυτά με προβολές και εναλλαγές ποδιών κατά την προσγείωση και τα μονοποδικά άλματα με στροφές 90 ή 180 μοιρών, αποτελούν ενδεικτικές πλειομετρικές ασκήσεις. Είναι εμφανές πως και στις 4 αυτές περιπτώσεις η ΠΕ χρησιμοποιήθηκε στα τελικά στάδια του προγράμματος αποκατάστασης για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων. **(Πιν.6.2)**

Πίνακας 6.2 Εισαγωγή και στόχοι ΠΕ στην αποκατάσταση τραυματισμού ΠΧΣ στα αθλήματα

Ερευνητής	Άθλημα	Πάθηση	Εισαγωγή ΠΕ	Στόχοι φάσης-ΠΕ
Kokmeyer et al. (2012)	Alpine Skiing	Ανακατασκευή ΠΧΣ	8 ^η -10 ^η εβδομάδα Πριν την	<ul style="list-style-type: none"> Έλεγχος κινηματικών απαιτήσεων σε 2ποδικά και μονοποδικά hop-test Προσομοίωση υπεροχής έκκεντρης

			επιστροφή στο άθλημα	λειτουργίας στο άθλημα για καλύτερο έλεγχο της έκκεντρης φάσης και της επιβράδυνσης
Verstegen et al. (2012)	American Football	Ανακατασκευή ΠΧΣ	Τελική (3 ^η φάση) πριν την επιστροφή στο άθλημα	Αύξηση δυνατότητας διαχείρισης απότομων και γρήγορων φορτίων τεντώματος του μυός σε γρήγορες αλλαγές κατεύθυνσης σε περιστροφικές και επιβραδυντικές κινήσεις
Bizzini et al. (2012)	Soccer	Ανακατασκευή ΠΧΣ	Τέλος της 2 ^{ης} φάσης (12 ^η εβδομάδα μετεγχειρητικά)	<ul style="list-style-type: none"> • Νευρομυϊκός έλεγχος • Προετοιμασία για την πιο έντονη φάση 3 • Έλεγχος πρόσθιων, οπίσθιων, πλάγιων, διαγώνιων, περιστροφικών μετατοπίσεων του σώματος
Waters (2012)	Basketball	Ανακατασκευή ΠΧΣ	Αρχή 3 ^{ης} φάσης	<ul style="list-style-type: none"> • Πρόοδος λειτουργικής αποκατάστασης στην τελική επιστροφή στη μέγιστη ένταση • Κατάλληλη δημιουργία-απόσβεση δύναμης και αποτελεσματικότητα κίνησης χωρίς πλάγια απόκλιση πυέλου και κακή ευθυγράμμιση κάτω άκρων

6.2.3 Η πλειομετρική εξάσκηση στην αποκατάσταση τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου σε σκελετικά ανώριμους ασθενείς

Η πλειομετρική άσκηση προτείνεται ως μέσο αποκατάστασης για ενήλικες αθλητές και μη. Έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ωστόσο να εξεταστούν τα αποτελέσματα των ερευνών και οι επιπτώσεις της, σε σκελετικά ανώριμους ανηλίκους, στους οποίους το στάδιο της σωματικής ανάπτυξης δεν έχει ολοκληρωθεί. Στην περίπτωση αυτή, βάσει της ερευνητικής προσπάθειας του Beecher et al. (2010) ένας αθλητής 15 ετών που συμμετείχε σε ποδόσφαιρο και *baseball* σε πανεπιστημιακό επίπεδο, διαγνώστηκε με μερική ρήξη του ΠΧΣ και σχεδόν ολική ρήξη του οπίσθιου χιαστού συνδέσμου. Η πλειομετρική προπόνηση εισήχθη στο πρόγραμμα αποκατάστασης κατά το τέλος της δεύτερης φάσης του, περίπου την 11^η με 12^η εβδομάδα για να διευκολυνθεί η συστολή γύρω από την άρθρωση, να αυξηθεί η δύναμη και να βελτιωθεί η μηχανική προσγείωσης. Αρχικά εφαρμόστηκε με μειωμένη επιβάρυνση και

προοδευτικά σε δραστηριότητες με πλήρες βάρος, όταν ο ασθενής επέδειξε τέλειο έγκεντρο έλεγχο και μικρή φάση απόσβεσης σε μονοποδικά πλειομετρικά άλματα. Πλειομετρικές δραστηριότητες με αντίσταση από αθλητικό σχοινί σε τοξοειδές και μετωπιαίο επίπεδο χρησιμοποιήθηκαν στο τέλος της φάσης αυτής, ως κριτήρια προόδου. Στην τρίτη φάση του προγράμματος, μετά τη 12^η εβδομάδα, χρησιμοποιήθηκαν εκ νέου πλειομετρικές ασκήσεις με τη μορφή αλμάτων σε πολλαπλά επίπεδα κίνησης και ποικίλα ύψη, με πρόοδο από διποδικά σε μονοποδικά άλματα. Στόχος ήταν η βελτίωση του νευρομυϊκού ελέγχου σε πολλαπλά επίπεδα κίνησης και ποικίλες ταχύτητες, η βελτίωση της δύναμης και η επίτευξη κατάλληλων τεχνικών προσγείωσης. Ο ασθενής ακολουθώντας τη θεραπεία, μέρος της οποίας αποτέλεσε και η πλειομετρική προπόνηση, στις 15 εβδομάδες επέδειξε πλήρη λειτουργική πρόοδο. Όσον αφορά τη δυναμική ισορροπία, στις 16 εβδομάδες αποκατάστασης ήταν όμοια και στα 2 κάτω άκρα. Όσον αφορά τη συμμετοχή στα σπορ, στις 20 εβδομάδες ο ασθενής δεν ανέφερε πόνο ή κάποια δυσλειτουργία και πως είχε την ικανότητα να συμμετέχει σε απαιτητικές αθλητικές δραστηριότητες. Τέλος στις 40 εβδομάδες, συμμετείχε με επιτυχία στις προ-τραυματισμού αθλητικές του δραστηριότητες.

Άξια αναφοράς είναι και η έρευνα των Greenber et al. (2012), που σχετίζεται με ένα αγόρι 8 ετών, το οποίο υπεβλήθη σε ολική επιφυσιακή ανακατασκευή του ΠΧΣ μετά από ολική ρήξη του. Η πλειομετρική προπόνηση ξεκίνησε στις 19 εβδομάδες μετεγχειρητικά με χαμηλής έντασης αμφίπλευρη προπόνηση. Ιδιαίτερη έμφαση στο σημείο αυτό δόθηκε στον περιορισμό των δυνάμεων της αντίστασης του εδάφους και στον περιορισμό οποιασδήποτε βλαισότητας του γόνατος κατά την απογείωση και την προσγείωση στο έδαφος. Όταν ο ασθενής επέδειξε κατάλληλη μηχανική, οι απαιτήσεις της πλειομετρικής άσκησης εντάθηκαν από διποδικά σε μονοποδικά άλματα και τελικώς σε άλματα σε πολλαπλά επίπεδα. Ο ασθενής εκπλήρωσε όλα τα κλινικά κριτήρια που ήταν απαραίτητα για την επιστροφή στα σπορ εντός 6 μηνών ενώ ήδη εφάρμοζε πρόγραμμα ασκήσεων στο στίπι που περιελάμβανε προπόνηση τρεξίματος, ευκινησίας και πλειομετρική προπόνηση μέχρι τους 9 μήνες. 2 χρόνια αργότερα επανεξετάστηκε, ενώ είχε επιστρέψει στις δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων του *baseball* και του *skiing*, χωρίς να αναφέρει αίσθημα αστάθειας. Στο ισοκινητικό τεστ, εμφανίστηκε πλεονέκτημα στη δύναμη της μέγιστης ροπής έκτασης. Επιπροσθέτως τα λειτουργικά άλματα αναπήδησης αποκάλυψαν πως ο ασθενής ήταν ικανός να διατηρεί τα κριτήρια τουλάχιστον σε ποσοστό 90% όσον αφορά τα κάτω άκρα με το πέρασμα του χρόνου. Γίνεται αντιληπτό με βάση τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών πως η πλειομετρικής φύσεως προπόνηση μπορεί να επιδράσει θετικά και σε ανώριμους σκελετικά ασθενείς οι οποίοι έχουν υποστεί βλάβη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.

6.3 Η πλειομετρική προπόνηση ως μέσο πρόληψης τραυματισμού του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου

Τα τελευταία χρόνια στην αρθρογραφία παρουσιάζονται ενδείξεις πως οι γυναίκες αθλήτριες έχουν ουσιαστικά υψηλότερο κίνδυνο να τραυματίσουν τον ΠΧΣ από τους άνδρες αντίστοιχα που συμμετέχουν στα ίδια σπορ (Arendt et al., 1999; Agel et al., 2005). Υπάρχουν ακόμα αυξανόμενα αποδεικτικά στοιχεία πως ο ανεπαρκής έλεγχος του κορμού πιθανότατα αυξάνει τον κίνδυνο τραυματισμού του ΠΧΣ (Hewett & Myer, 2011; Hughes, 2014). Η ανάλυση πραγματικών καταστάσεων τραυματισμού (Hewett et al., 2009) όπως και επιστημονικές μελέτες (Jamison et al., 2012; Weltin et al., 2015) υποδεικνύουν την αυξημένη πλάγια μετατόπιση του κορμού ή στιγμές αυξημένης απαγωγής του γόνατος, να σχετίζονται με τραυματισμό του ΠΧΣ. Επιπλέον αρκετές μελέτες αποδεικνύουν πως αυξημένες μετατοπίσεις του κορμού στο εγκάρσιο επίπεδο σχετίζονται με αυξημένη φόρτιση της άρθρωσης του γόνατος (Dempsey et al., 2007; Frank et al., 2013). Μελέτες (Zazulak et al., 2007a,b) ακόμα έχουν υποδείξει πως ελλείμματα στο νευρομυϊκό έλεγχο του κορμού και την ιδιοδεκτικότητα αποτελούν ισχυρούς προάγγελους τραυματισμών του ΠΧΣ στις γυναίκες, όχι όμως και τους άντρες.

Οι Weltin et al. (2017) διεξήγαγαν μια έρευνα για να μελετήσουν εάν ένας συνδυασμός προπόνησης διαταραχής και πλειομετρικής προπόνησης θα μείωνε τις μετατοπίσεις του κορμού ενάντια σε μια νέα κατεύθυνση κίνησης καθώς και τις επικίνδυνες κινήσεις της άρθρωσης του γόνατος κατά τη διάρκεια πλάγιων κινήσεων. Στην έρευνα συμμετείχαν 24 δραστήριες υγιείς γυναίκες. Η κινηματική της λεκάνης και του κορμού τους καθώς και οι κινήσεις της άρθρωσης του γόνατος υπολογίζονταν μέσω των *Lateral Reactive Jumps* και απρόβλεπτων *Cutting Maneuvers*. Ένα προπονητικό πρόγραμμα πλειομετρικής και προπόνησης διαταραχής (*PPT*) συγκρίθηκε με ένα ελεγχόμενο πρόγραμμα πριν και μετά από διάστημα 4 εβδομάδων ενώ οι προπονήσεις γίνονταν 3 φορές κάθε εβδομάδα. Το γκρουπ ελέγχου εκτέλεσε ασκήσεις τροποποιημένης πλειομετρικής προπόνησης όπως *wall touches*, *split squat jumps*, *tuck jumps*, και *cone hops* με *hops* 180 μοιρών. Το γκρουπ πλειομετρικής προπόνησης σε συνδυασμό με προπόνηση διαταραχής εκτέλεσε *lateral reactive jumps* (όπου η αθλήτρια με αρχική θέση πάνω σε προπονητικό κουτί, έπρεπε να εκτελέσει πλάγια πτώση και αμέσως πάλι διποδικό πλάγιο άλμα σε ένα άλλο κουτί μεγαλύτερου ύψους που βρισκόταν δίπλα) και *lateral reactive jumps* σε κινούμενη πλατφόρμα. Οι επαναλήψεις και η ένταση των ασκήσεων αυξανόταν προοδευτικά ενώ το διάλλειμα ανάμεσα στα σετ ήταν 30 δευτερόλεπτα και ανάμεσα στις ασκήσεις 2 λεπτά. Στην ανάγνωση των αποτελεσμάτων της έρευνας φαίνεται πως κατά τη διάρκεια των *lateral reactive jumps* η περιστροφή του κορμού έναντι στην νέα κατεύθυνση της κίνησης μειώθηκε ενώ η περιστροφή της λεκάνης προς αυτήν αυξήθηκε μετά το *PPT*. Επιπλέον μειωμένες

στιγμές έκτασης και έσω στροφής γόνατος αναφέρθηκαν μετά την ολοκλήρωση και των 2 γκρουπ προπόνησης. Κατά την εκτέλεση των *unanticipated cuttings* για το γκρουπ πλειομετρικής προπόνησης σε συνδυασμό με την προπόνηση διαταραχής μειώθηκε η στροφή του κορμού κατά 7,2 μοίρες. Συνοπτικά το συγκεκριμένο είδος προπόνησης, του οποίου βασικό στοιχείο αποτέλεσε η πλειομετρική άσκηση, βελτίωσε τον κεντρικό έλεγχο μειώνοντας τη στροφή του κορμού και τις επικίνδυνες κινήσεις της άρθρωσης του γόνατος. Λαμβάνοντας υπόψιν την άποψη πως η φόρτιση του γόνατος σε συνδυασμό έσω στροφής, έκτασης και απαγωγής θεωρείται ως η πιο επικίνδυνη για τον ΠΧΣ (Markolf et al., 1995; Oh et al., 2012) και πως η κίνηση της έσω στροφής στρεσάρει περισσότερο τον ΠΧΣ (Oh et al., 2012) το συγκεκριμένο προπονητικό μοτίβο πλειομετρικής προπόνησης θα έπρεπε να αξιοποιείται για τη βελτίωση του κεντρικού ελέγχου κατά τη διάρκεια των αθλητικών δραστηριοτήτων, πιθανότατα μειώνοντας τον κίνδυνο τραυματισμού του ΠΧΣ.

Μια ακόμα έρευνα συστάθηκε από τους Myer et al. (2006), η οποία συγκρίνει τα αποτελέσματα της προπόνησης δυναμικής σταθεροποίησης και ισορροπίας και της ΠΕ όσον αφορά τη δύναμη, την ισορροπία την ένταση και τη δύναμη κατά την προσγείωση σε γυναίκες αθλήτριες. Στα αποτελέσματά της, το ποσοστό αλλαγής στην κάθετη δύναμη εδαφικής αντίδρασης εμφανίστηκε σημαντικά μειωμένο στο γκρουπ ισορροπίας και αυξημένο στο πλειομετρικό γκρουπ. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει την προπόνηση ισορροπίας και σταθεροποίησης ως σημαντική για τη βελτίωση της στρατηγικής απόσβεσης της δύναμης κατά την προσγείωση μετά από μια αλματική δοκιμασία. Και στα δύο είδη προπονήσεων ωστόσο μειώθηκε η τυπική απόκλιση του κέντρου της πίεσης κατά την προσγείωση μετά από αναπηδήσεις σε μέση και πλάγια κατεύθυνση στην κυρίαρχη πλευρά, γεγονός που εξομοιώνει τις προβλεπόμενες διαφορές κυρίαρχου και μη σκέλους. Επιπροσθέτως, και στις δύο περιπτώσεις παρατηρήθηκε αύξηση στη δύναμη των οπίσθιων μηριαίων μυών και βελτίωση του κατακόρυφου άλματος. Η έρευνα επισημαίνει την προπόνηση ισορροπίας αλλά και την πλειομετρική, ως αποτελεσματικές για την βελτίωση των παραμέτρων του νευρομυϊκού ελέγχου και της δύναμης, τη βελτίωση της βιομηχανικής και της νευρομυϊκής απόδοσης και ως λογικό επακόλουθο τη μείωση του κινδύνου τραυματισμού του ΠΧΣ σε γυναίκες αθλήτριες.

Συμπερασματικά, η ΠΕ κυριαρχεί στην πρόληψη και αποκατάσταση τραυματισμών καθώς και στον προσδιορισμό της λειτουργικής ετοιμότητας για την επιστροφή στα αθλήματα μετά από τραυματισμό του ΠΧΣ. Ωστόσο, οι υψηλές απαιτήσεις της άσκησης θα μπορούσαν να αποβούν επικίνδυνες για την άρθρωση του γόνατος, χωρίς την επίτευξη κατάλληλης σταθερότητας και λειτουργικής επάρκειας. Για το λόγο αυτό μεγάλη έμφαση πρέπει να δίνεται στη σωστή εμβιομηχανική και ευθυγράμμιση των κάτω άκρων κατά την εκτέλεση των πλειομετρικών δραστηριοτήτων.

7. Η ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΞΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΗΣ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ

7.1 Διάστρεμμα της ποδοκνημικής άρθρωσης

Οι συνδεσμικές κακώσεις της ποδοκνημικής (διαστρέμματα) συγκαταλέγονται στους πιο κοινούς τραυματισμούς κατά τη διάρκεια των αθλητικών δραστηριοτήτων. Περίπου το 85% των οξέων διαστρεμμάτων ποδοκνημικής συμβαίνουν κατά την υπερβολική πελματιαία κάμψη και την έσω στροφή οδηγώντας στον τραυματισμό των αδύναμων πλάγιων συνδέσμων (Nyanzi et al., 1999) (**Εικ.7.1**). Συχνότερα εμφανίζονται στο ποδόσφαιρο όπου αποτελούν το 14-17% των συνολικών κακώσεων, το μπάσκετ, το βόλεϊ και γενικότερα αθλήματα που περιλαμβάνουν προσγείωση από άλματα, πλάγια βήματα (Simpson et al., 1999) και αλλαγές κατεύθυνσης. Μεγάλος αριθμός των κακώσεων είναι σύνθετος περιλαμβάνοντας τραυματισμούς των μυών, των τενόντων και των θυλάκων της περιοχής. Ελλείμματα στη μυϊκή δύναμη, στην ελαστικότητα και στην ιδιοδεκτικότητα αποτελούν ενδογενείς παράγοντες του τραυματισμού, ενώ ο κακός αγωνιστικός χώρος, ο ανεπαρκής χρόνος προθέρμανσης και τα λανθασμένα εμβιομηχανικά πρότυπα προσγείωσης τους κυριότερους εξωγενείς. Το έντονο οίδημα, ο πόνος στην περιοχή των σφυρών και η δυσχέρεια στην κινητικότητα της άρθρωσης αποτελούν τα βασικότερα συμπτώματα του τραυματισμού.



Εικόνα 7.1 Υπερβολικός υππιασμός στην υπαστραγαλική άρθρωση και ρήξη έξω πλάγιων συνδέσμων, τροπ/νη από το διαδίκτυο

7.2 Η πλειομετρική εξάσκηση στην αποκατάσταση διαστρέμματος της ποδοκνημικής

Είναι γεγονός πως λόγω των υψηλών επιπτώσεων του τραυματισμού, η ξεκάθαρα προσδιορισμένη φροντίδα και αποκατάσταση θεωρείται ιδανική (Mattacola & Dwyer, 2002). Αν και η αποτελεσματικότητα της ΠΕ έχει ερευνηθεί και τεκμηριωθεί από αρκετούς ερευνητές, δεν έχουν καθοριστεί τα αποτελέσματά της σε άτομα με οξύ πλάγιο διάστρεμμα της ποδοκνημικής.

Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας των Ismail et al. (2010) ήταν να εξετάσει κατά πόσο η πλειομετρική προπόνηση ή οι ασκήσεις με αντίσταση ήταν πιο αποτελεσματικές στην αποκατάσταση ενός οξέος, πλευρικού διαστρέμματος της ποδοκνημικής. 22 αθλητές ηλικίας 20-35 ετών, άντρες και γυναίκες με μονομερές αναστροφικό διάστρεμμα ποδοκνημικής, πρώτου ή δεύτερου βαθμού συμμετείχαν σε έρευνα, η οποία διεξήχθη 3 εβδομάδες μετά τον τραυματισμό. Οι ασθενείς τυχαία χωρίστηκαν σε δύο γκρουπ, όπου στο πρώτο διεξήχθη πλειομετρική προπόνηση και στο δεύτερο ασκήσεις αντίστασης για έξι εβδομάδες. Πριν και μετά το πρόγραμμα οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε λειτουργικά τεστ τα οποία αντανάκλυσαν τη λειτουργική σταθερότητα, τη δύναμη, την ισορροπία και την αντοχή της άρθρωσης της ποδοκνημικής. Εφαρμόστηκε ακόμα ένα πρωτόκολλο ανοιχτής κινητικής αλυσίδας, το οποίο ελέγχει την ισοκινητική μέγιστη ροπή/σωματικό βάρος της έσω και έξω στροφής στις 30 και 120 μοίρες ανά δευτερόλεπτο.

Το ΠΠ 6 εβδομάδων με 2 προπονήσεις την εβδομάδα συστάθηκε από τους Miller et al. και ο όγκος της προπόνησης κυμαινόταν από 90-140 επαφές των ποδιών ανά συνεδρία ενώ η ένταση αυξανόταν για 5 εβδομάδες πριν σταθεροποιηθεί κατά την 6^η. Οι πλειομετρικές ασκήσεις αποτελούνταν από άλματα και αναπηδήσεις σε διαφορετικές κατευθύνσεις, με ή χωρίς εμπόδια, μονοποδικά ή διποδικά. Παραδείγματα αυτών με χρονολογική σειρά αποτέλεσαν οι αναπηδήσεις από πλευρά σε πλευρά, οι πρόσθιες αναπηδήσεις σε κώνους, οι διποδικές, και τα πλάγια άλματα πάνω από εμπόδια, οι διαγώνιες αναπηδήσεις σε κώνους και πλάγια μονοποδικά και μεγάλου μήκους άλματα με πλάγιο *sprint*. Τέλος εκτελέστηκαν αναπηδήσεις μπροστά σε κώνους με στροφή 180 μοιρών και διαγώνιες με αλλαγές κατεύθυνσης, δοκιμασία δγώννου, και μονοποδικά πλάγια άλματα. Η προπόνηση αντίστασης γινόταν 2 φορές την εβδομάδα και ξεκίνησε με τη μορφή ασκήσεων για την πελματιαία και ραχιαία κάμψη, την έσω και έξω στροφή, με την αντίσταση να εφαρμόζεται για 3-5 δευτερόλεπτα για 10 επαναλήψεις. Ενεργητικές ασκήσεις με τη μορφή ανύψωσης της πτέρνας και των δακτύλων και ασκήσεις όπου οι ασθενείς έπρεπε με τα δάχτυλά τους να στριφογυρίσουν μια πετσέτα ή να σηκώσουν ένα βύλο από το πάτωμα, δίνοντας έμφαση στου μύες του πέλματος και του έξω στροφείς, έλαβαν χώρα.

Τα αποτελέσματα της έρευνας υποδεικνύουν πως και στα δύο γκρουπ βελτιώθηκε η ισοκινητική μέγιστη ροπή έσω και έξω στροφής και η λειτουργική απόδοση των αθλητών. Όσον αφορά τη μέγιστη ροπή/σωματικό βάρος στις 2 ταχύτητες για τους έσω και έξω στροφείς δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά ανάμεσα στα γκρουπ. Τα αποτελέσματα ωστόσο των λειτουργικών τεστ του γκρουπ της πλειομετρικής προπόνησης ήταν σημαντικά υψηλότερα και βελτιωμένα από το γκρουπ ασκήσεων αντίστασης υποδεικνύοντας την πλειομετρική προπόνηση ως αποτελεσματικότερη στη βελτίωση της λειτουργικής απόδοσης των αθλητών μετά από διάστρεμμα ποδοκνημικής.

7.3 Λειτουργική – Χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής άρθρωσης

Οι περισσότεροι ασθενείς μετά από διάστρεμμα ποδοκνημικής αναπτύσσουν χρόνια δυσλειτουργία η οποία περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενα διαστρέμματα και αίσθημα αστάθειας. Η χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής μπορεί να εμφανιστεί ως αποτέλεσμα ακατάλληλης θεραπείας ενός αρχικού τραυματισμού και ο πόνος στο πλάγιο τμήμα της άρθρωσης αναφέρεται ως η αφορμή εμφάνισής της (Hertel, 2002;Hoch & McKeon, 2011;McKeon & Hertel, 2008). Χαρακτηριστικά, αθλητές αναφέρουν περιστατικά επανεμφάνισης του πλάγιου διαστρέμματος σε ποσοστό 73% (Yeung et al.,1994) ενώ οι υπάρχουσες δυσλειτουργίες παραμένουν σε ποσοστό 40% 6 μήνες μετά τον τραυματισμό (Gerber et al.,1998). Η χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής θεωρείται η κατάσταση κατά την οποία εμφανίζεται λειτουργική σε συνδυασμό με μηχανική αστάθεια (Delahunt et al., 2010). Τα συμπτώματά της συμπεριλαμβάνουν ταλάντευση σε στατική θέση, μετακίνηση της θέσης του αστραγάλου, αισθητικοκινητικά ελλείμματα στο χρόνο αντίδρασης των μυών, ιστική καταστροφή και μειωμένο χρόνο σταθεροποίησης ως αντίδραση στις εδαφικές δυνάμεις.

7.4 Η πλειομετρική εξάσκηση στην αποκατάσταση της χρόνιας λειτουργικής αστάθειας της ποδοκνημικής

Η πλειομετρική προπόνηση περιγράφεται ως «αντιδραστική νευρομυϊκή προπόνηση» καθώς αυξάνει την ευερεθιστότητα των αισθητήριων νεύρων και βελτιώνει την αντιδραστικότητα του νευρομυϊκού συστήματος. Για την περίπτωση της λειτουργικής αστάθειας της ποδοκνημικής έχουν διενεργηθεί αρκετές μελέτες, δεδομένα ωστόσο που αφορούν την σκοπιμότητα και αποτελεσματικότητά της ΠΕ στην αστάθεια της ποδοκνημικής είναι περιορισμένα.

Η έρευνα αυτή, που διεξήχθη από τους O'Driscoll et al. (2011), παρουσιάζει τα αποτελέσματα ενός δυναμικού, νευρομυϊκού προγράμματος προπόνησης έξι εβδομάδων, του οποίου σημαντικό στοιχείο αποτέλεσε η ΠΕ, στην λειτουργικότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης σε έναν αθλητή με χρόνια αστάθειά της. Το υποκείμενο της έρευνας αποτέλεσε ένας 19χρονος αθλητής, ο οποίος τραυματίστηκε καθώς μετά από μια αδέξια προσγείωση η αριστερή του ποδοκνημική αναγκάστηκε σε υπερβολική έσω στροφή. Ενώ ήταν ικανός να εκτελέσει άνετα ασκήσεις με βάρος και το υπάρχον οίδημα είχε εξαλειφθεί, εξακολουθούσε να αισθάνεται περιορισμό σε λειτουργικές δραστηριότητες καθώς παρατηρήθηκε υγρό εσωτερικά (στη θήκη) της περόνης. Ακολούθησε συνεπώς ένα δυναμικό, νευρομυϊκό πρόγραμμα προπόνησης 6 εβδομάδων το οποίο ενσωμάτωνε τη σταθερότητα σε συγκεκριμένη θέση, ασκήσεις ενδυνάμωσης ταχύτητας, ευκινησίας καθώς και πλειομετρικές ασκήσεις. Για να αξιολογηθεί η παρεμβατική αποτελεσματικότητα χρησιμοποιήθηκε το *Cumberland Ankle Instability* τεστ (CAIT), το οποίο υποδεικνύει τη σοβαρότητα της αστάθειας της ποδοκνημικής και το *Star Excursion Balance Test* (SEBT) απόστασης που αξιολογεί τη δυναμική και στατική σταθερότητα. Επιπλέον αξιολογήθηκε η πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης κατά τη διάρκεια του κατακόρυφου άλματος καθώς και του άλματος από συγκεκριμένο ύψος με προσγείωση, καθώς και οι δυνάμεις της αντίστασης του εδάφους κατά της διάρκεια της βόδισης. Οι πλειομετρικές ασκήσεις κατείχαν σημαντικό ρόλο καθ' όλη τη διάρκεια του 6μηνου προγράμματος αποκατάστασης (Πιν.7.1).

Πίνακας 7.1 Πλειομετρικές ασκήσεις προγράμματος αποκατάστασης σε έρευνα των O'Driscoll et al. (2011)

Εβδομάδα	Άσκηση	Σετ- επαναλήψεις
1 ^η	Tuck jump	3×10
2 ^η	Broad jumps	3×10
3 ^η	180° tuck jumps	3×10 σε κάθε κατεύθυνση
4 ^η	90° hop turns	10 επαναλήψεις (με τη φορά του ρολογιού και αντίστροφα)
5 ^η	Double leg lateral jumps over mini-hurdle	3×10
6 ^η	Single leg lateral jumps over mini-hurdle	3×10

Βάσει των αποτελεσμάτων της έρευνας, το *CAIT* και το *SEBT* σκορ βελτιώθηκαν μετά τη συμμετοχή στο πρόγραμμα. Η γωνία της πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής μειώθηκε στο σημείο της αρχικής επαφής κατά τη διάρκεια της άσκησης αναπήδησης και προσγείωσης, υποδεικνύοντας πως η ποδοκνημική άρθρωση ήταν σε λιγότερο ευάλωτη θέση κατά την προσγείωση μετά το πρόγραμμα. Επιπλέον, οι εδαφικές δυνάμεις αντίστασης μειώθηκαν κατά τη διάρκεια της βάρδισης μετά την παρέμβαση. Συνοπτικά, το δυναμικό πρόγραμμα προπόνησης 6 εβδομάδων, του οποίου στοιχείο αποτέλεσε και η ΠΕ βελτίωσε τις παραμέτρους του αισθητικοκινηματικού ελέγχου της ποδοκνημικής σε έναν αθλητή με χρόνια αστάθεια. Απαιτείται ωστόσο εκτενέστερη έρευνα σε έναν ευρύτερο αριθμό υποκειμένων έτσι ώστε να καθοριστούν τα αποτελέσματα της νευρομυϊκής προπόνησης στους παράγοντες επικινδυνότητας της ποδοκνημικής άρθρωσης.

Άξια αναφοράς είναι μια ακόμη έρευνα η οποία διενεργήθηκε από τους Huang et al. (2014) έτσι ώστε να ερευνηθούν τα αποτελέσματα της ολοκληρωμένης πλειομετρικής προπόνησης αλλά και της προπόνησης ισορροπίας σε συμμετέχοντες με λειτουργική αστάθεια ποδοκνημικής. Οι βασικές δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το μονοποδικό άλμα με πτώση, όπου οι ασθενείς πηδούσαν από πλατφόρμα ύψους 16 εκατοστών και έπρεπε να προσγειωθούν διατηρώντας σωστή και σταθερή στάση σώματος και να παραμείνουν σε αυτή για 5 δευτερόλεπτα καθώς και η σταθερή μονοποδικά θέση κατά την οποία οι ασθενείς καλούνταν να παραμείνουν σταθεροί με μονοποδική στήριξη, στηριζόμενοι στο υγιές ή το προσβεβλημένο σκέλος με τα χέρια στο στήθος. Το πρόγραμμα διήρκεσε 6 εβδομάδες με 3 συνεδρίες την εβδομάδα. Η ταλάντευση στη στάση κατά τη διάρκεια της μονοποδικής στήριξης με τα μάτια ανοιχτά ή κλειστά υπολογιζόταν πριν και μετά την κάθε συνεδρία ενώ τα κινηματικά δεδομένα καταγράφονταν κατά τη διάρκεια των μέσων και πλάγιων μονοποδικών προσγειώσεων. Στο γκρουπ αποκλειστικά πλειομετρικής άσκησης και στο ολοκληρωμένο γκρουπ ισορροπίας και πλειομετρικής προπόνησης προοδευτικά διεξήχθησαν ασκήσεις πλειομετρικής φύσεως (**Πιν.7.2**). Τα ευρήματα της έρευνας υποδεικνύουν πως η ταλάντευση της στάσης στη μέση και πλάγια κατεύθυνση μειώθηκε, όπως μειώθηκε και η περιοχή ταλάντευσης στο πλειομετρικό αλλά και στο ολοκληρωμένο γκρουπ προπόνησης. Σε γενικές γραμμές, και οι δύο αυτές μορφές άσκησης, αύξησαν τις μέγιστες γωνίες στο ισχίο και το γόνατο στο τοξοειδές επίπεδο και μείωσαν τις μέγιστες γωνίες στο ισχίο και την ποδοκνημική στο μετωπιαίο και στο εγκάρσιο επίπεδο στο πλάγιο άλμα με προσγείωση. Επιπλέον ο χρόνος που απαιτούταν για τη σταθεροποίηση της κάμψης του γόνατος στο άλμα με προσγείωση, μειώθηκε. Μετά από 6 εβδομάδες ολοκληρωμένης πλειομετρικής προπόνησης με ασκήσεις ισορροπίας, οι συμμετέχοντες συνήθισαν σε μια πιο απαλή και μαλακή στρατηγική προσγείωσης κατά τη διάρκεια αλματικών δοκιμασιών με πτώση και μείωσαν την ταλάντευση στη στάση τους σε θέση μονοποδικής στήριξης. Ισχυροποιείται λοιπόν μέσω

αυτής της έρευνας η άποψη πως η πλειομετρική προπόνηση βελτιώνει το στατικό και δυναμικό έλεγχο της στάσης και της ποδοκνημικής άρθρωσης.

Πίνακας 7.2 Ασκήσεις για το γκρουπ πλειομετρικής προπόνησης και το γκρουπ πλειομετρικής προπόνησης και ισοροπίας σε έρευνα των Huang et al. (2014)

Εβδομάδα	Πλειομετρική προπόνηση	Επαναλήψεις	Συνεδρία	Πλειομετρική και προπόνηση ισοροπίας	Επαναλήψεις ή χρόνος	Σετ
1,2	Squat jumps	10	2	Squat jumps	10	2
	Ankle jumps	10	2	Balanced squat	10	2
	Jump for distance	10	2	Balanced dribble	20	5
	Forward zigzag jumps	10	3	Forward zigzag jumps	10	3
	Lateral sawtooth jumps	10	3	Lateral sawtooth jumps	10	3
	Jump up on step	8	2	Jump up on step	8	2
3,4	Split-squat jumps (right/left)	10	2	Split-squat jumps (right/left)	10	2
	Hop for distance (right/left)	10	2	Balance lunge (1 disc, right/left)	10	2
	Forward zigzag hops (right/left)	10	3	Forward zigzag hops (right/left)	10	3
	Lateral sawtooth hops (right/left)	10	3	Balanced single-leg standing (right/left)	10sec	5
	Tuck jump	10	2	Tuck jump	10	2

	Diagonal hop	8	2	Balanced catch ball	8	2
	Jump up on step	10	2	Jump up on step	10	2
5,6	Cycled single-leg squat jumps	10	2	Cycled single-legged squat jumps	10	2
	Hop on target (right/left)	12	2	Balance lunge (2 discs, right/left)	12	2
	Jump for distance and height	10	2	Jump for distance and high	10	2
	Forward zigzag hops (right/left)	10	3	Forward zigzag hops (right/left)	10	3
	Lateral sawtooth hops (right/left)	10	3	Balanced, single-legged standing dribble (right/left)	20	5
	Tuck jump	10	2	Tuck jump	10	2
	Agility ladder	3	1	Agility ladder	3	1
	Jump up on step	10	2	Jump up on step	10	2

Μια επιπλέον έρευνα των Kim & Jeon (2016) της οποίας σκοπός ήταν η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου προγράμματος αποκατάστασης για την αποτροπή του χρόνιου πόνου και τη βελτίωση της κινητικής ικανότητας σε περιπτώσεις τραυματισμών και επανατραυματισμών της ποδοκνημικής κρίνεται άξια αναφοράς, όπου οι ασθενείς χρειάζονταν λειτουργικές ασκήσεις ενδυνάμωσης λόγω επαναλαμβανόμενων τραυματισμών της ποδοκνημικής. Ένα πρόγραμμα δώδεκα εβδομάδων, 2 συνεδριών την εβδομάδα από 80 λεπτά η κάθε μια, σχεδιάστηκε με σκοπό τη βελτίωση της μυϊκής δύναμης στην ποδοκνημική και τη βελτίωση του δυναμικού συντονισμού του κάτω άκρου. Οι 2 αυτές παράμετροι αξιολογήθηκαν με το Υ

Balance Test, το οποίο αποτελεί μια μέθοδο ελέγχου της μυϊκής δύναμης του κάτω άκρου και του συντονισμού των λειτουργιών της δυναμικής σταθερότητας ενώ η ισοκινητική μυϊκή δύναμης της ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης καθώς και της έσω και έξω στροφής της ποδοκνημικής υπολογίστηκαν πριν και μετά το πρόγραμμα. Αυτό αποτελούταν από προπόνηση με λάστιχα και ζώνη, προπόνηση βάρους, πλειομετρική προπόνηση και ασκήσεις για τη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας για την ανάπτυξη σταθερής και συντονισμένης λειτουργικής ικανότητας της ποδοκνημικής άρθρωσης. Η πλειομετρική προπόνηση εισήχθη στο πρόγραμμα κατά την τρίτη φάση του, τη φάση της λειτουργικής συντήρησης κατά την 11^η και 12^η εβδομάδα. Σε συνδυασμό με ασκήσεις ιδιοδεκτικής νευρομυϊκής διευκόλυνσης (*PNF*), εφαρμόστηκε με τη μορφή επαναληπτικών ασκήσεων δίνοντας έμφαση στη ραχιαία και πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής, της έσω και την έξω στροφή. Μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος 12 εβδομάδων, υπήρχαν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις στην αναλογία της δύναμης της ραχιαίας με την πελματιαία κάμψη, και της έσω και έξω στροφής στο αριστερό άκρο, γεγονός που διευκολύνει τη σταθερότητα της άρθρωσης. Εν κατακλείδι, τα ευρήματα της έρευνας, στην οποία η ΠΕ αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα την καθιστούν κατάλληλη για την χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής, τη μείωση του πόνου και την αποκατάσταση φυσιολογικού εύρους κίνησης της άρθρωσης, της μυϊκής δύναμης, της αντοχής και της λειτουργικής ικανότητας. Συνοπτικά και στις 3 έρευνες η ΠΕ έπαιξε βασικό ρόλο στα προγράμματα αποκατάστασης και είχε εμφανώς θετικά αποτελέσματα (**Πιν.7.3**).

Πίνακας 7.3 Συγκεντρωτικά στοιχεία για την αποτελεσματικότητα της ΠΕ σε χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής

Ερευνητής	O'Driscoll et al. (2011)	Huang et al. (2014)	Kim & Jeon (2016)
Πάθηση	Χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής	Λειτουργική αστάθεια ποδοκνημικής	Τραυματισμός – επανατραυματισμός ποδοκνημικής (αποτροπή χρόνιου πόνου)
Τύπος προγράμματος	Δυναμικό-νευρομυϊκό πρόγραμμα	Πρόγραμμα ισορροπίας και ΠΕ	Προπόνηση βάρους- με λάστιχα και ιδιοδεκτικότητας και ΠΕ
Υποκείμενα έρευνας	1 αθλητής (19 ετών)	30 αθλητές (20-28 ετών)	26 αθλητές (22-25 ετών)

Εισαγωγή- Διάρκεια ΠΕ	1 ^η -6 ^η εβδομάδα	1 ^η -6 ^η εβδομάδα	3 ^η φάση προγράμματος (11 ^η - 12 ^η εβδομάδα)
Γενικά αποτελέσματα προγράμματος	<ul style="list-style-type: none"> • Μείωση γωνίας πελματιαίας κάμψης ποδοκνημικής • Μείωση εδαφικών δυνάμεων αντίστασης στη βάδιση • Βελτίωση παραμέτρων αισθητικοκινηματικού ελέγχου 	<ul style="list-style-type: none"> • Μαλακή στρατηγική προσγείωσης • Μείωση ταλάντευσης μονοποδικής στάσης • Βελτίωση στατικού και δυναμικού ελέγχου στάσης 	<ul style="list-style-type: none"> • Βελτίωση αναλογίας δύναμης ραχιαίας-πελματιαίας κάμψης και έσω-έξω στροφής • Βελτίωση σταθερότητας της άρθρωσης και λειτουργικής ικανότητας

8. Η ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΞΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΟΝ ΑΧΙΛΛΕΙΟ ΤΕΝΟΝΤΑ

8.1 Η επίδραση της πλειομετρικής εξάσκησης στον αχίλλειο τένοντα

Κατά τη διάρκεια μιας πλειομετρικής άσκησης οι μηχανικές ιδιότητες του αχίλλειου τένοντα, όπως η δυσκαμψία και η διασπορά ουσιών, παίζουν βασικό ρόλο στη διαδικασία αποθήκευσης και απελευθέρωσης ελαστικής ενέργειας και συνεπώς τη μεταφορά της μυϊκής τάσης (Bosco et al., 1982). Αυτές οι μηχανικές ιδιότητες μπορούν να συμβάλλουν στην μείωση και εξασθένηση τραυματισμών, συμπεριλαμβανομένων της ρήξης του αχίλλειου και της τενοντοπάθειας (Witvrouw et al., 2004). Είναι αποδεδειγμένο πως η προπόνηση δύναμης και οι διατάσεις προκαλούν μεταβολές στη δυσκαμψία και σε άλλες ιδιότητες του αχίλλειου τένοντα. Οι επιδράσεις της ΠΕ ωστόσο στη δυσκαμψία του αχίλλειου τένοντα παραμένουν αντιφατικές. Οι Burgess et al. (2008) και οι Wu et al. (2007) εντόπισαν μείωση στη δυσκαμψία του ύστερα από 6 έως 8 εβδομάδες ΠΕ ενώ οι Kubo et al. (2007) δεν βρήκαν σημαντική διαφορά στη δυσκαμψία του αχίλλειου τένοντα ύστερα από πρόγραμμα ΠΕ 12 εβδομάδων. Από την άλλη, οι Foure et al. (2010) έχουν δείξει πως η ακαμψία του αχίλλειου τένοντα που παίζει βασικό ρόλο κατά τη διάρκεια μυϊκών συστολών αυξάνεται με την ΠΕ. Σε άλλη έρευνα οι Silbernagel et al. (2006) έδειξαν πως η προοδευτική φόρτιση του αχίλλειου τένοντα με τρέξιμο και αλματικές ασκήσεις δεν προκαλεί αρνητικά αποτελέσματα, αντίθετα επιφέρει σημαντικές βελτιώσεις στην τενοντοπάθεια αχίλλειου. Στην έρευνα συμμετείχαν 38 ασθενείς με τενοντοπάθεια αχίλλειου, χωρισμένοι σε 2 ομάδες. Η ομάδα 1 αποτελούνταν από 19 άτομα και εκτέλεσε δραστηριότητες όπως τρέξιμο και άλματα ενώ η ομάδα 2 αποτελούνταν κι αυτή από 19 άτομα και απέχευε από τις δραστηριότητες για τις πρώτες 6 εβδομάδες. Το πρόγραμμα περιελάμβανε 3 σετ των 15 επαναλήψεων 1 φορά τη μέρα με 12μηνη παρακολούθηση και απέφερε σημαντικές βελτιώσεις και στις 2 ομάδες. Όταν αποθηκεύει και απελευθερώνει ενέργεια, η μηκοδυναμική σχέση του αχίλλειου τένοντα εμφανίζει συνήθως μια υστέρηση, γεγονός που φανερώνει την ιδιότητά του να χαραμίζει ενέργεια (Maganaris, 2002). Αυτός ο διασκορπισμός της ενέργειας υποδεικνύει πως η μυϊκή τάση δεν μεταδίδεται πλήρως στα οστά. Η ΠΕ ενισχύει τη μετάδοση της μυϊκής τάσης και την επαναφορά της ελαστικής ενέργειας μέσω της μείωσης της ενέργειας που διαχέεται από τις τενόντιες δομές και την ανοδική τάση στη δυσκαμψία του αχίλλειου τένοντα. Έρευνα ακόμα των Keituro et al. (2017), υποδεικνύει πως η ΠΕ συγκριτικά με την ισομετρική προπόνηση, σε βαλλιστικές συστολές ενδυναμώνει την εκτατικότητα των τενόντιων δομών και κατά το

γρήγορο τέντωμα, την ενεργητική μυϊκή ακαμψία, αλλαγές που ίσως σχετίζονται με τη βελτίωση της απόδοσης σε δραστηριότητες που περιλαμβάνουν τον ΚΕΒ.

8.2 Η πλειομετρική εξάσκηση στη ρήξη του αχίλλειου τένοντα

Στην ερευνητική προσπάθεια που διεξήχθη από τους (Byrne et al., 2016), ένας 36χρονος αθλητής ελκήθρου, με ολική ρήξη αχίλλειου τένοντα (**Εικ.8.1**) υποβλήθηκε σε μια καινοτόμα μέθοδο, ελάχιστα παρεμβατική βασισμένη στην ιδέα της εσωτερικής στήριξης και ήταν ικανός από νωρίς να υποβληθεί σε επιθετική φυσικοθεραπεία για την αποκατάστασή του. Η ΠΕ ξεκίνησε την 6^η εβδομάδα μετεγχειρητικά σε χαμηλό και οριζόντιο επίπεδο. Την 10η εβδομάδα και αφού ο αθλητής είχε αποκτήσει πλήρες ROM στη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής ξεκίνησε τις δυναμικές πλειομετρικές ασκήσεις. Το επίπεδο δυσκολίας ήταν αρχικά χαμηλό ενώ προοδευτικά εφαρμοζόταν πιο έντονα και σε κατακόρυφο επίπεδο μέχρι την 12^η εβδομάδα. Την 15^η εβδομάδα ο αθλητής είχε επιστρέψει κανονικά στην προπόνηση στο 80% της έντασης. Στις 18 εβδομάδες συμμετείχε επιτυχώς σε έναν διεθνή διαγωνισμό ενώ στις 29 εβδομάδες δεν παρουσίαζε καμία επιπλοκή, συμμετέχοντας 2 χρόνια μετά τον τραυματισμό στους χειμερινούς Ολυμπιακούς Αγώνες του 2014. Η περίοδος της αποκατάστασής του υπερέβη σημαντικά τον αναμενόμενο χρόνο αποθεραπείας για έναν τέτοιο τραυματισμό και η νέα αυτή χειρουργική μέθοδος ήταν αυτή που έδωσε τη δυνατότητα γρήγορης και επιθετικής αποκατάστασης. Παρ όλα αυτά γίνεται εμφανές πως η ΠΕ αποτέλεσε έναν σημαντικό παράγοντα επιτυχίας του προγράμματος αποκατάστασης.



Εικόνα 8.1 Ολική ρήξη αχίλλειου τένοντα, τροπ/νη από το διαδίκτυο

9. Η ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΕΞΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΛΛΩΝ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

9.1.1 Πρόσθιος πόνος του γόνατος (Anterior knee pain)

Ο πρόσθιος πόνος στην άρθρωση του γόνατος (**Εικ.9.1**) αποτελεί μια κοινή επιπλοκή μετά από αρθροσκοπική εγχείρηση στο γόνατο, η οποία επηρεάζει περίπου το 34% των ασθενών (Kartus et al.,1999). Τα συμπτώματά του ποικίλλουν καθώς ο ασθενής ίσως βιώσει πόνο, μυϊκή αδυναμία, λειτουργικό έλλειμμα και αστάθεια στο ανεβοκατέβασμα σκαλοπατιών. Μια πληθώρα παραγόντων έχουν περιγραφεί πως συνεισφέρουν στον πρόσθιο πόνο στο γόνατο, συμπεριλαμβανομένων της ευθυγράμμισης των κάτω άκρων, των σωματικών ανωμαλιών (Doucette & Goble, 1992;End & Pierrynowski, 1993;Fulkerson & Shea, 1990;Juhn, 1999;Sutlive et al., 2004) και των ελαττωματικών υποστηρικτικών μυών. Οι πρωταρχικοί στόχοι της αποκατάστασης κατά τη φάση προστασίας και ελέγχου είναι η μείωση του πόνου και του οιδήματος, η αύξηση του εύρους κίνησης και της δύναμης, η σταδιακή αύξηση της ανοχής στην άσκηση έτσι ώστε να ενσωματωθούν λειτουργικές δραστηριότητες χωρίς πόνο (Kannus, Parkkari, Jarvinen, 2003;Saal, 1991). Αν και η βιβλιογραφική αναφορά για τη συντηρητική αποκατάσταση είναι εκτενέστατη, οι αναφορές για τη φάση της επιστροφής στα σπορ και τη δραστηριότητα είναι περιορισμένες.



Εικόνα 9.1 Πρόσθιος πόνος του γόνατος, τροπ/νη από το διαδίκτυο

9.1.2 Η πλειομετρική εξάσκηση την αποκατάσταση του πρόσθιου πόνου στο γόνατο

Η προπόνηση κατά τη διάρκεια των προγραμμάτων επιστροφής στα σπορ εστιάζει σε συγκεκριμένες για το κάθε άθλημα ασκήσεις και συχνά συμπεριλαμβάνει πλειομετρικές δραστηριότητες, ασκήσεις που εμπλέκουν προ-ενεργοποιημένους μύες με μια έκκεντρη συστολή να ακολουθείται από μια σύγκεντρη (Chu & Plummer, 1994) καθώς και ασκήσεις ευκινησίας. Αυτές ορίζονται ως δραστηριότητες στη γρήγορη εκκίνηση και το σταμάτημα των κινήσεων, στροφικές κινήσεις και γρήγορες αλλαγές κατεύθυνσης (Fitzgerald, Childs, Ridge & Irrgang, 2002).

Οι Newberry & Bishop (2006) παρουσίασαν σε μια ερευνητική προσπάθεια τη μέθοδο κατά την οποία η πλειομετρική προπόνηση και η προπόνηση ευκινησίας εισήχθησαν στο πρόγραμμα για την αποκατάσταση του πρόσθιου μετεγχειρητικού πόνου στο γόνατο. Μια αθλήτρια 23 ετών υποβλήθη σε μερική μέση και πλάγια μηνισκεκτομή και χονδροπλασία του πλάγιου μηριαίου κονδύλου. 12 εβδομάδες μετά την εγχείρηση παρουσίασε πόνο και πρήξιμο στο αριστερό γόνατο, γεγονός το οποίο εμπόδιζε τη συμμετοχή της στις προπονήσεις. Ακολούθησε θεραπεία 8 εβδομάδων, όπου τις 4 τελευταίες εβδομάδες εκτέλεσε πλειομετρικές ασκήσεις και ασκήσεις ευκινησίας. Οι συνεδρίες ξεκίνησαν με δραστηριότητες προθέρμανσης, περπάτημα και *jogging* σε διάδρομο, παθητικές διατάσεις των κάτω άκρων και ασκήσεις ενδυνάμωσης. Οι πλειομετρικές δραστηριότητες αρχικά συμπεριελάμβαναν αλματικές ασκήσεις και ασκήσεις αναπήδησης εμποδίων καθώς και μονοποδικά και διποδικά *shuttle jumps*. Περιελάμβαναν ακόμη εναλλάξ αναπηδήσεις πάνω σε κουτί με προβολές ποδιών από 2 σετ των 10 επαναλήψεων, άλματα πάνω σε κουτί από αρχική *squat* θέση (2 σετ των 10 επαναλήψεων) και άσκηση όπου η αρχική θέση του αθλητή είναι πάνω σε κουτί με μονοποδική στήριξη, στη συνέχεια πρέπει να πηδήξει στο έδαφος και αμέσως πάλι να κάνει άλμα εμπρός και πάνω σε ένα άλλο κουτί μεγαλύτερου ύψους. Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος αποκατάστασης χρησιμοποιήθηκαν το *Knee Outcome Survey (KOS)*, ένα αυτό αναφερόμενο ερωτηματολόγιο σχετικά με συμπτώματα και λειτουργικούς περιορισμούς και η *Lower Extremity Functional Scale (LEFS)*, ερωτηματολόγιο στο οποίο οι ασθενείς βαθμολογούν τη δυσκολία κατά την εκτέλεση διαφόρων λειτουργικών δραστηριοτήτων. 4 μήνες μετά την αρχική εξέταση, το *test* κατακόρυφου άλματος, το *T-test* και το *sprint 40* γιάρδων επιλέχθηκαν για να προστεθούν δραστηριότητες σχετικές με τα σπορ και εφαρμόστηκαν. Αναφορικά με τα αποτελέσματα της έρευνας η αθλήτρια επέδειξε βαρυσήμαντες αλλαγές στα ερωτηματολόγια LEFS και KOS, στο κατακόρυφο άλμα, το τεστ ευκινησίας T-test και στο *sprint 40* γιάρδων. Όλες οι αλλαγές ήταν είτε μεγαλύτερες από το τυπικό λάθος ή ελάχιστα ανιχνεύσιμες των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν στον υπολογισμό των αποτελεσμάτων. Συνοψίζοντας, πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπ όψιν κάποιοι παράγοντες, όπως το γεγονός πως πέρασαν 16

εβδομάδες έως ότου η αθλήτρια εκτέλεσε ξανά πλειομετρικές ασκήσεις αλλά και τα φυσιολογικά ευρήματα όπως ο πόνος και το πρήξιμο που ανέφερε η ασθενής. Πιστεύεται ωστόσο πως στη συγκεκριμένη περίπτωση αποκατάστασης του μετεγχειρητικού πόνου η πλειομετρική προπόνηση σε συνδυασμό με τις ασκήσεις ευκινησίας είχαν θετικό αντίκτυπο στην ασθενή.

9.2.1 Φλεγμονή περιτονίας στην κνήμη (*Tibial Fasciitis*)

Η *tibial fasciitis* (Εικ.9.2) λογίζεται ως ένας από τους συχνότερους τραυματισμούς υπέρχρησης στο κάτω άκρο και αν και συνήθως παρουσιάζεται σε νέους και ενήλικες δρομείς (Lyscholm & Wiklander, 1987) μπορεί να εμφανιστεί και σε άλλες αθλητικές δραστηριότητες από χορό (Batt, 1995), μέχρι στρατιωτική προπόνηση(Heir, 1998). Θεωρείται πως είναι αποτέλεσμα πίεσης στο κόκκαλο, την περιτονία του μυός, ή στη μυοτενόντια σύνδεση, στο οπίσθιο μεσαίο ή στην πρόσθια κορυφή της κνήμης. Η υπερβολική τάση μεταφέρεται στην περιτονία του μυός ή την σύνδεση περιόστεου-περιτονίας και μπορεί να οδηγήσει σε φλεγμονώδη αντίδραση. Αν αυτές οι δυνάμεις παραμείνουν το υπερβολικό φορτίο μπορεί να οδηγήσει σε περιοστίτιδα, σε πάχυνση της περιτονίας και σε ενδοοστική αντίδραση.



Εικόνα 9.2 Φλεγμονή περιτονίας στην κνήμη, τροπ/νη από το διαδίκτυο

9.2.2. Η πλειομετρική εξάσκηση στη φλεγμονή περιτονίας στην κνήμη

Ο Herring (2006) περιέγραψε ένα προοδευτικό ΠΠ σταδιακής ανάπτυξης έκκεντρης φόρτισης στα πρόσθια και οπίσθια μυϊκά διαμερίσματα του κατώτερου τμήματος του ποδιού. Προπλειομετρικές ασκήσεις προτείνονται αρχικά για τη προετοιμασία του άκρου για λειτουργική ενδυνάμωση. Πέραν της υποστηρικτικής του λειτουργίας, εισάγουν με ασφάλεια τον ασθενή στο πρόγραμμα προπόνησης. Όταν ο ασθενής μπορεί να ανεχτεί επαναλαμβανόμενα μονοποδικά *hop-test* ένα πλειομετρικό πρόγραμμα 6-8 εβδομάδων μπορεί να ξεκινήσει, με έμφαση στο έκκεντρο τμήμα της άσκησης προς όφελος του εύρους τροχιάς κίνησης και της σταδιακής μυϊκής ενδυνάμωσης. Προτείνεται η χρησιμοποίηση πλειομετρικών ασκήσεων νερού και εδάφους αλλά και μονοποδικές και διποδικές αναπηδήσεις σε τραμπολίνο. Οι πλειομετρικές ασκήσεις στο νερό βοηθούν τη μετάβαση από τις αρχικές πλειομετρικές ασκήσεις ενδυνάμωσης σε αυτές της λειτουργικής φάσης της αποκατάστασης. Η ΠΕ στο νερό επιτυγχάνει όμοια αποτελέσματα με την ΠΕ εδάφους (Robinson et al., 2004 & Martel et al., 2005). Ως πλειομετρικές ασκήσεις του βασικού προγράμματος αποκατάστασης προτείνονται μονοποδικές και διποδικές αναπηδήσεις σε σταθερό έδαφος με τα πόδια ανοιχτά στο ύψος των ώμων όπως και άλματα με πτώση από κουτί 30 εκατοστών με σταθερή προσγείωση και άλματα πάνω σε κουτί 30 εκατοστών. Ακόμα προτείνονται ασκήσεις με σπριντ, αναπήδηση και προσγείωση με εναλλαγή ποδιού και ασκήσεις με σπριντ με ανοίγματα, με τα χέρια να βοηθάνε και προσγείωση εναλλάξ σε κάθε πόδι σε πλάγια κατεύθυνση. Συνοπτικά, πιστεύεται πως η ΠΕ μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στην αποκατάσταση της *tibial Fasciitis*, αν εισαχθεί κατάλληλα στο πρόγραμμα αποκατάστασης, βελτιώνοντας τη μυοτενόντια σκληρότητα και μεγιστοποιώντας την απόδοση, ωστόσο υπάρχει ανάγκη εκτενέστερης έρευνας στο συγκεκριμένο θέμα.

9.3 Ο ρόλος της πλειομετρικής εξάσκησης στην αποκατάσταση μυϊκής θλάσης των οπίσθιων μηριαίων

Οι τραυματισμοί των οπισθίων μηριαίων συχνά είναι δύσκολο να θεραπευτούν, παρουσιάζουν καθυστερημένη αποκατάσταση και εμφανίζουν ένα μεγάλο ποσοστό επανεμφάνισης του τραυματισμού (Dadebo et al, 2004; Orchard et al, 2002). Αποτελούν τους πιο συχνούς μυϊκούς τραυματισμούς στα κάτω άκρα στον αθλητισμό (Brockett, 2004) **(Εικ.9.3).**



Εικόνα 9.3 Θλάση οπίσθιων μηριαίων στον αθλητισμό, τροπ/νη από το διαδίκτυο

Οι Hewett et al. (1996) υποστήριξαν ότι η ενσωμάτωση της ΠΕ σε ένα αθλητικό πρόγραμμα αποκατάστασης συνεισφέρει στην αύξηση της ροπής των οπίσθιων μηριαίων και στη σχέση οπίσθιων μηριαίων και τετρακέφαλων. Η ΠΕ μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο ενός ακόμα τραυματισμού εξαιτίας της ταχείας έκκεντρης φόρτισης που εκτελεί. Σύμφωνα με τους Heidt et al. (2000) η εξέλιξη των πλειομετρικών δραστηριοτήτων θα πρέπει να ξεκινάει από κατεύθυνση πολλών κατευθύνσεων, να συνεχίζει με κατεύθυνση στο ένα άκρο και να καταλήγει σε πολλές κατευθύνσεις. Προτού ο αθλητής εκτελέσει τις δραστηριότητες σε πολύ υψηλή ένταση συνίσταται να μπορεί να εκτελέσει *squat* 150 % της σωματικής του μάζας για μία επανάληψη. Και στις 2 αυτές έρευνες το πρόγραμμα αποκατάστασης για τη μυϊκή θλάση των οπίσθιων μηριαίων περιλάμβανε διατάσεις με έμφαση στους οπίσθιους μηριαίους σε καθημερινή βάση 3-4 φορές την ημέρα για 30-45 δευτερόλεπτα η κάθε διάταση. Επίσης πραγματοποιούνταν υψηλής έντασης πλειομετρικές ασκήσεις για αύξηση της ροπής των οπίσθιων μηριαίων, όπως *squat jumps*, *split squat jumps*, *depth jumps*. Το μέσο διάστημα επανένταξης στα σπορ ήταν 22-37 ημέρες και μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα έπρεπε να εφαρμοστούν ειδικές πλειομετρικές ασκήσεις 4-5 φορές την εβδομάδα που προσομοιάζουν τις απαιτήσεις του εκάστοτε αθλήματος. Τέτοιες ασκήσεις ήταν πλειομετρικό πρόγραμμα αλμάτων, ισοροπία στο ένα πόδι και σε ασταθή βάση και τα βασικότερα κριτήρια για επιστροφή στα σπορ ήταν η απουσία πόνου και το πλήρες εύρος τροχιάς κίνησης.

Επιπρόσθετα οι Schmitt et al. (2012) πρότειναν ένα πιο επίκαιρο πρωτόκολλο αποκατάστασης για τους οπίσθιους μηριαίους. Στην αρχική φάση της αποκατάστασης δίνεται έμφαση στην προστασία του τραυματισμένου ιστού, καθώς διατηρείται η ελαστικότητα και η δύναμη. Εγκαθίσταται ισομετρική ενδυνάμωση των οπίσθιων μηριαίων και ήπιες διατάσεις

χωρίς πόνο. Στη δεύτερη φάση εισάγονται μειομετρικές και έκκεντρες φορτίσεις μέσω ασκήσεων. Η τελευταία φάση του προγράμματος αποκατάστασης επικεντρώνεται στην αύξηση των λειτουργικών ασκήσεων και της δύναμης. Πλειομετρικές ασκήσεις, όπως υψηλού επιπέδου δραστηριότητες ισορροπίας (άρση κάτω άκρου με το γόνατο να φτάνει στο στήθος) και ειδικές αθλητικές δεξιότητες είναι πολύ σημαντικές σε αυτή τη φάση. Με το πέρας αυτής της φάσης ο αθλητής πρέπει να έχει πλήρη σταθερότητα, δύναμη και συντονισμό, ώστε να επιστρέψει στο άθλημα του χωρίς κανένα περιορισμό. Πέρα από αυτές τις έρευνες η ΠΕ έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να πραγματοποιηθεί και στο νερό και να επιφέρει σπουδαία αποτελέσματα, δημιουργώντας ένα φαινόμενο εκφόρτωσης μέσα από τη χρήση της (Robinson et al., 2004;Stemm et al., 2007).

10. ΕΚΚΕΝΤΡΗ ΑΣΚΗΣΗ

10.1 Η έκκεντρη άσκηση στην αποκατάσταση τραυματισμών

Όπως έχει ήδη περιγραφεί η έκκεντρη άσκηση αποτελεί μέρος της πλειομετρικής προπόνησης, ωστόσο στη βιβλιογραφία πολλές αναφορές υποδεικνύεται ως κατάλληλη για την αποκατάσταση τραυματισμών του κάτω άκρου (**Πιν.10.1**). Οι θλάσεις των οπίσθιων μηριαίων αποτελούν τους πιο συχνούς τραυματισμούς στους αθλητές (Croisier et al., 2002). Ο ρόλος της έκκεντρης άσκησης φαίνεται να είναι πολύ σημαντικός στην αποκατάσταση αυτών των τραυματισμών και θα πρέπει να ενσωματώνεται σε προγράμματα αποκατάστασης. Οι Comfort et al. (2009) πρότειναν μια σειρά ασκήσεων, οι οποίες στόχευαν στην επανάκτηση του εύρους κίνησης και στην ενδυνάμωση των οπίσθιων μηριαίων. Αρχικά ήταν ασκήσεις ανοικτής κινητικής αλυσίδας χωρίς φόρτιση βάρους και σταδιακά μετατράπηκαν από χαμηλής ταχύτητας έκκεντρες δραστηριότητες, όπως *dead lifts* και *split squats* σε υψηλής ταχύτητας έκκεντρες ασκήσεις που περιλάμβαναν πλειομετρικές και αθλητικές δραστηριότητες με στόχο την αύξηση της ροπής των οπίσθιων μηριαίων και της δύναμης του κάτω άκρου. Σε ενίσχυση της προηγούμενης έρευνας, οι Heiderscheit et al. (2010) εφάρμοσαν και αυτοί έκκεντρες ασκήσεις σε πρόγραμμα αποκατάστασης για τραυματισμό οπίσθιων μηριαίων, οι οποίες αφορούσαν σταθεροποίηση του κορμού και προπόνηση ευκινησίας σε μετωπιαίο και εγκάρσιο επίπεδο. Στο τελικό στάδιο της αποκατάστασης οι έκκεντρες αυτές ασκήσεις συμπεριέλαβαν γρήγορες αλλαγές κατεύθυνσης και λειτουργικά μοτίβα κίνησης. Τέτοιοι τραυματισμοί δημιουργούν αδυναμία στην επιμήκυνση του μυός και εμφανίζουν προδιάθεση για επιπλέον τραυματισμό. Μέσω της έκκεντρης άσκησης αυξάνεται το τελικό εύρος κίνησης μειώνοντας τους επανατραυματισμούς, ωστόσο περαιτέρω έρευνα είναι απαραίτητη για τη συσχέτιση της έκκεντρης άσκησης με την αποκατάσταση των τραυματισμών των οπίσθιων μηριαίων και την πιθανότητα επανεμφάνισης του τραυματισμού. Όσον αφορά την χρόνια τενοντοπάθεια του αχίλλειου τένοντα σε έρευνα των Stergioulas et al. (2008) φάνηκε πως η έκκεντρη άσκηση σε συνδυασμό με τη θεραπεία laser χαμηλού επιπέδου επιτάχυνε την κλινική αποκατάσταση με μείωση της έντασης του πόνου κατά τη διάρκεια φυσικών δραστηριοτήτων. Σε μια άλλη ερευνητική προσπάθεια που συστάθηκε από τους Stasinopoulos & Manias (2013) για την τενοντοπάθεια του αχίλλειου, συγκρίθηκε το πρόγραμμα έκκεντρης προπόνησης του Alfredson και αυτό του Stanish που περιελάμβανε έκκεντρες και στατικές ασκήσεις. 41 ασθενείς συμμετείχαν στην έρευνα. Στο πρόγραμμα του Alfredson, οι έκκεντρες ασκήσεις εκτελούνταν σε αργή ταχύτητα 2 φορές την ημέρα, 7 μέρες την εβδομάδα για 12 εβδομάδες. Χρησιμοποιήθηκαν 2 τύποι ασκήσεων όπου στον πρώτο το γόνατο δεχόταν έκκεντρη

φόρτιση σε θέση έκτασης και στον δεύτερο σε θέση κάμψης, με στόχο τη μεγιστοποίηση της ενεργοποίησης του υποκνημιδίου μυός. Κάθε άσκηση γινόταν σε 3 σετ των 15 επαναλήψεων με διάλλειμα 2 λεπτών ανάμεσα στα σετ και η φόρτιση ήταν αποκλειστικά έκκεντρη. Το πρόγραμμα του Alfredson αποδείχτηκε πιο αποτελεσματικό από αυτό του Stanish στη μείωση του πόνου και τη βελτίωση της λειτουργίας στην τενοντοπάθεια του αχίλλειου. Σε μελέτη τους οι Fahlstrom et al. (2003) συμπεριέλαβαν 78 ασθενείς, 101 τένοντες συνολικά, με χρόνια επώδυνη τενόντωση του αχίλλειου τένοντα στο μεσαίο τμήμα του (2-6 εκ.) και έλεγξαν την αποτελεσματικότητα της έκκεντρης προπόνησης στο γαστροκνήμιο για 12 εβδομάδες. Σε ποσοστό 89% των τενόντων που συμπεριλήφθηκαν, η θεραπεία κρίθηκε ικανοποιητική και οι ασθενείς επέστρεψαν στο προ-τραυματισμού επίπεδο μετά τις 12 εβδομάδες. Ο πόνος κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας που μετρήθηκε με την κλίμακα VAS μειώθηκε σημαντικά από $66,8 \pm 19,4$ σε $10,2 \pm 13,7$. Σε γενικές γραμμές, προγράμματα έκκεντρων ασκήσεων έχουν δείξει καλά κλινικά αποτελέσματα στην τενοντοπάθεια του αχίλλειου και της επιγονατίδας. (Purdam et al., 2004; Jonsson and Alfredson, 2005; Young et al., 2005; Bahr et al., 2006) (Niesen-Vertommen et al., 1992; Alfredson et al., 1998; Mafi et al., 2001; Silbernager et al., 2001; Ohberg et al., 2004; Roos et al., 2004). Επιπλέον οι Frohm et al. (2007) έδειξαν σε έρευνα τους πως η έκκεντρη άσκηση ήταν αποτελεσματική στην αντιμετώπιση της συμπτωματικής τενοντοπάθειας της επιγονατίδας **(Πιν.10.2)**. Τέλος, οι Hortobaggy et al. (2010) υποστήριξαν πως μία προπόνηση ειδικά σχεδιασμένη για να βελτιώσει την ικανότητα έκκεντρης φόρτισης, μπορεί να είναι πιο αποτελεσματική από τη σύγκεντρη προπόνηση για να βελτιώσει τη νευρομυϊκή αναχαίτιση και να δημιουργήσει περισσότερα πρότυπα ενεργοποίησης ομοιόμορφων κινητικών νευρώνων. Έκκεντρης φύσεως θεραπευτικές ασκήσεις στο μεγάλο γλουτιαίο, τον τετρακέφαλο, το γαστροκνήμιο και τον υποκνημίδιο βελτιώνουν την απορρόφηση των κραδασμών του κάτω άκρου, προστατεύουν από επανατραυματισμό του γόνατος, διευκολύνουν την αθλητική απόδοση, βοηθούν τη θεραπεία μυοτενόντιων τραυματισμών του κάτω άκρου, αυξάνουν τη μεταλλική πυκνότητα των οστών και μειώνουν τον κίνδυνο πτώσης.

Πίνακας 10.1 Συγκεντρωτικά στοιχεία για την αποτελεσματικότητα της έκκεντρης άσκησης στην αποκατάσταση τραυματισμών του κάτω άκρου

Ερευνητής	Πάθηση	Στόχος	Ασκήσεις	Αποτέλεσμα
Comfort et al. (2009)	Τραυματισμός οπίσθιων μηριαίων	Α)επανάκτηση εύρους κίνησης Β)ενδυνάμωση οπ. Μηριαίων Γ)αύξηση ροής οπ.μηριαίων και δύναμης κάτω άκρων	Α)ΑΚΑ χωρίς φόρτιση βάρους Β)Χαμηλής και ταχύτητας έκκεντρες(dead lifts και split squats) Γ)υψηλής ταχύτητας έκκεντρες (πλειομετρικές δραστηριότητες)	
Heiderscheit et al. (2010)	Τραυματισμός οπίσθιων μηριαίων	Α)αύξηση τελικού εύρους κίνησης Β)μείωση επανατραυματισμού	Α)Έκκεντρες για σταθεροποίηση κορμού Β)Προπόνηση ευκινησίας Γ)Αλλαγές κατεύθυνση και λειτουργικά μοτίβα κίνησης (τελικά στάδια)	
Stergioulas et al. (2008)	Χρόνια τενοντοπάθεια αχιλλείου		Έκκεντρη άσκηση και laser χαμηλού επιπέδου	Μείωση πόνου σε δραστηριότητες

Stasinopoulos & Manias (2012)	Τενοντοπάθεια αχιλλείου	Μεγιστοποίηση ενεργοποίησης υποκνημιδίου	Πρόγραμμα Alfredson(έκκεντρη φόρτιση με το γόνατο σε κάμψη και έκταση	A)μείωση πόνου B)βελτίωση λειτουργίας
Fahlstrom et al. (2003)	Χρόνια επώδυνη τενόντωση αχίλλειου		Έκκεντρη προπόνηση γαστροκνημίου	A)89% τενόντων επιστροφή στο προ-τραυματισμού επίπεδο σε 12 εβδομάδες B)μείωση πόνου δραστηριότητας
Frohman et al. (2007)	Συμπτωματική τενοντοπάθεια επιγονατίδας		A)2ποδική έκκεντρη προπόνηση υπερφόρτωσης και δύναμης B)μονοποδική έκκεντρη προπόνηση με βάρος του σώματος σε σανίδα με κλίση	A)βελτίωση σκορ κλίμακας VISA-P B)επιστροφή σε δραστηριότητες στους 3 μήνες Γ)μείωση πόνου Δ)βελτιωμένη λειτουργία γόνατος

Πίνακας 10.2 Πρόγραμμα αποκατάστασης με έκκεντρη άσκηση για τη συμπτωματική τενοντοπάθεια επιγονατίδας σε έρευνα των Frohm et al. (2007)

Δείγμα	Πάθηση	1 ^ο πρόγραμμα	2 ^ο πρόγραμμα	Αποτελέσματα προγραμμάτων
20 αθλητές	Συμπτωματική τενοντοπάθεια επιγονατίδας	Διποδική έκκεντρη προπόνηση υπερφόρτωσης και δύναμης με συσκευή Bromsman (2 φορές/εβδομάδα για 12 εβδομάδες)	Μονοποδική έκκεντρη προπόνηση με το βάρος του σώματος σε σανίδα με κλίση(2 φορές/εβδομάδα) και ασκήσεις για το σπίτι	Α)Βραχυπρόθεσμη βελτίωση σκορ κλίμακας VISA-P Β)Επιστροφή σε δραστηριότητες μετά από 3 μήνες Γ)Βελτιωμένη λειτουργία γόνατος

11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την αποτελεσματικότητα της ΠΕ στην αποκατάσταση τραυματισμών στο κάτω άκρο, ωστόσο ενδιαφέρον είχε το κατά πόσο επιδρά θετικά και στην αξιολόγηση της λειτουργικής ικανότητας και ετοιμότητας του ασθενή να επιστρέψει στο προ-τραυματισμού επίπεδο.

Αρχικά, έγινε εκτενής αναφορά στη σημασία των δοκιμασιών αλμάτων και στη χρησιμοποίησή τους ως μέσο αξιολόγησης της λειτουργικότητας και της ικανότητας ενός αθλητή να επιστρέψει σε αθλητικές δραστηριότητες έπειτα από έναν τραυματισμό. Οι τραυματισμοί που μελετήθηκαν συνοψίζονται σε τραυματισμό ΠΧΣ, μηνισκεκτομή και χρόνια λειτουργική αστάθεια ποδοκνημικής. Σύμφωνα με τις έρευνες που ασχολήθηκαν με τραυματισμούς ΠΧΣ και τη σχέση τους με τις δοκιμασίες αλμάτων, φαίνεται πως η εφαρμογή τους σε προγράμματα αποκατάστασης έδωσε αξιόπιστες πληροφορίες όσον αφορά την αξιολόγηση της λειτουργικής ικανότητας και ετοιμότητας των αθλητών. Πιο συγκεκριμένα δοκιμασίες αλμάτων, όπως *triple crossover hop for distance*, *6-m timed hop* αποτέλεσαν δείκτες πρόβλεψης της αυτό-αναφερόμενης λειτουργίας του γόνατος 6 μήνες μετεγχειρητικά και σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες δοκιμασίες αλμάτων που χρησιμοποιήθηκαν, αξιολόγησαν τον δείκτη συμμετρίας (LSI) των κάτω άκρων, μέτρηση απαραίτητη για την ασφαλή επάνοδο στα αθλήματα. Οι δοκιμασίες αλμάτων έπαιξαν κεντρικό ρόλο και στις μελέτες που αφορούσαν τη μηνισκεκτομή και μάλιστα έγινε αντιληπτό πως απέδωσαν έγκυρες πληροφορίες και αποτελέσματα για την πορεία του αθλητή. Αναλυτικότερα το *single leg hop for distance* μέσα από την εφαρμογή του μπόρεσε και εδώ να υπολογίσει το δείκτη συμμετρίας των κάτω άκρων και να δώσει ασφαλή συμπεράσματα. Με αυτόν τον τρόπο φανερώθηκαν όσα ελλείμματα υπάρχουν και μπόρεσε να γίνει σύγκριση με την προ-τραυματισμού κατάσταση. Όσον αφορά τη χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής το συμπέρασμα που προκύπτει είναι πως οι δοκιμασίες αλμάτων χρησιμοποιούνται για την εξακρίβωση της ύπαρξης της και τα ελλείμματα που προκύπτουν. Λόγω της αλτικής τους μορφολογίας μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτή η ύπαρξη κάποιας αστάθειας στην άρθρωση της ποδοκνημικής και να αξιολογηθεί ορθά ο αθλητής.

Στη συνέχεια γίνεται προσπάθεια, μέσω της ανάλυσης ερευνών, να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα της ΠΕ στην αποκατάσταση τραυματισμών του κάτω άκρου. Όσον αφορά τον τραυματισμό ρήξης του ΠΧΣ και την ανακατασκευή του η πλειομετρική άσκηση εισάγεται στα προγράμματα αποκατάστασης με τη μορφή αλμάτων με στόχο την καλύτερη απόσβεση δύναμης και τη βελτίωση της τεχνικής προσγείωσης, και με άλλες πλειομετρικού τύπου ασκήσεις με αυξανόμενη ένταση και πρόοδο. Φαίνεται πως λειτουργεί ευεργετικά στη μείωση του πόνου, τη βελτίωση της γενικότερης λειτουργίας του γόνατος, την ομαλοποίηση

της δύναμης των τετρακέφαλων και τη βελτίωση στις αλματικές δοκιμασίες και την ευκινησία. Στα αθλήματα, προτείνεται η εισαγωγή της στα τελικά στάδια της αποκατάστασης πριν την επιστροφή στο άθλημα με στόχο τον έλεγχο των υψηλών κινηματικών απαιτήσεων και φορτίων του αγωνιστικού επιπέδου, το νευρομυϊκό έλεγχο, και γενικότερα την πρόοδο της λειτουργικής αποκατάστασης στην τελικά επιστροφή στη δραστηριότητα. Επιπλέον, η επίδρασή της σε σκελετικά ανώριμους ασθενείς φαίνεται πως είναι θετική στα τελικά στάδια του προγράμματος, με την αύξηση της επιβάρυνσης να αυξάνεται προοδευτικά όσο αυξάνεται και η ανοχή του αθλητή στις ασκήσεις. Παρ'όλα αυτά πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν το μικρό δείγμα ερευνών πάνω στο συγκεκριμένο ζήτημα. Αξίζει ακόμα να αναφερθεί πως βάσει των αποτελεσμάτων ερευνών που ελέγχθηκαν, σημαντικό ρόλο παίζει και στην πρόληψη τραυματισμού του ΠΧΣ βελτιώνοντας τον κεντρικό έλεγχο και τη σταθερότητα του κορμού, το νευρομυϊκό έλεγχο, τη δύναμη και τη βιομηχανική της κίνησης.

Σχετικά με τη χρόνια λειτουργική αστάθεια της ποδοκνημικής, η εισαγωγή της μέσα σε προγράμματα αποκατάστασης σε αθλητές κρίνεται χρήσιμη και αναγκαία καθώς συνεισφέρει στη βελτίωση των παραμέτρων του αισθητικοκινηματικού ελέγχου, του στατικού και δυναμικού ελέγχου της στάσης και γενικότερα την ενίσχυση της σταθερότητας της άρθρωσης, την επίτευξη μαλακότερης στρατηγικής προσγείωσης και τη βελτίωση στην αναλογία της δύναμης στις κινήσεις της ποδοκνημικής. Πολλές διαφορετικές πλειομετρικές ασκήσεις που βασίζονται στην προοδευτική αύξηση του επιπέδου δυσκολίας, η αύξηση των επαναλήψεων και της επιβάρυνσης, καθώς και ασκήσεις με εμπόδια και δραστηριοτήτων σε πολλαπλά επίπεδα κίνησης εντάσσονται στα προγράμματα.

Όσον αφορά το ρόλο της ΠΕ στην αποκατάσταση τραυματισμών του αχίλλειου τένοντα, οι μελέτες έδειξαν αντιφατικά αποτελέσματα. Αν και σε κάποιες μελέτες η εφαρμογή της ΠΕ μέσω αλματικών ασκήσεων και τρεξίματος, έδειξε μείωση της δυσκαμψίας του αχίλλειου τένοντα και αύξηση της εκτατικότητας των τενόντιων δομών, με αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης, σε άλλες δεν παρατηρήθηκε κάποια ιδιαίτερη διαφορά. Το γεγονός αυτό δείχνει πως περαιτέρω έρευνες και μελέτες πρέπει να εξετάσουν την επίδραση της ΠΕ σε τραυματισμούς του αχίλλειου τένοντα για να υπάρξει μια πιο σαφής εικόνα. Ευρήματα από τη βιβλιογραφία την υποδεικνύουν ακόμα ως ένα κατάλληλο μέσο αποκατάστασης για τη θλάση των οπίσθιων μηριαίων μυών καθώς βελτιώνει τη σχέση των οπίσθιων μηριαίων και του τετρακεφάλου και αποτελεί το ιδανικό μέσο για την αύξηση της έντασης των λειτουργικών ασκήσεων και της δύναμης. Άλλες έρευνες ακόμα υποδεικνύουν την ΠΕ ως ένα αποτελεσματικό μέσο αποκατάστασης τραυματισμών όπως το διάστρεμμα της ποδοκνημικής, τον πρόσθιο πόνο στο γόνατο, και τη φλεγμονή της περιτονίας της κνήμης. Υπάρχει ωστόσο ανάγκη εκτενέστερης έρευνας πάνω σε αυτούς του τραυματισμούς καθώς τα ευρήματα από τη βιβλιογραφία είναι περιορισμένα.

Μελετώντας την αρθρογραφία, πέραν της χρήσης της ΠΕ παρατηρήθηκε πολύ έντονα η εφαρμογή της έκκεντρης άσκησης σε προγράμματα αποκατάστασης διάφορων τραυματισμών και κρίθηκε σκόπιμο να γίνει αναφορά και σε αυτήν. Μέσα από τις μελέτες ορισμένων τραυματισμών προκύπτει το συμπέρασμα πως και η έκκεντρη άσκηση επιφέρει θετικά αποτελέσματα, όπως είναι η μείωση του πόνου δραστηριότητας, η επανάκτηση του εύρους τροχιάς της κίνησης, η αύξηση της λειτουργικότητας και η μείωση επανατραυματισμών. Σκοπός δεν ήταν να γίνει σύγκριση των 2 αυτών ειδών άσκησης, αλλά να γίνει αναφορά στα ευεργετικά αποτελέσματα που προσφέρει και να αποτελέσει κίνητρο για εκτενέστερη μελέτη του θέματος στο μέλλον.

Εν κατακλείδι, η ΠΕ υποδεικνύεται ως ένα αποτελεσματικό μέσο όταν εισάγεται σε προγράμματα αξιολόγησης και αποκατάστασης τραυματισμών, παρόλα αυτά κατά την εφαρμογή της πρέπει να πληρούνται τα κριτήρια συμμετοχής σε αυτήν και να δίνεται έμφαση στη σωστή τεχνική εκτέλεσης των ασκήσεων. Και αυτό γιατί τα υπέρμετρα φορτία στα οποία υποβάλλει τον ασθενή μπορούν να οδηγήσουν στην πρόκληση κάποιου επιπλέον τραυματισμού, ακυρώνοντας την όποια πρόοδο έχει κάνει στην αποκατάστασή του.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Τσέπης Η.** 2015. Η πλειομετρική άσκηση στον αθλητισμό, Εφαρμοσμένη αθλητική φυσικοθεραπεία. Φουσέκης Κ.Α. σελ. 381-396
2. **Κλεισούρα Β.** 2011, Εργοφυσιολογία. Broken Hill Publishers LTD
3. **Sandra J. Shultz, Peggy A. Houglum, David H. Perrin,** 2009, Εξέταση μυοσκελετικών κακώσεων Δεύτερη έκδοση. Μετάφραση από Κωνσταντίνος Δ. Κατσουλάκης, Επιμέλεια από Παναγιώτης Β. Τσακλής
4. **William E. Prentice,** Τεχνικές αποκατάστασης αθλητικών κακώσεων. Επιμέλεια από Σ. Αθανασόπουλος, Κ. Κατσουλάκης

ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Almeida G. P. L., Gilvan de Oliveira Arruda, Amélia Pasqual Marques** 2014, Physical therapy in the conservative treatment for anterior cruciate ligament rupture followed by contralateral rupture: case report. *Fisioter Pesq.*, 21(2):186-192
2. **Beecher Michael, Garrison J. Craig, Wyland Douglas** 2010, Rehabilitation Following a Minimally Invasive Procedure for the Repair of a Combined Anterior Cruciate and Posterior Cruciate Ligament Partial Rupture in a 15-Year-Old Athlete. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 40(5):297-309
3. **Bizzini Mario, Hancock Dave, Impellizzeri Franco** 2012, Suggestions From The Field For Return To Sports Participation Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Soccer. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 42(4):304-312.
4. **Bobbert MF., Huijing PA.** 1987, Drop jumping. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. *Med Sci Sports Exer.* Aug. ; 19(4) : 332-338
5. **Bolgia LA., Keskula DR.** 1997, Reliability of lower extremity functional performance tests. *J Orthop Sports Phys Ther.* Sep; 26(3): 138-142
6. **Bosco C., Tarkko I., Komi PV.** 1982, Effect of elastic energy and myoelectrical potentiation of triceps surae during stretch- shortening cycle exercise. *Int J Sports Med.* Aug. ; 3(3) : 137-140
7. **Byrne Paul A., Hopper Graeme P., Wilson William T., Mackay Gordon M.** 2016, Knotless Repair of Achilles Tendon Rupture in an Elite Athlete:Return to Competition in 18 Weeks. *The Journal of Foot & Ankle Surgery* xxx 1–4
8. **Caffrey E., Docherty CL., Schrader J., Klossner J.** 2009, The ability of 4 single-limb hopping tests to detect functional performance deficits in individuals with functional ankle instability. *J. Orthop Sports Phys. Ther.* Nov; 39(11): 799-806
9. **Chmielewski TL., Myer GD., Kauffman D., Tillman SM.** 2006, Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *J Orthop Sports Phys Ther.* May;36(5):308-19.
10. **Chmielewski TL., George SZ., Tillman SM., Moser MW., Lentz TA., Indelicato PA., Trumble TN., Shuster JJ, Cicuttini FM, Leeuwenburgh C.** 2016, Low-Versus High-Intensity Plyometric Exercise During Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med.*, 44(3):609-17
11. **Chmielewski TL., Myer GD., Kauffman D., Tillman SM.** 2006, Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *J. Orthop Sports Phys Ther.* May; 36(5): 308-319
12. **Colby F.** 2001, Using the binomial distribution to assess effort: forced – choice testing in neuropsychological settings. *Neuro Rehabilitation.* Oct. ; 16(4) : 253-265
13. **Comfort Paul, Carly M. Green, Martyn Matthews** 2009, Training considerations after hamstring injury in athletes. *Strength and conditioning journal.* Feb; 31(1): 68-74

14. **Davies G., Riemann BL., Manske R.** 2015, CURRENT CONCEPTS OF PLYOMETRIC EXERCISE. *Int J Sports Phys Ther.* Nov;10(6):760-86.
15. **Dimitrios Stasinopoulos, Pantelis Manias** 2013, Comparing two eccentric exercise programmes for the management of Achilles tendinopathy. A pilot trial. *Journal of Bodywork & Movement Therapies* 17, 309e315
16. **Dirk Kokmeyer, Michael Wahoff, Matt Mymern** 2012, Suggestions From The Field For Return-To-Sport Rehabilitation Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Alpine Skiing. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 42(4):313-325.
17. **Elliot M. Greenberg, Jeffrey Albaugh, Theodore J. Ganley, J. Todd R. Lawrence** 2012, REHABILITATION CONSIDERATIONS FOR ALL EPIPHYSEAL ACL RECONSTRUCTION. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, | Volume 7, Number 2, Page 185
18. **Eric Waters** 2012, Suggestions From The Field For Return To Sports Participation Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Basketball. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 42(4):326-336
19. **Ericsson YB., Roos EM., Dahlberg L.** 2006, Muscle strength, functional performance and self-reported outcomes four years after arthroscopic partial meniscectomy in middle-aged patients. *Arthritis Rheum.* Dec15; 55(6): 946-952
20. **Fahlstrom Martin, Jonsson Per, Lorentzon Ronny, Alfredson Hakan** 2003, Chronic Achilles tendon pain treated with eccentric calf-muscle training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 11 : 327–333
21. **Fitzgerald GK., Lephart SM., Hwang JH., Wainers RS.,** 2001, Hop tests as predictors of dynamic knee stability. *J. Orthop Sports Phys Ther.* Oct; 31(10): 588-597
22. **Fouré A., Nordez A., Cornu C.** 2010, Plyometric training effects on Achilles tendon stiffness and dissipative properties. *J Appl Physiol* 109: 849–856
23. **Frohm A., Saartok T., Halvorsen K., Per Renstroöm** 2007, Eccentric treatment for patellar tendinopathy: a prospective randomised short-term pilot study of two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med* 41:e7
24. **Gauffin H., Tropp H.** 2006, Effect of ankle disk training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med.* Apr. ; 9(2) : 141-144
25. **Gollhofer A., Komi PV., Fujitsuka N., Miyashita M.** 1987, Fatigue during stretch-shortening cycle exercises. Changes in neuromuscular activation patterns of human skeletal muscle. *Int J Sports Med.* Mar. ; 8 : 38-47
26. **Grindem H., Logerstedt D., Eitzen I., Moksnes H., Axe MJ., Snyder-Mackler L., Engebretsen L., Risberg MA.** 2011, Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function in nonoperatively treated individuals with anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med.* Nov;39(11):2347-54.
27. **Herring Kirk M.** 2006, A Plyometric Training Model Used to Augment Rehabilitation from Tibial Fasciitis. *Current Sports Medicine Reports*, 5:147–154
28. **Hertel J., Olmsted- Kramer LC.** 2007, Deficits in time- to- boundary measures of postural control with chronic ankle instability. *Gait Posture.* Jan. ; 25(1) : 33-39
29. **Hewett TE., Stroupe AL., Nance TA., Noyes FR.** 1996, Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am J Sports Med.* Nov. ; 24(6) : 765-773
30. **Hill J., Leiszler M.** 2011, Review and role of plyometrics and core rehabilitation in competitive sport. *Curr Sports Med. Rep.* Nov-Dec; 10(6): 345-351

31. **Hortobagyi T., Hill JP., Houmard JA.** 1996, Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. *J Appl Physiol.* 80:765-772
32. **Hsu CJ., George SZ., Chmielewski TL.** 2016, Association of Quadriceps Strength and Psychosocial Factors With Single-Leg Hop Performance in Patients With Meniscectomy. *Orthop J Sports Med.* Dec 21;4(12)
33. **Huang Pi-Yin, Chen Wen-Ling, Lin Cheng-Feng, Lee Heng-Ju** 2014, Lower Extremity Biomechanics in Athletes With Ankle Instability After a 6-Week Integrated Training Program. *Journal of Athletic Training,* 49(2):163–172
34. **Ismail Manal M., Ibrahim Mohamed M., Youssef Enas F , Shorbagy Khaled M. El** 2010, Plyometric Training Versus Resistive Exercises After Acute Lateral Ankle Sprain. *Foot & Ankle International,* Vol. 31, No. 6
35. **Itoh H., Kurosaka M., Yoshiya S., Ichihashi N., Mizuno K.** 1998, Evaluation of functional deficits determined by four different hop tests in patients with anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthroscop.* June; 6(4): 241-245
36. **Kartus J., Magnusson L., Stener S.** 1999, Complications following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. A 2-5 year follow-up of 604 patients with special emphasis on anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Jun. ; 7(1) : 2-8
37. **Kim K., Jeon K.** 2016, Development of an efficient rehabilitation exercise program for functional recovery in chronic ankle instability. *J. Phys. Ther. Sci.,* 28: 1443–1447
38. **Koutras Georgios, Letsi Magdalini, Papadopoulos Pericles, Gigis Ioannis, Pappas Evangelos,** 2012, A randomized trial of isokinetic versus isotonic rehabilitation program after arthroscopic meniscectomy. *Int. J. Sports Phys Ther.* Feb; 7(1): 31-38
39. **Kubo K., Ishigaki T., Ikebukuro T.** 2017, Effects of plyometric and isometric training on muscle and tendon stiffness in vivo. *Physiol Rep,* 5 (15), e13374
40. **Kubo K., Ishigaki T.** 2017, Effects of plyometric and isometric training on muscle and tendon stiffness in vivo. *Physiol Rep.* Aug. ; 5(15) : 1337-1348
41. **Logerstedt D., Grindem H., Lynch A., Eitzen I., Engebretsen L., Risberg MA., Axe MJ., Snyder-Mackler L.** 2012, Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function after anterior cruciate ligament reconstruction : the Delaware – Oslo ACL cohort study. *Am J Sports Med.* Oct; 40(10): 2348-2356
42. **Lorenz Daniel, Reiman Michael** 2011, The role and implementation of eccentric training in athletic rehabilitation: Tendinopathy, hamstring strains and ACL reconstruction. *Int J Sports Phys Ther.* Jun; 7(3): 333-341
43. **Lysholm J., Wiklander J.** 1987, Injuries in runners. *Am J Sports Med.* Mar. ; 15(2) : 168-171
44. **Madsen LP., Hall EA., Docherty CL.,** 2018, Assessing outcomes in people with chronic ankle instability: The ability of functional performance tests to measure deficits in physical function and perceived instability. *J. Orthop Sports Phys Ther.* May; 48(5): 372-380
45. **Meierbachtol A., Rohman E., Paur E., Bottoms J., Tompkins M.** 2017, Quantitative improvements in hop test scores after a 6-week neuromuscular training program. *Sports Health.* Jan/Feb; 9(1): 22-29
46. **Moya – Angeler J., Vaquero J., Forriol F.** 2017, Evaluation of lower limb kinetics during gait, sprint and hop tests before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *J. Orthop Traumatol.* Jun; 18(2): 177-184
47. **Myer G. D., Kevin R. Ford, Jensen L. Brent, Timothy E. Hewett** 2006, THE EFFECTS OF PLYOMETRIC VS. DYNAMIC STABILIZATION AND BALANCE

- TRAINING ON POWER, BALANCE, AND LANDING FORCE IN FEMALE ATHLETES. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 345-353
48. **Newberry L., Bishop Mark D.** 2006, Plyometric and agility training into the regimen of a patient with post-surgical anterior knee pain. *Physical Therapy in Sport* Volume 7, Issue 3, Pages 161-167
 49. **Noyes FR., Barber SD., Magnine RE.** 1991, Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med.* Sep. ; 19(5) : 513-518
 50. **O'Driscoll J., Kerin F., Delahunt E.** 2011, Effect of a 6-week dynamic neuromuscular training programme on ankle joint function: A Case report. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, 3:13
 51. **Phillips N., Van Deursen RW.** 2008, Landing stability in anterior cruciate ligament deficient versus health individuals : a motor control approach. *Phys Ther Sport.* Nov ; 9(4) : 193-201
 52. **Reid A., Birmingham T. B., Stratford P. W., Alcock G. K., Giffin J. R.** 2007, Hop Testing Provides a Reliable and Valid Outcome Measure During Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction *Physical Therapy*, Volume 87, Issue 3, Pages 337–349
 53. **Reinke EK., Splinder KP., Loring D.** 2011, Hop tests correlate with IKDC and KOOS at minimum of 2 years after primary ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Nov. ; 19(11) : 1806-1816
 54. **Risberg MA., Holm I., Myklebust G., Engebretsen L.** 2007, Neuromuscular training versus strength training during the first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 87:73–750.
 55. **Ross MD., Langford B., Whelan PJ.** 2002, Test- retest reliability of 4 single- leg horizontal hop tests. *J Strength Cond Res.* Nov. ; 16(4): 617-622
 56. **Schmitt Brandon, Tim Tyler, Mchugh Malachy,** 2012, Hamstring injury rehabilitation and prevention of reinjury using lengthened state eccentric training : A new concept. *Int J Sports Phys Ther.* Mar; 6(1): 27-44
 57. **Sherry MA., Best TM.** 2004, A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports Phys Ther.* Mar; 34(3): 116-125
 58. **Souissi S., Wong del P., Dellal A., Croisier JL., Ellouze Z., Chamari K.** 2011, Improving Functional Performance and Muscle Power 4-to-6 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Sports Sci Med.*, 10(4):655-64. eCollection 2011.
 59. **Stensrud S., Risberg MA., Roos EM.** 2014, Knee function and knee muscle strength in middle-aged patients with degenerative meniscal tears eligible for arthroscopic partial meniscectomy. *Br. J. Sports Med.* May; 48(9): 784-788
 60. **Stergioulas A., Stergioula M., Aarskog R., Rodrigo A. B. Lopes-Martins, Jan M. Bjordal** 2008, Effects of Low-Level Laser Therapy and Eccentric Exercises in the Treatment of Recreational Athletes With Chronic Achilles Tendinopathy. *Am J Sports Med* 36: 881
 61. **Sueyoshi T., Nakahata A., Emoto G., Yuosa T.** 2017, Single-leg hop test performance and isokinetic knee strength after anterior cruciate ligament reconstruction in athletes. *Orthop J. Sports Med.* Nov14; 5(11)

62. **Thomee R., Kaplan y., Kvist J., Myklebust G., Risberg MA., Theisen D., Tsepis E., Werners, Wondrasch B., Witvroyw E.** 2011, Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* Nov; 19(11): 1798-1805
63. **Trigsted SM., Post EG., Bell DR.** 2017, Landing mechanics during single hop for distance in females following anterior cruciate ligament reconstruction compared to healthy controls. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc.* May; 25(5): 1395-1402
64. **Verstegen Mark, Falsone Susan, Orr Russell, Smith Steve** 2012, Suggestions From The Field For Return To Sports Participation Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: American Football. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 42(4):337-344.
65. **Weltin E., Gollhofer A., Mornieux G.** 2017, Effects of perturbation or plyometric training on core control and knee joint loading in women during lateral movements. *Scand J Med Sci Sports.*, 27(3):299-308.
66. **Wilk KE., Voigth ML., Keirns MA., Gambetta V., Andrews JR.** 1993, Stretch-shortening drills for the upper extremities : theory and clinical application. *J Orthop Phys Ther.* May ; 17(5) : 225-239
67. **Xergia Sofia A., Pappas Evangelos, Georgoulis Anastasios D.** 2015, Association of the single-limb hop test with isokinetic, kinematic and kinetic asymmetries in patients after anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Health.* May; 7(3): 217-223