



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ
Εργαστήριο Αθλητικής Φυσικοθεραπείας**

**«ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ
ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ
ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ»**

**Σφακιωτάκης Γιώργος
Καθηγητής Φυσικής Αγωγής**

**Μεταπτυχιακή Διατριβή
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ»**

ΑΘΗΝΑ 2008
I

Copyright

Σφακιωτάκης Γιώργος

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Αθήνα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ το Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού Αθήνας και κυρίως το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Βιολογία της Άσκησης» για την ευκαιρία που μου προσέφερε να πραγματοποιήσω Μεταπτυχιακές Σπουδές, τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου, Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Σπύρο Αθανασόπουλο καθώς και τα μέλη της Συμβουλευτικής Επιτροπής, Καθηγητή κ Κωνσταντίνο Μπουντόλο και τον Καθηγητή Κωνσταντίνο Καρτερολιώτη.

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΘΙΟΥ
ΧΙΑΣΤΟΥ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΙΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ
ΔΟΚΙΜΑΣΙΕΣ

Ο σκοπός της αποκατάστασης είναι η αντιμετώπιση των λειτουργικών ελλειμμάτων που προκαλούνται μετά από έναν τραυματισμό. Τα λειτουργικά αυτά ελλείμματα δεν επιτρέπουν στον τραυματία αθλητή/αθλούμενο να αποδώσει σε συγκεκριμένες εργασιακές, καθημερινές και αθλητικές δραστηριότητες. Οι μετρήσεις που χρησιμοποιούνται στα διάφορα προγράμματα αποκατάστασης, δίνουν ένα αποτέλεσμα με το οποίο προσδιορίζεται στο στάδιο της αποκατάστασης και ποσοτικοποιούνται παράμετροι της λειτουργικής απόδοσης.

Οι μετρήσεις αυτές προέρχονται από τον ίδιο τον ασθενή, ο οποίος δίνει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με το αίσθημα ανικανότητας, τον πόνο, τους ψυχολογικούς περιορισμούς. Οι υποκειμενικές αυτές μετρήσεις καθίσταται δυνατές με τη συμπλήρωση εξειδικευμένων ερωτηματολογίων τα οποία δίνουν σημαντική ανατροφοδότηση στον ειδικό της αποκατάστασης σχετικά με την κατάσταση του ασθενή. Επίσης, είναι δυνατόν με συγκεκριμένα μέσα, όπως είναι τα ισοκινητικά δυναμόμετρα, τα διάφορων τύπου αρθρόμετρα, γωνιόμετρα κα, να ποσοτικοποιηθούν φυσιολογικές παράμετροι όπως το εύρος τροχιάς, η δύναμη, η ισορροπία, ο νευρομυϊκός συντονισμός, οι οποίες επηρεάζονται κατά πολύ μετά από έναν σοβαρό τραυματισμό όπως είναι η ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.

Ο απώτερος σκοπός κάθε προγράμματος λειτουργικής αποκατάστασης είναι η επιστροφή με ασφάλεια στα προ του τραυματισμού επίπεδα δραστηριότητας με μείωση της πιθανότητας επανατραυματισμού. Προς αυτήν την κατεύθυνση πολύ αποτελεσματικά εργαλεία στα χέρια του ειδικού της αποκατάστασης είναι οι λειτουργικές δοκιμασίες.

Οι δοκιμασίες αυτές είναι απλές δραστηριότητες όπως αναπηδήσεις στο ένα ή στα δύο πόδια, ταχύτητες, δραστηριότητες ευκινησίας ή άλματα, που όμως φορτίζουν την τραυματισμένη άρθρωση κατά τρόπο που προσομοιάζει τις πραγματικές συνθήκες. Παρότι δεν μπορούν πλήρως να φορτίσουν την άρθρωση με τον τρόπο που αυτή φορτίζεται κατά τις πραγματικές συνθήκες, ωστόσο είναι «μιμητικές» των πραγματικών συνθηκών και περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο εργαλείο στα χέρια του ειδικού της αποκατάστασης μπορούν να προβλέψουν την ασφαλή επιστροφή στο συναγωνισμό. Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα των λειτουργικών δοκιμασιών αυξάνεται όταν σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης ή αξιολόγησης, συμπεριλαμβάνονται περισσότερες από μία λειτουργικές δοκιμασίες, χρησιμοποιούνται δηλαδή όχι μόνες τους αλλά σε συνδυασμό.

Ο ειδικός της αποκατάστασης θα πρέπει να αξιολογεί κάθε τι που έχει στα χέρια του και ανάλογα με τη φάση της αποκατάστασης να χρησιμοποιεί τις αντίστοιχες μετρήσεις. Για παράδειγμα, οι υποκειμενικές και αντικειμενικές μετρήσεις μπορούν να φανούν πολύ χρήσιμες κατά τα πρώτα στάδια της αποκατάστασης, ενώ οι λειτουργικές δοκιμασίες, καθώς επιβαρύνουν την άρθρωση σε

συνδυασμένα φορτία, καλό είναι να χρησιμοποιούνται προς τα τελευταία στάδια της αποκατάστασης, όπου ο ασθενής έχει επαναποκτήσει τις βασικές φυσιολογικές παραμέτρους που μπορούν να του προσδώσουν δυναμική σταθερότητα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελίδες
ΚΕΦΑΛΑΙΟ I: Εισαγωγή	10
Σκοπός της ανασκόπησης	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ II: Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας	13
Κλινικές μετρήσεις	14
Εύρος τροχιάς	14
Πρόσθια μετατόπιση της κνήμης	15
Μέτρηση μυϊκής δύναμης	16
Ιδιοδεκτικότητα και ισορροπία	18
Υποκειμενικές μετρήσεις	20
Λειτουργικές δοκιμασίες	24
Οι λειτουργικές δοκιμασίες στην αξιολόγηση του τραυματία αθλητή	27
Περιγραφή των λειτουργικών δοκιμασιών	34
Δοκιμασίες αναπηδήσεων στο ένα πόδι	36
Εναλλάξ αναπηδήσεις	43
Αλτικές δοκιμασίες	43
Ταχύτητες	44
Δοκιμασίες ευκινησίας	44
Κλίμακες	48
FAT Battery Test	49
Αξιοπιστία και εγκυρότητα των λειτουργικών δοκιμασιών	52
Σχέση μεταξύ κλινικών μετρήσεων	58
Ανάλυση αποτελεσμάτων	60
Προϋποθέσεις συμμετοχής σε λειτουργικές δοκιμασίες	62
Μεθοδολογικές υποδείξεις	64
Συμπέρασμα	66
Βιβλιογραφία	68

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1: Λειτουργικές δοκιμασίες: (Α) Απλή αναπήδηση σε απόσταση, (Β) Τριπλή αναπήδηση σε απόσταση, (Γ) Διασταυρούμενη αναπήδηση σε απόσταση. <i>Τροποποιημένο από Phillips et al,2000</i>	39
Εικόνα 2.2: (Α) διασταυρούμενη αναπήδηση, (Β) αναπήδηση σε σκαλοπάτι <i>Τροποποιημένη από Horper et al,2002</i>	41
Εικόνα 2.3: Α-Δ Τέσσερα λειτουργικά τεστ σε συνδυασμό. Α Αναπήδηση σε σχήμα οχτώ, Β αναπήδηση σε σκαλοπάτι, Γ πλαϊνή αναπήδηση, Δ απλή αναπήδηση <i>Τροποποιημένη από Itoh et al, 1998</i>	50
Εικόνα2.4: Τρέξιμο «συνσυστολή».....	51

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΠΧΣ: πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος

ICC: intraclass correlation coefficient

ΔΣ: Δείκτης συμμετρίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

Εισαγωγή

Η άρθρωση του γόνατος είναι μια από τις συχνότερα τραυματιζόμενες αρθρώσεις στο ανθρώπινο σώμα και αυτό εξαιτίας των λειτουργικών απαιτήσεων και της συχνής έκθεσης σε αυξημένα φορτία κατά τη διάρκεια καθημερινών και αθλητικών δραστηριοτήτων. Εντός της φυσιολογικής του δραστηριότητας, το γόνατο δεν παρουσιάζει μόνο καμπτική και εκτατική κίνηση αλλά και έσω, έξω, πρόσθια, οπίσθια, στροφική και αξονική κίνηση. Ο συνδυασμός αυτών των κινήσεων ελέγχεται από την αλληλεπίδραση μεταξύ των οστών, των θυλακοσυνδεσμικών στοιχείων και του νευρομυϊκού συστήματος. Τραυματισμός σε οποιοδήποτε από τα παραπάνω στοιχεία επηρεάζει την φυσιολογική λειτουργία της άρθρωσης του γόνατος (Canavan, 1998; Thomson et al, 2005).

Η αύξηση της ενασχόλησης με την αθλητική δραστηριότητα τα τελευταία χρόνια, παρότι θεωρείται μέρος ενός υγιούς τρόπου ζωής, εντούτοις έχει οδηγήσει σε αύξηση των τραυματισμών. Ένας από τους συχνότερους τραυματισμούς στην άρθρωση του γόνατος που σχετίζεται με την αθλητική συμμετοχή, είναι η ρήξη στον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο (ΠΧΣ) (Phillips et al, 2000). Η συχνότητα αυτού του τραυματισμού υπολογίζεται ότι είναι 30 ανά 100.000 πληθυσμού (Thomson et al, 2002). Ο ΠΧΣ είναι ο κύριος περιοριστής της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης και επίσης, οδηγεί την κίνηση του γόνατος και

εμποδίζει την υπερέκταση. Η ρήξη του συνδέσμου αυτού προκαλείται συνήθως από απότομη επιβράδυνση κατά την προσγείωση, συνδυασμένη με στροφική κίνηση. Η ρήξη μπορεί να είναι ολική ή μερική και μπορεί να επισυμβεί στη μεσότητα ή στην έκφυση του συνδέσμου. Η ρήξη προκαλεί οίδημα και μυϊκή αναχαίτιση, καθώς και αδυναμία πλήρους ενεργοποίησης των μυών του μηρού. Αυτό, σε συνδυασμό με την αναπόφευκτη ακινητοποίηση προκαλούν μυϊκή ατροφία η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε αρθρική αστάθεια (Ageberg et al, 2005; Thomson et al, 2002).

Η αποκατάσταση ενός αθλητή ή αθλούμενου με ρήξη στον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο δεν είναι εύκολη υπόθεση. Συνήθως, άτομα που συμμετέχουν σε οργανωμένες αθλητικές δραστηριότητες υψηλών απαιτήσεων, όπως το ποδόσφαιρο, η καλαθοσφαίριση ή η πετοσφαίριση, αντιμετωπίζονται χειρουργικά, ενώ αυτοί που συμμετέχουν σε ήπια αθλητική δραστηριότητα, αντιμετωπίζονται συντηρητικά (Canavan, 1998). Αναφέρεται, ότι ασθενείς με ρήξη ΠΧΣ, δεν θα επανακτήσουν την μυϊκή λειτουργική ικανότητα του γόνατος παρά μόνο μετά από 10 έως 22 μήνες μετά το χειρουργείο, ενώ η αποκατάσταση της ιδιοδεκτικής λειτουργίας μπορεί να πάρει μέχρι και 18 μήνες (Devita et al, 1998; Iwasa et al, 2000).

Η αποκατάσταση του ασθενή με ρήξη στον ΠΧΣ απαιτεί επαναφορά του εύρους τροχιάς και της μυϊκής λειτουργικής ικανότητας στα προ του τραυματισμού επίπεδα. Το πρόγραμμα αποκατάστασης πρέπει να παρέχει επαρκή επίπεδα φόρτισης προκειμένου να προαχθεί η επούλωση και κάθε πρωτόκολλο μπορεί να διαφέρει κατά περίπτωση

(Canavan, 1998). Ο υπέρτατος στόχος της αποκατάστασης είναι η ασφαλής επιστροφή στα προ του τραυματισμού επίπεδα απόδοσης (Clark, 2001; Smith et al, 2004; Thomson et al, 2005). Για να γίνει αυτό θα πρέπει να ληφθούν και να εκτιμηθούν πλήθος παράγοντες (Canavan, 1998). Η υποκειμενική εκτίμηση του ασθενή, τα παράπονα για πόνο, ενοχλήσεις, σπασμούς, πρέπει να συνεκτιμώνται και να συμπεριλαμβάνονται στο πρόγραμμα αποκατάστασης μαζί με τους αντικειμενικούς περιορισμούς, όπως το μειωμένο εύρος τροχιάς, το οίδημα, η αστάθεια, και η δυναμική μυϊκή ανεπάρκεια. Επειδή οι αντικειμενικοί περιορισμοί ποσοτικοποιούνται εύκολα με τη βοήθεια ενός γωνιόμετρου, μιας μεζούρας, ενός αρθρόμετρου ή ενός ισοκινητικού μηχανήματος, εύκολα μπορούν να συμπεριληφθούν στο πρόγραμμα αποκατάστασης και μεγάλη προσοχή έχει δοθεί σε αυτούς. Οι στόχοι των αντικειμενικών προβλημάτων καθορίζονται από τον θεραπευτή, ενώ οι στόχοι όσον αφορά τους υποκειμενικούς περιορισμούς, οριοθετούνται πρωτίστως από τον ασθενή (Ghena, 2000).

Ιστορικά, η ενδυνάμωση των ισchioκνημιαίων θεωρούνταν ως η κύρια παράμετρος του προγράμματος αποκατάστασης (Phillips et al, 2000). Ωστόσο, έχει πλέον επικρατήσει η αρχή της κλειστής κινητικής αλυσίδας, όπως τα ημικαθίσματα που φαίνεται ότι προάγουν την μυϊκή συνσυστολή και συνεπώς την αρθρική σταθερότητα μέσω και του ερεθισμού των ιδιοδεκτών (Canavan, 1998). Η ενσωμάτωση πλέον της νευρομυϊκής επανεκπαίδευσης, η οποία περιλαμβάνει ιδιοδεκτικές και λειτουργικές δοκιμασίες, φαίνεται ότι καλύπτει το κενό των

παραδοσιακών μεθόδων αποκατάστασης και επιτρέπει μια πιο επιτυχή επιστροφή στην αθλητική δραστηριότητα (Hopper et al, 2002; Phillips et al).

Είναι σημαντικό για την επιτυχή έκβαση ενός προγράμματος αποκατάστασης, να μπορεί να εκτιμηθεί η ανοχή του ασθενή στις δυναμικές απαιτήσεις των δραστηριοτήτων που το απαρτίζουν (Clark, 2001). Για το λόγο αυτό απαιτείται αξιολόγηση και εκτίμηση της κλινικής πράξης. Η αξιολόγηση αυτή περιλαμβάνει μετρήσεις οι οποίες έχουν σκοπό να εκτιμήσουν το στάδιο στο οποίο έχει προχωρήσει ο ασθενής. Όσον αφορά την αποκατάσταση της ρήξης του ΠΧΣ, οι μετρήσεις αυτές χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: τις κλινικές, τις υποκειμενικές μετρήσεις και τις λειτουργικές δοκιμασίες (Ageberg et al, 2005; Clarl, 2001; Hamilton et al, 2008; Henriksson et al, 2001; Hopper et al, 2002, Phillips et al, 2000; Smith et al, 2004).

Σκοπός της ανασκόπησης

Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι να παρουσιάσει τις μετρήσεις που πραγματοποιούνται στην πορεία ενός προγράμματος αποκατάστασης του ΠΧΣ, με έμφαση στις λειτουργικές δοκιμασίες και να δείξει κατά πόσο χρησιμοποιούνται και κατά πόσον ο ειδικός της αποκατάστασης μπορεί να τις εμπιστευτεί, προκειμένου να αποφασίσει για το εάν ο τραυματίας αθλητής μπορεί με ασφάλεια και με μειωμένες πιθανότητες επανατραυματισμού να επιστρέψει στο συναγωνισμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

Ανασκόπηση της Βιβλιογραφίας

Κλινικές μετρήσεις

Οι κλινικές μετρήσεις που χρησιμοποιούνται σε ασθενείς με ρήξη στον ΠΧΣ, περιλαμβάνουν, την μέτρηση του εύρους τροχιάς με έμφαση στην τελική έκταση και η οποία συνήθως γίνεται με τη χρήση ενός γωνιόμετρου (De Carlo et al, 1994), την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης η οποία πραγματοποιείται με τη χρήση ενός αρθρόμετρου (Ageberg et al, 2005; Sekiya et al, 1998), μετρήσεις της μυϊκής δύναμης (Canavan, 1998, Sekiya et al, 1998), πολλές φορές και με τη βοήθεια των ισοκινητικών μηχανημάτων (Clark, 2001; Canavan 1998) αλλά και με ισομετρικές και ισοτονικές ασκήσεις (Clark, 2001; Borsa et al, 1998; Canavan 1998), ιδιοδεκτικότητα και στατική ισορροπία (Ageberg et al, 2005; Borsa et al, 1998; Henriksson et al, 2001).

Εύρος τροχιάς

Το εύρος τροχιάς είναι προαπαιτούμενο σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης. Συνήθως το εύρος τροχιάς μιας άρθρωσης μετριέται με γωνιόμετρα. Για να είναι ακριβής η μέτρηση, το σημείο της έκφυσης του μυός θα πρέπει να σταθεροποιείται καλά ενώ το άλλο άκρο κινείται προς τέτοια κατεύθυνση ώστε να επιμηκυνθεί ο μυς (Kendall et al, 1993).

Πρόσθια μετατόπιση της κνήμης

Ένα χρήσιμο εργαλείο για την αντικειμενική μέτρηση της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης είναι το αρθρόμετρο (πχ, KT 1000 και KT2000). Αρχικά, η επιγονατίδα σταθεροποιείται στη μηριαία τροχιλία και στη συνέχεια μετριέται με το αρθρόμετρο η κίνηση του κνημιαίου κονδύλου σε σχέση με την επιγονατίδα και συνεπώς με την κνήμη. Το γόνατο σε αυτή τη διαδικασία θα πρέπει να βρίσκεται στις 20-30° έκτασης προκειμένου να σταθεροποιηθεί ή επιγονατίδα μέσα στη μηριαία τροχιλία και η πίεση με τα χέρια πάνω στην επιγονατίδα θα πρέπει να παραμένει σταθερή καθόλη τη διάρκεια της μέτρησης προκειμένου να είναι ακριβή τα αποτελέσματα (Ageberg et al, Henriksson et al, 2001; 2005; Phillips et al, 2000).

Ο βαθμός της μετατόπισης θεωρείται συνήθως δείκτης της επιτυχούς ή μη ανακατασκευής του ΠΧΣ. Η ετερόπλευρη διαφορά θα να είναι μικρότερη από 3mm τότε ώστε το γόνατο να θεωρείται φυσιολογικό (Shelbourne & Nitz, 1990).

Καθώς η ακρίβεια της μέτρησης βασίζεται στη σωστή τοποθέτηση της επιγονατίδας, η εθελούσια μυϊκή συστολή ή χαλάρωση θα επιδράσει στον αισθητήρα του αρθρόμετρου. Όσον αφορά τον εξεταστή, θα πρέπει να εφαρμόσει σταθερή πίεση πάνω στην επιγονατίδα, να τοποθετήσει σωστά τη συσκευή και να προσέξει την ταχύτητα και την κατεύθυνση εφαρμογής της δύναμης (Wroble et al, 1990).

Μέτρηση μυϊκής δύναμης

Η προπόνηση δύναμης θεωρείται ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της αποκατάστασης μετά από τραυματισμό του ΠΧΣ (Ageberg et al, 2005) και συνήθως πραγματοποιείται με ισομετρικές, και ισοτονικές ασκήσεις, με ελεύθερα βάρη ή λάστιχα. Η χρήση ισοκινητικών δυναμόμετρων είναι σίγουρα μια περισσότερο αξιόπιστη και έγκυρη μέτρηση σε σύγκριση με τη μέτρηση της περιφέρειας του μηρού ή τη μία μέγιστη επανάληψη με ελεύθερα βάρη (Keskula et al, 1996). Τόσο όμως οι ισοτονικές όσο και οι ισοκινητικές ασκήσεις είναι σημαντικές γιατί μπορούν να απομονώσουν τον αδύναμο κρίκο της κινητικής αλυσίδας και να επικεντρώσουν στην ενδυνάμωση της πάσχουσας περιοχής (Davies, 1995).

Είναι γνωστό ότι η σταθερότητα μιας άρθρωσης καθορίζεται από τα παθητικά και τα ενεργητικά στοιχεία. Έτσι, οι ισchioκνημιαίοι λειτουργούν συνεργιστικά με τον πρόσθιο χιαστό για τη μείωση των διατμητικών φορτίων στο γόνατο και τη μείωση της τάσης στο σύνδεσμο. Η υπερφόρτωση του πρόσθιου χιαστού μάλιστα, προκαλεί αντανακλαστική συστολή των ισchioκνημιαίων. Η ενδυνάμωση των ισchioκνημιαίων μπορεί να καλύψει εν μέρει την απουσία του πρόσθιου χιαστού και να κατανείμει ομαλά τα φορτία στο γόνατο. Οι ασθενείς οι οποίοι προέρχονται από ένα ανεπαρκές πρόγραμμα αποκατάστασης του πρόσθιου χιαστού, χρησιμοποιούν περισσότερο τους ισchioκνημιαίους. Βέβαια, μετά από τραυματισμό του πρόσθιου χιαστού ο ορθός μηριαίος χάνει τη δύναμή του. Ο ορθός μηριαίος όμως επιτελεί δύο σημαντικές

λειτουργίες κατά τη φάση της βάδισης. Δρα έκκεντρα κατά την αρχική επαφή με το έδαφος για να ελέγξει την κάμψη του γόνατος στη φάση της αντίδρασης στη φόρτιση και σύγκεντρα για να εκτείνει το γόνατο στη μεσαία φάση. Αυτές οι δύο λειτουργίες πλήττονται εξαιρετικά μετά από τραυματισμό του πρόσθιου χιαστού και είναι πολύ σημαντικό να επανέλθουν μέσα από το πρόγραμμα της λειτουργικής αποκατάστασης. Η μυϊκή δράση λοιπόν συνεισφέρει δυναμικά στη σταθερότητα της άρθρωσης και μοναδικά στη λειτουργία της σε βαρομεταφέρουσες καταστάσεις (Snyder & Mackler, 1996).

Ένα μειονέκτημα της ισοκινητικής δυναμομέτρησης είναι το γεγονός ότι τα ισοκινητικά δεδομένα δεν παρουσιάζουν σημαντικές συσχετίσεις με τις λειτουργικές δοκιμασίες συν το γεγονός ότι το κόστος τους είναι πολύ ακριβό. Παρά το γεγονός όμως ότι κατά την ισοκινητική δυναμομέτρηση, η θέση του άκρου και η ταχύτητα της κίνησης δεν αντιπροσωπεύουν τις λειτουργικές θέσεις στις οποίες κινείται η άρθρωση, εντούτοις υπάρχουν κάποιες έρευνες που βρίσκουν σημαντική συσχέτιση μεταξύ ισοκινητικών και λειτουργικών δοκιμασιών (Wilk, 1994).

Κάποιες έρευνες αναφέρουν θετική συσχέτιση μεταξύ της παραγόμενης ισοκινητικής μέγιστης ροπής και λειτουργικών δοκιμασιών (Barber et al, 1991; Karlsson et al, 1991), ενώ άλλοι δεν αναφέρουν καμία συσχέτιση μεταξύ ισοκινητικής δοκιμασίας και αθλητικής απόδοσης (Anderson et al, 1991; Blackburn & Morrissey, 1998). Ο Wilk και οι συνεργάτες του (1994), αναφέρουν ότι στις περιπτώσεις που δεν βρέθηκαν συσχετίσεις μεταξύ ισοκινητικών και

λειτουργικών δοκιμασιών, το ισοκινητικό μηχάνημα δεν επέτρεπε στις μυϊκές ομάδες να εργάζονται σύμφωνα με τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης, μη επιτρέποντας την έκκεντρη ενεργοποίηση των ανταγωνιστών μυών όπως συμβαίνει κατά τις λειτουργικές δοκιμασίες. Συνεπώς, ο τύπος του ισοκινητικού μηχανήματος και το πρωτόκολλο μέτρησης πιθανόν να παίζει σημαντικό ρόλο για το εάν μπορεί να υπάρξει συσχέτιση μεταξύ ισοκινητικής και λειτουργικής απόδοσης.

Σίγουρα πάντως, το ισοκινητικό δυναμόμετρο είναι ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο και μπορεί να δώσει αντικειμενικές μετρήσεις. Ωστόσο, δεν αντανakλά τη λειτουργική δραστηριότητα μπορεί όμως να απομονώσει τις μυϊκές ομάδες που χρειάζονται ενδυνάμωση και να λειτουργήσει πολύ χρήσιμα κατά την αξιολόγηση των ετερόπλευρων διαφορών μεταξύ εκτεινόντων και καμπτήρων που θα πρέπει να είναι λιγότερη από 15% προκειμένου να επιστρέψει ο τραυματίας αθλητής στο συναγωνισμό (Ghena, 2000; Phillips et al, 2000).

Ιδιοδεκτικότητα και ισορροπία

Οι πληροφορίες σχετικά με την θέση των αρθρώσεων και του σώματος, αλλά και την ταχύτητα και την κατεύθυνση της κίνησης είναι σημαντικοί παράγοντες για την στατική ισορροπία. Οι αισθητικοί υποδοχείς που βρίσκονται σε μύες, αρθρώσεις, συνδέσμους, τένοντες και δέρμα προσάγουν πολύτιμες πληροφορίες προς το κεντρικό νευρικό σύστημα (Henriksson et al, 2001). Νευροφυσιολογικές μελέτες έχουν δείξει ότι ο ΠΧΣ έχει σημαντική ιδιοδεκτική λειτουργία, πράγμα που ενισχύει τον βιομηχανικό του ρόλο στην διατήρηση της αρθρικής

σταθερότητας (Hauton & Atwater, 1992). Ως αποτέλεσμα λοιπόν της ρήξης του ΠΧΣ, παρουσιάζεται και ένα σοβαρό ιδιοδεκτικό έλλειμμα (Hamilton et al, 2008). Η επαναπόκτηση του νευρομυϊκού ελέγχου μετά από τραυματισμό του ΠΧΣ είναι προαπαιτούμενο της αποκατάστασης (Henriksson et al, 2001).

Έτσι, σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης ΠΧΣ χρησιμοποιούνται πολύ και ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας οι οποίες, εκτός από το ότι μειώνουν τα διατμητικά και αυξάνουν τα συμπιεστικά φορτία γύρω από την άρθρωση, ερεθίζουν και τους μηχανοϋποδοχείς προάγοντας έτσι την δυναμική σταθερότητα (Palmitier et al, 1991).

Η ανάγκη λοιπόν να ενταχθούν στην αποκατάσταση ιδιοδεκτικές παράμετροι αναζητά την εφαρμογή αντικειμενικών μετρήσεων της ιδιοδεκτικότητας. Ο Lephart και οι συνεργάτες του (1997), αναφέρουν ότι το κατώφλι ανίχνευσης της κίνησης και η παθητική επανατοποθέτηση του μέλους όταν γίνονται σε χαμηλές ταχύτητες ($0.5-2^{\circ}/\text{sec}$), τότε επιλεκτικά ερεθίζουν τους υποδοχείς αίσθησης της θέσης (τύπου Ruffini). Η ενεργητική επανατοποθέτηση του μέλους ερεθίζει αρθρικούς και μυϊκούς υποδοχείς προσδίδοντας πιο λειτουργικό χαρακτήρα στην αξιολόγηση.

Άλλοι τρόποι μέτρησης της σταθερότητας συνιστούν η ανάλυση πατέντων μυϊκής ενεργοποίησης μέσω ηλεκτρομυογράφου, αντανakλαστικές αντιδράσεις σε ασταθείς πλατφόρμες ισορροπίας, κινητικές και κινηματικές μετρήσεις πάνω σε δυναμοδάπεδα (Ageberg et al, 2005; Henriksson et al, 2001, Riemman et al, 2002).

Υποκειμενικές μετρήσεις

Σε μια προσπάθεια να καταγραφούν και να μετρηθούν οι προσωπικές περιγραφές του ασθενή σχετικά με την πρόοδο των συμπτωμάτων του, έχουν διαμορφωθεί ερωτηματολόγια που απευθύνονται στην υποκειμενική κρίση του ασθενή (Ghena, 2000). Τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιούνται συχνότερα στους συνδεσμικούς τραυματισμούς του γόνατος είναι τα εξής: MLKS (Modified Lysholm Knee Score) (Lysholm & Gillquist, 1982; Tegner et al, 1986), TAS (Tegner Activity Score) (Tegner & Lysholm, 1985), CNKRS (Cincinnati-Noyes Knee Rating System) (Phillips et al, 2000; Smith et al, 2004), MNKQ (Modified Noyes Knee Questionnaire (Wilk et al, 1994) και το Knee Ligament Standard Evaluation Form.

Οι Lysholm & Gilquist (1982), ανέπτυξαν μια κλίμακα λειτουργικής αξιολόγησης η οποία χρησιμοποιήθηκε για πολλά χρόνια ως μέθοδος αναφοράς. Η κλίμακα Lysholm αξιολογεί τη λειτουργία του γόνατος σε ασθενείς με ανακατασκευή πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Αξιολογεί οκτώ διαφορετικές παραμέτρους με μέγιστη βαθμολογία τους 100 πόντους. Η κατανομή του σκορ ανά παράμετρο έχει ως εξής: χωλότητα (5 πόντοι), εξωτερική υποστήριξη (5 πόντοι), αίσθημα «κλειδώματος» (15 πόντοι), αστάθεια (25 πόντοι), πόνος (25 πόντοι), οίδημα (10 πόντοι), ανεβοκατέβασμα σκάλας (10 πόντοι), ημικάθισμα (5 πόντοι). Ανικανότητα, πχ για ανεβοκατέβασμα σκάλας και ημικάθισμα αξιολογείται με 0 πόντους, και με 10 πόντους όταν δεν υπάρχει περιορισμός (Keskula et al, 1996). Το μειονέκτημά της

κλίμακας Lysholm είναι ότι παρότι αξιολογεί παραμέτρους που σχετίζονται με τις καθημερινές δραστηριότητες, ωστόσο δε δίνει πληροφορίες για την ανταπόκριση του τραυματία κατά τις αθλητικές δραστηριότητες.

Το TAS, αξιολογεί διαφορετικά επίπεδα δραστηριοτήτων που σχετίζονται με ανταγωνιστικές και αθλητικές αλλά και δραστηριότητες αναψυχής. Για παράδειγμα, το επίπεδο 0 έως 3 περιλαμβάνει ανικανότητα, ελαφριά εργασία και κολύμπι, το επίπεδο 4 έως 6 αναφέρεται σε ήπια εργασία, jogging και τέννις, ενώ το επίπεδο 7 έως 10 αναφέρεται σε μπάσκετ, σκι και ποδόσφαιρο. Οι πληροφορίες που συλλέγονται γίνονται πιο χρήσιμες όταν τα δύο τεστ συνδυάζονται μεταξύ τους (Lysholm και TAS). Για παράδειγμα, ένας αθλητής που προέρχεται από ρήξη ΠΧΣ θα πάρει 40 έως 60 πόντους στο πρώτο τεστ και θα είναι στο 4 με 5 επίπεδο του δεύτερου, ενώ ένας υγιής θα πάρει 90 με 100 και επίπεδο 7 αντίστοιχα (Ghena, 2000).

Το CNKRS (Cincinnati-Noyes Knee Rating System) διαχωρίζει τις αθλητικές με τις εργασιακές δραστηριότητες σε ξεχωριστές φόρμες ώστε να μην υπάρχει σύγχυση κατά τη συλλογή των αποτελεσμάτων (Ghena, 2000). Το ερωτηματολόγιο αυτό χρησιμοποιεί ένα σύστημα πόντων το οποίο σχετίζεται με δύο κατηγορίες: τον τύπο της δραστηριότητας και την συχνότητα εβδομαδιαίας. Ο συνδυασμός και των δύο αυτών παραγόντων δίνει μια ένδειξη του επιπέδου του συναγωνισμού. Το σύστημα αυτό στο οποίο διαχωρίζεται το επίπεδο δραστηριότητας για κάθε ασθενή πριν γίνει σύγκριση των συμπτωμάτων βοηθά να προληφθούν ανόμοιες συγκρίσεις. Για

παράδειγμα θα ήταν άδικο να συγκριθεί η αποτελεσματικότητα της θεραπείας μεταξύ μιας ομάδας ασθενών που κάνει ήπιο τρέξιμο 3 φορές τη βδομάδα και μιας που μπορεί να είναι επαγγελματίες αθλητές. Η επιλογή ενός συγκεκριμένου προ τραυματισμού επιπέδου δραστηριότητας επιτρέπει τη σύγκριση όμοιων και όχι ανόμοιων καταστάσεων (Phillips et al, 2000).

Μια εξαπλουστευμένη έκδοση του CNKRS (Cincinnati-Noyes Knee Rating System) αποτελεί το MNKQ (Modified Noyes Knee Questionnaire (Wilk et al, 1994). Το ερωτηματολόγιο αυτό είναι πιο απλό, λιγότερο χρονοβόρο και επικεντρώνεται στην γενική λειτουργικότητα του κάτω άκρου. Επιχειρεί να ποσοτικοποιήσει τα συμπτώματα και το επίπεδο λειτουργίας. Οι ερωτήσεις που σχετίζονται με τα συμπτώματα περιλαμβάνουν τον πόνο (20 βαθμοί), το οίδημα (10 βαθμοί), και τη σταθερότητα (20 βαθμοί). Οι ερωτήσεις που σχετίζονται με την λειτουργικότητα περιλαμβάνουν το συνολικό επίπεδο δραστηριότητας (20 βαθμοί), το περπάτημα (10 βαθμοί), το ανεβοκατέβασμα σκάλας (5 βαθμοί), το τρέξιμο (10 βαθμοί), τα άλματα και τις στροφές (5 βαθμοί) (Ghena, 2000).

Το 1987 έγινε μια προσπάθεια να βρεθούν κοινά κριτήρια αξιολόγησης τα οποία θα μπορούσαν να αποτελέσουν σημεία αναφοράς για την διεθνή έρευνα, ώστε να υπάρχει και μια κοινή γλώσσα αλλά και συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων. Αυτή η αξιολόγηση περιλαμβάνει την υποκειμενική αξιολόγηση του ίδιου του ασθενή σχετικά με την λειτουργικότητά του (ως φυσιολογική, σχεδόν φυσιολογική, μη φυσιολογική και καθόλου φυσιολογική). Κατηγοριοποιεί τα

συμπτώματα, πόνο, οίδημα, εύρος κίνησης, συνδεσμική εξέταση, συνοδά συμπτώματα και ακτινογραφικά ευρήματα. Χρησιμοποιεί και ένα λειτουργικό τεστ, τη μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση σαν μέτρο σύγκρισης με την υγιή πλευρά. Όλες αυτές οι πληροφορίες συλλέγονται και συσχετίζονται με τα προ του τραυματισμού δεδομένα (Ghena, 2000; Phillips et al, 2000).

Οι αξιολογικές κλίμακες που περιγράφηκαν παραπάνω, διαβαθμούν τις διάφορες ικανότητες. Για παράδειγμα, η κλίμακα Lysholm, έχει τέσσερα επίπεδα για την παράμετρο οίδημα: κανένα (10 πόντοι), σε φυσιολογική εκδήλωση (6 πόντοι), μη φυσιολογική εκδήλωση (2 πόντοι) και μόνιμο οίδημα (0 πόντοι). Η διαβάθμιση των επιπέδων για μια παράμετρο αυξάνει την ευαισθησία της κλίμακας.

Η λειτουργικότητα είναι μια έννοια η οποία εμπεριέχει πλήθος παραγόντων που τη συνιστούν. Εκτός από τη συγκεκριμένη παθολογία του γόνατος, παράγοντες όπως η συνολική αντοχή, το επίπεδο αθλητικής επιδεξιότητας καθώς και ψυχολογικοί παράγοντες συμπληρώνουν την έννοια της λειτουργικότητας. Αυτοί οι παράγοντες, δύσκολα συνεκτιμώνται μέσα στο κλινικό περιβάλλον και απαιτούν συνθήκες συναγωνισμού. Οι κλίμακες δραστηριοτήτων παρέχουν τόσο στον ειδικό της αποκατάστασης όσο και στον αθλητή την ευκαιρία να εκτιμήσουν την απόδοση του γόνατος σε ένα πραγματικό περιβάλλον (Keskula et al, 1996).

Η κατάλληλη επιλογή της κλίμακας εξαρτάται από το στάδιο της αποκατάστασης. Οι Risberg & Ekeland (1994) παρότι ανέφεραν υψηλή απόδοση σύμφωνα με την κλίμακα Lysholm, ωστόσο, το 55% των

ασθενών που εξετάστηκαν παρουσίασαν σοβαρούς περιορισμούς στην εκτέλεση έντονων δραστηριοτήτων. Τα δεδομένα από την κλίμακα Lysholm, δεν μπορούν να αξιολογήσουν την απόδοση σε δραστηριότητες όπως το τρέξιμο, οι στροφές ή το άλμα. Συνίσταται συνεπώς να χρησιμοποιείται στην πρώιμη φάση του προγράμματος αποκατάστασης. Η κλίμακα που επιλέγεται κάθε φορά θα πρέπει να μπορεί να αξιολογεί και τις αντίστοιχες ικανότητες που ο ειδικός της αποκατάστασης θέλει κάθε φορά να αξιολογήσει.

Δεν υπάρχει κάποιο «gold standard» όσον αφορά τις κλίμακες της υποκειμενικής αξιολόγησης γιατί κάθε μια από αυτές παρουσιάζει δυνατά και αδύναμα σημεία. Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα θα αυξηθεί όταν χρησιμοποιηθεί το κατάλληλο ερωτηματολόγιο για τον κάθε φορά υπό εξέταση πληθυσμό. Το σίγουρο είναι ότι ένα πρόγραμμα αποκατάστασης θα ήταν ελλιπές εάν αρκούνταν μόνο στις αντικειμενικές και υποκειμενικές μετρήσεις και δεν περιελάμβανε και τις λειτουργικές δοκιμασίες, οι οποίες και αποτελούν το αποκορύφωμα σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης τραυματισμού.

Λειτουργικές δοκιμασίες

Εφόσον μέχρι σήμερα δεν υπάρχει ένα εργαλείο το οποίο με ακρίβεια να μετρά και να ποσοτικοποιεί τη λειτουργικότητα του κάτω άκρου, πώς ο ειδικός της αποκατάστασης και με ποια κριτήρια θα επιτρέψει στον τραυματία αθλητή να επιστρέψει με ασφάλεια στις προ του τραυματισμού του δραστηριότητες; (Clark, 2001). Ο αθλητής θα πρέπει ξανά να τρέξει προς τα εμπρός, προς τα πίσω, προς τα πλάγια,

να κόψει, να στρίψει, να εκτελέσει άλμα, να επιβραδύνει και να επιταχύνει ή να συγκρουστεί με έναν αντίπαλο. Συνεπώς, το περιβάλλον αποκατάστασης θα πρέπει να αναπαράγει όλα αυτά τα κινητικά πατέντα στα οποία θα πρέπει να υποβληθεί ο αθλητής όταν επιστρέψει στον συναγωνισμό (Ghena, 2000).

Οι λειτουργικές δοκιμασίες είναι το εργαλείο στα χέρια του ειδικού της αποκατάστασης που θα τον βοηθήσει να καθορίσει την ετοιμότητα για επιστροφή του τραυματία αθλητή με ασφάλεια στην αθλητική δραστηριότητα (Hamilton et al, 2008).

Η σπουδαιότητα που έχουν οι λειτουργικές δοκιμασίες στην κλινική πρακτική σχετίζεται με το γεγονός ότι μπορούν να αποκαλύψουν τους λειτουργικούς περιορισμούς, να αξιολογήσουν την πρόοδο του προγράμματος αποκατάστασης και να καθορίσουν το επίπεδο ετοιμότητας του τραυματία αθλητή να επιστρέψει στο συναγωνισμό (Hopper et al, 2002). Παρότι οι λειτουργικές δοκιμασίες δεν μπορούν να ανιχνεύσουν και να αποκαλύψουν συγκεκριμένες ανεπάρκειες, αξιολογούν το κάτω άκρο σαν σύνολο, συνεκτιμώντας ταυτόχρονα παραμέτρους όπως, αρθρική σταθερότητα, πόνο, μυϊκή δύναμη και ισχύ, νευρομυϊκό συντονισμό και επιδεξιότητα (Wilk et al, 1994). Το πιο σημαντικό είναι ότι οι λειτουργικές δοκιμασίες αποτελούν μια αντικειμενική ποσοτικοποίηση της δυναμικής απόδοσης του γόνατος σε συνθήκες που προσομοιάζουν τις πραγματικές (Hopper et al, 2002).

Οι λειτουργικές δοκιμασίες περιλαμβάνουν τις δοκιμασίες αναπηδήσεων στο ίδιο πόδι (hop tests), δοκιμασίες αναπηδήσεων

εναλλάξ, αλτικές δοκιμασίες, δοκιμασίες ταχύτητας, ευκινησίας και κλίμακες (ανεβοκατέβασμα σκάλας) (Juris et al, 1997; Lephart et al, 1993; Risberg & Ekeland, 1994; Rudolph et al, 1999).

Οι αναπηδήσεις αφορούν απογείωση και προσγείωση στο ίδιο πόδι. Στις εναλλάξ αναπηδήσεις, η προσγείωση γίνεται με το αντίθετο πόδι. Στις αλτικές δοκιμασίες, προσγείωση και απογείωση συμβαίνουν και με τα δύο πόδια, ενώ οι ταχύτητες και οι κλίμακες περιλαμβάνουν γρήγορες, κυκλικές εναλλαγές των ποδιών. Συμπεραίνει λοιπόν κανείς από τα παραπάνω, ότι οι απλές αναπηδήσεις είναι οι πιο δημοφιλείς μεταξύ των δοκιμασιών στην αποκατάσταση του ΠΧΣ και αυτό γιατί κατά τις δοκιμασίες αυτές το ετερόπλευρο άκρο μπορεί να χρησιμοποιεί ως σημείο αναφοράς (control) (Clark, 2001; Hopper et al, 2002; Itoh et al, 1998). Οποιοδήποτε λειτουργικό έλλειμμα στο τραυματισμένο γόνατο περιγράφεται συνήθως από τον δείκτη συμμετρίας ($\Delta\S$) ο οποίος και αντανακλά την απόδοση του τραυματισμένου σε σχέση με το υγιές μέλος. Για παράδειγμα, σε μια απλή δοκιμασία αναπηδήσεων, ετερόπλευρη διαφορά μεγαλύτερη από 15% θεωρείται μη φυσιολογική και μπορεί να αποτελεί ένδειξη κινδύνου επανατραυματισμού (Hopper et al, 2002)

Οι λειτουργικές δοκιμασίες είναι πολύ δημοφιλείς για διάφορους λόγους:

- Απαιτούν ελάχιστο εξοπλισμό, χώρο και χρόνο καθώς και προσωπικό
- Συνεκτιμούν ταυτόχρονα και έμμεσα πλήθος παραγόντων όπως: αρθρική χαλαρότητα, ευκαμψία, δύναμη και ισχύ, δυναμική

ισορροπία, νευρομυϊκό έλεγχο, ιδιοδεκτικότητα, πόνο, επιδεξιότητα και επίπεδο σιγουριάς του τραυματία αθλητή.

- Είναι μια ποσοτική μέτρηση
- Είναι «μιμητική» του αθλήματος
- Εκτιμά το βαθμό στον οποίο ο πόνος εμποδίζει τη λειτουργία
- Παρέχει ψυχολογική επιβεβαίωση στον αθλητή (Clark, 2001)

Οι λειτουργικές δοκιμασίες αξιολόγηση του τραυματία αθλητή-αθλούμενου

Ως ποσοτικές και αντικειμενικές μετρήσεις, οι λειτουργικές δοκιμασίες χρησιμοποιούνται ως εργαλείο αξιολόγησης στα χέρια των ερευνητών προκειμένου να εκτιμηθεί η πορεία του προγράμματος, η πρόοδος των ασθενών, η σύγκριση μεταξύ ομάδων με διαφορετικό πρόγραμμα αποκατάστασης. Είτε ως κύριες, είτε ως συνοδευτικές μετρήσεις, οι λειτουργικές δοκιμασίες δίνουν χρήσιμες πληροφορίες για όλες τις παραπάνω παραμέτρους της αποκατάστασης. Πολύ δημοφιλείς είναι οι δοκιμασίες των αναπηδήσεων και αυτό γιατί το υγιές μέλος χρησιμοποιείται ως αναφορά και σημείο ελέγχου. Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά ορισμένες έρευνες στις οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί λειτουργικές δοκιμασίες για αξιολογικούς λόγους ή για λόγους σύγκρισης μεταξύ διαφορετικών ομάδων. Ο στόχος της περιγραφής δεν είναι να γίνει κριτική στις έρευνες αυτές αλλά να φανεί η χρήση και η χρησιμότητα των λειτουργικών δοκιμασιών στην έρευνα και την αξιολόγηση.

Ο Keays και οι συνεργάτες του (2000) μέτρησαν τη μυϊκή δύναμη και την λειτουργικότητα των κάτω άκρων πριν και έξι μήνες μετά από χειρουργική αποκατάσταση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου με μόσχευμα επιγονατιδικού τένοντα σε τριάντα ένα άτομα. Κατά την λειτουργική αξιολόγηση με δοκιμασίες αναπηδήσεων (μίας μονοποδικής και μιας τριπλής μονοποδικής αναπήδησης σε απόσταση) η επίδοση του τραυματισμένου μέλους αυξήθηκε κατά 5.2%.

Σε μια άλλη έρευνα (Keays et al 2001) μετρήθηκε η μυϊκή δύναμη και η λειτουργικότητα των κάτω άκρων μία εβδομάδα πριν και έξι μήνες μετά από χειρουργική αποκατάσταση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου με μόσχευμα ημιτενοντώδη και ισχνού τένοντα σε τριάντα ένα άτομα. Η λειτουργική αξιολόγηση περιελάμβανε δοκιμασίες αναπηδήσεων (μονής και τριπλής μονοποδικής αναπήδησης σε απόσταση). Κατά τη μονή αναπήδηση, τόσο στο τραυματισμένο όσο και στο υγιές μέλος, παρατηρήθηκε βελτίωση 11% και 3,6% αντίστοιχα, ενώ στην τριπλή αναπήδηση, το τραυματισμένο μέλος παρουσίασε βελτίωση 6,3% και το υγιές 2,6%.

Οι Gobbi et al, (2003) μέτρησαν ογδόντα αθλητές, πενήντα δύο άνδρες και είκοσι οχτώ γυναίκες που είχαν υποστεί χειρουργική αποκατάσταση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Οι μετρήσεις περιελάμβαναν και λειτουργικές δοκιμασίες, (μονοποδική, επιτόπια και αναπήδηση σε απόσταση). Σε όλες τις λειτουργικές δοκιμασίες υπήρξε βελτίωση στη συμμετρία μεταξύ των μελών από τους έξι στους δώδεκα μήνες. Η συμμετρία ήταν υψηλή, της τάξης του $0,90 \pm 0,12$ και $0,93 \pm 0,10$.

Οι Gobbi και συνεργάτες (2004) σύγκριναν τη μυϊκή λειτουργική ικανότητα μεταξύ ανδρών και γυναικών μετά από χειρουργική αποκατάσταση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Ο έλεγχος περιελάμβανε και μονοποδική επιτόπια αναπήδηση σε ειδική δυναμοπλατφόρμα. Ένα χρόνο μετά την επέμβαση, υπήρχαν ακόμα ετερόπλευρες διαφορές και στους άνδρες και στις γυναίκες, μεταξύ τραυματισμένου και υγιούς μέλους της τάξης του 13,3% του 9,1% αντίστοιχα.

Οι Jerre και συνεργάτες (2001) μέτρησαν την ετερόπλευρη συμμετρία μετά από αποκατάσταση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου σε διακόσιους εβδομήντα πέντε αθλητές και αθλούμενους. Η λειτουργική αξιολόγηση περιελάμβανε την μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση. Κατά τον έλεγχο οι αθλούμενοι εμφάνισαν 92% συμμετρία μεταξύ των δύο άκρων και οι αθλητές 96%.

Οι Hofmeister και συνεργάτες (2001) μελέτησαν τη μυϊκή λειτουργική ικανότητα σε έφηβες μετά από αποκατάσταση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Η λειτουργική εξέταση των κάτω άκρων πραγματοποιήθηκε σε είκοσι δύο κορίτσια ηλικίας δεκαπέντε έως είκοσι ετών και περιελάμβανε επιτόπια, σε χρόνο, σε απόσταση και διασταυρούμενη μονοποδική αναπήδηση. Τα αποτελέσματα των αναπηδήσεων αποκάλυψαν ότι το έλλειμμα μεταξύ τραυματισμένου και υγιούς ήταν αρκετά μικρό (από 4%-12% για τις τέσσερις δοκιμασίες).

Οι Mattacola και συνεργάτες (2002) έλεγξαν τη λειτουργική ικανότητα και την στατική ισορροπία σε σαράντα άτομα εκ των οποίων τα είκοσι με αποκατάσταση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου με μόσχευμα από επιγονατιδικό τένοντα. Ο έλεγχος της λειτουργικής ικανότητας

διενεργήθηκε με την μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι τα άτομα με το χειρουργημένο γόνατο είχαν μεγαλύτερες ετερόπλευρες διαφορές σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου.

Οι Tegner και συνεργάτες (1986) επιτόχησαν ορισμένες λειτουργικές δοκιμασίες με σκοπό τον έλεγχο της αποκατάστασης και την εκτίμηση των τραυματισμών σε εξήντα έξι υγιείς και είκοσι έξι άνδρες με έλλειψη πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Η λειτουργική εξέταση των κάτω άκρων περιελάμβανε και την μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση. Οι ασθενείς αναπήδησαν σημαντικά μικρότερες αποστάσεις με το τραυματισμένο μέλος από ότι οι υγιείς ($145\pm 26\text{cm}$ και $177\pm \text{cm}$ αντίστοιχα). Επίσης οι υγιείς εμφάνισαν μεγαλύτερη ετερόπλευρη συμμετρία από τους τραυματίες ($0,96\pm 0,03\%$ έναντι $0,90\pm 0,11\%$).

Οι Barber και οι συνεργάτες του (1990) πραγματοποίησαν έρευνα εκτιμώντας ποσοτικά τους λειτουργικούς περιορισμούς σε άτομα με και χωρίς έλλειψη πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Συμμετείχαν εκατόν είκοσι οχτώ δοκιμαζόμενοι εκ των οποίων ενενήντα τρία άτομα με φυσιολογικά γόνατα και τριάντα πέντε με έλλειψη πρόσθιου χιαστού συνδέσμου και αποκατάσταση χωρίς χειρουργείο. Η λειτουργική αξιολόγηση περιελάμβανε και δοκιμασίες αναπηδήσεων, μονοποδική σε απόσταση, επιτόπια και σε χρόνο. Η ομάδα ελέγχου εμφάνισε φυσιολογική συμμετρία ($>85\%$) στις δοκιμασίες αναπηδήσεων, σε ποσοστό από 69%-95% του πληθυσμού. Ενώ, στην ομάδα με έλλειψη

πρόσθιου χιαστού συνδέσμου μόνο οι μισοί εμφάνισαν φυσιολογική συμμετρία (>85%) στις δοκιμασίες αναπήδησεων

Ο Lephart και οι συνεργάτες του (1993) μέτρησαν τη λειτουργική ικανότητα των κάτω άκρων σε τριάντα τρία άτομα μετά από αποκατάσταση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου με δύο διαφορετικές χειρουργικές τεχνικές (αυτομόσχευμα από επιγονατιδικό τένοντα και τεχνητό μόσχευμα). Ο λειτουργικός έλεγχος περιελάμβανε και μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο διαφορετικών τεχνικών ως προς τις ετερόπλευρες διαφορές, που ήταν μικρές και για τις δύο ομάδες (7-11%).

Οι Karlsson και συνεργάτες (1999) σύγκριναν τη λειτουργικότητα ατόμων με ρήξη πρόσθιου χιαστού συνδέσμου μεταξύ άμεσης και καθυστερημένης (12-24 μήνες) αποκατάστασης. Στην έρευνα συμμετείχαν διακόσια τρία άτομα. Κατά την λειτουργική αξιολόγηση οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν και την μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση η οποία δεν αποκάλυψε καμία διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων στη συμμετρία των κάτω άκρων (94%).

Οι Sernert και συνεργάτες (1999) μελέτησαν την ετερόπλευρη συμμετρία σε 527 άτομα, 178 γυναίκες και 349 άνδρες με μέσο όρο ηλικίας είκοσι έξι έτη, χρονικό διάστημα μεταξύ τραυματισμού και εγχείρησης δώδεκα μήνες και επανεξέταση τριάντα οκτώ μήνες μετά. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της επανεξέτασης έδειξε συμμετρία της τάξης του 91%

Ο Howell και οι συνεργάτες του (1999) αξιολόγησαν την λειτουργική ικανότητα σε άτομα που είχαν υποστεί ανακατασκευή του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου με δύο διαφορετικές τεχνικές, την ενδοσκοπική και τη διπλή διάνοιξη. Στην έρευνα συμμετείχαν εκατόν οχτώ άτομα. Την ομάδα με την ενδοσκοπική μέθοδο αποτελούσαν εξήντα επτά άτομα και την ομάδα με διπλή διάνοιξη σαράντα ένα άτομα και η επανεξέταση πραγματοποιήθηκε στους τέσσερις και είκοσι τέσσερις μήνες μετά το χειρουργείο. Η λειτουργική αξιολόγηση περιελάμβανε τη μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση. Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας τέσσερις μήνες μετά την επέμβαση στην ομάδα με ενδοσκοπική μέθοδο το 84% των δοκιμαζόμενων εκτέλεσε με επιτυχία τη δοκιμασία. Το 43% εμφάνισε συμμετρία των κάτω άκρων $>85\%$ και το 57% των ατόμων $<85\%$. Στην ομάδα με μέθοδο διπλής διάνοιξης, το 78% των δοκιμαζόμενων εκτέλεσε τη δοκιμασία, το 62% εμφάνισε συμμετρία των κάτω άκρων $>85\%$ και το 38% $<85\%$. Δύο χρόνια μετά την επέμβαση, στην ομάδα με ενδοσκοπική μέθοδο, το 75% των δοκιμαζόμενων εμφάνισε φυσιολογική συμμετρία των κάτω άκρων, το 19% σχεδόν φυσιολογική, και το 5% μη φυσιολογική. Στην ομάδα με μέθοδο διπλής διάνοιξης το 79% των δοκιμαζόμενων εμφάνισε συμμετρία των κάτω άκρων φυσιολογική, το 15% σχεδόν φυσιολογική και το 5% μη φυσιολογική.

Οι Jensen et al (2002) μελέτησαν την λειτουργική ικανότητα σε άτομα με ικανοποιητική και φτωχή λειτουργικότητα του γόνατος σύμφωνα με την κλίμακα Tegner/Lysholm, με έλλειψη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου μεγαλύτερη του ενός έτους. Στην έρευνα

συμμετείχαν δεκατέσσερα άτομα, επτά με φυσιολογική λειτουργικότητα του γόνατος και επτά με φτωχή. Η αξιολόγηση της λειτουργικής ικανότητας των κάτω άκρων περιελάμβανε την μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση και την τριπλή μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση. Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας οι μέσοι όροι των επιδόσεων τόσο στη μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση όσο και στην τριπλή μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση ήταν σαφώς μεγαλύτεροι στην ομάδα με φυσιολογική λειτουργικότητα του γόνατος σε σύγκριση με την ομάδα με φτωχή λειτουργικότητα του γόνατος.

Οι Svensson et al (2005) σύγκριναν την λειτουργικότητα μεταξύ δύο ομάδων με ανακατασκευή πρόσθιου χιαστού συνδέσμου όπου στη μία ομάδα χρησιμοποιήθηκε μόσχευμα από επιγονατιδικό τένοντα και στην άλλη μόσχευμα από τον ημιτενοντώδη/ισχνό, πριν και είκοσι έξι μήνες μετά την επέμβαση. Στην έρευνα συμμετείχαν πενήντα εννέα γυναίκες, είκοσι οχτώ με μόσχευμα επιγονατιδικού τένοντα και τριάντα ένα με μόσχευμα ημιτενοντώδη/ισχνού τένοντα. Η αξιολόγηση της λειτουργικής ικανότητας περιελάμβανε την μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο μέσος όρος της συμμετρίας των κάτω άκρων για την ομάδα με μόσχευμα επιγονατιδικού τένοντα πριν την επέμβαση ήταν 79%, και 85% στην επανεξέταση. Για την ομάδα με μόσχευμα ημιτενοντώδη/ισχνού τένοντα ο μέσος όρος της συμμετρίας των κάτω άκρων ήταν πριν την επέμβαση 74% και κατά την επανεξέταση 85%.

Η παραπάνω ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δείχνει ότι οι αθλητές σε σχέση με τους αθλούμενους παρουσιάζουν μεγαλύτερη συμμετρία

στα κάτω άκρα. Επίσης, ως αποτέλεσμα της φυσικοθεραπευτικής αποκατάστασης βελτιώνεται η συμμετρία των κάτω άκρων. Όσο μεγαλύτερο είναι το χρονικό διάστημα της επανεξέτασης, τόσο μεγαλύτερη είναι και η συμμετρία. Άτομα που έχουν χειρουργηθεί με μόσχευμα από τον επιγονατιδικό τένοντα παρουσιάζουν και υψηλότερη συμμετρία σε σύγκριση με άτομα που έχουν χειρουργηθεί με τεχνητό μόσχευμα.

Οι παραπάνω έρευνες δείχνουν επίσης ότι οι δοκιμασίες αναπηδήσεων σε χρόνο και σε απόσταση αποκαλύπτουν τους λειτουργικούς περιορισμούς σε άτομα με έλλειψη ή ανακατασκευή του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Παρόλο που οι λειτουργικές δοκιμασίες με έμφαση στις αναπηδήσεις, αποτελούν μονοεπίπεδες κινήσεις και δεν αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια τα πολύπλοκα κινητικά πατέντα που επισυμβαίνουν κατά τα αθλητικά γεγονότα σε πραγματικές συνθήκες, εντούτοις αποτελούν ένα σημαντικό και πολύτιμο διαγνωστικό εργαλείο στα χέρια των ειδικών της αποκατάστασης. Τέλος, η παραπάνω ανασκόπηση αποκάλυψε το πόσο δημοφιλής είναι στην διεθνή βιβλιογραφία η δοκιμασία των απλών αναπηδήσεων στην αξιολόγηση ατόμων με τραυματισμό πρόσθιου χιαστού συνδέσμου.

Περιγραφή των λειτουργικών δοκιμασιών

Οι λειτουργικές δοκιμασίες που περιγράφονται παρακάτω, είναι μονοποδικές ή διποδικές δοκιμασίες και αντιπροσωπευτικές αυτών που πολύ συχνά χρησιμοποιούνται στη βιβλιογραφία για την αξιολόγηση

της δυσλειτουργίας του γόνατος μετά από τραυματισμό ή ανακατασκευής του ΠΧΣ.

Δοκιμασίες αναπηδήσεων στο ίδιο πόδι (hop tests)

- *Απλή αναπήδηση στο ένα πόδι σε απόσταση*
- *Απλή αναπήδηση στο ένα πόδι σε χρόνο*
- *Επαναλαμβανόμενη αναπήδηση στο ένα πόδι*
- *Διασταυρούμενη αναπήδηση σε απόσταση*
- *Αναπήδηση σε σκαλοπάτι*
- *Κάθετη αναπήδηση στο ένα πόδι*

Αναπηδήσεις εναλλάξ

Αλτικές δοκιμασίες

- *Απλό άλμα*

Ταχύτητες

- *Ευθύγραμμη ταχύτητα*

Δοκιμασίες επιδεξιότητας

- *Τρέξιμο σε σχήμα οχτώ*
- *Παλίνδρομο τρέξιμο*
- *Τρέξιμο καριόκα*
- *Τρέξιμο «συνσυστολή»*

Κλίμακες

- *Τρέξιμο σε σκάλα*

«FAT Battery Test»

Δοκιμασίες αναπηδήσεων στο ίδιο πόδι (hop tests)

Απλή αναπήδηση στο ένα πόδι σε απόσταση (one leg hop test for distance) (Barber et al, 1990; Noyes et al, 1991).

Στη δοκιμασία αυτή ο δοκιμαζόμενος πρέπει να πηδήξει με το ένα πόδι όσο πιο μακριά μπορεί. Η επίδοση μετριέται με την απόσταση η οποία καλύπτεται με το άλμα. Τόσο η προσγείωση όσο και η απογείωση πρέπει να γίνουν στο ίδιο πόδι (Itoh et al, 1998; Phillips et al, 2000)

Αυτή η δοκιμασία μετράει την απόσταση που καλύπτει ο δοκιμαζόμενος με μία μονοποδική αναπήδηση και εκτιμάει την συμμετρία των κάτω άκρων και το παραγόμενο έργο (εικόνα 2.1 Α)

Μεθοδολογία: ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι δάπεδο με ικανοποιητική απόσταση για την κάλυψη της απόστασης των αναπηδήσεων, χαρτοταινία για σημάδεμα της γραμμής εκκίνησης, κιμωλία για το σημείωμα της πίσω πλευράς του παπουτσιού και τουλάχιστον οχτώ μέτρων μήκους μετροταινία.

Πριν τη δοκιμασία ο δοκιμαζόμενος πραγματοποιεί πεντάλεπτη προθέρμανση σε ποδήλατο, διατάσεις των κάτω άκρων (ισchioκνημιαίους, τετρακέφαλο και γαστροκνήμιο) τρεις σειρές των 30 δευτερολέπτων και εξοικείωση με την τεχνική της αναπήδησης (Ross et al, 2002).

Το άτομο στέκεται πίσω από τη γραμμή εκκίνησης με μονοποδική στήριξη του μέλους που πρόκειται να ελεγχθεί και καθοδηγείται να αναπηδήσει όσο το δυνατόν μακρύτερα και να προσγειωθεί με το ίδιο μέλος. Ο ερευνητής μετρά την απόσταση από τη γραμμή της εκκίνησης

μέχρι το σημάδι που έχει αφήσει το πίσω μέρος του παπουτσιού του δοκιμαζόμενου. Η απόσταση μετριέται σε εκατοστά. Τα άτομα πραγματοποιούν τρεις προσπάθειες (Ross et al, 2002; Greenberger et al, 1995; Ostenberg et al, 1998) ή δύο (Booher et al, 1993; Barber et al, 1990) και η καλύτερη του κάθε κάτω άκρου χρησιμοποιείται για περαιτέρω ανάλυση.

Απλή αναπήδηση στο ένα πόδι σε χρόνο

Η μονοποδική αναπήδηση σε χρόνο είναι ακόμη μία δοκιμασία μέτρησης συμμετρίας των κάτω άκρων (Σχήμα 2.2.5). Η καλυπτόμενη απόσταση είναι μήκους έξι μέτρων (Barber et al, 1990; Booher et al, 1993; Ostenberg et al, 1999; Ross et al, 2002). Η δοκιμασία αυτή ονομάζεται στη βιβλιογραφία και ως αναπήδηση έξι μέτρων (Barber et al, 1990)

Μεθοδολογία: ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι δάπεδο με ικανοποιητική απόσταση για την κάλυψη της απόστασης των αναπηδήσεων, χαρτοταινία για σημάδεμα της γραμμής εκκίνησης και τερματισμού, χρονόμετρο για τη μέτρηση του χρόνου σε δευτερόλεπτα με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου και ζυγαριά για τη μέτρηση του σωματικού βάρους.

Πριν τη δοκιμασία ο δοκιμαζόμενος πραγματοποιεί πεντάλεπτη προθέρμανση σε ποδήλατο, διατάσεις των κάτω άκρων (ισchioκνημιαίους, τετρακέφαλο και γαστροκνήμιο)- τρεις σειρές των 30 δευτερολέπτων και εξοικείωση με την τεχνική της αναπήδησης (Ross et al, 2002).

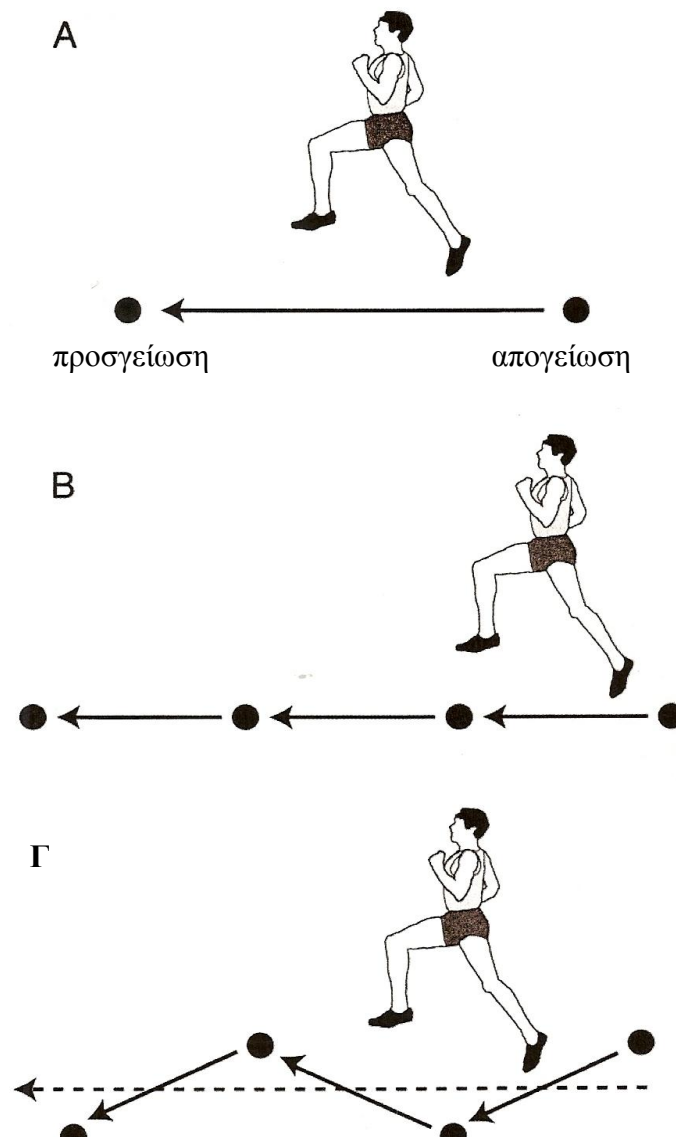
Το άτομο πρέπει να καλύψει την απόσταση όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Ο δοκιμαζόμενος στέκεται πίσω από τη γραμμή εκκίνησης με μονοποδική στήριξη του μέλους που πρόκειται να ελεγχθεί. Ο εξεταστής ξεκινά την χρονομέτρηση όταν ο δοκιμαζόμενος σηκώνει το κάτω άκρο από το έδαφος και σταματά όταν περάσει τη γραμμή τερματισμού των έξι μέτρων (Hopper et al, 2002). Οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποιούν τρεις προσπάθειες στο κάθε άκρο (Ross et al, 2002) ή δύο (Booher et al, 1993; Noyes et al, 1991) με διάλειμμα τριάντα δευτερολέπτων και η καλύτερη προσπάθεια (σε εκατοστά του δευτερολέπτου) του κάθε κάτω άκρου χρησιμοποιείται για περαιτέρω ανάλυση.

Επαναλαμβανόμενη αναπήδηση στο ένα πόδι

Σε αυτή τη δοκιμασία χρησιμοποιούνται συνήθως τρεις συνεχόμενες αναπηδήσεις και έτσι συναντάται πολύ συχνά στη βιβλιογραφία η δοκιμασία ως «τριπλή αναπήδηση στο ένα πόδι σε απόσταση» (Keskula et al, 1996). (εικόνα, 2.1 B).

Μεθοδολογία: Μία ταινία μέτρησης τοποθετείται στο πάτωμα κάθετα στη γραμμή εκκίνησης. Ο δοκιμαζόμενος στέκεται στο πόδι εξέτασης με την άκρη του μεγάλου δάχτυλου ακριβώς πίσω από τη γραμμή εκκίνησης. Εκτελεί τρεις διαδοχικές μέγιστες αναπηδήσεις προς τα εμπρός με το ίδιο πόδι. Η αιώρηση των άνω άκρων επιτρέπεται. Μετριέται η απόσταση σε εκατοστά από τη γραμμή εκκίνησης ως το σημείο που ακουμπάει η πτέρνα στο έδαφος με την ολοκλήρωση και της τρίτης αναπήδησης (Bolgia & Keskula, 1997). Επιτρέπονται από μία έως και τρεις δοκιμαστικές προσπάθειες στο κάθε πόδι για

εξοικείωση και στη συνέχεια ακολουθούν οι τρεις κύριες προσπάθειες. Η προσπάθεια ακυρώνεται και επαναλαμβάνεται αν ο δοκιμαζόμενος χάσει την ισορροπία του ή ακουμπήσει το έδαφος με το άλλο πόδι κατά τη διάρκεια της εξέτασης. Από τις τρεις προσπάθειες κρατείται αυτή με τη μεγαλύτερη απόσταση για περαιτέρω ανάλυση (Hamilton et al,2008)



Εικόνα 2.1: Λειτουργικές δοκιμασίες: (Α) Απλή αναπήδηση σε απόσταση, (Β) Τριπλή αναπήδηση σε απόσταση, (Γ) Διασταυρούμενη αναπήδηση σε απόσταση. *Τροποποιημένο από : Phillips et al,2000*

Διασταυρούμενη αναπήδηση σε απόσταση

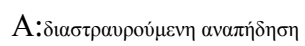
Για την τριπλή διασταυρούμενη μονοποδική αναπήδηση ακολουθείται η ίδια διαδικασία προετοιμασίας και προθέρμανσης με την απλή, με τη διαφορά ότι στο πάτωμα σημειώνεται μία άσπρη γραμμή από χαρτοταινία διαμέτρου 15 εκατοστών και μήκους 6 μέτρων (Noyes et al, 1991). Εάν ο δοκιμαζόμενος ξεκινήσει την προσπάθεια με το δεξί πόδι στέκεται στην δεξιά πλευρά της ταινίας. Εάν ξεκινήσει με το αριστερό στέκεται στη αριστερή πλευρά.

(εικόνα 2.1 Γ, εικόνα 2.2 Α)

Μεθοδολογία: ο δοκιμαζόμενος εκτελεί τρεις διαδοχικές αναπηδήσεις προσπαθώντας να καλύψει όσο μεγαλύτερη απόσταση μπορεί ενώ σε κάθε αναπήδηση περνάει δεξιά και αριστερά την λευκής γραμμής πλάτους 15 εκατοστών. Η δοκιμασία επαναλαμβάνεται αν ο δοκιμαζόμενος ακουμπήσει τη γραμμή ή το έδαφος με το άλλο πόδι. Καταγράφεται η απόσταση από την αρχή ως το τέλος των τριών αναπηδήσεων (Hopper et al, 2002; Keskula et al, 1996)

Αναπήδηση σε σκαλοπάτι

Σε αυτή τη δοκιμασία, ο δοκιμαζόμενος αναπηδά τρεις φορές προς τα πάνω και τρεις φορές προς τα κάτω σε μια ειδική κλίμακα (εικόνα 2.2 Β). Στη συνέχεια γυρίζει γύρω από ένα σημείο που βρίσκεται ένα μέτρο σε απόσταση από την κλίμακα και αναπηδά ξανά προς τα πίσω σε αυτήν. Μετρίεται ο χρόνος που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί η δοκιμασία σε δευτερόλεπτα (Hopper et al, 2002).



Κάθετη αναπήδηση στο ένα πόδι

Κατά την επιτόπια αναπήδηση με ένα πόδι ο δοκιμαζόμενος στέκεται με το πόδι που θα δοκιμασθεί χωρίς να ακουμπάει στο έδαφος το άλλο, πάνω σε μια δυναμοπλατφόρμα ή και στο έδαφος και μετά από ένα βαθύ ημικάθισμα πηδά όσο το δυνατόν ψηλότερα και προσγειώνεται στο ίδιο πόδι. Όταν χρησιμοποιείται η δυναμοπλατφόρμα τότε καταγράφεται ο χρόνος πτήσης σε χιλιοστά του δευτερολέπτου (Hopper et al, 2002), ενώ όταν δεν υπάρχει η πολυτέλεια μιας δυναμοπλατφόρμας, απλά σημειώνεται με κιμωλία το υψηλότερο σημείο που φτάνει ο δοκιμαζόμενος με το χέρι. Η ίδια διαδικασία πραγματοποιείται και για το άλλο πόδι. Η διαδικασία ξεκινά με προθέρμανση και στη συνέχεια πραγματοποιούνται δύο έως τρεις δοκιμαστικές προσπάθειες. Κατά την έναρξη της προσπάθειας το αντίθετο πόδι μέτρησης δεν επιτρέπεται να ακουμπάει στο έδαφος ούτε στην απογείωση ούτε στην προσγείωση.

Πραγματοποιούνται δύο προσπάθειες και ο μέσος όρος χρησιμοποιείται για ανάλυση. (Barber et al, 1990; Barber et al, 1992; Gobbi et al, 2003; Gobbi et al, 2004)

Η επιτόπια αναπήδηση μπορεί να εκτελεστεί και χωρίς κίνηση των χεριών, ωστόσο η συμμετοχή των χεριών κάνει την κίνηση περισσότερο λειτουργική (Harman, 1991). Ο περιορισμός της συμμετοχής των άνω άκρων χρησιμοποιείται για τον ακριβέστερο έλεγχο της ισχύς και της των κάτω άκρων (Wiklander & Lysholm, 1987). Έρευνες πάντως

δείχνουν ότι με τη συμμετοχή των χεριών οι δοκιμαζόμενοι πήδηξαν ψηλότερα (Sinnott et al, 2001; Stone et al, 2003).

Εναλλάξ αναπηδήσεις

Σε αυτή τη δοκιμασία ο δοκιμαζόμενος στέκεται στη γραμμή εκκίνησης με το ένα πόδι, πηδά όσο πιο μακριά μπορεί και προσγειώνεται με το ετερόπλευρο άκρο. Η δοκιμασία αυτή χρησιμοποιεί την προωθητική δύναμη του κάτω άκρου και η προσγείωση στο άλλο άκρο θα μπορούσε να αποκαλύψει τυχόν προβλήματα κατά την έκκεντρη επιβράδυνση κατά την προσγείωση (Phillips et al, 2000)

Αλτικές δοκιμασίες

Επιτόπιο άλμα

Πάνω από επτά δεκαετίες έχουν περάσει από τη στιγμή που ο Sargent το 1921 παρουσίασε τη δοκιμασία του επιτόπιου άλματος για τη μέτρηση της μυϊκής ισχύος. Το επιτόπιο άλμα χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της "εκρηκτικότητας", ως δείκτης αναερόβιας ισχύος (Barber et al, 1992).

Μεθοδολογία: ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι τοίχος με υψηλή οροφή, μαλακός τάπητας, μετροταινία, κιμωλία και ζυγαριά για τη μέτρηση του σωματικού βάρους.

Η δοκιμασία ξεκινά με τον δοκιμαζόμενο να προθερμαίνεται ικανοποιητικά με ποδήλατο, διατάσεις και υπομέγιστες αναπηδήσεις. Μετρίεται το ανενεργό ύψος με τεντωμένο χέρι. Ο δοκιμαζόμενος

στέκεται όρθιος με την επιδέξια πλευρά δίπλα στον τοίχο. Η κιμωλία εφαρμόζεται στα δάκτυλα και ζητείται από τον ασκούμενο να φτάσει όσο το δυνατόν πιο ψηλά στον τοίχο και να τον σημαδέψει.

Ο δοκιμαζόμενος λυγίζει ισχία και γόνατα και στη συνέχεια χωρίς παύση, πηδά όσο πιο ψηλά μπορεί. Στη συνέχεια αφαιρείται το ανενεργό ύψος από το ύψος που έφτασε ο δοκιμαζόμενος μετά το άλμα και αυτό που μένει είναι το ενεργό άλμα το οποίο χρησιμοποιείται στην περαιτέρω ανάλυση (Green et al, 1998; Keskula et al, 1996). Το άτομο μπορεί να κάνει δύο ή τρεις δοκιμαστικές προσπάθειες. Η κιμωλία επανατοποθετείται στα δάκτυλα πριν τα άλματα. Κατά τη δοκιμασία ο δοκιμαζόμενος δεν επιτρέπεται να μετακινήσει τα πόδια του. Πραγματοποιούνται τρεις προσπάθειες και η καλύτερη χρησιμοποιείται για ανάλυση (Hamilton et al, 2008)

Ταχύτητες

Ευθύγραμμη ταχύτητα

Ο δοκιμαζόμενος καλύπτει με ταχύτητα μια ευθύγραμμη απόσταση και μετριέται ο χρόνος έως τον τερματισμό (Greene et al, 1998)

Δοκιμασίες ευκινησίας

Τρέξιμο σε σχήμα οχτώ

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία το τρέξιμο σε σχήμα οχτώ είναι μία λειτουργική δοκιμασία που χρησιμοποιείται προς το τέλος ενός προγράμματος αποκατάστασης και πολλές φορές συσχετίζεται και με άλλες δοκιμασίες για την εκτίμηση της λειτουργικής ικανότητας των

κάτω άκρων (Anderson et al, 1991; Frandin et al, 1995; Itoh et al, 1998; Keskula et al, 1996; Tegner et al, 1986).

Μεθοδολογία: Ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι χρονόμετρο, 2 κώνοι ή σημαδεμένοι κύκλοι.

Ο δοκιμαζόμενος στέκεται σε σημείο που ορίζεται ως η αρχή και το τέλος της δοκιμασίας. Το τεστ ξεκινά με την εντολή "ξεκίνα" και ο δοκιμαζόμενος τρέχει με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα που μπορεί να επιτύχει και σταματά όταν περάσει το σημείο τερματισμού. Τα άτομα εκτελούν μία δοκιμαστική και δύο κανονικές προσπάθειες, με ελάχιστο διάλειμμα μεταξύ των δοκιμασιών πέντε λεπτά. Ο καλύτερος χρόνος καταγράφεται (Anderson et al, 1991).

Σύμφωνα με τους Anderson και Foreman (1995) το τρέξιμο σε σχήμα οκτώ μπορεί να πραγματοποιηθεί με αντίθετη κατεύθυνση και να υπολογισθεί η συμμετρία των κάτω άκρων σύμφωνα με τον τύπο των (Barber et al, 1992):

Συμμετρία % = $\frac{\text{τραυματισμένο πόδι: (sec)}}{\text{υγιές πόδι: (sec)}} \cdot 100$

Το τρέξιμο σε σχήμα οκτώ μπορεί να συναντηθεί στη βιβλιογραφία σε πολλές παραλλαγές.

Οι Anderson et al (1991) χρησιμοποίησαν το τεστ αυτό σε παραλλαγή σε 34 φοιτητές πέντε διαφορετικών αθλημάτων. Στην προκειμένη περίπτωση οι δοκιμαζόμενοι έτρεξαν σε πολλαπλά οκτάρια με απόσταση μεταξύ των κώνων 10 γιάρδες .

Σε μια άλλη έρευνα εκτιμήθηκε η λειτουργική ισορροπία σε 98 γυναίκες και 75 άνδρες ηλικίας άνω των 70 ετών με ένα τροποποιημένο τεστ σε σχήμα οκτώ. Τα άτομα περπατούσαν στο σχήμα οκτώ 2 σετ των

2 κύκλων με τον εσωτερικό κύκλο διαμέτρου 1,50 μέτρων και τον εξωτερικό κύκλο 1,65 μέτρων, και περπατούσαν ανάμεσα χωρίς να ακουμπούν τις γραμμές (Frandin et al, 1995).

Παλίνδρομο τρέξιμο

Το παλίνδρομο τρέξιμο είναι η κάλυψη επί τέσσερις φορές συγκεκριμένης απόστασης με χρονομέτρηση (Greene et al, 1998; Keskula et al, 1996).

Μεθοδολογία: ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι ευρύχωρη αίθουσα, κώνοι ή ταινία στο δάπεδο και χρονόμετρο με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου.

Ο δοκιμαζόμενος τοποθετείται σε όρθια θέση και του ζητείται να τρέξει όσο πιο γρήγορα μπορεί, να ακουμπήσει τη γραμμή (6,1 μέτρα μακριά), να αλλάξει κατεύθυνση και να επιστρέψει στην αρχική γραμμή, επαναλαμβάνοντας την διαδικασία μία φορά ακόμα, καλύπτοντας συνολικά 24,4 μέτρα. Η δοκιμασία ξεκινά με την εντολή "ξεκίνα", αρχίζει η χρονομέτρηση και τερματίζει εφόσον καλύψει όλη την απόσταση. Πραγματοποιούνται τρεις προσπάθειες και η καλύτερη χρησιμοποιείται για περαιτέρω ανάλυση (Lephart et al, 1992).

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές του παλίνδρομου τρεξίματος κυρίως στην κάλυψη της συγκεκριμένης απόστασης και τον τρόπο στροφής.

Οι Keays και συνεργάτες (2000) σε μια παραλλαγή της παραπάνω δοκιμασίας έβαλαν τους δοκιμαζόμενους να καλύπτουν μια απόσταση 6,3 μέτρων, ακουμπώντας κάθε φορά τη γραμμή με το

τραυματισμένο κάτω άκρο και αλλάζοντας κατεύθυνση αμέσως προς το υγιές κάτω άκρο.

Τρέξιμο καριόκα

Το τρέξιμο "carioca" αποτελείται από πλάγια διασταυρούμενα βήματα με χρονομέτρηση.

Μεθοδολογία: ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι ευρύχωρη αίθουσα κώνοι η σημάδι στο δάπεδο και χρονόμετρο με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου.

Ο δοκιμαζόμενος τοποθετείται σε πλάγια θέση από το σημείο εκκίνησης και του ζητείται να κινείται με πλάγια διασταυρούμενα βήματα σε απόσταση 12,2 μέτρων (σημάδι στο πάτωμα ή κώνος) και να επιστρέψει, καλύπτοντας συνολικά 24,4 μέτρα. Η δοκιμασία αρχίζει με την εντολή "ξεκίνα", όπου και ξεκινά η χρονομέτρηση και σταματά μόλις περάσει το άτομο την γραμμή της αφετηρίας. Πραγματοποιούνται τρεις προσπάθειες και η καλύτερη καταγράφεται (Lephart et al, 1993).

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές του τρεξίματος "carioca" κυρίως όσον αφορά την απόσταση που καλύπτεται.

Οι Keays και συνεργάτες (2001) σε έρευνα που πραγματοποίησαν για τον έλεγχο της μυϊκής δύναμης και λειτουργίας των κάτω άκρων πριν και μετά από εγχείρηση αποκατάστασης πρόσθιου χιαστού συνδέσμου σε τριάντα ένα άτομα ηλικίας 19-38 ετών χρησιμοποίησαν τρέξιμο carioca όπου η απόσταση που καλυπτόταν ήταν 6,3 μέτρα τέσσερις φορές.

Τρέξιμο σε ημικόκλιο «συνσυστολή»

Το τρέξιμο "συνσυστολή " είναι η κάλυψη με πλάγια βήματα ενός ημικόκλιου κρατώντας ένα λάστιχο σταθεροποιημένο σε τοίχο και η χρονομέτρηση του χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της λειτουργικής αποκατάστασης τραυματισμένων αθλητών (εικόνα 2.4).

Μεθοδολογία: ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι ευρύχωρη αίθουσα, σωληνωτό λάστιχο μήκους 122cm και μέγιστης επιμήκυνσης 254cm αγκιστρωμένο σε μεταλλική θηλιά τοποθετημένη σε ύψος 154cm από το πάτωμα, ημικόκλιο σημαδεμένο στο πάτωμα ακτίνας 244cm και χρονόμετρο με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου.

Ο δοκιμαζόμενος τοποθετείται σε όρθια θέση κοιτάζοντας το τοίχο, τα πόδια του ακουμπούν πάνω στη γραμμή και το λάστιχο επιμηκύνεται κατά 122cm. Του ζητείται να τρέξει με πλάγια βήματα το ημικόκλιο πέντε φορές (τρεις δεξιά- αριστερά και δύο αριστερά-δεξιά), ξεκινώντας από τη δεξιά πλευρά. Η δοκιμασία αρχίζει με την εντολή "ξεκίνα", ξεκινά η χρονομέτρηση και τερματίζει εφόσον καλύψει πέντε ημικόκλια. Πραγματοποιούνται τρεις προσπάθειες και η καλύτερη χρησιμοποιείται για περαιτέρω ανάλυση (Lephart et al, 1992).

Κλίμακες

Τρέξιμο σε σκάλα

Ο αθλητής ανεβοκατεβαίνει γρήγορα μια σκάλα, ένα ένα τα σκαλοπάτια και καταγράφεται ο χρόνος σε δευτερόλεπτα (Keskula et al, 1996).

Όλες οι δοκιμασίες που περιγράφονται παραπάνω απαιτούν πολύ λίγο χώρο και εξοπλισμό, όπως κώνοι, ταινία, χρονόμετρο (Hamilton et al, 2008). Πιο πολύπλοκα εργαλεία μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν και να δώσουν περισσότερα και ακριβέστερα δεδομένα, όπως πχ μια δυναμοπλατφόρμα, η οποία θα μέτραγε επιπλέον το χρόνο πτήσης, τις δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους κα (Keskula et al, 1996).

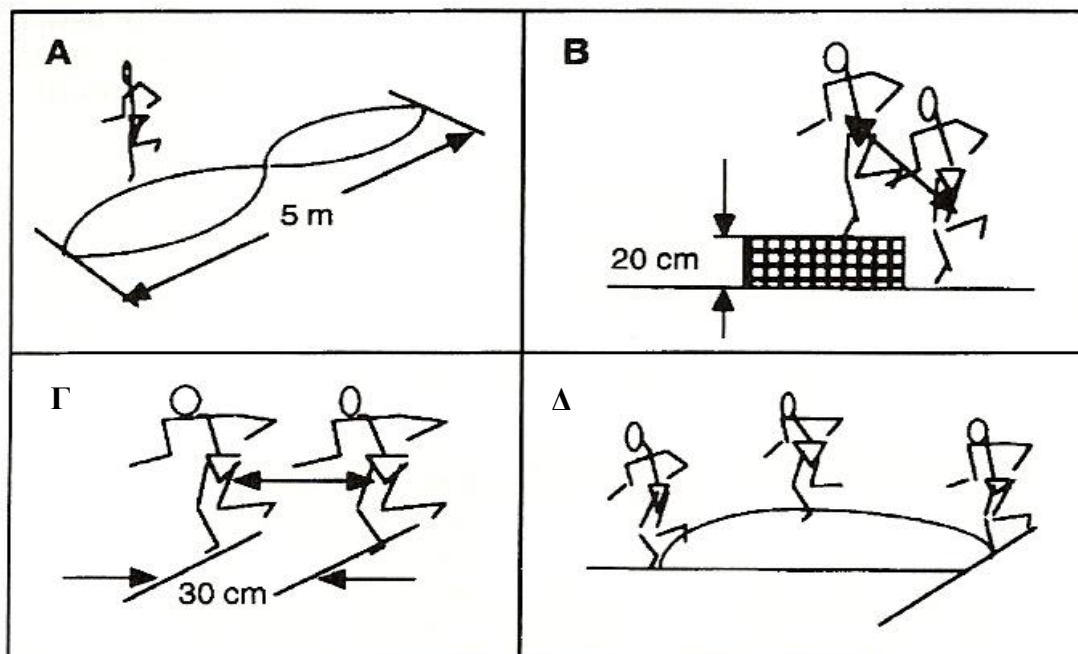
Από τις παραπάνω δοκιμασίες κάποιες είναι μονοποδικές και κάποιες διποδικές. Η ικανότητα του αθλητή να εκτελέσει μονοποδικές δοκιμασίες είναι περιορισμένη στην πρώιμη φάση της αποκατάστασης. Οι διποδικές δοκιμασίες (τρέξιμο σε σχήμα οκτώ, ανεβοκατέβασμα σκάλας, ταχύτητες), συσχετίζονται περισσότερο με τις δραστηριότητες καθημερινής ενασχόλησης ενώ οι μονοποδικές δοκιμασίες περισσότερο με πιο απαιτητικές δραστηριότητες που απαιτούν δύναμη και σταθερότητα (Risberg & Ekeland, 1994).

«FAT battery test»

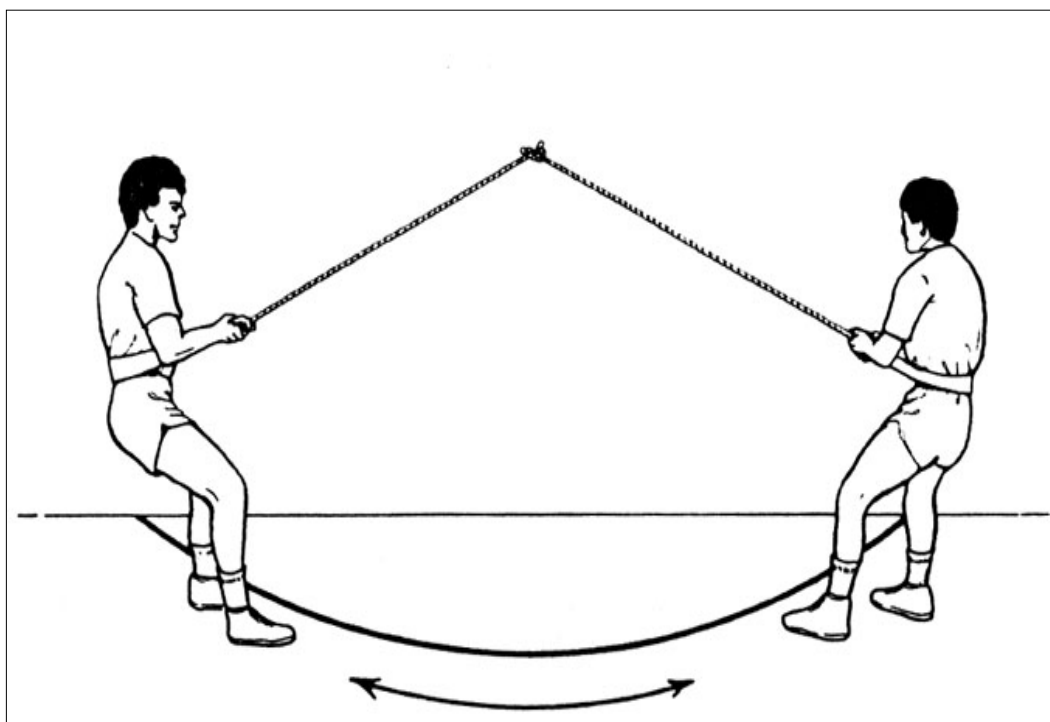
Η δοκιμασία αυτή απαρτίζεται από τέσσερις επιμέρους λειτουργικές δοκιμασίες και προτάθηκε από τους Itoh et al (1998) (εικόνα 2.3).

Οι δοκιμασίες οι οποίες περιέχει είναι: αναπήδηση στο ένα πόδι σε σχήμα οκτώ, αναπήδηση σε σκαλοπάτι, αναπήδηση πλάγια, και απλή αναπήδηση σε απόσταση. Στην πρώτη δοκιμασία ο δοκιμαζόμενος πρέπει να καλύψει μια διαδρομή σε σχήμα οκτώ απόστασης 10 μέτρων με αναπηδήσεις στο ένα πόδι όσο το δυνατόν πιο γρήγορα. Στη δεύτερη δοκιμασία θα πρέπει να πηδά πάνω κάτω σε ένα σκαλί ύψους 20 εκατοστών 10 συνεχόμενες φορές, όσο πιο γρήγορα μπορεί και να μην

κοιτά καθόλου πίσω. Στις πλάγιες αναπηδήσεις, ο δοκιμαζόμενος αναπηδά πλάγια υπερπηδώντας μια απόσταση 30 εκατοστών για 10 διαδοχικές προσπάθειες όσο πιο γρήγορα μπορεί, ενώ στην απλή αναπήδηση σε απόσταση, ο δοκιμαζόμενος πηδά και προσγειώνεται με το ίδιο πόδι όσο πιο μακριά μπορεί και καταγράφεται η απόσταση. Η σειρά των δοκιμασιών είναι τυχαία και αρχικά μετριέται το υγιές μέλος για να αποτελέσει μέτρο σύγκρισης. Ο δοκιμαζόμενος μπορεί να εκτελέσει μια δοκιμαστική προσπάθεια πριν από κάθε δοκιμασία και κάθε δοκιμασία εκτελείται δύο φορές με διάλλειμμα ενός λεπτού ενδιάμεσα. Καταγράφεται η καλύτερη επίδοση για κάθε πόδι και για κάθε δοκιμασία.



Εικόνα 2.3: Α-Δ Τέσσερα λειτουργικά τεστ σε συνδυασμό. Α Αναπήδηση σε σχήμα οχτώ, Β αναπήδηση σε σκαλοπάτι, Γ πλαϊνή αναπήδηση, Δ απλή αναπήδηση
Τροποποιημένη από Itoh et al, 1998



Εικόνα 2.4: Τρέξιμο «συνσυστολή»

Αξιοπιστία και εγκυρότητα των λειτουργικών δοκιμασιών

Η αξιοπιστία αναφέρεται στο κατά πόσον ένα πρωτόκολλο μέτρησης ελαχιστοποιεί το λάθος της μέτρησης (συστηματικό και τυχαίο) και παράγει ακριβή και σταθερά αποτελέσματα κατά τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της ίδιας παραμέτρου. Για παράδειγμα, το πρωτόκολλο θα παράγει ακριβή και σταθερά αποτελέσματα εάν ο ίδιος εξεταστής επαναλάβει τη μέτρηση σε διαφορετικές χρονικές στιγμές ή εάν ένας διαφορετικός εξεταστής επαναλάβει το ίδιο πρωτόκολλο; Η αξιοπιστία είναι πολύ σημαντική παράμετρος προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι αντικειμενικά ώστε ο ειδικός της αποκατάστασης να μπορέσει να τα εμπιστευθεί προκειμένου να αξιολογήσει την πορεία του προγράμματος με ασφάλεια (Clark, 2001).

Επίσης, μεγάλη σημασία έχει και η εγκυρότητα της δοκιμασίας, δηλαδή το κατά πόσον μετριέται η εν λόγω παράμετρος (Ghena, 2000). Η εγκυρότητα είναι πολύ σημαντική στην επιλογή μιας λειτουργικής δοκιμασίας και μπορεί να τη δει κανείς από τη μεριά της βιομηχανικής και από τη μεριά της ευαισθησίας (sensitivity). Όσον αφορά τη βιομηχανική, κινηματικά και κινητικά δεδομένα έχουν δείξει ότι το γόνατο συνεισφέρει κατά 49-56% στο κάθετο άλμα αλλά μόνο κατά 3.9% στο οριζόντιο άλμα (άρθρα από αλυσίδες να βάλω). Συνεπώς οι οριζόντιες δοκιμασίες αναπηδήσεων όπως η αναπήδηση στο ένα πόδι για απόσταση ίσως να μην είναι και η εγκυρότερη μέτρηση της λειτουργικότητας του γόνατος σύμφωνα με τα υπάρχοντα βιομηχανικά δεδομένα (Clark, 2001).

Όσον αφορά την ευαισθησία της μέτρησης, αυτή αναφέρεται στο κατά πόσον η δοκιμασία θα δείξει όντως μη φυσιολογική συμμετρία σε ένα τραυματισμένο γόνατο (Ghena, 2000). Οι Barber et al (1990), έδειξαν έλλειψη ευαισθησίας για πέντε λειτουργικές δοκιμασίες αναπηδήσεων, αλμάτων και στροφών. Επιπλέον, οι Noyes et al (1991), βρήκαν, χαμηλή ευαισθησία για τη μονοποδική αναπήδηση (52%), και τις δοκιμασίες αναπηδήσεων με χρόνο(49%), ενώ υψηλή στις ίδιες αναπηδήσεις για υγιή άτομα.

Η ευαισθησία μιας μέτρησης σε υγιείς, μη τραυματισμένους αθλητές δίνει τιμές από 86%-100% μεταξύ της επίδοσης των δύο κάτω άκρων (Ghena, 2000).

Ένας περιορισμός που έχουν οι λειτουργικές δοκιμασίες είναι το γεγονός ότι δεν μπορούν να προσομοιάσουν τις πραγματικές συνθήκες γιατί εκτελούνται μέσα σε ένα δομημένο και ελεγχόμενο περιβάλλον χωρίς περισπασμούς. Οι Barber et al (1990), αναφέρουν ότι παρότι οι περισσότεροι ασθενείς είχαν φυσιολογικό σκορ στην μονοποδική αναπήδηση εντούτοις ανέφεραν περιορισμούς όταν εκτελούσαν αθλητικές δραστηριότητες. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους για τον οποίο οι λειτουργικές δοκιμασίες παρουσιάζουν χαμηλή ευαισθησία (Ghena 2000; Itoh et al,1998; Keskula et al, 1996).

Ένας άλλος λόγος μπορεί να είναι ο τρόπος ανάλυσης των αποτελεσμάτων. Για παράδειγμα, στις διποδικές δοκιμασίες δεν μπορεί να αξιολογηθεί ξεχωριστά το κάθε ένα από τα δύο άκρα. Συνεπώς, ως μέσο σύγκρισης παίρνεται ο μέσος χρόνος επίτευξης της δοκιμασίας από υγιή άτομα. Όμως, τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να ποικίλουν

ανάλογα με το φύλο, την ηλικία και το επίπεδο αθλητικής δραστηριότητας. Επίσης, όταν εξάγεται ο δείκτης συμμετρίας, ο οποίος αντικατοπτρίζει την εκατοστιαία διαφορά μεταξύ της επίδοσης των δύο άκρων επηρεάζεται από τον τρόπο με τον οποίο καθορίζεται ποιο από τα δύο είναι το κυρίαρχο κάτω άκρο. Οι Itoh et al, (1998), όταν μέτρησαν 60 υγιή άτομα οι μισοί περίπου από αυτούς δε χρησιμοποιούσαν το ίδιο πόδι για το άλμα και το κλώτσημα μιας μπάλας. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τις απόλυτες διαφορές για να υπολογίσουν το δείκτη συμμετρίας ώστε να μειωθεί η επίδραση του φύλου, της ηλικίας ή της επιλογής του κυρίαρχου άκρου δεν θα επηρεάσει τη σύγκριση μεταξύ υγιών και τραυματιών.

Η απλή μονοποδική αναπήδηση η οποία είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη δοκιμασία στη βιβλιογραφία, παρουσιάζει μικρή ευαισθησία (38%-58%) για όλους τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω (Noyes et al, 1991; Tegner et al, 1986). Όταν όμως η απλή αναπήδηση στο ένα πόδι συνδυάστηκε με την αναπήδηση σε χρόνο, τότε η ευαισθησία αυξήθηκε στο 62% (Tegner et al, 1986). Έτσι, συνίσταται οι λειτουργικές δοκιμασίες να μην εκτελούνται μόνες τους αλλά πάντοτε σε ένα πρωτόκολλο να συνδυάζονται τουλάχιστον δύο διαφορετικές (Itoh et al, 1998).

Στην ίδια έρευνα, οι Itoh et al (1998), χρησιμοποίησαν τέσσερις διαφορετικές λειτουργικές δοκιμασίες, και η ευαισθησία αυξήθηκε στο 82%. Χρησιμοποιήθηκε μια δοκιμασία αναπήδησης σε σχήμα οκτώ η οποία απαιτεί συνεχόμενα άλματα αλλά και στροφικές κινήσεις, μια δοκιμασία αναπήδησης πάνω σε σκαλοπάτι η οποία απαιτεί

επαναλαμβανόμενη επιβράδυνση κατά την προσγείωση, μια δοκιμασία πλαϊνών αναπηδήσεων η οποία απαιτεί κίνηση στο εγκάρσιο επίπεδο και μια δοκιμασία απλής αναπήδησης. Με αυτόν τον συνδυασμό, οι ερευνητές επιχείρησαν να προσομοιάσουν όσο γίνεται περισσότερο τις κινήσεις και τα επίπεδα, τις φορτίσεις και τις απαιτήσεις που υπάρχουν στις πραγματικές συνθήκες.

Οι Tegner et al (1986), εξέτασαν άτομα με τραυματισμό στον ΠΧΣ και υγιή στην απλή αναπήδηση, στο τρέξιμο σε σχήμα οκτώ, στο ανεβοκατέβασμα κλίμακας και στο τρέξιμο σε κεκλιμένο επίπεδο. Ένα σημαντικό ποσοστό των τραυματισμένων ατόμων είχαν σκορ εντός των φυσιολογικών ορίων. Το 62% είχαν φυσιολογικά αποτελέσματα στην απλή αναπήδηση, 42% στο τρέξιμο στην σκάλα, 46% στο τρέξιμο σε οχτάρι, και 53% στο τρέξιμο σε κεκλιμένο επίπεδο. Τα παραπάνω αποτελέσματα αμφισβητούν την ευαισθησία των λειτουργικών δοκιμασιών όταν χρησιμοποιούνται μόνα τους και όχι σε συνδυασμό.

Οι Barber et al (1990), βρήκαν στην έρευνά τους ότι οι συμπτωματικοί ασθενείς είχαν φυσιολογικά σκορ στο παλίνδρομο τρέξιμο αφού έτρεχαν με μειωμένη ταχύτητα. Αν λοιπόν η ταχύτητα δεν ελέγχεται ή δεν αποτελεί μέρος της ανάλυσης, τότε αυτή η δοκιμασία από μόνη της δεν αποτελεί έγκυρο τρόπο αξιολόγησης της λειτουργικής ικανότητας.

Οι Wilk et al (1994), αναφέρει επίσης υψηλή ευαισθησία όταν συνδυάστηκαν στη μέτρηση τρεις παρόμοιες λειτουργικές δοκιμασίες.

Επίσης, οι Eastlack et al (1999), βρήκαν ότι η διασταυρούμενη αναπήδηση μπορεί να είναι μια αξιόπιστη λειτουργική δοκιμασία όμως

μεγαλύτερη ακρίβεια και εγκυρότητα θα είχε μια μέτρηση αν περιελάμβανε τέσσερις και όχι μία λειτουργικές δοκιμασίες. Η ευαισθησία όταν χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις δοκιμασίες αναπηδήσεων, έφτασε το 97% (ακρίβεια πρόβλεψης λειτουργικών ελλειμμάτων).

Επίσης εάν κατά την εξέταση επιτρέπονται αντιρροπιστικές κινήσεις των μελών, όπως υπερβολική αιώρηση των χεριών ή του ετερόπλευρου ποδιού ή αυξημένη έκταση ή κάμψη κορμού, τότε κάτι τέτοιο θα μείωνε την ευαισθησία της μέτρησης (Phillips et al, 2000). Τα δεδομένα από τέτοιες μετρήσεις θα είχαν μειωμένη αξία στον προσδιορισμό των λειτουργικών περιορισμών γιατί θα υπερεκτιμούσαν την λειτουργική ικανότητα (Keskula et al, 1996).

Όσον αφορά την αξιοπιστία των λειτουργικών δοκιμασιών, έρευνα των Markovic και των συνεργατών του (2001) για την εγκυρότητα και αξιοπιστία του επιτόπιου άλματος, σε διαφορετικές συνθήκες (χρήση η όχι των άνω άκρων) έδειξε ότι η επιτόπια αναπήδηση με συμμετοχή των άνω άκρων παρουσιάζει εγκυρότητα για την αναερόβια ισχύ $r=0,97$ και αξιοπιστία $r=0,89$.

Έρευνα των Ross και των συνεργατών του (2002) σχετικά με την εγκυρότητα δοκιμασιών μονοποδικών αναπηδήσεων, αναφέρει για την μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση αξιοπιστία $r=0,92$, για την τριπλή $r=0,97$ και για τη διασταυρούμενη τριπλή $r=0,93$.

Οι Booher και συνεργάτες (1993) πραγματοποίησαν έρευνα για την εγκυρότητα δύο μονοποδικών αναπηδήσεων και μιας δοκιμασίας ευκινησίας. Για την μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση αναφέρουν $r=0,97$. Για την αξιοπιστία της μεθόδου οι Ross και συνεργάτες (2002)

αναφέρουν ότι η μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση σε συνδυασμό με άλλες δοκιμασίες (μονοποδική αναπήδηση σε χρόνο, τριπλή μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση και διασταυρούμενη αναπήδηση σε απόσταση), είναι ικανοποιητικά ευαίσθητη στην αποκάλυψη μεταβολών σε δοκιμαζόμενους μετά από αποκατάσταση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου και σε υγιή άτομα που υποβλήθηκαν σε πρόγραμμα αύξησης μυϊκής δύναμης των κάτω άκρων.

Ωστόσο, ο απλός δείκτης συσχέτισης r καλό είναι να αποφεύγεται γιατί σταθερά υπερεκτιμά την αξιοπιστία. Αντιθέτως, ο δείκτης ‘Intraclass Correlation Coefficient’ (ICC), είναι ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος δείκτης στη βιβλιογραφία για την ποσοτικοποίηση της αξιοπιστίας μιας λειτουργικής δοκιμασίας. Ένα πρωτόκολλο μέτρησης θεωρείται έγκυρο και αξιόπιστο όταν $ICC \geq 0.90$ (Clark, 2001; Hopper et al, 2002).

Ο Brosky και οι συνεργάτες του (1999), αναφέρουν αξιοπιστία για την αναπήδηση σε απόσταση 6 μέτρων $ICC \geq 0.88$. Για το κάθετο άλμα οι ίδιοι ερευνητές αναφέρουν αξιοπιστία 0.97 σε 15 ασθενής με ανακατασκευή ΠΧΣ. Επίσης, για την ίδια δοκιμασία, υψηλή αξιοπιστία αναφέρεται από τους Petschnig et al (1999) σε πενήντα υγιείς δοκιμαζόμενους (0.89).

Οι Booher et al (1993), εξέτασαν την αξιοπιστία τριών δοκιμασιών μονοποδικών αναπηδήσεων (αναπήδηση σε απόσταση, αναπήδηση σε χρόνο, και αναπήδηση σε απόσταση 30 μέτρων). Οι ICC κυμάνθηκαν από 0.77 έως 0.99 δείχνοντας ικανοποιητικά επίπεδα αξιοπιστίας. Για την τριπλή μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση

αναφέρεται υψηλή αξιοπιστία (0.98) στην έρευνα των Hamilton et al (2008). Οι ερευνητές αναφέρουν ότι η ίδια δοκιμασία έχει και υψηλή εγκυρότητα γιατί μπορεί να προβλέψει τη δύναμη και την ισχύ του κάτω άκρου ενός αθλητή.

Συνοψίζοντας αυτήν την παράγραφο, η βιβλιογραφία συμφωνεί ότι θα πρέπει τουλάχιστον δύο διαφορετικές λειτουργικές δοκιμασίες να συμπεριλαμβάνονται στο πρόγραμμα αποκατάστασης ώστε να αυξάνει η εγκυρότητα της μέτρησης. Επίσης, η ευαισθησία των μετρήσεων βελτιώνεται όταν σταθμίζονται παράγοντες όπως οι αντιρροπιστικές κινήσεις οι οποίες ψευδώς αυξάνουν την απόδοση στις δοκιμασίες από τους ασθενείς με πρόβλημα στον ΠΧΣ και όταν οι λειτουργικές δοκιμασίες χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό σε ένα πρόγραμμα αξιολόγησης και αποκατάστασης (Phillips et al, 2000).

Σχέση μεταξύ κλινικών μετρήσεων

Οι Wilk et al (1994), μελέτησαν τη σχέση μεταξύ των υποκειμενικών μετρήσεων (ερωτηματολόγια), των αντικειμενικών μετρήσεων (ισοκίνηση) και των λειτουργικών δοκιμασιών. Οι λειτουργικές δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η απλή αναπήδηση σε απόσταση, η απλή αναπήδηση σε χρόνο, και η διασταυρούμενη αναπήδηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν θετική σχέση μεταξύ της δύναμης του τετρακέφαλου, των λειτουργικών δοκιμασιών και των σκορ των ερωτηματολογίων. Ωστόσο δε βρέθηκε θετική σχέση μεταξύ των λειτουργικών δοκιμασιών και της δύναμης των ισchioκνημιαίων κάτι που καταρρίπτει την επικρατούσα λογική της

έμφασης στην ενδυνάμωση των ισchioκνημιαίων στην αποκατάσταση μετά από τραυματισμό του ΠΧΣ. Ωστόσο, στην υπάρχουσα έρευνα, η ισοκινητική μέτρηση αφορούσε ισομετρική δύναμη και συνεπώς αυτού του είδους η μυϊκή δράση δεν μπορεί να αντικατοπτρίσει τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης που επισυμβαίνει κατά τις λειτουργικές δραστηριότητες.

Οι Barber et al (1990), δεν βρήκαν σημαντική σχέση μεταξύ της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης και πέντε λειτουργικών δοκιμασιών (μονοποδική αναπήδηση σε απόσταση και σε χρόνο, μονοποδική αναπήδηση σε ύψος, παλίνδρομο τρέξιμο με στροφή και χωρίς στροφή). Η αξιολόγηση της χαλαρότητας του γόνατος δίνει πληροφορίες σχετικά με την ακεραιότητα του συνδέσμου. Ωστόσο, η κλινική εξέταση της πρόσθιας μετατόπισης της κνήμης δεν μπορεί να είναι ικανή να εκτιμήσει τη λειτουργική σταθερότητα του γόνατος.

Όσον αφορά τα ισοκινητικά δεδομένα, φαίνεται ότι η μέγιστη ροπή του τετρακέφαλου μπορεί να σχετίζεται θετικά με τις λειτουργικές δοκιμασίες μόνο όμως στις περιπτώσεις που το ισοκινητικό μηχάνημα συνεκτιμά και την ανταγωνίστρια μυϊκή ομάδα και σε ταχύτητες υψηλές, της τάξης των 180° και 300° το δευτερόλεπτο που φαίνεται να πλησιάζει κάπως τις ταχύτητες κίνησης σε πραγματικές συνθήκες (Keskula et al, 1996).

Ανάλυση αποτελεσμάτων

Η λειτουργικότητα του κάτω άκρου, ανάλογα με τη δοκιμασία που επιλέγεται κάθε φορά, ποσοτικοποιείται είτε σε μονάδες απόστασης, είτε σε μονάδες χρόνου. Συνεπώς, τα δεδομένα που προκύπτουν από μια λειτουργική δοκιμασία αντανακλούν είτε την απόσταση που καλύφθηκε, είτε το χρόνο που χρειάστηκε για να ολοκληρωθεί η δοκιμασία. Ανάλογα με τον αριθμό των προσπαθειών, ο ειδικός της αποκατάστασης μπορεί να επιλέξει τη μέγιστη απόσταση, τον ελάχιστο χρόνο, ή τις μέσες τιμές αυτών. Προτείνεται να χρησιμοποιείται για περαιτέρω ανάλυση η «καλύτερη» επίδοση, καθώς αυτή συμβαίνει συνήθως στην τρίτη από τρεις προσπάθειες και εφόσον ο σκοπός είναι η επιστροφή στο συναγωνισμό, άρα το ενδιαφέρον πρέπει να εστιάζεται στην καλύτερη προσπάθεια (Kramer et al, 1992)

Με δύο τρόπους μπορούν τα δεδομένα των λειτουργικών δοκιμασιών να αναλυθούν: είτε με t-test ανά ζεύγη λαμβάνοντας υπόψιν τις διαφορές μεταξύ των ατόμων και μεταξύ των δύο κάτω άκρων, ή τον δείκτη συμμετρίας ο οποίος είναι και ο συχνότερα χρησιμοποιούμενος τρόπος ιδίως στις μονοποδικές δοκιμασίες όπου μπορεί να γίνει σύγκριση μεταξύ των μελών (Clark, 2001).

Για τον υπολογισμό της συμμετρίας των κάτω άκρων χρησιμοποιείται σύμφωνα με τους (Barber et al, 1990; Barber et al, 1992; Gobbi et al, 2003; Gobbi et al, 2004) ο παρακάτω τύπος :

$$\text{Συμμετρία \%} = (\text{επίδοση στο τραυματισμένο πόδι} / \text{επίδοση στο υγιές πόδι}) \times 100$$

Ο δείκτης συμμετρίας μπορεί να χρησιμοποιείται είτε ως κριτήριο για την επιστροφή στο συναγωνισμό, είτε ως μέρος του προγράμματος αποκατάστασης για την μέτρηση και επίτευξη στόχων. Για παράδειγμα, εάν ένας αθλητής στην απλή αναπήδηση στο ένα πόδι σε απόσταση, πηδήξει 40 εκατοστά με το υγιές και 32 με το τραυματισμένο πόδι, τότε ο δείκτης συμμετρίας θα ήταν $32/40 \times 100 = 80\%$. Αυτό θα σήμαινε ότι δεν θα ήταν έτοιμος ακόμα για επιστροφή και θα μπορούσε να ποσοτικοποιηθεί ο επόμενος στόχος της αποκατάστασης, δείκτης συμμετρίας $\geq 85\%$ ή 90% , ο οποίος εμπίπτει στα φυσιολογικά όρια (Barber et al, 1990; Clark, 2001; Keskula, 1996). Έτσι, ενώ η ελλειμματική απόδοση μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως η κακή φυσική κατάσταση, ελλείμματα στη δύναμη, πόνος, ψυχολογικοί περιορισμοί, μία διαφορά μεταξύ των δύο κάτω άκρων $\leq 15\%$, αντιπροσωπεύει τη φυσιολογική διακύμανση, ασχέτως ποιο πόδι είναι το κυρίαρχο ή ποιο είναι το επίπεδο της αθλητικής συμμετοχής (Hopper et al, 2002).

Ο δείκτης συμμετρίας είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στα χέρια του κλινικού της αποκατάστασης καθώς υπολογίζεται εύκολα και γρήγορα και κυρίως γιατί χρησιμοποιεί το ετερόπλευρο υγιές άκρο ως ομάδα ελέγχου (Keskula et al, 1996). Ωστόσο, τρεις παράγοντες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν όταν χρησιμοποιείται ο δείκτης συμμετρίας:

1. Το κατά πόσον το υγιές άκρο είναι υγιές σε σχέση με την παράμετρο που πρέπει να μετρηθεί κατά τη λειτουργική

- δοκιμασία (πχ μυϊκή ισχύς, ιδιοδεκτικότητα, δυναμική ισορροπία, σταθερότητα;)
2. Κατά δεύτερον, θα πρέπει να τηρείται η προϋπόθεση ότι το υγιές άκρο δεν έχει υποστεί κάποιου είδους έκπτωσης της λειτουργικής ικανότητας λόγω μειωμένης δραστηριότητας επειδή το τραυματισμένο μέλος υπέστη κάποιου είδους ακινητοποίηση
 3. Τρίτον, δεν παρατηρείται επίδραση της κυριαρχίας του κάτω άκρου (πχ «δυνατότερο» και «πιο αδύναμο» (Clark, 2001)

Προϋποθέσεις συμμετοχής σε λειτουργικές δοκιμασίες

Οι λειτουργικές δοκιμασίες δεν θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στο πρόγραμμα αποκατάστασης παρά μόνο εάν δεν υπάρχει πλέον πόνος, οίδημα, αίσθηση τριγμού και το γόνατο έχει πλήρες εύρος τροχιάς και κυρίως τέλεια έκταση στο γόνατο. Επίσης, το βάδισμα και το ανεβοκατέβασμα σκάλας θα πρέπει να είναι συμμετρικό, χωρίς αντιρροπιστικές κινήσεις κατά την κλινική παρατήρηση (Barber et al, 1992; Lephart & Henry, 1995).

Για να είναι ασφαλής η λειτουργική δοκιμασία, ο δείκτης συμμετρίας για τους εκτείνοντες του γόνατος όπως προκύπτει από την ισοκινητική αξιολόγηση θα πρέπει να είναι $\geq 85\%$ (Barber et al, 1992).

Εφόσον οι λειτουργικές δοκιμασίες είναι μιμητικές του αθλήματος και χρησιμοποιούν τον κύκλο διάτασης-συστολής, οι προϋποθέσεις συμμετοχής θα πρέπει να είναι ίδιες με τις προϋποθέσεις συμμετοχής σε πλειομετρική άσκηση.

Οι προϋποθέσεις αυτές αφορούν σε δύναμη-ευκαμψία-ιδιοδεκτικότητα για να μπορεί να εμπλακεί με ασφάλεια ο τραυματίας αθλητής σε ένα πρόγραμμα με λειτουργικές δοκιμασίες.

Για να εκτελέσει κάποιος μια λειτουργική δοκιμασία, θα πρέπει να έχει κάποια ελάχιστα όρια δύναμης. Όταν τα επίπεδα της δύναμης είναι χαμηλά, κατά την προσγείωση η σταθερότητα θα είναι μειωμένη και αυτό μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε τραυματισμό. Αντιθέτως, όταν η δύναμη είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα, η μυϊκή διατομή θα είναι μεγαλύτερη με αποτέλεσμα περισσότερα ελαστικά στοιχεία να παράγουν έργο κατά τη φάση της προδιάτασης. Συγκεκριμένα ο ασθενής, θα πρέπει να είναι σε θέση να εκτελέσει 5 επαναλήψεις σε 5sec, ημικάθισμα με το 60% του σωματικού βάρους.

Όταν αυτό επιτευχθεί θα πρέπει να ελεγχθεί εάν ο ασθενής έχει επαρκή επίπεδα πλειομετρικής δύναμης. Αυτό ελέγχεται με ασκήσεις σταθερότητας κλειστής αλυσίδας.

Η στατική σταθερότητα αξιολογείται με τα ακόλουθα τεστ:

1. Ισορροπία στο ένα πόδι για 30sec με ανοιχτά μάτια
εφόσον αυτό επιτευχθεί
2. Ισορροπία στο ένα πόδι για 30sec με κλειστά μάτια
εφόσον αυτό επιτευχθεί
3. Ημικάθισμα στο ένα πόδι για 30sec με το 25% του σωματικού βάρους
και με ανοιχτά μάτια
εφόσον αυτό επιτευχθεί
4. Ημικάθισμα στο ένα πόδι για 30sec με το 25% του σωματικού βάρους και με κλειστά μάτια

εφόσον αυτό επιτευχθεί

5. Ημικάθισμα στο ένα πόδι για 30sec με το 50% του σωματικού βάρους και με ανοιχτά μάτια

εφόσον αυτό επιτευχθεί

6. Ημικάθισμα στο ένα πόδι για 30sec με το 50% του σωματικού βάρους και με κλειστά μάτια

Κατά την εκτέλεση των έξι αυτών λειτουργικών τεστ θα πρέπει να μην υπάρχει τρέμουλο ή έντονες αντιροπιστικές κινήσεις.

Εφόσον ο δοκιμαζόμενος εκτελέσει με επιτυχία όλα τα τεστ στατικής σταθερότητας τότε θα πρέπει να αξιολογηθεί η δυναμική σταθερότητά του.

Η ικανότητα για πλειομετρική συστολή αξιολογείται με τεστ σταθερότητας κατά το άλμα. Αν η φάση επαφής είναι μεγάλη, τότε τα επίπεδα πλειομετρικής δύναμης δεν επαρκούν. Για να έχει επαρκή δυναμική σταθερότητα ο ασθενής θα πρέπει να πηδήξει σε μήκος όσο και το ανάστημά του (Clark, 2001; Komi, 2000; Voigth 1992).

Μεθοδολογικές υποδείξεις

Κατά την επιλογή των λειτουργικών δοκιμασιών, ο ειδικός της αποκατάστασης θα πρέπει να δώσει προσοχή σε θέματα που αφορούν την αξιοπιστία, την εγκυρότητα, την ανάλυση των δεδομένων και σε ποιο χρονικό σημείο του προγράμματος θα πρέπει να τις συμπεριλάβει δεδομένου ότι σκοπός είναι η ασφαλής επιστροφή στο συναγωνισμό και η ελαχιστοποίηση πιθανοτήτων τραυματισμού (Clark, 2001; Itoh et al, 1998; Smith et al, 2004).

Διάφορες πηγές λάθους μπορούν να ελεγχθούν ώστε να βελτιωθεί η αξιοπιστία μιας λειτουργικής δοκιμασίας. Η στάθμιση του πρωτοκόλλου και η εξοικείωση του εξεταστή με αυτό είναι πολύ σημαντική όπως η εξοικείωση του τραυματία αθλητή αλλά και τα επαρκή διαλλείμματα (Keskula et al, 1996).

Οι αντιρροπιστικές κινήσεις θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψιν κατά τη μέτρηση γιατί μπορεί εύκολα να μειώσουν την εγκυρότητα της δοκιμασίας. Ο ειδικός της αποκατάστασης θα πρέπει να λάβει υπόψιν του έναν συνδυασμό παραγόντων και πληροφοριών ώστε να θέσει ρεαλιστικούς στόχους και να αναγνωρίσει τα ιδιαίτερα προβλήματα του τραυματία αθλητή. Ανάλογα με το στάδιο της αποκατάστασης τα διάφορα λειτουργικά τεστ μπορούν να προσαρμοστούν στις ιδιαίτερες ανάγκες του ασθενή και να τροποποιηθούν. Για παράδειγμα, στην πρώιμη φάση της αποκατάστασης το τρέξιμο σε οχτάρι θα μπορούσε να γίνει αργά και όχι γρήγορα. Το περπάτημα και το τρέξιμο σε ευθεία γραμμή μπορούν και αυτά να χρησιμοποιηθούν στα αρχικά στάδια της αποκατάστασης. Καθώς το πρόγραμμα και ο ασθενής προοδεύουν ποιο απαιτητικές δοκιμασίες μπορούν να συμπεριληφθούν, όπως αναπηδήσεις στο ένα πόδι, σε χρόνο ή απόσταση και τέλος δοκιμασίες που προσομοιάζουν στις αθλητικές δραστηριότητες και μπορεί να συμπεριλαμβάνουν, κοψίματα, στροφές, επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις, τρέξιμο σε πλήρη ταχύτητα.

Συμπέρασμα

Ένα πρόγραμμα αποκατάστασης μετά από ρήξη του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου εμπεριέχει αντικειμενικές, υποκειμενικές μετρήσεις και λειτουργικές δοκιμασίες. Η δύναμη και η ιδιοδεκτικότητα είναι μετρήσεις με υψηλή εγκυρότητα και ευαισθησία όμως με μικρή λειτουργική σημασία. Επιπλέον, οι ισοκινητικές παράμετροι παρότι αντικειμενικές και αξιόπιστες δεν μπορούν να παρέχουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την αρθρική σταθερότητα κατά τις δυναμικές κινήσεις. Οι λειτουργικές δοκιμασίες από την άλλη προσομοιάζουν περισσότερο στην αθλητική κίνηση όμως τα αποτελέσματά τους δεν μπορεί να είναι συγκεκριμένα ως προς μια παράμετρο της λειτουργικής ικανότητας γιατί αξιολογούν το γόνατο ως σύνολο. Ικανοποιητική απόδοση στα άλματα, στο τρέξιμο, στις αναπηδήσεις απαιτούν μηχανική σταθερότητα, νευρομυϊκό συντονισμό, έκκεντρη και σύγκεντρη μυϊκή ενεργοποίηση και ιδιοδεκτική ικανότητα. Μειωμένο σκορ σε μια λειτουργική δοκιμασία αντανακλά πρόβλημα σε οποιαδήποτε από τις παραπάνω παραμέτρους ή σε συνδυασμό τους.

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας διαφαίνεται ότι ένας συνδυασμός μετρήσεων είναι σημαντικός προκειμένου να αξιολογηθεί πλήρως η λειτουργική ικανότητα μετά από τραυματισμό του ΠΧΣ. Οι υποκειμενικές εκτιμήσεις του ασθενή, η μέτρηση της δύναμης, του εύρους τροχιάς, της αρθρικής σταθερότητας δίνουν σημαντικές πληροφορίες για την κλινική εικόνα. Οι λειτουργικές δοκιμασίες πρέπει να αποτελούν ένα αναπόσπαστο κομμάτι της αποκατάστασης γιατί είναι ο πλησιέστερος κρίκος μεταξύ του προγράμματος και της συμμετοχής

σε πραγματικές συνθήκες. Ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό, τότε ο ειδικός της αποκατάστασης έχει στα χέρια του έγκυρες και αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με την πρόοδο του τραυματία αθλητή.

Βιβλιογραφία

1. Ageberg, E., Roberts, D., Holmstrom, E., & Friden T. (2005). Balance in single-limb stance in patients with anterior cruciate ligament injury. Relation to knee laxity, proprioception, muscle strength and subjective function. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(10), 2005.
2. Anderson, M.A., Gieck, J. H., Perrin, D., et al. (1991). The relationship among isometric, isotonic, and isokinetic concentric and eccentric quadriceps and hamstring force and three components of athletic performance. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 14, 114-120.
3. Anderson, M.A., & Foreman, T.L (1995). "Return to competition. Functional rehabilitation", In J, Zachazewski., D, Magee & W, Quillen (Eds.), *Athletic injuries and rehabilitation* (pp, 229-261). Philadelphia: W.B. Saunders.
4. Barber, S, D., Noyes, F, R., & Mangine, R, E. (1991). Quantitative assessment of functional limitations in normal and anterior cruciate ligament deficient knees. *Clinical Orthopaedics*, 255, 204-214.
5. Barber, S.D., Noyes, F.R., Mangine, R.E., McCloskey, J.W., & Hartman, W. (1990). Quantitative assessment of functional limitation in normal and anterior cruciate ligament-deficient knees. *Clinical Orthopedics and Related Research*, 255, 204-214.

6. Barber, S.D., Noyes, F.R., Mangine, R.E., & DeMaio, M. (1992). Rehabilitation after ACL reconstruction: function testing. *Orthopaedics*, 15 (8), 969-974.
7. Blackburn, J, R., & Morrissey, M, C. (1998). The relationship between open and closed kinetic chain strength of the lower limb and jumping performance. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 27, 430-435.
8. Bolgla, L, A., & Keskula, D, R. (1997). Reliability of lower extremity functional performance tests. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 26(3), 138-142.
9. Booher, L.D., Hench, K.M., Worrell, T.W., & Stikeleather, J. (1993). Reliability of three single-leg hop tests. *Journal of Sports Rehabilitation*, 2, 165-170.
10. Borsa, P., Lephart, S., & Irrgang, J. (1998). Comparison of performance based and patient reported measures of function in anterior cruciate ligament deficient individuals. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*, 28(6), 392-399.
11. Brosky, J., Nitz, A., Malone, T., Caborn, D., & Rayens, M. (1999). Intrarater reliability of selected clinical outcome measures following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*, 29, 39-48.
12. Canavan, P, K. (1998). Rehabilitation in Sports Medicine. Appleton & Lange.
13. Clark, N, C. (2001). Functional performance testing following knee ligament injury. *Physical Therapy in Sport*, 2, 91-105.

- 14.Davies, G, J. (1995). The need for critical thinking in rehabilitation. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 4, 1-22.
- 15.DeCarlo, M., Sell,K., & Sherbourne, K.(1994). Current concepts in accelerated ACL rehabilitation. *Journal of Sports Rehabilitation*,3(4), 304-318.
- 16.Devita, P., Hortobagyi, T., & Barrier, J. (1998).Gait Biomechanics are not normal after anterior cruciate ligament reconstruction and accelerated rehabilitation.*Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(10), 1481-1488.
- 17.Eastlack, M, E., Axe,M, J., & Snyder-Mackler, L. (1999). Laxity, instability and functional outcome after ACL injury: copers vs non-copers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(2),210-215.
- 18.Frandin, K., Sonn, U., Svantesson, U., & Grimby, G. (1995). Functional balance tests in 76-year-olds in relation to performance, activities of daily living and platform tests. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 27, 231-241.
- 19.Ghena, D., (2000). Closed Kinetic Chain Testing Techniques of the Lower Extremities. *Orthopaedic Physical Therapy Clinics of North America*, 9(2), 165-183.
- 20.Gobbi, A., Tuy, B., Mahajan, S., & Panuncialman, I. (2003). Quadrupled bone-semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: a clinical investigation in a group of athletes. *Arthroscopy*, 19, (7), 691-699.

21. Gobbi, A., Domzalski, M., & Pascual, J. (2004). Comparison of anterior cruciate ligament reconstruction in male and female athletes using patellar tendon and hamstring autografts. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 12, 534-539.
22. Greene, J.J., McGuine, T. A., Levenson, G., & Best, T. M. (1998). *Journal of Athletic Training*, 33(3), 229-232.
23. Greenberger, H.B., & Paterno, M.V. (1995). Relationship of knee extensor strength and hopping test performance in the assessment of lower extremity function. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, 22, (5), 202- 206.
24. Hamilton, R. T., Shultz, S. J., Schmitz, R. J., & Perrin, D. H (2008). Triple-Hop Distance as a valid predictor of lower limb strength and power. *Journal of Athletic Training*, 43(2), 144-151.
25. Harman, E. (1991). The importance of testing power output. *National Strength Conditioning Association Journal*, 13, 72-73.
26. Henriksson, M., Ledin, T., & Good, Lars. (2001). Postural control after anterior cruciate ligament reconstruction and functional rehabilitation. *The American Journal of Sports Medicine*, 29(3), 359-366.
27. Hofmeister, E.P., Gillingham, B.L., Bathgate, M.B., & Mills, W.J. (2001). Results of anterior cruciate ligament reconstruction in the adolescent female. *Journal of Pediatrics Orthopaedics*, 21, 302-306.
28. Hopper, D.M., Goh, S. S., Wentworth, L. A., Chan, D. Y, K., Chau, J. H, W., Wooton, G. J., Strauss, G. R., & Boyle, J.J.W.

- (2002). Test-retest reliability of knee rating scales and functional hop tests one year following anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical Therapy in Sport*, 3, 10-18.
29. Hutton, R. S., & Atwater, S. W. (1992). Acute and chronic adaptations of muscle proprioceptors in response to increased use. *Sports Medicine*, 14(6), 406-421.
30. 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 Surgery, Sports Traumatology and Arthroscopy*, 6, 241-245.
31. Iwasa, J., Ochi, M., Adachi, N., Tobita, M., Katsube, K & Uchio, Y. (2000). Proprioceptive improvement in knees with anterior cruciate ligament reconstruction. *Clinical Orthopaedic and Related Research*, 318, 168-176.
32. Jerre, R., Ejerherd, L., Wallmon, A., Kartus, J., Brandsson, S., & Karlsson, J. (2001). Functional outcome of anterior cruciate ligament reconstruction in recreational and competitive athletes. *Scandinavian Journal of Medicine in Science and Sports*, 11, 342-346.
33. Juris, P., Phillips, E., Dalpe, C., Edwards, C., Goltin, R., & Kane, D. (1997). A dynamic test of lower extremity function following anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 26(4), 184-191.

- 34.Karlsson, J., Lundin,O., & Lossing, I, W. (1991). Partial rupture of the patellar ligament: results after operative treatment. *American Journal of Sports Medicine*,19, 403-408.
- 35.Karlsson, J., Kartus, J., Magnusson, L., Larsson, J., Brandsson, S., & Eriksson B. (1999). Subacute versus delayed reconstruction of the anterior cruciate ligament in the competitive athletes. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 7, 146-151.
- 36.Keays, S.L., Bullock-Saxton, J., & Keays, A.C. (2000). Strength and function before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clinical Orthopedics and Related Research*, 373, 174-183.
- 37.Keays, S.L., Bullock-Saxton, J., Keays, A.C., & Newcombe, P. (2001). Muscle strength and function before and after anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis. *Knee*, 8, 229-234.
- 38.Kendall, F, P., McCreary, E,K., & Provance, P, G.(1993). Muscle Testing and Function. Williams and Wilkins.
- 39.Keskula, D, R., Duncan, J, B., Davis, V,L., & Finley, P,W. (1996). Functional outcome measures for knee dysfunction assessment. *Journal of Athletic Training*, 31(2), 105-110.
- 40.Komi,P,V.(2000). Stretch shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of biomechanics*, 33(10),1197-1206.

- 41.Kramer, J., Nusca, D., Fowler,P., & Webster-Bogaert,S. (1992).
Test-retest reliability of the one leg hop test following ACL
reconstruction. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 2, 240-243.
- 42.Lephart, S., & Henry, T.(1995). Functional rehabilitation for the
upper and lower extremity. *Orthopedic Clinics of North America*,
26(3), 579-592.
- 43.Lephart, S, M., Kocher, M., Harner, C., & Fu,F. (1993).
Quadriceps strength and functional capacity after anterior
cruciate ligament reconstruction: patellar tendon autograft vs
allograft. *American Journal of Sports Medicine*, 21(5), 738-743.
- 44.Lephart, S.M., Perrin, D.H., Fu, W.H., Gieck, L.H., McCue,
F.C., & Irrgang, J.J. (1992). Relationship between physical
characteristics and functional capacity in the anterior cruciate
ligament-insufficient athlete. *Journal of Ortopaedic Sports
Physical Therapy*, 16 (4), 174-181.
- 45.Lephart, S, M., Pincevero, D, M., Giraldo, J,L., & Fu, F, H.
(1997). The role of proprioception in the management and
rehabilitation of athletic injuries. *American Journal of Sports
Medicine*,25(1), 130-137.
- 46.Lysholm, J., & Gillquist, J. (1982). Evaluation of knee ligament
synergies with special emphasis on the use of a scoring scale.
American Journal of Sports Medicine, 10, 150-154.
- 47.Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2001).
Reliability and factorial validity of squat and countermovement

- jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551-556.
48. Mattacola, C.G., Perrin, D.H., Gansnedert, B.M., Gieck, J.H., Salib, E.N., & McCue, F.C. (2002). Strength, functional outcome, and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Athletic Training*, 37, (3), 262-268.
49. Noyes, F. R., Barber, S. D., Mangine, R. E. (1991). Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *American Journal of Sports Medicine*, 19, 513-518.
50. Ostenberg, A., Roos, A., Ekdahl, C., & Roos, H. (1998). Isokinetic knee extensor strength and functional performance in healthy female soccer players. *Scandinavian Journal in Medicine and Science in Sports*, 8, 257-264.
51. Palmitier R,L., An K,N., Scott S,G., & Chao E.(1991). Kinetic chain exercise in knee rehabilitation. *Sports Medicine*.11(6), 402-13.
52. Petschnig, R., Baron, R., & Albrecht, M. (1998). The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*, 28, 23-31.
53. Phillips, N., Benjamin, M., Everett, T., & van Deursen, R,W,M. (2000). Outcome and progression measures in rehabilitation

- following anterior cruciate ligament injury. *Physical Therapy in Sport*, 1, 106-118.
- 54.Riemman, B, L., Myers, J, B., Lephart, S, M. (2002). Sensorimotor system measurement techniques. *Journal of Athletic Training*, 37(1),85-98.
- 55.Risberg, M, A., & Ekeland, A. (1994). Assessment of functional tests after anterior cruciate ligament surgery. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 19, 212-217.
- 56.Ross, M.D., Langford, B., & Whelan, P.J. (2002). Test-retest reliability of 4 single-leg horizontal hop tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16, (4), 617-622.
- 57.Rudolph, K., Axe, M., & Snyder-Mackler, L. (1999). Implications of dynamic stability after ACL injury: who can hop and who cannot. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 29(1), A45-A46.
- 58.Sekiya, I., Muneta, T., Ogiuchi, T., Yagishita, K., & Yamamoto, H.(1998).significance of the single leg hop test to the anterior cruciate ligament reconstructed knee in relation to muscle strength and anterior laxity. *American Journal of Sports Medicine*, 26(3), 384-388.
- 59.Sherbourne, K, D., & Nitz, P. (1990). Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*,18(3), 292-299.
- 60.Sinnett, A.M., Berg, K., Latin, R.W., & Noble, J.M. (2001). The relationship between field tests of anaerobic power and 10-km

- run performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (1), 405-412.
61. Smith, F.W., Rosenlund, E. A., Aune, A, K., MacLean, J, A., & Hillis, S, W. (2004). Subjective functional assessments and the return to competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 279-284.
62. Snyder- Mackler L.(1996). Scientific rationale and physiological basis for the use of closed kinetic chain exercise in the lower extremity. *Journal of Sports Rehabilitation*. 5,2-12.
63. Stone, M.C., O'Bryant, H.S., McCoy, L., Coglianese, R., Lehmkuhl, M., & Schilling, B. (2003). Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *Journal of Strength and Related Research*, 17(1), 140-147.
64. Tegner, Y., & Lysholm, J. (1985). Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clinical Orthopaedics*, 198, 43-49.
65. Tegner, Y., Lysholm, J., Lysholm, M., & Gillquist, J. (1986). A performance test to monitor rehabilitation and evaluate anterior cruciate ligament injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 14, (2), 156-159.
66. Thomson, L,C., Handoll, H,H,G., Gunningham, A., & Shaw,P,C. (2005). Physiotherapist-led programmes and interventions for rehabilitation of anterior cruciate ligament and meniscal injuries of the knee in adults (Review). The Cochrane Database of

- 67.Voight, M.L.(1992). Stretch-strengthening. An introduction to plyometrics. *Orthopaedic physical therapy clinics of north America*.
- 68.Wilk, K, E., Romaniello, W, T., Soscia, S, M., Arrigo, S, A., & Andrew, J, R. (1994). The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing and functional testing in the ACL reconstructed knee. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 20(2), 60-73.
- 69.Wilk, W, E., Romaniello, W,T., Soscia, S, M., et al.(1994). The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing and functional testing in the ACL reconstructed knee. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*,20, 60-73.
- 70.Wiklander, J., & Lysholm, J. (1987). Simple tests for surveying muscle strength and muscle stiffness in sportsmen. *International Journal of Sports Medicine*, 8, 50-54.
- 71.Wroble, R, R., Van Ginkel, L, A., Grood, E, S., Noyes, F, R., & Shaffer, B, L. (1990). Repeatability of the KT-1000 arthrometer in a normal population. *American Journal of Sports Medicine*, 18(4), 396-399.

